

Les TECHNIQUES de CALFEUTREMENT dans les PAROIS COUPE-FEU

Le danger encouru par les occupants d'un bâtiment lors d'un incendie résulte de la diversité des phénomènes qui peuvent survenir : combustion vive, pyrolyse des matériaux à des températures élevées, mouvements de gaz toxiques, perte de visibilité.

La réglementation impose alors des mesures minimales de conception des bâtiments en matière de sécurité incendie afin d'assurer l'évacuation et la protection optimale des occupants, mais aussi l'intervention des services de secours.

La sévérité des exigences imposées varie selon le type d'activité, le nombre d'occupants, le nombre d'étages...

Il en résulte alors une classification des bâtiments en plusieurs catégories :

- Les bâtiments à usage d'habitation
- Les ERP (Etablissements Recevant du Public)
- Les IGH (Immeubles de Grande Hauteur)
- Les bureaux, les bâtiments industriels et commerciaux...

Les Bâtiments industriels, les bâtiments dits "à risques" ou les sites classés peuvent être réglementés par des prescriptions définies dans le code du travail, dans la loi sur les installations classées ou par des règles spécifiques (centrales nucléaires, usine de fabrication ou de retraitement de combustibles nucléaires par exemple, etc...). Dans ce type de bâtiments, la réglementation s'attachera à préserver, en plus de la sécurité des occupants, celle des biens matériels.

Par exemple, EDF a établi un Règlement de Conception et de Construction pour la protection Incendie (RCCI) qui, soumis à l'administration, devient une Règle Fondamentale de Sécurité (RFS).

LE RÔLE DU COMPARTIMENTAGE DANS LA SÉCURITÉ INCENDIE

Une des règles majeures en matière de sécurité incendie consiste à limiter la propagation du feu et des fumées en confinant l'incendie dans le local où il s'est déclaré.

Ce confinement est obtenu par le biais de compartimentages consistant à sectoriser le bâtiment en plusieurs volumes formant des locaux "étanches" les uns par rapport aux autres.

Les parois, horizontales (entre niveaux) ou verticales (sur le même niveau), constituant ce compartimentage devront alors satisfaire à des exigences réglementées en matière de résistance au feu. Leurs performances sont attestées par des procès-verbaux d'essais, ou des méthodes de calculs telles que les DTU ou les Eurocodes pour le comportement au feu des structures.

En plus du compartimentage, le désenfumage des locaux est également primordial afin d'assurer au mieux l'évacuation des occupants et l'intervention des services de secours.

De toute évidence, les parois coupe-feu se voient nécessairement équipées ou traversées de multiples équipements assurant la fonctionnalité, la circulation, le confort ou la sécurité du bâtiment.

La présence de ces équipements, tels que les portes, les trappes, les volets, les plafonds... ne doit pas altérer les performances de résistance au feu des parois qui en sont pourvues. Cela implique que ces éléments justifient également de performances de résistance au feu.

LES ÉQUIPEMENTS TRAVERSANTS ET LES SYSTÈMES DE CALFEUTREMENT

Parmi ces équipements, on peut également recenser le passage de différents "traversants" dont la fonction principale est de véhiculer de l'énergie ou des fluides, tels que principalement :

- Câbles électriques (câbles de puissance, de contrôle, de mesures, de télétransmission...) et fibres optiques
- Tubes métalliques, pour le transport de fluides (eau, vapeur d'eau, air comprimé...)
- Tubes base plastique (PVC, PE, PP) pour le transport ou l'évacuation (eaux usées, eaux vanes...)

Afin de reconstituer au mieux les qualités de résistance au feu de la paroi traversée, les baies ou ouvertures créées dans les éléments séparatifs pour le passage de ces équipements sont obturées par un système de calfeutrement résistant au feu.

Les mêmes dispositions seront adoptées lorsque, dans une phase intermédiaire de réalisation du gros-oeuvre ou de maintenance des bâtiments, les ouvertures créées dans les parois sont laissées ouvertes, en attente le passage ultérieur d'équipements.

LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CALFEUTREMENT ET LEURS DOMAINES D'APPLICATION.

Le choix de la technique de calfeutrement à mettre en oeuvre sera orienté en fonction de plusieurs variables liées directement au site et à chaque traversée à calfeutrer. Les critères de choix seront les suivants :

- Nature des traversants : Dimensions et caractéristiques des traversants dans les traversées électriques ou mécaniques ou traversées mixtes
- Taux d'occupation des traversants : Pourcentage d'emprise des traversants par rapport à la section de la traversée (fort taux d'occupation de câbles dans une ouverture réduite, par exemple)
- Nature et épaisseur des parois traversées
- Accessibilité des traversées : Difficulté dans certains cas d'accès correct sur les deux faces de la traversée, ou situation de la traversée dans des zones exiguës
- Recommandations du maître d'ouvrage et exigences spécifiques demandées aux calfeutrements : Résistance mécanique du système, teneurs en halogène, facilité de repassage de traversants, réaction au feu limitée des matériaux ... voire même barrière biologique contre le rayonnement gamma dans le cas de risques nucléaires.

La difficulté majeure de mise en oeuvre des calfeutrements réside dans la présence de traversants qui sont pratiquement toujours installés avant l'intervention des équipes spécialisées en calfeutrement.

Les systèmes mis en oeuvre laissent apparaître plusieurs familles de calfeutrements :

Les mortiers

Plus que des mortiers classiques, leur composition basée généralement sur un mélange de ciment et de vermiculite exfoliée ou de perlite leur confère une bonne isolation thermique.

La vermiculite est une roche minérale appartenant à la famille des micas, qui, sous l'action de fortes températures lors du processus de fabrication, se déshydrate en prenant un aspect exfolié et en subissant une forte augmentation de volume.

Le pouvoir isolant de ce type de mortier résulte d'un important palier de vaporisation généré par l'eau de cristallisation chimiquement liée dans le produit. (*Palier de vaporisation = observation d'une stagnation des températures, à un niveau de 100 °C environ, en face non exposée au feu de l'élément, correspondant au changement d'état de l'eau chimiquement liée dans les matériaux, en phase d'évaporation*).

De par leur composition à base de granulats légers, les mortiers ont une masse volumique de l'ordre de 950 à 1200 kg/m³.

Leur mise en oeuvre peut être réalisée manuellement par coulage, ou à la pompe.

Les mortiers sont à prise hydraulique, ils nécessitent la mise en place de coffrages (en plancher). En voile cependant, leur consistance parfois thixotropique peut permettre de se dispenser du coffrage.

Le rapport de proportion du mélange poudre/eau peut être adapté en fonction de l'orientation (plancher ou mur) ou du taux d'occupation des traversants.

Les épaisseurs installées dépendent du niveau coupe-feu recherché et de la nature de la paroi, en général elles se situent entre 150 et 200 mm.

Bien que la mise en oeuvre d'un mortier ne représente pas une opération trop compliquée, la difficulté de cette technique réside plus dans la confection des coffrages qui seront découpés au plus juste aux dimensions de l'emprise des traversants.

Dans certains cas d'accessibilité difficile et d'impossibilité de mise en place de coffrages, la solution mortier sera abandonnée au profit d'autres procédés.

Un des aspects intéressants du mortier consiste en la création de "réductions" des dimensions des traversées : il s'agit alors d'utiliser un mortier dans les zones courantes de la traversée et libres d'équipements, tout en ménageant des espaces annulaires autour des traversants qui seront ensuite calfeutrés par des systèmes plus adéquats.

Cette solution permettra d'optimiser l'utilisation de systèmes plus complexes, lorsque le mortier ne peut être utilisé au droit du passage des traversants.

Dans des configurations de passages de traversants de fortes sections conductrice, la seule présence du mortier peut ne pas suffire à assurer la performance recherchée, des protections complémentaires sont alors aménagées autour des équipements (coquilles isolantes autour des tubes par exemple).

