

MORTIERS DE MAÇONNERIE INDUSTRIELS

Prescription d'un mortier à performances spécifiées - Aspects d'exécution d'une maçonnerie



DOSSIER
CIMENT

29
juin 2002

mortier de
maçonnerie

Yq4

BB/SfB

Les mortiers de maçonnerie fabriqués industriellement sont apparus sur le marché voici quelques dizaines d'années et sont aujourd'hui incontournables dans le monde de la construction. Il convient de distinguer deux catégories de produits :

- Le **mortier humide** est un mortier industriel stabilisé, produit en centrale et livré prêt à l'emploi sur chantier par camion mixer. Il est déchargé dans des bacs transportables. L'ouvrabilité, l'homogénéité et l'absence de ressuage sont garanties pendant une durée convenue d'avance, généralement 36 heures.
- Le **mortier sec** est un mélange dosé au préalable en usine, composé de liant, de sable et d'adjuvants. Il est soit emballé dans des sacs, soit transporté dans des camions-citernes sur le chantier, où il est stocké dans un silo. L'eau de gâchage est ajoutée au mélange sur chantier. Dans le cas d'un silo, cet ajout se fait automatiquement à la sortie de la quantité nécessaire de mortier.
- Un autre système est constitué par le silo à deux compartiments : un des compartiments contient le liant et les adjuvants, l'autre contient le sable terre humide.

Pour ce qui concerne la préparation du mortier, les mortiers de maçonnerie préparés ont évolué pour devenir une alternative à part entière aux mélanges traditionnels grâce à une foule d'avantages :

- composition constante et contrôlable du mortier avec utilisation judicieuse d'adjuvants éventuels;
- gamme de produits aux propriétés certifiées et donc possibilité de spécification sur la base de performances exigées et (du moins, en ce qui concerne les mortiers humides et les mortiers secs) livraison avec le label BENOR;
- gain de temps, efficacité sur chantier, élimination des gaspillages de matières premières, etc.

Lors de la mise en œuvre d'un mortier de maçonnerie, les usages artisanaux et les préférences personnelles constituent toutefois, encore et toujours, des éléments importants. Comme l'ouvrabilité d'un mortier de maçonnerie se situe dans des limites très étroites, le maçon voudra dans certains cas 'corriger' le comportement du mortier frais. Mais de ce fait, l'attention portée à la qualité du mortier à l'état durci risque parfois de passer à l'arrière-plan... Ce bulletin offre dès lors un aperçu des exigences imposées à un mortier de maçonnerie au niveau des performances – que ce soit à l'état frais ou à l'état durci. Un mortier de maçonnerie certifié BENOR répond à une série de caractéristiques obligatoires et éventuellement facultatives. Le bulletin explique comment un tel mortier doit être prescrit. Quelques aspects importants de l'exécution d'une maçonnerie sont également illustrés.

MATIERES PREMIERES DES MORTIERS DE MAÇONNERIE

Les composants essentiels du mortier sont le sable, un liant minéral et l'eau. Pour optimiser le mortier, on peut utiliser des adjuvants et des additions minérales.

Dans l'aperçu qui suit, c'est surtout la large gamme d'adjuvants qui saute aux yeux. L'influence de ces derniers sur le mortier est très importante et les possibilités sont nombreuses. Le dosage doit toutefois se faire avec précision, ce qui ne pose aucun problème dans une usine ou une centrale de mortier. Par contre, l'ajout d'adjuvants sur chantier présente des risques.

Sable

Le sable forme le squelette inerte du mortier durci. Il doit présenter une bonne répartition granulométrique et être propre, c'est-à-dire ne contenir ni matériau organique ni particules argileuses. Bien que le maçon choisisse traditionnellement un sable fin, il est également possible de confectionner du mortier correctement ouvrable avec du sable moyen à gros ($D_{\max} = 2 \text{ mm}$). Un tel mortier exigera moins de liant et donnera néanmoins de bons résultats sur le plan de la résistance mécanique. De plus, il aura un retrait limité.

La présence d'une quantité réduite de matériaux fins ou d'adjuvants est nécessaire pour se prémunir contre le ressuage de l'eau de gâchage.

Le sable fin, et surtout le sable argileux (sable jaune gras), exige un dosage trop élevé en eau – et donc en liant également, ce qui augmente la sensibilité au retrait. Les particules argileuses absorbent beaucoup d'eau et la structure du mortier durci peut, de ce fait, être sensible au gel.

Liants

Les liants servent à agglomérer les grains de sable. Ce sont de fines matières minérales sous forme de poudre :

- liants hydrauliques (réagissant avec l'eau) ou à hydraulité latente;
- liants pouzzolaniques (réagissant avec la chaux);
- liants durcissant par réaction avec le CO_2 de l'air.

En pratique, ce sont le ciment, la chaux, et des matières hybrides présentant les caractéristiques des deux. Dans certains concepts, la notion de "liant" est étendue à l'ensemble des matières fines inertes et liantes, adjuvants et polymères.

Ciment

En Belgique, on utilise généralement, pour la fabrication du mortier, du ciment ordinaire qui satisfait à la norme NBN EN 197-1, à savoir essentiellement le ciment Portland (CEM I), le ciment Portland composé (CEM II) et le ciment de haut fourneau (CEM III). A priori, on peut réaliser un bon mortier avec tous les types de ciment. La température ambiante et la durée d'utilisation souhaitée peuvent entraîner une légère préférence pour un ciment précis. Un mortier à base de CEM I présente une résistance initiale plus élevée et exige donc une mise en œuvre plus rapide. De ce fait, il convient mieux par temps froid. Avec le CEM III, le mortier est ouvrable plus longtemps, par temps chaud également, à condition toutefois que l'eau de gâchage ne s'évapore pas prématurément. Dans les mortiers industriels, le choix du ciment s'inscrit dans la formulation du mortier, permettant d'atteindre les performances visées. Des types de ciment spéciaux comme le ciment à résistance élevée aux sulfates (HSR) et le ciment à faible teneur en alcalis (LA) peuvent être nécessaires dans certains cas.

Chaux grasse (chaux durcissant à l'air)

Par chaux grasse pour mortier de maçonnerie, on entend le $\text{Ca}(\text{OH})_2$ obtenu par calcination d'un calcaire suffisamment pur en CaO éteint ensuite avec de l'eau. La chaux durcissant à l'air est vendue sous forme de poudre ou de pâte. Vu sa

surface spécifique très élevée, la chaux durcissant à l'air absorbe beaucoup d'eau, ce qui limite le ressuage et améliore l'onctuosité. Elle durcit par carbonatation (réaction avec le CO_2 de l'air). Cette réaction est très lente. Maçonner au moyen de ce mortier en période de gel n'est donc pas sans risque. La résistance mécanique de la chaux durcie est nettement inférieure à celle du ciment durci. La résistance aux acides est elle aussi plus faible. Dans un premier temps, le mortier de chaux présente toutefois un comportement plastique et peut de ce fait absorber des déformations limitées. La chaux durcissant à l'air est utilisée dans la maçonnerie actuelle en combinaison avec du ciment (mortiers bâtards).

