

# ARCHE

BANCS D'ESSAI

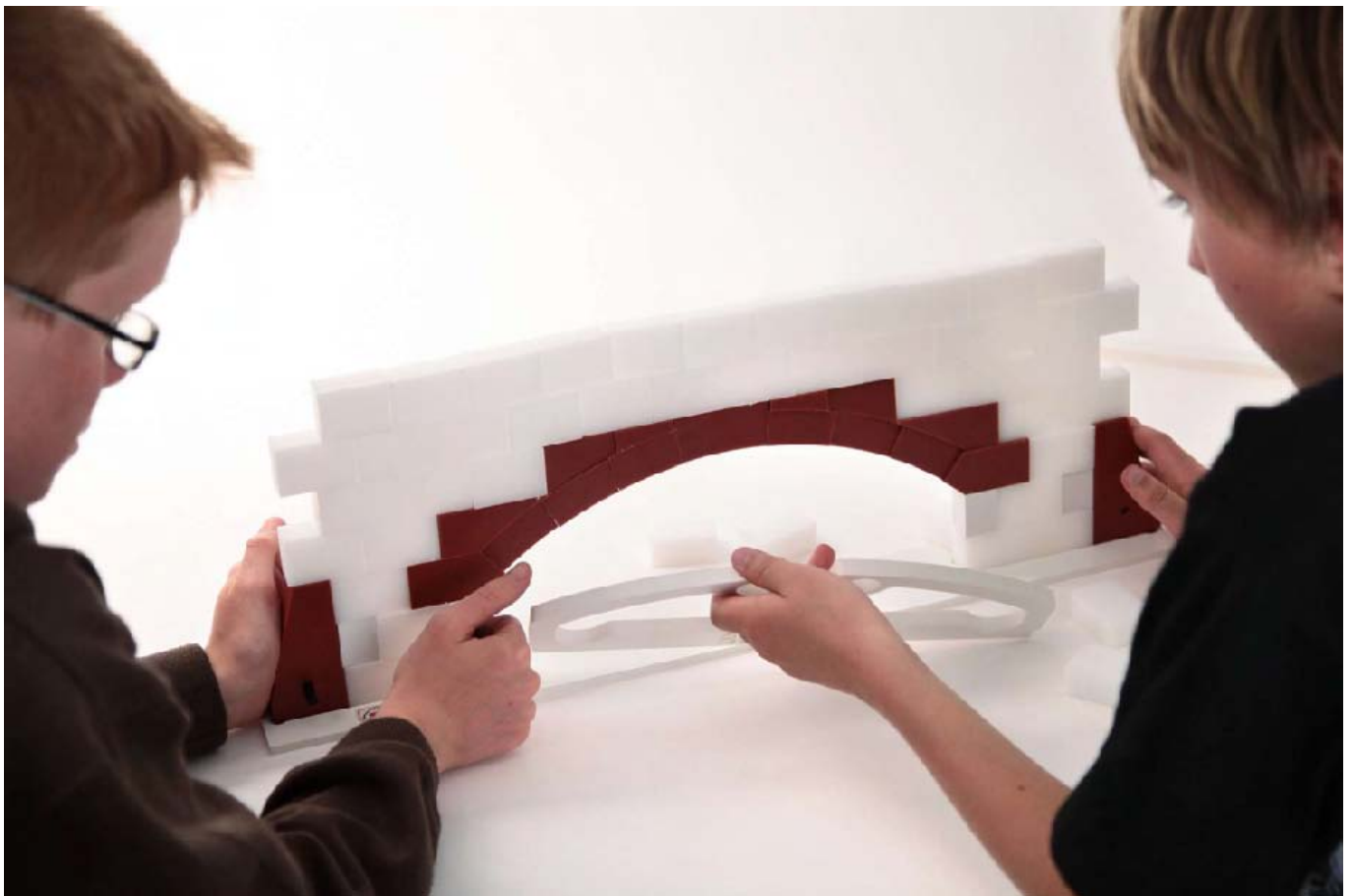


**ARC  
DE PLEIN  
CINTRE**

**ARC  
SURBAISSE**



**Essais  
sur la construction d'ouvertures  
en forme d'arc**





**Edité par la Sté A4**

5 avenue de l'Atlantique - 91940 Les Ulis  
Tél. : 01 64 86 41 00 - Fax. : 01 64 46 31 19  
[www.a4.fr](http://www.a4.fr)

## SOMMAIRE

<b>Présentation du banc d'essai Arc plein cintre</b>	<b>02 à 04</b>
<b>Présentation du banc d'essai Arc surbaissé</b>	<b>06 à 08</b>
<b>PISTES D'ACTIVITES</b>	<b>10 à 27</b>
<b>Présentation</b>	<b>10 et 11</b>
<b>Activité 1 - Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?</b>	<b>12 à 15</b>
Document professeur	12
Fiche élève	13
Production attendue des élèves (trace écrite dans le cahier ou classeur élève)	14
Document ressource	15
<b>Activité 2 – Comment construire une ouverture solide dans une construction ?</b>	<b>16 à 19</b>
Document professeur	16
Fiche élève	17
Production attendue des élèves (trace écrite dans le cahier ou classeur élève)	18
Document ressource	19
<b>Activité 3a - Comment réaliser une ouverture en arc (plein cintre) ?</b>	<b>20 à 23</b>
Document professeur	20
Fiche élève	21
Production attendue des élèves (trace écrite dans le cahier ou classeur élève)	22
Document ressource	23
<b>Activité 3b - Comment réaliser une ouverture en arc (surbaissé) ?</b>	<b>24 à 27</b>
Document professeur	24
Fiche élève	25
Production attendue des élèves (trace écrite dans le cahier ou classeur élève)	26
Document ressource	27

## CONTENU DU CDROM

Le CDROM de ce dossier est disponible au catalogue de la Sté A4 (réf "CD-ARSU").

### Il contient :

- Le dossier en versions FreeHand, Illustrator et PDF.
- Des photos du produit, des images de synthèse, des perspectives au format DXF.
- **La modélisation 3D complète** du produit dans ses différentes versions avec des fichiers 3D aux formats SolidWorks, Parasolid et eDrawings.

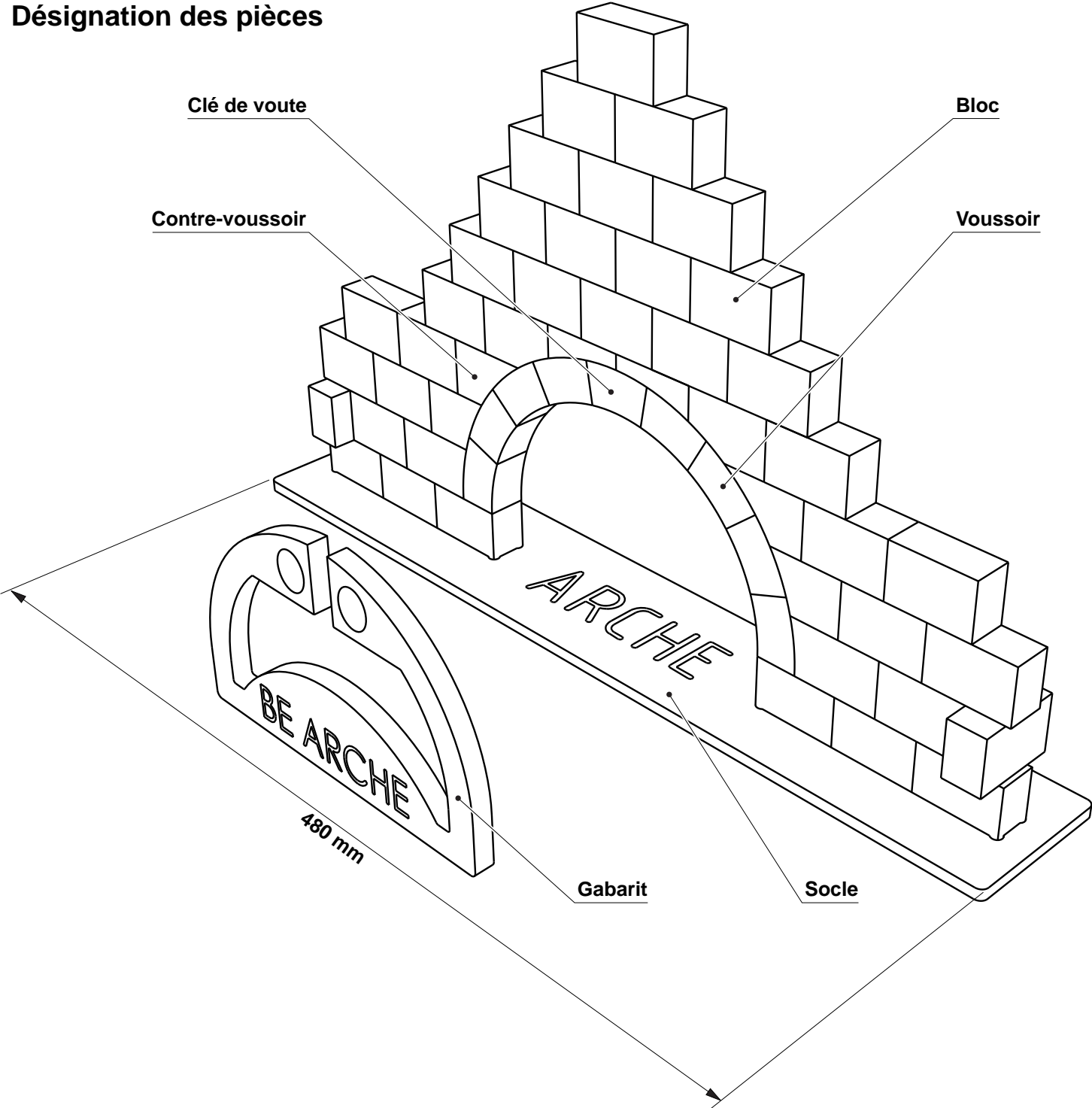
### **Ce dossier et le cdérom sont duplicables pour les élèves, en usage interne au collège\***

\*La duplication de ce dossier est autorisée sans limite de quantité au sein des établissements scolaires, à seules fins pédagogiques, à la condition que soit cité le nom de l'éditeur : Sté A4.

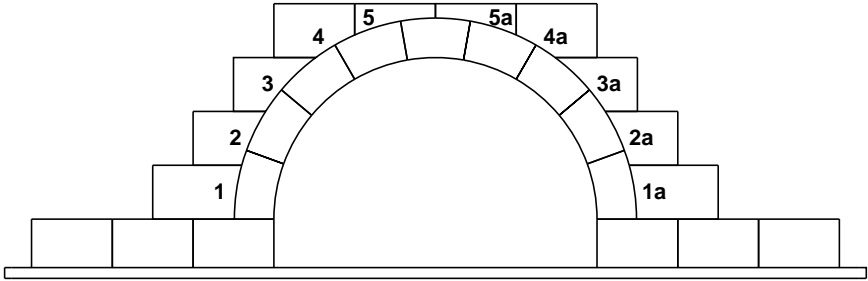
La copie ou la diffusion par quelque moyen que ce soit en dehors d'un usage interne à l'établissement de tout ou partie du dossier ou du CDROM ne sont pas autorisées sans l'accord de la Sté A4 .

