

MORTIERS ET PRODUITS CONNEXES

Document technique 11-03

Mortiers d'enduit monocouche

Document technique 11-03 rev 02
14/03/2022

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes. Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document technique, faite sans l'autorisation du CSTB, est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (article L. 122-5 du Code de la propriété intellectuelle). Le présent document a été rédigé sur l'initiative et sous la direction du CSTB qui a recueilli le point de vue de l'ensemble des parties intéressées

© CSTB

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

N° de révision	Date application	Modifications
00	04/02/2019	<p>Actualisation de la présentation et de la référence du document (annexe technique transformée en document technique)</p> <p style="text-align: center;">Modifications de fond : /</p>
01	10/06/2020	<p>Ajustements de forme ; Précisions dans les méthodes d'essais Cette version annule et remplace la version 00</p>
02	14/03/2022	<p>Tableau 1.1 – Sur produit durci dans Masse volumique apparente : ajout de « à 7 et 28 jours (4x4x16) »</p> <p>Tableau 1.1 – Sur produit durci dans Absorption d'eau par capillarité : remplacement respectivement de W1 et W2 par Wc1 et Wc2</p> <p>Tableau 1.2 – Sur maquettes - Adhérence : retrait des classes de résistance à l'arrachement correspondant au support et modification de la spécification</p> <p style="text-align: center;">Partie 2 :</p> <p>2.1.3.3. Absorption d'eau par capillarité : retrait du paragraphe concernant les mortiers de rénovation</p> <p>2.2. Compatibilités enduit/support : essais sur maquettes – amélioration de la rédaction sur la conservation des maquettes</p> <p>2.2.1.1. Supports RT3 : Ajout précision sur le type de montage des joints</p> <p style="text-align: center;">Partie 3 :</p> <p>Ajout des règles d'adaptations des méthodes d'essais dans le cadre du contrôle de production</p>

TABLE DES MATIERES

1. SPECIFICATIONS MINIMALES ET ESSAIS A REALISER.....	5
1.1. Essais d'identification.....	5
1.2. Compatibilités enduit/support	6
2. MODALITES DES ESSAIS	7
2.1. Identification et caractérisation du produit	7
2.1.1. Identification : essai sur la poudre	7
2.1.1.1. Prélèvement de la poudre	7
2.1.1.2. Granulométrie.....	7
2.1.1.3. Taux de cendres	7
2.1.2. Caractérisation : essais sur pâte.....	8
2.1.2.1. Préparation de la pâte.....	8
2.1.2.2. Masse volumique de la pâte.....	8
2.1.2.3. Rétenion d'eau.....	8
2.1.2.4. Sensibilité au mode de malaxage	9
2.1.2.5. Stabilité de l'air entrainé	9
2.1.3. Caractérisation : essais sur produits durci	9
2.1.3.1. Préparation et conservation des éprouvettes	9
2.1.3.2. Masse volumique apparente, résistance à la traction par flexion et résistance à la compression	9
2.1.3.3. Absorption d'eau par capillarité	9
2.1.3.4. Variations dimensionnelles et pondérales	10
2.2. Compatibilités enduit/support : essais sur maquettes	10
2.2.1. Confection des supports de référence.....	10
2.2.1.1. Support RT3.....	10
2.2.1.2. Support RT2.....	11
2.2.1.3. Support RT1.....	11
2.2.2. Application de l'enduit et réalisation des cycles	12
2.2.2.1. Préparation des supports	12
2.2.2.2. Préparation de l'enduit.....	12
2.2.2.3. Mise en œuvre.....	12
2.2.2.4. Cycles chauffage-gel et humidification-gel	12
2.2.3. Mesures sur maquettes	13
2.2.3.1. Perméabilité à l'eau.....	13
2.2.3.2. Adhérence.....	13
3. REGLES D'ADAPTATION DES METHODES D'ESSAIS	15

1. SPECIFICATIONS MINIMALES ET ESSAIS A REALISER

Dans la suite de ce document technique, lorsque les normes référencées sont datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

