

# Les fonctions de l'outil numérique dans le patrimoine

Le cas de la maison du chafournier du vallon de la Panouse

Séminaire Humanités et Patrimoine numériques

Travaux personnels encadrés par Marine Bagnèris

Marie-Elisabeth Gonnet - Valentin Meynard

S7 / S9 - 2018 /2019

# Sommaire

## Introduction

### 1 L'outil numérique au service de la mémoire

### 2 L'outil numérique pour illustrer les hypothèses de restitution

#### 2.1 Les informations à notre disposition

2.1.1 Récolte des données auprès de l'archéologue de la ville

2.1.2 Rencontre avec Roland Vela spécialiste de la pesée

2.1.3 Recherches complémentaires

Les origines de la balance

Les ponts à bascule

Quelques exemples

2.1.4 Exemples de maisons de chafourniers

2.1.5 Dessin d'un pont à bascule

2.1.6 La maquette numérique

#### 2.2 Hypothèses de reconstitution

2.2.1 La maison du chafournier

2.2.2 Le pont à bascule

#### 2.3 L'utilité des restitutions pour faire avancer les recherches

2.3.1 Conditionnement de la chaux à la sortie du vallon et transport

2.3.2 Éventuelles causes de a cessation de l'activité du four à chaux

L'avènement du ciment

Les progrès agronomiques

Les propriétaires du four à chaux

2.3.3 Le volet social

Le travail des enfants

La présence Italienne chez les chafourniers

Loi sanitaire sur les établissements insalubres

Conséquences de la fabrication de la chaux

## Conclusion

## Prolonger le travail

## Annexes

## Remerciements

## Introduction

Le complexe chafournier du vallon de la Panouse est situé dans le Parc National des Calanques, sur le massif de Saint - Cyr – Carpiagne.

A la suite de la récente campagne de fouilles effectuée lors de la mise en sécurité du site, différents éléments bâtis ont été mis à jour par la division archéologie du service monuments et patrimoine historique de la ville de Marseille et de l'INRAP, l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives, qui continuent à ce jour de travailler sur ce site.

De nombreux fours à chaux ponctuent le paysage préservé du parc national des calanques, qu'ils soient temporaires ou permanents. Leur existence a été révélée plus précisément à la suite de l'incendie de 2009. Cet inventaire exhaustif permet d'enrichir les recherches sur la fabrication de la chaux, d'affiner ses usages probables et de replacer ces processus dans leur contexte historique, économique et technique inhérent au développement de la ville de Marseille au cours du XIXème siècle.

Dans le domaine du patrimoine bâti, l'utilisation des outils numériques a aujourd'hui un rôle certain à jouer afin de contribuer à illustrer les connaissances acquises et celles en construction. Par le biais des relevés photogrammétriques nous pouvons créer une image ou un objet dynamique de tout ou partie d'un édifice, à un instant donné afin de le fixer, pour en avoir une trace avant une intervention ou qu'il ne se détériore davantage. Ces outils peuvent également permettre de restituer des hypothèses et de les vérifier. Enfin, ce sont des vecteurs de la valorisation du patrimoine dans un souci de partager ces informations dispersées.

Cet ensemble chafournier est composé d'un four double, des traces d'un hangar et d'une écurie constituant ses annexes. A l'est, on trouve le front de carrière d'où étaient prélevés les blocs de calcaire, le grappier constitué des déchets issus de la fabrication de la chaux et les restes de deux fours circulaires temporaires probablement antérieurs au four double. A l'ouest, accolés à une citerne circulaire, se trouvent les vestiges de la maison du chafournier ainsi que la fosse d'un pont bascule, sur lesquels nous allons nous concentrer car ils font l'objet des recherches actuellement en cours.

Il est important de s'intéresser au patrimoine préindustriel local afin d'accroître les connaissances en termes d'organisation spatiale du territoire, économique et sociale de notre région.

Néanmoins, la réglementation et les moyens financiers attribués aux fouilles et à la valorisation des sites découverts ne permettent pas toujours de les consolider et d'en offrir la visite au public. De ce fait, l'archéologue et son équipe ont dû procéder en deux temps pour fouiller la maison, respectivement en 2017 et en 2018. Mais surtout, ils ont dû recouvrir systématiquement les niveaux mis à nu afin de les protéger des promeneurs, des détériorations et assurer la sécurité des vestiges comme celle des personnes se rendant sur le site. En effet, cette zone du Parc National des Calanques est particulièrement sensible en raison d'une faune et d'une flore protégée. En effet, l'aigle de Bonelli, espèce rare, y est présente. C'est la raison pour laquelle on ne favorisera pas les visites.

Les fouilles archéologiques ont souvent, à Marseille, un rôle d'enregistrement des découvertes faites avant leur recouvrement ou plus généralement l'implantation d'un bâtiment impliquant leur destruction. Nous sommes en droit de nous poser la question, que permet et à quoi sert l'outil numérique, et en particulier la technologie photogramétrique dans un contexte patrimonial?

Grâce à Marine Bagnèris, le déroulement du séminaire « humanités numériques » et le calendrier des fouilles de la maison du chafournier ont été favorables afin que nous tentions de fixer numériquement ces phases de fouilles qui ne sont déjà plus visibles aujourd'hui.

## 1 L'outil numérique au service de la mémoire

L'acquisition photogrammétrique de petites pièces, notamment de pièces d'art, est relativement aisée du fait de la taille de ces pièces et qu'il est relativement facile de tourner autour de la pièce, ainsi que de gérer l'environnement (lumière, ombres, contexte, etc...)

Notre cas d'étude, à savoir les vestiges de la maison du chafournier, nous oblige à composer avec un objet de grande taille, ancré dans son site et directement exposé au monde extérieur. De ce fait, nous avons rencontré quelques difficultés lors de l'acquisition photographique de la maison. Premièrement, la lumière du soleil nous a gênés lors de la prise de photo car les ombres portées provoquent l'apparition de zones sombres sur la maquette 3D finale. Ensuite, la taille de l'objet pose quelques soucis, notamment la gestion de la profondeur de champs. Avec un petit objet, il est possible de se rapprocher très près de ce dernier sans que le logiciel ne perde la localisation de la photo dans le modèle final. Ainsi, il est possible de capter plus de détails et donc de les restituer. Sur un objet tel qu'une maison, il est impossible de photographier le bâtiment brique par brique sans que le logiciel se perde, ou alors au prix d'un modèle 3D extrêmement lourd.

Enfin sur ce site, une dernière problématique d'ordre administrative s'impose. Les fouilles archéologiques entreprises par la ville ne sont pas destinées à rester visibles. De plus, les archéologues ont choisi de déblayer une première moitié de la maison, en stockant les gravats dans l'autre moitié de cette dernière, puis d'inverser zone de fouille et zone de stockage.



Nuage de point issu du jeu de photo de B. SILANO

Ces deux temps de fouilles ont donné lieu à deux acquisitions photographiques différentes, utilisant des matériels et des techniques d'acquisitions radicalement différents.

La première acquisition est celle réalisée par B. SILANO, membre de l'INRAP (Institut National de Recherche Archéologiques Préventives). Une perche a donc été utilisée, cela a permis de restituer l'édifice dans son contexte paysager.

La deuxième acquisition a été réalisée grâce à un appareil photo reflex depuis le sol. Nous avons donc été obligés de mettre en place un cheminement précis et continu pour ne pas avoir de trou dans l'information récoltée. Avec cette technique, il a été très difficile, voire impossible, de capter le contexte immédiat de l'édifice.

Le but de notre travail est de réunir ces deux acquisitions en un seul modèle, illustrant ce que serait l'édifice sans toute cette terre de déblaiement. Pour créer ce troisième modèle-synthèse, il a d'abord fallu générer deux nuages de points différents. Un premier issu du jeu de photos de Mr SILANO, puis un second issu quant-à-lui de notre jeu de photos.

Ainsi, nous nous retrouvons avec deux nuages de points, qui une fois mis à l'échelle, présentent deux informations complémentaires. A savoir ce qu'il y a sous la terre de déblaiement. Mais aussi et surtout plusieurs informations concordantes, notamment tous les murs de façade. Pour générer ce troisième modèle, nous avons dû sélectionner les parties à enlever sur chacun d'eux, à savoir la terre. En effet, chaque fichier présente une partie différente de la maison mise à nue, mais aussi le contexte extérieur car superflu et provoquant un alourdissement significatif du fichier pour un intérêt limité.

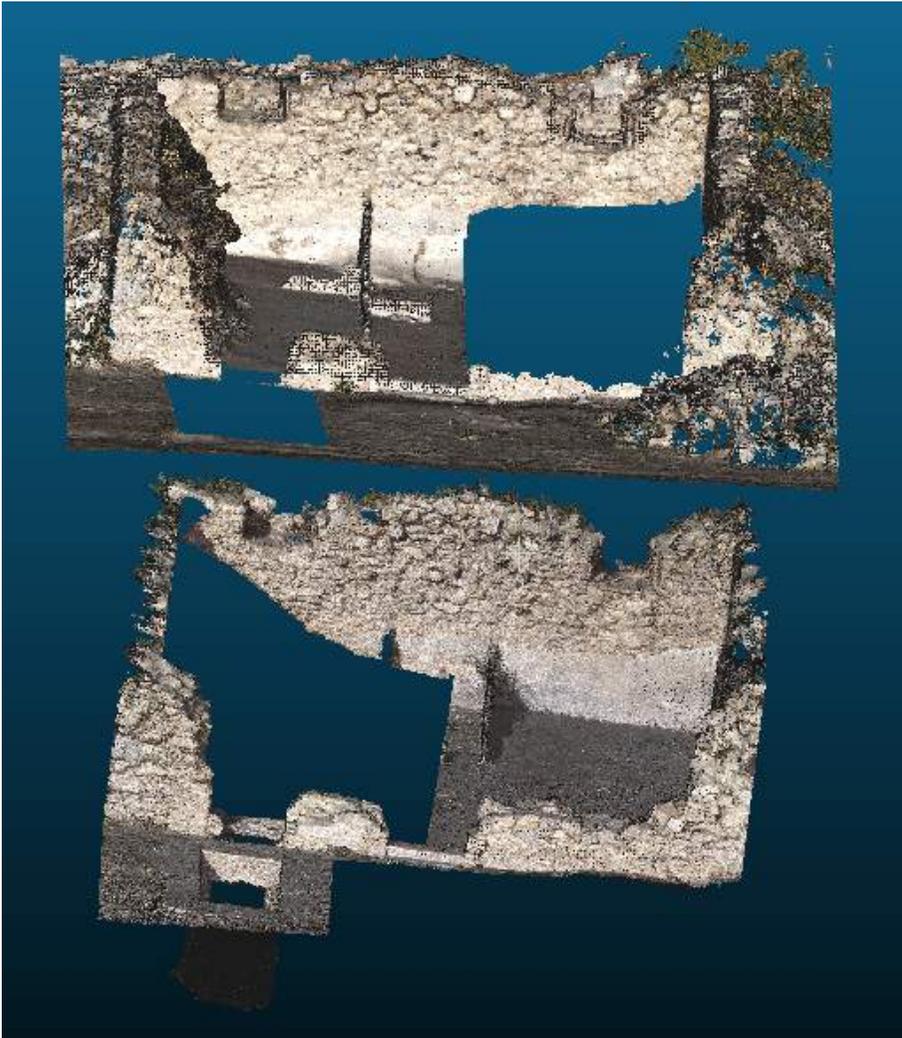
Nuage de point issu de notre jeu de photo



Les logiciels que nous utilisons pour modifier les nuages de points et pour les rassembler en un seul sont des logiciels open source en cours de développement. Il s'agit de Cloud Compare et de Meshlab. Du fait de leur statut de logiciels en développement, toutes les étapes par lesquelles nous devons passer pour obtenir notre modèle 3D final ne sont pas toujours bien optimisées sur un logiciel, mais le sont mieux sur l'autre, et vice versa. Si bien que par souci de facilité de prise en main, d'efficacité du logiciel, et par souci de rapidité, nous avons choisi de faire des allers-retours incessants d'un logiciel à l'autre afin d'exploiter au mieux les outils de chacun.

