

Sur le procédé

CCV CMEG

Titulaire(s) : Société CMEG
Internet : www.cmeg.fr

Descripteur :

Le procédé CCV CMEG est un procédé d'habillage de façade constitué par la juxtaposition de panneaux-coques en mortier renforcé de fibres de verre, constitués d'un voile mince raidi par des nervures creuses ou pleines. Chaque panneau est porté par la structure au moyen de liaisons ponctuelles coulissantes permettant sa libre dilatation.

Les supports visés sont les maçonneries enduites conformes DTU 20.1 ou les murs en béton armé.

Les panneaux sont rapportés sur une façade existante pour laquelle ils constituent un ouvrage de revêtement. Il est possible d'intégrer un isolant à ces panneaux.

Groupe Spécialisé n° 16 - Produits et Procédés spéciaux pour la maçonnerie

Famille de produit/ Procédé : Habillage de façade

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 16/14-682_V1. Elle intègre les modifications suivantes : • Mise à jour de la formulation et des caractéristiques mécaniques du CCV projeté	Abdessamad AKKAoui	Stéphane ESTEVE
V1	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 16/14-682. Elle intègre les modifications suivantes : • Mise à jour de la formulation de CCV projeté • Intégration des dispositions parasismiques • Suppression du CCV coulé • Intégration des valeurs d'arrachement des inserts de fixation et des inserts de levage	Philippe LEBLOND	Nicolas JURASZEK

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	4
1.1.	Définition succincte	4
1.1.1.	Description succincte	4
1.1.2.	Identification	4
1.2.	AVIS.....	4
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	4
1.2.3.	Prescriptions Techniques	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
2.	Dossier Technique.....	9
2.1.	Données commerciales	9
2.1.1.	Coordonnées	9
2.2.	Description.....	9
2.3.	Domaine d'emploi	9
2.4.	Eléments et matériaux.....	9
2.4.1.	Matériaux.....	9
2.4.2.	Eléments.....	10
2.5.	Fabrication	12
2.5.1.	Moyens de fabrication	12
2.5.2.	Mode de fabrication	12
2.6.	Contrôles de fabrication	13
2.6.1.	Contrôle essais production.....	13
2.6.2.	Contrôle qualité production.....	14
2.7.	Identification du produit.....	14
2.8.	Mise en œuvre.....	15
2.9.	Calculs et dimensionnements.....	15
2.9.1.	Hypothèses de calcul	15
2.9.2.	Joints entre panneaux et jeu des fixations	15
2.9.3.	Tolérances et état de surface	16
2.9.4.	Conditions d'exploitation du procédé.....	16
2.10.	Résultats expérimentaux.....	16
2.11.	Références	16
2.11.1.	Données Environnementales	16
2.11.2.	Autres références	16
2.12.	Annexes du Dossier Technique.....	18
	Annexe 1 : Tableaux	18
	Annexe 2 : Figures.....	20

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 16 - Produits et Procédés spéciaux pour la maçonnerie de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 27 janvier 2022, le procédé **CCV CMEG**, présenté par la Société CMEG. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Le procédé CCV CMEG est un procédé d'habillage de façade constitué par la juxtaposition de panneaux-coques en mortier renforcé de fibres de verre, constitués d'un voile mince raidi par des nervures creuses ou pleines. Chaque panneau est porté par la structure au moyen de liaisons ponctuelles coulissantes permettant sa libre dilatation.

Les supports visés sont les maçonneries enduites conformes au NF DTU 20.1 ou les murs en béton armé.

Les panneaux sont rapportés sur une façade existante pour laquelle ils constituent un ouvrage de revêtement. Il est possible d'intégrer un isolant à ces panneaux.

Aspect extérieur : parement blanc ou gris ou teinté en nuance pastel, micro-relief sur matrice néoprène, parement peint en usine ou à peindre sur chantier, plaquettes de grès cérame, gravillons lavés, désactivés, sablés, acidés ou polis.

1.1.2. Identification

Les panneaux CCV CMEG portent une marque distinctive rappelant l'usine productrice, l'affaire, le poids de l'élément et l'année de production

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Bâtiments d'habitation, ERP (bureaux, établissements scolaires, hospitaliers), bâtiments industriels.

L'utilisation du procédé en fermeture de bâtiment n'est pas visée.

L'utilisation pour des bâtiments soumis à exigences parasismiques est admise pour les bâtiments de catégorie d'importance I à IV en zones de sismicité 1 à 4.

En construction neuve, le système permet la réalisation de murs de type XIII vis-à-vis du risque de pénétration d'eau, sur mur en béton à parement ordinaire courant ou soigné (DTU 23.1) ou en maçonnerie enduite (cf. § 3.22 des « Conditions Générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur » - Cahier du CSTB 1833 de mars 1983).

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Les murs de façade réalisés selon ce procédé ne participent pas à la structure résistante des bâtiments ; leur stabilité propre peut être normalement assurée par les dispositions de liaison prévues pour les panneaux moyennant le dimensionnement de ces dernières à partir des contraintes admissibles propres à chacune des compositions de CCV définies dans le § 1.2.3 Prescriptions Techniques.

L'utilisation en zones sismiques est admise dans les conditions de conception et de mise en œuvre des fixations décrites au § 1.2.3 Prescriptions Techniques.

Résistance au choc

La capacité des panneaux, en fonction de leur situation, à résister aux chocs extérieurs de sécurité ou de conservation des performances devra être testée pour chaque configuration, conformément à la norme P 08-302, suivant la classe d'exposition visée.

Sécurité en cas d'incendie

Pour les ouvrages soumis aux prescriptions de l'instruction technique n°249 relative aux façades, visée en annexe de l'arrêté du 24 mai 2010, les dispositions prévues dans les paragraphes suivants s'appliquent au procédé :

- § 5.1.4 relatif aux systèmes d'isolation ne comportant pas de lame d'air
- § 5.2 relatif aux systèmes d'isolation comportant une lame d'air et des Isolants au moins classés A2-s3, d0 ou de moins de 100 mm ;
- § 5.3 dans les autres cas

En qualité de revêtement de façade, les panneaux de CCV sans enduit ni peinture d'aucune sorte et qui comportent une incorporation de polymère dans la limite des compositions décrites dans le tableau 2 du Dossier Technique, sont classés M0 sur la base du rapport d'essais n° N080147

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée, étant noté que les éléments de ce procédé ne sont pas exposés à des circulations d'entretien et que l'appui de nacelles d'entretien est exclu par ailleurs.

Isolation thermique

Un complexe isolant peut être intercalé entre les panneaux et leur support. Cette insertion suppose que la fonction pare-pluie soit assurée soit par traitement des joints, soit par l'adjonction d'un pare-pluie continu. Moyennant, le cas échéant, une adaptation de l'épaisseur de cette ou de ces couches, elle permet de satisfaire aux exigences de la réglementation visant les ouvrages ; la vérification est à effectuer selon les "Règles Th-Bât".

Isolation acoustique

L'isolement acoustique dépend essentiellement de la masse de la paroi supportant les panneaux et de la couche d'isolant qui la complète.

Étanchéité à l'eau

Les éléments d'habillage n'ont pas de fonction d'étanchéité.

Toutefois, le traitement des joints peut être réalisé conformément au DTU 22.1 (cf. paragraphe Prescriptions Techniques). La peau en mortier renforcé de fibres présente en elle-même une étanchéité à l'eau convenable lorsque, comme il est prévu, elle est correctement compactée et si son épaisseur est en tous points au moins égale à 10 mm (hors gel-coat).

Risques de condensation superficielle

En habillage de façade, avec interposition d'un isolant entre la paroi support et les panneaux, ce procédé permet de réduire les ponts thermiques aux seules fixations ponctuelles des panneaux.

Finition-Aspect

Les divers aspects que peut présenter le parement extérieur sont définis dans le Dossier Technique.

Dans le cas de mortier teinté dans la masse, on doit s'attendre, surtout si la teinte est assez vive, à observer des nuances dans la teinte du parement. Il est recommandé d'éviter les teintes sombres.

Données environnementales

Le procédé CCV CMEG ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Les caractéristiques des formulations testées montrent que par suite d'une perte sensible de la résistance à la traction des fibres sous l'action des alcalis du ciment, la résistance du mortier armé diminue avec le temps et tend à se stabiliser à long terme à un niveau que les essais de vieillissement accéléré ont permis d'évaluer ; la déformabilité du mortier armé chute de façon sensible de même que la résistance aux chocs : le comportement du matériau initialement de type ductile tend à devenir de type fragile.

C'est pourquoi les valeurs des contraintes admissibles retenues sont très inférieures aux résistances mesurées à 28 jours et sont égales à la moitié des contraintes à rupture observées à long terme.

La résistance des panneaux, vis-à-vis de la fissuration notamment, dépend beaucoup du soin apporté à leur fabrication qui, assez délicate, fait appel à des méthodes spécifiques et nécessite un autocontrôle suivi (cf. § Prescriptions Techniques).

Le choix d'une teinte claire pour le parement extérieur est recommandé.

La valeur assez élevée du retrait du mortier entre l'état initial et l'état sec impose la réalisation de liaisons déformables entre les panneaux en CCV et la structure.

Ces panneaux de façade subissent des variations thermo-hygrométriques importantes. Ils sont sujets à des déformations associées qui induisent de fortes variations d'ouverture des joints vis à vis desquelles le joint à glissières et languette, aura un comportement prévisible meilleur que le joint à garniture extérieure de mastic, même lorsque le mastic est choisi très déformable, comme il est nécessaire.

Moyennant ces précautions, on estime que l'on peut réaliser des éléments de qualité satisfaisante et la durabilité d'ensemble des murs de façade comportant de tels éléments peut être considérée comme équivalente à celle de façades légères traditionnelles ; elle requiert la réfection, selon une périodicité de 10 à 15 ans, la réfection des garnitures de mastic extérieures, cette exigence étant d'une importance particulière dans ce procédé pour lequel, en solution de base, les attaches des panneaux ne sont pas en acier inoxydable, en raison des risques de corrosion engendrés par un contact prolongé des aciers galvanisés avec des pénétrations d'eau accidentelles.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Effectuée par CMEG S.A. dans son usine de Bretteville-L'Orgueilleuse (14740), elle requiert une main-d'œuvre dotée d'une formation spécifique, et nécessite l'exécution d'un autocontrôle régulier des diverses phases du processus de fabrication et des produits finis (cf. § Prescriptions Techniques). Par suite de la multiplicité des opérations à enchaîner dans un délai mesuré (toute interruption prolongée dans le processus de réalisation d'un panneau est susceptible d'affecter sérieusement la résistance

de ce panneau), la qualité des panneaux repose, plus que dans d'autres techniques de préfabrication, sur le soin des opérateurs et sur l'efficacité de l'autocontrôle.

L'autocontrôle exercé dans les usines du titulaire font l'objet d'un suivi extérieur assuré par le CSTB.

Les modalités du suivi sont les suivantes :

- Visite d'usine 1 fois par an ;
- Vérification des contrôles décrits au § 2.6 du Dossier Technique ;
- Mise à disposition par le titulaire de l'annexe du rapport de visite mentionnant quelle(s) formulation(s) parmi celles décrites au § 2.12 ont fait l'objet d'une vérification.

En cas de non-conformité relevée lors d'une visite, la fréquence sera augmentée à deux visites pour l'année qui suit.

La conformité des productions du centre de fabrication des panneaux aux données du présent Avis est enregistrée dans les registres de fabrication de l'usine.

1.2.2.4. Mise en œuvre

Effectuée par le titulaire de l'Avis Technique ou par des entreprises de construction auxquelles le fabricant livre les panneaux, elle nécessite des précautions particulières en raison notamment de la légèreté des panneaux (sensibles au vent lors de leur pose à la grue) et de leur relative sensibilité aux chocs de poinçonnement (cf. § Prescriptions Techniques).

Le titulaire de l'Avis fournira aux équipes de montage un Cahier des Charges de montage et mettra à leur disposition, sur leur demande, des possibilités de formation du personnel et d'un accompagnement technique sur chantier.

1.2.3. Prescriptions Techniques

Les prescriptions Techniques communes aux procédés de murs de façade (cahier du CSTB n° 2159, livraison 279, référence 0) sont complétées par les prescriptions suivantes :

1.2.3.1. Conditions de conception

Le dimensionnement des panneaux et l'organisation de leurs liaisons à la structure doivent être effectués par le bureau d'étude de la Société CMEG, conformément aux hypothèses définies dans le Dossier Technique et aux prescriptions ci-après.

Le dimensionnement des panneaux et coques est réalisé sous combinaison d'action à l'ELS, en tenant compte des contraintes admissibles suivantes :

Contraintes admissibles (MPa)	CCV PROJETE
Flexion ($LDP_{long\ terme}/2$ (en MPa))	5,2
Traction simple	2,6
Cisaillement	1
Compression simple	12
Module d'élasticité de calcul en traction par flexion (en MPa)	14750

Les parties métalliques des systèmes de fixations sont dimensionnés conformément à la NF EN 1993-1.

La vérification de la tenue des fixations dans le panneau est réalisée sous combinaison d'action à l'ELU, en considérant :

- en prenant en compte une fixation sur deux, et
- en prenant en compte un diagramme d'interaction traction/cisaillement linéaire pour les inserts ponctuels dans le cas où ils reprennent des efforts verticaux de poids propre.

Les résistances de calcul à l'arrachement R_d des inserts de fixations sont indiquées dans les tableaux 3 et 4 en Annexe du Dossier Technique. Elles ont été calculées en appliquant un coefficient de sécurité égale à 3 par rapport à la résistance caractéristique, déterminée conformément à l'annexe D de l'Eurocode 0.

Les panneaux de ce procédé ne doivent pas être pris en compte dans les vérifications de calcul de stabilité et de contreventement des structures qu'ils habillent.

Les dispositifs de liaison des panneaux doivent trouver un ancrage par leur forme dans une zone renforcée des parois en mortier de fibres.

Les chevilles métalliques de fixation des panneaux doivent faire l'objet d'une Evaluation Technique Européenne et être mises en œuvre conformément aux dispositions décrites ou prescrites dans ce document.

L'organisation des liaisons des coques en C.C.V. sur la structure support doit respecter le principe de libre dilatation des coques à partir d'un pôle de dilatation.

Les panneaux d'acrotère ne peuvent en aucun cas servir de circulation ni d'appui aux dispositifs d'entretien.

L'application d'une charge ponctuelle de 150 daN sur les parties de l'élément susceptibles de pouvoir être utilisées comme appui, doit être vérifiée. La contrainte de traction par flexion maximale admise dans ce cas est la valeur minimale entre la MDR à 28 jours et la MDR à long terme, indiquées dans les Tableaux 1 et 2, en annexe du Dossier Technique, suivant la formulation et la technique employées.

Pour l'utilisation du procédé en habillage des façades, notamment pour leur réhabilitation, les dispositions constructives adoptées au droit des menuiseries et/ou des rives de plancher doivent limiter l'effet de cheminée entre la paroi existante et le panneau de CCV.

La protection contre la corrosion de l'ensemble des pièces des dispositifs de liaison doit être déterminée par le Bureau d'Etudes chargé de l'étude de dimensionnement des produits et des dispositifs de liaisons, sur la base des critères suivants :

- dans le cas où les joints sont organisés pour assurer une fonction pare-pluie conformément aux dispositions du DTU 22.1 et sauf en cas d'atmosphère corrosive (bord de mer par exemple), la protection des pièces peut se limiter à une galvanisation à chaud de 40 micromètres selon la norme NF EN 1461.
- dans tous les autres cas et notamment lorsque les joints sont ouverts, les pièces de liaison doivent être en acier inoxydable (aciers austénitiques résistants à la corrosion conformément à la norme NF EN 10088-1).

L'application des finitions rapportées sur chantier sur les éléments, ne peut être prescrite qu'avec l'accord préalable du fabricant des produits correspondants.

1.2.3.2. Prescriptions parasismiques

Dans le cas d'ouvrages soumis à exigences parasismiques, les prescriptions complémentaires suivantes s'appliquent :

- panneaux d'épaisseur minimale 15 mm (hors gel-coat),
- largeur de joint minimale entre panneaux de 20 mm
- dimensions maximales :
 - 1,8 x 3,2 m pour des panneaux munis de 6 fixations,
 - 3,8 x 4,26 m pour les panneaux présentant plus de fixations. Une étude devra être réalisée au cas par cas afin de vérifier le dimensionnement des fixations vis-à-vis de l'action sismique. Dans le cadre de cette étude, la conception du système d'attaches devra respecter les principes du § 1.2.3.1 notamment le principe de libre dilatation des coques à partir d'un pôle de dilatation. Les fixations des panneaux doivent être conçues suivant les schémas de principe donnés aux figures 28 à 33 du Dossier Technique.
- Le coefficient de comportement q_a des panneaux est pris égal à 2, conformément au § 4.3.5.4 la norme NF EN 1998-1.

Les chevilles utilisées doivent avoir fait l'objet d'une Evaluation Technique Européenne établie selon le guide 001 de l'EOTA pour l'usage qui en est fait dans le cadre de ce procédé, et être qualifiées en catégorie de performances sismiques C2.

1.2.3.3. Conditions de fabrication

Les contrôles sur les mélanges et les contrôles sur les éprouvettes durcies doivent être consignés sur un cahier de contrôle.

Les contrôles sur panneaux en cours de fabrication doivent être consignés sur des fiches de contrôle établies pour chaque panneau.

L'épaisseur nominale minimale des parois en mortier de fibre est de 10 mm hors gel-coat.

La fabrication d'un panneau doit être réalisée en processus continu, sans interruption.

Le « soudage » des surfaces réalisées avec un faible décalage de temps doit faire l'objet d'un soin particulier visant à assurer l'interpénétration des fibres de l'une et de l'autre surface.

Le durcissement des panneaux à parement en gravillons lavés doit s'effectuer en empêchant leur déformation par bombement.

Les contrôles suivants doivent être exécutés :

- contrôle visuel sur chaque panneau
- essai d'étalement du mortier (slump test) : 1 fois par jour et par composition (cf. NF EN 1170-1) : 3 à 5
- les appareils de projection (débit du mortier, débit de la fibre de verre) : 1 fois par jour, et à chaque arrêt de machine ;
- la teneur en fibres par prélèvements de mortier frais : au moins une fois par semaine (cf. NF EN 1170-3) : valeur moyenne au minimum égale à la valeur indiquée en annexe du dossier Technique ;
- épaisseur nominale de CCV :
 - 6 mesures par panneau
 - +/- 2 mm sur les valeurs individuelles
 - moyenne des résultats par panneau ≥ 10 mm
- Contrôle de la résistance en traction par flexion :
 - Essais à 7 jours : 1 fois par semaine (cf. NF EN 1170-4). La résistance moyenne doit être au moins égale à la valeur indiquée en Annexe du dossier Technique.
 - Essais à 7 jours puis 28 jours : 2 fois par an minimum (cf. NF EN 1170-5). La résistance moyenne doit être au moins égale à la valeur indiquée en Annexe du dossier Technique.
- contrôle, au moins une fois par semaine, de l'absorption d'eau : valeur indiquée dans le Dossier Technique +/- 5 %.
- contrôle, au moins une fois par semaine de la masse volumique sèche (cf. NF EN 1170-6) : valeur indiquée dans le Dossier Technique +/- 5 %.
- contrôle, sur un panneau sur trente, pris au hasard, en trois points choisis arbitrairement ainsi qu'au droit des dièdres (angles et changements de nus) :
 - de la résistance au poinçonnement des parois en mortier de fibres : le poinçon cylindrique de 4 mm de diamètre du Perfotest ne doit pas provoquer la perforation de la peau,
 - ou de la résistance aux chocs de corps dur à 3 Joules et 10 Joules réalisé avec une bille en acier de diamètre 63,5 mm et de masse 1 kg +/- 10 g, avec une hauteur de chute de 1,02 m, conformément au § 4.3 de la NF EN P08-301 (le choc ne doit pas provoquer de fissuration).
- dans le cas de panneau de surface supérieure à 6 m², mesure, sur au moins un panneau par type de façade et, en cas de façade de surface suffisante sur au moins un panneau sur cent, de la flèche prise, après 1 h de chargement, par le panneau fixé en position horizontale avec les mêmes liaisons qu'en œuvre et soumis à une charge répartie égale à la charge de calcul puis au double de cette charge : la flèche dans le second cas ne doit pas excéder 2,2 fois la flèche dans le premier cas. Si le résultat n'est pas satisfaisant, on effectue les mêmes mesures sur un autre panneau de la série ; si le résultat n'est toujours pas satisfaisant, il est fait un tri sur l'ensemble de la série,

L'ensemble des résultats ainsi que les dispositions prises en cas de résultat non satisfaisant doivent être consignés sur un cahier de contrôle.

1.2.3.4. Conditions de stockage et de transport

Le calage des panneaux lors du stockage et du transport doit être organisé de façon à éliminer les risques de déformation par fluage (de flexion notamment). Par ailleurs les zones de calage et les dimensions des cales doivent être déterminées pour exclure tout risque de poinçonnement des parois en mortier de fibres.

1.2.3.5. Conditions de mise en œuvre

Le fabricant des panneaux doit fournir, avec ces derniers, les accessoires de liaison à la structure et éventuellement d'étanchéité des joints.

La mise en place des panneaux à la grue doit s'effectuer en tenant compte de la sensibilité des panneaux au vent (due à leur légèreté).

L'introduction de leviers sous un panneau pour le déplacer ne doit être effectuée qu'au droit des zones prévues pour l'appui du panneau

Le fournisseur des panneaux doit être en mesure de faire procéder sur chantier, à la demande de l'équipe de montage, aux ragréages légers nécessités par le traitement d'épaufrures éventuelles (utilisation de mortier armé de fibres, du type prémélangé).

Le calage des panneaux reposant sur plus de deux appuis (appuis hyperstatiques) doit faire l'objet d'un contrôle systématique.

La résistance de calcul $R_{d,insert}$ (en kN) des inserts de levage (câblette de levage et sangle de manutention) sont calculées à partir des résistances caractéristiques à l'arrachement indiquées en Annexe du Dossier Technique, par application d'un coefficient de sécurité égale à 3.

L'angle de levage entre l'élingue et l'horizontal est de 90°.

La vérification des inserts de levage est donnée par la relation suivante :

$$\frac{R_{k,insert}}{3} \geq \frac{P\gamma_{ed}\gamma_{pp}}{n_b}$$

$R_{k,insert}$ = résistance caractéristique à l'arrachement des inserts de levage (en kN), donnée dans le Tableau 5 en annexe du Dossier Technique.

