norme française

NF P 65-202-1
Octobre 2000

DTU 55.2

Travaux de bâtiment

Revêtements muraux attachés en pierre mince

Partie 1 : cahier des clauses techniques

E : Building works - applied stone wall cladding - part 1 : technical specifications
D : Bauarbeiten - Wandverkleidungen aus dünnem Stein - Teil 1 : Technische Vorschriften

Statut

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 août 2000 pour prendre effet le 5 octobre 2000.
Remplace la norme homologuée NF P 65-202-1 (Référence DTU 55.2), de mai 1993.

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux européens ou internationaux traitant du même sujet.

Analyse

Le présent document propose les clauses techniques à insérer dans un marché de revêtements muraux attachés en pierre mince, destinés à constituer la face vue (intérieure ou extérieure) de parois verticales de bâtiments, à l'exclusion des revêtements scellés en plein, coffrants et de marbrerie décorative.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : bâtiment, revêtement mural, pierre naturelle, caractéristique mécanique, caractéristique physique, dimension, épaisseur, tolérance de dimension, isolation thermique, caractéristique de construction, support, agrafe, ergot, ossature, fixation, joint, calfeutrement, étanchéité, conditions d'exécution, mise en oeuvre.

Modifications

Par rapport au document remplacé, révision complète.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Sommaire

- Liste des auteurs
- Avant-propos
- 1 Domaine d'application
- 2 Références normatives
- 3 Termes et définitions
  - 3.1 Revêtements muraux attachés en pierre mince
  - 3.2 Agrafe
  - 3.3 Attache
- 4 Produits
  - 4.1 Plaques de pierre
    - 4.1.1 Généralités
    - 4.1.2 Matériaux utilisables à l'extérieur
    - 4.1.3 Matériaux utilisables à l'intérieur
  - 4.2 Isolants thermiques
  - 4.3 Agrafes
  - 4.4 Attaches
  - 4.5 Ossature intermédiaire
    - 4.5.1 Ossature
    - 4.5.2 Liaison ossature-plaque
- 5 Dispositions constructives générales
  - 5.1 Généralités
  - 5.2 Supports
    - 5.2.1 Généralités
    - 5.2.2 Caractéristiques géométriques et tolérances des supports
  - 5.3 Isolation thermique
    - 5.3.1 Généralités
    - 5.3.2 Constitution
    - 5.3.3 Fixation
  - 5.4 Compatibilité mécanique entre systèmes de fixations, supports et couches d'isolation et revêtement
    - 5.4.1 Support sans couche d'isolation extérieure
    - 5.4.2 Support avec couche d'isolation extérieure
  - 5.5 Classement vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau et à l'air des murs de façade comportant un revêtement mural attaché en pierre mince avec paroi support lourde
  - 5.6 Dossier technique - plans
  - 5.7 Passage et positionnement des canalisations
  - 5.8 Enseignes et éléments divers rapportés
- 6 Revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons
  - 6.1 Généralités
  - 6.2 Prescriptions minimales et limites d'emploi
  - 6.3 Supports admissibles
    - 6.3.1 Agrafes scellées
    - 6.3.2 Agrafes fixées mécaniquement par chevilles
  - 6.4 Dimensionnement, nombre et nature des agrafes
    - 6.4.1 Dimensionnement et nombre des agrafes
    - 6.4.2 Nature des agrafes
  - 6.5 Fixation des agrafes dans les supports
    - 6.5.1 Fixation par scellement
    - 6.5.2 Fixation mécanique
  - 6.6 Polochons

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

- 6.7 Fixation des plaques aux agrafes - trous de fixation
- 6.8 Joints
  - 6.8.1 Généralités
  - 6.8.2 Joints courants entre plaques
  - 6.8.3 Joints souples de fractionnement et joints de dilatation
- 7 Revêtements fixés par attaches métalliques sans polochon
  - 7.1 Généralités
  - 7.2 Prescriptions minimales et limites d'emploi
  - 7.3 Supports admissibles
  - 7.4 Dimensionnement, nombre et nature des attaches
    - 7.4.1 Dimensionnement et nombre d'attaches
    - 7.4.2 Nature des attaches
  - 7.5 Fixation des plaques aux attaches
    - 7.5.1 Fixation des plaques par ergots dans les chants
    - 7.5.2 Fixation des plaques par attaches en culotte »
    - 7.5.3 Fixation des plaques par tiges traversantes
  - 7.6 Joints
    - 7.6.1 Joints ouverts
    - 7.6.2 Joints calfeutrés au mastic souple
    - 7.6.3 Joints calfeutrés au mortier ou joints de largeur réduite
  - 7.7 Fixation des attaches par trous de scellement dans le support
    - 7.7.1 Dimension des trous de scellement
    - 7.7.2 Réservation des trous de scellement
    - 7.7.3 Mortier de scellement
  - 7.8 Fixation des attaches par chevilles rapportées dans le support
- 8 Joints de dilatation et joints souples de fractionnement
  - 8.1 Implantation des joints souples
    - 8.1.1 Pour l'ensemble des revêtements
    - 8.1.2 Cas des revêtements ne permettant pas une libre déformation entre plaque (voir article 8)
    - 8.1.3 Cas particuliers des revêtements étroits (habillages de poteaux, etc.)
  - 8.2 Choix du produit de calfeutrement des joints souples
  - 8.3 Exécution des joints souples
    - 8.3.1 Généralités
    - 8.3.2 Cas des joints souples calfeutrés
- 9 Revêtements fixés sur ossature intermédiaire
  - 9.1 Généralités
  - 9.2 Constitution de l'ossature intermédiaire
    - 9.2.1 Conception
    - 9.2.2 Choix des matériaux
  - 9.3 Mise en oeuvre
- 10 Points singuliers
  - 10.1 Extrémité des revêtements
  - 10.2 Trumeaux, voussures, appuis
  - 10.3 Piliers étroits
  - 10.4 Joints de dilatation de gros oeuvre
- 11 Tolérances applicables aux ouvrages
  - 11.1 Planitude générale
  - 11.2 Verticalité
- Annexe A (normative) critères de choix d'un revêtement en pierre et de son système d'attache
  - A.1 hypothèses de base

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

-
  - A.1.1 poids propre
  - A.1.2 effets du vent
  - A.1.3 déformations imposées
- A.2 principe de fonctionnement du système plaque attache
-
  - A.2.1 généralités
  - A.2.2 charges verticales
  - A.2.3 charge horizontale :
  - A.2.4 résistance de la pierre à la liaison ergot/pierre
- A.3 choix d'un système d'attache
-
  - A.3.1 les facteurs de choix
  - A.3.2 justification d'aptitude à l'emploi

- Annexe B (informative) guide pour le choix des types de murs de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en fonction du site

-
  - B.1 généralités
  -
    - B.1.1 objet
    - B.1.2 critères de choix
  - B.2 paroi intérieure lourde traditionnelle en maçonnerie
  -
    - B.2.1 classement des murs en fonction de leur résistance à la pluie
    - B.2.2 dispositions communes à tous les types de mur
    - B.2.3 éléments pris en compte dans la définition de l'exposition des murs à la pluie
    - B.2.4 choix du type de mur de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en maçonnerie
  - B.3 paroi intérieure lourde traditionnelle en béton banché
  -
    - B.3.1 classement des murs en fonction de leur résistance à la pluie
    - B.3.2 dispositions communes à tous les types de murs
    - B.3.3 éléments pris en compte dans la définition de l'exposition des murs à la pluie et au vent
    - B.3.4 choix du type de mur de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en béton banché
- Annexe C bibliographie

Membres de la commission de normalisation
Président : M CLAUZON
Secrétariat : M GROSJEAN - UMGO

- M BAJEUX CEBTP
- BALCON SOCOTEC
- BENHARROUS UNIMAT
- BERNSTEIN CABINET BERNSTEIN CHAMPETIER / LAIADE
- BLACHE CSTB
- BONHOMME CETEN-APAVE
- BOUINEAU LEM
- BOULLARD CAPEB
- CLAUZON UMGO
- CLUSAUD INGENIEUR CONSEIL
- CORLEY UNICEM BRETAGNE
- DRAN CERIB

MME DUCAMP CEP

- M DUPERREY SOMATA
- DURAND UMGO
- FILI EXPERT
- GOMIS EXPERT
- GUIMARD LA GENERALE DU GRANIT
- GUINET GUINET DERRIAZ SA
- LEPETIT HALFEN SA
- LHERMELIER GRANIT REBILLON
- LUNARD SOCIETE ABL INDUSTRIES

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

- MICHEL BUREAU VERITAS
- PALLIX ROCAMAT SNC

- MME PATROUILLEAU AFNOR
- PECHENARD AFFIX

- M PETITJEAN GRANITERIE PETITJEAN SA
- PINCON BNTEC
- PREVOST AFFIX
- RICARD VILLE DE PARIS
- SENIOR UNSFA
- SICARD SECRETARIAT DE LA COMMISSION DE NORMALISATION CHAUSSEES URBAINES
- TAILLIEZ ENTREPRISE TAILLIEZ
- VERNEAU UNECB

Avant-propos

Le présent document est constitué de deux parties qui se complètent sous le titre générique « Travaux de bâtiment - Revêtements muraux attachés en pierre mince » :

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques ;
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.

1 Domaine d'application

Le présent document définit les conditions d'exécution des revêtements muraux en plaques de pierre mince, destinés à constituer la face vue de parois verticales de bâtiments, fixées par des attaches à un support en maçonnerie ou en béton dont la stabilité est assurée par ailleurs.

Il s'applique à tous les bâtiments quelle que soit leur destination (bâtiments d'habitation, de bureaux, scolaires, hospitaliers, commerciaux, etc.) ; ne sont pas visés les ouvrages de génie civil (ponts, murs de soutènement, phares, etc.).

Il ne s'applique pas aux constructions situées en dehors de la France métropolitaine.

Ne sont pas traités dans le présent document :

- les revêtements scellés en plein ;
- les revêtements coffrants in situ ou utilisés en fond de moule de panneaux préfabriqués, qui font l'objet d'un Avis Technique ;
- les façades inclinées ;
- les matériaux clivables ;
- les revêtements soumis aux actions sismiques.

2 Références normatives

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF A 50-506
Aluminium et alliages d'aluminium - Profils obtenus à froid sur machines à galet et sur presses plieuses - Caractéristiques générales.

NF A 50-710
Aluminium et alliages d'aluminium - Profilés de section quelconque filés - Tolérances sur dimensions.

NF A 55-010
Pièces moulées sous pression en alliages de zinc (complété par un erratum, octobre 1987).

NF B 10-101
Pierres calcaires - Vocabulaire.

NF B 10-102
Roches marbrières - Vocabulaire.

NF B 10-103
Granit - Vocabulaire.

NF B 10-401
Pierres calcaires - Caractéristiques géométriques.

NF B 10-402
Roches marbrières - Caractéristiques géométriques.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

NF B 10-502
Produits de carrières - Pierres calcaires - Mesure de l'absorption d'eau par capillarité.
NF B 10-503
Produits de carrières - Pierres calcaires - Mesures de la porosité, de la masse volumique réelle et de la masse volumique apparente.
NF B 10-510
Produits de carrières - Pierres calcaires - Essai de flexion.
NF B 10-513
Produits de carrières - Pierres naturelles - Essai de gel.
NF B 10-514
Produits de carrières - Pierres calcaires - Essai de résistance aux attaches.
XP B 10-601
Produits de carrières - Pierres naturelles - Prescriptions générales d'emploi des pierres naturelles.
NF P 08-301
Ouvrages verticaux des constructions - Essais de résistance aux chocs - Corps de choc - Principe et modalités générales des essais de choc.
XP P 10-202
Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1 : Cahier des clauses techniques ; Partie 2 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales ; Partie 3 : Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site (Référence DTU 20.1).
NF P 18-201
Travaux de bâtiment - Exécution des travaux en béton - Cahier des clauses techniques (Référence DTU 21).
NF P 18-210
Travaux de bâtiment - Murs en béton banché - Cahier des clauses techniques (Référence DTU 23.1).
NF P 72-204
Travaux de bâtiment - Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches plaques de parement en plâtre isolant - Partie 1 : Cahier des clauses techniques - Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (Référence DTU 25.42).
Règles NV65
Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (DTU P 06-002).
Règles CM 66
Règles de calcul des constructions en acier (DTU P 22-701).
Règles AL
Règles de conception et de calcul des charpentes en alliage d'aluminium (DTU P 22-702).
NF EN 485-2
Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles, bandes et tôles épaisses - Partie 2 : Caractéristiques mécaniques.
NF EN 754-2
Aluminium et alliages d'aluminium - Barres et tubes étirés - Partie 2 : Caractéristiques mécaniques.
NF EN 755-2
Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés - Partie 2 : Caractéristiques mécaniques.
NF EN 10088
Aciers inoxydables (indice de classement : A 35-572, A 35-573 et A 35-574). (toutes les parties)
CSTB Cahier n°1833 Mars 1983
« Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un avis technique » (livraison n°237).
CSTB Cahier n°1661 Juillet-Août 1980
« GS7 - Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation de bardage rapporté ».

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Revêtements muraux attachés en pierre mince

on entend par revêtements muraux attachés en pierre mince, les revêtements en plaques de pierre fixées à un support dont la stabilité est assurée par ailleurs
On distingue les différents types de revêtements muraux attachés ci-après :

- les revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons ;
- les revêtements fixés par attaches métalliques sans polochons ;
- les revêtements fixés sur une ossature intermédiaire.

3.2 Agrafe

fil métallique (fixé par cheville ou scellé dans le support) enrobé dans un polochon et destiné à la fixation de plaques de pierre mince

3.3 Attache

accessoire tel que patte métallique ou goujon (fixé mécaniquement ou scellé dans le support) destiné à la fixation de plaques de pierre mince sans polochon

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

4 Produits

4.1 Plaques de pierre

4.1.1 Généralités

Les pierres utilisées en revêtements attachés sont des pierres naturelles répondant aux spécifications de la norme XP B 10-601. En outre, l'état de surface de la face vue est défini dans les normes NF B 10-101, NF B 10-102 et NF B 10-103.

4.1.2 Matériaux utilisables à l'extérieur

4.1.2.1 Caractéristiques mécaniques et physiques

Les caractéristiques minimales sont fixées par la norme XP B 10-601. Les marbres cristallins ne peuvent pas être utilisés à l'extérieur sauf s'ils peuvent justifier de leur tenue à la décohésion granulaire.

4.1.2.2 Caractéristiques dimensionnelles

4.1.2.2.1 Épaisseur minimale

L'épaisseur minimale [1] doit être en tout point supérieure aux valeurs suivantes :

- en partie courante :
  - 27 mm ;
  - 20 mm pour les parties de façades réalisées en plaques sur une hauteur maximale de 6 m à partir du niveau d'une surface horizontale en pied du revêtement d'une largeur d'au moins 0,60 m [2] .

  Toutefois, les revêtements continus de plus de 6 m de hauteur devront avoir une épaisseur minimale de 27 mm sur toute la hauteur.
  Les refends de rive réduisant l'épaisseur d'un chant de dalle sont admis sans augmentation de l'épaisseur nominale si leur profondeur reste inférieure au tiers de l'épaisseur nominale et lorsque les attaches sont placées dans la pleine épaisseur des plaques (voir Figure 1) ;
- en soubassement :
  - afin de respecter les exigences de la norme NF P 08-301 pour l'exposition Q4 relative à la résistance aux chocs et pour les pierres de dimensions courantes (surface < 0,60 m² et 0,80 m maximum de distance entre attaches) posées en soubassement :
    - 40 mm pour une pierre présentant une résistance aux attaches (mesurée conformément à la norme NF B 10-514 sur une pierre d'épaisseur 30 mm) > 100 daN ;
    - 30 mm pour une pierre présentant une résistance aux attaches (mesurée conformément à la norme NF B 10-514 sur une pierre d'épaisseur 30 mm) > 150 daN.

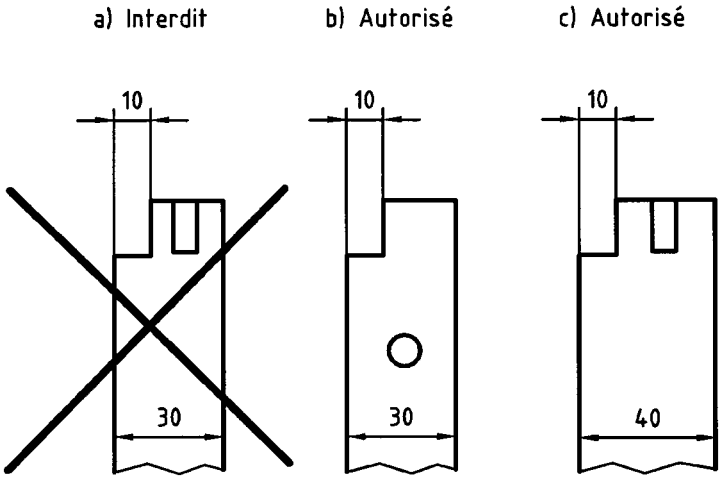
1
Pour respecter la prescription d'épaisseur minimale, l'épaisseur nominale doit être supérieure et est par suite à fixer en tenant compte des tolérances de fabrication et du traitement de surface.

2
Cette limitation de hauteur (correspondant à l'épaisseur de 20 mm) au-dessus des parties horizontales telles que sol, perron, balcon, loggia, terrasse, etc., susceptibles d'arrêter la chute éventuelle de plaques, diminue les risques de ce point de vue.

Figure 1 Exemple de réduction de l'épaisseur de la dalle

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Dimensions en millimètres



4.1.2.2.2 Dimensions des plaques
Les plaques de grand format (supérieur à 1 m²) ou dont les dimensions de longueur et largeur sont dans un rapport supérieur à trois doivent faire l'objet d'une justification particulière en ce qui concerne la résistance en flexion, la résistance en traction simple et la résistance au déversement. Le rapport de trois n'est pas applicable pour les plaques de faible largeur (retour de tableau ou voussures de baies).

4.1.2.2.3 Tolérances sur les caractéristiques géométriques
Ces tolérances sont définies dans les textes suivants :
- Pierres calcaires : NF B 10-401 ;
- Roches marbrières : NF B 10-402 ;
- Autres pierres : en l'absence de normes spécifiques, on se référera à la norme NF B 10-401.

4.1.3 Matériaux utilisables à l'intérieur

4.1.3.1 Caractéristiques mécaniques et physiques
Les caractéristiques minimales sont fixées par la norme XP B 10-601.

4.1.3.2 Caractéristiques dimensionnelles

4.1.3.2.1 Épaisseur minimale
L'épaisseur minimale doit être en tout point supérieure à 17 mm pour les murs de hauteur maximale inférieure à 6 m et à 27 mm pour les murs de hauteur supérieure à 6 m.

4.1.3.2.2 Dimension des plaques
Pour les dalles rectangulaires, le rapport de la longueur à la largeur ne doit pas dépasser cinq sauf dans le cas d'habillage d'éléments étroits (poutres, poteaux).

4.1.3.2.3 Tolérances sur les caractéristiques géométriques
Ces tolérances sont celles indiquées en 4.1.2.2.3.

4.2 Isolants thermiques
L'isolation thermique est constituée d'éléments isolants préfabriqués rigides ou semi-rigides.
NOTE
Le choix des caractéristiques de l'isolant thermique est de la responsabilité du concepteur et doit être prescrit dans les documents particuliers du marché.
Ces caractéristiques doivent prendre en compte :
- les risques de condensation ;
- la bonne tenue en présence d'eau ; les panneaux constituant la couche isolante doivent être non hydrophiles ;
- l'isolation thermique R requise pour la paroi ;
- les exigences de la réglementation incendie (ceci concerne notamment les établissements recevant du public dans lesquels le

recoupement de la lame d'air est accepté).