Par leur nature, les traversées calfeutrées au mortier restent des systèmes rigides, ce qui rend difficiles les mouvements de dilatation des tuyauteries dus aux variations de températures ou aux "coups de bélier" accidentels.

De tels incidents peuvent induire des dégradations (arrachements, fissurations) au niveau des interfaces entre le mortier et les équipements.

Une des solutions peut consister à interposer entre le mortier et la périphérie du tube des produits réfractaires souples permettant un mouvement du tube dans les trois directions.

La surface d'une traversée calfeutrée au mortier nécessite souvent l'application d'une couche de finition évitant l'altération du produit face aux agents extérieurs.

Les mortiers, bien que de mise en œuvre facile, n'ont pas toujours, de par leur consistance, la capacité à pénétrer à l'intérieur des espaces réduits.

Une combinaison avec des produits intumescents peut assurer une amélioration de l'étanchéité, essentiellement au niveau des passages de câbles.

Les enduits associés à des parements en laine de roche

Ce concept utilise un système de parements isolants en laine de roche (*la laine de roche est élaborée sous forme de fibres à partir de différentes roches : basalte, laitiers de haut fourneaux, scories volcaniques... Elle peut résister jusqu'à des températures d'environ 1100 °C*) auxquels est associé un enduit de traitement des surfaces et des traversants améliorant l'étanchéité au feu.

Le parement en laine de roche constitue la barrière isolante essentielle de la traversée, sa masse volumique est généralement de l'ordre de 140 à 180 kg/m³ pour une épaisseur de 50 à 60 mm, répondant ainsi à une tenue mécanique satisfaisante.

L'enduit associé, de consistance pâteuse ou semi-liquide, est formulé à partir de résines thermoplastiques à base aqueuse. Son pouvoir isolant résulte aussi d'un palier de vaporisation.

Cet enduit peut également avoir des caractéristiques d'intumescence.

La mise en œuvre de ce procédé s'effectue en plusieurs étapes :

- Traitement à l'enduit du contour des traversants, et particulièrement du cœur des boîtes de câbles (par injection)
- Découpe, aux dimensions de la traversée et des traversants, des parements en laine de roche qui sont encastrés dans la traversée
- Généralement, deux parements préenduits sont appliqués (de part et d'autre des faces de la paroi), créant ainsi une lame d'air interne isolante à mi-épaisseur de la traversée
- Traitement des vides et finition à l'enduit des surfaces.

