



Chute de pierres minces attachées : stop aux idées reçues

Contrairement aux idées répandues, jamais aucune pierre mince attachée n'est tombée d'une façade.

Les principales pathologies sur ce type de revêtement, fissure, cassure, taches..., sont essentiellement dues à des défauts de conception et de mise en œuvre des fixations.

Apparus il y a plus de cinquante ans, les revêtements de façade en pierre calcaire, marbre ou granit ont vu leur pathologie fortement chuter après 1979. Car c'est à cette date que fut introduite en France la technologie allemande de pose de pierres attachées avec des pattes en inox et joints vides. Depuis, les revêtements en pierres naturelles se sont développés. Il s'en pose environ 300 000 m² chaque année en France. Outre l'aspect esthétique, leurs avantages sont nombreux : économie de matériau, réduction du poids des façades, valorisation de la façade la plus banale, etc. Des atouts majeurs à l'heure où l'isolation par l'extérieur apparaît comme la meilleure solution pour isoler une maison ou un immeuble, en neuf comme en rénovation.

Malheureusement, dans les années 80-90, de retentissants sinistres dus à des défauts de mise en œuvre des attaches ont donné une mauvaise image de la pierre attachée. Or, « la seule pierre de l'Opéra Bastille qui est tombée n'était pas attachée mais simplement collée avec du mastic et c'est ce qui a déclenché toute l'expertise », insiste Alain Bouineau, consultant au Centre technique de matériaux naturel de construction (CTMNC). Petite parenthèse sortant du cadre de cet article, la pathologie de décohésion granulaire des marbres utilisés à travers le monde et en particulier à la Grande Arche de la Défense a conduit, chez nous, à la révision du DTU 55.2. Ce type de marbre étant dorénavant très réglementé en pose extérieure, le problème ne se pose plus. Aujourd'hui, une pierre choisie selon la norme NFB10-601 de 2006 et mise



en œuvre dans le respect de la NF P65-202-1 (réf. DTU 55.2) de 2000, aura une durée de vie équivalente à celle du bâtiment.

Photo AQC

Le diagnostic des désordres

1. La mise en compression des pierres

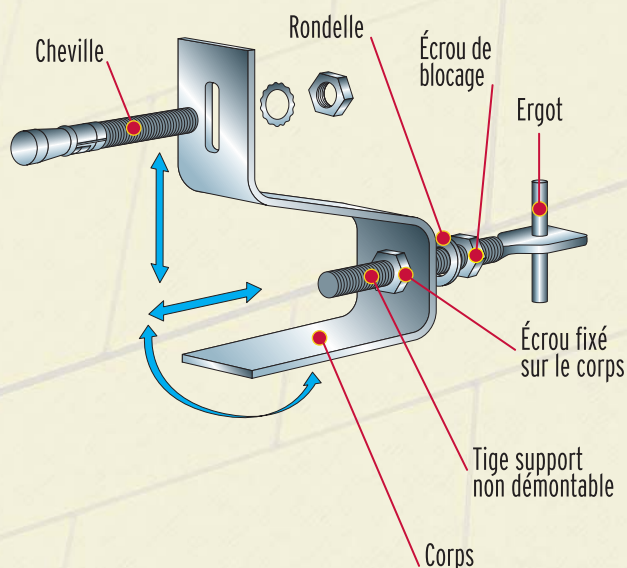
D'origine mécanique, les contraintes entraînant la mise en compression des plaques peuvent résulter de joints trop étroits (cas le plus fréquent), d'une absence de joints de fractionnement dans le cas des joints remplis, ou de cales oubliées dans les joints horizontaux.