Les caractéristiques de l'isolant doivent être au moins égales à I1 S1 O2 L2 E1 par référence au classement ISOLE, défini dans le cadre de la certification des isolants par l'ACERMI (Annexe 2 du Règlement Technique de la Certification des Matériaux Isolants Thermiques de Bâtiment - ACERMI - 4, avenue du Recteur Poincaré - 75782 PARIS Cedex 16).

4.3 Agrafes

Les métaux utilisés pour ces agrafes doivent être inoxydables dans la masse :

- acier inoxydable austénitique du type X5 CrNi 18-10 (1.4301) ;
- zintane (dans ce cas l'agrafe doit être associée à une fixation mécanique en zamak, NF A 55-010).

NOTE
Dans le cas d'utilisation du zintane, il faut éviter tout contact avec les armatures du béton.
Dans le cas d'un ensemble agrafe et cheville, il faut s'assurer que le couple électrolytique est suffisamment faible pour ne pas entraîner la destruction de la liaison.
Un tel couple est en outre susceptible de précipiter les sels chimiques dissous par l'eau dans le support et le mortier. Ces sels cheminent à travers les plaques et viennent provoquer des efflorescences sur le parement extérieur.

4.4 Attaches

Les métaux utilisés pour ces attaches doivent être inoxydables dans la masse, selon la NF EN 10088, en ayant une résistance à la corrosion égale ou supérieure à celle des nuances suivantes :

a parties des attaches en contact avec les plaques, visibles ou non :
b acier inoxydable austénitique du type X5 CrNi 18-10 (1.4301) ;
c parties des attaches non en contact avec la plaque et non visibles :
d acier inoxydable ferritique à 12 % de chrome (1.4003).

Dans le cas particulier de l'atmosphère marine ou industrielle corrosive, les parties en contact avec la plaque, visibles ou non, doivent être en acier austénitique au molybdène type X5 Cr Ni Mo 17-12.2 (ou inox 1.4401).
NOTE
On entend par situation en atmosphère marine une construction située à moins de 3 km du littoral.

4.5 Ossature intermédiaire

4.5.1 Ossature

Deux cas sont à distinguer :

- revêtement extérieur : l'ossature doit être constituée de profilés métalliques en aluminium (ou alliages d'aluminium) ou en acier inoxydable massif selon la norme NF EN 10088. La nuance d'acier inoxydable utilisée sera au minimum du type ferritique à 12 % de chrome. Sa composition précise sera donnée conformément à cette norme en fonction de la qualité nécessitée par les techniques de mise en oeuvre retenues (par exemple : soudage, boulonnage).
- Dans le cas de l'aluminium, les profils doivent être conformes aux normes NF EN 754-2, NF EN 755-2 et NF A 50-710 s'ils sont filés, et aux normes NF EN 485-2 et NF A 50-506 s'ils sont formés à partir de laminés.
- revêtement intérieur : l'ossature doit être constituée de profilés métalliques protégés contre la corrosion s'il s'agit d'acier au carbone ou nus s'il s'agit d'aluminium ou ses alliages ou encore d'aciers inoxydables comme indiqué ci-dessus.

4.5.2 Liaison ossature-plaque

Elle est constituée par des pièces métalliques : fils, plats ou pièces élaborées de nature conforme à 4.4 a).
Pour les revêtements intérieurs, le métal doit être protégé contre la corrosion.

5 Dispositions constructives générales

5.1 Généralités

Il est ménagé entre le revêtement et le support ou le matériau intermédiaire décrits ci-dessous une lame d'air ventilée.
Entre les plaques et le support, il peut, le cas échéant, être interposé un ou plusieurs matériaux destinés à améliorer l'isolation thermique et/ou assurer l'étanchéité.
En partie haute, on doit protéger des intempéries la tranche supérieure du revêtement, l'espace entre revêtement et support et la couche d'isolation éventuelle.

5.2 Supports

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

5.2.1 Généralités
Les supports exécutés en général par l'entreprise de gros oeuvre sont des ouvrages résistants en maçonnerie ou béton, décrits ci-dessous, et dont la stabilité propre est assurée par ailleurs, sur lesquels sont fixés par les divers procédés indiqués dans la suite du document (Articles 6 et 7) , les revêtements muraux attachés en pierre mince et éventuellement les couches d'isolation thermique et d'étanchéité.

5.2.2 Caractéristiques géométriques et tolérances des supports
Lorsqu'il n'est pas prévu d'ossature intermédiaire, l'entrepreneur de revêtement doit s'assurer que les caractéristiques géométriques et les tolérances des supports sont conformes à 5.2.2.1 ou 5.2.2.2.

5.2.2.1 Supports en maçonnerie
Les caractéristiques et tolérances sont précisées dans la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1).
Les épaisseurs de paroi doivent être conformes aux prescriptions de cette norme (cas de l'isolation par l'intérieur) ou du Cahier n° 1833 du CSTB (cas de l'isolation par l'extérieur).
En particulier pour ce qui concerne l'aplomb, la XP P 10-202-1 en 5.1 indique que les écarts sur la verticalité d'un parement (verticalité d'une face de mur) doivent être inférieurs à 1,5 cm sur une hauteur d'étage destinée à rester apparente.

5.2.2.2 Supports en béton
Les caractéristiques et tolérances sont définies dans :
- la norme NF P 18-201 (Référence DTU 21) ;
- la norme NF P 18-210 (Référence DTU 23.1).

Les épaisseurs de paroi en béton banché doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF P 18-210 (Référence DTU 23.1) (cas de l'isolation par l'intérieur) ou du cahier n°1833 du CSTB (cas de l'isolation par l'extérieur).
En particulier en ce qui concerne l'aplomb, la NF P 18-201 (Référence DTU 21) en 5.11 indique que les écarts sur la verticalité d'un parement (verticalité d'une face de poteau sur une hauteur d'étage) doivent être au plus égaux à 2 cm.
La NF P 18-210 (Référence DTU 23.1) en 3.3 indique qu'en ce qui concerne le cumul des tolérances sur la hauteur d'un mur de façade, n'importe quel point du plan axial d'un mur ne doit pas s'écarter de plus de 6 cm (distance mesurée horizontalement) de son tracé théorique sur plan.
En ce qui concerne l'état de surface, la qualité du parement doit être au moins celle définie pour le « parement soigné » (voir 5.2.1 de la norme NF P 18-201).

5.3 Isolation thermique

5.3.1 Généralités
Dans les constructions courantes, le respect de la Réglementation thermique nécessite l'incorporation d'une couche d'isolation thermique dans les parois de l'enveloppe extérieure. Cette couche peut être placée sur la face extérieure ou intérieure du support. Seul le cas où l'isolant est placé sur la face extérieure du support (derrière le revêtement) est visé dans le 5.3 du présent document.

5.3.2 Constitution
Cette couche est constituée d'éléments isolants préfabriqués rigides ou semi-rigides, tels que décrits en 4.2 , fixés sur le support en maintenant une lame d'air d'épaisseur ≥ 2 cm.

5.3.3 Fixation
La fixation doit assurer la mise en place de l'isolant, notamment, compte tenu de ses caractéristiques, pour éviter son fluage. Elle peut être réalisée mécaniquement ou par collage.
Les panneaux doivent être posés jointifs et plaqués contre le support sans laisser d'espace d'air entre celui-ci et l'isolant.

5.3.3.1 Fixation des panneaux de laine minérale
Les panneaux sont posés horizontalement ou verticalement. Il faut prévoir au minimum deux fixations par panneau, dont au moins une traversante s'il s'agit de chevilles-étoiles, et une densité minimale de deux fixations par mètre carré.
Pour les éléments découpés, on peut admettre une seule fixation lorsque la plus grande dimension n'excède pas 35 cm.

5.3.3.2 Fixation des plaques d'isolants alvéolaires
Leur fixation s'effectue soit par chevilles-étoiles à raison de deux au minimum par mètre carré et par plaque, soit par collage au moyen d'un mortier-colle conformément à ceux visés dans les Avis Techniques relatifs aux enduits minces sur isolant (pour les isolants correspondants).

5.3.3.3 Fixation des isolants en points singuliers
Aux points singuliers et pour les éléments découpés, la densité des fixations est augmentée, de même que pour les bâtiments de hauteur supérieure à 40 m.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

En sites exposés et dans les zones d'action locales du vent telles que décrites par les Règles NV 65 (DTU P 06-002), le nombre de fixations sera porté à quatre par panneau ou plaque.

5.4 Compatibilité mécanique entre systèmes de fixations, supports et couches d'isolation et revêtement

5.4.1 Support sans couche d'isolation extérieure

Tableau 1

Types de supports	Types de fixations				
	Agrafes avec polochons		Attaches sans polochons		Ancrage sur ossature intermédiaire
	Scellées	Fixées mécaniquement	Scellées	Fixées mécaniquement	
Béton armé ou non	X	X	X	X	X
Béton de granulats légers	X	(1)	X	(1) (2)	X
Briques pleines ou perforées	X	(2)	X	(2)	X
Blocs pleins ou perforés de béton de granulats courants ou légers	X	(2)	X	(2)	X
Briques creuses et blocs de terre cuite. Blocs creux de béton de granulats courants ou légers	/	/	/	(2)	X
Maçonnerie de pierre naturelle	X	(2)	X	(2)	X
Blocs en béton cellulaire autoclavé	/	/	/	(2)	X
Structure bois	/	/	/	(2) (3)	X
Structure métallique	/	/	/	(3)	X

X = admis

/ = non admis

1) Acceptable dans la mesure où la résistance caractéristique est au minimum de 15 MPa en compression à 28 jours.

2) Ces attaches, notamment leurs fixations dans le support, doivent faire l'objet de justifications particulières pour le support concerné : Avis Technique ou Agrément Technique Européen. À défaut, elles doivent être décrites dans un Cahier des Charges visé favorablement par un Contrôleur Technique et servant alors de base à l'accord entre les parties ; dans ce cadre, sur un support non connu, il pourra être procédé à une campagne d'essais d'arrachement in situ en s'inspirant du cahier n ° 1661 du CSTB Juillet-Août 1980 « GS7 - Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation de bardage rapporté ».

3) Possible à condition que la structure réponde aux spécifications requises dans le cas d'ossature intermédiaire.

5.4.2 Support avec couche d'isolation extérieure

Tableau 2

Types de supports	Types de fixations				
	Agrafes avec polochons		Attaches sans polochons		Ancrage sur ossature intermédiaire
	Scellées	Fixées mécaniquement	Scellées	Fixées mécaniquement	
Béton armé ou non	/	/	X	X	X
Béton de granulats légers	/	/	X	(1) (2)	X
Briques pleines ou perforées	/	/	X	(2)	X
Blocs pleins ou perforés de béton de granulats courants ou légers	/	/	X	(2)	X
Briques creuses et blocs de terre cuite. Blocs creux de béton de granulats courants ou légers	/	/	/	(2)	X
Maçonnerie de pierre naturelle	/	/	X	(2)	X
Blocs en béton cellulaire autoclavé	/	/	/	(2)	X
Structure bois	/	/	/	(2) (3)	X
Structure métallique	/	/	/	(3)	X

X = admis

/ = non admis

1) Acceptable dans la mesure où la résistance caractéristique est au minimum de 15 MPa en compression à 28 jours.

2) Ces attaches, notamment leurs fixations dans le support, doivent faire l'objet de justifications particulières pour le support concerné : Avis Technique ou Agrément Technique Européen. À défaut, elles doivent être décrites dans un Cahier des Charges visé favorablement par un Contrôleur Technique et servant alors de base à l'accord entre les parties ; dans ce cadre, sur un support non connu, il pourra être procédé à une campagne d'essais d'arrachement in situ en s'inspirant du cahier n ° 1661 du CSTB Juillet-Août 1980 « GS7 - Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation de bardage rapporté ».

3) Possible à condition que la structure réponde aux spécifications requises dans le cas d'ossature intermédiaire.

5.5 Classement vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau et à l'air des murs de façade comportant un revêtement mural attaché en pierre mince avec paroi support lourde

Le volume situé à l'arrière de la paroi extérieure en pierre mince en vis-à-vis de la paroi intérieure lourde étant généralement ventilé, cette paroi extérieure n'a pas nécessairement à satisfaire aux performances de perméabilité à l'air ou d'étanchéité à l'eau. Cependant, la présence d'une lame d'air ventilée derrière le revêtement, qui constitue une coupure de capillarité, améliore sensiblement la résistance de la façade à la pénétration des eaux de pluie.

NOTE

Les parois sont classées en fonction de leur exposition à la pluie et au vent pour les deux types de supports suivants :

- en maçonnerie ;
- en béton banché.

Le guide en Annexe B permet de :

- définir ces classements ;
- préciser les règles de conception et de réalisation tant de la paroi intérieure que de la paroi extérieure ainsi que leur association ;
- fournir aux maîtres d'ouvrages et concepteurs des indications permettant de guider leur choix.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

5.6 Dossier technique - plans

Un dossier technique et des plans doivent être établis par l'entreprise de pose et avoir l'accord du Maître d'oeuvre, notamment :

- la conformité de la pierre aux prescriptions de la norme XP B 10-601 ;
- les plans de pose et de calepinage des plaques de pierre avec l'emplacement des joints souples ;
- les caractéristiques et emplacements des agrafes ou attaches ;
- les détails et prescriptions du dispositif d'ancrage, en particulier dans le cas de chevilles ;
- les dispositifs d'accrochage au droit des points singuliers (pierres en bordure de joints de dilatation, d'angles, joints souples, etc.).

5.7 Passage et positionnement des canalisations

Les fourreaux destinés au passage de canalisations (plomberie, tubes électriques, eaux pluviales, etc.) sont prévus et mis en place avant la pose du revêtement.
NOTE
A défaut de fourreaux, il peut être prévu la mise en place des tuyaux eux-mêmes ou l'aménagement d'une ouverture.

Les canalisations devant rester apparentes sont normalement posées après le revêtement. Dans le cas contraire, il est ménagé le jeu nécessaire pour permettre la pose correcte du revêtement.
Ces canalisations sont fixées sur le support.

5.8 Enseignes et éléments divers rapportés

La fixation ne doit pas être faite sur le revêtement mais directement sur le support ou sur une ossature intermédiaire.

6 Revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons

6.1 Généralités

Ces revêtements sont attachés au support par des agrafes métalliques enrobées dans un polochon.
Les agrafes sont soit scellées au mortier dans le support, soit fixées mécaniquement dans une cheville ancrée dans le support.
Les polochons sont à base soit de mortier dans le cas de revêtements extérieurs, soit de plâtre ou mortier dans le cas de revêtements intérieurs à l'abri de l'humidité.

6.2 Prescriptions minimales et limites d'emploi

Ce système n'est admis que si les conditions suivantes sont respectées simultanément :

- absence d'une couche d'isolation côté extérieur du mur support ;
- si les joints entre les pierres sont laissés vides :
  - bâtiments en situation a, b, c seulement ;
  - hauteur limite 18 m ;

  NOTE
  Les situations a, b, c et d sont définies dans les annexes Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site » des normes XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) et NF P 18-210 (Référence DTU 23.1).

- si les joints entre les pierres sont remplis :
  - bâtiments en situation a, b, c, d ;
  - hauteur limite 28 m ;

- surface maximale des plaques 1 m² ;
- plus grande dimension des plaques 1,40 m ;
- distance entre le dos de la plaque et le support 2 cm à 5 cm ;
- NOTE
- Dans le cas de revêtement particulièrement exposé aux chocs (socle, soubassement, etc.), la lame d'air peut être remplie de mortier ou comporter des polochons supplémentaires, à condition de prévoir l'évacuation des eaux d'infiltration éventuelles de la partie en élévation.
-

6.3 Supports admissibles

6.3.1 Agrafes scellées

Les supports sont définis en 5.4.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

6.3.2 Agrafes fixées mécaniquement par chevilles

Les supports sont définis en 5.4.

6.4 Dimensionnement, nombre et nature des agrafes

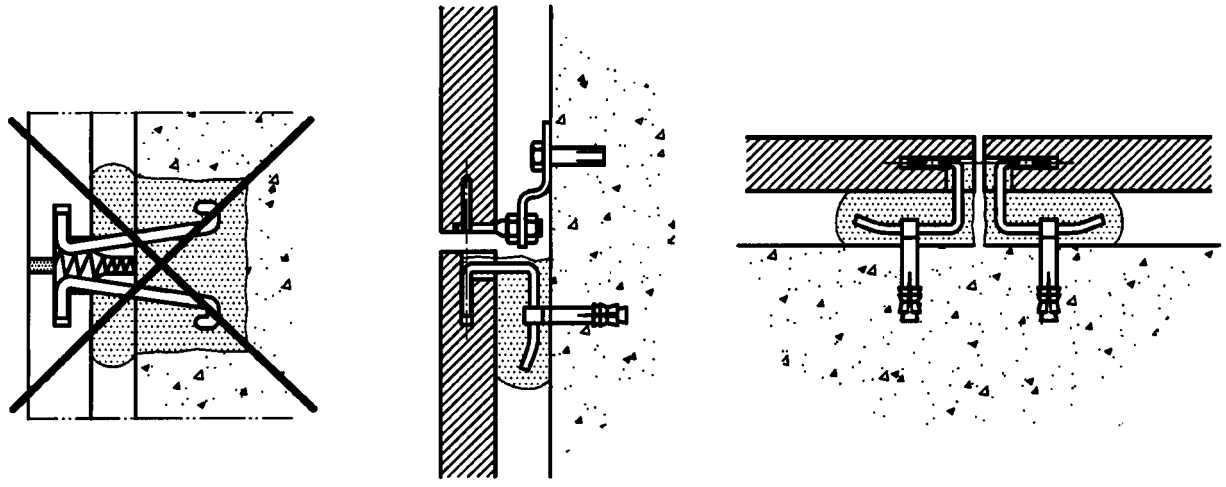
6.4.1 Dimensionnement et nombre des agrafes

NOTE
Le dimensionnement par le calcul de ce type d'attache est pratiquement impossible.

a Diamètre des agrafes
b Pour des raisons de durabilité, le diamètre des fils ne doit pas être inférieur à 4 mm en extérieur et à 3 mm en intérieur ;
c NOTE
d On utilise généralement des fils de diamètre :

- 4 mm pour les pierres de 20 mm ;
- 5 mm pour des pierres de 30 mm à 40 mm ;
- 6 mm au delà.

e Nombre d'agrafes
f En partie courante, les agrafes sont en nombre de quatre par plaque. Elles sont fixées dans les chants horizontaux ou verticaux des plaques. Celles qui sont fixées dans le chant horizontal supérieur ne peuvent assurer qu'une fonction de retenue. Celles qui sont fixées dans le chant horizontal inférieur ont une fonction porteuse.
g Au droit des joints de fractionnement, deux agrafes intéressant des plaques voisines ne doivent pas être enrobées dans un même polochon.
h Au droit des joints de fractionnement horizontaux, l'attache porteuse est obligatoirement métallique sans polochon, et le polochon d'enrobage de l'attache de retenue ne doit ni dépasser le joint de fractionnement, ni l'obturer même partiellement.
i Au droit des joints de fractionnement verticaux, deux agrafes intéressant des plaques voisines ne doivent pas être enrobées dans un même polochon.
j
k Figure 2 Exemples d'accrochage au droit du joint souple horizontal et vertical
l
m



1 2

a) Agrafes porteuses sur chants horizontaux et verticaux interdites

b) Pattes porteuses sur chants horizontaux

c) Agrafes porteuses indépendantes dans chants verticaux

Légende

1 Joint de fractionnement horizontal

n 2 Joint de fractionnement vertical
o
p

6.4.2 Nature des agrafes

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Les métaux utilisés pour les agrafes sont définis en 4.3.