P = poids propre du panneau [kN]

n_b = nombre de points de levage effectifs

γ_{ed} = coefficient d'effet dynamique dû au levage = 1,15

γ_{pp} = coefficient d'incertitude sur poids propre = 1,05

La manutention en usine par ces inserts de levage est exclue du présent Avis Technique.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Conformément à la jurisprudence du Groupe en la matière, en l'absence d'étanchéité à l'air (et donc d'étanchéité à l'eau) à l'avant des dispositifs de liaison des panneaux à la structure, il a été prescrit le choix d'un acier inoxydable austénitique pour la constitution des liaisons.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société CMEG
Rue Compagnie D
ZA de cardonville
FR - 14740 Bretteville l'Orgeuilleuse
Tél. : 02 31 29 12 00
Internet : www.cmeg.fr

2.2. Description

Le procédé C.C.V. CMEG met en œuvre des panneaux du type panneau-coque en mortier de ciment renforcé de fibres de verre rapportés sur une façade existante (béton, acier, bois) pour laquelle ils constituent un ouvrage de revêtement. Il est possible d'intégrer un isolant à ces panneaux.

Le complexe CCV CMEG peut être rapporté sur façade après l'interposition d'un isolant sur la paroi existante.

Chaque élément est raidi par des nervures creuses ou pleines et l'ensemble est fixé à la structure porteuse par des dispositifs de fixation permettant l'ajustement de sa position lors de sa mise en œuvre et pour ses variations dimensionnelles par la suite.

Les panneaux sont fabriqués en usine par projection simultanée.

Les dimensions visées sont indiquées aux § 2.4.2.1 et 2.4.2.2.

L'épaisseur minimale des panneaux et coques est de 10 mm (hors revêtement et gel-coat).

2.3. Domaine d'emploi

Bâtiments d'habitation, ERP (bureaux, établissements scolaires, hospitaliers), bâtiments industriels.

L'utilisation du procédé en fermeture de bâtiment n'est pas visée.

L'utilisation pour des bâtiments soumis à exigences parasismiques est admise pour les bâtiments de catégorie d'importance I à IV en zones de sismicité 1 à 4.

En construction neuve, le système permet la réalisation de murs de type XIII vis-à-vis du risque de pénétration d'eau, sur mur en béton à parement ordinaire courant ou soigné (DTU 23.1) ou en maçonnerie enduite (cf. § 3.22 des « Conditions Générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur » - Cahier du CSTB 1833 de mars 1983).

2.4. Eléments et matériaux

2.4.1. Matériaux

2.4.1.1. Composite ciment-verre

Mortier armé de fibres de verre alcali résistantes incorporées pendant la projection.

La formulation type et les caractéristiques sont données dans le tableau 1 en Annexe du Dossier Technique.

2.4.1.2. Autres matériaux

2.4.1.2.1. Dispositifs de manutention

- Sangle de levage 50/480 E en polyester :
 - épaisseur 50 x 2,4 mm, longueur 3000 mm.
 - Résistance à la rupture : 4800 daN

2.4.1.2.2. Dispositifs de fixation

- Dispositif de fixation mis en place en production :
 - Insert formant rainures : Profils à froid en acier protégé contre la corrosion selon l'exposition (exemple : par galvanisation : 50 microns ou par constitution : inox type austénitique Z 2 CN 18-10)
 - Douilles : acier inoxydable A4 (W 1.4571) ou électrozingué
 - Rail Halfen : acier inoxydable A4-70 ou électrozingué
- Dispositif de fixation mis en place sur l'ouvrage : tôle d'acier pliée d'épaisseur variable afin de fabriquer des équerres, des plats, des omégas selon les règles de l'art et les normes en vigueur. Il est utilisé des profilés d'acier non alliés pour un usage général.

Les attaches sont en acier protégé contre la corrosion, sur la base des critères suivants :

- dans le cas où les joints sont organisés pour être étanches à l'eau conformément aux dispositions du DTU 22.1 et sauf en cas d'atmosphère corrosive (bord de mer par exemple), la protection des pièces peut se limiter à une galvanisation à chaud de 40 micromètres,
- dans tous les autres cas et notamment lorsque les joints sont ouverts, les pièces de liaison doivent être en acier inoxydable.

Chaque élément d'acier plié est fixé à la structure par au minimum deux chevilles de fixation de façon mécanique, par scellement chimique. Le type de fixation varie suivant les efforts à reprendre et un trou oblong est confectionné pour permettre le réglage de l'élément en CCV. Les chevilles pour béton disposeront d'une ETE selon le guide (ETAG) 001, les chevilles pour maçonnerie disposeront d'une ETE visant le support considéré selon l'ETAG 029.

Les liaisons établies permettent une libre dilatation des éléments C.C.V.

2.4.1.2.3. jointolement entre éléments

La largeur des joints entre éléments est d'épaisseur moyenne en œuvre de 15 mm.

Il peut être réalisé une lame d'air entre les éléments C.C.V.

- Système de joint vertical entre éléments et/ou avec la structure :
 - Profilés en PVC à glissières et languettes type COUVRANEUF ou équivalent ;
 - Mastic élastomère de 1^{ère} catégorie ;
 - Mousse imprégnée de type ILLMOD 600, COMPRIBAND TRS ou équivalent ;
 - Cordons de mousse de polyéthylène pour fond de joint type TRAMICORD ou équivalent.
- Système de joint horizontal entre éléments et/ou avec la structure :
 - Mastic élastomère de 1^{ère} catégorie ;
 - Mousse imprégnée de type ILLMOD 600, COMPRIBAND TRS ou équivalent ;
 - Cordons de mousse de polyéthylène pour fond de joint type TRAMICORD ou équivalent.

Pour des applications particulières, il est mis en œuvre une barrière coupe-feu au niveau des liaisons horizontales entre éléments C.C.V. en utilisant une plaque de laine minérale (type laine de roche) ou une tôle acier galvanisée 15/10^e ou équivalent.

- Système de joint en zones sismiques
 - La largeur minimale des joints verticaux est de 20 mm.
 - Le traitement des joints devra permettre le libre déplacement des panneaux :
 - Profilés en PVC à glissières et languettes type COUVRANEUF ou équivalent.

2.4.1.2.4. Isolant

Différents types d'isolant sont utilisés pour le procédé C.C.V. CMEG. Les principaux isolants sont les suivants : le polystyrène expansé et extrudé, le polyuréthane, le polyisocyanurate, la mousse phénolique, les laines minérales (laine de roche et de verre).

Les isolants sont mis en place :

- En production pour créer les raidisseurs et réaliser l'isolation en continue dans l'élément C.C.V. ;
- Sur le chantier pour confectionner suivant les besoins une isolation rapportée sur façade.

2.4.1.2.5. Revêtements

Le parement extérieur du complexe C.C.V. présente différents revêtements :

- Aspect minéral lisse blanc, gris et coloré avec des tons pastels par l'introduction de colorants naturels ou de sables colorés ;
- Application d'une lasure, d'une peinture, d'une résine, d'un ragréage ou d'un enduit coloré compatible avec le C.C.V. par différents moyens (pistolet, rouleau) sur le site de fabrication ou sur chantier ;
- Application d'un traitement pour modifier l'aspect initial (support matricé en élastomère, sablage, aérogommage) ;
- Mise en œuvre avant projection du C.C.V. d'un mortier (avec agrégats) pour réaliser une finition désactivé, poli ;

Sur demande, il est réalisé différents traitements sur le site de fabrication ou sur chantier :

- Anti-graffiti temporaire ou permanent ;
- Une protection hydrofuge, oléofuge et anti-tâches.

2.4.2. Eléments

2.4.2.1. Panneau de façade

Les plaques ont une épaisseur minimale de 10 mm (hors gel-coat). Les plaques peuvent être pleines ou avec ouvertures.

Les plaques sont constituées d'un tympan de 10 à 15 mm d'épaisseur raidi par une nervure périphérique et des nervures verticales intermédiaires.

Les nervures sont du type à lame ou tubulaire (incorporation d'isolant) selon les calculs. Le volume entre les nervures est occupé éventuellement par un isolant.

La rive haute des panneaux comporte un rejingot de 5 cm de hauteur constitué par un retour de tympan.

La rive basse comporte des profilés à froid à section en U incorporés au droit de nervures verticales. Les dimensions, déterminées par le calcul, sont généralement de 30 x 22 x 2 pour la section et de 250 mm pour la longueur.

La surface maximale d'une plaque est de 24 m² avec comme dimension maximale 8 m. L'élancement maximal est de 3.

Le poids moyen d'une plaque est compris entre 30 et 60 kg/m² suivant le parement.

Les tolérances de fabrication sont de + ou - 5 mm sur les dimensions et + ou - 3 mm pour les épaisseurs.

2.4.2.2. Panneaux en zones sismiques

Dans le cas d'ouvrages soumis à exigences parasismiques, les prescriptions complémentaires suivantes s'appliquent :

- panneaux d'épaisseur minimale 15 mm (hors gel-coat),
- largeur de joint minimale entre panneaux de 20 mm,
- dimensions maximales :
 - 1,8 x 3,2 m pour des panneaux munis de 6 fixations,
 - 3,8 x 4,26 m pour les panneaux présentant plus de fixations. Une étude devra être réalisée au cas par cas afin de vérifier le dimensionnement des fixations vis-à-vis de l'action sismique. Dans le cadre de cette étude, la conception du système d'attaches devra respecter les principes du § 1.2.3.1 notamment le principe de libre dilatation des coques à partir d'un pôle de dilatation.

2.4.2.3. Fixations

2.4.2.3.1. Attaches

Les inserts de fixations visées en association avec les panneaux sont les suivantes :

- Coulisse basse métallique : Insert métallique formant rainure dans le chant du panneau (cf. Figure 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14)
- Coulisse haute métallique : insert métallique formant rainure rapporté en face arrière du panneau (cf. Figure 1, 2, 15)
- Rail Halfen : rail HTA.CE.28/15-fv-150 (cf. Figure 11, 16)
- Douille VEMO en plein (cf. figure 34) :
 - Douille VEMO M10 AH-LN + barre Ø6
 - Les douilles sont implantées sur la face arrière du panneau, au droit d'une nervure
 - Distance au bord minimale : cf. figure 36
- Double douille VEMO en plein :
 - Douille VEMO M10 AH-LN + barre Ø6 (cf. Figure 6)
 - La douille est implantée sur la face arrière du panneau, au droit d'une nervure
 - Distance au bord minimale et distance entre les douilles : cf. Figure 37
- Douille VEMO dans le chant :
 - Douille VEMO M10 AH-LN + barre Ø6 (cf. Figure 6)
 - La douille est implantée dans le chant du panneau
 - Distance au bord minimale : cf. Figure 38
- Double douille VEMO dans le chant :
 - Douille VEMO M10 AH-LN + barre Ø6 (cf. Figure 34)
 - Les douilles sont implantées dans le chant du panneau
 - Distance au bord minimale et distance entre les douilles : cf. Figure 39

Les résistances de calcul à l'arrachement des attaches sont indiquées dans les tableaux 3 et 4 en Annexe du Dossier Technique.

2.4.2.3.2. Principe de conception du système de fixation

Les attaches sont conçues pour permettre, sans créer de contraintes excessives dans le panneau :

- la transmission des efforts du panneau à la structure porteuse,
- les variations linéaires et angulaires du panneau sous les changements de température et d'humidité,
- les légers mouvements normaux de la structure,
- l'acceptation des tolérances d'exécution du panneau et de la structure.

Chaque élément CCV possède 4 à 6 éléments de fixation.

Les 2 fixations en pied reprennent les efforts verticaux (poids propre) et horizontaux (vents, succion, excentrement).

Pour un ouvrage comprenant un seul niveau, les 2 fixations en tête des éléments en CCV ne reprennent que les efforts horizontaux. Pour un ouvrage comprenant plusieurs niveaux, les 2 fixations en tête reprennent les efforts horizontaux de l'élément inférieur et jouent le rôle de fixations en pied pour l'élément en CCV supérieur.

Les attaches peuvent être fixées sur les éléments horizontaux de la structure : planchers, poutres, lisses, c'est le cas le plus fréquent, ou sur les éléments verticaux : murs, poteaux.

Les attaches sont en acier protégé contre la corrosion, sur la base des critères suivants :

- dans le cas où les joints sont organisés pour être étanches à l'eau conformément aux dispositions du DTU 22.1 et sauf en cas d'atmosphère corrosive (bord de mer par exemple), la protection des pièces peut se limiter à une galvanisation à chaud de 40 micromètres,
 - dans tous les autres cas et notamment lorsque les joints sont ouverts, les pièces de liaison doivent être en acier inoxydable.
- Les mouvements, après blocage des articulations de réglage, sont rendus possibles dans le plan du panneau par des trous ovalisés, des plaquettes en néoprène, des manchons en caoutchouc mais les mouvements perpendiculairement au plan du panneau ne sont pas permis. Pour éviter tout desserrement en œuvre, sous l'effet des vibrations par exemple, les vis et les écrous des dispositifs de liaison sont arrêtés par des systèmes de freins.

2.4.2.3.3. Conception du système d'attache en zones sismiques

Le principe de fixation et les types d'attaches visés en zones sismique sont décrits aux figures 28 à 33.

Les panneaux sont munis de :

- 6 fixations pour les panneaux de dimensions maximales 1,8 x 3,2 m ;
- pour les panneaux de dimensions maximales 3,8 x 4,26 m, une étude devra être réalisée au cas par cas afin de vérifier le nombre et le dimensionnement des fixations vis-à-vis de l'action sismique. Dans le cadre de cette étude, la conception du système d'attaches devra respecter les principes du § 1.2.3.1 notamment le principe de libre dilatation des coques à partir d'un pôle de dilatation.

2.4.2.4. Dispositifs de levage

Le levage est réalisé au moyen de sangles de levage implantées dans le panneau tel que présenté à la Figure 35 en annexe du Dossier Technique.

La vérification des inserts de levage est donnée par la relation suivante :

$$\frac{R_{k,insert}}{3} \geq \frac{P\gamma_{ed}\gamma_{pp}}{n_b}$$

$R_{k,insert}$ = résistance caractéristique à l'arrachement des inserts de levage (en kN), donnée dans le Tableau 5 en annexe du Dossier Technique établi par le demandeur.

P = poids propre du panneau [kN]

n_b = nombre de points de levage effectifs

γ_{ed} = coefficient d'effet dynamique dû au levage = 1,15

γ_{pp} = coefficient d'incertitude sur poids propre = 1,05

2.4.2.5. Dispositif de manutention en usine

Les sangles sont utilisées aussi pour le démoulage. La manutention peut aussi se faire au moyen d'inserts (douilles fileté, inserts spéciaux, platines) calculés avec un coefficient de sécurité d'au moins 6 par rapport à la rupture.

2.5. Fabrication

Le procédé CCV CMEG est fabriqué à l'usine de CMEG situé à Bretteville l'Orgueilleuse (14).

La fabrication du procédé de construction CCV CMEG a lieu dans un local assurant une température minimale de 10°C qui est fermé et couvert.

2.5.1. Moyens de fabrication

Les moyens de production du procédé C.C.V. CMEG sont référencés par ordre chronologique de fabrication.

- Aire de Stockage :
Local à conserver l'ensemble des composants (polymère, ciment, sable, fibre, adjuvants, sable) du C.C.V. à température suffisante avec des conditionnements en sacs, bidons, conteneurs et vrac.
- Mélange des matériaux :
 - Centrale C.C.V. avec pesage, introduction et malaxage automatisé des composants du C.C.V. ;
 - Matériel de pesage : balances pour peser les différents constituants (sable, ciment, eau, polymère, adjuvants, fibre, colorants) ;
 - Malaxeurs verticaux de 60 à 150 L.
- Projection et coulage :
 - 2 Pompes à mortier ;
 - 2 Pistolets de projection à injection (têtes concentriques) ;
 - Potences pour soutenir le pistolet et les tuyaux d'alimentation ;
 - Rouleaux hélicoïdaux pour roulage et compactage du CCV ;
 - Des moules horizontaux (basculants et vibrants si nécessaire) mobiles ou fixes en matière métallique, bois ou mixte avec des joues ;
 - Des faces coffrantes propres pouvant être en acier, en bois, en peaux synthétiques diverses et autres.
- Etuvage et décoffrage :
Les moules sont maintenus sous des bâches isolantes et à une température et une hygrométrie suffisantes pour permettre le durcissement et le murissement des éléments C.C.V.
- Stockage et finition :
A côté de l'atelier de production, une aire de stockage et une aire de finition couverte et chauffée assure le stockage à plat, sur champs ou en râteliers des éléments en C.C.V.
- Chargement :
Une grue à tour sur rail assure le chargement des éléments en C.C.V. dans les remorques appropriées.

2.5.2. Mode de fabrication

Avant toute action, un contrôle du positionnement est réalisé par un opérateur (largeur, hauteur, diagonale, position des ouvertures et inserts).

2.5.2.1. Par projection

La fabrication s'effectue par projection et roulage du mortier par couches successives. On projette une fine couche de mortier sans fibre, puis des couches successives de 3 à 5 mm jusqu'à l'obtention de l'épaisseur finale désirée, ce qui est généralement réalisé par 2 couches avec fibres. Un contrôle d'épaisseur est effectué par pige calibrée, après chaque passe roulée.

Les raidisseurs périphériques sont réalisés par projection et roulage sur les rives du moule.

Les panneaux d'isolant pré-découpés sont disposés au fur et à mesure de la réalisation des raidisseurs intermédiaires. La première paroi du raidisseur est projetée sur le chant du premier panneau disposé, puis l'âme du raidisseur est disposée et les deux parois restantes sont réalisées et ainsi de suite jusqu'à l'autre extrémité du panneau. Sur isolant, comme sur fond de moule, on projette toujours une première couche d'accrochage en mortier sans fibre. De même, l'adhérence des panneaux d'isolant sur la peau extérieure est facilitée par la projection, en sous-face des panneaux, d'une couche de collage sans fibre. Les inserts sont positionnés aux endroits prévus dans le moule et l'enrobage est effectué avec la matière C.C.V. Les sangles de manutention sont incorporées entre deux passes de roulage.

Une fois la projection terminée, une bâche en polyane recouvre les éléments en C.C.V. pour assurer le durcissement et permettre le démoulage le lendemain. Si besoin, un traitement thermique est réalisé dans le hall.

Le décoffrage se fait le lendemain à partir du pont roulant par l'intermédiaire d'élingues ou de sangles de levage.

Les éléments en C.C.V. sont positionnés 48 h en zone de cure afin d'assurer la qualité esthétique et mécanique des pièces. Lors de cette phase, le marquage des pièces, la vérification des dimensions et de l'aspect sont réalisés.

Suite à cette étape, les éléments C.C.V. sont stockés à l'abri dans un hall et ensuite une finition est appliquée si besoin.

La dernière phase à l'usine est le chargement par l'intermédiaire de la grue sur des remorques adaptées suivant le protocole de chargement établi.

2.5.2.2. Par projection spécifique : parement en mortier de gravillon

- A. Application, au rouleau et au pinceau d'un retardateur de prise que l'on laisse sécher 20 minutes.
- B. Coulage du béton de parement sur 3 cm d'épaisseur ; ce béton est constitué de gravillons, de sable et de ciment blanc ou gris.
- C. Projection du mortier de fibre de verre suivant le processus habituel.
- D. Etuvage sous cloche (voir ci-après).
- E. Traitement :
 - Lavé : Le lendemain, le panneau est décoffré. Il est disposé dans l'aire de ragréage en position verticale sur un râtelier. Le lavage est réalisé au jet à haute pression.
 - Désactivation : Dito ci-dessus. Le retardateur étant en général d'activité plus faible que pour le lavage.
 - Acidé : Le panneau après décoffrage est disposé sur un râtelier pendant 48 heures. A l'issue de ce délai, on passe à l'aide d'une brosse un produit acidé de type « Décagel » de chez PIERI. On laisse le produit agir pendant 20 mn puis on rince à l'eau claire.
 - Poli : Le panneau après décoffrage est disposé sur un râtelier et laissé durcir pendant 4 jours. La pièce est disposée horizontalement. Le polissage est réalisé à l'aide d'un plateau (mû électriquement) support d'outils de polissage (disques diamantés, meules n°1 à 3 feutres) se déplaçant dans un plan horizontal selon le processus suivant :
 - o 1^{ère} passe : défonçage au disque diamanté (3 à 5 mn)
 - o 2^{ème} passe : meule n°1 (grain fort)
 - o Masticage : les trous dus au bullage sont comblés à l'aide de barbotine étendue à l'aide de l'hélicoptère à pales caoutchouc. On laisse le masticage sécher pendant 24 heures.
 - o 3^{ème} passe : meule n°2 (grain moyen)
 - o Masticage si nécessaire
 - o 4^{ème} passe : meule n°3 (grain fin)
 - o 5^{ème} passe : feutre
 - o Passage d'un verni au rouleau de type « Polybril » de chez PIERI si demandé

2.6. Contrôles de fabrication

2.6.1. Contrôle essais production

Le contrôle est constitué des essais réalisés régulièrement et décrits ci-après :

- Epaisseur nominale de CCV +/- 2 mm
- ESSAI 1 - Résistance à la flexion
 - Essais à 7 jours : 1 fois par semaine (cf. NF EN 1170-4). La résistance moyenne doit être au moins égale à la valeur indiquée en Annexe du dossier Technique.
 - Essais à 7 jours puis 28 jours : 2 fois par an minimum (cf. NF EN 1170-5). La résistance moyenne doit être au moins égale à la valeur indiquée en Annexe du dossier Technique.
- Eprouvettes de 200 x 50 x 10.
6 éprouvettes au minimum sont nécessaires. On fait la moyenne des résultats obtenus.
- ESSAIS 2 et 3 - Débit de mortier et de fibre de verre
Fréquence : 1 essai par jour et à chaque arrêt de machine.
- ESSAI 4 - Densité du mortier et absorption d'eau (valeurs indiquées dans le Dossier Technique +/- 5 %)

Fréquence : 1 essai par semaine.

Valeur nominale

• ESSAI 5 - Fluidité du mortier (3 à 5)

Fréquence : 1 essai par jour et par composition

A faire sur une plaque spéciale graduée.

