

Système d'étanchéité liquide de toitures inaccessibles, techniques, végétalisées, jardins et accessibles aux piétons et au séjour

Partie 2 - Evaluation

Ce document a été entériné le 16 janvier 2023 par le Groupe Spécialisé n° 5.2.

Groupe Spécialisé n° 5.2

Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et de cuvelage

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

SOMMAIRE

Préambule.....	4
Documents de références.....	5
Partie D : Prescriptions particulières à l'appui d'une demande d'avis technique.....	6
D.1 Généralités.....	6
D.2 Destination et domaine d'emploi.....	6
D.3 Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports.....	7
D.4 Prescriptions relatives aux travaux en partie courante.....	7
D.5 Protections.....	8
D.6 Traitement des détails et ouvrages particuliers.....	8
D.7 Précautions d'emploi et contrôles d'exécution.....	8
D.8 Fabrication et contrôles.....	8
D.9 Matériaux.....	8
Partie E : Evaluation des Systèmes d'Etanchéité Liquide de toitures inaccessibles, techniques, végétalisées, jardins et accessibles aux piétons et au séjour.....	9
E.1 Généralités.....	9
E.2 Classification en fonction de l'usage.....	9
E.2.1 Durée de vie.....	9
E.2.2 Domaine d'emploi – charges d'utilisation.....	9
E.2.3 Température de surface minimale.....	10
E.2.4 Température de surface maximale.....	10
E.2.5 Domaines d'emploi et performances exigées pour la France métropolitaine.....	11
E.2.6 Domaines d'emploi et performances exigées pour les DROM.....	13
E.3 Méthodes d'évaluation.....	14
E.3.1 Identification des composants.....	14
E.3.2 Performances à l'état neuf.....	16
E.3.3 Performances à l'état vieilli.....	19
E.4 Essais complémentaires.....	20
E.4.1 Sécurité en cas d'incendie.....	21
E.4.2 Glissance.....	21
E.4.3 Protection par dalles sur plots, gravillons, protection lourde désolidarisée.....	21
E.4.4 Terrasses techniques ou à zones techniques.....	21
E.4.5 Protection par carrelage collé.....	22
E.4.6 Protection de toitures et terrasses végétalisées et terrasses-jardins et jardinières intégrées au bâtiment.....	22
E.4.7 Traitement du joint de dilatation.....	23
E.5 Autocontrôles obligatoires.....	24

Préambule

Le Cahier des Prescriptions Techniques n°3680 de septembre 2011 s'appuyait sur l'ET AG 005 pour l'évaluation des systèmes d'étanchéité liquide (SEL) et la Commission du GS 5.2 délivrait uniquement des Documents Technique d'Application (DTA) du fait de l'arrêté du 3 avril 2002 portant application pour les kits d'étanchéité liquide pour toitures et obligeant leur marquage CE.

Etant donné que :

- l'ET AG 005 est remplacé par l'EAD 030350-00-0402,
- la mise en application du Règlement Produits de Construction (RPC) de l'Union Européenne n°305/2011, applicable depuis le 1^{er} juillet 2013, ne rend plus obligatoire le marquage CE des kits de SEL pour toiture,
- il existe aujourd'hui une expérience d'une dizaine d'années de délivrance de DTAs sans sinistre avec du recul et de l'expérience réussie sur les systèmes d'étanchéité liquide,

Par conséquent, une V2 de ce Cahier 3680 a été élaborée tenant compte des changements cités ci-dessus. Ce Cahier 3680_V2 intègre également, d'une part, les préconisations de préparation des supports et de mise en œuvre réalisées sur chantier, s'appuyant sur l'expérience des DTA, et, d'autre part, les modifications d'essais pour certains domaines d'emploi.

Le présent Cahier des Prescriptions Techniques 3680_V2 définit donc les dispositions applicables nécessaires à la mise en œuvre des toitures terrasses étanchées par des systèmes d'étanchéité liquide (SEL) et faisant l'objet d'un Avis Technique (AT) ou d'un Document Technique d'Application (DTA). Il regroupe les prescriptions générales communes qui participent à la réalisation de l'ouvrage ainsi qu'à son entretien.

Dans tous les cas, les informations portées par l'AT ou le DTA (simplifié « avis technique » dans le reste du document) du procédé priment sur celles portées par le présent document. En particulier l'avis technique du procédé peut étendre ou choisir une ou plusieurs des prescriptions ou domaines d'emplois décrits dans ce Cahier.