De plus, pour rassembler les deux nuages en un seul, nous avons été contraints de laisser sur chacun des deux nuages des informations communes à l'un et à l'autre. En effet, cette étape de rassemblement des deux nuages est réalisée grâce à un outil de Cloud Compare permettant de superposer les modèles l'un sur l'autre grâce à l'identification manuelle d'au moins quatre points concordants présents sur l'un et l'autre des modèles. C'est là que les premières difficultés apparaissent. Les photos utilisées pour générer le nuage ont beau être de très bonne qualité, nous observons cependant quelques approximations lorsque l'algorithme du logiciel Photoscan génère le nuage de points. De plus pour éviter d'avoir un fichier trop lourd, et donc très compliqué à faire tourner sur nos ordinateurs, il a fallu générer les nuages avec une qualité revue à la baisse; ici en High tout de même.

Au final, les approximations du logiciel, ajoutées à la définition pas aussi précise que souhaitée, font qu'il est très difficile d'identifier quatre points strictement identiques sur deux nuages plus ou moins précis. Ainsi nos murs extérieurs, présents sur nos deux modèles références, se retrouvent représentés deux fois sur le modèle final, avec des points identiques présents en double et potentiellement légèrement décalés les uns par rapport aux autres à cause de l'alignement effectué sur des modèles imprécis.



Les deux nuages de points modifiés, prêts à être alignés l'un sur l'autre



Nuage de point obtenu, après alignement et fusion des deux précédents

Cloud Compare propose tout de même l'outil « Cloud to Cloud » (nuage contre nuage), qui permet de se rendre compte d'un décalage éventuel entre les deux nuages références. Cependant, et malgré l'utilisation d'un ordinateur plutôt puissant, l'outil n'a jamais fourni le moindre résultat. Le choix a été fait de composer avec ces petites imprécisions, le modèle présentant déjà un niveau de détail plus que satisfaisant.

L'étape suivante nous permet de faire fusionner nos deux nuages de points précédemment alignés l'un par rapport à l'autre. Ce travail de fusion s'est fait sur Cloud Compare grâce à l'outil « Merge Multiple Clouds » (fusionner plusieurs nuages).

Le logiciel Mehlab propose dans sa liste d'outils, une option pour nettoyer le nuage de points obtenu. Un outil bienvenu étant donné le nombre de points astronomique que contenait notre nuage (plus de 40 millions). L'outil en question, « Merge Close Verticies » (Fusion des Sommets Proches), nous permet de dégrader le modèle pour n'avoir qu'un point une distance donnée. Nous avons choisi de garder une haute qualité de détail, en ne gardant qu'un point tous les 2,5 millimètres. Cela nous a permis de diminuer considérablement le nombre de points, passant de plus de 40 millions à un peu plus de 7 millions, nous permettant par là-même de rattraper les petit décalage entre les deux nuages précédents.



Modèle maillé, les bandes autour du modèle correspondent aux plus grandes faces lissées

Pour créer le maillage de notre nuage de points, il faut retourner sur Cloud Compare. Ce dernier propose via l'outil «Poisson» de générer les maillage, nous laissant le choix de «l'octree depth» (la profondeur), c'est-à-dire, le nombre de faces du modèle. Plus la valeur est petite, plus le modèle sera grossier et peu détaillé. Nous avons choisi une profondeur de 11, ce qui nous permet de conserver un bon niveau de détails.

Enfin, pour nettoyer le modèle obtenu, nous avons utilisé Meshlab un fois de plus, pour utiliser leur outil de sélection «Select faces with edges no longer than...» ( Sélection des faces plus longues que ...), outil absent de Cloud Compare. Ainsi, nous avons pu effacer les triangles trop gros, résultats de calculs de points trop éloignés les uns des autres. Mieux vaut un manque d'information plutôt qu'une mauvaise information inventée.

Ces deux logiciels, que sont Meshlab et Cloud Compare, sont très puissants et pratiques, mais sont peu ergonomiques et intuitifs. On citera notamment Cloud Compare qui ne dispose pas de fonction retour en arrière pour annuler une action malheureuse, obligeant à reprendre tout depuis le début. Ou encore Meshlab qui, si vous n’y prenez pas garde, n’hésitera pas à écraser vos fichiers sans vous le notifier. Nous tenons à signaler que dans Photoscan, peut-être le logiciel le plus facile d’utilisation, nous n’avons pas trouvé comment, si cela est possible, de fusionner deux nuages de points différents. Ce qui nous a conduit à utiliser Cloud Compare et Meshlab.

Lors de cette opération, malgré quelques désavantages certains: notre utilisation novice de logiciels performants mais peu intuitifs et un modèle hybride, lui-même composé de deux modèles différents, nous obtenons néanmoins un résultat plus que satisfaisant. Le niveau d’information sauvegardé est certes satisfaisant, mais peut-il se suffire à lui-même? En d’autres termes, le modèle numérique peut-il se charger du travail d’empreinte, figé dans le temps, sur lequel doivent figurer tout les états de détérioration, de conservation, etc, avec le trop faible niveau de détail qu’il présente? Et surtout, peut-il assumer ce rôle seul, se passant ainsi des médias vidéos, photographiques ou de l’objet lui-même?

Enfin, le fichier généré est extrêmement lourd, ce n’est pas dérangeant si le but est d’avoir un objet sur lequel on n’intervient plus. Cependant cela devient problématique si le but de cet objet est de devenir le support numérique d’un travail de recherche, de reconstruction ou d’étude statique. Il faut donc avoir à l’esprit le but dans lequel on réalise la maquette 3 D, afin d’adapter le protocole pour privilégier certaines caractéristiques par rapport à d’autres.



Maillage entièrement nettoyé



Détail du mur occidental en moellons

Pieds de cloisons enduits et peints, mallons



## 2 L'outil numérique pour illustrer les hypothèses de restitution

Deux axes de travail complémentaires se dessinent en fonction des analyses et des recherches effectuées :

- la restitution d'un état hypothétique de la maison du chafournier,
- celle du pont à bascule adjacent.

### 2.1 Les informations à notre disposition

#### 2.1.1 Récolte des données auprès de l'archéologue de la ville

D'après les fouilles, les analyses et le rapport d'étude archéologique réalisé par Anne-Marie D'Ovidio, incluant les recherches de l'historienne du service Annick Riani, nous avons des éléments qui nous permettent de créer une maquette 3 D.

Nous nous familiarisons avec la maison.

#### Histoire de la maison

Les hommes d'affaires associés F. Gravier et A. Homsy font édifier la maison élevée d'un étage aux alentours de 1857, dans le cadre de la création du complexe chafournier. Cette construction avait fait l'objet d'une demande d'autorisation d'installation insalubre, cette même année, ce qui la confinait à une certaine distance du tissu urbain existant.

L'ensemble a été revendu plusieurs fois : les actes mentionnent toujours que la maison est cédée avec les fours et toutes les annexes. Une première fois en 1870 où il est précisé qu'elle présente au rez-de-chaussée une porte et une fenêtre. Puis en 1877, l'acte évoque que son rez-de-chaussée est doté de deux fenêtres et d'une porte. Nous n'avons pas de précision sur la vente de 1881 concernant son aspect, et moins encore pour celle de 1930.

#### Description

La maçonnerie utilisant des moellons de calcaire locaux n'est pas d'une grande qualité. Les fouilles ont révélé la présence d'une toiture constituée de tuiles canal. On peut apercevoir les pieds de cloisons en briques pleines ou crottes ainsi que les revêtements des sols réalisés en mallons de terre cuite. Murs et cloisons sont enduits et peints.



La chaîne d'angle



Encadrement d'une fenêtre de la façade nord

Départ des jambages de la cheminée en briques plâtrées



Départ de l'escalier





Rehausse du seuil

Passage de l'axe de la bascule



## Les modifications

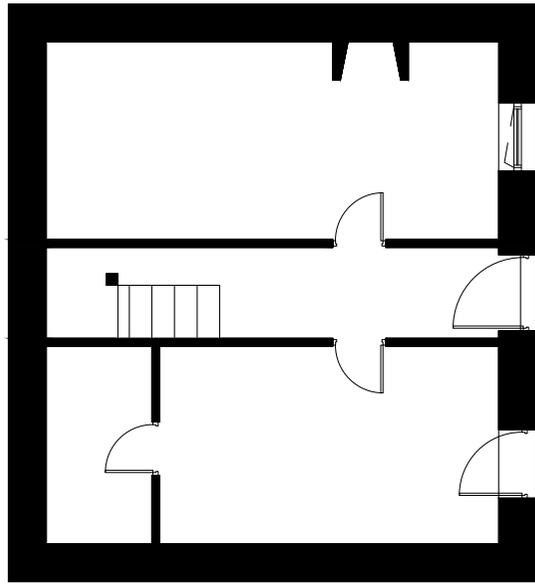
Le seuil a été rehaussé avec un rang de briques perforées posées sur champ directement sur la pierre. Il est évoqué la possibilité de vouloir se protéger des éventuelles inondations.

La question de la fenêtre occidentale de la façade sud reste en suspens.

Des ré-agréages avec un enduit d'une autre nature ont été relevés à différents endroits.

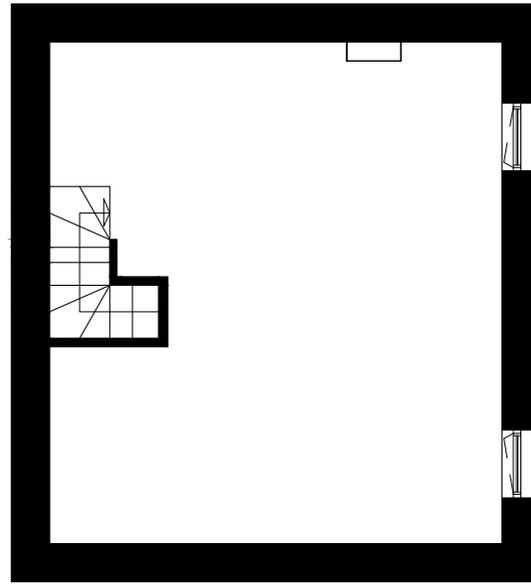
Enduit rosâtre rapporté





Plan RDC

1/100e



Plan R+1

1/100e

## 2.1.2 Rencontre avec Roland Vela spécialiste de la pesée

Nous avons eu la chance de rencontrer Roland Vela, le dernier « peseur-métreur-jaugeur-juré » de Marseille, maintenant à la retraite. Âgé de près de 80 ans, il narre dans un livre intitulé « les peseurs-jurés de Marseille » l'aventure de ce métier, créé en 1228 à Marseille pour lutter contre les faux poids et les litiges qui en découlaient.

Convié à l'initiative d'Anne-Marie D'Ovidio, Roland Vela nous a fait part de sa longue et riche expérience pour redécouvrir le fonctionnement de la bascule rouillée qui se trouve au sous-sol de l'ancienne «Savonnerie du Fer à Cheval» du boulevard Salengro, reconverte en dépôt du service archéologique de la ville. C'est une heureuse coïncidence qui offre un modèle relativement bien conservé de bascule, au sein des bureaux de l'archéologue responsable de la fouille de la maison du chaufournier du vallon de la Panouse.