• ESSAI 6 - Essai de flexion sur panneau (si > 6 m²)

Fréquence : un panneau pour cent

Age : > 21 jours

Nombre d'essais : 1

Mesure de la flèche prise, après 1 h de chargement, par le panneau fixé en position horizontale avec les mêmes liaisons qu'en œuvre et soumis à une charge répartie égale à la charge de calcul, puis au double de cette charge : la flèche dans le second cas ne doit pas excéder 2,2 fois la flèche dans le premier cas. Si le résultat n'est pas satisfaisant, on effectue les mêmes mesures sur un autre panneau de la série ; si le résultat n'est toujours pas satisfaisant, il est fait un tri sur l'ensemble de la série,

• ESSAI 7 : Résistance au poinçonnement, ou résistance au choc de corps dur (en cas d'indisponibilité du Perfotest) – réalisé par :

○ Résistance au poinçonnement : le poinçon cylindrique de 4 mm de diamètre du Perfotest ne doit pas provoquer la perforation de la peau

ou

○ Résistance au choc de corps dur : le choc de 10 Joules réalisé avec une bille en acier de diamètre 63,5 mm, de masse 1 Kg +/- 10 g, avec une hauteur de chute de 1,02 m, conformément au § 4.3 de la NF EN P08-301 ne doit pas provoquer de fissuration.

Fréquence : un panneau sur trente

Age : > 21 jours

Nombre d'essais : 5

• ESSAI 8 - Teneur en fibre mesurée sur mortier frais

Fréquence : 1 fois par semaine

Dimensions : 150 x 50 x 10

Nombre d'essais : 3

La valeur moyenne doit être au minimum égale à la valeur indiquée en annexe du dossier Technique.

2.6.2. Contrôle qualité production

Des contrôles qualités sont effectués chaque jour sur :

- L'état de surface ;
- Les dimensions ;
- L'épaisseur nominale de CCV :
 - 6 mesures par panneau
 - +/- 2 mm sur les valeurs individuelles
 - moyenne des résultats par panneau ≥ 10 mm
- La conformité aux plans ;
- Le parement.

Des fiches de non-conformité sont rédigées afin d'augmenter la qualité de la production.

Les fiches de contrôles de fabrication des matières premières sont demandées aux fournisseurs (exceptés ceux dont la fabrication fait l'objet d'une certification).

Le contrôle des épaisseurs est réalisé en cours de fabrication, après chaque passe et à l'aide d'une pigne calibrée.

L'épaisseur nominale minimale des panneaux est de 10 mm $\pm$ 2 mm (hors gel-coat).

Les tolérances relatives aux longueurs, hauteurs, épaisseurs et diagonales sont définies dans la norme NF EN 14992 – classe A :

Classe (NF EN 14992)	Ecart admis				
	Dimensions de base				
	0 – 5 m	0,5 – 3m	> 3 m – 6 m	> 6 m – 10 m	> 10 m
Classe A	± 3 mm ⁽¹⁾	± 5 mm ⁽¹⁾	± 6 mm	± 8 mm	± 10 mm
⁽¹⁾ + 2 mm dans le cas de plaques de parement de petites dimensions					

2.7. Identification du produit

Les panneaux CCV CMEG portent une marque distinctive rappelant l'usine productrice, l'affaire, le poids de l'élément et l'année de production.

2.8. Mise en œuvre

La mise en œuvre est effectuée par le titulaire de l'Avis. Si CMEG ne réalise pas la pose, il est fourni à l'entreprise :

- Un mode opératoire de pose établi par CMEG ;
- Le monitoring d'un représentant de CMEG si nécessaire.

La réalisation des plans est effectuée à partir des plans de structure de l'ouvrage.

Avant de procéder au début de la pose, les façades de l'ouvrage doivent être réceptionnées pour s'assurer de la compatibilité avec les tolérances de pose des fixations et des éléments C.C.V. De plus, les accès doivent être assurés.

L'acheminement des éléments C.C.V. est effectué par camion. Le déchargement est réalisé à l'endroit préconisé par le plan d'installation de chantier sur une surface propre et plane. Si les panneaux ne peuvent pas être posés directement, ceux-ci doivent être stockés sur une aire aménagée à cet effet.

La mise en œuvre des panneaux nécessite l'échafaudage des façades ou l'utilisation d'une nacelle. Elle s'effectue à l'aide d'une grue ou d'un treuil, niveau par niveau. Dans le cas de réhabilitation, avant de poser les panneaux, on élimine du support les obstacles saillants éventuels.

Les opérations se déroulent dans l'ordre suivant :

- Traçage des lignes théoriques de pose (verticales et horizontales) des panneaux suivant le plan de calepinage.
- Vérification des cotes de la structure support et cumul des cotes "panneaux + joints".
- Mise en place des pattes de support (généralement des profilés à froid de 150 mm de largeur et 4 mm d'épaisseur minimum) fixées dans la structure au moyen de rails, chevilles mécaniques, chimiques ou boulons.
- Réglage des fixations en niveau et en alignement.
- Pose des panneaux dont les profilés en U viennent s'emboîter sur les fixations de largeur moindre, ce qui permet la libre dilatation des panneaux.
- Alignement des panneaux dans le plan du parement et réglage de l'ouverture des joints verticaux.
- Mise en place des fixations du niveau suivant qui, en butée sur le rejingot avec interposition d'une feuille de néoprène, s'opposent au déversement des panneaux.
- Mise en place du dispositif d'étanchéité des joints suivant les détails décrits dans le paragraphe jointoiement entre éléments.
- En rez-de-chaussée, mise en place de grilles anti-rongeurs obturant le vide d'air.
- Nettoyage éventuel des panneaux.

Il peut être positionné un isolant sur la façade existante suivant les résistances thermiques demandées.

Si le lot menuiserie est attribué au façadier, la pose se fait sur le chantier ou après réalisation du panneau, en atelier, de façon traditionnelle, dans les feuillures réservées à cet effet et en réalisant les joints d'étanchéité nécessaires.

Dans le cadre de la manutention d'éléments en CCV, il est nécessaire de prendre les précautions particulières suivantes :

- Du fait de la légèreté des panneaux CCV, il est important de tenir en pied via une sangle les panneaux lors de la manutention. En cas de fort vent (≥ 60 km/h), il est préférable de ne pas manutentionner les panneaux CCV.
- Les panneaux CCV sont des éléments architectoniques en béton. Le transport, le stockage et la manutention doivent être réalisés sans altérer l'esthétique des panneaux CCV. Il peut être utilisé des mousses de protection.

2.9. Calculs et dimensionnements

2.9.1. Hypothèses de calcul

Le dimensionnement des panneaux et coques est réalisé sous combinaison d'action à l'ELS, en tenant compte des contraintes admissibles suivantes :

Contraintes admissibles (Mpa)	CCV PROJETE
Flexion ($LDP_{long\ terme/2}$ (en MPA))	5,2
Traction simple	2,6
Cisaillement	1
Compression simple	12

La vérification de la tenue des fixations dans le panneau est réalisée sous combinaison d'action à l'ELU, en considérant une fixation sur deux, et en tenant compte d'un coefficient de sécurité égale à 3, entre la résistance de calcul et la résistance caractéristique à l'arrachement (indiquée en Annexe du Dossier Technique).

Les flèches de calcul admissibles sont limitées au $1/360^\circ$ de la portée entre liaisons.

Le poids propre des éléments en CCV est déterminé à partir des formulations établies dans le tableau 2.

Les effets du vent et de la neige sont obtenus par calcul suivant l'Eurocode 1.

2.9.2. Joints entre panneaux et jeu des fixations

Les variations dimensionnelles extrêmes dues à la combinaison la plus défavorable entre le retrait irréversible à partir de la pose et les variations dimensionnelles réversibles sont prises égales à $+ 1,5$ mm/m et $- 2,0$ mm/m pour le calcul de la largeur des joints entre panneaux et la liberté de jeu des attaches.

En zones sismiques, la largeur minimale de joint est de 20 mm.

2.9.3. Tolérances et état de surface

Les tolérances sur les dimensions et sur l'état de surface des panneaux au moment de la livraison sont celles qui sont indiquées dans le DTU 22.1, chapitre V.

2.9.4. Conditions d'exploitation du procédé

Le bureau d'études de la Société CMEG S.A. assure le calcul et le dimensionnement des éléments.

La fabrication est assurée par CMEG S.A. dans son usine de Bretteville l'Orgueilleuse (14470).

La mise en œuvre est réalisée par CMEG ou, sous son contrôle, par toute entreprise agréée par elle.

Un monitoring de pose est disponible. Dans le cadre de la mise en œuvre du procédé CCV CMEG, les grandes lignes à prendre en compte dans le plan d'assurance qualité de mise en œuvre sont :

- Les précautions de manutention des éléments CCV (esthétique, légèreté) ;
- Les tolérances de la structure sur lequel va être posé le CCV. Il est conseillé d'effectuer un relevé sur site ;
- Le type de fixation prévu ;
- La barrière d'étanchéité prévue (à l'eau et à l'air) ;
- La barrière coupe-feu ;
- La liaison avec les autres Corps d'Etats (menuiserie, bardage, métallerie).

2.10. Résultats expérimentaux

- Essais réaction au feu n°N080147 – DE/2 du 28 août 2012 par le LNE attestant un classement M0 pour le Composite Ciment Verre Cem-Fil-Star.
- Rapport d'essais CSTB n° MRF 16 26062964 – Septembre 2016 - Essais de caractérisation mécanique et d'aptitude à l'emploi sur le CCV mis en œuvre par projection simultanée
- Rapport technique R&D – 2021 Réf. 21001 CMEG – Caractérisation du CCV en projection
- Rapport d'essais sismique du CSTB n° MRF 16 26063810 en date de septembre 2016
- Rapport d'essais CMEG – essais de résistance à la traction et au cisaillement des inserts de fixations à 28 jours
- Rapport d'essais CMEG – essais de résistance à l'arrachement de sangle de manutention à 24 heures et à 7 jours.

2.11. Références

2.11.1. Données Environnementales¹

Le procédé CCV CMEG ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

2.11.2. Autres références

Depuis la formulation de l'Avis Technique 1/89-618 le 19 juin 1989, la société CMEG a produit le procédé de construction C.C.V. CMEG pour plus d'une centaine d'ouvrages.

Les derniers chantiers et les plus représentatifs sont :

- Lycée Robert Schuman au Havre (2006) pour 950 m² de panneaux et 1500 ml d'habillage ;
- Lycée Louis Armand à Eaubonne (2007) pour 1060 m² de panneaux ;
- Collège Michelet à Bihorel (2008) pour 1200 ml de bandeaux et 875 m² de panneaux ;
- ENC de Bessières à Paris (2009) pour 2700 m² de panneaux ;
- Lycée Michel Anguier et Paul Cayet à Eu (2011) pour 350 m² de panneaux et 785 ml de bandeaux ;
- Lycée Edmond Labbe à Barentin (2012) pour 2200 m² de panneaux ;
- Salle de spectacle Le Tétris au Havre (2013) pour 900 m² de panneaux.
- Bureaux Nexity à Saint-Ouen (2013) pour 750 m² de panneaux ;
- 137 logements à Paris (2014) comprenant 3500 m² de panneaux ;
- 68 logements à Sarcelles (2014) comprenant 2285 m² de panneaux ;
- Cité des loisirs à Courbevoie (2014) comprenant 410 m² de panneaux ;
- Bureaux GTM à Nanterre (2015) comprenant des panneaux CCV avec des plaquettes intégrées ;
- 125 logements à Clichy Batignoles (2016) comprenant 6500 m² de panneaux ;
- Réhabilitation de 176 logements à Rennes (2016) comprenant 1800 m² de panneaux ;
- Collège à Le Quesnoy (2016) comprenant 600 m² de panneaux ;
- Reconstruction du collège Saint Exupéry à Douvrin (2018) comprenant 1810 m² de panneaux ;
- Réhabilitation de 80 logements à Le Havre (2020) comprenant 1450 m² de panneaux ;
- Construction d'un gymnase à Paris (2020) comprenant 221 m² de panneaux ;

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis.

- Restructuration et extension d'un immeuble de bureaux à Neuilly sur Seine (2021) comprenant 757 m² de panneaux.

2.12. Annexes du Dossier Technique

Annexe 1 : Tableaux

Tableau 1 : caractéristiques mécaniques du CCV mis en œuvre par projection

METHODE DE FABRICATION			Projection
Essai de traction par flexion selon NF-EN 1170-5	A 7 jours	LDP _{ck} [MPa]	7,7
		MDR _{ck} [MPa]	14,4
		Module d'élasticité [MPa]	9 900
		Allongement à la rupture [‰]	8,4
	A 28 jours	LDP _{ck} [MPa]	7,6
		MDR _{ck} [MPa]	17,1
		Module d'élasticité [MPa]	13 100
		Allongement à la rupture [‰]	8,3
	A long terme	LDP _{cm} [MPa]	10,4
		MDR _{cm} [MPa]	13,6
		Module d'élasticité [MPa]	17 000
		Allongement à la rupture [‰]	1,0
		LDP _d [MPa]	5,2
Variation dimensionnelle [mm/m]		De retrait après démoulage	1,01
		Entre états conventionnels extrêmes	0,97
Dilatation thermique [(m/m)/°C]			10 à 15 x 10 ⁻⁶
Absorption d'eau [%]		Après 24h	9,2
		Après 7 jours	10,1
Masse volumique [kg/m ³]			1770

Tableau 2 : formulations du CCV

	FORMULATION CCV PROJETEE	
Ciment	CEM II/A-LL 42,5 N PM CP2 ou équivalent	35 kg
Sable siliceux	CV 32 (Sibelco) ou équivalent	25 kg
Fibre	CEM FIL 54.2 (76 TEX 2450), ou NEG ARG H103 (78 TEX 2500), ou équivalent	3,9 kg (5 %)
Polymère (extrait sec)	*	6,5 kg (soit 3,1 kg en extrait sec)
Eau Totale	-	6,9 kg
Indicateurs	E/C	0,29
	S/C	0,71

*confidentiel

Tableau 3 : Résistance de calcul à l'arrachement des inserts de fixation

Type de fixation	Coulisse Haute métallique	Coulisse Basse métallique	Douille VEMO en plein	Douilles VEMO doublé en plein	Rail HALFEN	Douille VEMO dans le chant	Double douilles VEMO doublé dans le chant
Figures	1, 2, 15	1, 2, 3, 4, 5, 13, 14	33	37	11,16	6, 38	6, 39
Age du CCV lors de l'essai	28 jours	28 jours	28 jours	28 jours	28 jours	28 jours	28 jours
Résistance minimale (kN)	14,58	13,7	20,62	39,8	16,14	18,86	30,7
Résistance maximale (kN)	18,92	19,36	23,08	44,06	18,32	25,4	39,58
Résistance moyenne (kN)	17,68	15,49	22,44	42,02	17,24	22,17	34,34
Ecart type (kN)	1,89	2,31	1,03	1,94	0,84	2,72	3,42
Résistance de calcul R_d^* (kN)	4,43	3,37	6,68	12,50	5,09	5,27	8,79

* la résistance de calcul R_d a été calculée en appliquant un coefficient de sécurité égale à 3 par rapport à la résistance caractéristique, calculée conformément à l'annexe D de l'Eurocode 0.

Tableau 4 : Résistance de calcul en cisaillement des inserts de fixation

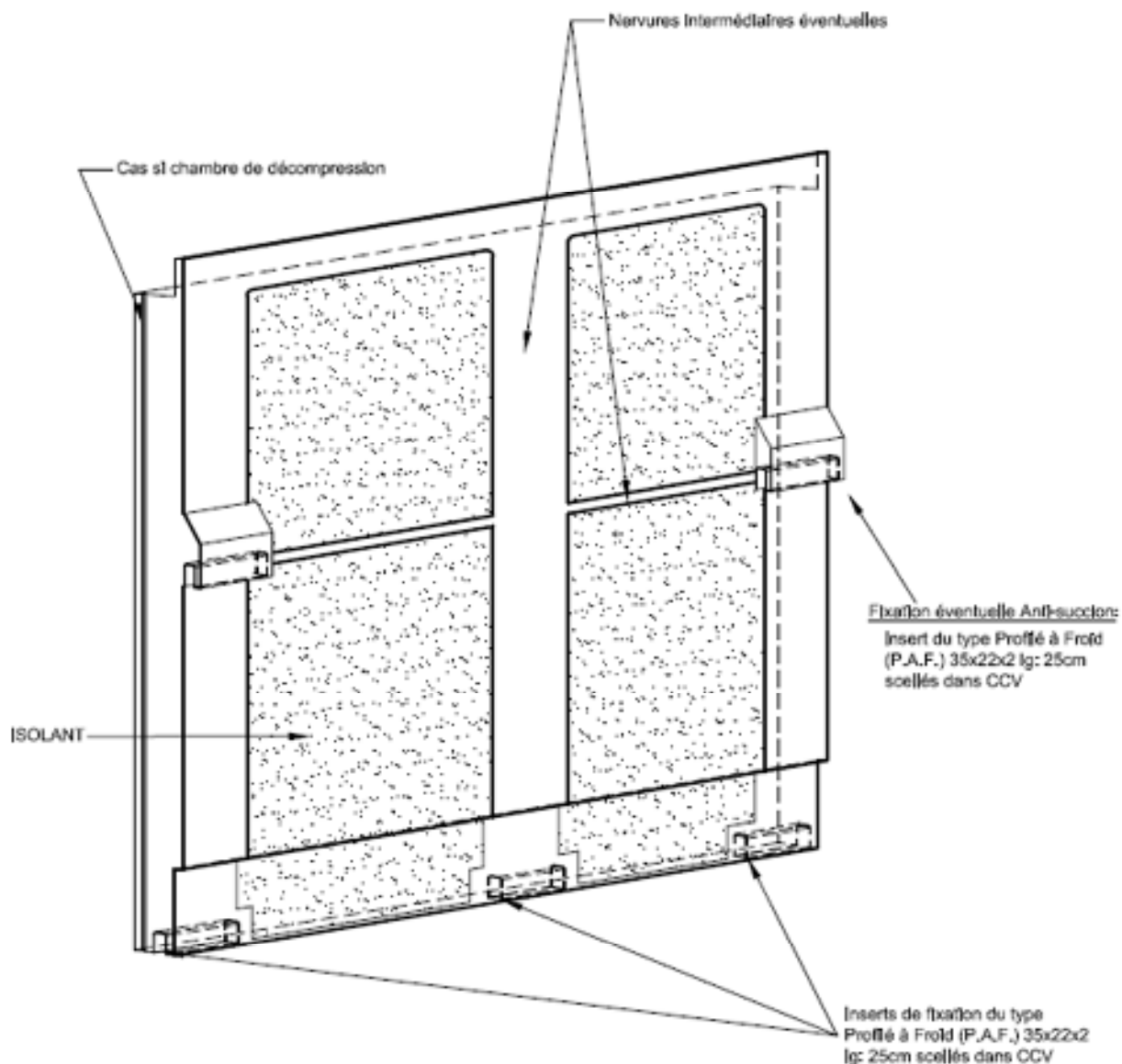
Type de fixation	Coulisse Haute métallique	Douille VEMO en plein	Douilles VEMO doublé	Rail HALFEN
Figures	1, 2, 15	36	37	11,16
Age du CCV lors de l'essai	28 jours	28 jours	28 jours	28 jours
Résistance minimale (kN)	50,3	25,44	35,34	19,22
Résistance maximale (kN)	75,94	34,68	60,48	30,88
Résistance moyenne (kN)	64,87	30,73	44,94	23,83
Ecart type (kN)	11,09	4,31	11,73	5,98
Résistance de calcul R_d^* (kN)	13,00	6,89	4,69	3,30

* la résistance de calcul R_d a été calculée en appliquant un coefficient de sécurité égale à 3 par rapport à la résistance caractéristique, calculée conformément à l'annexe D de l'Eurocode 0.