# Présentation du banc d'essai Arc plein cintre (Réf. BE-ARCH1)

## Désignation des pièces



## Dessin de positionnement des contre-voussoirs\*

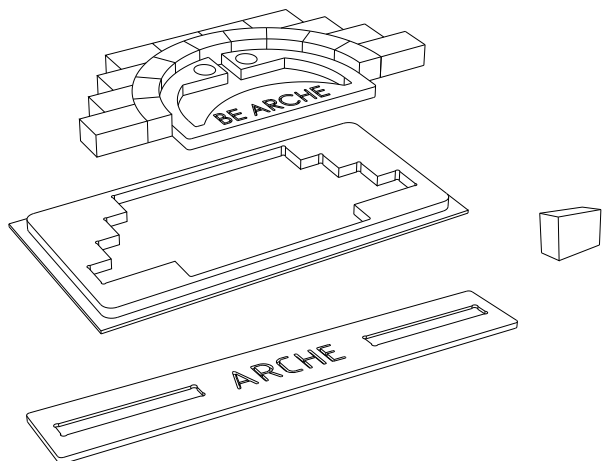


\* En cas de perte ou de casse, le jeu complet de voussoirs et contre-voussoirs est disponible : réf. BE-ARCH1-VOUS

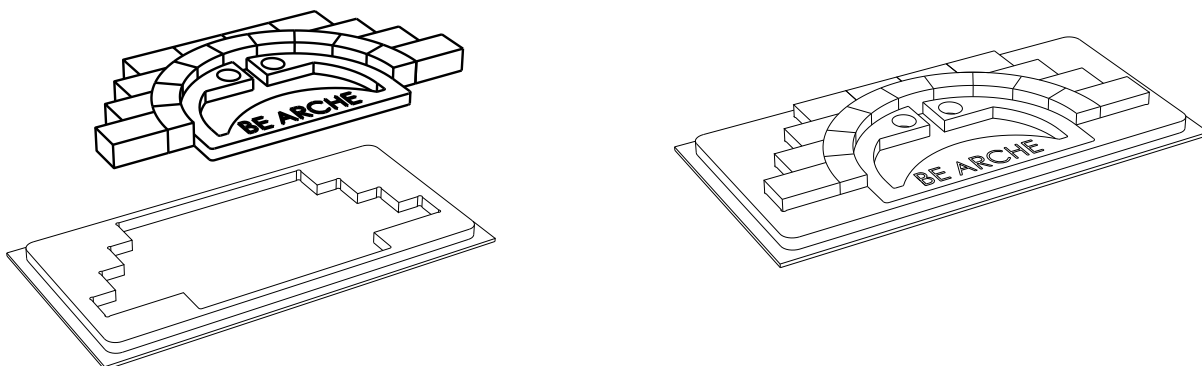
## Nomenclature du banc d'essai Arc plein cintre

Une plaque de rangement 360 x 185 x 10 en PVC expansé comprenant :

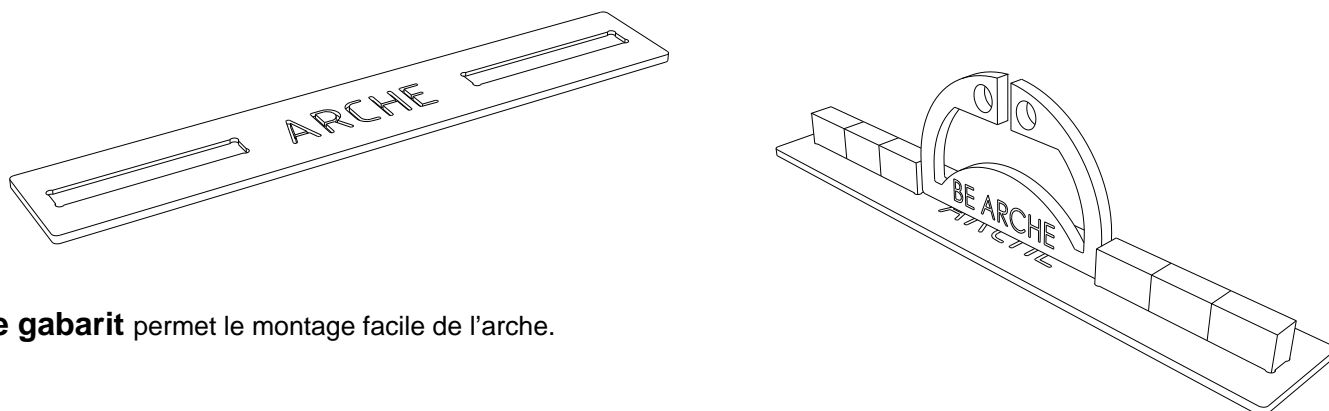
- 7 voussoirs en polyéthylène (couleur brique) ;
  - 10 contre-voussoirs en polyéthylène (couleur brique) ;
  - Un gabarit 180 x 115 x 10 en PVC expansé.
- Un socle 480 x 80 x 6 en PVC expansé ;
- Un sac de 36 blocs 45 x 30 x 20 en polyéthylène (couleur blanche).



**La plaque de rangement du banc d'essai** permet de contrôler rapidement si le banc d'essai est complet.



**Le socle** avec rainure de fondation, permet d'aligner et bloquer les blocs du premier rang.

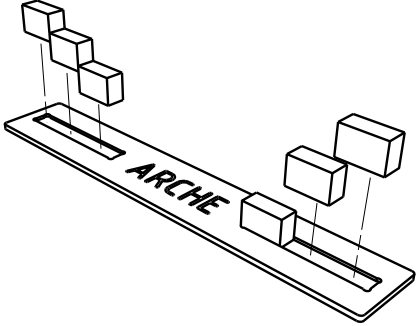
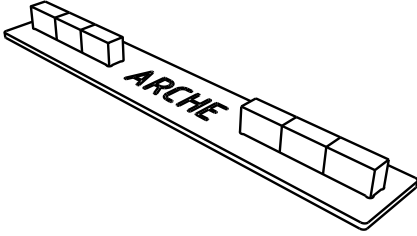
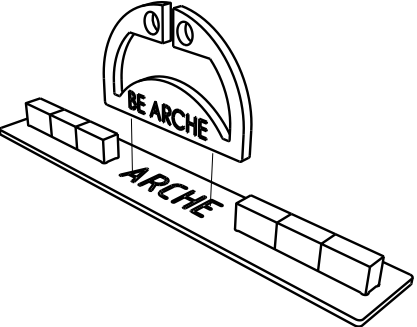
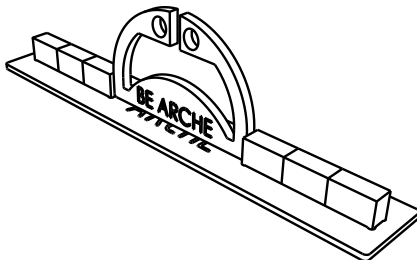
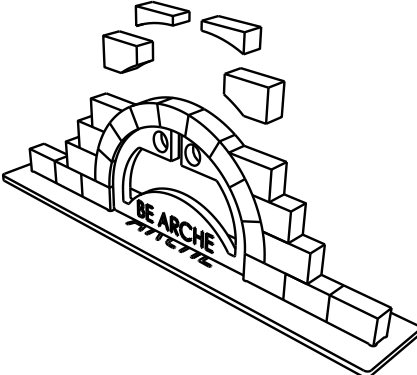
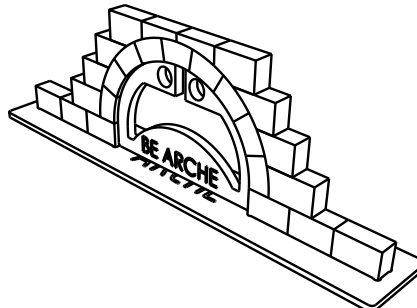
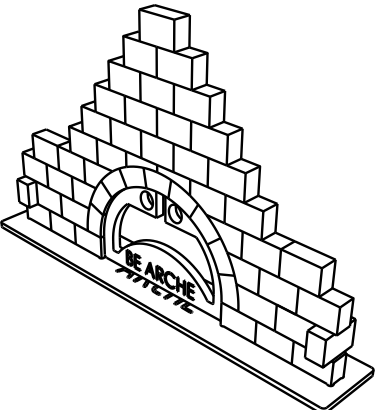
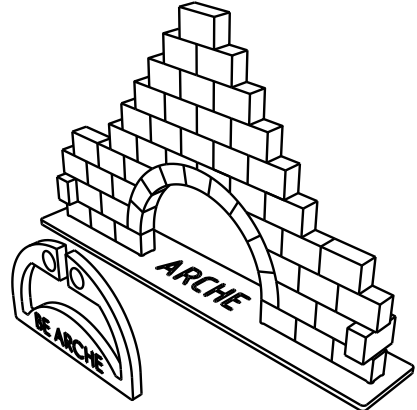


**Le gabarit** permet le montage facile de l'arche.

**Les 17 pièces** de la voûte ainsi que les **36 blocs** sont en polyéthylène : c'est un matériau rigide et léger, agréable au toucher dont les arêtes ne coupent pas. De qualité alimentaire il est utilisé notamment pour la réalisation d'accessoires de cuisine (planches de découpe, plans de travail, etc.).



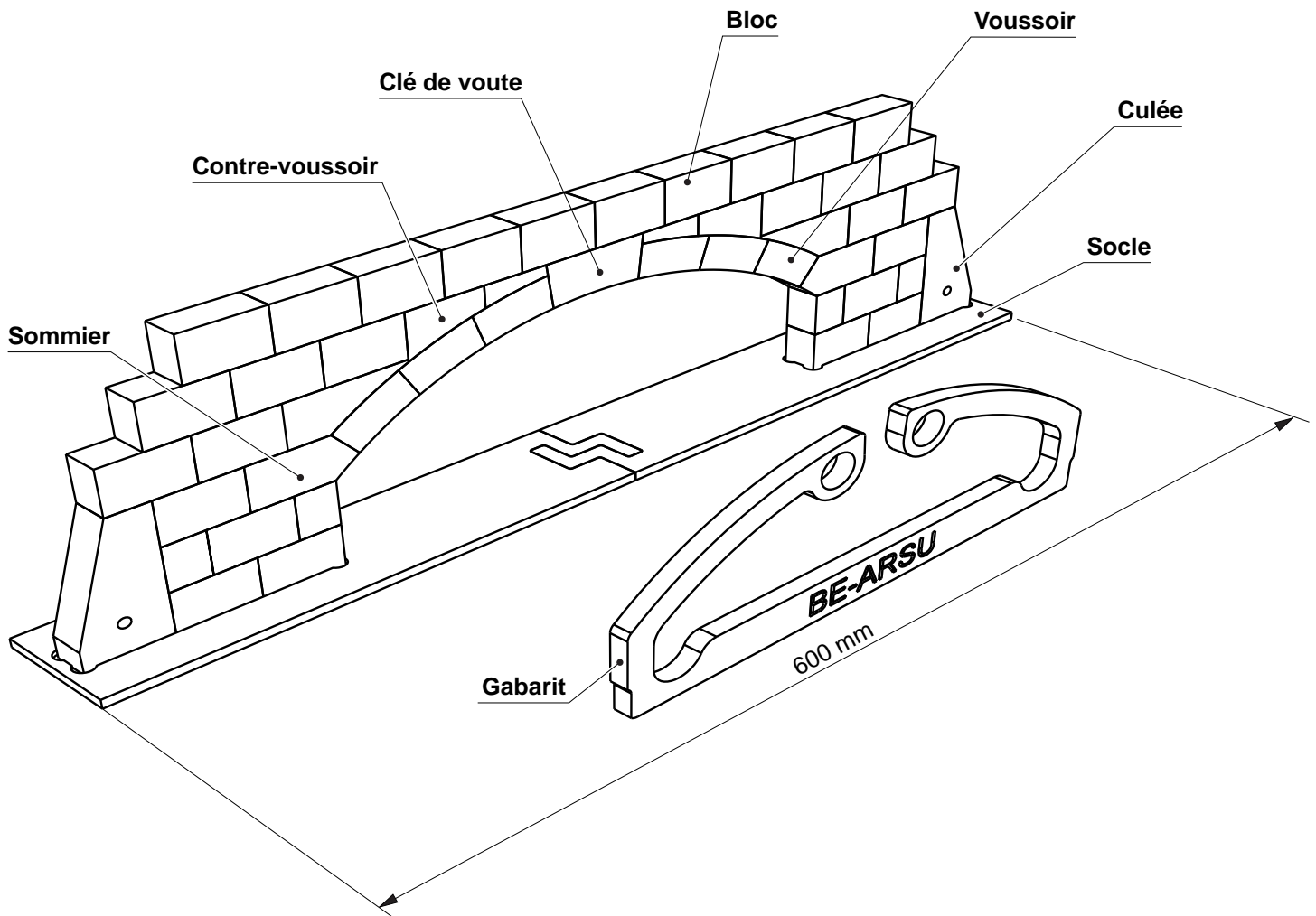
# Fiche de montage de l'arche en arc plein cintre sur le socle

Etape 1	Etape 2
 Diagram showing the initial assembly of the arch base. A long rectangular base labeled 'ARCHE' has several rectangular blocks being placed on top of it. Some blocks are already in place, while others are being positioned.	 Diagram showing the base assembly complete. The long rectangular base labeled 'ARCHE' is now fully covered with a row of rectangular blocks.
Etape 3	Etape 4
 Diagram showing the arch frame being assembled. A semi-circular arch frame labeled 'BE ARCHE' is being placed on top of the base. The base is now labeled 'ARCHE'.	 Diagram showing the arch frame labeled 'BE ARCHE' fully placed on top of the base. The base is labeled 'ARCHE'.
Etape 5	Etape 6
 Diagram showing the brickwork being built up. Several rectangular blocks are being placed on top of the arch frame. The arch frame is labeled 'BE ARCHE'.	 Diagram showing the brickwork being built up. The arch frame is now completely covered with a layer of rectangular blocks. The arch frame is labeled 'BE ARCHE'.
Etape 7	Etape 8
 Diagram showing the final brickwork being built up. The arch frame is now completely covered with a thick layer of rectangular blocks. The arch frame is labeled 'BE ARCHE'.	 Diagram showing the final arch. The arch frame is now completely covered with a thick layer of rectangular blocks. The arch frame is labeled 'BE ARCHE'.