Chaux hydraulique

La chaux hydraulique est un liant hybride dont une partie des composants durcit au contact de l'air et dont l'autre partie possède des propriétés hydrauliques. Le liant est obtenu en calcinant du calcaire argileux (jusqu'à maximum 1250°C) ou un mélange similaire de minéraux. On obtient ainsi un mélange de chaux vive (CaO) et des silicates et aluminates de calcium. Après extinction et mouture, il reste un mélange de chaux aérienne et de minéraux hydrauliques. La chaux hydraulique est utilisée dans le mortier bâtard ordinaire, dans les enduits extérieurs et les mortiers de jointoiement spéciaux.

Chaux de coquillages

C'est un liant à hydraulité très faible et surtout durcissant à l'air. Il est obtenu par la calcination et l'extinction de coquillages. Le liant contient des grains rudes non calcinés qui donnent au mortier durci une structure grossière typique, de même qu'un aspect naturel.

Eau

Dans le cas des liants hydrauliques, la fonction de l'eau de gâchage est double :

- une (petite) partie de l'eau est destinée à hydrater le liant; en d'autres termes, elle est liée chimiquement;
- le reste de l'eau n'a qu'une utilité temporaire, à savoir améliorer l'ouvrabilité, et s'évapore ensuite. Plus cet excédent d'eau est grand, plus le mortier sera poreux, et donc plus sa résistance mécanique et sa résistance aux matières agressives et au gel seront faibles. Dans les mortiers modernes, la contribution de l'eau à l'ouvrabilité est donc remplacée par l'utilisation contrôlée d'adjuvants.

Additions

Par additions, on entend de fines matières minérales sous forme de poudre, d'une granularité comparable à celle du ciment. On distingue les additions inertes (type I : farine de quartz, filler calcaire,...) et les additions à hydraulité latente (scories) ou pouzzolaniques (type II : pouzzolanes naturelles et sous-produits de l'industrie, comme les cendres volantes de charbon pulvérisé et les fumées de silice). Les additions ont une influence favorable sur l'onctuosité et le pouvoir de rétention d'eau. Si on en utilise trop, la résistance du mortier diminue fortement.

Adjuvants

Les adjuvants sont, par définition, des substances ajoutées au mortier en très petites quantités, soit sous forme de poudre, soit en solution aqueuse, afin d'améliorer le comportement du mortier frais ou du mortier durci. Certains adjuvants ont une action similaire à celle exercée dans le béton, mais quelques types d'adjuvants sont spécialement destinés aux mortiers (cf. normes EN 934-2 et 3).

Entraîneur d'air

Cet adjuvant forme d'innombrables bulles d'air microscopiques dans le mortier (d'un diamètre de 50 à 200 μm) de sorte que :

- un effet lubrifiant est obtenu;
- la quantité d'eau de gâchage (effet réducteur d'eau) est limitée;
- la rétention d'eau est améliorée;
- la résistance au gel augmente.

Toutefois, la résistance à la compression diminue. La réduction d'eau peut même, si le temps est très sec, entraîner l'interruption de l'hydratation: le mortier – dit "grillé" – ne développe plus aucune adhérence ni résistance. Il est possible d'éviter ce phénomène en utilisant un rétenteur d'eau.

Sur chantier, des produits qui ne conviennent pas à cet effet, comme les détergents, sont encore utilisés, d'où l'apparition d'effets secondaires (certaines efflorescences).

(NB : Une fois "grillé", un mortier ne peut pas être réactivé par humidification, ou difficilement !)

Retardateur de prise

Avec cet adjuvant, on peut prolonger l'ouvrabilité. Dans les mortiers prêts à l'emploi, il est utilisé pour garantir l'ouvrabilité du mortier jusqu'à 72 heures par exemple.

Rétenteur d'eau

Cet adjuvant permet d'augmenter la capacité du mortier frais à retenir l'eau. Cet adjuvant est utile lorsqu'il y a un grand risque de dessiccation et est utilisé pour stabiliser les mortiers prêts à l'emploi.

Plastifiants et réducteurs d'eau

Certains blocs/briques qui absorbent peu d'eau ne permettent pas de monter rapidement une maçonnerie avec un mortier riche en eau. Le mortier reste en effet trop longtemps plastique et s'affaisse sous la pression de quelques lits de briques ou de blocs. En ajoutant un réducteur d'eau, on peut combiner une bonne ouvrabilité temporaire avec une prise plus rapide.

Accélérateurs de prise et de durcissement

Ces adjuvants peuvent s'avérer utiles à des températures très basses. Il est déconseillé de corriger l'effet des accélérateurs de prise avec des retardateurs de prise (et inversement).

Pour être complet, il faut encore mentionner les substances suivantes :

Liants combinés

Certains pays européens commercialisent des liants combinés. Par exemple :

- chaux hydraulique artificielle (type XHA 10 par exemple);
- ciment de maçonnerie (MC = *masonry cement*, un mélange de clinker Portland, de poudres minérales et d'entraîneurs d'air sous forme de poudre).

Il n'existe pas en Belgique de tradition digne d'être mentionnée à ce niveau.

Polymères

Sous forme de poudre ou d'émulsion aqueuse (mélanges de styrène, butadiène, acrylates, etc.), certains polymères ont une action favorable sur l'ouvrabilité, l'effet de rétention d'eau, la résistance intrinsèque à la traction et l'adhérence. La résistance à la dégradation par les pluies acides augmente également tandis que l'encrassement diminue.

