



académie  
Aix-Marseille

Sciences à l'École



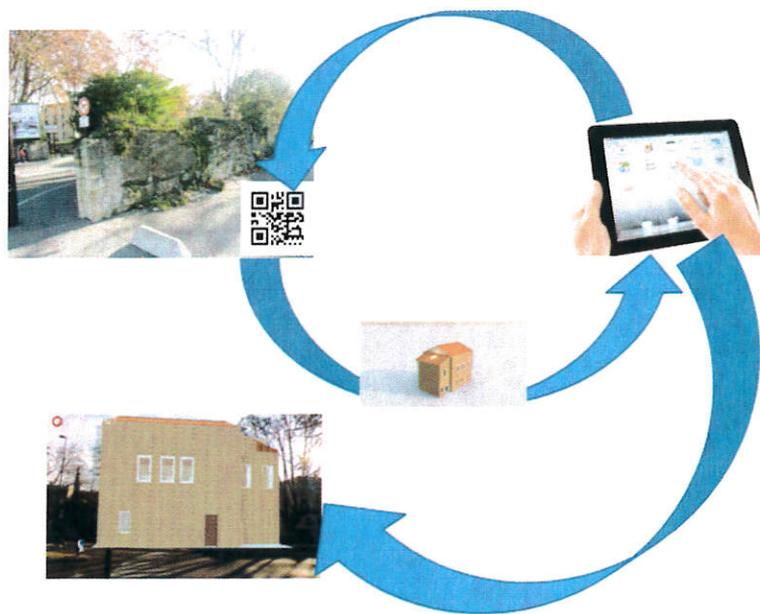
www.sciencesalecole.org



CgENial

Fondation pour la culture  
scientifique et technique

## Projet : « Comment les nouvelles technologies permettent-elles de recréer un monument disparu? »



### Liste des élèves :

DALLA LIBERA	Ysee
DUSSERRE	Guilhem
SIMLER	Armand
MOUDAKIR	Islam
MOUSSA	Sabri
MUTENFU	Raphael
NOUGAOUI	Laila
TIGHEGHT	Imane
NORTHAM	Matthias

### Encadrants :

Mme JOBERT Hélène, mathématiques  
M. LE DORAN Guillaume, technologie  
M. SIGNORE Hervé, CPE



### **Notre équipe :**

Elle est constituée de 9 élèves de 4<sup>ème</sup>, nous profitons d'un atelier « approfondissement scientifique et culturel » de 2h par semaine.



### **Nos partenaires :**

Pour réaliser ce projet, nous nous sommes associés à plusieurs partenaires :

-Archives départementales de Vaucluse

-ASPPIV (Association pour la Sauvegarde et la Promotion du Patrimoine Industriel en Vaucluse)



## Sommaire

### Introduction

#### I) Reconstitution

##### A) Recherche d'informations et de partenaires

##### B) Les premières modélisations

###### B1) Modélisation extérieure du bâtiment

B11) A partir du plan cadastral

B12) A partir des photos de 1983

B13) Comparaisons des valeurs

B14) Positionnement des fenêtres

###### B2) Modélisation du système hydraulique

##### C) Modélisations finales

C1) Comparaison du plan avec la modélisation du bâtiment

C2) Comparaison du plan avec la modélisation du système hydraulique

C3) Résultat final

#### II) Exploitation à l'aide des nouvelles technologies

##### A) Le QR-code

A1) Structure d'un QR code

A2) Génération d'un QR code

##### B) La Réalité augmentée

B1) Utilisation avec le logiciel *Augment*

B2) Utilisation avec le logiciel *Build'ar*

B3) Comparaison des logiciels

##### C) L'impression 3D

### Conclusion

## **Introduction**

D'après nos recherches, le bâtiment a existé jusqu'en 1985. Aujourd'hui, il n'en reste qu'une ruine difficilement exploitable.

Pour le reconstituer nous avons décidé d'utiliser les nouvelles technologies. Notre choix s'est porté sur la réalité augmentée, le QR code et l'impression 3D.