Avec des joints remplis de mortier, la mise en compression des plaques peut être due à l'absence de joints de fractionnement ou de joints périphériques. La libre dilatation des pierres n'étant pas assurée, elles peuvent casser sous

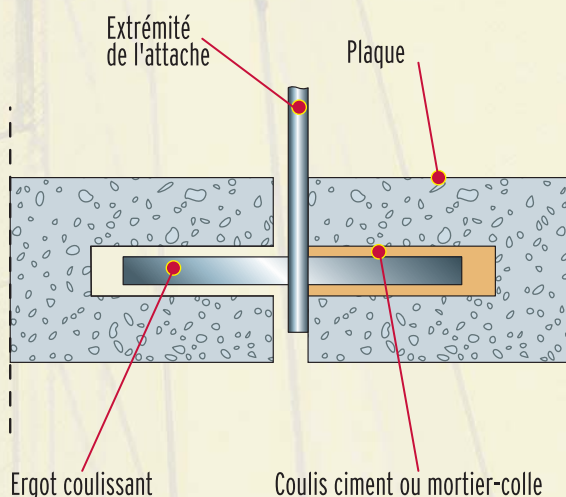


Chute de pierres minces attachées : stop aux idées reçues

Exemple d'attache métallique fixée mécaniquement au support



Exemple de joint vertical sans manchon



Illustrations Thierry Bel
d'après celles du DTU 55.2

la poussée. « Lors de la tempête de 1999, des pierres se sont cassées sur l'Opéra Bastille, explique Alain Bouineau. Sous l'effet de vents de l'ordre de 200 km/h, les couvertines en métal se sont mises à vibrer en résonance comme des ailes d'avion et en battant, elles ont brisé les plaques de pierre posées juste en dessous. Il n'y avait pas assez de jeu au niveau des joints pour ces conditions exceptionnelles. Toujours à la Bastille, il y a eu de mauvais dimensionnements des joints de dilatation thermique longitudinale des couvertines métalliques. Les pierres étaient posées en butée contre ces couvertines qui, en se dilatant, les ont poussées et cassées. Aucun matériau n'aurait résisté en flexion à cet endroit-là. »

La technique des joints ouverts, plus sûre, assure la libre dilatation de la pierre et son équilibre vis-à-vis de la pression du vent. Elle évite le report des charges entre les pierres et permet la mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur. Des pattes réglables assurent un meilleur ajustement. La mise en compression s'observe dans deux cas :

- les pattes sont trop souples et fléchissent sous le poids des plaques qui viennent appuyer sur les pierres posées en dessous, provoquant fissures et casses ;
- lors de la pose, les pierres sont calées pour réaliser des joints réguliers, et les cales, souvent dures, ne sont pas retirées après la pose. La charge de plusieurs pierres superposées est reportée sur des fixations porteuses qui ne sont dimensionnées que pour la charge d'une seule pierre. Par ailleurs, lorsque les pierres se dilatent, la mise en compression casse les plaques.

2. Les points singuliers en raccord avec les angles du bâtiment

« Le traitement des points singuliers est une source récurrente de pathologies, s'exclame Didier Pallix, directeur général adjoint du CTMNC. Les pièces d'angle, les petits retours sont souvent mal traités. Pour une largeur inférieure à 10 cm, un collage s'impose, complété par une double liaison mécanique au moyen de deux cavaliers. Or, même avec une largeur de 15 ou 20 cm, les plaques, au lieu d'être fixées par des pattes

LES TECHNIQUES DE POSE

Deux techniques de pose sont couramment utilisées aujourd'hui (voir illustrations ci-dessus). La première, librement dilatante dans le cas des joints vides, a supplanté la pose agrafée avec polochons – pratiquement abandonnée – grâce à l'emploi d'attaches fixées mécaniquement au support. La fixation des pierres aux attaches est assurée par des ergots cylindriques placés dans les chants des plaques. Invisibles, ces attaches travaillent en console pour supporter le poids de la plaque, et en traction ou compression

pour reprendre les efforts au vent. La seconde recourt à une ossature intermédiaire pour une pose sur les supports autre que le béton. Selon le calepinage ou l'esthétique recherchée, les pierres se posent soit avec des attaches dans les joints horizontaux, qui retiennent à la fois la pierre du dessous et portent celle du dessus, soit avec des attaches dans les joints verticaux. Dans ce dernier cas, la patte inférieure est porteuse, et la patte supérieure assure la retenue au dévers.

