

Intervention du Service cantonal d'archéologie
Route de Veyrier 37 A, Carouge
Mai – Juin 2012

Rapport sur la fouille de sauvetage effectuée au 37 A, route de Veyrier, Carouge (**Ca 23**)

Le contexte de l'intervention et les structures médiévales

Philippe Ruffieux, Septembre 2013



Sommaire

1. Fiche technique.....	2
2. Contexte de l'intervention.....	3
3. Description des vestiges.....	6
3.1. Horizons stratigraphiques.....	6
3.2. Vestiges présents sur US 002.....	8
3.2.1. <i>Les vestiges de bois.....</i>	<i>8</i>
3.2.2. <i>Les blocs taillés.....</i>	<i>9</i>
3.3. Vestiges présents sur US 003.....	13
3.3.1. <i>Dégagement des vestiges.....</i>	<i>13</i>
3.3.2. <i>La structure de madriers et poteaux.....</i>	<i>15</i>
3.3.2.1. <i>Eléments horizontaux.....</i>	<i>15</i>
3.3.2.2. <i>Eléments verticaux.....</i>	<i>15</i>
3.3.2.3. <i>Détails et articulations de la construction.....</i>	<i>19</i>
3.3.3. <i>Les alignements de poteaux.....</i>	<i>21</i>
4. Résultat des analyses dendrochronologiques.....	24
5. Interprétation des structures.....	25
5.1. Les alignements de pieux.....	25
5.1.1. <i>Les renforts de berge, digues et pêcheries.....</i>	<i>25</i>
5.1.2. <i>Les pieux de Carouge : renforts de berge du 12^e siècle.....</i>	<i>27</i>
5.2. La structure en madriers et poteaux.....	28
5.2.1. <i>Les moulins, digues et passages à gué.....</i>	<i>28</i>
5.2.2. <i>Les ponts.....</i>	<i>29</i>
5.2.2.1. <i>La pierre ou le bois.....</i>	<i>29</i>
5.2.2.2. <i>Fondations sur pieux.....</i>	<i>31</i>
5.2.2.3. <i>Fondations superficielles.....</i>	<i>33</i>
5.2.2.4. <i>Fondations à caisson.....</i>	<i>34</i>
5.2.3. <i>Un pont du début du 12^e siècle à Carouge</i>	<i>35</i>
6. Objets.....	42
7. Synthèse et conclusion sur les structures	44
Bibliographie.....	49
Plans	

1. Fiche technique

Chantier :	« La Fontenette », Route de Veyrier 37 A, 1227 Carouge
Parcelle :	8:1551
Propriétaire :	FIDFUND Management SA Chemin de Précossy, 11 Case postale 2309 1260 Nyon
Type de travaux :	Construction d'un immeuble de logement et parking souterrain
Architecte mandataire :	Bondallaz et Guglielmetti Architectes SA Rue Alexandre-Gavard, 16 1227 Carouge
OPS – SCA :	Philippe Ruffieux Michelle Joguin-Regelin Anne De Weck
Autres Intervenants :	Entreprise Cuénod Construction SA Jean Tercier, Jean-Pierre Hurni (Laboratoire Romand de Dendrochronologie) Entreprise Rampini Construction
Dates de l'intervention :	Mai 2012 à Juin 2012

2. Contexte de l'intervention

L'intervention s'est déroulée à partir du 2 mai 2012, sur la parcelle 1551 de la commune de Carouge, près de l'intersection de la route de Veyrier et de la rue de la Fontenette. Sur l'emplacement de l'ancien parking situé à l'arrière de l'immeuble donnant sur le carrefour (rue de la Fontenette 5-7, route de Veyrier 33-37), était projetée la construction d'un immeuble de logement avec parking souterrain (**fig. 1**).

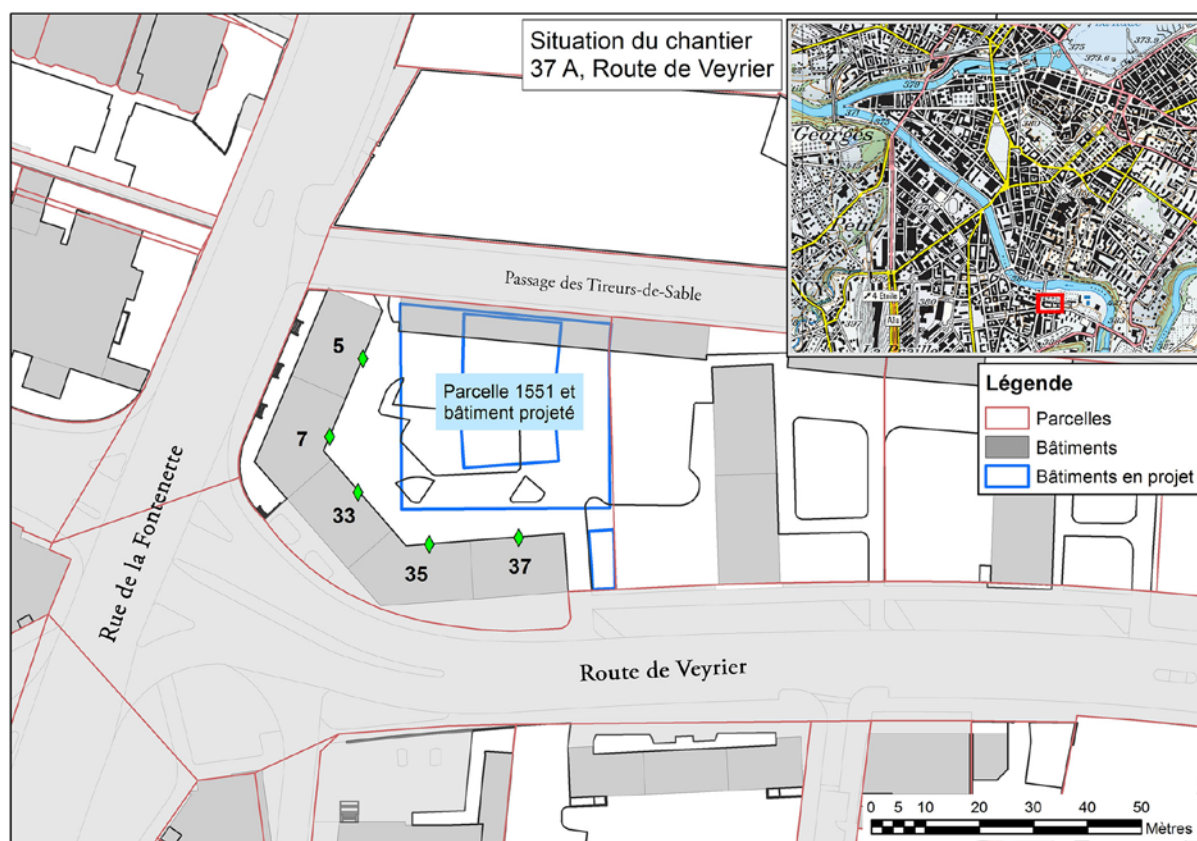


Figure 1. Emplacement du chantier.

Lors du terrassement effectué par l'entreprise de construction Rampini, sont apparus de nombreux blocs taillés - en calcaire pour la plupart - progressivement prélevés à la pelle mécanique pour être déposés en bordure de la rampe menant au fond du terrassement.

L'abondance des blocs mis au jour, et la présence d'un certain nombre de pièces de bois, également prélevées à la pelle mécanique (**fig. 2**), ont finalement décidé la direction du chantier à alerter le service cantonal d'archéologie.

Les premières observations effectuées sur place, alors que se poursuivaient les travaux de construction, ont confirmé la présence de blocs taillés encore *in situ*, et de plusieurs éléments en bois.



Figure 2. Vue du chantier au premier jour de l'intervention.

Le travail de la pelle mécanique a donc été supervisé, afin de garantir l'intégrité des vestiges conservés et de les mettre en évidence autant que possible.

Dès le 3 mai 2012, nous avons pu bénéficier du concours de deux ouvriers fouilleurs de l'entreprise Cuénod Construction SA, qui ont pris le relais de la pelle mécanique pour le dégagement fin des vestiges.

Parallèlement au travail de terrassement et de fouille, nous avons assuré une documentation photographique et un positionnement des structures au fur et à mesure, au moyen d'un GPS (Leica Viva GS15).

Après un premier décapage de surface ayant permis de repérer un important groupe de blocs taillés au nord (**fig. 3**), et plusieurs éléments de bois (têtes de poteaux ou poutres en position horizontale) dans la partie sud de la zone excavée (**fig. 4**), le terrassement s'est poursuivi à la pelle mécanique, puis à la main, dans une progression générale du nord au sud.



Figure 3. Apparition d'un groupe de blocs taillés dans la partie nord de la zone de terrassement.



Figure 4. Têtes de poteaux en bois (premier plan, centre) et éléments horizontaux (au fond à gauche) apparus dans la partie sud du terrassement.

3. Description des vestiges

3.1. Horizons stratigraphiques

Lors de notre intervention, nous avons observé la présence de trois couches stratigraphiques distinctes (**fig. 5**). Il s'agit en fait de dépôts alluvionnaires de l'Arve, actuellement distant de quelques 140 m et dont on sait la nature capricieuse. Son cours a en effet beaucoup fluctué au cours des siècles, et les crues violentes furent également nombreuses¹.

Une couche de remblais récents sur laquelle était aménagé le bitume actuel scellait la première strate de dépôts de l'Arve (US 001) rencontrée. L'altitude du sommet de cette dernière nous a été caché par le bétonnage des bords de l'excavation, déjà achevé lorsque l'intervention a débuté.

La fin de cette strate, en revanche coïncide avec l'apparition des blocs de calcaire, des têtes de pieux et autres éléments en bois, à une altitude moyenne de 376,10 m. La hauteur de la couche pourrait être d'environ 1,5 à 2 m en moyenne. Elle est constituée de sable et gravier, accompagnés d'abondants galets de rivière (voir plus bas, **table 1**).

La seconde strate (US 002), apparue à une altitude d'environ 376,10 m présente une épaisseur comprise entre 0,6 m (au sud) et 1,2 m (au nord). Les pourtours sud et ouest du terrassement ayant été dégagés et aménagés au moyen de semelles de béton avant l'intervention du service cantonal d'archéologie, certaines observations n'ont pas pu y être effectuées. Cette couche recouvrait une bonne partie des structures en bois, dont nous parlerons plus loin, ainsi qu'une surface de sable - US 003 - sur laquelle étaient installées les structures en bois et qui décrivait une légère pente du sud vers le nord, soit en direction du cours de l'Arve. On peut supposer qu'il s'agissait là d'une plage de l'Arve.

Cette dernière couche (US 003), marquant le niveau de fin de terrassement et atteignant d'autre part la nappe phréatique dans la moitié nord, n'a pas été fouillée.

On peut résumer la stratigraphie ainsi (**fig. 5**) :

¹ Voir par exemple à ce sujet BRUNIER 2007, p. 166. Par ailleurs, Louis Blondel a proposé une restitution de l'évolution du cours de l'Arve depuis l'époque romaine, qui mériterait une mise à jour sur la base d'analyses géologiques, voir BLONDEL 1940, fig. 2, p. 61.

- Surface de sable ou plage (US 003) sur laquelle sont aménagées des structures en bois.
- Accumulation de dépôts de fluviatiles (US 002) recouvrant la plage et les structures en bois. Présence de blocs architecturaux sur cette couche.
- Nouvelle accumulation de dépôts fluviatiles (US 001) recouvrant les blocs architecturaux ainsi que les dépôts antérieurs.
- Remblais modernes à contemporains et bitume

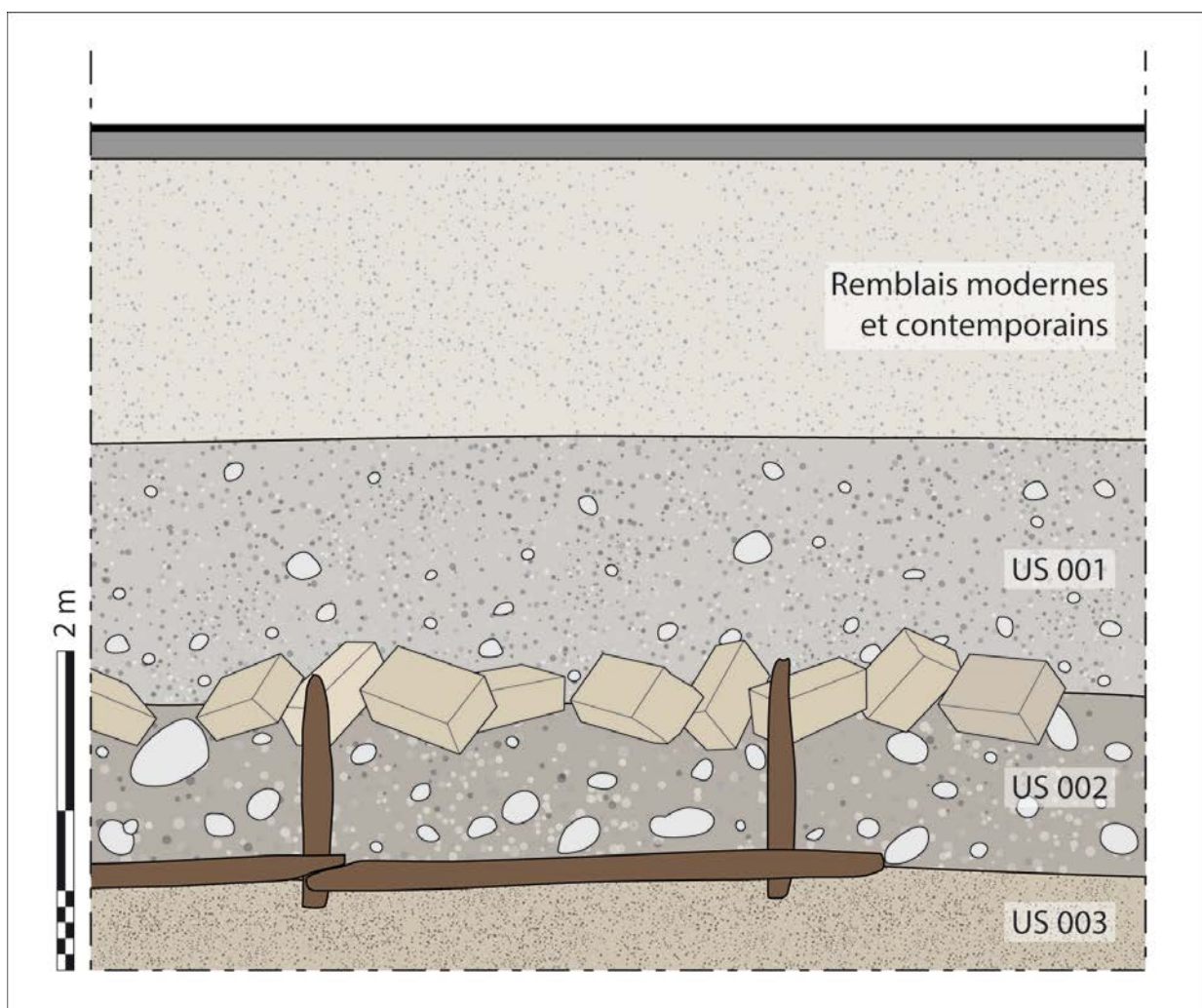


Figure 5. Schéma des couches stratigraphiques observées.