Pour utiliser ces technologies, il nous a fallu reconstituer le monument à l'aide d'un modéleur. Etant donné qu'aucun travail n'avait été fait sur le sujet, il a fallu partir de zéro.

## **I) Reconstitution**

### **A) Recherche d'informations et de partenaires**

En classe, nous avons trouvé des photos datant de 1983 sur le site d'un particulier que nous avons contacté. Il nous a donné la source de ces photos (« Patrimages PACA ») que nous avons récupérées.

Devant la rareté des informations sur internet nous avons sollicité :

-Jean-Pierre Locci, président de l'ASPPIV, qui nous a procuré un plan cadastral de 1819 puis courant janvier un plan d'architecte de 1916.

-Les Archives Départementales de Vaucluse dans lesquelles nous avons trouvé un bail, indiquant que le moulin était utilisé comme meunerie.

-Le service archéologique du Vaucluse qui nous a procuré un document sur les mémoires de « l'académie de Vaucluse » de G.Bayle parlant du moulin de la Folie.

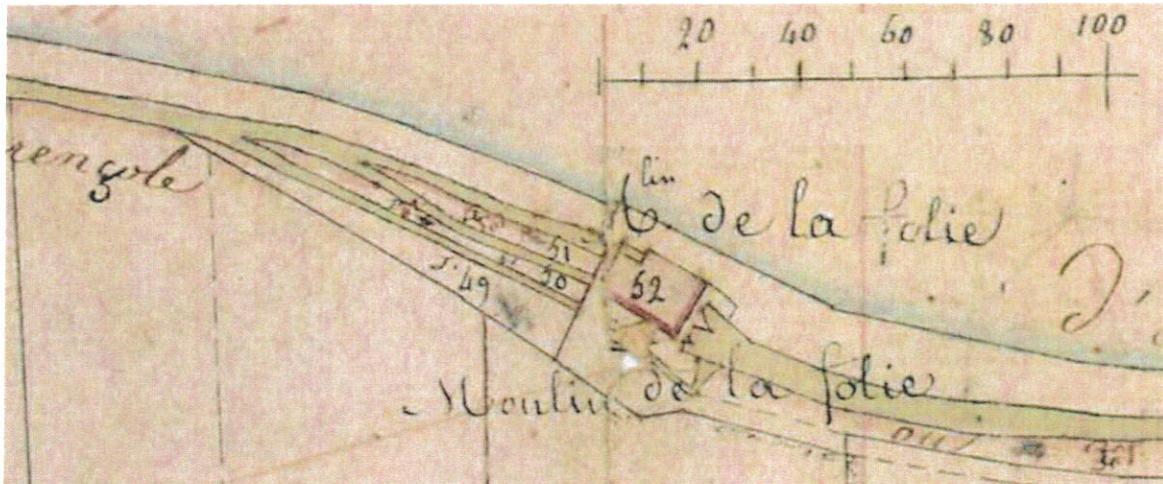
- Hervé Signore, CPE du collège, membre de l'ASPPIV et de l'académie de Vaucluse, qui nous a trouvé des extraits dans le livre de Rober Bailly « Avignon, hors les murs ».

### **B) Les premières modélisations**

A partir des informations trouvées nous avons essayé de modéliser l'extérieur du bâtiment, les façades et le système hydraulique.

#### **B1) Modélisation extérieure du bâtiment**

Grâce au plan cadastral de 1819, nous avons assez vite déterminé la forme du bâtiment, repérée avec le n°52 sur ce plan.

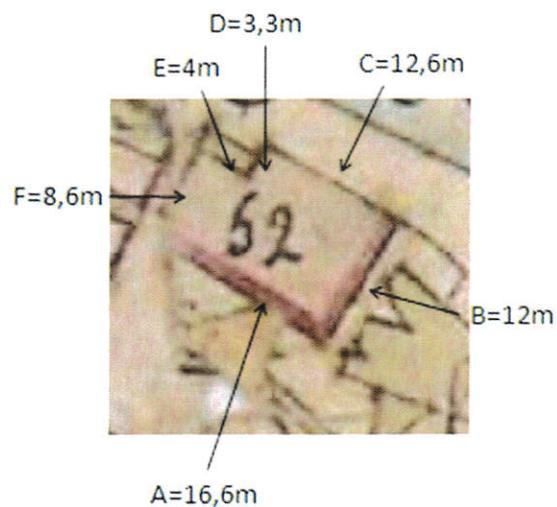


Une des difficultés a résidé dans la détermination des dimensions du bâtiment. Pour les déterminer, nous avons essayé deux méthodes différentes :

La première à partir du plan cadastral de 1819 et la seconde à partir de photo de 1983.