Chute de pierres minces attachées : stop aux idées reçues



mécaniques, sont simplement collées sur chantier pour gagner du temps et elles tombent au bout d'un ou deux ans. Lorsqu'il n'est pas possible de placer les attaches dans le chant des dalles, on est obligé de les mettre à l'arrière. On utilise alors des attaches « en culotte » dont l'extrémité inclinée (45 à 60°) pénètre dans la face arrière de la pierre pour la supporter comme un porte-manteau (voir illustration ci-contre). Rendue difficile par manque de place et de visibilité, la réalisation de l'entaille est rarement bien faite. Parfois, la pierre casse, tourne ou glisse. »

3. L'incompatibilité support/attaches

« Si les attaches mécaniques se fixent directement dans le béton, il faut prévoir une ossature sur les autres supports, insiste Didier Pallix. En effet, dans le cas d'un support en maçonnerie, les chevilles fixant les attaches peuvent tomber dans les joints qui sont plus ou moins bien faits ou traverser des parois d'alvéoles, ce qui amoindrit leur résistance à l'arrachement. À cela viennent s'ajouter des problèmes d'étanchéité à l'eau et à l'air de la façade puisque le plus souvent la maçonnerie sous le revêtement n'est pas enduite... »

4. Une mauvaise tenue des attaches dans le support

Mal fixées, mal scellées ou absentes (il faut quatre attaches par plaque en partie courante), les chevilles ou attaches ne peuvent jouer leur rôle correctement. Posées sur des joints de façades (mur en maçonnerie de pierre, briques...) ou trop près d'armatures, elles ne résisteront pas aux mouvements différentiels du bâtiment.

5. Des plaques fixées à cheval sur un joint de structure du gros œuvre

Elles risquent d'être soumises à des efforts de traction lors des déformations du bâtiment et de se fissurer ou casser.

6. Des défauts dans la pierre aux points d'attache

Il s'agit de fissures ou d'éclats au voisinage des trous forés dans le chant de la pierre, dus à un mauvais perçage. Un trou trop étroit oblige à forcer l'ergot provoquant l'éclatement de la pierre.

7. Des chocs en pieds de murs exposés

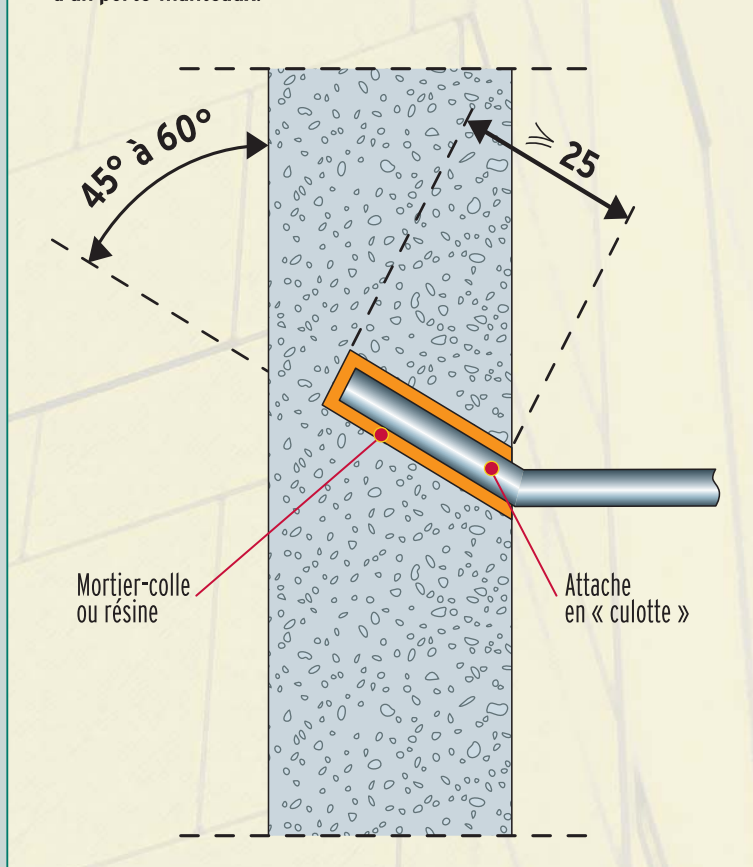
Les pierres ne sont pas assez épaisses pour résister aux chocs accidentels d'un deux roues, d'un skate-board...

