

DIMENSIONNEMENT ET MISE EN ŒUVRE DE L'ÉTANCHÉITÉ SOMMITALE, EN PLOMB, SOUS OUVRAGE DE TÊTE (ÉPI, GIROUETTE, CROIX, ...)

FICHE D'AIDE À LA RÉDACTION DE CAHIERS DES CHARGES

FARCC / 01.13

Avertissement : Cette fiche conseil est une approche synthétique de la thématique. Elle ne peut donc, en aucun cas, être considérée comme exhaustive et doit être lue avec la prudence qui s'impose. Dans tous les cas, celle-ci doit être confrontée à la réalité de l'intervention in situ et à la philosophie de la conservation des biens archéologiques. L'AWaP ne peut être considérée comme responsable des interprétations liées à cette fiche.

MOTS CLÉS

Epi, poinçon, bande de filet, embase, ardoise, pattes, tour, flèches, tourelle, plomb, cuivre, jupe, zinc, plâtre, ouvrage de tête, hampe, fourrure, pré-embase.

FARCC ASSOCIÉES

1.2. Ardoises naturelles – Spécifications produit / 1.3. Ardoises naturelles – Règles de pose plan carré.
1.5. Voligeage- Spécifications produit et mise en œuvre pour les ardoises naturelles.

DOCUMENTS TECHNIQUES ASSOCIÉS

- L'art du couvreur, Encyclopédie des métiers. Association ouvrière des Compagnons du devoir. Les compagnons du devoir. 1994.
- La couverture en ardoise, M. Sangué, J. Beaulieu, Edition La Librairie du Compagnonnage, Angers, 5^e éd. 2013.
- Les 101 mots de la zinguerie à l'usage de tous, collectif, collection 101 mots, archibook, 2017.
- Guide de pose des ardoises d'Angers Trélazé, les ardoisières d'Angers, Edition septembre 2012.

BREF APERÇU DES CONNAISSANCES ACTUELLES

Le sommet d'une tourelle, d'une flèche, d'une tour à pans, d'une abside ou encore d'un clocher, mais aussi le point de rencontre du faîtage et des arêtières ou, dans certains cas, uniquement les arêtières entre eux, se termine généralement par un poinçon qui est habituellement habillé par un élément métallique : l'ouvrage de tête. Celui-ci, en plus d'être un objet ornemental ayant, dans certains cas particuliers, une valeur hautement symbolique, doit assurer la parfaite étanchéité du sommet de l'édifice. On appelle communément cet élément en fonction de sa destination : « épi », « girouette », « croix », « rose des vents » etc. L'ensemble de l'étanchéité de la partie sommitale est donc composé, de haut en bas, de trois éléments distincts : un « **ouvrage de tête avec embase** », « **une pré-embase en plomb** » (parfois appelée « jupe » ou « calotte »), dans certains cas elle est facultative au regard du contexte, assurant l'étanchéité de la partie supérieure, et enfin d'une « **bande de filet en plomb** » (aussi appelée « bande de réparation ») qui assurera la liaison et l'étanchéité, entre soit directement l'ouvrage de tête, soit la pré-embase- en fonction des contraintes géométriques- au point de rencontre avec les ardoises naturelles.

Considérant que cette zone est régulièrement la plus élevée de l'édifice, et que sa projection horizontale est réduite, la quantité d'eau qui mouille celle-ci est relativement limitée. Toutefois, elle est particulièrement exposée aux vents et subit donc des pressions dynamiques importantes. Il est donc fondamental que la mise en œuvre puisse offrir la meilleure étanchéité possible et résiste aux vents violents. Malheureusement, l'expérience a montré que le façonnage de cet organe d'étanchéité pourtant crucial, a souvent été négligé soit par une mise en œuvre déplorables, soit par l'utilisation de matériaux inadaptés soit par la combinaison des deux, engendrant à terme le pourrissement des poinçons.

Le dimensionnement, à l'avance, de la pré-embase est primordial. En effet, la différence de coût peut être très importante en fonction de la taille et du nombre des éléments composants la pré-embase.

