

**Matériel**

- 6 lots de pièces en bois (chaque lot comprend 25 pièces)
- 6 cintres
- Éventuellement, la « fiche infos » à photocopier selon le nombre d'élèves

Objectifs

- Observer son environnement proche
- Émettre des hypothèses
- Imaginer un protocole de vérification d'hypothèses
- Rédiger un compte-rendu d'investigation
- Travailler en équipe

Lexique

- Arc en plein cintre
- Arc brisé
- Arc-boutant
- Cintre
- Claveau/voussoir
- Compression
- Contrefort
- Clef de voûte
- Portée

A. Préambule

Cette animation est inspirée de l'activité « démarche d'investigation et voûte » proposée sur le Portail national des ressources – eduscol du Ministère français de l'éducation nationale. Le descriptif de l'activité, des exemples de documents et une vidéo peuvent être consultés sur la page internet :

http://eduscol.education.fr/sti/technologie-college/ressources_pedagogiques/demarche-dinvestigation-et-voûte#fichiers-liens

L'activité peut être précédée par une sortie dans le quartier pour y repérer les bâtiments remarquables. Veiller à repérer un édifice qui comporte un arc (si possible en plein cintre pour correspondre à l'animation, mais le principe est le même pour un arc brisé).

Si une sortie n'est pas envisageable, l'activité peut se faire à partir d'un bâtiment bruxellois connu : les Arcades du Cinquantenaire.

B. Présentation de la situation-problème

5 min



Vue de l'arcade et de l'hémicycle du Cinquantenaire (photo 2010) – © Monuments & Sites – Bruxelles





Arcade du Cinquantenaire, détails (photo 2007)
- © Monuments & Sites - Bruxelles

Les Arcades du Cinquantenaire sont bien connues à Bruxelles.

Comment cette structure tient-elle ?

Pourquoi les arches ne s'effondrent-elles pas ?

C. Hypothèses et protocole d'investigation

10 min

Les élèves sont invités à prendre une feuille sur laquelle ils notent et illustrent à l'aide d'un schéma leurs hypothèses.

La classe met ensuite en commun ses idées.

L'enseignant interroge par la suite le groupe :
Comment peut-on vérifier ces hypothèses et comment peut-on savoir quelle est la bonne ?

Si aucun élève ne le propose, le professeur leur suggère de réaliser une maquette d'une arche.

D. Investigation

15 min



Construction de l'arc à partir des pièces mises à disposition, avec et sans le cintre. Photos : Bernard Coeugnet.



Les élèves se divisent en 6 groupes et chaque équipe reçoit un lot de pièces en bois ainsi qu'un cintre avec lesquels ils doivent construire un arc. L'enseignant ne leur explique pas, dans un premier temps, à quoi sert le cintre. Il laisse les élèves discuter et tester diverses compositions possibles.

Il leur demande également de rédiger, au fil des essais, un compte-rendu d'investigation, dans lequel doivent être expliqués :

- l'hypothèse à vérifier,
- le matériel utilisé,
- les tentatives effectuées et les résultats obtenus (en ce compris les échecs).

E.

Mise en commun et structuration des connaissances

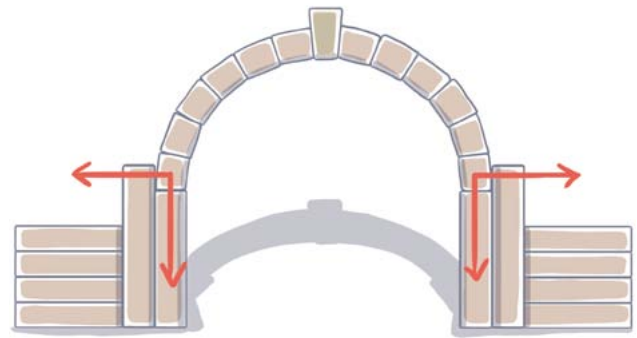
⌚ 10 min

Lorsque tous les groupes ont réussi à construire leur arc, les élèves sont invités à partager leurs constats.