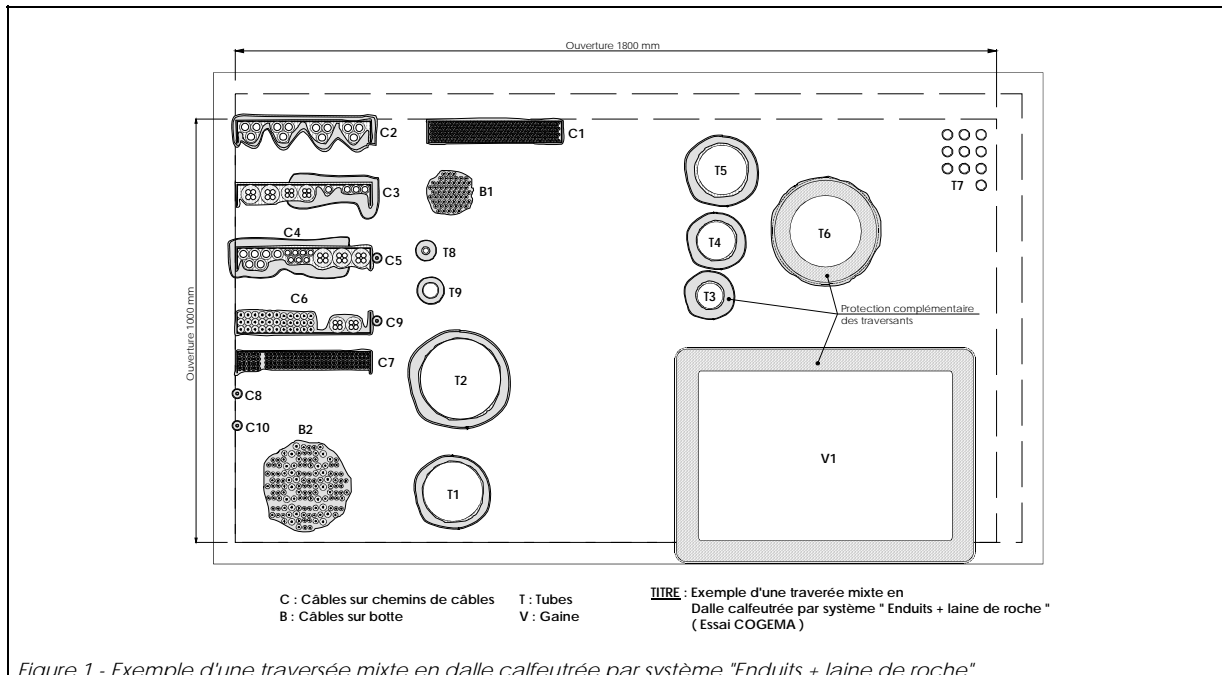


Figure 1 - Exemple d'une traversée mixte en dalle calfeutrée par système "Enduits + laine de roche"



Photo A - Système Laine de roche + Enduit : Traitement d'une botte de câbles à l'enduit



Photo B - Système Laine de roche + Enduit : Maquette en dalle avec traversants multiples

L'épaisseur minimale du complexe (deux parements + une lame d'air interne) est de 200 mm environ.

La souplesse du système empêche toute possibilité de fixation ou d'ancrage (de système de supportage des traversants par exemple) au travers du matériau.

Comme pour les mortiers et pour les mêmes exigences, les surfaces enduites peuvent recevoir une peinture de finition.

Des protections complémentaires des traversants de fortes sections conductrices peuvent s'avérer nécessaires.

Les mousses silicones bi-composant

Le principe réside dans le remplissage du volume de la traversée, préalablement coffrée, par un mélange bi-composant d'huiles silicones à l'état liquide qui vont rapidement réticuler et s'expanser afin de former une mousse étanche autour des traversants.

Les huiles issues d'une chimie complexe sont des élastomères à base de polyorganosiloxanes et de charges diverses de silice.

De plus l'expansion combinée (de 3 à 5 fois le volume liquide initial) lors de la réaction assure un remplissage correct des interstices (au coeur des bottes de câbles par exemple) conférant à la traversée une très bonne étanchéité.

Le pouvoir thermique isolant de cette mousse résulte de la charge de silice intégrée et des micro-bulles d'air qui la composent. Ses performances au feu se caractérisent par une carbonisation lente de l'épaisseur mise en oeuvre.

L'épaisseur généralement mise en oeuvre est de 200 mm minimum.

La masse volumique de la mousse réticulée est de l'ordre de 500 à 700 kg/m³ en fonction de sa mise en oeuvre.

La mise en oeuvre de la mousse ne peut se faire qu'à l'aide d'une machine pneumatique à pompe volumétrique équipée d'une tête mélangeuse.

Du fait de l'aspect initial liquide de la mousse, l'attention sera particulièrement portée sur la qualité d'étanchéité et de résistance des coffrages à l'intérieur desquels la réaction d'expansion de la mousse va se produire.

Cette technique trouve ses applications dans des cas de forts taux d'occupation de câbles, ou lorsque l'accès difficile rend impossible l'emploi d'autres procédés.

Tout comme pour les mortiers, cette mousse chargée en poudre de plomb peut avoir un rôle de calfeutrement biologique.

Elle nécessite l'intervention de personnel qualifié du fait de l'utilisation de matériels et de composants très sensibles (pression d'air contrôlée, rapports de mélange très précis, composants étrangers pouvant empêcher la réticulation attendue, étanchéité parfaite des coffrages...).

