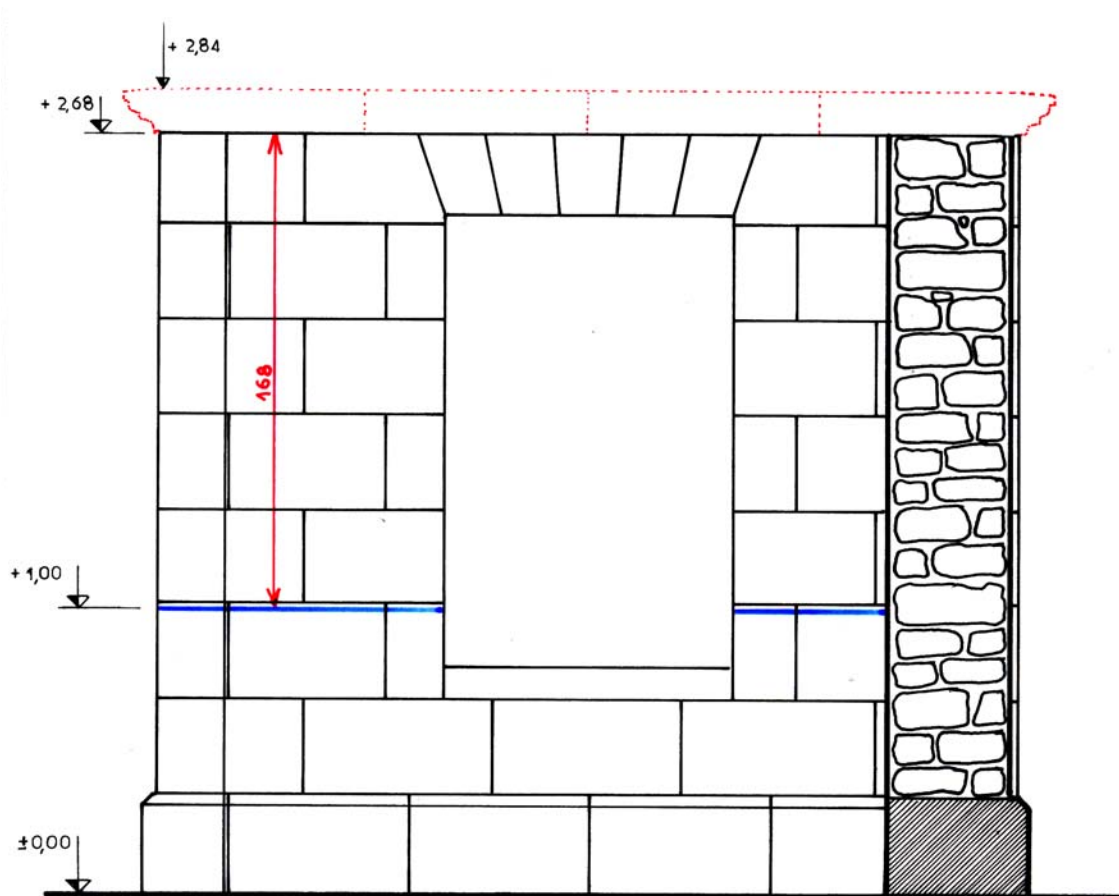


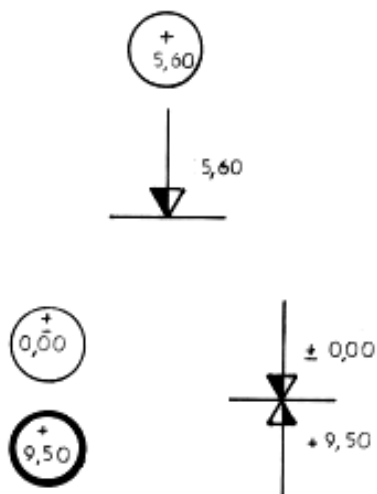
## Le trait de niveau

- Le trait de niveau est une ligne horizontale tracée sur un mur à un mètre au-dessus du sol fini, pour servir de référence aux mesures de hauteur. ( dallages, allèges, arasements, linteaux, planchers...).



- Le trait de niveau, ici matérialisé en bleu est tracé en battant un cordeau à tracer sur des points obtenus avec un niveau de chantier, un niveau d'eau ou un niveau Laser.

## Indication des niveaux

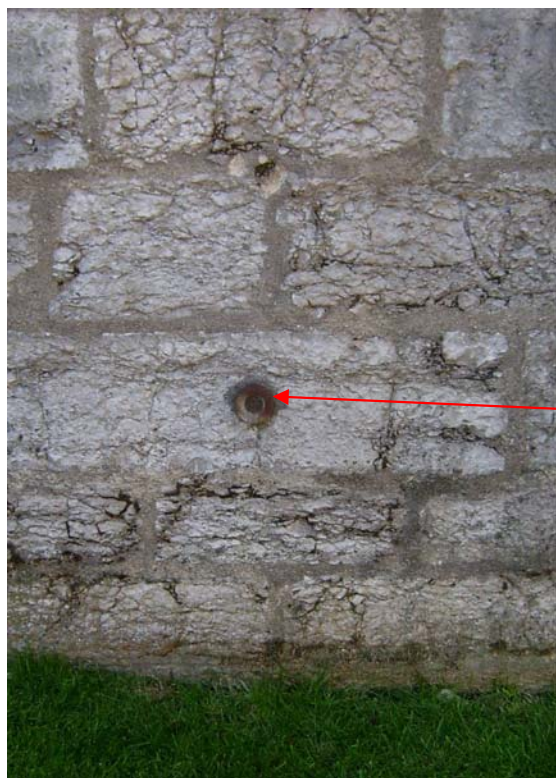


Sur les dessins en plan, indiquer les cotes de niveau dans un cercle.

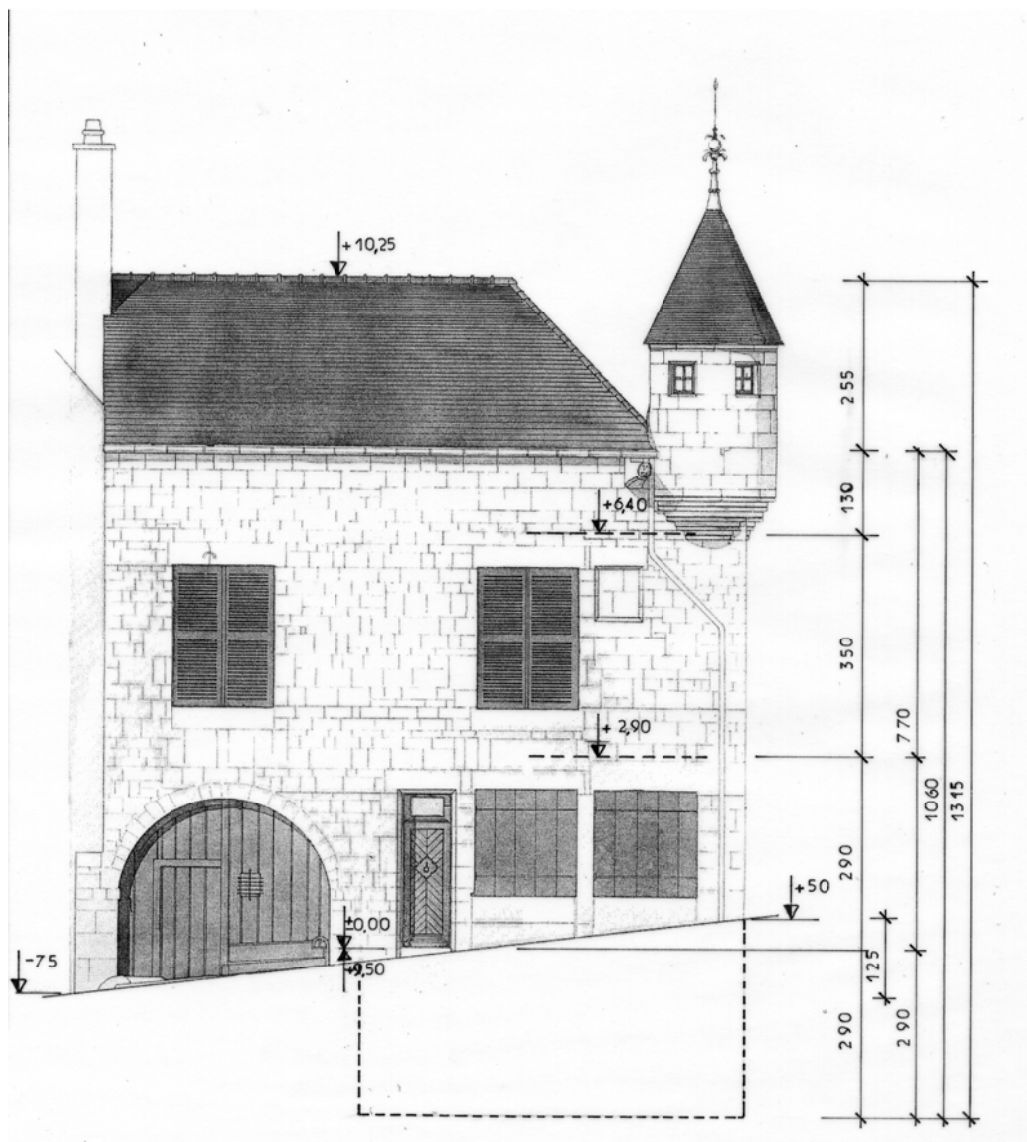
Sur les dessins en coupe inscrire les niveaux à droite d'une flèche équilatérale noire et blanche.

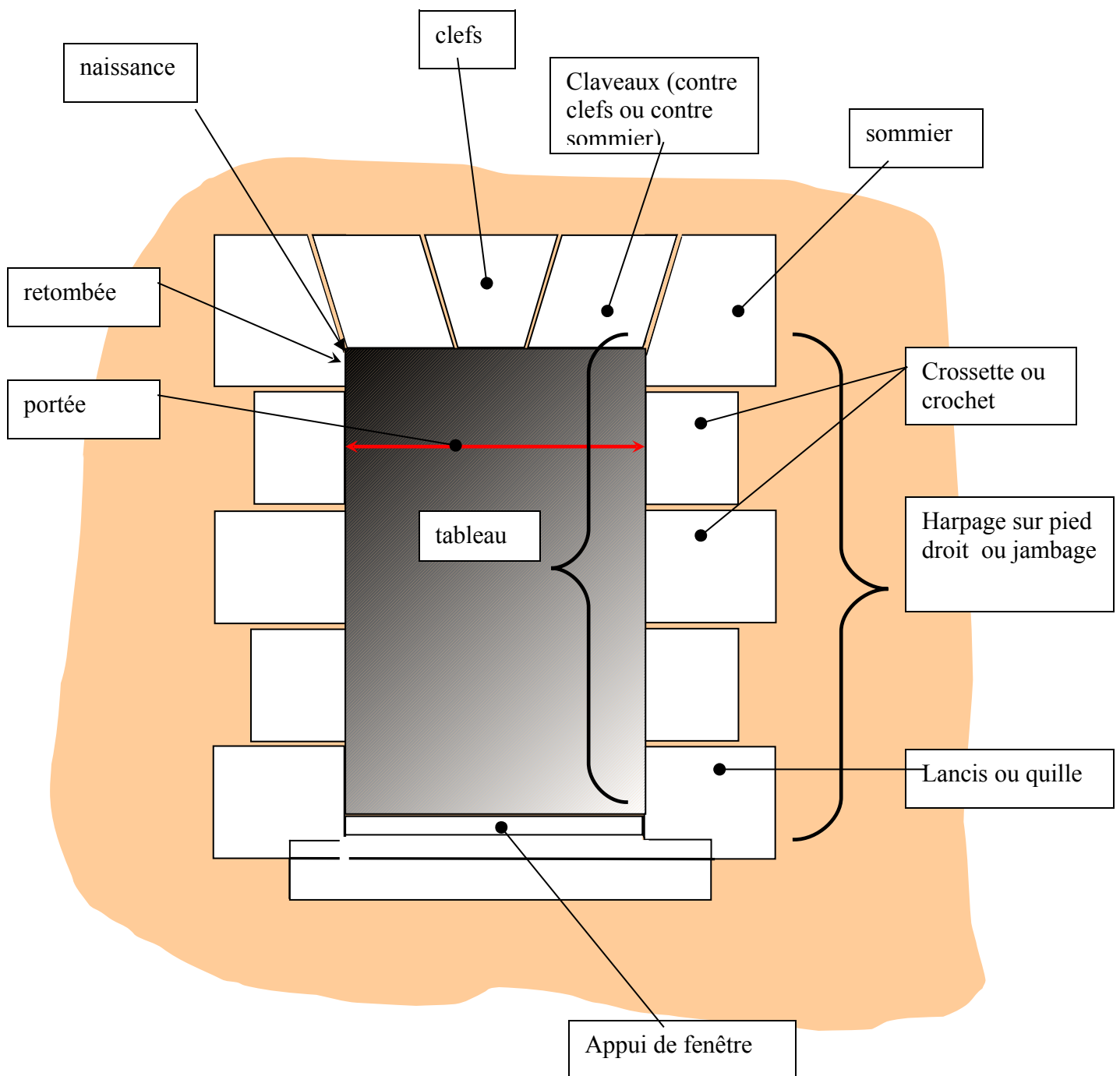
Affecter toutes les cotes de niveau du signe + au-dessus du niveau 0 et du signe – au-dessous de ce niveau. L'origine de ce niveau sera le niveau du sol fini du rez-de-chaussée.

Le niveau 0 sera rattaché au niveau général de la France, inscrit sous le niveau  $\pm 0,00$  et dans un cercle gras en plan



## Relations entre les cotes de niveau et la cotation







**Crochet ou crossette** : crossette pierre qui compose le tableau sur un pied droit ;  
crochet pierre qui compose le tableau dans un pied droit en étant un parpaing (pièce faisant toute la largeur du mur )

**Lancis ou quille**: pierre de départ du pied droit. Se dit aussi d'une pierre du pied droit.  
Pierre généralement de grand format parfois en délit.

**Naissance** : angle formé entre le pied droit et le linteau. Naissance d'un arc ou d'une plate bande ( faux arc ou arc plat ) souvent au milieu du joint de montage ( 2 x ½ joint )

**Claveaux** : pièces qui forment l'appareillage du linteau. Se nomme douelle dans un arc.  
Contre clefs à partir de cinq éléments ( soit dans l'ordre clef, contre clef, claveaux 1,2,3.. puis contre sommier, sommier )

**Retombée** : permet à la pierre d'avoir dans la naissance un angle obtus et non aigu qui fragiliserait la pierre.

Maçon du Bâti Ancien

## Bâtir un mur en moellons

Poser des moellons au mortier

### LIVRET DE SEANCE

Accueil

Apprentissage

Période en  
entreprise

Evaluation



## Maçon du Bâti Ancien

### Monter des maçonneries en moellons et en pierre de taille

#### Bâtir un mur en moellons

- Organiser son poste de travail.
- Installer et utiliser un échafaudage de faible hauteur.
- Mettre en œuvre les équipements de protection individuelle et collective.
- Tracer l'implantation d'un ouvrage.
- Préparer du mortier.
- **Poser des moellons au mortier**
- Araser un mur en maçonnerie de moellons.



Moellons calcaire

Murets en galets du gave



## SOMMAIRE

### III RESSOURCES PEDAGOGIQUES.....3

#### Poser des moellons au mortier

2

## I PRESENTATION

### Qu'est ce qu'un moellon

Le moellon est une pierre de construction avec une seule face de parement et dont la queue est disposée sur la largeur du mur. Les queues sont croisées et les pierres de tout-venant ou garnis sont utilisées en remplissage dans le mur.

Le moellon peut être mis en œuvre sans aucune manipulation préalable, on dit qu'il est brut. Il peut être également ébauché et subir une taille sommaire : son parement sera de forme rectangulaire, avec des faces latérales de lit et de joint plus ou moins aplanies.

Enfin les moellons peuvent être équarris, c'est-à-dire taillés de sorte qu'ils se présentent sous la forme d'un parallélépipède rectangle.





## **II Cheminement**

**Prendre connaissance des ressources pédagogiques**

**Faire l'exercice d'évaluation**

**Réaliser l'exercice d'entraînement**

### III RESSOURCES PEDAGOGIQUES

#### 1 OUTILLAGE

Les têtus servent à tailler les moellons

Le **têtu à panne** ou **têtu palard**, est utilisé pour le moellon tendre.



pointe



ais

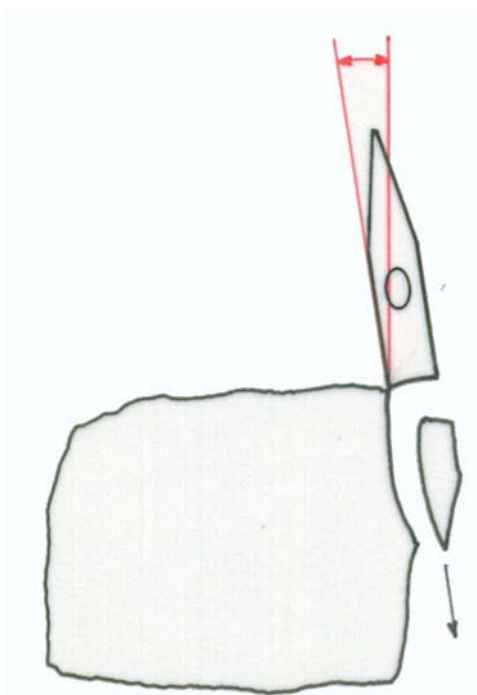
manche

Le **têtu à pointe** est utilisé pour le moellon dur.

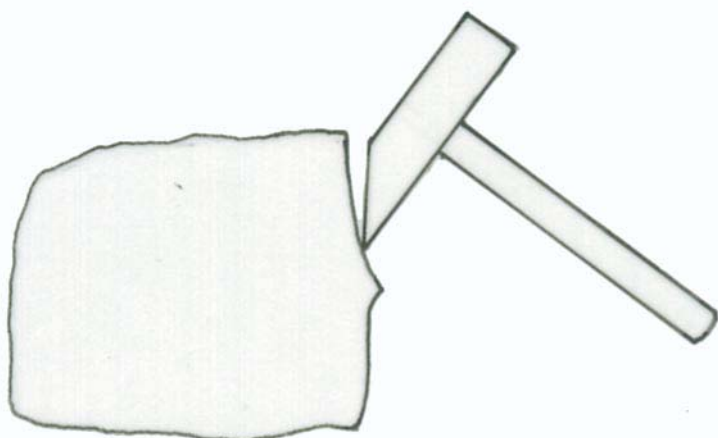
-Veiller au bon emmanchement du têtus et à la solidité du manche.

## 2 POSITIONS DE TRAVAIL AVEC LE TÊTU

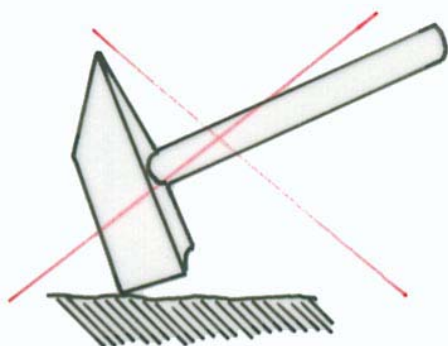
2 à 5°



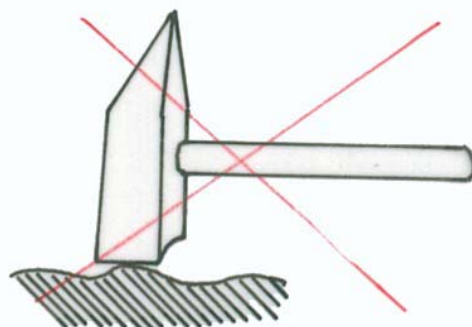
Façonnage d'une arrête



Façonnage parement avec la pointe



Cette utilisation abîme les angles du têt



Cette utilisation fissure le moellon

### 3 SECURITE

#### Protection des yeux..

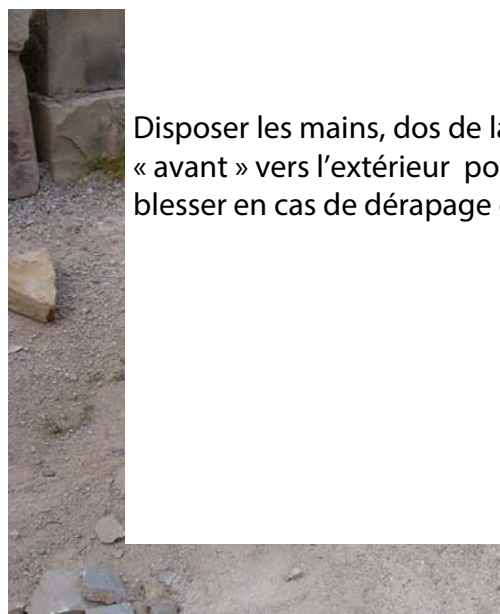
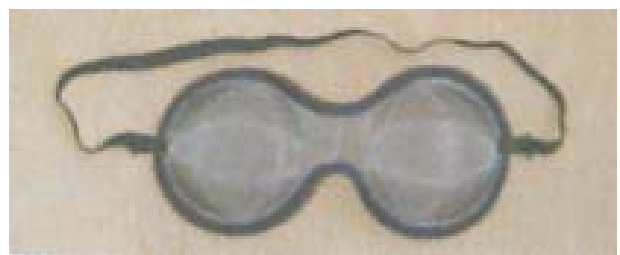
Pendant la taille, surtout celle des moellons durs des éclats risquent d'être projetés.

Pour éviter ces projections, il convient de disposer le poste de travail de façon que les éclats partent en direction opposée aux autres ouvriers.

Porter des lunettes de carrier



Lunettes de carrier

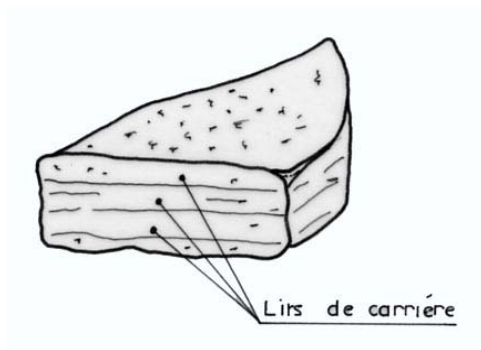


Disposer les mains, dos de la main « avant » vers l'extérieur pour éviter de se blesser en cas de dérapage du têt.



#### 4 RESPECT DU LIT DE CARRIERE

Les roches d'origine sédimentaire, formées par le dépôt, en couches successives (strates), des débris de roches primitives doivent être posées suivant leur lit de carrière.



En conservant cette position horizontale des lits de carrière, le moellon reçoit des charges perpendiculairement aux lits et résiste mieux à l'écrasement.



Le lit de carrière n'est pas toujours très lisible à l'examen visuel.

- En mouillant la pierre, les veines de couleur peuvent être plus contrastées et faire apparaître les plans de stratification.
- En frappant la pierre au têt, si le coup porte sur la surface du lit, la pierre s'écrase. Si on obtient un éclat important, le coup a porté dans le sens du lit.

## La pose en délit

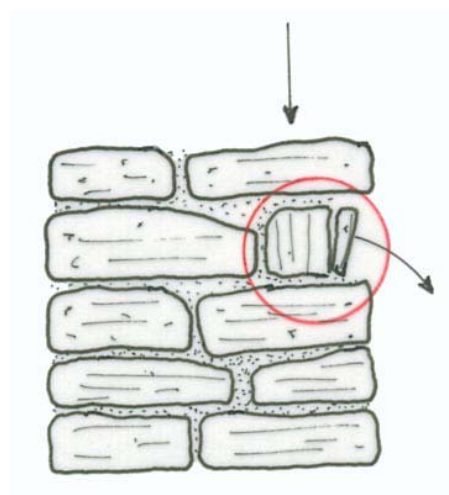
Un moellon est dit posé en délit lorsque ses lits de carrière sont disposés verticalement

La pose en délit peut avoir de graves conséquences sur la solidité de la construction.

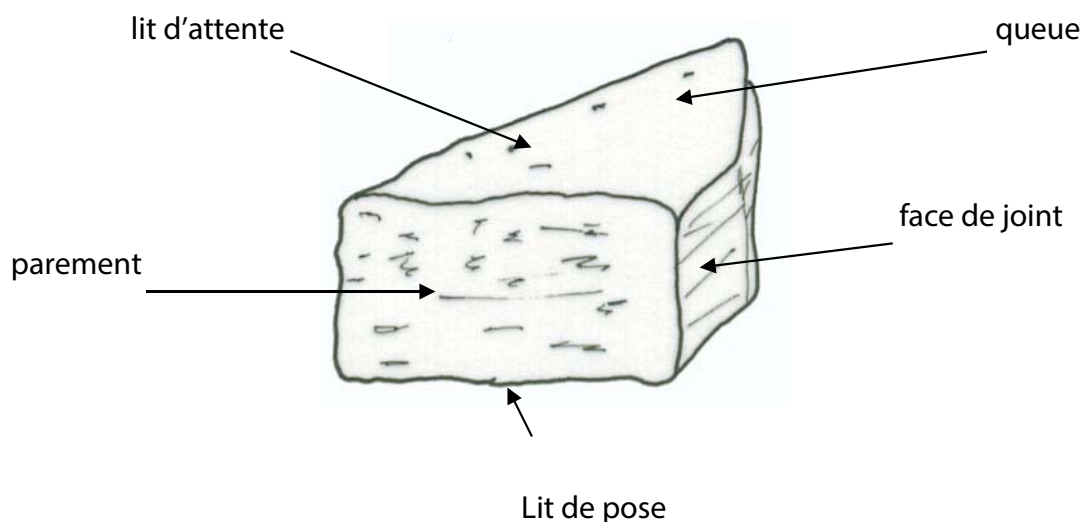
Posé en délit le moellon résiste moins bien à l'écrasement.

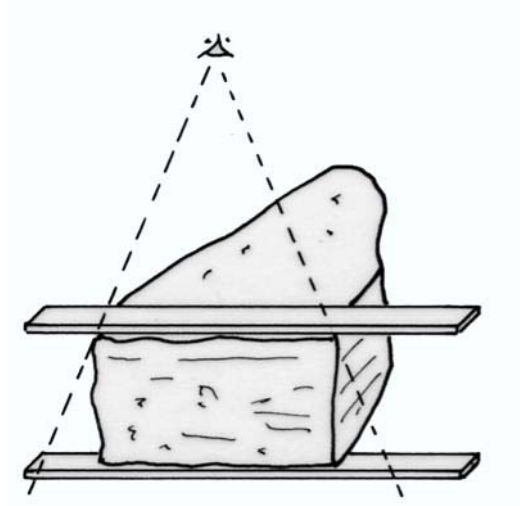
Il se délite, c'est à dire que des couches parallèles aux lits de carrière se détachent

**Il faut donc, avant la taille, rechercher le lit de carrière pour éviter la pose en délit**



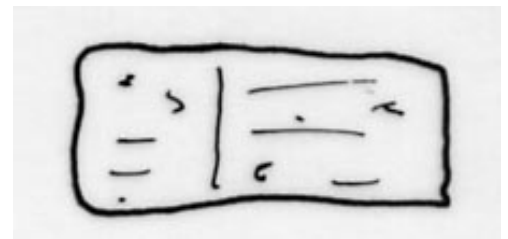
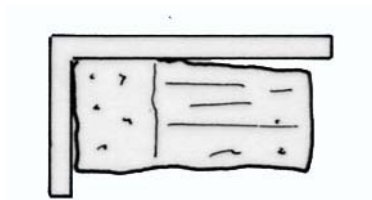
## 5 FACONNAGE DES MOELLONS



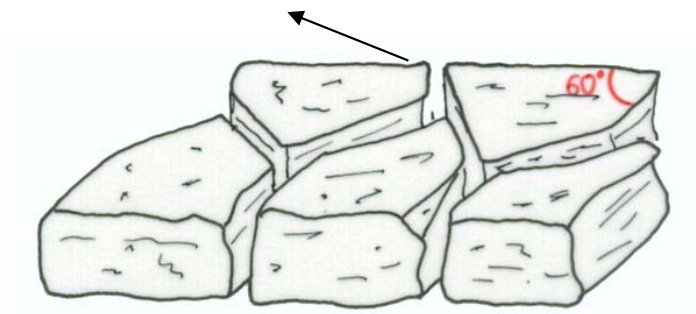


Le parement, partie visible du moellon doit se dégauchir après la taille.

Le lit de pose doit permettre une bonne stabilité du moellon. Il doit être légèrement concave.



Le lit de pose doit être d'équerre au parement et même démaigri



Les faces de joint seront taillées pour faire un angle assez fort, d'au moins 60° avec le parement pour éviter des angles trop aigus qui cassent facilement.

## 6 TECHNIQUE DE POSE

Pour chaque moellon à poser, le maçon choisit le bloc qui lui semble le mieux convenir à la forme du vide à remplir. Il le présente dans son logement pour en vérifier les dimensions et, si besoin est, il en abat au têtù les saillies qui risqueraient de venir au contact des blocs voisins.

Puis il étale à la truelle une épaisse couche de mortier et pose le moellon. Il le serre en lui donnant un léger mouvement de va et vient et quelques coup de truelle, jusqu'à ce que le mortier reflue par tous les joints, puis achève le tassement en frappant à l'aide du têtù. Si un joint apparaît trop large en parement, il y enfonce un garni de forme plate qui

doit être parfaitement enchâssé. Enfin, il achève de remplir les joints latéraux de mortier avec, si nécessaire, de nouveaux garnis.

Il serre les joints en creux ou, au contraire, graisse de mortier le pourtour de la face avant de chaque moellon, suivant que le parement est destiné à être vu ou enduit.

Si un moellon se brise au cours de ces opérations, il doit être démonté. Le mortier de pose ne doit pas être liquide (plastique) pour ne pas trop salir les moellons



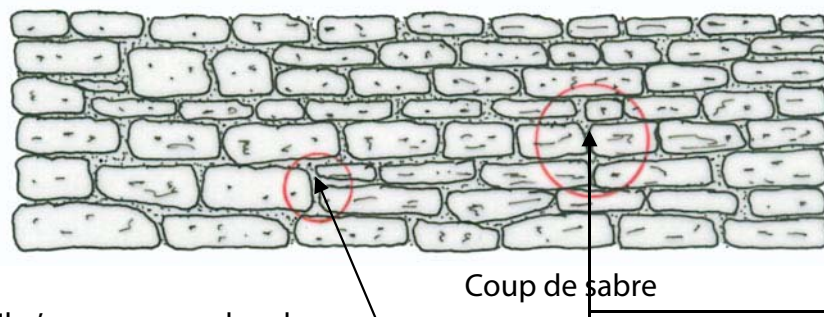
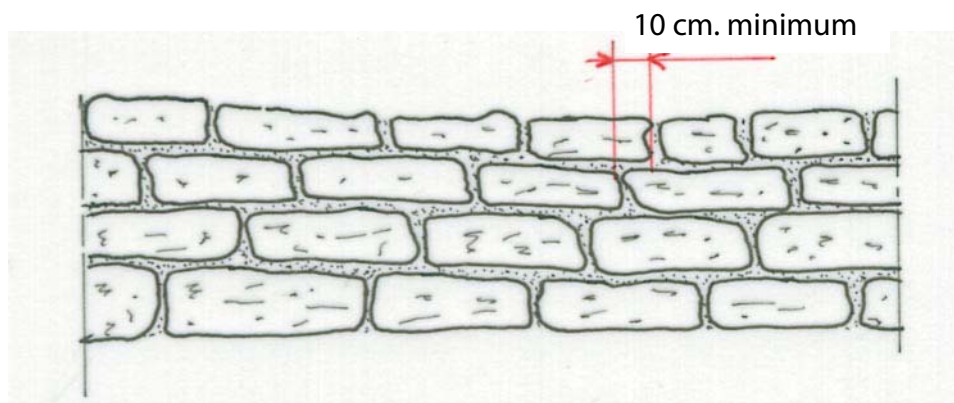


## 7 DECOUPAGES DES JOINTS EN PAREMENT



Le bon liaisonnement des moellons assure la solidité du mur ; pour cela les joints verticaux doivent se découper.

Ils doivent se situer approximativement entre l'axe et le tiers des moellons de l'assise inférieure. Un recouvrement de 10cm. est admis.



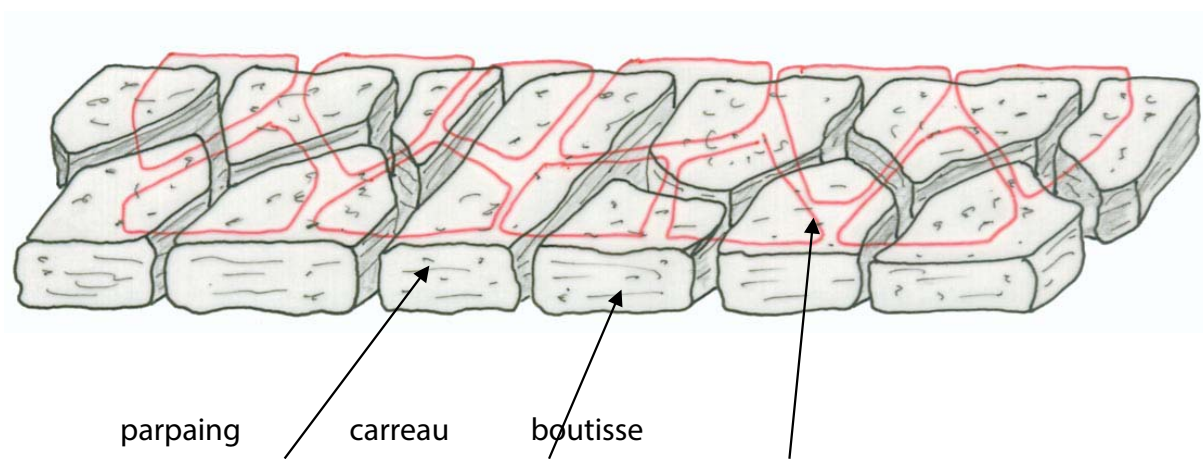
Il n'y a pas coup de sabre

Coup de sabre

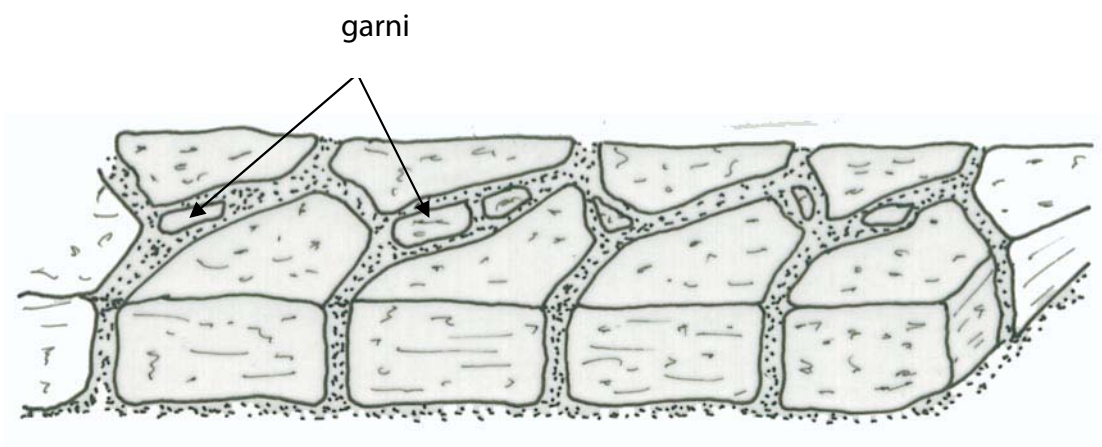
Il y a coup de sabre lorsque trois joints ou plus se superposent. Le coup de sabre doit impérativement être proscrit.

## 8 LIAISONNEMENT INTERIEUR-GARNISSAGE

Les moellons de longue queue alternent avec ceux de queue plus courte tant sur une même assise que d'une assise à l'autre de manière à procurer une bonne liaison.  
La longueur des queues est d'environ les 2/3 de l'épaisseur du mur.  
L'épaisseur des joints horizontaux et verticaux est comprise entre 2 et 5 cm. maximum.



Eviter la pose répétée de carreaux. Leur lit de pose, de surface réduite, ils ont tendance à se déchausser et à glisser vers l'extérieur sous la charge des moellons supérieurs



Les garnis doivent toujours être posés à plat et à bain de mortier

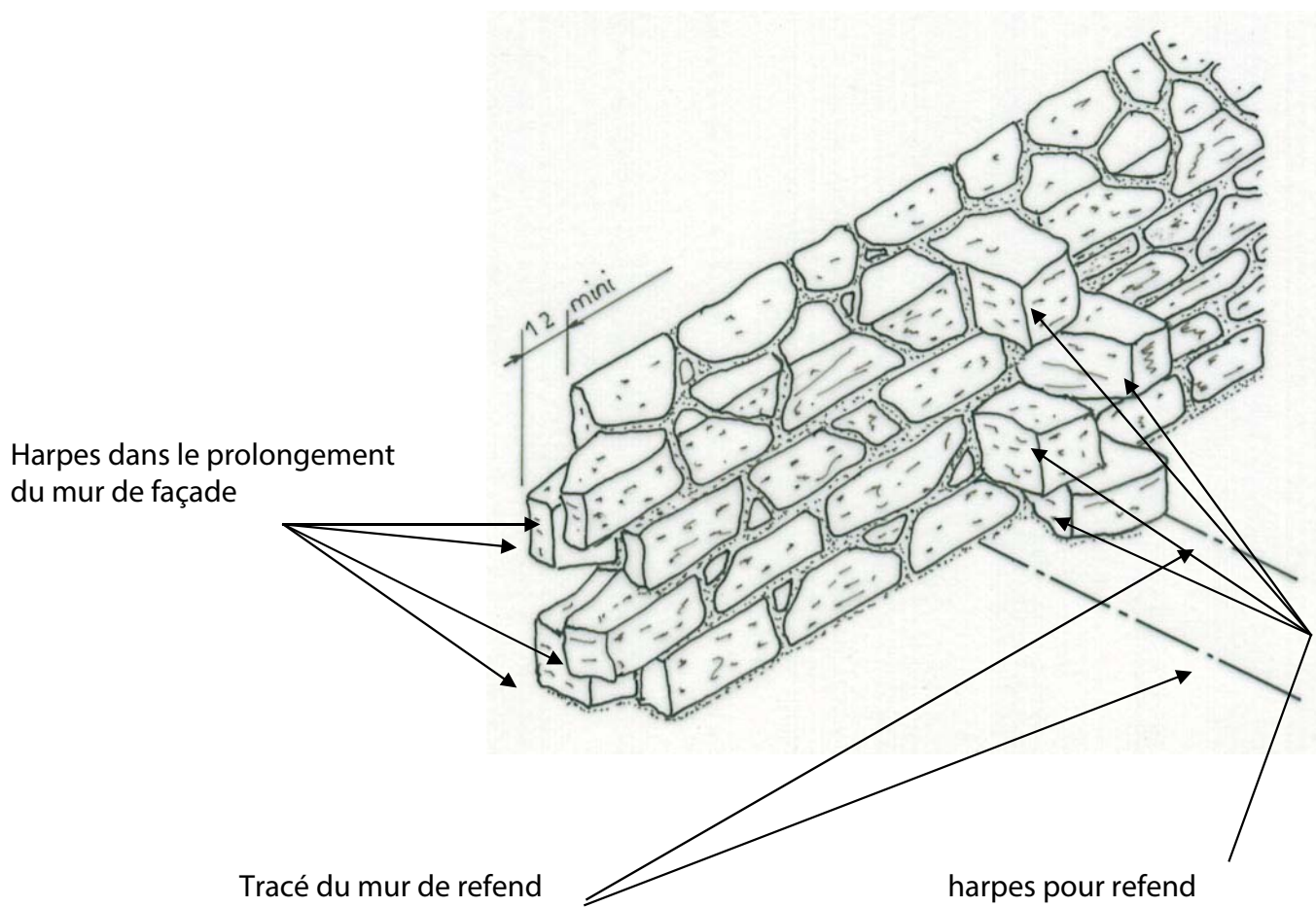
Il ne doit subsister aucun vide à l'intérieur du mur.

Le mortier sera confectionné avec de la chaux à bâtir dans la proportion d'un sac de 35 kilos pour dix seaux de sable (environ 3 volumes de sable + 1 volume de chaux)

## 9 MACONNERIES EN ATTENTE

La possibilité de raccorder des maçonneries peut être assurée par des **harpes** ou des **déharpes**

### Les harpes

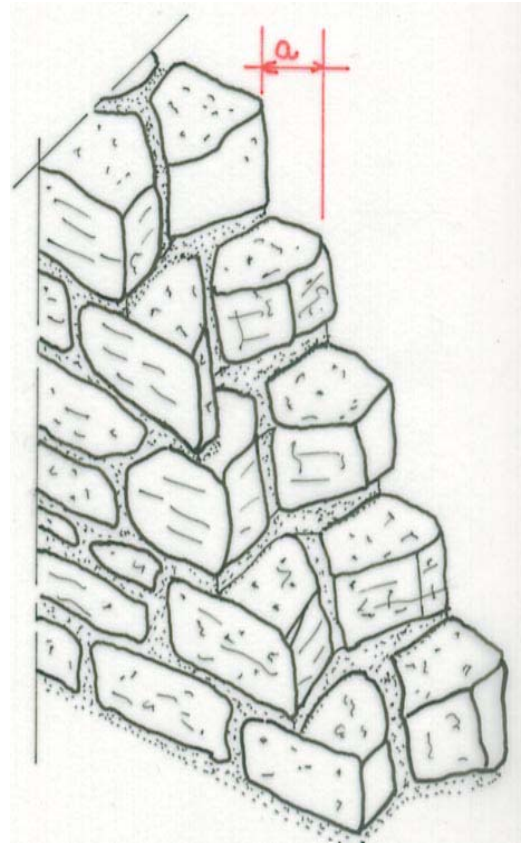


On lance des harpes en bascule dès la première assise puis une assise sur deux, vers la direction du mur à raccorder.

Pour faciliter le liaisonnement, il faut les placer alternativement à gauche et à droite, ancrées des 2/3 environ de leur longueur dans le mur.