AIDE À LA PRESCRIPTION

1. Préparation du support

- Après enlèvement du voligeage en place, aux fins d'examiner en détail l'état sanitaire de la structure portante, et dans le cas où les extrémités des chevrons et du poinçon sont fortement altérées, prévoir leur réparation à l'aide, de greffons « bois sur bois » et/ou mortier de réparation époxydique (en dernier recours), en fonction de l'ampleur de l'altération. Ensuite un voligeage neuf sera fixé, conformément aux règles de l'art, sans aucun désaffleurement. Le support devra donc être sain, plan, ferme et sans aspérité.
- Dans le cas de petits poinçons (p.ex. lucarnes), le travail de préparation peut se faire directement sur ceux-ci. Afin d'obtenir le niveau de lissé nécessaire, un glacis en plâtre THD sera mis en œuvre sur une épaisseur \leq à 10 mm. Au-delà de 10 mm, l'enduit sera armé de fibres de polyamide sans jamais dépasser une épaisseur maximum de 20 à 30 mm. Des clous jouant le rôle d'armature, en cuivre ou en inox, noyés dans le plâtre peuvent également être mis en œuvre tant que leurs têtes n'affleurent pas.
- En plus de la fixation des ardoises, le glacis aidera non seulement au scellement des derniers rangs d'ardoises, qui sont de facto relativement étroites, mais permettra une mise à niveau de l'ensemble du support en fonction des épaisseurs de celles-ci. Pour des déformations nécessitant des rectifications plus importantes, une fourrure composée de voliges sera mise en œuvre qui respectera la forme initiale. Dans certains cas particuliers, essentiellement sous les croix, considérant l'encombrement des pattes de fixation de celles-ci, une fourrure en cuivre sera mise en œuvre. Celle-ci soutiendra les feuilles de plomb et aura une épaisseur minimum de 0,6 mm. Elle sera assemblée à l'aide de rivets aveugles en cuivre ou par simple agrafure de 50 mm. Elle sera maintenue au support, via des vis en inox austénitique, de clous crantés en cuivre ou à l'aide de pattes de maintien en cuivre brasées sur la sous-face de la fourrure.

- Les croix étant dépourvues d'embase et étant directement fixées sur le poinçon et/ou les chevrons à l'aide de ferrures sous forme de plats métalliques, il faut souder au pied de celles-ci un élément de forme convexe, type « assiette inversée », adapté à la géométrie (rond, carré, ...) du pied de la hampe tant le raccord d'étanchéité.

2. Mise en œuvre et dimensionnement de la pré-embase en plomb

- En plus des objectifs techniques à atteindre (parfaite étanchéité et résistance aux vents), les dimensions de la pré-embase devront offrir un aspect esthétique tenant compte de la géométrie de la couverture et des dimensions de l'épi et/ou de la croix. En fonction du type de couverture : cône ou portion de celui-ci, couverture à pans ou portion de celle-ci, le dimensionnement sera différent.

- Dans le cas d'une couverture **conique**, ou d'une portion de celle-ci, la dimension minimale techniquement nécessaire impose que la pré-embase débute dès que le chef supérieur de l'ardoise du dernier rang aura au minimum 6 cm de large. Si l'approche du dimensionnement se veut esthétique, à titre d'information, les valeurs ci-dessous, basées sur le théorème de Pythagore et le concept du nombre d'or peuvent être utilisées. La longueur du rampant de l'embase « r » étant une fraction du rampant « R » de la toiture :

| Rampant couverture R (m) | R ≤ 7.00 | 6.00 ≥ R > 5.00 | 5.00 ≥ R > 4.00 | 4.00 ≥ R > 3.00 | 3.00 ≥ R > 2.00 | 2.00 ≥ R > 1.00 | R ≤ 1.00 |
|----------------------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| Rampant pré-embase r = % R | 12% | 13% | 14% | 13% | 14% | 16% | 26% |

- Dans le cas d'une couverture **à pans**, ou d'une portion de celle-ci, la dimension minimale techniquement nécessaire impose que la pré-embase ait une hauteur équivalente à la valeur de deux recouvrements. Dans le cas où le dimensionnement est conditionné par une approche esthétique, on peut se référer éventuellement au tableau ci-dessus. D'autres possibilités existent.

- Préalablement à la mise en œuvre de la pré-embase, une membrane de désolidarisation type « papier anglais », avec revêtement en polyéthylène, sera obligatoirement placée.