Une finition de surface à base de mastics silicone est nécessaire.

Les procédés à base de produits intumescents

Il existe une grande diversité de produits ou de concepts de calfeutrement s'appuyant sur la capacité d'intumescence des produits : Sous l'action de la température, le produit à base de silicate de soude hydraté entre dans une phase de foisonnement (gonflement) capable d'obturer une ouverture, un espace, et d'assurer une barrière thermique très performante.

Le taux d'expansion lors de l'intumescence de ces produits peut aller jusqu'à 100 % d'augmentation du volume.

Utilisés seuls, ou en association avec d'autres matériaux, les produits intumescents couvrent une large gamme de procédés de calfeutrement.

Les mastics ou pâtes intumescentes

Généralement utilisés en association avec de la laine de roche ou du mortier, ils ont pour but de parfaire l'étanchéité aux gaz chauds et aux fumées des systèmes au coeur des bottes de câbles ou dans les faibles espaces annulaires autour des équipements.

Ils s'appliquent manuellement au pistolet à extruder ou à la pompe pneumatique.

Leurs caractéristiques permettent de compenser la perte de matière due à la combustion des gaines et des isolants PVC des câbles, ou des tubes plastiques par exemple.

Ils peuvent aussi être utilisés seuls dans des traversées de faibles sections.

Les colliers ou manchons intumescents

Pour une utilisation destinée uniquement à la protection des passages de tuyauteries plastiques (PVC, PE, PP).

Ces colliers sont constitués d'une enveloppe métallique généralement cylindrique, renfermant un enroulement interne constitué de plusieurs couches de bande intumescence.

Le diamètre du collier ainsi que le nombre de couches de bande intumescence sont adaptés au diamètre courant des tubes (de 50 mm à 250 mm dans certains cas).

Le principe de fonctionnement des colliers se base sur le phénomène d'intumescence du produit, à l'intérieur du volume de la traversée laissé ouvert, lors de la fusion rapide du tube dans sa zone incendiée. L'intumescence à l'intérieur du collier doit être rapide et doit obturer tout le volume du tube afin d'éviter le passage du feu et la fusion du tube en face non exposée.

Le collier enserre le tube, il est fixé en applique ou encastré dans la paroi.

Deux colliers sont utilisés en voile (un de part et d'autre), un seul collier est utilisé en sous-face de dalle.

Ce procédé représente une solution sécurisante pour la protection du passage des tubes plastiques.



Photo C - Système de colliers intumescents encastrés ou en applique en dalle - Avant essai



Photo D - Système de colliers intumescents encastrés ou en applique en dalle - Après essai, vue de l'intumescence à l'intérieur des colliers

Les sacs ou coussins de protection

Ils sont constitués d'une enveloppe en polyéthylène renfermant un mélange de granulats expansifs à base de vermiculite et de graphite. Une seconde enveloppe externe en tissu de verre protège solidement le contenu du sac.

Le volume de la traversée est rempli de sacs disposés en quinconce, aussi comprimés que possible.

Un treillis métallique est généralement mis en oeuvre en sous-face de dalle afin d'éviter l'affaissement des sacs.

Sous l'action de la température, l'intumescence et l'expansion des granulats doit obturer le volume de la traversée et combler les espaces laissés vides lors de la mise en oeuvre.

Pour une protection optimale par ce procédé, le taux d'occupation de câble doit être réduit.

Il est nécessaire de s'assurer d'une mise en oeuvre rigoureuse, d'éviter les fortes densités de câbles ou la mauvaise compression des sacs, ce qui conduirait à des passages importants de gaz chauds lors de l'incendie.

Cette technique de rebouchage constitue souvent une solution provisoire : En cours de réalisation du chantier par exemple, avant la mise en place d'un système plus approprié ou pour les traversées libres en attente de passage de câbles.

Les briques et les bouchons intumescents

Ces produits formés à base de mousse réticulée intumescence et de polyuréthane sont à mémoire de forme et peuvent avoir une géométrie de briques ou de bouchons cylindriques.