## Les déharpes

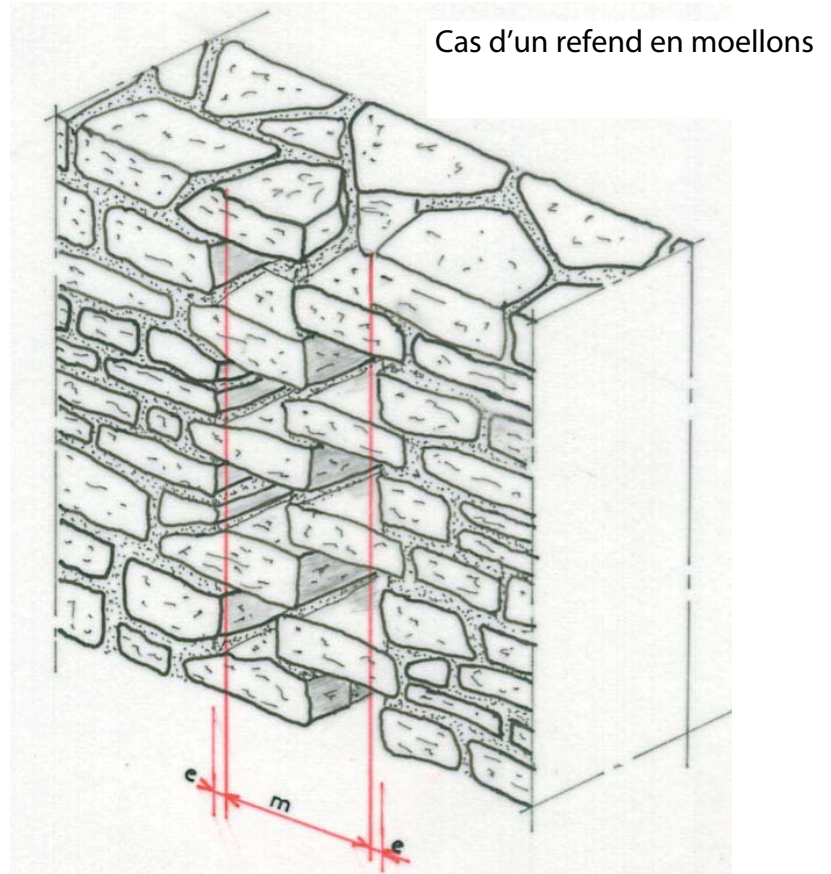
Le déharpement, consiste à poser des assises successivement gradins faciles à liaisonner ensuite avec le mur. La longueur des amorces déharpées varie avec celle des moellons dont on dispose, la pente du dégradé étant à peu près de  $45^\circ$ .



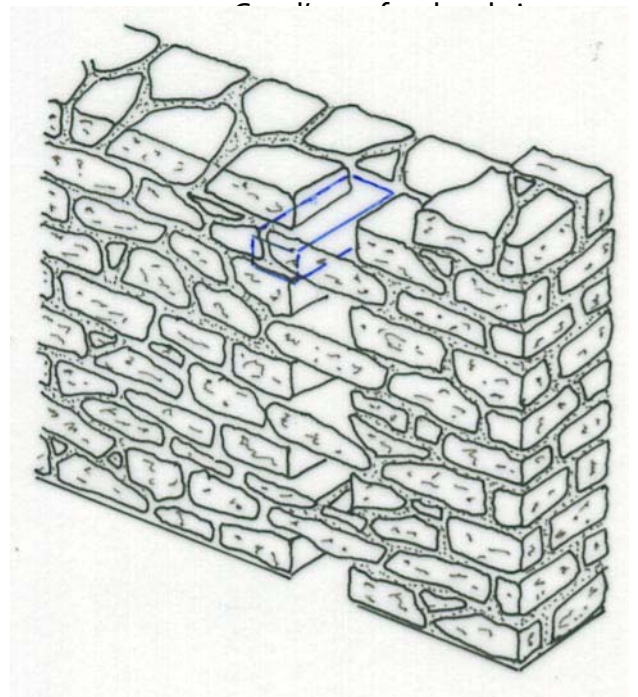


### LES ARRACHEMENTS

On réserve des arrachements dans le mur de façade. Cela consiste à laisser des vides, des trous, une assise sur deux dans le mur, à l'emplacement du départ du refend. Ces creux seront profonds d'une vingtaine de centimètres.



Si le refend est prévu en briques pleines ou creuses ou encore en agglomérés de béton, la hauteur de l'arrachement devra correspondre aux dimensions de ces matériaux en réservant 2 cm pour les joints.



### **III RESSOURCES D’EVALUATION**

#### **EVALUATION**

1) Pour maçonner 1m<sup>3</sup> de moellons, vous employez :

100 litres de mortier

400 litres de mortier

600 litres de mortier

2) La cohésion du mur dépend principalement

du mortier

du garni

de l'assemblage des pierres entre elles

3) L'épaisseur des joints en parement ne doit pas dépasser

5 cm.

3cm.

1cm.

4) Le parpaing est

un bloc de béton spécial pour les angles

un moellon qui traverse le mur

un moellon dont la longueur est en parement

5) En parement les moellons se recouvrent au moins

au tiers

de 10 cm.

à la moitié

6) En cas de projection accidentelle de chaux dans les yeux

vous attendez que cela passe

vous lavez immédiatement l'œil à l'eau claire

vous frottez énergiquement

## CORRIGE EVALUATION

1) Pour maçonner 1m<sup>3</sup> de moellons, vous employez :

100 litres de mortier

**X** 400 litres de mortier

600 litres de mortier

2) La cohésion du mur dépend principalement

du mortier

du garni

**X** de l'assemblage des pierres entre elles

3) L'épaisseur des joints en parement ne doit pas dépasser

5 cm.

**X** 3cm.

1cm.

4) Le parpaing est

un bloc de béton spécial pour les angles

**X** un moellon qui traverse le mur

un moellon dont la longueur est en parement

5) En parement les moellons se recouvrent au moins

au tiers

**X** de 10 cm.

à la moitié

6) En cas de projection accidentelle de chaux dans les yeux

vous attendez que cela passe

**X** vous lavez immédiatement l'œil à l'eau claire

vous frottez énergiquement

## **Etablissement référent**

*DI-DBTP*

*Coordination : Thierry Murat*

## **Equipe de conception**

*Serge Luniaud*

*Serge Teyssier*

## **Remerciements :**

## **Reproduction interdite**

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.

«toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou un procédé quelconques.»

Date de mise à jour jj/mm/aa  
afpa © Date de dépôt légal mois année







Maçon du Bâti Ancien

**Gâcher manuellement du mortier**

## LIVRET DE SEANCE

**Accueil**

**Apprentissage**

**Période en  
entreprise**

**Évaluation**



## Maçon du Bâti Ancien

### CODE BARRES

Gâcher manuellement du mortier

Préparer du mortier manuellement pour la réalisation de divers ouvrages en maçonnerie du bâti ancien (pose de moellons, enduits...)

- Mettre en œuvre les équipements de protection individuelle
- Organiser son poste de travail
- **Préparer du mortier**

Durée indicative de la séance : 4 heures

# SOMMAIRE

I Présentation.....	4
I.1 Qu'est-ce qu'un mortier : .....	4
II LE SABLE.....	4
II.1 provenances des sables .....	4
II.2 Granulométrie.....	5
II.3 Qualité d'un bon sable.....	5
II.4 Dosage des sables.....	6
II.5 Dosage des fines.....	7
II.6 Calcul du foisonnement.....	8
III LES LIANTS .....	9
III.1 La chaux.....	9
III.1.1 La chaux aérienne (CL / DL).....	10
III.1.2 -La chaux hydraulique naturelle (NHL).....	12
III.2 Les ciments .....	13
III.3 La terre.....	14
IV L'EAU.....	16
IV.1 Rôle de l'eau de gâchage.....	16
IV.2 Choix de l'eau de gâchage.....	16
IV.3 Quantité.....	16
V PREPARATION DU MORTIER.....	17
V.1 La chaux à l'étouffé : .....	17
V.2 De nos jours.....	17
VI ANNEXES .....	22
VI.1 Hygiène et sécurité.....	22
VI.2 mortier à la bétonnière.....	22
VI.2.1 Gâcher mécaniquement du mortier de chaux.....	22
VI.2.2 Différents types de bétonnières.....	25

# I PRÉSENTATION

## I.1 QU'EST-CE QU'UN MORTIER :

Le mortier est un mélange de sable, de liant aérien ou hydraulique et d'eau. Cette opération est appelée *le gâchage*

Les liants principaux sont : le ciment , la chaux, le plâtre et la terre.

Les sables sont de nature différentes apportent l'aspect et la couleur au mortier. Le choix de l'agrégat est plus important encore lors de la réalisation d'enduit de finition.

Ces divers composants forment un mélange homogène, facile à mettre en œuvre.



# II LE SABLE

## II.1 PROVENANCES DES SABLES

### Les sables naturels

Ils ont pour origines :






- Les rivières (sables avec peu de fines et grains ronds) provenant de la désagrégation de la roche.
- Les carrières (sables concassés anguleux et « propres»).
- La mer (sable coralliens et calcaires blancs et fins).
- Les volcans (sables noirs riches en fines).

Au cours du temps, cette roche subit des transformations occasionnées par de nombreux phénomènes :

- \_De l'érosion mécanique : eau, vent, roulage dans le lit des rivières
- \_Des conditions climatiques extrêmes : chaleur, gel.
- \_Des transformations chimiques.
- \_Des migrations verticales de quelques composants vers le bas par la pluie, vers le haut par évaporation.

Il faut éviter l'emploi des sables de mer qui, pouvant contenir du sel, peuvent provoquer des efflorescences.

## II.2 GRANULOMÉTRIE

CONSTITUANTS :			INERTES	ACTIFS
 Les cailloux 200 – 20 mm  • Ils proviennent de l'érosion de la roche mère. • Leur résistance aux chocs permet de les utiliser comme blocs à maçonner.	 Les graviers 20 – 2 mm  • Résultat de l'érosion des cailloux. • Très connus et utilisés pour la confection des bétons et mortiers de ciment, ils en forment le squelette.	 Les sables 2 – 0,02 mm	 Les silts 0,02 – 0,002 mm  • C'est un sable invisible à l'oeil tellement son diamètre est petit. • Avec l'eau, les grains de silt collent entre eux par succion. Faible cohésion.	 Les argiles Ø < 0,002 mm  • Elles donnent la cohésion à l'ensemble des composants de la terre. • Il existe plusieurs familles d'argiles suivant leur pouvoir cohésif. • Leur force de cohésion est réversible avec l'eau.

### Les sables artificiels

Proviennent du broyage ou du concassage de certaines roches, ils sont généralement de formes anguleuses.

## II.3 QUALITÉ D'UN BON SABLE

**Les mortiers gâchés avec des sables à grains arrondis sont plus faciles à mettre en œuvre que ceux gâchés avec des sables concassés.**

Un bon sable doit :

- Etre rude au toucher
- Cricoter sous la pression de la main
- Etre exempt d'impureté

La qualité du sable peut se vérifier :



- En serrant une poignée de sable dans la main, il ne doit pas rester en boule ni salir la peau
- *En délayant du sable dans un seau d'eau clair, il ne doit pas troubler l'eau*

Le trouble de l'eau est provoqué par les fines qui le constitue. Il faut apprendre à évaluer et modifier son pourcentage en fonction de l'emploi visé. Le lavage du sable permet d'éliminer une partie des impuretés. Le sable vendu en carrière possède un E/S de 75 à 90 %. (voir chapitre II 5 dosage des fines)

## II.4 DOSAGE DES SABLES

Mettre une quantité de sable sec dans un récipient.

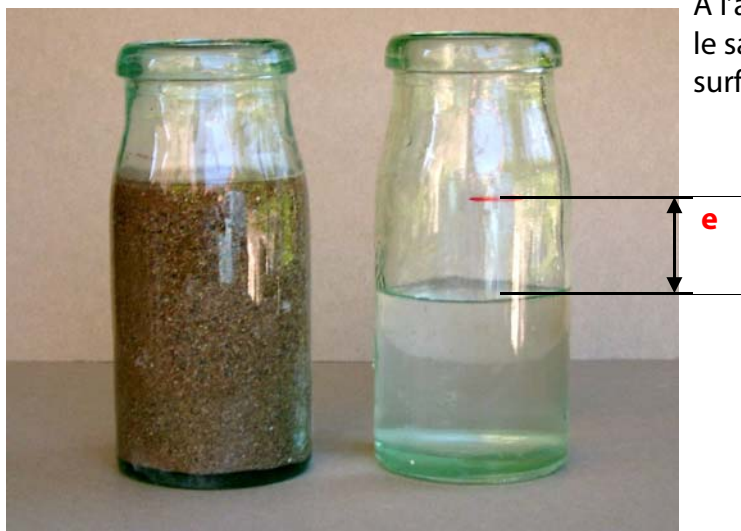


sable sec

eau



A l'aide d'un récipient gradué, verser de l'eau sur le sable jusqu'à mouillage total et affleurement en surface



La quantité d'eau mesurée, **e** correspond aux vides entre les grains et est égale au volume du liant nécessaire pour le sable considéré

**Equivalences:** 1 brouette de sable = 6 seaux de 10 litres  
1 sac de chaux de 35 kg = 4,5 seaux de 10 litres

## II.5 DOSAGE DES FINES

Les **fin**es sont les particules de sable en poudre de 0,1 mm. Elles remplissent les interstices entre les grains de sable et améliorent la compacité des mortiers.

Détermination de la proportion de fines :

Dans un bocal en verre, mélanger vigoureusement un volume de sable sec avec trois fois son volume d'eau.

Après un quart d'heure de repos, comparer les mesures de sable et de particules fines.

La hauteur de sable doit avoisiner quatre fois la hauteur des fines. Au delà d'un rapport de 6 pour 1, le sable sera trop pauvre et au-dessous du rapport 3 pour 1, la richesse excessive en fines sera cause de retrait et de faïençage. Son manque de fine entrainera un manque de souplesse et de coloration.



1 volume de sable sec + 3 volumes d'eau



Hauteur de sable = 40 mm.

Hauteur de fines = 8 mm.

Le rapport est de 1 part de fines pour 5 parts de sable.

8 mm

40 mm

## II.6 CALCUL DU FOISONNEMENT

Le foisonnement est l'augmentation de volume que subit le sable lorsqu'il est humidifié. L'eau, cheminant par capillarité, enrobe chacune des particules et s'interpose entre elles, les espaçant légèrement les unes des autres ; d'où ce gonflement apparent, qui atteint couramment 20 à 30% par rapport au volume du même matériau sec. Il est donc essentiel de tenir compte de ce phénomène lors du dosage du sable.

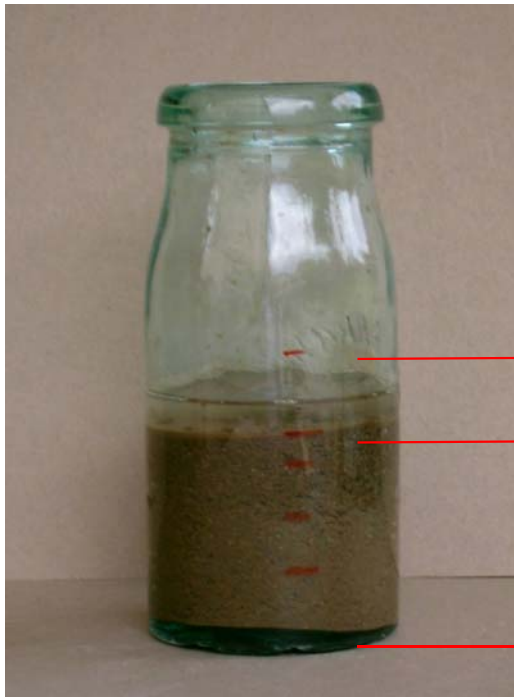


Le sable immergé occupe le même volume que le sable sec.

-Saturer d'eau le volume de sable humide

**A** - Repère de la hauteur de sable humide

-Saturer d'eau le volume de sable humide



Le sable saturé perd du volume et prend le même volume que le sable sec

**A** - Niveau de sable avant saturation

**B** - Niveau de sable après saturation

$$\frac{\text{Volume sable sec}}{\text{Volume sable immergé}} = \frac{1.4 \text{ de coef. de foisonnement}}{\text{coefficient de foisonnement}}$$

Pour effectuer un dosage nécessitant 3 brouettes de sable sec, on multipliera cette quantité par le coefficient de foisonnement, ici de 1,4. -  $3 \text{ brouettes} \times 1,4 = 4,2 \text{ brouettes}$  de sable humide

### III LES LIANTS

#### III.1 LA CHAUX

On suppose que les hommes de la préhistoire ont découvert la chaux lorsqu'ils ont maîtrisés le feu :

Des pierres gypse ou de calcaire entourant un foyer, le feu brûlant nuit et jour et ces pierres ont fini par se décarbonater.

Plus tard, la pluie sur un foyer éteint et la chaux vive s'est hydratée

**Cette découverte accidentelle du plâtre puis de la chaux à été domestiquée au cours de millénaires où l'on ne disposait que de bois, de pierres, de terre et de sable, pour construire.**

Les premières traces de la fabrication organisée de la chaux remontent à 10 000 ans avant J.C. en Mésopotamie. La plupart des peuples de l'antiquité connaissaient la chaux : Egyptiens, Etrusques, Phéniciens, Grecs, Romains. Elle était utilisée comme liant dans les constructions et servait dans la fabrication d'enduits ou la réalisation de fresques.

Les Romains étaient parvenus à améliorer la qualité de leur mortier de chaux en y ajoutant de la brique pilée. Ils l'utilisaient également pour assécher les sols humides ou pour des applications chimiques.



PONT DU GARD

Nous maîtrisons peu les techniques à la chaux, pour s'en rendre compte, il suffit de penser aux bains Romains. Dans ces lieux en permanence à 100% d'humidité la

chaux était partout : dans les bassins, sur les murs et en décors peints.  
Aujourd'hui l'humidité nous incite à recourir à tous les produits, sauf la chaux.

Les liants du bâti anciens se limitent à une utilisation respectueuse du patrimoine. Le ciment est à éviter car il n'était pas présent dans les constructions de plus d'un siècle. Les anciens utilisaient la terre comme liant, matière locale et économique disponible partout et en quantité.

L'utilisation de la chaux est complexe et demande un bon savoir faire. La chaux était utilisée locale et peu exportée. Chaque étape de la préparation de la chaux permet la récupération d'un produit utile.

Du calcaire, matière première de la chaux :

La chaux est obtenue par calcination d'un calcaire (celui-ci représente 20 % de la couche terrestre).

**CHAUX VIVE** : conditionnée en poudre ou en roche, elles se conservent sans limite de temps dans un sac plastique ou un seau fermé hermétiquement. Au contact de l'air la chaux vive passe à l'état de chaux éteinte puis de chaux carbonatée. Elle sert à la stabilisation des sols.

**CHAUX ETEINTES** : après extinction de la chaux vive par

**EAU DE CHAUX** : C'est l'eau claire située au dessus d'une chaux en pâte décantée.

Cette eau est une base forte d'un pH voisin de 12.4

A saturation elle est chargée de 1.3 g d'hydroxyde de calcium  $\text{Ca(OH)}_2$  par litre. On l'utilise parfois pour fixer une patine sur une pierre ou un enduit. Elle sert aussi pour rehausser les couleurs sur les badigeons.

**FLEUR DE CHAUX** : partie fine flottante en surface de l'eau d'extinction après plusieurs jours. Cette fleur sert de fixateur pour les badigeons et les patines sur enduit et sur les bois.



### III.1.1 La chaux aérienne (CL / DL)

**CL = calcium lime / chaux aérienne**

**DL = dolomit lime /chaux magnésienne / chaux dolomitique**

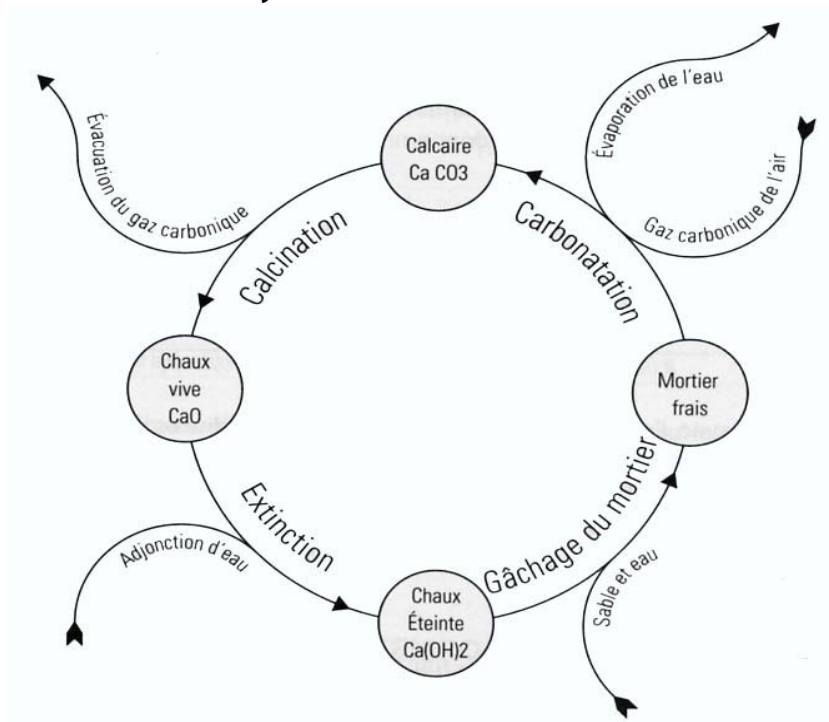


La chaux aérienne est une chaux issue de la calcination de calcaire le plus pur possible (moins de 3% d'impuretés).

La roche est chauffée dans des fours à chaux à environ 900°, elle se transforme en chaux vive.

La chaux vive est éteinte par hydratation pour devenir de la chaux aérienne (ou chaux grasse). Elle a été transformée naturellement en poudre, sans broyage.

### Cycle de la chaux aérienne



Lors de la mise en œuvre du mortier, la chaux aérienne va effectuer sa **prise** ou **carbonatation**.

Cette réaction, très lente (plusieurs mois), se produit grâce à l'association de la vapeur d'eau et du gaz carbonique qui forment l'acide carbonique. La chaux fixe alors le gaz carbonique contenu dans cet acide et se transforme en calcaire.

Ces chaux durcissent uniquement au contact de l'air, d'où le nom de chaux aérienne.

### Classes, dénominations

Le chiffre qui suit les initiales CL ou DL donne le % de produit actif.

*Suivant la pureté de la chaux*

**CL** : chaux aérienne calcique

CL 90 – CL 80 – CL 70

**DL** : chaux aérienne dolomitique

DL 85 – DL 80

## III.1.2 -La chaux hydraulique naturelle (NHL)

La chaux hydraulique naturelle est obtenue par calcination d'un calcaire impur (contenant des silicates ou des aluminates) ayant pour propriété de faire une partie de sa prise à l'eau et l'autre à l'air (ancienne appellation XHN).

Les chaux hydrauliques conservent une part variable de chaux aérienne. La prise aérienne d'une chaux hydraulique représente environ 30% de sa prise.

Trois classes de résistance : 2- 3,5 et 5

Elles se distinguent principalement par leur résistance à la compression mesurée après 1 mois de vieillissement.

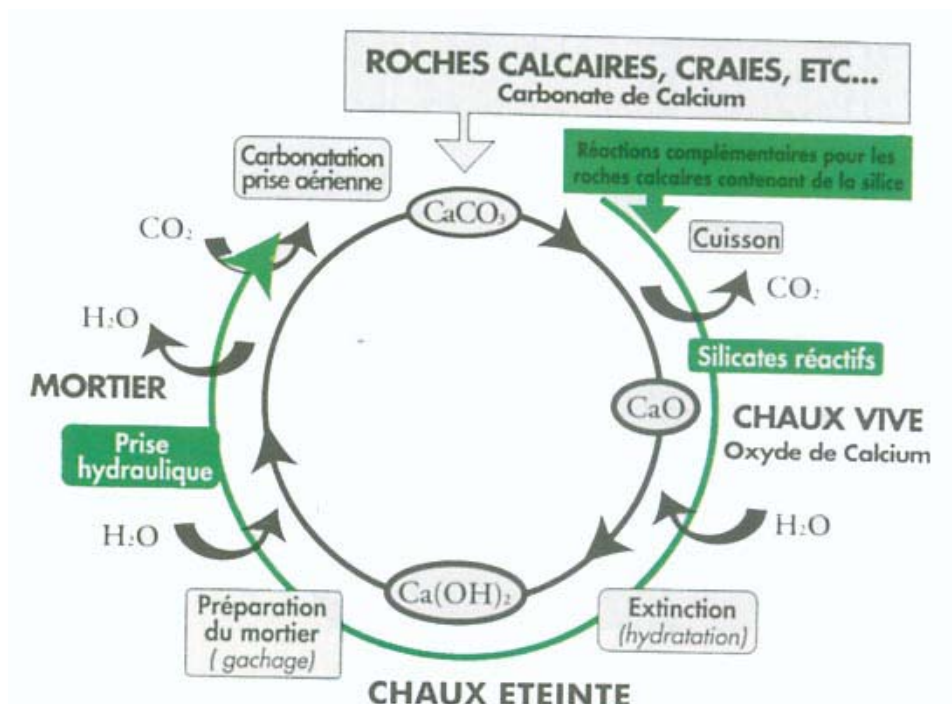
Sur les sacs "NHL 2" correspond à une résistance comprise entre 2 et 5 MPa (20 et 50 Kg/cm<sup>2</sup>)

NHL 3,5 = une résistance comprise entre 3,5 et 10 MPa (35 et 100 Kg/cm<sup>2</sup>)

NHL 5 = une résistance comprise entre 5 et 15 MPa (50 et 150 Kg/cm<sup>2</sup>)

Elles sont définies par leur valeur minimale de résistance à la compression à 28 jours exprimée en MPa (Méga pascal, 1 MPa = 10 kg. / cm<sup>2</sup>)

### Cycle de la chaux hydraulique naturelle



Pendant la calcination du calcaire, l'argile ou la marne qu'il contient riches en éléments chimiques comme le fer, l'aluminium et surtout la silice se combinent avec

le calcium et forment des silicates de calcium et aussi des aluminates et des ferro-aluminates de calcium.

Par contact avec l'eau, ces corps vont former des hydrates insolubles qui confèrent au liant un caractère hydraulique.

Les chaux pures NHL auxquelles on additionne des matériaux hydrauliques jusqu'à 20 % sont signalées par la lettre Z (NHL-Z). le Z signifie Ziment (ciment en Allemand) ce qui en fait une chaux bâtarde non conforme au bâti ancien.

On utilisera de préférence une chaux hydraulique de faible résistance (NHL 2), sur les murs en terre ou en pierres tendres, hourdés avec des joints peu résistants

La NHL 3.5 peut convenir aux supports de pierres froides

### III.2 LES CEMENTS

Le maçon du bâti ancien n'utilisera du ciment que pour réaliser des ouvrages en béton armé, poutres, poteaux, planchers poutrelles hourdis.

**JAMAIS** pour bâtir de la pierre, enduire des constructions en pierre ou poser du dallage en terre cuite.

Le ciment est un liant obtenu par cuisson d'un mélange de calcaire et d'argile, puis broyage. C'est un liant hydraulique, c'est-à-dire qu'il fait sa prise à l'air et dans l'eau.

#### Classification

Les types et les catégories de ciment sont nombreux, chacun correspond à une utilisation et un besoin précis.

Les plus utilisés dans la construction :

Les **Ciments Portland** (du nom d'une presqu'île de Grande-Bretagne où était extraite une pierre grise de composition et d'aspect analogue au ciment).

- Ciment gris : CEM II / B – LL 32.5 R\* CP 2
- Ciment blanc : CEM II / B – LL 42.5 R CP 2 SB

#### Le Ciment Prompt Naturel.

Obtenu par cuisson de 500 à 1200° C de calcaire contenant de 23 à 30% d'argile.

Fabriqué depuis la fin du XVIIIe siècle, il a longtemps été utilisé pour fabriquer des pierres factices de béton moulé (de 1820 à 1920 environ, il sert aujourd'hui à réaliser des scellements, à fabriquer des moulages d'art, et comme adjuvant naturel dans les enduits de chaux.

Sa résistance est égale aux ciments Portland

Il existe plusieurs classes de résistance du ciment : 32.5 – 42.5 et 52.5.

\*Les ciments possédant la lettre R indiquent des caractéristiques de résistance élevées à 2 jours.

### III.3 LA TERRE

Il existe plusieurs types de terre selon l'importance en quantité d'un des ses composants:

**Terre graveleuse - terre sableuse - terre silteuse - terre argileuse.**

#### ÉTATS HYDRIQUES :

Plus la terre absorbe l'eau, plus sa consistance change d'état. Il existe quatre états fondamentaux :

- **Sec**
- **Humide**
- **Plastique**
- **Liquide**

• \_Pour chaque état, la terre dans son intégralité peut se travailler de façon très spécifique :

**Sec** : se découpe – se creuse – se pulvérise

**Humide** : se compacte par à coup – se comprime lentement

**Plastique** : se façonne – se moule – se démoule – s'enduit

**Liquide** : se coule – se projette – se pompe

• \_Pour passer d'un état hydrique à un autre, la quantité d'eau varie selon le type de terre :

**Terre sableuses** : très peu d'eau est nécessaire pour changer la consistance.

**Terre argileuse** : beaucoup d'eau est nécessaire pour changer la consistance ; plus l'argile est collante, plus la capacité d'absorption d'eau de la terre est grande.

**(Voir livret préparer des échantillons de terre)**

#### L'ORIGINE DES DIFFÉRENTES TERRES

Les terres utilisées en construction correspondent soit aux horizons inférieurs (sous l'humus) de différents types de sols, soit à des dépôts non cimentés et n'ayant pas subi de diagénèse, de cristallisation ou de métamorphisme (formation des roches).

#### DÉPÔTS LACUSTRES

Ce sont de minces couches de silt et d'argile ayant sédimenté dans des bassins peu profonds à l'époque glaciaire. Apparaissant sous forme de strates hétérogènes dans le sol, ces terres doivent être bien malaxées et mélangées avant utilisation.

### **DÉPÔTS FLUVIO-GLACIAIRES**

Ce sont des sols issus de matériaux transportés souvent sur de grandes distances aux époques glaciaires, d'où un mélange de matériaux d'origines différentes. Le squelette est formé de grains arrondis, il y a fréquemment présence d'agrégats très argileux. Ce sont souvent des sols calcaires mais décarbonatés en surface. Bien approprié pour la construction.

### **LOESS**

C'est un dépôt éolien, fin et homogène, de texture silteuse, pauvre en sables, contenant 10 à 20 % de carbonate de calcium. Le matériel d'origine provient des régions désertiques ou de la périphérie des grands glaciers. Après dépôt, il peut y avoir lessivage du calcaire. Du fait de sa faible teneur en argile et de sa granulométrie fine, il faut éviter son utilisation pour la construction massive, mais il convient dans les autres applications.

### **ALLUVIONS RÉCENTS**

Ce sont les sédiments des actuelles vallées fluviales. Il s'agit de sols issus des dépôts successifs de matériaux de diverses origines, charriés par l'eau, emportés et redépôtés lors de crues. Il y a souvent présence de matières humiques et organiques, de couleur foncée. Parfois il y a des couches de sable, de graviers, de cailloux et même de tourbe. Si la matière organique n'est pas trop abondante et répartie uniformément, ces terres sont utilisables à condition d'être suffisamment cohésives. Ceci compte aussi pour les vieux dépôts vaseux et sombres en bord de mer.

### **ALLUVIONS ANCIENS**

Ce sont d'anciens sols remaniés et emportés puis redéposés par les cours d'eau, mélangés à des sables et graviers, normalement non calcaires. C'est un bon matériau de construction car naturellement «préparé», mais la présence d'humus peu le rendre impropre à l'usage.

### **COLLUVIONS ET AUTRES SOLS**

Ce sont des sols s'étant formés sur place, par altération des roches sous-jacentes ou des pentes au-dessus. Le squelette de ces terres est constitué de débris de roche anguleux et de granulométrie très hétérogène. Les gisements sont très différents les uns des autres, selon le degré d'altération et selon la composition de la roche-mère. Matière première optimale pour le pisé à condition d'une teneur suffisante en argile.

### **MARNES CALCAIRES**

Ce sont des roches sédimentaires argileuses friables, à forte teneur en carbonate de calcium, ce qui diminue leur plasticité et leur cohésion, de ce fait souvent insuffisantes pour la construction en terre.

### **ARGILES TERTIAIRES, GLAISES**



Ce sont des strates géologiques anciennes, du tertiaire voire du secondaire, affleurant dans de nombreuses régions. Elles constituent la matière première pour les productions de céramique de haute qualité. Elles portent différents noms selon les régions. Si ces argiles ne sont pas amaigries, au départ de la carrière, avec des charges rocheuses ou schisteuses, elles sont très difficiles à travailler pour des fins de construction.

Remarque : Toutes les terres blanches ne sont pas calcaires, elles peuvent aussi contenir du carbonate de magnésium, qui ne réagit pas par effervescence en présence d'acide chlorhydrique.

## IV L'EAU

### IV.1 RÔLE DE L'EAU DE GÂCHAGE

- Une partie de l'eau sert à la réaction chimique de prise (hydratation).
- L'autre partie, à plastifier le mortier et à lui donner la maniabilité nécessaire à sa mise en œuvre.
- Elle favorise l'enrobement de chaque élément de granulat (sable) et le liant.

### IV.2 CHOIX DE L'EAU DE GÂCHAGE

L'eau la mieux adaptée aux travaux de gâchage est **une eau potable**, ce qui revient à exclure :

- **Les eaux pures**, telles que les eaux granitiques, car elles dissolvent la chaux à 1.5 g / l, du fait de l'absence de carbonate dans leur composition.
- **Les eaux séléniteuses** qui renferment des sulfates de chaux, entraînant la formation de «sel de Candelot (ettringite)». Ce sel provoque des variations importantes de volume qui nuisent à la stabilité du mortier. Ce type d'eau est localisé à proximité des carrières de gypse.
- **Les eaux résiduelles** (eaux usées), car elles sont généralement acides et neutralisent tout ou partie de la carbonatation de la chaux.
- **L'eau de mer** qui provoque des efflorescences à la surface du mortier dues aux sulfates de magnésie et au chlorure de magnésium.

### IV.3 QUANTITÉ

La quantité d'eau nécessaire à la mise en œuvre d'un mortier est difficile à déterminer dans l'absolu.

Elle est liée à l'humidité du sable, à sa compacité et à sa granulométrie.

Trop d'eau entraîne :

- Une difficulté de mise en œuvre.
- Une diminution de la résistance.
- Un retrait important, lors de l'évaporation, qui engendre des fissures.

Il est commun d'entendre qu'il faut la moitié en eau du volume de liant. Il ne s'agit que d'une référence.

En réalité seul 25 % d'eau par rapport au du poids du liant sert à la réaction chimique (hydratation).

L'autre partie sert à plastifier le mortier et à lui donner la maniabilité nécessaire à sa mise en œuvre.

Elle favorise ainsi l'enrobage de chaque élément de granulat par le liant

## **V PREPARATION DU MORTIER**

### **V.1 LA CHAUX À L'ÉTOUFFÉ :**

Il y a un siècle, le mortier était préparé à « l'étouffé » dans une fosse. La chaux vive en cailloux était mêlée par couche intermédiaire avec du sable et de la terre dans la fosse. La fosse ressemblait à une auge de plâtrier.

Le mortier était hydraté et conservé sous une couche d'eau. Une rampe aménagée permettait de tirer une boudée de mortier hors de l'eau et de finir le mélange déjà avancé lors de l'extinction dans la fosse.

On obtenait ainsi sur chantier de la chaux éteinte en mortier "prêt à l'emploi" sans bétonnière. La conservation de ce mortier nécessitait de maintenir un niveau d'eau supérieur au mortier.

Après avoir calculé la quantité de mortier nécessaire à la réalisation de votre ouvrage.

### **V.2 DE NOS JOURS**

Cette homogénéité s'obtient en deux temps :

Le mortier confectionné avec des liants hydrauliques s'utilise aussitôt après son gâchage (ciment, chaux hydrauliques)

Le mortier confectionné avec des liants aériens peut être préparé à l'avance. Un temps de repos d'une nuit est préconisé lors d'emploi de chaux aériennes. La chaux sera plus souple et plastique donc plus facile à utiliser.

Un mortier à base de terre peut être préparé longtemps à l'avance mais cela n'a pas d'impact sur le mortier.

On ne doit pas le ramollir après le début de la prise.

Mortier de ciment : utilisable durant 2 heures

Mortier de chaux hydraulique : utilisable durant 6 heures

Mortier de chaux aérienne : utilisable durant 20 heures (recouverte et à l'abri de l'air la prise est stoppée)

Mortier de terre : pas de limite d'utilisation. C'est le seul mortier qui n'a pas de réaction chimique (pas de prise , le durcissement est très lent, plusieurs années)

Dans tous les cas il faut protéger la gâchée.

Du soleil et du vent pour éviter le dessèchement

De la pluie pour éviter le lavage des agrégats

Cette homogénéité s'obtient en deux temps :

Au gâchage lors des différents brassages à la pelle.

Dans l'auge à mortier lors du malaxage à la truelle qui permet par un apport plus ou moins important d'eau d'amener le mortier à la consistance voulue.

**Attention à ne pas noyer le mortier lors du gâchage !**



**1 - Etaler le sable**



**2 - Etaler le liant sur le sable**



**3 - Mettre en tas**



**4 - Retourner deux fois à sec**



**5 - Creuser un cratère**



**6 - Mettre de l'eau**



**7 - Pousser le mélange vers le centre...**





**...en conservant la couronne du cratère**



**8 - Rajouter de l'eau**



**9 - Mettre en tas**



## VI ANNEXES

### VI.1 HYGIÈNE ET SÉCURITÉ

#### Protection de la peau :

Au cours du travail, il est difficile d'éviter le contact de la peau avec les mortiers. Ce contact provoque brûlures, et des dermatoses.

**Les brûlures** provoquées par le contact de la peau avec les liants sont la conséquence du décapage de l'enduit gras et acide qui protège l'épiderme.

Les manipulations diverses en cours de travail détruisent cet enduit, ce qui favorise la pénétration et la prolifération des microbes et l'apparition de boutons, rougeurs, plaques que l'on appelle **dermatose**.

Cette maladie doit être déclarée à l'inspection du travail et à la caisse de sécurité sociale

Quand on utilise de la chaux ou du ciment il faut observer **une hygiène corporelle très stricte** :

- lavages fréquents
- emploi de savons doux
- port de vêtements de travail propres (changements fréquents)
- utilisation de crèmes barrières
- ne pas macérer dans les gants ou les bottes, et en changer régulièrement

#### Protection des yeux :

La projection de chaux ou de ciment dans les yeux est évitée par le port de lunettes de sécurité.

Toutefois, si un de ces éléments rentre en contact avec un œil, il faut immédiatement le laver avec de l'eau claire, et consulter un oculiste si la brûlure persiste.

### VI.2 MORTIER À LA BÉTONNIÈRE

#### VI.2.1 Gâcher mécaniquement du mortier de chaux

C'est mélanger les composants du mortier (sable, chaux, eau ) à l'aide d'une bétonnière ou d'un malaxeur pour obtenir un mélange homogène, plastique, facile à mettre en œuvre.



- Etaler le sable.
- Etaler la chaux sur le sable.



Mettre la moitié de l'eau dans la cuve

Mettre les composants en tas. (Cette méthode empêche la chaux de voler au moment du chargement)

Introduire l'eau.

-Charger.

-Faire le complément en eau.

-Laisser malaxer pendant une minute au moins.



-Vidanger la cuve dans une brouette ou sur un gâchoir.

-Nettoyer la bétonnière.



## VI.2.2 Différents types de bétonnières

Il existe des bétonnières :

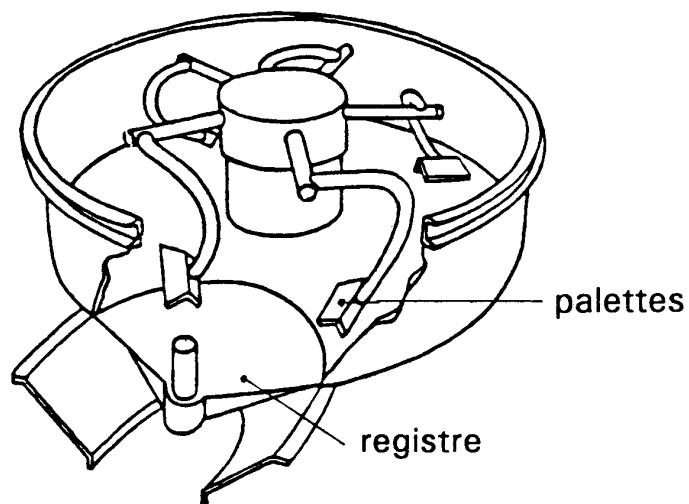
- à tambour basculant sans chargeur
- à tambour basculant avec chargeur
- à tambour horizontal ( plus spécialement réservée à la confection du béton )

Les bétonnières le plus employées pour gâcher les mortiers d'enduit sont les bétonnières à **tambour basculant**.

Leur contenance varie de 50 à 300 de litres.

Elles sont équipées de moteur thermique ou électrique.

A partir de 200 litres, elles sont remorquables à 27 km/h et à 90 km/h si elles sont équipées d'amortisseurs.



*Fig. VII/18 - Malaxeur-agitateur à axe vertical*

#### **Moteur thermique :**

- Faire le plein de carburant en fin de journée pour éviter la condensation dans le réservoir, et dans tous les cas le moteur à l'arrêt.
- Vérifier le niveau d'huile du moteur avant le démarrage.
- Faire les opérations de graissage, moteur à l'arrêt.

#### **Moteur électrique :**

- Vérifier l'état des prises, fiches et prolongateurs tous les jours.
- Vérifier l'ampérage du compteur.
- Dérouler complètement les prolongateurs pour éviter l'effet de bobine.

-Utiliser des prises électriques et des fiches étanches

-Quel que soit le type de bétonnière, nettoyer la cuve après chaque gâchée et nettoyer complètement la machine en fin de journée.

Les bétonnières le plus employées pour gâcher les mortiers d'enduit sont les bétonnières à **tambour basculant**.

Leur contenance varie de 50 à 300 de litres.

Elles sont équipées de moteur thermique ou électrique.

A partir de 200 litres, elles sont remorquables à 27 km/h et à 90 km/h si elles sont équipées d'amortisseurs.



### **Établissement référent**

*AFPA – DBTP GROS ŒUVRE*

### **Chef de projet**

*Thierry MURAT. Ingénieur de formation  
Maçon Bâti Ancien*

### **Ont participé à ce projet ou à cette étude**

*Gérard KODISCHE. Formateur  
Maçon Bâti Ancien*

### **Interdiction de reproduire**

«Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle faite sans l'autorisation de l'AFPA est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation, l'arrangement ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque.»