Quatre constats principaux doivent être faits :

- Le cintre est nécessaire pour construire l'arc, mais celui-ci tient de manière autonome et sans ciment une fois le cintre retiré.
- Les pièces sont taillées en forme de trapèze : la partie supérieure des claveaux est plus large que leur partie inférieure. Cela leur permet de s'appuyer les uns contre les autres.
- La clef de voûte, élément central de l'arc, se place au dernier moment et permet la stabilité de l'arc. (Demander à un élève de repérer la clef de voûte sur l'arc de la situation problème.)

- La base de l'arc doit être renforcée : les poussées horizontales étant très grandes, d'importants contreforts doivent être construits.



Les flèches symbolisent les poussées de l'arc sur les piliers porteurs. Les poussées verticales sont compensées par le sol ; il est nécessaire de construire des contreforts pour annuler les poussées horizontales.

F.

Synthèse

⌚ 10 min

Pour synthétiser les constats faits en classe, l'enseignant peut distribuer une copie de la « fiche infos » sur l'arc disponible dans le Kit École Construction Durable. Lire la fiche ensemble et répondre aux questions du groupe.

On peut également demander aux élèves de rédiger eux-mêmes cette synthèse, de manière individuelle ou par deux, en classe ou comme devoir.

A. L'atout de l'arc : sa portée

Lorsqu'une ouverture doit être percée dans un mur, le plus simple est de faire une baie de forme rectangulaire. On place, à l'horizontale sur deux montants verticaux, un linteau sur lequel on poursuit la construction du mur. Le linteau est une pierre, une poutre en bois ou une poutrelle métallique. Si l'ouverture est large, il risque toutefois de plier ou casser sous le poids des matériaux.

C'est pourquoi il est utile, lorsqu'un grand espace doit être libéré, de construire un arc. L'avantage de ce dispositif est que ses éléments s'appuient les uns sur les autres. Il est donc plus solide et la distance qu'il « enjambe » – on parle de **portée** – est plus grande.

B. Qu'est-ce qu'un arc ?

En architecture, un arc est un **assemblage de pierres ou de briques destiné à franchir un espace plus ou moins grand au moyen d'une courbe (ou par la rencontre de deux éléments courbes)**.

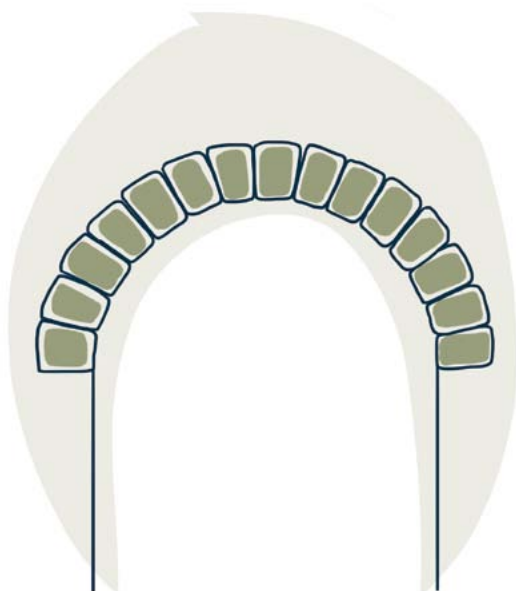
On distingue de nombreuses sortes d'arc en fonction de leur forme. Les plus connues sont :

L'arc en plein cintre :

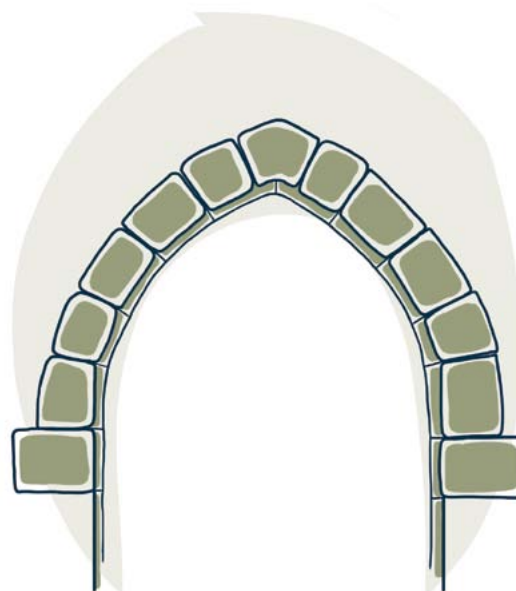
formé par un demi-cercle, il est notamment utilisé dans l'architecture romane.