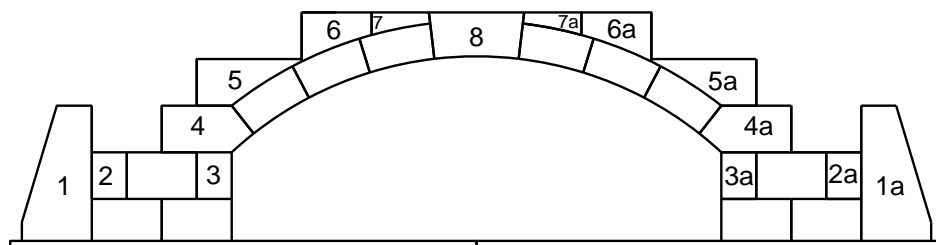


# Présentation du banc d'essai Arc surbaissé (Réf. BE-ARSU)

## Désignation des pièces



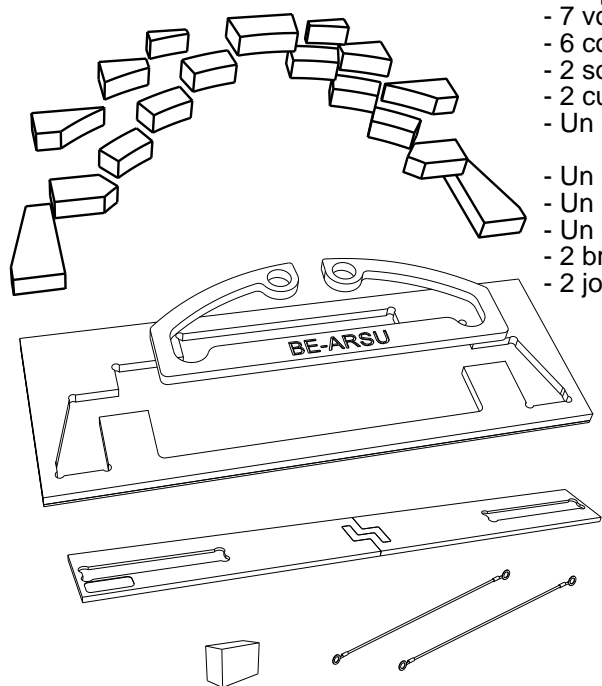
## Dessin de positionnement des culées, demi-blocs, sommiers, contre-voussoirs et clé de voûte



\* En cas de perte ou de casse, le jeu complet des 17 pièces (couleur brique) est disponible au détail (réf. BE-ARSU-VOUS).



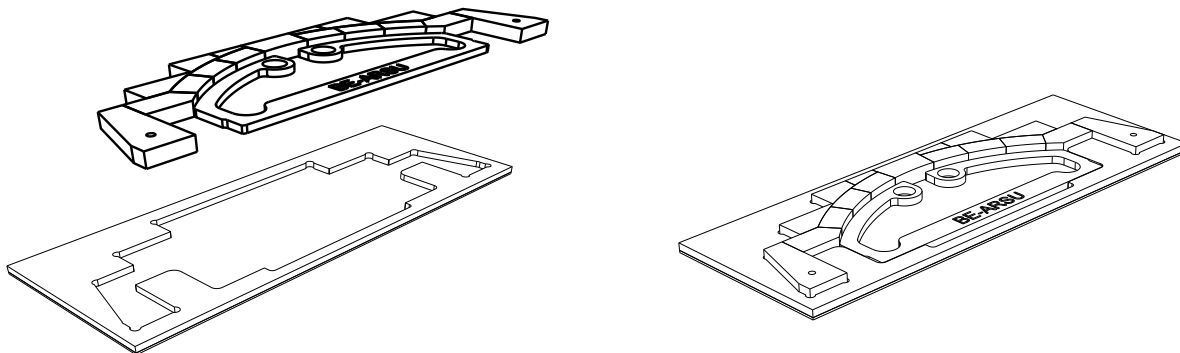
## Nomenclature du banc d'essai Arc surbaissé



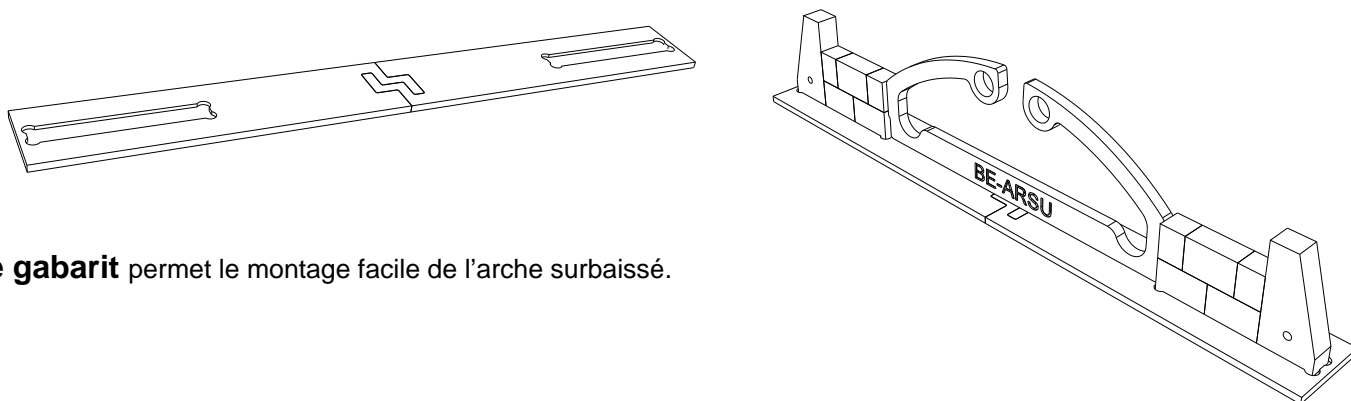
- Une plaque de rangement 515 x 190 x 10 en PVC expansé comprenant :
  - 7 voussoirs en polyéthylène (couleur brique) ;
  - 6 contre-voussoirs en polyéthylène (couleur brique) ;
  - 2 sommiers en polyéthylène (couleur brique) ;
  - 2 culées en polyéthylène (couleur brique) ;
  - Un gabarit 345 x 120 x 10 en PVC expansé.
- Un socle 600 x 70 x 50 en PVC expansé ;
- Un sac de 36 blocs 45 x 30 x 20 en polyéthylène (couleur blanche).
- Un sachet de 4 demi-blocs 30 x 22,5 x 20 en PVC rigide ;
- 2 brides élastiques ;
- 2 joncs PVC (Diamètre : 6 - longueur : 50)



**La plaque de rangement** permet de contrôler rapidement si le banc d'essai est complet.



**Le socle** avec rainure de fondation, pour aligner et bloquer les blocs du premier rang.



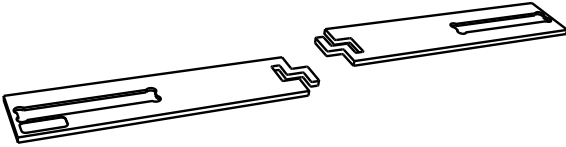
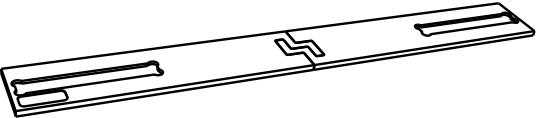
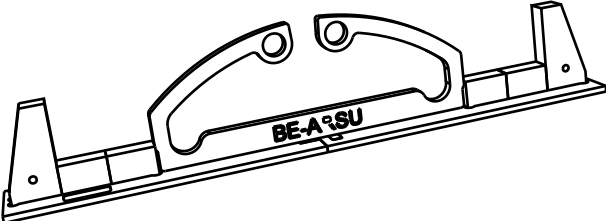
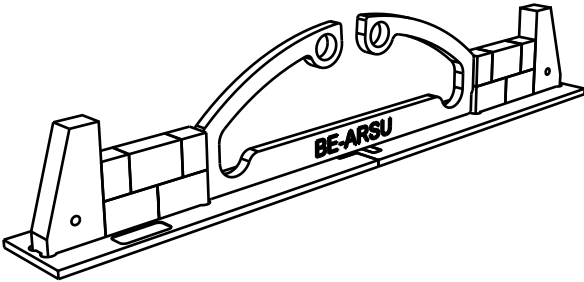
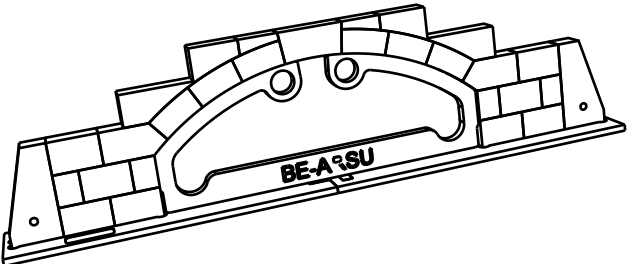
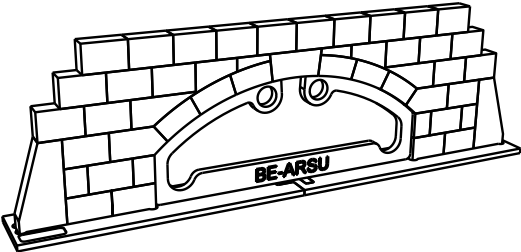
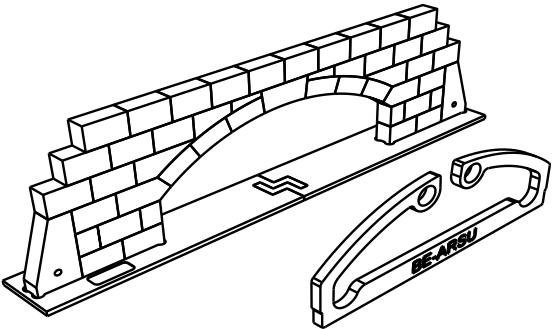
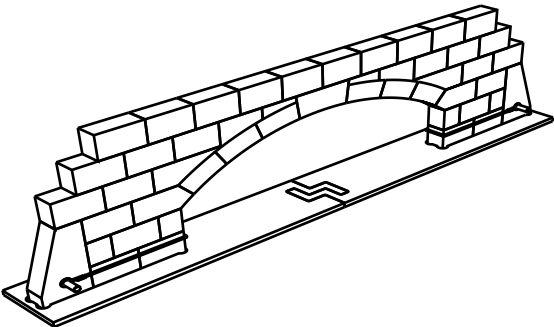
**Le gabarit** permet le montage facile de l'arche surbaissé.

**Les 17 pièces** de la voûte ainsi que les **36 blocs** sont en polyéthylène : c'est un matériau rigide et léger, agréable au toucher dont les arêtes ne coupent pas. De qualité alimentaire il est utilisé notamment pour la réalisation d'accessoires de cuisine (planches de découpe, plans de travail, etc.).

**Les blocs** en polyéthylène permettent de stabiliser l'arche surbaissé par un mur de part et d'autre. Ils permettent également des investigations sur la méthode de construction d'un mur stable.



# Fiche de montage de l'arche en arc surbaissé sur le socle

Etape 1	Etape 2
	
Etape 3	Etape 4
	
Etape 5	Etape 6
	
Etape 7	Etape 8
	



# Présentation pédagogique

## L'intérêt pédagogique

Les deux bancs d'essai "Arc plein cintre" et "Arc surbaissé" permettent de faire chercher aux élèves des solutions techniques dans le domaine de l'habitat et des ouvrages en classe de 5<sup>e</sup>.

Ces deux supports sont par défaut indépendants. Cependant si vous disposez des deux bancs vous pouvez les utiliser successivement ou conjointement en classe.

Les deux bancs d'essai amènent les élèves à réfléchir sur le principe de construction d'une ouverture en arc. Le banc d'essai "Arc surbaissé" permet de rajouter le principe du chaînage.

Ils permettent de mener des **investigations** autour de la solidité d'un mur et d'une arche réalisés par empilement de blocs (structure par empilement ou à murs continus, maçonnerie).