Date de mise à jour 01 / 12 / 2009



## **Gros-oeuvre**

### **Livret N° U1E1S1 Mettre en œuvre les Equipements de Protection Individuels (EPI) et collectifs sur un chantier d'élévation**

#### **LIVRET DE SEANCE**

**Accueil  
découverte**

**Apprentissage**

**Période en  
entreprise**

**Evaluation**



**CODE BARRE**



## **Bâtir des maçonneries de briques creuses ou d'agglomérés de ciment**

*Cf. : RF Maçon*

Liste des séances de l'étape avec mise en valeur de la séance correspondante à ces livrets

- › Présenter la situation d'apprentissage de l'étape "Bâtir des maçonneries de briques creuses ou d'agglomérés de ciment"
- › **Mettre en œuvre les équipements de protection individuels (EPI) et collectifs sur un chantier d'élévation (U1E1S1)**
- › Organiser le poste de travail de maçonnerie.
- › Tracer des ouvrages de maçonnerie.
- › Préparer du mortier et du béton pour un ouvrage de maçonnerie
- › Bâtir un mur de briques creuse ou d'agglomérés de ciment.
- › Installer et utiliser un échafaudage de faible hauteur
- › Bâtir un mur avec éléments de structure (linteaux, chaînages)
- › Bâtir une pointe de pignon.
- › Monter un conduit de cheminée.
- › Evaluer la compétence "Bâtir des maçonneries de briques creuses ou d'agglomérés de ciment"

# SOMMAIRE

PRESENTATION.....	3
CHEMINEMENT.....	4
1 La législation.....	5
2 Les équipements de protection individuelle.....	6
3 Signalisation des zones de travail - Panneaux d'obligation.....	10
4 Formes et couleurs de panneaux de sécurité.....	11
5 Dispositif de signalisation sur les postes à risques.....	12
6 L'utilisation des matériels.....	13
7 Symbole des produits.....	15
8 Tableau de stockage des produits ensemble.....	16
9 Le tri des déchets.....	17
10 La protection au poste de travail.....	20
11 La clôture de chantier .....	21
12 La protection collective sur les chantiers .....	22
13 Plan d'équipement de chantier.....	25
14 Le P.P.S.P.S .....	26
15 Les accès et les passerelles.....	28
EXERCICE D'ENTRAINEMENT.....	30
1 Exercice d'entraînement - EPI.....	30
correction Exercice d'entraînement - EPI.....	32
EVALUATION.....	34



## PRESENTATION

Après s'être équipé (chaussures, gants, casque, lunettes, etc..) et à partir de consignes, le bénéficiaire sera capable d'installer, seul ou en équipe, les dispositifs de sécurité collectifs mis à disposition par l'entreprise, dans le respect de la réglementation et des notices constructeur.

**Application permanente des consignes de sécurités  
au centre de formation ainsi qu'en entreprise.**



## CHEMINEMENT

**Prenez connaissance des ressources contenues dans ce livret.**

**Réalisez l'exercice d'entraînement.**

**Prenez connaissance de la fiche « évaluation ».**

**Bon courage**

# RESSOURCES

## 1 La législation

### **LÉGISLATION EUROPEENNE**

---

Selon la directive 89/686/CEE, on entend par équipements de protection individuelle «tout dispositif ou moyen destiné à être porté ou tenu par une personne en vue de la protéger contre un ou plusieurs risques susceptibles de menacer sa santé ainsi que sa sécurité au travail, ainsi que tout complément ou accessoire destiné à cet objectif.

### **LÉGISLATION FRANCAISE**

---

Dans le code du travail, le cout des EPI est à la charge des employeurs (sauf les chaussures de sécurité pour les intérimaires).

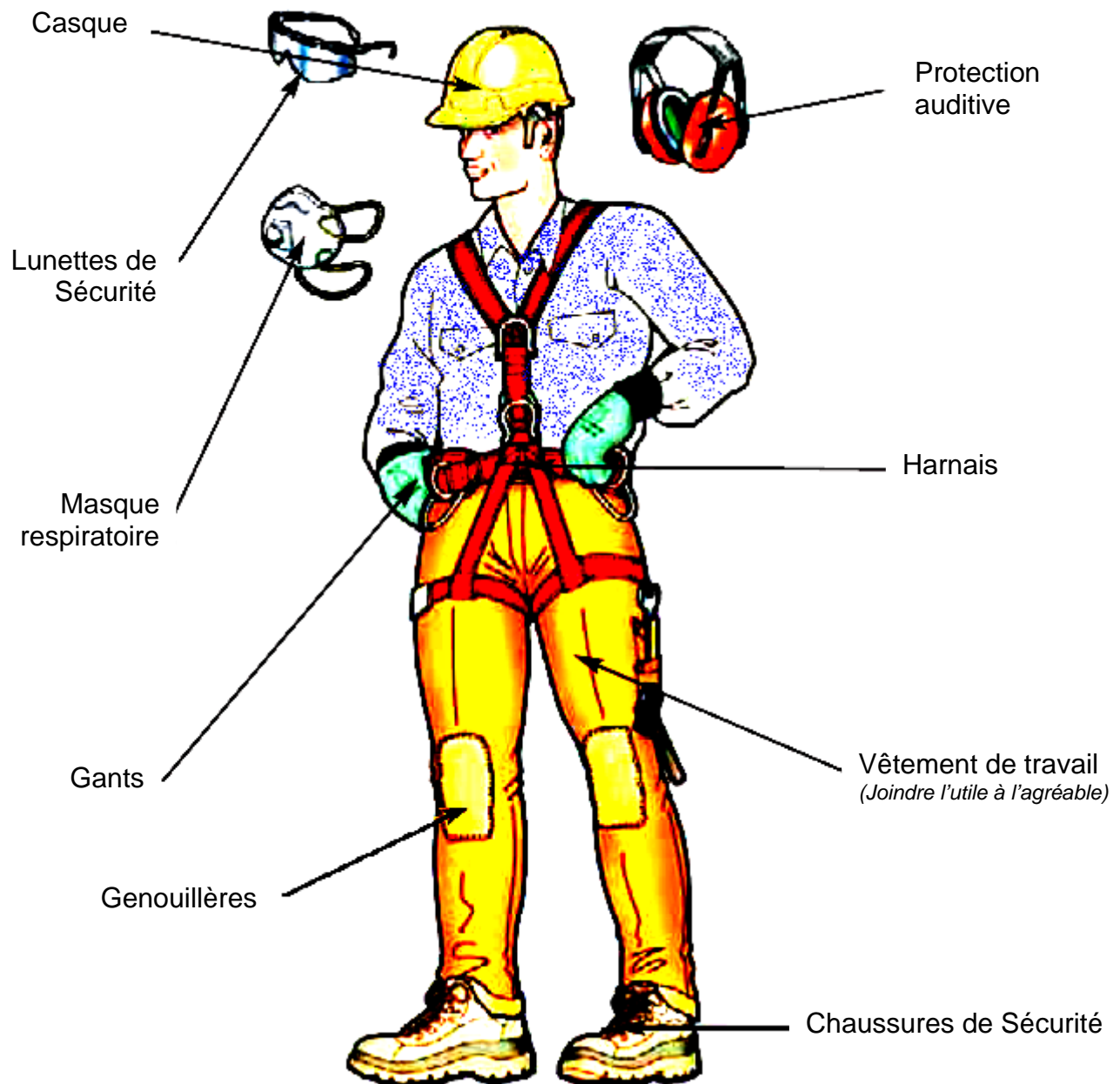
Les EPI doivent être conformes aux normes imposées et contrôlés annuellement.

Le code du travail insiste bien sur le fait que chaque fois que c'est possible la protection collective est préférable à la protection individuelle. (Exemple : travaux en hauteur préférer un échafaudage au harnais).

Références code du travail :

« Règles techniques de conception et de fabrication et procédures de certification de conformité applicables aux équipements de protection individuelle » article L 233-5 décret en conseil d'état article R 233-155 à R 233-157

## 2 Les équipements de protection individuelle



**Un équipement de protection individuelle (EPI) est une protection concernant un individu contre un risque donné.**

Port d'un casque sur les chantiers et dans certaines usines.

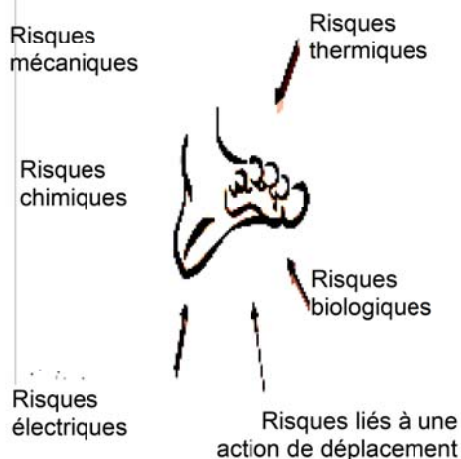
**Recommandation importante :**

un casque de chantier doit être changé impérativement tous les cinq ans à compter de sa date de fabrication (inscrite sur le casque). Il n'y a plus de date de péremption sur les casques.

jugulaire



Port d'une paire de chaussures de sécurité ou bottes de sécurité sur les chantiers et dans certaines industries.



Port de vêtements protecteurs (veste à col fermé et à manches longues et serrées aux poignets, pantalon long)

Vestes et pantalons doivent être propre, signe de sérieux de l'entreprise. Si possible avec genouillères.





Port éventuel de gants soit de manutention soit de protection (risques projection de produits chimiques, de brûlure, de plaie).

Utiliser les gants adaptés à la protection souhaitée.



Port éventuel de lunettes (risques de projection d'un corps étranger solide ou liquide).

Design enveloppant incluant une bonne protection latérale. Design des branches ergonomiques. Branches coloris noir.



Port éventuel de casque antibruit sur les chantiers et dans certaines usines.

Coussinets d'oreille à forme très large et haute, pour une grande surface de contact permettant de répartir la pression. Revêtement en vinyle expansé, particulièrement doux et souple. Le résultat est un excellent confort pour le porteur.

**Pour des niveaux de bruit réduits à moyens.**

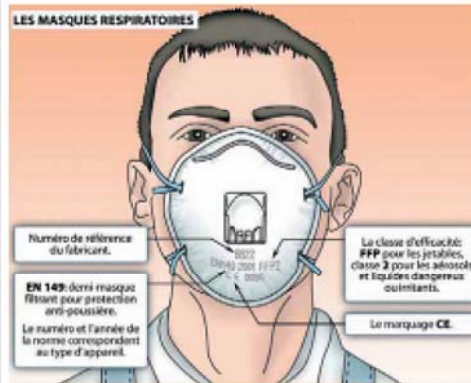
SNR = 27 dB  
H = 32 dB  
M = 25 dB  
L = 15 dB





Port de masque  
(appareil  
respiratoire  
isolant ou filtrant).

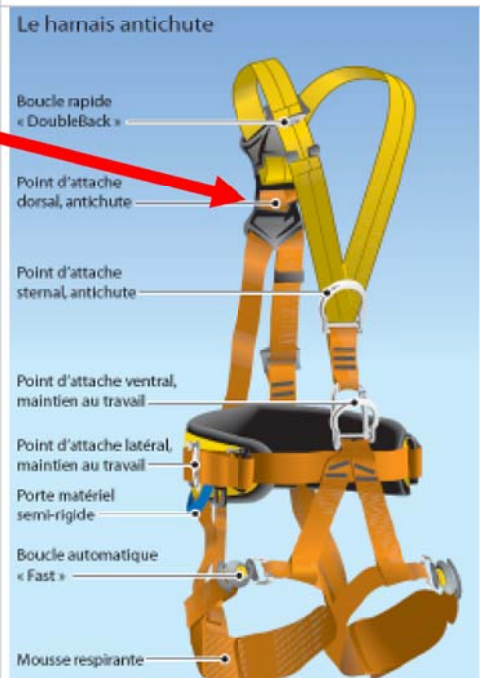
Adaptés aux manipulations de  
laine de verre et laine de roche,  
pour la découpe de la  
maçonnerie et manipulation du  
ciment, lors de pulvérisations



Port éventuel  
d'un harnais, le  
harnais est un  
équipement  
permettant à une  
personne de  
s'attacher

Harnais Antichute 1 point  
d'accrochage dorsal

réglage facile des cuissardes.  
Taille Unique.



Les EPI sont répartis en **3 CATÉGORIES** :

Classe I	
Recouvrant les <b>risques mineurs</b> :	<b>Les Equipements de Travail</b>
Classe II	
Recouvrant les <b>risques graves</b> :	<b>Les Equipements de Protection</b>
Classe III	
Recouvrant les <b>risques majeurs</b> à effet <b>irréversibles ou mortels</b> :	<b>Les Equipements de Sécurité</b>

### 3 Signalisation des zones de travail - Panneaux d'obligation

Les zones nécessitant le port d'EPI doivent être signalisées conformément à l'arrêté du 4 novembre 1993, applicable depuis le 1er Janvier 1996.



**Port des chaussures de sécurité obligatoire.**



**Vêtements de travail adéquats.**



**Protections auditives.**



**Lunettes ou masques de protection pour les activités de découpe :**

- Travaux avec risque de projection.
- Manipulation de produits chimiques.



**Gants obligatoires pour la manipulation et la manutention de matériaux saillants.**

**Gants obligatoires pour la manipulation de produits dangereux.**

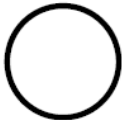





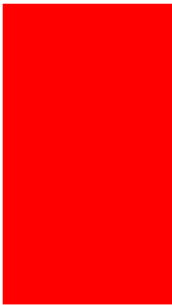



**Casque ou casquette renforcée pour les activités de maçonnerie.**



**Protection respiratoire (Travaux de découpe, etc.)**

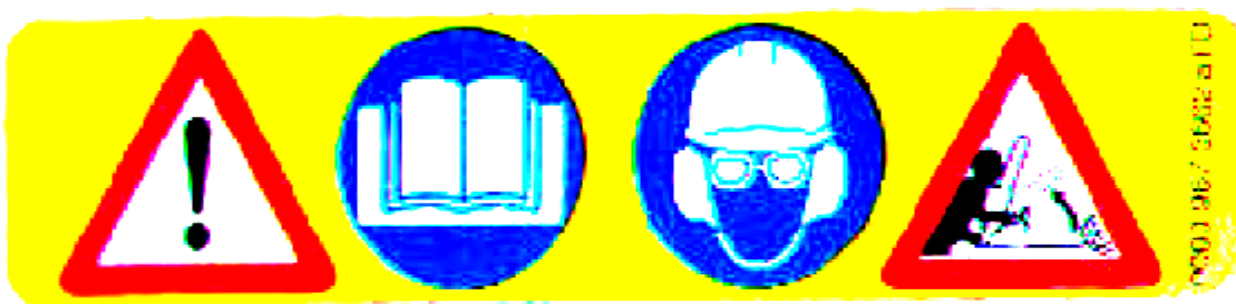
## 4 Formes et couleurs de panneaux de sécurité

FORMES GÉOMÉTRIQUES	SIGNIFICATION
	OBLIGATION ou INTERDICTION
	AVERTISSEMENT
 	SAUVETAGE ou INDICATION

COULEUR	SIGNIFICATION	PRÉCISIONS
	Interdiction	Attitudes dangereuses
	Danger - alarme	Stop, arrêt, coupure d'urgence
	Matériel et équipement de lutte contre l'incendie	Identification, localisation
	Avertissement	Précaution Vérification
	Obligation	Comportement Port d'équipement
	Sauvetage – secours	Portes, issues, matériel, locaux
	Sécurité	Retour à la normale

## 5 Dispositif de signalisation sur les postes à risques

### ETUDE D'UNE ETIQUETTE FIGURANT SUR UNE TRONCONNEUSE THERMIQUE



**Premier panneau :** il signale un danger, c'est-à-dire que la personne qui utilise cette machine (à un poste défini le cas échéant), est exposée à des risques.

**Second panneau :** il précise qu'au préalable à toute utilisation, il y a obligation à prendre connaissance d'un certain nombre d'information.

**Troisième panneau :** il signale à l'utilisateur qu'il doit porter ces équipements de protections individuels (des protections collectives ne pouvant les remplacer).

L'absence de ces protections génère des risques, en termes d'incident ou d'accident du travail ou de maladie professionnelle.

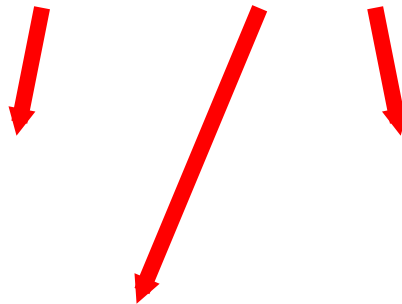
**Quatrième panneau :** il signale un danger spécifique ç ce matériel (ici, le risque qu'il y a, à tronçonner en bout de chaîne) qui, malgré le port des E.P.I., ne peut être éliminé et suppose donc une vigilance particulière.

## 6 L'utilisation des matériels



Quelque soit l'énergie alimentant les appareils portatifs ou en poste, leur utilisation est soumise soit à une formation sur site soit à l'obligation de respecter les instructions d'utilisation sur la **fiche technique livrée avec tout appareil.**

Exemple de fiche technique :







## 7 Symbole des produits



Symbole des produits explosifs.



Symbole des produits comburants



Symbole des produits inflammables



Symbole des produits toxiques



Symbole des produits nocifs



Symbole des produits corrosifs



Symbole des produits irritants

## 8 Tableau de stockage des produits ensemble



--	--	--	--



--	--	--	--



--	--	--	--



--	--	--	--

## 9 Le tri des déchets

### Ce qui est interdit :

#### Le brûlage

Tout brûlage à l'air libre est interdit (y compris le bois, le carton...)

#### Le dépôt sauvage

Tout dépôt sauvage dans des lieux non contrôlés administrativement est interdit (l'abandon des déchets sur un chantier en cours est considéré comme un dépôt sauvage).

#### Le mélange de déchets toxiques

Le mélange des déchets toxiques (peintures Glycéro par exemple) avec les autres catégories de déchets est interdit.

***Les sanctions prévues par la loi s'échelonnent de 750 à 2000 € d'amende.***

### Les solutions :

#### Evacuation en décharges ou déchetteries :

CLASSEMENT DES DÉCHARGES	COÛT D'ÉVACUATION
<b>Décharge de classe 3</b> Déchets inertes : - Béton, céramique, terre cuite...	De <b>1</b> à <b>8</b> €/tonne
<b>Décharge de classe 2</b> Déchets non dangereux non inertes : - Plâtre et dérivés, complexes isolants, laines minérales...	De <b>45</b> à <b>122</b> €/tonne
<b>Décharge de classe 1</b> Déchets dangereux : - Bois traité, peintures, cartouches d'étanchéité...	A partir de <b>230</b> €/tonne



## Exemple de gestion des déchets :

Une benne de 1 tonne de déchets non triés (contenant : en majorité des parpaings, un peu de bois, des résidus de traitement, etc.) sera considérée polluée et sera facturée en décharge de classe 1 soit 230€.

Cette même tonne de déchets triés dans 3 bennes respectives ne serait facturée qu'en fonction de la nature des déchets :

$$4\text{€} + 34\text{€} + 23\text{€} = 61\text{€}$$

500 kg de déchets inertes x 8€/ tonne (prix maxi) =

4 €



**INERTES**



**LAINE DE  
VERRE**



**CARRELAGES  
CERAMIQUE**



**VERRES**

400 kg de déchets non dangereux x 84 €/ tonne (prix moyen) =

34 €



**PAPERS  
CARTONS**



**POLYSTYRENE**



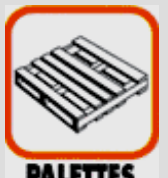
**PLAQUES  
DE PLÂTRE**



**PLÂTRE**



**PLASTIQUE**



**PALETTES**



**EMBALLAGES**



**METAUX**



**BOIS**



**DECHETS DE  
NETTOYAGE**

100 kg de déchets dangereux x 230 €/ tonne (prix moyen) =

23 €



**CARTOUCHES**



**BOIS TRAITÉ**



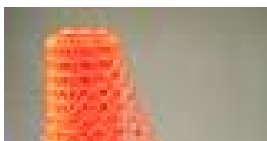
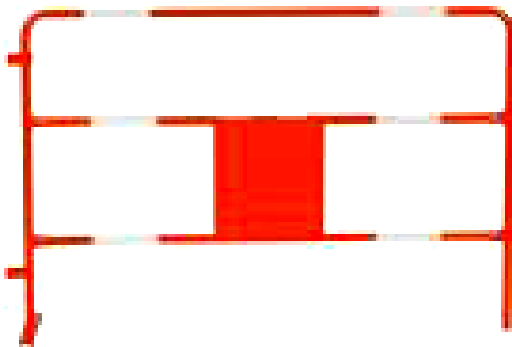
**PINCEAUX  
CHIFFONS**

## 10 La protection au poste de travail



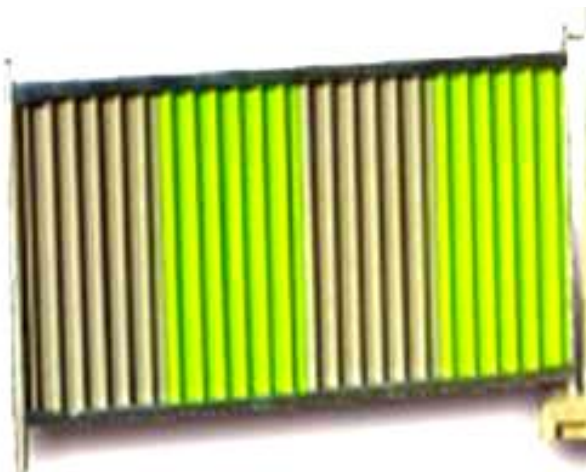
Il est parfois nécessaire de baliser sa propre zone de travail. On utilise des potelets, ou des cônes, emboîtés sur des embases remplies d'eau ou de sable puis reliés par une chaîne en plastique

Ces matériels sont généralement de couleur rouge et blanc.





## 11 La clôture de chantier



Tout chantier doit être sécurisé par une clôture. Celle-ci est mise en place par les maçons.

La clôture est composée d'une embase préfabriquée en béton et de panneaux grillagés ou de panneaux pleins raccordés par des menottes.

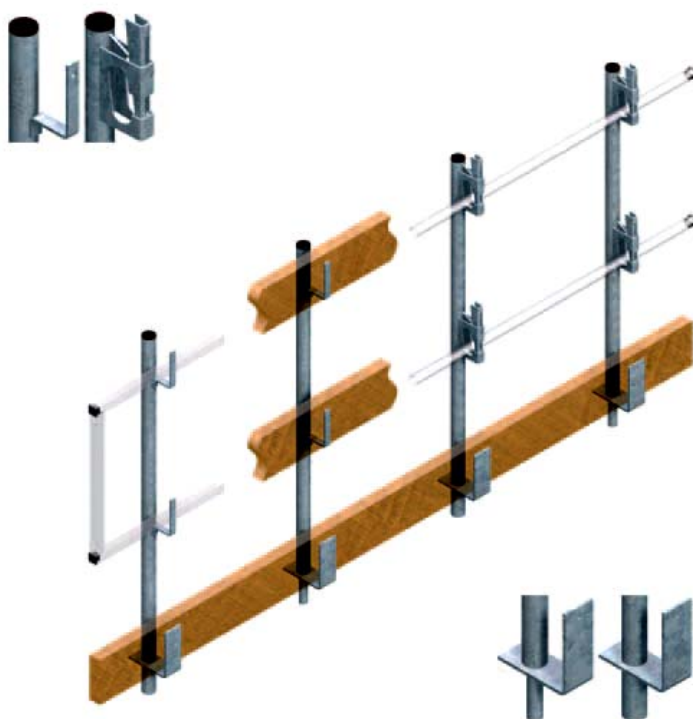


## 12 La protection collective sur les chantiers



Exemples de protections provisoires sur la dalle béton d'un balcon.

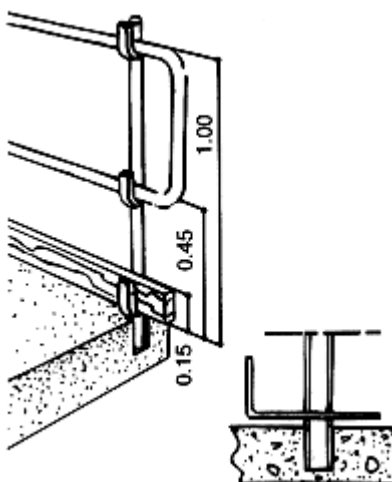
**Il manque toutefois les plinthes.**



## CAS N° 1

---

Le montant s'enfile dans un fourreau préalablement scellé dans la dalle, ou éventuellement dans une réservation faite directement dans le béton

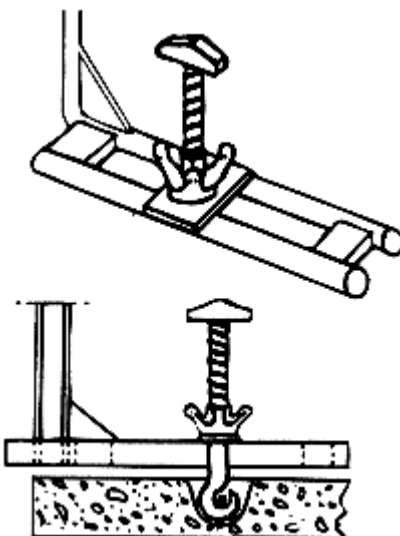


## CAS N° 2

---

Le montant comporte, en pied, deux profilés parallèles et entretoisés qui permettent une fixation par ancrage dans la dalle. Ce dispositif rend possible la mise en place de garde-corps réglables par rapport à la rive de dalle.

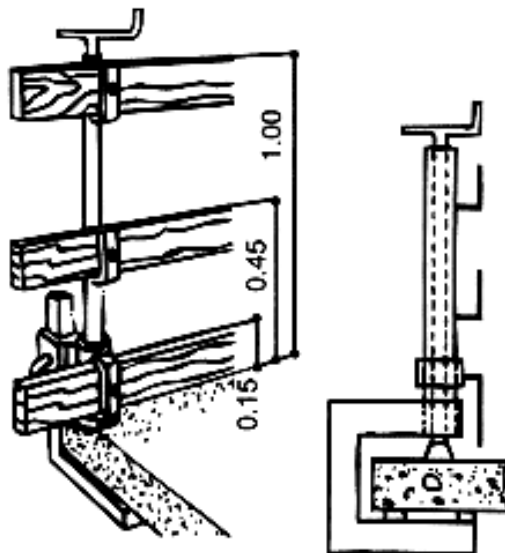
(Utilisation pour la pose notamment des éléments préfabriqués de façade, des garde-corps définitifs de balcons)



### CAS N° 3

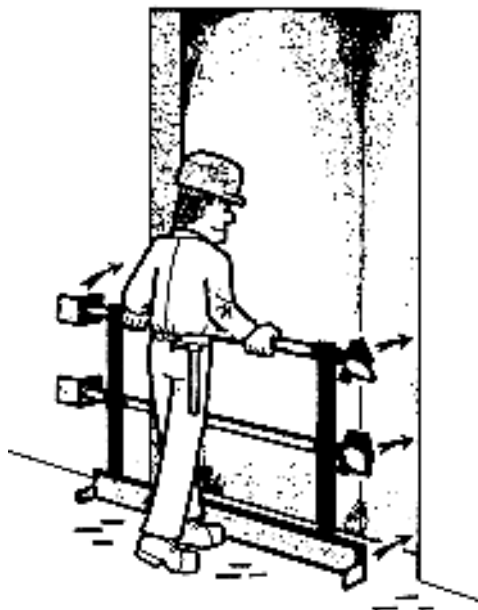
---

Le montant comporte, en pied une pince destinée au serrage en bord de dalle à l'aide d'une tige filetée.

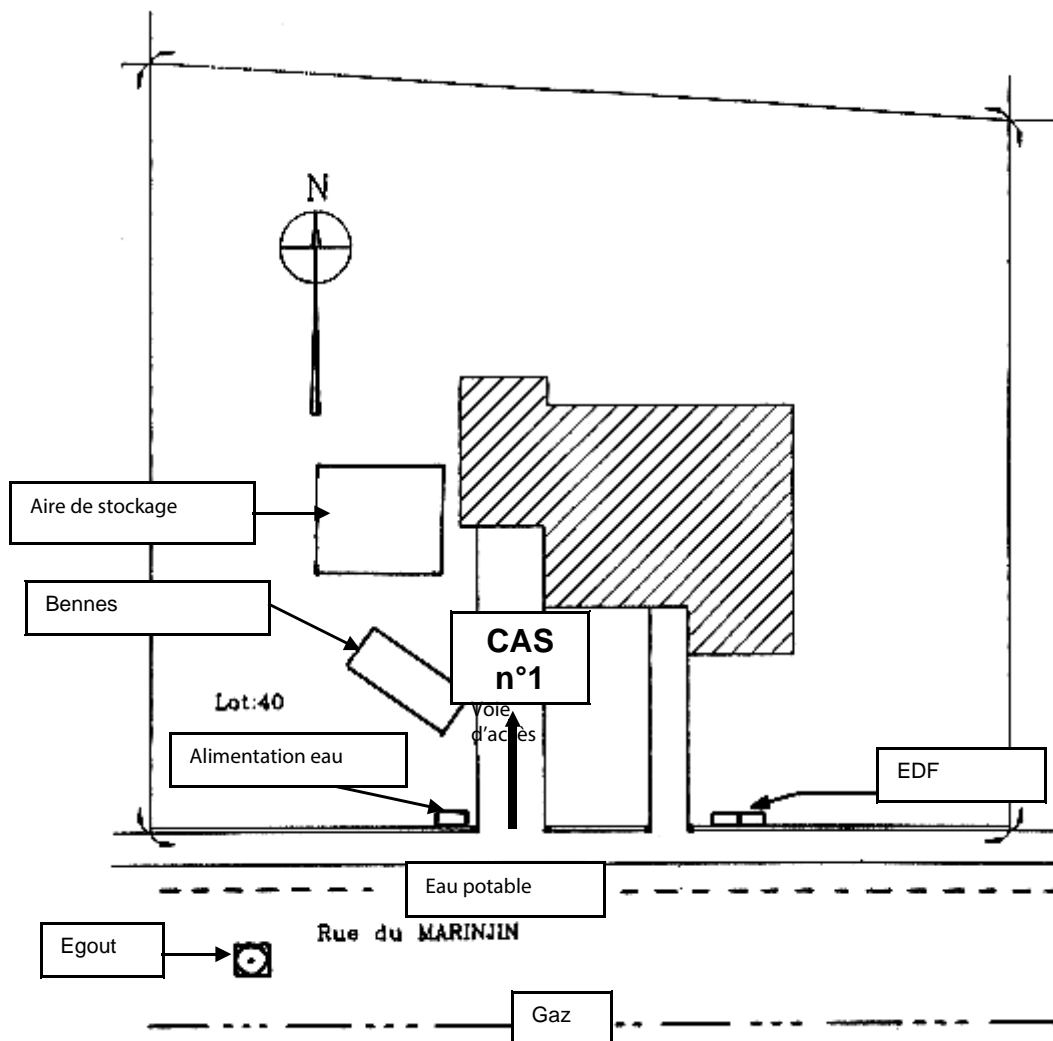


### Exemple de protection provisoire d'une porte d'ascenseur ou d'une cage d'escalier.

Fixation provisoire du garde-corps par vis / chevilles plastiques ou par boulons / chevilles métalliques, en applique sur le gros-œuvre



## 13 Plan d'équipement de chantier



Sur le plan de masse : les alimentations provisoires d'eau, d'électricité ; l'emplacement des bennes et de l'aire de stockage peuvent être signalés.

## 14 Le P.P.S.P.S

# Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé

Sur les chantiers soumis à l'obligation d'établissement par le coordonnateur de sécurité d'un plan général de coordination, les entreprises doivent établir un PPSPS.

### Le contenu du PPSPS :

1. Les nom et adresse de l'entreprise.  
L'adresse du chantier et l'effectif prévisible.  
Les nom et qualité de la personne chargée de diriger l'exécution des travaux.
2. La description des travaux et méthodes de travail en faisant ressortir :
  - a) Les risques propres à l'entreprise et tenant compte des contraintes d'environnement, les moyens de prévention choisis.
  - b) Les travaux qui présentent des risques d'interférence liés à la coactivité avec d'autres entreprises, les risques réciproques et les moyens de prévention proposés.
3. Les modalités de prise en compte des mesures de coordination générale définies par le coordonnateur.
4. Les mesures d'hygiène et les locaux destinés au personnel mis en place ou à disposition tels que prévus dans le plan général de coordination.
5. L'organisation des premiers secours de l'entreprise avec notamment le matériel médical disponible, les sauveteurs secouristes du travail présents, les mesures prises pour l'évacuation des blessés dans le cadre du plan général de coordination.

La partie description des travaux est la plus importante du plan ; elle doit être accompagnée d'une analyse détaillée des risques liés aux modes opératoires, aux matériels, dispositifs et installations, à l'utilisation de substances ou de préparations dangereuses, aux circulations et déplacements sur le chantier.

Les plans ou croquis établis pour le chantier remplacent avantageusement du texte. Les photocopies de documents à caractère général sont à éviter, sauf intérêt particulier. Le plan peut évoluer, il est toujours possible de modifier les modes opératoires, les mesures de prévention, si les risques encourus sont diminués ou si les mesures de prévention présentent une garantie équivalente.



## OBLIGATION DE SÉCURITÉ

### **Le non-respect des consignes de sécurité par un salarié est une faute professionnelle**

L'employeur n'est pas seul tenu à une obligation de sécurité dans l'entreprise. Les salariés doivent aussi prendre eux-mêmes soin de leur sécurité et de leur santé, conformément aux instructions qui leur sont données (c. trav. art. L. 230-3).

À ce titre, le salarié qui refuse de respecter les consignes de sécurité (port d'un casque antibruit, par exemple) peut être sanctionné par une mise à pied, puis licencié pour cause réelle et sérieuse s'il persiste dans son refus.

*Cass. soc. 5 mars 2008, n° 06-42435 FD*



### Hygiène, sécurité, conditions de travail : obligations du salarié

## RESPECT DES CONSIGNES

Les salariés doivent respecter les consignes de sécurité prévues notamment dans le règlement intérieur (obligatoire dans les entreprises ou établissements occupant 20 salariés). Le non respect des consignes peut donner lieu à des sanctions disciplinaires.

Le fait, par exemple, de fumer dans un lieu à usage collectif en dehors de l'emplacement réservé à cet effet et répondant aux normes techniques imposées est puni de l'amende prévue pour les contraventions de 3ème classe.

## 15 Les accès et les passerelles



**Cet accès est dangereux !**

Il lui manque :

- ▶ Des traverses pour lier les planches entre elles et pour empêcher les glissades.
- ▶ Des garde corps de chaque côté pour ne pas tomber sur les côtés.

**QUE DE DANGERS !!!**





Il existe des passerelles du commerce qui s'adaptent facilement et qui permettent d'accéder en toute sécurité soit du terrain au premier niveau de la construction soit pour accéder à une benne, à défaut d'avoir un quai et une rampe d'accès fixe.



## EXERCICE D'ENTRAÎNEMENT

### 1 EXERCICE D'ENTRAÎNEMENT - EPI

A. Ce casque est équipé :

- ☐ d'une lanière en cuir
- ☐ d'une lanière en PVC
- ☐ d'une jugulaire
- ☐ d'une sangle



B. Ce panneau représente :

- ☐ un danger particulier
- ☐ l'obligation de se poser des questions
- ☐ un produit nocif
- ☐ une obligation



C. Ce panneau représente :

- ☐ un danger particulier
- ☐ une interdiction de fumer
- ☐ un produit nocif
- ☐ une obligation



D. Ce panneau représente :

- ☐ un danger particulier
- ☐ une interdiction d'écouter
- ☐ un produit nocif
- ☐ une obligation au port du casque antibruit



**E. Le harnais doit être :**

- ☐ porté en permanence
- ☐ porté quand une protection collective n'est pas en place
- ☐ contrôler tous les ans
- ☐ maintenu par une autre personne



**F. Quel symbole trouve-t-on sur un sac de ciment ?**

☐☐☐

Xi - Irritant

☐

**G. Quel est le matériau considéré comme un déchet dangereux ?**

- ☐ le béton
- ☐ le plâtre
- ☐ une cartouche d'étanchéité
- ☐ la laine de verre

**H. Que veut dire « E.P.I. » ?**

- ☐ Etablissement Public Industriel
- ☐ Equipement Pour Individu
- ☐ Equipement de Protection Individuel
- ☐ Etablissement Public Insalubre

## CORRECTION EXERCICE D'ENTRAÎNEMENT - EPI

A. Ce casque est équipé :

- ☐ d'une lanière en cuir
- ☐ d'une lanière en PVC
- ☒ d'une jugulaire
- ☐ d'une sangle



B. Ce panneau représente :

- ☒ un danger particulier
- ☐ l'obligation de se poser des questions
- ☐ un produit nocif
- ☐ une obligation



C. Ce panneau représente :

- ☐ un danger particulier
- ☒ une interdiction de fumer
- ☐ un produit nocif
- ☐ une obligation



D. Ce panneau représente :

- ☐ un danger particulier
- ☐ une interdiction d'écouter
- ☐ un produit nocif
- ☒ une obligation au port du casque antibruit





**E. Le harnais doit être :**

- ☐ porté en permanence
- ☒ porté quand une protection collective n'est pas en place
- ☐ contrôler tous les ans
- ☐ maintenu par une autre personne



**F. Quel symbole trouve-t-on sur un sac de ciment ?**

☐☐☐

Xi - Irritant

☒

**G. Quel est le matériau considéré comme un déchet dangereux ?**

- ☐ le béton
- ☐ le plâtre
- ☒ une cartouche d'étanchéité
- ☐ la laine de verre

**H. Que veut dire « E.P.I. » ?**

- ☐ Etablissement Public Industriel
- ☐ Equipement Pour Individu
- ☒ Equipement de Protection Individuel
- ☐ Etablissement Public Insalubre

## EVALUATION

**Vous serez évalué tout au long de votre parcours de formation.**

Sur la fiche d'évaluation de chaque exercice d'entraînement que votre formateur utilisera, il sera porté une appréciation sur le respect des règles de sécurité :

- ▶ Port des protections individuelles adaptées
- ▶ Mise en place et respect des règles de sécurité collective
- ▶ Rangement et nettoyage des aires de travail et de circulation
- ▶ Respect des zones et des lieux de stockage



**EN MATIÈRE DE SECURITE,**

**C'EST**

**TOLERANCE ZERO**

## **Etablissement référent**

*Direction de l'Ingénierie*

## **Equipe de conception**

*G.BEUVE*

*Dispositif Itinérant*

*M. TABARDEL*

*C.F.P.A. de Montpellier*

*D. COLIN*

*Direction de l'Ingénierie*

## **Remerciements :**

*A l'ensemble des formateurs Maçon*

## **Reproduction interdite**

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.

« Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque ».

Date de mise à jour 26/02/2014

afpa © Date de dépôt légal mois année



## Gros-œuvre

### Livret Bâtir un encadrement de baie en pierre

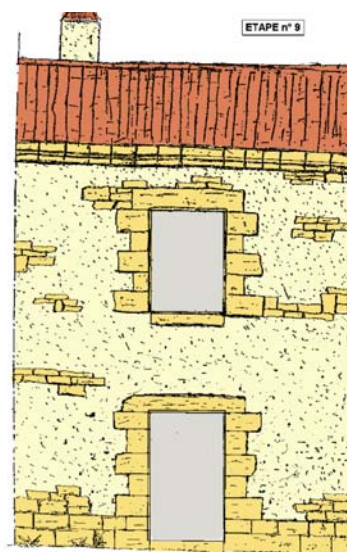
#### LIVRET DE SEANCE

**Accueil  
découverte**

**Apprentissage**

**Période en  
entreprise**

**Evaluation**



**Maçon du Bâti Ancien**



## **Monter des maçonneries en moellons et en pierre de taille.**

### **Bâtir un encadrement de baie en pierre**

- Organiser son poste de travail.
- Mettre en œuvre les équipements de protection individuelle et collective.
- Installer et utiliser un échafaudage de faible hauteur
- Tracer l'implantation d'un ouvrage
- **Réaliser un coffrage pour tous types d'arc et de plate-bande**
- Préparer du mortier
- Poser les pierres de taille





# SOMMAIRE

<u>PRESENTATION.....</u>	<u>6</u>
<u>CHEMINEMENT.....</u>	<u>7</u>
<u>en fonction de la nature de la voûte (plate-bande, arc surbaissé,...) le maçon devra préparer un coffrage en bois qui servira à soutenir les pierres taillées.....</u>	<u>8</u>
<u>Ce coffrage sera correctement étayé en tenant compte du décoffrage.....</u>	<u>8</u>
<u>2. Poser les pierres d'encadrement.....</u>	<u>16</u>
<u>L'implantation de l'ouverture terminée, l'approvisionnement du poste de travail effectué (matériels, pierres de taille, mortier), le maçon posera les deux premières pierres de la première assise en les alignant.....</u>	<u>16</u>
<u>EVALUATION.....</u>	<u>17</u>
<u>Solutions des exercices.....</u>	<u>17</u>
<u>ANNEXES .....</u>	<u>18</u>

## PRESENTATION

A l'issue de la séquence, à partir de croquis et de consignes orales, le bénéficiaire sera capable de poser des pierres (équarries, taillées ou de réemploi) composant une ouverture de baie (jambage, piédroit, linteaux, appui) et de réaliser le coffrage correspondant au type de linteau, en respectant l'appareillage, l'aplomb, la régularité et la couleur des joints.

L'environnement et les consignes de sécurité seront respectés.

Le maçon du Bâti Ancien travaille à partir de plans et de consignes en collaboration avec les compagnons et sous la responsabilité du chef d'équipe ou du responsable du chantier. Il utilise des pierres de taille en les assemblant avec du mortier.

Au fur et à mesure de l'élévation, le maçon utilise si nécessaire un échafaudage de pied.

## CHEMINEMENT

**Prendre connaissance des ressources pédagogiques**

**Faire l'exercice d'évaluation**

**Réaliser l'exercice d'entraînement**

# 1. Concevoir un coffrage pour tous types d'arc et de plate-bande

En fonction de la nature de la voûte (plate-bande, arc surbaissé,...) le maçon devra préparer un coffrage en bois qui servira à soutenir les pierres taillées.

Ce coffrage sera correctement étayé en tenant compte du décoffrage.

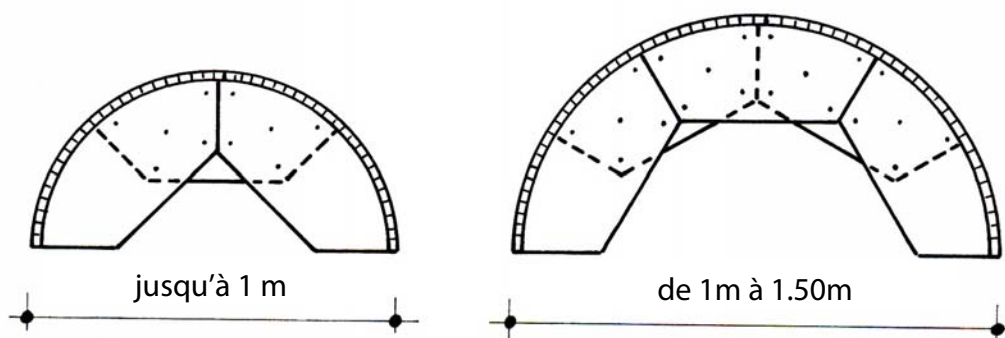
## 1.1 Réaliser un coffrage de baie courbe

Le cintre est composé de deux **fermes** sur lesquelles est cloué un plancher appelé **couchis**, formé de liteaux, chevrons ou bastaings posés suivant les génératrices. Le couchis est jointif ou à claire-voie.