Colorants

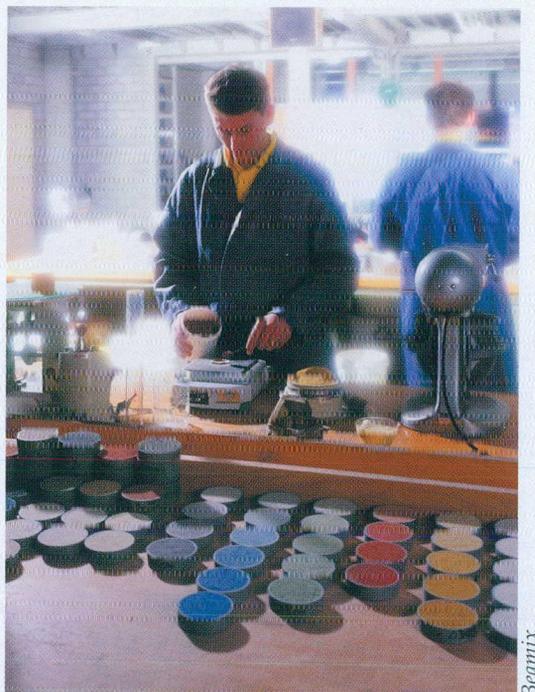
Il s'agit ici de pigments inorganiques qui sont surtout ajoutés au mortier de jointoiment. En ce qui concerne le mortier sec industriel, le dosage et le mélange sont assez faciles à réaliser et l'influence sur les propriétés mécaniques peut être maintenue sous contrôle. Sur chantier, il est préférable d'éviter l'utilisation de colorants en raison des problèmes spécifiques liés au mélange.



Inter-Beton



Holcim Mortiers



Beamix

CARACTERISTIQUES DU MORTIER DURCI

Résistance

Nombre de bâtiments historiques ont été construits en maçonnerie de blocs de pierre naturelle ou de briques avec du mortier à la chaux. Le mortier était comprimé pendant la réalisation du bâtiment et était déformable au point qu'aucune fissure n'apparaissait même en cas de tassements importants. Il est toutefois évident qu'une telle maçonnerie ne peut résister qu'à la compression et non à la flexion.

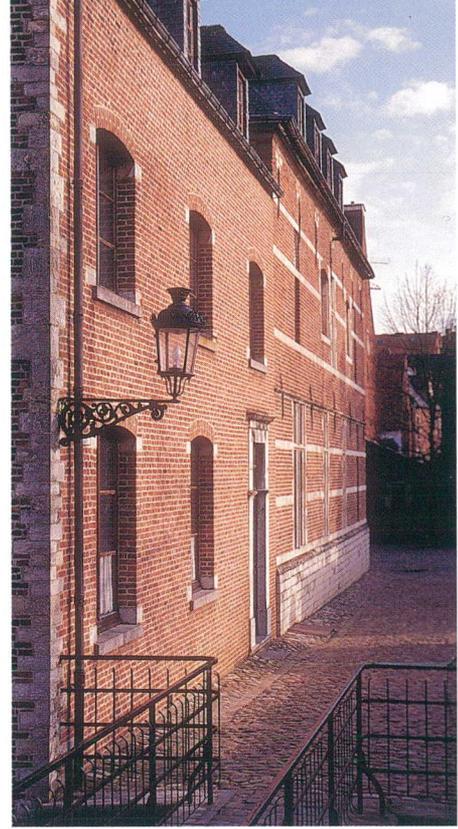
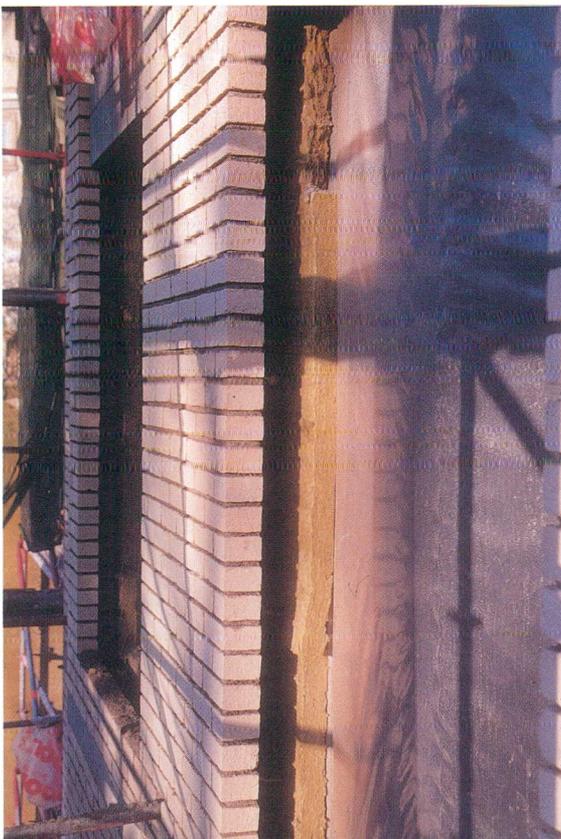
Au vu de cette expérience historique, il ne semble pas évident d'imposer des exigences de résistance plus élevées au mortier de maçonnerie. Toutefois, suite à l'évolution continue dans la maçonnerie moderne vers des éléments portants plus élancés et suite à l'augmentation des portées et des concentrations des efforts qui l'accompagnent, les charges sur la maçonnerie ont augmenté. La surface de contact entre le mortier et les blocs creux et perforés à paroi mince s'est relativement réduite, de sorte que les concentrations de contrainte dans le mortier sont plus grandes. Dans le même temps, la sensibilité au tassement des constructions a diminué suite aux nouveaux concepts de fondations et l'on compte davantage de systèmes de finition qui exigent une structure portante rigide. L'excentricité est également devenue assez importante de sorte qu'il faut déterminer les dimensions sur base de la flexion composée.

Une dernière évolution consiste à faire travailler la maçonnerie en flexion, en utilisant ou non des armatures.

Toutes ces évolutions requièrent une résistance à la traction accrue et donc une meilleure résistance à la compression. Pour une maçonnerie normalement chargée, on prend actuellement en compte une résistance moyenne du mortier à la compression de l'ordre de 8 N/mm^2 (valeur définie par essais sur prismes en mortier d'usage courant $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$). Pour une maçonnerie plus lourdement chargée (construction d'un bâtiment de trois étages ou plus), des résistances à la compression allant jusqu'à 12 et exceptionnellement 20 N/mm^2 peuvent s'avérer nécessaires en combinaison avec des blocs/briques suffisamment résistants. La maçonnerie armée est une autre possibilité.

Dans une maçonnerie normale, l'adhérence a peu d'importance. La valeur doit toujours être fixée en combinaison avec les matériaux de maçonnerie et dépend fortement de l'exécution.

Maçonnerie moderne : des constructions élancées nécessitent des mortiers avec une résistance à la compression et à la traction plus élevée.



Bâtiments historiques : la maçonnerie reprend uniquement des efforts de compression.

