

LAINE DE LAITIER PROJÉTÉE

UN NF DTU RÉACTUALISÉ

Photo © Isover

TEXTE : FRANCK GAUTHIER
PHOTOS & ILLUSTRATIONS :
ISOVER, JEAN-MARC LAUBY/AQC, SNI

Depuis plusieurs années, selon son épaisseur et sa masse volumique, la laine minérale de laitier projetée pouvait déjà remplir différentes missions – protection passive contre l'incendie, isolation thermique et/ou phonique, correction acoustique –, mais souvent en sortant du cadre d'un DTU vieillissant et donc par le biais d'Avis Techniques spécifiques. Publiée en août 2019, la nouvelle version du NF DTU 27.1 vient maintenant clairement préciser les règles du jeu concernant ces différents usages.

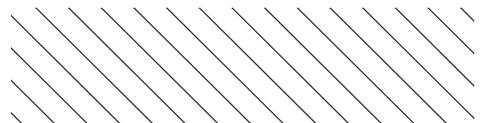


El Hafiane Cherkaoui, responsable du pôle Évaluation, division hygrothermique des ouvrages à la direction Enveloppe, isolation et sols du CSTB, explique : « À l'origine, la laine minérale de laitier projetée à l'aide d'une machine hydropneumatique était essentiellement destinée à la protection passive contre l'incendie, en sous-face de plancher notamment. Mais ses bonnes qualités en matière d'isolation thermique, d'isolation phonique et de correction acoustique, conjuguées à sa facilité de mise en œuvre, ont aussi été vite repérées par les professionnels et les ont incité à élargir de fait son domaine d'emploi. » En matière d'isolation thermique, par exemple, une telle solution s'avère particulièrement efficace pour éliminer les ponts thermiques grâce à son pouvoir couvrant et sa forte adhérence. En effet, le mélange projeté épouse étroitement les formes des supports à recouvrir, aussi complexes soient-elles, et de façon continue. Par rapport à une isolation basée sur l'emploi de panneaux rapportés en sous-face de plancher, il y a une réduction des ponts thermiques au niveau des poutres, au niveau des joints entre panneaux et au niveau de leurs fixations.

« Sur le terrain, le recours à d'autres épaisseurs et d'autres masses volumiques que celles initialement prévues pour la projection de laine de laitier par le DTU 27.1 impliquait donc d'y déroger via des Avis Techniques spécifiques. D'une manière générale, l'augmentation de la masse volumique de la laine de laitier projetée permettait d'accroître sa résistance au feu mais au détriment de son efficacité en matière d'isolation thermique. Et, inversement, la diminution de sa masse volumique conduisait à une meilleure efficacité sur le plan de l'isolation thermique mais moins bonne en matière de protection incendie. Il existait donc des solutions plutôt orientées "incendie" pour les Établissements recevant du public (ERP) et d'autres davantage orientées vers la thermique pour d'autres chantiers », résume El Hafiane Cherkaoui.

Âgé d'une quinzaine d'années, le DTU 27.1 (première version de mai 1993 et première révision publiée en février 2004) ne répondait effectivement plus aux besoins des professionnels face à l'évolution des produits et des pratiques sur le terrain. Les membres de la commission de rédaction de sa version réactualisée se sont donc intéressés de très près aux différents aspects qui conduisaient les entreprises à déroger vis-à-vis de l'ancienne version. La gamme d'épaisseurs utilisables en projection a donc été élargie en conséquence, la nécessité de recourir ou pas à une grille métallique a été expliquée, etc.