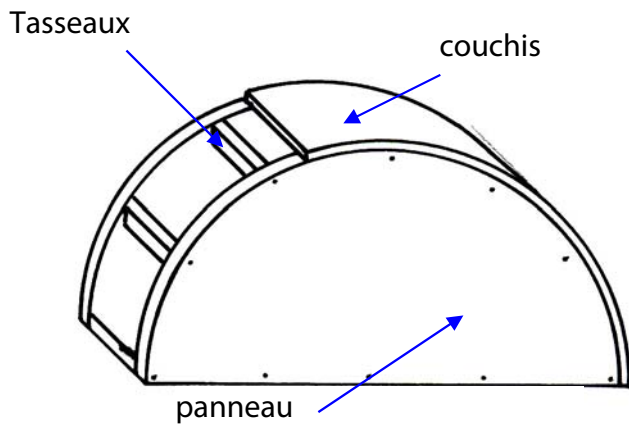
Les fermes de faible portée sont simplement constituées de deux couches de planches appelées **vaux**, clouées à joints croisés et dont la tranche est sciée suivant l'intrados. On les renforce parfois d'un entrait ou de contre-fiches. Ces éléments peuvent être réalisés par les tailleurs de pierre ou les poseurs.

Pour les grandes portées on construit des cintres à arbalétrier, à l'identique des charpente. Ces éléments sont réalisés par les charpentiers.

Les cintres reposent, soit sur la maçonnerie près du sommet (chapiteaux) soit sur des pîdroits descendant jusqu'au sol, avec interposition d'un dispositif d'affaissement pour le décintrement, soit sur un plancher de travail.



Le cintre peut être réalisé à partir de deux fermes découpées dans un panneau contre-plaqué ou de particules d'une épaisseur de 15 à 19 mm. et reliées entre elles par des tasseaux sur lesquels on cloue un couchis en contre-plaqué de 5 mm.



Le coffrage ou cintre est un dispositif qui épouse la forme de l'intrados d'un arc, pour soutenir les voussoirs pendant la pose et en attendant la prise du mortier de pose.  
Le cintre prend appui sur des systèmes d'étalement qui permettent un décoffrage facile et progressif de l'ouvrage.  
Le coffrage est généralement réalisé en bois.





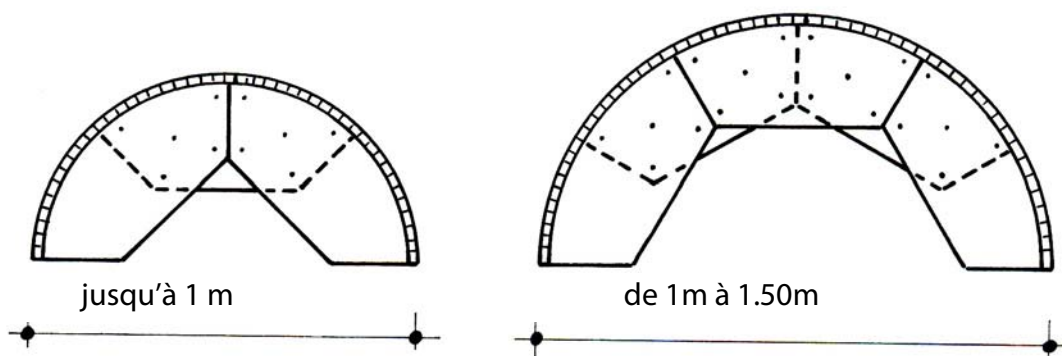
## 1.2 Différents types de coffrages suivant la portée

Le cintre est composé de deux **fermes** sur lesquelles est cloué un plancher appelé **couchis**, formé de liteaux, chevrons ou bastaings posés suivant les génératrices. Le couchis est jointif ou à claire-voie.

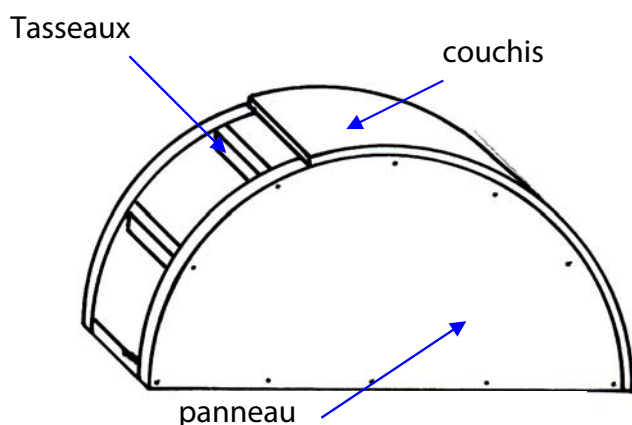
Les fermes de faible portée sont simplement constituées de deux couches de planches appelées **vaux**, clouées à joints croisés et dont la tranche est sciée suivant l'intrados. On les renforce parfois d'un entrait ou de contre-fiches. Ces éléments peuvent être réalisés par les tailleurs de pierre ou les poseurs.

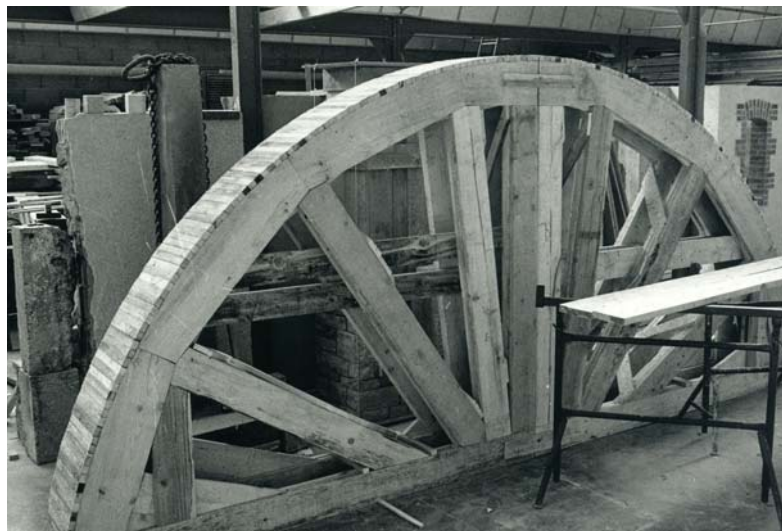
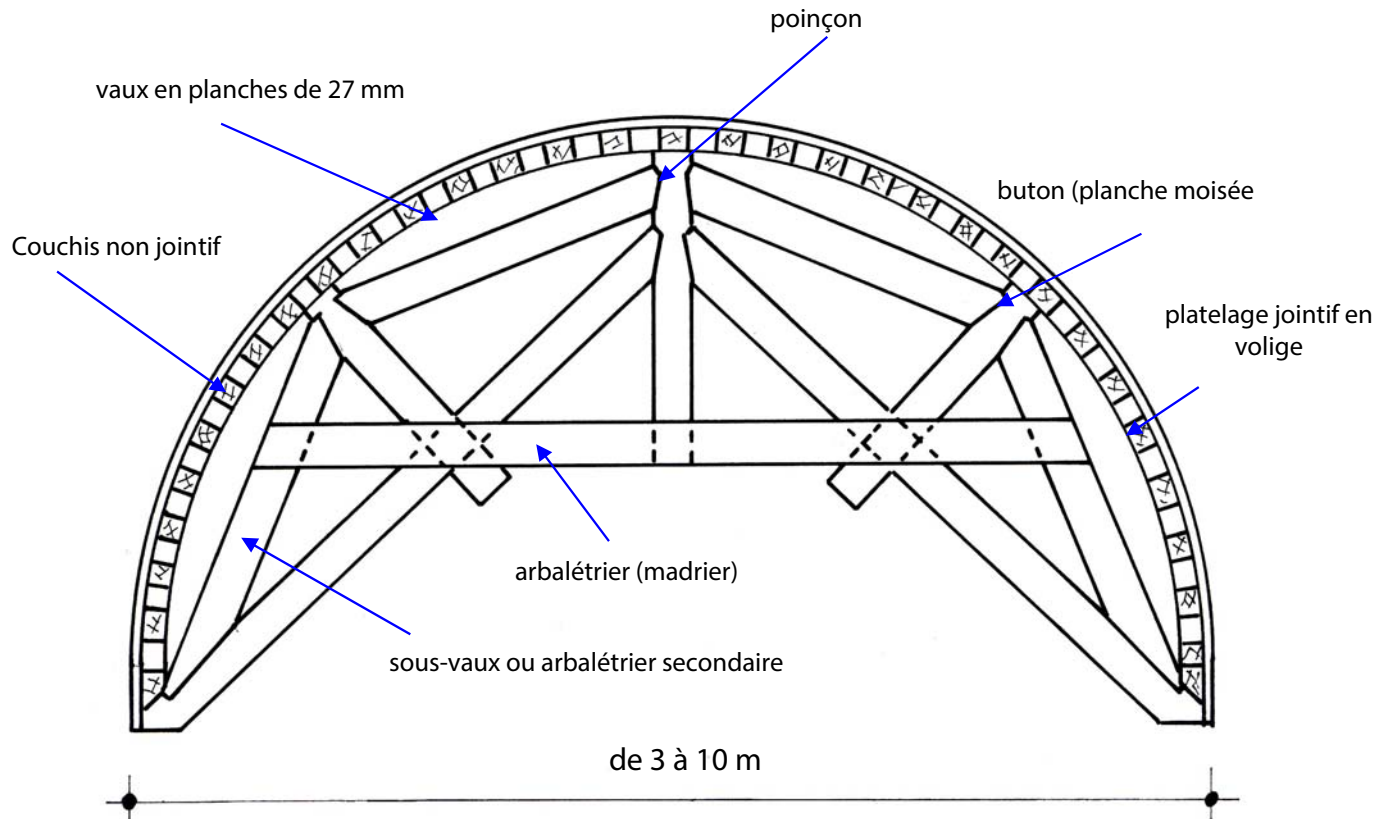
Pour les grandes portées on construit des cintres à arbalétrier, à l'identique des charpente. Ces éléments sont réalisés par les charpentiers.

Les cintres reposent, soit sur la maçonnerie près du sommet (chapiteaux) soit sur des péroits descendant jusqu'au sol, avec interposition d'un dispositif d'affaissement pour le décintrement, soit sur un plancher de travail.



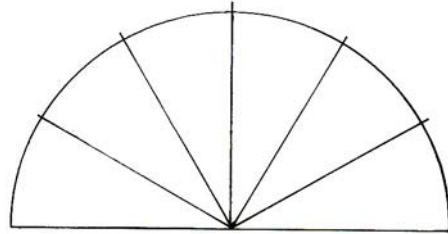
Le cintre peut être réalisé à partir de deux fermes découpées dans un panneau contre-plaqué ou de particules d'une épaisseur de 15 à 19 mm. et reliées entre elles par des tasseaux sur lesquels on cloue un couchis en contre-plaqué de 5 mm.



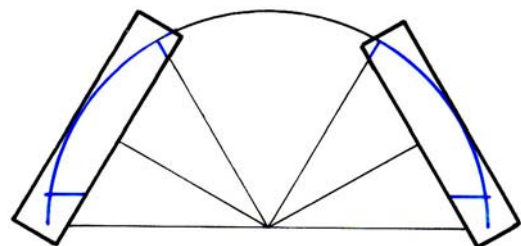


## 1.3 Fabrication d'un cintre

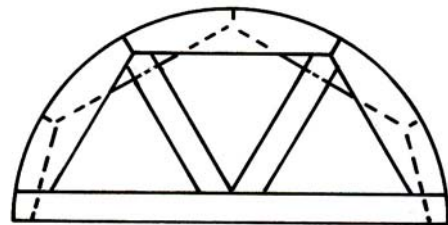
- 1- **Tracer l'épure** du cintre sur une surface plane (panneaux de coffrage, contre-plaqué ou planches)



- 2- **Tracer et couper** chaque élément, après l'avoir positionné exactement sur l'épure



**Assembler** les éléments entre eux sur l'épure en superposant deux couches de planches et en croisant les joints.

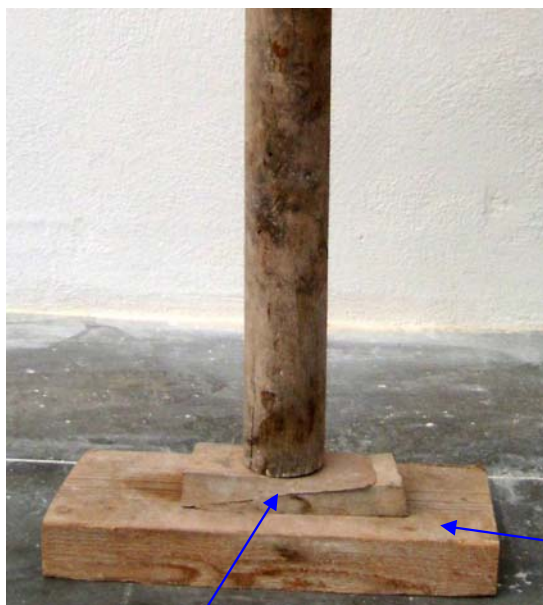


## 1.4 Le support du cintre

Le support est constitué de plusieurs éléments :

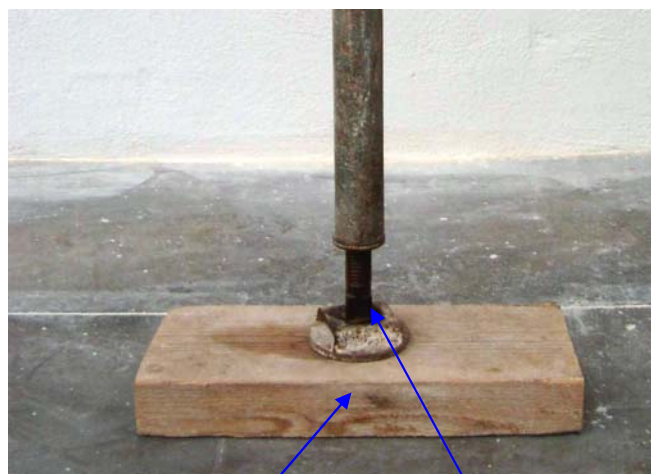
- ✓ **la semelle** ; pièce de bois de 4 à 8 centimètres d'épaisseur et de 16 à 23 centimètres de largeur.  
Elle est posée sur un lit de sable ou de mortier et permet la répartition des charges sur le sol et permet de fixer les étais.
- ✓ **les étais** sont en bois ( rond de préférence, parce-que plus résistants que les bois équarris dont les fibres peuvent avoir été interrompues au sciage) ou métalliques. Les étais métalliques permettent des réglages faciles et facilitent le décintrement.
- ✓ **les chapeaux**, qui relient les têtes d'étais en répartissant les charges
- ✓ Les systèmes de réglage et de décintrement constitués par :
- ✓ **des coins** en bois dur de 10 à 30cm de longueur et 8 à 20 de largeur.
- ✓ ou **des vérins** qui équipent les étais métalliques ou qui se placent sous les étais en bois.
- ✓ ou **des boîtes à sable** circulaires en fer, de 30cm de diamètre et 30cm de hauteur, à l'intérieur desquelles coulisse un piston en bois. elles sont remplies de sable sec et placées sous les entrails ou sous les étais et sont percées à leur base de 3 à 4 trous obstrués par des bouchons que l'on enlève au moment du décintrement.

**Etais bois sur semelle**



Coins en bois dur

**Vérin sur semelle**



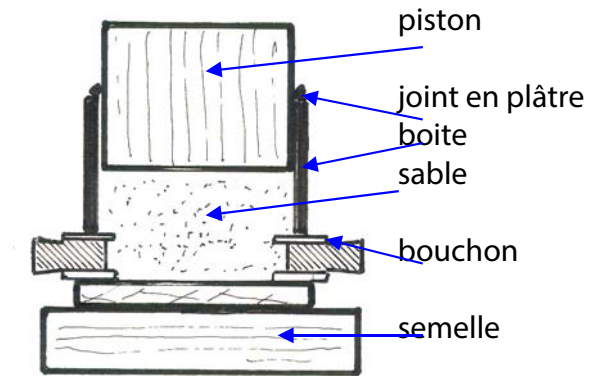
Semelle bastaing 6 x 18

Vérin à vis

### Chapeau



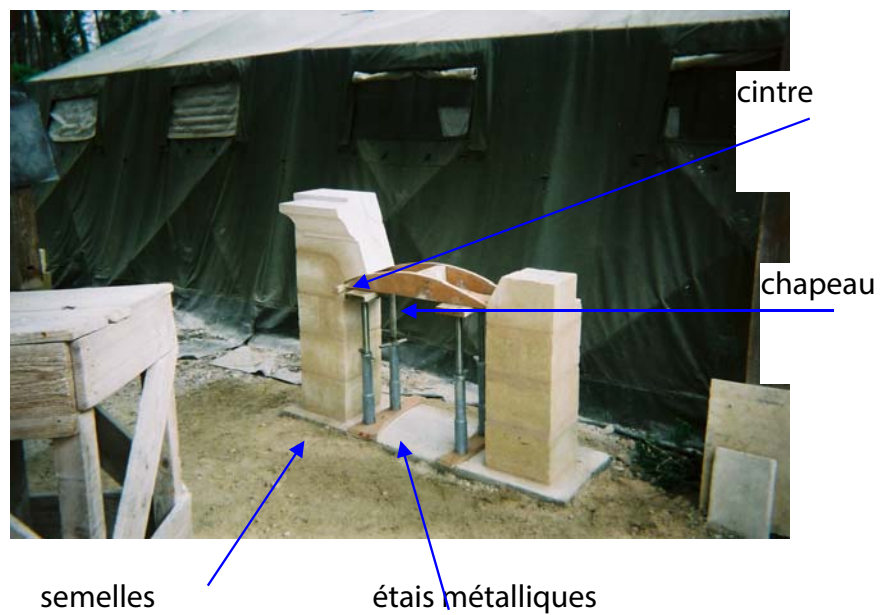
### Boîte à sable





## 1.5 Mise en place

- 1- Contrôler le niveau d'arase.
- 2- Mettre en place les semelles
- 3- Mettre en place l'étalement.
- 4- Poser et clouer les chapeaux sur les étais
- 5- Poser le cintre sur les étais.
- 6- Rendre solidaire le cintre de la maçonnerie pour éviter son déversement.
- 7- Régler avec les coins ou les vérins.



## 1.6 Le décintrement

Le décintrement est une étape importante et délicate.

Le décintrement se fait quand le mortier de pose a acquis suffisamment de résistance. Cette résistance est fonction du liant employé, des conditions climatiques et de la portée de l'ouvrage.

Il doit se faire lentement, les systèmes d'étalement doivent être desserrés simultanément pour mettre en charge toutes les parties de l'arc en même temps.

Les coins seront desserrés en les faisant glisser avec un marteau.

Les étais et les vérins seront dévissés.

Les bouchons des boîtes à sable seront enlevés pour évacuer le sable et descendre le piston.

En aucun cas il ne faudra frapper les étais pour les enlever. Cette pratique a pour effet de forcer l'ouvrage et de le faire vibrer.

Le cintre sera ensuite déposé.

## 2. POSER LES PIERRES D'ENCADREMENT

L'implantation de l'ouverture terminée, l'approvisionnement du poste de travail effectué (matériels, pierres de taille, mortier), le maçon posera les deux premières pierres de la première assise en les alignant.



## **EVALUATION**

**TITRE DE LA RESSOURCE D'ÉVALUATION 1**

**TITRE DE LA RESSOURCE D'ÉVALUATION N**

## **SOLUTIONS DES EXERCICES**

## ANNEXES

TITRE DE L'ANNEXE 1

TITRE DE L'ANNEXE N

**Etablissement référent**  
*AFPA DBTP USSI*

**Equipe de conception**  
*Serge LUNIAUD*  
*Coordination : Thierry MURAT*

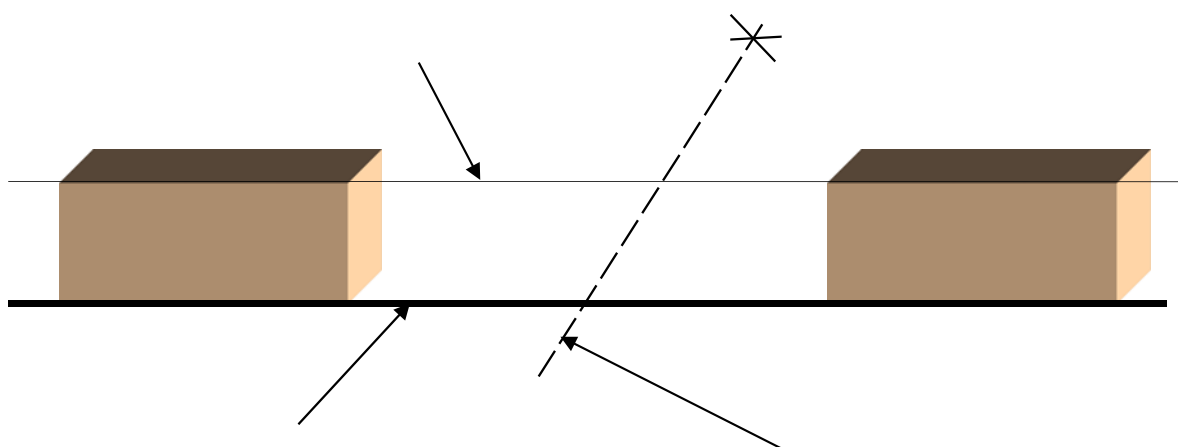
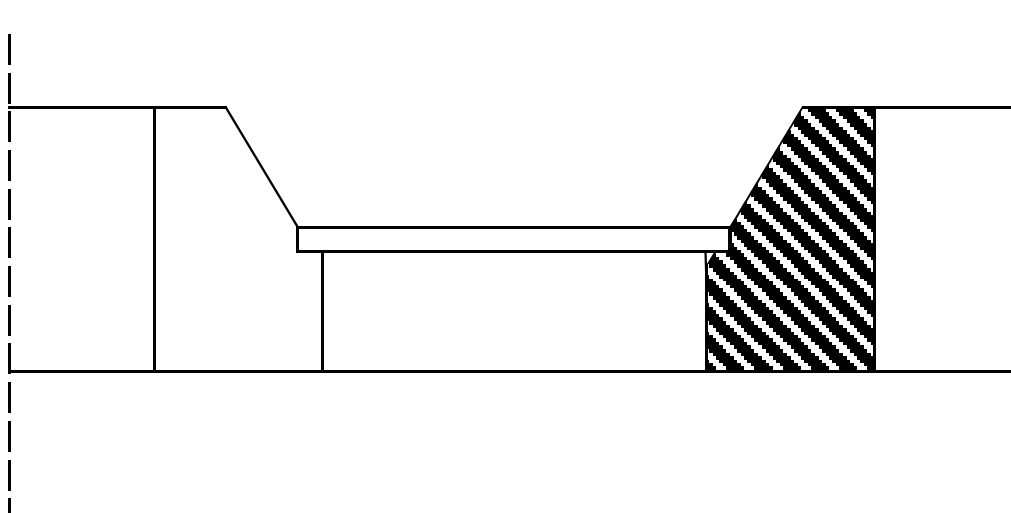
### **Reproduction interdite**

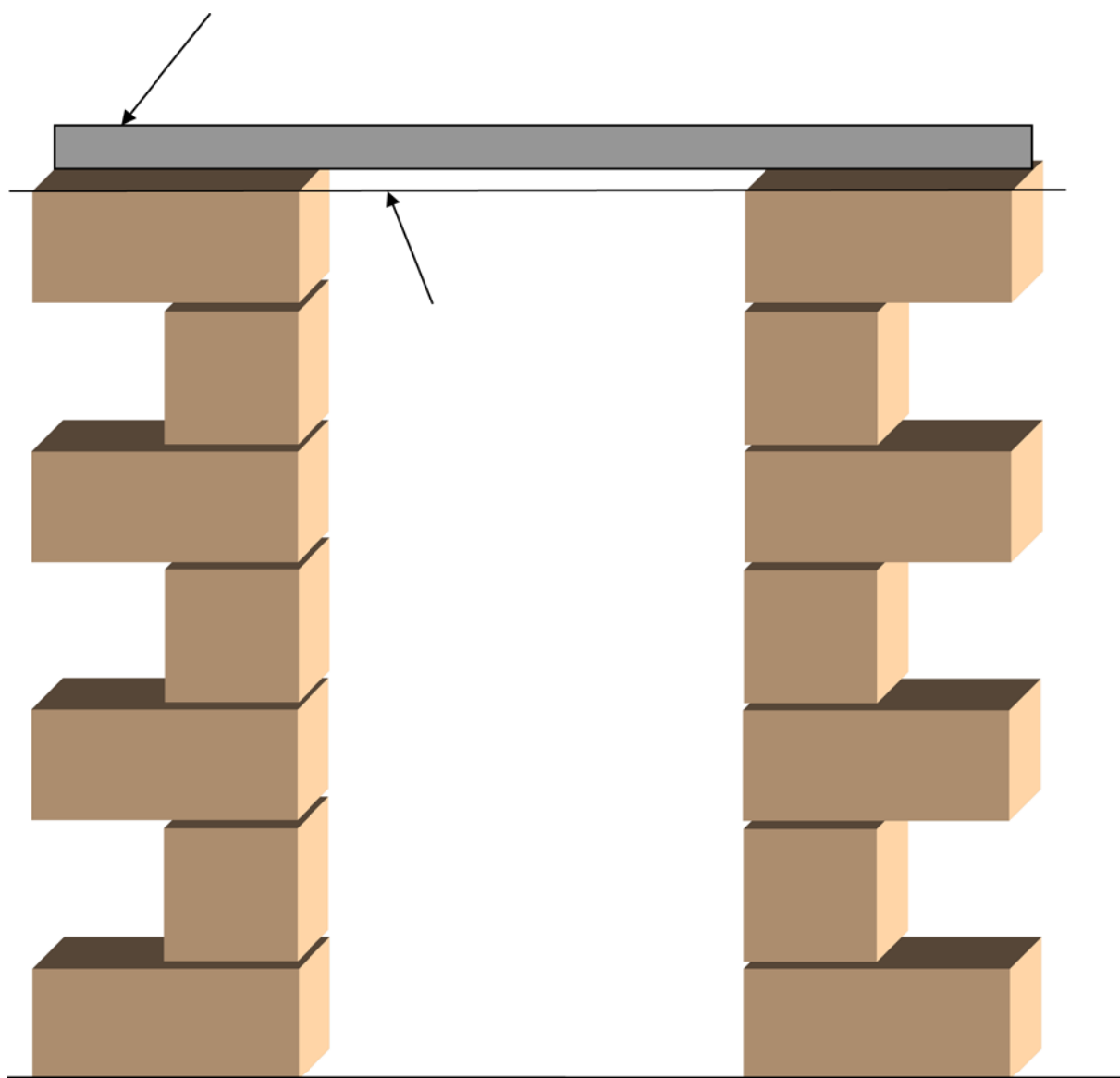
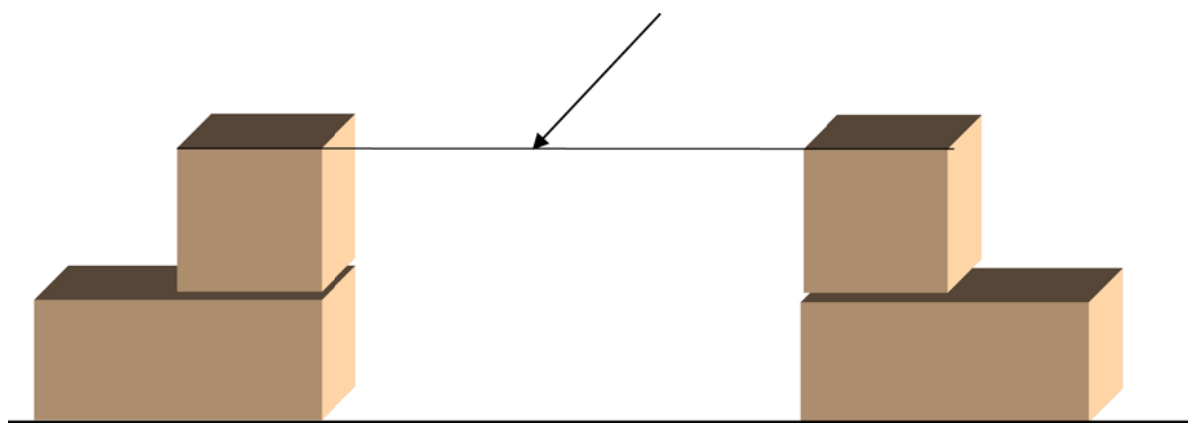
Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.  
« toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le  
consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il  
en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou  
un procédé quelconque. »

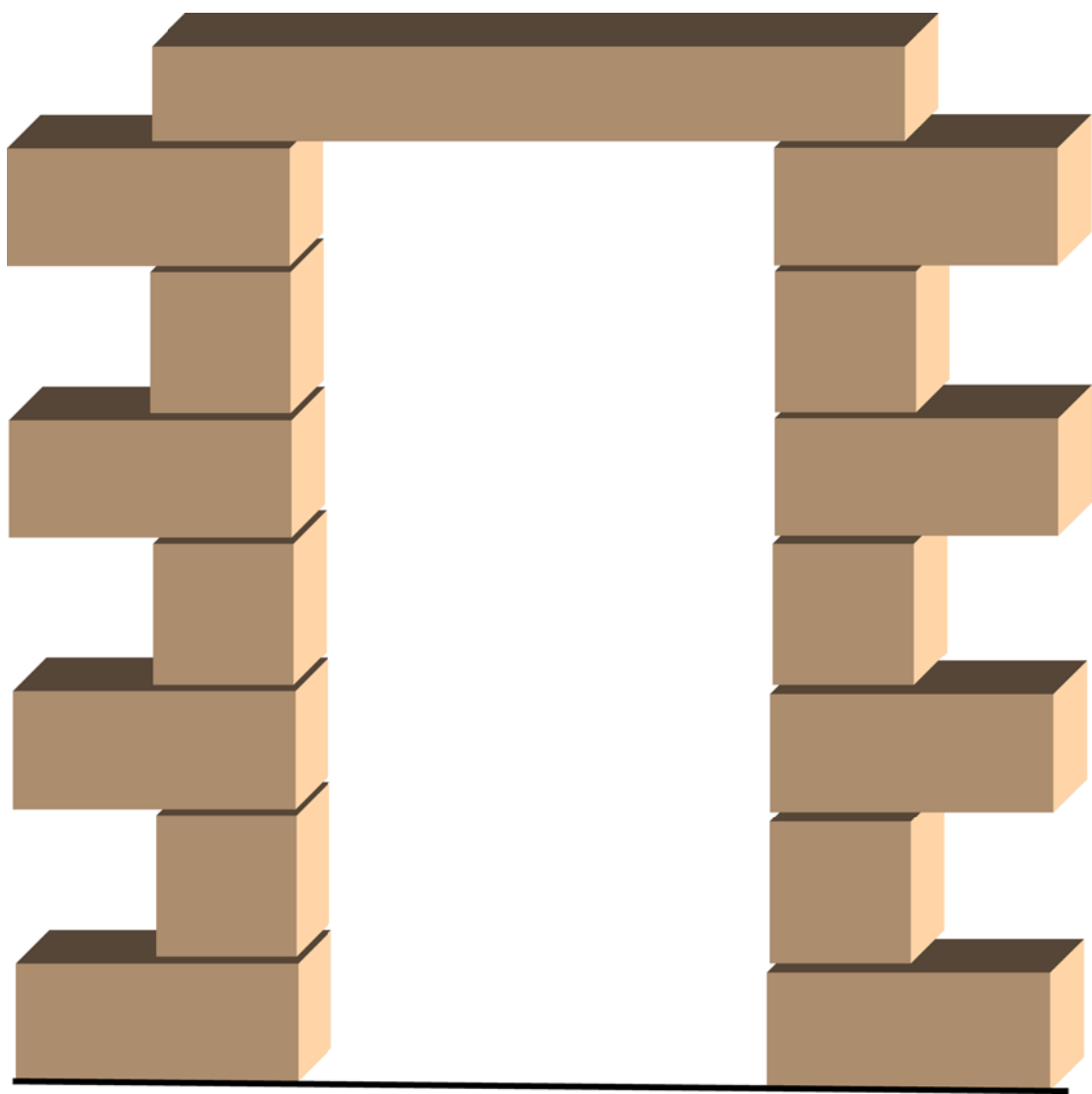
Date de mise à jour jj/mm/aa  
afpa © Date de dépôt légal mois année



**afpa 13 place du Générale de Gaulle / 93108 Montreuil Cedex**  
**association nationale pour la formation professionnelle des adultes**

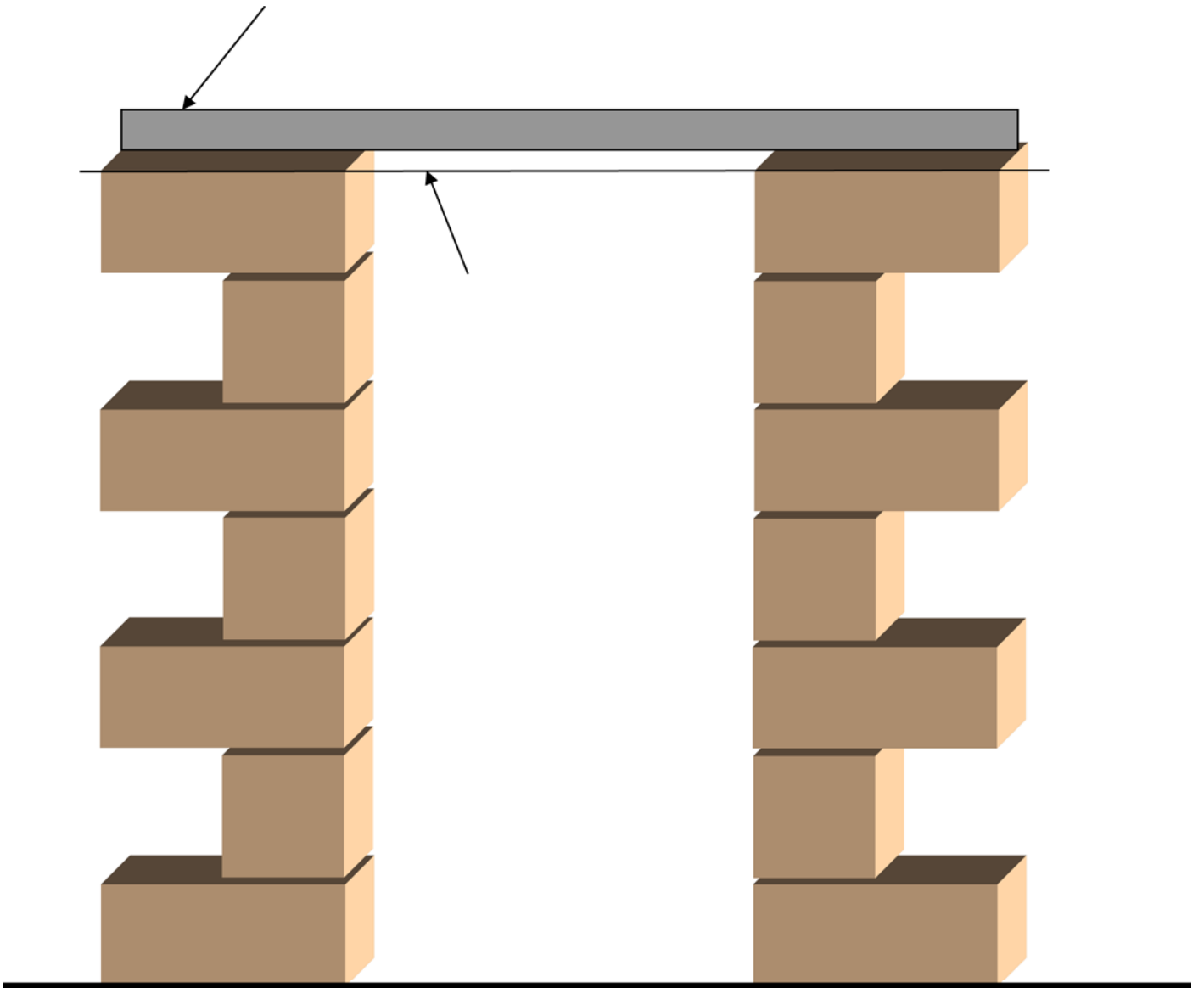


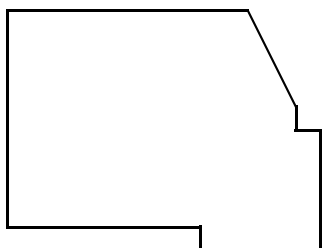






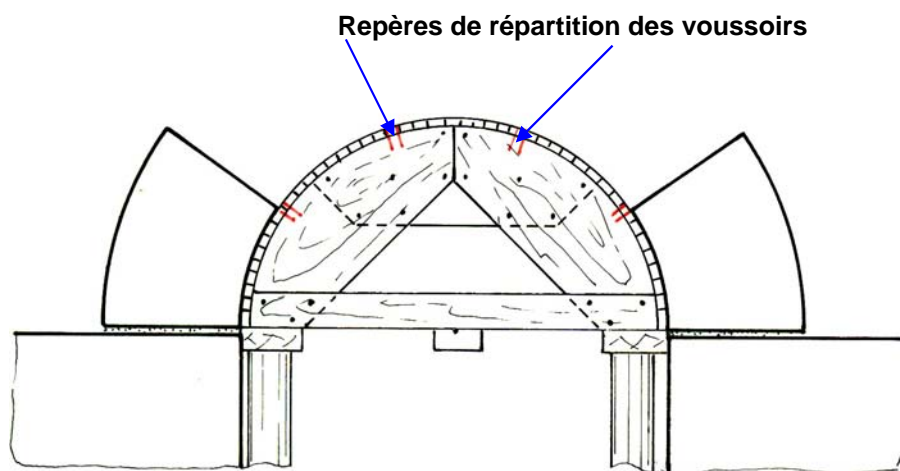






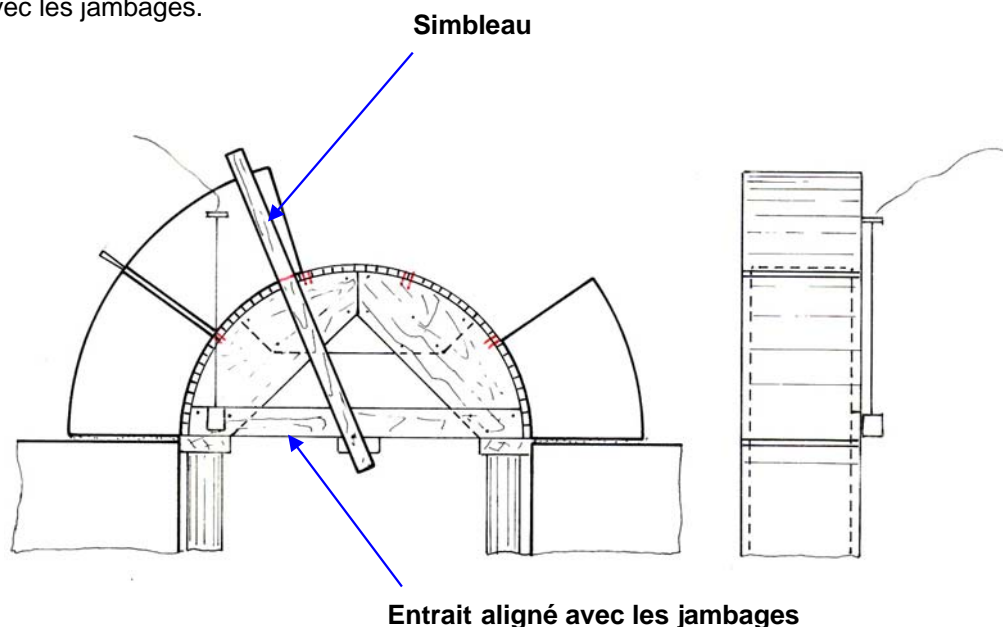
## Mode opératoire ①

-1. Poser les sommiers sur cales d'aplomb sur eux-même et sur les jambages, puis ficher les joints



-2. Poser les contre-sommiers sur cales, d'aplomb sur eux-même et sur les sommiers et les positionner sur les repères de répartition des voussoirs.

- Vérifier avec un simbleau la bonne position de l'intrados et régler si nécessaire.
- Vérifier que les contre-sommiers sont bien dans le plan de la façade en les plombant sur l'entrait qui est aligné avec les jambages.



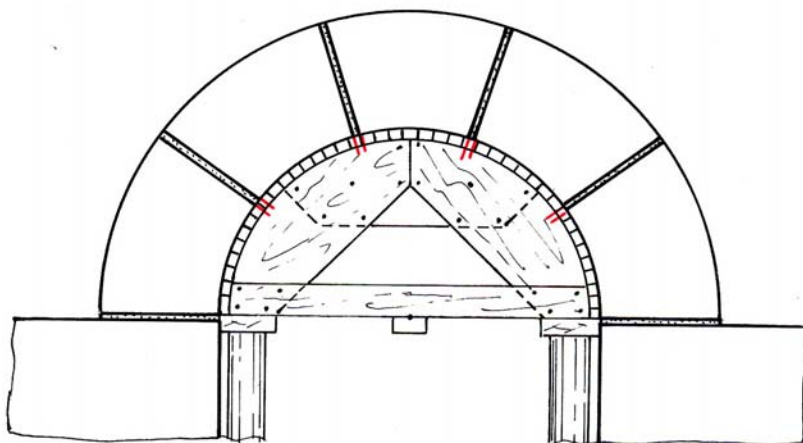
**Le simbleau** est un cordeau ou une règle de traçage d'arcs de cercle positionné sur le centre de l'arc et rayonnant par rapport à celui-ci.

## Mode opératoire ②

-3. S'il y a un nombre important de voussoirs, les poser à l'identique des contre-sommiers.



Quand les contre-clefs sont posées, vérifier avec le panneau de clef que la clef pourra rentrer entre les sommiers et apporter les rectifications si nécessaire.



-4. Couler les joints, de préférence avec un mortier composé avec de la chaux hydraulique naturelle. Quand le mortier commence à tirer, le refouler à l'intérieur du joint avec une truelle ou une fiche.

## Mettre en place des éléments de couverture de baie

Notice Technique

**Pose voussoirs**



**Pose contre-clefs**



**Pose clef**



**Réglage clef**



**Pose clef**



**Pose clef**





## Les étalements

Les étalements sont des ouvrages provisoires destinés à secourir les défaillances d'un ouvrage existant ou à soutenir une partie d'ouvrage pendant sa construction (voûte, arc, plate-bande, etc)

Soutenant un ouvrage existant, la mise en pression des étalements est artificielle et nécessite des artifices spéciaux. (pied d'étais coupé en double biseau et ripé à la pince).

Soutenant une partie d'ouvrage en construction la mise en pression se fait au fur et à mesure de la mise en place des matériaux.

Dans les deux cas les étalements devront être indéformables et reposer sur des points d'appui stables.