#### B11) A partir du plan cadastral

En mesurant à la règle et en nous reportant à l'échelle du plan nous avons trouvé les valeurs suivantes pour le bâtiment.



#### B12) A partir de photos :

Nous avons, à partir de la longueur de la voiture située devant le bâtiment, tenté de déterminer la hauteur et longueur du bâtiment.

Etant donné la date des photos (1983), il a fallu trouver le modèle de la voiture de l'époque, en recherchant sur internet, nous avons hésité entre trois modèles de voitures.

-Renault Fuego- Renault 11- Fiat 147

Après comparaison, nous avons opté pour la Renault 11 qui mesure 4,04 m de longueur.

Sur la première photo, en prenant comme référence la longueur du véhicule (4,04m) nous avons déterminé que la façade de ce bâtiment mesurait environ 12 mètres de long sur 7m de haut. Puis en reportant la hauteur sur la 2<sup>ème</sup> photo nous avons déterminé que la largeur du bâtiment était de 6 m environ.



Longueur = 12 m  
Hauteur = 7m



Largeur = 6,5m

### B13) Comparaison des valeurs

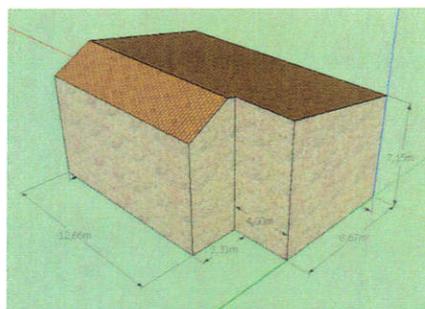
	Photos	Cadastre
A		16,6m
B	6,5m	12m
C	12m	12,6m
D		3,3m
E		4m
F		8,6m
hauteur	7m	

Si l'on compare les valeurs trouvées sur le cadastre et celles des photos, seules 2 mesures sont communes, il s'agit de la valeur B et C.

Si on compare ces 2 valeurs, on s'aperçoit que la valeur C est quasiment identique dans les deux méthodes (aux alentours des 12 m). En revanche la valeur B est différente (6,5 m contre 12 m).

Nous avons donc décidé d'utiliser les valeurs du plan cadastral pour modéliser le périmètre du bâtiment et la méthode de la photo pour la hauteur.

Voici le résultat de la modélisation extérieure du bâtiment.



## B14) Positionnement des fenêtres

A partir des photos et des écrits, nous avons délimité l'emplacement des ouvertures.



- 1<sup>ère</sup> étape : Prises de mesures sur la photo.

Nous nous sommes servis du fait que le bâtiment étudié mesure 12,5 m (cf. calculs précédents).

Nous avons imaginé un repère ayant pour axe des abscisses le seuil de la maison et pour axe des ordonnées le bord gauche de la maison.

A partir de cette information, nous avons décidé de repérer des points clés pour définir les emplacements des fenêtres et de la porte sur la façade (points notés A à L sur la photo ci-dessus).

- 2<sup>ème</sup> étape : Détermination des longueurs réelles

Sachant qu'il y a proportionnalité entre les longueurs réelles et les longueurs sur la photo, nous avons créé une fiche de calcul sur Excel pour nous faciliter la tâche et déterminer les longueurs réelles pour pouvoir ensuite les reporter dans « Sketchup ».