Résultat : la publication en août 2019 du nouveau NF DTU 27.1 *Revêtement par projection pneumatique de fibres minérales de laitier avec liant* qui remplace la version de février 2004. Plus complète, cette nouvelle norme NF DTU est rédigée selon la nouvelle trame des DTU et se compose donc de trois éléments : la partie 1-1, Cahier des clauses techniques >>>





1 Photo © Isover

UNE LAINE DE LAITIER RICHE EN SILICE

Récupéré en fin de process dans l'industrie sidérurgique, le laitier de haut-fourneau est un sous-produit non métallique, intéressant par sa richesse en silice (proche de celle de la laine de roche). Il résiste ainsi à des températures allant jusqu'à 700 °C. Mélangé à du gravier, ce laitier est mis en fusion à 1500 °C, puis transformé en fibres par une fileuse lors de son refroidissement. Mélangées à des additifs (liants non organiques, résines, adjuvants), ces fibres se transforment en une laine de laitier qui renferme de l'air, ce qui lui confère ses bonnes caractéristiques en matière d'isolation. Elle est totalement imputrescible et inattaquable par les rongeurs et les insectes. Sur les chantiers, sa mise en

œuvre s'effectue sous pression avec de l'eau et un liant (ciment, chaux...), à l'aide d'une machine hydropneumatique. Le mélange est caractérisé par sa résistance thermique, son pouvoir couvrant, son caractère incombustible (classe M0), ses capacités coupe-feu, etc. Reconnue comme bio-soluble (solubilité dans l'organisme en cas de respiration de fibres libres lors de la préparation du mélange à projeter), la laine de laitier bénéficie de l'exonération de la classification cancérigène car elle remplit l'un des critères de la Note Q du Règlement européen (CE) n° 1272/2008. Cette exonération est garantie par la certification EUCEB (European certification board for mineral wool products) depuis 2002. ■

types (CCT); la partie 1-2, Critères généraux de choix des matériaux (CGM); et la partie 2, Cahier des clauses administratives spéciales types (CCS). « Les Avis Techniques concernant cette famille de procédés sont donc appelés à disparaître dans la mesure où tout ou partie du procédé décrit entre dorénavant dans le champ de la traditionnalité », indique El Hafiane Cherkaoui. Signalons également que le DTU 27.2, qui concerne les autres produits d'isolation projetés que sont les produits pâteux à base de minéraux exfoliés, devrait être réactualisé d'ici la fin 2020.

Apprendre à raisonner en tant que système

Le NF DTU 27.1 définit dorénavant les travaux de projection pneumatique comme étant la mise en œuvre d'un système. Celui-ci se compose *à minima* d'un primaire d'accrochage ou d'une armature d'accrochage et d'un mélange à projeter. Un produit de finition peut ensuite éventuellement venir le compléter. Ce référentiel définit la liste de matériaux visés au niveau du mélange à projeter (laine minérale de laitier et liant hydraulique – ciment ou chaux), du primaire d'accrochage qui assure l'adhérence du revêtement, de l'armature d'accrochage (grillage, treillis ou feuille de métal déployé) et des produits de finition qui assurent une fonction de fixateur, de durcisseur ou de décoration.

Il s'applique au domaine de la construction neuve et à celui de la rénovation, dans toutes les régions climatiques françaises, y compris en climat tropical humide.

L'application peut avoir lieu à l'intérieur, mais aussi à l'extérieur des bâtiments, à condition que la surface traitée soit à l'abri des intempéries. Quatre classes d'exposition des locaux ont d'ailleurs été définies (voir tableau n° 1 page ci-contre).

Ce document précise les Règles de l'art en matière de projection sur toute surface de parois, de structures et de conduits de formes quelconques. La surface à recouvrir peut être en béton, en terre cuite, à base de bois, en acier, en plâtre, en fibres ciment, en matériaux synthétiques ou peinte.

Il ne s'applique pas à la protection des toitures en bac sec et des bardages des locaux à forte hygrométrie, ni aux plafonds suspendus. Il ne vise pas non plus les surfaces susceptibles d'être nettoyées à l'eau, ni celles qui présentent un risque de condensation, ni à la protection des tuyauteries véhiculant des fluides à des températures négatives ou bien supérieures à 160 °C.