Le Cahier s'adressant à des publics différents, celui-ci a été séparé en deux documents :

- Le Cahier 3680_V2 Partie 1 s'adresse particulièrement aux professionnels du bâtiment (entrepreneurs, maîtres d'œuvre, contrôleurs techniques, ...) impliqués dans la réalisation d'un ouvrage par un procédé de SEL sous avis technique se référant au présent document ;
- Le Cahier 3680_V2 Partie 2 s'adresse aux industriels tenants de procédés et souhaitant déposer une demande d'avis technique. Le Cahier est alors une aide à la constitution du dossier technique en indiquant les justifications indispensables à apporter, les essais à réaliser ainsi que les points importants à aborder dans la description du procédé.

Documents de références

- Document d'évaluation européenne EAD 030350-00-0402¹
- NF DTU 43.11 d'avril 2014
- NF DTU 43.1 de novembre 2004 et ses amendements
- NF DTU 43.5 de novembre 2002 et ses amendements
- NF DTU 20.12 de septembre 1993 et ses amendements
- NF DTU 52.1 de février 2020
- NF DTU 52.2 de décembre 2009 et ses amendements
- CPT « Supports de systèmes d'étanchéité de toiture dans les Départements d'Outre-Mer » approuvé par le Groupe Spécialisé n° 5 le 26 mai 2008 (*e-Cahier du CSTB 3644*)
- Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées, édition n°3 de mai 2018
- Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture terrasse » de Juin 2021
- Règles Professionnelles S.E.L. balcons et planchers sur espaces non clos, Juillet 2021
- « CPT sols P3 – Rénovation » (*e-Cahier du CSTB 3529_V4, novembre 2012*)

¹ L'EAD 030350-00-0402 prend la suite de l'ETAG 005 qui avait été traduit dans le Cahier du CSTB n°3587 de décembre 2006.

Partie D : Prescriptions particulières à l'appui d'une demande d'avis technique

D.1 Généralités

Le Document Technique d'Application (DTA) fait référence à un Système d'Etanchéité Liquide sous Evaluation Technique Européenne valide délivrée par un Organisme notifié selon l'EAD 030350-00-0402. A ce titre, le Système d'Etanchéité Liquide est marqué CE et fait l'objet d'une Déclaration de Performance (DdP, ou DoP en anglais).

L'Avis Technique (AT) fait référence à un Système d'Etanchéité Liquide ne faisant pas l'objet d'une Evaluation Technique Européenne et n'étant pas marqué CE.

Le DTA ou l'AT font l'objet des mêmes prescriptions particulières lors d'une demande d'avis technique. Le Système d'Etanchéité Liquide, sous ETE ou non, est visé par la même évaluation et les mêmes référentiels d'essais.

A noter qu'un SEL sous ETE doit avoir à minima un classement W2. Le classement W1 n'est pas admis.

Le DTA et l'AT est nommé « avis technique » dans le reste du document.

L'avis technique précise les domaines d'emploi acceptés, ainsi que les dispositions communes établies pour les emplois considérés.

Chaque domaine d'emploi doit être justifié par des références de chantier détaillées et des résultats expérimentaux, issus des prescriptions de la Partie E du présent document.

L'avis technique indique expressément les éléments qui dérogent aux prescriptions de ce CPT. Ces éléments doivent être justifiés lors de l'instruction de l'avis technique et validés par le GS 5.2.

L'avis technique doit préciser les modalités d'acceptation des entreprises habilitées à mettre en œuvre le procédé, en particulier la nature de la formation dispensée par le titulaire de l'avis technique aux compagnons de ces entreprises.

L'avis technique doit décrire le contenu et les dispositions de l'assistance technique mise en place par le titulaire de l'avis technique au bénéfice de l'entreprise de pose.

L'avis technique doit préciser les dispositions pour entretenir le système durant son exploitation, y compris sa protection et sa couche de finition éventuelles.

L'avis technique doit préciser les modalités de réparation du SEL pour restaurer l'étanchéité en cas de blessure accidentelle.

D.2 Destination et domaine d'emploi

L'avis technique précise le(s) domaine(s) d'emploi spécifique(s) du procédé cité(s) dans la liste du § A3, Partie 1. Les procédés faisant l'objet d'une expérience reconnue et réussie peuvent revendiquer de nouveaux domaines d'emploi, sous réserve de justifications appropriées qui sont à examiner au cas par cas lors de l'instruction de l'avis technique et qui devront être validées par la commission de GS 5.2.

L'utilisation du SEL au-dessus des locaux à forte et très forte hygrométrie peut être revendiquée dans le cadre de l'instruction de l'avis technique sous réserve de justifications appropriées validées par le GS 5.2.

L'utilisation sous isolation inversée peut être revendiquée dans le cadre de l'instruction de l'avis technique sous réserve de justifications appropriées validées par le GS 5.2.

L'avis technique doit préciser les différentes compositions et performances du système (épaisseur, protection rapportée ou non, couche de protection et/ou de finition, ...) selon la destination.

Dans le cas où les terrasses jardins ou les toitures végétalisées sont revendiquées, l'utilisation d'un agent anti-racines ainsi que son taux doivent être indiqués.