Exemples d'exigences de résistance à la compression en fonction de l'application du mortier:

- suivant la norme belge NBN 14-001:

Annexe C: CHOIX D'UNE COMPOSITION D'UN MORTIER EN FONCTION D'UTILISATIONS PARTICULIERES	
- mortiers pour maçonneries en contact avec des milieux agressifs (eaux pures, agressives, usées, terre, eau de mer etc.): le mortier M1 est seul autorisé (*)	
mortiers pour maçonnerie armée: les mortiers M1 et M2 sont seuls autorisés (*)	
(*) résistance moyenne à la compression après 28 jours :	
M1 : 20 N/mm^2	
M2 : 12 N/mm^2	

- suivant la norme néerlandaise NEN 3835:

TYPE	APPLICATION PRINCIPALE	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION (N/mm^2)
I	ouvrages étanches à l'eau	17,5 - 10
II	toute maçonnerie exposée aux intempéries; maçonnerie portant intérieure	12,5 - 5
III	idem que pour II, mais pour le cas où la maçonnerie n'est pas exposée à des intempéries particulièrement sévères telles que pluies battantes ou risque d'infiltration	10 - 5
IV	maçonnerie intérieure portante et non portante	5 - 2,5
V	ouvrages dans lesquels la maçonnerie doit reprendre certaines déformations	2,5

Durabilité

En règle très générale, on peut affirmer qu'un mortier dont le sable est d'une bonne granulométrie, d'une teneur suffisante en ciment et donc d'une résistance à la compression élevée offre les meilleures chances de présenter une résistance suffisante aux dommages causés par le gel et d'autres sollicitations. Pour cette raison, on constate une tendance à associer la résistance du mortier aux conditions d'exposition. Il n'existe à ce jour pas de normalisation à ce sujet en Belgique, mais on trouve des exemples dans la norme néerlandaise NEN 3835 et dans le nouveau projet de norme européenne EN 998-2.

Les principales sollicitations sont :

- gel combiné à une saturation élevée;
- lessivage par eau pluviale acide et SO_2 en atmosphère urbaine;
- effets d'érosion par le vent et l'écoulement d'eau;
- formation de mousse aux endroits de forte saturation en eau et faible exposition au soleil et au vent;
- phénomènes d'efflorescences.

La problématique de la durabilité de la maçonnerie est très complexe et diverse, et dépend de l'interaction entre la brique et le mortier. Pour mieux saisir la question, il faut analyser quelques phénomènes et les facteurs qui les influencent.

Comportement du mortier à l'humidité et résistance au gel

La résistance du mortier est déterminée dans une large mesure par son évolution au jeune âge. L'eau est nécessaire à l'hydratation des liants hydrauliques et pouzzolaniques et à l'ouvrabilité. Avec des valeurs supérieures à 0,8, le rapport eau/ciment du mortier préparé est nettement supérieur à celui du béton. Pendant et après le maçonnerie, une grande partie de l'eau disparaît du mortier. Une partie est absorbée par la brique, une autre partie s'évapore. L'absorption de l'eau par la brique s'arrête dès que la brique est saturée ou lorsque la microstructure du mortier durcissant est devenue telle que les pores du mortier sont plus fins que ceux de la brique.

Les principaux facteurs qui influencent le processus sont :

- le pouvoir d'absorption des matériaux de maçonnerie (fonction de la structure des pores);
- la teneur en eau des matériaux de maçonnerie lors du maçonnerie;
- la teneur en eau du mortier et la rétention d'eau;
- le type de ciment et sa vitesse de prise et de durcissement;
- la température et l'humidité de l'air.

Une étude du CSTC a montré que le mortier de ciment présente une bonne durabilité lorsque son rapport E/C effectif (c'est-à-dire dans le joint après arrêt de l'échange d'humidité) se situe entre 0,40 et 0,70. Un rapport E/C effectif trop élevé donne un mortier plus poreux et donc sensible au gel. Un rapport E/C trop faible présente un danger d'hydratation insuffisante et donc un mortier mal lié ("grillé"). Pour le durcissement, il faut donc une quantité appropriée d'eau dans le mortier. Les zones sensibles sont la face extérieure exposée au soleil et au vent et la surface de contact entre le mortier et la brique.

Si l'entraîneur d'air est correctement dosé, les petites bulles d'air agissent comme des vases d'expansion en cas de gel. Les retardateurs de prise ralentissent la dessiccation et doivent être accompagnés de produits de rétention d'eau. Il va de soi qu'un traitement approprié (éviter la dessiccation, le cas échéant bâcher l'ouvrage ou l'humidifier) est également efficace.

Les mortiers avec liants durcissant à l'air ne développent pas de résistance élevée et présentent, en raison de leur microstructure poreuse, une moindre résistance au gel. En période froide, ils doivent être protégés du climat extérieur durant les premiers temps. Pour ce type de mortier, une cure postérieure par aspersion n'est pas judicieuse, parce que la chaux ne durcit pas sous eau.

Résistance chimique

La résistance à l'agression par les pluies acides et à l'érosion est en relation directe avec le type et la quantité de liant et avec la compacité de la structure du mortier.

Les liants à base de chaux présentent seulement une résistance très limitée aux attaques acides et se lessivent facilement. De plus, ces mortiers présentent une résistance très limitée à l'érosion.

Seuls les liants à base de ciment garantissent une adhérence permanente, à condition toutefois que l'hydratation se soit déroulée correctement.

Efflorescences et exsudations de chaux

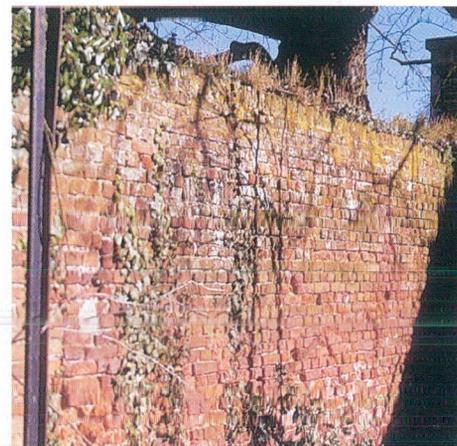
Ces deux phénomènes sont décrits en détail dans le *Dossier Ciment - bulletin n° 5*.

Par *efflorescences*, on entend le dépôt de sels sur ou juste au-dessous de la surface d'une maçonnerie, généralement constituée de briques. Dans des cas exceptionnels, les sels qui se forment sont expansifs. La plupart du temps, il s'agit d'un phénomène inoffensif, superficiel et temporaire, mais qui n'est généralement pas jugé esthétique. Les efflorescences n'apparaissent qu'après une période de dessiccation lente suivant une période de forte humidification. Le phénomène ne peut jamais être évité avec certitude. Le meilleur résultat est encore atteint en ne maçonner pas par temps pluvieux et en protégeant la maçonnerie le plus rapidement possible.