- Les tables en plomb auront une épaisseur min. de 2,5 mm. Afin d'offrir la meilleure résistance à la pression dynamique des vents, elles seront fixées fermement au support tout en autorisant les mouvements liés à la dilatation (pour rappel : le coefficient de dilatation linéaire du plomb est de $29 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ soit 2,9 mm/m).

- L'ensemble des éléments de fixation (clous annelés, crantés, vis, bande de clouage, pattes de fixations, etc...) sera, en cuivre, en laiton, en inox austénitique ou en cuivre étamé. Lors de la mise en œuvre d'un épi en zinc, seul l'inox austénitique, pour les fixations vues, sera utilisé afin d'éviter les couples électrolytiques (galvaniques).

- Quand c'est nécessaire et considérant que la dimension des éléments ne peut pas être > 1.00 m. la pré-embase doit être assemblée en plusieurs éléments symétriques, développés en fonction de la forme et des dimensions de la zone à couvrir, selon les règles de l'art (tasseaux ovoïdaux, ourlets pleins, recouvrements et rabats conformes, pattes de fixation et maintien, bande de clouage en cuivre, pince rechassée, etc...). Elle recouvrira la bande de filet de minimum la hauteur d'un pureau.

- Elle sera maintenue en partie haute à l'aide de bandes de clouage en cuivre (larg. 15 mm /ép. 0,8mm) ou à l'aide de clous annelés en cuivre, posés en quinconce avec un entraxe horizontal maximum de 75 mm et un entre-axe vertical de maximum 25 mm. à minimum 25 mm de la limite supérieure de la feuille de plomb. Il faudra veiller à toujours éviter la zone de capillarité.

- La partie basse sera façonnée à l'aide d'un ourlet plein (ø 15 mm) rechassé. Elle sera maintenue en place à l'aide de pattes-bretelles ou pattes-ressorts en cuivre étamé d'une épaisseur minimum de 0,8 mm. Ces pattes seront fixées sur la partie supérieure de la bande de filet recouverte selon le principe de la brasure par capillarité. Elles seront positionnées de manière régulière et en nombre suffisant pour assurer un maintien parfait.

- L'étanchéité latérale sera assurée selon le principe de l'ourlet plein avec rabat de 6 cm et fixation à l'aide de pattes de maintien et pattes-bretelles en alternance.

3. Mise en œuvre de la bande de filet (bande de réparation) en contact avec les ardoises

Moyennant quelques adaptations, voir ci-après, les caractéristiques physiques et la mise en œuvre seront identiques à celles de la pré-embase en plomb.

La bande de filet sera recouverte, en fonction de la configuration de l'ouvrage, soit par l'embase de l'ouvrage de tête, soit par la pré-embase à ourlet plein. La hauteur de ce recouvrement sera égale à minimum la hauteur du pureau.

La bande de filet quant à elle recouvrira le dernier rang d'ardoises sur une hauteur minimum d'un pureau voire un pureau et 1/2 quand un choix esthétique l'impose.

Sa partie inférieure se terminera par une pince rechassée (20 mm) maintenue en place à l'aide soit de crochets d'ardoises en cuivre (ou en black inox austénitique) à la longueur adaptée, soit de pattes de maintien en cuivre (ép. 0,8 mm.). En plus d'assurer la liaison étanche avec les ardoises, elle permettra, quand elle sera soulevée, d'intervenir sur l'ardoisage sans devoir démonter l'ouvrage de tête ou la pré-embase. La jonction latérale se fera par ourlet plein et recouvrement ou par simple recouvrement sur une largeur minimum de 6 cm et sera maintenue à l'aide d'une patte de cuivre étamée, brasée par capillarité en sous-face, autorisant les mouvements de dilatation. Lorsque le diamètre de l'embase de l'ouvrage de tête (p.ex. un épi) varie de 10 à 30 cm, seule la mise en œuvre d'une bande de filet est nécessaire. L'épi sera enfilé, sur une hauteur équivalente à la hauteur d'un pureau, et fixé sur la partie supérieure de la bande de filet à l'aide de pattes-bretelle (pattes à pontets) en cuivre étamé dont l'épaisseur ne sera pas inférieure à 0,8mm.

- Traitement final de finition, en trois couches, à l'aide d'une huile de patine appliquée au chiffon en mouvements circulaires.