Leurs performances au feu résident toujours dans leurs caractéristiques intumescences.

Comprimés dans les traversées, mis en place et découpés selon la forme de l'emprise des traversants, ces modules sont associés à l'utilisation de mastics perfectionnant l'étanchéité aux gaz chauds et aux fumées.

Tout comme pour les sacs, un treillis métallique support peut être nécessaire en dalle.

Autres systèmes complexes

Il est difficile de citer toutes les techniques de calfeutrement, le présent article s'est attaché à présenter les principaux procédés rencontrés et testés.

Les applicateurs développent de plus en plus des concepts basés sur l'association de plusieurs produits décrits précédemment.



Photo E - Complexe de différents systèmes : Laine de roche + enduits, mortier, sacs, colliers, pâte intumescence

On peut citer par exemple des systèmes d'élastomères, de presse-étoupe, de bandes et de plaques intumescents préfabriqués, de compensateurs souples pour tuyauteries...

La possibilité de repassage de traversants

Le repassage de traversants dans les traversées, s'il n'a pas été prévu à l'origine, peut s'avérer délicat du fait de la nécessité d'employer des outils mécaniques pour transpercer le matériau, ce qui n'est pas sans risques lors du passage de câbles sous tension.

De par sa nature, il est difficile d'opérer sans risques dans les traversées au mortier à moins d'avoir prévu des cales de réservation (en matériau réfractaire) qui seront extraites avant le repassage d'un câble. Cette opération nécessite de reconstituer ensuite le complexe coupe-feu autour du câble.

La consistance meuble de certains mortiers peut éviter la mise en place de cales de réservations.

La souplesse des matériaux utilisés permet aisément le repassage d'équipements supplémentaires dans les systèmes suivants :

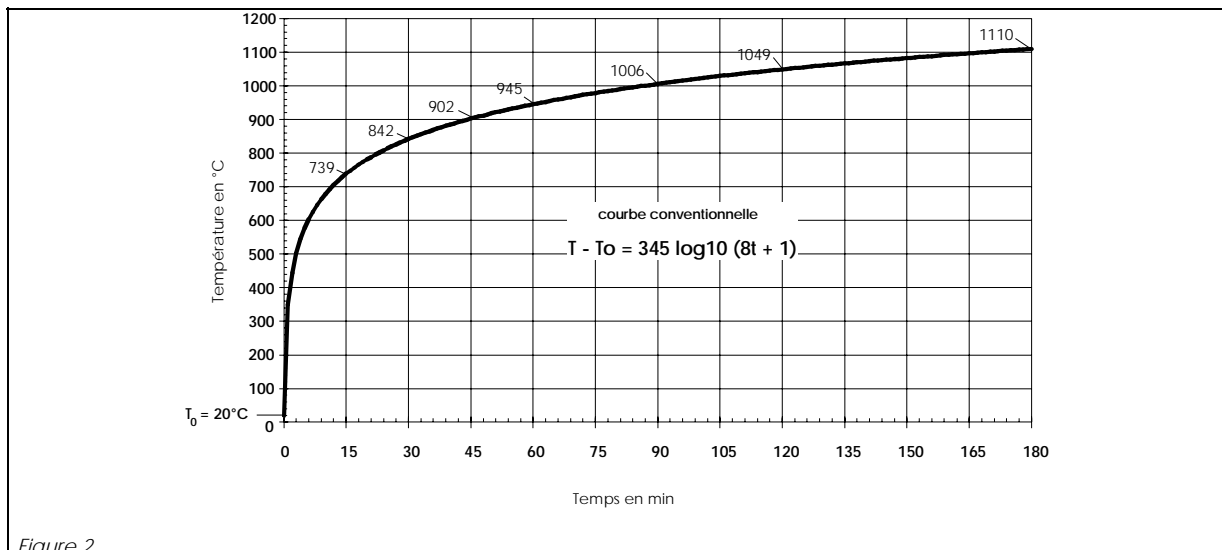
- Laine de roche et enduit - Brique - Bouchon intumescent : Par découpe préalable au "couteau", puis reconstitution du système
- Mousse silicone : Par passage direct du câble (à l'aide d'un outil en forme de diamètre inférieur à l'élément à repasser), le pouvoir élastique de la mousse ne nécessitant pas de reconstitution particulière du système autour du traversant
- Sacs : Par retrait, puis remise en place du sac après passage de l'équipement.