Les *exsudations* de chaux sont souvent confondues avec les efflorescences. Il s'agit de la migration de laitance de chaux - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - vers la surface dans un milieu saturé en eau. Le phénomène peut se manifester sur des mortiers et des blocs de béton jeunes. Dans ces matériaux, l'hydratation est encore incomplète et le $\text{Ca}(\text{OH})_2$ formé n'est pas complètement carbonaté. Après avoir migré à la surface de la maçonnerie, la chaux se carbonate et forme un voile blanchâtre tenace qui ne peut être éliminé qu'à l'acide. Dans le cas de blocs ou briques creux, le phénomène est stimulé par la présence d'eau stagnante à l'intérieur de ces derniers. Les mortiers de jointolement riches en chaux sont très sensibles aux exsudations lorsque les températures sont basses (durcissement ralenti). Ici non plus, le mortier ne peut pas vraiment faire l'objet d'exigences et une fois encore, la solution consiste à protéger la maçonnerie pendant et après la phase d'exécution.

Formation de mousse et encrassement

Bien que ces phénomènes soient surtout la conséquence du parti architectural et des détails d'exécution, la qualité du mortier joue également un rôle. La mousse se développe facilement sur un support riche en calcaire et poreux; l'encrassement se fixe de préférence sur des surfaces de joint rugueuses et humides. Dans la mesure où un mortier de bonne qualité est moins poreux, il y a ici aussi un lien direct entre d'une part la teneur en liant et la résistance mécanique et d'autre part la durabilité.



CARACTERISTIQUES DU MORTIER FRAIS

Le maçon impose des exigences très sévères à l'ouvrabilité du mortier. Cette ouvrabilité ne se limite pas à une consistance correcte, mesurable par l'une ou l'autre méthode d'essai (valeurs à la table à secousses comprises entre 1,65 et 1,75 par exemple).

Le mortier doit surtout être onctueux et le rester pendant un temps de mise en œuvre déterminé sans qu'il y ait perte d'eau.

La truelle doit pouvoir s'enfoncer aisément dans le mortier, lequel doit présenter une bonne cohésion. Dès que le mortier n'est plus travaillé, il doit garder sa forme. La brique (ou le bloc) doit pouvoir être posée légèrement et correctement dans le lit de mortier à la bonne hauteur. Lorsqu'on applique du mortier sur les faces verticales, celui-ci doit rester accroché afin d'obtenir un joint vertical bien rempli. Dès que le mortier est en place, il doit raidir assez rapidement afin de ne pas être expulsé du joint sous le poids des lits supérieurs. En outre, si les briques sont très absorbantes, le mortier doit pouvoir retenir suffisamment d'eau de gâchage.

Dans la technologie classique du mortier (et de l'avis de nombreux maçons), cette combinaison de propriétés ne pouvait être obtenue qu'avec un sable fin, en ajoutant de préférence une certaine quantité de sable argileux (sable jaune gras). Le sable grossier était considéré comme inacceptable en raison de sa rugosité et de son ressuage excessif. L'usage d'un liant gras rétenteur d'eau, comme la chaux, devait résoudre en partie le problème du sable grossier. La résistance et la durabilité des mortiers étaient de ce fait complètement négligées.

Dans le temps, pour protéger le mortier moins résistant, les joints étaient réalisés avec un mortier de jointolement dur riche en ciment, dont la durabilité est accrue, mais le retrait également. Les joints durs ne pouvaient toutefois pas empêcher la pénétration d'eau via les briques. La détérioration du mortier de pose par le gel ne pouvait pas être évitée et les joints étaient expulsés.

L'apparition sur le marché des adjuvants plastifiants et entraîneurs d'air a permis d'obtenir l'ouvrabilité souhaitée avec du sable plus rude et plus grossier. La chaux n'est dès lors plus considérée comme nécessaire, mais le maçon préfère toujours des types de sable relativement fins.

Les différents types de briques/blocs peuvent présenter des caractéristiques d'absorption très différentes. Les instructions des fabricants sur une éventuelle humidification préalable doivent donc être suivies à la lettre. Une surface poussiéreuse ou sale influence l'absorption. Dans tous les cas, il est conseillé d'évaluer l'adhérence du mortier frais à la brique par un essai. Idéalement, lorsqu'on sépare la brique du mortier frais, une partie de ce dernier doit y adhérer.

CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE

En dépit du respect des règles de composition ou de l'emploi de mortiers industriels certifiés, un comportement satisfaisant du mortier dépend toujours pour une large part des options de conception et de la mise en œuvre. Surtout pour les parements, la forme de la maçonnerie et l'exposition qui en résulte jouent un grand rôle dans la durabilité et la prévention de l'encrassement.

Outre les propriétés du mortier, la qualité de la mise en œuvre de la maçonnerie joue également un grand rôle dans le comportement de la façade au niveau de la physique du bâtiment : isolation, étanchéité à l'air, comportement à l'humidité (précipitations, humidité ascensionnelle,...). Des défauts fréquents sont les ponts de mortier dans les coulisses des murs creux et des joints d'about mal remplis.

Une maçonnerie dont la teneur en humidité est quasi en permanence élevée, se détériore plus rapidement qu'une maçonnerie protégée. Des phénomènes tels que la formation de mousse, les écoulements préférentiels avec encrassement local, le vieillissement, le lessivage et les dégâts dus au gel se manifestent surtout aux endroits où l'eau stagne et pénètre dans la maçonnerie et où le séchage est limité (peu de soleil et de vent). En cas de forte exposition à la pluie, les murs creux présentent des performances nettement moins bonnes lorsque l'isolant est en contact avec la maçonnerie de parement, ou lorsque la coulisse est insuffisamment ventilée et drainée. Dans ces cas, il n'est pas justifié d'attribuer les phénomènes éventuels de dégradation exclusivement à la qualité du mortier.

Dans certaines situations, l'hydrofugation des façades peut constituer une solution. Il faut toutefois prêter d'abord attention aux détails d'exécution (raccords, appuis de fenêtre, couvre-murs, etc.) et à la protection des surfaces non verticales.

Pour ce qui concerne la mise en œuvre, il faut insister sur la cohérence entre le choix de la brique et du mortier et sur les conditions climatiques lors de l'exécution. L'humidification préalable des briques est nécessaire dans certains cas. Mais maçonner avec des briques trop mouillées est tout aussi néfaste. Si le temps est sec et chaud, le mortier de ciment doit être humidifié après mise en œuvre jusqu'à ce que le degré d'hydratation soit suffisant. Cela signifie une aspersion répétée, sans toutefois salir la maçonnerie. Par contre, pour les mortiers à teneur élevée en chaux, asperger n'a que peu ou pas de sens.

BIBLIOGRAPHIE

DE BLAERE B.