L'arc brisé :

formé par deux portions de cercle qui se croisent, il se retrouve principalement dans les édifices gothiques.

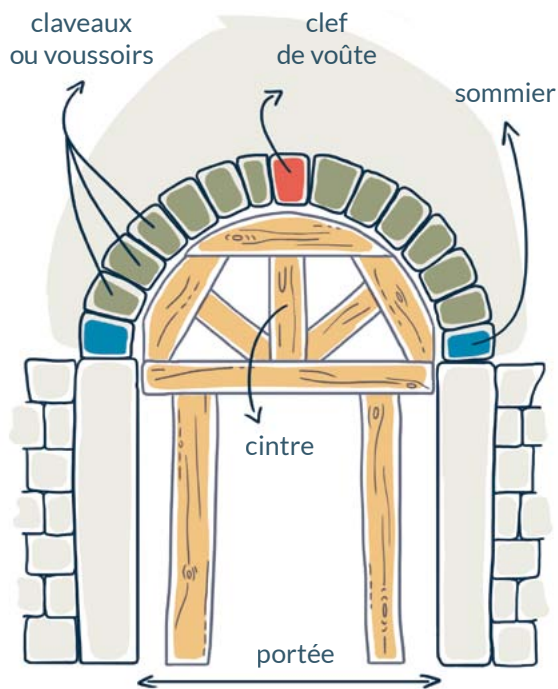


Arc en plein cintre.



Arc brisé.

C. La construction d'un arc



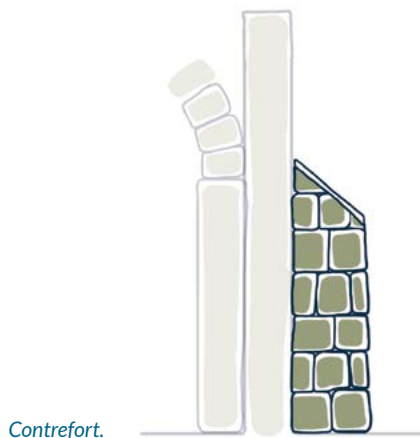
Un arc tient donc selon le principe de la compression : les **claveaux** (ou **voussoirs**) s'appuient les uns sur les autres, de part et d'autre de la **clef de voûte**. L'arc n'est stable que lorsqu'il est complet.

Ainsi, pour le construire, on monte un échafaudage (souvent en bois) appelé **cintre**. Il sert de structure temporaire sur laquelle on place les claveaux en partant des deux piliers de chaque côté de l'ouverture. On termine en plaçant la clef de voûte tout en haut de l'arc, c'est elle qui assure la stabilité de l'ouvrage. On démonte ensuite le cintre, pour éventuellement le réutiliser afin de réaliser une autre ouverture de même dimension.

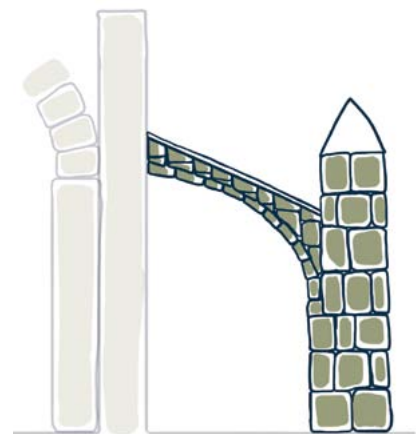
On peut mettre du ciment entre les pierres ou briques, mais c'est bien le poids des éléments qui les fait tenir entre eux et pas le mortier.

D. Contreforts et arcs-boutants

On constate qu'un arc, par son poids, « pousse » sur les côtés et tend à les écarter. Aussi faut-il que les piliers qui supportent l'arc soient assez épais. On va, pour résister à cette poussée, construire des **contreforts** qui renforcent les piliers ou murs. On peut aussi alléger cette structure en construisant des **arcs-boutants** : ce sont des arcs qui « poussent » dans l'autre sens et maintiennent l'ensemble.



Contrefort.



Arc-boutant.