Ici, le tablier est en acier, assez épais pour recevoir des charges allant jusqu'à 1500 kg. Après une première épreuve de force pour le déplacer, nous avons accès au mécanisme complet, mais très oxydé, car inutilisé depuis des décennies. La cuve peu profonde a un pourtour en fonte.

La romaine, détaillée plus bas, avait été stockée plus loin pour laisser le passage libre. Remontée et boulonnée de façon temporaire, nous pouvons étudier son fonctionnement, nous familiariser avec le nom des différentes pièces et faire des parallèles avec la fosse mise à jour au vallon de la Panouse par l'équipe d'archéologues.

Nous imaginions dans un premier temps faire l'acquisition photographique de la bascule en vue de créer un nuage de points. Nous abandonnons rapidement cette éventualité car le résultat serait trop lacunaire, du fait du faible espace sous le mécanisme et de l'impossibilité d'avoir des images de toutes les faces des nombreux éléments qui constituent la bascule. De plus, les dimensions des fosses et donc des mécanismes sont différentes et il serait incongru d'étirer un nuage de points pour lui donner d'autres dimensions, non proportionnelles. Nous pensons alors plutôt nous inspirer de ce modèle pour en réaliser une maquette 3 D, à intégrer sur le nuage de points de la fosse de la maison du chaufournier.



La romaine  
La tringlerie dans la cuve

Trappe de visite au pied de  
la romaine



### 2.1.3 Recherches complémentaires

Il nous a semblé utile de réaliser quelques recherches pour préciser l'objet de notre travail. Etant caractérisé par une grande pluridisciplinarité, nous avons exploré le champs de la pesée. Car pour restituer un objet ou un bâtiment, il paraît nécessaire d'en avoir compris ses caractéristiques et fonctionnement.

Papyrus d'Ani, -1500 avant JC



#### Les origines de la balance

Le mot que nous utilisons est d'origine latine : « bilanx » de bi deux fois et « lanx » de plateau, soit « balance à deux plateaux ».  
<https://fr.wiktionary.org/wiki/balance>

Cependant, on trouve déjà sur des cylindres Babyloniens la représentation de fléaux de pesage, de même dans l'Égypte antique. Ce sont des balances à bras égaux qui fonctionnent avec des poids étalons.

Romaine ou briquet



La statera étrusque qui deviendra la romaine ou briquet, également connue dans la Chine ancienne, utilise en revanche un autre principe : le bras de levier. Le fléau a donc des bras inégaux et un point d'appui fixe où il est suspendu. Le bras le plus long, grand bras ou verge, est gradué et un contre poids curseur, le romain, coulisse et indique le poids, lorsque le bras s'équilibre à l'horizontale. Le romain est bloqué à l'extrémité par une pièce appelée about. A son extrémité, un crochet permet de suspendre l'objet à peser ou un plateau.

La balance a deux échelles de pesage. En la retournant, on obtient une portée forte ou une portée faible. Le grand bras est doté d'une double graduation et le crochet de suspension est décalé, créant un effet de bras de levier différent selon le type de pesée que l'on veut réaliser. Son nom provient probablement de l'arabe « rummanah », qui signifie grenade, car la forme du contre poids mobile évoquait ce fruit.

[https://www.direct-pesage.net/fic\\_bdd/pdf\\_fr\\_fichier/11816615140\\_Les\\_balances\\_romaines.pdf](https://www.direct-pesage.net/fic_bdd/pdf_fr_fichier/11816615140_Les_balances_romaines.pdf)  
<https://it.wikipedia.org/wiki/Stadera>

## Le pont à bascule

On attribue la création du pont à bascule à l'anglais John Wyatt en 1743. Ce système est élaboré pour gagner du temps lors des pesées de tous types de marchandises aux octrois des entrées de villes. Le « Turnpike Act » de 1741 instituait une taxe pour financer l'entretien des routes et des ponts en Angleterre.

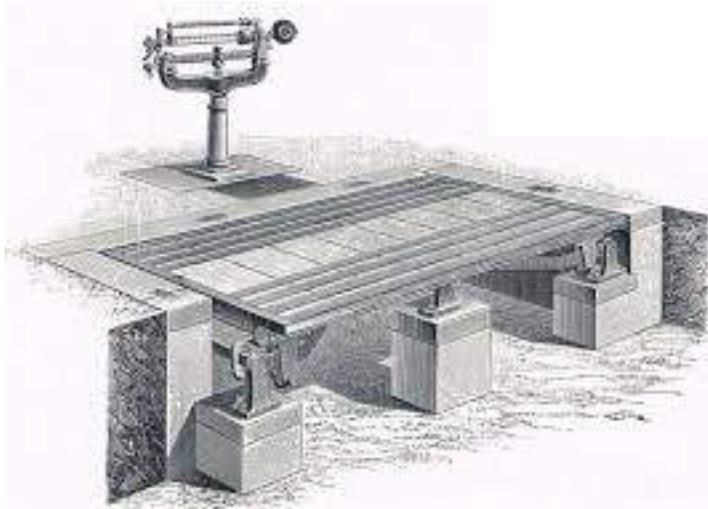
Grâce à cette innovation, les charrois des charrettes pouvaient être pesés sans dételer, ni les suspendre au crochet d'une grande romaine. La voiture à cheval devait être immobile sur un plateau, le tablier, placé au niveau du sol.

La mesure se lisait sans manipulation pénible, en déplaçant le curseur contrepoids sur le fléau gradué jusqu'à l'équilibrage de l'indicateur.

Un jeu de leviers compensés amplifie l'action des poids placés sur un petit plateau, que l'on appelle une lanterne, suspendu à l'extrémité du fléau.

Il est alors possible de démultiplier la portée de la pesée en ajoutant ces poids, jusqu'à 100 fois.

<https://docplayer.fr/13609733-Un-peu-d-histoire-1-antiquite.html>

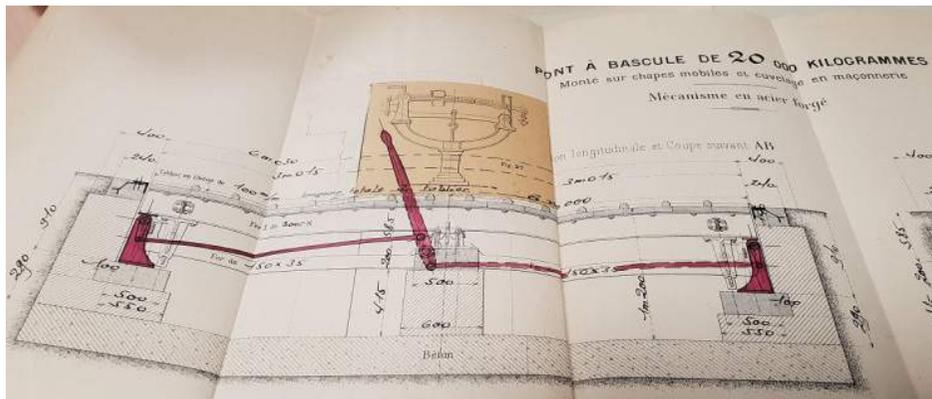


Exemple de bascule, probablement issu d'un catalogue publicitaire.

<http://docplayer.fr/57193044-L-edito-des-elus-mairie-de-roche-le-peyroux-n-12-aout-rouchoune-rouchoux.html>

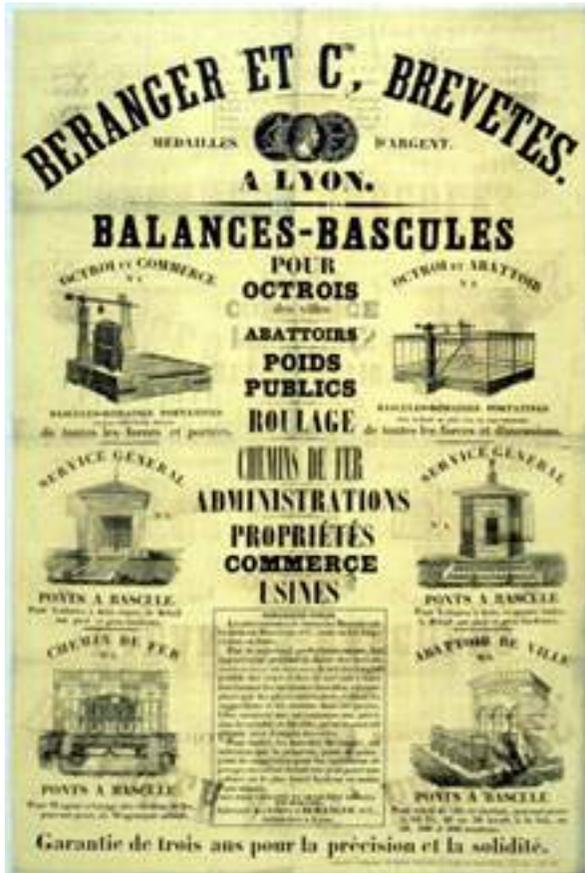
Plan fourni par La société Boé Paupier

<https://histoiredeclichy.fr/2018/11/07/basculer-publique/>



## Quelques exemples

Pour la construction d'une bascule à Clichy, l'entreprise Boé Paupier préconise un « tablier en chêne de 6 mètres de longueur sur 2,5m de largeur et 10cm d'épaisseur, ferré de 8 bandes de fer plat pour donner prise aux chevaux ». De plus, pour protéger le milieu du tablier, « il sera fourni un faux-tablier en peuplier grisard de 6 mètres de longueur sur 1,10 mètres de largeur, garni de tasseaux chêne ». Elle était d'une grande précision, et pouvait supporter un poids allant jusqu'à 20 Tonnes.



Affiche publicitaire de la maison Béranger, proposant des ponts à bascule pour poids publics, octrois et usines, 1846.  
[http://numelyo.bm-lyon.fr/f\\_view/BML:B-ML\\_02AFF01000Af-fM0308](http://numelyo.bm-lyon.fr/f_view/BML:B-ML_02AFF01000Af-fM0308)

Prenons l'exemple du village d'Allègre dans la Haute-Loire, où un particulier via le maire fait la demande d'autorisation auprès du préfet de créer un poids public dès 1874. Cette demande sera ensuite transmise à l'ingénieur ordinaire des ponts et chaussées qui renverra un plan annoté. Enfin, l'entreprise Trayvou et le maire échangent abondamment :

*« Je m'empresserai de vous indiquer mon prix le plus réduit pour instrument rendu franco à la gare desservant votre localité et mise en place au lieu d'emploi par un de mes agents auquel vous auriez à fournir les aides et les engins nécessaires à la manœuvre des pièces lourdes et le plomb de scellement ».* Le bon fonctionnement étant garanti pour trois années.

Le maire fournit les précisions demandées le 4 février 1880 : le pont prévu est de 8 000 à 10 000 kilogrammes pour des voitures à quatre roues. Le 7, l'entrepreneur exige de nouvelles précisions car les dimensions du tablier varient en fonction de la taille des chariots, il indique qu'il faut compter au moins, cinquante centimètres de plus que la longueur des chariots. Pour être certain d'être bien compris, il précise: *« il vous sera facile de déterminer cette longueur en mesurant la distance qui existe entre les essieux de la plus longue voiture employée dans votre localité ».*

Lorsque la décision de construire un pont à bascule est prise, il faut tenir compte des délais dus aux demandes d'autorisations. Puis s'en suivent des échanges avec l'entreprise qui fournit la bascule et l'industriel ou le maire. Enfin, la société envoie des plans afin que des ouvriers préparent les cuves aux dimensions précisées. Pour finir, un convoi utilisant au maximum le rail, vient livrer les caisses de l'instrument de pesage en pièces. Les ouvriers du fabricant remonteront la bascule et la calibreront.