Bien communiquer les données essentielles

Comme on l'a vu, les revêtements projetés peuvent assurer une ou plusieurs fonctions : la protection incendie d'une paroi, d'une structure ou d'un équipement, l'isolation thermique d'une paroi, la correction acoustique d'un local ou l'isolation acoustique d'une paroi.

Lors de l'appel d'offres, les données techniques essentielles que le maître d'ouvrage doit donc communiquer aux entreprises sont les caractéristiques techniques des supports ainsi que les performances attendues : protection passive contre l'incendie, réaction au feu, isolation thermique, correction acoustique, isolation acoustique...

Les principales caractéristiques techniques des produits destinés à l'isolation thermique sont l'adhésion/cohésion du mélange projeté vis-à-vis du support envisagé, sa masse volumique, sa conductivité

thermique, sa réaction au feu et sa résistance au feu (si elle est demandée). Pour la protection passive incendie, il s'agit de l'adhésion/cohésion du mélange projeté, de sa masse volumique, de sa réaction au feu et de sa résistance au feu.

La masse volumique du mélange projeté, après séchage, a d'ailleurs été redéfinie : si la fonction recherchée est l'isolation thermique, elle sera comprise entre 115 à 185 kg/m³ (au lieu de 140 kg/m³ auparavant). Si c'est la protection incendie qui est visée, elle sera comprise entre 200 et 400 kg/m³ (au lieu de 200 kg/m³ auparavant).

Toujours soigner la préparation du support

Pour être à la fois efficace et pérenne, l'application du mélange projeté doit impérativement s'effectuer sur un support sain, rigide, propre, dépoussiéré et sec. Les supports doivent donc être exempts de taches d'humidité et de moisissures, d'amiante, de plomb, de pulvérulences, d'efflorescences ou de salspêtre, de taches d'huile ou de graisse. Les supports maçonnés ou en béton doivent être secs (pour les supports neufs, le délai de séchage est supérieur ou égal à 45 jours).

Lorsque les supports en maçonnerie, en béton ou en terre cuite sont dégradés (épaufrures, trous...), ceux-ci doivent être réparés avant la réalisation du revêtement projeté. Les trémies doivent aussi être rebouchées avant la projection du mélange. Les structures qui doivent recevoir des traitements préalables doivent les avoir déjà reçus. C'est par exemple le cas de la protection anti-corrosion pour les structures métalliques. >>>



1 Laine de laitier Coatwool d'Isover en sous-face de dalle de bâtiment.

TABLEAU N° 1

CLASSES D'EXPOSITION AUX LOCAUX

CLASSE	EXPOSITION	CARACTÉRISTIQUES
1	Exposition intérieure avec faible hygrométrie	Environnement intérieur excluant les températures négatives et dans d'autres conditions d'hygrométrie que celles définies dans la classe 2
2	Exposition intérieure avec forte hygrométrie	Environnement intérieur excluant les températures négatives et correspondant à une « ambiance intérieure humide » selon la classe 5 de la norme NF EN ISO 13788 (1)
3	Exposition semi-exposée	Environnement intérieur ou extérieur pouvant être soumis à des températures négatives mais sans exposition directe à la pluie et aux rayonnements ultraviolets (UV)
4	Exposition exposée	Environnement intérieur ou extérieur pouvant être soumis à des températures négatives avec exposition directe à la pluie et aux UV

Source : NF DTU 27.1

(1) NF EN ISO 13788 Performance hygrométrique des composants et parois de bâtiments – Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse – Méthodes de calcul (avril 2013).