8. Des défauts esthétiques, avec l'apparition de :

- coulures sur les pierres en haut du revêtement, sous les fenêtres... Elles sont dues à l'absence de protection d'étanchéité de la façade, telles que couverture, bavette, larmier, etc. ;
- taches grasses au niveau des joints souples ou des points d'attaches par migration des solvants du mastic qui enrobe les ergots placés dans des trous trop gros ou ovoïdes. Dans ce dernier cas, le mastic est, aujourd'hui, complètement interdit. Il est remplacé par un coulis de ciment ou un mortier-colle. Pour les joints souples, on utilise désormais des mastics non tachant prévus à cet effet ;
- d'auréoles dues à l'absence de vide d'air entre l'isolant et la plaque qui entrent en contact. L'isolant peut constituer un réservoir d'eau qui forme une tache sur la pierre par refroidissement différentiel. La poussière se dépose dans les zones froides pour former une auréole. Même sèche, l'auréole reste visible ;

Fixation des plaques par attache en « culotte »

L'attache en « culotte » est une attache ayant son extrémité inclinée pour pénétrer dans le dos de la plaque pour la supporter à la manière d'un porte-manteaux.



- taches d'oxydation du métal au niveau des attaches. Le DTU impose aujourd'hui l'utilisation d'agrafes et attaches en métal inoxydables dans la masse

Illustration Thierry Bel d'après celle du DTU 55.2

Les conseils de prévention

1. Le matériau pierre

Les pierres naturelles utilisées à l'extérieur comme revêtements attachés en pierre mince doivent répondre aux spécifications de la norme NF B10-601 et porter le marquage CE. Seuls les revêtements de parois verticales et ➔

REMPLEUR UNE PIERRE CASSÉE

Le revêtement étant autoporté, chaque pierre est indépendante même si les ergots sont communs à deux plaques. Il existe plusieurs techniques qui permettent de changer une pierre sans avoir à démonter toute la rangée ou la façade.