Ieg- en voegmortel voor metselwerk

Studiedag KVVV 'Technologie van pleisters en mortels in de hedendaagse bouw', september 1998

(le texte du présent bulletin est essentiellement basé sur cet article)

PFEFFERMANN O.

Maçonnerie portante – Conception, dimensionnement et exécution selon l'Eurocode 6

Diagon : Kluwer Editorial, 1999

ELSEN J. ; LENS N. ; GERARD R.

Célicité des mortiers de maçonnerie dans les façades en briques

CSTC Magazine

Bruxelles : CSTC, automne 1993

NEN 3835 : Mortels voor metselwerk van stenen, blokken of elementen van baksteen, kalkzandsteen, beton, gasbeton

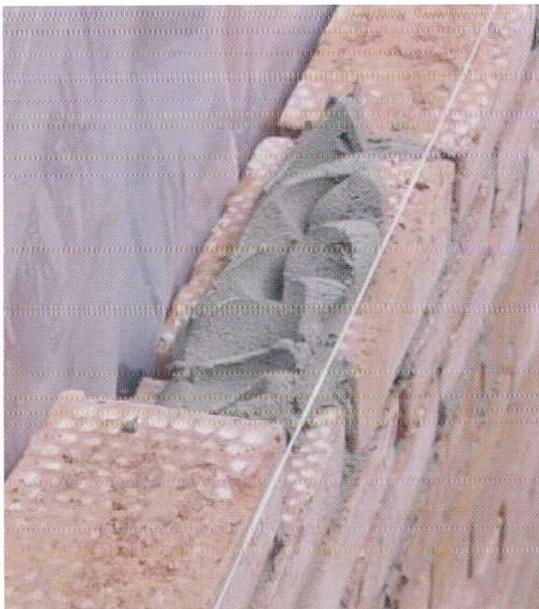
Delft : Nederlands Normalisatie-Instituut, 1991

prEN 998-2 : Specification for mortar for masonry -

Part 2 : Masonry mortar

Bruxelles : CEN, 2000

(la norme européenne EN 998-2 remplacera prochainement la norme belge NBN B14-001 - Mortiers de maçonnerie)

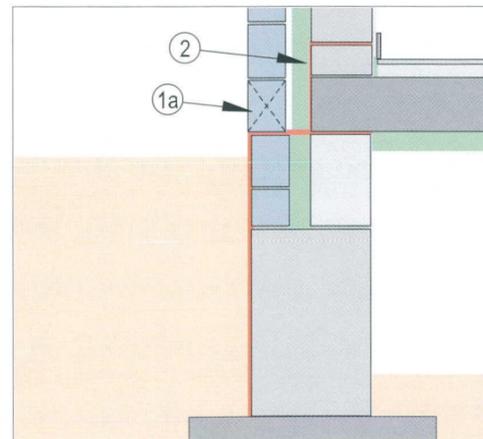
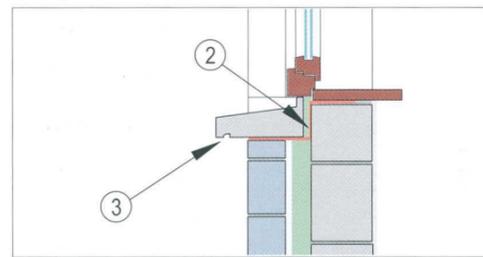
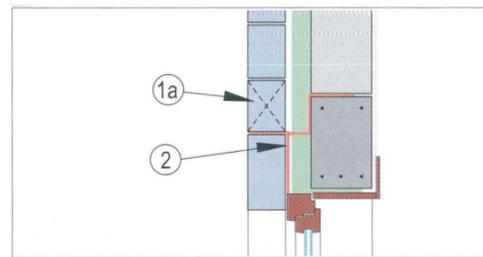
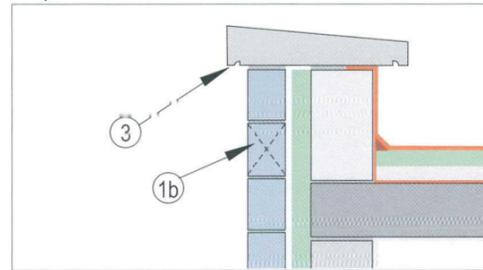


Inter-Béton

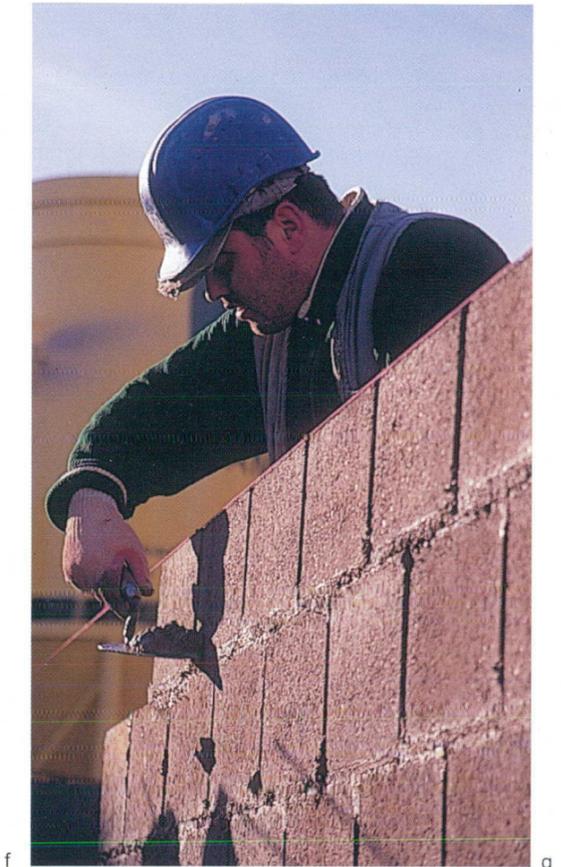
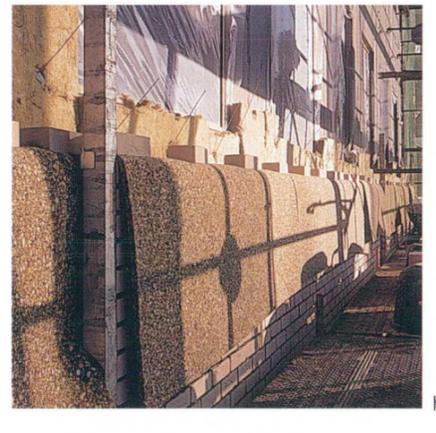
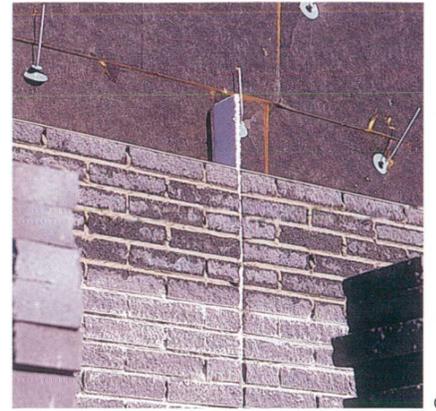
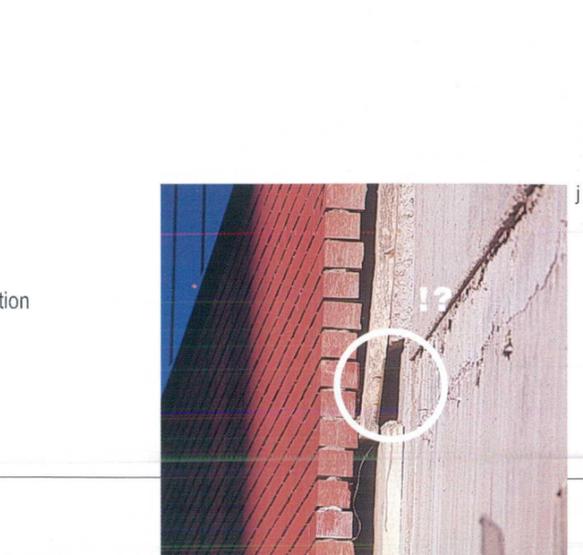
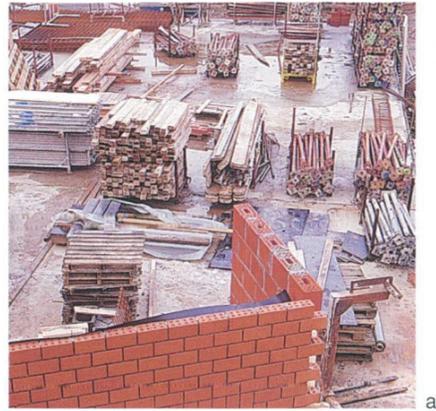
CHECK-LIST CONCEPTEUR