<p><u>Note</u> : à titre d'exemple, les ouvrages de toitures de réservoirs béton, de toitures de silos, les couvertures de gares de péages, les tours hertziennes, les dalles de couverture antibruit des voies routières ou ferroviaires peuvent être revendiqués.</p>

D.3 Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

L'avis technique doit préciser si l'application d'un primaire est nécessaire. Dans ce cas sont indiqués le type de primaire, la consommation en g/m² (avec tolérances) et le mode de mise en œuvre.

L'avis technique peut revendiquer comme supports admissibles les planchers de type D selon NF DTU 20.12 avec dalle de compression et les bacs collaborants, sous réserve de justifications jugées pertinentes et validées par le GS 5.2 :

- Les planchers de type D selon NF DTU 20.12 avec dalle de compression peuvent être revendiqués si :
 - Des dispositions spéciales de conception sont prises afin de limiter les déformations aux appuis :
 - L'ouverture de la fissure sur appui ne doit pas excéder 1,5 mm sous l'action de l'ensemble des actions, y compris de l'action thermique (cf. NF EN 1995-1-5 et son annexe nationale) qui devra être indiquée dans les DPM ;
 - La partie de cette fissure résultant des seules charges variables ou mobiles ne devra pas excéder 0,5 mm ;
- Les bacs collaborants peuvent être revendiqués si l'avis technique du SEL comprend un primaire tel que :
 - Le primaire est un procédé barrière à la vapeur validé par le Groupe Spécialisé n°12 ;
 - La bonne compatibilité entre le primaire et le SEL est vérifiée dans le cadre de l'instruction de l'avis technique et validée par le GS 5.2.

L'avis technique peut préciser d'autres méthodes et critères de contrôle des éléments porteurs et supports que ceux du CPT sous réserve de justifications et corrélations jugées pertinentes, évaluées dans le cadre de l'instruction de l'avis technique et validée par le GS 5.2.

L'avis technique doit proposer un modèle de fiche de contrôle des éléments porteurs et supports.

L'avis technique doit préciser le mode de traitement des fissures dont la largeur est supérieure à 0,3 mm.

Dans le cas de pose sur ancien revêtement, l'avis technique doit préciser le traitement au niveau des recouvrements entre lés de l'ancien revêtement et le traitement des défauts de partie courante.

L'avis technique peut prévoir d'autres supports que ceux prévus au § B.2.3, Partie 1, sous réserve de justifications jugées pertinentes, évaluées dans le cadre de l'instruction de l'avis technique et validée par le GS 5.2.

Pour les supports constitués d'un ancien carrelage, si l'avis technique propose le remplacement des éléments mal adhérents par un mortier de résine synthétique, il doit définir ce mortier.

L'avis technique doit préciser les préparations et impressions éventuelles pour les supports accessoires en plomb, zinc, cuivre, aluminium et acier. Il peut présenter des préparations et impressions éventuelles pour d'autres matériaux.

D.4 Prescriptions relatives aux travaux en partie courante

L'avis technique doit préciser les températures minimale et maximale de l'air ambiant et du support, ainsi que l'humidité relative maximale de l'air ambiant.

En cas de vent, certaines précautions peuvent être nécessaires et décrites dans l'avis technique, notamment dans le cas de systèmes projetés à la machine.

L'avis technique doit préciser le mode de mise en œuvre : manuel ou mécanique. Dans le cas d'une application par machine, l'avis technique précise les principales caractéristiques et les conditions d'utilisation de la machine et de ses accessoires.

L'avis technique doit préciser si un primaire est nécessaire et décrire sa mise en œuvre (adéquation au support, matériel, consommation minimale, délais minimal et maximal de recouvrement, traitement si le délai maximal est dépassé, etc.).

L'avis technique doit décrire les principes de préparation des composants du procédé. Il indique la consommation minimale de résine pour chaque couche constituant le système, ainsi que le délai de recouvrement minimal et maximal entre couches en fonction de la température. Il doit également indiquer le traitement à appliquer au SEL polymérisé en cas de dépassement du temps de recouvrement maximal.

S'il prévoit un revêtement armé, l'avis technique doit décrire l'armature et son principe de mise en œuvre. Il précise le recouvrement entre lés d'armature.

L'avis technique doit préciser l'épaisseur moyenne du SEL polymérisé et l'épaisseur minimale en toute zone qui ne doit pas être inférieure de plus de 10 % de l'épaisseur moyenne.

D.5 Protections

L'avis technique doit décrire précisément les solutions de protection prévues : autoprotection ou protection par une ou plusieurs des solutions du § B.6, Partie 1.

Certains types de protections nécessitent des justifications expérimentales spécifiques énoncées aux § E.4.3, E.4.5 et E.4.6.