Photo © Isover

TABLEAU N° 2

TYPE DE PRÉPARATION DES SUPPORTS

TYPE DE SUPPORT	PRÉPARATION PRÉALABLE
Béton brut (1)	Primaire d'accrochage
Béton non brut	Nettoyage du support et application d'un primaire d'accrochage ou mise en place d'une armature d'accrochage
Maçonnerie et terre cuite (support brut)	Primaire d'accrochage
Support type enduit à base de plâtre	Dépoussiérage et primaire d'accrochage ou mise en place d'une armature d'accrochage
Support type peinture	Décapage jusqu'au support (béton, maçonnerie...) et application d'un primaire d'accrochage ou bien mise en place d'une armature d'accrochage
Plaques de plâtre à face cartonnée, panneaux manufacturés en matériaux synthétiques fixés à la structure	Armature d'accrochage
Panneaux isolants manufacturés (laine minérale, polystyrène expansé, à base de bois...) fixés en sous-face de dalle	Sondage pour vérifier leur état, leur adhérence à la structure et leur capacité à supporter la charge du revêtement. S'ils sont aptes : application de deux couches croisées de primaire d'accrochage avec un temps de séchage de 24 heures entre les deux couches. Sinon, dépose des panneaux ou mise en place d'une armature d'accrochage
Structure métallique ou mixte béton/acier : supports de type poteaux, poutres, planchers collaborants	Selon l'état du support, nettoyage puis application d'un primaire d'accrochage, sinon décapage intégral et primaire d'accrochage ou bien mise en place d'une armature d'accrochage
Support de type bardage métallique	Armature d'accrochage
Toiture en tôle d'acier nervurée (TAN)	L'emploi de produits projetés en sous-face des tôles d'acier nervurées n'est admis que s'ils sont destinés à contribuer à la correction acoustique ou à la protection incendie. Dans le cas d'une protection incendie, se référer au NF DTU 43.3. Mettre en place une armature d'accrochage
Structure en bois et à base de bois	Armature d'accrochage

Source : NF DTU 27.1

(1) Pour les supports neufs, le délai de séchage est supérieur ou égal à 45 jours.

“En aucun cas, le revêtement projeté ne doit rester brut de projection. Dès la fin de la projection, il peut être soit comprimé à la taloche (pour obtenir un aspect lisse et régulier), soit aplani à l'aide d'un rouleau lisse ou de poil (pour obtenir une surface granitée)”

Selon le type de structure et de support, la bonne adhérence du revêtement projeté au support sera assurée par l'application préliminaire d'un primaire d'accrochage ou par la pose d'une armature d'accrochage (voir tableau n° 2 page ci-contre). Ainsi, par exemple, les panneaux isolants manufacturés (laine minérale, polystyrène expansé, à base de bois...) fixés en sous-face de dalle doivent systématiquement être sondés afin de vérifier leur état, leur adhérence à la structure et leur capacité à supporter la charge du revêtement. Lorsqu'ils sont aptes à supporter la charge du revêtement, l'application de deux couches croisées de primaire d'accrochage est nécessaire en prenant soin de laisser un temps de séchage de 24 heures entre les deux couches. La première couche de primaire a pour fonction de rendre le support non absorbant, la seconde couche a pour fonction d'assurer l'adhérence du revêtement projeté au support. Le primaire d'accrochage est un produit en phase aqueuse composé de copolymères acryliques ou vinyliques en suspension. Il doit évidemment être adapté au support de projection. Il assure l'adhérence optimale du mélange à projeter sur le support.

Si nécessaire, les armatures d'accrochage seront fixées à l'aide de pointes, d'agrafes ou de cavaliers d'entraxe compris entre 15 et 30 cm dans les deux directions, en fonction du support et de la rigidité de l'armature. L'annexe B (normative) décrit la mise en œuvre de cette armature d'accrochage.

Une projection en une ou plusieurs passes

Les travaux de projection ne peuvent avoir lieu que sous réserve de respecter certaines conditions : le personnel d'exécution doit être correctement formé, les locaux doivent être hors d'eau et correctement ventilés (naturellement ou mécaniquement), avec une température supérieure à 5 °C (y compris au niveau du support à traiter)...