LES PERFORMANCES DE RÉSISTANCE AU FEU

Les méthodes d'évaluation de la résistance au feu se réfèrent à des conditions d'exposition au feu et à des critères de performance.

L'exposition au feu de l'élément est conduite selon le programme thermique conventionnel représenté par la fonction : $T - T_0 = 345 \log_{10} (8t + 1)$.

où : t = Temps [min]
 T = Température du four à l'instant t [°C]
 T_0 = Température ambiante à l'instant $t = 0$ min [°C]



Les performances de résistance au feu sont exprimées en degrés directement liés aux durées pendant lesquelles l'élément satisfait au rôle qui lui est dévolu.

Trois degrés de résistance au feu sont alors définis :

- Stabilité au feu** : Seul un critère de résistance mécanique est requis (éléments de structure porteuse en général)
- Pare-flammes** : En plus de la performance de stabilité au feu, l'élément doit satisfaire aux critères d'étanchéité aux flammes et aux gaz chauds ou inflammables.
- Coupe-feu** : En plus de la performance Pare-flammes, l'élément doit satisfaire à des critères d'isolation thermique.

Les degrés de résistance au feu sont : 1/4 h - 1/2 h - 3/4 h - 1 h - 1 h 1/2 - 2 h - 3 h - 4 h - 6 h

Les classements imposés aux systèmes de calfeutrement sont fonction des exigences de performances des parois traversées.

Les différents systèmes de calfeutrement présents sur le marché peuvent attester de performances allant de : Pare-flammes 1/2 h à Coupe-feu 3 h.

LES ESSAIS

Les essais de résistance au feu sont menés conformément à l'Arrêté du 3 août 1999 du Ministère de l'Intérieur et, en particulier, au document relatif aux calfeutremments de traversées ayant reçu un avis favorable par le CECMI le 14 Juin 1989.

L'objet de l'essai est d'évaluer la performance du système de calfeutrement proprement dit, mais aussi l'influence de ses équipements traversants au regard des critères d'étanchéité aux flammes et aux gaz chauds ou inflammables et d'isolation thermique.

Compte tenu de ces modalités, l'essai de résistance au feu ne peut permettre aucune estimation de la modification éventuelle de la stabilité au feu de l'élément séparatif du fait qu'il soit traversé par des équipements.

Les systèmes de calfeutrement pour des équipements tels que des conduits de ventilation ou de désenfumage ou des clapets doivent être testés dans le cadre des annexes V et VI de l'arrêté du 3 août 1999.

Définition de la maquette à tester

L'orientation du choix de la maquette à tester est déterminée de façon à être la plus représentative de la réalité courante.

Le système de calfeutrement doit être présenté dans ses dimensions réelles dans la mesure où elles sont compatibles avec celles des fours d'essai.

Du même ordre, le nombre et le type de traversants à essayer sont à déterminer en fonction du domaine d'application recherché, mais aussi du domaine de validité appliqué aux résultats.

Compte tenu de la diversité des systèmes et des traversants, il est impossible de définir une maquette type à tester, permettant de couvrir tous les domaines d'application.

Lorsqu'un matériau de calfeutrement est destiné à être utilisé pour des parois verticales et des parois horizontales, il doit être essayé dans chacune de ces deux positions.

Les équipements choisis doivent être mis en place de telle façon à ce qu'il y ait une longueur non protégée de 50 cm au-delà de la partie où a été utilisé le système de calfeutrement, et ceci de part et d'autre de l'élément séparatif.