C3		$f_x = (12,571 * B3) / 27$			
	A	B	C	D	E
1		Abscisses		ordonnées	
2		Mesures sur la photo en cm	Mesures réelles en m	Mesures sur la photo en cm	Mesures réelles
3	A	4	1,86	3,5	1,55
4	B	6,5	3,03	6	2,66
5	C	9	4,19	9,5	4,21
6	D	12,1	5,63	12,5	5,53
7	E	15	6,98	9,3	4,12
8	F	17,2	8,01	12,5	5,53
9	G	19,3	8,99	10	4,43
10	H	20,6	9,59	12,5	5,53
11	I	22,7	10,57	10	4,43
12	J	23,1	10,76	12	5,31

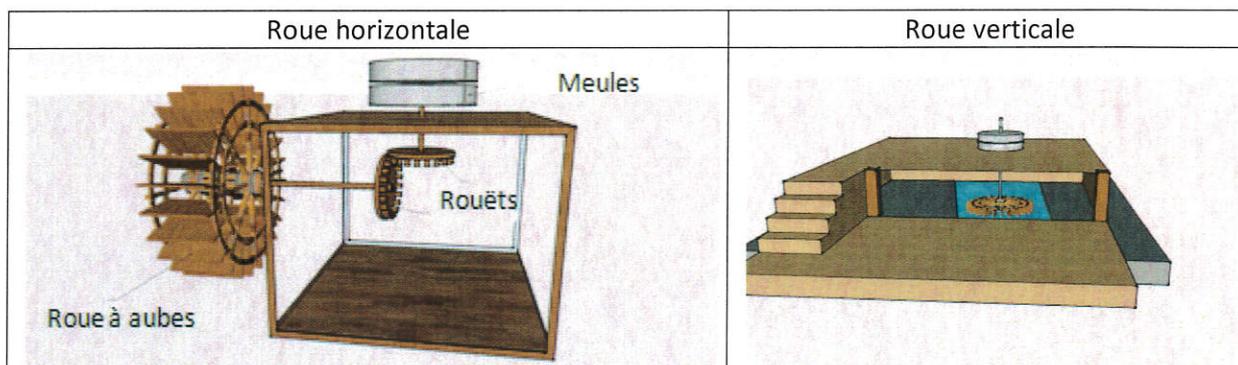
- 3<sup>ème</sup> étape : report des valeurs réelles dans « Sketchup » afin d’obtenir la modélisation.

## B2) Modélisation du système.

Dans un premier temps, nous avons recherché sur internet les différents systèmes possibles. Nous avons remarqué que le système est différent en fonction de son usage (papier, farine, scierie, foulage).

Etant donné les informations fournies par les documents d’archives, nous avons constaté que le moulin de la Folie était un moulin à farine.

Deux systèmes étaient alors possibles, nous avons modélisé les deux sous « Sketch’up » :



La roue à aube étant la pièce la plus délicate à réaliser, nous l’avons téléchargé depuis la banque d’images du logiciel.

Pour les rouets, nous avons dessiné un disque que nous avons mis en volume puis on a utilisé la fonction « dupliquer autour d’un axe » pour dupliquer les alluchons.

Pour les meules, nous avons dessiné un disque que nous avons mis en volume.

Une fois chaque élément représenté, nous les avons placés les uns par rapport aux autres.

### C) Modélisations finales

Fin Janvier, M.Locci nous a procuré un plan d'architecte datant de 1916, qu'il a retrouvé dans les archives de son association.

#### C1) Comparaison du plan avec la modélisation du bâtiment.

Ce document nous a permis de comparer les valeurs de notre modélisation avec celles du plan.

Parfois la lecture des valeurs du plan a été délicate car soit elle n'était pas lisible soit elle ne correspondait pas à nos repères. On s'est aussi rendu compte que les murs n'étaient pas forcément à 90°.

Méthode	Photos	Cadastre	Cote du plan	Ecart	%
Valeurs					
A		16,6 m	17,08 m	+0,48	≈ +2,89 %
B	6,5 m	12 m	12,67 m	+0,67	≈ +0,56 %
C	12 m	12,6 m	12,92 m	+0,32	≈ +2,54 %
D		3,3 m	2,53 m	-0,77	≈ -23,3 %
E		4 m	5,45 m	+1,45	≈ +36,25 %
F		8,6 m	9,85 m	+1,25	≈ +14,53 %
Hauteur	7 m		7,9 m	+0,9	≈ +11,39 %

#### Observation :

On peut remarquer que l'écart des valeurs D, E et F est trop important et fausse le résultat.