1.1. Essais d'identification

	Essai	Méthode d'essais	Spécification
Sur poudre	Granulométrie	NF EN 1015-1/A1 et § 2.1.1.2 du présent document	/
	Taux de cendres	§ 2.1.1.3 du présent document	/
Sur pate	Masse volumique	NF EN 1015-6 et § 2.1.2.2 du présent document	/
	Rétention d'eau	§ 2.1.2.3 du présent document	Conforme à sa classe de rétention : <ul style="list-style-type: none"> • Faible : < 86 %* • Moyenne : $86 \% \leq Re \leq 94 \%$* • Forte : > 94 % * Des valeurs supérieures à la spécification maximale peuvent être constatées en contrôle de production sans présenter de risque pour l'utilisation du produit.
	Sensibilité au mode de malaxage	§ 2.1.2.4 du présent document	Δ masse volumique t30 et t180 < 400 kg/m ³
	Stabilité de l'air entraîné	§ 2.1.2.5 du présent document	Δ masse volumique t0 et t30 < 100 kg/m ³
Sur produit durci	Masse volumique apparente à 7 et 28 jours (4x4x16)	NF EN 1015-10 et § 2.1.3.2 du présent document	/
	Résistance à la traction par flexion à 7 et 28 jours (4x4x16)		/
	Résistance à la compression à 7 et 28 jours (4x4x16)	NF EN 1015-11 et § 2.1.3.2 du présent document	Conforme à sa classe de compression à 28 jours : <ul style="list-style-type: none"> • CSI : 0,4-2,5 MPa • CSII : 1,5-5,0 MPa • CSIII : 3,5-7,5MPa • CSIV : > 6 MPa
	Absorption d'eau par capillarité	§ 2.1.3.3 du présent document	Conforme à sa classe de capillarité : <ul style="list-style-type: none"> • $W_{c2} \leq 0,2 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}0.5$ • $W_{c1} \leq 0,4 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}0.5$
	Variations dimensionnelles et pondérales	§ 2.1.3.4 du présent document	/

1.2. Compatibilités enduit/support

Essai		Méthode d'essais	Spécification
Sur maquettes	Perméabilité à l'eau	§ 2.2.3.1 du présent document	$\leq 1 \text{ ml/cm}^2$ après 48 h
	Adhérence	§ 2.2.3.2 du présent document	$\geq 0,2 \text{ N/mm}^2$ (moyenne des pastilles) et : - sans rupture totalement adhésive ; - pas de fissuration traversante dans l'enduit ; - pas de cisaillement marqué (ouverture plus importante) et généralisé (sur au moins 2 des 4 côtés) du support à proximité de l'interface (voir photo 1 et 2)* ; - pas de décollement de l'enduit en périphérie (voir photo 3)*.
	Cycles chauffage-gel & humidification-gel	§ 2.2.2.4 du présent document	Sur maquettes en blocs de béton cellulaire, l'enduit appliqué en épaisseur 10 mm ne doit pas cisailer le support de façon notable lors des cycles de comportement global. En forte épaisseur d'application, le cisaillement du support doit rester limité (faible ouverture).

* Exemples d'états de maquettes critiques :

Photos 1 et 2 : exemples de cisaillement marqué et généralisé du support à proximité de l'interface

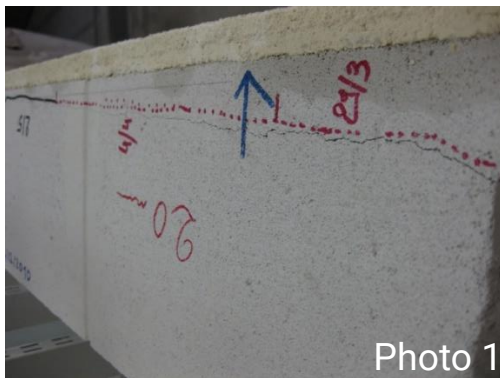


Photo 1

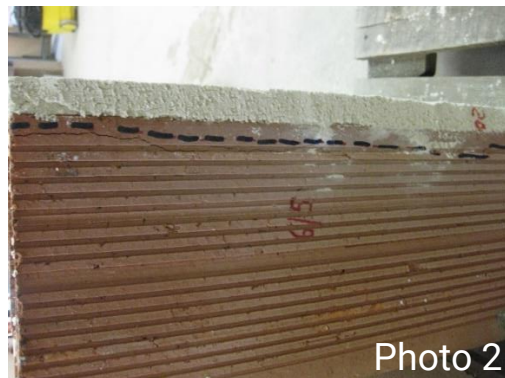


Photo 2

Photo 3 : exemple de décollement de l'enduit en périphérie



Photo 3

2. MODALITES DES ESSAIS

Cette partie décrit les modalités d'essais utilisées pour le domaine des mortiers d'enduit monocouche.

Le laboratoire doit être conditionné à (23 ± 2) °C et (50 ± 5) % HR.

Les références commerciales des supports et des consommables utilisés pour les essais sont précisées dans une liste tenue à jour et disponible sur le site Evaluation du CSTB. En cas de changement de référence d'un consommable, les fabricants seront informés ; s'il s'agit d'un consommable sensible, des essais croisés avec les fabricants seront réalisés.