Chute de pierres minces attachées : stop aux idées reçues

Points singuliers : exemple de retour en tableau

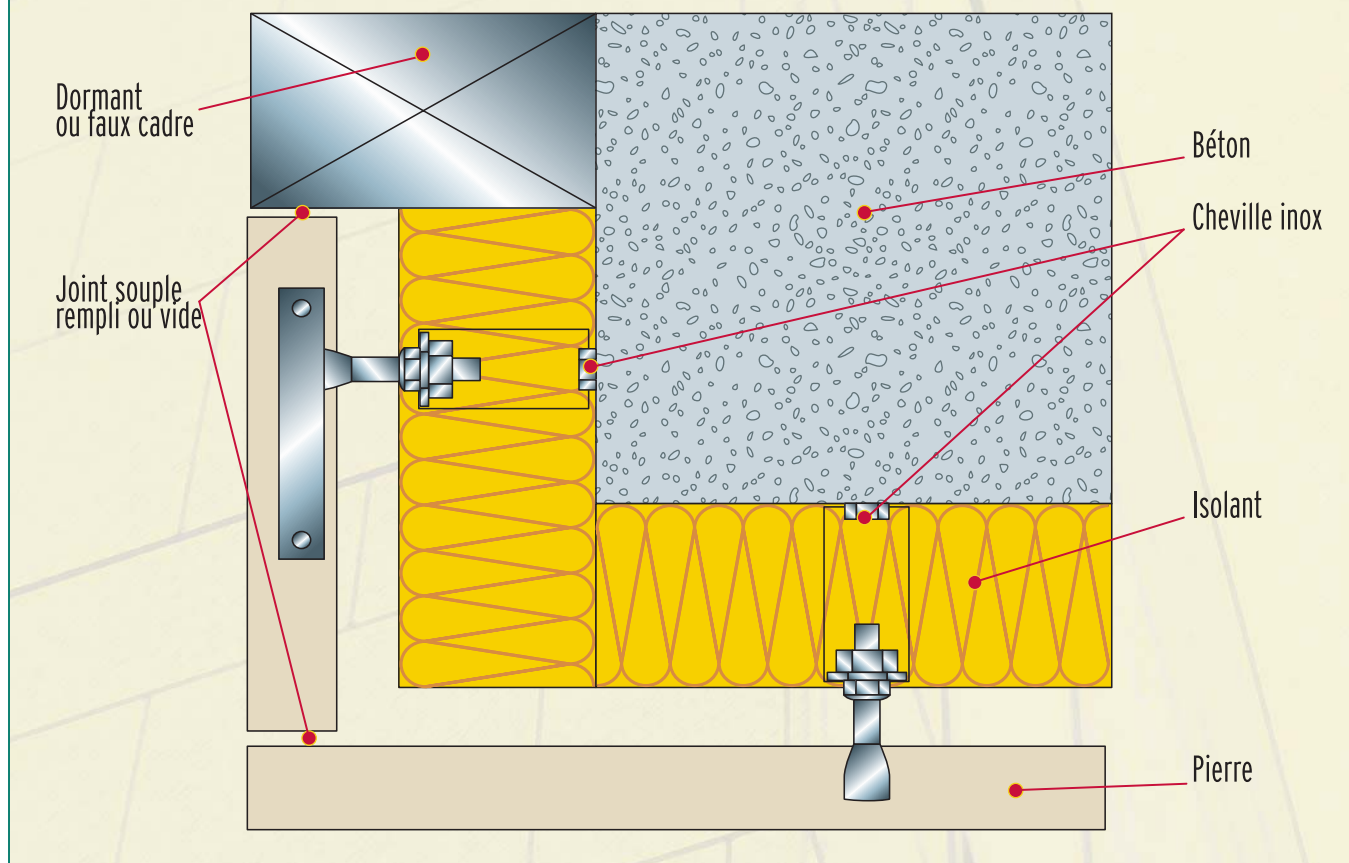


Illustration Thierry Bel
d'après celle du DTU 55.2

exclusivement les bâtiments de moins de 28 m de hauteur sont visés par le DTU 55.2. « La pose des marbres cristallins est aujourd'hui très réglementée à l'extérieur, précise Alain Bouineau. Ils doivent justifier de leur tenue à la décohé- sion granulaire, selon la norme citée ci-dessus, la NF B10-601. ». Le choix de la pierre dépend du site, de l'exposition et de son emplacement (partie courante, soubassement...). Les principaux critères à prendre en compte sont :

- la résistance au gel. « La France est divisée en cantons selon quatre zones de gel allant de gel très faible (classe A) à gel sévère (classe D), explique Alain Bouineau. En zone D, par exemple, la pierre doit résister à plus de 12 cycles de gel en partie courante et à plus de 96 cycles en soubassement. »
- la résistance aux effets du vent, définie à partir des règles NV 65 (DTU Po6-002). Pour déterminer le dimension-

nement (poids, surface...) des plaques fixées par quatre attaches, il convient de vérifier la résistance au vent de la pierre à la liaison ergot/pierre ;

- la résistance aux attaches (dans la tranche de la pierre) est de 300 N minimum. Plus la pierre est épaisse, plus elle résiste au niveau des attaches. L'épaisseur minimale sera comprise entre 30 et 80 mm maximum. Au-delà de 80 mm, il s'agit de pierres « massives » posées avec d'autres techniques.

2. La conception de l'ouvrage

La résistance aux chocs est fonction de la position des pierres sur la façade. L'épaisseur minimale des plaques est fixée à 30 mm pour les revêtements posés en partie courante et sur plus de 6 m de hauteur, et à 20 mm en dessous sous certaines conditions (art. 4.1.2.2.1 du DTU). « En soubassement,

UN NOUVEAU CENTRE TECHNIQUE DÉDIÉ À LA PIERRE NATURELLE

La création au 1^{er} janvier 2007 du Centre technique de matériaux naturels de construction (CTMNC) est venue renforcer la présence de la pierre naturelle dans les instances de normalisation.

Ce centre dispense avis, conseils et informations aux prescripteurs, architectes, entrepreneurs...