Table 1

Unité Stratigraphique	Description	Recouvre
Remblais modernes	N/A	US 001
US 001	Dépôt fluviatile : Sable, gravier et abondants galets de rivière (fins à moyens).	US 002 Blocs architecturaux et éléments en bois flottants
US 002	Dépôt fluviatile : Sable, gravier et abondants galets de rivière, souvent de grand diamètre	US 003 Structures en bois
US 003	Surface de sable (ancienne plage de l'Arve)	N/A

3.2. Vestiges présents sur US 002

Les vestiges mis au jour sur l'US 002 consistent d'une part en un certain nombre de pièces de bois - bois de flottage charriés par la rivière et déposés parmi les alluvions, pièces appartenant à des structures en bois, encore en place ou perturbée – et d'autre part en de nombreux blocs, taillés pour la plupart (**fig. 6**).

3.2.1. Les vestiges de bois

Les vestiges de bois ont été photographiés et relevés au GPS, afin d'être facilement positionnés sur le plan des vestiges (voir **plan 1**). L'état de conservation des restes était très variable et nombre de pièces de bois situées sur la couche étaient juste assez visibles pour permettre une photographie, sans qu'aucun prélèvement n'ait été possible. Quelques fragments de poutres ont été prélevés par la pelle mécanique avant notre arrivée. Si certaines d'entre elles étaient en relativement bon état, l'absence d'information concernant leur position initiale ne nous a pas permis de les exploiter. On peut cependant supposer que leur insertion stratigraphique était assez haute et qu'elles appartenaient à l'horizon contemporain du dépôt des blocs taillés (voir plus loin), ou à un horizon plus récent.

La plupart des vestiges en bois apparaissant sur cette US 002 sont en réalité des poteaux affleurant le sommet de la couche et appartenant à des structures installées sur l'US 003, que nous aborderons plus loin.



Figure 6. Vue générale de l'excavation. A gauche : blocs *in situ*, au centre : restes de bois, A droite (haut) : blocs prélevés.

3.2.2. Les blocs taillés

Outre les nombreux blocs dégagés à la pelle mécanique avant notre intervention (plus de quatre-vingt, **fig. 7**), nous avons pu mettre au jour deux principaux groupes, l'un au nord du terrassement (**fig. 8-10**), le plus important en nombre de pièces (une trentaine), le second au sud du terrassement (**fig. 11-12**), plus modeste (une douzaine de pièces). Quelques blocs étaient répartis entre ces deux groupes, et d'autres reposaient dans l'angle sud-ouest de la surface fouillée (**plan 1**).

Les blocs dégagés par l'entreprise Rampini, provisoirement déposés en bordure de la rampe d'accès au terrassement, proviendraient principalement, aux dires du machiniste en charge, de la surface proche du bord occidental du terrassement, sur laquelle a été coulée une dalle de béton servant d'appui à des poutres métalliques.

Nous avons pu constater d'emblée que ces matériaux de construction, dans leur contexte de découverte, ne se trouvaient pas à leur emplacement d'origine, mais bien en remploi dans ce qui devait constituer des aménagements des rives de l'Arve. Si la majorité de ces pierres est en calcaire, on a pu en observer en grès, et en roches métamorphiques (granite, schiste,

etc.). Il est difficile de dater précisément ces aménagements. Une importante accumulation d'alluvions (jusqu'à 1,2 m) sépare les structures en bois installées sur l'US 003 (datées du 12^e siècle, voir plus loin) et la pose de ces blocs architecturaux. Il paraît donc assez raisonnable de proposer une date vers la fin du Moyen-Âge.

En août 2012, les blocs ont été transportés vers le cimetière de Carouge pour être entreposés et étudiés². Quelques pièces supplémentaires ont encore été mises au jour en septembre 2012, lors du dégagement de la rampe d'accès, notamment un bloc portant une inscription. Ils ont rejoint le reste du matériel au cimetière de Carouge³.



Figure 7. Amas de blocs mis au jour durant le terrassement, déposés en bordure du chantier.

L'origine romaine de la majorité de ces blocs ne fait aucun doute et l'étude menée actuellement par Denis Genequand devrait nous éclairer sur la provenance géographique et le contexte architectural d'origine de ce matériel.

² Le transport a été effectué par l'entreprise Rampini, sous la supervision de Denis Genequand, responsable de l'étude de ce matériel.

³ Opération supervisée par Gionata Consagra.

Enfin il faut probablement faire le lien entre cette découverte récente et la mise au jour en 1805 d'un ensemble assez similaire, comprenant deux stèles inscrites⁴.



Figure 8. Groupe de blocs au nord de la fouille, en cours de dégagement.

Figure 9. Groupe de blocs au nord de la fouille, en cours de dégagement.



⁴ Il existe plusieurs mentions de cette découverte, voir par exemple : GRILLET 1807, p. 3 ; d'autres sources sont citées par Blondel (1940, pp. 60-61).



Figure 10. Groupe de blocs au nord de la fouille, à la fin de l'intervention.

Figure 11. Groupe de blocs au sud de la fouille, à la fin de l'intervention.



Figure 12. Groupe de blocs au sud de la fouille, à la fin de l'intervention.

3.3. Vestiges présents sur US 003

3.3.1. Dégagement des vestiges

Des nombreuses traces de bois visibles à la surface de l'US 002, plusieurs correspondaient à des têtes de poteaux affleurant la surface (**plan 1**). Etant donné l'urgence de l'intervention, il a été décidé tout d'abord de prélever quelques éléments pour les soumettre à une analyse dendrochronologique, l'ensemble des bois visibles ayant été relevés au GPS et photographié.

Nous avons donc procédé à une sélection couvrant si possible l'entier de la surface dégagée jusqu'alors. Sept pièces ont ainsi été prélevées, dont certaines étaient bien plus longues et massives qu'attendu, nécessitant le recours à la pelle mécanique pour être extraites (**fig. 13**).



Figure 13. Eléments de bois prélevés pour analyse dendrochronologique.

De ce fait, il nous a semblé préférable, avant de prélever un quelconque poteau de l'alignement situé au centre de l'excavation, de tenter de dégager le groupe dans son ensemble (**fig. 14**). Des éléments horizontaux sont alors apparus à près d'un mètre de profondeur, apparemment en connexion avec les poteaux (**fig. 15**).

La présence d'une structure en bois de dimension importante étant assurée, le dégagement s'est poursuivi, tout d'abord à la pelle mécanique pour évacuer l'important volume de matériaux fluviatiles, dont de nombreuses pierres de rivière souvent assez lourdes, puis de manière fine. Nous avons ainsi progressé vers l'est pour dégager cette première structure,

puis vers le sud, ou plusieurs traces de bois étaient apparues en surface de l'US 002 (**plan 2**).

Figure 14. Alignement de poteaux en cours de dégagement.
A l'arrière : accumulation de matériaux fluviatiles (US 002).



Figure 15. Poteaux et éléments horizontaux connectés, en cours de dégagement.
A l'arrière : accumulation de matériaux fluviatiles (US 002). A noter à gauche (vers le nord), l'affleurement de la nappe phréatique.

Ce sont là pour l'essentiel des poteaux ou des pieux qui ont été mis en évidence, ainsi que des bois flottants. La majeure partie de ces pieux se situe au sud du terrassement et constitue un alignement très net (voir plus bas).

Tous ces éléments sont implantés sur une couche de sable (US 003), qui semble constituer une ancienne plage, en légère pente vers le nord, soit vers les cours de l'Arve. Ils étaient recouverts de matériaux d'origine fluviatile dont nous avons déjà parlé (US 002, voir **fig. 6**).

3.3.2. La structure de madriers et poteaux

3.3.2.1. Eléments horizontaux

Cette structure (**plan 3**) dont un peu plus de la moitié orientale a été dégagée est constituée tout d'abord, dans sa partie nord, d'éléments horizontaux de grande taille : madriers en chêne mesurant en moyenne 4,5 à 5 m de longueur, pour une largeur généralement comprise entre 30 à 50 cm et une épaisseur d'environ 20 à 30 cm (**fig. 16**). Ils sont disposés en six à sept rangées successives de deux madriers (ST 031-043, 048), joints par des extrémités taillées en biseau et fixées l'une à l'autre au moyen de chevilles insérées dans des mortaises traversant le bois de part en part, l'extrémité de la poutre occidentale de chaque rangée recouvrant ainsi l'extrémité de sa voisine (**fig. 17 et 18**).



Figure 16. Structure en madriers et poteaux de chêne.

La partie occidentale de la structure n'a malheureusement (ST 036-043) pas pu être dégagée, un radier de béton ayant été coulé au-dessus pour des raisons statiques avant notre intervention. Trois poteaux (ST 019-020, 030, voir plus loin) et l'extrémité d'un madrier (ST 029) appartenant à la même structure et marquant sa limite occidentale sont cependant attestés grâce à un sondage effectué au-delà du radier de béton.

Le terrain présente une légère pente vers le nord, en direction du lit de l'Arve. Epousée par six rangées de madriers, cette pente est interrompue à l'arrière de la sixième rangée (ST 035, 042) par une dépression induisant une différence de niveau de 20 à 30 cm.



Figure 17. Jointure des madriers par biseautage et chevillage.

Figure 18. Détail de l'extrémité d'une poutre équipée de deux mortaises dont l'une encore occupée par les restes d'une cheville.



Dans la partie sud de la structure (**fig. 19 et 20**), à partir de la dépression décrite plus haut, une poutre (ST 054) prolonge l'axe central, en déviant légèrement vers le sud-est ; elle est disposée en pente vers le nord. A l'est de cette dernière, plusieurs éléments (ST 049-052, 055-061), dont certains de taille plus modeste, présentent une organisation radiale, limitée au sud par une poutre plus longue, assez mal conservée, et qui semble recourbée dans la moitié ouest (ST 053). Nous reviendrons sur cet élément plus loin.

A l'opposé, c'est une poutre droite (ST 048), mais également de grande taille, qui paraît marquer une limite entre la partie à organisation radiale et le reste de la structure au nord. Elle touche à l'ouest un élément qui provient de la moitié recouverte par le béton (ST 043). Ces deux derniers éléments semblent constituer la septième rangée de madriers, originellement accolée directement au sud de la sixième rangée.

Figure 19. Partie sud de la structure. Vue vers l'ouest.



Figure 20. Partie sud de la structure. Vue vers l'est.

3.3.2.2. *Eléments verticaux*

Les éléments verticaux de la structure consistent en trois alignements de poteaux à section carrée ou rectangulaire répartis aux deux bords et au centre des rangées de madriers. L'alignement oriental n'a conservé que trois éléments (ST 027, 045-046) sur une hauteur maximale de 60 cm au-dessus des madriers (**fig. 21**). Les restes d'un quatrième poteau (ST 047) étaient présents entre les deux poutres les plus septentrionales.



Figure 21. Vue sur les alignements de poteaux de l'ouest et du centre et sur les madriers.

L'alignement central comprenait cinq poteaux mieux conservés (ST 013-017), parfois jusqu'à 1,5 m au-dessus des madriers (**fig. 21**). Le haut de ces éléments était apparu à la surface de l'US 002.

Trois des poteaux présents du côté ouest (**fig. 22**) ont été repérés en surface de l'US 002 et positionnés au moyen du GPS (ST 019-020, 030). Après prélèvement (cette zone n'a pu faire l'objet que d'un sondage), on a pu constater un état de conservation équivalent à celui de la rangée centrale.



Figure 22. Poteaux de l'alignement ouest, en cours de dégagement.

3.3.2.3. *Détails et articulations de la construction*

Les analyses effectuées au Laboratoire romand de dendrochronologie, outre la datation de nombreux vestiges sur laquelle nous reviendrons, ont mis en lumière une utilisation exclusive de bois de chêne pour les différents éléments composant cette imposante structure.

Les madriers dont nous avons déjà décrit la liaison par paires, ont été débités de façon plutôt approximative, afin de leur donner une section rectangulaire. Les proportions varient d'une poutre à l'autre et la finition des extrémités en biseau destinées à « s'emboîter » est extrêmement inégale.



Figures 23 et 24. Entailles à l'articulation entre madriers et poteaux.

L'articulation avec les poteaux s'opère au moyen d'entailles pratiquées dans les bords des madriers et dans les poteaux eux-mêmes (**fig. 23, 24**). Ces derniers sont donc disposés entre deux poutres horizontales. L'emboîtement est complété par l'insertion d'une cheville reliant deux madriers à travers un poteau. Bien qu'elles n'aient en général pas été conservées, ces chevilles sont attestées par la présence de mortaises (**fig. 25, 26 et 43**).



Figures 25 et 26. Emplacement de chevilles servant à maintenir l'assemblage madriers/poteaux.

Les restes de mortaises (**fig. 27**), dont nous discuterons la fonction plus loin (voir p. 33), semblent subsister malgré une forte érosion à l'extrémité est des madriers (tournée vers l'extérieur de la structure).



Figure 27. Restes de mortaises à l'extrémité orientale des madriers.

L'état de conservation des éléments en bois de la structure à organisation radiale située dans la partie sud ne nous a pas permis d'approfondir les observations concernant l'assemblage des divers composants. Les éléments de bois les plus fins, disposés perpendiculairement aux éléments plus lourds, étaient certainement fixés à ces derniers. Nous n'avons pu que dégager la face apparente des vestiges et toute tentative d'enlèvement aurait été vouée à l'échec. La méthode de fixation adoptée ici nous échappe malheureusement.

La disposition générale des différents membres de cette imposante structure en bois suggère que l'ensemble a connu un affaissement en direction du nord-ouest, probablement à la suite d'une crue violente de l'Arve. Cette érosion fluviale est à l'origine des caractéristiques suivantes :

- Le creusement du terrain environnant (notamment au sud) et la pente sur laquelle se trouve la structure.
- L'espacement irrégulier des madriers, qui augmente à mesure qu'on se déplace vers l'ouest.
- L'inclinaison des poteaux et le faible contact avec les madriers (contact requis par le système de mortaise et cheville qui maintient l'ensemble).
- La disposition de la partie sud (structure « radiale »), résultant d'un effondrement (nous y reviendrons plus loin).

3.3.3. Les alignements de poteaux

Plusieurs poteaux ont été dégagés au sud de la structure constituée par les madriers (**plan 4**). Du nord au sud, ce sont d'abord deux gros éléments (ST 006-007) mis au jour à environ 3 m de la grande structure. Ils présentent un diamètre de 25 à 40 cm et penchent en direction de l'ouest (**fig. 19-20, 28**).

Trois mètres plus loin, apparaît une série de neuf poteaux plus fins (ST 064-072), orientés ouest-sud-ouest – est-nord-est, dont le diamètre maximal est d'environ 20 cm. La présence de nombreuses pierres de rivière autour de certains de ces pieux ne semble pas être l'œuvre de la nature, mais plutôt un aménagement intentionnel.

Enfin, une autre rangée de poteaux est apparue environ 1,5 m plus au sud (ST 074-099), suivant une orientation assez similaire à la précédente, avec là aussi de nombreuses pierres de rivière qui font vraisemblablement partie de l'aménagement (**fig. 29-30**). Le diamètre

maximal constaté est également d'environ 20 cm, mais le mauvais état de conservation du bois cache probablement des poteaux plus épais, dont le diamètre pourrait avoir dépassé les 30 cm. C'est le cas du poteau ST 001, qui affleurerait en surface de l'US 002 et qui a été prélevé. Sa position l'intègre parfaitement dans l'alignement, de même que l'élément ST 003.

Un dernier groupe de trois pieux (ST 100-102) est situé à environ deux mètres au sud de l'extrémité ouest du troisième alignement. Ces trois éléments de faible diamètre pourraient appartenir au même aménagement, ou faire partie d'une autre série parallèle qui n'est que partiellement conservée.



Figure 28. Deux poteaux au sud de la grande structure.