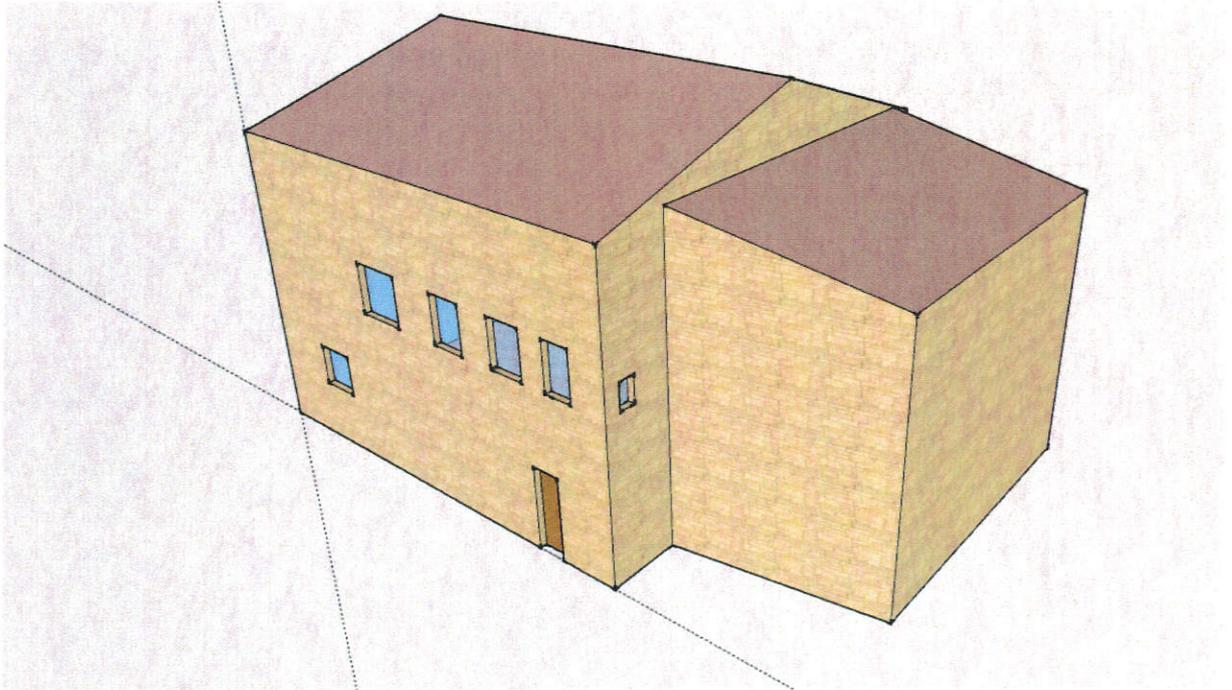
**Conclusion :** la trop grande incertitude concernant les petites valeurs constitue la limite de ces méthodes.

## C2) Comparaison du plan avec la modélisation du système hydraulique

En observant le plan, on a remarqué deux axes horizontaux situés au-dessus des bras du canal. On en a déduit qu'il s'agissait alors de deux roues verticales.

## C3) Résultat :

Voici le résultat final du bâtiment :



Depuis le logiciel (« Sketch'up ») nous avons réalisé aussi une modélisation dynamique. Ainsi avec l'outil scène, on a placé différents points de vue dans un ordre chronologique et le logiciel a ensuite traité les données pour simuler une visite. On a aussi utilisé des calques pour superposer différents plans.