Tableau 5 : Résistance de calcul à l'arrachement des levages dans les panneaux CCV

	Sangle de levage (cf. figure 32)	
Age du CCV lors de l'essai	1 jour (décoffrage)	7 jours
Levage	Panneau horizontal	Panneau vertical
Angle de levage par rapport à l'horizontal	90°	90°
Résistance minimale (kN)	14,32	33,12
Résistance maximale (kN)	21,2	39,36
Résistance moyenne (kN)	17,01	36,26
Ecart type (kN)	3,02	3,28
Résistance caractéristique R_k (kN)	9,05	27,62

Annexe 2 : Figures



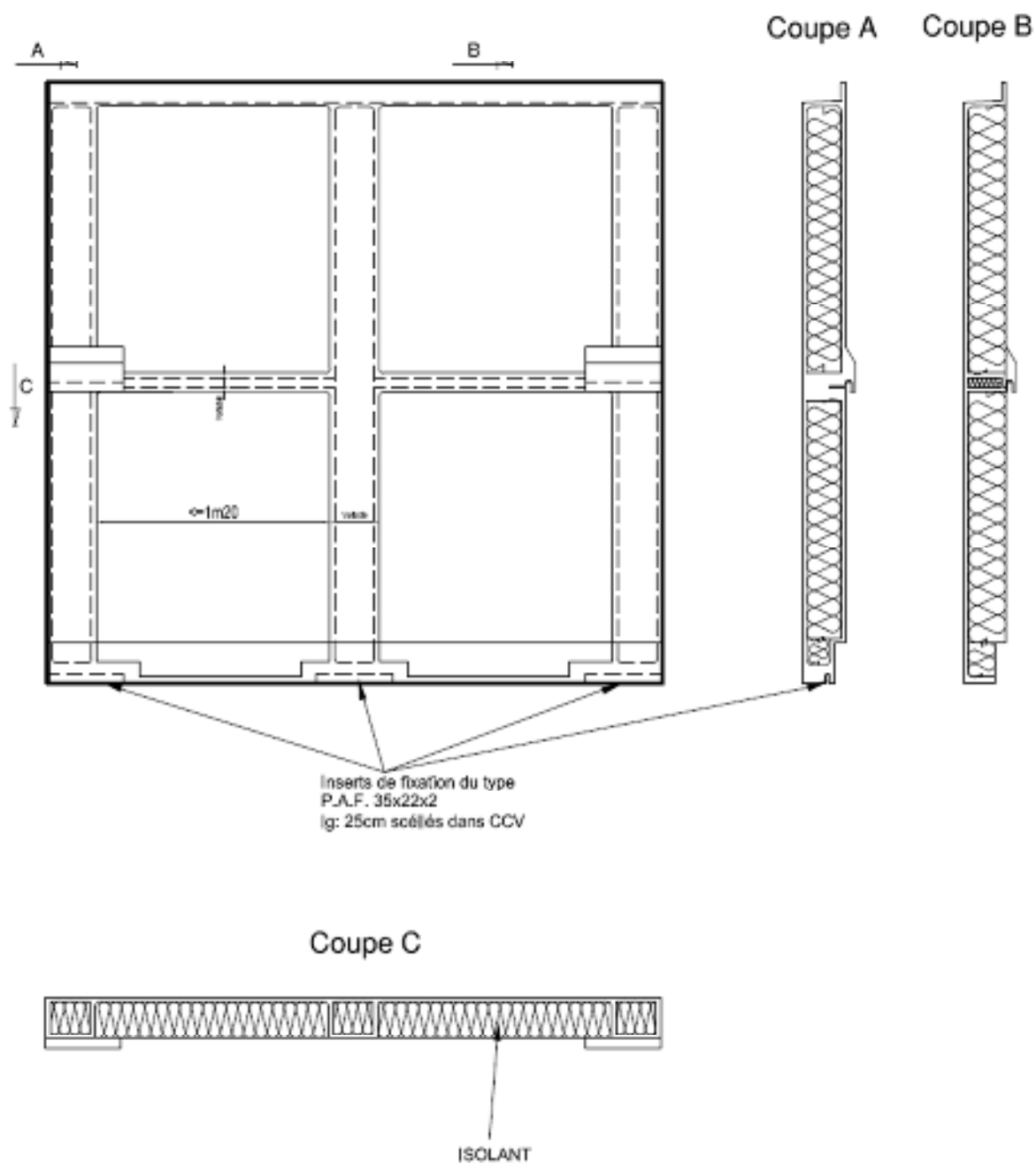
CCV CMEG

Vue arrière en perspective

Figure N°1

**Elément CCV type**

-  Isolant
-  Paroi existante
-  Matière CCV



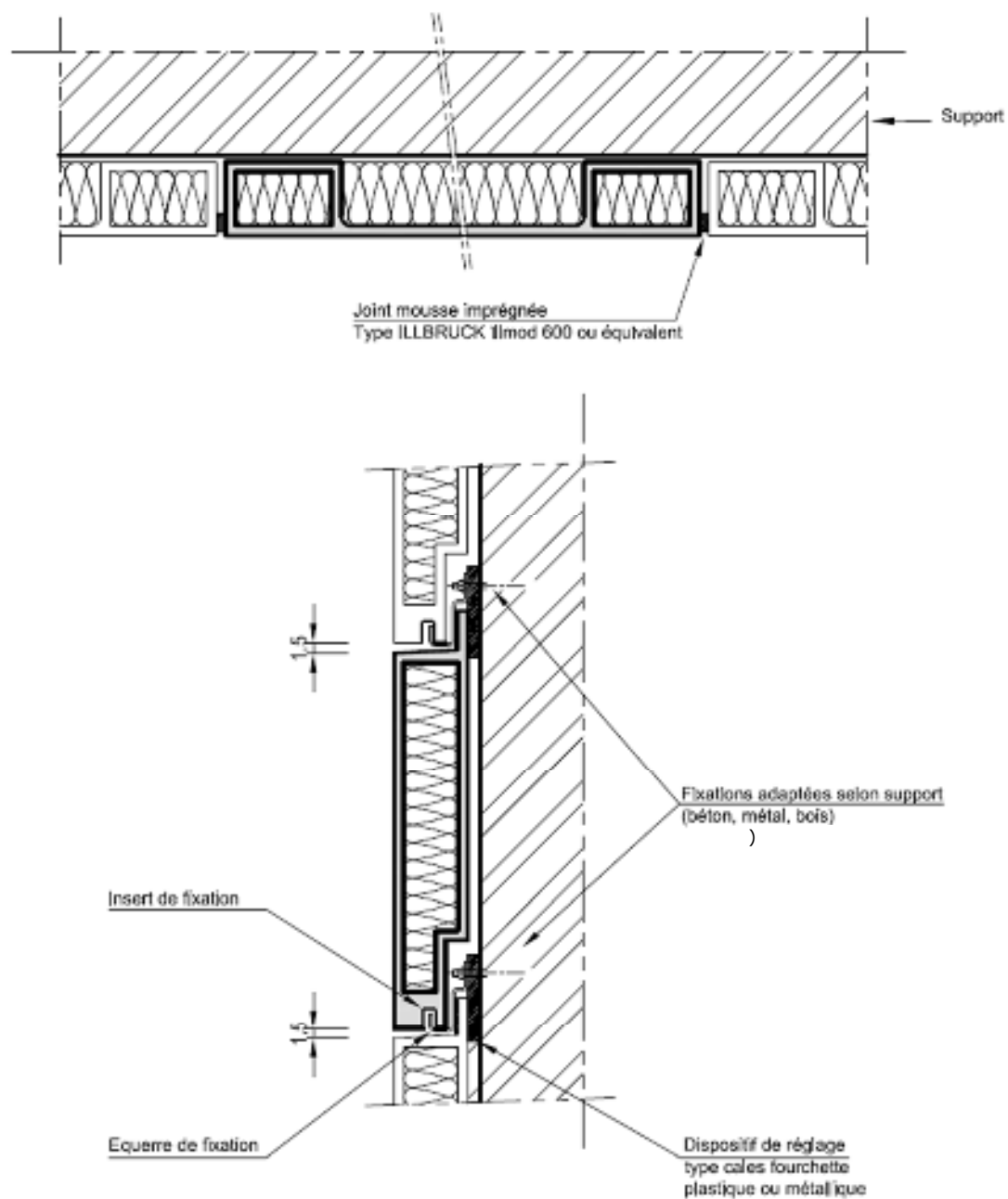
CCV CMEG

Vue arrière en plan

Figure N°2

**Elément CCV type**

-  Isolant
-  Paroi existante
-  Matière CCV



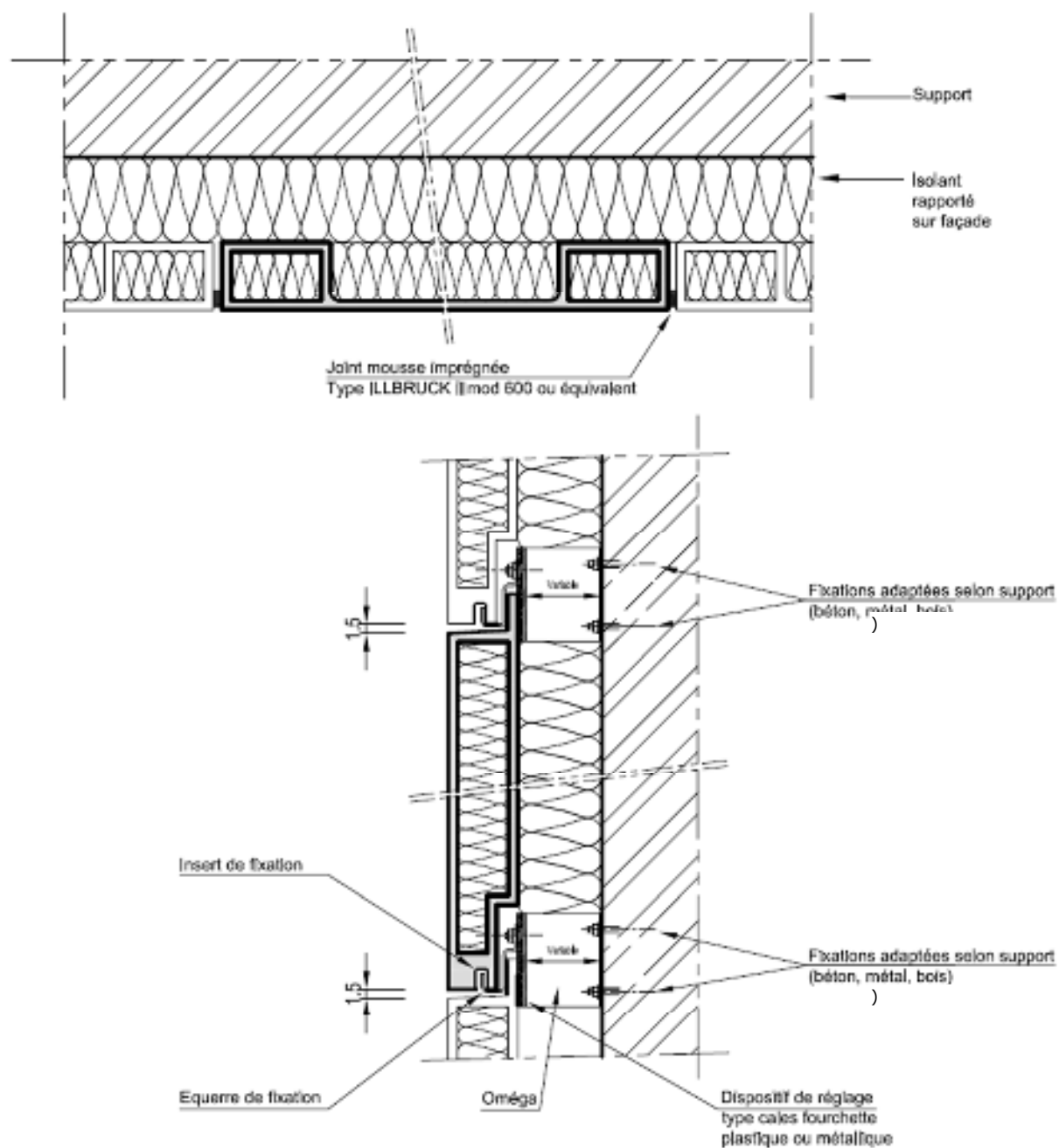
CCV CMEG

Coupes verticale et horizontale

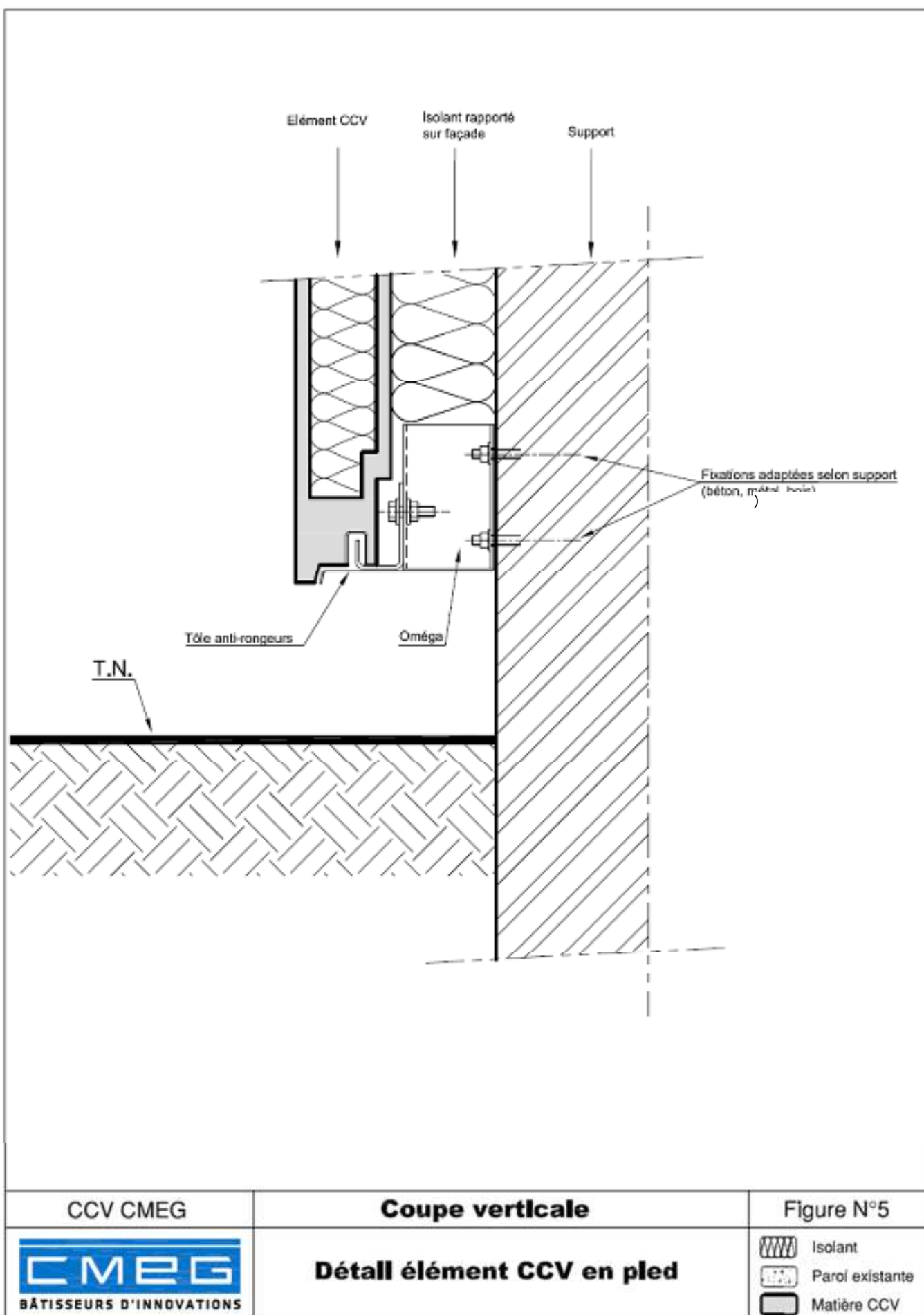
Figure N°3

**Liaisons entre éléments CCV**

-  Isolant
-  Paroi existante
-  Matière CCV



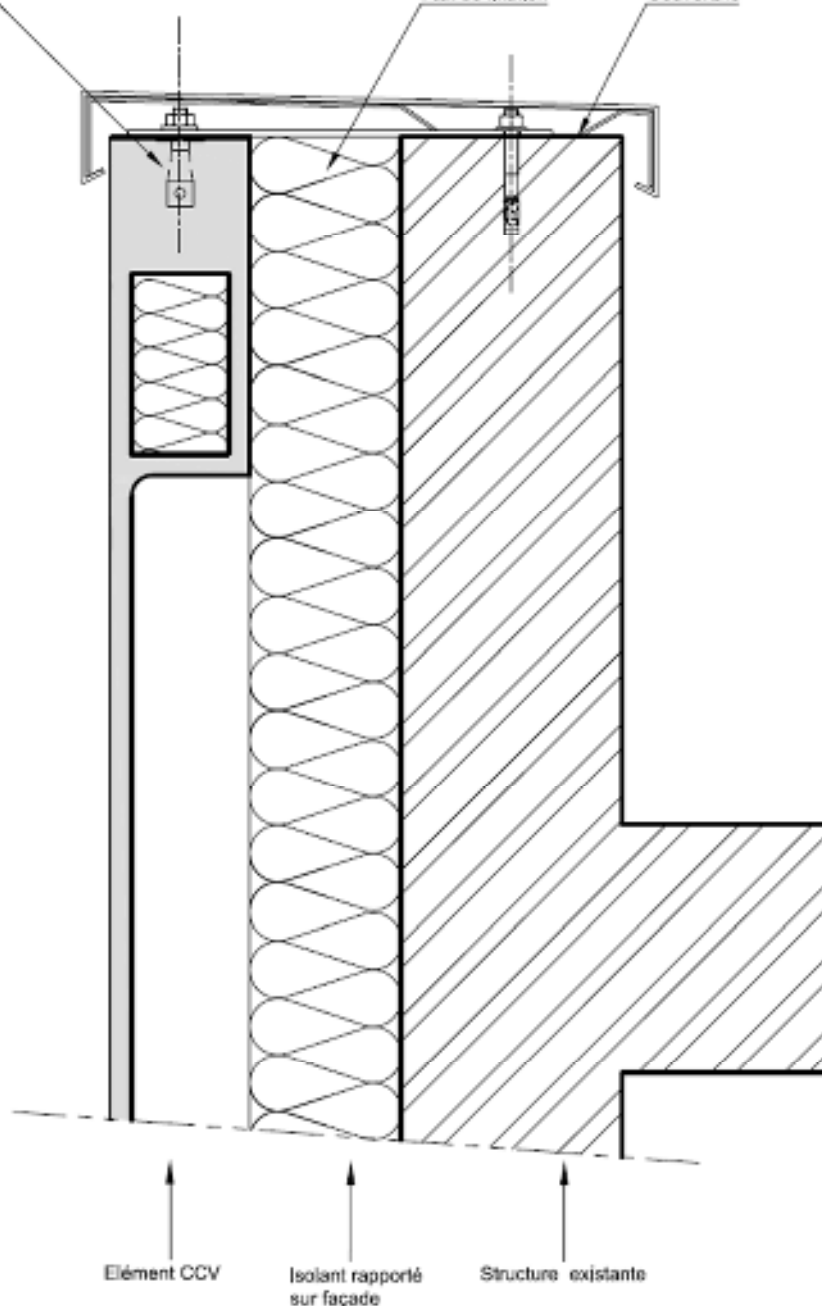
CCV CMEG	Coupes verticale et horizontale	Figure N°4
 BÂTISSEURS D'INNOVATIONS	Liaisons entre éléments CCV avec Isolant rapporté sur façade	 Isolant  Paroi existante  Matière CCV