Figures 29 et 30. Alignement de pieux (ST 074-099), vu vers le nord-est (à gauche), vu vers l'ouest (à droite).

Du point de vue topographique, l'ensemble de ces alignements de poteaux est installé sur une surface plane de sable (US 003), que nous avons déjà signalée et qui constitue vraisemblablement une ancienne plage de l'Arve.

4. Résultats des analyses dendrochronologiques

Trois séries de prélèvements ont été effectuées successivement soit par le service cantonal d'archéologie, soit par le Laboratoire Romand de Dendrochronologie⁵.

En tout 34 échantillons ont été prélevés, parmi lesquels 29 ont pu être analysés grâce à un état de conservation satisfaisant.

L'ensemble est composé de bois de chêne (*Quercus sp.*) à croissance rapide, ayant poussé dans un milieu de type plaine alluviale, à l'exception de trois éléments provenant d'un environnement plus sec.

21 échantillons ont été prélevés sur la structure en madriers et poteaux qui se révèle absolument homogène et composée exclusivement de chêne à croissance rapide. L'écorce et l'aubier n'étant jamais conservés, les dates d'abattage du bois ont été estimées en tenant compte de plusieurs facteurs déterminants. On obtient ainsi une date « **aux environs de 1115** » (1115 ± 5 ans) pour l'abattage des bois de la structure en madriers et poteaux.

8 échantillons proviennent des poteaux situés dans la partie sud de la fouille. Les dates d'abattage obtenues ici sont moins précises, en raison de l'état de conservation médiocre des bois. Plusieurs phases sont mises en évidence, entre **1125** (au plus tôt) et **1155** ± 10 ans. Ces aménagements sont donc postérieurs à la structure en madriers et poteaux.

⁵ Pour plus de détails sur les résultats des analyses, nous renvoyons au rapport fourni par le laboratoire : Jean-Pierre HURNI – Jean TERCIER – Christian ORCEL « Réf. LRD12/R6716 » (HURNI/TERCIER/ORCEL 2012).

5. Interprétation des structures

L'originalité de la structure en madriers et poteaux dans le contexte de l'archéologie genevoise et régionale pose tout naturellement la question de sa fonction, aucune structure identique ou du moins comparable n'ayant en effet été découverte dans nos régions auparavant. Les alignements de pieux situés à l'arrière de la structure, en revanche, sont plus aisés à interpréter.

5.1. Les alignements de pieux

5.1.1. *Les renforts de berge, digues et pêcheries*

Des aménagements de bois en bordure de cours d'eau peuvent être de différente nature et ne sont pas chose exceptionnelle, comme en témoignent un certain nombre de publications.

Les renforts de berge ou les digues sont le type d'aménagement le plus simple qui consiste en des alignements de pieux plus ou moins espacés, parfois renforcés par des pierres.

Ainsi par exemple dans le lit de la Loire à Avrilly (Allier) plusieurs rangées de pieux ont été étudiées⁶. Les bois, taillés dans du chêne à forte croissance, sont datés par dendrochronologie du premier siècle av. J.-C. et montrent plusieurs aménagements successifs témoignant d'un probable déplacement du cours de la rivière. De tels aménagements de berge peuvent avoir servi également de point d'accostage, alors que d'autres pieux situés à proximité de ces alignements pourraient appartenir à un pont.

L'association de plusieurs types de structures en un emplacement particulier du rivage est attestée, et s'explique par la nécessité de tirer parti de conditions d'aménagement favorables en milieu fluvial.

A proximité du village de Taillebourg (Charente-Maritime), le fleuve Charente offre plusieurs hauts-fonds qui concentrent les vestiges archéologiques⁷. On y trouve donc associés des aménagements de rivage (digue, zones de débordement), des pêcheries ou des moulins, ainsi qu'un abondant matériel archéologique essentiellement en rapport avec les activités artisanales qui s'y déroulaient. La plupart de ces structures en bois date vraisemblablement des 9^e et 10^e siècles.

⁶ DUMONT 2011a, pp. 331-334.

⁷ MARIOTTI et al. 2006, pp. 220-229. Pour plus de détails sur les fouilles de Taillebourg – Port d'Envaux, voir DUMONT/MARIOTTI 2013.

Les pêcheries sont assez bien connues. Généralement constituées de deux alignements de poteaux disposés en V, pointe vers l'aval. Elles permettent de canaliser le poisson, grâce à la force du courant, vers l'extrémité du V où est disposée une nasse (**fig. 31**). Les alignements de poteaux servent de support à un clayonnage suffisamment fin pour empêcher le poisson de passer au travers. Des pierres peuvent être disposées le long de ces parois afin d'en renforcer la base.

A Marin-Epagnier (Neuchâtel), le site du Pré de la Mottaz offre un exemple particulièrement bien conservé de pêcherie, originellement située dans le cours de la Thielle⁸. L'ensemble des poteaux a été taillé dans du sapin, alors que le clayonnage était constitué de noisetier. Les travaux archéologiques ont permis de dater cette structure du 12^e siècle.

Le site de Chalon/Saint-Marcel présente lui aussi des vestiges de pêcherie dans le lit de la Saône. D'une conception générale comparable, la structure et ses différents composants ont été datés entre les 10^e-11^e siècles et le 13^e siècle ap. J.-C.⁹ Les aménagements présents sur le site d'Ouroux-sur-Saône, également dans le lit de la Saône, semblent, quant à eux, associer pêcheries et renforcements de berge, faits de pieux et clayonnages. Ces structures sont datées du 14^e siècle¹⁰.



Figure 31. Pêcheries représentées dans un ouvrage du 18^e siècle (*Traité général des pesches*, par Henri-Louis Duhamel du Monceau, pl. XIV, fig. 3). D'après DUMONT, MARIOTTI 2013, fig.16, p. 31.

⁸ PLUMETTAZ 2000, pp. 211-213.

⁹ BONNAMOUR 1992, pp. 354-366.

5.1.2. Les pieux de Carouge : renforts de berge du 12^e siècle

Les rangées de pieux mises au jour sur le site de Carouge, bien qu'offrant une vision probablement partielle en raison de l'état de conservation, ne présentent apparemment pas une grande complexité d'organisation. On peut en effet distinguer deux alignements qui semblent en réalité être au moins dédoublés dans leur largeur. Ces deux alignements sont très légèrement désaxés l'un par rapport à l'autre.

Le plus septentrional (ST 064-072) n'a malheureusement offert qu'une seule datation par dendrochronologie, sur le bois ST 071, dont la date d'abattage ne peut être antérieure à 1125. Un second élément, légèrement décalé au sud de l'alignement, le bois ST 073, offre un résultat identique.

L'autre alignement (ST 001, ST 003, ST 074-099) fournit trois dates d'abattage : ST 001 aurait été abattu aux environs de 1155, ST 003 ne peut être antérieur à 1125, alors que ST 079 ne peut être antérieur à 1130.

Le pieu ST 102, situé plus au sud que les précédents, est daté « pas antérieur à 1145 ». Finalement les deux poteaux ST 006-007, entre la structure en madriers et poteaux et la première rangée de pieux, sont datés aux environs de 1145.

Un seul bois (ST 003) fournit donc une datation identique aux deux obtenues sur l'alignement le plus septentrional, soit « pas antérieur à 1125 », les autres étant datés plus tardivement. On peut alors envisager un développement du nord vers le sud d'aménagements que l'on peut interpréter comme des renforts de berge. Le nombre d'analyses dendrochronologiques au sein de chaque rangée de pieux étant limité, on reste dans le domaine de l'hypothétique.

La présence d'aménagements destinés à protéger les rives ou maîtriser les eaux de l'Arve est attestée par les textes depuis le 13^e siècle et jusqu'au 18^e siècle. Ils consistaient, comme on l'a mentionné plus haut, en alignements de pieux, parallèles au rivage (c'est le cas de nos vestiges) ou éventuellement perpendiculaires¹¹. On peut rappeler à ce propos les découvertes archéologiques effectuées autour de la Place d'Armes à Carouge en 1932, 1981-82, puis 1997. Les vestiges de pieux alors mis au jour - dont certains pourraient avoir constitué des aménagements de rives - dataient du 1^{er} siècle avant et du 1^{er} siècle après J.-C.¹²

¹⁰ BONNAMOUR 1992, pp. 366-378. Sur les pêcheries, voir également BONNAMOUR 2006 ; MIEJAC et al. 2009 ; DAVEAU et al. 2009 ; DUMONT/MARIOTTI 2013, fig. 16, p. 31, et pp. 96-100.

¹¹ DE LA CORBIÈRE 2013, p. 5.

5.2. La structure en madriers et poteaux

5.2.1. Les moulins, digues et passages à gué

Plusieurs hypothèses ont été examinées pour tenter d'attribuer une fonction à cette structure. Celle d'une installation hydraulique manque d'éléments à son appui. Aucune trace de roue ou de pales, généralement présentes à proximité d'anciens moulins, n'a été mise au jour¹³.

L'emplacement même de la structure ne semble pas approprié pour une telle installation. Il semble en effet probable qu'elle se situait en dehors du cours de la rivière, ou juste en bordure, lors de sa construction. Or, l'absence de dispositif d'alimentation en eau (bief, retenue, digue etc.) ne faciliterait pas son fonctionnement. L'installation d'un moulin sur un cours d'eau tel que l'Arve, dont le lit devait être ici assez large et le cours fluctuant, aurait plutôt été réalisée au milieu du lit, soit sur pilotis, soit en association avec une pile de pont, situation connue par exemple à Taillebourg (Charente)¹⁴, ou à Zurich¹⁵.

La possibilité d'une digue est également à prendre en compte, comme suggéré par De la Corbière¹⁶, en référence notamment à des ouvrages mentionnés au 17^e siècle et consistant en caissons faits d'un réseau de madriers horizontaux combinés à des poteaux verticaux¹⁷ (fig. 32).

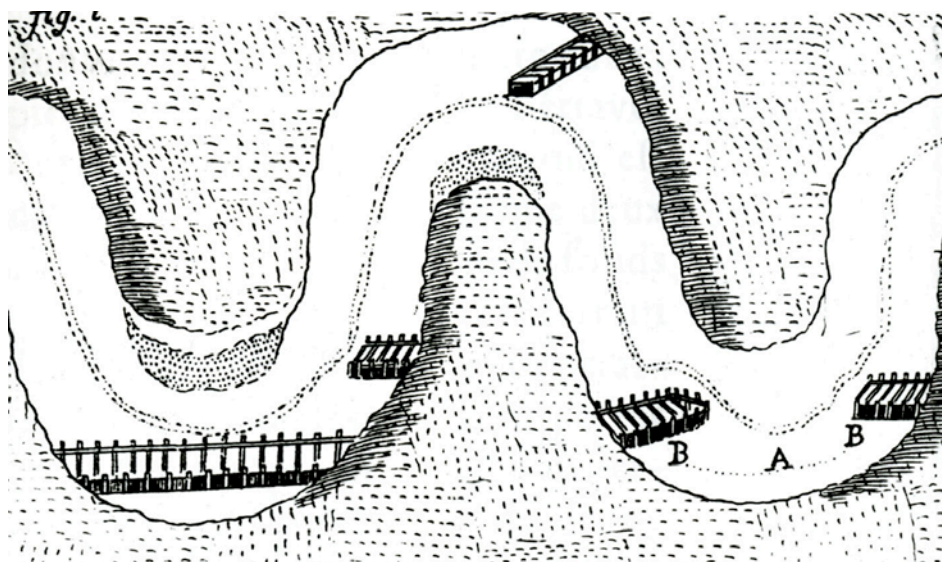


Figure 32. Illustration de digues dans un ouvrage du 17^e siècle.
D'après DUMONT, MARIOTTI 2013, fig.68, p. 90.

¹² BLONDEL 1933, p. 28 ; BONNET 1982, pp. 19-25 ; BONNET 1992, p. 15 ; BONNET 1998, pp. 22-23.

¹³ BERTHIER/BENOÎT 2006 ; PLUMETTAZ 2000, pp. 213-214.

¹⁴ DUMONT/MARIOTTI 2013, p. 102 et fig. 78, p. 104.

¹⁵ BONNAMOUR 2006, fig. 6, p. 94

¹⁶ DE LA CORBIÈRE 2013, p. 5.

¹⁷ DUMONT/MARIOTTI 2013, fig.68, p. 90.

Dans le cas de Carouge, la structure orientée perpendiculairement au cours de la rivière paraît bien courte pour avoir rempli la fonction de digue efficacement. On peut aussi poser la question de l'utilité de la rangée de poteaux centrale et de l'absence de rangée de poteaux côté rivière, pour fermer la structure, sachant que l'objectif de ce type d'assemblage visait à constituer un « caisson » très probablement rempli de matériaux pierreux¹⁸.

Autre hypothèse à évoquer, celle de l'aménagement d'un passage à gué. Ce type de traversée des rivières est nettement le plus répandu jusqu'à la généralisation des ponts au 19^e siècle¹⁹. Il nécessite, pour des raisons évidentes, la présence d'un haut-fond dans le lit de la rivière et semble avoir, dès la fin de l'âge du Bronze, attiré d'autres activités (pêcheries, moulins, etc.).

Plusieurs passages à gué dans la Saône ont été équipés d'un pavage dans l'Antiquité, alors qu'un aménagement fait de bois et d'empierrements est connu pour l'époque carolingienne (Ille-et-Vilaine), dans le lit d'un petit cours d'eau²⁰. Pour autant, des doutes subsistent – que nous partageons – quant à l'aménagement en bois des passages à gué :

« le concept de structures en bois immergées, définies comme des sortes de gués aménagés, hérité de l'archéologie du XIX^e s., doit être sinon abandonné, du moins considéré avec prudence : la présence de bois travaillés horizontaux et/ou verticaux dans le lit d'une rivière, sur un site de franchissement, devrait préférentiellement inciter à réfléchir sur l'existence probable d'un pont ou d'un autre type de construction. »²¹

5.2.2. Les ponts

5.2.2.1. La pierre ou le bois

A partir du 19^e siècle, grâce aux progrès de la mécanisation, la construction des ponts a radicalement changé et leur nombre augmenté. Les anciennes techniques employées jusqu'alors l'étaient déjà en partie à l'époque romaine et ont été théorisées aux 18^e et 19^e siècles, dans des ouvrages qui nous sont parvenus²². Ceux-ci apportent des éléments intéressants et qui ont été largement mis à profit par les recherches archéologiques récentes sur les vestiges de ponts anciens.

Trois principaux types de ponts sont à distinguer : les ponts en pierre, les ponts en bois, et les ponts mixtes (piles en pierre et tablier en bois, **fig. 33**). Ces trois types d'ouvrages ont été

¹⁸ DUMONT/MARIOTTI 2013, p. 89 et fig.66, p. 88.

¹⁹ BONNAMOUR/DUMONT 2006, p. 87.

²⁰ BONNAMOUR/DUMONT 2006, pp. 87-90.

²¹ DUMONT/BONNAMOUR 2011, p. 591.

bâties à toutes les époques (dès l'époque romaine pour les ponts en pierre) et ne peuvent servir de critère de datation.

Figure 33. Modèle de pont mixte d'époque romaine.
D'après PRELL 2011, fig.9, p. 115.



L'emploi d'une technique plutôt que d'une autre dépend de facteurs divers. La durabilité de la pierre est généralement avancée comme argument principal en faveur des ponts maçonnés, malgré que leur coût soit plus important. Ainsi, Gautier, louant l'excellence du bois de chêne pour la charpente des ponts, n'en reste pas moins prudent concernant le bois :

« ... on doit aussi se souvenir que quelque ouvrage qu'on fasse de Charpente, à l'usage d'un Pont pour le Public, celui de Maçonnerie est à préférer : dût-il coûter six fois plus ; à cause que celui-ci est fait pour toujours ; au lieu que l'autre de Charpente est sans cesse à recommencer & à refaire, & qu'il coûte beaucoup pour l'entretenir. »²³.