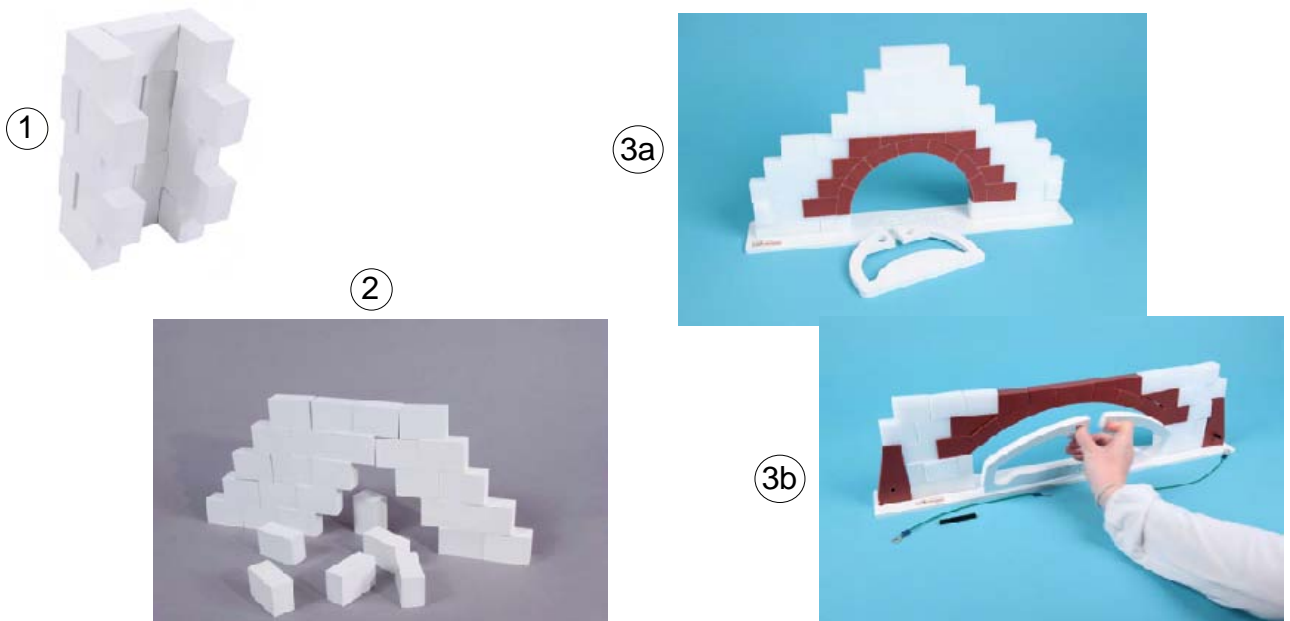
Les élèves après montage des bancs d'essai font des expériences et observent que :

- les efforts sont transmis latéralement ;
- la stabilité et solidité d'une construction dépend du poids ou de la résistance latérale des murs et structures latérales.

Ces supports pédagogiques permettent de travailler autour de trois situations-problèmes.

- ① Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?
- ② Comment réaliser une ouverture solide dans une construction ?
- ③ Comment réaliser une ouverture en forme d'arc ?

L'ensemble pouvant être traité sous la forme d'un centre d'intérêts : " **La solidité des constructions** ".



Une investigation progressive

Ces situations problèmes vont permettre de travailler sur les connaissances " **solutions techniques** " et " **fonctions** " du programme de technologie de 5e et de mettre en œuvre les capacités suivantes de l'approche " Analyse et conception de l'objet technique " :

- Modifier tout ou partie d'une structure ou d'un assemblage pour satisfaire une fonction de service donnée ;
- Identifier la solution technique retenue pour réaliser une fonction de service ;
- Comparer, sur différents objets techniques, les solutions techniques retenues pour répondre à une même fonction de service.

Ces recherches pourront être prolongées à travers les approches " **Matériaux utilisés** " et " **Evolution de l'objet technique** " et s'inscrire en continuité dans le centre d'intérêts : " **La solidité des constructions** ".

## Les points forts des deux bancs d'essai

### Leur simplicité

Un nombre limité de blocs permet des manipulations faciles sans perte excessive de temps.

### Leur côté pratique

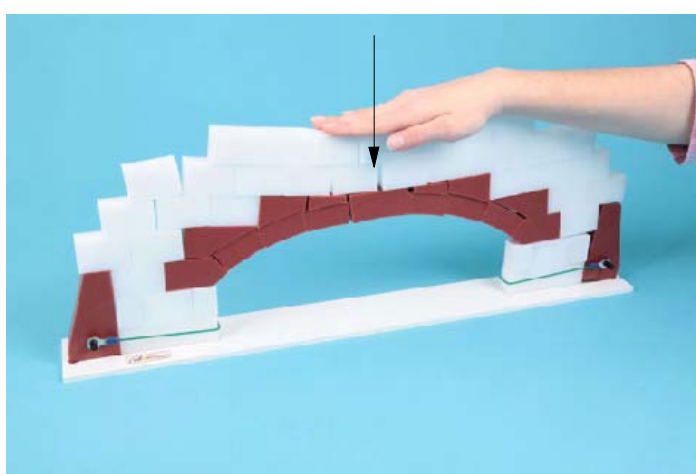
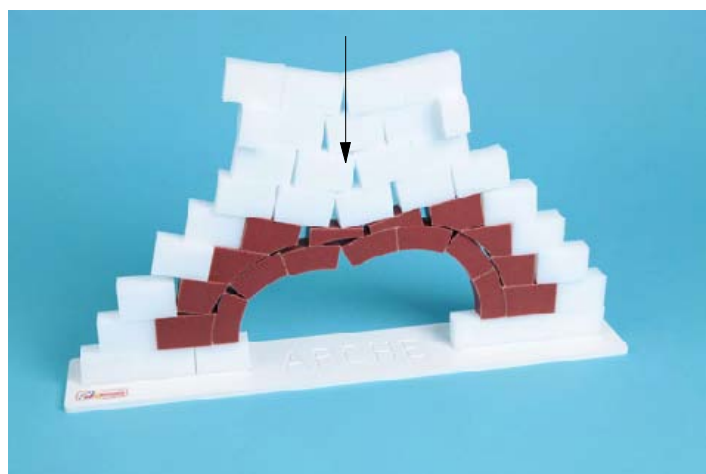
Les pièces sont suffisamment larges (20 mm) pour un empilement stable.

Les pièces de la voûte sont rangées sur un support qui permet au professeur de contrôler rapidement si le banc d'essai est complet.

### Leur similitude avec le réel

Les 17 pièces fournies dans chaque banc d'essai ainsi que le gabarit de montage permettent un comportement du banc d'essai semblable à la réalité.

Dans le banc d'essai " Arc surbaissé " les deux joncs et les deux brides élastiques permettent de montrer un principe technique de chaînage pour solidifier une construction.



Expérimentations en classe

## L'utilisation en classe

Ces deux bancs d'essai sont par défaut des supports pédagogiques indépendants. Cependant si vous disposez des deux vous pouvez les utiliser successivement ou conjointement en classe.

Les deux bancs d'essai permettent de chercher et expliciter la solution technique permettant d'obtenir une arche solide :

- le banc d'essai " **Arc plein cintre** " permet en particulier de travailler à partir de la contrainte " supporter de lourdes charges ".
- le banc d'essai " **Arc surbaissé** " permet en particulier de travailler à partir de la contrainte " augmenter la portée " et de voir le principe du chaînage.

Les activités menées pourront également être complétées par l'utilisation des autres bancs d'essai :

- Typologie des ponts (Réf. BE-PONA) ;
- Poutre armée (Réf. BE-POUT) ;
- Chaînage (Réf. BE-CHAIN) ;
- Blocs béton - Parpaings (Réf. BE-PARP) ;
- Ossature treillis (Réf. BE-PTRA) ;
- Bungalow de vacances (Réf. K-BUNGA-01).

# Activité 1 - Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?

## 1. Remarques générales

### Matériel nécessaire :

36 blocs blancs en polyéthylène (manipulation 1).

Pour la manipulation spécifique au collage il est nécessaire de disposer de blocs béton (Réf. : BE-PARP ou BE-PARP-PARPAING) et du mortier au sable et de petites spatules (Réf. COL-BRIK-1K2) (manipulation 2).

Deux manipulations et investigations sont proposées pour répondre à la problématique suivante :

“ **Comment construire des murs solides par empilements de blocs ?** ”

### Remarque

Cette problématique est liée aux fonctions et contraintes suivantes des constructions :

- Fonction de service : les constructions permettent de protéger les êtres humains des intempéries ;
- Contrainte : les murs doivent soutenir des charges lourdes (planchers, toits, etc.) et participer à la solidité d'ensemble d'une habitation ou d'un ouvrage d'art (pont, tunnel, etc.).

## 2. Les manipulations et investigations proposées

A partir de la problématique suivante “ **Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?** ”, les élèves formulent des hypothèses comme par exemple : “ pour construire un mur solide il faut poser des gros blocs (parpaings par exemple) les uns sur les autres ”.

### Manipulation - expérimentation 1

La 1ère manipulation vise à construire deux types de murs par empilements de blocs, puis à tester la solidité des murs (avec une règle par exemple).

### L'acquisition et la structuration des connaissances :

Les élèves dessinent les deux murs construits ou collent les vignettes proposées (voir document ressource) et les légendent. Ils notent avec le professeur les conclusions relatives à la manipulation et les connaissances essentielles à retenir.

Il faut bien distinguer avec les élèves les principes techniques : l'empilement simple et l'empilement avec entrecroisement des blocs.

### Manipulation - expérimentation 2

La construction d'un mur à l'aide d'un liant.

### Remarque

Cette manipulation nécessite des ramequins et du “mortier au sable\*” (réf. COL-BRIQ-1K2). Ces éléments ne sont pas fournis dans les banc d'essai ARCS mais dans la maquette en parpaings. Préparation du mortier : *1 dose d'eau pour 7 doses de mortiers.*

*\*Nota : le “mortier au sable” proposé se redilue dans l'eau pour recycler les blocs.*

### L'acquisition et la structuration des connaissances

Les élèves dessinent ou collent leur construction (voir document ressource). Ils notent avec le professeur les conclusions relatives à la manipulation.

### La mobilisation des connaissances

Il est possible de prolonger l'activité en proposant aux élèves de faire des recherches sur Internet sur l'origine des bâtiments et ouvrages ayant des ouvertures en forme d'arc à partir des sites Web suivants :

Les arts et métiers : [www.arts-et-metiers.fr](http://www.arts-et-metiers.fr)

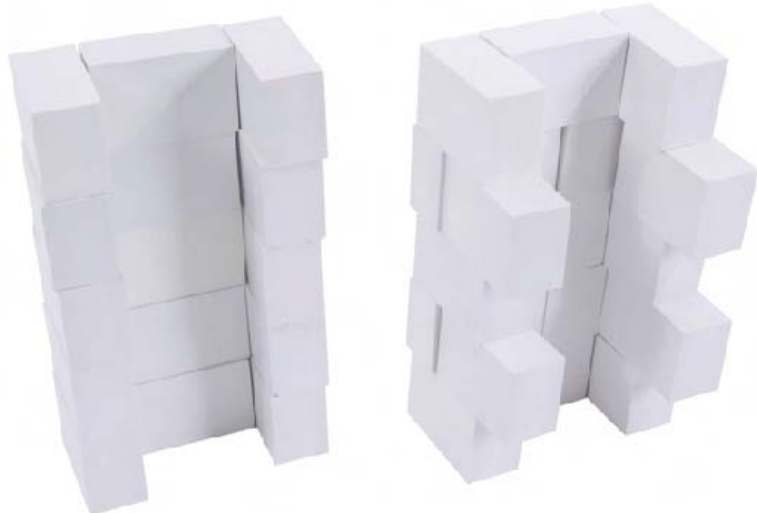
Site d'architecture : [fr.structurae.de](http://fr.structurae.de)

## Activité 1 - Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?

### Manipulation - Expérimentation 1 - Construire un mur solide

#### Travail à faire :

Conformément aux deux photos ci-dessous, construire chaque type de murs à l'aide de blocs et en tester la solidité en poussant dessus avec un objet (une règle par exemple).



#### Dans le cahier ou le classeur

Décrire la manipulation réalisée.

Coller et légenter les vignettes fournies par votre professeur.

Faites un compte-rendu de cette manipulation.

Enoncer un principe technique pour construire des murs solides à partir de blocs empilés.

### Manipulation - Expérimentation 2 - Augmenter la solidité d'un mur

#### Travail à faire :

Monter un mur avec des blocs entrecroisés et collés au mortier au sable (ou colle papier peint).

Après séchage tester la résistance du mur.

#### Nota :

*Recette avec le mortier au sable : 7 volumes de mortier pour un volume d'eau.*

*Une fois sec ce mortier se redilue dans l'eau, cela permet de récupérer les blocs et aussi d'éviter d'abîmer ses vêtements (les traces partent au premier lavage).*



**Pour récupérer les blocs, immerger les constructions dans une bassine d'eau chaude pendant environ 20 minutes.**



#### Dans le cahier ou le classeur

Collez la photo du mur monté/collé et expliquez votre manipulation.

Faites un compte-rendu de cette manipulation.

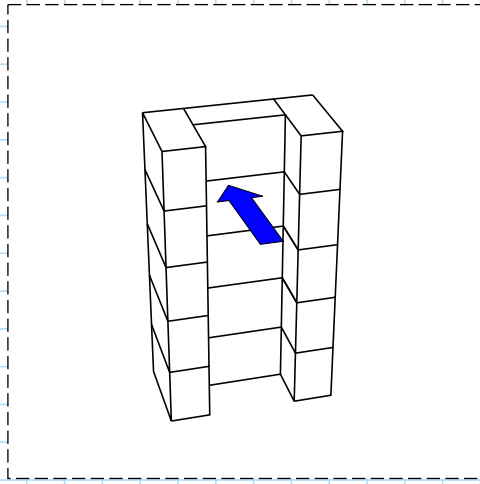
Quelle conclusion générale peut-on tirer des manipulations 1 et 2 ?