Douille type DEMU-VEMO

Plat de fixation

Couvertine



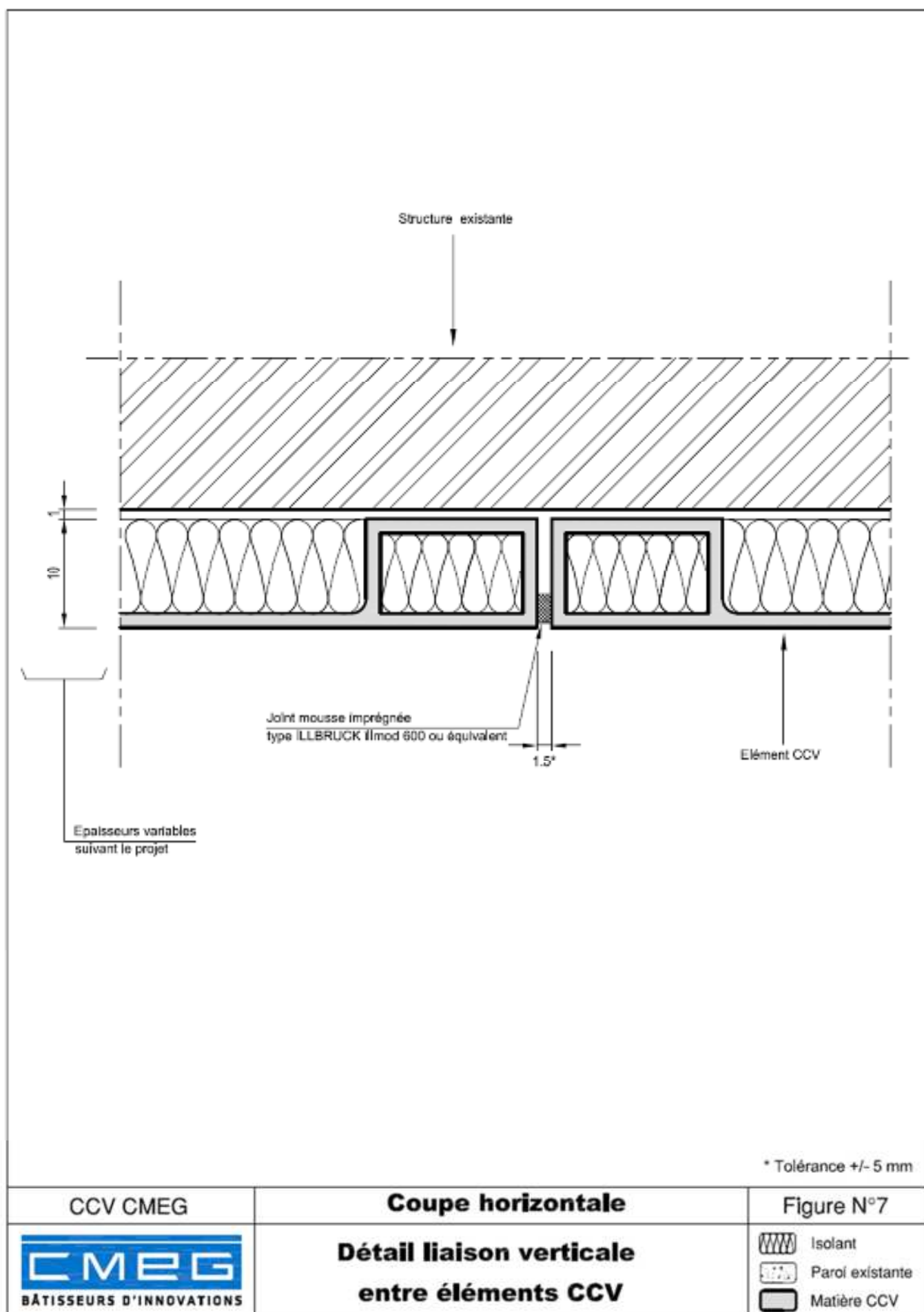
CCV CMEG

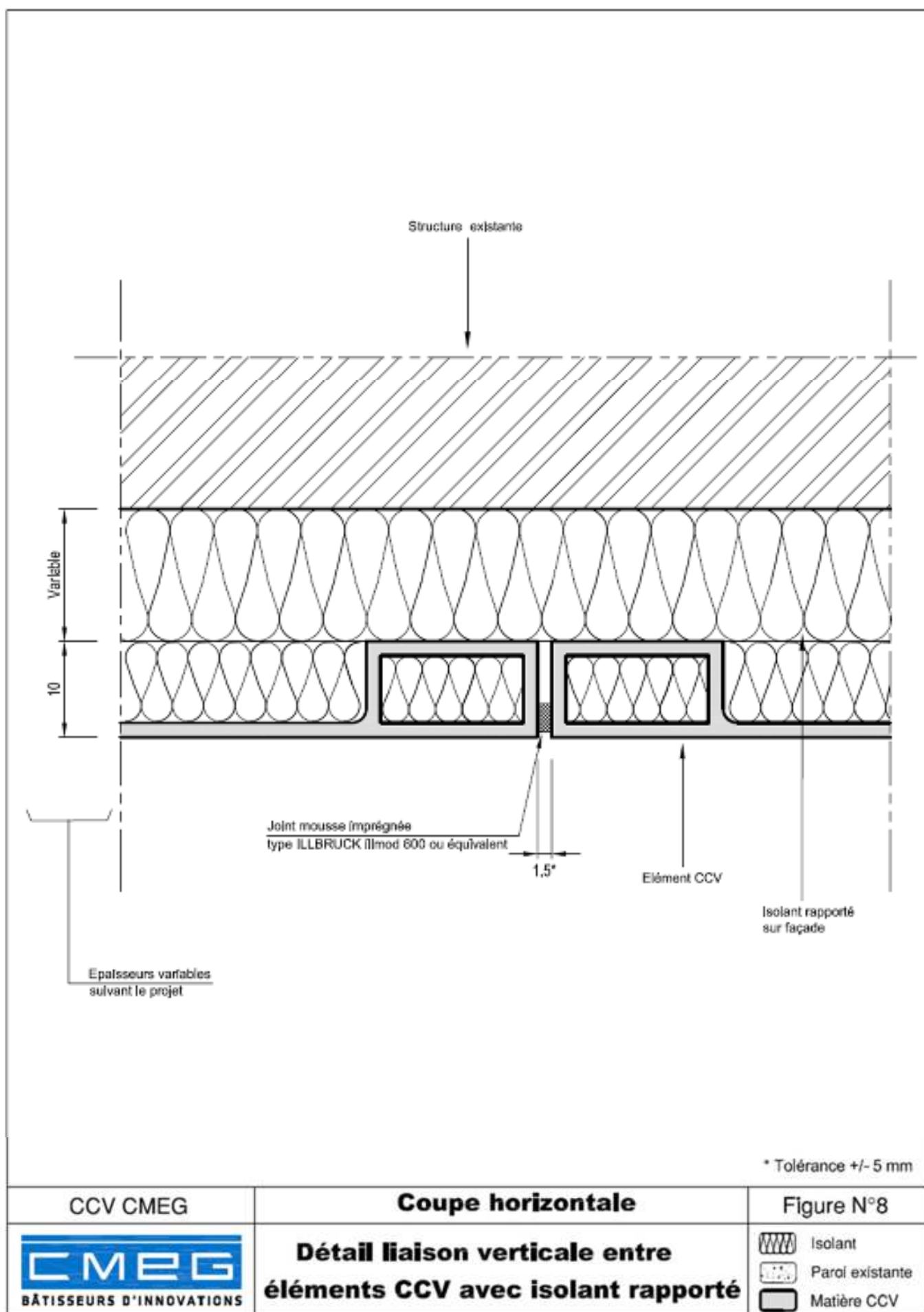
Coupe verticale

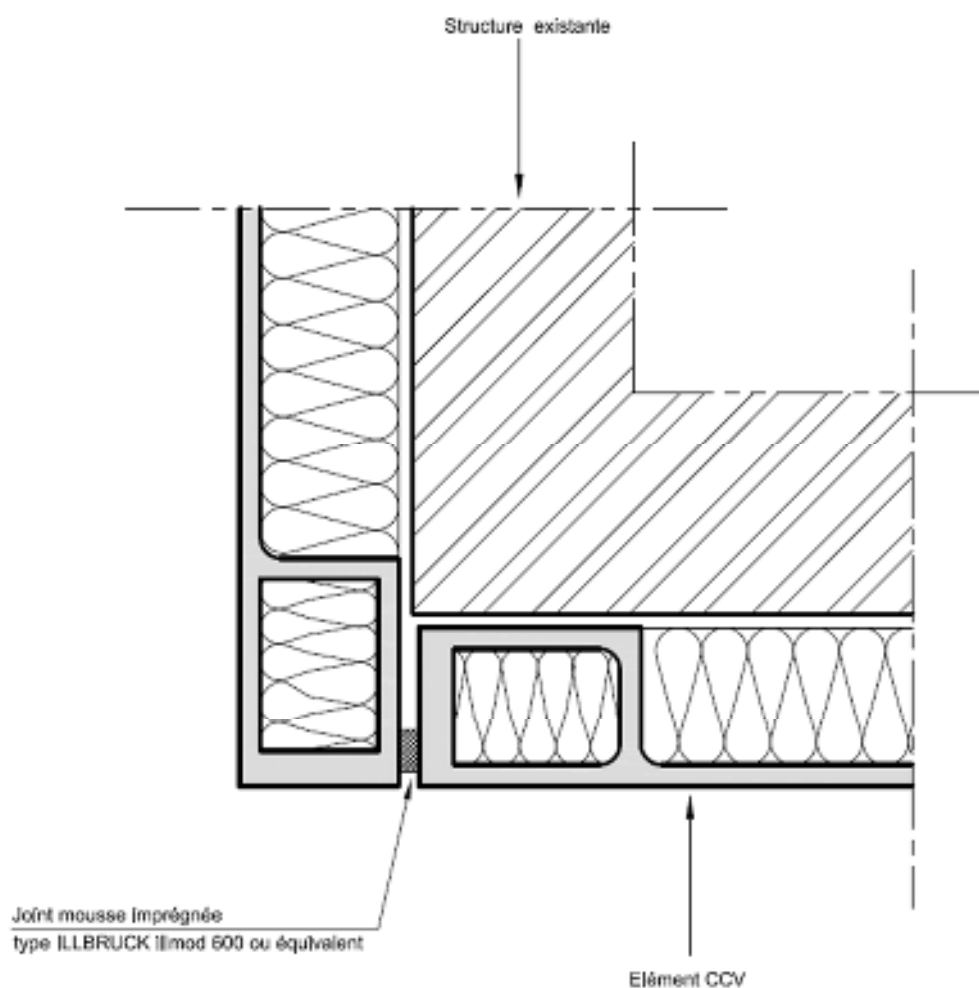
Figure N°6

**Détail élément CCV en tête**

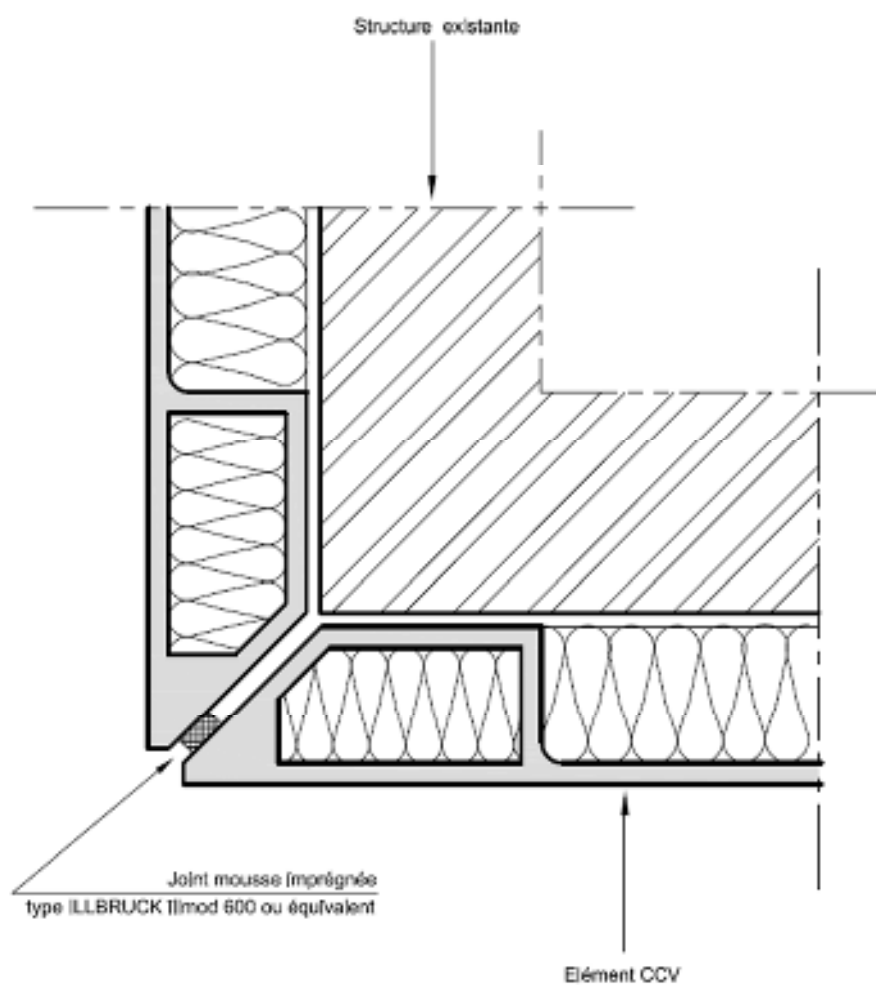
-  Isolant
-  Paroi existante
-  Matière CCV



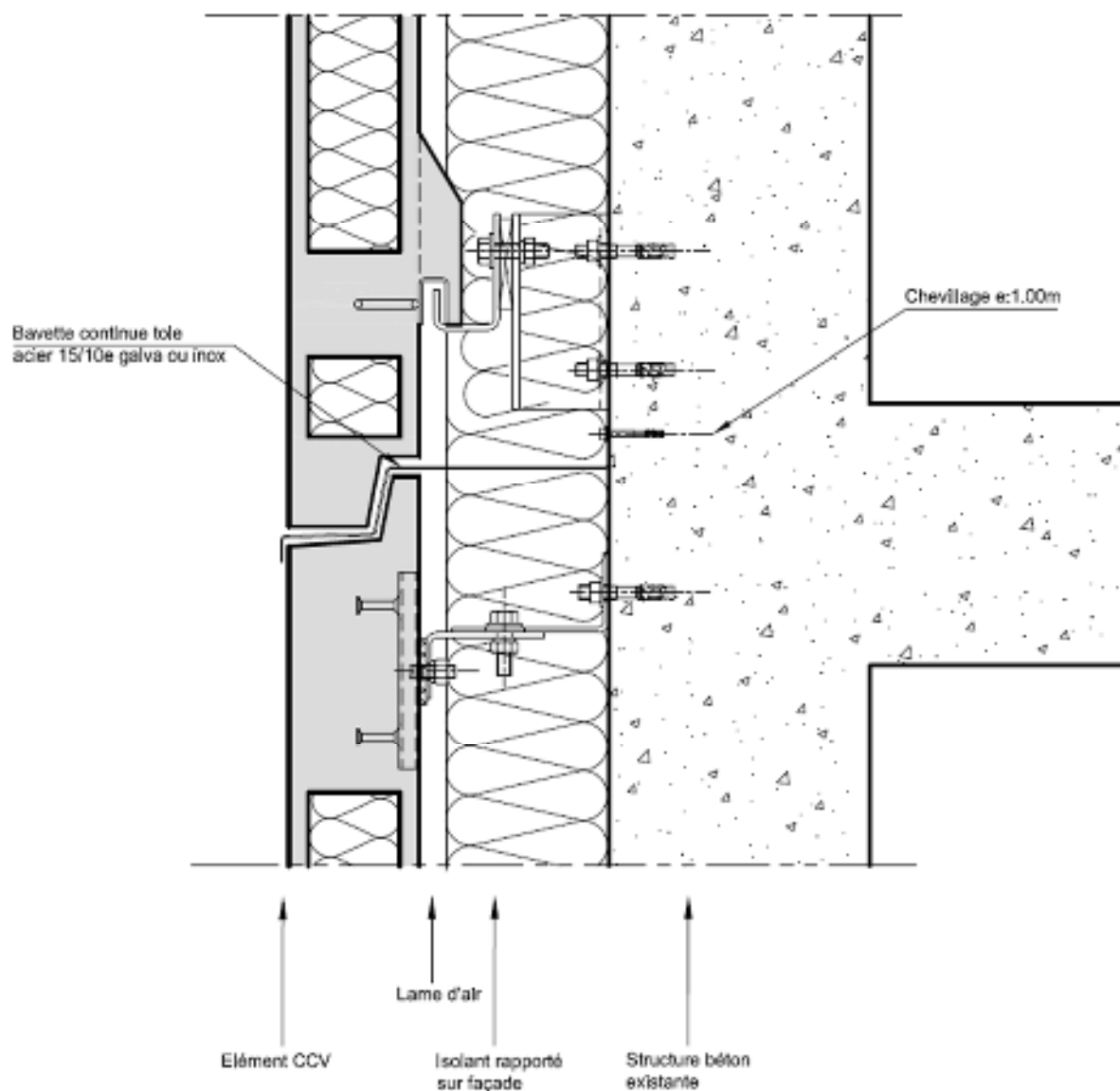




CCV CMEG	Coupe horizontale	Figure N°9
 BÂTISSEURS D'INNOVATIONS	Liaison d'angle entre éléments CCV	 Isolant  Paroi existante  Matière CCV



CCV CMEG	Coupe horizontale	Figure N°10
 BÂTISSEURS D'INNOVATIONS	Liaison d'angle entre éléments CCV avec bec d'oiseau	 Isolant  Paroi existante  Matière CCV



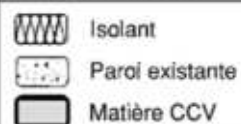
CCV CMEG

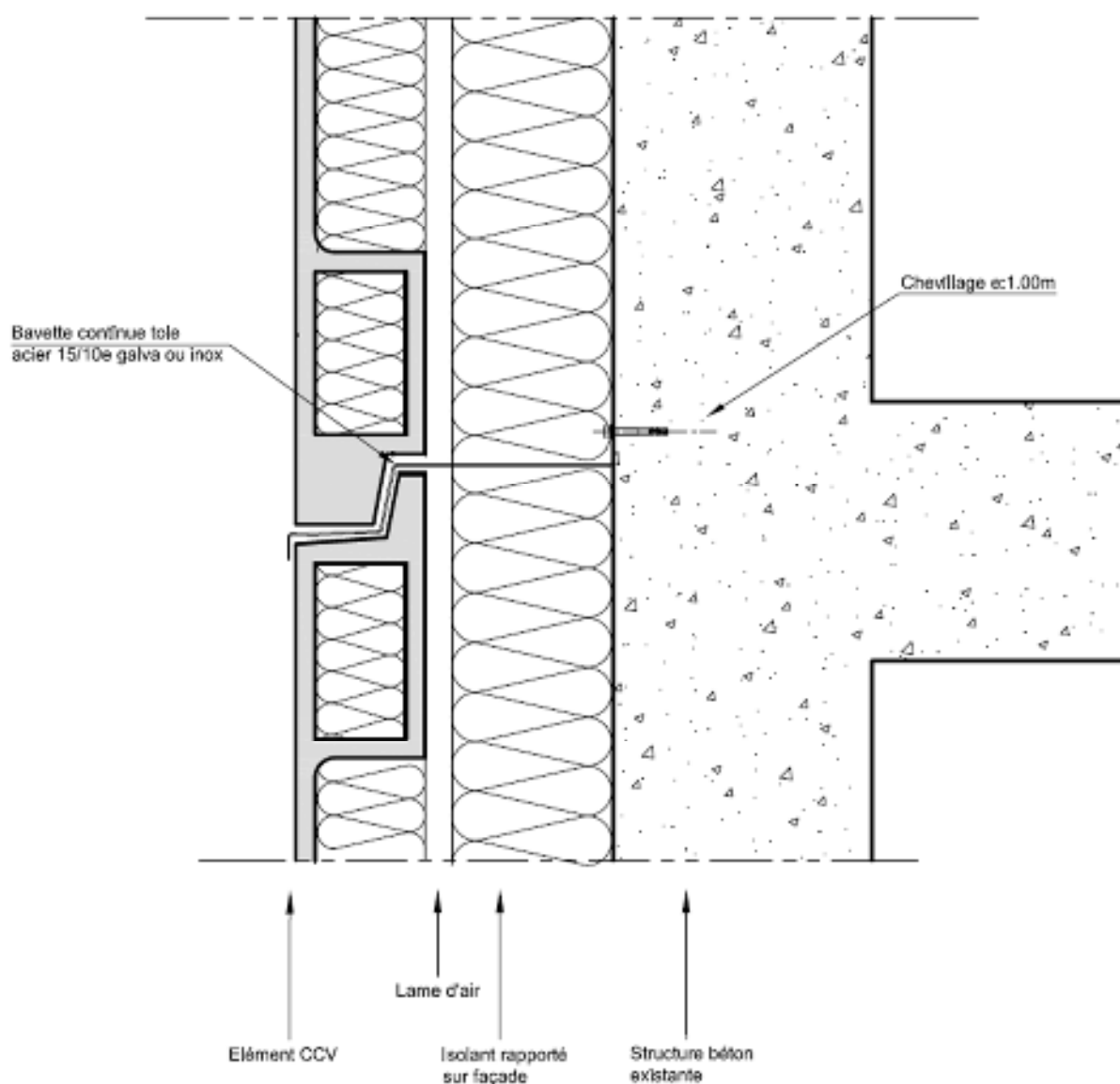
Coupe verticale

Figure N°11



**Détail l'assemblage coupe feu
entre éléments CCV sur fixations**





CCV CMEG

Coupe verticale

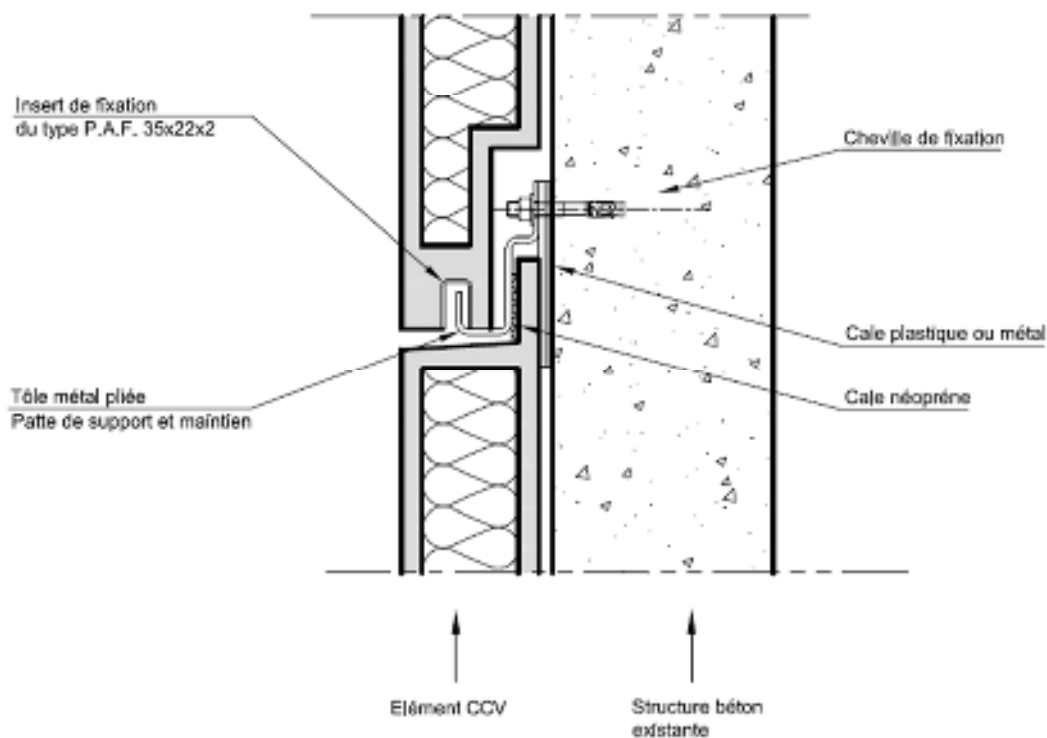
Figure N°12


**Détail liaison coupe feu
entre éléments CCV**

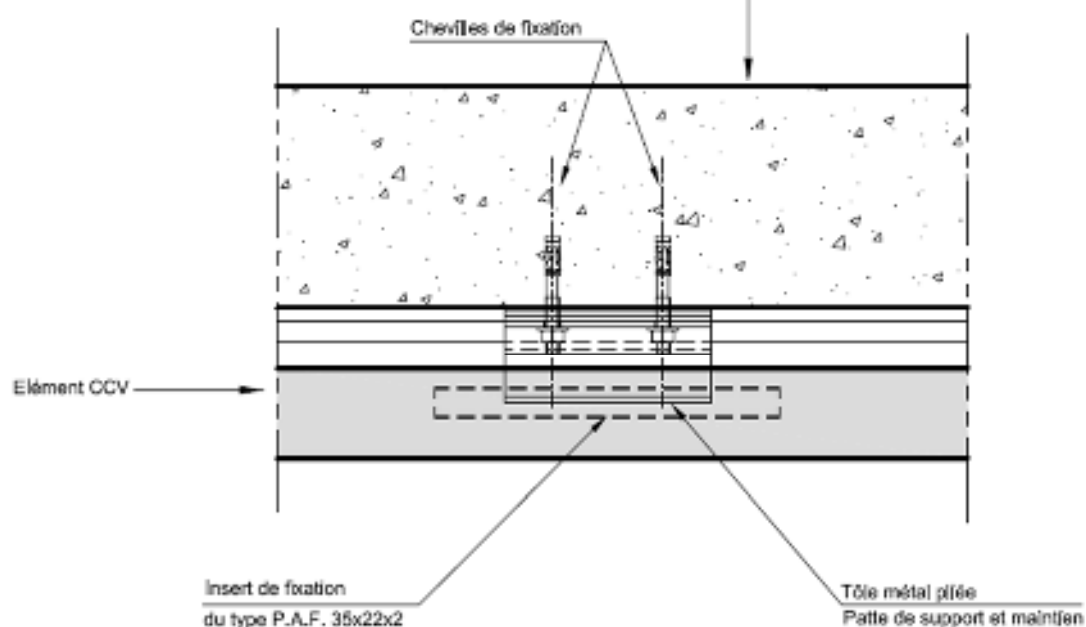
-  Isolant
-  Paroi existante
-  Matière CCV