6.5 Fixation des agrafes dans les supports

6.5.1 Fixation par scellement

Les agrafes fixées par scellement dans le support doivent être scellées au moyen de mortier de ciment ; en intérieur, à l'abri de l'humidité, elles peuvent être scellées au plâtre.
Le calepinage doit être étudié de manière à ce que les attaches d'une même plaque soient scellées dans un support de même nature.

6.5.1.1 Fixation dans les bétons armés ou non armés

Les trous de scellement peuvent être réservés à l'avance. Ils doivent être positionnés dans les zones à faible densité d'armatures ; pour cela, le calepinage doit tenir compte des plans d'armatures pour ne pas se trouver au droit des armatures principales. Ils peuvent être exécutés après coup.
Dans les zones à forte densité d'armatures où il ne peut être exécuté des trous de scellement, des dispositifs de fixation des attaches (telles que douilles, etc.) doivent être mis en place avant le coulage du béton.

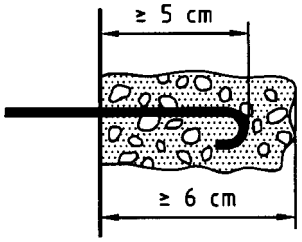
6.5.1.2 Fixation dans les maçonneries d'éléments

Les trous destinés au scellement sont généralement exécutés après coup en évitant les fissurations.

6.5.1.3 Trous de scellement - mortier de scellement

La profondeur des trous de scellement doit être d'au moins 6 cm afin d'assurer un ancrage de l'agrafe d'au moins 5 cm.

Figure 3 Scellement d'une agrafe



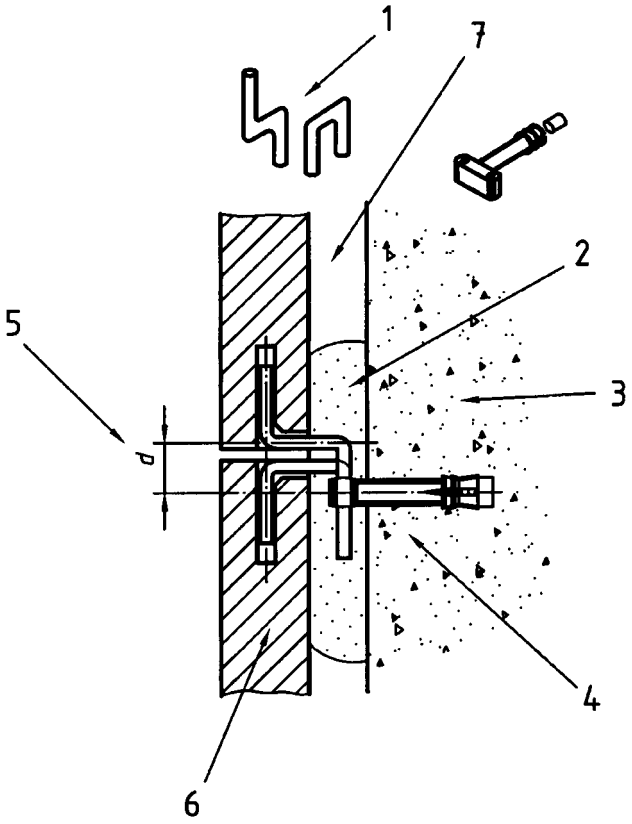
Leur diamètre doit permettre l'enrobage correct des agrafes (de l'ordre de 4 cm). En revêtement extérieur, le scellement des attaches est réalisé avec un mortier de ciment dosé à 400 kg/m.
Le mortier peut être aussi réalisé par un mélange de ciment CPA - CEM I ou CPJ - CEM II - A au filler et de ciment alumineux (mélange en proportion de 2 pour 10 environ en volume).
Les sables doivent être de granularité 0,08/2 et ou 0,08/3 et propres (ES 70).
Avant remplissage, les trous de scellement sont nettoyés et humidifiés.
En revêtement intérieur, le scellement peut être exécuté au plâtre à mouler gâché serré et filasse.

6.5.2 Fixation mécanique

L'ensemble agrafe/cheville constitue la fixation mécanique.
Les chevilles à expansion sont autorisées dans les supports en maçonnerie ou béton, sous réserve de justification de la résistance aux efforts de traction qu'elles doivent supporter, et de durabilité. (L'exemple de la cheville, de l'agrafe et de la visserie doit être constitué par des métaux de même nature et non corrodables.)
Les chevilles doivent faire l'objet de justifications particulières pour le support concerné : Avis Technique ou Agrément Technique Européen. A défaut, elles doivent être décrites dans un Cahier des Charges visé favorablement par un Contrôleur Technique et servant alors de base à l'accord entre les parties ; dans ce cadre, sur un support non connu, il pourra être procédé à une campagne d'essais d'arrachement in situ en s'inspirant du cahier n° 1661 du CSTB Juillet-Août 1980 GS7 - Détermination sur chantier de la charge maximale admissible applicable à une fixation de bardage rapporté ».
Une même cheville à expansion peut être associée à deux agrafes intéressant deux plaques voisines.
L'agrafe est accrochée sur la fixation de telle sorte que la transmission des efforts soit la plus directe possible avec une excentricité de 40 mm au maximum.

Figure 4 Exemple de coupe verticale avec agrafes dans un joint horizontal - Exemple de coupe horizontale avec agrafes dans un joint vertical

 © 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Agrafe de fil

2 Polochon de mortier

3 Mur support béton

4 Cheville de frappe à double œillet

5 Excentricité d ≤ 40 mm

6 Pierre

7 Vide d'air

6.6 Polochons

Les polochons entourent complètement les attaches et doivent recouvrir complètement les scellements lorsqu'ils existent. Leur diamètre est de l'ordre de 10 cm. Leur épaisseur est égale à celle du vide entre la pierre et le support.
Le mortier (ou plâtre) de composition identique à celle du mortier de scellement a une consistance ferme pour se maintenir en place pendant la pose des plaques en évitant la chute de déchets dans la lame d'air.
Les polochons en plâtre sont interdits en revêtements extérieurs.
Les polochons continus sont interdits.

6.7 Fixation des plaques aux agrafes - trous de fixation

Elle se fait par pénétration de l'agrafe sur une longueur minimale de 25 mm dans un trou réservé sur le chant de la plaque, généralement échancré dans la partie arrière de la plaque.
Les trous cylindriques sont percés dans les chants de telle manière que :

- leur axe soit à mi-épaisseur de la plaque et à une distance des angles comprise entre 10 cm et 20 cm lorsqu'un même chant reçoit deux fixations ;
- leur diamètre soit supérieur de 0,5 mm à 3 mm à celui de l'agrafe ;
- l'épaisseur de pierre restante entre le bord du trou et chacune des deux faces soit au moins de 10 mm (à 1 mm près) pour les plaques d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 30 mm ;
- l'épaisseur de la pierre restante entre le bord du trou et chacune des deux faces soit au moins de 6 mm (à 1 mm près) pour les plaques d'épaisseur nominale 20 mm ;
- leur profondeur de percement soit de 30 mm au minimum et supérieure de 5 mm 1 mm à la longueur de pénétration de

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

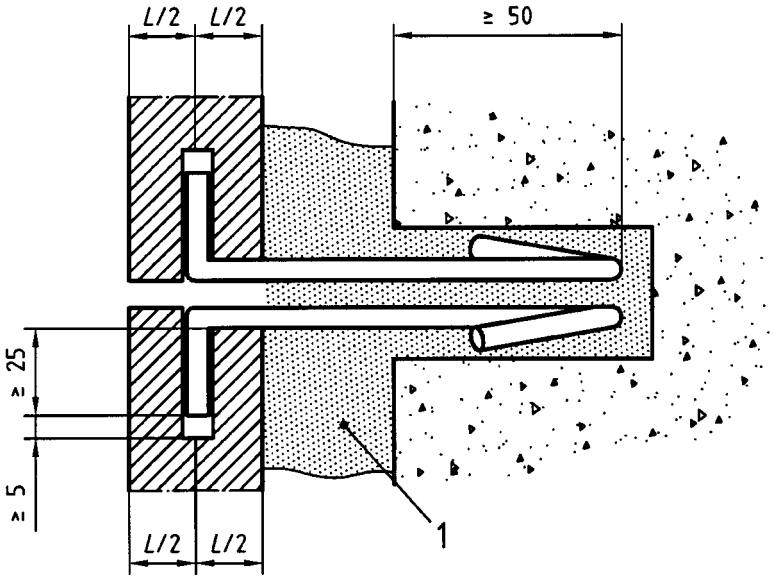
l'agrafe. Ils doivent être dépoussiérés après perçage.

Les trous sont implantés à l'aide d'un gabarit permettant de garantir leur position par rapport au parement de la plaque.
La distance de l'axe aux angles est fonction de la longueur du chant :

- l/4 si l 60 cm ;
- l/5 si 60 cm l 100 cm ;
- l/6 si l 100 cm.

Figure 5 Exemple d'agrafe scellée

Dimensions en millimètres



Légende

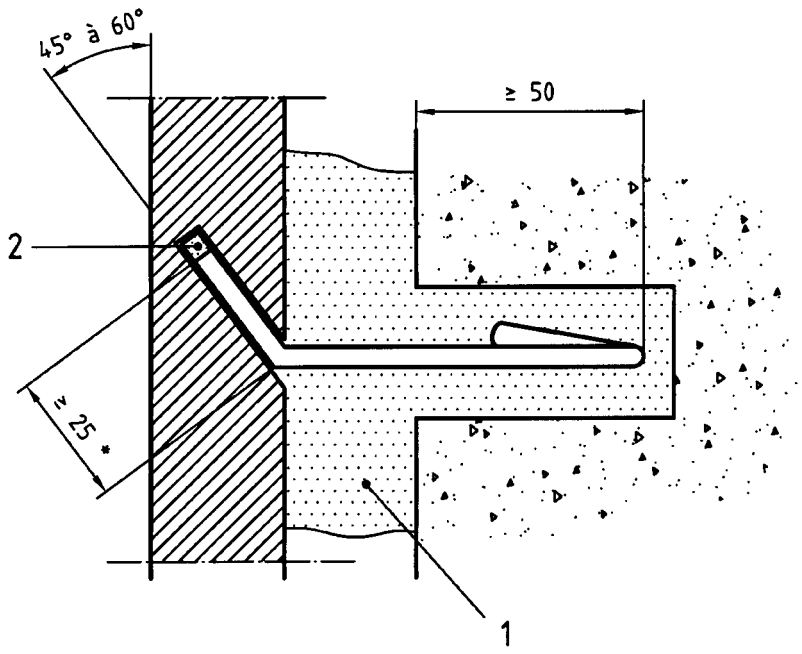
1 Polochon

Au cas où le diamètre des trous est supérieur de plus de 1 mm à celui de l'agrafe, les trous sont garnis par le produit de scellement (coulis de ciment, mortier-colle). En revêtement intérieur, ce peut être un coulis de plâtre lorsque les scellements dans le support sont au plâtre.
Lorsque l'agrafage sur les chants est impossible, des trous borgnes inclinés (agrafage en culotte ») peuvent être exécutés sur la face arrière. Pour les pierres d'épaisseur nominale 20 mm, la longueur de pénétration de l'agrafe peut, dans ce cas, être réduite à 17 mm.

Figure 6 Exemple d'agrafe en culotte

© 2007 CSTB - Imprimé par :

Dimensions en millimètres



Légende

1 Polochon

2 Mortier colle ou résine

*) Pour les pierres de 20 mm d'épaisseur, cette valeur est réduite à 17 mm.

6.8 Joints

6.8.1 Généralités

Dans le système de revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons où les plaques voisines sont solidaires de façon rigide même si les joints entre plaques sont ouverts, il faut ménager des joints souples de fractionnement dans le revêtement en complément des joints courants entre plaques (voir Article 8).

6.8.2 Joints courants entre plaques

Ces joints peuvent être garnis au mortier de ciment. Leur épaisseur minimale est de 5 mm et leur épaisseur maximale est limitée à 10 mm.
Dans le cas de façades courbes, les joints doivent avoir une largeur minimale de 6 mm dans leur partie la plus étroite, pouvant être réduite à 3 mm au niveau de l'attache.
Dans le cas de joint au mortier, celui-ci doit avoir un faible retrait et ne pas tacher la pierre. Le rejointoiement doit se faire après pose de toute la hauteur de la travée de façade entre deux joints souples ou arrêts du revêtement.
Toutes les cales de réglage utilisées pour la pose doivent être retirées avant le rejointoiement d'une travée.

6.8.3 Joints souples de fractionnement et joints de dilatation

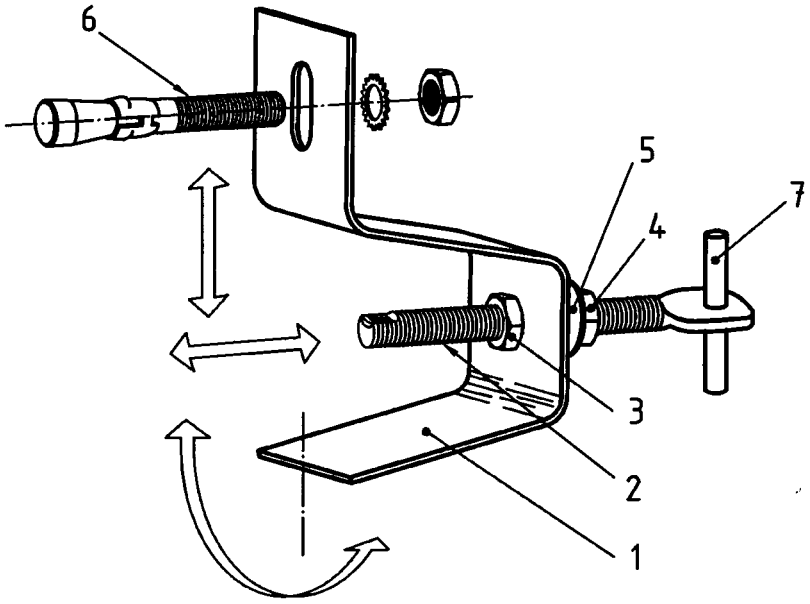
Voir Article 8 ci-après.

7 Revêtements fixés par attaches métalliques sans polochon

7.1 Généralités

Les fixations des revêtements par des attaches métalliques fonctionnant sans intervention d'un polochon sont de deux types :

- soit les attaches métalliques sont fixées mécaniquement au support [en général par l'intermédiaire de chevilles (voir Figure 7)] ;
- Figure 7 Exemple d'attache métallique fixée mécaniquement au support
-

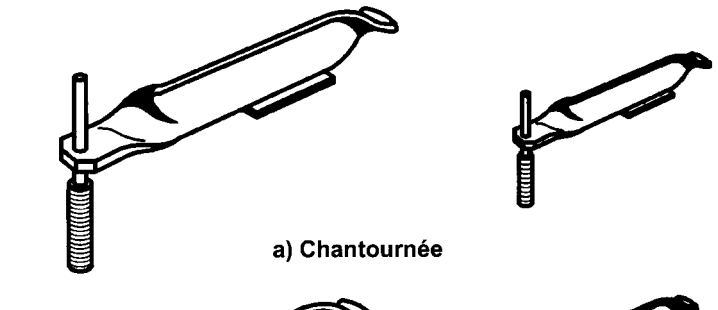


Légende

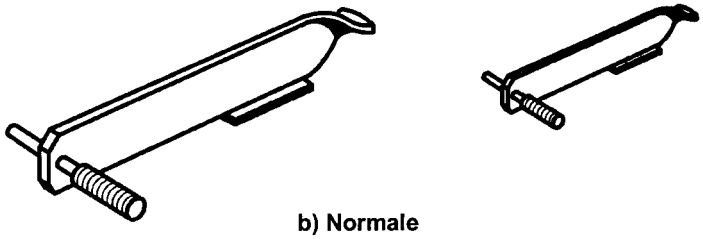
1 Corps
2 Tige support non démontable
3 Écrou fixé sur le corps
4 Écrou de blocage
5 Rondelle
6 Cheville
7 Ergot

soit les attaches métalliques sont scellées au mortier dans le support (voir Figure 8) .

Figure 8 Exemples d'attaches métalliques scellées au mortier dans le support



a) Chantournée



b) Normale

NOTE
Ces attaches travaillent en général en console pour supporter le poids de la plaque et en traction ou compression pour reprendre les efforts du vent.

Une attache pour revêtements portés est un dispositif qui, associé ou non à d'autres attaches, sert à fixer une ou plusieurs plaques de pierre à un support. Ce dispositif doit assurer les fonctions suivantes :

a supporter le poids du revêtement ;
b empêcher le déversement sous les efforts horizontaux, le vent notamment ;
c absorber les déformations différentielles entre revêtement et support, pour réduire les contraintes introduites dans le revêtement ;
d intervenir dans le comportement aux chocs (en situation d'accessibilité).

Les dispositifs d'attaches fixées mécaniquement au support sont constitués d'au moins trois parties :

a une fixation dans le support (par scellement à sec) ;
b un corps avec une partie réglable (tige filetée par exemple). La partie réglable doit être inséparable du corps de l'attache ;
c un dispositif de liaison à la pierre (ergot).

Les attaches métalliques scellées au mortier dans le support, généralement plus simples, sont constituées d'un plat métallique, chantourné ou non, qui forme le corps de l'attache et dont le scellement dans le support est assuré par l'intermédiaire de dispositifs appropriés (queue de carpe, etc.).
Des pièces assurent la liaison avec les plaques : ergots simples ou doubles.
Si nécessaire, une plaque de répartition permet de réduire la pression sous l'attache.

7.2 Prescriptions minimales et limites d'emploi

Une lame d'air minimale ventilée d'au moins 2 cm d'épaisseur doit être ménagée entre le dos de la pierre et le support ou l'isolant fixé sur le support.
Afin que les attaches permettent la reprise des déformations au droit de chaque plaque (ergots placés selon 7.5.1) ou lorsque les attaches fixent de façon indépendante les plaques de revêtements (attaches en culotte selon 7.5.2) , les joints entre plaques doivent rester ouverts ou être calfeutrés au mastic souple (à bas module).
Les joints ne peuvent être garnis au mortier que dans le cas de :

- bâtiments de hauteur 28 m ;
- surface maximale des plaques 1 m ;
- plus grande dimension des plaques 1,40 m.

7.3 Supports admissibles

Les supports admissibles respectivement pour les attaches fixées mécaniquement par chevilles et les attaches scellées au mortier sont définis dans les tableaux de 5.4.1 et 5.4.2.

7.4 Dimensionnement, nombre et nature des attaches

7.4.1 Dimensionnement et nombre d'attaches

7.4.1.1 Dimensionnement

a attaches métalliques fixées mécaniquement
b Les principes de dimensionnement des attaches sont donnés en Annexe A .