## Activité 1 - Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?

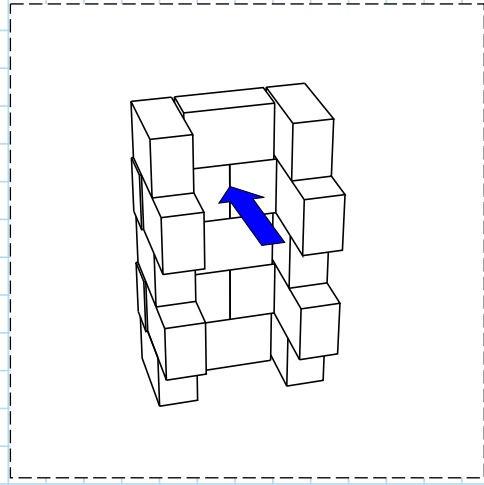
### Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?

#### Manipulation - expérimentation 1- Construire un mur solide

J'ai monté puis testé la solidité de deux types de murs en poussant avec un objet (règle).



Empilement simple des blocs.



Empilement avec entrecroisement des blocs.

#### Compte-rendu

- Lorsque je pousse sur le mur constitué de blocs empilés, il n'est pas très solide. Il n'a pas de cohésion.
- Lorsque je pousse sur le mur constitué de blocs empilés et entrecroisés, il est plus solide.

Les blocs entrecroisés se tiennent entre eux (ils sont imbriqués).

#### Conclusion

Pour construire un mur solide on peut appliquer le principe technique suivant : entrecroiser les blocs (briques, parpaings, etc.).

#### Manipulation - expérimentation 2 - Augmenter la solidité d'un mur

##### Compte-rendu

J'ai assemblé les blocs avec de la colle.

On constate que le mur est plus solide lorsque que les blocs (briques, parpaings, etc.) sont liés entre eux par une colle.



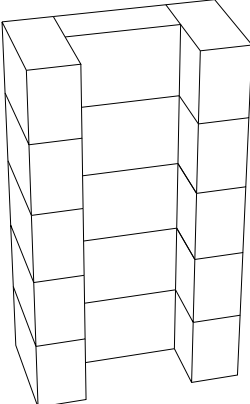
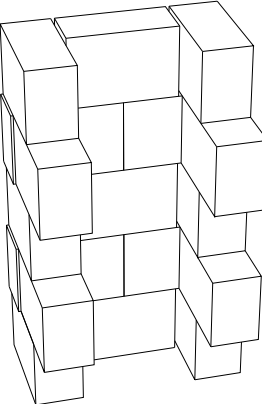

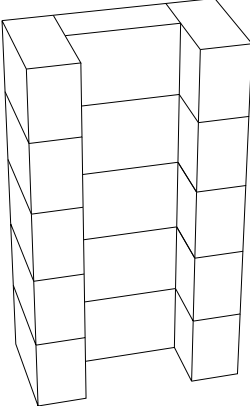
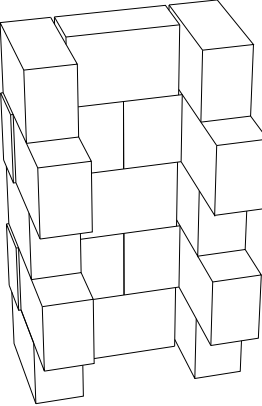

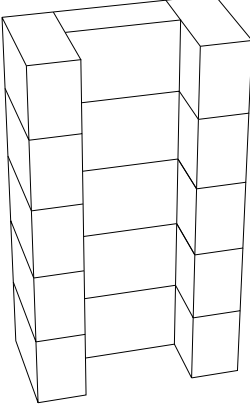
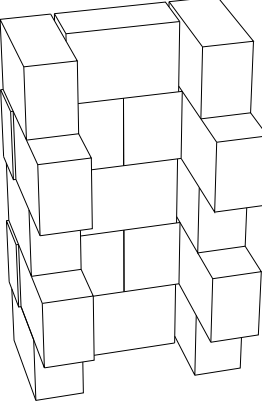

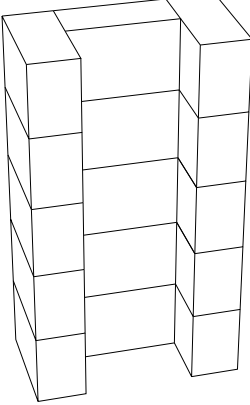
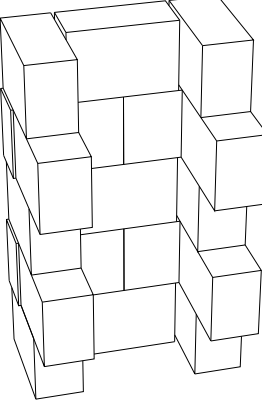

#### Conclusion générale

Pour qu'un mur soit plus solide, il faut entrecroiser et coller les blocs.



# Activité 1 - Comment construire des murs solides par empilement de blocs ?

Vignettes - Dessins et/ou photos à découper (pour 4 élèves).

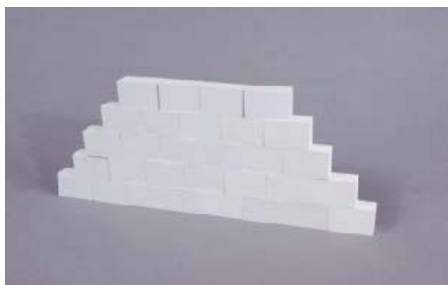
## Activité 2 - Comment construire une ouverture solide dans une construction ?

### Matériel nécessaire :

36 blocs blancs en polyéthylène pour chaque groupe d'élèves.

### Manipulation - expérimentation

Faire construire un mur de 5 rangs de haut et de 8 blocs pour la base (voir ci-dessous photos exemple).



Demander aux élèves de réaliser une ouverture (forme libre) dans ce mur.



Synthèse des manipulations : on arrive à réaliser une ouverture en enlevant des blocs mais on fragilise le mur et si on dépasse 3 blocs de largeur d'ouverture, le mur s'effondre. Les élèves font des propositions pour renforcer la solidité de l'ouverture.

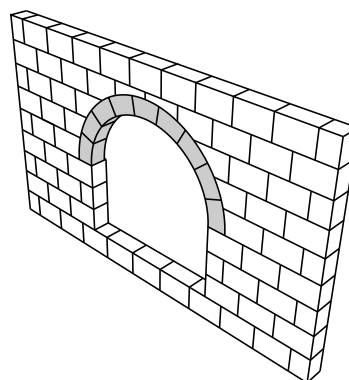
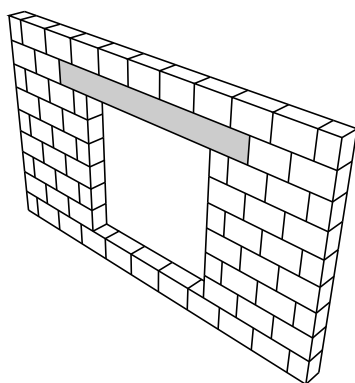
### Conclusion

Si on enlève des blocs des murs d'une construction, on la fragilise.

Plus on enlève de blocs, plus la construction est fragilisée jusqu'à s'effondrer.

Pour réaliser une ouverture sans trop fragiliser une construction, on ne peut se contenter d'enlever des blocs ; il faut utiliser une solution technique de consolidation des ouvertures : le linteau ou l'arc.

On peut faire observer et commenter (dessins, photos, environnement proche, etc.) la solution "linteau" et la solution "arc".



### L'acquisition et la structuration des connaissances :

Les élèves dessinent les deux murs construits ou collent les vignettes proposées (voir document ressource) et les légendent. Ils notent avec le professeur les conclusions relatives à la manipulation et les connaissances essentielles à retenir.

Cette manipulation et la conclusion qu'on en tire introduisent les activités 3a et/ou 3b qui portent sur les ouvertures en forme d'arc (plein cintre et surbaissé).

## Activité 2 - Comment réaliser une ouverture solide dans une construction ?

### Manipulation - expérimentation- Construire une ouverture solide

Construire un mur par empilement de blocs entrecroisés.

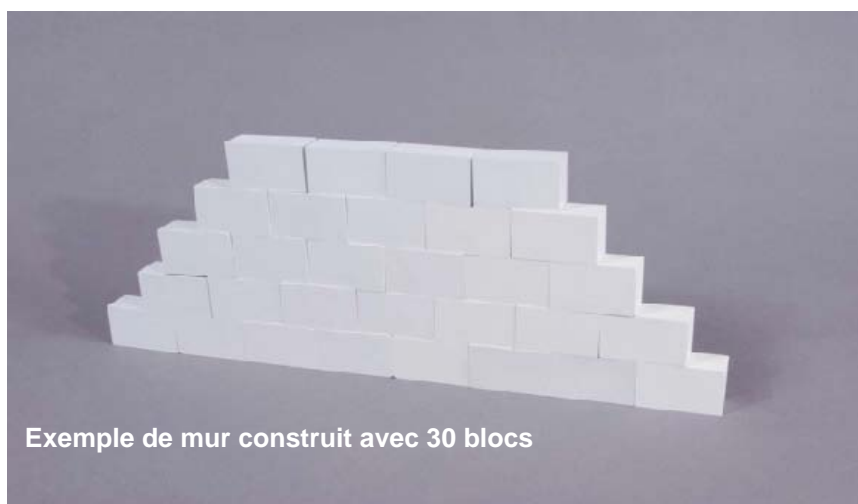
Réaliser une ouverture la plus grande possible dans un mur, pour permettre un passage.

#### Matériel nécessaire :

Le sac de 36 blocs blancs en polyéthylène.

#### Contrainte(s) à respecter

Le mur doit faire 5 rangs de haut et comprendre 8 blocs pour la base (voir exemple ci-dessous).



### Dans le cahier ou le classeur

#### 1ère étape

- Coller et légènder les vignettes 1 et 2 fournies par votre professeur.
- Expliquer la manipulation réalisée.
- Quelle conclusion peut-on tirer de cette manipulation ?

- Rechercher deux solutions techniques qui permettent de réaliser une ouverture solide dans un mur de blocs empilés.

#### 2ème étape

- Coller et légènder les vignettes 3 et 4 fournies par votre professeur.
- Colorier le linteau et l'arc.
- Expliquer le rôle d'un linteau ou d'un arc dans une ouverture.

#### 3ème étape

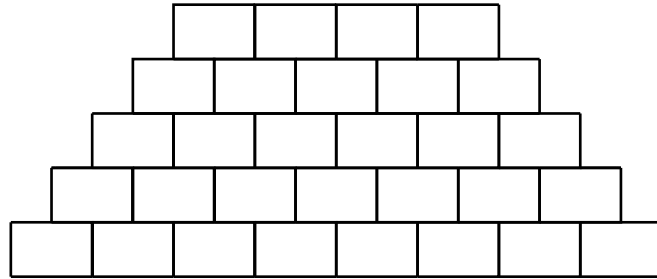
- Quelle conclusion générale peut-on tirer de cette manipulation ?

## Activité 2 - Comment réaliser une ouverture solide dans une construction ?

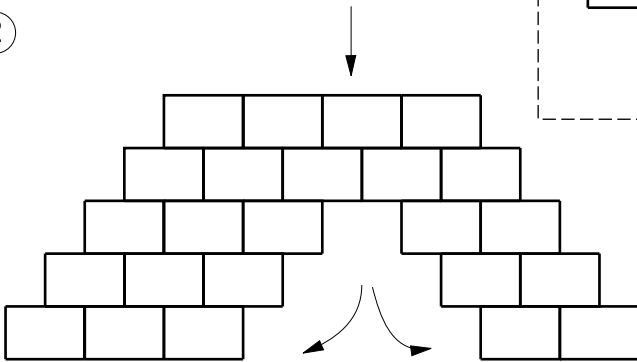
### Comment réaliser une ouverture solide dans une construction ?

J'ai construit un mur à l'aide de blocs empilés et entrecroisés.

①



②



J'ai pratiqué une ouverture en enlevant des blocs.  
Si on enlève davantage de blocs, le mur s'effondre.

### Compte-rendu

En enlevant des blocs pour réaliser une ouverture, on fragilise le mur. Si on enlève trop de blocs, le mur s'effondre.

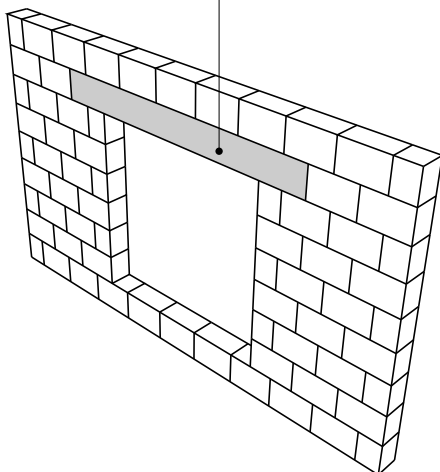
Cette solution pour réaliser une ouverture n'est pas adaptée pour que la construction reste solide.

Il faut utiliser une solution technique de consolidation des ouvertures comme par exemple le linteau ou l'arc.