Fixation mutualisée basse & haute

Coupe verticale



Coupe horizontale



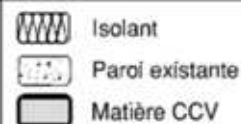
CCV CMEG

Coupes verticale et horizontale

Figure N°13

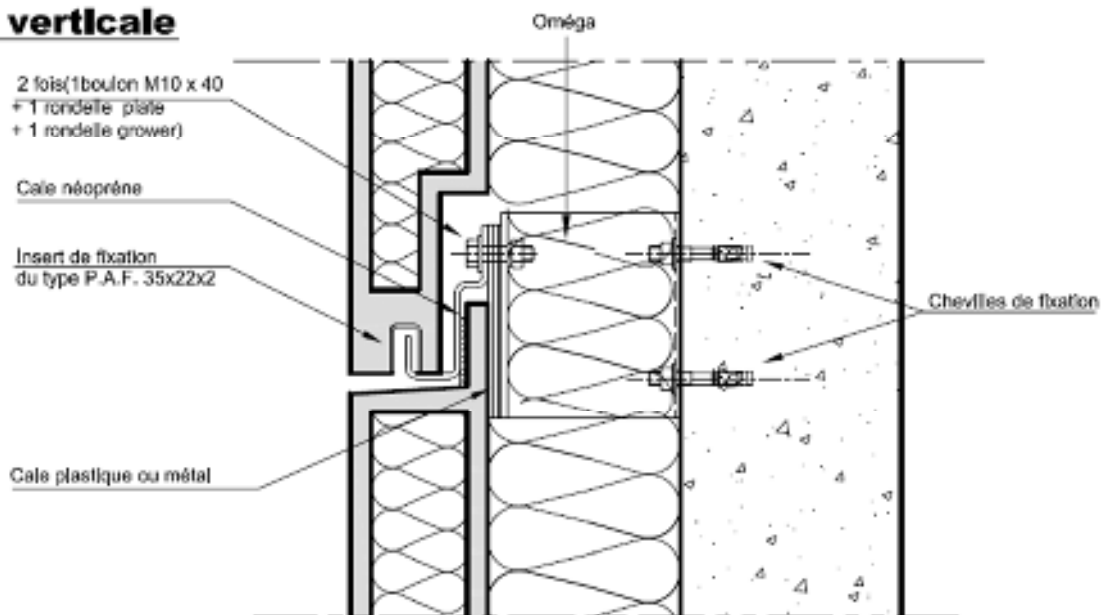


Détail de fixation entre CCV et structure

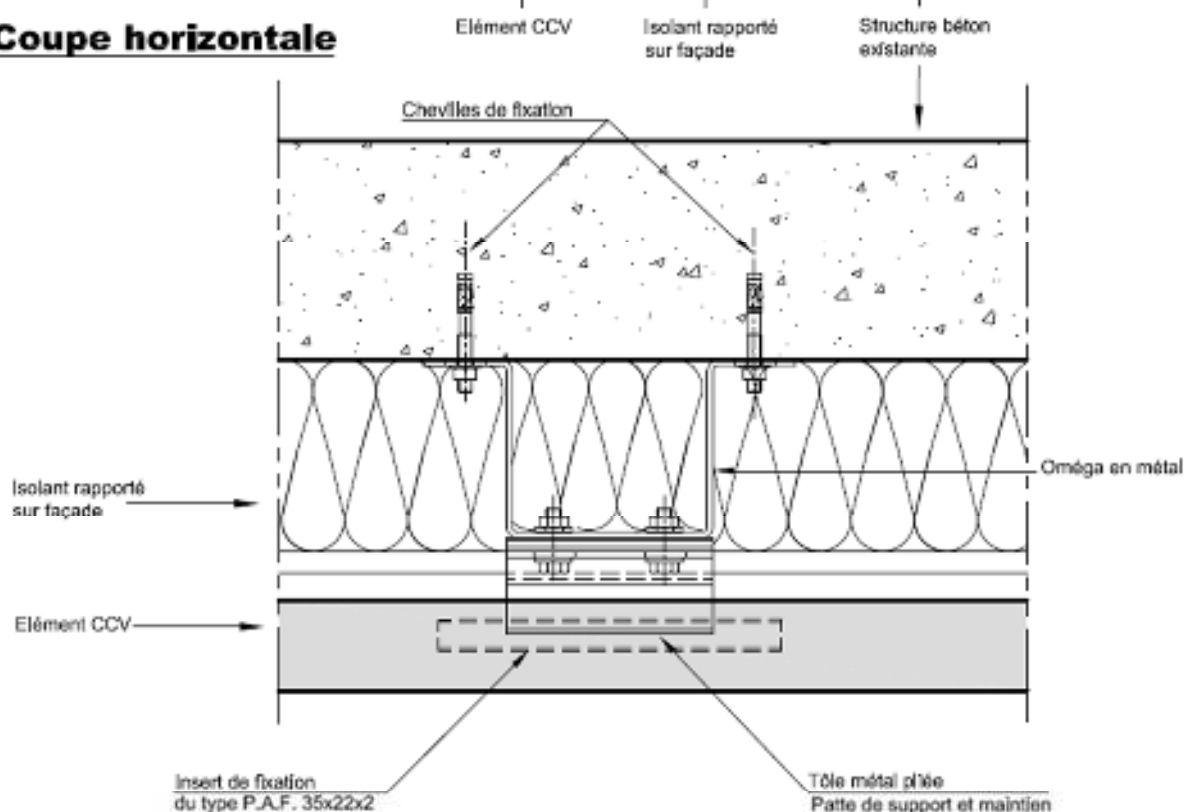


Fixation mutualisée basse & haute

Coupe verticale



Coupe horizontale



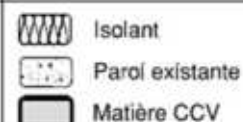
CCV CMEG

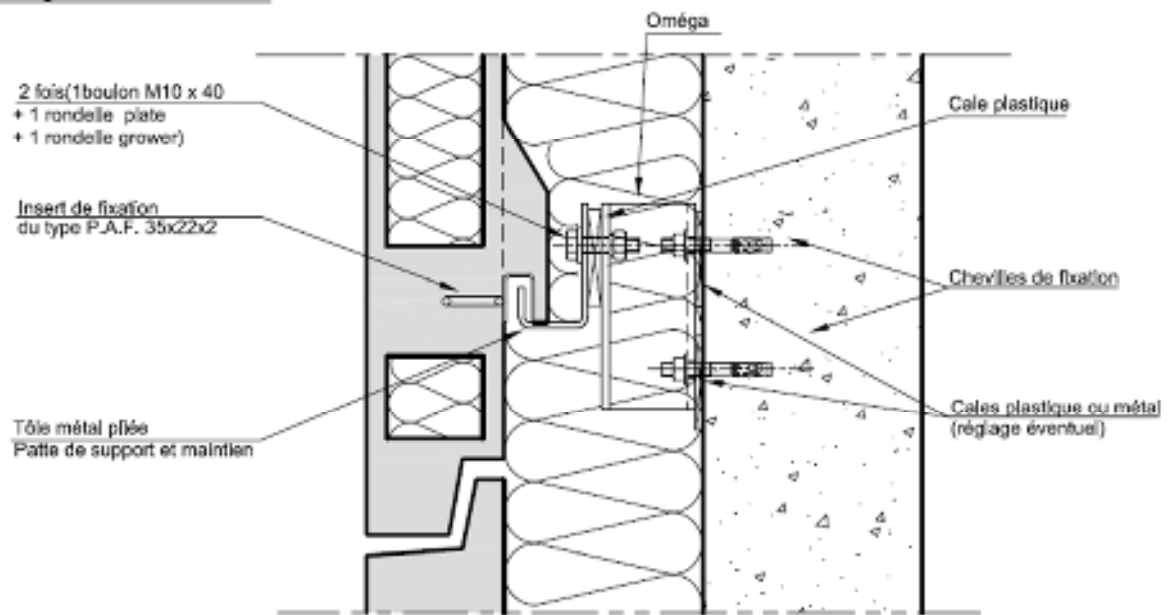
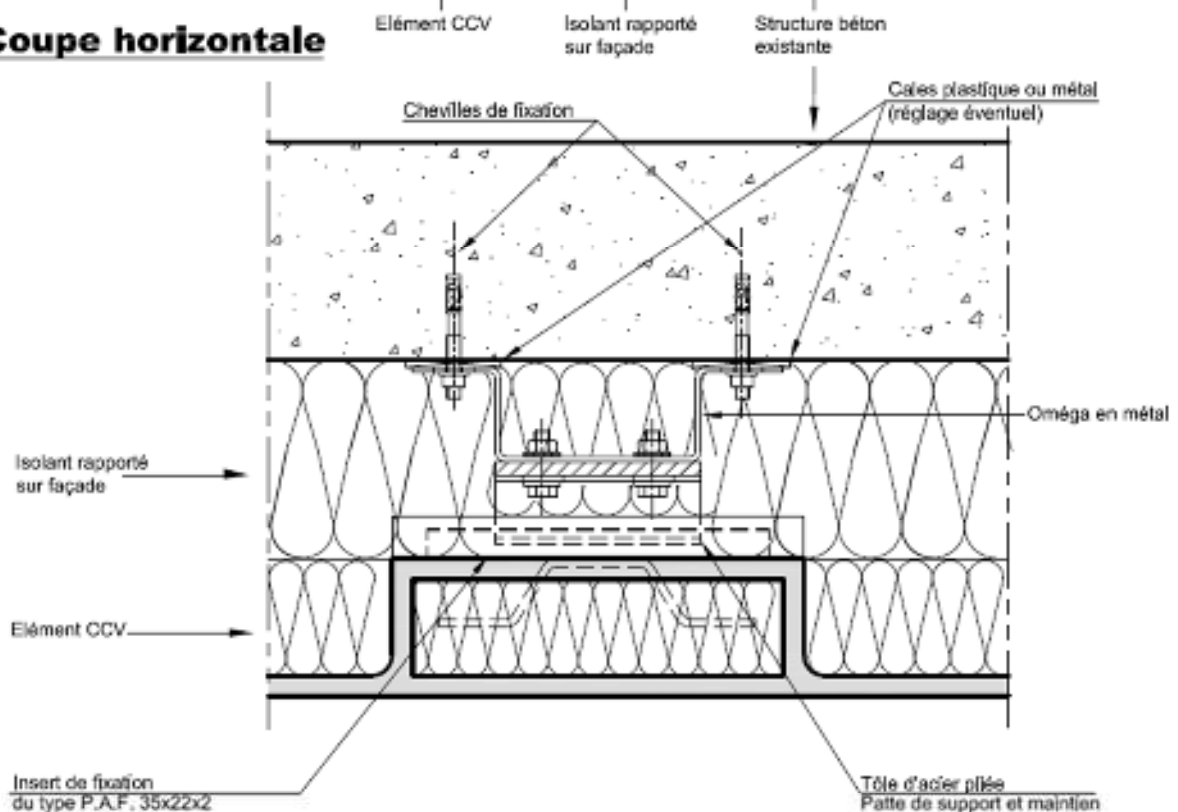
Coupes verticale et horizontale

Figure N°14



Détail de fixation entre CCV et structure avec Isolant rapporté

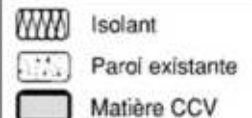


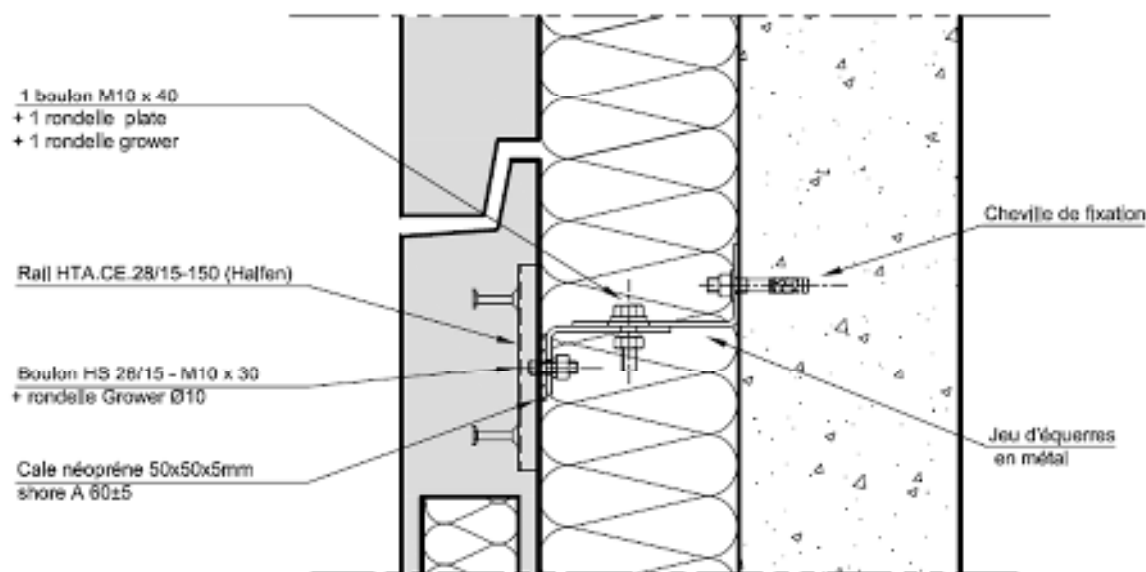
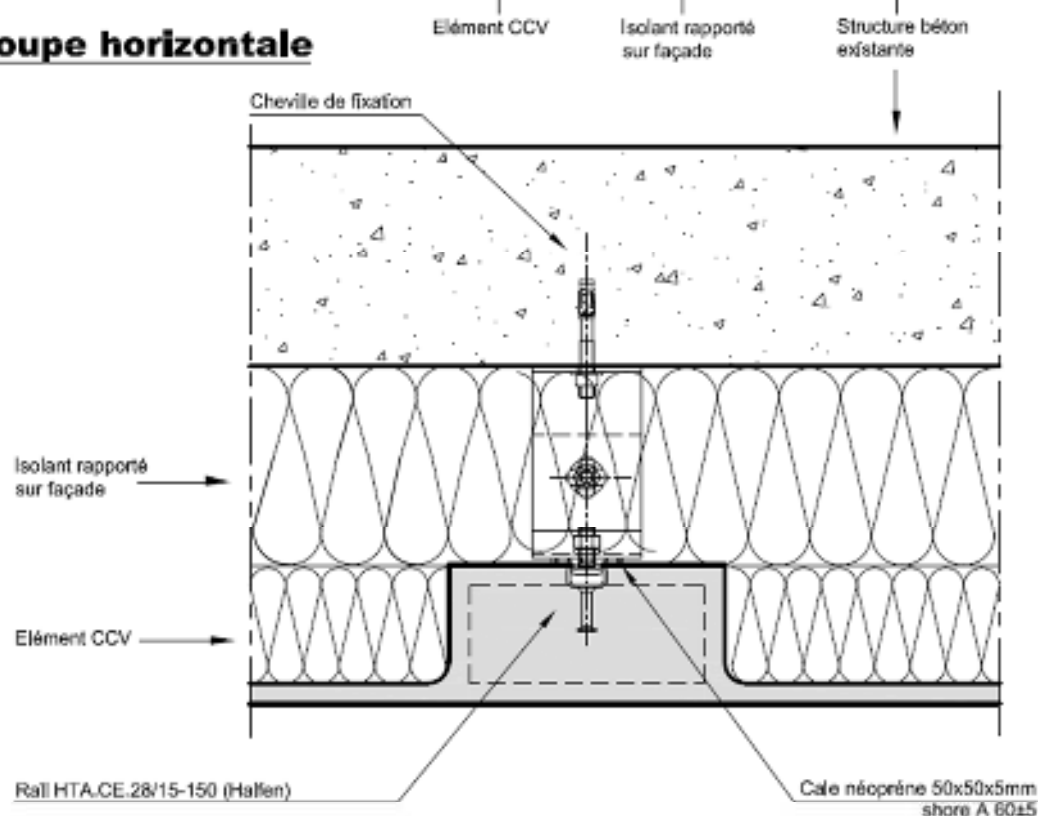
Coupe verticale**Fixation basse****Coupe horizontale**

CCV CMEG

Coupes verticale et horizontale

Figure N°15

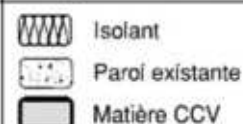
**Détail de fixation
entre CCV et structure**

Coupe verticale**Fixation haute****Coupe horizontale**

CCV CMEG

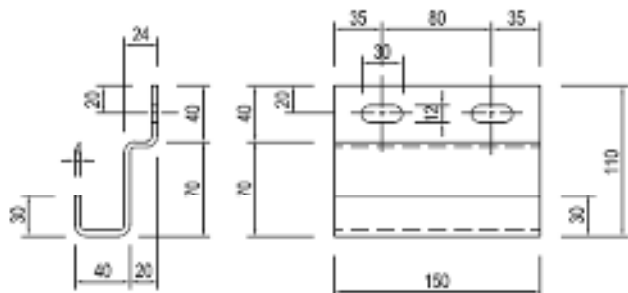
Coupes verticale et horizontale

Figure N°16

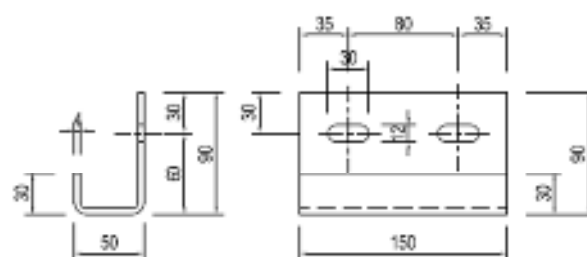

**Détail de fixation entre CCV
et structure avec Isolant rapporté**


Eléments de Fixation basse porteurs

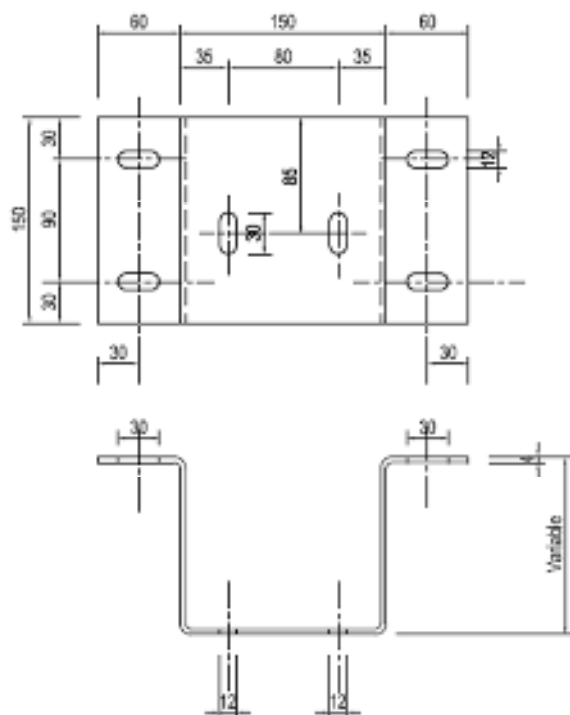
F-60-110-4-20



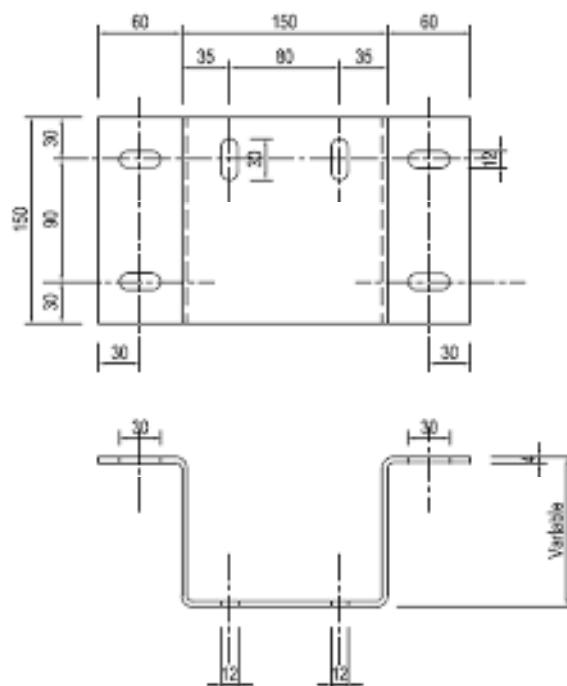
F-50-90-4-30



Oméga OM-Var-150-4-85



Oméga OM-Var-150-4-30



CCV CMEG

Nomenclature

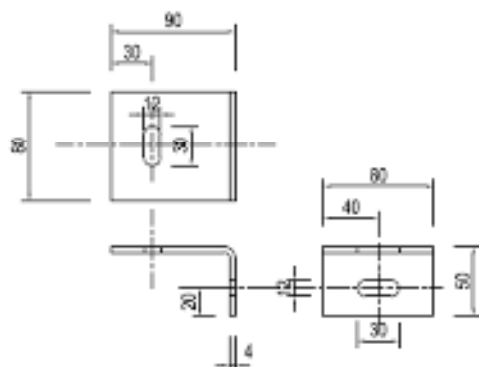
Figure N°17



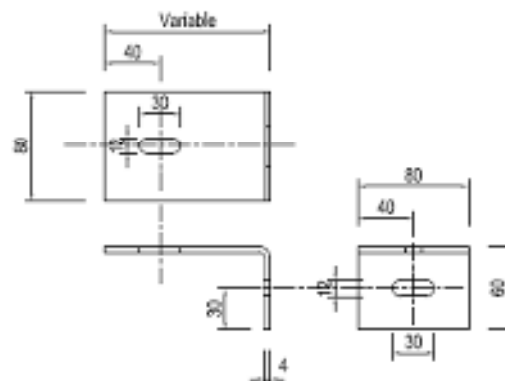
**Eléments de fixation
entre CCV et structure**