L'évaluation globale de l'aptitude à l'emploi du système d'attache en précise les limites en indiquant notamment :

1 les limites de déformation et contraintes admissibles de l'ensemble ;
2 la satisfaction aux prescriptions de résistance à la corrosion en fonction de la situation de la construction ;
3 les prescriptions relatives à la résistance aux chocs en fonction de la situation du revêtement dans la construction.

Un marquage apposé sur les attaches mises sur le marché doit permettre leur identification et leur rattachement au dossier technique.
Cette évaluation doit être faite dans le cadre d'un Avis Technique du système ou à défaut d'un cahier des charges visé favorablement par un organisme de contrôle agréé ;

a attaches métalliques scellées au mortier dans le support

La stabilité de l'attache est étudiée sous les trois aspects ci-dessous :

1 vérification des contraintes ;
2 flambement (sous l'effet compression + flexion) ;
3 déversement.

D'autres vérifications doivent être effectuées aux liaisons avec le revêtement ou le support :

1 tenue de l'ergot ou du dispositif équivalent ;
2 contrainte sous la patte de scellement ;
3 adhérence au mortier.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

7.4.1.2 Nombre d'attaches

En partie courante, les attaches sont au nombre de quatre par plaque. Elles sont fixées dans les chants horizontaux ou verticaux des plaques.
Un nombre plus important d'attaches peut être envisagé dans le cas de plaques de grandes dimensions (voir 4.1.2.2.2)

7.4.2 Nature des attaches

Les métaux utilisés pour ces attaches sont définis en 4.4 .

7.5 Fixation des plaques aux attaches

Il y a lieu de distinguer différents types d'attaches.
Dans le cas général, la fixation des plaques aux attaches doit être, si possible, invisible et se fait par ergots cylindriques placés dans les chants des plaques.
NOTE 1
Dans les cas de façades courbes, les attaches sont placées de préférence dans les joints horizontaux.

Lorsque les chants sont vus ou qu'ils ne peuvent recevoir de dispositif de fixation, les attaches sont placées en culotte » au dos des plaques (voir 7.5.2) ou bien des tiges de fixation traversent les plaques et sont alors apparentes (voir 7.5.3) .
NOTE 2
Les fixations insérées au dos des plaques dans les trous borgnes percés perpendiculairement au plan de parement ne sont pas visées par le présent document et relèvent de la procédure de l'Avis Technique, à l'exception des scellements de plus de 5 cm de profondeur dans les revêtements épais, réalisés de ce fait de façon classique.

7.5.1 Fixation des plaques par ergots dans les chants

7.5.1.1 Ergot

Un ergot est une tige cylindrique métallique de même nature que l'attache, de 4 mm à 8 mm de diamètre, dont la longueur doit permettre une pénétration minimale de 25 mm dans le chant d'une plaque.
NOTE
Diamètre 4 mm pour les pierres d'épaisseur 2 cm ;

- 5 mm pour 2 cm e 5 cm ;
- 6 mm pour 5 cm e 8 cm ;
- 8 mm pour e 8 cm.

L'ergot est dit simple s'il ne pénètre que dans une seule plaque ou double s'il est commun à deux plaques contigus.
L'ergot simple doit obligatoirement être rendu solidaire de l'attache alors que l'ergot double peut être amovible.
Les ergots pénètrent dans les chants verticaux ou horizontaux des plaques selon la position des attaches.
Des dispositions particulières (doublement des pattes, ergot plus gros et/ou plus long, etc.) doivent être prises lorsque les largeurs des joints sont importantes (plus de 10 mm).
Un dispositif de maintien de positionnement de l'ergot (épaulement, pincement, etc.) doit être incorporé à celui-ci.

7.5.1.2 Trous de fixation

Les trous cylindriques sont percés dans les chants de telle manière que :

- leur axe soit à mi-épaisseur de la plaque et à une distance des angles comprise entre 10 cm et 20 cm lorsqu'un même chant reçoit deux fixations ;
- leur diamètre soit supérieur de 0,5 mm à 3 mm à celui de l'ergot ou supérieur de 1 mm à celui du manchon de coulissement ;
- l'épaisseur de pierre restante entre le bord du trou et chacune des deux faces soit au moins de 10 mm (à 1 mm près) pour les plaques d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 30 mm ;
- l'épaisseur de pierre restante entre le bord du trou et chacune des deux faces soit au moins de 6 mm (à 1 mm près) pour les plaques d'épaisseur nominale de 20 mm ;
- leur profondeur de percement soit de 30 mm au minimum et supérieure de 5 mm 1 mm à la longueur de pénétration de l'ergot. Ils doivent être dépoussiérés après perçage.

NOTE
Les trous sont implantés à l'aide d'un gabarit permettant de garantir leur position par rapport au parement de la plaque.
La distance de l'axe aux angles est fonction de la longueur du chant :

- l/4 si l 60 cm ;
- l/5 si 60 cm l 100 cm ;
- l/6 si l 100 cm.

7.5.1.3 Liaisons ergot/plaque

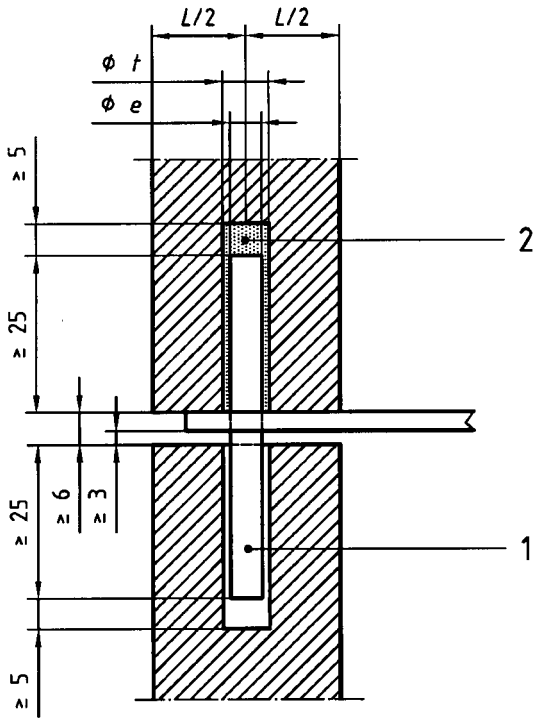
(Voir Figures 8 à 13.)

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

En partie courante, les plaques sont fixées en au moins quatre points au moyen d'ergots cylindriques introduits dans les chants verticaux ou horizontaux.
Dans le cas de fixations placées dans un joint horizontal, les ergots placés dans le chant supérieur d'une plaque doivent pouvoir coulisser pour permettre les déformations différentielles entre le revêtement et le support. Les ergots placés dans le chant inférieur d'une plaque sont fixes (voir Figures 12 et 14) .

Figure 12 Exemple de joint horizontal

Dimensions en millimètres



Légende

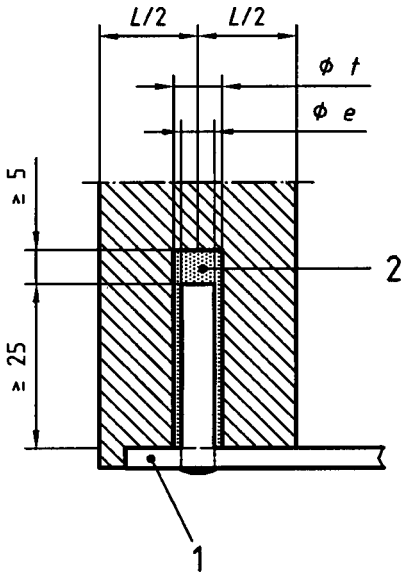
1 Ergot coulissant

2 Coulis ciment ou mortier colle

Figure 14 Exemple d'attache engravée

© 2007 CSTB - Imprimé par :

Dimensions en millimètres



Légende

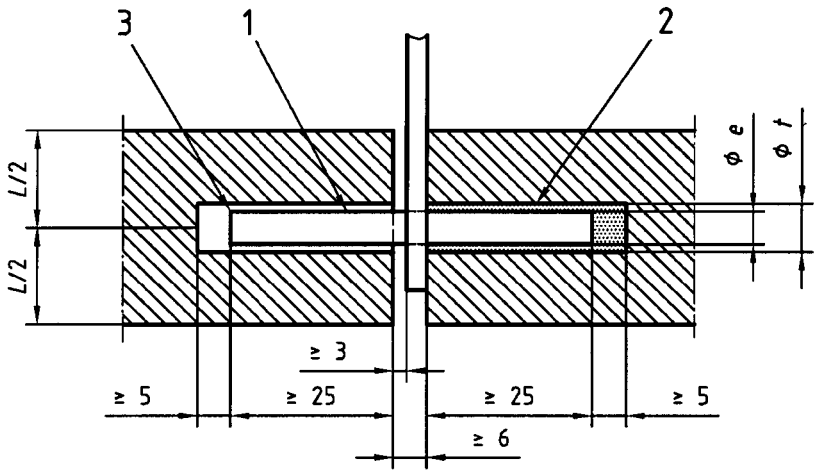
1 Engravure

2 Coulis ciment ou mortier colle

Dans les cas des façades courbes, les ergots doivent pénétrer dans les chants de façon à préserver le jeu dans les trous et éviter tout point dur.
Dans le cas de fixations placées dans un joint vertical, d'un côté la liaison se fait par des ergots fixes, et de l'autre par des ergots coulissants (voir Figures 9, 10, 11 et 13) .

Figure 9 Exemple de joint vertical sans manchon

Dimensions en millimètres



Légende

1 Ergot coulissant

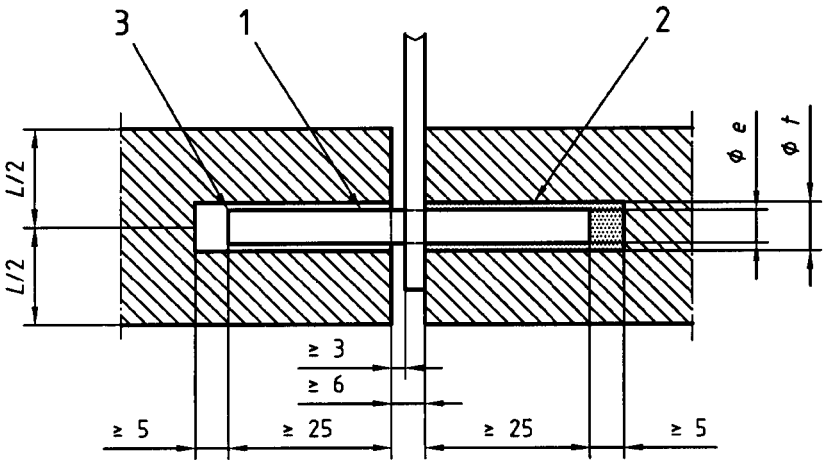
2 Coulis ciment ou mortier colle

3 $\varnothing_e + 0{,}5\ mm \leq \varnothing_t < \varnothing_e + 1\ mm$

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Figure 10 Exemple de joint vertical avec manchon

Dimensions en millimètres



Légende

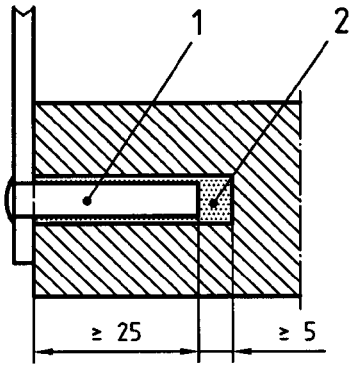
1 Ergot coulissant

2 Coulis ciment ou mortier colle

3 Manchon de coulissement

Figure 11 Exemple de joint vertical

Dimensions en millimètres



Légende

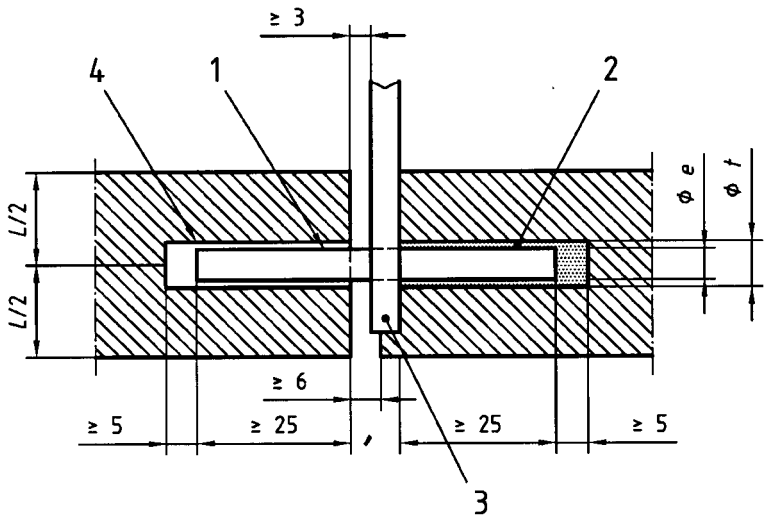
1 Ergot simple

2 Coulis ciment ou mortier colle

Figure 13 Exemple d'attache engravée

© 2007 CSTB - Imprimé par :

Dimensions en millimètres



Légende

1 Ergot coulissant

2 Coulis ciment ou mortier colle

3 Engravure

4 $\varnothing_t > \varnothing_e$ + (0,5 à 1 mm)

Les trous recevant les ergots fixes ont un diamètre supérieur de 0,5 mm à 3 mm au diamètre de l'ergot et sont remplis, lors de la pose de la plaque, d'un produit de scellement qui assure le blocage de l'ergot : coulis de ciment, mortier-colle.
Le reflux de produit de calage doit impérativement être éliminé du joint, en particulier au niveau de l'attache pour éviter tout point dur.
Le coulissement de l'ergot est réalisé :

- soit par coulissement direct si le diamètre du trou est supérieur d'au moins 0,5 mm au diamètre de l'ergot et inférieur au diamètre de l'ergot + 1 mm (voir Figure 9) ;
- soit par coulissement dans un manchon constitué d'un tube rigide borgne introduit dans un trou de diamètre supérieur d'au moins 0,5 mm au diamètre du manchon et inférieur au diamètre du manchon + 1 mm (voir Figure 10) .

Dans tous les cas, l'épaisseur de pierre restante entre le bord du trou et chacune des deux faces est au moins de :

- 10 mm à 1 mm près pour les plaques d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 30 mm ;
- 6 mm à 1 mm près pour les plaques d'épaisseur nominale 20 mm.

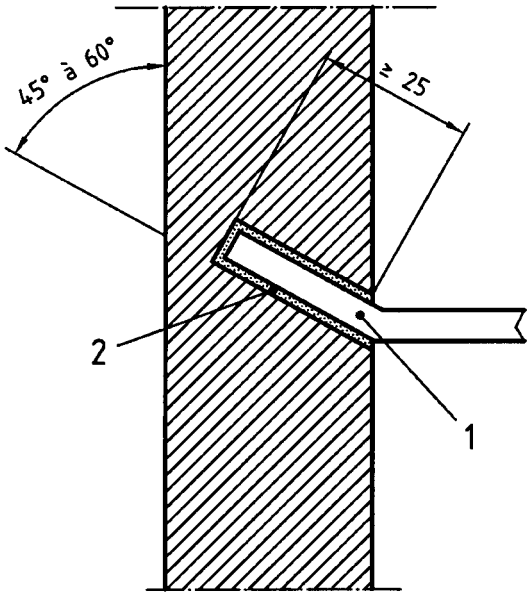
7.5.2 Fixation des plaques par attaches en culotte »

Lorsqu'il n'est pas possible de placer les attaches dans le chant des dalles, la fixation des plaques peut se faire par attaches en culotte » placées au dos des plaques.
L'attache en culotte » est une attache ayant son extrémité inclinée pour pénétrer dans le dos d'une plaque et la supporter à la manière d'un porte-manteaux.
L'inclinaison de l'attache est comprise entre 45° e t 60° par rapport au plan de la plaque.
La longueur de pénétration de l'attache dans la plaque doit être au minimum de 25 mm ; elle correspond aux deux tiers de l'épaisseur de la plaque avec un minimum de 10 mm de pierre en fond de culotte. Pour les pierres d'épaisseur nominale 20 mm, la longueur de pénétration de l'attache peut, dans ce cas, être réduite à 17 mm.
Le logement de l'attache dans la plaque est réalisé par perçage ou par sciage suivant que l'attache est cylindrique ou de section rectangulaire. Il est dépoussiéré.
La profondeur du logement correspond à la longueur de pénétration de l'attache dans la plaque.
Le diamètre du logement ou son épaisseur sont supérieurs de 1 mm à 3 mm au diamètre ou à l'épaisseur de l'attache.
Les attaches devant être scellées dans le mur support sont préalablement assemblées aux plaques par collage à la résine de synthèse ou par scellement au mortier-colle.
Les attaches préalablement fixées au mur support nécessitent un ajustage soigné en place, avant remplissage du logement au dos des plaques d'un produit de collage non coulant et mise en place des plaques sur les attaches.

Figure 15 Exemple d'attache en culotte »

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Dimensions en millimètres



Légende

1 Attache en culotte

2 Mortier colle ou résine

7.5.3 Fixation des plaques par tiges traversantes

La fixation des plaques aux attaches peut parfois être réalisée par des tiges traversant la plaque de part en part, mais ce dispositif reste plus ou moins apparent. Il est réservé pour le traitement des points singuliers ou dans le cas de réparation.
Ce dispositif nécessite une étude pour justifier les limites des déformations et des contraintes dans la pierre et la fixation.

7.6 Joints

7.6.1 Joints ouverts

Les joints peuvent être laissés ouverts afin de ne pas contrarier les mouvements entre plaques de revêtement. Ils doivent cependant à cet effet avoir une largeur minimale de 6 mm pouvant être réduite localement à 3 mm au niveau de l'attache, et leur largeur maximale est de 25 mm. Lorsque les attaches sont trop épaisses pour permettre de garantir cette largeur minimale de 3 mm (voir Figures 13 et 14) , la pierre est engravée au niveau de l'attache.
Avant démontage de l'échafaudage, ces joints doivent être débarrassés des cales de pose, coulures de ciment, reflux de remplissage de trous d'ergot et d'éléments divers pouvant gêner les déformations.

7.6.2 Joints calfeutrés au mastic souple

Les joints calfeutrés au mastic souple sont considérés comme permettant les mouvements entre plaques de revêtement, pour autant qu'ils répondent aux exigences suivantes :

- la largeur des joints entre plaques ne doit pas être inférieure à 6 mm. Elle peut être réduite localement à 3 mm au niveau de l'attache.
- Lorsque les attaches sont trop épaisses pour permettre de garantir cette largeur minimale de 3 mm, la pierre est engravée au niveau de l'attache ;
- avant calfeutrement, les joints doivent être débarrassés des cales de pose, coulures de ciment, reflux de remplissage des trous d'ergots et d'éléments divers pouvant gêner les déformations ;
- le choix du produit de calfeutrement et du fond de joint, la profondeur du calfeutrement et la mise en oeuvre de mastic sont conformes aux principes fixés pour les joints souples de fractionnement des revêtements tels que définis à l'Article 8.