D.6 Traitement des détails et ouvrages particuliers

L'avis technique peut prévoir l'absence de dispositif écartant en tête du relevé les eaux de ruissellement sur support en béton sous réserve d'indiquer les conditions minimales de cohésion superficielle par arrachement du support. Celles-ci sont au minimum conformes aux conditions indiquées au § B.3.3, Partie 1.

L'avis technique peut prévoir une bande de rive formant goutte d'eau en façade. Dans ce cas, il doit décrire la mise en œuvre de la bande de rive et le raccordement entre cette bande de rive et le SEL.

L'avis technique doit définir la colle, le mode de collage, tout renforcement éventuel, avec les systèmes d'évacuation d'eaux pluviales.

Si le traitement par joint plat est prévu, il doit être décrit par l'avis technique et sa durabilité doit être justifiée, à minima selon les conditions énoncées § E.4.7.

D.7 Précautions d'emploi et contrôles d'exécution

L'avis technique doit décrire les dispositions liées à la sécurité des personnels et aux précautions spécifiques au procédé.

D.8 Fabrication et contrôles

L'avis technique identifie les produits constitutifs du SEL fabriqués dans une ou plusieurs usines. Ces usines sont celles déclarées et identifiées dans le cadre de l'instruction de l'avis technique. Le processus de fabrication, le système qualité et les contrôles réalisés de ces usines doivent faire l'objet d'un audit de la part du CSTB lors de l'instruction.

L'avis technique doit décrire le système de contrôle de production appliqué en usine, éventuellement certifié selon le référentiel de management de la qualité ISO 9001.

L'avis technique doit préciser la liste des autocontrôles, leur fréquence, ainsi que les valeurs spécifiées.

La liste des autocontrôles obligatoires est donnée § E.5.

D.9 Matériaux

L'avis technique doit décrire l'ensemble des produits et accessoires, en précisant *a minima* la matière, les dimensions, le conditionnement, les caractéristiques spécifiées.

L'avis technique doit définir les caractéristiques d'identification spécifiées, *a minima* : les performances en traction et allongement du film sec, le temps de polymérisation, l'extrait sec, la densité et le spectre IR.

Certaines valeurs peuvent rester confidentielles au CSTB et ne pas être mentionnées dans l'avis technique.

La valeur d'adhérence doit également être spécifiée en fonction du support.

Partie E : Evaluation des Systèmes d'Etanchéité Liquide de toitures inaccessibles, techniques, végétalisées, jardins et accessibles aux piétons et au séjour

E.1 Généralités

Cette partie précise la classification, les exigences, les méthodes d'évaluation et les autocontrôles nécessaires à un Système d'Etanchéité Liquide de toiture présenté dans le cadre d'une demande d'Avis Technique ou de Document Technique d'Application par un industriel.

E.2 Classification en fonction de l'usage

Les SEL sont classés selon des niveaux de performances. Ces niveaux de performances sont définis par l'industriel souhaitant déposer une demande d'avis technique en fonction de l'usage prévu du système d'étanchéité liquide.

Ce classement permet d'orienter les essais de caractérisation pour l'évaluation de l'aptitude à l'emploi du système d'étanchéité dans les niveaux de performances revendiqués.

E.2.1 Durée de vie

Les systèmes d'étanchéité liquide doivent pouvoir assurer l'étanchéité des toitures-terrasses sur lesquels ils sont installés pour une durée minimale de 10 ans.

Note : les SEL sous ETE doivent à minima être W2.

E.2.2 Domaine d'emploi – charges d'utilisation

Catégorie	Charges d'utilisation	Exemple d'accessibilité
P1 ⁽¹⁾	Faibles	Toiture non accessible
P2	Modérées	Toiture inaccessible, accessible uniquement pour la maintenance de la toiture
P3	Normales	Toiture accessible pour la maintenance des matériels et des équipements ainsi qu'à la circulation des piétons
P4	Spéciales	Toiture-terrasse jardin, toiture inversée, toiture-terrasse végétalisée

(1) Non admis dans le présent document.
Le classement P1 peut éventuellement être admis pour des procédés sous protection par carrelage collé s'il fait l'objet d'une expérience reconnue et réussie de plusieurs années. Cette expérience et la mise en œuvre sont à examiner au cas par cas lors de l'instruction de l'avis technique et de l'examen par la commission du GS 5.2.