Eléments de Fixation haute anti-dévers

EQR-90-50-80-4

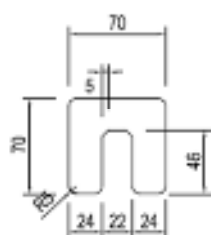


EQR-Var-60-80-4



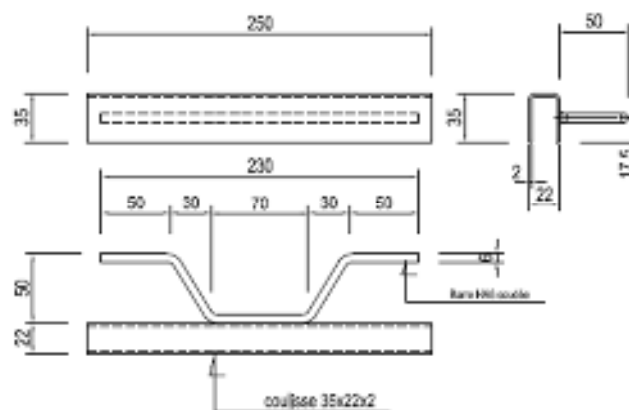
Divers éléments

Cale fourchette plastique



EPAISSEUR selon besoin

Insert coulisse



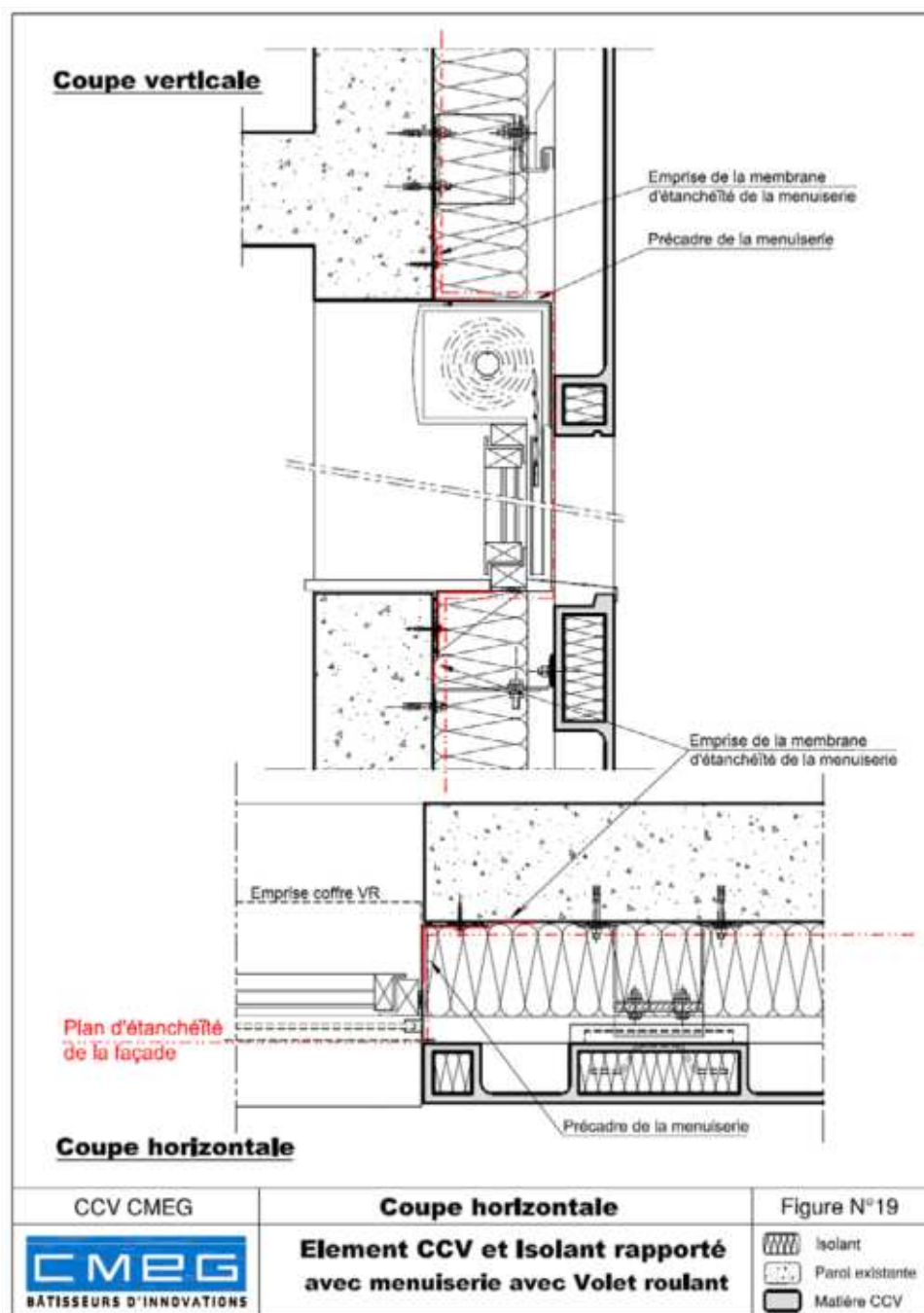
CCV CMEG

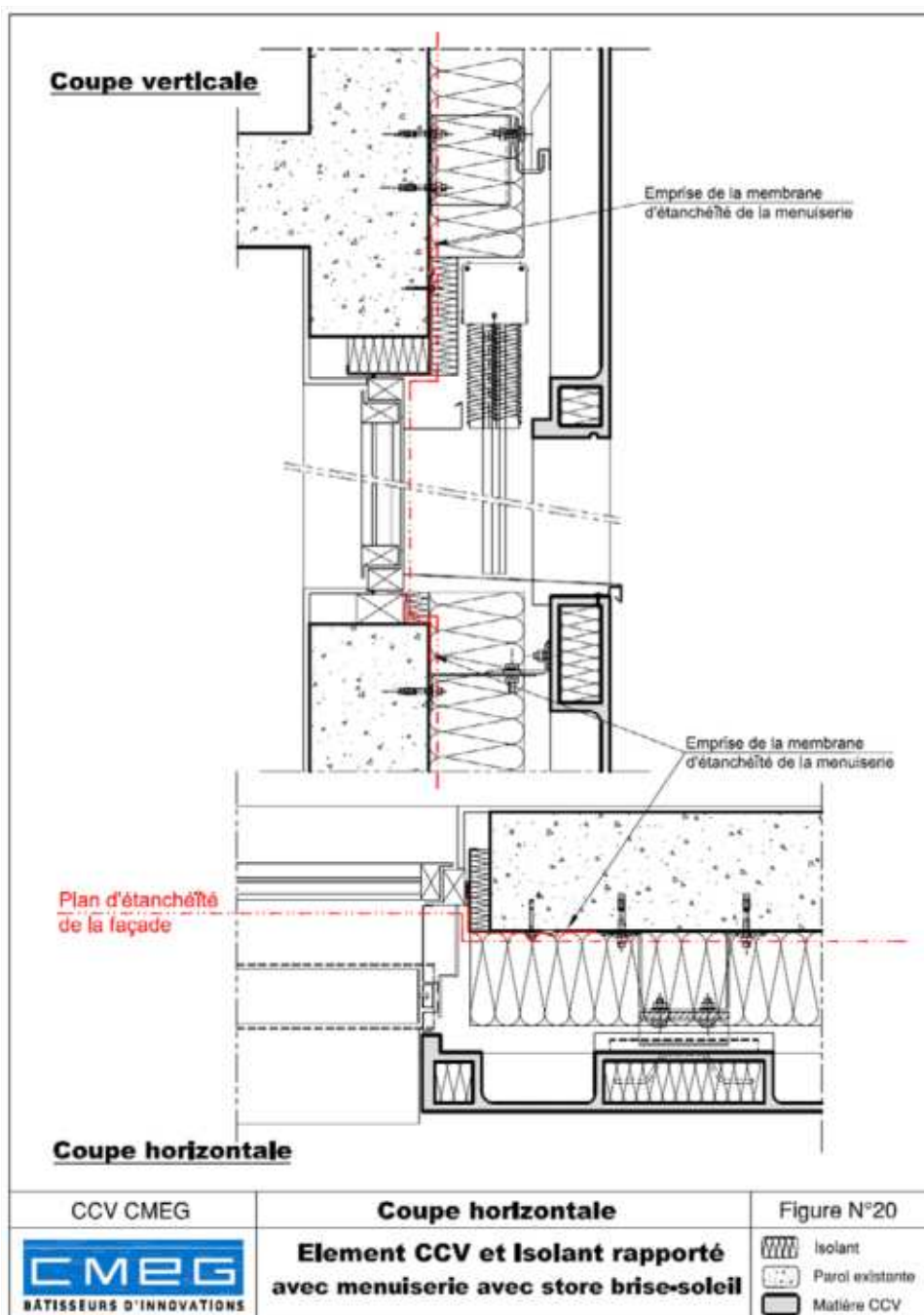
Nomenclature

Figure N°18



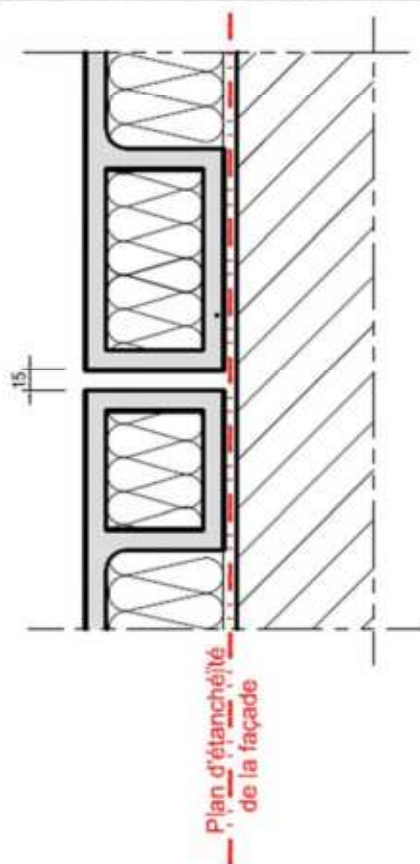
**Eléments de fixation
entre CCV et structure**



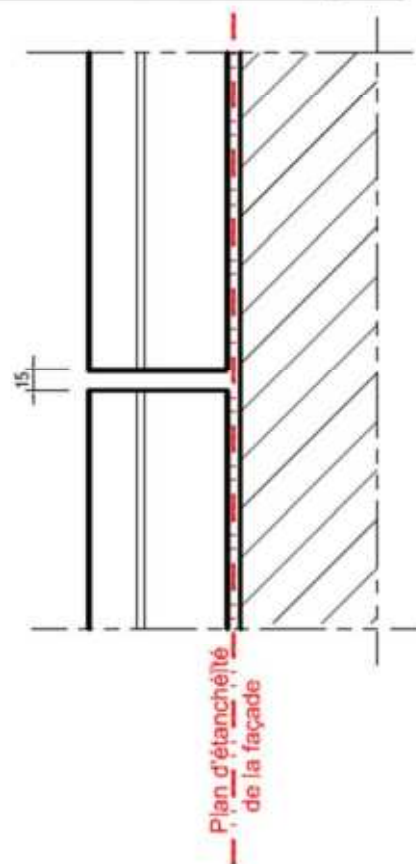


Coupes verticales

Coupe courante sur joint horizontal

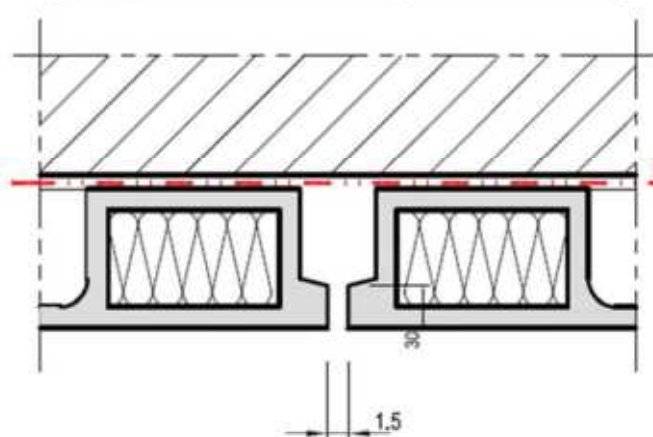


Coupe sur croisement de joint

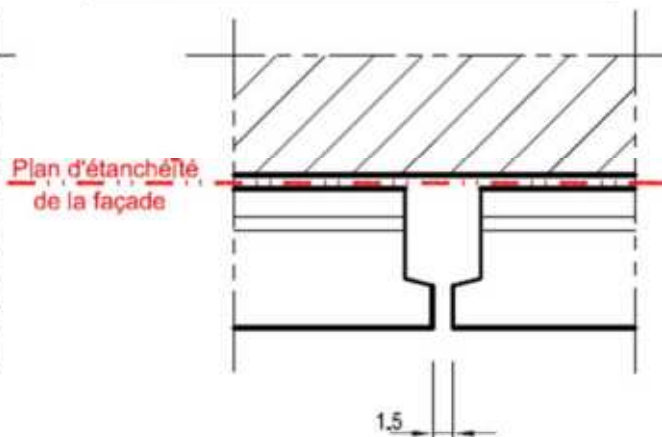


Coupes horizontales

Coupe courante sur joint vertical



Coupe sur croisement de joint



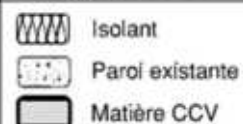
CCV CMEG

Façade non étanche

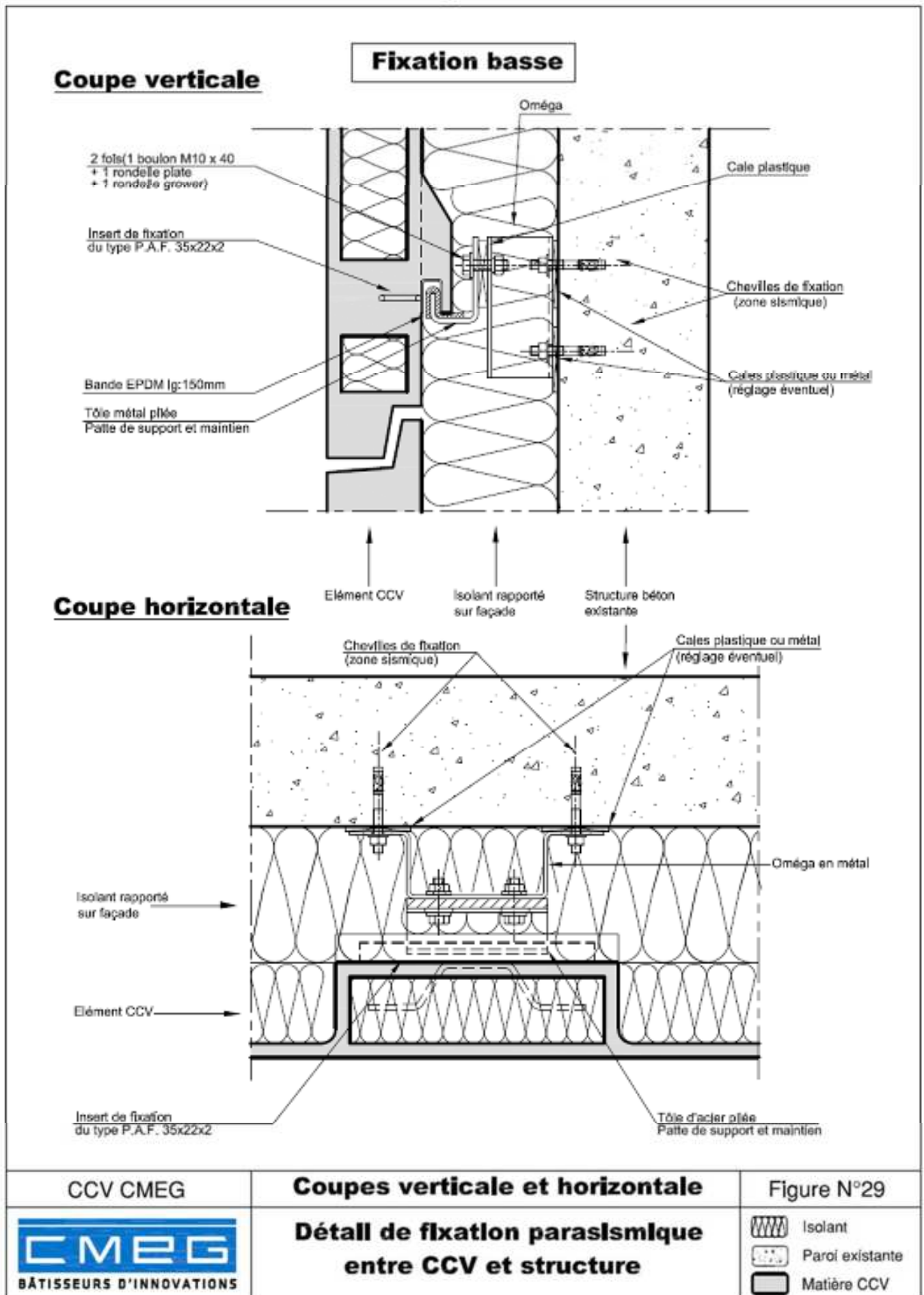
Figure N°21



Principe de jointement



Figure



Coupe verticale**Fixation haute standard**

1 boulon M10 x 40
+ 1 rondelle plate
+ 1 rondelle grower)

Rail HTA.CE28/15-150 (Hallen)

Boulon HS 28/15 - M10 x 30
+ rondelle Grower Ø10

Cale néoprène 50x50x5mm
shore A 60±5

Chevilles de fixation
(zone sismique)

Jeu d'équerres
en métal

Coupe horizontale

Elément CCV

Isolant rapporté
sur façade

Structure béton
existante

Chevilles de fixation
(zone sismique)

Isolant rapporté
sur façade

Elément CCV

Rail HTA.CE.28/15 -150 (Hallen)

Cale néoprène 50x50x5mm
shore A 60±5

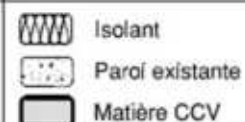
CCV CMEG

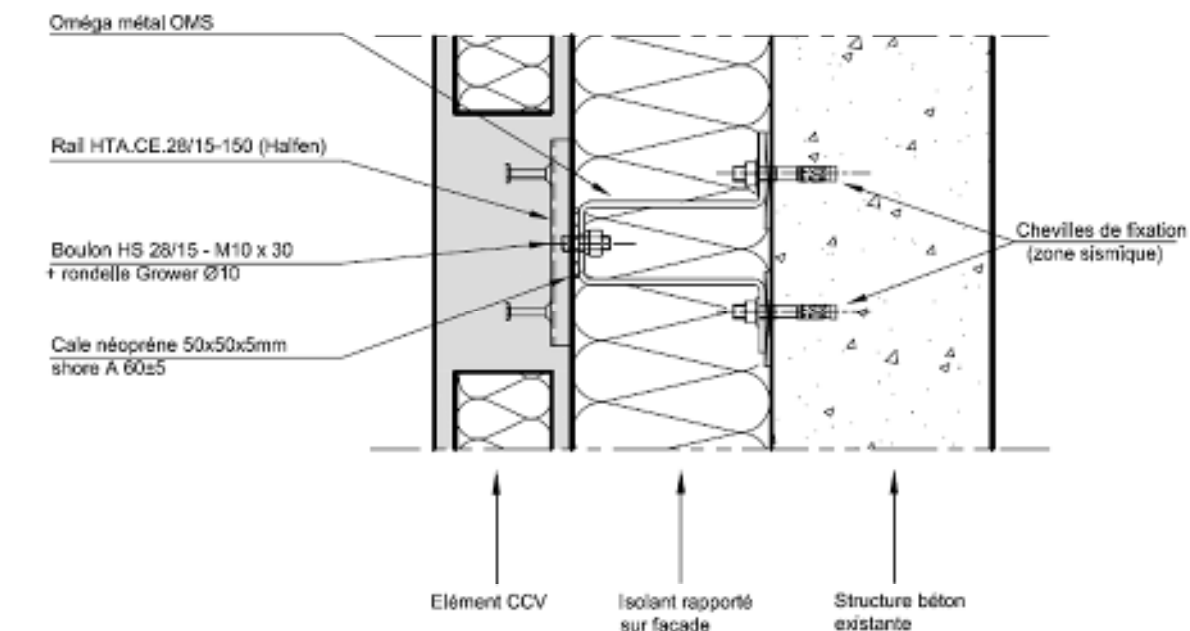
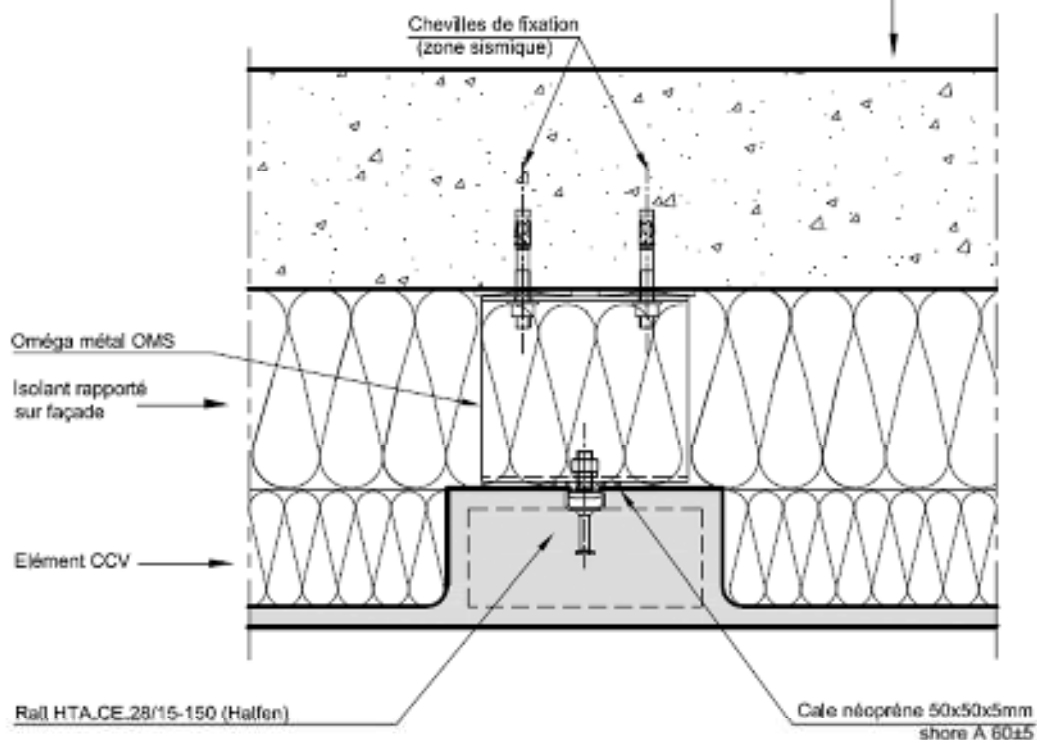
Coupes verticale et horizontale

Figure N°30



**Détail de fixation parasismique
entre CCV et structure**



Coupe verticale**Fixation fixe parasismique
basse et haute****Coupe horizontale**