### Deux solutions techniques

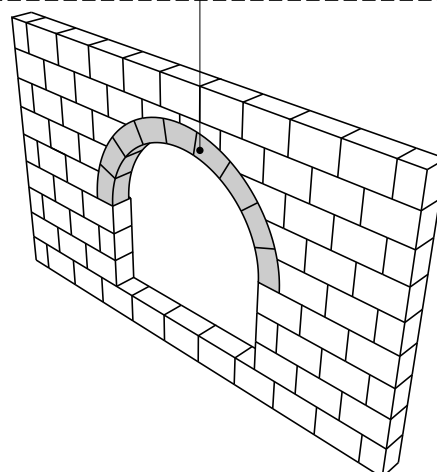
Poutre (bois)  
ou linteau (pierre)

③



L'arc

④



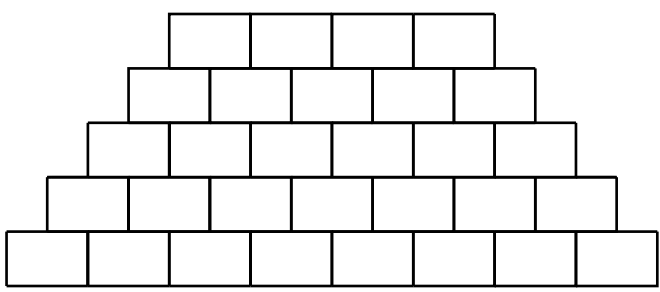
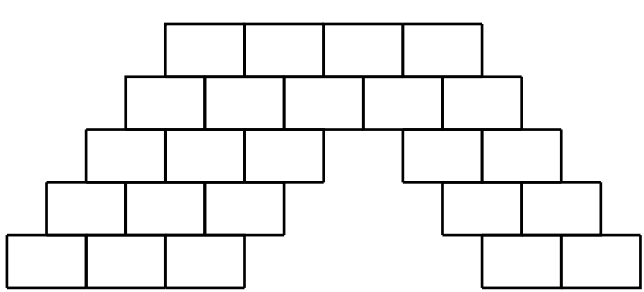
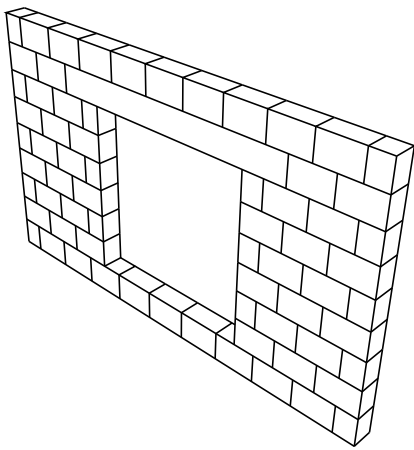
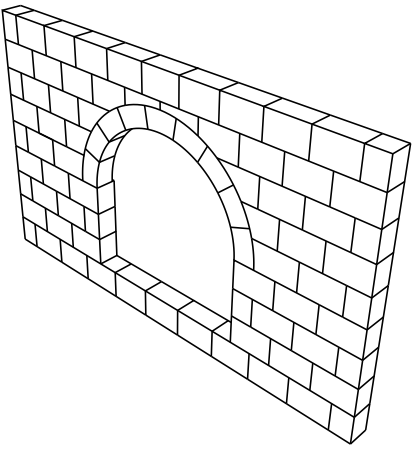
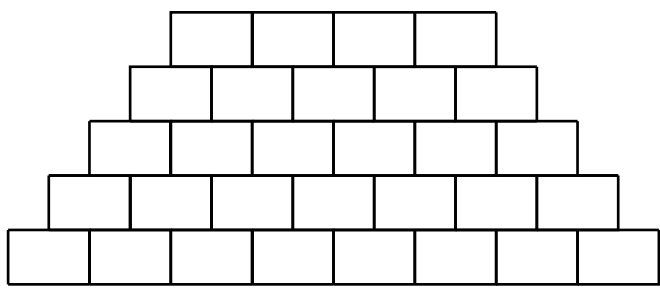
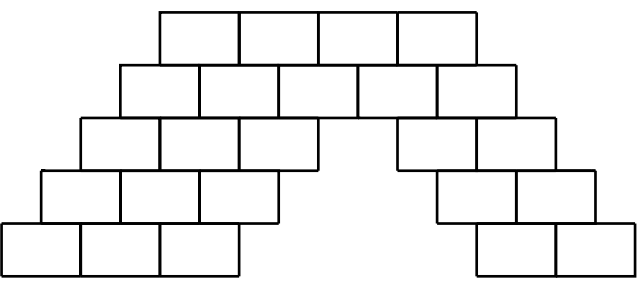
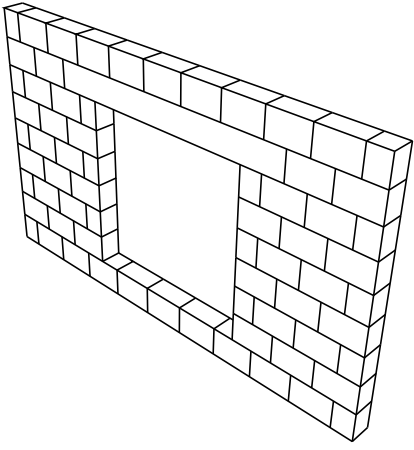
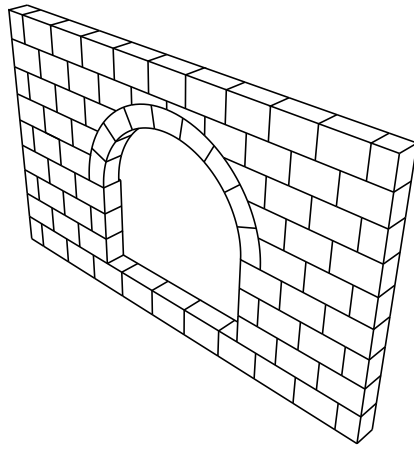
Exemple d'ouvertures consolidées à l'aide d'un linteau ou d'un arc

### Conclusion générale

Pour qu'une ouverture soit solide il faut utiliser une des deux solutions techniques suivantes : le linteau ou l'arc.

# Activité 2 - Document(s) ressource(s)

Vignettes - Dessins et/ou photos à découper (pour 2 élèves).

<p>①</p> 	<p>②</p> 
<p>③</p> 	<p>④</p> 
<p>①</p> 	<p>②</p> 
<p>③</p> 	<p>④</p> 

## Activité 3a - Comment réaliser une ouverture en arc (plein cintre) ?

### Les programmes

Cette activité va permettre de travailler sur les connaissances " **solutions techniques** " et " **fonctions** " du programme de 5e et de mettre en œuvre les capacités suivantes de l'approche " Analyse et conception de l'objet technique " :

- Modifier tout ou partie d'une structure ou d'un assemblage pour satisfaire une fonction de service donnée ;
- Identifier la solution technique retenue pour réaliser une fonction de service ;
- Comparer, sur différents objets techniques, les solutions techniques retenues pour répondre à une même fonction de service.

L'ensemble pouvant être traité dans le centre d'intérêts " La solidité des constructions " .

**Matériel nécessaire** : Banc d'essai BE-ARCH1 complet.

### Manipulation - Expérimentation 1

Présentation de la situation problème (localisation et fonction de service des arches) et des contraintes de construction spécifiques aux ouvertures en forme d'arcs plein cintre : les charges à supporter (étages, toits, etc.) sont importantes. On pourra utiliser le schéma disponible sous forme de vignettes à découper pour aider les élèves à comprendre les termes techniques (page 23).

Montage de l'arche sans gabarit puis avec gabarit.

#### Remarque :

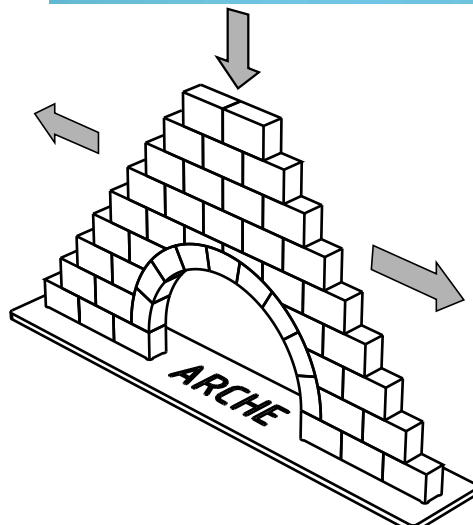
On ne donne pas au départ le gabarit. Chaque groupe d'élèves cherche des solutions de soutien (par exemple l'utilisation des blocs comme étau) et on en arrive à la conclusion qu'un système de montage (échafaudage, gabarit, etc.) serait plus pratique. Dans un second temps le professeur laisse à disposition le gabarit fourni dans le banc d'essai. Les conclusions sont notées sous la conduite du professeur sur le cahier ou le classeur.

### Manipulation - Expérimentation 2

#### Test de la solidité de l'arche

L'arche est montée et on demande aux élèves d'appuyer dessus avec la main pour tester sa résistance et voir comment elle supporte l'effort. On arrive à la conclusion que les efforts sont transmis latéralement. Il faut donc des structures latérales solides (ou lourdes). Ces conclusions sont notées sur le cahier ou le classeur sous la conduite du professeur.

**Remarque** : En classe vous pouvez vidéoprojeter la fiche de montage du banc d'essai (page 4).



#### La mobilisation des connaissances

Il est possible de prolonger l'activité en proposant aux élèves de faire des recherches sur Internet sur l'origine et/ou l'évolution des ouvertures à arc à partir des sites suivants :

Les arts et métiers : [www.arts-et-metiers.fr](http://www.arts-et-metiers.fr)

Site d'architecture : [fr.structurae.de](http://fr.structurae.de)

## Activité 3a - Comment réaliser une ouverture en arc (plein cintre) ?

### Manipulation - Expérimentation 1 - Montage du banc d'essai Arc plein cintre

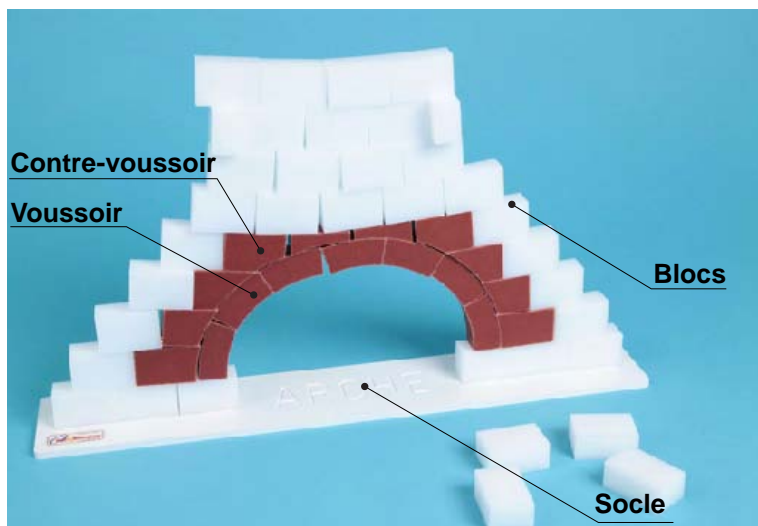
Vous disposez d'un banc d'essai pour réaliser une arche (en arc plein cintre) qui comprend :

- 1 socle ;

Une plaque de rangement réunissant :

- 7 voussoirs ;
- 10 contre-voussoirs ;
- 36 blocs.

En partant du socle, monter l'arche en utilisant les principaux éléments du banc d'essai.



### Dans le cahier ou le classeur

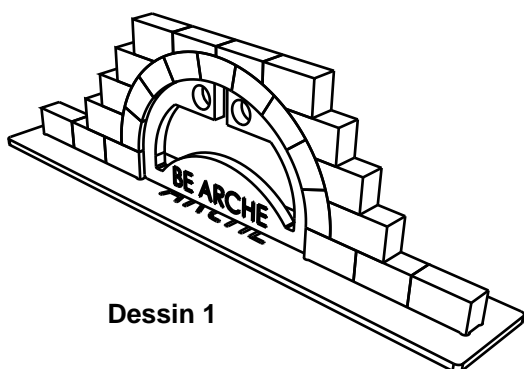
- Rechercher et noter la définition d'une arche et la forme d'un arc plein cintre.
- Réaliser un croquis de l'arche montée en faisant apparaître la solution que vous avez choisi pour faciliter en particulier le montage de la voûte.
- Expliquer quelle difficulté on rencontre pour monter une arche.
- Préciser la solution technique qui permet de monter une arche plus facilement.