En effet, le système de tringlerie peut être adapté et fait sur mesure, en fonction des dimensions des objets ou des charrois pesés et des poids qu'elle aura à affronter.

La forme et les dimensions de la cuve seront alors adaptées à ces besoins de taille et de résistance.



Facture de la maison Trayvou, 1880



Papier en tête Trayvou, daté de 1878, mentionnant déjà l'adresse de la succursale à Marseille,  
<https://www.delcampe.net>

Concernant le vallon de la Panouse, le mécanisme en fer forgé de la bascule pourrait avoir été commandé à la société Trayvou de la Mulatière-lès-Lyon, qui a une succursale à Paris et une à Marseille, au 39 de la rue Paradis. On trouve la trace de l'existence de cette antenne en 1878 sans connaître sa date d'implantation.

Cette entreprise familiale fut créée en 1827 par Joseph Béranger à Lyon. Elle prit le nom de Trayvou en 1866 à la suite d'héritages et d'un remariage. La société Trayvou restera jusqu'en 1995 la plus illustre dans le domaine de la pesée de ce type.

Les cuves pouvaient être renforcées par un large cadre de fonte, mais ici, dans un milieu naturel et face à la pollution atmosphérique dégagée par la fabrication de la chaux, réaliser une cuve en pierre semble plus prudent.

A Allègre, la cuve est maçonnée et on aperçoit nettement les piles servant d'appui au mécanisme. On peut noter la présence de profilés en acier, éléments raidisseurs reliant les quatre points d'appui. Ils ne sont pas solidaires des pierres. Le système de bras est ici équilibré à l'inverse de la Panouse, dans le sens de la largeur.

La cuve du «Fer à Cheval» plus petite, en intérieur et englobée dans une dalle en béton est de ce fait sur un autre modèle. En effet, elle a un cadre de fonte qui fait une remontée et constitue ainsi la bordure.

L'utilisation de la pierre dure de Cassis, dont les carrières sont assez proches, est courante à Marseille pour les seuils et marches extérieures ainsi que pour certains soubassements et les piles (anciens éviers taillés dans la masse). En effet, cette pierre est non gélive et résiste très bien à l'usure des passages répétés. Le travail est soigné et robuste pour faire face à un usage intensif. On ne perçoit pas de traces d'usures. Peut-être la bascule tout comme le four à chaux n'ont-ils pas servi autant que prévu lors de leurs constructions ?

\* <http://www.mesvoyagesenfrance.com/D43/Allegre.html>



La fosse d'Allègre \*



La fosse du «Fer à Cheval»

Les ponts bascules aussi étaient régulièrement vérifiés avec des poids disposés sur les quatre angles du tablier. Des poinçons et des plombages attestaient que les contrôles avaient été effectués.

« *Les peseurs-jurés de Marseille à travers les siècles* », sous la direction de Roland Vela. 2009

L'entreprise Chameroy pousse l'innovation jusqu'à créer des ponts à bascules qui imprimeront des tickets indiquant le poids de la charge, dès les années 1870.

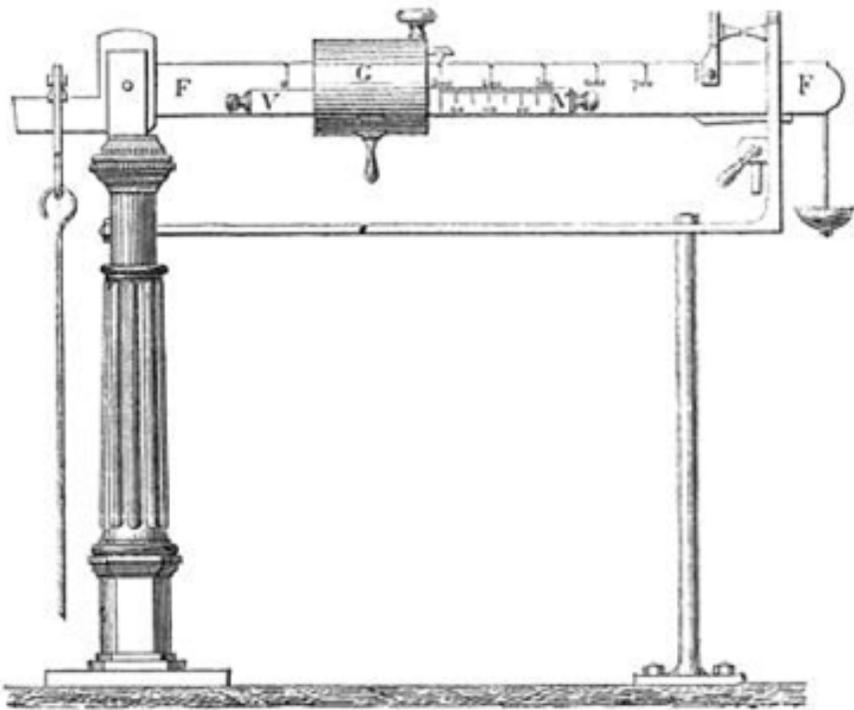


Fig. 77<sup>1</sup>. — Bascule Chameroy.

Dessin de la romaine d'un pont à bascule de la maison Chammeroy.  
<http://histoire-vesinet.org/chameroy-inventeurs.htm>



## 2.1.4 Exemples de maisons de chauxourniers

Un souci de confort est déjà présent pour les ouvriers des fours à chaux, immergés dans les émanations toxiques de la combustion, exposés à la fine poussière irritante de la chaux, à la très forte chaleur à proximité des fours et aux intempéries de manière générale, assez contrastées dans ce creux de vallon où il fait très chaud en été et où le vent s'engouffre en hiver.

Les temps de cuisson de la pierre calcaire nécessite plusieurs jours pour une combustion périodique, ce qui justifie que les ouvriers soient sur place afin de surveiller que la calcination se déroule bien, et également d'alimenter en combustible et en pierre à cuire les fours fonctionnant en combustion continue.

Nous avons cherché d'autres maisons de chauxournier présentes dans différentes régions.

La maison des chauxourniers de Saint-Restitut dans la Drôme.

De belle facture, elle est évidemment en pierre, car à l'entrée de la carrière autrefois utilisée tant pour l'extraction de pierre de taille que pour le calcaire à chaux. Elle est d'ailleurs adossée à une paroi de la carrière. La chaîne d'angle robuste, les encadrements de portes et de fenêtres ainsi que l'arc de décharge et une partie du mur du rez-de-chaussée sont en blocs de pierre assez conséquents. On perçoit encore l'existence d'un étage supérieur et le sens des pentes de la toiture. Elle semble être de base rectangulaire, proche du carré et de dimensions modestes.



<http://jipai.over-blog.com/2016/03/le-four-a-chaux-de-saint-restitut-rome-26.html>



Les maisons des chafourniers du site de Parné-le-Roc dans le département de la Mayenne furent construites entre 1871 et 1872.

Au nombre de six, elles sont accolées et adossées aux fours-falaises, (adossés à la pente). Elles servaient à loger une partie des ouvriers. On peut noter qu'elles sont décorées, ce qui atteste de l'importance de l'entreprise dans cette région. Aujourd'hui elles sont relativement bien conservées, on distingue quelques modifications en façade au niveau des ouvertures, mais l'essentiel est toujours lisible : le soubassement en pierre, les encadrements de portes et de fenêtres en briques et pierre, l'enduit d'origine. On peut aussi y lire les éléments de décoration en terre cuite qui ornent les aérations de l'étage et des combles, qui évoquent les chaînes d'angles et soulignent les profils des pignons. Ces maisons rappellent une architecture vernaculaire présente dans le village. Elles sont d'ailleurs attribuées au maçon Frippier qui a réalisé de nombreuses habitations destinées aux différentes classes sociales, dont celle richement décorée d'un industriel, datant de 1868.

Les six maisons d'ouvriers accolées au four, toujours habitées





Maison située à l'extrémité gauche, vers le front du four

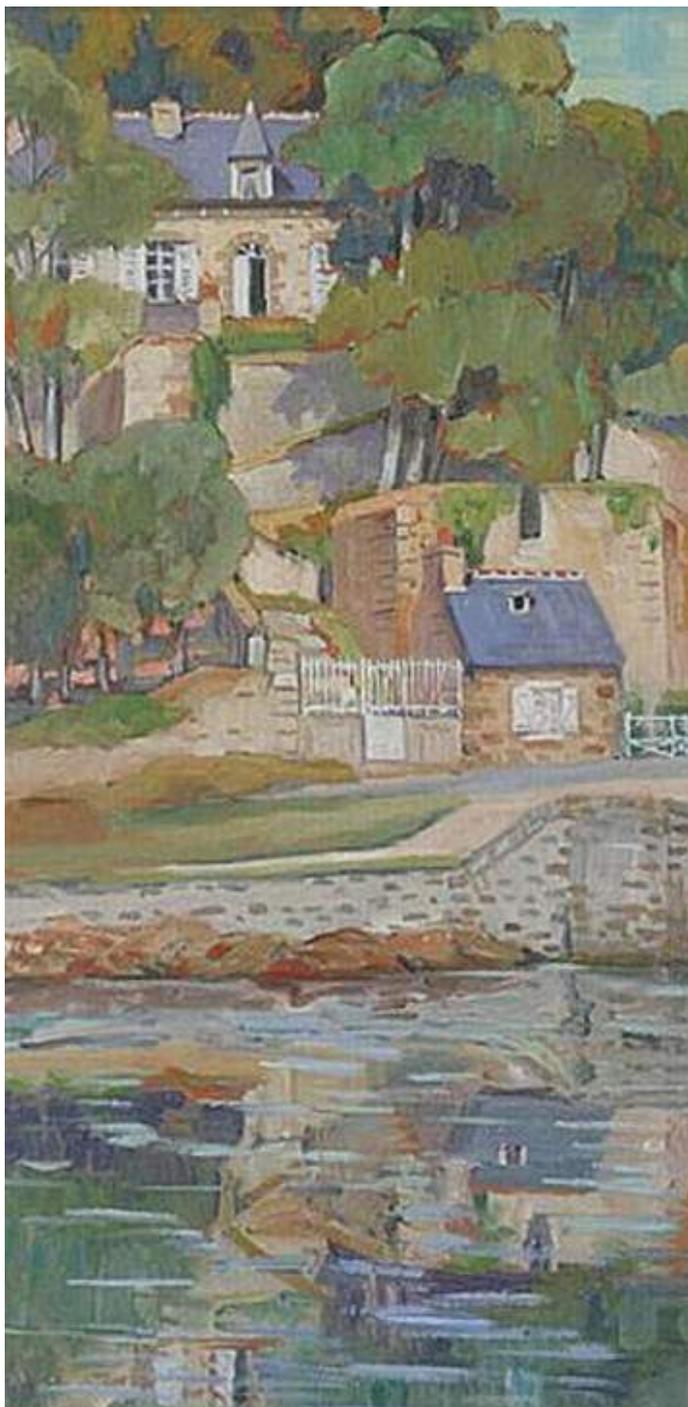


Détail du décor en terre cuite reprenant une chaîne d'angle harpée ainsi qu'un encadrement de fenêtre.