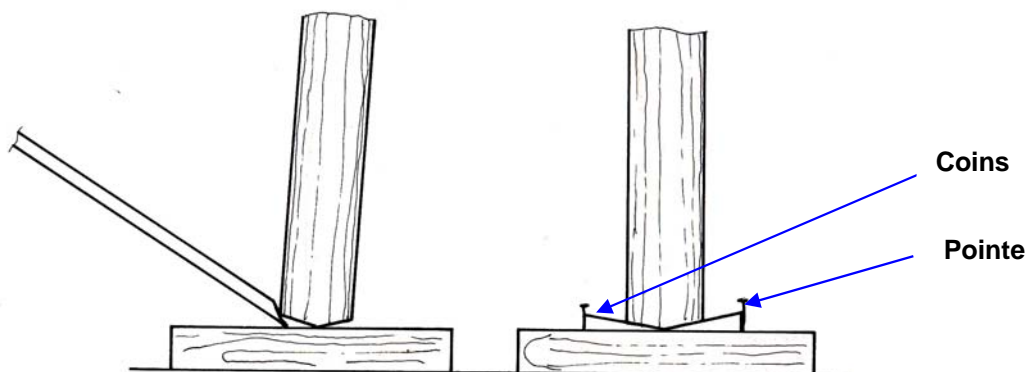


**Cintre de consolidation**



**Cintre de coffrage**

## Mise en charge d'étais



La mise en charge se fait par ripage à la pince, le ripage à la masse étant à proscrire en raison des vibrations qu'il provoque. Deux coins en bois dur placés de part et d'autre de l'étais complètent la mise en charge, et sont bloqués par une pointe.

Les étais métalliques sont mis en charge en faisant tourner le dispositif de serrage à refus.

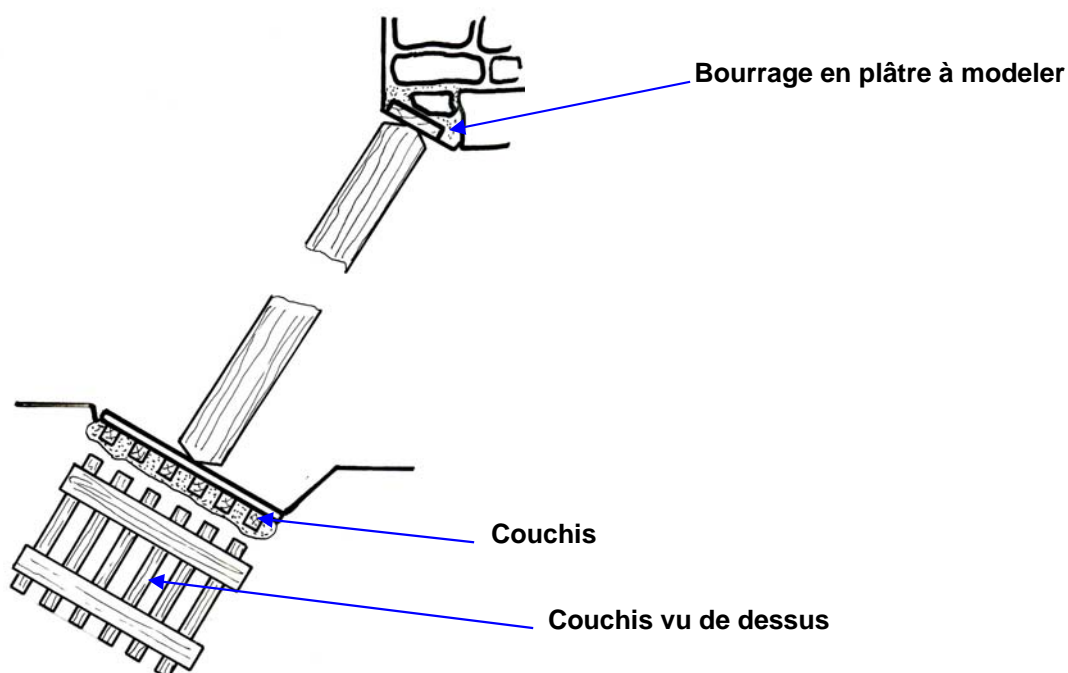




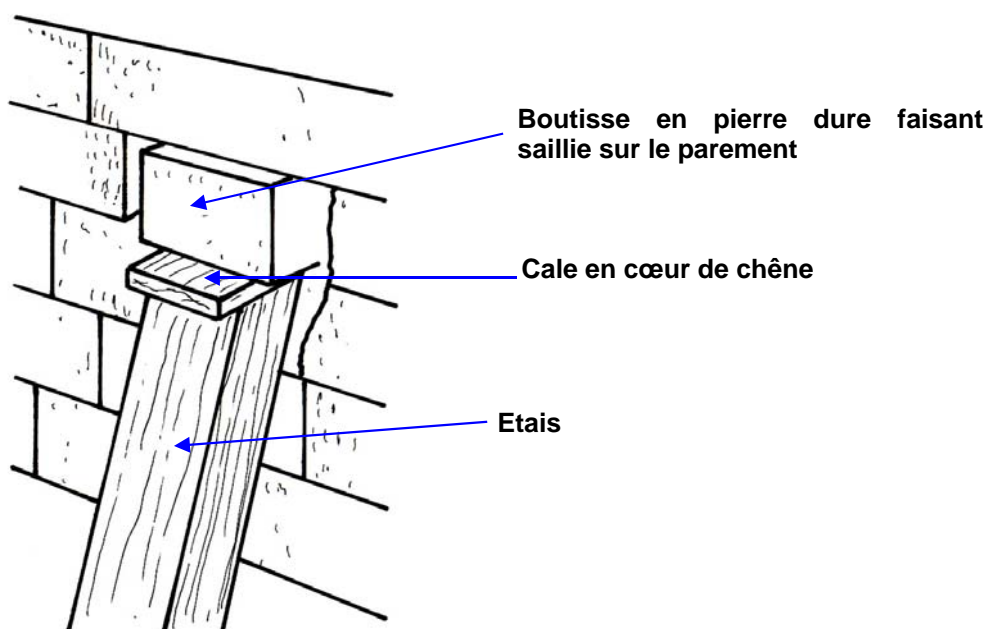
## Définitions

<b>Batterie d'étais</b>	Composées d'un ensemble d'étais posés dans un même alignement. Les étais sont reliés entre eux par des moises et des croisillons.
<b>Blindage</b>	Ouvrage destiné à soutenir les parois verticales des terrassements
<b>Buton</b>	Etais formant entretoise ou contrefort posé horizontalement ou incliné de moins de 30° par rapport à l'horizontale.
<b>Chevalement</b>	Profilés métalliques simples ou jumelés posés perpendiculairement au mur à soutenir.
<b>Contreventement</b>	Désigne tout ouvrage de consolidation par triangulation à l'aide de pièces obliques, visant à empêcher toute déformation par poussée horizontale.
<b>Contre-fiche</b>	Etais oblique pour contrebuter un mur. On différencie les contrefiches des butons par leur inclinaison qui tend à se rapprocher de la verticale pour les contrefiches et de l'horizontale pour les butons. Les batteries de contrefiches ne doivent pas être parallèles entre elles et sont reliées par des moises et des contreventements.
<b>Etais</b>	Toute pièce longue servant à reporter vers un appui stable, et généralement provisoire, la charge verticale d'une partie de construction. Selon leur position, les étais prennent les noms de chandelle, contre-fiche, étauçon, chevalement, étrésillon.
<b>Etrésillon</b>	Pièce d'étalement disposée transversalement pour maintenir un écartement entre deux tableaux d'une baie ou entre deux murs, entre deux solives d'un plancher ou entre deux blindages.
<b>Moises</b>	Chacune des pièces de charpente qui prennent en sandwich une autre pièce à laquelle elles sont assemblées par boulonnage, clouage, ou vissage pour constituer un moisement.

## Détails de pieds et de tête d'étais



## Dispositif employé pour contrebuter les maçonneries de moellon



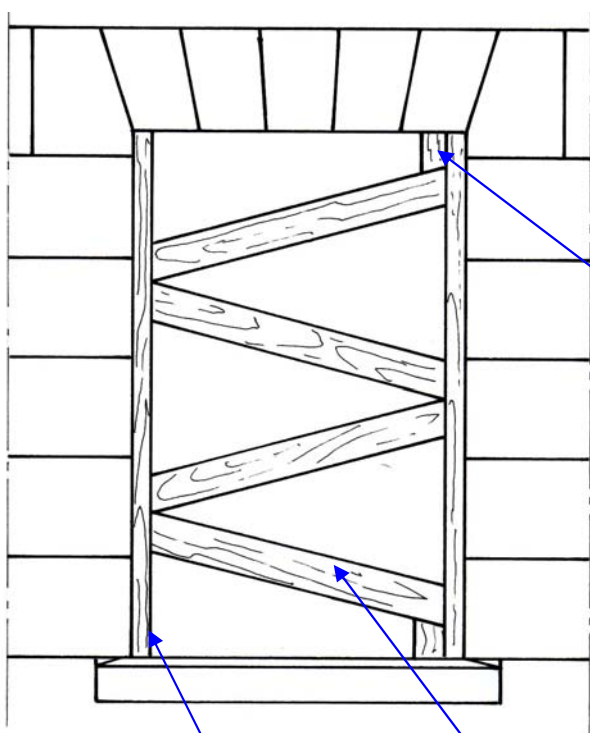
## Dispositif employé pour contrebuter les maçonneries de pierre de taille

## Etrésillonnage d'une baie ①

### Couchis vertical

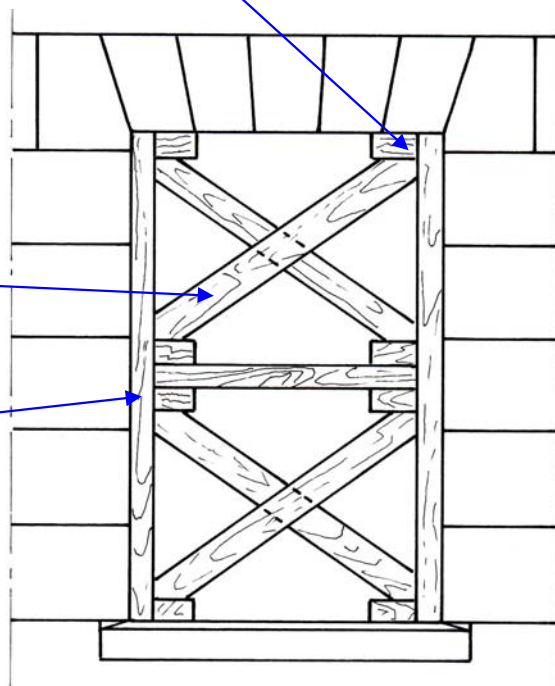
Le blindage est destiné à rendre indéformable une ouverture quand un désordre est constaté ou à craindre dans la structure d'un bâtiment ou lorsque cette structure doit être modifiée à proximité.

**La triangulation des pièces de bois rend l'ouverture indéformable.**



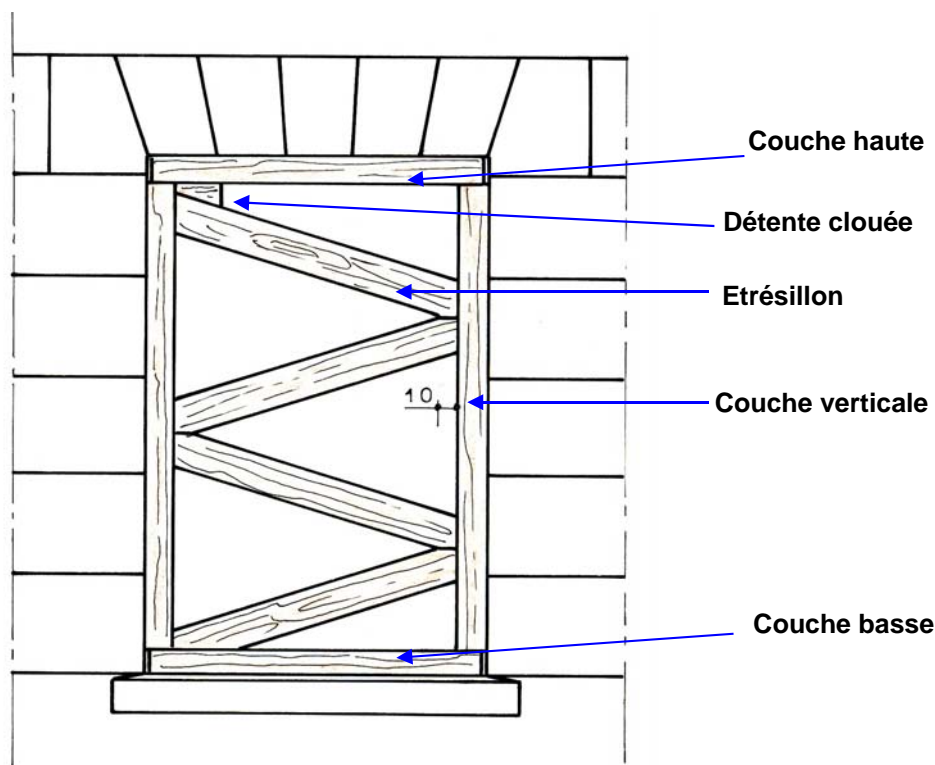
Appliquer le long des tableaux des jambages deux couchis maintenues par des étrésillons inclinés alternativement en sens contraire ou en croix et prenant appui dans les angles.

**Détente clouée**

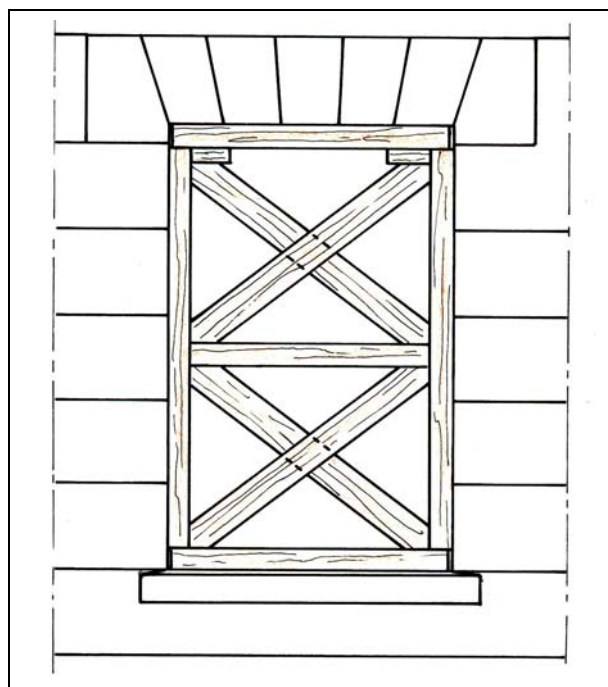


## Etrésillonnement d'une baie ②

### Cadre complet autour de la baie

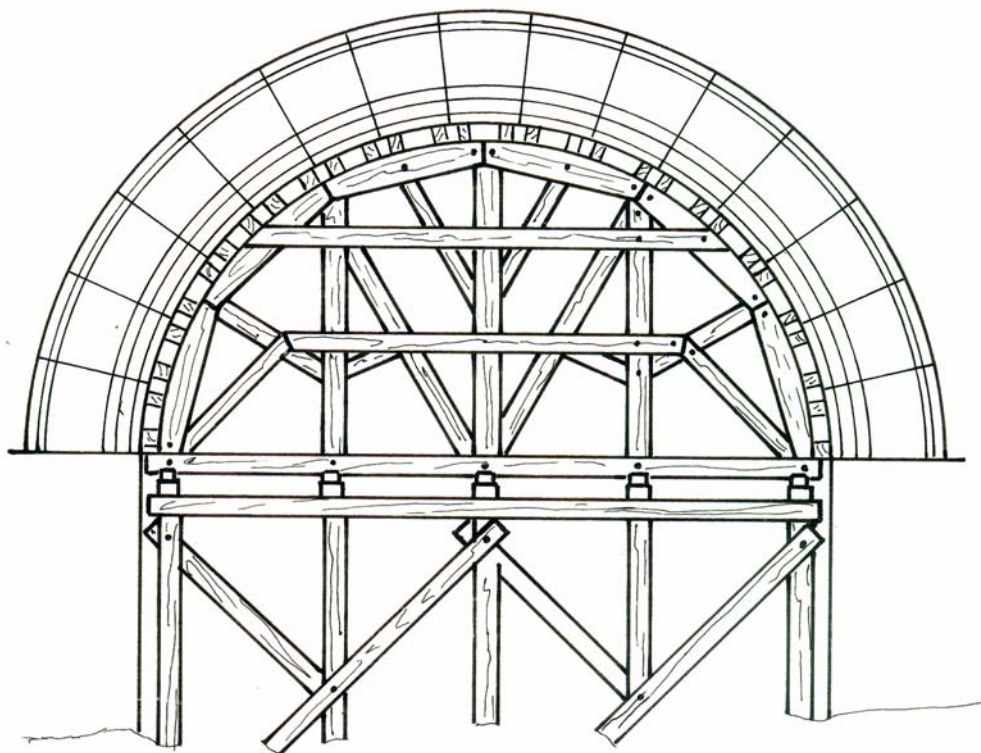


Ces deux dispositifs rendent l'ouverture parfaitement indéformable.



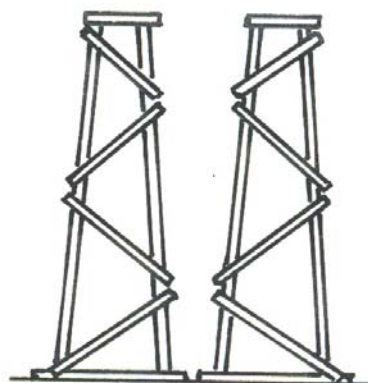
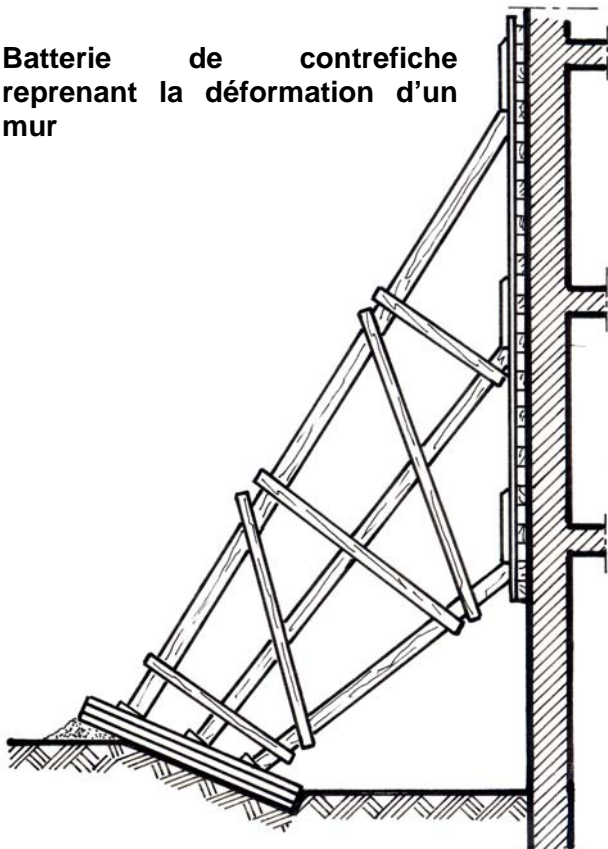


## Etalement de baies cintrées



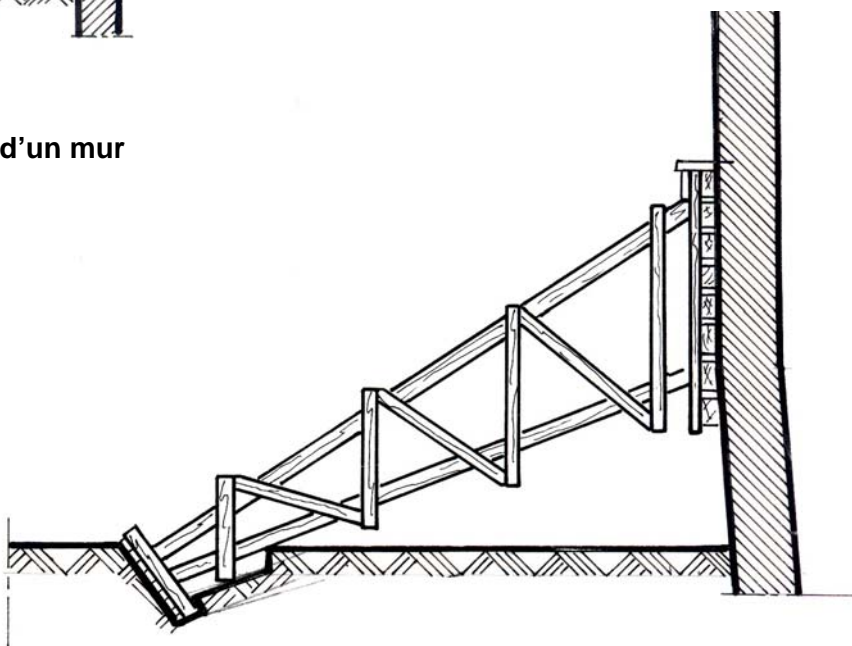
## Etalement d'un mur tendant à s'incliner

**Batterie de contrefiche  
repreant la déformation d'un  
mur**



**Elévation schématique d'une batterie  
d'étais**

**Buton repreant la déformation d'un mur**





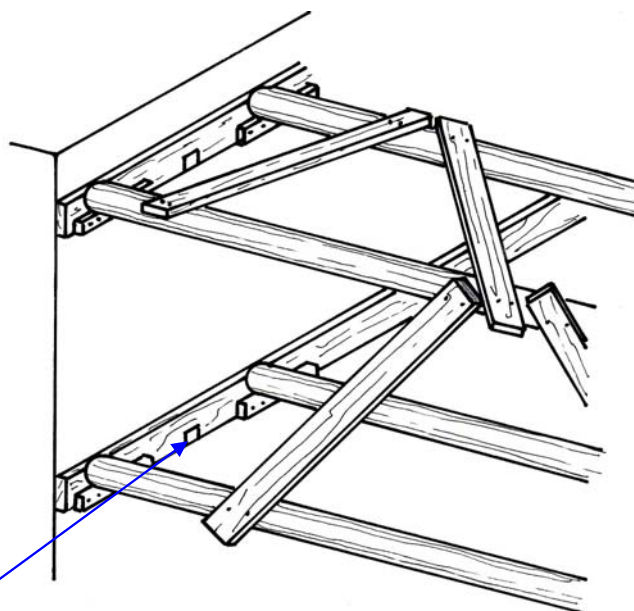
### Etalement entre deux murs parallèles

Lorsqu'on démolit une maison entre deux autres, il faut buter les deux murs dénudés, l'un contre l'autre au moyen de butons horizontaux.

Ces butons sont groupés par plan horizontal correspondant avec les planchers des maisons conservées.

On opère depuis le haut et en descendant étage par étage.

Les butons sont réalisées en bois ou en métal.



Equerre scellée dans le mur

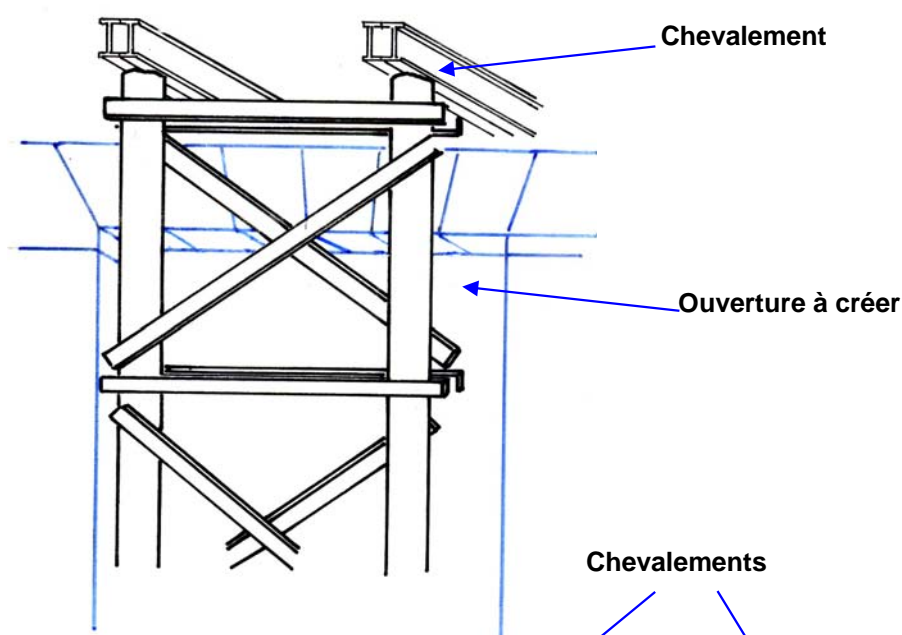




## Les chevalements

Les chevalements sont généralement des profilés métalliques simples ou jumelés posés perpendiculairement au mur à soutenir. Ils reprennent les charges verticales et les reportent sur des appuis extérieurs.

Ce principe d'étalement libère une zone de travail afin de permettre la reprise d'un mur en sous-œuvre ou le percement d'une ouverture.



## Gros-œuvre

### Livret Bâtir un encadrement de baie en raccordement sur un mur en pierre

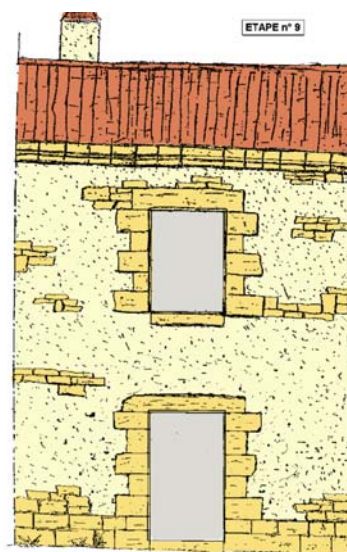
#### LIVRET DE SEANCE

**Accueil  
découverte**

**Apprentissage**

**Période en  
entreprise**

**Evaluation**



**CODE BARRE**



### **Titre du parcours**

Bâtir un encadrement de baie en raccordement dans un mur en pierre

### **Nom de la compétence ou nom de l'étape**

Présenter la situation d'apprentissage de l'étape " Bâtir un encadrement de baie en raccordement dans un mur en pierre »

- Réaliser les travaux préparatoires nécessaires à la réalisation de l'étape " Bâtir un encadrement de baie en raccordement dans un mur en pierre »
- Concevoir un coffrage pour tous types d'arc et de plate-bande
- Poser les pierres d'encadrement
- Raccorder la maçonnerie aux pierres d'encadrement
- Evaluer la compétence " Bâtir un encadrement de baie en raccordement dans un mur en pierre »

Liste des séances de l'étape avec mise en valeur de la séance correspondante à ces livrets



# SOMMAIRE

## Le chevalement.

<u>PRESENTATION.....</u>	<u>4</u>
<u>CHEMINEMENT.....</u>	<u>5</u>
<u>en tenant compte de la nature de l'enduit existant, le bénéficiaire sera capable de raccorder l'enduit en respectant la couleur et la finition demandées et de jointoyer les pierres de taille de la baie conformément à la demande.....</u>	<u>5</u>
<u>2°) Concevoir un coffrage pour tous types d'arc et de plate-bande.....</u>	<u>7</u>
<u>en fonction de la nature de la voûte (plate-bande, arc surbaissé,...) le maçon devra préparer un coffrage en bois qui servira à soutenir les pierres taillées.....</u>	<u>7</u>
<u>Ce coffrage sera correctement étayé en tenant compte du décoffrage.....</u>	<u>7</u>
<u>Les différents types de coffrage :.....</u>	<u>7</u>
<u>3°) Préparer du mortier pour un ouvrage de maçonnerie de pierres.....</u>	<u>16</u>
<u>Ne pas noyer le mortier lors du gâchage.....</u>	<u>16</u>
<u>4°) Poser les pierres d'encadrement.....</u>	<u>22</u>
<u>Faire des croquis pour chaque phase.....</u>	<u>22</u>
<u>L'implantation de l'ouverture terminée, l'approvisionnement du poste de travail effectué (matériels, pierres de taille, mortier), le maçon posera les deux premières pierres de la première assise en les alignant.....</u>	<u>22</u>
<u>Solutions des exercices.....</u>	<u>23</u>
<u>EVALUATION.....</u>	<u>24</u>
<u>ANNEXES .....</u>	<u>25</u>

## **PRESENTATION**

**Rédiger ici les objectifs de la séquence.**

A l'issue de la séquence, à partir de croquis et de consignes orales, le bénéficiaire sera capable de poser des pierres (équarries, taillées ou de réemploi) composant une ouverture de baie (jambage, piédroit, linteaux, appui) et de réaliser le coffrage correspondant au type de linteau, en respectant l'appareillage, l'aplomb, la régularité et la couleur des joints.

L'environnement et les consignes de sécurité seront respectés.

Le maçon du Bâti Ancien travaille à partir de plans et de consignes en collaboration avec les compagnons et sous la responsabilité du chef d'équipe ou du responsable du chantier. Il utilise des pierres de taille en les assemblant avec du mortier.

Au fur et à mesure de l'élévation, le maçon utilise si nécessaire un échafaudage de pied.



## CHEMINEMENT

### 1°) Tracer l'implantation de la baie

A partir des informations relevées sur le plan (hauteur, longueur, positionnement) et/ou de consignes, le bénéficiaire sera capable de tracer au cordeau traceur, au sol et au mur, la position de l'ouvrage à réaliser ainsi que les réservations (baie, niveaux) en veillant au respect des dimensions

### 2°) Concevoir un coffrage pour tous types d'arc et de plate-bande

A partir du plan et/ou des consignes, le bénéficiaire sera capable de concevoir et fabriquer des coffrages en bois (linteau monolithe, plate-bande, arc surbaissé ou plein cintre,...) et le mode opératoire de décoffrage.

### 3°) Préparer du mortier pour un ouvrage de maçonnerie

Après estimation de la quantité nécessaire en eau, liant et granulats, le bénéficiaire sera capable de gâcher le mortier à la pelle ou à la bétonnière en respectant le mode opératoire et les proportions en eau, liant et granulat.

### 4°) Poser les pierres d'encadrement

A partir des consignes et/ou du plan, le bénéficiaire sera capable de maçonner les éléments constitutifs d'un encadrement de baie (piédroit, linteau, seuil) en respectant les règles de construction (appareillage, épaisseur et couleur des joints), l'alignement, l'aplomb.

### 5°) Raccorder la maçonnerie aux pierres d'encadrement de la baie

En suivant l'alignement du mur existant, le bénéficiaire sera capable de raccorder la maçonnerie de moellons à l'encadrement en pierres de taille de la baie en employant les moellons du percement et en solidifiant l'ensemble.

### 6°) Décoffrer l'arc et déposer le chevalement

En respectant les consignes de sécurité, le bénéficiaire sera capable de déposer le coffrage (veau) de la voûte de la baie et le chevalement, en respectant les temps de séchage et le mode opératoire en veillant que le matériel soit nettoyé et rangé.

### 7°) Raccorder l'enduit et jointoyer les pierres de taille de l'encadrement

En tenant compte de la nature de l'enduit existant, le bénéficiaire sera capable de raccorder l'enduit en respectant la couleur et la finition demandées et de jointoyer les pierres de taille de la baie conformément à la demande.

## 1°) Tracer l'implantation de la baie

Après avoir débarrassé et stocké les moellons du percement de l'ouverture et nettoyé le chantier, on procèdera à l'implantation de la baie conformément au plan.

La première assise de pierres devra être posée sur les moellons des fondations du mur. La reprise devra être propre de manière à avoir un support sain et une très bonne adhérence.

**Mode opératoire :** *faire les croquis de chaque étape*

- vérifier l'aplomb du mur (à l'extérieur)
- tracer l'alignement extérieur du mur
- tracer l'axe de l'ouverture
- tracer la largeur finie de l'ouverture en partant de l'axe
- tracer « un trait d'emprunt » pour déterminer la hauteur finie de l'ouverture en s'appuyant sur l'existant (sol, ouvertures existantes).

## 2°) Concevoir un coffrage pour tous types d'arc et de plate-bande

En fonction de la nature de la voûte (plate-bande, arc surbaissé,...) le maçon devra préparer un coffrage en bois qui servira à soutenir les pierres taillées.

Ce coffrage sera correctement étayé en tenant compte du décoffrage.

Les différents types de coffrage :

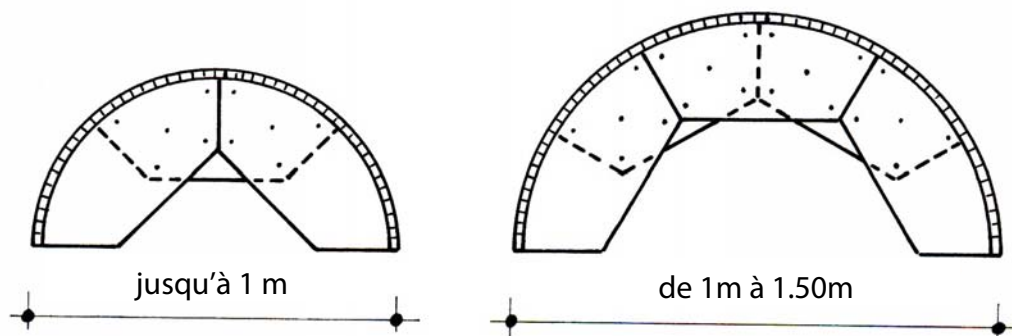
### Différents types de coffrages suivant la portée ①

Le cintre est composé de deux **fermes** sur lesquelles est cloué un plancher appelé **couchis**, formé de liteaux, chevrons ou bastaings posés suivant les génératrices. Le couchis est jointif ou à claire-voie.

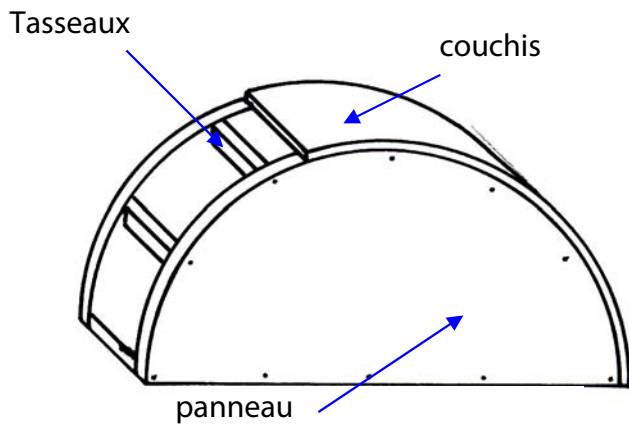
Les fermes de faible portée sont simplement constituées de deux couches de planches appelées **vaux**, clouées à joints croisés et dont la tranche est sciée suivant l'intrados. On les renforce parfois d'un entrain ou de contre-fiches. Ces éléments peuvent être réalisés par les tailleurs de pierre ou les poseurs.

Pour les grandes portées on construit des cintres à arbalétrier, à l'identique des charpente. Ces éléments sont réalisés par les charpentiers.

Les cintres reposent, soit sur la maçonnerie près du sommet (chapiteaux) soit sur des piédroits descendant jusqu'au sol, avec interposition d'un dispositif d'affaissement pour le décintrement, soit sur un plancher de travail.



Le cintre peut être réalisé à partir de deux fermes découpées dans un panneau contre-plaqué ou de particules d'une épaisseur de 15 à 19 mm. et reliées entre elles par des tasseaux sur lesquels on cloue un couchis en contre-plaqué de 5 mm.



Le coffrage ou cintre est un dispositif qui épouse la forme de l'intrados d'un arc, pour soutenir les voussoirs pendant la pose et en attendant la prise du mortier de pose.  
 Le cintre prend appui sur des systèmes d'étalement qui permettent un décoffrage facile et progressif de l'ouvrage.  
 Le coffrage est généralement réalisé en bois.



#### **I.1.1.1 Réaliser un coffrage de baie courbe**

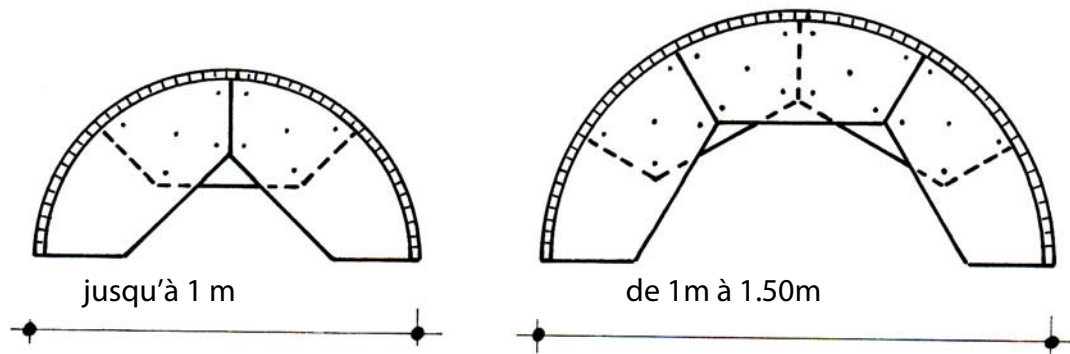
## Différents types de coffrages suivant la portée.

Le cintre est composé de deux **fermes** sur lesquelles est cloué un plancher appelé **couchis**, formé de liteaux, chevrons ou bastaings posés suivant les génératrices. Le couchis est jointif ou à claire-voie.

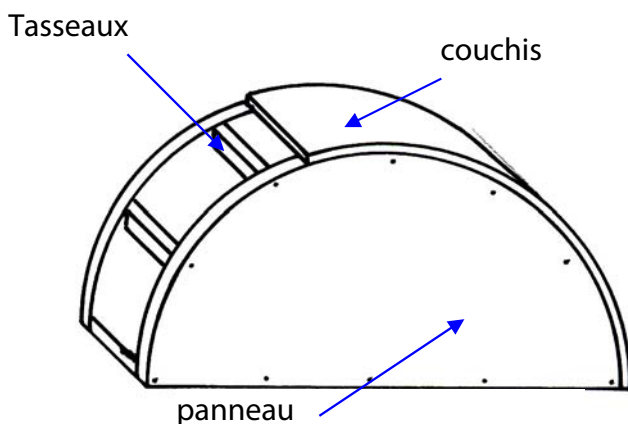
Les fermes de faible portée sont simplement constituées de deux couches de planches appelées **vaux**, clouées à joints croisés et dont la tranche est sciée suivant l'intrados. On les renforce parfois d'un entrait ou de contre-fiches. Ces éléments peuvent être réalisés par les tailleurs de pierre ou les poseurs.

Pour les grandes portées on construit des cintres à arbalétrier, à l'identique des charpente. Ces éléments sont réalisés par les charpentiers.

Les cintres reposent, soit sur la maçonnerie près du sommet (chapiteaux) soit sur des piedroits descendant jusqu'au sol, avec interposition d'un dispositif d'affaissement pour le décintrement, soit sur un plancher de travail.

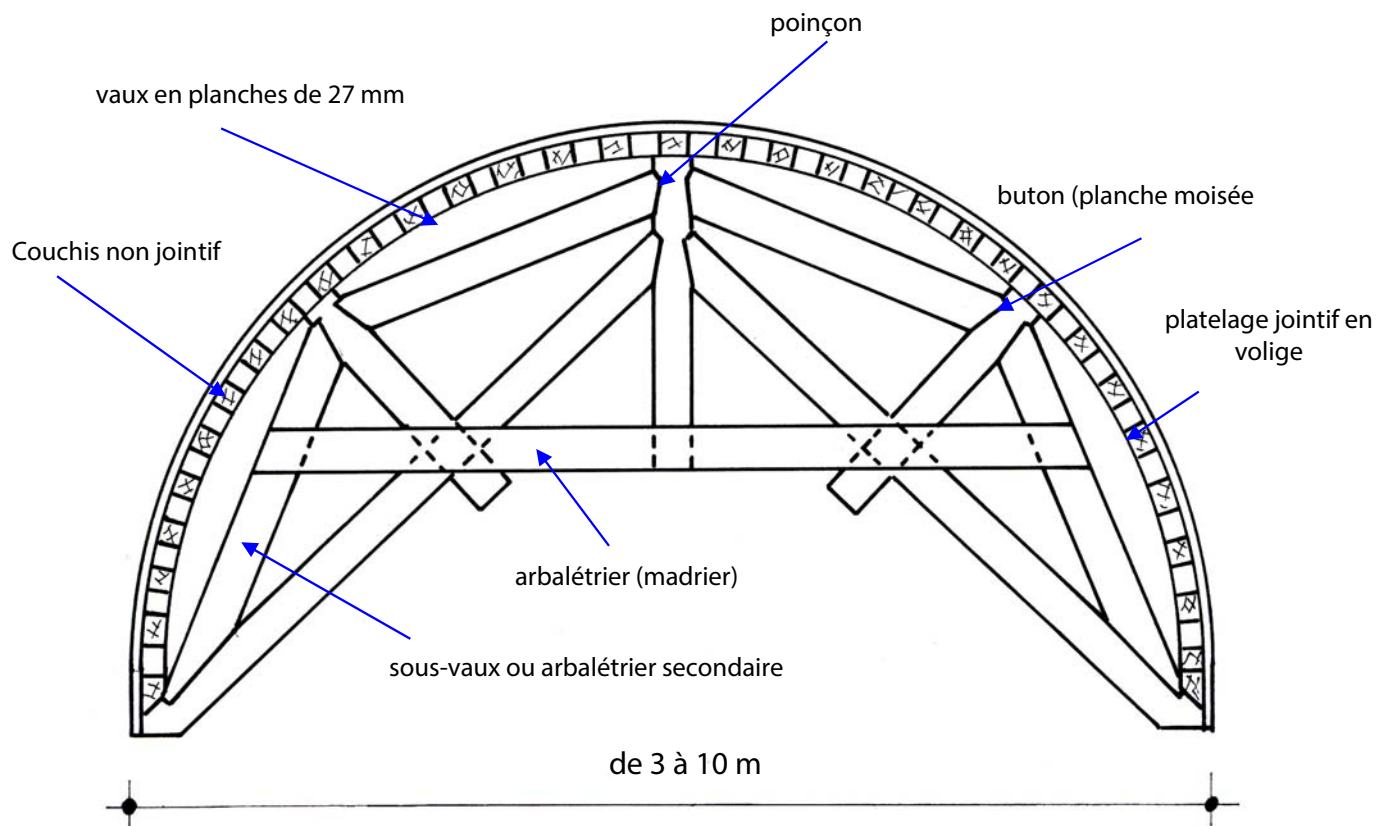


Le cintre peut être réalisé à partir de deux fermes découpées dans un panneau contre-plaqué ou de particules d'une épaisseur de 15 à 19 mm. et reliées entre elles par des tasseaux sur lesquels on cloue un couchis en contre-plaqué de 5 mm.