La vulnérabilité du bois aux conditions climatiques, due non seulement au matériau lui-même, mais aussi aux nombreuses articulations au moyen desquelles il est assemblé, limitent en effet sa durée de vie, et donc celle de l'ouvrage, à quelques dizaines d'années, rendant nécessaire un entretien régulier, voire même un remplacement pur et simple²⁴. Le surcoût que représente le choix d'un pont en pierre a probablement été souvent considéré comme un investissement à long terme²⁵.

Le bois semble, en revanche, offrir plus de souplesse dans sa mise en œuvre. L'absence de voûtes (ou arches) notamment, remplacées par des travées, représente un gros avantage des ponts mixtes ou de bois. Les nombreux paramètres à considérer lors de la construction

²² Voir les ouvrages de Henri Gautier (1660-1737), architecte, ingénieur et inspecteur des ponts et chaussées du Royaume (GAUTIER 1716) et de Emiland-Marie Gauthey (1732-1806), inspecteur général des ponts et chaussées (GAUTHEY 1832).

²³ GAUTIER 1716, p. 54.

²⁴ BONNAMOUR/DUMONT 2006, p. 92.

²⁵ MESQUI 1986, p. 224.

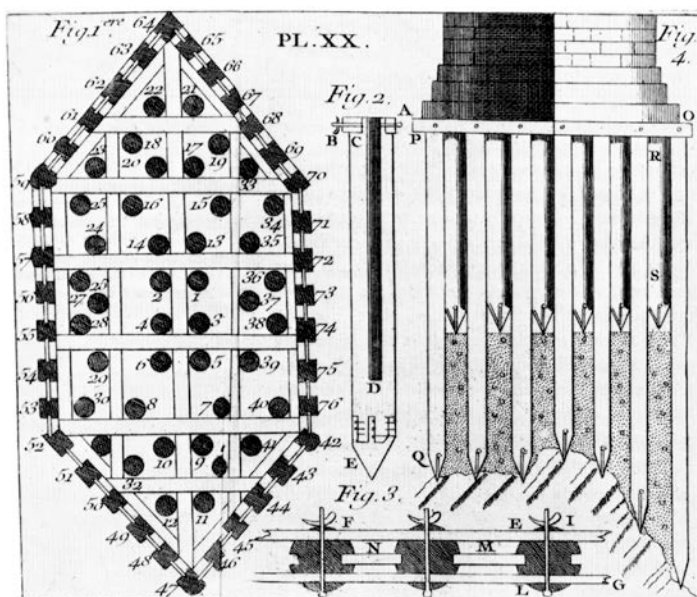


Figure 34. Fondation sur pieux de pile maçonnée. D'après GAUTIER 1716, pl. XX.

5.2.2.2. Fondations sur pieux

Quel que soit le type d'ouvrage, l'utilisation de bois dans les fondations des piles de ponts est largement attestée. Les piles en maçonnerie utilisent des pieux de bois lorsque le sol à disposition n'est pas suffisamment stable. Les pieux pénétrant en profondeur permettent à la fondation d'atteindre un terrain solide. Disposés en massifs denses, ou de manière plus espacée²⁷, ils supportent en général la maçonnerie par l'intermédiaire d'un réseau de madriers horizontaux, formant une sorte de radier²⁸ (**fig. 34-35**). Nous ne détaillerons pas ici la grande diversité des solutions documentées à ce jour.

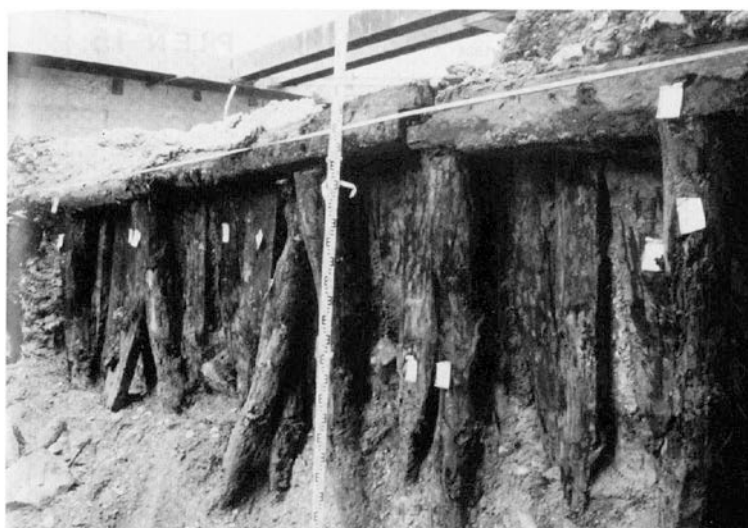


Figure 35. Massif dense de pieux de fondation, pile 15 du pont de la Guillotière à Lyon (14^e siècle). D'après BURNOUF et al. 1991, fig. 30, p. 59.

²⁶ LAGRANGE 1985, p. 163.

²⁷ Voir parmi les nombreux exemples connus : le pont de la Guillotière, à Lyon (pont en pierre du 16^e siècle, BURNOUF et al. 1991, pp. 43-65) ; le pont mixte de Saint-Satur, d'époque romaine (dès 160-170 ap. J.-C., DUMONT 2010, pp. 205-210).

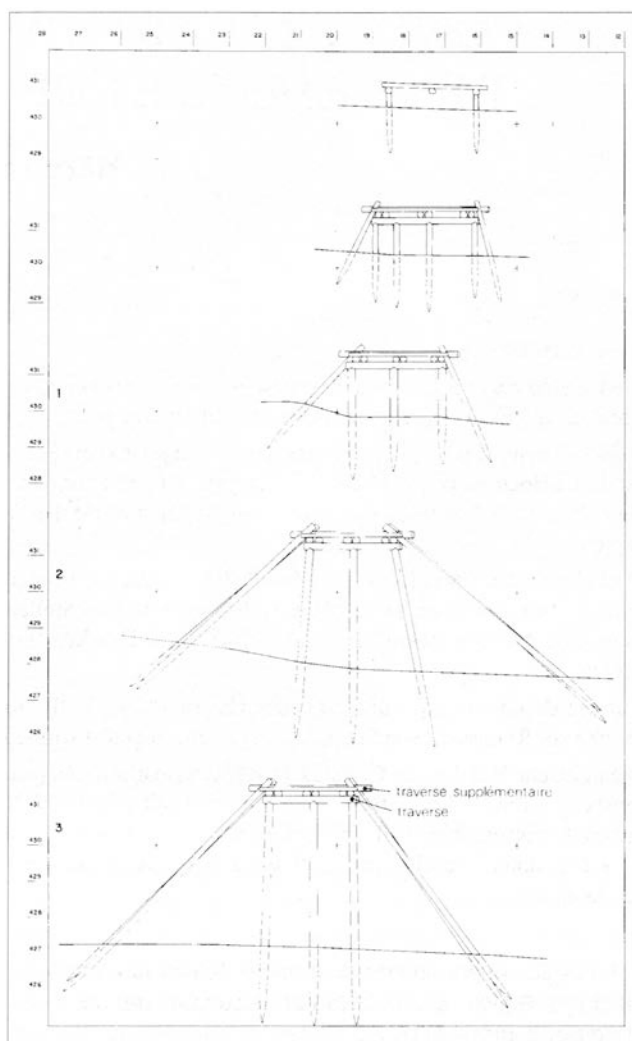
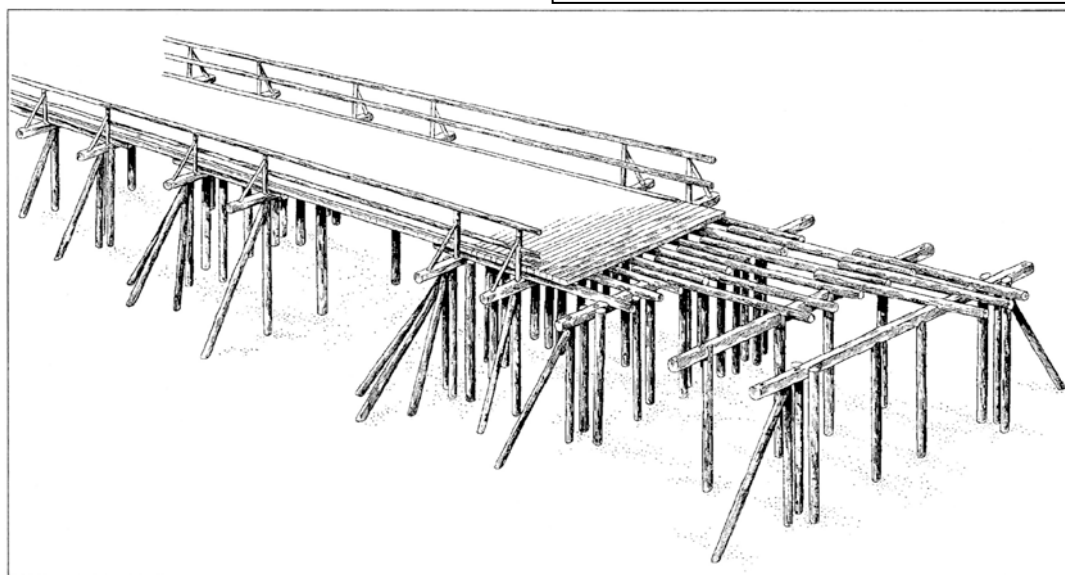


Figure 36. Reconstitution du pont celtique de Cornaux (300 av. J.-C.). D'après SCHWAB 2000, fig. 3, p. 217.

De la même manière, les piles de ponts en bois ont recours à des pieux pénétrant dans le sol. La technique est déjà attestée dans nos régions à l'époque de La Tène²⁹. Les piles consistent en de simples rangées de poteaux plus ou moins espacées. Des renforts latéraux sont placés à chaque extrémité de rangée (**fig. 36**). Un modèle simple encore en usage durant le haut Moyen Age et le Moyen Age, notamment en Europe du Nord ou de l'Est³⁰ (**fig. 37**).

Figure 37. Reconstitution d'un pont du 9^e siècle à Mikulčice (République Tchèque). D'après POLÁČEK 2011, fig. 7, p. 182.



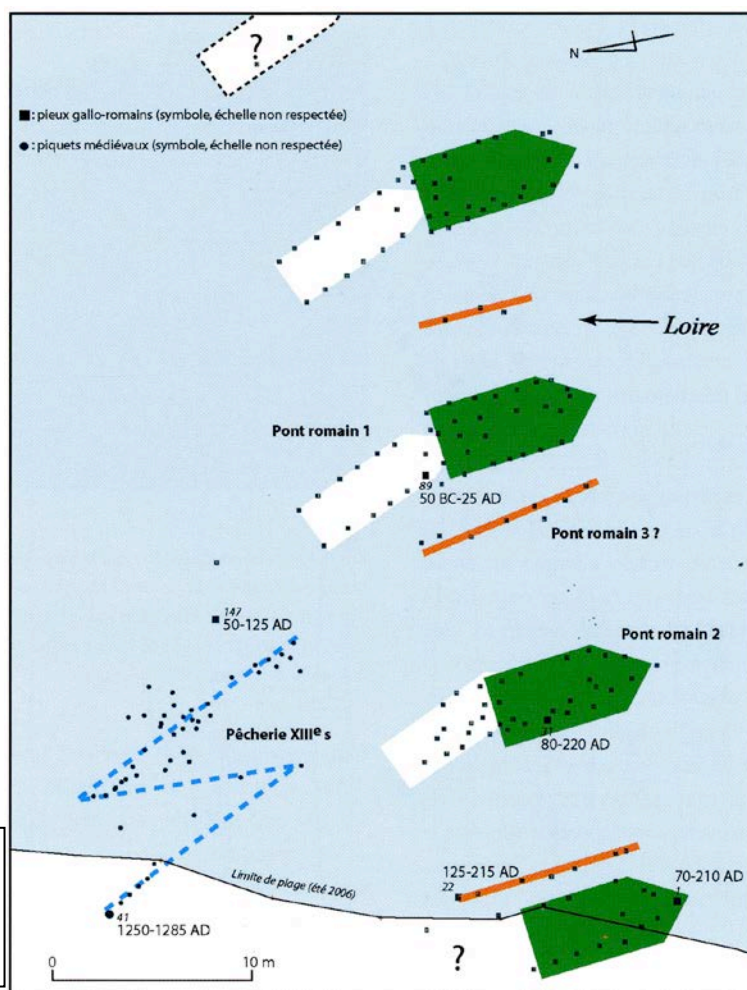
²⁸ Voir le pont du 2^e siècle ap. J.-C. à Maastricht (VOS 2011, pp. 116-121) ; celui du 15^e-16^e à Marburg (KLEIN 2011, pp. 269) ; Gautier en donne un exemple dans son traité (GAUTIER 1716, pl. XX).

²⁹ Voir notamment SCHWAB 2000 ; PILLONEL/REGINELLI SERVAIS 2011.

³⁰ Par exemple en Allemagne (BLEILE 2011) ; en Pologne (WILKE 2011) ; ou en République Tchèque (POLÁČEK 2011).

Dès l'époque romaine, outre les rangées simples³¹, les piles sont souvent constituées de plusieurs rangées de poteaux, couvrant un plan rectangulaire³², et munies (ou non) d'un « avant-bec » triangulaire (fig. 38) destiné à protéger la pile en déviant tout objet flottant. C'est un élément que l'on retrouve aussi dans l'architecture de pierre, jusqu'aux constructions les plus récentes.

Figure 38. Vestiges de ponts romains à Chassenard (Allier). D'après DUMONT 2010, fig. 11, p. 210.



5.2.2.3. Fondations superficielles

Dans les cas où la nature du sol le permet, par exemple sur le rocher, une couche d'argile compacte ou du sable, les constructeurs ont pu choisir la « fondation superficielle », c'est-à-dire une structure horizontale simplement posée sur le sol en question³³. Pour les piles en pierre ou les piles de ponts mixtes, ces fondations sont identiques aux radiers mis en œuvre pour supporter la maçonnerie dans le cas de fondations avec poteaux pénétrants³⁴ (fig. 39).

Les fondations superficielles de piles de pont en bois utilisent des madriers posés horizontalement sur le sol, seuls ou en réseau, comme support des éléments verticaux (voir plus bas, paragraphe 5.2.3.).

³¹ Voir le pont de Candes-Saint-Martin (Indre-et-Loire, DUMONT 2010, pp. 200-201).

³² Par exemple le pont du premier siècle ap. J.-C. près de Coblenz (FEHR 1981) ; ou celui du 2^e siècle ap. J.-C. à Saint-Satur (Cher, DUMONT 2010, pp. 205-206).

³³ C'est notamment le cas du pont médiéval de Sully (MESQUI 1987, pp. 75-76) ; du pont Neuf à Paris, de la fin du 16^e siècle (MESQUI 1986, p. 233 et fig. 247) ; ou encore d'une pile du pont maçonné de la Guillotière, à Lyon, au 16^e siècle (BURNOUF et al. 1991, pp. 129-130).