Maison réalisée par le maçon Frippier, Parné, 1868

<https://www.laval53000.fr/dans-le-departement/communes-m-%C3%A0-r/parne%C3%A9-sur-roc/>  
<http://www.patrimoine.paysdelaloire.fr/actualites/toutes-les-actualites/detail-de-lactu/actualites/detail/News/les-fours-a-chaux-de-parne-sur-roc-et-leurs-maisons-ouvrieres/>



### Le premier petit logis patronal, du four à chaux de la Grande Vigne à Dinan dans les Côtes-d'Armor.

De base rectangulaire proche du carré, il ne sera par la suite plus que le bureau du chaudiernier. Pourvu d'un étage, il a probablement été construit peu avant 1825, en même temps que le four à chaux. Bien qu'adossé au four, il semblerait qu'une extension ait été ajoutée, visible entre la maison et le four. En effet, la pente de la toiture initiale est tronquée, et vient recouvrir en partie la gueule du four dont on voit la partie droite de l'arc, alors que le reste est désormais sous l'édicule. Ce dernier pourrait être bâti avec d'autres matériaux que la maison initiale dont l'appareillage est, lui, très homogène, en moellons de granit, car l'étage de la nouvelle partie est enduit. Une peinture datant d'après 1937, après l'arrêt définitif du four, ne représente pas l'existence de cet ajout.



-<http://patrimoine.bzh/gertrude-diffusion/illustration/ivr5320022216748nuca/af8aba69-27d5-4fbe-9b6e-a9056d3cc27d>

Le four à chaux, appelé fournerie de Verdes dans le Loir et Cher.

La maison du chafournier est constituée de quatre niveaux et d'une terrasse.

Celle-ci pourrait avoir un accès en partie haute et le dernier niveau semble être un grenier.

De base rectangulaire, elle présente de belles chaînes d'angles harpées faites de gros blocs de pierre. L'encadrement de la fenêtre de la pièce principale est soigné, et la cheminée de dimensions importantes. Les murs présentent un appareillage de moellons identique au four à chaux. Il fonctionnait par intermittence jusque dans les années 1950 à cuisson continue et à courte flamme en employant le calcaire extrait sur place.

Nous ne sommes pas parvenus à le retrouver afin de comparer son aspect actuel à cette image.

L. Royneau, Les fours à chaux de la région Dunoise, Société Dunoise d'archéologie, bulletin n°288, 1998



Ces exemples de maison de chafourniers nous donnent des indications de proportions entre la taille des fours et celles des maisons.

Elles sont toujours extrêmement proches voire adossées au massif du four.

Plus qu'une habitation, la maison du chafournier semble avoir un rôle central dans le processus de la fabrication de la chaux. On peut imaginer qu'il y a une sorte de gérant de l'exploitation, qui coordonne les ouvriers (carriers, chafourniers...), ainsi que le bon déroulement des nombreuses étapes depuis l'amené du combustible, l'extraction et la préparation des pierres, la surveillance de la cuisson, le maintien de la température, le vidage, l'extinction, le blutage et le conditionnement et peut-être le transport. Il devait avoir la responsabilité des charrois sortant d'où la notion de bureau qui apparaît en parallèle du développement des systèmes de pesages de plus en plus perfectionnés et de la normalisation des unités de mesure.

Les sites de plus grande ampleur peuvent alors avoir de véritables logements pour les ouvriers. Peut-être leurs emplacements sont-ils plus stratégiques: présence d'un cours d'eau utilisé à la fois pour l'extinction et le transport en bateau; ou encore du chemin de fer déjà fort développé à cette période.

Cependant, il n'était pas rare que des fours à chaux édifiés dans la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle fonctionnent moins d'une trentaine d'années. Voici quelques exemples de la région Poitou-Charentes

Usine de chaux, la Côte à Goux dans la Vienne

Création: 1881 cessation: 1904

Ces fours ont fonctionné vingt trois ans seulement.



**Usine de chaux de la Sté civile des Houillères de Saint-Laurs, le grand cornet à Saint-Jean-de-Thouars dans les Deux-Sèvres**

Création: 1883 cessation: 1894

Il n'y a plus de trace des fours à chaux, détruits en 1894, onze ans après leur construction.

Il subsiste la maison patronale



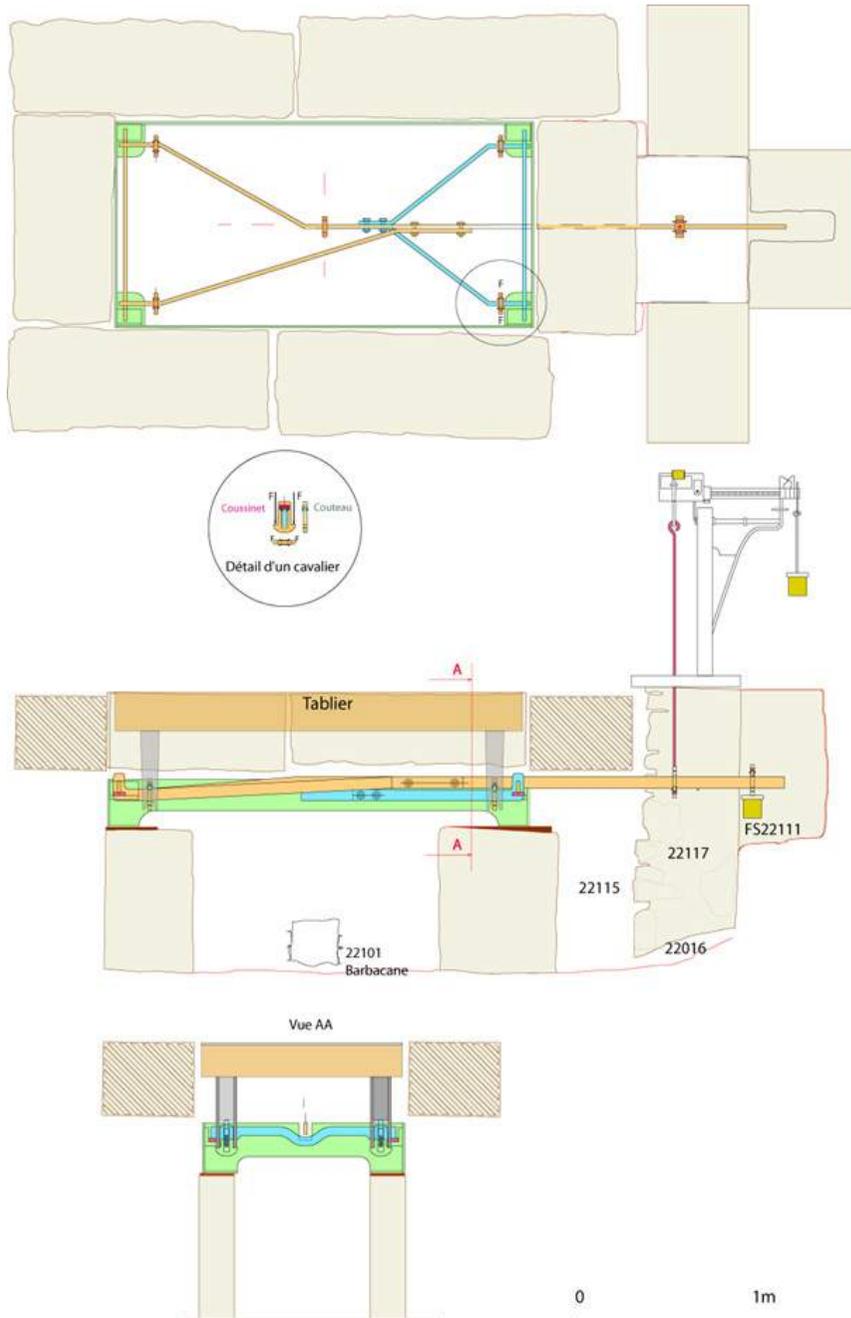
### 2.1.5. Dessin d'un pont à bascule

Denis Delpalillo a restitué un dessin inspiré du relevé de la bascule étudiée dans le sous-sol du dépôt archéologique de la ville de Marseille. Le mécanisme est intégré aux dimensions de la fosse du vallon de la Panouse relevée par Anne-Marie d'Ovidio.

### 2.1.6 La maquette numérique

Le modèle 3 D est un support utile dans la restitution d'hypothèses de reconstruction.

Nous avons réalisé, comme mentionné ci-avant, des nuages de points plus ou moins précis et denses donc lourds, selon les besoins.



Restitution d'un pont à bascule dans la cuve relevée du vallon de la Panouse. Dessin Denis Delpalillo



## 2.2 Hypothèses de reconstitution

### 2.2.1 La maison du chafournier

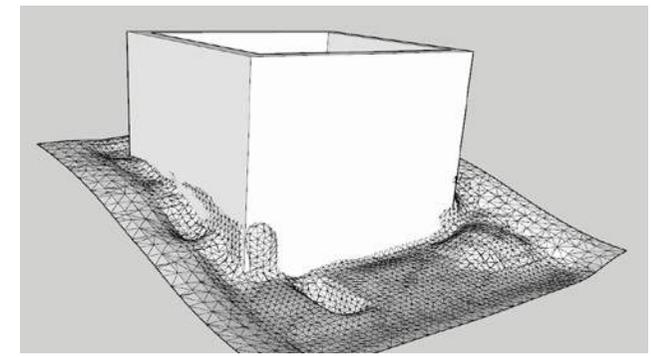
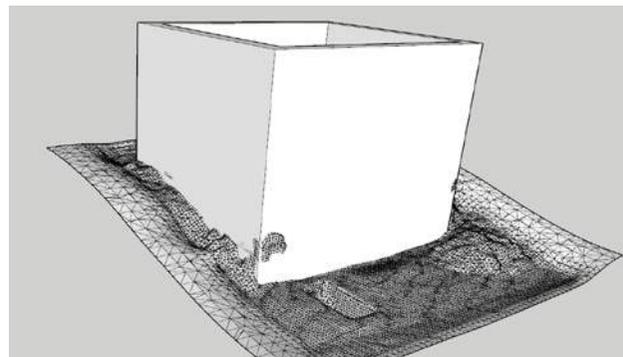
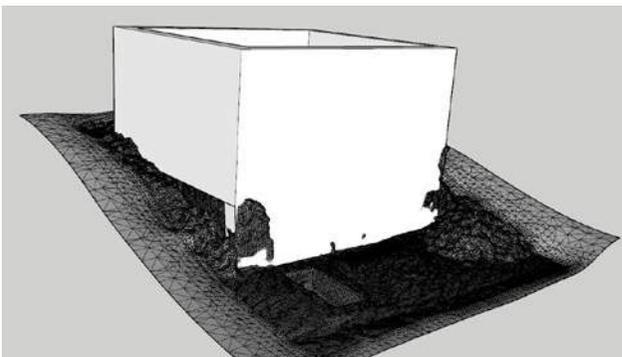
Pour l'hypothèse de reconstitution de la maison du chafournier, notre première intention était d'importer le maillage précédemment généré, dans SketchUp. Sans grande surprise, le fichier, trop lourd, ne s'est jamais ouvert. Décision a été prise de générer d'autres maillages beaucoup plus légers mais moins précis. Après de multiples tentatives, il fut impossible de travailler, même avec le plus léger de nos maillages.

Finalement, nous décidons d'ouvrir le maillage dans Meshlab, afin de pouvoir le mesurer, et de reporter les mesures dans notre maquette SketchUp. Une fois la maquette terminée, nous avons utilisé Photoshop pour faire une perspective montrant la reconstitution sur les ruines de la maison.

Pour nous guider dans nos hypothèses, nous nous sommes appuyés sur le rapport de fouille d'Anne-Marie d'OVIDIO. Ces précieuses informations, alliées aux mesures et observations issues du maillage, nous ont permis de reconstituer fidèlement une partie de l'édifice, comme la forme et l'orientation de l'escalier, la cheminée ou encore l'emplacement des cloisons. Cependant, demeuraient de nombreuses zones d'ombres, notamment les hauteurs sous-plafond ou la taille exacte des fenêtres du rez-de-chaussée et des étages, que nous avons éclairci en apportant une hypothèse de réponse la plus construite possible, en interprétant les écrits d'A-M. d'OVIDIO, en comparant notre édifice à d'autres semblables, et en faisant des recherches sur les techniques de construction de l'époque.