### Manipulation - Expérimentation 2 - Test de la solidité d'une arche

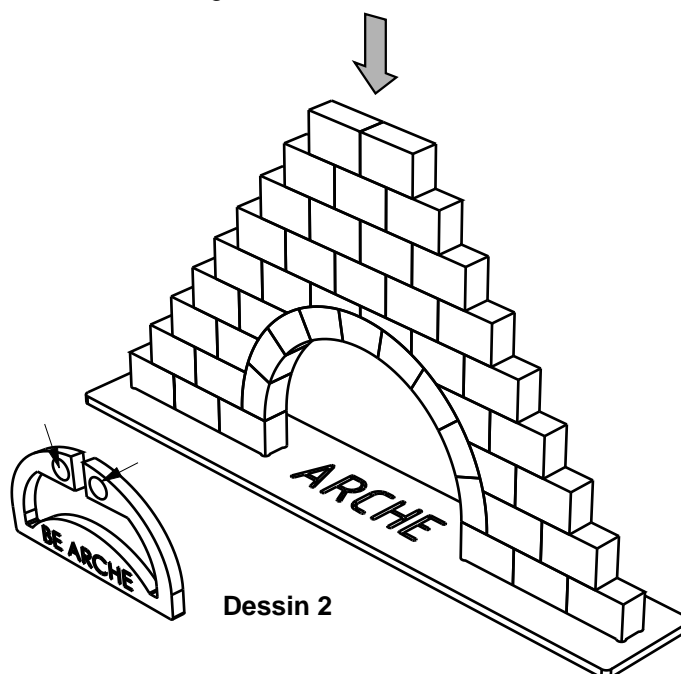
Monter l'arche en utilisant le gabarit (Dessin 1).  
Rajouter 4 rangs de blocs et enlever le gabarit (Dessin 2).

Remarque : pour enlever le gabarit rapprochez les deux trous avec vos doigts.

Appuyer avec la main sur son sommet.



Dessin 1



Dessin 2

### Dans le cahier ou le classeur

- Que constate-t-on ? (faire un croquis)
- Que faut-il faire pour qu'une arche résiste mieux à la charge ?
- Dessiner une solution technique pour renforcer la solidité de l'arche.
- Rechercher sur Internet la période de construction des premières arches en arc de plein cintre.

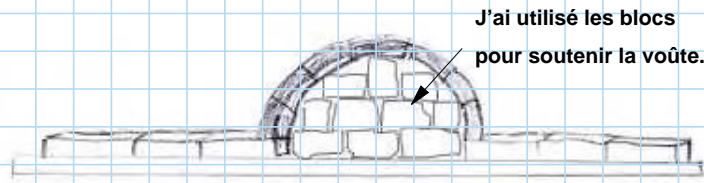
### Rangement du banc d'essai

Réunir les voussoirs, contre-voussoirs et le gabarit dans la plaque de rangement ainsi que les 36 blocs.

## Activité 3a - Comment réaliser une ouverture en arc (plein cintre) ?

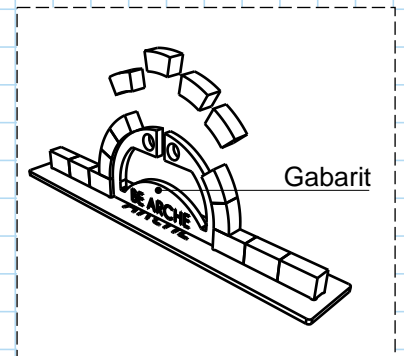
### Montage du banc d'essai Arc plein cintre

Une arche est une ouverture en forme d'arc. Un arc plein cintre à la forme d'un demi-cercle.



### Compte-rendu

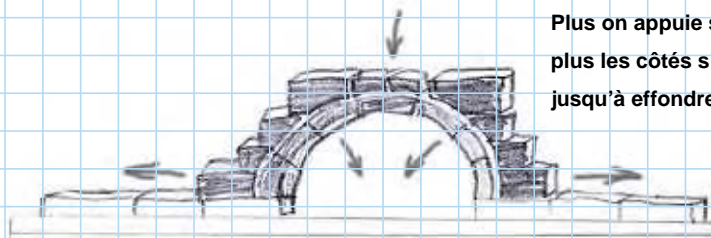
La voûte ne tient qu'une fois le dernier voussoir (clé de voûte) posé. Pour son montage, il faut la soutenir tant que le dernier voussoir n'est pas posé. Dans un premier temps nous avons utilisé les blocs comme soutien puis pour faciliter le montage nous avons utilisé un gabarit.



### Conclusion

Dans les constructions modernes on utilise un échaffaudage ou un étayage pour soutenir la voûte pendant sa construction et ainsi faciliter son montage.

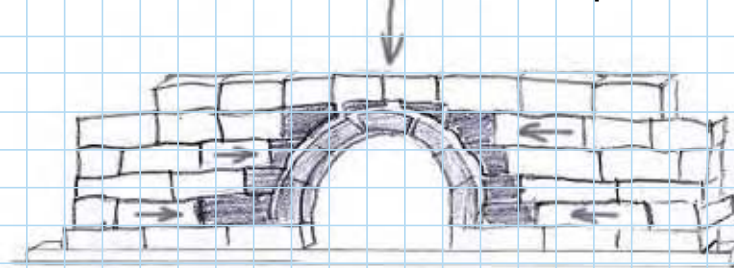
### Test de la solidité d'une arche



### Compte-rendu

Lorsque l'on appuie sur le sommet d'une arche, les côtés s'écartent et l'arche finit par s'effondrer. La poussée verticale sur l'arche se transmet horizontalement sur les côtés.

### Recherche d'une solution technique



### Compte-rendu

Pour qu'une arche ne s'écroule pas sous une charge trop lourde (murs, toits) il faut renforcer les côtés pour qu'ils résistent à la poussée latérale. On peut ajouter des murs ou ouvrages lourds sur les côtés, ou appuyer l'arche sur un support solide (relief du terrain, etc ...).

### Prolongement - Recherche(s) sur Internet

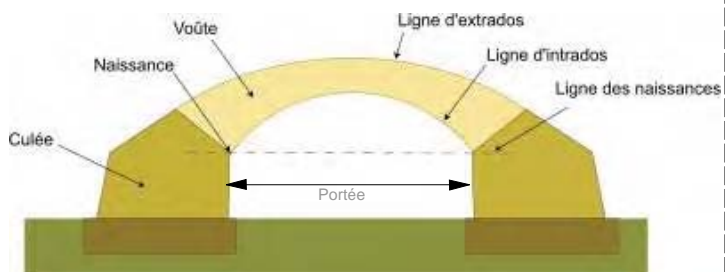
L'arche en arc de plein cintre a été imaginée durant la période romaine. (Source : site du musée des Arts et Métiers)



Activité 3a - Comment réaliser une ouverture en arc (plein cintre) ?

Vignettes - Dessins et/ou photos à découper (pour 4 élèves).

Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

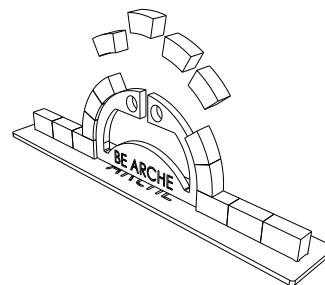
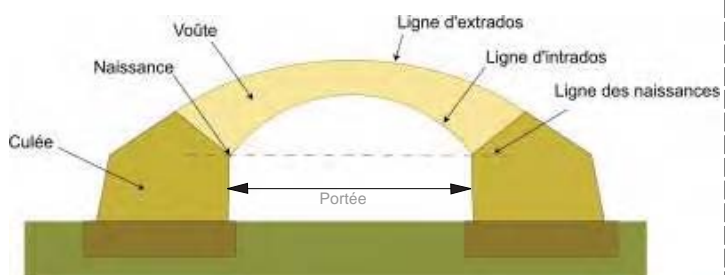


Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

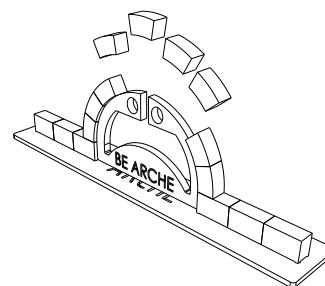
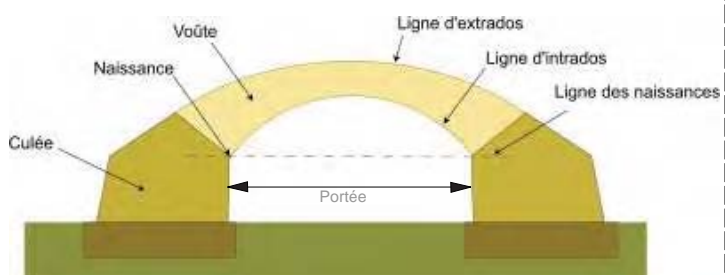


Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

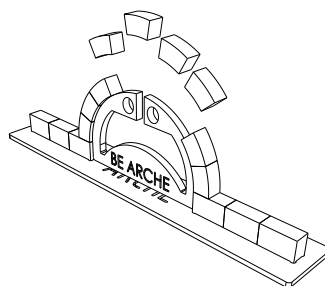
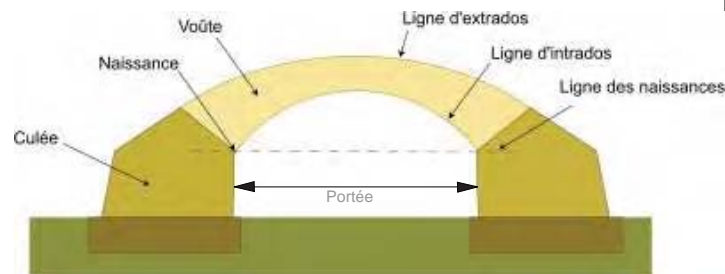
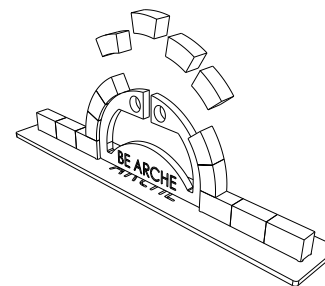


Schéma d'une arche



Source : Wikipédia



## Activité 3b - Comment réaliser une ouverture en arc (surbaissé) ?

### Les programmes

Cette activité va permettre de travailler sur les connaissances " **solutions techniques** " et " **fonctions** " du programme de 5e et de mettre en œuvre les capacités suivantes de l'approche " Analyse et conception de l'objet technique " :

- Modifier tout ou partie d'une structure ou d'un assemblage pour satisfaire une fonction de service donnée ;
- Identifier la solution technique retenue pour réaliser une fonction de service ;
- Comparer, sur différents objets techniques, les solutions techniques retenues pour répondre à une même fonction de service.

L'ensemble pouvant être traité dans le centre d'intérêts " La solidité des constructions ".

**Matériel nécessaire** : Banc d'essai BE-ARSU complet.

### Manipulation - Expérimentation 1

Présentation de la situation problème (localisation et fonction de service des ouvertures en arc surbaissé) et des contraintes de construction spécifiques à ce type d'ouverture : augmenter la portée. On pourra utiliser le schéma disponible sous forme de vignettes à découper pour aider les élèves à comprendre les termes techniques (page 27).

#### Montage du banc d'essai arc surbaissé

On donne toutes les pièces du banc d'essai sauf le gabarit. Au cours de cette manipulation les élèves ont beaucoup de difficultés à monter l'ouverture en arc surbaissé (elle s'effondre) car sa stabilité dépend du poids ou de la résistance des structures latérales.

Les élèves trouvent des solutions de soutien (par exemple l'utilisation des blocs comme étau).

Le professeur propose alors d'utiliser un gabarit.

### Manipulation - Expérimentation 2

#### Test de la solidité de l'arche

On donne le gabarit, les deux brides et les deux joncs.

L'arche est montée avec le gabarit.

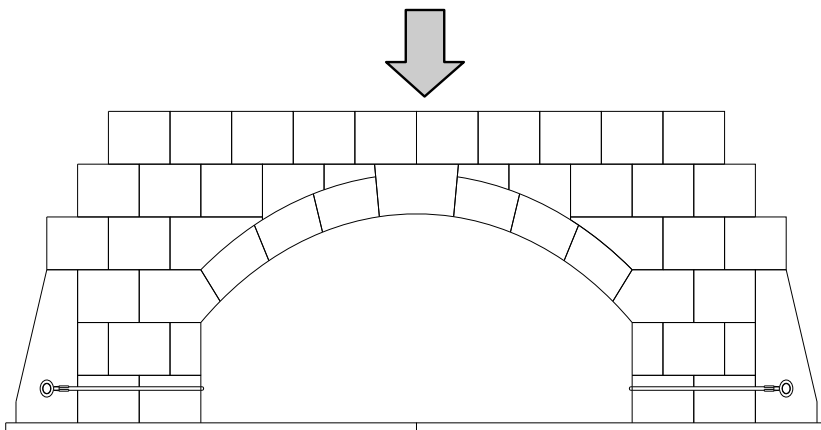
Un élève enlève le gabarit et un autre élève maintient les deux culées : si les deux culées ne sont pas maintenues l'arche s'effondre car il y a trop de poussée latérale.

le professeur demande aux élèves de recommencer et d'ajouter les deux joncs et les deux brides élastiques au départ du montage comme c'est indiqué sur la photo de la fiche élève.

Constat : le banc d'essai est stable et solide.

Lorsque la portée est importante il faut construire des structures latérales solides (culées dans le cas d'un pont ou contreforts dans le cas d'un bâtiment) et chaîner (relier) les éléments.