2.1. Identification et caractérisation du produit

2.1.1. Identification : essai sur la poudre

2.1.1.1. Prélèvement de la poudre

Le sac est ouvert et le contenu est transvasé dans un bac plastique fermé ; la poudre est homogénéisée à l'aide d'une main écope ou d'un bâton.

2.1.1.2. Granulométrie

L'essai est effectué au tamiseur à courant d'air (exemple : ALPINE) ou mécanique sur un échantillon d'au moins 50 g de poudre pour un temps de tamisage de 5 minutes par tamis.

La gamme de tamis est a minima celle définie dans la norme NF EN 1015-1 Détermination de la répartition granulométrique (par tamisage) : 0,063 - 0,125 - 0,250 - 0,500 - 1,00 - 2,00 - 4,00 mm (ouvertures des mailles).

Tracer sur un graphique la courbe en passant cumulé obtenue.

2.1.1.3. Taux de cendres

Le taux de cendres est déterminé à (450 ± 20) °C et (900 ± 20) °C sur des échantillons de l'ordre de $(5 \pm 0,1)$ g préalablement séchés à (105 ± 5) °C pendant 15 heures au minimum sans excéder 24 heures.

Soit M_0 le poids de l'échantillon initial.

Dans un creuset, préalablement séché, refroidi dans un dessiccateur et taré, placer l'échantillon de poudre (M_0) et peser l'ensemble (M_1) la valeur trouvée.

Le four étant à température ambiante, y placer le creuset.

Porter la température de four à (450 ± 20) °C (taux de cendres à 450°C) ou à (900 ± 20) °C (taux de cendres à 900°C effectué sur l'échantillon du taux de cendres à 450°C), et maintenir cette température pendant 5 heures minimum.

Laisser refroidir le creuset dans le four jusqu'à (105 ± 5) °C, puis en dessiccateur ;

Peser l'ensemble, soit M_2 la valeur trouvée.

Le taux de cendres est égal à : $100 \times \left(1 - \frac{M_1 - M_2}{M_0}\right)$

Effectuer l'essai simultanément sur 3 échantillons pour chaque température et retenir la moyenne des 3 valeurs correspondantes.

2.1.2. Caractérisation : essais sur pâte

2.1.2.1. Préparation de la pâte

La poudre et l'eau de gâchage utilisées sont conservées au laboratoire.

En laboratoire :

La pâte est préparée en laboratoire à l'aide du malaxeur spécifié par la norme NF EN 196-1, selon les modalités suivantes :

Verser 2 kg de poudre dans le récipient et ajouter la quantité d'eau correspondant au taux moyen de gâchage préconisé par le fabricant.

Faire tourner manuellement la pale de quelques tours afin d'éviter les projections lors de la mise en route du malaxeur ;

Malaxer 30 secondes en vitesse lente.

Racler les parois du récipient et détacher éventuellement la poudre agglomérée sur la pale à l'aide d'une spatule.

Malaxer de nouveau 1 minute en vitesse lente.

Les essais sont effectués immédiatement après malaxage sauf spécification contraire du fabricant.

En application :

Le prélèvement de la pâte est effectué lors de l'application sur maquettes soit en sortie de machine de projection si l'application est mécanique, soit après malaxage si l'application est manuelle.

Les essais et la confection des éprouvettes sont effectués immédiatement après prélèvement.

2.1.2.2. Masse volumique de la pâte

La mesure est effectuée à l'aide d'un récipient cylindrique d'environ un litre, préalablement taré (masse M_0). Ce récipient est rempli de pâte en deux fois et tassé par chocs (3 chocs à mi-hauteur et 3 chocs récipient plein), puis arasé et pesé ; soit M_1 , le résultat de la mesure (en g), la masse volumique de la pâte (en kg/m^3) est égale à $(M_1 - M_0) / V$ avec V le volume réel du récipient.

2.1.2.3. Rétention d'eau

L'essai est exécuté à l'aide de l'appareil décrit dans la norme ASTM C.1506 et représenté à la figure B1 et B2 dans l'annexe B du DTU 26.1, sous une dépression de 66 hPa (50 mmHg) appliqué pendant 15 minutes.

La coupelle munie d'un papier filtre de ϕ 150 mm et de grammage de $(65 \pm 5) \text{ g/m}^2$, au préalable humidifié et égoutté par application sur un papier filtre sec, est remplie de pâte, arasée et pesée avant essai. Connaissant le poids de la coupelle vide y compris le papier filtre humide, on en déduit la masse de produit gâché mis en place et le poids (E) d'eau de gâchage correspondant en gramme (g).