Mesures et observations

Les élévations de températures du système sont relevées en différents endroits sur la surface du calfeutrement et de la paroi, ainsi que sur les traversants.

Etanchéité aux flammes et aux gaz chauds

L'étanchéité est satisfaisante tant que n'apparaissent dans l'échantillon aucune fissure ni ouverture susceptibles de laisser passer des gaz chauds, ni émission de flammes ou gaz combustibles. Les critères de classement sont l'inflammation d'une nappe de coton présentée en face non exposée ou la présence de flammes spontanées ou de gaz allumés par une flamme pilote.

Isolation thermique

L'isolation thermique est considérée comme satisfaisante tant qu'aucun des thermocouples placés en face non exposée de l'échantillon n'indique un accroissement de température supérieur à 180 °C.

Classements et domaine de validité

A l'issue de l'essai, un classement est prononcé conformément aux exigences citées précédemment.

Sous réserve de conditions de dépassement de temps (de 20 % du classement recherché) le domaine de validité des résultats peut être étendu de la façon suivante :

Les classements obtenus sont valables pour un équipement du type essayé et un calfeutrement identique en nature et dimensions ou pour des dimensions de section intermédiaires à celles essayées. En outre, le classement peut être étendu, pour un calfeutrement identique en nature et dimensions, dans les cas spécifiques suivants :

Aux tubes de dimensions, et épaisseurs, inférieures ou égales à celles essayées.

Aux câbles de même nature (même isolant, même métal d'âme - cuivre ou alu - même autres composants) de sections d'âme inférieures ou égales à celle essayée, pour la même disposition, unitaire, botte, nappe sur chemin de câbles etc.

Un procès-verbal de classement décrivant très précisément le concept, la méthodologie d'essai, les classements et le domaine de validité, est délivré.

La durée de validité des classements est de 5 ans, cette durée est prolongée sous réserve de vérification de la conformité des éléments et des méthodes d'essai.

LES EXTENSIONS DE CLASSEMENT ET AVIS DE CHANTIER

Basé sur l'expérience du Laboratoire d'essais, l'établissement de tels documents a pour but d'attester que les performances d'un élément ne sont pas modifiées du fait d'aménagements particuliers.

Les extensions de classements peuvent porter sur des modifications telles que changements d'épaisseur de matériaux, de référence de produits, de nature de traversants, de dimensions de traversée... Elles se réfèrent uniquement à l'élément objet du procès-verbal.

Les avis de chantier permettent en plus de vérifier si l'interaction de plusieurs éléments n'altère pas la performance initiale recherchée d'un complexe. Cette appréciation peut être fondée sur les résultats de plusieurs rapports d'essai.

Ils ont un caractère unique et ne valent que pour le chantier précis étudié.

CONCLUSION

La qualité d'un calfeutrement réside surtout dans l'aptitude à obturer et étancher les espaces ou interstices entre les équipements traversants, notamment entre les câbles étroitement resserrés.

Il est également fondamental de prendre en compte la section conductrice des traversants qui, de par leur nature (dans le cas de tubes d'épaisseur et diamètre importants, ou de câbles de forte section de cuivre), vont favoriser la conduction de la température vers la face non exposée au feu.

Des dispositions d'isolation complémentaires de ces traversants devront alors être prises pour limiter ce phénomène.

Même si les industriels s'attachent à développer des systèmes de plus en plus performants, il ressort que les résultats des essais effectués sont directement liés au soin apporté à l'application en combinaison des produits, et à la nature des équipements traversants.

C'est pour ces différentes raisons que sera orienté le choix du procédé à mettre en oeuvre.

Bien qu'il soit impossible de définir une traversée type représentative des cas réels de chantier, l'orientation du choix de la maquette à tester sera déterminée de façon à être la plus représentative de la réalité courante.

Le contrôle sur site devra alors se consacrer principalement à une étude de corrélation entre la maquette testée au Laboratoire et la traversée réellement implantée sur le chantier.