E.2.2.1 Relation entre les charges d'utilisation et les niveaux de performance

Catégorie	Niveau de performance minimal	
	Poinçonnement statique	Poinçonnement dynamique
P1	L1	I1
P2	L2	I2
P3	L3	I3
P4	L4	I4

E.2.2.2 Relation entre les niveaux de performance et les charges appliquées

Poinçonnement statique		Poinçonnement dynamique	
Niveau de performance	Charge (N)	Niveau de performance	Diamètre du poinçon (mm)
L1	70 ± 1	I1	30 ± 0,05
L2	150 ± 1	I2	20 ± 0,05
L3	200 ± 1	I3	10 ± 0,05
L4	250 ± 1	I4	6 ± 0,05

E.2.3 Température de surface minimale

Catégorie	Zone climatique	Protection de la surface	Température de surface minimale
TL2 ⁽¹⁾	Température basse modérée	Tous les autres systèmes assemblés protégés ou les toitures exposées	- 10 °C
TL3	Température basse sévère		- 20 °C
TL4	Température basse extrême		- 30 °C

(1) Admis uniquement en DROM

E.2.4 Température de surface maximale

Catégorie	Zone climatique	Protection de la surface	Température de surface maximale
TH1 ⁽¹⁾	Toutes zones climatiques	Toiture inversée et terrasse jardin	30 °C
TH2	Température élevée modérée	Toiture exposée, non isolée ou toiture avec protection lourde, y compris les « terrasse végétalisée »	60 °C
TH3		Toiture exposée, isolée	80 °C
TH4 ⁽²⁾	Température élevée sévère	Toiture exposée, isolée	90 °C

(1) Non admis sauf pour les toitures-terrasses jardins

(2) Classement obligatoire en DROM

E.2.5 Domaines d'emploi et performances exigées pour la France métropolitaine

TABLEAU N°1 : Climat de plaine – TL3 minimum

TABLEAU N°1 : Climat de plaine – TL3 minimum										
SUPPORT			TOITURE INACCESSIBLE			TOITURE ACCESSIBLE				
Support du revêtement d'étanchéité		Pente	Apparent	Protection meuble ⁽¹⁾	Toiture végétalisée ^{(1) (2)}	Apparent toiture technique	Piétons et séjour			Jardin ^{(1) (2)}
							Apparent	Protection dure Pente ≥ 1,5%	Dalles sur plots ⁽¹⁾	
Neuf ou ancienne étanchéité non isolée conservée	Maçonnerie avec isolation inversée	≤ 5%		P2 – TH2	P2 – TH2			P2 – TH2	P2 – TH2	P2 – TH1
	Maçonnerie	≤ 5%	P2 – TH2		P4 – TH2	P3 – TH2	P3 – TH2		P3 – TH2	P4 – TH1
		> 5%								
Ancienne étanchéité isolée conservée	Etanchéité isolée conservée	≤ 5%	P2 – TH3	P2 – TH2	P4 – TH2	P3 – TH3		P3 – TH2	P3 – TH2	P4 – TH1
		> 5%								
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.										
(1) : Exigence complémentaire de résistance à l'eau chaude de 60 jours à 60°C (cf. § Annexe A 4.9 de l'EAD 030350-00-0402).										
(2) : Exigence complémentaire de résistance à la pénétration des racines selon NF EN 13948.										

TABLEAU N°2 : Climat de montagne – Classement TL3 minimum ⁽³⁾

SUPPORT			TOITURE INACCESSIBLE			TOITURE ACCESSIBLE ⁽⁴⁾				
Support du revêtement d'étanchéité		Pente ≥ 1 %	Apparent	Protection meuble ⁽¹⁾	Toiture végétalisée ⁽¹⁾⁽²⁾	Apparent toiture technique	Piétons et séjour			Jardin ⁽¹⁾⁽²⁾
							Apparent	Protection dure Pente ≥ 1,5%	Dalles sur plots ⁽¹⁾	
Neuf ou ancienne étanchéité non isolée conservée	Maçonnerie avec isolation inversée	≤ 5%		P2 – TH2	P2 – TH2			P2 – TH2	P2 – TH2	P2 – TH1
	Maçonnerie	≤ 5%	P2 – TH2		P4 – TH2	P3 – TH2	P3 – TH2		P3 – TH2	P4 – TH1
		> 5%								
Ancienne étanchéité isolée conservée	Etanchéité isolée conservée	≤ 5%	P2 – TH3	P2 – TH2	P4 – TH2	P3 – TH3		P3 – TH2	P3 – TH2	P4 – TH1
		> 5%								

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

(1) : Exigence complémentaire de résistance à l'eau chaude de 60 jours à 60°C (cf. § Annexe A 4.9 de l'EAD 030350-00-0402).

(2) : Exigence complémentaire de résistance à la pénétration des racines selon NF EN 13948.

(3) : Au-dessus de 2 400 m le critère TL3 devient TL4.

(4) : Accessible uniquement pour un usage privatif.