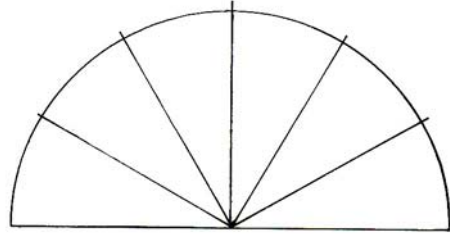
## Différents types de coffrages suivant la portée ③



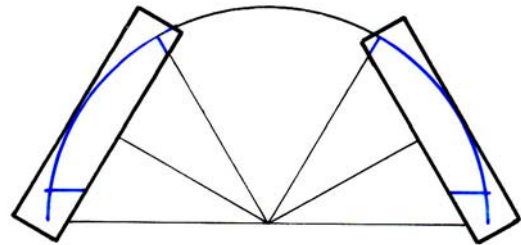


## Fabrication d'un cintre

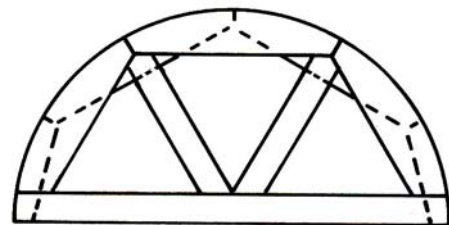
1- **Tracer l'épure** du cintre sur une surface plane ( panneaux de coffrage, contre-plaqué ou planches )



2- **Tracer et couper** chaque élément, après l'avoir positionné exactement sur l'épure



3- **Assembler** les éléments entre eux sur l'épure en superposant deux couches de planches et en croisant les joints.



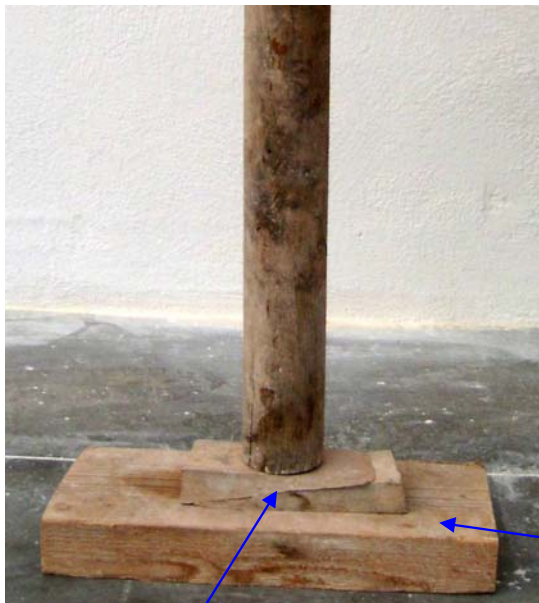


## Le support du cintre ①

Le support est constitué de plusieurs éléments :

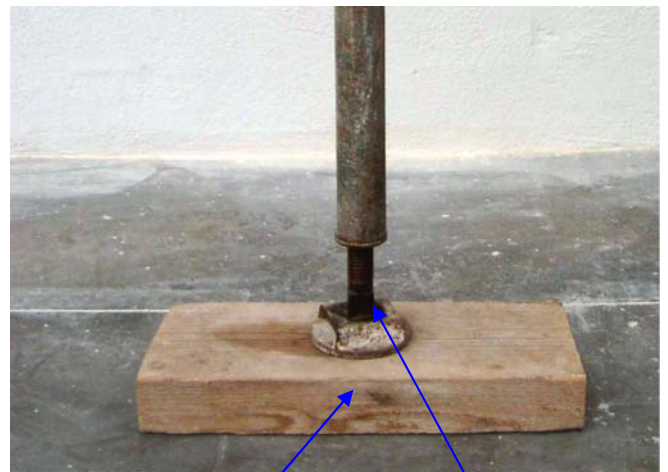
- ✓ **la semelle** ; pièce de bois de 4 à 8 centimètres d'épaisseur et de 16 à 23 centimètres de largeur.  
Elle est posée sur un lit de sable ou de mortier et permet la répartition des charges sur le sol et permet de fixer les étais.
- ✓ **les étais** sont en bois ( rond de préférence, parce-que plus résistants que les bois équarris dont les fibres peuvent avoir été interrompues au sciage) ou métalliques. Les étais métalliques permettent des réglages faciles et facilitent le décintrement.
- ✓ **les chapeaux**, qui relient les têtes d'étais en répartissant les charges
- ✓ Les systèmes de réglage et de décintrement constitués par :
- ✓ **des coins** en bois dur de 10 à 30cm de longueur et 8 à 20 de largeur.
- ✓ ou **des vérins** qui équipent les étais métalliques ou qui se placent sous les étais en bois.
- ✓ ou **des boîtes à sable** circulaires en fer, de 30cm de diamètre et 30cm de hauteur, à l'intérieur desquelles coulisse un piston en bois. elles sont remplies de sable sec et placées sous les entrails ou sous les étais et sont percées à leur base de 3 à 4 trous obstrués par des bouchons que l'on enlève au moment du décintrement.

Etais bois sur semelle



Coins en bois dur

Vérin sur semelle



Semelle bastaing 6 x 18

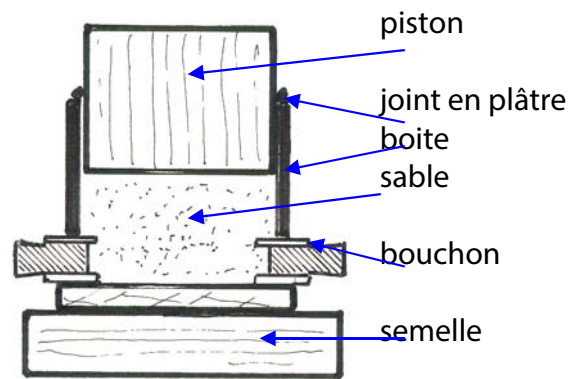
Vérin à vis

## Le support du cintre

**Chapeau**

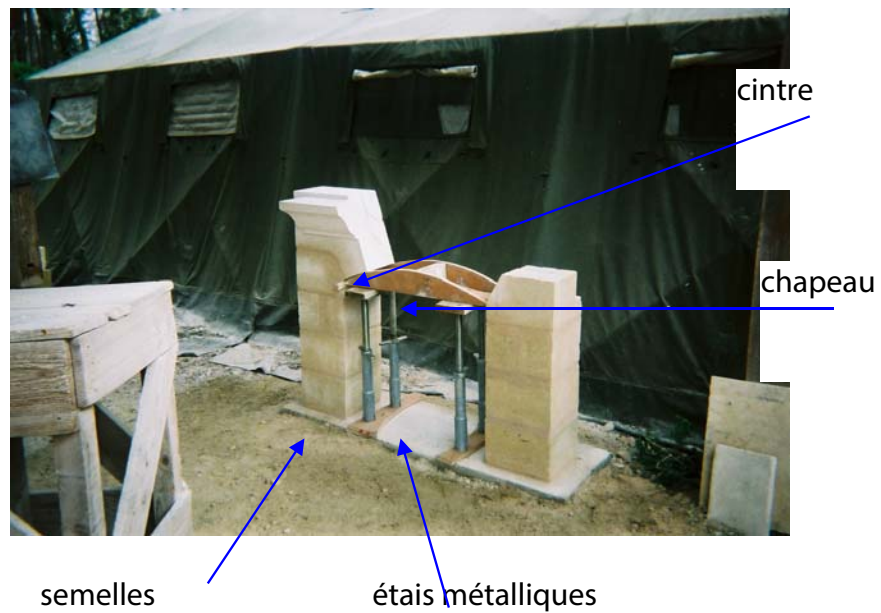


**Boîte à sable**



## Mise en place

- 1- Contrôler le niveau d'arase.
- 2- Mettre en place les semelles
- 3- Mettre en place l'étalement.
- 4- Poser et clouer les chapeaux sur les étais
- 5- Poser le cintre sur les étais.
- 6- Rendre solidaire le cintre de la maçonnerie pour éviter son déversement.
- 7- Régler avec les coins ou les vérins.



## Le décintrement

Le décintrement est une étape importante et délicate.

Le décintrement se fait quand le mortier de pose a acquis suffisamment de résistance. Cette résistance est fonction du liant employé, des conditions climatiques et de la portée de l'ouvrage.

Il doit se faire lentement, les systèmes d'étalement doivent être desserrés simultanément pour mettre en charge toutes les parties de l'arc en même temps.

Les coins seront desserrés en les faisant glisser avec un marteau.

Les étais et les vérins seront dévissés.

Les bouchons des boîtes à sable seront enlevés pour évacuer le sable et descendre le piston.

En aucun cas il ne faudra frapper les étais pour les enlever. Cette pratique a pour effet de forcer l'ouvrage et de le faire vibrer.

Le cintre sera ensuite déposé.

### 3°) Préparer du mortier pour un ouvrage de maçonnerie de pierres

#### 1.2 Le mortier

Le mortier est un mélange de sable, de liant aérien ou hydraulique et d'eau.

Ces composants forment un mélange homogène, facile à mettre en œuvre.

Cette homogénéité s'obtient en deux temps :

Au gâchage lors des différents brassages à la pelle.

Dans l'auge lors du malaxage à la truelle qui permet par un apport plus ou moins important d'eau d'amener le mortier à la consistance voulue.

#### NE PAS NOYER LE MORTIER LORS DU GÂCHAGE

Le mortier confectionné avec des liants hydrauliques doit être utilisé aussitôt après son gâchage. On ne doit pas le ramollir après le début de prise.

Le mortier confectionné avec des liants aériens peut être préparé à l'avance, voire la veille de son utilisation, ce qui le rend plus plastique.

Dans tous les cas il faut abriter la gâchée (on dit aussi boulée) :

du soleil et du vent pour éviter son dessèchement  
de la pluie pour éviter le lavage des agrégats.



**Préparation du mortier à la pelle ①**





**Etaler le sable**



**Etaler le liant sur le sable**



**Mettre en tas**



**Retourner deux fois à sec**

## Préparation du mortier à la pelle ②



**Creuser un cratère**

**Mettre de l'eau**





**Pousser le mélange vers le centre**

## **Préparation du mortier à la pelle ③**



**Rajouter de l'eau**



**Mettre en tas**

## **Les sables**

### **Provenance des sables**

#### **LES SABLES NATURELS :**

Proviennent de la désagrégation naturelle des roches par les agents atmosphériques (pluie, vent, gel).

- ✓ De rivières,
- ✓ De carrières (la forme des grains est arrondie),
- ✓ De mer.

Il faut éviter l'emploi des sables de mer qui risquent de provoquer des efflorescences.

#### **LES SABLES ARTIFICIELS :**

Proviennent

- ✓ du broyage de certaines roches,
- ✓ de concassage (la forme des grains est anguleuse).

Les mortiers constitués de sable à grains arrondis sont plus faciles à mettre en œuvre que ceux constitués de sable concassé.

#### **QUALITÉ D'UN BON SABLE :**

Un bon sable doit :

- ✓ être rude au toucher,
- ✓ crisser sous la pression de la main,
- ✓ être exempt d'impureté qui affaiblissent la résistance du mortier.

La qualité du sable peut se vérifier :

- ✓ en serrant une poignée de sable dans la main. Il ne doit pas rester en boule ni salir la peau,
- ✓ en délayant du sable dans un seau d'eau claire. Il ne doit pas troubler l'eau.

Le **lavage** du sable permet d'éliminer une partie des impuretés.

## 4°) Poser les pierres d'encadrement

*Faire des croquis pour chaque phase*

L'implantation de l'ouverture terminée, l'approvisionnement du poste de travail effectué (matériels, pierres de taille, mortier), le maçon posera les deux premières pierres de la première assise en les alignant.

## **SOLUTIONS DES EXERCICES**

# EVALUATION

TITRE DE LA RESSOURCE D'ÉVALUATION 1

TITRE DE LA RESSOURCE D'ÉVALUATION N

# ANNEXES

TITRE DE L'ANNEXE 1

TITRE DE L'ANNEXE N



## **Etablissement référent**

*Nom établissement*

## **Equipe de conception**

*Noms des concepteurs*

*\« Et personnes impliquées légalement \»*

## **Remerciements :**

*Noms ou texte*

*\« logos financeurs \»*

*\« crédit photos \»*

## **Reproduction interdite**

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.

« toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque. »

Date de mise à jour jj/mm/aa

afpa © Date de dépôt légal mois année



## Gros-oeuvre

### Livret U1 E3 SSA 19: Réaliser une ouverture dans un mur en pierres

#### LIVRET DE SEANCE

##### Accueil découverte

##### Apprentissage

##### Période en entreprise

##### Evaluation

Visuel - éventuellement celui de la mise en situation / présentation

Préférer des visuels de situation ou de gestes professionnels.

En tenant compte des autorisations à obtenir des personnes reconnaissables sur le visuel.

CODE BARRE



### **Titre du parcours**

Réaliser une ouverture dans un mur

### **Nom de la compétence ou nom de l'étape**

- Présenter la situation d'apprentissage de l'étape "Réaliser une ouverture dans un mur "
- Réaliser les travaux préparatoires nécessaires à la réalisation de l'étape "Réaliser une ouverture dans un mur
- Mettre en place les équipements de protection individuels (EPI) et collectifs sur le chantier (échafaudage).
- Mettre en place les protections contre les salissures.
- Mettre en place le chevalement préalable à un percement.
- Percer un mur de moellons.
- Evaluer la compétence "Réaliser une ouverture dans un mur ".

**Liste des séances de l'étape avec mise en valeur de la séance correspondante à ces livrets**



# SOMMAIRE

<u>PRESENTATION.....</u>	<u>4</u>
<u>CHEMINEMENT.....</u>	<u>5</u>
<u>RESSOURCES.....</u>	<u>6</u>
<u>1 l'état des lieux.....</u>	<u>6</u>
<u>EVALUATION.....</u>	<u>21</u>
<u>EVALUATION (corrigé).....</u>	<u>24</u>
<u>ANNEXES .....</u>	<u>26</u>

## **PRESENTATION**

**A l'issu de cette séance, le bénéficiaire sera capable de mettre en œuvre les différentes opérations lui permettant de pratiquer une ouverture dans un mur de moellons existant. Cela implique une bonne connaissance des modes constructifs du bâti existant et le respect des procédures et des étapes chronologiques d'intervention en respectant les règles de sécurité liées à l'utilisation des échafaudages et des modes opératoires d'étaieement et/ou de blindage.**

**A partir de plans et de consignes, l'implantation et le positionnement de l'ouverture sont conformes au plan .Les caractéristiques dimensionnelles de l'ouvrage respectent les cotes, l'aplomb et le niveau dans les tolérances fixées dans les textes normatifs.**

**Il ne doit pas y avoir d'incidences préjudiciables sur la structure concernée (fissures, effondrements)**

Rédiger ici les objectifs de la séance.

Atteindre l'objectif opérationnel

**A l'issue de cette séance, le bénéficiaire sera capable de tracer, étayer et percer une ouverture dans un mur de moellons en respectant les règles de sécurité liées à l'utilisation des échafaudages et des modes opératoires d'étaieement et/ou de blindage.**

Durée indicative de la séance



# CHEMINEMENT

Prendre connaissance des ressources pédagogiques et répondre au questionnaire technique afin de pouvoir réaliser les travaux d'application.

**Le cheminement peut être présenté sous forme de textes libres, d'un tableau ou autres ...**

Il indique l'enchaînement chronologique des phases.

Si nécessaire les présenter sous forme de section – cette présentation est *optionnelle*.

Pour chaque phase indiquez l'objectif ainsi que les moyens à mettre en œuvre

## TITRE DE LA PHASE 1

**Réaliser les travaux préparatoires de l'étape.**

- État des lieux
- Informations et recommandations

## TITRE DE LA PHASE 2

**Préparation de l'espace de travail**

- Le bénéficiaire sera équipé des EPI
- Mise en place de l'échafaudage
- Traçage et implantation de la baie
- Mettre en place les protections contre les salissures, les éclats, les personnes

## TITRE DE LA PHASE 3

**Renforcement de la structure du bâtiment**

- Étayage et renforcement des ouvertures

## TITRE DE LA PHASE 4

**Mise en œuvre du percement**

- Mettre en place le chevalement préalable à un percement
- Percement d'un mur de moellons
- Déblaiement et récupération des moellons

# RESSOURCES

## 1 L'état des lieux

**Avant le début des travaux de percement dans un mur porteur en maçonnerie de moellons, un examen complet et approfondi de l'ouvrage est indispensable afin de supprimer tous les risques.**

**Cette évaluation sera faite par un expert (maître d'œuvre, bureau d'études, responsable de chantier...)**

**L'intervention sera différente suivant l'état du mur :**

- un mur ancien,
- un mur récent,
- une maçonnerie de pierres de taille,
- une maçonnerie de moellons,
- l'épaisseur du mur,
- la qualité et la nature du mortier de construction (chaux, terre,...) ;

**De l'emplacement de l'ouverture à créer dans la façade ou un mur porteur :**

- au rez de chaussée,
- à l'étage,
- à proximité d'un angle de mur (chaîne d'angle),
- sous la toiture,
- par rapport aux ouvertures existantes,

## La façade en l'état



*Au rez de chaussée l'emplacement de la porte à ouvrir dans le mur de pierres.*

### **Le maçon tiendra compte pour le percement de cette ouverture dans la façade :**

- de ses dimensions,
- du positionnement dans la façade (sous une ouverture existante),
- de la nature du mur (moellons),
- de la structure intérieure du bâtiment (plancher bois ou poutrelles hourdis ou dalle pleine, charpente),
- de la nature du sol (dallage, terre battue, cave voutée),
- du passage des réseaux (eau, gaz, électricité, téléphone,...),
- de l'évacuation des fluides,

**... afin d'entreprendre les travaux préparatoires au chantier et d'éviter des complications dans la suite des travaux.**

## **2 Préparation de l'espace de travail**

### **Mise en place de l'échafaudage**

L'échafaudage sera monté en respectant les normes de sécurité, à l'emplacement de l'ouverture à créer et en tenant compte des travaux ultérieurs à effectuer. Il servira pour le traçage de la baie, le chevalement, le percement. On le placera du côté le plus judicieux (intérieur ou extérieur, voie publique, ouverture à l'étage).

### **Traçage et implantation de la baie**

Le traçage s'effectuera en tenant compte des niveaux intérieurs et extérieurs des sols, des planchers, des ouvertures existantes, de la toiture...

#### **Mode opératoire :**

- tracer à partir du trait d'emprunt (si nécessaire) ou des niveaux des ouvertures existantes la hauteur de la baie (intrados)
- repérage de l'axe de l'ouverture à créer
- tracer les tableaux par rapport à cet axe (dimensions finies de l'ouverture)
- repérer et tracer toute la partie du mur à déposer, l'emprise maximale et le volume de pierres à démonter (i.e. la pose des piedroits, du linteau ou d'une plate-bande ou d'un arc, d'un appui de fenêtre)
- tenir compte du parement intérieur de la baie (l'ébrasement)
- l'ensemble de ces tracés sera bien visible

### **Mise en place des protections**

Après avoir défini la zone d'intervention on procédera à la mise en place des protections pour supprimer les projections de matériaux et la propagation des poussières ainsi que la protection des personnes.

Dans la plupart des cas la protection se fera une fois le traçage réalisé pour déterminer l'espace de travail à la démolition. Toutefois la protection se fera en amont si les travaux sont à effectuer dans un lieu habité.

#### Protections des sols intérieurs :

- des panneaux de contreplaqué recouvert d'un géotextile ou de polyane fixé avec un adhésif sur les joints pour éviter la pénétration de la poussière.
- la création d'un plancher de travail. Dans le cas de vieilles maisons on devra renforcer le plancher existant, voir même le reconstituer en partie à partir du poutrage existant avec des sections de bois importantes (bastaings, madriers, planches)
- prévoir le renforcement de l'étaisage

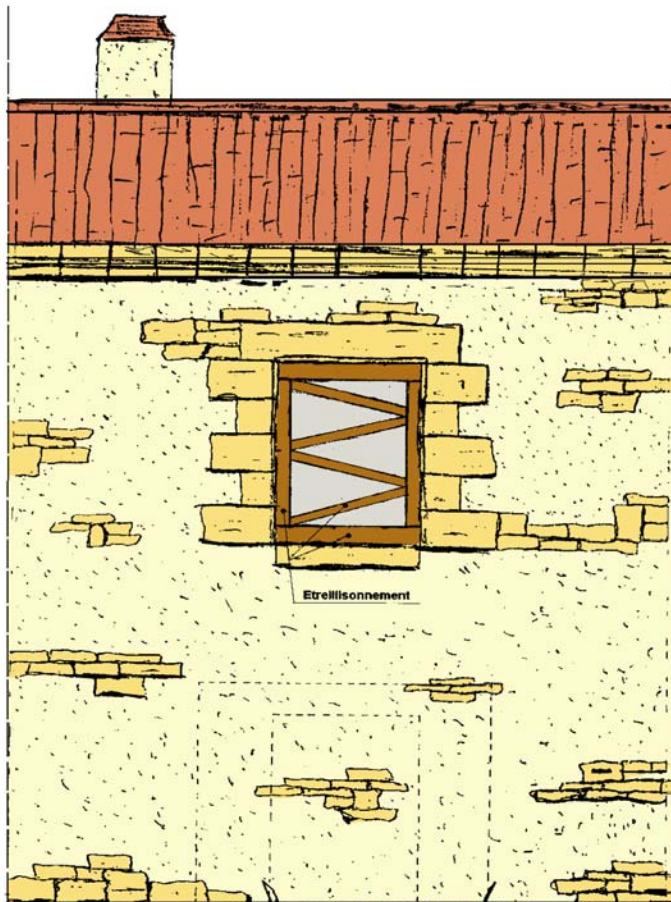
#### Protections verticales

- la fermeture peut être exécutée avec des panneaux de contreplaqué et du polyane
- lors de la mise en place de ces protections il est à prévoir un chemin de repli au cas où il y aurait un éboulement de laisser un passage libre.

### 3 Renforcement de la structure du bâtiment

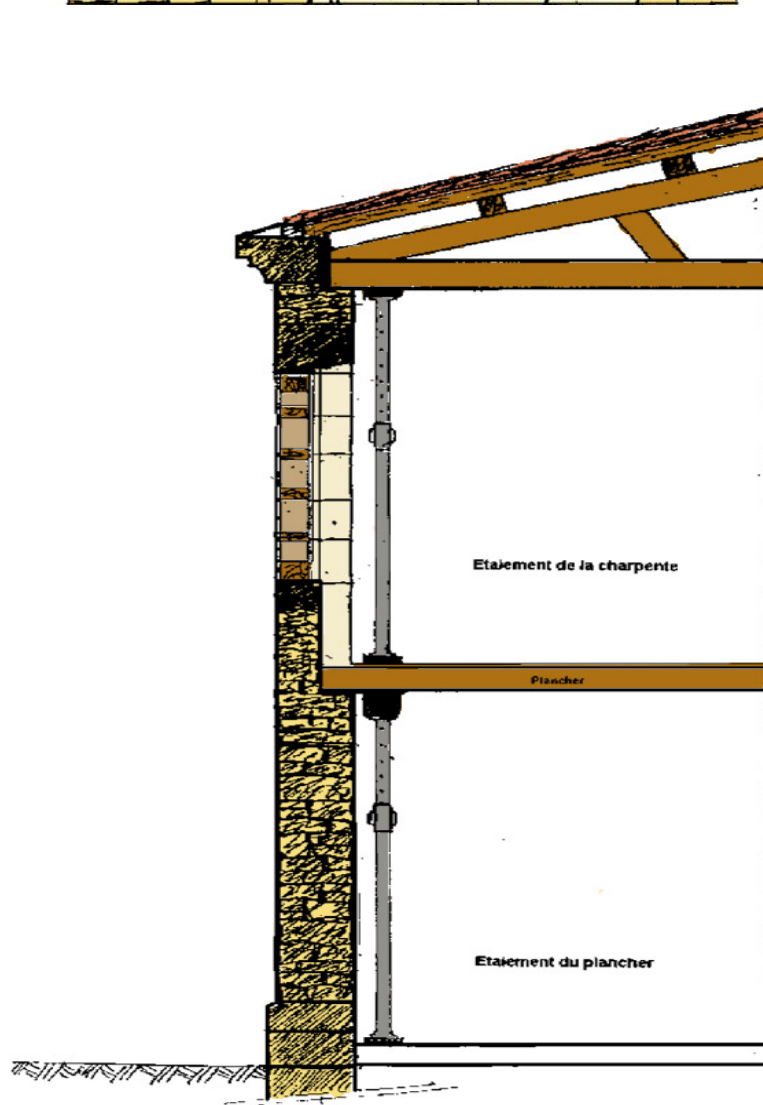
#### **Avant toute intervention de percement :**

- les ouvertures seront étayées et étrépillonnées
- la mise en place de l'étrépillonnement dans l'ouverture à l'étage située au-dessus de la porte à créer, afin de contreventer le mur dans sa partie faible (fenêtre, porte passage, ...) et d'éviter que le mur ne s'affaisse ou s'écroule.
- On peut être amené, par précaution, à contreventer toutes les ouvertures à proximité de la baie à ouvrir.
- Les murs en fonction de leur état général, peuvent être contreventé (rare).



M

E



ge et la charpente (ferme) seront

à entreprendre, débordant  
ace pour circuler et travailler.

veau et stable à la base et en tête des  
t à la ferme de la charpente.

cteur



*Coupe verticale du mur avec l'étalement du plancher et de la charpente*

## **4 Mise en œuvre du percement**

### **A) Mettre en place le chevalement préalable à un percement**

A partir des consignes de son responsable, l'ouvrier sera capable de mettre en place le chevalement (semelles, étais, chapeaux) en respectant le mode opératoire.

### **Définition d'un chevalement :**

Ouvrage d'étalement destiné à soutenir une maçonnerie en cours de remaniement pour la création ou l'élargissement d'une ouverture.

Il se compose d'étais, réunis en chevalet et soutenant une ou plusieurs poutres horizontales appelées chapeaux.

La base des étais est étré sillonnée ou fixée sur une semelle ou un couchis.  
(DICO BAT)

**Rappel : La mise en place du chevalement se fait quand les étapes suivantes sont réalisées ;**

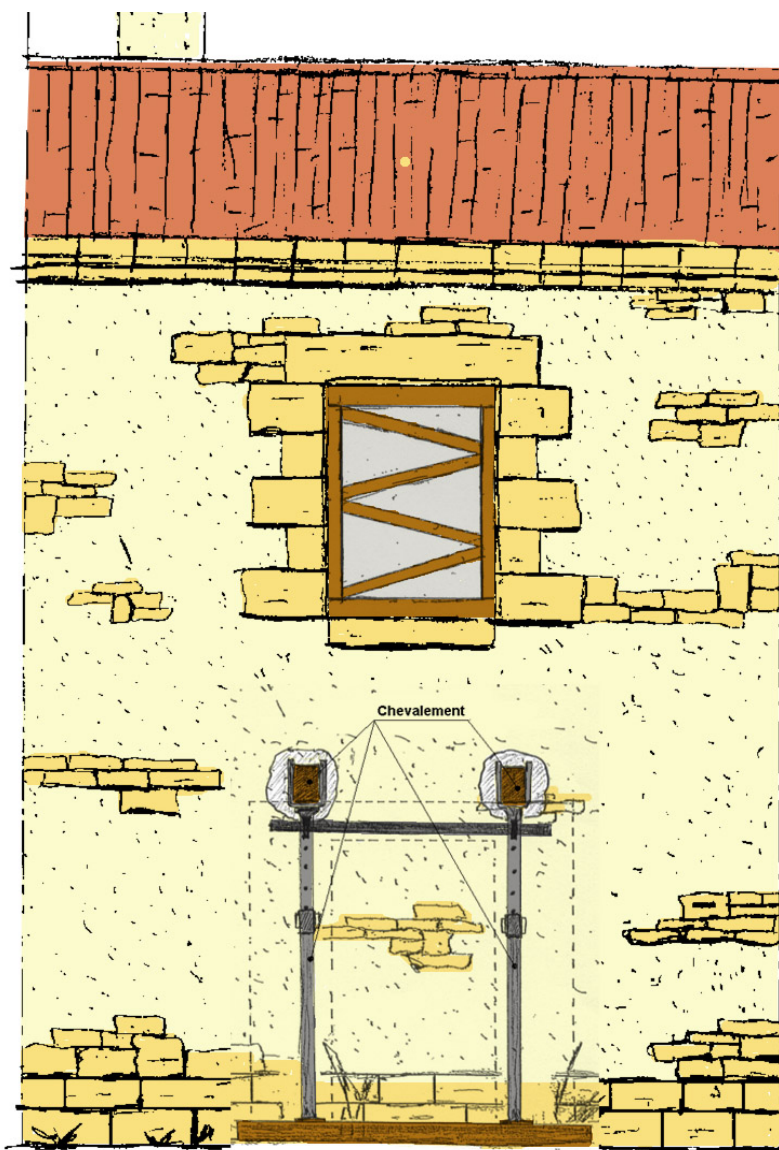
- ❖ l'échafaudage,
- ❖ l'ensemble des protections,
- ❖ l'étré sillonnement de la ou des ouvertures,
- ❖ l'étalement du ou des planchers (plusieurs niveaux),
- ❖ l'étalement de la charpente (sur la ou les fermes),
- ❖ le contreventement du mur si il y a lieu.

**...en respectant les consignes de sécurité.**

**Mode opératoire (cheminement) voir les croquis**

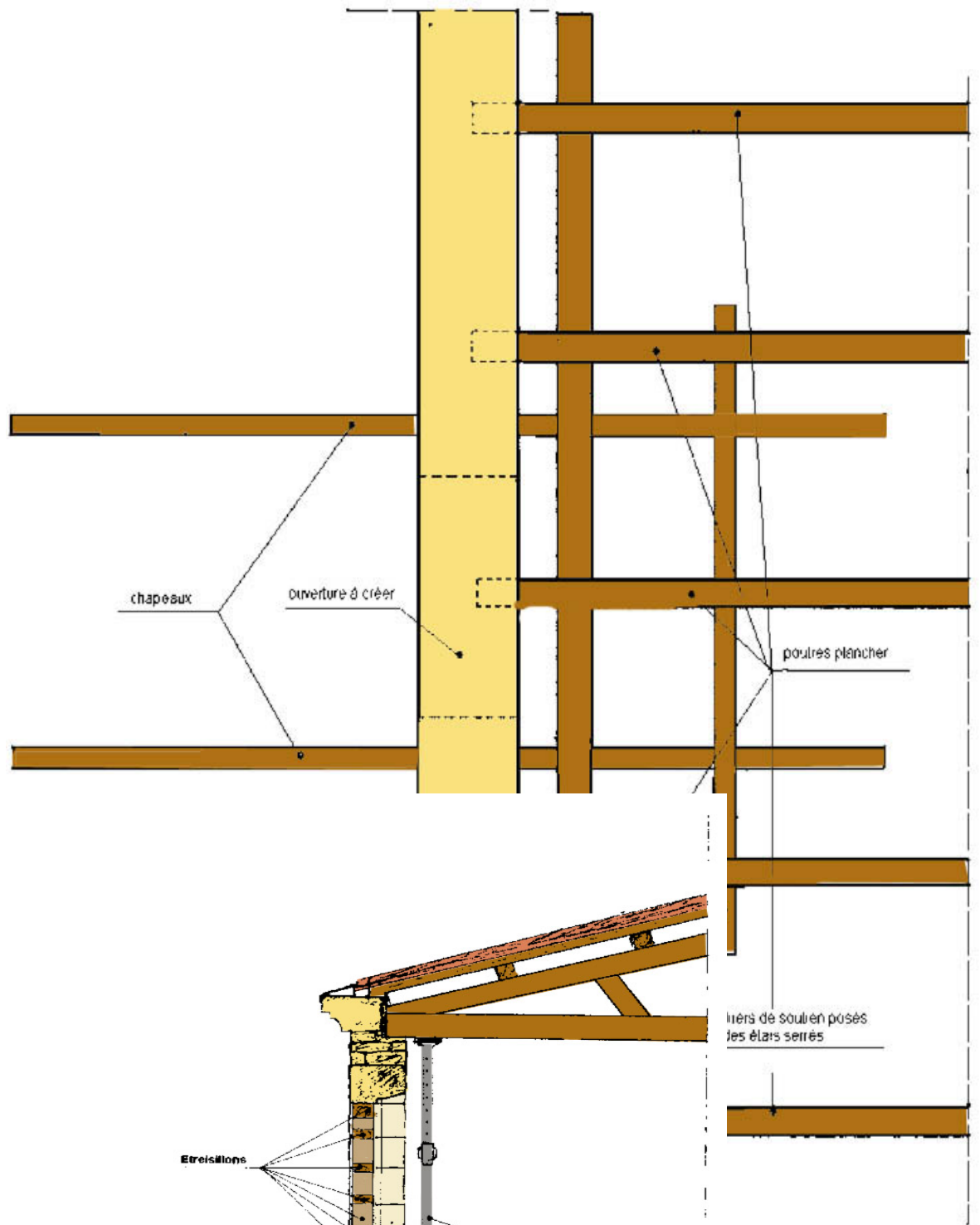
- procéder aux percements des trous dans l'épaisseur du mur nécessaires au passage des chapeaux et à l'endroit indiqué ;
- les chapeaux de section suffisante seront étayés, posés de niveau, serrés contre la maçonnerie dans la partie supérieure et solidaires entre eux ;
- les étais seront espacés pour permettre l'accès au poste de travail et à la réalisation des différentes tâches ;

- l'espace de travail doit être libre au fur et à mesure de la progression des travaux afin d'évoluer dans les meilleures conditions.



***Mise en œuvre du chevalement***

***Coupe horizontale du mur avec l'étaiyage du plancher et le chevalement***



**Coupe vert**

- à la base les étais sont fixés sur un madrier posé de niveau sur un sol damé ;
- l'intervalle entre le mur et les étais est d'environ de 80 cm pour travailler librement.
- la pose du chevalement demande de la rigueur dans le travail à accomplir (mode opératoire) et le respect des règles de sécurité ;
- l'étrésillonnement et l'étagage sont mis en place ;
- l'échafaudage est monté à l'extérieur et à l'intérieur de la bâtisse ;
- les trous des chapeaux sont creusés dans toute l'épaisseur du mur à l'emplacement prévu (en alignement des piédroits de la fenêtre à l'étage) ;
- les deux chapeaux (madriers, poutres, IPN...) sont posés sur les fourches maintenus par les étais (si l'ouverture est importante ou l'état du mur très médiocre on sera amené à augmenter le nombre de chapeaux.) ;
- serrer les étais sur les chapeaux réglés de niveau et d'aplomb contre les pierres du mur ;
- fixer les étais (tubes, colliers) entre eux de chaque coté de manière à ce que l'ensemble soit rigide.

## **B) Percement d'un mur de moellons**

**En respectant le mode opératoire, l'ouvrier sera capable de percer une baie en suivant les consignes de sécurité, le tracé de la partie à déposer et en utilisant un outillage approprié.**

- Toutes les dispositions liées à la sécurité sur le poste de travail étant prises le percement du mur pourra être réalisé.
- En fonction de l'état et de la qualité des matériaux utilisés dans le mur, on se servira de l'outillage approprié (pneumatique, électrique, manuel)
  - Outillage pneumatique et outillage de perforation électrique dans un mur en pierres sain et hourdé avec un mortier de qualité ;
  - Outillage manuel pour terminer proprement le percement aux extrémités (les bords) et dans le cas où le mur a été bâti avec des matériaux peu solides, friables, abîmé par le temps.

### *Outillages électriques*



Perforateur

Meuleuse

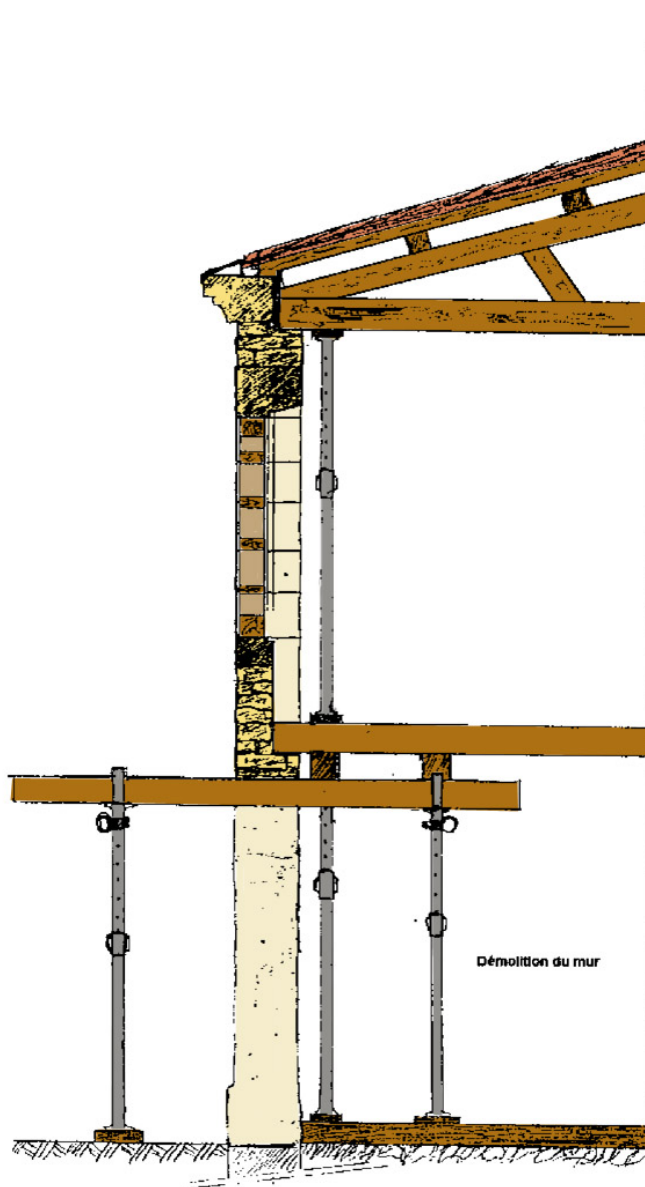


Scie à pierres

**Mode opératoire** voir les croquis

Le percement du mur peut s'effectuer de différentes façons en tenant compte de la nature et de l'état du mur ; ainsi les risques d'accident soient supprimés.

Dans un mur où la maçonnerie est suffisamment solide, on pourra effectuer le percement dans l'épaisseur du mur, en partant de la partie haute de l'ouverture.

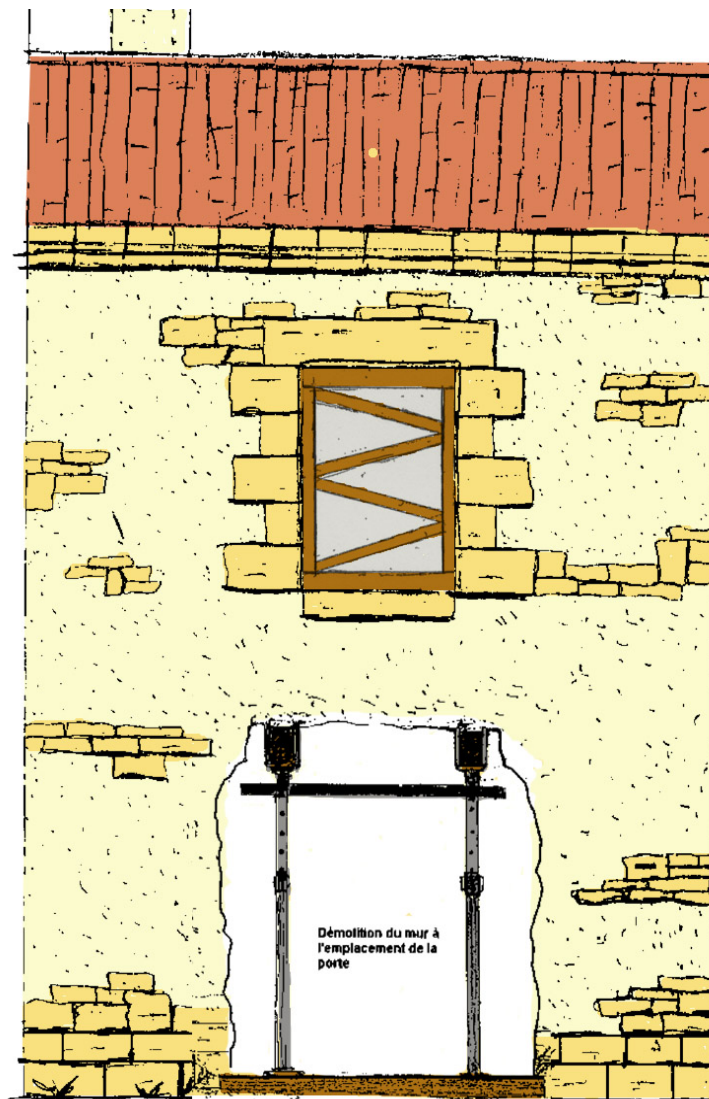


***Coupe verticale du mur après le percement de l'ouverture***



**Les pierres sont récupérées au fur et à mesure qu'elles sont descellées et stockées dans un espace accessible où elles ne gêneront pas l'évolution des travaux. Il est à prévoir qu'une partie de ces moellons vont être réutilisées quand il s'agira de maçonner l'ouverture.**

- le mur étant maçonné en moellons hourdés au mortier de chaux, la dépose se fera consciencieusement en y mettant l'énergie adéquate,
- la démolition s'effectuera en partant du haut au niveau des chapeaux et à l'extérieur de la construction,
- au fur et à mesure les pierres seront déposées sur la largeur de l'ouverture,
- ces pierres seront stockées à proximité du chantier (réemploi),
- les gravois sont évacués au fur et à mesure,
- suivre au plus prêt le traçage de la démolition,
- renforcer le mur aux extrémités avec du mortier afin de retenir les garnis de pierres,
- le maçon a respecté le traçage du percement
- déblayage, nettoyage et rangement du chantier



Le percement de l'ouverture est terminé ; la maçonnerie des piédroits doit être faite aussitôt

### **Autre cas de figure.**

Si le mur de pierres est maçonné avec de la terre, il est à craindre qu'il y est des vides au milieu du mur, là où se trouvent les garnis.

Parfois le liaisonnement entre les deux parements du mur est défectueux voir inexistant. Les risques d'éboulement sont très importants. Dans ce cas le percement se fera délicatement en évitant de créer un trou de la grandeur de la baie.

Il faudra au fur et à mesure du percement renforcer le mur, c'est-à-dire percer à l'emplacement des piédroits et maçonner les pierres dès qu'il est possible de les poser en évitant de créer de grands trous. Les moellons ne pourraient plus claveter entre eux d'où le risque d'éboulement.

Le mur de moellons sera laissé intact au milieu de l'ouverture, servant ainsi d'étais.

Le percement du linteau (pierre monolithe ou plate –bande) se pratiquera par refouillement, les éléments sont posés les uns après les autres de manière à ne pas déstabiliser le mur.

Le percement du mur pourra être envisagé quand la maçonnerie en pierres de taille de l'encadrement sera terminée et le délai de séchage respecté.