Les dispositifs de fixation des ouvrages à exécuter (gaines, conduits, tuyauteries, chemins de câbles, plafonds suspendus, etc.) doivent être protégés afin de ne pas être dégradés par la projection du mélange. Les travaux susceptibles de créer des chocs ou des vibrations doivent être réalisés en dehors de la période de mise en œuvre et de celle nécessaire à l'acquisition des caractéristiques mécaniques du revêtement projeté. Les supports ne doivent pas non plus présenter, en phase d'application et de séchage, de déformations transitoires ou de vibrations.

Le mélange à projeter se compose d'un mélange sec de laine minérale de laitier (au moins 50 % en masse) et de liant (ciment, ciment à maçonner, chaux de construction, ciment prompt naturel ou ciment d'aluminate de calcium). Au niveau de sa

mise en œuvre, l'entrepreneur doit s'assurer de la bonne adéquation de sa formulation par rapport aux caractéristiques demandées et donc attendues. Chaque couche de projection peut être appliquée en une ou plusieurs passes. Chacune d'entre elles ne peut dépasser 140 mm (120 mm dans l'ancienne version) d'épaisseur. Sinon, il faut prévoir 48 heures (24 heures dans l'ancienne version) de séchage puis son humidification et/ou l'application d'un primaire d'accrochage avant la projection de la seconde couche. Finalement, le revêtement projeté ne doit pas dépasser 240 mm d'épaisseur sans armature de renfort intermédiaire (200 mm dans l'ancienne version) sur support maçonné ou béton, hors climat de montagne, et 160 mm sur tous les autres supports, y compris en climat de montagne. La mise en place d'un système de repères pour pouvoir évaluer l'épaisseur au cours de la projection (tuteurs, tiges fixées au plafond...) est évidemment souhaitable.

Le revêtement projeté doit être systématiquement interrompu au droit des joints de dilatation ou parasismiques pour ne pas compromettre leur efficacité. Sauf spécification particulière, les autres joints seront recouverts lors de la projection.

Finition, protection et entretien

En aucun cas, le revêtement projeté ne doit rester brut de projection. Dès la fin de la projection, il peut être soit comprimé à la taloche (pour obtenir un aspect lisse et régulier), soit aplani à l'aide d'un rouleau lisse ou de poil (pour obtenir une surface granitée). Ensuite, un revêtement de surface peut éventuellement être mis en œuvre. Il existe trois types de finitions : un produit d'imprégnation (qui pénètre dans le mélange projeté et durcit la face apparente), un enduit de finition (enduit pâteux qui forme une couche protectrice en durcissant) ou une peinture en phase aqueuse (qui n'a qu'un rôle esthétique). Bien sûr, il faut vérifier que ce revêtement de surface appliqué est compatible avec la fonction à assurer par le revêtement projeté.

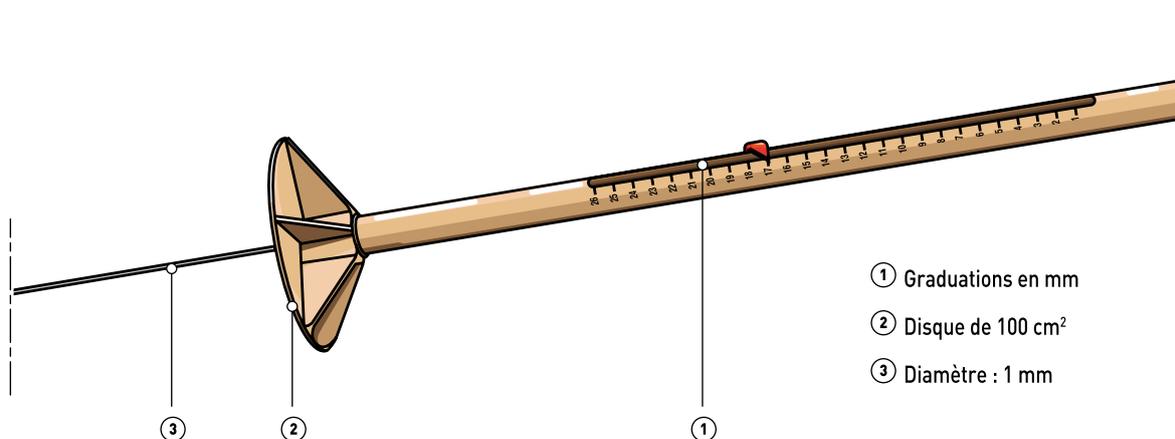
Dans les zones exposées aux chocs, la résistance du produit projeté peut être confortée par une protection rapportée indépendante (protection mécanique) ou adhérente (durcisseur de surface, par exemple). Hors marché, cette protection est nécessaire pour tout revêtement accessible situé à moins de 2,10 m du sol fini, hors volumes non accessibles.