E.2.6 Domaines d'emploi et performances exigées pour les DROM

TABLEAU N°3 : Emploi en DROM – Classement TL2 minimum

TABLEAU N°3 : Emploi en DROM – Classement TL2 minimum										
SUPPORT			TOITURE INACCESSIBLE			TOITURE ACCESSIBLE				
Support du revêtement d'étanchéité		Pente ≥ 2 %	Apparent	Protection meuble	Toiture végétalisée ^{(1) (2)}	Apparent toiture technique	Piétons et séjour			Jardin ^{(1) (2)}
							Apparent	Protection dure	Dalles sur plots	
Neuf ou ancienne étanchéité non isolée conservée	Maçonnerie avec isolation inversée	≤ 5%								
	Maçonnerie	≤ 5%	P2 – TH4		P4 – TH4	P3 – TH4	P3 – TH4	P2 – TH4		P4 – TH4
		> 5%								
Ancienne étanchéité isolée conservée	Etanchéité isolée conservée	≤ 5%								
		> 5%								
Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.										
(1) : Exigence complémentaire de résistance à l'eau chaude de 60 jours à 60°C (cf. § Annexe A 4.9 de l'EAD 030350-00-0402).										
(2) : Exigence complémentaire de résistance à la pénétration des racines selon NF EN 13948.										

E.3 Méthodes d'évaluation

Ce paragraphe présente les essais de type initiaux indispensables à l'évaluation d'un Système d'Etanchéité Liquide.

Les conditions spécifiques de certains essais dépendant des niveaux de performances revendiquées. Ces conditions spécifiques sont détaillées dans le présent paragraphe.

Chaque système soumis dans le cadre d'une même demande d'avis technique doit faire l'objet d'essais. En aucun cas il n'est possible de préjuger de performances équivalentes dans le cas de composants différents (primaires, couches d'étanchéité, couches de protection, armature) mis en œuvre. De plus, dès lors qu'une couche fait partie du système testé, son application sera considérée comme obligatoire.

Les essais de type initiaux peuvent être effectués dans le laboratoire du CSTB ou tout autre laboratoire extérieur accrédité ISO 17025 par un organisme membre de l'E.A (European cooperation for Accreditation) ou évalué périodiquement suivant les exigences du référentiel ISO 17025 par un auditeur interne qualifié du CSTB.

Note 1 : il est possible de sélectionner les systèmes et les niveaux à soumettre à essai afin d'extrapoler et d'interpoler les résultats, permettant ainsi de réduire le nombre d'essais nécessaires. Cette sélection doit être réalisée en accord avec le CSTB et après examen des différents systèmes et niveaux.

Note 2 : Des performances satisfaisantes à un niveau plus sévère assurent l'acceptation à un niveau moins sévère.

Note 3 : Sauf indication contraire, les essais sont réalisés dans des conditions avec 50 % d'humidité relative.

E.3.1 Identification des composants

Les composants des SEL doivent être conformes aux déclarations du Demandeur (y compris les tolérances). Les caractéristiques pertinentes de chaque composant doivent être mesurées, en se référant à des normes EN, ISO ou NF.

E.3.1.1 Résine à base de polyuréthane et polyurée

Résine à base de polyuréthane (toutes couches)
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : spectre IR • Viscosité : méthode ISO 2555 (Brookfield) • Densité : méthode ISO 1675 • Teneur en cendres : méthode EN 3451-1 • Caractéristiques pertinentes : temps de séchage, formation d'une peau, etc. (le demandeur indique également les méthodes de vérifications).
Couches d'impression primaires (autres que polyuréthane) et couche de finition
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : déclaration • Caractéristiques pertinentes : temps de séchage, teneur en matières non volatiles, viscosité, etc. (le demandeur indique également les méthodes de vérifications).
Couche interne
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : déclaration • Masse volumique : méthode EN 9073-1 ou ISO 3374 • Résistance à la traction : méthode EN 9073-3 ou ISO 3342 • Allongement en traction : méthode EN 9073-3 ou ISO 3342

E.3.1.2 Résine à base de polyester flexible insaturé ou PMMA

Résine de polyester insaturé
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : spectre IR • Viscosité : méthode EN ISO 2555 • Densité : méthode ISO 1675 • Teneur en cendres : méthode EN ISO 3451-1
Couche interne
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : déclaration • Masse surfacique : méthode selon la nature du matériau : ISO 3374 ou ISO 9073-1 • Résistance à la traction : méthode selon la nature du matériau : ISO 3342 ou ISO 9073-3 • Allongement en traction : méthode selon la nature du matériau : ISO 3342 ou ISO 9073-3
Couche de finition
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : déclaration • Caractéristiques pertinentes : temps de séchage, teneur en matières non volatiles, viscosité, etc. (le demandeur indique également les méthodes de vérifications).