1. diminuer si possible l'exposition à la pluie (p. ex. toiture en saillie,...)
2. éviter les voies d'écoulement préférentielles de l'eau de pluie ou en tenir compte (emplacement des joints, moulures,...)
3. si nécessaire, prévoir des joints de dilatation pour limiter le risque de fissuration (d)
4. faire attention à l'évacuation de l'eau s'écoulant dans la coulisse au bas du mur, au-dessus des linteaux,...) (e, f)
5. veiller au drainage correct des eaux en provenance des surfaces horizontales ou en pente faible (couvre-murs, appuis de fenêtres,...)
6. choisir des matériaux de qualité: briques/blocs de maçonnerie, mortier
7. établir un descriptif précis dans le cahier des charges
8. contrôler et suivre la mise en œuvre (j)

Exemple de mur creux avec coulisse partiellement remplie d'isolant



- ① joint vertical ouvert
a - drainage + ventilation
b - ventilation
- ② membrane étanche
- ③ larmier



CHECK-LIST ENTREPRENEUR

1. ordre et propreté sur le chantier : accessibilité et place pour disposer le silo ou les bacs de mortier prêt à l'emploi (voir informations des fabricants); boîte fermant à clé pour les bons de livraison (a)
2. place pour les palettes : plane, horizontale, protégée (éviter l'enrassement et l'humidification) (b)
3. respecter les instructions des fournisseurs concernant les briques/blocs de maçonnerie
4. respecter les instructions des fournisseurs concernant la mise en œuvre du mortier (c)
5. évaluer correctement le volume de mortier nécessaire en fonction du temps de conservation/ouvrabilité
ne pas ajouter d'adjuvants
6. tenir compte de la température (attention en cas de briques ou de blocs chauds, de vent sec; ne jamais maçonner s'il gèle, ni avec des briques ou blocs gelés)
7. tenir compte des risques de précipitations (toujours prévoir et utiliser du matériel de protection, ne jamais maçonner s'il pleut)
8. faire un essai du comportement brique/mortier (évaluer le pouvoir d'absorption des briques)
9. éviter la chute de mortier dans la coulisse d'un mur creux
10. faire attention au remplissage des joints verticaux des briques/blocs de grand format (assurer l'étanchéité au vent d'une maçonnerie intérieure non enduite)
11. adapter la rapidité d'élévation de la maçonnerie à la vitesse de prise du mortier
12. éviter que de l'eau de n'importe quelle provenance s'écoule sur la maçonnerie
13. bâcher systématiquement la maçonnerie à la fin de la journée (fixer les bâches de protection en cas de vent) (h,i)
14. étançonner les murs susceptibles d'être renversés par le vent (p. ex. pointes de pignon)

PRESCRIPTION D'UN MORTIER DE MAÇONNERIE A PERFORMANCES SPECIFIEES

Les mortiers confectionnés sur chantier ne permettent que l'application de simples règles de composition traditionnelles (cf. norme belge NBN B14-001). Même dans ce cas, la garantie de performance est limitée. Pour répondre à des exigences plus strictes, on sera obligé d'effectuer des essais d'aptitude liés au projet et un contrôle de qualité pour l'approvisionnement en matières premières et la qualité finale. L'utilisation d'adjuvants sous forme liquide offre plus de possibilités, mais augmente également le risque d'erreurs de dosage. En outre, les normes actuelles ne mentionnent pas le dosage des adjuvants.

On ne soulignera jamais assez que les règles de composition classiques pour les mortiers de ciment et les mortiers bâtards se basent sur du sable de qualité, moyennement grossier.

Pour les mortiers industriels (mortier humide prêt à l'emploi ou mortier sec), les performances réelles d'une composition précise peuvent être garanties en permanence par le biais d'essais d'aptitude et d'un contrôle continu de la qualité. Des produits très ciblés présentant des propriétés prévisibles constantes sont possibles. De tels mortiers peuvent facilement être certifiés (BENOR) et être prescrits dans les cahiers des charges en indiquant les performances exigées.

La principale exigence de base demeure la résistance à la compression, d'une part parce qu'il s'agit d'une donnée de conception, d'autre part parce que cette valeur est indicative de la durabilité. L'aspect mise en œuvre est pris en compte via le pouvoir de rétention d'eau et le temps d'ouvrabilité.

Surtout pour la maçonnerie exposée au climat extérieur, il faut en outre prêter plus d'attention à la combinaison mortier/brique. Pour la maçonnerie soumise à un risque de tassement, il faut penser à la ductilité du mortier. Dans certains cas, il convient de garantir une bonne adhérence.