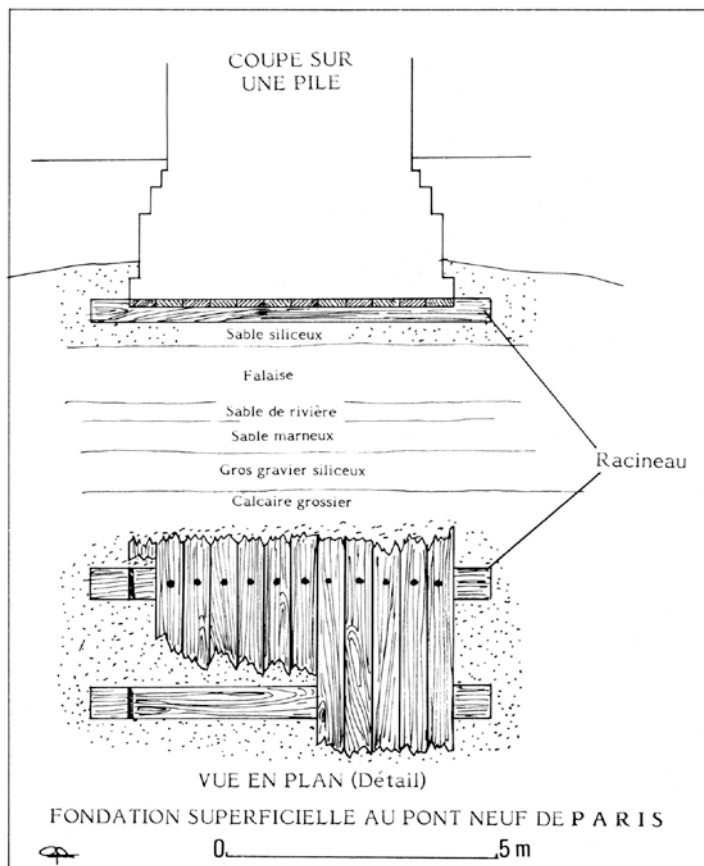


Figure 39. Plan de la fondation superficielle d'une pile du pont Neuf (Paris, 16^e siècle). D'après MESQUI 1986, fig. 247, p. 233.

5.2.2.4. Fondations à caisson

Il faut finalement mentionner un type de fondation particulier : le caisson de bois, fixé dans le sol au moyen de poteaux ou simplement posé sur le sol. Fait d'un assemblage de parois en bois maintenues par des éléments verticaux et devant être rempli par un blocage de pierre, il sert de base pour des piles maçonnées mais également pour des structures en bois³⁵ (fig. 40).

Reconstruction B: The stone fill of the caissons supporting the upright posts of a trestle

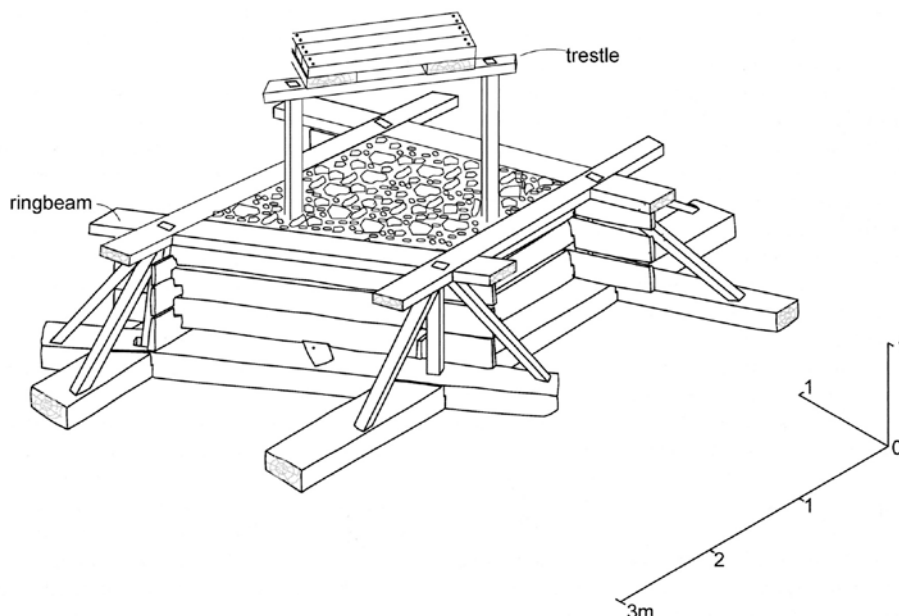


Figure 40. Reconstitution d'un caisson de fondation du pont I de Hemington (Leicestershire, fin 11^e-début 12^e siècle). D'après RIPPER/COOPER 2009, fig. 31, p. 42.

³⁴ Voir plus haut, et note 28.

5.2.3. Un pont du début du 12^e siècle à Carouge

Plusieurs vestiges de ponts en bois découverts notamment au Royaume-Uni permettent des comparaisons extrêmement utiles qui appuient une identification des vestiges de Carouge à une pile de pont.

Le site de la carrière de Hemington sur la rivière Trent, dans le Leicestershire (nord de l'Angleterre), a fait l'objet de fouilles de sauvetage entre 1993 et 1998³⁶. Trois ponts médiévaux successifs y ont été mis au jour. Le plus ancien (*bridge I*, fin 11^e – début 12^e siècle, contemporain de notre structure) comportait deux piles fondées sur des caissons de bois de plan en losange, comblés au moyen de pierres en grès (**fig. 40**). Ces caissons - en bois de chêne - ont été suffisamment bien préservés pour permettre une analyse de leur construction et de leur situation d'origine³⁷ (**fig. 41**). Ainsi, la portée entre les deux piles supportées par ces fondations a été estimée à environ dix mètres. Entre ces deux éléments, un troisième également en chêne renforçait la travée : un tréteau retrouvé basculé entre les deux caissons, dont subsistait même une bonne partie de la superstructure³⁸.



Figure 41. Vestiges du pont I de Hemington (Leicestershire, fin 11^e-début 12^e siècle), en cours de dégagement. D'après RIPPER/COOPER 2009, pl. 2, p. 15.

³⁵ Voir le pont de Pontoux sur le Doubs, décrit comme un type intermédiaire entre le pont de bois et le pont mixte (DUMONT 2011b, pp. 125-128) ; le pont de Stepperg sur le Danube (PRELL 2011) ; et le pont I de Hemington (Leicestershire, RIPPER/COOPER 2009), sur lequel nous reviendrons en détail.

³⁶ RIPPER/COOPER 2009.

³⁷ RIPPER/COOPER 2009, pp. 19-31.

³⁸ RIPPER/COOPER 2009, pp. 31-35.

Ce tréteau constitue pour nous un point de comparaison particulièrement utile, puisque l'on y retrouve dans une version réduite les principaux éléments constitutifs de la structure en madriers de Carouge (**fig. 42**). Un long madrier de chêne - aux faces horizontales taillées à plat - servait d'assise à deux poteaux, insérés dans des mortaises, et bloqués par un épaulement aménagé à environ 1,5 m de leur extrémité en pointe. Deux renforts latéraux, fixés dans le madrier près des deux extrémités, assuraient une meilleure stabilité des poteaux. Ils étaient joints à la poutre de base par mortaises et chevilles, et aux poteaux par embrèvements, mortaises et tenons³⁹.

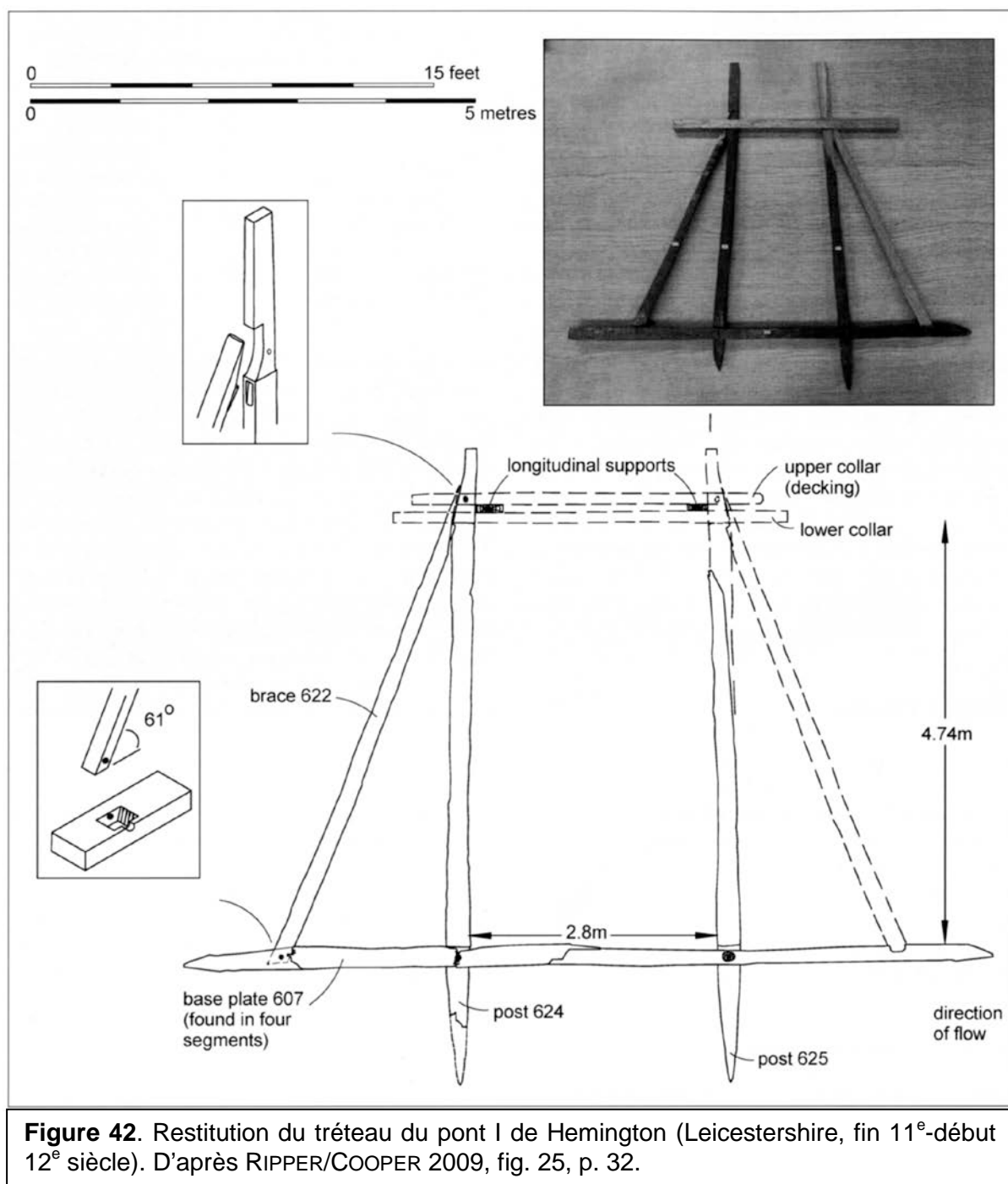


Figure 42. Restitution du tréteau du pont I de Hemington (Leicestershire, fin 11^e-début 12^e siècle). D'après RIPPER/COOPER 2009, fig. 25, p. 32.

³⁹ Voir la restitution de la structure : RIPPER/COOPER 2009, fig. 25, p. 32.

Le système mis en œuvre à Carouge est équivalent mais comporte des variations : sept rangées de deux madriers constituent la base de cette fondation superficielle, sur laquelle prennent appui les poteaux. Ceux-ci ne sont pas insérés dans mais entre les madriers, ce qui implique que ces derniers étaient parfaitement jointifs, afin d'assurer l'assise (**fig. 43**). Ce ne sont pas seulement deux poteaux, mais six rangées de trois poteaux qui constituent la structure de Carouge.

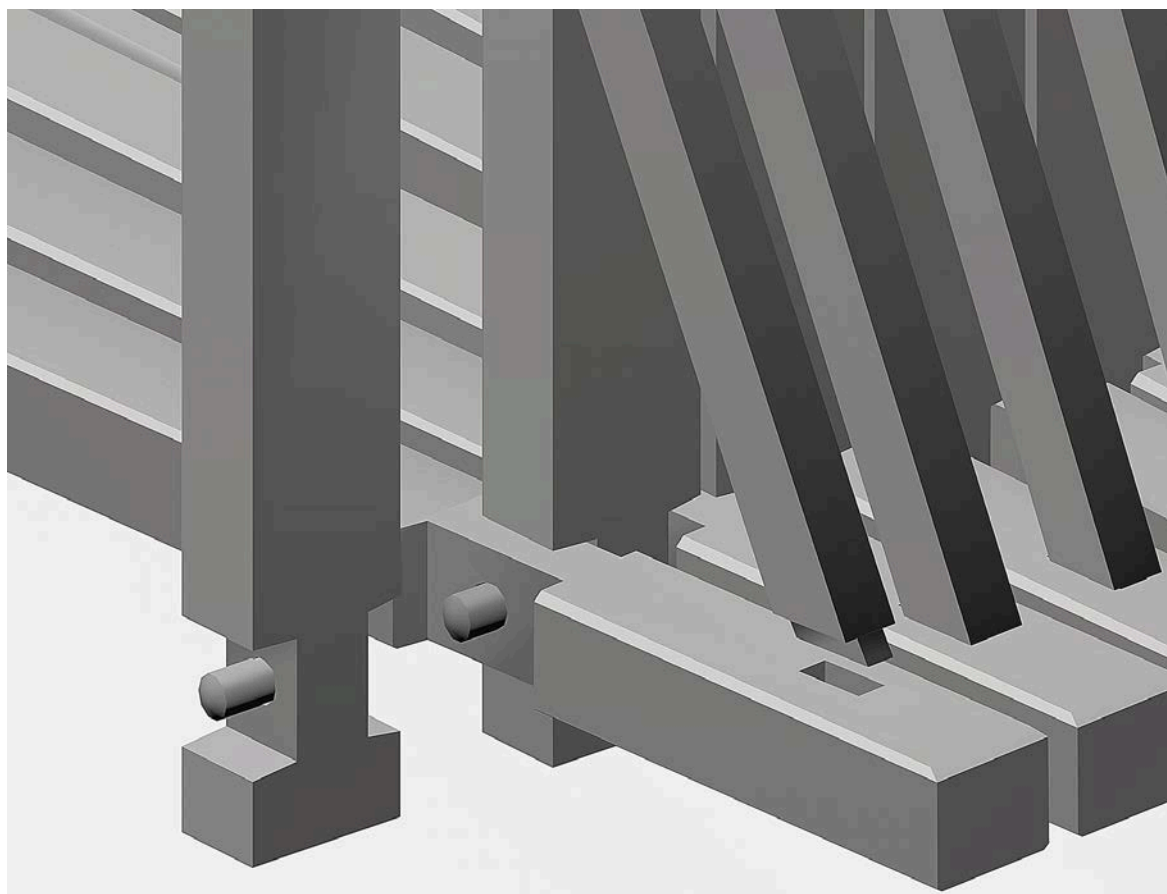


Figure 43. Restitution 3D de la pile. Détail sur l'assemblage madriers/poteaux. Dessin : Marion Berti.

Les renforts latéraux sont également attestés par la présence de mortaises aux extrémités des poutres (voir plus haut, p. 20). En revanche, la distance d'environ 90 cm entre ces mortaises et les poteaux ne paraît pas suffisante pour des renforts efficaces s'appuyant à ces poteaux. Il faut alors envisager une configuration différente. Le troisième pont de Hemington (*bridge III*, milieu du 13^e siècle) était un pont mixte (piles en pierre et tablier en bois). Il comportait des supports intermédiaires en bois entre les piles de pierre, sous la forme de tréteaux assez similaires à celui du premier pont : large madrier supportant deux poteaux et renforts latéraux⁴⁰. La distance entre la base des renforts et les poteaux étant là

⁴⁰ RIPPER/COOPER 2009, pp. 53-89.

aussi réduite, les fouilleurs proposent la solution de renforts traversant les poteaux pour s'appuyer soit sur le poteau opposé, dans une version « haute », soit sur la poutre horizontale supportant le tablier, dans une version « basse »⁴¹ (fig. 44).