## EVALUATION

### 1°) Donner les éléments qui vous permettent d'implanter l'ouverture à créer

- ☐ l'orientation de la façade
- ☐ le niveau du sol, la hauteur du toit
- ☐ les ouvertures existantes, le niveau du sol, le niveau du plancher, un plan
- ☐ le niveau du plancher, la hauteur du pignon

### 2°) La définition du chevalement est :

- ☐ un élément du coffrage d'un escalier
- ☐ un ouvrage destiné à être démoli
- ☐ le couronnement d'un mur de pierres sur une façade percée d'ouvertures
- ☐ un ouvrage d'étalement destiné à soutenir une maçonnerie pour la création d'une baie

### 3°) La mise en place du chevalement s'effectuera après la mise en place :

- ☐ de l'échafaudage, de l'étalement de la charpente, du renforcement du mur, du port des EPI, d'une autorisation du maître d'ouvrage, d'un chemin de repli
- ☐ de l'échafaudage, de l'ensemble des protections, de l'étrésillonnement des ouvertures, l'étalement du plancher et de la charpente, du renforcement du mur
- ☐ de l'échafaudage, d'un permis de démolition, du renforcement de toutes les parties fragiles de la bâtisse, d'ouvriers qualifiés

**4°) Etablir le mode opératoire (cheminement) de la pose du chevalement (numéroter)**

☐

pose des cales sous les étais

☐

serrage des étais

☐

pose des chapeaux de niveau

☐

perçement des trous des chapeaux dans l'épaisseur du mur

☐

liaisonnement rigide des étais et des chapeaux

☐

étalement des chapeaux

**5°) Pour monter un échafaudage, l'équipement minimum est :**

☐

le casque, les gants, un plan de montage

☐

le casque avec la jugulaire, les gants

☐

le casque avec la jugulaire, les gants, le harnais, plus un dispositif anti-chute à enrouleur

**6°) Le contreventement d'un échafaudage :**

☐

est obligatoire

☐

est réalisé avec des barres en diagonales

☐

peut être réalisé avec les éléments garde-corps s'ils sont prévus pour cela par le constructeur



## EVALUATION (Corrigé)

1°) Donner les éléments qui vous permettent d'implanter l'ouverture à créer

- ☐ l'orientation de la façade
- ☐ le niveau du sol, la hauteur du toit
- ☒ les ouvertures existantes, le niveau du sol, le niveau du plancher, un plan
- ☐ le niveau du plancher, la hauteur du pignon

2°) La définition du chevalement est :

- ☐ un élément du coffrage d'un escalier
- ☐ un ouvrage destiné à être démoli
- ☐ le couronnement d'un mur de pierres sur une façade percée d'ouvertures
- ☒ un ouvrage d'étalement destiné à soutenir une maçonnerie pour la création d'une baie

3°) La mise en place du chevalement s'effectuera après la mise en place :

- ☐ de l'échafaudage, de l'étalement de la charpente, du renforcement du mur, du port des EPI, d'une autorisation du maître d'ouvrage, d'un chemin de repli
- ☒ de l'échafaudage, de l'ensemble des protections, de l'étrésillonnement des ouvertures, l'étalement du plancher et de la charpente, du renforcement du mur

- ☐ de l'échafaudage, d'un permis de démolition, du renforcement de toutes les parties fragiles de la bâtisse, d'ouvriers qualifiés

**4°) Etablir le mode opératoire (cheminement) de la pose du chevalement (numéroter)**

- 2** - pose des cales sous les étais
- 5** - serrage des étais
- 3** - pose des chapeaux de niveau
- 1** - percement des trous des chapeaux dans l'épaisseur du mur
- 6** - liaisonnement rigide des étais et des chapeaux
- 4** - étalement des chapeaux

**5°) Pour monter un échafaudage, l'équipement minimum est :**

- ☐ le casque, les gants, un plan de montage
- ☐ le casque avec la jugulaire, les gants
- ☐ le casque avec la jugulaire, les gants, le harnais, plus un dispositif anti-chute à enrouleur

**6°) Le contreventement d'un échafaudage :**

- ☐ est obligatoire
- ☐ est réalisé avec des barres en diagonales
- ☐ peut être réalisé avec les éléments garde-corps s'ils sont prévus pour cela par le constructeur



## **ANNEXES**

**TITRE DE L'ANNEXE 1**

**TITRE DE L'ANNEXE N**

## **Etablissement référent**

*Nom établissement*

## **Equipe de conception**

*Noms des concepteurs*

\« Et personnes impliquées légalement \»

## **Remerciements :**

*Noms ou texte*

\« logos financeurs \»

\« crédit photos \»

## **Reproduction interdite**

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.

« toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou un procédé quelconque. »

Date de mise à jour jj/mm/aa  
afpa © Date de dépôt légal mois année



**afpa 13 place du Générale de Gaulle / 93108 Montreuil Cedex**  
**association nationale pour la formation professionnelle des adultes**



# Provisoire

**Gros-oeuvre**

**Livret U1 E3 SSA 19:  
Réaliser une ouverture dans un mur**

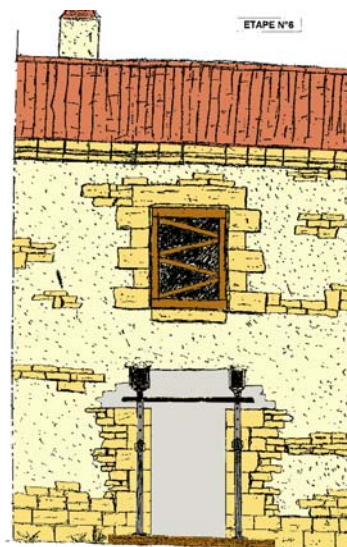
**LIVRET DE SEANCE**

**Accueil  
découverte**

**Apprentissage**

**Période en  
entreprise**

**Evaluation**



**CODE BARRE**



## **Monter des maçonneries en moellons et en pierre de taille.**

### **- Réaliser une ouverture dans un mur**

- Présenter la situation d'apprentissage de l'étape "Réaliser une ouverture dans un mur "
- Réaliser les travaux préparatoires nécessaires à la réalisation de l'étape "Réaliser une ouverture dans un mur
- Mettre en place les équipements de protection individuels (EPI) et collectifs sur le chantier (échafaudage).
- Mettre en place les protections contre les salissures.
- Mettre en place le chevalement préalable à un percement.
- Percer un mur de moellons.
- Evaluer la compétence "Réaliser une ouverture dans un mur ".





# SOMMAIRE

<u>PRESENTATION.....</u>	<u>4</u>
<u>RESSOURCES.....</u>	<u>6</u>
<u>1 l'état des lieux.....</u>	<u>6</u>
<u>EVALUATION.....</u>	<u>21</u>
<u>EVALUATION (corrigé).....</u>	<u>24</u>
<u>ANNEXES .....</u>	<u>26</u>

## **PRESENTATION**

**A l'issue de cette séance, le bénéficiaire sera capable de tracer, étayer et percer une ouverture dans un mur de moellons en respectant les règles de sécurité liées à l'utilisation des échafaudages et des modes opératoires d'étalement et/ou de blindage.**

**Cela implique une bonne connaissance des modes constructifs du bâti existant et le respect des procédures et des étapes chronologiques d'intervention en respectant les règles de sécurité liées à l'utilisation des échafaudages et des modes opératoires d'étalement et/ou de blindage.**

**L'implantation et le positionnement de l'ouverture sont conformes au plan. Les caractéristiques dimensionnelles de l'ouvrage respectent les cotes, l'aplomb et le niveau dans les tolérances fixées dans les textes normatifs.**

**Il ne doit pas y avoir d'incidences préjudiciables sur la structure concernée (fissures, effondrements).**

## **CHEMINEMENT**

### **TITRE DE LA PHASE 1**

**Réaliser les travaux préparatoires de l'étape.**

- État des lieux
- Informations et recommandations

### **TITRE DE LA PHASE 2**

**Préparation de l'espace de travail**

- Le bénéficiaire sera équipé des EPI
- Mise en place de l'échafaudage
- Traçage et implantation de la baie
- Mettre en place les protections contre les salissures, les éclats, les personnes

### **TITRE DE LA PHASE 3**

**Renforcement de la structure du bâtiment**

- Étayage et renforcement des ouvertures

### **TITRE DE LA PHASE 4**

**Mise en œuvre du percement**

- Mettre en place le chevalement préalable à un percement
- Percement d'un mur de moellons
- Déblaiement et récupération des moellons

# RESSOURCES

## 1 L'état des lieux

**Avant le début des travaux de percement dans un mur porteur en maçonnerie de moellons, un examen complet et approfondi de l'ouvrage est indispensable afin de supprimer tous les risques.**

**Cette évaluation sera faite par un expert (maître d'œuvre, bureau d'études, responsable de chantier...)**

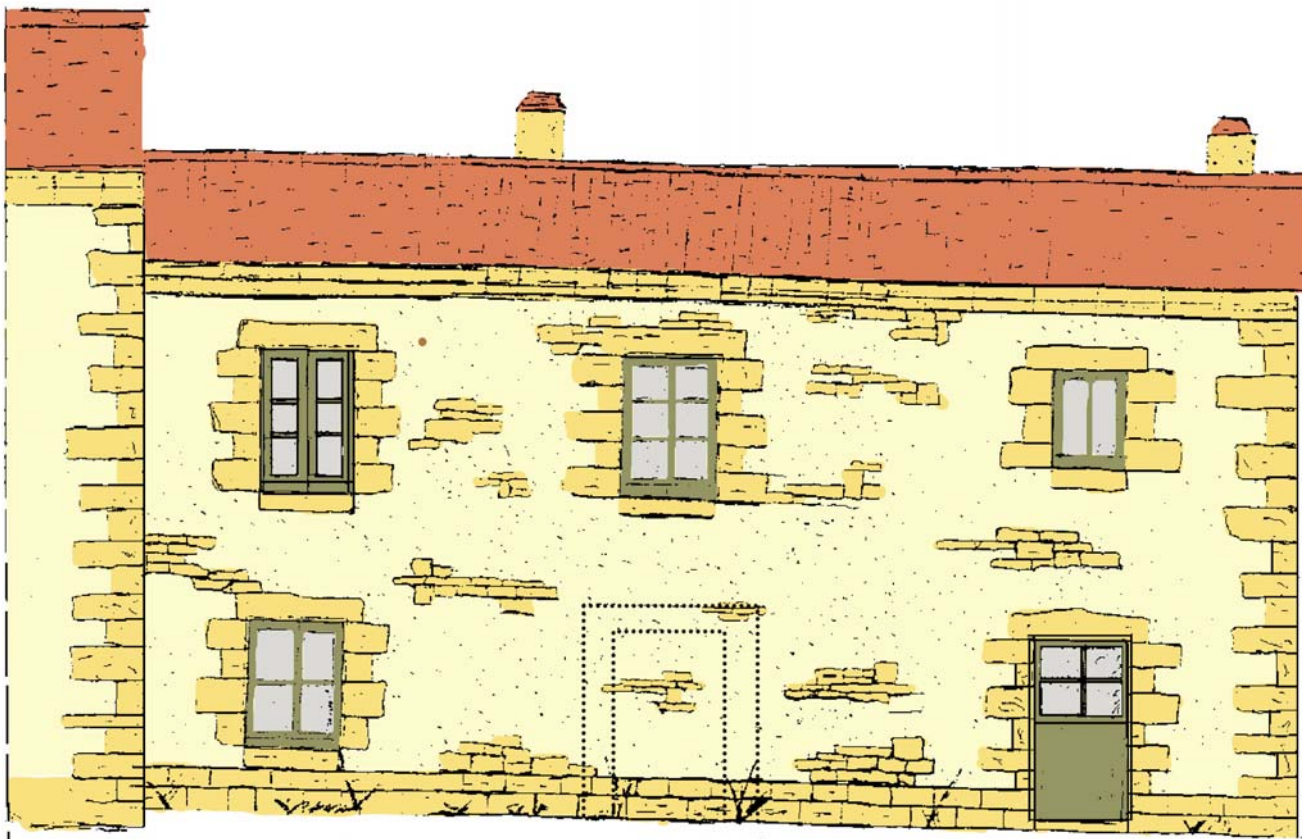
**L'intervention sera différente suivant l'état du mur**

- un mur ancien,
- un mur récent,
- une maçonnerie de pierres de taille,
- une maçonnerie de moellons,
- l'épaisseur du mur,
- la qualité et la nature du mortier de construction (chaux, terre,...) ;

**et de l'emplacement de l'ouverture à créer dans la façade ou un mur porteur :**

- au rez de chaussée,
- à l'étage,
- à proximité d'un angle de mur (chaîne d'angle),
- sous la toiture,
- par rapport aux ouvertures existantes,

## La façade en l'état



*Au rez de chaussée l'emplacement de la porte à ouvrir dans le mur de pierres.*

### **Le maçon tiendra compte pour le percement de cette ouverture dans la façade :**

- de ses dimensions,
- du positionnement dans la façade (sous une ouverture existante),
- de la nature du mur (moellons),
- de la structure intérieure du bâtiment (plancher bois ou poutrelles hourdis ou dalle pleine, charpente),
- de la nature du sol (dallage, terre battue, cave voûtée),
- du passage des réseaux (eau, gaz, électricité, téléphone,...),
- de l'évacuation des fluides.

**... afin d'entreprendre les travaux préparatoires au chantier et d'éviter des complications dans la suite des travaux.**

## **2 Préparation de l'espace de travail**

### **Mise en place de l'échafaudage**

L'échafaudage sera monté en respectant les normes de sécurité, à l'emplacement de l'ouverture à créer et en tenant compte des travaux ultérieurs à effectuer. Il servira pour le traçage de la baie, le chevalement, le percement. On le placera du côté le plus judicieux (intérieur ou extérieur, voie publique, ouverture à l'étage).

### **Traçage et implantation de la baie**

Le traçage s'effectuera en tenant compte des niveaux intérieurs et extérieurs des sols, des planchers, des ouvertures existantes, de la toiture...

#### **Mode opératoire :**

- tracer à partir du trait d'emprunt (si nécessaire) ou des niveaux des ouvertures existantes la hauteur de la baie (intrados)
- repérage de l'axe de l'ouverture à créer
- tracer les tableaux par rapport à cet axe (dimensions finies de l'ouverture)
- repérer et tracer toute la partie du mur à déposer, l'emprise maximale et le volume de pierres à démonter (i.e. la pose des piedroits, du linteau ou d'une plate-bande ou d'un arc, d'un appui de fenêtre)
- tenir compte du parement intérieur de la baie (l'ébrasement)
- l'ensemble de ces tracés sera bien visible

### **Mise en place des protections**

Après avoir défini la zone d'intervention on procédera à la mise en place des protections pour supprimer les projections de matériaux et la propagation des poussières ainsi que la protection des personnes.

Dans la plupart des cas la protection se fera une fois le traçage réalisé pour déterminer l'espace de travail à la démolition. Toutefois la protection se fera en amont si les travaux sont à effectuer dans un lieu habité.

#### Protections des sols intérieurs :

- des panneaux de contreplaqué recouvert d'un géotextile ou de polyane fixé avec un adhésif sur les joints pour éviter la pénétration de la poussière.
- la création d'un plancher de travail. Dans le cas de vieilles maisons on devra renforcer le plancher existant, voir même le reconstituer en partie à partir du poutrage existant avec des sections de bois importantes (bastaings, madriers, planches)
- prévoir le renforcement de l'étaieement

#### Protections verticales

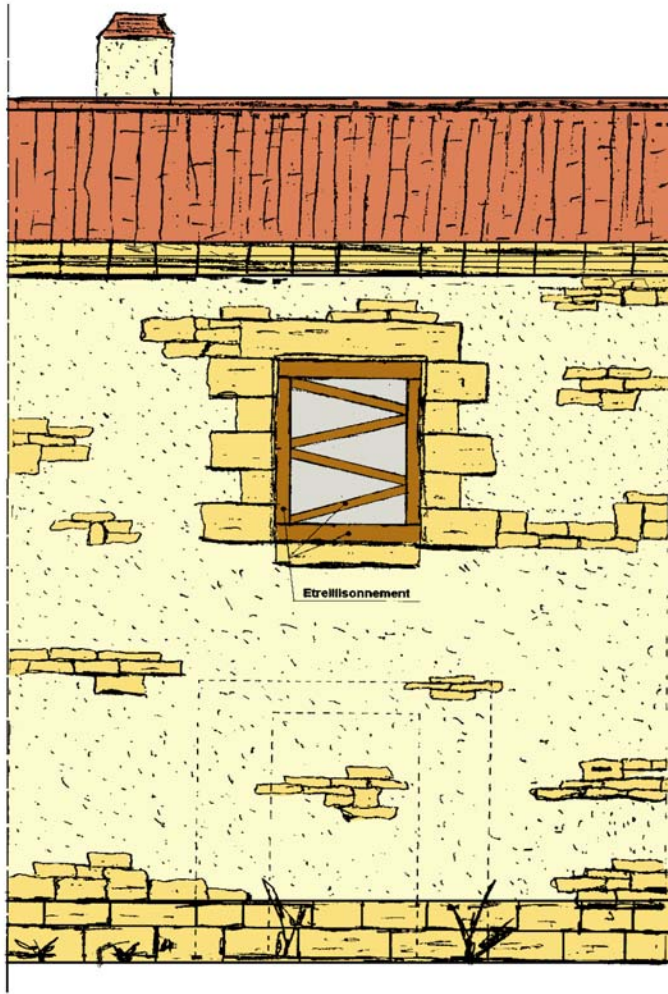
- la fermeture peut être exécutée avec des panneaux de contreplaqué et du polyane
- lors de la mise en place de ces protections il est à prévoir un chemin de repli au cas où il y aurait un éboulement et de laisser un passage libre.



### **3 Renforcement de la structure du bâtiment**

#### **Avant toute intervention de percement :**

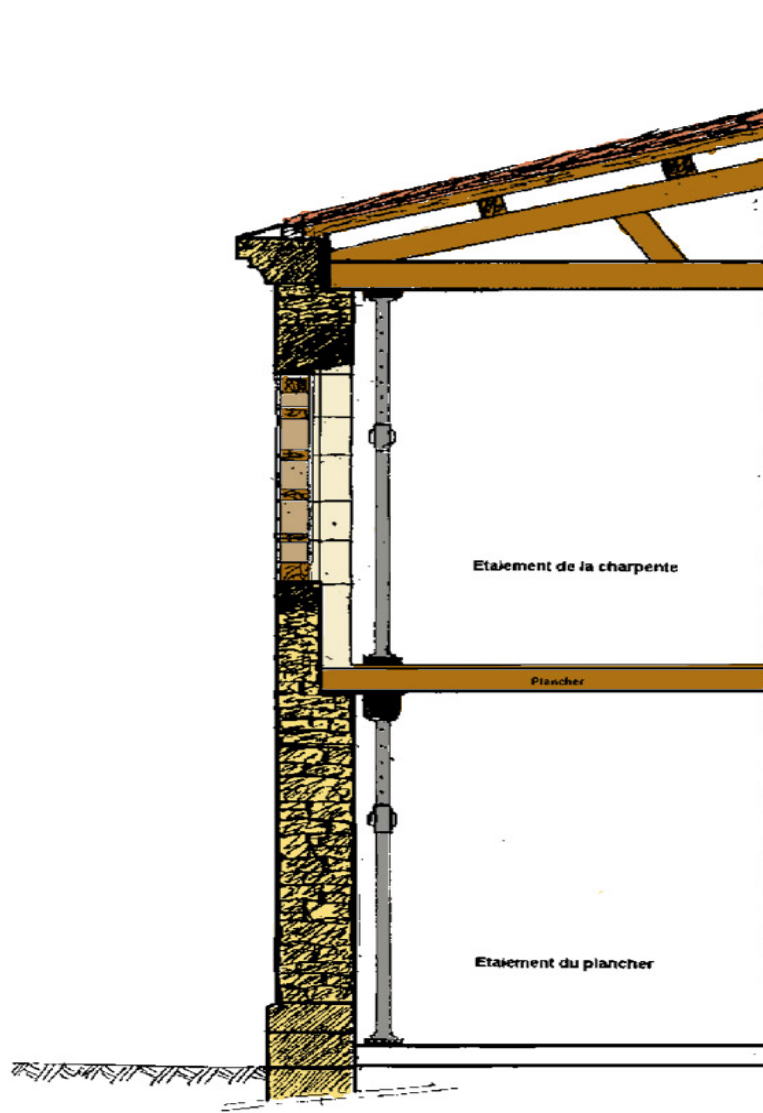
- les ouvertures seront étayées et étrépillonnées
- la mise en place de l'étrépillonnement dans l'ouverture à l'étage située au-dessus de la porte à créer, afin de contreventer le mur dans sa partie faible (fenêtre, porte passage, ...) et d'éviter que le mur ne s'affaisse ou s'écroule.
- On peut être amené, par précaution, à contreventer toutes les ouvertures à proximité de la baie à ouvrir.
- Les murs en fonction de leur état général, peuvent être contreventés (rare).



### ***Mise en place de l'étrésillonnement de l'ouverture à l'étage***

### **Etayage du plancher et de la charpente**

- à l'intérieur du bâtiment, le plancher bois de l'étage et la charpente (ferme) seront étayés, le tout prenant appui sur le dallage.
- cet étayage sera placé au niveau de la démolition à entreprendre, débordant suffisamment de chaque côté en laissant de la place pour circuler et travailler.
- des bois (bastaings, madriers) seront posés de niveau et stable à la base et en tête des étais, solidement fixés aux poutres du plancher et à la ferme de la charpente.
- les étais sont posés d'aplomb.



*Coupe verticale du mur avec l'étalement du plancher et de la charpente*

## **4 Mise en œuvre du percement**

### **A) Mettre en place le chevalement préalable à un percement**

A partir des consignes de son responsable, l'ouvrier sera capable de mettre en place le chevalement (semelles, étais, chapeaux) en respectant le mode opératoire.

## **Définition d'un chevalement :**

Le chevalement est un ouvrage d'étalement destiné à soutenir provisoirement une maçonnerie lors de travaux d'aménagement pour la création ou l'élargissement d'une ouverture.

Des poutres horizontales appelées chapeaux et traversant la maçonnerie sont supportées par des étais, réunis en chevalet.

**Rappel : La mise en place du chevalement se fait quand les étapes suivantes sont réalisées ;**

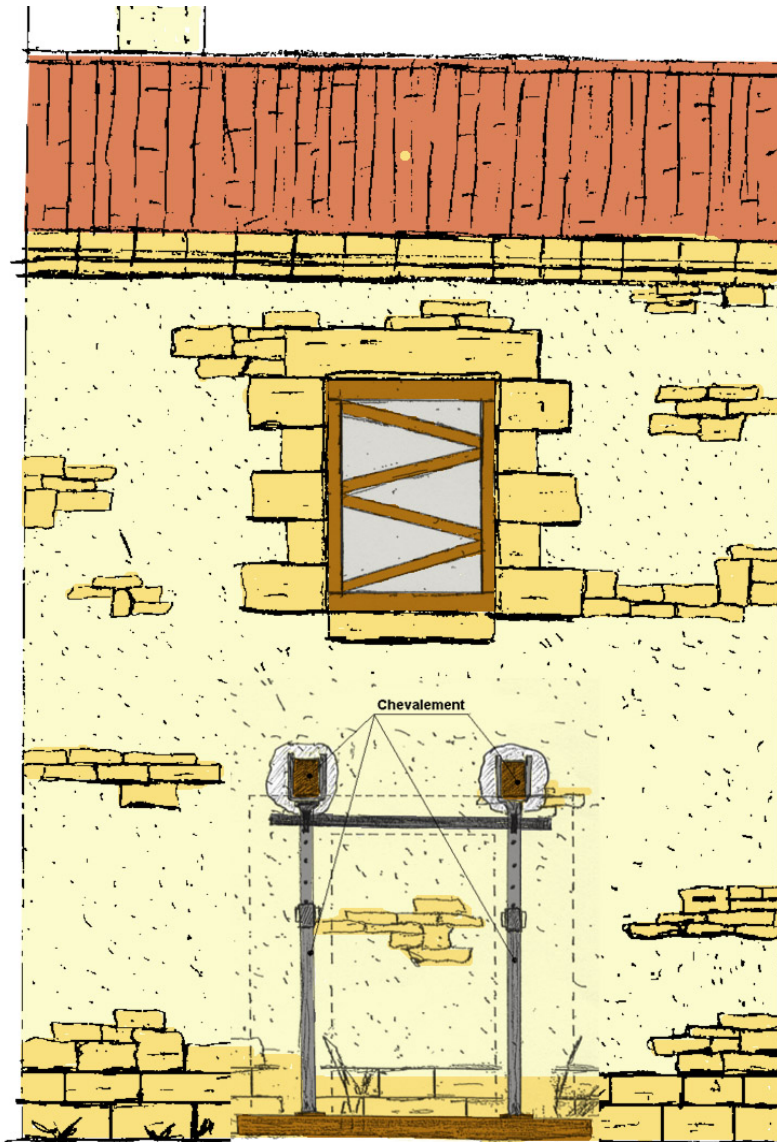
- ❖ l'échafaudage,
- ❖ l'ensemble des protections,
- ❖ l'étrésillonnement de la ou des ouvertures,
- ❖ l'étalement du ou des planchers (plusieurs niveaux),
- ❖ l'étalement de la charpente (sur la ou les fermes),
- ❖ le contreventement du mur si il y a lieu.

**...en respectant les consignes de sécurité.**

**Mode opératoire (cheminement) voir les croquis**

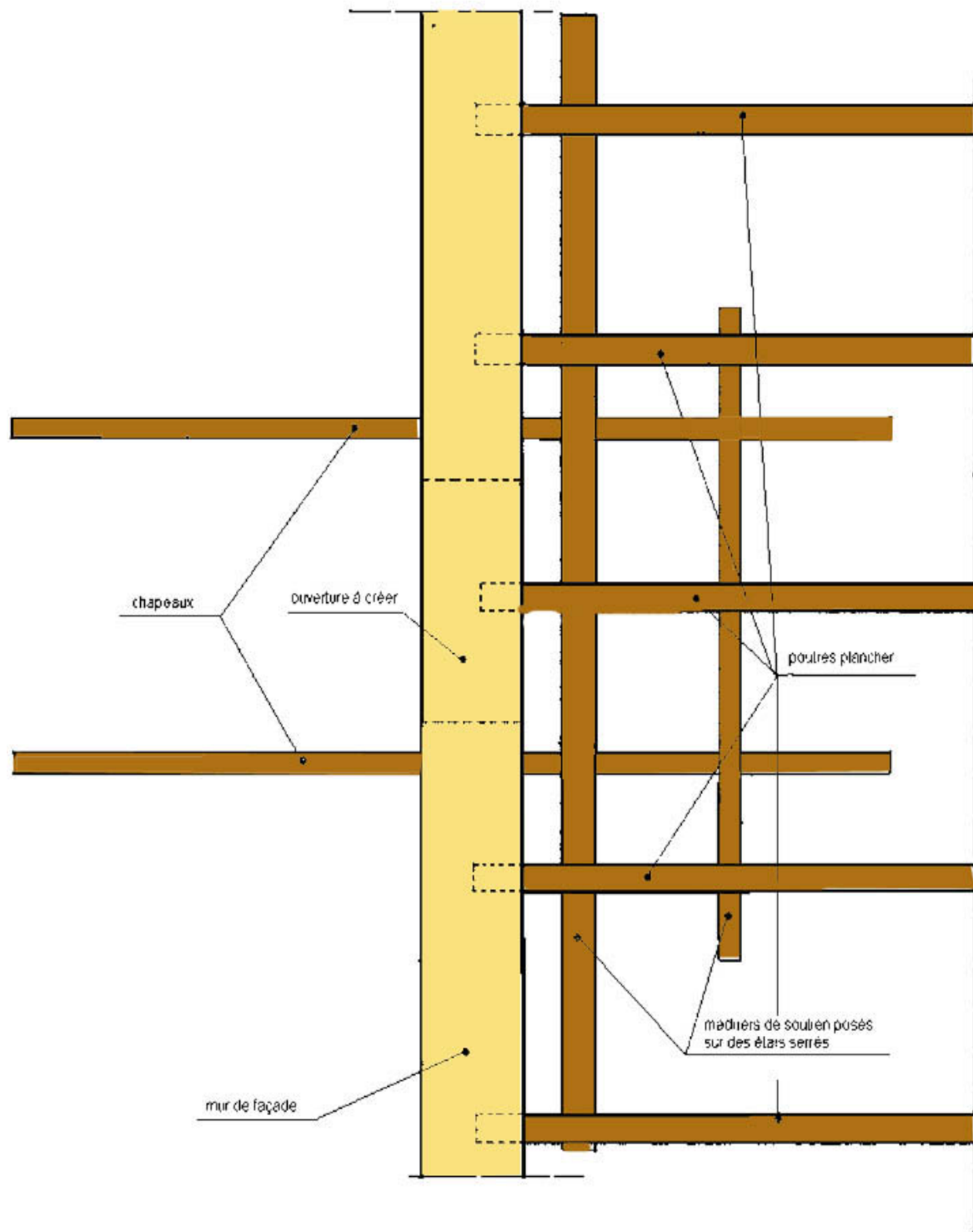
- procéder aux percements des trous dans l'épaisseur du mur nécessaires au passage des chapeaux et à l'endroit indiqué ;
- les chapeaux de section suffisante seront étayés, posés de niveau, serrés contre la maçonnerie dans la partie supérieure et solidaires entre eux ;
- les étais seront espacés pour permettre l'accès au poste de travail et à la réalisation des différentes tâches;

- l'espace de travail doit être libre au fur et à mesure de la progression des travaux afin d'évoluer dans les meilleures conditions.

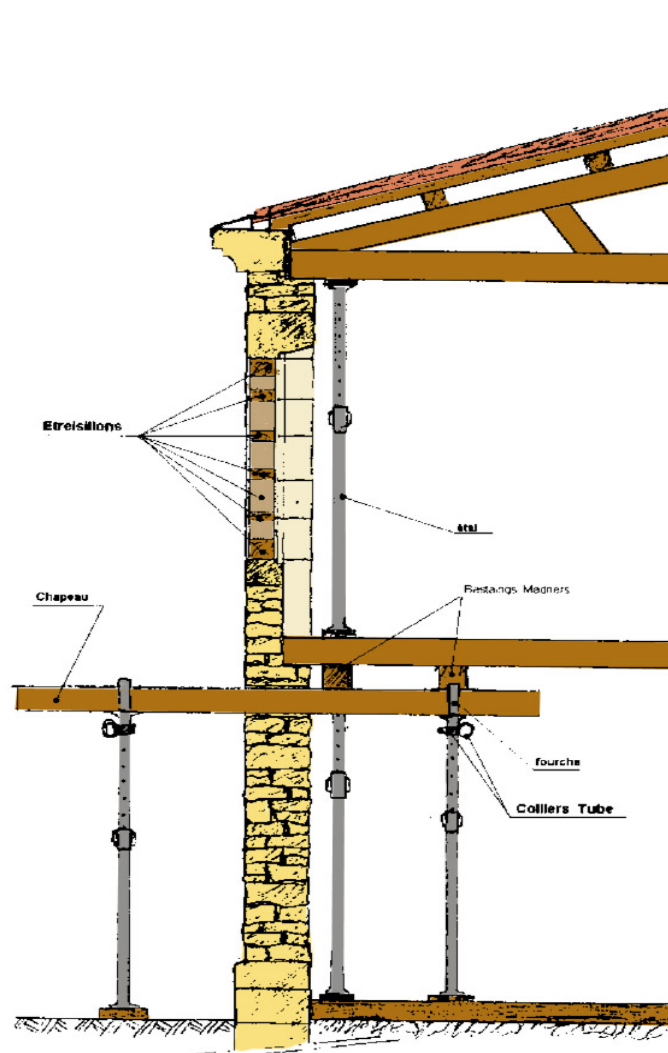


### ***Mise en œuvre du chevalement***

### ***Coupe horizontale du mur avec l'étaiyage du plancher et le chevalement***



### ***Coupe verticale du mur avec la pose du chevalement***



- à la base les étais sont fixés sur un madrier posé de niveau sur un sol damé ;
- l'intervalle entre le mur et les étais est d'environ de 80 cm pour travailler librement.
- la pose du chevalement demande de la rigueur dans le travail à accomplir (mode opératoire) et le respect des règles de sécurité ;
- l'étrésillonnement et l'étagage sont mis en place ;
- l'échafaudage est monté à l'extérieur et à l'intérieur de la bâtisse ;
- les trous des chapeaux sont creusés dans toute l'épaisseur du mur à l'emplacement prévu (en alignement des piédroits de la fenêtre à l'étage) ;
- les deux chapeaux (madriers, poutres, IPN...) sont posés sur les fourches maintenus par les étais (si l'ouverture est importante ou l'état du mur très médiocre on sera amené à augmenter le nombre de chapeaux.) ;
- serrer les étais sur les chapeaux réglés de niveau et d'aplomb contre les pierres du mur ;



- fixer les étais (tubes, colliers) entre eux de chaque côté de manière à ce que l'ensemble soit rigide.

## **B) Percement d'un mur de moellons**

**En respectant le mode opératoire, l'ouvrier sera capable de percer une baie en suivant les consignes de sécurité, le tracé de la partie à déposer et en utilisant un outillage approprié.**

- Toutes les dispositions liées à la sécurité sur le poste de travail étant prises le percement du mur pourra être réalisé.
- En fonction de l'état et de la qualité des matériaux utilisés dans le mur, on se servira de l'outillage approprié (pneumatique, électrique, manuel)
  - Outillage pneumatique et outillage de perforation électrique dans un mur en pierres saines et hourdé avec un mortier de qualité ;
  - Outillage manuel pour terminer proprement le percement aux extrémités (les bords) et dans le cas où le mur a été bâti avec des matériaux peu solides, friables, abîmés par le temps.

### *Outillages électriques*



Perforateur

Meuleuse



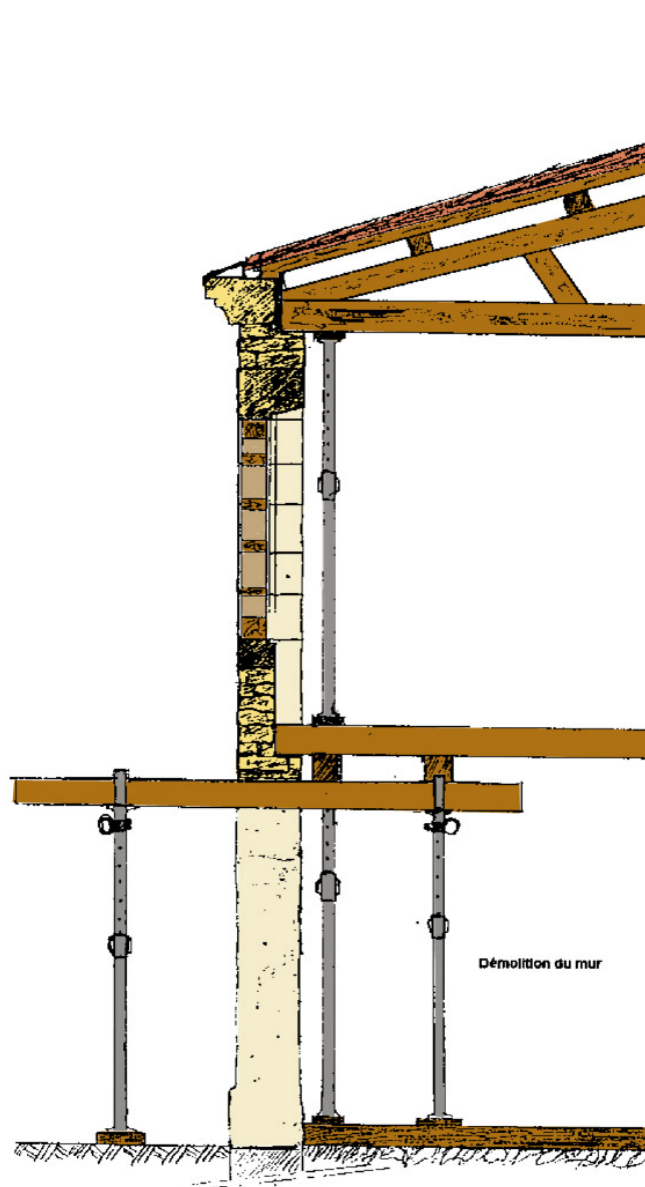


Scie à pierres

**Mode opératoire** *voir les croquis*

Le percement du mur peut s'effectuer de différentes façons en tenant compte de la nature et de l'état du mur afin que les risques d'accident soient supprimés.

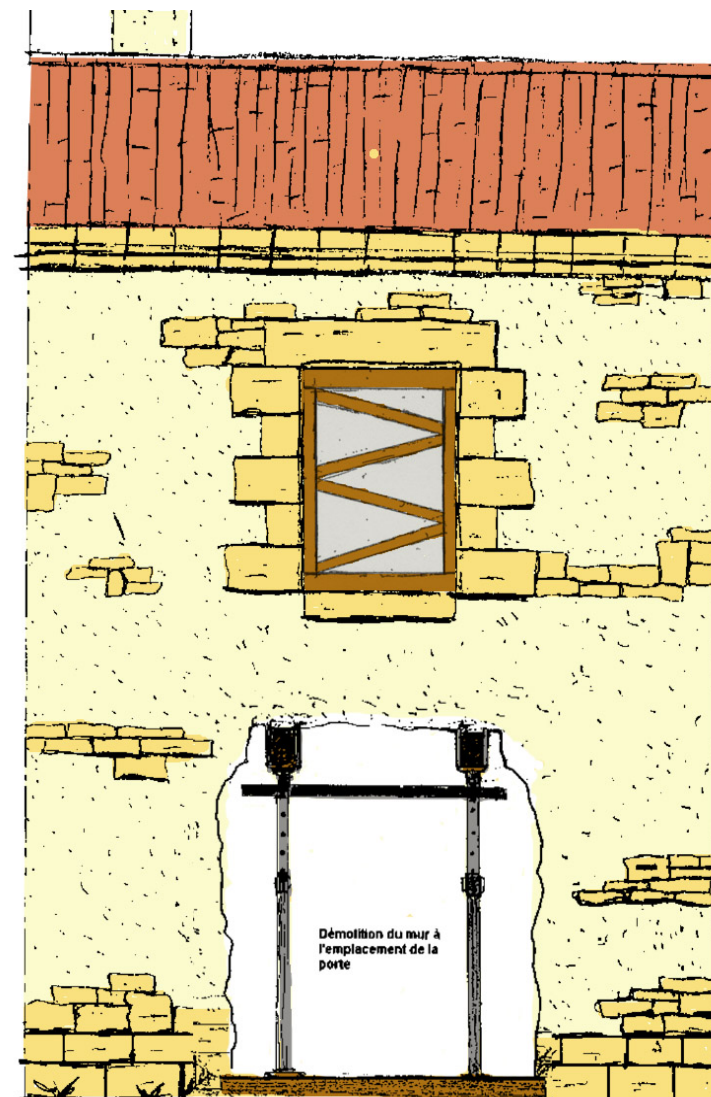
Dans un mur où la maçonnerie est suffisamment solide, on pourra effectuer le percement dans l'épaisseur du mur, en partant de la partie haute de l'ouverture.



### ***Coupe verticale du mur après le percement de l'ouverture***

**Les pierres sont récupérées au fur et à mesure qu'elles sont descellées et stockées dans un espace accessible où elles ne gêneront pas l'évolution des travaux. Il est à prévoir qu'une partie de ces moellons va être réutilisée quand il s'agira de maçonner l'ouverture.**

- le mur étant maçonné en moellons hourdés au mortier de chaux, la dépose se fera précautionneusement,
- la démolition s'effectuera en partant du haut au niveau des chapeaux et à l'extérieur de la construction,
- les pierres seront déposées sur la largeur de l'ouverture et stockées à proximité du chantier (réemploi),
- les gravois seront évacués au fur et à mesure,
- il faudra suivre au plus près le traçage de la démolition, et renforcer le mur aux extrémités avec du mortier afin de retenir les garnis de pierres,



Le percement de l'ouverture est terminé ; la maçonnerie des piédroits doit être faite aussitôt

### **Autre cas de figure.**

Si le mur de pierres est maçonné avec de la terre, il est à craindre qu'il y ait des vides au milieu du mur, là où se trouvent les garnis.

Parfois le liaisonnement entre les deux parements du mur est défectueux voir inexistant. Les risques d'éboulement sont très importants. Dans ce cas le percement se fera délicatement en évitant de créer un trou de la grandeur de la baie en une seule fois.

Il faudra au fur et à mesure du percement renforcer le mur, c'est-à-dire percer à l'emplacement des piédroits et maçonner les pierres dès qu'il est possible de les poser en évitant de créer de grands trous. Les moellons ne pourraient plus claveter entre eux d'où le risque d'éboulement.

Le mur de moellons sera laissé intact au milieu de l'ouverture, servant ainsi d'étais.

Le percement du linteau (pierre monolithe ou plate-bande) se pratiquera par refouillement, les éléments seront posés les uns après les autres de manière à ne pas déstabiliser le mur.

Le percement du mur pourra être envisagé quand la maçonnerie en pierres de taille de l'encadrement sera terminée et le délai de séchage respecté.