E.3.1.3 Résine à base de polymère d'ester d'acrylique et de styrène en dispersion dans l'eau

Composants liquides
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : spectre IR • Densité : méthode EN ISO 1675 • Extrait sec : méthode prEN 1768 • Teneur en cendres : méthodes EN ISO 3451-1 • Viscosité : méthode prEN 1781
Armature
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : déclaration • Masse volumique : méthode ISO 9073-1 • Résistance à la traction : méthode EN 9073-2 • Allongement en traction : méthode EN 9073-3
Composants solides (additifs antidérapants)
<ul style="list-style-type: none"> • Nature : déclaration • Granulométrie : méthode EN 933-1

E.3.2 Performances à l'état neuf

E.3.2.1 Performance à la vapeur d'eau

Cet essai détermine les propriétés de transmission à la vapeur d'eau du SEL.

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau	NF EN 1931 Méthode B	10/2000	SEL sans primaire, ni couche optionnelle	Sur film libre	/

E.3.2.2 Etanchéité

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de l'étanchéité à l'eau	EOTA- TR 003	05/2004	SEL sans primaire, ni couche optionnelle	Sur film libre	Etanche

E.3.2.3 Résistance aux charges de vent

Cet essai permet de déterminer la capacité d'un SEL apparent à résister à la délamination.
Dans le cas d'un système sous protection lourde (cf. § B.6, Partie 1), cet essai n'est pas nécessaire.

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au décollement (Compatibilité avec les supports)	EOTA- TR 004	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	à 23°C sur tous les supports revendiqués	> 50 kPa
Détermination de la résistance au décollement ⁽¹⁾	EOTA- TR 005	05/2004		à 23°C sur le support ayant l'adhérence la plus faible à la suite de l'essai TR 004	

(1) A réaliser pour les systèmes comprenant une couche de support partiellement adhérente.

E.3.2.4 Performances aux sollicitations mécaniques

La résistance aux sollicitations mécaniques s'évalue avec les performances aux poinçonnements dynamique et au poinçonnement statique sur les supports les plus et moins compressibles précisés par le demandeur.

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique	EOTA- TR 006	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A 23 °C	Etanche
Détermination de la résistance au poinçonnement statique	EOTA- TR 007	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A 23 °C	Etanche

E.3.2.5 Performance à la traction / allongement à la rupture

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination des propriétés en traction / allongement à la rupture	NF EN ISO 527	04/2012	SEL – film libre	A 23°C	Spécification fabricant $\pm 5\%$ ⁽¹⁾

(1) D'autres tolérances peuvent être revendiquées, sous réserve de présenter lors de l'instruction des références et justifications pertinentes jugées suffisantes pour la Commission du GS 5.2.

E.3.2.6 Performance aux mouvements du support

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance aux mouvements de fatigue	EOTA- TR 008	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	500 cycles à -10°C	Etanche Pas de fissure Pas de décollement > 5 mm

E.3.2.7 Résistance aux effets des températures de surfaces

E.3.2.7.1 Basse température

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique	EOTA- TR 006	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A TL sur acier	Etanche

E.3.2.7.2 Température basse extrême

Cet essai de capacité de pontage des fissures concerne uniquement les SEL revendiquant une performance à la température TL4.

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la capacité de pontage des fissures	EOTA- TR 013	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A – 30°C	Pas de fissure visible Pas de perte d'adhérence au support

E.3.2.7.3 Haute température

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au décollement ⁽¹⁾	EOTA- TR 004	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	à 40°C sur béton	> 50 kPa
Détermination de la résistance au poinçonnement statique	EOTA- TR 007	05/2004		A TH sur acier	Etanche
Détermination de la résistance au glissement ⁽¹⁾	EOTA- TR 009	02/2015		A TH	Déplacement ≤ 2 mm
Détermination de la stabilité dimensionnelle ⁽²⁾	EN 1107-1 ou EN 1107-2	12/1999 05/2001	Couche de support	/	Spécification fabricant ± 5%
<p>(1) Non nécessaire pour les SEL à base de polyuréthane, polyuréthane polymère d'ester d'acrylique et de styrène en dispersion dans l'eau, polyester flexible insaturé, PMMA.</p> <p>(2) Uniquement dans le cas où le système contient une couche de support qui n'est pas totalement adhérente. La stabilité du système est gouvernée par la stabilité dimensionnelle de cette couche de support.</p> <p>Non nécessaire pour les SEL à base de polyester flexible insaturé et PMMA.</p>					

E.3.2.8 Performance des joints d'arrêt – Réparation

Cet essai a pour but de vérifier la compatibilité du SEL fraîchement appliqué avec le SEL polymérisé.

Il permet de s'assurer de la bonne performance du revêtement final dans le cas d'un joint d'arrêt ainsi que de la capacité de réparabilité du SEL.

Si l'application du SEL en cas d'arrêt de chantier ou de réparation nécessite une préparation particulière, ou l'application d'un autre composant, l'essai doit être réalisé dans ces conditions.

Les résines utilisées uniquement pour la réparation du SEL doivent également être soumises à cet essai.