Au bout de 15 minutes à partir du début du gâchage, l'appareillage est mis sous dépression pendant 15 minutes ; la coupelle est ensuite à nouveau pesée après essuyage de la sous face ; on déduit par différence la perte d'eau (e) en g. La rétention d'eau (Re) est exprimée en % du poids d'eau de gâchage initial :

$$Re = \frac{E - e}{E} \times 100$$

2.1.2.4. Sensibilité au mode de malaxage

2 kg de poudre sont gâchés au taux moyen préconisé par le fabricant à l'aide du malaxeur normalisé, selon les modalités suivantes :

- malaxer 30 secondes en vitesse lente,
- mesurer la masse volumique de la pâte obtenue suivant le § 2.1.2.2. (1 mesure),
- malaxer 3 minutes en vitesse rapide,
- mesurer de nouveau la masse volumique de la pâte ainsi obtenue suivant le § 2.1.2.2. (1 mesure).

2.1.2.5. Stabilité de l'air entraîné

La masse volumique de la pâte est mesurée suivant les modalités définies au § 2.1.2.2. immédiatement après malaxage (t_0), puis 15 minutes (t_{15}) et 30 minutes (t_{30}) après le malaxage, l'enduit étant remis après chaque mesure avec le reste de la gâchée et couvert d'un chiffon humide.

2.1.3. Caractérisation : essais sur produits durci

2.1.3.1. Préparation et conservation des éprouvettes

La pâte est préparée comme indiqué au § 2.1.2.1 ci-dessus.

Les éprouvettes, de dimensions conformes aux indications définies dans les articles ci-après, sont confectionnées dans des moules métalliques en deux couches.

Chaque couche est mise en place en laissant tomber alternativement chaque extrémité du moule d'une hauteur d'au moins 20 mm environ une dizaine de fois. Les éprouvettes sont ensuite arasées à l'aide d'une règle métallique.

Elles sont démoulées à 24 heures \pm 30 min et conservées au laboratoire jusqu'à la date de l'essai.

2.1.3.2. Masse volumique apparente, résistance à la traction par flexion et résistance à la compression

Les essais sont effectués à 7 et 28 jours :

- Soit d'après la norme NF EN 1015-11 - Détermination de la résistance à la flexion et à la compression du mortier durci,
- Soit d'après une adaptation des § 8 et 9 de la norme NF EN 1015-11 - Détermination de la résistance à la flexion et à la compression du mortier durci, sur des éprouvettes 4 x 4 x 16 cm (3 éprouvettes pour chaque âge) avec une vitesse d'essai de 1 mm/min.

Les éprouvettes sont pesées avant essai ; la masse volumique apparente est calculée comme le rapport de la masse enregistrée et du volume théorique (256 cm³).

La résistance à la compression est déterminée sur les demi-prismes provenant des éprouvettes après essais de flexion.

2.1.3.3. Absorption d'eau par capillarité

L'essai est effectué au laboratoire, après 28 jours de conservation, sur 3 demi-prismes (éprouvettes 4 x 4 x 16 cm après essai de flexion à 28 jours) sur la base du § 8 de la norme NF EN 1015-18 - Détermination du coefficient d'absorption d'eau par capillarité du mortier durci.

Soit C_m le coefficient moyen d'absorption d'eau par capillarité de l'échantillon de mortier exprimé en kg/(m².min^{0.5}).

La méthode d'essai est réexprimée ci-après :

Immerger la base des éprouvettes, la surface de rupture des prismes cassés tournée vers le bas, en les posant sur des cales, de manière à ce qu'elles ne touchent pas le fond du récipient et qu'elles soient immergées dans de l'eau, sur une hauteur d'eau de 5 à 10 mm au-dessus des cales.

Pour assurer l'immersion totale des éprouvettes à finition rugueuse et éviter la formation de bulles d'air sous les éprouvettes, les immerger dans l'eau en les inclinant.

Déclencher le chronomètre, maintenir le niveau d'eau constant pendant tout l'essai, et retirer les éprouvettes du récipient après 10 (+1 ; -0) minutes, essuyer brièvement leur surface avec un chiffon humide, peser les éprouvettes M_1 et les replacer dans le récipient. Après 90 (+1 ; -0) minutes, répéter l'opération et peser à nouveau les éprouvettes M_2 .