7.6.3 Joints calfeutrés au mortier ou joints de largeur réduite

Des joints garnis au mortier de ciment, de chaux hydraulique, ou au mortier bâtard, ou de largeur inférieure aux valeurs prescrites de 7.6.1 et 7.6.2, conduisent à considérer le revêtement comme relevant des limites d'emploi fixées pour les revêtements attachés

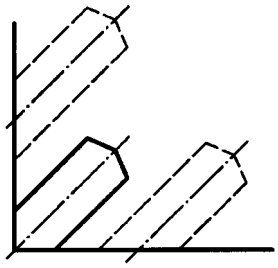
avec polochon :
- bâtiment de hauteur 28 m ;
- surface maximale des plaques 1 m ;
- plus grande dimension des plaques : 1,40 m.

Les joints calfeutrés au mortier ont une épaisseur minimale de 5 mm.
Les joints courants ne permettant pas alors d'absorber les déformations au droit de chaque plaque, il y a lieu de prévoir des joints souples de fractionnement dimensionnés, disposés et garnis comme il est indiqué dans l'article 8 ci-après. Les attaches placées dans ces joints souples de fractionnement ne devront pas empêcher les déformations.

7.7 Fixation des attaches par trous de scellement dans le support
La fixation des attaches se fait par scellement au mortier dans des trous du support.

7.7.1 Dimension des trous de scellement
Ces trous, généralement cylindriques, doivent permettre l'enrobage correct des attaches. Leur diamètre est de l'ordre de 4 cm. Leur profondeur doit être suffisante pour permettre un ancrage capable de reprendre les efforts appliqués. Elle est usuellement d'au moins 8 cm.
Au voisinage des arêtes du support, les trous doivent être placés en oblique.

Figure 16 Trous en oblique



7.7.2 Réservation des trous de scellement
Les trous de scellement peuvent être réservés à l'avance dans le béton armé ou non armé.
Dans les zones à faible densité d'armatures, ils peuvent être exécutés après coup sous réserve de ne pas endommager celles-ci.
Dans les maçonneries d'éléments pleins ou perforés, les trous de scellement sont en général exécutés après coup avec soin pour éviter les fissurations.

7.7.3 Mortier de scellement
C'est en général un mortier de ciment CPA - CEMI ou CPJ - CEM II A dosé à environ 400 kg/m. L'incorporation de ciment alumineux est admis dans des proportions limitées à 2/10 en volume.
Les sables doivent être propres (ES 70) de granularité 0,08/2 ou 0,08/3.
Avant remplissage, les trous sont nettoyés et humidifiés.

7.8 Fixation des attaches par chevilles rapportées dans le support
Les chevilles doivent faire l'objet d'un Avis Technique favorable ou d'un Agrément Technique Européen. A défaut, elles sont décrites par un Cahier des Charges visé favorablement par un organisme de contrôle agréé et servant de base à l'accord entre les parties, où il est précisé les caractéristiques de la cheville (notamment les efforts admissibles en fonction de la nature du support et les conditions de mise en oeuvre).
La cheville doit être en métal inoxydable dans la masse, y compris la partie encastrée dans le béton.

8 Joints de dilatation et joints souples de fractionnement
Lorsque le système d'attaches ne permet pas d'absorber, au droit de chaque plaque, les déformations différentielles entre le revêtement et son support, ce qui est le cas lorsque les plaques voisines sont solidarisées de façon rigide et/ou que les attaches elles-mêmes n'autorisent pas un tel mouvement relatif, le revêtement doit être fractionné par des joints souples (vides ou remplis de mastic).
Ces joints sont donc à prévoir :
- pour les revêtements attachés par agrafe et polochon, avec joints garnis de mortier ou non (voir 6.8.1) ;
- pour les revêtements fixés par attaches métalliques avec joints garnis de mortier (voir 7.6.3).

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

8.1 Implantation des joints souples

8.1.1 Pour l'ensemble des revêtements

Les joints du support (dilatation ou fractionnement) doivent être repris dans le revêtement (y compris dans les polochons), sensiblement aux mêmes emplacements et dans la même largeur.
Les polochons, le cas échéant nécessaires, ne doivent pas être exécutés à cheval sur ces joints mais de part et d'autre.
Pour éviter la mise en compression du revêtement directement par le support, des joints souples doivent également être prévus autour de toutes les saillies de façade (appuis, balcons, bandeaux, linteaux), en particulier au départ des revêtements sur le plancher ou le sol et sous plafond dans le cas des revêtements intérieurs.
Enfin, des joints souples doivent être exécutés en cas de changement de support risquant d'entraîner des mouvements différentiels sensibles.

8.1.2 Cas des revêtements ne permettant pas une libre déformation entre plaque (voir article 8)

En plus des joints ci-dessus, ces revêtements ne permettant pas une libre déformation au droit de chaque plaque, on s'efforcera de limiter les effets des variations dimensionnelles gênées en prévoyant l'exécution de joints souples horizontaux et verticaux délimitant des panneaux de surface réduite.

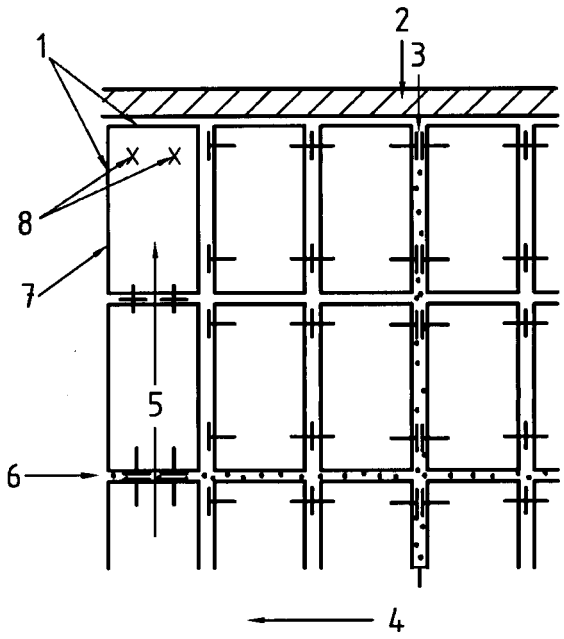
a les joints souples de fractionnement horizontaux sont à prévoir tous les 3 m environ (ou tous les niveaux en extérieur), tous les 6 m environ en intérieur.
b Dans le cas où des agrafes sont fixées dans les chants horizontaux bordant un joint souple de fractionnement, on remplacera les agrafes porteuses situées dans le joint souple par des attaches métalliques sans polochon (voir Figure 2 du 6.4.1) .
c NOTE
d La réalisation de ces joints souples horizontaux est incompatible avec le bon fonctionnement du système qui nécessite un enrobage de l'agrafe par le polochon.
e
f Le joint horizontal placé sous la première assise est laissé vide.
g NOTE
h Cette disposition est prévue pour assurer la ventilation de la lame d'air.
i
j les joints souples de fractionnement verticaux sont à prévoir tous les 8 m environ et aux extrémités des façades des bâtiments.
k Dans le cas des façades courbes, un joint souple doit être prévu tous les 4 m pour les rayons inférieurs à 15 m et tous les 6 m pour les rayons supérieurs à 15 m.
l En pignon, pour des longueurs allant jusqu'à environ 12 m, le joint intermédiaire peut être supprimé.
m Les pignons dont la longueur dépasse la valeur ci-dessus doivent être munis d'un joint souple vertical intermédiaire.
n Dans le cas des bandeaux revêtus, un joint souple doit être prévu :

- tous les 4 m pour les bandeaux courbes de rayon inférieur ou égal à 15 m ;
- tous les 6 m au-delà, et pour les bandeaux droits.

o des exemples d'implantation de joints souples de fractionnement dans le cas particulier des systèmes d'attaches ne permettant pas la déformation sont donnés sur les Figures suivantes :

- Fixations pour attaches métalliques (Figures 17 et 18) ;
- Figure 17 Exemple d'attaches disposées dans les chants verticaux
-
-

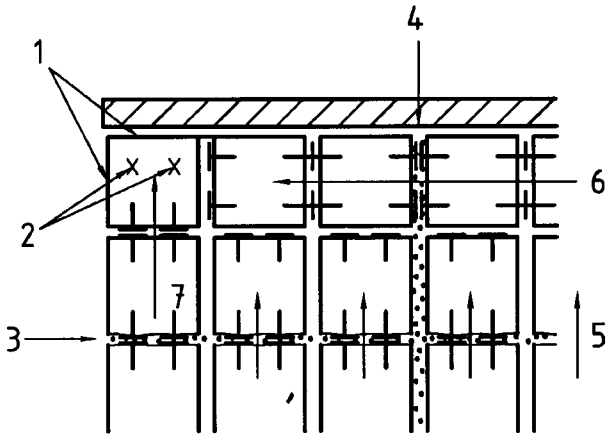
 © 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Bords libres
2 Bandeau
3 Joint souple vertical de fractionnement
4, 5 Sens de pose
6 Joint souple horizontal de fractionnement
7 Retour d'angle du bâtiment
8 Attaches «en culotte»

Figure 18 Exemple d'attaches disposées dans les chants horizontaux

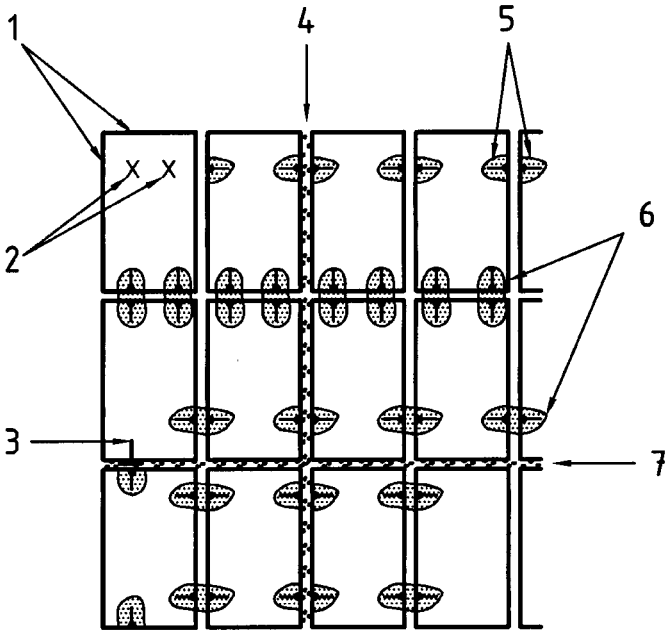


Légende

1 Chants vus
2 Attaches «en culotte»
3 Joint souple horizontal de fractionnement
4 Joint souple vertical de fractionnement
5, 6, 7 Sens de pose

© 2007 CSTB - Imprimé par :

- Fixations par agrafes et polochons (Figure 19).
- Figure 19 Exemple d'agrafes + polochons
-
-



Légende

1 Chants vus
2 Attaches «en culotte»
3 Patte porteuse (voir Figure 12)
4 Joint souple vertical de fractionnement
5 Agrafe + demi-polochon
6 Agrafe + polochon
7 Joint souple horizontal de fractionnement

-
-

8.1.3 Cas particuliers des revêtements étroits (habillages de poteaux, etc.)

Compte tenu de la sensibilité de ces revêtements étroits sous l'effet des mises en compression, il conviendra de veiller tout particulièrement au positionnement et à l'exécution des joints souples.
Il est rappelé que dans le cas où des agrafes porteuses (à polochons) sont fixées dans les chants horizontaux, les agrafes porteuses bordant un joint souple doivent être remplacées par des attaches métalliques sans polochon.

8.2 Choix du produit de calfeutrement des joints souples

Lorsqu'un joint souple est calfeutré, le dispositif comporte :

- un fond de joint, pour limiter la quantité de mastic à mettre en place ;
- un produit de calfeutrement mastic qui devra suivre les mouvements du joint sans les contrarier et sans se dégrader dans le temps.

Exigences concernant le fond de joint
Il doit :

- résister aux pressions exercées lors de la mise en oeuvre du mastic ;
- permettre le libre mouvement du mastic ;
- ne pas réagir chimiquement où physiquement sur les caractéristiques du mastic ;
- être imputrescible ;
- être compressible pour permettre sa mise en oeuvre ;
- résister aux intempéries (froid, chaleur, eau).

Le matériau du fond de joint est choisi parmi les mousses plastiques alvéolaires (polyuréthanne, polyéthylène).
Exigences concernant les mastics de calfeutrement
Ils doivent :

- adhérer au revêtement sans le tacher ;

- supporter les déformations du joint sans décollement ni fissure (bien que l'étanchéité ne soit pas un impératif) ;
- ne pas couler lorsqu'il est posé en joint vertical (bien qu'un certain fluage sous charge de longue durée permette de réduire les contraintes auxquelles le mastic est soumis) ;
- garder ses qualités d'adhésivité et de cohésion malgré l'eau, le froid et la chaleur (70 °C) ;
- présenter une surface lisse et non visqueuse.

NOTE
En l'absence d'une classification qui permettrait d'adapter les caractéristiques des mastics (allongement, reprise élastique, module d'élasticité, stabilité au coulage, sensibilité à l'eau, etc.) aux conditions de fonctionnement du joint (amplitude et sens des déformations, largeur initiale, exposition aux intempéries, etc.), et bien que l'étanchéité du joint ne constitue généralement pas un impératif en revêtement de pierre mince, il est d'usage courant de choisir les mastics parmi ceux reconnus aptes à étancher les joints de façade (maçonnerie, préfabrication).

Des vérifications complémentaires doivent permettre de définir s'il en est besoin un primaire pour assurer une bonne adhérence à la pierre et si la pierre ne risque pas d'être tachée par la migration de certains constituants du mastic ou du primaire.
Les produits les plus couramment utilisés sont ainsi :

- des mastics pâteux de type élastomère de première catégorie (pour une amplitude des déformations du joint ne dépassant pas 25 % de la largeur initiale) ;
- des mastics pâteux de type élastomère de deuxième catégorie (pour une amplitude des déformations du joint ne dépassant pas 12,5 % de la largeur initiale) ;
- des mastics pâteux de type plastique de première catégorie (pour une amplitude de déformations ne dépassant pas 12,5 % de la largeur initiale).

Dans le cas de joints horizontaux pour lesquels la déformation se fait surtout dans un sens (fluage de support), les élastomères seront choisis parmi ceux ayant un bas module d'élasticité (pour diminuer les contraintes parasites dans le revêtement).

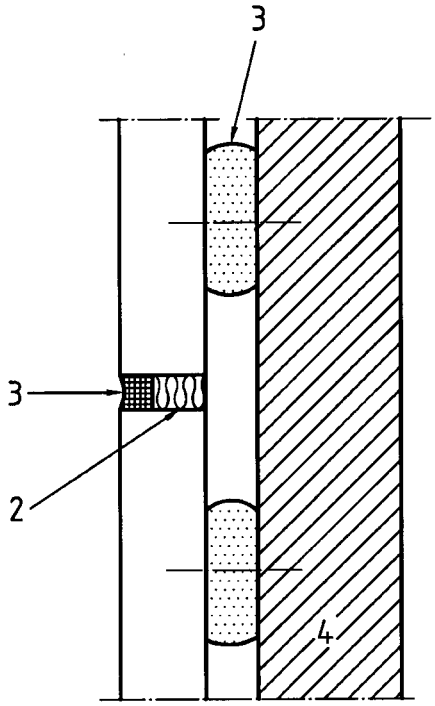
8.3 Exécution des joints souples

8.3.1 Généralités

Un joint souple peut être vide ou calfeutré au mastic.
Largeur des joints souples : elle n'est pas inférieure à 10 mm pour les joints horizontaux et 8 mm pour les joints verticaux. Ces largeurs peuvent être réduites localement au niveau des attaches respectivement à 7 mm et 5 mm. Si les attaches sont trop épaisses pour permettre de garantir ces largeurs minima, la pierre est engravée au niveau de l'attache.
Les joints souples intéressent toute l'épaisseur des plaques de pierre (Figures 20 et 21) .

Figure 20 Exemple de joint souple horizontal (agrafes sur chants verticaux)

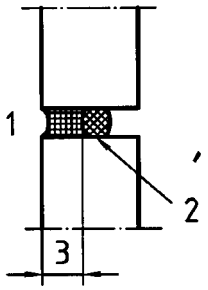
 © 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Mastic
2 Fond de joint
3 Polochons sur chants verticaux
4 Support

Figure 21 Détail d'un joint



Légende

1 Largeur
2 Fond de joint
3 Profondeur du mastic

8.3.2 Cas des joints souples calfeutrés

Le calfeutrement des joints souples est exécuté à la pompe à l'aide d'un mastic élasto-plastique ne tachant pas la pierre et choisi parmi ceux indiqués en 8.2 .

Profondeur du mastic (Figure 21) :

- avec les mastics élastomères, la profondeur minimale est de 5 mm. Pour les joints de plus de 12 mm de large, la profondeur est au moins égale à la moitié de la largeur ;
- avec les mastics plastiques de première catégorie, la profondeur minimale est de 8 mm. Si le joint a plus de 16 mm de large, la profondeur est au moins égale à la moitié de la largeur.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

La mise en oeuvre comprend :

- la mise en place du fond de joint, matériau compressible maintenu en retrait du parement pour délimiter le volume du mastic ;
- le nettoyage des lèvres du joint, pour assurer une bonne adhésivité en éliminant en particulier les déchets de mortier provenant des joints courants ;
- l'application éventuelle d'un primaire, fonction du mastic utilisé et des conditions hygrométriques existant lors de la pose (influence de l'humidité des pierres) ;
- la mise en place du mastic et son lissage afin de le presser fortement contre les lèvres du joint.

9 Revêtements fixés sur ossature intermédiaire

9.1 Généralités

Le revêtement se compose de trois parties :

- une ossature intermédiaire permet de fixer un revêtement en plaques de pierre, indépendamment de la nature du support.
- Elle doit dans tous les cas être ancrée dans les zones résistantes du support pour assurer sa stabilité d'ensemble.
- Cette ossature doit faire l'objet d'une étude permettant de justifier sa stabilité et les limites des déformations et des contraintes de l'ensemble ;
- NOTE
- Cette ossature peut concerner la totalité du revêtement ou être localisée en quelques points singuliers.
-
- une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm d'épaisseur doit être prévue entre le dos de la pierre et le support ou l'isolant thermique fixé sur celui-ci ;
- les plaques de pierre sont généralement fixées mécaniquement sur cette ossature.

9.2 Constitution de l'ossature intermédiaire

9.2.1 Conception

- Dimensionnement : il relève des techniques de charpente métallique, les conditions de flèche étant limitées au 1/400 des portées sous vent normal et sous le poids propre des plaques.
- Liaison de l'ossature au gros oeuvre : elle peut être obtenue par fixation par cheville métallique ou scellement assurant une fixation suffisante. Dans tous les cas, la libre dilatation des matériaux doit être respectée et l'ossature intermédiaire devra pouvoir suivre les déformations prévisibles du gros oeuvre : il ne devra pas exister de blocage entre planchers en particulier.

9.2.2 Choix des matériaux

Les matériaux utilisés sont définis en 4.5 .

9.3 Mise en oeuvre

Les dispositions d'attaches doivent faire l'objet d'une étude pour justifier leur aptitude à l'emploi telle que définie dans l'annexe A.3.2

La fixation des attaches sur les plaques de pierre est faite conformément aux prescriptions définies dans les articles les concernant.

La fixation des attaches sur l'ossature intermédiaire se fait par vissage, boulonnage, soudure ou tout autre dispositif équivalent.

Dans tous les cas, un dispositif ainti-glissement doit être prévu.