En sous-face d'ouvrages en contact avec l'extérieur (coursives, accès parking, halls, etc.), la partie en rive de l'ouvrage d'isolation doit aussi être protégée vis-à-vis des eaux de ruissellement susceptibles de pénétrer dans le revêtement par capillarité.

L'annexe F (informative) recense les conditions d'usage et d'entretien du revêtement projeté. >>>

ILLUSTRATION N° 1

Exemple de pige de mesure de l'épaisseur du revêtement mise en œuvre pour assurer l'isolation thermique du support



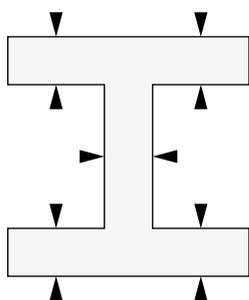
- ① Graduations en mm
- ② Disque de 100 cm²
- ③ Diamètre : 1 mm

Illustration © Jean-Marc Lauby/AQC

ILLUSTRATION N° 2

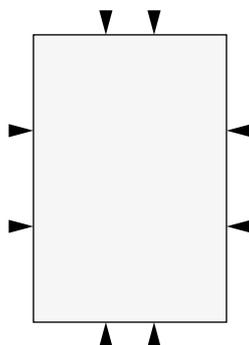
Exemples de détermination des points de mesure d'épaisseur au niveau des éléments linéiques

Profilés en I-T-H-L-U



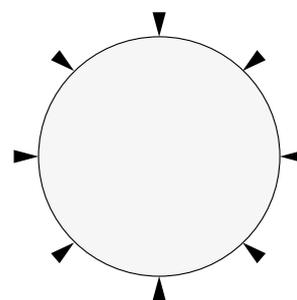
- ▶ Point de mesure
- Âme : 2 points de mesure par face
- Extérieur des ailes : 2 points de mesure par face
- Intérieur des ailes : 2 points de mesure par face

Profilés carrés ou rectangulaires



- ▶ Point de mesure
- Face ≤ 400 mm : 1 point de mesure par face
- Face > 400 mm : 2 points de mesure par face

Profilés circulaires



- ▶ Point de mesure
- ∅ ≤ 300 mm : 4 points de mesure
- 300 mm < ∅ ≤ 600 mm : 6 points de mesure
- ∅ > 600 mm : 8 points de mesure

Source : NF DTU 27.1 Revêtements par projection pneumatique de fibres minérales de laitier avec liant (août 2019)

CE QU'IL FAUT RETENIR :

- Les caractéristiques techniques du support et les données essentielles concernant les performances attendues (protection passive contre l'incendie, isolation thermique, etc.) doivent être communiquées lors de l'appel d'offres pour sélectionner le primaire d'accrochage (ou l'armature d'accrochage) et le type de mélange à projeter adaptés.
- La reconnaissance du support et sa bonne préparation garantissent l'efficacité et la pérennité du revêtement projeté.
- Très détaillée, la fiche d'autocontrôle du chantier récapitule les informations essentielles (caractéristiques, résultats des mesures, etc.) du chantier. ■