Le coefficient de capillarité est égal à la valeur moyenne, exprimée en grammes, de la reprise de poids de chaque éprouvette entre 10 et 90 minutes : $C_m = 0,1 (M_2 - M_1) \text{ kg}/(\text{m}^2 \text{ min}^{0,5})$ à $0,05 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$
 C_m est arrondi à $0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$ près.

2.1.3.4. Variations dimensionnelles et pondérales

L'essai est effectué sur 3 éprouvettes de dimensions 2 x 4 x 16 cm munies de dispositifs de mesure aux extrémités.

Dès le démoulage (24 heures après fabrication), déterminer la distance entre les extrémités et peser les éprouvettes. Effectuer les mêmes mesures après 3, 7, 14, 21 et 28 jours de séchage au laboratoire, les éprouvettes étant stockées sur chant.

Tracer la courbe moyenne (exprimée en mm/m) des variations de longueur relevées en fonction du temps de séchage et celle des variations pondérales (exprimées en % du volume et en % de la masse à 24 heures) des 3 éprouvettes.

2.2. Compatibilités enduit/support : essais sur maquettes

Pour chaque classe de support envisagé, les essais sont effectués sur 2 maquettes de référence sur lesquelles l'enduit est appliqué en épaisseur minimale et maximale, 28 jours au moins après application de l'enduit.

Ces maquettes sont soumises, après cycles de conditionnements thermiques et thermiques/hygro-métriques, aux essais de perméabilité à l'eau et d'adhérence.

Les supports sont stockés dans une halle pendant 28 jours (conditions proches de celui du laboratoire). Ensuite, ils sont conservés dans les conditions du laboratoire pendant au moins 48 heures avant application de l'enduit.

2.2.1. Confection des supports de référence

Il existe différents types de supports définis ci-après.

2.2.1.1. Support RT3

Béton banché :

Le béton utilisé est un béton prêt à l'emploi type BAT EXPRESS (granulométrie 0 à 12 mm)

Dalles de dimensions : 300 x 300 x 40 mm

La surface destinée aux essais est celle située en fond de moule.

Maçonneries d'éléments :

Maquettes confectionnées par assemblage d'un élément surmonté de 2 demi-éléments. Le montage des joints est effectué de manière traditionnelle.

- Maquette en bloc creux de béton (selon norme NF EN 771-3) 490 x 150 x 400 mm constituée de blocs de béton 490 x 150 x 195 mm assemblés à l'aide d'un mortier de joint composé de ciment CEM II/B (LL-5) 32.5 CP2 et de sable 0-4. L'épaisseur des joints d'assemblage est comprise entre 10 et 15 mm.



- Maquette en brique de terre cuite à perforations horizontales 500 x 200 x 410 mm (brique traditionnelle) (selon norme NF EN 771-1), constitué de brique 500 x 200 x 200 mm JR ECOBRIC de la société BOUYER LEROUX assemblés à l'aide d'un mortier de joint composé de ciment CEM II/B (LL-5)32.5 CP2 + sable 0-4. L'épaisseur des joints d'assemblage ne doit pas dépasser 10 mm.



2.2.1.2. Support RT2

Maçonnerie d'éléments :

Maquettes confectionnées par assemblage d'un élément et d'un demi-élément « façon coupe de pierre », coupé en deux, dans la brique. Les maquettes sont collées à joint mince à l'aide d'un rouleau distributeur.

Les maquettes sont montées à joints minces collés y compris les deux joints verticaux.

- Maquette en brique de terre cuite rectifiée, à perforations verticales (brique monomur 550 x 150 x 500 mm) (selon norme NF EN 771-1) constituée de brique monomur 373 x 150 x 249 mm POROTHERM Roulé 30 de la société WIENERBERGER et le mortier utilisé pour l'assemblage des briques (dont la référence sera précisée dans la liste des consommables disponible sur le site Evaluation du CSTB) est livré avec celles-ci.



2.2.1.3. Support RT1

Maçonnerie d'éléments :

Maquettes confectionnées par assemblage d'un élément surmonté de 2 demi-éléments. Le montage des joints est ≤ 10 mm.

- Maquette de blocs de béton cellulaire autoclave de masse volumique supérieure ou égale à 400 kg/m^3 620 x 200 x 500 mm (selon norme NF EN 771-4) constituée de bloc de béton cellulaire à bord droit sans poignée XELLA THERMOPIERRE 620 x 200 x 248 mm et le mortier utilisé pour l'assemblage des blocs (dont la référence sera précisée dans la liste des consommables disponible sur le site Evaluation du CSTB) est livré avec celles-ci. L'épaisseur des joints d'assemblage ne doit pas dépasser 10 mm.