Pour en savoir plus : CTMNC - 17, rue Letellier, 75015 PARIS
Tél. : 01 44 37 07 10 - Fax : 01 44 37 07 20 - www.ctmnc.fr

Chute de pierres minces attachées : stop aux idées reçues



les pierres doivent être plus épaisses et de format réduit pour s'affranchir des risques de casse, précise Didier Pallix. Le prescripteur peut exiger une résistance maximale pour une exposition fortement sollicitée Q4 (selon la norme NF Po8-301). L'épaisseur pourra alors être supérieure à 30 voire 40 mm à hauteur d'homme pour une école, par exemple, ou à hauteur d'étage sur un bâtiment plus exposé. »

La dimension des plaques conditionne l'esthétique de la façade. Leur surface maximale est d'1 m² avec un rapport longueur/largeur inférieur à 3 (plus grande dimension = 1,40 m). Ce rapport n'est pas applicable pour les plaques de faible largeur utilisées en retour de tableau ou voussures de baies. La compatibilité entre support et attaches est primordiale. Le support en béton banché est le seul admissible pour la pose avec des attaches mécaniques. Pour les autres supports (blocs de béton pleins ou creux, briques pleines ou creuses...), le DTU préconise un ancrage sur ossature intermédiaire. Cette dernière doit faire l'objet d'une étude spécifique et sera ancrée dans les zones résistantes du support pour assurer la stabilité de l'ensemble (art. 9 du DTU). La fixation des attaches sur l'ossature intermédiaire étant réglable, il convient de prévoir un dispositif anti-glisement.

3. La mise en œuvre

Les fixations étant invisibles et incontrôlables, la mise en œuvre relève d'une qualification irréprochable. « Il faut choisir une entreprise ayant pignon sur rue et pouvant faire état de références, déclare Didier Pallix. Celle-ci doit apporter des dossiers techniques préparatoires, notamment sur les points singuliers, et doit mettre en place un plan d'assurance qualité. » Une attention toute particulière portera sur :

- l'isolation par l'extérieur, qui doit être fixée de telle façon à éviter son fluage (art. 5.3.3). Une lame d'air ventilée d'au moins 2 cm d'épaisseur doit être aménagée entre le dos de la pierre et l'isolant thermique ou le support ;
- le perçage des trous de fixation dans les chants des plaques. Compte tenu de la précision requise (art. 7.5.1.2) tant au niveau de l'implantation du trou (axe du chant) que de sa qualité de réalisation (trou droit et cylindrique), il est fortement recommandé de faire percer les chants en usine. Pour le perçage sur chantier, il est préférable d'utiliser un gabarit de perçage permettant de garantir la bonne implantation des trous par rapport au parement de la plaque ;
- les joints entre pierres, qui jouent à la fois un rôle esthétique et technique, et doivent être réguliers. En partie courante, la largeur minimale des joints ouverts ou calfeutrés au mastic est de 6 mm, et de 5 mm pour ceux calfeutrés au mortier. Attention : avant le démontage de l'échafaudage, les joints doivent être impérativement débarrassés des cales de pose, coulures de ciment, reflux de remplissage de trous d'ergot et de tous éléments susceptibles de gêner les déformations ;
- les joints du support (dilatation ou fractionnement), qui doivent être repris dans le revêtement par des joints souples réalisés sensiblement aux mêmes emplacements et dans la même largeur (art. 8.1.1 du DTU) ;



Photo Etanco :
Exemple de gabarit
de perçage des trous
des chants des plaques.

- les joints souples de fractionnement. Ils s'imposent dans le revêtement, en plus des précédents, lorsque le système d'attaches ou les joints remplis de mortier entre plaques ne permettent pas d'absorber les mouvements différentiels entre le revêtement et le support. Réalisé dans toute l'épaisseur des plaques, un joint souple peut être vide ou calfeutré au mastic. Afin de délimiter des panneaux de surface réduite, il faut prévoir des joints horizontaux tous les 3 m environ (à chaque étage), et des joints verticaux tous les 8 m environ et aux extrémités des façades. ■

Marie-Pierre Jouan

Pour en savoir plus

- Norme NF B10-601 *Pierres naturelles – Prescriptions générales d'emploi des pierres naturelles* (juillet 2006).
- Norme NF P65-202-1 (réf. DTU 55.2) *Revêtements muraux attachés en pierre mince* (octobre 2000). La remise en forme du DTU selon les règles d'Intégration des Normes Européennes et Agréments Techniques Européens (INEA) est d'ores et déjà prévue.
- Norme NF EN 1469 *Produits en pierre naturelle. Revêtement mural*. (Exigences de juin 2005).
- Livret *Principales exigences techniques applicables aux produits de construction en pierre naturelle* (1^{er} avril 2008), disponible auprès du CTMNC (Centre technique de matériaux naturels de construction).