**Remarque** : En classe vous pouvez vidéoprojeter la fiche de montage du banc d'essai (page 8).



#### L'acquisition et la structuration des connaissances :

Les élèves notent avec le professeur les conclusions relatives à la manipulation et les connaissances essentielles à retenir.

#### La mobilisation des connaissances

Il est possible de prolonger l'activité en proposant aux élèves de faire des recherches sur Internet sur les principaux bâtiments et ouvrages à arc surbaissé notamment à partir des sites suivants :

Les arts et métiers : [www.arts-et-metiers.fr](http://www.arts-et-metiers.fr)

Site d'architecture : [fr.structurae.de](http://fr.structurae.de)

## Activité 3b - Comment réaliser une ouverture en arc (surbaissé) ?

### Manipulation - Expérimentation 1 - Montage du banc d'essai Arc surbaissé

Vous disposez d'un banc d'essai pour réaliser une arche (en arc surbaissé) qui comprend :

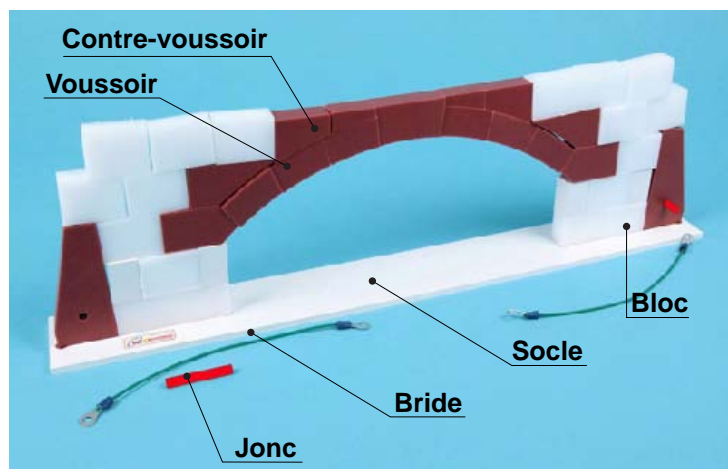
- 1 socle

Une plaque de rangement réunissant :

- 7 voussoirs ;
- 6 contre-voussoirs ;
- 2 sommiers ;
- 2 culées ;

- 36 blocs ;
- 4 demi-blocs ;
- Deux brides et deux joncs.

Assembler les deux parties du socle et monter l'arche en utilisant les principaux éléments du banc d'essai.



### Dans le cahier ou le classeur

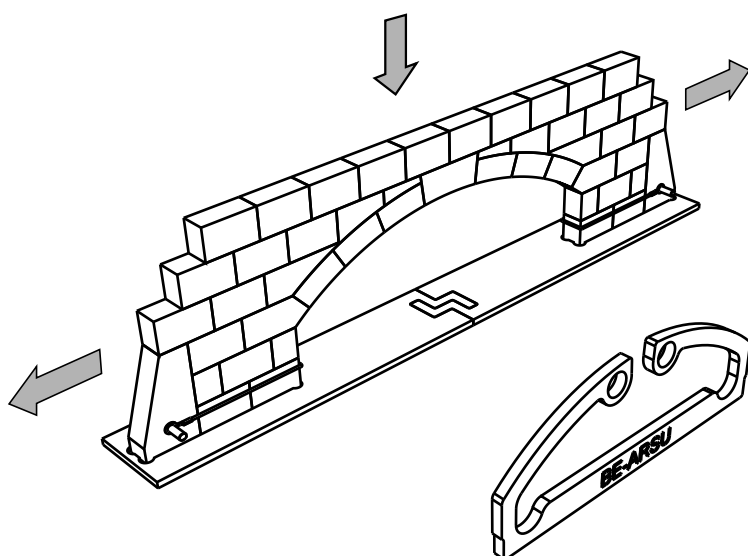
- Rechercher et noter la définition d'une arche et la forme d'un arc surbaissé.
- Réaliser un croquis de l'arche montée en faisant apparaître la solution que vous avez choisi pour faciliter le montage.
- Expliquer quelle difficulté on rencontre pour monter une arche.

### Manipulation - Expérimentation 2 - Test de la solidité d'une arche

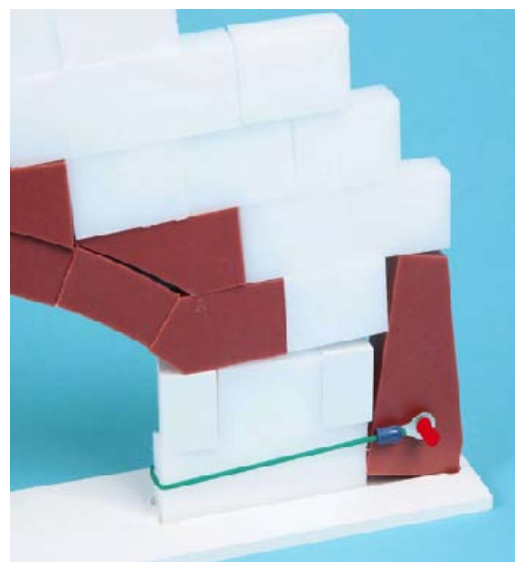
Monter l'arche en utilisant le gabarit, les deux brides et joncs (couleur rouge) fournis par votre professeur. Rajouter 1 rang de blocs et enlever le gabarit (Dessin 2).

Remarque : pour enlever le gabarit rapprochez les deux trous avec vos doigts.

Appuyer avec la main sur le sommet de l'arche.



**!** Au début du montage pensez à utiliser les deux brides élastiques et les deux joncs pour chaîner les blocs et les culées (voir photo ci-dessous).



### Dans le cahier ou classeur

- Que constate-t-on ? (faire un croquis)
- Que faut-il faire pour qu'une arche résiste mieux à une charge ?
- Dessiner la solution technique utilisée pour renforcer la solidité de l'arche.
- Rechercher sur Internet deux ouvrages construits avec des arches en arc surbaissé.

### Rangement du banc d'essai

Réunir les voussoirs, contre-voussoirs, sommiers et culées dans la plaque de rangement ainsi que les 36 blocs et 4 demi-blocs.

## Activité 3b - Comment réaliser une ouverture en arc (surbaissé) ?

### Montage d'une ouverture en arc surbaissé

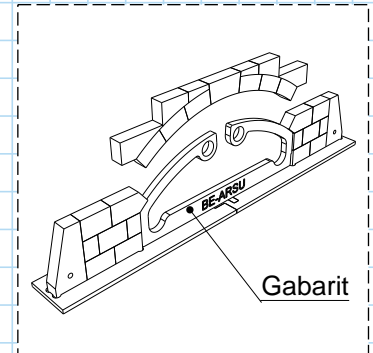
Une arche est une ouverture en forme d'arc. Un arc surbaissé a par définition une forme ovale (demi-ellipse).



J'ai utilisé les blocs pour soutenir l'arche.

#### Compte-rendu

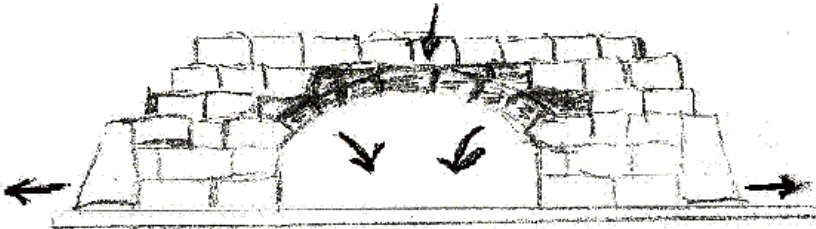
L'arche ne tient qu'une fois le dernier voussoir (clé de voute) posé. Pour son montage, il faut la soutenir tant que le dernier voussoir n'est pas posé. Dans un premier temps nous avons utilisé les blocs comme soutien puis pour faciliter le montage nous avons utilisé un gabarit.



#### Conclusion

Dans les constructions modernes on utilise un échaffaudage ou un étayage pour soutenir l'arche pendant sa construction et ainsi faciliter son montage.

### Test de la solidité d'une arche

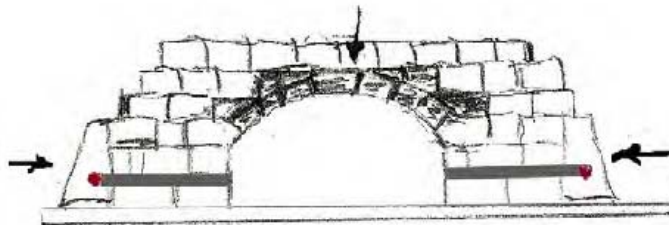


Plus on appuie sur le dessus, plus les côtés s'écartent jusqu'à effondrement de l'arche.

#### Compte-rendu

Lorsque l'on appuie sur le sommet d'une arche, les côtés s'écartent et l'arche finit par s'effondrer. La poussée verticale sur l'arche se transmet horizontalement sur les côtés.

#### Recherche d'une solution technique



On a mis une bride autour des culées pour renforcer la solidité de l'arche.

#### Compte-rendu

Pour qu'une arche ne s'écroule pas lorsque la portée est importante il faut renforcer les côtés pour qu'ils résistent à la poussée latérale. On peut également chaîner (relier) certains éléments.

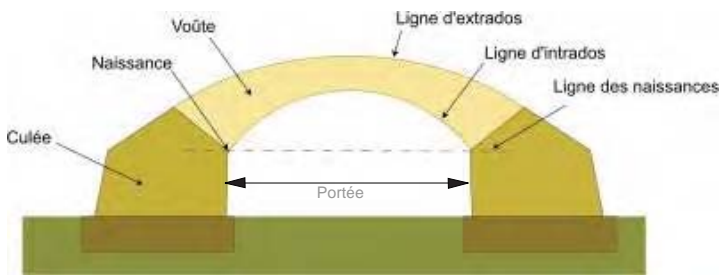
### Prolongement - Recherche(s) sur Internet

Le Ponte Vecchio à Florence (Italie)  
Le Pont des Souterrains - Venise - Italie

Activité 3b - Comment réaliser une ouverture en arc (surbaissé) ?

Vignettes - Dessins et/ou photos à découper (pour 4 élèves).

Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

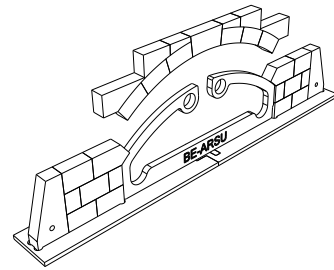
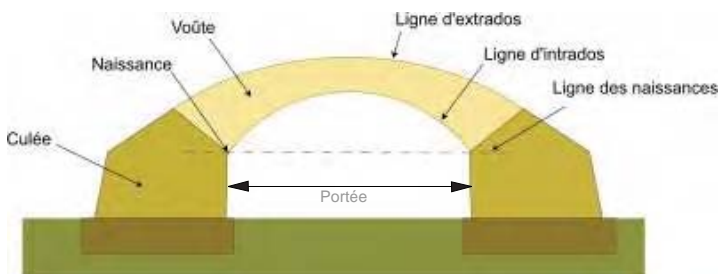


Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

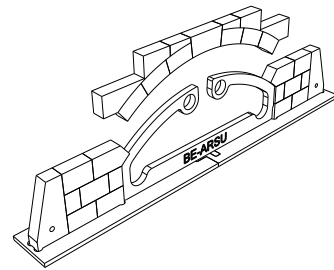
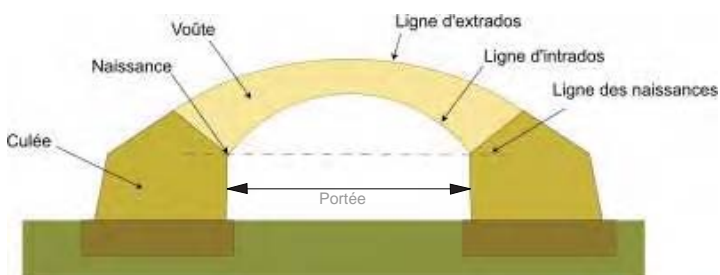


Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

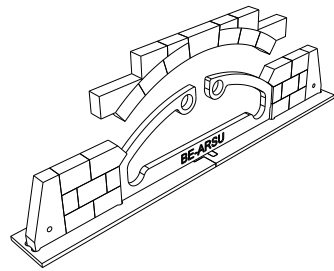
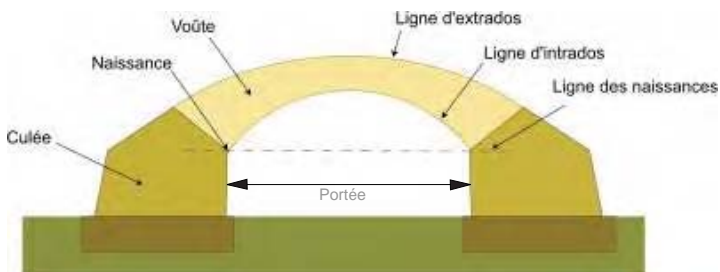


Schéma d'une arche



Source : Wikipédia