2.2.2. Application de l'enduit et réalisation des cycles

Les essais sont réalisés d'après une adaptation de la norme NF EN 1015-21 - Détermination de la compatibilité des mortiers d'enduit extérieur monocouche avec les supports.

2.2.2.1. Préparation des supports

L'application est effectuée sur les supports avec ou sans préparation particulière en fonction des prescriptions du fabricant ; sauf pour les supports en brique à joints minces qui sont humidifiés une demi-heure avant l'application de l'enduit.

2.2.2.2. Préparation de l'enduit

L'enduit est préparé par l'applicateur suivant les indications données dans la fiche technique (type de machine, taux de gâchage, ...).

La première gâchée, servant au réglage de la machine, est jetée.

2.2.2.3. Mise en œuvre

L'enduit est appliqué par le fabricant sur les deux maquettes de chaque type de support en épaisseur de 10 et 20 mm pour les éléments maçonnés et de 7 et 15 mm pour les supports en béton banché.

La finition est effectuée par dressage à l'aide d'une règle, de façon à éviter les remontées de laitance et le décollement de l'enduit.

Les éprouvettes sont ensuite conservées au moins 28 jours au laboratoire avant tout essai.

Lorsque la finition talochée est demandée, une maquette est réalisée sur :

- support brique Rt2 pour OC1 et OC2,
- support brique Rt3 pour OC3,

en épaisseur moyenne de 15 mm.

Seuls les cycles sont réalisés sur cette maquette afin de vérifier l'absence de faïençage généralisé.

2.2.2.4. Cycles chauffage-gel et humidification-gel

Les cycles sont effectués selon une adaptation de la norme NF EN 1015-21 § 6.3.

La méthode est expliquée ci-après :

Soumettre les maquettes successivement à deux séries de conditionnement de 4 cycles.

Entre les deux séries de 4 cycles, conserver les maquettes dans le laboratoire pendant 48 heures.

1^{ère} série : 4 cycles chauffage-gel :

1. Chauffer par rayonnement IR et maintenir une température en surface de la maquette à $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant $8\text{h} \pm 15\text{min}$; pour cela, fixer le thermocouple au centre de la face de la maquette.
2. Conserver les maquettes à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant $(30 \pm 2) \text{min}$;
3. Disposer les maquettes dans une enceinte réfrigérée et maintenir une température en surface à $(-15 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pendant $15\text{h} \pm 15\text{min}$;
4. Conserver les maquettes à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant $30\text{min} \pm 2\text{min}$.

2^{ème} série : 4 cycles humidification-gel :

1. Immerger en partie les maquettes côté enduit à une profondeur d'environ 5 mm dans une eau à $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ pendant $8\text{h} \pm 15\text{min}$;
2. Conserver la maquette à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant $30\text{min} \pm 2\text{min}$;
3. Maintenir les maquettes dans une enceinte réfrigérée à $(-15 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pendant $15\text{h} \pm 15\text{min}$;
4. Conserver la maquette à $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pendant $30\text{min} \pm 2\text{min}$.

Relever les détériorations (par exemple, micro-fissuration, mode de rupture, ...) survenant au cours de chaque cycle de conditionnement.

2.2.3. Mesures sur maquettes

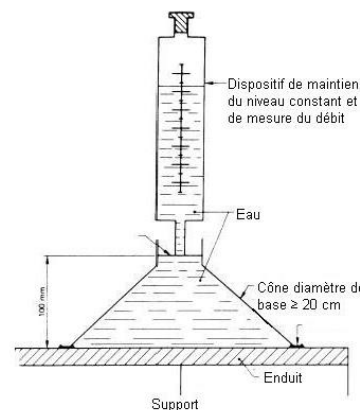
2.2.3.1. Perméabilité à l'eau

L'essai est réalisé d'après une adaptation de la norme NF EN 1015-21 § 7.1.

L'essai est effectué pour chaque type de support sur les maquettes conservées minimum 48 heures au laboratoire après les cycles.

Un dispositif permettant de maintenir en permanence une hauteur d'eau de 100 mm à la surface des maquettes est monté comme suit :

- Appliquer un cordon de mastic silicone sur la base du cône métallique et le placer environ au centre de la maquette (face enduite). Laisser sécher le mastic,
- Présenter la maquette ainsi équipée sous l'éprouvette en verre maintenue dans son dispositif, et remplir d'eau le cône sur la hauteur du cône (~100 mm),
- Obturer avec le doigt la partie basse de l'éprouvette en verre et la remplir d'eau en restant dans la partie graduée,
- Fermer la partie haute de l'éprouvette avec le bouchon rodé légèrement graissé, la partie basse toujours obturée,
- Mettre en contact le bas de l'éprouvette avec l'eau du cône puis libérer l'ouverture en partie basse,



Après stabilisation, lire précisément la hauteur d'eau h_0 sur les graduations de l'éprouvette et l'inscrire sur la fiche d'essai,

Mesurer la hauteur d'eau à 0 h, 6 h, 24 h et 48 h (h_{48}). Les mesures peuvent être plus rapprochées pour un fort débit. Remettre de l'eau dans l'éprouvette dès que le niveau descend à la dernière graduation.