Les joints sont réalisés en respectant les principes des articles précédents, notamment de l'Article 8 en ce qui concerne les joints souples.

NOTE

En revêtement intérieur, la liaison peut être réalisée par agrafe et polochon de plâtre armé de filasse.

En revêtement extérieur, la liaison peut être réalisée par agrafe et polochon armé de filasse en des points singuliers.

Dans les deux cas, les agrafes sont retournées sur l'ossature et entièrement enrobées par le polochon.

10 Points singuliers

10.1 Extrémité des revêtements

En partie haute, on doit protéger des intempéries la tranche supérieure du revêtement, l'espace entre le revêtement et le support et la couche d'isolation éventuelle. On doit respecter une pente minimale de 10 % pour faciliter l'écoulement des eaux.

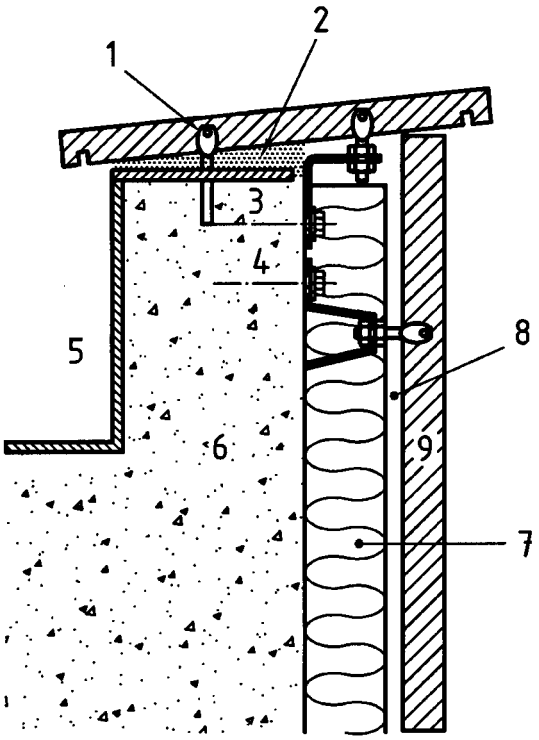
La longueur des plaques doit être limitée à 1,2 m. Des joints souples sont ménagés tous les 6 m maximum.

En couronnement d'acrotère ou en bandeaux horizontaux, les plaques sont posées à bain de mortier et comportent des attaches (agrafes ou tiges scellées) à raison de deux attaches minimum par plaque (voir Figure 23) .

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Figure 23 Exemple de couronnement d'acrotère bas

Dimensions en millimètres

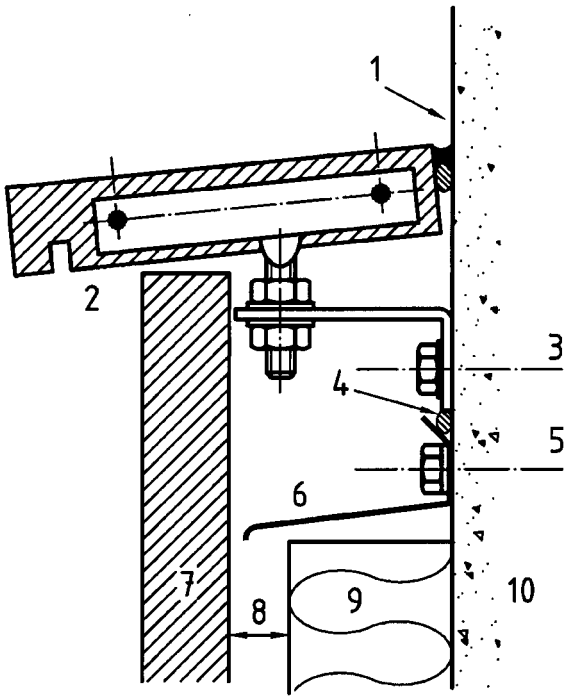


Légende

1 Tige scellée inoxydable
2 Mortier
3 Cheville inox
4 Cheville inox
5 Étanchéité
6 Béton
7 Isolant
8 Vide minimum 20 mm
9 Pierre

Figure 22 Exemple d'arrêt haut

© 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

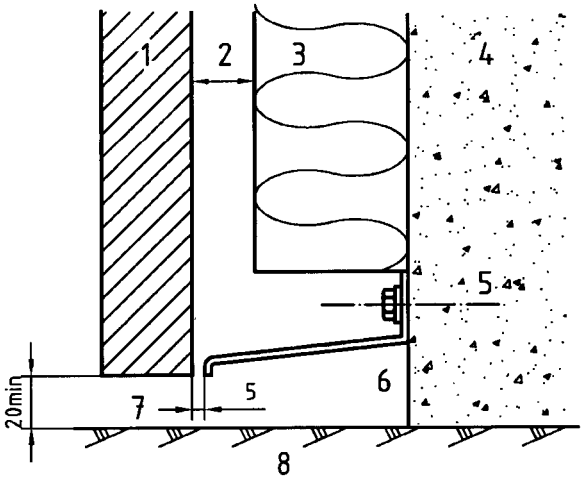
1 Joint souple et fond de joint
2 Joint vide de 10 mm mini
3 Cheville inox
4 Joint souple
5 Cheville inox
6 Bavette inoxydable (protection de l'isolant)
7 Pierre
8 Vide minimum 20 mm
9 Isolant
10 Béton

En partie basse, on doit assurer l'aération de la lame d'air et l'écoulement des eaux d'infiltration derrière le revêtement. Les deux exigences ci-dessus doivent être satisfaites même lorsqu'il est nécessaire de renforcer localement la résistance aux chocs (polochons en bandes verticales par exemple, etc.). Les retours horizontaux en sous-face sont désolidarisés du support et du revêtement vertical par des joints vides.
La couche isolante doit être protégée en partie basse par une grille anti-rongeur.

Figure 24 Exemple d'arrêt bas avec fixation dans les joints verticaux

© 2007 CSTB - Imprimé par :

Dimensions en millimètres

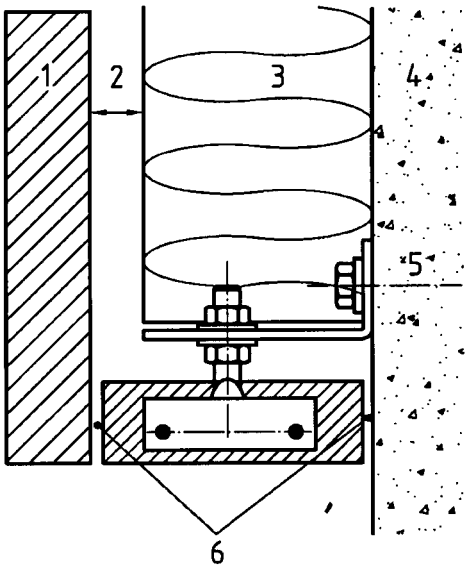


Légende

1 Pierre
2 Vide minimum 20 mm
3 Isolant
4 Béton
5 Cheville inox
6 Grille anti-rongeur perforée
7 Joint vide
8 Sol

Figure 25 Exemple d'arrêt bas visible

Dimensions en millimètres



Légende

1 Pierre
2 Vide minimum 20 mm
3 Isolant
4 Béton
5 Cheville inox
6 Joint vide

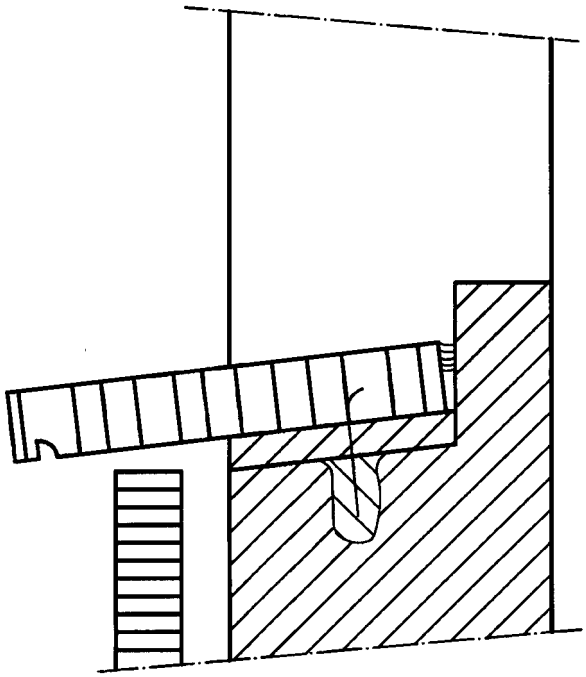
© 2007 CSTB - Imprimé par :

10.2 Trumeaux, voussures, appuis

NOTE
Il est rappelé que le revêtement n'étant pas considéré comme étanche, l'étanchéité à l'eau doit être assurée à la jonction entre la menuiserie et le gros oeuvre.

Le joint en appui entre la traverse basse de la menuiserie et le gros oeuvre doit être surélevé d'une hauteur conforme à la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) en 3.3.3.5 de la partie 1 (voir Figure 31) .

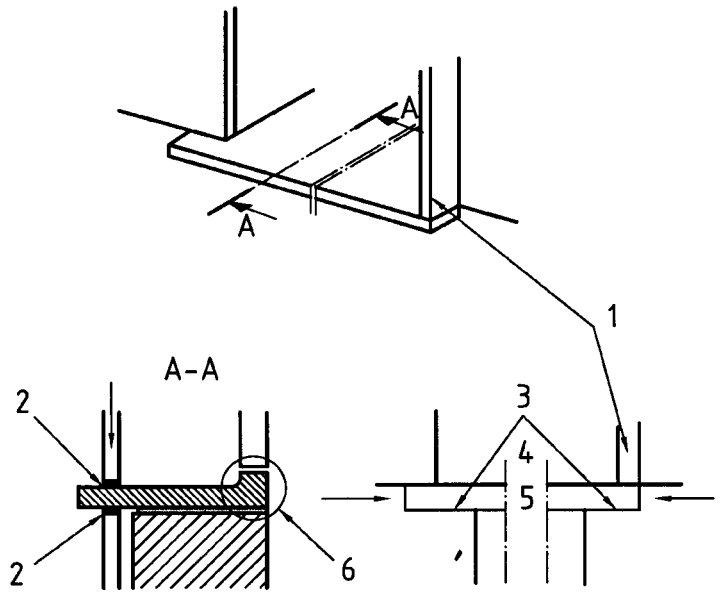
Figure 31 Exemple d'appui de baie



Le raccord entre le revêtement et la menuiserie est un calfeutrement d'aspect. La compatibilité entre le matériau de calfeutrement et la menuiserie doit être vérifiée.
Dans le cas de revêtements avec joints remplis au mortier, des joints souples remplis ou vides doivent être prévus afin d'éviter les points durs, notamment au raccordement du revêtement en partie courante avec les éléments venant en saillie (appuis de baie, plaque de tableau, etc.) ou chaque fois qu'il existe un risque de mise en charge (raccord tableau/voussure) (voir Figure 30) .

Figure 30 Exemples d'appui

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

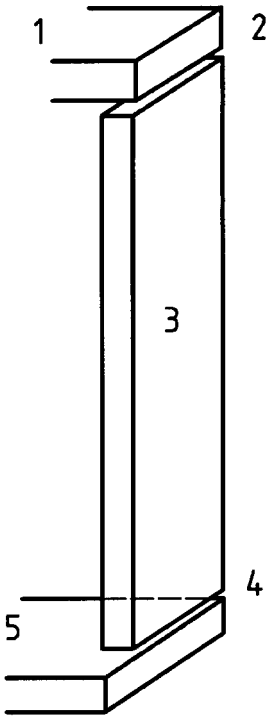


Légende

1 Tableau saillant
2 Joint souple (vide ou rempli)
3 Joint souple (vide ou rempli)
4 Baie
5 Appui
6 L'étanchéité à l'eau est à étudier entre appui gros œuvre et menuiserie

On doit prévoir un joint rempli ou vide entre la voussure et le tableau.
Les tableaux sont au-dessus de l'appui ; on doit prévoir un joint souple rempli au raccord avec l'appui (voir Figure 26) .
Figure 26 Exemple d'ensemble : appui, tableau, voussure

© 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Voussure

2 Joint souple (vide ou rempli)

3 Tableau

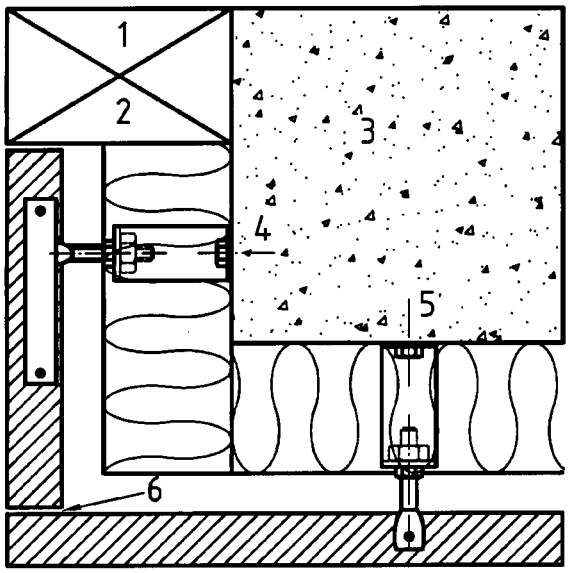
4 Joint fermé

5 Appui

Le tableau est au-dessus de l'appui

Figure 27 Exemple de retour en tableau

© 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Dormant ou faux cadre

2 Joint souple rempli ou vide

3 Béton

4 Cheville inox

5 Cheville inox

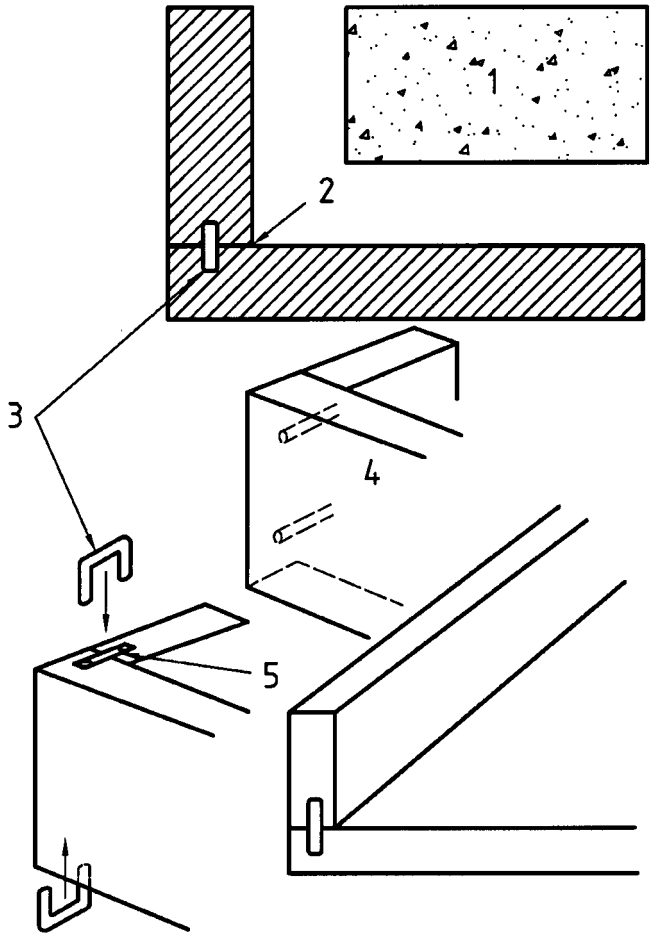
6 Joint souple (vide ou rempli)

L'étanchéité à l'eau doit être assurée entre menuiserie et gros œuvre

L'étanchéité à l'eau doit être assurée entre menuiserie et gros oeuvre
Les retours en tableau, de largeur inférieure à 10 cm, peuvent être fixés directement sur les plaques moyennant un collage complété par la mise en place d'une liaison mécanique entre la plaque et le retour (agrafes ou broches en acier inox) (voir Figure 28) .

Figure 28 Exemple de retour en tableau inférieur ou égal à 10 cm - Arrêt latéral inférieur ou égal à 10 cm

© 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Béton

2 Collage à la colle époxy

3 Agrafe en U en acier inoxydable collée à la colle époxy

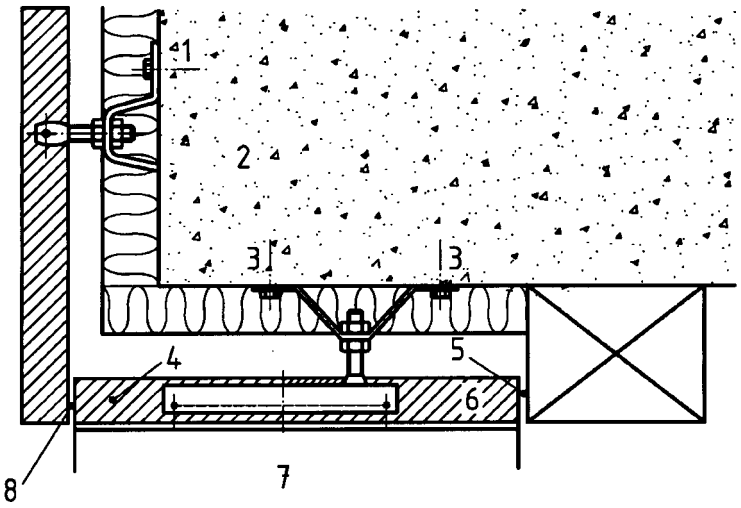
4 Goujons inox collés à la colle époxy

5 Rainure

Pour la fixation des plaques en voussure, il est possible de ne mettre qu'une seule attache porteuse mais avec deux ergots de façon à éviter la rotation des plaques.

Figure 29 Exemple de voussure

© 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Cheville inox
2 Béton
3 Cheville inox
4 Plaque de voussure
5 Joint vide
6 Voussure
7 Tableau
8 Joint vide

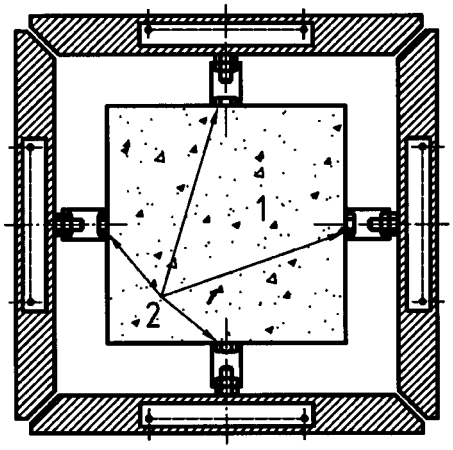
NOTE
Rejingot conforme à la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 1, en 3.3.3.5.

10.3 Piliers étroits

Dans le cas de faces de piliers étroits, il est possible de ne mettre qu'une seule attache porteuse mais avec deux ergots de façon à éviter la rotation des plaques.
Pour éviter toute mise en compression, on doit veiller au positionnement et à la bonne exécution des joints souples.
Dans le cas de fixation avec polochons, il est rappelé que dans les chants horizontaux les agrafes porteuses bordant un joint souple doivent être remplacées par des pattes.