“Dans le cas où le revêtement projeté assure une fonction de protection incendie, les épaisseurs doivent être égales ou supérieures à l'épaisseur définie pour la performance attendue, sans dépasser pour autant la limite de l'épaisseur maximale testée en laboratoire”



Des fiches d'autocontrôle détaillées

El Hafiane Cherkaoui rappelle que « le recours à des entreprises certifiées Qualibat qui emploient de la laine minérale de laitier certifiée Acermi (ou équivalent) est évidemment recommandé pour permettre, grâce aux contrôles mis en place, de s'assurer des performances revendiquées ». En effet, une entreprise bénéficiant de la qualification Qualibat 7142 sera à même de réaliser dans les meilleures conditions tous les travaux d'isolation thermique par projection, de correction acoustique par projection... À ces compétences, une entreprise qualifiée Qualibat 7143 ajoute celles liées à la réalisation des travaux de sécurité passive contre l'incendie par projection de matériaux isolants. Cette dernière qualification est généralement demandée par les assureurs pour ce type de chantier.

Signalons également que le NF DTU 27.1 prévoit la mise en place de fiches d'autocontrôle des travaux de projections par l'entrepreneur. « Très détaillée, cette fiche identifie le chantier ainsi que le système mis en œuvre (isolant - produit, fabricant -, type de primaire ou d'armature d'accrochage, revêtement de finition). Elle dresse un bilan de la réalisation, avec la surface projetée, l'épaisseur moyenne mesurée après finition, la quantité de chaque produit consommée, la résistance thermique prévue/installée... S'y ajoutent les dates de début et de fin des travaux de projection, la signature et l'identification de l'entreprise et du donneur d'ordres », signale El Hafiane Cherkaoui. L'annexe C (informatif) donne un exemple de fiche d'autocontrôle de travaux et l'annexe D (normative) donne une méthode de contrôle d'adhérence et de cohésion *in situ* du revêtement projeté.

Deux méthodes sont possibles pour contrôler l'épaisseur finie du revêtement. Pour une isolation thermique, l'épaisseur en un point donné se mesure à l'aide d'un disque de 100 cm² de surface laissant coulisser en son centre une pige graduée en acier



2 Protection incendie sur charpente métallique et isolation thermique sous plancher bac collaborant par projection de laine de laitier.

de 1 mm de diamètre (voir illustration n° 1 page ci-contre). Pour une protection passive incendie, l'appareil de mesure correspond à celui décrit dans l'annexe B de la norme NF EN 13381-3 *Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction - Partie 3: Protection appliquée aux éléments en béton*. Il s'agit d'une sonde ou d'un foret de 1 mm de diamètre, enfoncé(e) dans le revêtement projeté jusqu'à atteindre le support. Il ou elle est équipé(e) d'une plaque en acier de 50 mm de diamètre et d'un vernier qui permet de lire au mm près l'épaisseur projetée.

Le plan d'échantillonnage minimal se base sur des séries de mesures réparties de façon à être représentatives de la surface traitée. Ces séries sont repérées et numérotées sur un plan ou un schéma et les résultats de chaque série reportés dans un tableau récapitulatif. Le NF DTU 27.1 détaille également le plan d'échantillonnage des éléments linéaires tels que les poutres ou les poteaux. Un exemple de détermination de ces points de mesure figure dans l'illustration n° 2 page ci-contre. Les points de mesure doivent montrer une épaisseur comprise entre - 5 % et + 10 % par rapport à l'épaisseur de revêtement projeté définie pour la performance attendue. Dans le cas où le revêtement projeté assure une fonction de protection incendie, les épaisseurs doivent être égales ou supérieures à l'épaisseur définie pour la performance attendue, sans dépasser pour autant la limite de l'épaisseur maximale testée en laboratoire. « Tout cela traduit un engagement fort de l'applicateur au travers de la fiche d'autocontrôle qui sert à conserver une trace des vérifications préalables effectuées sur le chantier ainsi qu'à la fin de l'opération », analyse El Hafiane Cherkaoui. ■