Bridge III: The Mid 13th-century Structure

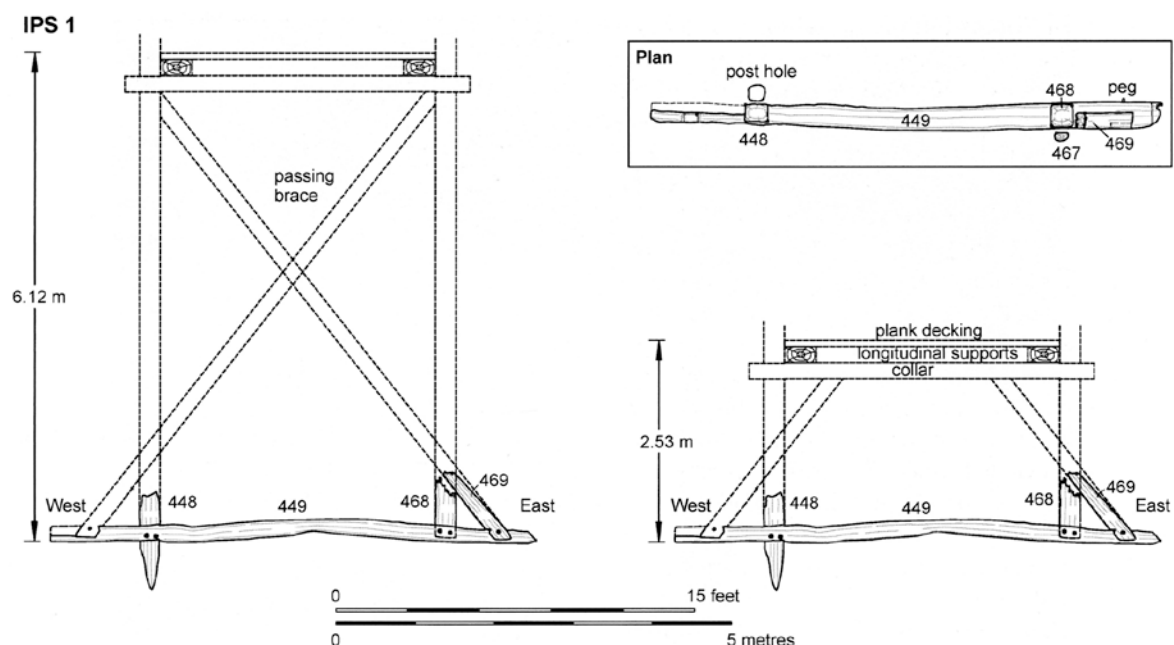


Figure 44. Propositions de restitution des tréteaux intermédiaires du pont III de Hemington (Leicestershire, milieu 13^e siècle). D'après RIPPER/COOPER 2009, fig. 55, p. 72.

Cette dernière solution semble la plus adaptée au cas de notre structure. Elle est par ailleurs largement attestée dans la construction des ponts des châteaux britanniques⁴² (11^e au 16^e siècle). Leurs fondations généralement superficielles adoptent le principe du madrier servant de base aux éléments verticaux ; les renforts latéraux, pas systématiques, sont cependant courants. De nombreux exemples sont connus et certains sont très bien conservés⁴³.

A l'instar de la découverte de Carouge, les fondations superficielles documentées dans les châteaux britanniques ne présentent généralement pas d'ancrage dans le sol, c'est ce qui les différencie de celles mises au jour à Hemington où les deux caissons et le tréteau du premier pont ont bénéficié d'un « accrochage » d'un peu plus d'un mètre grâce à des poteaux ou éléments verticaux taillés en pointe et traversant les madriers⁴⁴. Les restes d'un

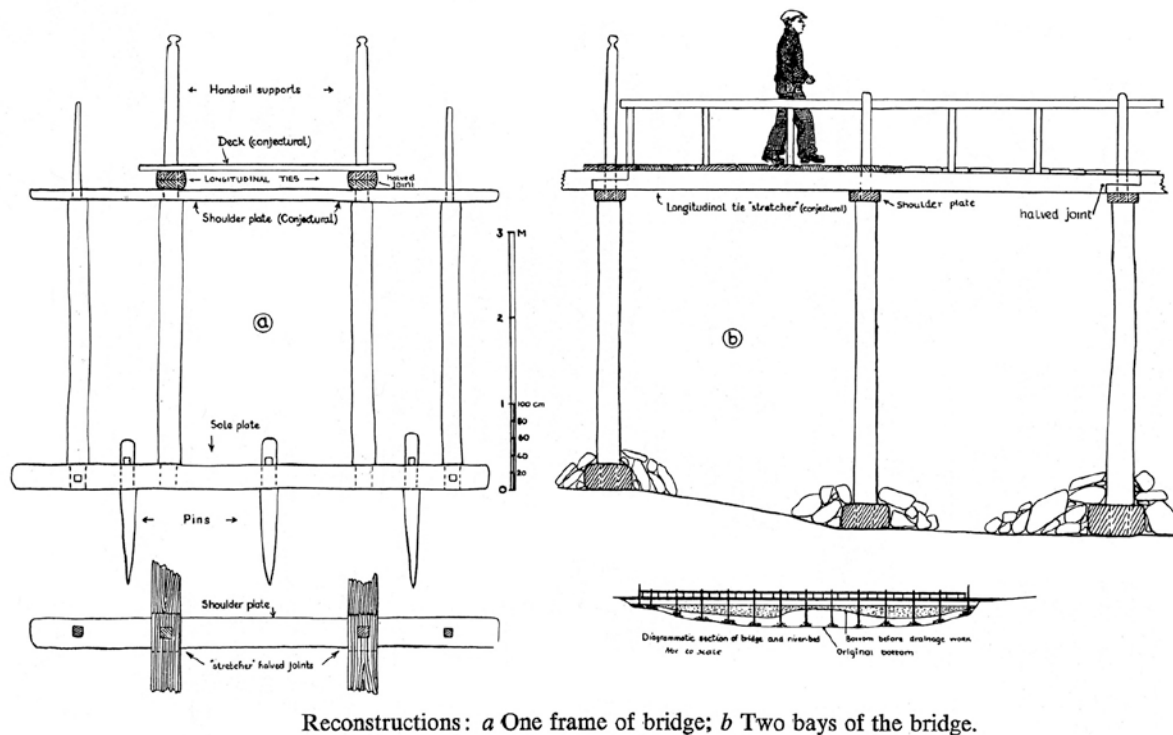
⁴¹ Voir la restitution de la structure : RIPPER/COOPER 2009, fig. 55, p.72.

⁴² RIGOLD 1975, pp. 56-59 et fig. 17, x, p. 57.

⁴³ RIGOLD 1975.

⁴⁴ RIPPER/COOPER 2009, fig. 25, p. 32 et pl.6, p. 33.

pont en bois mis au jour dans les années 1950 sur la rivière Cashen⁴⁵, dans le comté de Kerry en Irlande, révèlent une construction composée d'une suite de tréteaux bâtis selon un même principe : un large madrier servant de base à quatre poteaux supportant le tablier. Les madriers étaient également « accrochés » au sol par trois pieux longs d'un peu plus d'un mètre les traversant par des mortaises⁴⁶. Ils étaient par ailleurs partiellement recouverts de pierres, afin d'améliorer encore leur adhérence au lit de la rivière (fig. 45).



Reconstructions: a One frame of bridge; b Two bays of the bridge.

Figure 45. Restitution des supports du pont de la rivière Cashen (Comté de Kerry, Irlande). D'après O'KELLY 1961, fig. 2, p. 143.

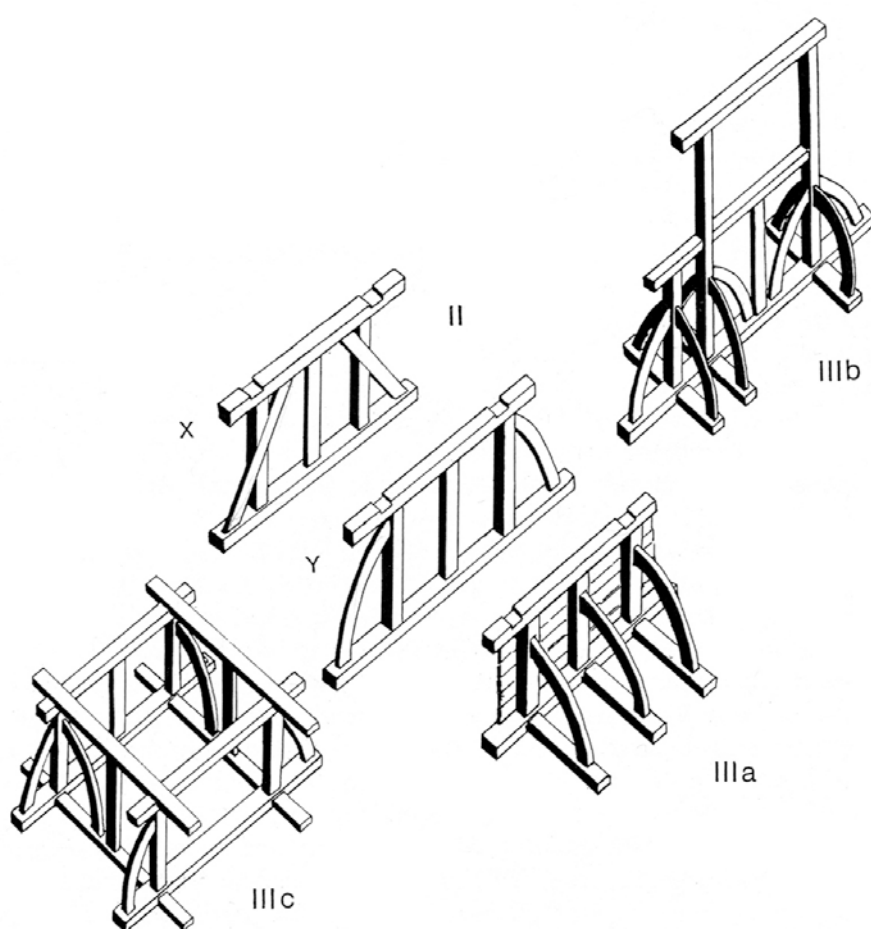
Les structures de Hemington, comme celles de la rivière Cashen, étaient implantées dans le lit du cours d'eau. Soumises au courant et à l'érosion, il n'est pas surprenant que les constructeurs aient cherché à améliorer la stabilité des fondations de leurs ouvrages. L'absence d'un tel dispositif à Carouge suggère que la pile, construite sur une plage en bordure de la rivière, était probablement hors de l'eau et n'était donc pas soumise aux contraintes du courant⁴⁷. La surface couverte par les madriers et le poids considérable de la structure représentent en outre un facteur important de stabilité.

⁴⁵ O'KELLY 1961.

⁴⁶ O'KELLY 1961, pp. 140-141, fig. 1, J-L, p. 138 et pl. VIII, L, p. 143.

⁴⁷ Les analyses effectuées par le Laboratoire Romand de Dendrochronologie ont mis en évidence l'absence d'aubier sur la totalité des bois analysés. Fait intéressant, Gautier (1716, p. 54) indique dans son traité : « Dans les bois de Chêne on ôte l'aubour, qui est une circonférence de bois blanche & plus tendre autour de l'arbre, que ne l'est le cœur, & qui est bientôt percée des vers, si on l'employe

La structure à organisation radiale (ST 049-053, ST 055-061) que nous avons décrite plus haut (voir pp. 17 et 21), n'offrait pas un état de conservation permettant des observations très poussée notamment sur l'assemblage entre les différents éléments. Les pièces importantes semblent avoir été les bois ST 050 à ST 053, reliées par des pièces de faible dimension ST 058 à ST 061. La structure semble se trouver en position secondaire, suite à un probable effondrement. Sa fonction n'est pas certaine, mais la plus grande pièce (ST 053), qui présente une courbure assez nette dans son tiers ouest, rappelle les renforts présents dans certains ponts de châteaux⁴⁸ (**fig. 46**). La structure pourrait être à l'origine un renfort longitudinal placé dans l'axe central de la pile. Elle aurait basculé vers l'est lors de l'effondrement du pont.



STRUCTURAL CLASSIFICATION OF TYPES OF SUPPORT
used in minor bridges (pp. 56 f., 59, 77, 85)

Figure 46. Classification des types de supports de ponts étudiés dans les châteaux en Grande-Bretagne. D'après RIGOLD 1975, fig. 17, p. 57.

dans les ouvrages du dehors ; mais dans les ouvrages sous l'eau, on ne garde point ces précautions : on employe les pilots de toutes leurs grosseurs, après qu'on en a ôté l'écorce, en les alignant autant que faire se peut. ».

La poutre ST 054, qui ne présentait aucune marque d'articulation avec les éléments de la structure radiale, devrait être considérée indépendamment : elle pourrait constituer le sixième poteau de l'alignement ST 013-ST 017, implanté à l'origine entre les paires de madriers ST 035/ST 042 et ST 043/ST 048. Si le renfort longitudinal disposait à l'origine – ce qui semble probable - d'une base horizontale, celle-ci a complètement disparu.

D'autre part, il semblerait logique que les alignements de poteaux est et ouest de la pile aient également disposé chacun d'un renfort longitudinal. Rien ne permet cependant de l'affirmer avec certitude, toute trace ayant complètement disparu pour la partie est, et l'ouest n'ayant malheureusement pas pu être dégagé.

Si l'on admet sa fonction de renfort longitudinal, la hauteur atteinte par cette fournit un indice sur la hauteur possible du tablier, en l'absence de tout élément appartenant à la superstructure de la pile. Ainsi, on compte environ 4,80 m de l'extrémité occidentale de la pièce ST 049, qui devait s'élever en position plus ou moins verticale, à l'extrémité orientale de la pièce ST 055. On peut donc supposer que le tablier du pont s'élevait ici à environ 5 m de hauteur (voir la reconstitution 3D, **fig. 50**).

⁴⁸ Voir dans la classification de Rigold, les supports de type III : RIGOLD 1975, p. 59 et fig. 17, p. 57 ; voir également fig. 31, p. 79 et fig. 32, p. 81.

6. Objets

La fouille n'a livré que de rares objets qu'il est difficile de mettre en relation avec les différentes structures.

Le plus significatif de ces objets est une pointe de lance (?) en fer découverte dans les dépôts fluviatiles (US 002/US 003) à environ sept à huit mètres à l'est de la pile de pont (**fig. 47-48**). L'objet d'une longueur d'environ 50 cm est plié en deux points. L'état de corrosion et les concrétions ne nous permettent pas de pousser plus avant les observations.

Il est assez courant de retrouver des objets sur les anciens lieux de traversée des fleuves, ponts ou gués. Certains dépôts ont d'ailleurs été reconnus comme volontaires, et à vocation cultuelle, notamment à l'âge du Fer⁴⁹. On ne peut évidemment rien suggérer de tel concernant notre découverte.

Figures 47 et 48. Pointe de lance (?) en fer, pliée en deux points



Trois autres objets en fer ont également été retrouvés dans la même zone, dans les dépôts fluviatiles. D'une longueur comprise environ entre 35 et 45 cm, ils présentent des extrémités aplaties perpendiculairement l'une par rapport à l'autre et une section centrale quadrangulaire de 4 à 5 cm de largeur (**fig. 49**). Si leur fonction est pour le moment incertaine, ils offrent une certaine ressemblance avec les lingots de fer « bipyramidaux », ou *Doppelspitzbarren*, dans le monde germanique, et qui sont généralement datés de La Tène finale⁵⁰.