Figure 32 Exemple de pilier étroit

© 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

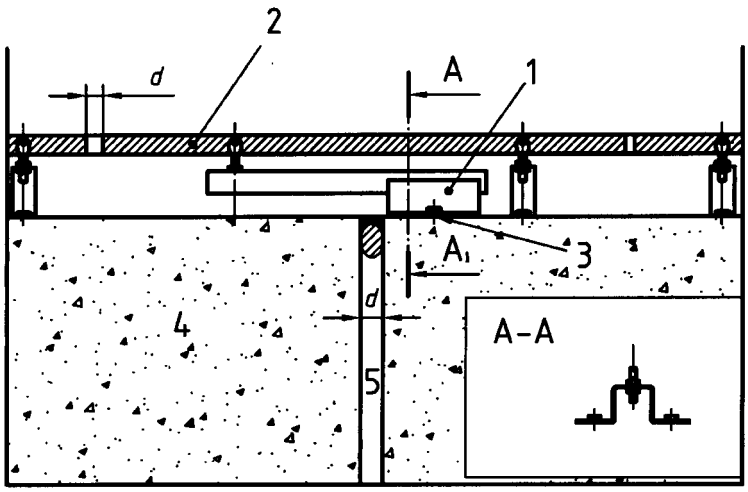
1 Béton

2 Cheville inox

10.4 Joints de dilatation de gros oeuvre

Les joints du support doivent être repris dans le revêtement sensiblement aux mêmes emplacements et dans la même largeur. La garniture éventuelle de ces joints ne doit pas affecter leur liberté de mouvement. Les attaches ou agrafes d'une plaque de revêtement ne peuvent être fixées de part et d'autre d'un joint de support.
Dans le cas de fixations avec polochons, ceux-ci ne doivent pas être exécutés à cheval sur ces joints mais de part et d'autre.
Si le joint du revêtement est décalé par rapport au joint de support, on utilise une patte déportée.

Figure 33 Exemple de solution de reprise d'un joint de dilatation de gros oeuvre



Légende

1 Fixation en métal inoxydable dans la masse

2 Pierre

3 Cheville inox

4 Béton

5 Joint de dilatation vertical

© 2007 CSTB - Imprimé par :

11 Tolérances applicables aux ouvrages

Dans le cas de revêtement en pierres taillées et, sauf indication contraire aux Documents Particuliers du Marché (DPM), les tolérances ci-après sont applicables.

11.1 Planitude générale

Une règle de 2,00 m équipée d'ergots d'extrémité appliquée sur le parement et promenée en tous sens ne doit pas faire apparaître entre le point le plus saillant et le point le plus en retrait un écart supérieur à 5 mm.
Les flèches mesurées sous un cordeau de longueur au plus égale à 10,00 m ne doivent pas dépasser 10 mm.

11.2 Verticalité

L'écart de verticalité mesuré sur la hauteur d'un étage courant (inférieur ou égal à 3,00 m) ne doit pas dépasser 5 mm.
Pour les bâtiments de hauteur inférieure à 28 m, l'écart de verticalité mesuré sur la hauteur totale du bâtiment ne doit pas dépasser 40 mm. Au-delà de 28 m de hauteur, la tolérance correspondante est celle indiquée par les DPM.
NOTE
Les tolérances définies dans cet article ne peuvent être appliquées que dans la mesure où le gros oeuvre support est conforme aux indications de 5.2.2.

Annexe A (normative) critères de choix d'un revêtement en pierre et de son système d'attache

A.1 hypothèses de base

Les actions sur les plaques de revêtement vertical, ainsi que leurs attaches, à prendre en compte sont les suivantes :

- charges parallèles au plan des plaques :
  - poids propre de celles-ci ;
- charges perpendiculaires au plan des plaques :
  - effets du vent ;
  - chocs.
    NOTE
    La norme NF P 08-301 fixe des critères de résistance aux chocs en fonction de l'exposition.
- déformations imposées par :
  - la dilatation des plaques ;
  - le retrait et le fluage du support.
    NOTE
    Ces déformations ne sont pas à prendre en considération si les joints de fractionnement souples sont prévus ou a fortiori si les joints sont laissés vides.

A.1.1 poids propre

Le poids propre des plaques est calculé à partir de la masse volumique apparente de la pierre et de l'épaisseur nominale de la plaque.

A.1.2 effets du vent

Les effets du vent sont définis à partir des règles NV 65 (DTU P 06-002).
NOTE 1
Le revêtement extérieur d'un bâtiment et ses attaches sont soumis aux pressions et dépressions créées par l'action du vent sur les faces du bâtiment. Les façades situées au vent » sont soumises à des efforts de pression, les façades situées sous le vent » à des efforts de dépression ou succion.
NOTE 2 Pour des bâtiments de forme inhabituelle ou de hauteur exceptionnelle des essais en soufflerie peuvent être nécessaires.
NOTE 3 La détermination des pressions et dépressions dues au vent par les règles NV 65 (DTU P 06-002) dépend de nombreux facteurs tels que :

- la situation du bâtiment (région, site, etc.) ;
- la forme du bâtiment (influence des dimensions, etc.) ;
- la situation de la plaque dans le bâtiment (hauteur, actions locales, etc.).

En vue de simplifier les calculs, pour des bâtiments courants au sens des règles NV 65 (DTU P 06-002) et de hauteur inférieure à

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

28 m, on pourra, en site normal, prendre les valeurs d'action de vent suivantes (correspondant aux efforts en dépression en vent extrême tenant compte des actions locales en angle de bâtiment).
Tableau A.1

Région	h < 28 m (daN/m^2)
I	114
II	159
III	205

Si l'on veut optimiser ces valeurs et pour les hauteurs supérieures à 28 m, on se réfère aux règles NV65 (DTU P 06-002).

A.1.3 déformations imposées

A.1.3.1 déformations d'origine thermique
NOTE
Les déformations d'origine thermique intéressent principalement les revêtements extérieurs. L'amplitude de ces déformations dépend :

- du coefficient de dilatation thermique du revêtement ; il varie généralement de 3.10^{-6} m/m ℃ à 20.10^{-6} m/m ℃ ;
- de l'écart de température auquel est soumis le revêtement.

Cet écart est lui-même fonction :

- des conditions climatiques locales ;
- de l'orientation de la façade et de la couleur du revêtement ;
- de la présence d'un isolant derrière le revêtement.

Dans les cas courants de revêtements extérieurs, on se contentera de prendre en compte les déformations d'origine thermique en se basant sur un écart maximal de température de 100 ℃, soit une variation de température par rapport à l'état initial de 50 ℃. Par exemple, pour une plaque de 1 m 1 m, avec un coefficient de dilatation de 10 m/m ℃ on obtient un allongement de (50 1 10) m = 500 m = 0,5 mm, absorbé par l'attache dans le cas de fixation mécanique.

A.1.3.2 les déformations imposées par le support
Les déformations imposées par le support à prendre en compte sont de deux ordres :

- déformations élastiques, sous l'effet de variations de charges ;
- déformations permanentes dues au retrait et au fluage principalement dans le cas d'ossature en béton.

NOTE
Le phénomène de retrait est surtout sensible pendant les premiers mois d'existence du bâtiment ; le fluage provoque un raccourcissement sous charge permanente et se développe sur plusieurs années : il peut atteindre 400 m/ml à 500 m/ml dans les cas courants d'ossature en béton armé.

A.2 principe de fonctionnement du système plaque attache

A.2.1 généralités
Conformément à 4.1.2.2 , le présent paragraphe s'applique aux plaques de longueur L et de largeur l pour lesquelles L l 1 m et L/l 3.
L'équilibre des plaques de revêtement soumises aux actions du poids propre, du vent et de la dilatation, est maintenu grâce aux réactions des attaches qui sont en général au nombre de quatre.
Les actions verticales sont reprises par les attaches porteuses » situées en partie inférieure, généralement au nombre de deux.
Le déversement sous l'effet des actions perpendiculaires à la plaque est repris par les autres attaches dites de retenue.

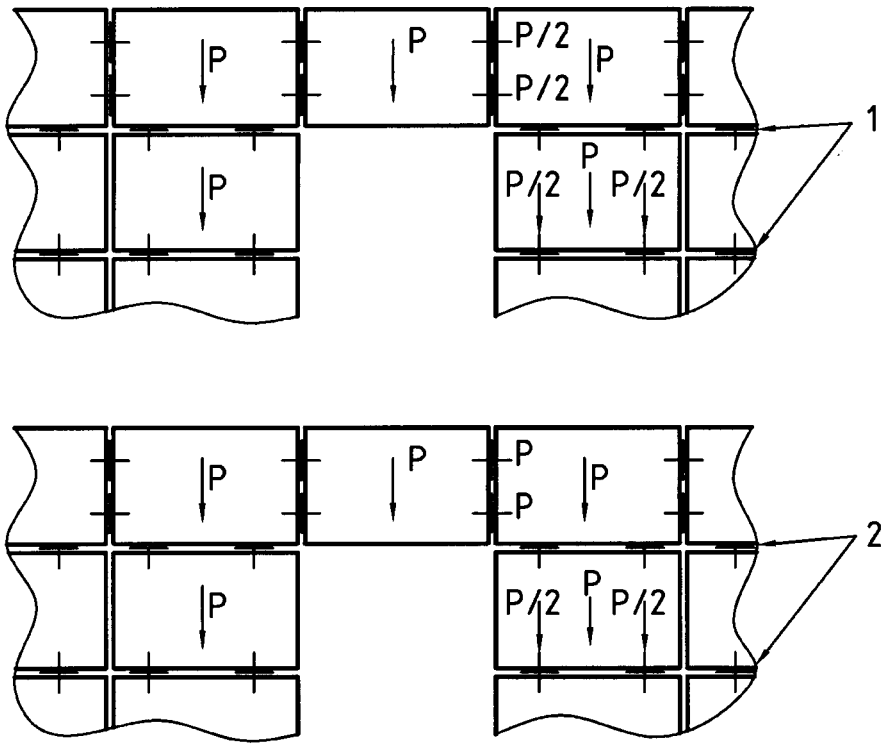
A.2.2 charges verticales

A.2.2.1 attaches disposées symétriquement et de même rigidité

- Si les attaches sont disposées dans les joints horizontaux, chaque attache reprend P/2 P étant le poids de la plaque (voir Figure 34) ;

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

- Figure A.1 Principe de répartition des charges
-
-



Légende

1 Joints souples (vides ou remplis)

2 Joints calfeutrés au mortier

-
-
-
- si les attaches sont disposées dans les joints verticaux :
  - si le joint horizontal directement inférieur à la plaque est souple (vide ou calfeutré au mastic), on admet pour simplifier le calcul et compte tenu des dispositions constructives indiquées dans le présent document, que chaque attache reprend P/2, P étant le poids de la plaque ;
  - si le joint horizontal immédiatement inférieur à la plaque n'est pas un joint souple (vide ou calfeutré au mastic), chaque attache est dimensionnée pour reprendre P, P étant le poids de la plaque.

A.2.2.2 attaches non disposées symétriquement ou de rigidité différente

La charge totale reprise par les deux attaches est le double de la charge calculée pour une seule attache dans l'article A.2.2.1 ci-dessus , et la répartition de cette charge entre les deux attaches se fait selon les règles classiques de l'équilibre des sollicitations statiques.

A.2.3 charge horizontale :

Sous l'action du vent les plaques de pierre travaillent en flexion sur quatre appuis plus ou moins ponctuels. Le coefficient de sécurité à prendre en compte pour le calcul en flexion sous vent extrême est de 4 par rapport à la valeur de la résistance en flexion de la pierre déterminée selon la norme NF B 10-510. Elles sont soumises à un effort d'arrachement au droit de la liaison avec l'attache.

A.2.4 résistance de la pierre à la liaison ergot/pierre

La résistance de la pierre aux attaches, mesurée selon la norme NF B 10-514, devra être supérieure à la plus forte des valeurs suivantes :

[6/5 P, 50 daN, V]

où :

- P est le poids d'une plaque ;
- V = Q S.
- (S est la surface d'une plaque, Q est la pression de vent extrême selon le tableau A.1 de A.1.2 ou selon les règles NV 65 (DTU P 06-002)).

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Cette vérification se rapporte à chaque attache dans l'hypothèse d'une plaque fixée par quatre attaches.

A.3 choix d'un système d'attache

A.3.1 les facteurs de choix

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants :

a la nature du support :
- paroi d'éléments pleins ou creux et possiblité de fixation (scellement, etc.) et risque de poinçonnement du support par le corps de l'attache ;
- importance des variations dimensionnelles propres du support (fluage, retrait, etc.) après la pose du revêtement ;

b la présence éventuelle de couche isolante : distance entre support et plan axial des plaques ;

c les efforts résultant du revêtement proprement dit :
- poids des plaques (épaisseur, masse volumique) ;
- importance des variations dimensionnelles d'origine thermique du revêtement ;

d les caractéristiques propres de résistance et déformabilité des constituants (résistance aux attaches des plaques de pierre, performance des attaches proprement dites, etc.) ;

e la situation du revêtement :
- situation de la construction dans son environnement (zone de classement neige et vent) ;
- situation de l'ouvrage dans la construction : parties plus sollicitées (angles de bâtiment, soubassement, etc.) ;
- points singuliers (encadrement de baies, etc.).

f le type de revêtement (joints ouverts ou non, et niveau correspondant du risque de corrosion des attaches, etc.).

A.3.2 justification d'aptitude à l'emploi

Le système d'attache choisi doit être accompagné d'un dossier technique comportant les justificatifs suivants :

A.3.2.1 fixation de l'attache au support

Selon le cas, indication des éléments nécessaires :
- au dimensionnement :
  - dimensions du scellement et mortier ou produit de scellement utilisé ;
  - justification du bon fonctionnement, aptitude à la fixation dans le support et pour la position considérée (référence à l'Avis Technique dans le cas de cheville, etc.) ;
- à la protection contre la corrosion pour le site d'exposition considéré, compatibilité avec les autres éléments en contact, etc.

A.3.2.2 justification du corps de l'attache

Caractérisation du bon fonctionnement et de l'aptitude à l'emploi visé, évaluation des performances requises :

a caractéristiques mécaniques garanties (ou minimales) et résistance à la corrosion, nature et caractéristiques des métaux utilisés (composition, charge de rupture, limite d'élasticité ou limite conventionnelle à allongement rémanent donné) ;

b caractéristiques géométriques et principe de fonctionnement d'ensemble (dessins cotés de détail) y compris la sécurité du fonctionnement (arrêt de réglage, indémontabilité, blocage en position, etc.) ;

procès-verbaux d'essais :

essais de chargement simple :

I le nombre d'éprouvettes est supérieur ou égal à six, le nombre exact étant choisi de façon à ce que le coefficient de variation limite des charges de rupture » soit inférieur à 30 % ;

II on effectue les essais sur les configurations de réglage qui conduisent à une déformabilité maximale de la fixation (par exemple position de réglage à écartement maximal du support) et aux déformations ultimes les plus importantes (par exemple inclinaison la plus forte prévue pour la fixation dans le plan du support). On applique une force verticale P à son extrémité (liaison avec la pierre) par incréments de 10 daN et après chaque incrément, on maintient la charge pendant 1 mn avec mesure du déplacement toutes les 20 secondes ;

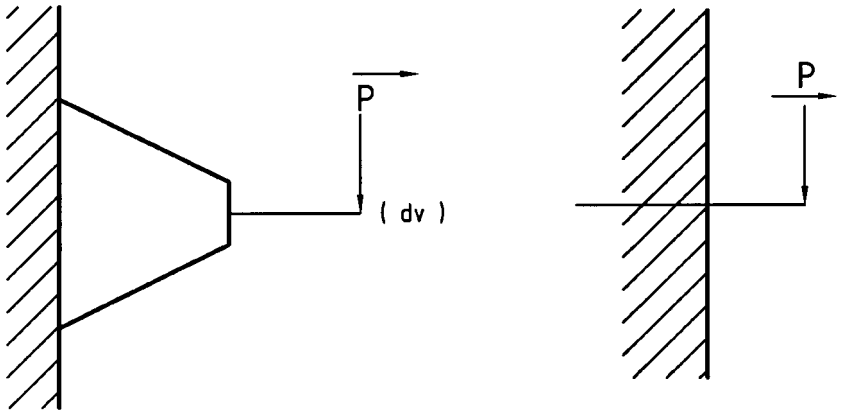
III on note pour chaque valeur de P la déformation verticale (dv) en extrémité (point de liaison avec la pierre) ;

IV on note la charge P1 correspondant à une valeur de déformation dv = 2 mm ;

V on note la charge P2 correspondant à la rupture ou à une déformation dv = 8 mm.

Figure A.2

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

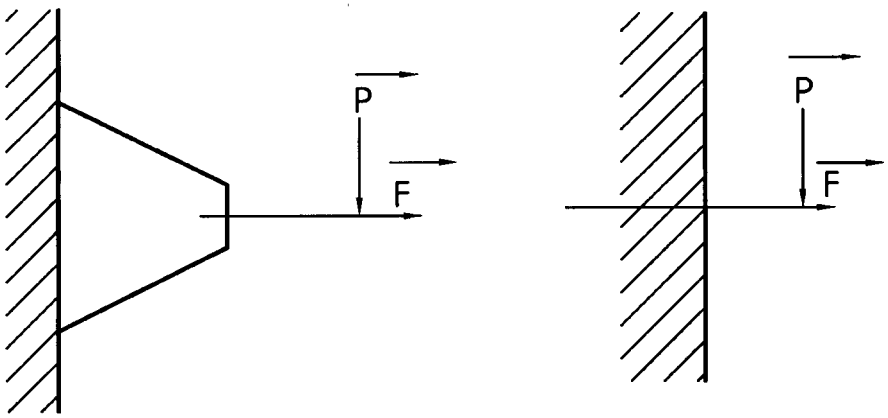


La charge de service déclarée Ps devra être inférieure ou égale au minimum de P1 ou P2/3.
Dans tous les cas, la contrainte calculée sous la charge de service de la partie métallique la plus sollicitée doit être inférieure à la contrainte admissible (Règles CM 66 - DTU P 22-701) ;

1 essais de chargements combinés :

Selon le type d'attache, on réalise l'un ou les deux modes opératoires ci-après :

I chargement en extrémité, combiné à une traction horizontale ;
II chargement en extrémité combiné à une compression horizontale ;
III Figure A.3
IV
V



VI
VII
VIII
IX le nombre d'éprouvettes est supérieur ou égal à 6 ;
X NOTE 1
XI Ce nombre peut être réduit à 3 lorsqu'un modèle de comportement peut être mis en évidence.
XII
XIII l'attache est en position de réglage à écartement maximal du support. On la charge à son extrémité avec une force égale à la charge de service déclarée Ps ;
XIV on applique une force de traction horizontale F à son extrémité (point de liaison avec la pierre) ;
XV on note la valeur de F pour laquelle on constate un déplacement horizontal dh = 0,8 mm. ;

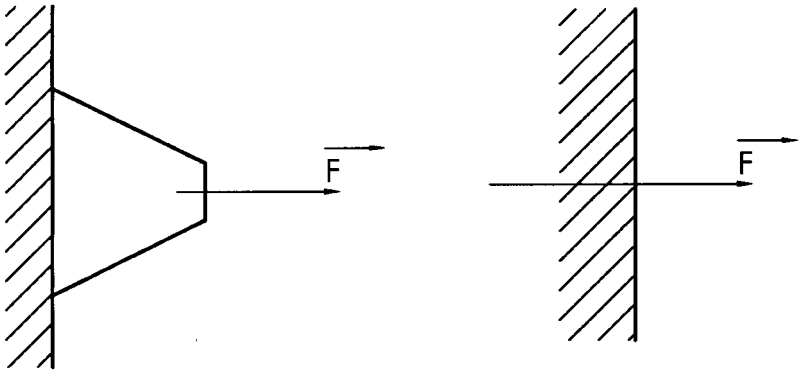
Cette valeur doit être supérieure ou égale à la valeur de la force correspondant au vent extrême agissant sur l'attache.
Pour l'essai avec une force de compression horizontale, on applique les mêmes dispositions ;

1 essais de traction/compression horizontale sans chargement (pattes de retenue) :

Selon le type d'attache, on réalise l'un ou les deux modes opératoires ci-après :

I traction horizontale ;
II compression horizontale ;
III
IV Figure A.4
V
VI

 © 2007 CSTB - Imprimé par :



VII
VIII
IX
X le nombre d'éprouvettes est supérieur ou égal à 6 ;
XI NOTE 2
XII Ce nombre peut être réduit à 3 lorsqu'un modèle de comportement peut être mis en évidence.
XIII
XIV l'attache est en position de réglage à écartement maximal du support ;
XV on applique une force de traction horizontale F à son extrémité (point de liaison avec la pierre) ;
XVI on note la valeur de F pour laquelle on constate un déplacement horizontal dh = 0,8 mm.