Le projet de norme prEN 998-2 reprend une liste de possibilités de spécifications, pour les propriétés du mortier durci et pour celles du mortier frais. Des exigences complémentaires s'appliquent au mortier en couches minces et au mortier léger. Des exigences très spécifiques non mentionnées dans la norme pourraient être envisagées pour autant qu'elles soient contrôlables.

BENOR

Prescription d'un mortier de maçonnerie BENOR

Un mortier de maçonnerie BENOR est fabriqué industriellement avec des matières premières portant elles-mêmes le label BENOR ou dont la qualité est contrôlée et reconnue conforme aux normes (ciment, sable, adjuvants).

La certification BENOR repose principalement sur la spécification des performances. Elle confirme que le mortier de maçonnerie possède un certain nombre de propriétés. La prescription d'un mortier BENOR se fait en indiquant les propriétés auxquelles doit répondre le mortier :

- Caractéristiques obligatoires :

● RESISTANCE A LA COMPRESSION :

Classe de résistance	M1	M2	M3	M4	M5
Résistance moyenne à la compression (en N/mm ²)	20	12	8	5	2,5

(Mesurée sur des prismes de 40 x 40 x 160 mm³ après 28 jours de conservation dans des conditions normalisées. Moyennant application du facteur de conversion fm cub 100 = 0,75 fm, les essais de compression sur prismes peuvent être remplacés par des essais de compression sur cubes de 10 cm de côté).

● POUVOIR DE RETENTION D'EAU :

> 90 % de la valeur nominale

● TEMPS D'OUVRABILITE :

à indiquer par le fabricant

- le cas échéant également des **propriétés facultatives** comme les caractéristiques de composition et des caractéristiques de performance supplémentaires (par exemple, utilisation de ciment HSR en cas de maçonnerie en contact avec de l'eau de mer).

BENOR est un label de qualité accordé à un matériau de construction après contrôle par un organisme de certification indépendant, tel que CRIC-Certification. Le label garantit que le produit est conforme aux exigences techniques du règlement d'application reposant sur les normes belges. L'utilisateur ne doit donc plus contrôler lui-même la qualité du mortier de maçonnerie.



ce bulletin est publié par :
FEBELCEM - Fédération de
l'Industrie Cimentière Belge
rue Volta 8 - 1050 Bruxelles
tél. 02 645 52 11
fax 02 640 06 70
http://www.febelcem.be
e-mail:info@febelcem.be

composition :
ir. arch. N. Naert

photos :
A. Nullens
(sauf mention contraire)

éditeur responsable :
J.P. Jacobs

dépôt légal :
D/2002/0280/17

DESCRIPTIF "MORTIER DE MAÇONNERIE" (à insérer dans les cahiers des charges) (*)

1. Spécifications générales

- Les matières premières du mortier de maçonnerie, l'équipement de l'unité de production, la fabrication, les performances, le contrôle et l'identification du mortier de maçonnerie doivent respecter les prescriptions de la norme NBN B14-001, 1ère édition, juin 1985 "Mortier de maçonnerie" et la dernière édition du Règlement d'Application TRA 650.
- Ce cahier des charges complète la norme et le règlement d'application uniquement si ceux-ci donnent le choix.
- Le mortier de maçonnerie est de type "à performances spécifiées". Ceci implique que l'entrepreneur est responsable de la livraison d'un mortier de maçonnerie répondant aux propriétés de performances obligatoires et aux propriétés facultatives, exigées dans ce cahier des charges, dans la norme NBN B14-001 et dans le Règlement d'Application TRA 650.

2. Spécifications particulières

La terminologie utilisée est celle de la norme NBN B14-001 et du Règlement d'Application TRA 650.

2.1 Exigences

Mortier de maçonnerie pour	Exigences (1)			
	A	B	C	D
2.1.1 (2)				

(1) A : classe de résistance à la compression; B : capacité de rétention d'eau; C : temps d'ouvrabilité; D : propriétés facultatives

(2) Description de la construction ou de l'élément de construction.

2.2 Contrôle de la conformité aux exigences

2.2.1 . Avant de commencer le maçonnerie, l'entrepreneur doit signaler au maître de l'ouvrage la provenance du mortier de maçonnerie.

. Le mortier de maçonnerie utilisé doit provenir d'une unité de production BENOR.

2.2.2 Le mortier de maçonnerie provenant d'une unité de production possédant la licence BENOR est produit sous le contrôle d'un organisme tiers. Il ne doit plus être contrôlé sur chantier. La provenance d'un mortier de maçonnerie BENOR est prouvée par les bons de livraison portant le label BENOR et le numéro d'identification attribué par l'organisme de certification BENOR. Sur le bon doivent figurer toutes les exigences mentionnées au point 2.1. Les bons de livraison sont conservés sur chantier et restent à la disposition du maître de l'ouvrage.

2.2.2.1 Contrôle de la conformité des propriétés aux exigences

Tant les propriétés de performances obligatoires que les propriétés facultatives font l'objet d'un contrôle industriel interne par le fabricant et d'un contrôle externe par un organisme de contrôle indépendant.

2.2.2.2 Autres contrôles

En cas de doute, le maître de l'ouvrage se réserve le droit d'effectuer ou de faire exécuter des contrôles supplémentaires à ses frais. L'entrepreneur est tenu de lui apporter l'assistance nécessaire à titre gratuit.

2.3 Conservation, transport, mise en œuvre et cure du mortier de maçonnerie frais

L'entrepreneur est tenu de prendre les mesures nécessaires pour sauvegarder la qualité du mortier de maçonnerie pendant le stockage sur chantier, le transport sur le chantier, la mise en œuvre et la durée de prise.

Ces mesures sont décrites dans la norme NBN B14-001 § 7.1 et la norme NBN B24-001 §3.2.3.

Chaque fois que le maître de l'ouvrage ou son délégué, dans le cadre de sa mission de surveillance générale des travaux, se rend sur le chantier, il effectuera un contrôle rigoureux du respect strict de ces mesures.

2.4 Négligence (violation, infraction) et non-conformité

Lorsque le maître de l'ouvrage remarque que les exigences techniques et administratives relatives à la qualité du mortier de maçonnerie ne sont pas ou insuffisamment respectées, il en dresse procès-verbal et avertit l'entrepreneur. Si ce dernier ne peut donner une explication acceptable, une amende forfaitaire de ... € par infraction lui est automatiquement infligée.

(*) voir www.febelcem.be



Avec nos remerciements à B. Donceel (Beamix), L. Lindqvist (Holcim Mortiers), P. Richelle (Inter-Beton), G. Vermeulen (Inter-Beton), M. Wagneur (WTCB)