Perspective de la maison du chafournier

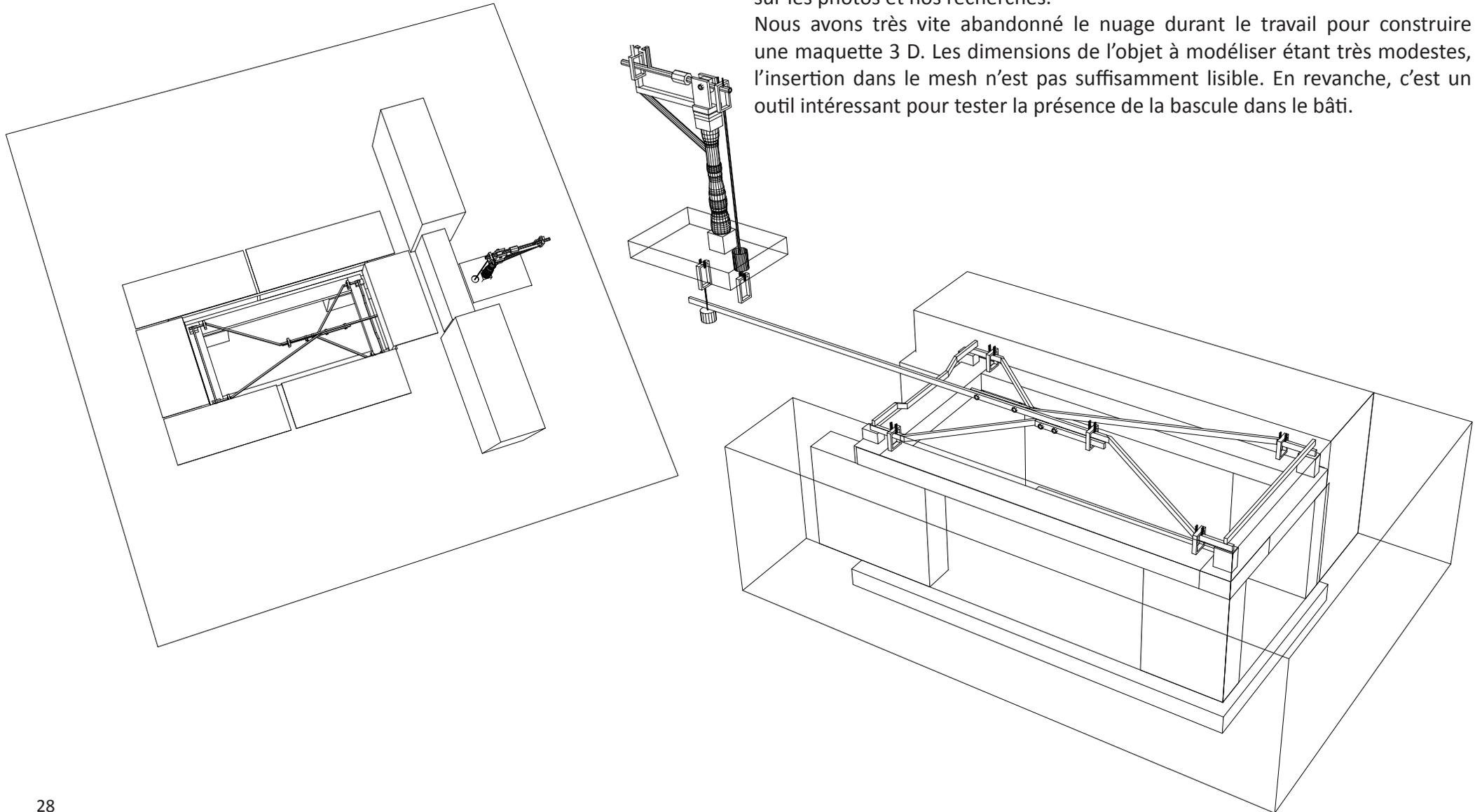


Différentes tentatives de travaux sur les maillages. De gauche à droite, du plus lourd au plus léger

## 2.2.2 Le pont à bascule

La reconstitution du mécanisme et de la romaine de la bascule a été réalisée avec le logiciel Archicad. Nous nous sommes basés sur les relevés que Denis Delpalillo a fait de la bascule située dans le sous-sol de l'ancienne « Savonnerie du Fer à Cheval », adaptés aux dimensions de la fosse du vallon de la Panouse, sur les photos et nos recherches.

Nous avons très vite abandonné le nuage durant le travail pour construire une maquette 3 D. Les dimensions de l'objet à modéliser étant très modestes, l'insertion dans le mesh n'est pas suffisamment lisible. En revanche, c'est un outil intéressant pour tester la présence de la bascule dans le bâti.





Pavillon du poids public d'Allègre

<http://www.mesvoyagesenfrance.com/D43/Allegre.html>

Mur trumeau entre deux portes



## 2.3 l'utilité des restitutions pour faire avancer les recherches

On pourrait émettre l'hypothèse que la porte occidentale de la façade méridionale a été réalisée en même temps que les autres ouvertures de la maison.

Peut-être était-ce déjà un bureau bénéficiant de son entrée propre.

La porte d'entrée principale étant celle qui se situe au centre de la façade, desservant toutes les pièces de la maison.

Il semblerait, que les ébrasement plâtrés et badigeonnés des deux portes, soient contemporains.

Dans ce cas, la fosse est probablement postérieure puisque qu'elle vient gêner le passage.

Une fois les parties de fondation et de sol de la pièce percées, afin de laisser passer l'axe de la tringlerie de la bascule, il devient évident qu'il faut transformer ce vestige de porte en une fenêtre.

D'autre part, en se basant sur l'exemple du poids public d'Allègre, on constate qu'aujourd'hui le statut de fenêtre par laquelle passait l'axe de la bascule n'est pas clair. On ne peut bien sur pas savoir avoir cette simple photo si les éléments de modénature en blocs de pierre sont d'origine. Mais étonnamment, il y a des jambages à cette fenêtre, qui indiqueraient l'existence d'une porte. Pourtant, ce pavillon fut construit pour accueillir le pont à bascule. D'autre part, l'appui de la fenêtre interrompt les jambages de la pseudo porte. On pourrait alors se demander si dans les étapes de construction du pont bascule, il n'était pas prévu de créer un passage de type porte, qui se transformait en fenêtre une fois la bascule installée?



Trappe pour romaine

Bloc sur lequel est fixée la romaine



Sur le Modèle de la bascule d'Allègre, on voit que la romaine est appuyé sur un bloc de pierre. Nous pouvons faire le parallèle avec la maison du chaufournier de la Panouse, on voit, sur les photos de B. Sillano, la trace d'une trappe refermée.

Il semble plus aisé de faire la pesée à l'intérieur et de noter à l'abri. La romaine est elle aussi à l'abri et subi moins les agressions atmosphériques.

L'analyse de la fosse du pont à bascule entraine également une réflexion sur le transport et le conditionnement de la chaux.

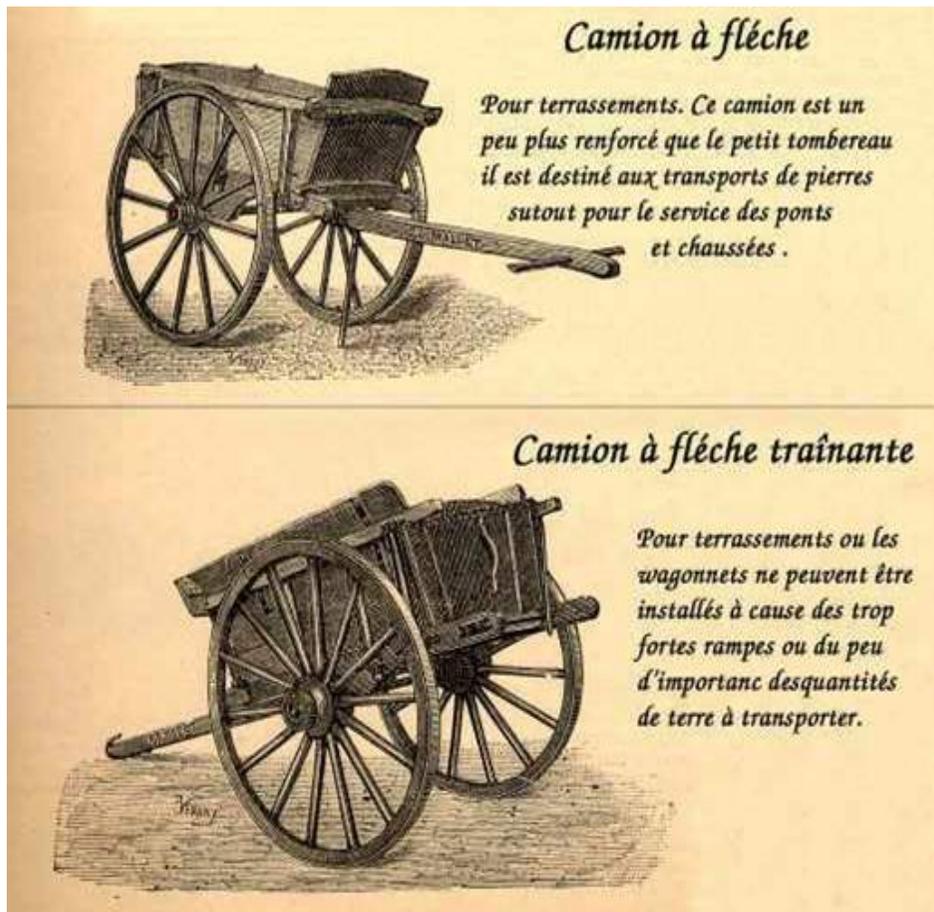
Ses dimensions laissent supposer que les voitures à cheval qui circulaient alors sur ce sentier n'avaient que deux roues et non pas quatre. En effet, la fosse et le mécanisme de la balance doivent être adaptés au type de véhicule prévu comme évoqué ci-avant au sujet de l'installation de l'outil de pesage.

En effet, la fosse est large d'environ un mètre et longue de deux mètres ; seuls les attelages à deux roues peuvent s'immobiliser sur le tablier. En revanche, ses étroites dimensions peuvent laisser supposer que des ouvriers auraient pu se tenir très proche pour maintenir l'animal et l'attelage sans peser sur le tablier.

Les bordures sont en pierre dure. En effet, cette cuve creusée dans le sol naturel et accidenté du vallon, une bordure robuste semble nécessaire pour bloquer les mouvements du tablier.

Nous avons vu que certains tabliers étaient en bois de chêne, ferré de quelques bandes de fer plat pour donner prise aux chevaux, (huit sur le tablier du poids de Clichy).

Voici quelques exemples de tombereaux qui auraient pu passer sur ce pont, à vide à l'arrivée et pleins à la sortie du complexe chaufournier.



Exemples de tombereaux utilisés pour la construction du canal de Provence de 1842 à 1854.