⁴⁹ Voir par exemple les différentes études dans BONNAMOUR 2000, voir aussi BONNAMOUR/DUMONT 2006.

⁵⁰ Voir par exemple GIOT 1964, voir aussi une découverte récente : <http://www.antea-archeologie.com/news/5/92/Decouverte-d-un-lingot-a-Bischwihr.html>

Si ces différents objets remontaient effectivement à une date antérieure à la construction du pont au début du 12^e siècle, on pourrait par exemple suggérer la présence d'un passage à gué à cet emplacement.



Figure 49. Trois objets en fer, non identifiés (lingots ?)

7. Synthèse et conclusion sur les structures

L'examen détaillé des vestiges de bois découverts à Carouge, leur comparaison avec un certain nombre de vestiges connus et leur analyse du point de vue technique confortent l'identification de la structure en madriers et poteaux à la fondation d'une pile de pont en bois.

La nature sableuse du terrain a justifié l'utilisation d'une base superficielle n'utilisant aucun pieu pénétrant dans le sol. L'avantage est de toute évidence la facilité de mise en œuvre, en comparaison avec une fondation nécessitant de planter des pieux de grande taille profondément dans le sol. La surface importante couverte par l'ensemble des madriers garantissant une bonne répartition du poids final de la structure devait assurer la stabilité de l'ouvrage.

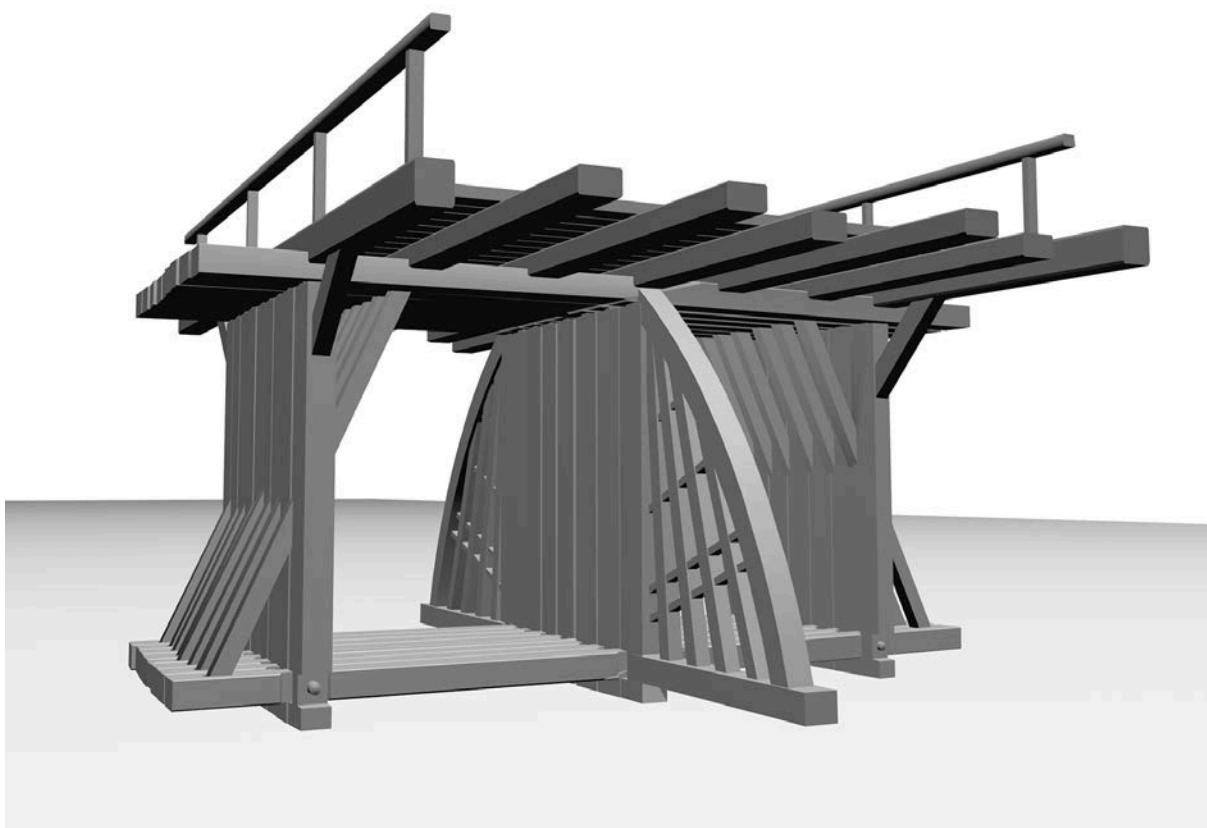


Figure 50. Reconstitution 3D de la pile. La restitution de l'élévation est hypothétique et encore sujette à modifications. Dessin : Marion Berti.

Les dimensions de la structure sont imposantes, la largeur de la pile atteignant environ 9 m en considérant les madriers et 8 m pour les poteaux, le tablier offrait probablement une largeur équivalente de 8 à 9 m. La longueur de la pile est en revanche plus délicate à restituer en raison de l'affaissement général subi par la structure et par l'absence d'une vision complète de l'extrémité occidentale. A l'est, elle peut être estimée à environ 2,5 m, pour 2,7 à 2,8 m au centre et probablement un peu plus à l'ouest, étant donné la présence d'une demi poutre supplémentaire (ST 040). Le plan de la fondation n'étant de ce fait pas tout à fait régulier, on peut penser qu'un léger changement d'axe du pont s'opérerait à cet emplacement. Le seul élément permettant d'estimer la hauteur de l'ouvrage, en l'absence d'indices sur l'élévation de la pile, est fourni, on l'a vu, par la structure à organisation radiale (voir plus haut, p. 35) qui indiquerait une hauteur du tablier d'environ 5 m (voir la reconstitution 3D, **fig. 50**).

Ces dimensions, de même que l'emplacement de la pile, suggèrent un pont d'une longueur assez importante. Le lit de l'Arve a certainement beaucoup fluctué - la rivière connaissant des épisodes de crue parfois dramatiques - et était au 12^e siècle bien plus large qu'aujourd'hui. Mais la distance ne semble jamais avoir constitué un obstacle dans la construction des ponts en bois, comme l'attestent des ouvrages d'une longueur considérable, par exemple à Saint-Satur (Cher), où un pont d'époque romaine atteignait une longueur de 295 m⁵¹, ou à Stepperg (Bavière), où ont été découverts les vestiges d'un ouvrage d'environ 500 m de longueur⁵².

Nous avons déjà indiqué que la pile de Carouge avait probablement été construite vers 1115 ap. J.-C. à l'extérieur des eaux de l'Arve, sur une plage (voir plus haut, p. 34), elle ne constitue qu'un maillon d'une chaîne de supports vers le nord, en direction de la rivière, et vers le sud, en direction de la tête de pont. On ignore évidemment la nature des autres supports ; présentaient-ils tous les mêmes proportions ou y avait-il des piles moins longues, de type « tréteau » comme à Hemington ? Quelle était la portée des travées ? Les supports immergés étaient-ils fondés de la même façon, ou au moyen d'un système à encrage dans le sol ? Autant de questions qui resteront sans réponse tant qu'une autre partie de cet ouvrage n'aura pas été mise au jour et étudiée.

La présence d'un pont à cet emplacement au 12^e siècle n'est attestée par aucune source historique. La mention la plus ancienne d'un pont sur l'Arve daterait d'ailleurs du milieu du

⁵¹ DUMONT 2010, p. 205.

⁵² PRELL 2011, p. 112.

13^e siècle⁵³. Cependant, la mémoire d'un pont semble s'être perpétuée ici jusqu'au 19^e siècle. Plusieurs témoignages mentionnant la découverte en 1805 de deux blocs inscrits et de blocs architecturaux d'origine romaine signalent l'emplacement comme celui menant à un ancien pont sur l'Arve⁵⁴.

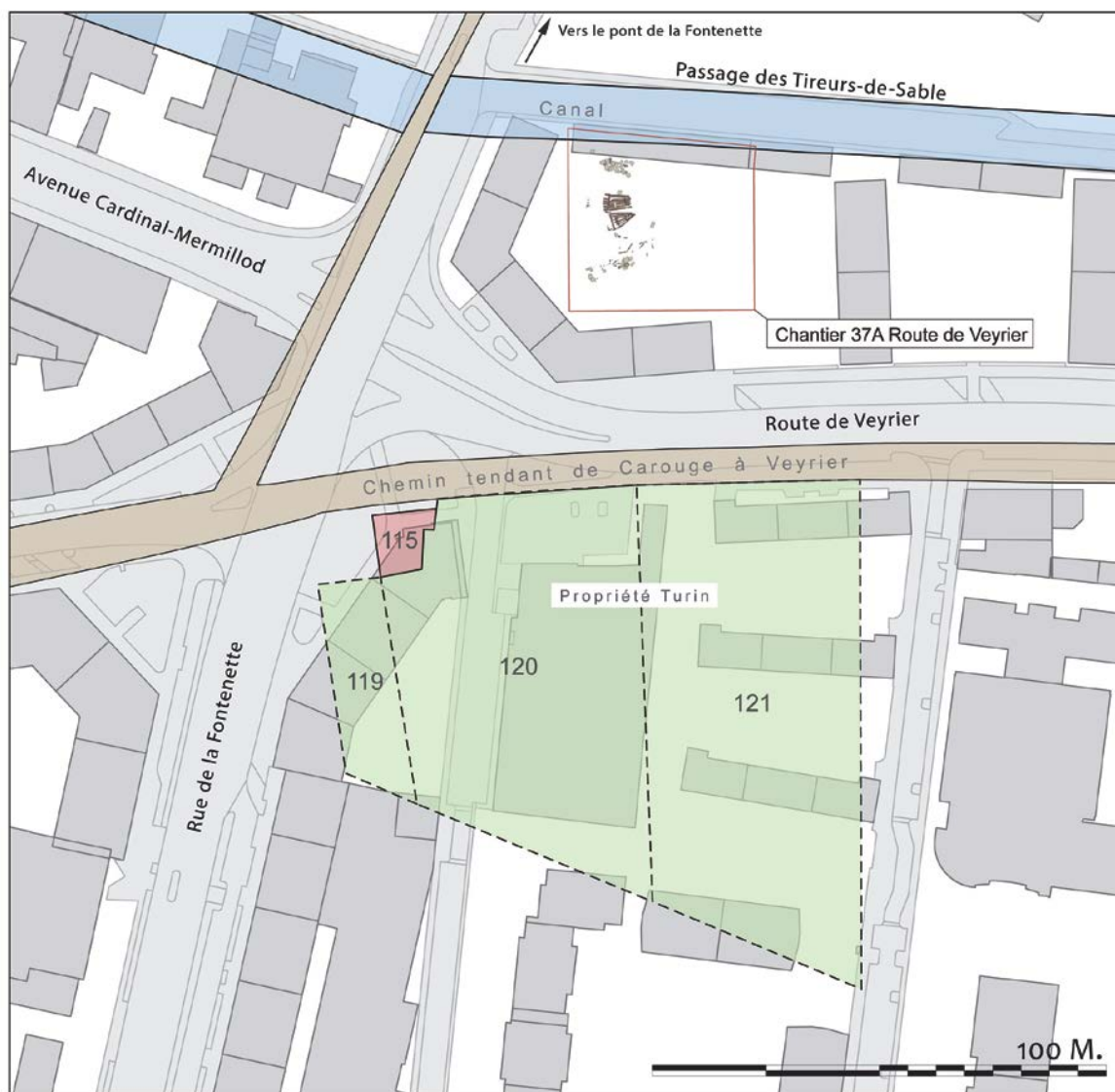


Figure 51. Emplacement des vestiges au 37A route de Veyrier. En couleur : la propriété Turin et les voies représentées sur le plan cadastral français de 1812.

On apprend également que le lieu de cette découverte se situe dans la propriété Turin⁵⁵, que l'on peut replacer au carrefour de la rue de la Fontenette et de la route de Veyrier (Voir **fig. 51**, nos 115, 119, 120 et 121). L'historien et architecte Jean-Daniel Blavignac, signale quant à lui :

⁵³ DE LA CORBIERE 2013, p. 4.

⁵⁴ Voir notamment GRILLET 1807, p. 3.

⁵⁵ BLONDEL 1940, p. 61.

*« Au pied des collines de Pinchat, sur l'ancienne rive de l'Arve, dans une localité où, depuis longtemps, on tirait des pierres toutes taillées, les ouvriers découvrirent au commencement de mars 1805 les ruines d'une tête de pont et deux inscriptions, dont l'une, datant de la fin du premier siècle, de l'an 97 environ, est d'une véritable importance. »*⁵⁶

Blondel a considéré ce passage du récit de Blavignac comme une mauvaise interprétation de la mention par Salverte de la découverte de 1805, où il est fait mention d'un pont détruit en 1564⁵⁷. On s'aperçoit en fait que les différents récits de cette découverte ne sont jamais tout à fait identiques et reflètent certainement la vision des différents témoins oculaires de l'évènement. Ainsi, par exemple, le témoignage (direct) de Chaponnière, qui précise que la découverte des inscriptions a eu lieu « *au milieu d'un amas considérable de matériaux* »⁵⁸. Sans préciser la nature de ces matériaux (pierre, bois ?). Quoi qu'il en soit, la pile découverte en 2012 se situait dans l'alignement de la propriété Turin, à l'emplacement de laquelle aurait pu se trouver la tête de pont (**fig. 52**).

C'est probablement à la suite d'une crue violente de l'Arve et d'un déplacement progressif de son lit vers le sud que le pont a été endommagé, puis abandonné. Les fondations de la pile illustrent cet évènement : désolidarisation des madriers puis affaissement général en direction du nord suite à une forte érosion du terrain au nord et au sud de la structure. Les éventuels renforts longitudinaux pourraient avoir été emportés à ce moment-là, un seul serait resté sur place, après s'être effondré. Les fouilles du premier pont de Hemington révèlent un phénomène tout à fait analogue, où la puissance des eaux de la rivière creuse le terrain et déplace les fondations du pont, entraînant sa destruction⁵⁹.

L'installation de pieux pour renforcer la rive menacée par les eaux de l'Arve se produit manifestement en deux phases successives au moins, et du nord au sud, entre 1125 et 1155 ap. J.-C., soit au plus tôt dix ans après la construction du pont. L'extension vers le sud de ces aménagements n'est pas connue. L'abandon du pont durant cette période suppose l'aménagement d'une autre traversée, nouveau pont, gué, ou bac à un emplacement plus propice. Quant aux vestiges de la pile encore en place, ils se sont alors trouvés immergés, soumis à une forte érosion, puis recouverts progressivement par d'abondants dépôts fluviatiles.

⁵⁶ BLAVIGNAC 1985, p. 34.

⁵⁷ BLONDEL 1940, p. 60.

⁵⁸ Cité par Blondel (1940, p. 61).

⁵⁹ RIPPER/COOPER 2009, fig. 10, p. 14, pl. 1-2, p.15.

C'est à une date ultérieure que de nouveaux aménagements de berge seront effectués au moyen de blocs de calcaire provenant de monuments d'époque romaine. Ces aménagements, répartis du sud de la parcelle fouillée au nord des vestiges de la pile de pont témoignent d'un cours de l'Arve encore très mouvant. Les blocs découverts en 1805, pourraient également avoir participé de ces aménagements.