CCV CMEG

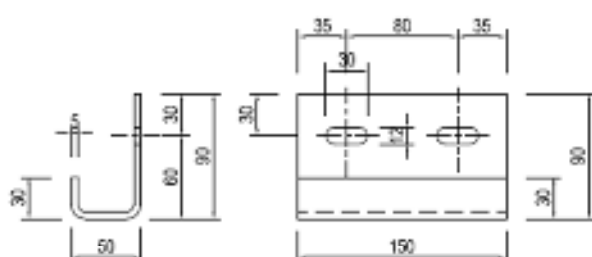
Coupes verticale et horizontale

Figure N°31

**Détail de fixation parasismique
entre CCV et structure**

Éléments de Fixation basse (porteurs) et haute

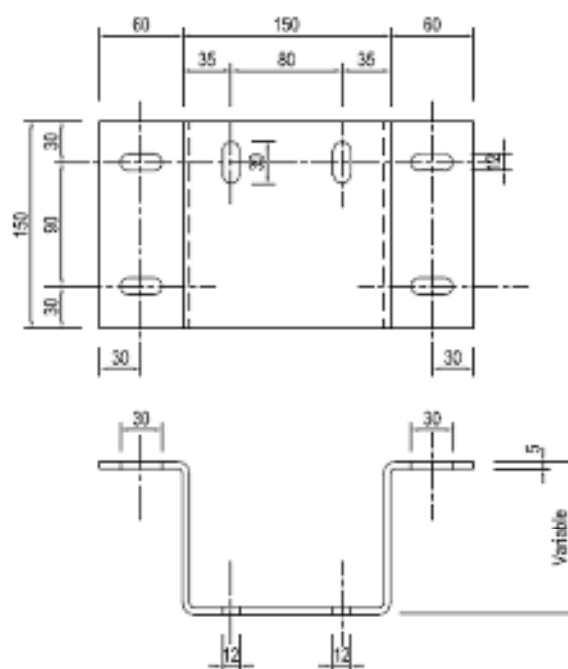
F-50-90-5-30



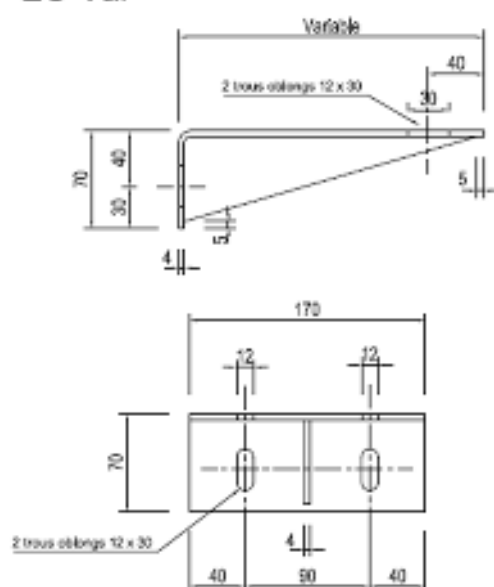
Bande EPDM lg:150mm x 100mm



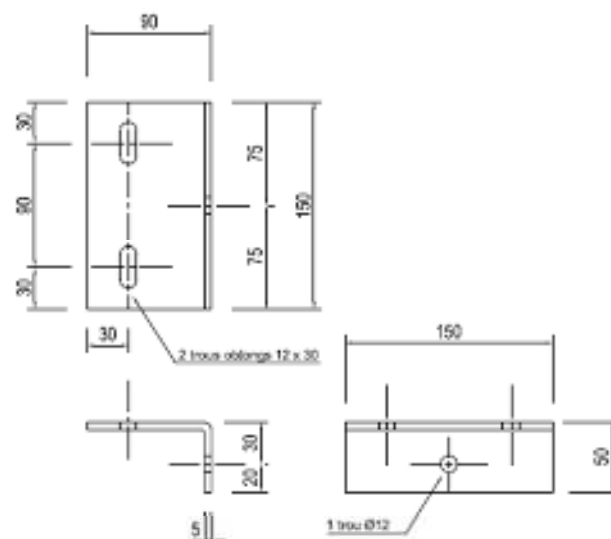
Oméga OM-Var-150-5-30



EC-Var



EQR-90-50-150-5



CCV CMEG

Nomenclature

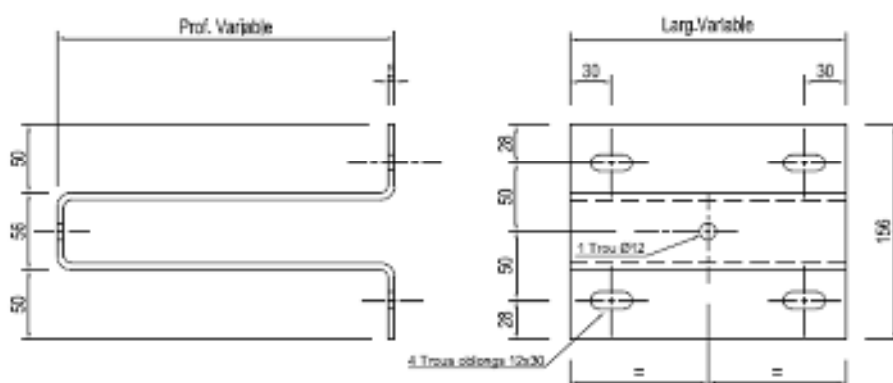
Figure N°32



**Éléments de fixation parasismique
entre CCV et structure**

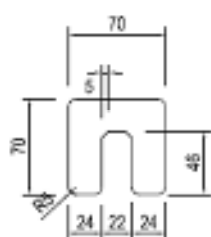
Elément de Fixation Parasismique

Oméga OMS-Prof. Var-Larg.Var-5



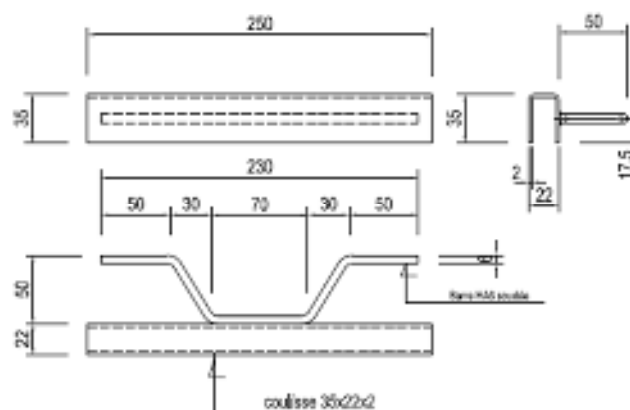
Divers éléments

Cale fourchette plastique



EPAISSEUR selon besoin

Insert coulisse



CCV CMEG

Nomenclature

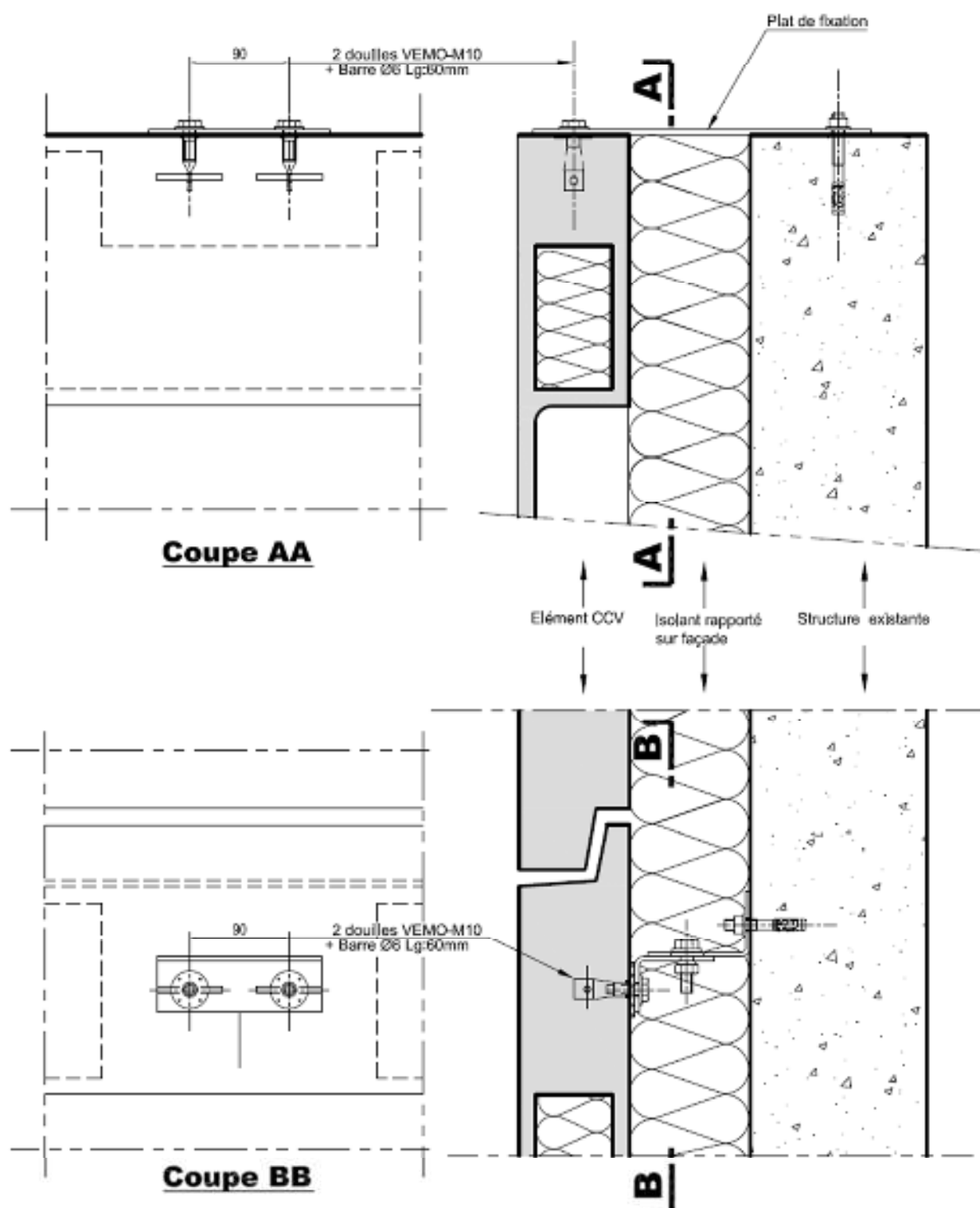
Figure N°33



**Eléments de fixation parasismique
entre CCV et structure**

Exemple de Fixation par douilles groupées

Coupe verticale



CCV CMEG

Liaison douilles groupées

Figure N°34

CMEG
BÂTISSEURS D'INNOVATIONS

Détail élément CCV

- Isolant
- Paroi existante
- Matière CCV

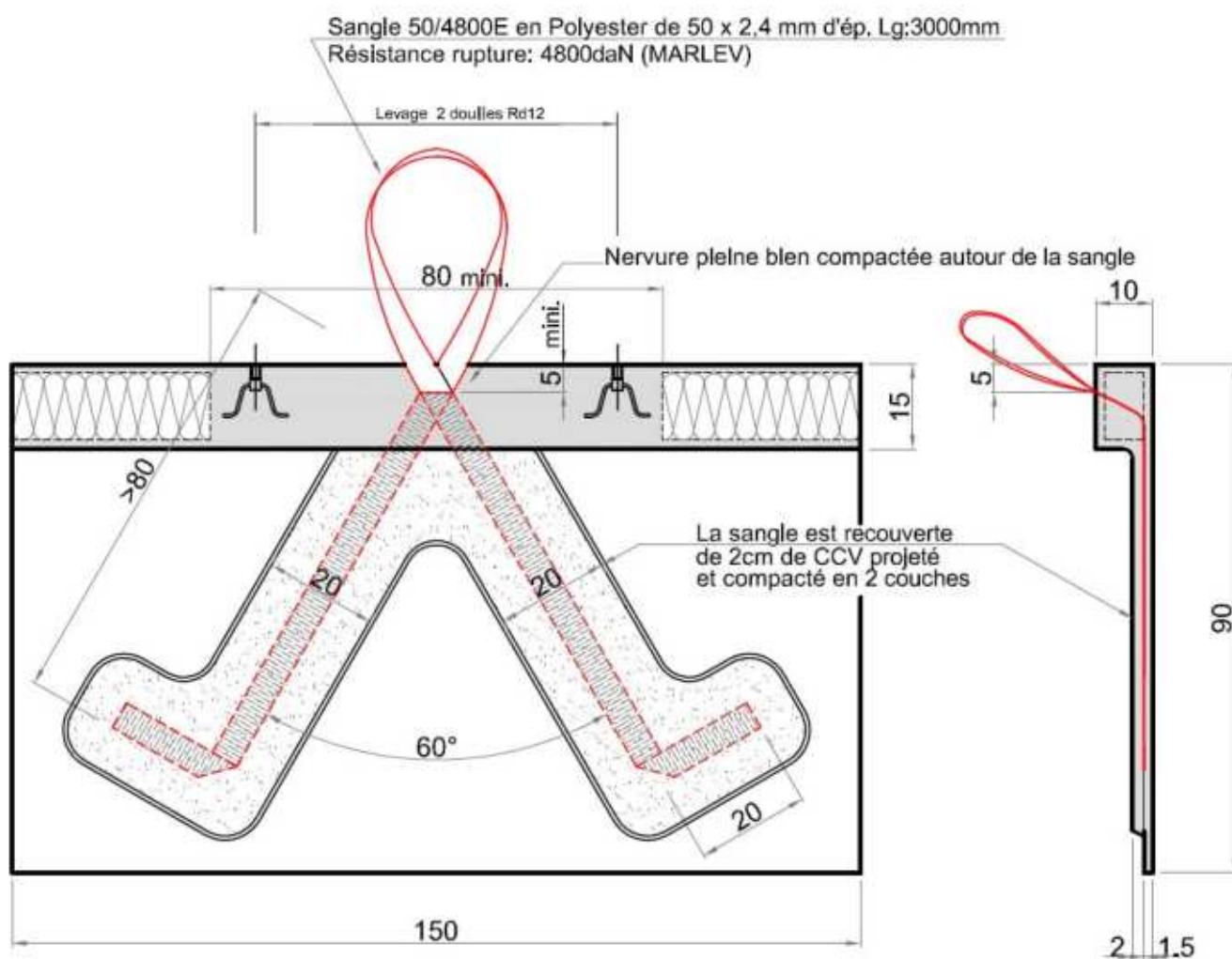


Figure 35 : conditions d'implantation de la sangle de manutention

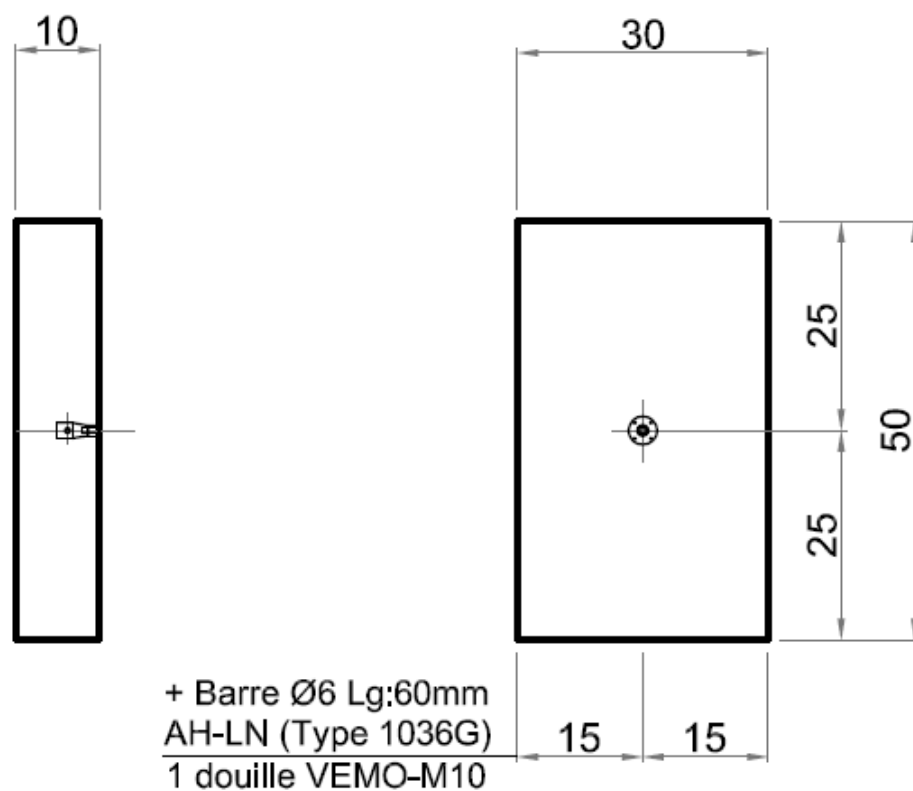


Figure 36 : conditions d'implantation de la douille VEMO en plein

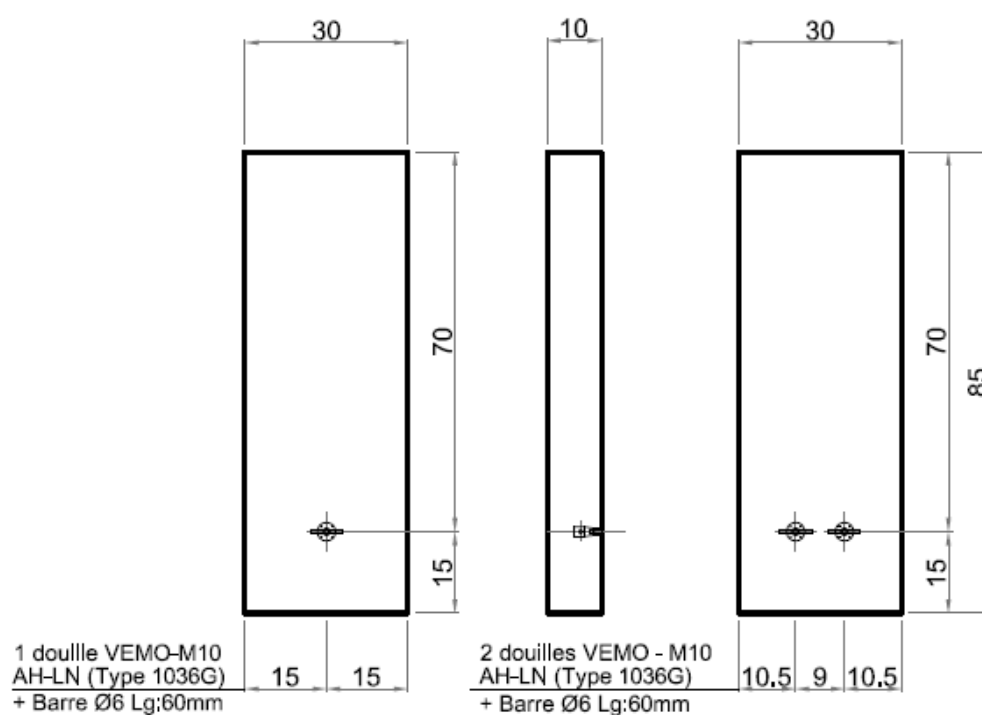


Figure 37 : conditions d'implantation des double douilles VEMO en plein

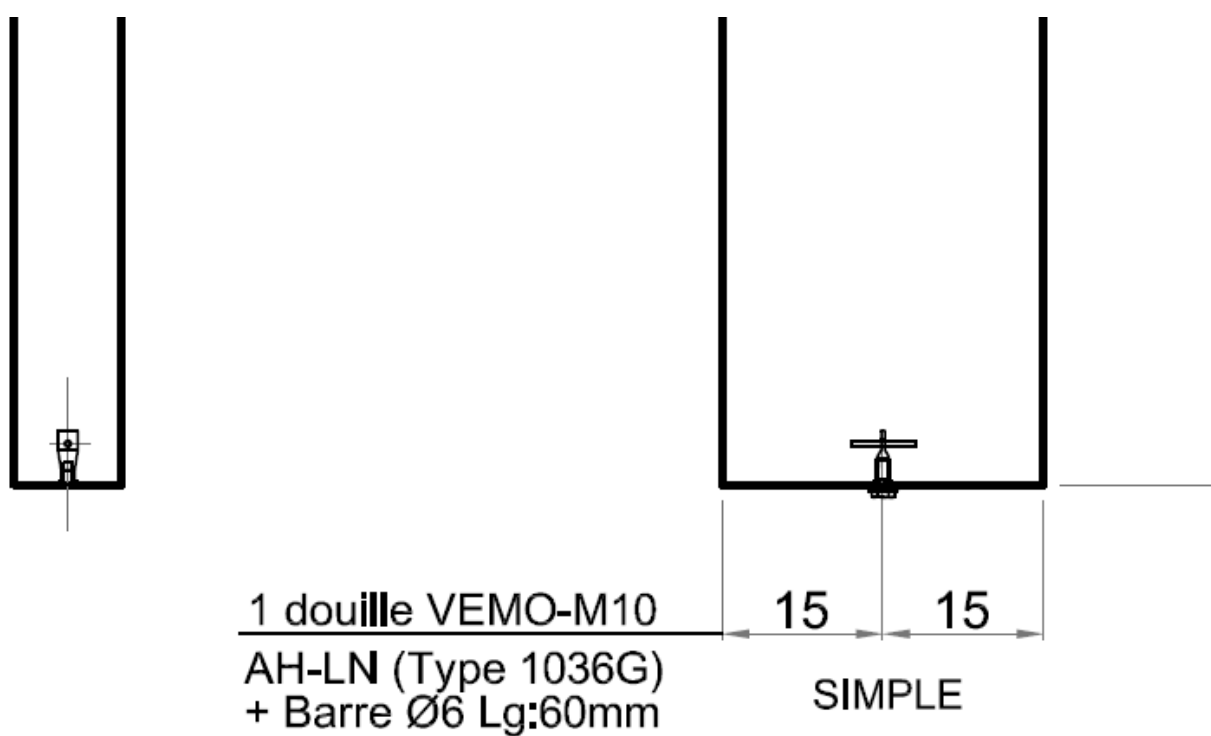


Figure 38 : Conditions d'implantation des douille VEMO dans le chant

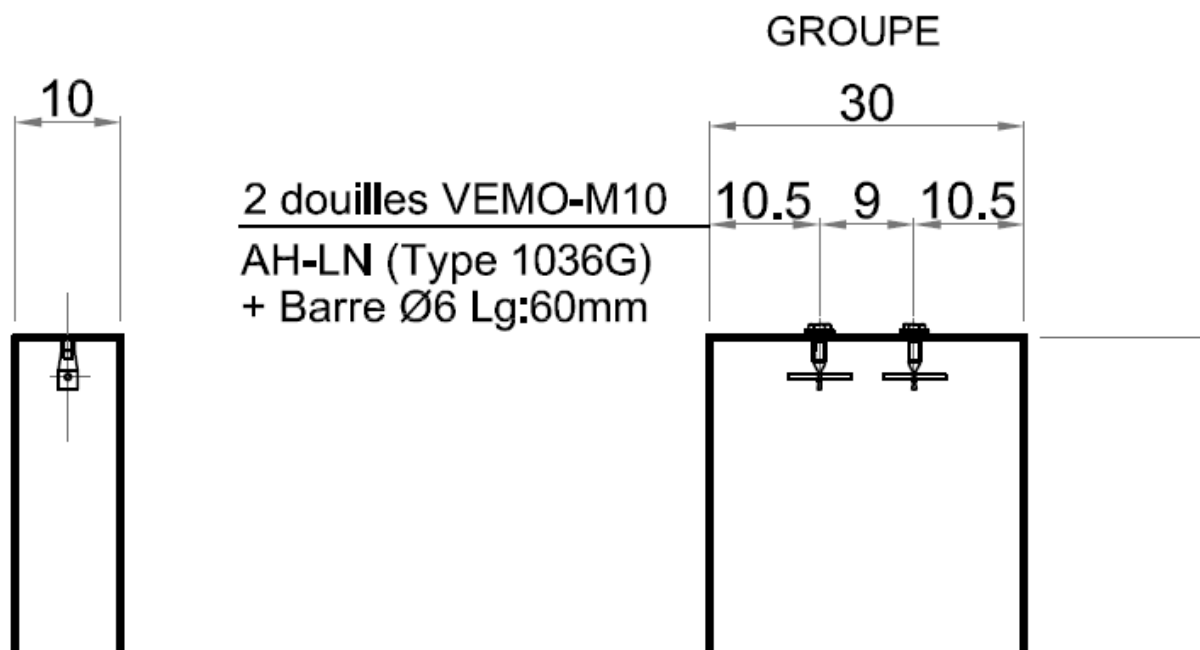


Figure 39 : conditions d'implantation des doubles douilles VEMO dans le chant