## EVALUATION

**1°) Donner les éléments qui vous permettent d'implanter l'ouverture à créer**

- ☐ l'orientation de la façade
- ☐ le niveau du sol, la hauteur du toit
- ☐ les ouvertures existantes, le niveau du sol, le niveau du plancher, un plan
- ☐ le niveau du plancher, la hauteur du pignon

**2°) La définition du chevalement est :**

- ☐ un élément du coffrage d'un escalier
- ☐ un ouvrage destiné à être démoli

- ☐ le couronnement d'un mur de pierres sur une façade percée d'ouvertures
- ☐ un ouvrage d'étalement destiné à soutenir une maçonnerie pour la création d'une baie

**3°) La mise en place du chevalement s'effectuera après la mise en place :**

- ☐ de l'échafaudage, de l'étalement de la charpente, du renforcement du mur, du port des EPI, d'une autorisation du maître d'ouvrage, d'un chemin de repli
- ☐ de l'échafaudage, de l'ensemble des protections, de l'étrésillonnement des ouvertures, l'étalement du plancher et de la charpente, du renforcement du mur
- ☐ de l'échafaudage, d'un permis de démolition, du renforcement de toutes les parties fragiles de la bâtisse, d'ouvriers qualifiés

**4°) Etablir le mode opératoire (cheminement) de la pose du chevalement (numéroter)**

- ☐ pose des cales sous les étais
- ☐ serrage des étais
- ☐ pose des chapeaux de niveau
- ☐ percement des trous des chapeaux dans l'épaisseur du mur
- ☐ liaisonnement rigide des étais et des chapeaux
- ☐ étalement des chapeaux

**5°) Pour monter un échafaudage, l'équipement minimum est :**

- ☐ le casque, les gants, un plan de montage
- ☐ le casque avec la jugulaire, les gants
- ☐ le casque avec la jugulaire, les gants, le harnais, plus un dispositif anti-chute à enrouleur

**6°) Le contreventement d'un échafaudage :**

- ☐ est obligatoire
- ☐ est réalisé avec des barres en diagonales
- ☐ peut être réalisé avec les éléments garde-corps s'ils sont prévus pour cela par le constructeur



## EVALUATION (Corrigé)

1°) Donner les éléments qui vous permettent d'implanter l'ouverture à créer

- ☐ l'orientation de la façade
- ☐ le niveau du sol, la hauteur du toit
- ☒ les ouvertures existantes, le niveau du sol, le niveau du plancher, un plan
- ☐ le niveau du plancher, la hauteur du pignon

2°) La définition du chevalement est :

- ☐ un élément du coffrage d'un escalier
- ☐ un ouvrage destiné à être démoli
- ☐ le couronnement d'un mur de pierres sur une façade percée d'ouvertures
- ☒ un ouvrage d'étalement destiné à soutenir une maçonnerie pour la création d'une baie

3°) La mise en place du chevalement s'effectuera après la mise en place :

- ☐ de l'échafaudage, de l'étalement de la charpente, du renforcement du mur, du port des EPI, d'une autorisation du maître d'ouvrage, d'un chemin de repli
- ☒ de l'échafaudage, de l'ensemble des protections, de l'étrésillonnement des ouvertures, l'étalement du plancher et de la charpente, du renforcement du mur

- ☐ de l'échafaudage, d'un permis de démolition, du renforcement de toutes les parties fragiles de la bâtisse, d'ouvriers qualifiés

**4°) Etablir le mode opératoire (cheminement) de la pose du chevalement (numéroter)**

- 2** - pose des cales sous les étais
- 5** - serrage des étais
- 3** - pose des chapeaux de niveau
- 1** - percement des trous des chapeaux dans l'épaisseur du mur
- 6** - liaisonnement rigide des étais et des chapeaux
- 4** - étalement des chapeaux

**5°) Pour monter un échafaudage, l'équipement minimum est :**

- ☐ le casque, les gants, un plan de montage
- ☐ le casque avec la jugulaire, les gants
- ☐ le casque avec la jugulaire, les gants, le harnais, plus un dispositif anti-chute à enrouleur

**6°) Le contreventement d'un échafaudage :**

- ☐ est obligatoire
- ☐ est réalisé avec des barres en diagonales
- ☐ peut être réalisé avec les éléments garde-corps s'ils sont prévus pour cela par le constructeur

## **ANNEXES**

**TITRE DE L'ANNEXE 1**

**TITRE DE L'ANNEXE N**

## **Etablissement référent**

*DI- DBTP*

## **Equipe de conception**

*Lionel Michon Formateur maçon  
Thierry Murat, ingénieur de formation*

## **Reproduction interdite**

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.  
« toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le  
consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il  
en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou  
un procédé quelconque. »

Date de mise à jour jj/mm/aa  
afpa © Date de dépôt légal mois année





# Provisoire

**INTITULE DE LA SEQUENCE 5**

**Construire un mur en pierre sèche**

**Livret N° U 1 E 5 S**

**Edifier un mur en pierre sèche**

**LIVRET DE SEANCE**

**Accueil**

**Apprentissage**

**Période en  
entreprise**

**Evaluation**



**CODE BARRE**



# SOMMAIRE

I Présentation.....	4
II objectifs.....	5
II.1 - mettre en œuvre les équipements de protection individuelle et collective.....	5
II.2 - organiser son poste de travail.....	5
II.3 - tracer l'implantation d'un ouvrage.....	5
II.4 - édifier un mur en pierres sèches.....	5
III Ressources pédagogiques.....	6
III.1 Qu'appelle-t-on la « pierre sèche » ?.....	6
III.2 Les outils.....	7
III.3 rappels de base.....	8
III.4 les règles pour bâtir .....	9
III.4.1 Règles de base.....	9
III.4.2 Le gabarit .....	12
III.4.3 Les fondations des ouvrages de pierres sèches.....	13
III.4.4 Les pierres de liaisonnement.....	14
III.4.5 Les pierres de couronnements.....	14
III.4.6 Les têtes de mur.....	15
IV Ressources D'EVALUATION.....	16
IV.1 évaluation pierre sèche.....	16
V ANNEXES .....	19
V.1 Lexique.....	19
V.2 les éléments architecturaux en pierres sèches.....	21



## **I PRÉSENTATION**

### **INTITULE DE LA SEQUENCE 5**

#### **Construire un mur en pierre sèche**

##### **FSQ02 OBJECTIF DE FORMATION DE LA SEQUENCE:**

A l'issue de la séquence, à partir de plans d'exécution, d'un descriptif ou/et de consignes orales, le bénéficiaire sera capable de bâtir un mur en pierres sèches (brutes ou de réemploi), en respectant le mode opératoire d'une maçonnerie de pierre sèche, l'appareillage, l'implantation, les dimensions et les aplombs, l'environnement et les consignes de sécurité. Il assure la cohésion du mur par la disposition des pierres et leur enchevêtrement et le complète par le calage avec des éclats et autres éléments minces.

Durée indicative de la séance : 35 heures

## II OBJECTIFS

### LISTE DES OBJECTIFS OPERATIONNELS:

**II.1** - mettre en œuvre les équipements de protection individuelle et collective.

**II.2** - organiser son poste de travail.

**II.3** - tracer l'implantation d'un ouvrage.

**II.4** - **édifier un mur en pierres sèches.**

Définition: A partir de consignes et/ou du plan, le bénéficiaire sera capable de mettre en place des gabarits et de bâtir un mur en pierres sans mortier en respectant les règles de construction (appareillage, cohésion, calage, ..), l'alignement, l'aplomb, et la planéité.

### III RESSOURCES PÉDAGOGIQUES

#### III.1 Qu'appelle-t-on la « pierre sèche » ?

##### **Naissance de la technique de la pierre sèche :**

La technique de la construction en pierre sèche fut une des premières méthodes de construction employée par l'homme. Des premiers abris, l'homme a étendu son utilisation à d'autres ouvrages comme les murs de clôture ou les murs de soutènement.

Les excédents de pierres retirés des zones arides, sont portés et rangés en tas. C'est la naissance des clapas.

La technique est restée la même, immuable pendant des millénaires et sur tous les continents.

##### **Pierre sèche**

Il s'agit d'un terme employé pour décrire l'ensemble des techniques de réalisation d'ouvrages utilisant la pierre pour seul matériau et sans avoir recours à un quelconque liant.

Il est ainsi possible de réaliser grâce aux techniques de la maçonnerie à pierre sèche :

- des murs (de clôture, de soutènement, ...),
- des sols (calade...),
- des bâtiments (que l'on appelle parfois « bories », mais qui ont d'autres appellations selon l'utilité pour laquelle ils ont été construits, et la langue de la région où ils se situent).



*Les murs et le sol sont réalisés en pierre sèche*

Par extension certains murs maçonnés à la chaux ou au ciment sont dits « pierre sèche » car ils en ont l'aspect et le maçon a pris soin de ne pas

laisser apparaître le liant sur le parement. On nomme aussi ce type de construction « montage en pierre demi sèche ».

Les ouvrages anciens construits en pierre sèche sont la plupart du temps construits avec des pierres d'affleurement, remontées à la surface du terrain lors des travaux agricoles ou autres. Ces pierres sont alors plus ou moins préparées et stockées en pierriers avant d'être utilisées selon les besoins pour réaliser les ouvrages maçonnés à la pierre sèche.

De nos jours l'approvisionnement en pierres pour la création de nouveaux ouvrages dépend souvent de pierres extraites de carrières.



### III.2 LES OUTILS

Les outils spécifiques n'existent pas vraiment. Outre le têt, à pic ou à tranche, on utilise la smille (à deux pointes) et la polka (à deux tranchants inversés) pour façonner les pierres. La panoplie du tailleur de pierre est également adaptée : massette, chasse, pointerolle, ciseau, maillet pour caler sans casser.

Celle du maçon est : brouette, seau, pelle, pioche, ficelle, fil à plomb, niveau à bulle, règles... Tout ceci permet la mise en place des indispensables gabarits de référence.

La manutention nécessite : pince ou barre à mine, crique, palan de levage sangles, cales de bois, bastaings...

Par principe général, les pierres sont triées, celles dépassant le poids manutable à deux personnes (+/- 75 kg) sont éliminées ou débitées sur place. Ainsi on rajoute à la panoplie, des moyens d'équarrissage, perceuse à percussion coins.

L'équipement de protection individuelle (EPI) est de rigueur : chaussures de sécurité, casque, lunettes, gants...

### III.3 RAPPELS DE BASE

- Chaque pierre servant à bâtir un mur présente plusieurs faces. Il est donc nécessaire de définir une terminologie précise :

**Carreau ou Panneresse\*** : pierre dont le côté le plus long se présente en parement de face visible du mur.

**Boutisse\*** : Une boutisse est une pierre de parement qui s'enfonce profondément dans l'épaisseur du mur (est considéré une boutisse un élément d'au moins les deux tiers de la largeur du mur). Une boutisse est dite traversante quand elle traverse tout un mur et présente ses deux faces en parement (parpaing).

**Parpaing\*** : pierre de liaison, pierre longue traversant la totalité de la largeur du mur (boutisse traversante).

- Il existe plusieurs types de pierres différenciées par leurs fonctions dans la maçonnerie.

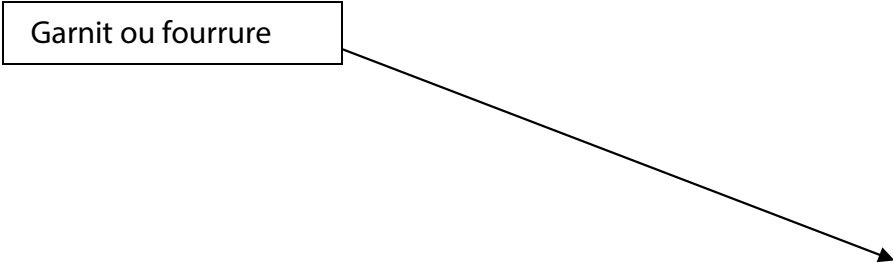
Pierre de fondation (ou socle) : pierre servant de base indéformable du mur

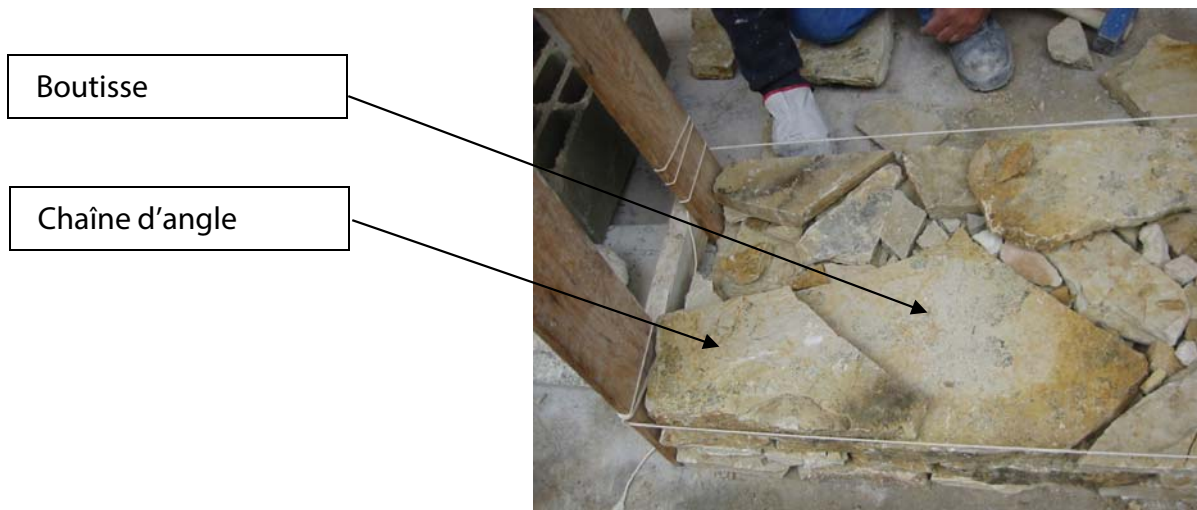
Moellon : carreau, boutisse, parpaing.

Pierre de couronnement : couvre le mur

Pierre de garnit : remplissage des vides dans la totalité du mur

Garnit ou fourrure





*Exercice afpa*

### III.4 LES RÈGLES POUR BÂTIR

#### III.4.1 Règles de base

Le respect des règles élémentaires suivantes assure la pérennité des ouvrages en pierres sèches :

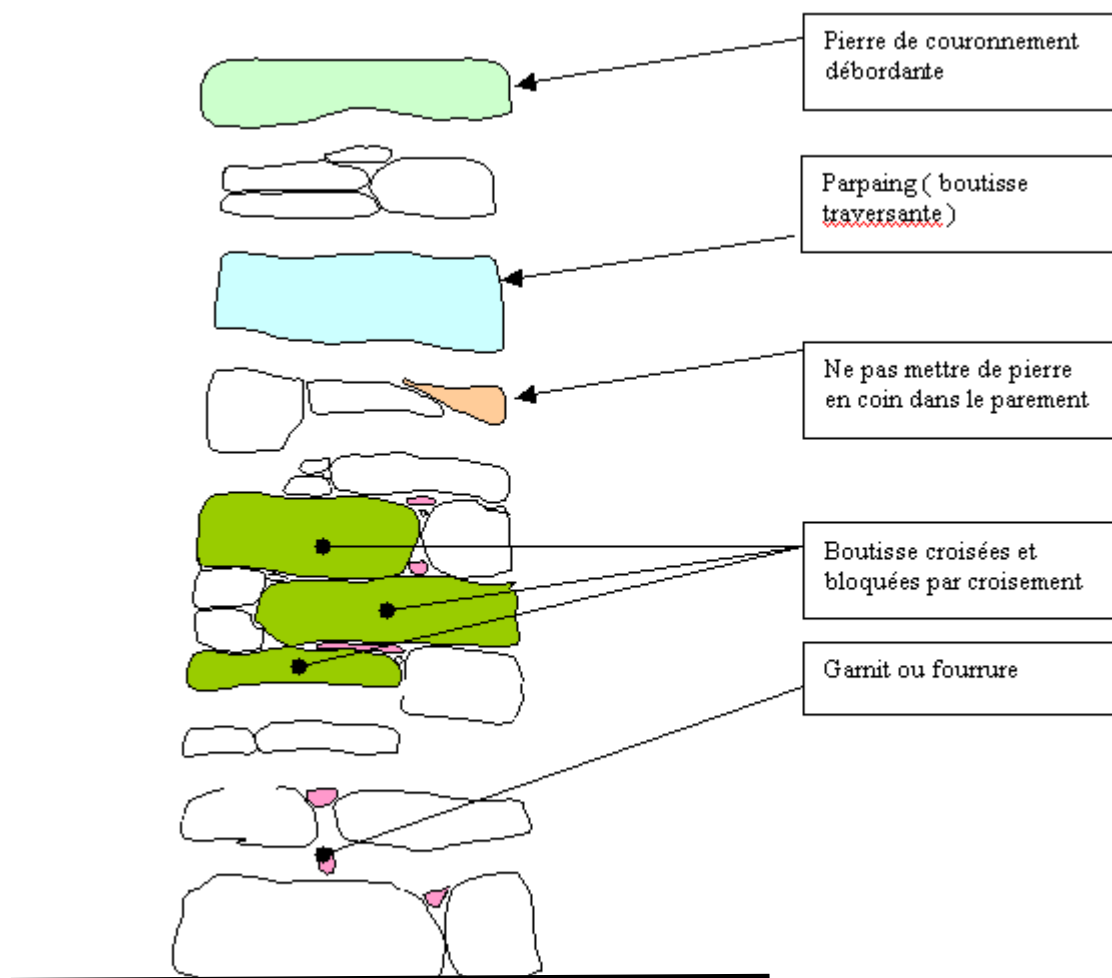
A savoir :

- Poser les moellons sur leurs lits de carrières
- Les moellons doivent se toucher entre eux latéralement.
- Eviter les alignements verticaux des joints (coups de sabre)
- Les pierres sont imbriquées, de manière à obtenir des joints croisés, et décalés.



- Les moellons ne doivent pas être branlants, ils doivent reposer sur au moins trois points et ne pas bouger lorsque l'on appuie sur l'arête externe.

- Ne pas poser de cales coté parement, elles risquent de tomber de la face du mur.
- Eviter les panneresses en parement qui risquent aussi de se déchaussées sous la charge du mur.
- Utiliser de plus grandes pierres pour la fondation que pour le mur, **la base de la fondation doit être hors gel.**
- Remplir toutes les interstices à l'aide d'éclats et de petites pierres.
- Prévoir régulièrement un parpaing dans l'épaisseur du mur (1 à 3 par m²).
- Utiliser de préférence de grandes pierres plates pour le couronnement.
- Un mur en pierre sèche est bâti en principe à même le sol ou le rocher, mais il peut être judicieux de disposer une assise de gravier pour drainer les fondations du mur dans un terrain marécageux, ou marneux.
- Pas de pierres en délit ou de carreaux en parement.
- La face externe (extrados) d'un mur d'appui est généralement inclinée vers l'intérieur, pour des raisons de stabilité et de résistance. Dans certains cas le mur forme une voûte dont l'extrados s'appui sur le sol qu'il retient





## III.4.2 Le gabarit

- Le gabarit de montage d'un mur en pierre sèche permet de représenter la forme définitive du mur à réaliser et de guider le maçon.



*Exercice afpa mettant en évidence l'utilisation du gabarit*

- Le gabarit sera bâti au moyen de lattes de bois, planches, chevrons ou de tiges métalliques.
- Le gabarit doit être suffisamment rigide et indéformable pour pouvoir résister aux chocs légers et aux secousses inévitables aux cours du montage du mur.
- Le gabarit permet de tendre le cordeau, le long duquel les moellons sont alignés.

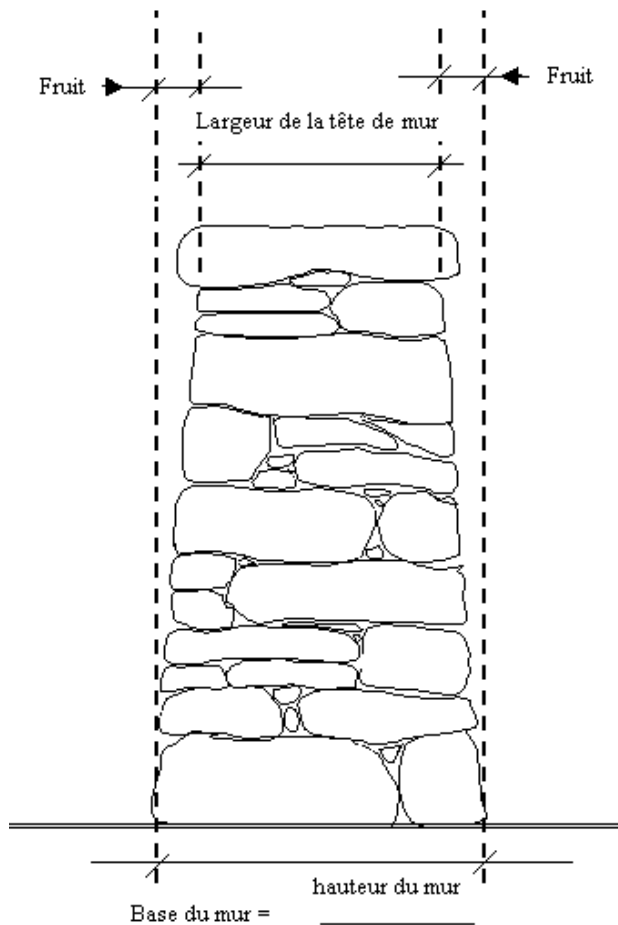


*garant permettant de réaliser un tableau pour une ouverture.*

### III.4.3 Les fondations des ouvrages de pierres sèches

Il est préférable de mettre du fruit dans un mur de pierre sèche afin de pérenniser sa stabilité

Pour un mur de pierre sèche d'une hauteur supérieur à 60 centimètres, la largeur de la fondation est égale à sa hauteur divisée par deux. Il en est de même pour la première levée d'un mur de soutènement.



**Le fruit** est l'écart entre la base et le couronnement.

Le fruit moyen est d'environ 5 centimètres de talus pour 80 centimètres de levée.

Les grandes pierres de fondations sont disposées de façon parfaitement alignées selon le cordeau, leur face d'attente légèrement inclinée vers le centre du mur.

#### **III.4.4 Les pierres de liaisonnement.**



*Exercice afpa*

Comme pour le mur plein en bain de mortier, le montage d'un mur de pierre sèche prend en compte les liaisons mécaniques des pierres afin d'assurer sa résistance au temps.

Il est nécessaire croiser les boutisses entre les parements.

#### **III.4.5 Les pierres de couronnements**

Le couronnement constitue le rang final de l'ouvrage. Il sert à charger le haut du mur et à l'empêcher de se disloquer. Il termine le travail avec élégance et empêche le mur d'être emporté, par le passage des bêtes par exemple.

Plusieurs techniques sont utilisées selon la nature des pierres (forme, constitution...) et les habitudes locales.

Montage en lauses, pierres posées en obliques sur l'arase ou pose de grandes pierres plates (dalles débordantes ou non)



*Ici montage de pierres en délits obliques (lauzes). Les pierres se tiennent par appui grâce à leurs poids*

Utiliser de préférence de grandes pierres pour le couronnement

### **III.4.6 Les têtes de mur**

Les têtes de murs et les chaînages sont particulièrement importants pour la stabilité des ouvrages. On veillera à les construire avec des pierres très stables et de grandes dimensions. Les têtes de murs et les angles sont bâtis en harpes de manière à pouvoir s'imbriquer dans le reste de l'ouvrage.

## IV RESSOURCES D'ÉVALUATION

### IV.1 ÉVALUATION PIERRE SÈCHE

1) Quel est le type de liant utilisé en pierre sèche

- ☐ Mortier bâtard (nhl 3.5 200kg et CEM II 100 kg).
- ☐ Aucun liant n'est nécessaire.
- ☐ Uniquement sable locale et CL90

2) Qu'est ce qu'un clapas ?

- ☐ Un dallage de pierre sèche
- ☐ Un tas de pierre
- ☐ Un mur de pierre sèche

3) Qu'est ce que le fruit du mur ?

- ☐ Ce qui tombe au pied du mur
- ☐ L'écart entre la base et le couronnement
- ☐ L'angle de la pierre d'arase

4) Pourquoi ne faut il pas mettre de pierre en délit ?

- ☐ Le moellon se déchausserait
- ☐ la pierre risque de se fissurer
- ☐ Parce que c'est un délit

5) Combien faut –il mettre de parpaings au m<sup>2</sup> ?

- ☐ Pas de parpaing dans un mur de pierre sèche
- ☐ Un par m<sup>2</sup>
- ☐ Un à trois selon le montage

6) Sur le parement, combien faut il mettre de carreaux au m<sup>2</sup> ?

- ☐ Un par m<sup>2</sup>
- ☐ Un à trois au m<sup>2</sup>
- ☐ Pas de carreau dans un mur de pierre sèche



## CORRECTION ÉVALUATION

1) Quel est le type de liant utilisé en pierre sèche

- ☐ Mortier bâtard (nhl 3.5 200kg et CEM II 100 kg).
- ☒ Aucun liant n'est nécessaire.
- ☐ Uniquement sable locale et CL90

2) Qu'est ce qu'un clapas ?

- ☐ Un dallage de pierre sèche
- ☐ Un tas de pierre
- ☒ Un mur de pierre sèche

3) qu'est ce que le fruit du mur ?

- ☐ Ce qui tombe au pied du mur
- ☐ L'écart entre la base et le couronnement
- ☐ L'angle de la pierre d'arase

4) Pourquoi ne faut il pas mettre de pierre en délit ?

- ☐ Le moellon se déchausserait
- ☐ la pierre risque de se fissurer
- ☐ Parce que c'est un délit

5) Combien faut-il mettre de parpaings au m<sup>2</sup> ?

- ☐ Pas de parpaing dans un mur de pierre sèche
- ☐ Un par m<sup>2</sup>
- ☐ Un à trois selon le montage

6) Sur le parement, combien faut il mettre de carreaux au m<sup>2</sup> ?

- ☐ Un par m<sup>2</sup>
- ☐ Un à trois au m<sup>2</sup>
- ☐ Pas de carreau dans un mur de pierre sèche

## V ANNEXES

### v.1 LEXIQUE

**Arc de décharge** : Il s'agit de pierres posées en délit et qui forment une voûte. On les dispose ainsi pour éviter d'appuyer un mur sur une assise peu stable, pour réduire le poids d'un mur trop imposant, ou pour reporter ce poids sur des zones plus stables.

**Boutisse** : Une boutisse est une pierre de parement qui s'enfonce profondément dans l'épaisseur du mur (est considéré comme boutisse un élément d'au moins les deux tiers de la largeur du mur). Une boutisse est dite traversante quand elle traverse tout un mur et présente ses deux faces en parement.

**Chaînage d'angle** : Se dit de blocs superposés formant un angle par alternance de boutisses et de panneresses.

**Carreau ou Panneresse** : Pierre dont le côté le plus long se présente en parement de face visible du mur.

**Coup de sabre** : Il s'agit d'un défaut de la construction. Les pierres doivent se croiser à chaque rang, si on ne le fait pas on obtient cette coupure verticale qui peut créer une lézarde dans la structure du mur.

**Couronnement** : Le couronnement est le rang terminal de pierres en haut du mur, il chaîne horizontalement et charge la maçonnerie inférieure. La transition entre le haut du mur et le couronnement se fait au moyen d'une arase, couche de pierres disposées de façon à former un plan horizontal sur lequel sera posé le couronnement

**Fruit** : Les murs ne sont généralement pas d'aplomb et présentent un fruit, c'est à dire une légère inclinaison vers l'intérieur de la maçonnerie. Le fruit est facilement obtenu en posant les pierres avec une légère inclinaison, appelée talus, vers l'intérieur de la maçonnerie.

**Garni** : Pierres destinées à l'intérieur du mur ne présentant aucune face visible sur les parements du mur

**Lit et délit** : La formation de la pierre lui donne une structure et une composition. Pour les pierres composées de strates, on dit poser les pierres dans leur lit si l'on respecte celui-ci en les posant parallèle à l'horizontale, ou en délit si on les pose à la verticale.

**Mur de soutènement** : Mur qui retient le terrain, il doit résister à la poussée que celui-ci exerce.

**Panneresse** : Une panneresse est contrairement à la boutisse une pierre dont on place la longueur en parement.



**Parement** : Le parement est la face extérieure du mur, la partie du mur vu.

**Parpaing** : Pierre de liaison, pierre longue traversant la totalité du mur

**Rang** : Lors de la construction, les pierres sont mises en rangs, plus ou moins réguliers. Cela influe sur l'esthétique finale du mur réalisé.

## V.2 LES ÉLÉMENTS ARCHITECTURAUX EN PIERRES SÈCHES



*Passage d'eau ou réservation*



*Cabane (?) au sommet d'une montagne du massif central*



*Bories sur les côtes du mont ventoux. Vue en coupe sur une partie de la cabane avant son remaniement.*



*L'intérieur de cette même cabane de berge.*



*Extérieur et vue d'ensemble*





*Plan rapproché sur la chaîne d'angle en harpage.*



*Mur réalisé avec des prismes basaltiques*



### **Etablissement référent**

*AFPA - Direction de l'ingénierie - DBTP*

### **Equipe de conception**

*Nicolas Roux, formateur*

*Pascal Da Rui, formateur*

*Thierry Murat, ingénieur de formation*

### **Remerciements :**

*Crédit photos :*

*Nicolas Roux, formateur*

*Pascal Da Rui, formateur*

### **Reproduction interdite**

Article L 122-4 du code de la propriété intellectuelle.

«toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause est illicite. Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la reproduction par un art ou un procédé quelconques.»

Date de mise à jour jj/mm/aa

afpa © Date de dépôt légal mois année



**REPLACEMENT DE PIERRE PAR  
LA TECHNIQUE DITE « EN TIROIR »**

Editeur : SRDT

Rédacteur : M. CADOT

Le 1<sup>er</sup> décembre 2003

Avertissement : Le présent cahier des clauses techniques particulières concerne la mise en œuvre exclusive des produits de St-Astier cités, et ne saurait être étendu comme tel à d'autres produits.

**1) Domaine d'application**

La technique décrite dans ce document vise au changement de pierre de tout type par le procédé dit « EN TIROIR ».

Cette technique s'applique généralement à des travaux de restauration de bâtiments anciens.

**2) Matériaux**

**Chaux** : NHL 3,5 Chaux blanche LC\*\*\*\* de St Astier  
          NHL 5 Chaux Pure TRADI 100 de St Astier  
          NHL-2 Terechaux de St Astier

} En fonction des régions et de  
la dureté des pierres à changer

**3) Remarques préalables :**

Dans certains cas, les maçonneries sont très dégradées et il n'est pas possible d'effectuer le remplacement des pierres sans une consolidation préalable de la maçonnerie.

Après un rejointoiement (si nécessaire) de cette maçonnerie, des injections ou des coulinages (parfois exécutés sous pression) seront réalisés.

Un temps d'attente suffisant d'un mois minimum sera observé avant le début du remplacement des pierres.

Les travaux de confortation s'effectuent par tranches d'un mètre en partant du pied du mur. Une auscultation radar peut aider à déterminer la quantité et le volume des vides à combler avant travaux. Cette même technique peut mesurer la qualité du travail effectué après travaux.

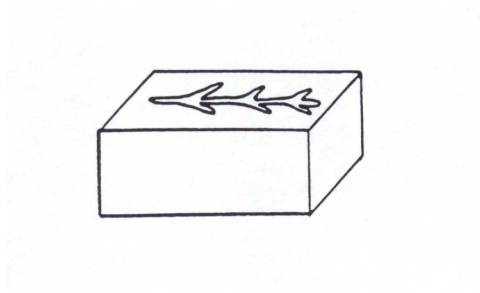


#### **4) Changement de pierre:**

##### **1 – Cas de pierre avec joint $\leq$ à 3 mm (joint marbrier)**

- Enlever la ou les pierres à changer
- Poser la ou les pierres neuves sur des cales (en terre cuite) ou sur une barbotine de l'épaisseur du joint.

Généralement, la pierre de taille mise en place est creusée d'une pâte d'oie (rainurage), pour qu'elle ne puisse pas glisser (cas des voûtes). Voir croquis.



**Croquis pâte d'oie**

- Jointoyer (beurrer) avec un mortier composé d'un volume de Chaux de St-Astier pour 2,5 volumes de sable 0/1 mm, pour joint de 3 mm.  
Si le joint est plus fin, il faut utiliser un granulat dont la taille du plus gros grain sera de 1/3 de l'épaisseur du joint à réaliser.
- Sur le joint supérieur, aménager un évent et un trou de gavage.
- Dans le trou de gavage, un tuyau en caoutchouc sera mis en place, emmanché sous un récipient (ex : bouteille plastique dont le fond a été découpé), l'ensemble étant maintenu au-dessus du joint.
- Le remplissage est effectué par une injection composée de Chaux et d'eau, au dosage d'un volume de Chaux pour un volume d'eau, et ceci jusqu'à refus complet.

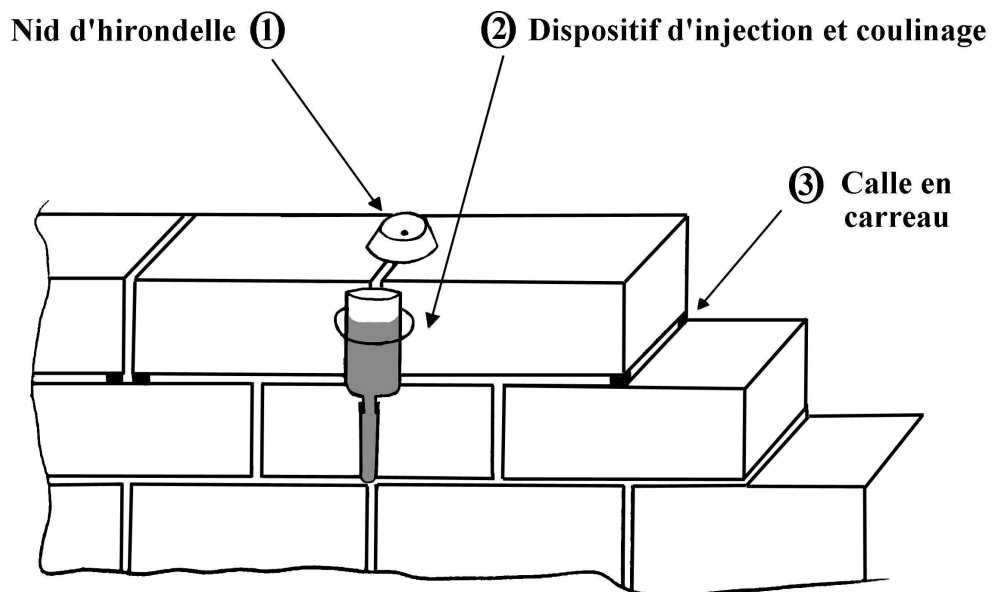
##### **2 – Cas de joint courant compris entre 3 mm et 15 mm ou plus**

- Réaliser les mêmes opérations que celles du cas n° 1.
- On peut également faire plisser la pierre sur un lit de mortier.
- Le remplissage est réalisé avec un coulis composé d'un volume de Chaux pour 1 volume de sable fin 0/1 à 0/2 mm, voir plus en fonction du joint.  
Ce coulis devra être suffisamment liquide pour bien se disperser dans la maçonnerie.

**NOTA :**

- a) Le joint mis en place est après mise en œuvre soit brossé avant durcissement complet, soit lissé.
- b) L'injection ou le coulinage ne seront entrepris que lorsque les joints auront suffisamment durci (48 heures minimum). Les trous ayant servis aux injections et coulis seront bouchés avec un mortier de composition identique à celui du joint.
- c) Lorsque l'espace est trop important entre la pierre posée en tiroir et le fond du tiroir, un ouvrage en maçonnerie, composé d'éclats de pierre ou de morceaux de tuile scellés avec un mortier de composition identique au joint, est nécessaire avant les travaux d'injections ou de coulinage, ceci pour éviter l'éjection de la pierre en place, sous la pression d'une trop grande quantité de coulis ou injection.

## **Injection et coulinage de maçonneries**



Annule et remplace les éditions précédentes.

Ce document peut être modifié en fonction de l'évolution des techniques. Il appartient aux utilisateurs et aux prescripteurs de vérifier avant toute mise en œuvre, qu'il s'agit bien de la dernière édition. Les données techniques et conseils pratiques contenus dans ce document ne sont qu'indicatifs. Ils font partie des réglementations professionnelles en vigueur (D. T. U. ou autres documents officiels), ils accompagnent des pratiques locales ou des savoir-faire et peuvent compléter des documents de maîtrises d'œuvres relatifs à des passation de marché.

- Identifier exactement le travail à réaliser ( percement d'une baie, remplacement d'une ou plusieurs pierres dans un mur, remplacement d'un claveau ou d'un voussoir....).
- Repérer l'emplacement exact ( hauteur, angle de façade....).
- Déterminer des conséquences engendrées par l'enlèvement d'une ou plusieurs pierres.
- Déterminer les moyens à mettre en œuvre pour assurer la stabilité de l'ouvrage pendant les phases d'extraction et de remplacement.(mise en place de batteries d'étais, mise en place de cintres, de chevalements, de blindages d'ouvertures...).
- S'assurer de la solidité des points d'appuis des étais et les renforcer si nécessaire.
- Prévoir les échafaudages et les moyens de levage appropriés au chantier et compatibles avec l'environnement.
- Identifier les contraintes liées à l'environnement (réseaux souterrains, réseaux aériens, présence d'habitants dans la construction,...) et apporter les solutions.
- Faire le relevé des pierres à remplacer.
- Prévoir l'ordre de pose des pierres et les mortiers appropriés.
- Organiser le chantier en fonction de son emplacement ( en bordure de rue, place, campagne) et prévoir les surface de stockage.
- Prévoir les délais de durcissement des mortiers et bétons, pour prévoir les mises en charge de la maçonnerie.
- Prévoir l'ordre d'enlèvement des ouvrages provisoires (étais, cintres,...).
- Prévoir le personnel nécessaire à la réalisation du chantier ( encadrement, quantité et qualification).

**Un mode opératoire bien déterminé est un facteur de réussite du chantier sur le plan de la qualité, de la rentabilité et de la sécurité.**

## Patiner de la pierre

La patine est une transformation de la surface de la pierre qui se produit avec le temps et se manifeste par un changement de teinte (formation de calcin).

L'évolution de la coloration dépend de son exposition à l'atmosphère, de son orientation et de la nature de l'environnement.

La patine est souvent définie par un ton chaud, les couleurs observées vont du blanc au gris en passant par le crème, le beige, le rougeâtre et le jaune. Cette transformation résulte de la dissolution de pigments par l'eau de pluie, de la réaction chimique de la combinaison de cette solution avec les minéraux et les débris organiques. Puis durant l'évaporation, la phase finale du transfert provoque le dépôt en surface de ces produits. Sous l'effet de l'oxygène de l'air, la coloration apparaît.<sup>2</sup>

Les pierres de façade n'ont pas toutes la même couleur, c'est pourquoi il ne faut pas patiner ensemble toutes les pierres remplacées qui sont voisines, ce qui provoquerait une nuance étendue qui serait aussi apparente que si les nouvelles pierres n'étaient pas patinées. Il faut patiner les pierres une par une en modifiant légèrement la coloration du produit employé.

La patine peut être obtenue par un lait de chaux très léger qui ne gâche pas les imperfections du support. La couleur est obtenue par pigmentation.

Elle est fabriquée en mélangeant un volume de chaux à vingt mêmes volumes d'eau.

Elle peut être adjuventée pour éviter le farinage à raison de 3% d'acétate de polyvinyle sec ou à 6% du même acétate prêt à l'emploi. Elle s'applique à la brosse.

On patine aussi en préparant deux ou trois mélanges différents de terre que l'on délaie dans de l'eau, et auxquels on ajoute, suivant les tons que l'on veut obtenir, un peu d'ocre jaune ou de noir de fumée.

Il faut que la patine artificielle qui va être appliquée, produise un ton plus foncé que celui de la patine naturelle des pierres environnantes, parce que cette patine va être lavée par la pluie.

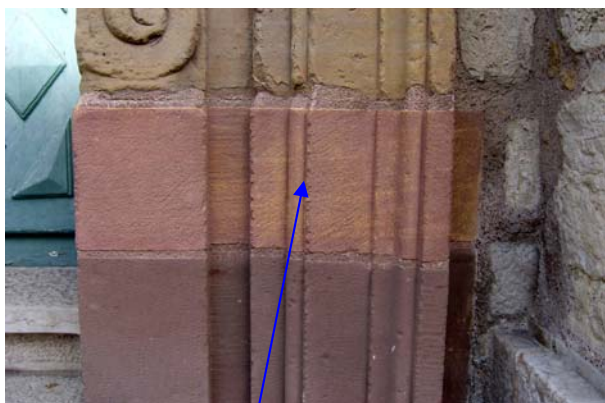
## Vieillir de la pierre

Si les arêtes de la ou des pierres changées sont trop vives par rapport au restant, on peut épauférer les arêtes avec un marteau sans exagération et en usant les cassures avec un abrasif pour reproduire l'usure.

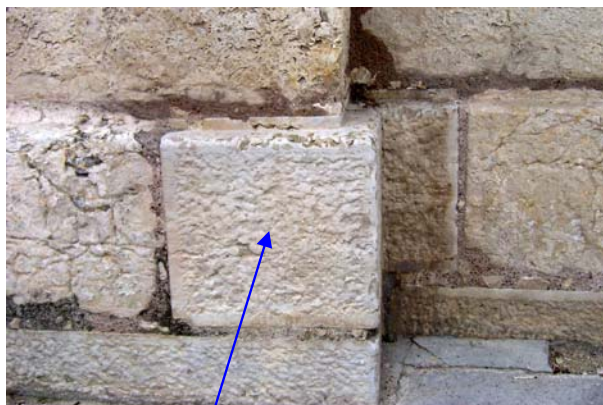
Un léger sablage contribue à l'effet d'usure en altérant légèrement les traces d'outils.

Pour qu'une restauration soit le moins visible possible, il faut :

- utiliser la même pierre que la pierre d'origine.
- lui donner le même aspect de taille en utilisant l'outillage d'origine.
- tailler avec la même rigueur ou souplesse que les tailleurs de pierre de l'époque.
- ne pas tailler en « faisant rustique » (risque de ne pas respecter les profils et de ne pas avoir une taille conforme à la taille originale).
- procéder en dernier au vieillissement.



**Arêtes épauférées( la couleur est voulue par la polychromie de l'édifice**



**Pierre neuve travaillée à l'identique des vieilles**

## Préparation de patine à la chaux

Pour une préparation de 20 litres de patine de CL pigmentées									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
CL	0,5kg	0,5	0,5kg	0,5kg	0,5kg	0,5kg	0,5kg	0,5kg	0,5kg
Eau	20kg	20kg	20kg	20kg	20kg	20kg	20kg	20kg	20kg
Pigment	0,050kg	0,1000kg	0,150kg	0,200kg	0,250kg	0,300	0,350kg	0,400	0,450kg
Fixateur	0,050	0,200kg	0,300kg	0,400kg	0,500kg	0,600kg	0,700kg	0,800kg	0,900kg
Rajout d'eau	1kg	2kg	3kg	4kg	5kg	6kg	7kg	8kg	9kg

Si on augmente le pourcentage de colorant, on augmente le poids en eau et en fixateur

Pour une préparation de 20 litres de patine de NHL pigmentée					
	10%	20%	30%	40%	50%
XHN	0,8kg	0,8kg	0,8kg	0,8kg	0,8kg
Eau	20kg	20kg	20kg	20kg	20kg
Pigment	0,08kg	0,160kg	0,240kg	0,320kg	0,400kg
Fixateur	0,160kg	0,320kg	0,320kg	0,640kg	0,800kg
Rajout d'eau	1,6kg	3,2kg	4,8kg	6,4	8kg

Préférer les colorants d'origine minérale qui ne sont pas attaqués par la chaux.

Dans le cas où on n'utiliserait pas de fixateur (acétate de polyvinyle), il est recommandé de ne pas dépasser 20% de colorant par rapport au poids de chaux.



**Pendant le refouillement, protéger les arêtes des pierres voisines.**



**Protection**

Les refouillements peuvent être exécutés :

- à la massette, ciseau et broche.
- au pistolet pneumatique.
- à la tronçonneuse.
- par extraction de la pierre à changer



Dans tous les cas l'opération de refouillement doit se faire sans provoquer de vibrations, pour éviter de disloquer la maçonnerie.

**Vérifier les côtes du refouillement qui doivent être celle de la pierre plus l'épaisseur des joints.**

## DIFFÉRENTS REFOUILLEMENTS

Les refouillements sont entrepris après étaieage de l'ouvrage.



**Refouillement bandeau**



**Refouillement linteau**



**Refouillement chapiteau**



**Refouillement pierre isolée**

**Quand le refouillement est terminé, vérifier qu'il ne subsiste pas de matière qui générerait la pose de la pierre de remplacement.  
Démaigrir légèrement les joints pour faciliter l'introduction de la pierre de remplacement.**