Cette valeur doit être supérieure ou égale à la valeur de la force correspondant au vent extrême agissant sur l'attache.
Pour l'essai avec une force de compression horizontale, on applique les mêmes dispositions.

Annexe B (informative) guide pour le choix des types de murs de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en fonction du site

B.1 généralités

B.1.1 objet

L'objet de ce document est de donner aux maîtres d'ouvrage et concepteurs des indications permettant de les guider dans leur choix de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en maçonnerie et en béton banché, compte tenu de leur exposition de façon à assurer l'étanchéité à la pluie et au vent.

B.1.2 critères de choix

Le choix est fait en vue d'associer un type de mur défini par sa résistance à la pénétration de la pluie fouettante, à la sévérité d'un site caractérisé par la situation, l'exposition et l'environnement général de la construction.

B.2 paroi intérieure lourde traditionnelle en maçonnerie

B.2.1 classement des murs en fonction de leur résistance à la pluie

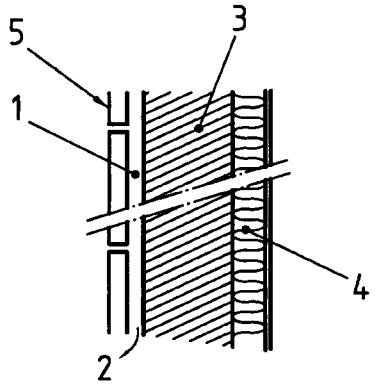
Les façades avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en maçonnerie, répondant aux spécifications du présent document, sont considérées comme assimilables aux murs de types II-b et III définis dans la norme XP P 10-202 (DTU 20.1) Partie 3, selon les critères de B.2.1.1 et B.2.1.2 ci-après.

B.2.1.1 murs assimilables à des murs de type ii-b

Sont considérés comme assimilables aux murs de type II-b :
Des murs dont la paroi intérieure répond aux prescriptions de la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 3 concernant les murs de type IIa ou IIb, à l'exception de l'enduit extérieur qui, dans ce cas, n'est pas réalisé et qui comportent un revêtement extérieur attaché en pierre mince :

- pour la paroi intérieure en maçonnerie d'éléments, un soin particulier est à apporter au remplissage au mortier des joints de maçonnerie, horizontaux et verticaux, selon la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 1 afin d'assurer l'étanchéité à l'air requise pour la paroi complète.
- pour le doublage par complexe isolant intérieur, on devra respecter les prescriptions requises à cet effet de la norme NF P 72-204 (Référence DTU 25.42) ;
- la paroi extérieure en pierre mince répond aux conditions ci-après :
  - les joints entre plaques de pierre ne sont pas remplis ;
  - il existe un vide franc formant lame d'air continue entre le revêtement en pierre et la paroi support en maçonnerie ;

- NOTE
- Un vide traversé uniquement par des attaches métalliques éventuellement renforcées par des polochons est considéré comme un vide franc.
-
- un dispositif étanche est prévu en pied de la lame d'air pour permettre l'écoulement vers l'extérieur des eaux d'infiltration.
  La Figure B.1 illustre un exemple de mur de ce type.
- Figure B.1 Joints ouverts : mur assimilable à un mur type IIb
-
-



Légende

1 Lame d'air

2 Évacuation en pied

3 Maçonnerie d'éléments (DTU 20.1)

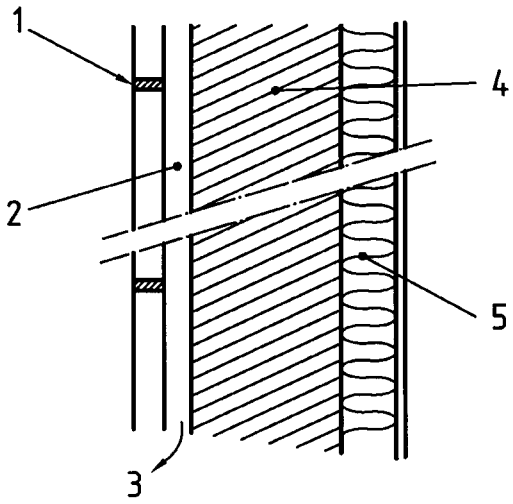
4 Complexe de doublage (DTU 25.42)

-
-
-

B.2.1.2 murs assimilables à des murs de type iii

Sont considérés comme assimilables à des murs de type III :

- des murs répondant à tous les critères définis en B.2.1.1 ci-dessus à l'exception, pour le revêtement extérieur attaché en pierre minces, des joints entre plaques de pierre qui, au lieu de rester ouverts, sont remplis par un mortier à base de liant hydraulique ou par un mastic souple.
- La Figure B.2 illustre un exemple de ce type de mur.
- Figure B.2 Joints fermés : mur assimilable à un mur de type III
-
-



Légende

1 Joints fermés

2 Lame d'air

3 Évacuation en pied

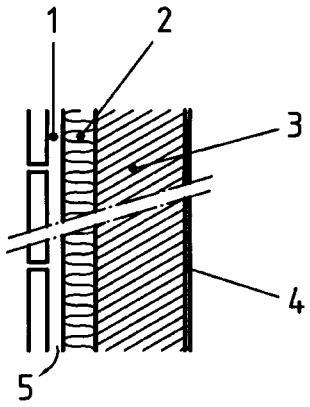
4 Maçonnerie d'éléments (DTU 20.1)

5 Complexe de doublage (DTU 25.42)

- des murs dont la paroi intérieure répond aux prescriptions du cahier 1833 (mars 1988) du CSTB et qui comportent un revêtement extérieur attaché en pierre mince :
- pour la paroi intérieure en maçonnerie d'éléments, un soin particulier est à apporter au remplissage au mortier des joints de maçonnerie, horizontaux et verticaux, selon la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 1 afin d'assurer l'étanchéité à l'air requise pour la paroi complète ;
- côté intérieur le mur doit comporter soit un enduit adhérent soit un revêtement en plaques de plâtre respectant les prescriptions de la norme NF P 72-204 (Référence DTU 25.42) requises vis-à-vis de l'étanchéité à l'air ;
- la paroi extérieure en pierre mince répond aux conditions ci-après :
  - les joints entre plaques de pierre sont vides ou remplis ;
  - derrière ce revêtement en plaques de pierre est disposée une isolation en matériaux non hydrophiles, en ménageant une lame d'air ventilée de 2 cm d'épaisseur minimum ;
  - un dispositif étanche est prévu en pied de la lame d'air pour permettre l'écoulement vers l'extérieur des eaux d'infiltration.

  La Figure B.3 illustre un exemple de mur de ce type.
  - Figure B.3 Joints vides ou remplis et isolation par l'extérieur : mur assimilable à un mur type III

 © 2007 CSTB - Imprimé par :



Légende

1 Lame d'air ≥ 2 cm
2 Isolant non hydrophile
3 Maçonnerie d'éléments (Cahier n° 1833 CSTB)
4 Enduit adhérent ou plaque de plâtre
5 Évacuation en pied

-
-
-

B.2.2 dispositions communes à tous les types de mur
Par rapport aux dispositions minimales concernant les murs assimilables aux types II-b et III en parties courantes décrites ci-avant, une étanchéité complémentaire est nécessaire au droit des points singuliers tels que :

- menuiseries au nu extérieur de revêtement en pierre ;
- appuis de baies ;
- coffres de volets roulants ;
- etc.

Ce complément d'étanchéité qui a trait en particulier aux liaisons menuiseries extérieures - gros oeuvre de façade n'est pas traité dans le présent document. Il doit faire l'objet d'une étude particulière et être défini dans les documents particuliers du marché.
NOTE
Pour cette étude, des éléments peuvent être tirés des normes XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 1, NF P 24-203 (Référence DTU 37.1) et du DTU 36.1, dans les articles relatifs aux tolérances.

B.2.3 éléments pris en compte dans la définition de l'exposition des murs à la pluie
Voir Article 3 de l'annexe à la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 3 Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site ».

B.2.4 choix du type de mur de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en maçonnerie

B.2.4.1 dispositions générales
Voir Article 4 de l'annexe à la norme XP P 10-202 (Référence DTU 20.1) Partie 3 Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site », le tableau à utiliser étant le Tableau 4.2, en tenant compte des limites d'emploi complémentaires définies en B.2.4.2 ci-après .

B.2.4.2 limites d'emploi complémentaires

B.2.4.2.1 revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons

- Si les joints entre plaques de pierre sont laissés vides :
  - bâtiments en situation a, b et c seulement et hauteur inférieure ou égale à 18 m ;

- si les joints entre plaques de pierre sont remplis :

- bâtiments en situation a, b, c et d et hauteur inférieure ou égale à 28 m.

B.2.4.2.2 revêtements fixés par attaches métalliques sans polochons

- Si les joints entre plaques de pierre sont garnis avec un mortier à base de liant hydraulique :
  - bâtiment de hauteur inférieure ou égale à 28 m.

B.3 paroi intérieure lourde traditionnelle en béton banché

B.3.1 classement des murs en fonction de leur résistance à la pluie

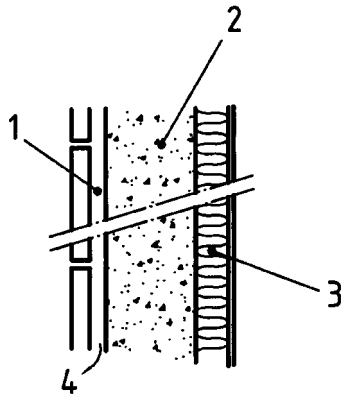
Les façades avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en béton banché répondant aux spécifications du présent document, sont considérées comme assimilables aux murs de type III définis dans la norme NF P 18-210 (Référence DTU 23.1) selon les critères de B.3.1.1 et B.3.1.2 ci-après.

B.3.1.1 murs avec isolant intérieur assimilables à des murs de type iii

Sont considérés comme assimilables aux murs de type III, les murs dont la paroi intérieure correspond aux exigences des murs de type II telles qu'énoncées dans la norme NF P 18-210 (Référence DTU 23.1) et qui comportent un revêtement extérieur attaché en pierre mince répondant aux conditions ci-après :

- il existe un vide d'air entre le revêtement et la paroi en béton banché ;
- NOTE
- Un vide est considéré franc si les liaisons à la paroi béton banché se limitent à des agrafes métalliques de faible section et si les agrafes sont conçues de façon à ne pas pouvoir offrir un chemin privilégié à l'eau.
-
- un dispositif étanche est prévu en pied de la lame d'air pour permettre l'écoulement vers l'extérieur des eaux d'infiltration ;
- les joints entre plaques de pierre sont ouverts ou remplis.

La Figure B.4 illustre un exemple de ce mur de type III.



Légende

1 Lame d'air ≥ 2 cm

2 Béton banché (DTU 23.1)

3 Complexe de doublage (DTU 25.42)

4 Évacuation en pied

Figure B.4

B.3.1.2 murs avec isolant extérieur assimilables à des murs de type iii

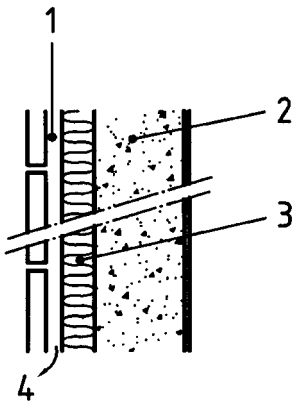
Sont considérés comme assimilables aux murs de type III les murs dont la paroi intérieure correspond aux prescriptions du Cahier 1833 (Mars 1983) du CSTB et qui comportent un revêtement extérieur attaché en pierre mince répondant aux conditions ci-après :

- derrière le revêtement en plaques de pierre est disposée une isolation thermique en matériaux non hydrophiles, en ménageant une lame d'air ventilée de 2 cm d'épaisseur minimum ;
- un dispositif étanche est prévu en pied de la lame d'air pour permettre l'écoulement vers l'extérieur des eaux d'infiltration ;

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

- les joints entre plaques sont ouverts ou remplis.

La figure B.5 illustre un exemple de mur de type III.
Murs assimilables à des murs de type III (joints ouverts ou remplis)



Légende

1 Lame d'air ≥ 2 cm

2 Béton banché (Cahier n° 1833 CSTB)

3 Isolant non hydrophile

4 Évacuation en pied

Figure B.5

B.3.2 dispositions communes à tous les types de murs
Par rapport aux dispositions minimales concernant les murs assimilables aux types IIb et III en parties courantes décrites ci-avant, une étanchéité complémentaire est nécessaire au droit des points singuliers tels que :

- menuiseries au nu extérieur de revêtement en pierre ;
- appuis de baies ;
- coffres de volets roulants ;
- etc.

Ce complément d'étanchéité qui a trait en particulier aux liaisons menuiseries extérieures - gros oeuvre de façade n'est pas traité dans le présent document. Il doit faire l'objet d'une étude particulière et être défini dans les documents particuliers du marché.

B.3.3 éléments pris en compte dans la définition de l'exposition des murs à la pluie et au vent
Voir Article 3 de l'annexe à la norme NF P 18-210 (Référence DTU 23.1) Guide pour le choix des types de murs de façades en fonction du site ».

B.3.4 choix du type de mur de façade avec revêtement attaché en pierre mince à paroi intérieure lourde traditionnelle en béton banché

B.3.4.1 dispositions générales
Voir Article 4 de l'annexe à la norme NF P 18-210 (Référence DTU 23.1) : Guide pour le choix des types de murs de façade en fonction du site », en tenant compte des limites d'emploi complémentaires définies en B.3.4.2 .

B.3.4.2 limites d'emploi complémentaires

B.3.4.2.1 revêtements attachés par agrafes métalliques et polochons

- Si les joints entre plaques de pierre sont laissés vides :
  - bâtiments en situation a, b et c seulement et hauteur inférieure ou égale à 18 m ;

- si les joints entre plaques de pierre sont remplis :
  - bâtiments en situation a, b, c et d et hauteur inférieure ou égale à 28 m.

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

B.3.4.2.2 revêtements fixés par attaches métalliques sans polochons

- Si les joints entre plaques de pierre sont garnis avec un mortier à base de liant hydraulique :
  - bâtiments de hauteur inférieure ou égale à 28 m.

Annexe C bibliographie

ACERMI
Annexe 2 du Règlement Technique de la Certification des Matériaux Isolants Thermiques de Bâtiment - ACERMI I -4, avenue du Recteur Poincaré - 75782 PARIS Cedex 16.
NF P 24-203 (DTU 37.1) - Travaux de bâtiment - Menuiseries métalliques - Partie 1 : Cahier des clauses techniques ; Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.
NF P 23-201 (DTU 36.1) - Menuiseries en bois - Partie 1 : Cahier des clauses techniques et Partie 2 : Cahier des clauses spéciales.

Liste des documents référencés

#1 - P10-202-1 (DTU 20.1) (avril 1994) : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Amendement A1 (décembre 1995) + Amendement A2 (décembre 1999) (indice de classement : P10-202-1)
#2 - NF P18-201 (DTU 21) (mars 2004) : Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P18-201)
#3 - NF P18-210 (DTU 23.1) (mai 1993) : Murs en béton banché - Partie 1 : Cahier des clauses techniques (Indice de classement : P18-210)
#4 - NF P72-204-1 (DTU 25.42) (mai 1993) : Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches plaques de parement en plâtre-isolant - Partie 1 : Cahier des clauses techniques + Amendement A1 (février 2003) (Indice de classement : P72-204-1)
#5 - Règles NV65 (DTU P06-002) (avril 2000) : Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (CSTB 2000 ISBN 2-86891-284-2)
#6 - GS 7 : Conditions générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique (Cahiers CSTB 1833 mars 1983)

Liste des figures

Figure 1 Exemple de réduction de l'épaisseur de la dalle
Figure 2 Exemples d'accrochage au droit du joint souple horizontal et vertical
Figure 3 Scellement d'une agrafe
Figure 4 Exemple de coupe verticale avec agrafes dans un joint horizontal - Exemple de coupe horizontale avec agrafes dans un joint vertical
Figure 5 Exemple d'agrafe scellée
Figure 6 Exemple d'agrafe en culotte
Figure 7 Exemple d'attache métallique fixée mécaniquement au support
Figure 8 Exemples d'attaches métalliques scellées au mortier dans le support
Figure 12 Exemple de joint horizontal
Figure 14 Exemple d'attache engravée
Figure 9 Exemple de joint vertical sans manchon
Figure 10 Exemple de joint vertical avec manchon
Figure 11 Exemple de joint vertical
Figure 13 Exemple d'attache engravée
Figure 15 Exemple d'attache en culotte »
Figure 16 Trous en oblique
Figure 17 Exemple d'attaches disposées dans les chants verticaux
Figure 18 Exemple d'attaches disposées dans les chants horizontaux
Figure 19 Exemple d'agrafes + polochons
Figure 20 Exemple de joint souple horizontal (agrafes sur chants verticaux)
Figure 21 Détail d'un joint
Figure 23 Exemple de couronnement d'acrotère bas
Figure 22 Exemple d'arrêt haut
Figure 24 Exemple d'arrêt bas avec fixation dans les joints verticaux
Figure 25 Exemple d'arrêt bas visible
Figure 31 Exemple d'appui de baie
Figure 30 Exemples d'appui
Figure 26 Exemple d'ensemble : appui, tableau, voussure
Figure 27 Exemple de retour en tableau
Figure 28 Exemple de retour en tableau inférieur ou égal à 10 cm - Arrêt latéral inférieur ou égal à 10 cm
Figure 29 Exemple de voussure
Figure 32 Exemple de pilier étroit
Figure 33 Exemple de solution de reprise d'un joint de dilatation de gros oeuvre

 © 2007 CSTB - Imprimé par :

Figure A.1 Principe de répartition des charges
Figure A.2
Figure A.3
Figure A.4
Figure B.1 Joints ouverts : mur assimilable à un mur type IIb
Figure B.2 Joints fermés : mur assimilable à un mur de type III
Figure B.3 Joints vides ou remplis et isolation par l'extérieur : mur assimilable à un mur type III
Figure de l'article : B.3.1.1 murs avec isolant intérieur assimilables à des murs de type iii
Murs assimilables à des murs de type III (joints ouverts ou remplis)

Liste des tableaux

Tableau 1
Tableau 2
Tableau A.1

 © 2007 CSTB - Imprimé par :