Nous avons mis cette vidéo en ligne sur « Youtube ». Voici l'adresse : »

[https://youtu.be/EB5bk5C\\_vNw](https://youtu.be/EB5bk5C_vNw) ou <https://youtu.be/eYEPQUghQvo>

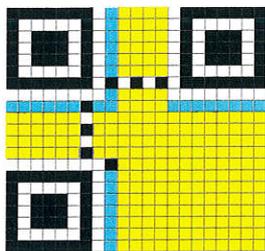
## II) Exploitation à l'aide des nouvelles technologies

### A) Le QR code

Le code QR (ou QR Code en anglais) est un code-barres constitué de modules noirs disposés dans un carré, le plus souvent à fond blanc. Le nom QR est l'acronyme de l'anglais « Quick Response », car son contenu de données peut être décodé rapidement.

Destiné à être lu par un lecteur de code QR, un téléphone mobile ou un smartphone, il a l'avantage de pouvoir stocker plus d'informations qu'un code à barres.

#### A1) Structure d'un QR code



Sur ce schéma :

- Données codées (y compris la zone d'erreur\*)
- Format d'informations

\* Le code QR a une zone de correction pour que les erreurs puissent être corrigées. Cette dernière varie entre 7% et 30% suivant le niveau de correction.

Source : <http://www.code-qr.net/>

#### A2) Génération d'un QR code

Pour avoir accès plus facilement à la modélisation dynamique que nous avons déposée sur le site « Youtube », nous avons décidé d'utiliser un QR code. Ainsi avec l'adresse du lien, n'importe quel smartphone équipé d'une application (QR code reader) pourra lire cette modélisation dynamique.

Pour réaliser un QR code, il existe différents sites qui génèrent automatiquement le QR code en fonction de l'adresse que vous lui donnez.

Voici le QR code que nous avons généré pour notre modélisation :

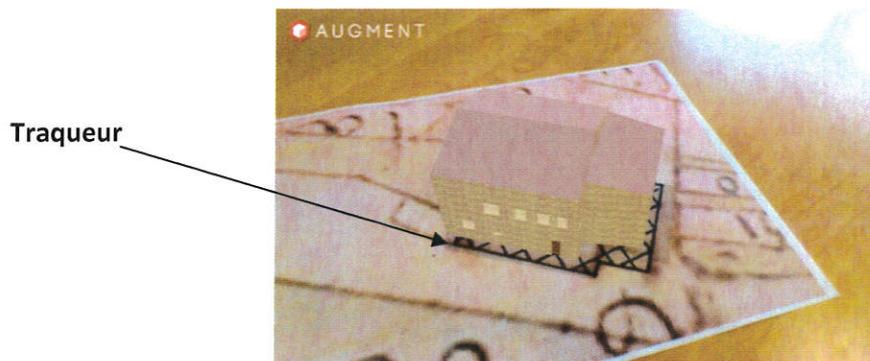


## B) La réalité augmentée

C'est le fait de superposer à la réalité des données virtuelles en 2D ou en 3D et ce, en temps réel.

### B1) Utilisation avec le logiciel « Augment »

**Pré-requis :** tout d'abord, il faut ouvrir un compte sur le site [www.augment.com/fr/](http://www.augment.com/fr/), puis se munir d'une tablette Android avec l'application « Augment ».



#### Mode d'emploi :

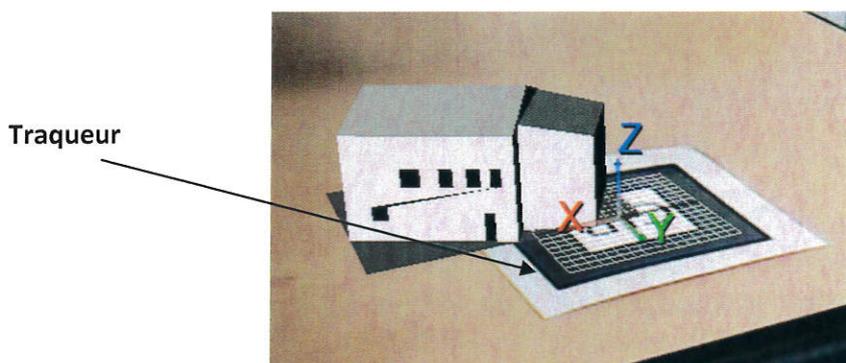
Pour arriver à ce résultat, il faut d'abord exporter le fichier « Sketch'up » au format 3D (KMZ), le compresser puis le charger sur le site « Augment » via un PC.