<http://lecanaldemarseille.fr/j/le-canal/adduction-amont/ponts-et-aqueducs?showall=1&limitstart=>

<http://docplayer.fr/57193044-L-edito-des-elus-mairie-de-roche-le-peyroux-n-12-aout-rouchoune-rouchoux.html>

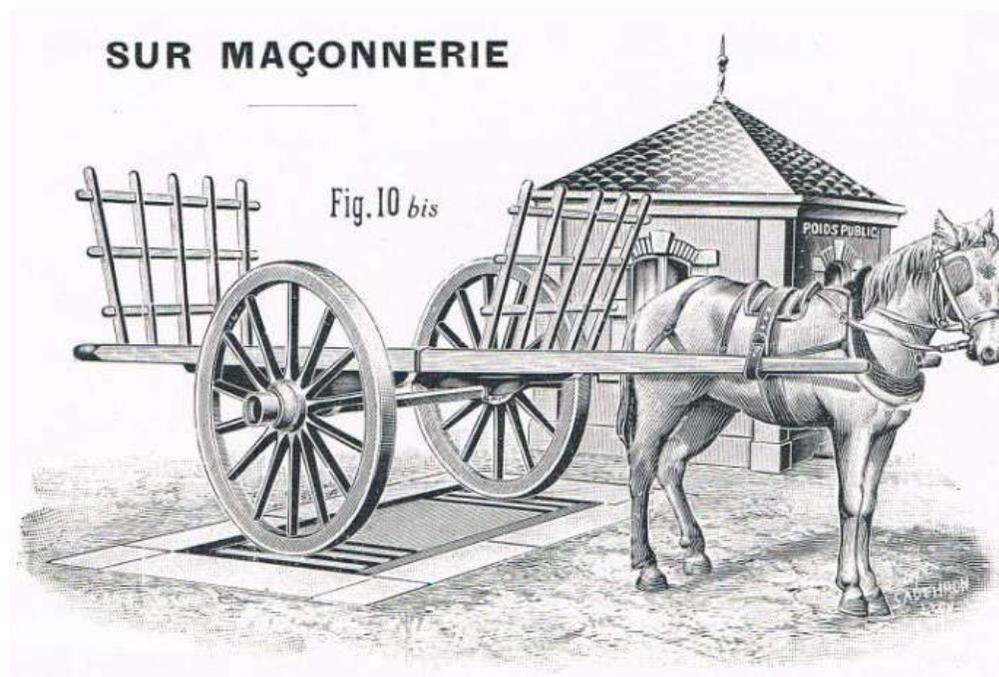
## Conditionnement de la chaux à la sortie du vallon et transport

On peut penser que le conditionnement se faisait dans des barils, tonneaux ou muid, équipés de sacs en toile.

En effet on trouve certaines mentions de l'emballage de la chaux, notamment dans le « Dictionnaire des travaux publics » de Bourde: « Embarillage, substantif masculin : action de mettre en barils. Ensachage, embarillage. – La chaux, s'éventant à l'air (...) on la livre dans des sacs de 50 kilos ou mieux dans des barils garnis d'un sac ou d'une toile», (Bourde, Trav. publ., 1928, page 159).

Le muid de matières sèches était peut-être encore en usage durant la période de fonctionnement du four à chaux. Ce n'est pas à proprement parler un récipient mais un ratio variable, utilisé pour mesurer des marchandises comme le grain, le charbon ou la chaux. Ils étaient généralement faits de bois et cerclés de métal pour les renforcer.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Muid>



## Éventuelles causes de a cessation de l'activité du four à chaux

Ce four n'aurait pas fonctionné sur une longue période, ni de façon très intensive, semblerait-il. On ne peut pas attester que le nouveau siècle l'ait vu en activité. Mario Talassinos, dans le cadre de ce séminaire, émet des hypothèses de production de chaux basées sur le volume d'extraction de la carrière. Ces estimations tournent autour de 1910 mètres cube de chaux hydraulique et représenteraient une cuisson de vingt cinq semaines de six jours de travail.

## L'avènement du ciment

Progressivement le ciment va se substituer à la chaux car jugé plus résistant. Plus tard, combiné à l'acier, il la supplantera. Hyppolite de Villeneuve-Flayosc (1803 - 1874), est un acteur important dans le développement du ciment naturel de la région marseillaise au XIXème siècle. Il fonde en 1835 la première usine de ciment du Sud-Est de la France à Roquefort-la-Bédoule, commune non loin, qui prendra des proportions réellement industrielles. De Villeneuve et Tocchi déposent différents brevets qui ont attiré à des chaux et des ciments.

C. Valageas, Histoire de l'industrie des ciments naturels dans la région de Marseille  
[http://www.rocare.eu/page/imgt/file/Valageas\\_Histoire%20de%20l%20industrie%20des%20ciments%20naturels%20dans%20la%20region%20de%20Marseille.pdf](http://www.rocare.eu/page/imgt/file/Valageas_Histoire%20de%20l%20industrie%20des%20ciments%20naturels%20dans%20la%20region%20de%20Marseille.pdf)

## Les progrès agronomiques

Le déclin de l'utilisation de la chaux pour l'amendement des terres agricoles acides ou argileuses au profit du fumier puis des engrais chimiques fait considérablement baisser la demande en chaux.

## Les propriétaires du four à chaux

Les différents propriétaires du complexe chauxfournerie de la Panouse n'exercent pas à titre principal des activités en lien avec la chauxfournerie, ce qui pourrait expliquer, en partie, la faible activité des fours.

## Le volet social

Dans un environnement insalubre et pénible, le travail de la chaux employait généralement des enfants et des immigrés. Venus d'Italie pour la grande majorité, ils ont largement contribué à l'expansion urbaine, industrielle et économique de la ville.

### Le travail des enfants

Dès 1841, l'État Français commence à réglementer le travail des enfants dans l'industrie avec la loi du 22 mars. Celle-ci a pour projet d'interdire le travail aux enfants de moins de huit ans, de limiter les journées de travail à huit heures pour les enfants de huit à douze ans et à douze heures pour les enfants de douze à seize ans. Il est également prévu que les enfants aillent à l'école, mais après de telles journées cela semble peu réaliste.

En 1874, l'âge normal d'admission dans les ateliers est désormais treize ans, sauf pour ceux qui ont obtenu le certificat d'études. L'école ne devient obligatoire qu'à partir de 1882 et seulement de l'âge de six ans jusqu'au certificat d'études, entre onze et treize ans. Les règles, lorsqu'il s'agit d'une activité à feu continu sont modifiables, sous certaines conditions. Les enfants peuvent travailler une partie de la nuit et du dimanche alors que dans d'autres ateliers ils en sont théoriquement épargnés.

L'emploi des enfants dans l'industrie a permis aux fabricants de réaliser d'importantes économies car les salaires qui leur étaient versés représentaient le quart ou le tiers de ceux des adultes.

<http://www.archives18.fr/article.php?laref=482>

## La présence italienne chez les chauxiers

Ce métier extrêmement pénible est volontiers confié aux italiens désireux de venir travailler en France. A Roquefort la Bédoule, village qui développera une importante industrie de la chaux et du ciment, la main d'œuvre est quasi exclusivement italienne.

*« La population des usines de La Bédoule s'est grossie d'un nombre croissant d'étrangers : 62 en 1872, 86 en 1876, 1148 en 1926, dont 1116 Italiens. C'est la seule commune du département où les étrangers arrivent à former plus de 61 % des habitants »*

Encyclopédie départementale des B.-du-R., tome 15, 1933, cité par R. Bizot dans « L'industrie de la chaux », 2016

<http://www.lamarseillaise.fr/culture/patrimoine/55305-l-industrie-de-la-chaux>

Les fouilles menées par Anne-Marie d'Ovidio en 2017 dans le vallon de la Panouse ont permis de trouver des pièces italiennes et grecques.

*« En 1876, on dénombre 50.000 Italiens qui se répartissent dans les quartiers de Marseille: les Piémontais dans le quartier Menpenti, les Toscans dans les faubourgs ouvriers de la Belle de Mai, à Saint Henri, Saint André près des Tuileries et des briqueteries jusqu'à l'Estaque. A la veille de la grande guerre près de 100.000 Italiens vivent à Marseille qui compte alors 500.000 Hab. Enfin, beaucoup sont journaliers et perçoivent des revenus faibles, aléatoires et inférieurs à ceux des ouvriers français (2 à 5 FF/jour), les plongeant dans une certaine précarité ».*

*« L'émigration italienne de 1830 à 1914 Causes, conditions et conséquences socio-économiques »* Claude Llinares et Danielle Lima-Boutin, 2008

<https://www.procida-family.com/docs/publications/emigration-italienne.pdf>

«Pour la France si l'on considère les statistiques de recensement de la population, chiffres qui – il convient de le répéter - ne tiennent pas compte des mouvements de migrants temporaires, l'effectif des immigrés italiens apparaît majoritairement constitué d'hommes, relativement jeunes et extrêmement mobiles. Ce profil sociodémographique semble répondre au mieux aux besoins du marché français du travail (main d'œuvre pour l'agriculture, le bâtiment, la métallurgie...)».

B. Blancheton, J. Scarabello, L'immigration italienne en France entre 1870 et 1914, Cahiers du GREThA, n° 2010-13

<http://cahiersdugretha.u-bordeaux4.fr/2010/2010-13.pdf>

Carriers aux alentours de 1900



Service Municipal  
des Contributions Directes

Ville de Marseille.

Recensement de la population en 1901.

Designation des nationalités	Nombre d'étrangers inscrits sur		Totaux
	la liste nominative	les états de la population à part	
Anglais, Ecossais, Irlandais, Américains	455	14	469
Allemands	601	9	610
Autrichiens	240	4	244
Africains	206	.	206
Estoniens	9	.	9
Belges	265	8	273
Danois	5	.	5
Etats-Unis	64	.	64
Autres américains	122	.	122
Espagnols	1779	4	1783
Grecs ou Arméniens	622	.	622
Hongrois	23	.	23
Hollandais	66	.	66
Italiens	90111	1425	91536
Luxembourgeois	1	.	1
Norvégiens	12	.	12
Russes	208	.	208
Suisses	1632	34	1716
Suédois	40	.	40
Turcs	630	.	630
Autres nationalités	129	.	129
Nationalités inconnues	7	.	7
<b>Totaux</b>	<b>97557</b>	<b>1498</b>	<b>98355</b>

Original signé.  
Ruy

Recensement de la population de Marseille en 1901

## Loi sanitaire sur les établissements insalubres Conséquences de la fabrication de la chaux

Le Décret de 1810 relatif aux « Manufactures et Ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode » est la première loi française qui prend en compte la pollution engendrée par une activité industrielle ou artisanale. Cependant les pollutions des sols, des eaux et l'exposition des ouvriers n'étaient pas prises en compte. C'est à l'origine essentiellement pour statuer sur la distance minimale à maintenir entre les émanations de soude et de chlore avec la population. De plus, les administrations avaient une souplesse d'appréciation des cas qui pesait dans leur décision, le plus souvent en faveur des entreprises. Or, les ouvriers étant considérés comme travaillant en connaissance de cause et avec un salaire compensatoire, ils ne pouvaient pas se plaindre des pollutions. Les riverains installés après l'ouverture de l'usine ou atelier ne pouvaient pas non plus porter plainte.

Ce décret avait initialement désigné les activités chaufournières permanentes et leurs « grandes fumées » comme appartenant à la première classe, soit la plus insalubre, au même titre par exemple qu'une fabrique d'acide. Dès 1815 les fours à chaux furent considérés comme activités faisant partie de la seconde classe. Les fours à chaux dont l'activité ne dépassait pas deux mois par an étaient relégués en troisième classe en 1815.

Répertoire méthodique et alphabétique de législation, de doctrine et de jurisprudence manufactures, fabriques et ateliers dangereux, Dalloz, Paris, 1834

Nous pourrions dire aujourd'hui que la fabrication de la chaux au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle et durant une partie du XX<sup>ème</sup> siècle, avait un impact écologique lourd. Si les fours se construisaient à proximité des carrières pour réduire le transport de la pierre à chaux, les combustibles ne provenaient pas toujours de l'environnement immédiat. Les conséquences des pollutions engendrées par ces interminables cuissons, - certains fours ne s'arrêtaient que quelques jours par an - n'étaient à l'époque pas considérées à leur juste mesure, ni vis-à-vis des ouvriers et riverains ni vis-à-vis de l'environnement.