Le débit d'eau en ml/cm^2 pour les 48 heures d'essai est égal à :

$$\frac{h_{48} - h_0}{350}$$

Avec h : hauteur d'eau en ml et 350 : surface soumise à l'essai en cm^2 .

2.2.3.2. Adhérence

Les essais sont réalisés sur toutes les maquettes, conservées au moins quatre jours au laboratoire après l'essai de perméabilité à l'eau.

L'essai est réalisé selon la norme NF EN 1015-21 § 7.2 modifiée comme suit :

- Repérer l'emplacement des carottages à effectuer sur chaque maquette (selon les figures 1 et 2)
- Carotter l'enduit aux emplacements prédéterminés, sur toute son épaisseur, jusqu'au support à l'aide d'un trépan (\varnothing 50mm),
- Pour des enduits de très faibles caractéristiques mécaniques, il est préférable d'effectuer les découpes par sciage de surfaces carrées de 50 x 50 mm,
- Coller les pastilles de dimensions adaptées (\varnothing 50 mm ou 50 x 50 mm) sur les carottages à l'aide d'une colle époxy bi-composant. Laisser sécher pendant une durée correspond au délai de préconisation de la colle.

Les essais sont effectués sur 5 pastilles (repérées par les numéros 1 à 5) pour les maquettes soumises aux cycles.

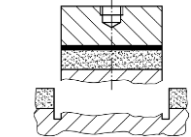
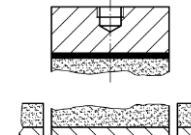
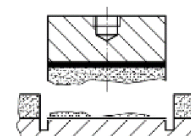
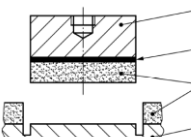
- Calculer la valeur d'adhérence selon la formule suivante :

$$\frac{F}{S}$$

Avec F = valeur de rupture en N

S = section de la pastille en mm^2 (1964 mm^2 pour les pastilles circulaires, 2500 mm^2 pour les pastilles carrées)

- Calculer la moyenne des valeurs de chaque maquette et noter le mode de rupture avec :

<ul style="list-style-type: none"> ○ S : rupture dans le support 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ E : rupture dans l'enduit 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ E(S) : rupture cohésive dans l'enduit proche du support 	
<ul style="list-style-type: none"> ○ E/S : rupture adhésive entre l'enduit et le support 	

Avec : 1 = pastille de traction / 2 = couche de colle / 3 = mortier / 4 = support

- Si une rupture n'est que partielle, on précise en premier le mode de rupture principal et en second le mode de rupture secondaire.
Par exemple: E(S) + E/S.
- Si deux modes de rupture sont observés avec des surfaces similaires (~ 50 %), elles sont indiquées accompagnées du signe « = » .
Par exemple : E(S) = E/S