Une fois, le fichier chargé, prenez la tablette et ouvrez l'application « Augment ». Puis sélectionnez et placez le modèle sur le plan.

Pour faciliter le positionnement du modèle, on peut utiliser un traqueur.

### B2) Utilisation avec le logiciel « Build'ar »

**Pré-requis :** il faut se munir d'un PC avec une web-cam.



#### Mode d'emploi :

Pour arriver à ce résultat, il faut d'abord créer un traqueur avec le logiciel « Build'ar » et l'imprimer, puis exporter la modélisation au format (STL ou OBJ).

Sur le logiciel, on associe ensuite le fichier au marqueur et on règle la taille. Enfin on pointe la web-cam vers le traqueur et le modèle apparaît.

### B3) Comparaison des logiciels

Logiciel	Augment	Build'ar
Matériel	Tablette ou smartphone Android Application Augment	PC Web cam Logiciel "Build'ar"
Format accepté	Obj, stl, kmz	Ive, obj, stl
Utilisation	Sous licence	Libre
Réglage	Assez facile	Difficile
Qualité du résultat	Bonne	Moyenne

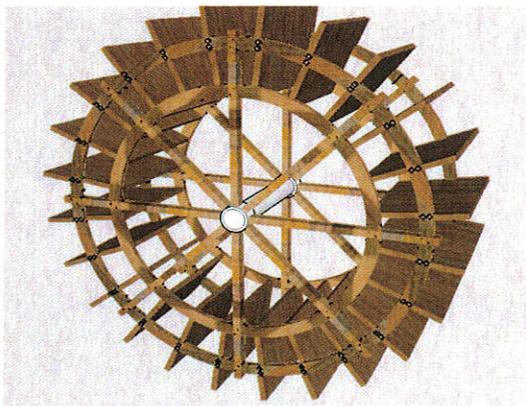
L'utilisation sous « Augment » requiert l'ouverture d'un compte sous licence. Elle peut demander aussi l'équipement d'un matériel assez coûteux. Sa prise en main est assez intuitive et le résultat d'assez bonne qualité.

Bien que peu coûteux et libre, le logiciel présente parfois quelques difficultés de réglage. Mais son résultat reste correct.

### C) L'impression 3D

Depuis la modélisation, nous avons tenté d'imprimer les pièces afin de réaliser une maquette du système. Si l'impression des meules n'a posé aucun problème, l'impression de la roue n'a pas été possible sans retouche.

Lorsqu'on a exporté le fichier, le logiciel d'impression nous a signalé de nombreuses erreurs qu'il a fallu rectifier. Nous avons donc du redessiner le moyeu sous « Sketch'up ».



*en blanc, la partie modifiée sous Sketch'up*



*roue à aubes sortant de l'impression 3D*

## Conclusion :

Sans un travail d'équipe, et sans l'aide de l'ASPPIV, nous n'aurions jamais abouti à ce résultat.

Le travail de modélisation a été le plus difficile car il faut maîtriser les échelles, la proportionnalité, savoir utiliser le logiciel de modélisation et faire preuve de patience...

L'utilisation des nouvelles technologies a été assez facile et très ludique notamment les QR codes.

Ce projet nous a permis aussi d'appréhender ce qu'était notre quartier à une autre époque et de comprendre le fonctionnement d'un moulin utilisant l'eau comme source d'énergie.

En fin d'année, il est prévu de visiter une meunerie industrielle (la minoterie Giraud du Thor) et le moulin à papier de Fontaines de Vaucluse. Cela nous permettra de comparer les méthodes utilisées et de découvrir les métiers en lien avec cette activité.

A terme, nous aimerions poser une plaque sur le moulin avec notre QR code. Ainsi notre travail pourra être lu par n'importe quelle personne ayant un smartphone. Etant donné la mixité culturelle de notre équipe nous souhaiterions réaliser la voix off en plusieurs langues (Allemand, Italien, Arabe, Espagnol, Anglais).

Nous allons contacter prochainement la mairie afin d'obtenir une autorisation.