*« Le vallon de Vaufrèges était entièrement abandonné aux chaufourniers. Ceux-ci, creusant leurs tranchées pour trouver des matériaux propices et arrachant les moindres touffes de thym et de romarin pour les brûler, avaient fait de ce pli de terrain une solitude fort triste »*

A. Saurel, Dictionnaire des B. du R., tome 2, 1878, cité dans « *Les fours à chaux* », Raymond Bizot, 2016

<http://www.lamarseillaise.fr/culture/patrimoine/54801-memoriadaupais-les-fours-a-chaux>

Il semblerait que les fours temporaires n'étant pas ou peu réutilisés, leur emplacement était toujours stratégique et lié à la présence de matière première : le calcaire adéquat et les végétaux en tous genres (fagots de broussaille : genêt, bruyère, chêne kermès, arbrisseaux...), qui serviront de combustible.

## Conclusion

Les différentes données que nous pouvons aujourd'hui collecter, provenant des nombreux spécialistes qui travaillent dans le champ du patrimoine bâti ne sont pas forcément compatibles et les allers-retours ne sont pas toujours très fluides. A l'image du BIM Building Information Modeling, nous pourrions imaginer que des informations éparses puissent être réunies et prennent la forme d'un instrument efficace concernant la veille d'un édifice ou de ses vestiges. La plateforme Aioli actuellement en développement au sein du laboratoire MAP GAMS AU a pour but de créer cette sorte de nuage qui permet déjà d'annoter la modélisation d'un bâtiment ou d'un objet, de l'enrichir des connaissances pluridisciplinaires qui participent à sa sauvegarde et sa diffusion.

D'autre part, en tant qu'outils de modélisations des hypothèses de restitutions, c'est un moyen de procéder à des anastyloses douces car virtuelles. La maquette n'empêche pas les interventions sur le bâti. Au contraire, elle présente l'avantage de mettre à l'épreuve plusieurs solutions qui incluent les apports de différents spécialistes : archéologues, historiens, ingénieurs... Ainsi, on peut penser que l'option retenue, lorsqu'il est acceptable d'intervenir sur un édifice, pour le consolider ou le compléter sera la plus éclairée, et créera le moins possible de dommage aux parties restantes. De même, la création de bases de données pour des bâtiments, objets ou site archéologiques semble très utile en vue de leur monitoring.

La hiérarchisation des informations et leur présentation est un problème crucial, dans un souci de garder une empreinte de l'existant ou d'une étape pour les générations futures, de faire avancer l'état des connaissances et les recherches, ou la vulgarisation et la pédagogie.

## Prolonger le travail

Pour la maison du chafournier du vallon de la Panouse, les prochaines étapes pourraient consister à :

- Réaliser l'annotation sémantique et la cartographie de l'état actuel et des dégradations des différents éléments, matériaux et unités stratigraphiques relevés et étudiés par Anne-Marie D'Ovidio ;

- Affiner la maquette de restitution de la bascule et de la maison en intégrant la modélisation d'éléments de fouilles tels que des pièces métalliques retrouvés dans la fosse ;

- Intégrer des informations corollaires telles que les rapports d'analyses réalisés au CICRP, les éléments historiques collectés...

## Annexes



Bâtiment construit lors de la phase de 1880. Les logements des contremaîtres ont un niveau de plus.

Lui faisant face, le bâtiment construit en 1913



## La cité ouvrière de Lafarge à Viviers dans l'Ardèche

Dans la première phase initiée en 1880, le bâtiment principal est long de 190 mètres. « La cité blanche » se développera jusqu'à l'après-guerre, accueillant jusqu'à 1.500 salariés et leurs familles. Hôpital, maternité, cercle et café, cours du soir, activité sportive, église...et boutiques agrémentaient et organisaient la vie dans cette ville dédiée à la chaux et au ciment en bordure du Rhône.

Aujourd'hui abandonnée, la cité est labellisée « Ensemble Industriel Remarquable» (Patrimoine Aurhalpin) et inscrite à la liste des monuments historiques en 1995.



Maquette du site Lafarge

<http://photo-deci-dela.blogspot.com/2015/09/il-faut-sauver-la-cite-ouvriere-la-farge.html>

<https://social.shorthand.com/Midilibre/nCMAwVNHw6/la-cite-blanche>

## Le four à chaux «Vazon» à Airvault dans les Deux Sèvres

Bâti en 1870, une douzaine d'années après le four à chaux du vallon de la Panouse, celui d'Eugène Vazon possède des dimensions, une physionomie et une capacité étonnantes.

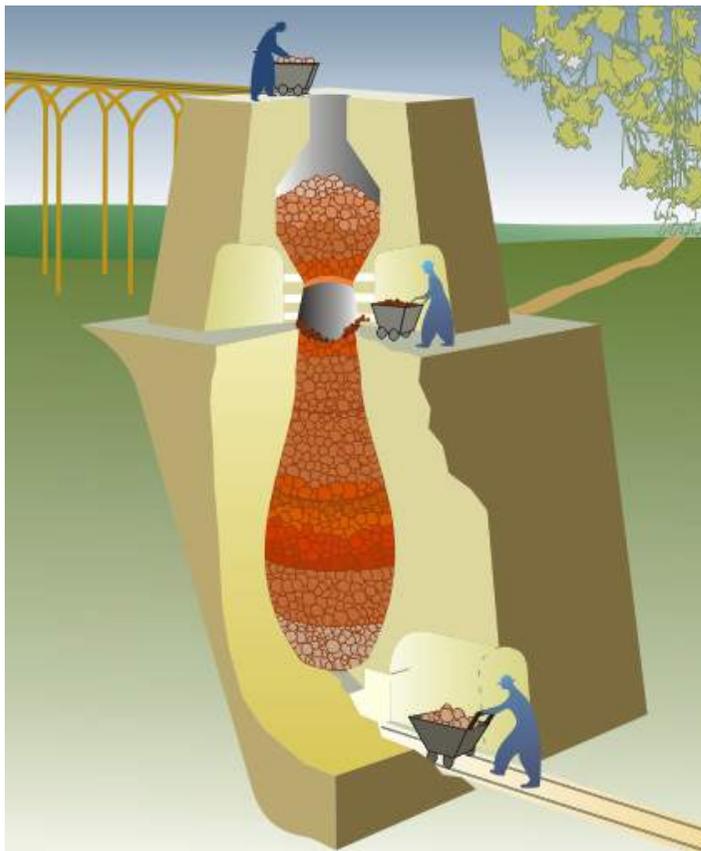
E. Vazon dépose un brevet pour la conception particulière de son four vertical à cuisson continue avec cuve de préchauffage. En 1887, un corps de bâtiment en moellons de calcaire recouvert d'ardoises, abritant sur quatre étages des écuries, des salles de stockage et d'ensachage, un café et des logements d'ouvriers. Il est édifié contre le côté ouest du four. Son plan est irrégulier et toutes les ouvertures sont en plein cintre, hormis celles du bureau du contremaître, le petit corps situé au nord, derrière les escaliers.

Le complexe sera sans cesse modernisé jusqu'au début de la seconde guerre mondiale, période à laquelle il cessera son activité. Lors de la demande d'autorisation, Mr Vazon prévoyait ainsi d'économiser 30% de combustible et une diminution des pollutions : " au moyen d'un système nouveau qui doit rendre la flamme complètement invisible à l'extérieur et produire très peu de fumée ".

La cuve de préchauffage est elle aussi de forme ovoïde et entièrement revêtue de pierre réfractaire. À l'intérieur, la pierre est réchauffée par les gaz qui s'échappent de la chambre de combustion. Elle est ensuite précipitée dans la chambre de cuisson, par couches alternées avec du charbon, depuis une galerie annulaire à seize mètres de hauteur, éclairée par deux larges ouvertures en plein cintre. Puis, la cuisson se déroule exactement de la même manière que dans le premier type de four vertical à cuisson continue. En revanche, la hauteur du massif du four est de vingt mètres.

Schéma d'un four vertical à cuisson continue et cuve de préchauffage ©Service régional de l'inventaire de Poitou-Charentes / Zoé Lambert, 2007

<http://dossiers.inventaire.poitou-charentes.fr/le-patrimoine-industriel/notice.php?id=IA79002122>





## Un four à chaux qui a gardé son hangar

Le four à chaux de Gibon dans la Nièvre présente un hangar accolé au front du four masquant ainsi les gueules. Il est très proche du four de la Panouse.

Aujourd'hui, le hangar semble plus court et plus largement ouvert.



<http://www.patrimoinedumorvan.org/inventaire-historique/artisanat-et-industrie-fabriques-usines/four-chaux/fours-chaux-de-gibon>



## Le dernier chafournier artisanal

Dans l'Allier, Monsieur Pinel est le dernier chafournier travaillant encore selon les techniques traditionnelles. Sa chaux aérienne de grande qualité est destinée à la restauration de monuments historiques. Issu d'une dynastie de chafourniers, il utilise un four de 1945.

[https://www.lamontagne.fr/ebreuil/vie-pratique-consommation/2012/10/08/daniel-pinel-est-le-dernier-artisan-chafournier-de-france-photos\\_1289652.html](https://www.lamontagne.fr/ebreuil/vie-pratique-consommation/2012/10/08/daniel-pinel-est-le-dernier-artisan-chafournier-de-france-photos_1289652.html)



## Une intervention contemporaine sur un ancien four à chaux

Cette réalisation conçue pour les fours à chaux de Cons-Saint-Colombe en Savoie en 2004, est l'œuvre de l'architecte François Chatillon, architecte en chef des Monuments Historiques.

Utilisant des matériaux évoquant la région savoyarde, une plateforme de bois vient s'appuyer sur l'arase du four, permettant aux visiteurs d'explorer la cuve à travers un plancher de verre situé sur une cheminée, tandis que l'autre est munie d'un garde-corps en bois et offre une autre vision sur la cavité chemisée de briques réfractaires d'origine. La lumière pénètre dans cet espace par deux ouvertures circulaires zénithales au-dessus des gueulards, ainsi que par les parois munies de volets coulissants qui ménagent des vues sur le paysage environnant.

<https://www.archilovers.com/projects/237463/four-a-chaux.html>



Nous tenons à remercier:

Marine Bagnèris qui est à l'initiative de ce séminaire et le coordonne. Elle nous a permis de rencontrer de nombreux professionnels œuvrant dans le champ du patrimoine, tout en nous faisant part de ses connaissances et expériences.

Anne-Marie D'Ovidio qui a partagé avec nous les avancées de ses fouilles.

Roland Vela qui nous a livré les secrets des ponts à bascules et des romaines.

Denis Delpalillo qui nous a permis d'accéder à la bascule du « Fer à Cheval » et en a réalisé un relevé.

Bernard Sillano qui a partagé ses acquisitions photographiques réalisées en drone d'un état antérieur.

Les membres du laboratoire MAP GAMSAU qui nous ont accueillis, nous ont présenté leur travail et ont répondu à nos questions : Livio De Luca, Anthony Pamard, Anas Alaoui M'Darhri, Adeline Manuel.

Annick Riani dont les recherches historiques ont étayé notre travail.

Tous les intervenants qui ont eu la générosité de venir nous faire part de leurs connaissances : Odile Guillon, Philippe Bromblet, Jean-Marc Vallet, Antoinette Sinigaglia et Martin Levefre.