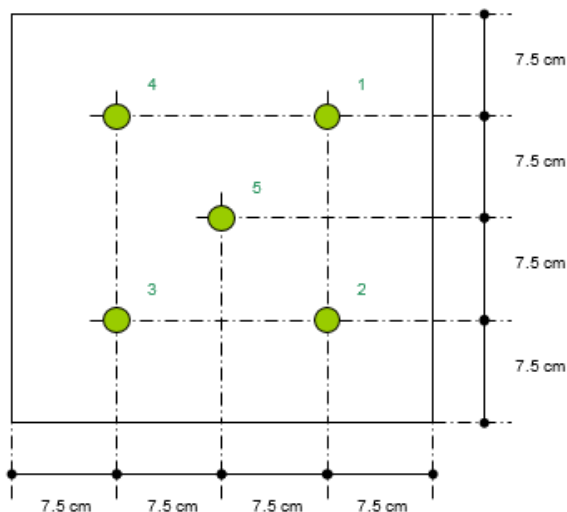


Figure 1 : Dalle béton 300 x 300 x 40 mm

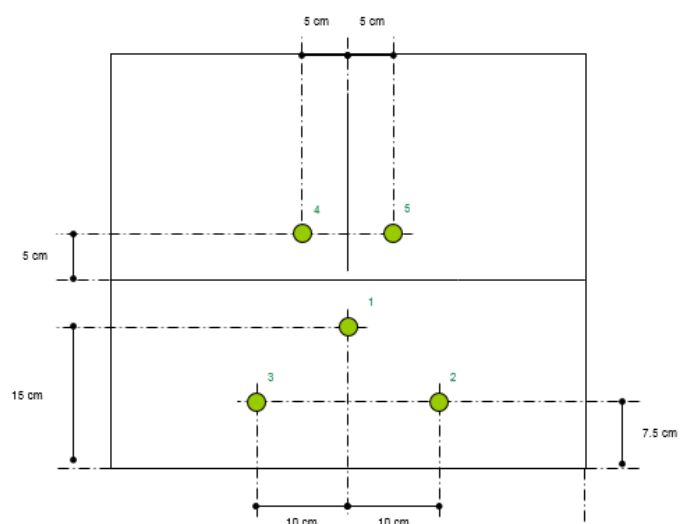


Figure 2 :

Bloc creux de béton 500 x 150 x 400 mm
Brique de terre cuite à perforation horizontale 500 x 200 x 410 mm
Brique de terre cuite à perforation verticale 550 x 150 x 500 mm
Béton cellulaire 620 x 200 x 500 mm

3. Règles d'adaptation des méthodes d'essais

Dans le cadre des contrôles de production réalisés par les industriels dans leurs laboratoires, des adaptations de certaines méthodes d'essais décrites dans la partie 2 de ce présent document sont possibles et décrites ci-après (paragraphe correspondants indiqués).

2.1.1.1. Prélèvement de la poudre

Dans le cadre du contrôle en production, d'autres modalités d'échantillonnage sont possibles, par exemple :

- Le sac est ouvert par le dessus (côté valve) ; environ 2 kg de poudre (couche supérieure) est éliminé avant réalisation des essais
- Le sac est positionné à plat, la face du dessus est ouverte et un prélèvement est effectué en plusieurs points différents du sac.

2.1.1.2. Granulométrie

Dans le cadre du contrôle en production, les modalités d'essais peuvent être adaptées de la façon suivante :

- Prise d'échantillon plus importante ;
- Temps de tamisage différent (2 à 10 min) ;
- Utilisation d'autres tamis ;
- Enregistrement des valeurs ponctuelles en refus sans traçage de courbe.

2.1.1.3. Taux de cendres

Si l'essai est réalisé dans le cadre du contrôle en production, les modalités d'essais peuvent être adaptées de la façon suivante :

- Prise d'échantillon de 2 à 5 g ;
- Le temps de séchage peut être adapté jusqu'à masse constante ;
- Refroidissement du creuset à température ambiante.

2.1.2.3. Rétention d'eau

Dans le cadre du contrôle en production, les modalités d'essais peuvent être adaptées de la façon suivante :

- Le temps d'essai, la dépression appliquée et le type de coupelle peuvent être différents, sous réserve de la validation préalable de la corrélation entre les modalités de référence et les modalités proposées. Cette étude doit être établie a minima sur 3 produits de rétentions différentes (rétentions extrêmes et moyenne), et sur au moins 5 mesures. Elle doit conclure à l'adaptation des spécifications si nécessaire.

2.1.3.2. Masse volumique apparente, résistance à la traction par flexion et résistance à la compression

Dans le cadre du contrôle en production, les modalités d'essais sont adaptées de la façon suivante :

- Réalisation de l'essai uniquement à 28 jours ;
- La préparation et les conditions de stockage des éprouvettes d'essais ainsi que la vitesse de pilotage de la presse peuvent être adaptées. Dans ce cas, une étude comparative devra être transmise au CSTB au préalable ; les spécifications pourront être adaptées.

2.1.3.3. Absorption d'eau par capillarité

Dans le cadre du contrôle en production, les modalités d'essais peuvent être adaptées de la façon suivante :

- Les prismes peuvent être immergés par la base du prisme, surface non cassées immergées. Dans ce cas, une étude comparative devra être transmise au CSTB au préalable ; les spécifications pourront être adaptées.

2.1.3.4. Variations dimensionnelles et pondérales

Dans le cadre du contrôle en production, les modalités d'essais peuvent être adaptées de la façon suivante :

- Utilisation de moules 4 x 4 x 16 cm – 1 x 4 x 16 cm ou 2,5 x 2,5 x 28 cm sous réserve d'adapter les spécifications correspondantes si nécessaire ;
- Une seule mesure à 28 jours.