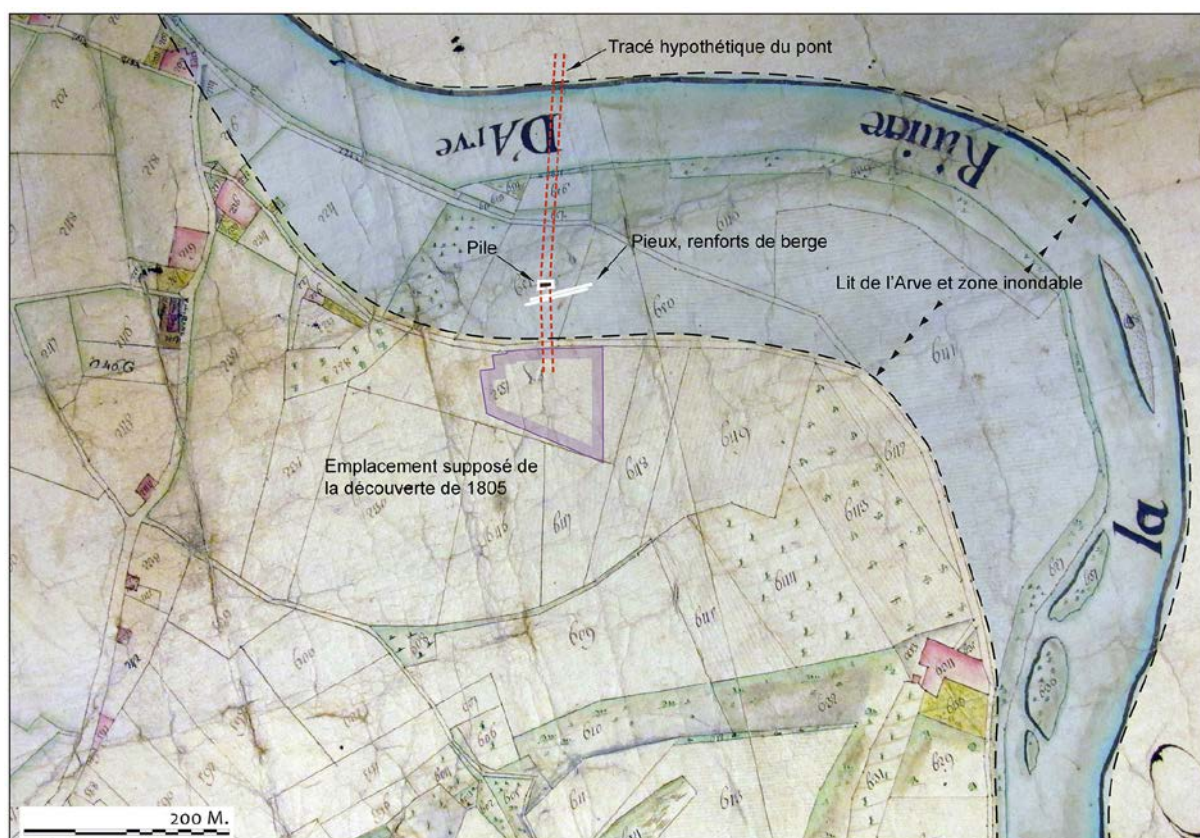


Figure 52. Emplacement des vestiges découverts à Carouge et restitution du tracé du pont. L'ancien lit de l'Arve, semble transparaître dans le parcellaire de la mappe de 1732.

Bibliographie

BERTHIER/BENOÎT 2006

Karine BERTHIER, Paul BENOÎT, Chapitre 4 : Les sites fluviaux, 3. Les moulins hydrauliques, dans Annie DUMONT (dir.), *Archéologie des lacs et des cours d'eau*, Paris, 2006, pp. 95-100.

BLAVIGNAC 1985

Jean-Daniel BLAVIGNAC, *Histoire de Carouge*, d'après le manuscrit inédit de Jean-Daniel Blavignac et les notes de Louis Cottier, publiée par les soins d'Adrien A.F. Pétrier, Genève, 1985.

BLEILE 2011

Ralf BLEILE, « Slawische Wege und Brücken des 8. bis 12. Jahrhunderts in Norddeutschland », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 156-160.

BLONDEL 1933

Louis BLONDEL, « Chronique des découvertes archéologiques dans le canton de Genève en 1932 », dans *Genava*, t. 11, 1933, p. 28.

BLONDEL 1940

Louis BLONDEL, « Carouge, villa romaine et burgonde », dans *Genava*, t. 18, 1940, pp. 54-68.

BONNAMOUR 1992

Louis BONNAMOUR, « Fouille d'aménagements médiévaux dans le lit de la Saône au sud de Chalon », dans *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, t. 43, fascicule 2, 1993, pp. 353-378.

BONNAMOUR 2006

Louis BONNAMOUR, Chapitre 4 : Les sites fluviaux, 2. Les pêcheries, dans Annie DUMONT (dir.), *Archéologie des lacs et des cours d'eau*, Paris, 2006, pp. 93-95.

BONNAMOUR 2000

Louis BONNAMOUR (dir.), *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, 2000.

BONNAMOUR/DUMONT 2006

Louis BONNAMOUR, Annie DUMONT, Chapitre 4 : Les sites fluviaux, 1. Les sites de franchissement, dans Annie DUMONT (dir.), *Archéologie des lacs et des cours d'eau*, Paris, 2006, pp. 87-93.

BONNET 1982

Charles BONNET, « Chronique des découvertes archéologiques dans le canton de Genève en 1980 et 1981 », dans *Genava*, n.s., t. 30, 1982, pp. 19-25.

BONNET 1992

Charles BONNET, *Aux origines de Carouge*, Carouge 1992.

BONNET 1998

Charles BONNET, « Chronique des découvertes archéologiques dans le canton de Genève en 1996 et 1997 », dans *Genava*, n.s., t. 46, 1998, pp. 22-23.

BRUNIER 2007

Isabelle BRUNIER, « Un ouvrage défensif peu connu - L'éphémère fort d'Arve (1589- 1596) », dans *Genava*, n.s., t. 55, 2007, pp. 159-168.

BURNOUF et al. 1991

Joëlle BURNOUF, Jean-Olivier GUILHOT, Marie-Odile MANDY, Christian ORCEL, *Le Pont de la Guillotière, franchir le Rhône à Lyon. Documents d'Archéologie en Rhône-Alpes*, Lyon, 1991.

DAVEAU et al. 2009

Isabelle DAVEAU, Lucie CHABAL, Christophe JORDA, Jean-Philippe SARGIANO, « Utilisation secondaire d'un cours d'eau. Les deux nasses médiévales de Port Ariane », dans *Archéopages* (en ligne), juillet 2009, n° 26,
http://www.inrap.fr/userdata/c_bloc_file/8/8445/8445_fichier_dossier26-daveau.pdf

DE LA CORBIERE 2013

Matthieu DE LA CORBIERE, « Les ponts d'Arve au Moyen Age », Rapport historique, Département de l'urbanisme, Office du patrimoine et des sites, Inventaire des Monuments d'art et d'histoire, 17 juin 2013.

DUMONT 2010

Annie DUMONT, avec la collaboration de Alain BOUTIER, Catherine LAVIER, Fabrice LAUDRIN, Cathy LEFEVRE, Jean-François MARIOTTI, Philippe MOYAT, « Franchir les fleuves : le pont, point de passage obligé. L'exemple de la Loire à l'époque gallo-romaine », dans Jean-Paul LE BIHAN, Jean-Paul GUILLAUMET (dirs), *Routes du Monde et passages obligés de la Protohistoire au haut Moyen Âge. Actes du colloque international d'Ouessant, 27 et 28 septembre 2007*, centre de recherche archéologique du Finistère, Quimper, 2010, pp. 193-221.

DUMONT 2011a

Annie DUMONT, avec la collaboration de Catherine LAVIER et Philippe MOYAT, « Avrilly, Allier et Vindecy, Saône-et-Loire. Aménagement de berge et pont sur la Loire », dans Guy BARRUOL, Jean-Luc FICHES, Pierre GARMY (dirs.), *Les ponts routiers en Gaule romaine. Actes du*

colloque du Pont du Gard, octobre 2008. Revue archéologique de Narbonnaise, supplément 41, Montpellier-Lattes 2011, pp. 331-334.

DUMONT 2011b

Annie DUMONT, « Neue Entdeckungen römischer Brücken in Holz- und Mischbauweise in Frankreich », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 122-130.

DUMONT/BONNAMOUR 2011

Annie DUMONT, Louis BONNAMOUR, avec la collaboration de Alain BOUTHER, Michelle HAMBLIN, Catherine LAVIER, Fabrice LAUDRIN, Cathy LEFEVRE, Jean-Claude MALLARD, Jean-François MARIOTTI, Philippe MOYAT, « Du pont de bois au pont mixte en Gaule », dans Guy BARRUOL, Jean-Luc FICHES, Pierre GARMY (dirs.), *Les ponts routiers en Gaule romaine. Actes du colloque du Pont du Gard, octobre 2008. Revue archéologique de Narbonnaise, supplément 41, Montpellier-Lattes 2011, pp. 589-613.*

DUMONT/MARIOTTI 2013

Annie DUMONT, Jean-François MARIOTTI (dirs.), *Archéologie et histoire du fleuve Charente. Taillebourg – Port d'Envaux : une zone portuaire du haut Moyen Âge sur le fleuve Charente*, Dijon, 2013.

FEHR 1981

Horst FEHR, « Eine Rheinbrücke zwischen Koblenz und Ehrenbreitstein aus der Regierungszeit des Claudius », dans Horst FEHR, Eckart MENSCHING, Franz-Dietrich SCHIEFERDECKER, Burghart SCHMIDT, *Römische Rheinbrücke Koblenz, Archäologie an Mittelrhein und Mosel 2, Sonderabdruck aus Bonner Jahrbücher 181, 1981.*

GAUTHEY 1832

Emiland-Marie GAUTHEY, *Œuvres de M. Gauthey. Tome premier. Traité de la construction des ponts*, Paris, 1832.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6281581c.r=.langFR>

GAUTIER 1716

Henri GAUTIER, *Traité des ponts, ou il est parlé de ceux des Romains & de ceux des modernes ; de leurs manieres, tant de ceux de maçonnerie, que de charpente ; & de leur disposition dans toute sorte de lieux. Des projets des ponts, des matériaux dont on les construit, de leurs fondations, des echafaudages, des cintres, des machines, & des bâtardeaux à leurs usages. De la difference de toute sorte de ponts, soit dormans, ou fixes ; soit mouvans & flotans, volans, tournans, à coulisses, ponts-levis à fleche, & à baccule, &c. Avec l'explication de tous les termes des arts qu'on employe à la construction des ponts, & les*

figures qui démontrent leurs différentes parties. Et les edits, declarations, arrests & ordonnances qui ont été rendus à l'occasion des ponts & chaussées, ruës, bacs, rivières. Des coutumes observées sur ce fait. De leur entretien. Des garanties. Des peages, & des reglemens sur les carrieres, Paris, 1716.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k85675c.r=.langFR>

GIOT 1964

P.-R. GIOT, « Les lingots de fer bipyramidaux de Bretagne », dans *Annales de Bretagne*, t. 71, numéro 1, 1964, pp. 51-60.

GRILLET 1807

Jean-Louis GRILLET, *Dictionnaire historique, littéraire et statistique des départements du Mont-Blanc et du Léman*, t. 2, Chambéry, 1807.

HURNI/TERCIER/ORCEL 2012

Jean-Pierre HURNI, Jean TERCIER, Christian ORCEL, *Rapport d'expertise dendrochronologique, Laboratoire Romand de Dendrochronologie, N.Réf.LRD12/R6716*, Moudon, 2012.

KLEIN 2011

Ulrich KLEIN, « Archäologische Untersuchungen an der Weidenhäuser Brücke in Marburg/Lahn », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 264-270.

LAGRANGE 1985

Frédéric LAGRANGE, « L'usage du bois dans la construction des ponts », dans *Actes du colloque « Le bois dans la Gaule romaine et les provinces voisines »*, Caesarodunum, t. XXI, 1985, pp. 161-169.

MARIOTTI et al. 2006

Jean-François MARIOTTI, Annie DUMONT et Anne NISSEN JAUBERT, « Une zone portuaire médiévale à Taillebourg/Port d'Envaux (fleuve Charente, France) », dans Albert HAFNER, Urs NIFFELER, Ulrich RUOFF (éds.), *Unterwasserarchäologie und Geschichtsbild. Akten des 2. Internationalen Kongresses für Unterwasserarchäologie. Rorschlikon bei Zürich, 21.-24. Oktober 2004. Antiqua 40*, Bâle 2006, pp. 220-229.

MESQUI 1986

Jean MESQUI, *Le pont en France avant le temps des ingénieurs*, Paris, 1986.

MESQUI 1987

Jean MESQUI, « A la découverte des ponts anciens », dans *Archéologie Médiévale*, t. XVII, 1987, pp. 67-91.

MIEJAC et al. 2009

Emmanuelle MIEJAC, Anne DE SAULCE, Eric YENY, « Les pêcheries de fleuves et de rivières. Aménagements médiévaux et modernes dans le centre et l'ouest de la France », dans *Archéopages* [en ligne], juillet 2009, n° 26,
http://www.inrap.fr/userdata/c_bloc_file/8/8446/8446_fichier_dossier26-miejac.pdf

O'KELLY 1961

Michael J. O'KELLY, « A wooden bridge on the Cashen river, Co. Kerry », dans *The Journal of the Royal Society of Antiquaries of Ireland*, vol. XCI, 1961, pp. 135-152.

PILLONEL/REGINELLI SERVAIS 2011

Daniel PILLONEL, Gianna REGINELLI SERVAIS, « Eisenzeitliche Pfahljochbrücken über die Zihl und die Broye (Schweiz). Zeichnerische Dokumentation und Bauweisen », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 23-30.

PLUMETTAZ 2000

Nicole PLUMETTAZ, « Aménagements des 10^e s.-12^e siècle dans un ancien lit secondaire de la Thielle », dans Louis BONNAMOUR (dir.), *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, 2000, pp. 210-215.

POLÁČEK 2011

Lumír POLÁČEK, « Ninth Century Bridges of Mikulčice (Czech Republic) », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 178-184.

PRELL 2011

Marcus PRELL, « Die römische Donaubrücke bei Stepperg. Eine Brücke bislang unbekannten Typs? », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 110-115.

RIGOLD 1975

S. E. RIGOLD, « Structural Aspects of Medieval Timber Bridges », dans *Medieval Archaeology, Journal of the Society for Medieval Archaeology*, vol. XIX, 1975, pp. 48-91.

RIPPER/COOPER 2009

Susan RIPPER, Lynden P. COOPER, *The Hemington Bridges. The excavation of three medieval bridges at Hemington Quarry near Castle Donington. Leicestershire, Leicester Archaeology Monograph 16*, Leicester, 2009.

SCHWAB 2000

Hanni SCHWAB, « Ponts et ports celtiques et romains de la Broye et de la Thielle (Suisse), dans Louis BONNAMOUR (dir.), *Archéologie des fleuves et des rivières*, Paris, 2000, pp. 216-220.

Vos 2011

Arent D. VOS, « Several Phases of Roman Bridge Building on the River Meuse at Maastricht (Netherlands). A Pre-disturbance Survey », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 116-121.

WILKE 2011

Gerard WILKE, « Mittelalterliche Brücken im nordwestlichen Teil Polen im Lichte der archäologischen Quellen. Möglichkeiten der Rekonstruktion und ihre Beschränkungen », dans Marcus PRELL (éd.), *Archäologie der Brücken, Bayerische Gesellschaft für Unterwasserarchäologie*, Regensburg, 2011, pp. 171-177.

Bonus



Une découverte historique au printemps 2012 à Carouge... un **gigantesque** bloc de calcaire d'époque romaine, en cours de dégagement.