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au décollement	EOTA- TR 004	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle + SEL et/ou résine de réparation	à 23°C sur SEL polymérisé sur béton	> 50 kPa

E.3.2.9 Effets de la température minimale et maximale d'application

Les essais suivants ont pour objectif de s'assurer du maintien des performances du SEL dans la plage de températures autorisées par le demandeur. Les valeurs de traction et allongement obtenues sont comparées avec celles obtenues dans le cas d'une application à 23°C et sur éprouvette neuve, cf. § E.3.2.5.

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Résine de polyester flexible insaturé et PMMA					
<i>Echantillons préparés aux températures mini et maxi indiquées par le fabricant</i>					
Détermination des propriétés en traction / allongement	NF EN ISO 527	04/2012	SEL – film libre	A 23 °C ⁽¹⁾	$\Delta \leq 20\%$ avec valeur § E.3.2.5
Polyuréthane, polyurée et polymère d'ester d'acrylique et de styrène en dispersion dans l'eau					
<i>Echantillons préparés aux températures mini et maxi indiquées par le fabricant</i>					
Détermination des propriétés en traction / allongement	NF EN ISO 527	04/2012	SEL – film libre	A 23 °C ⁽¹⁾	$\Delta \leq 20\%$ avec valeur § E.3.2.5
Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique	EOTA- TR 006	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A 23 °C sur acier	Etanche

(1) Même type de d'éprouvette et même vitesse appliquée qu'à l'initial.

E.3.3 Performances à l'état vieilli

E.3.3.1 Durabilité à la chaleur

Les effets du vieillissement thermique sur la résistance aux sollicitations mécaniques du SEL sont évalués en vérifiant les caractéristiques définies du SEL avant et après l'avoir soumis à un vieillissement thermique conformément à l'EOTA– TR 011 de mai 2004. L'échantillon est placé à 80 ± 2 °C pendant une période de 100 jours.

Une exposition à 70 ± 2 °C pendant une période d'exposition de 200 jours peut être appliquée pour les produits suivants au lieu d'une exposition de 100 jours à 80 °C :

- PMMA;
- Polyuréthane ou polyurée;
- Polymère d'ester d'acrylique et de styrène en dispersion dans l'eau.

Après la procédure de vieillissement thermique, sont réalisés les essais suivants :

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique	EOTA- TR 006	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A TL sur acier	Etanche
Détermination de la résistance aux mouvements de fatigue	EOTA- TR 008	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	500 cycles à - 10°C	Etanche Pas de fissure Pas décollement > 5mm
Détermination des propriétés en traction / allongement	NF EN ISO 527	04/2012	SEL – film libre	A 23°C ⁽¹⁾	$\Delta \leq 20\%$ avec valeur à neuf (§ E.3.2.5)

(1) Même type de d'éprouvette et même vitesse appliquée qu'à l'initial.

E.3.3.2 Durabilité aux UV en présence d'humidité

Les effets du vieillissement par les UV en présence d'humidité sont évalués en vérifiant les caractéristiques définies du SEL avant et après l'avoir soumis à des intempéries artificielles conformément à l'EOTA TR-010, soit en présence d'UV et de pulvérisation. Le SEL reçoit une dose d'exposition d'UV (300-400 nm), exprimées en exposition au rayonnement équivalente d'une année, de 400 MJ/m².

L'essai n'est pas requis pour les SEL sous protection lourde.

L'exposition aux rayonnements UV est réalisée utilisant un appareil d'intempéries artificielles avec soit un arc à Xénon, soit une source UV fluorescente.

Après la procédure de vieillissement aux UV, sont réalisés les essais suivants :

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique	EOTA- TR 006	05/2004	Primaire éventuel + SEL, sans couche optionnelle	A – 10°C sur acier	Etanche
Détermination des propriétés en traction / allongement	NF EN ISO 527	04/2012	SEL – film libre	A 23°C ⁽²⁾	$\Delta \leq 20 \%$ avec valeur à neuf (§ E.3.2.5)

(1) Même type de d'éprouvette et même vitesse appliquée qu'à l'initial.

E.3.3.3 Durabilité à l'eau chaude

Les effets du vieillissement à l'eau sont évalués en vérifiant les caractéristiques définies du SEL avant et après l'avoir soumis à un vieillissement conformément à l'EOTA– TR 012. La surface supérieure du SEL est exposée à l'eau à 60 ± 2 °C.

La période d'exposition est déterminée par le tableau suivant :

Application	Période d'exposition (jours)	
Catégorie	SEL apparent ou sous protection par carrelage collé	SEL sous les protections suivantes : dalles sur plots, gravillons, protection lourde désolidarisée, végétalisation, jardin
P2 ou P3		60
P4	90	

Après la procédure de vieillissement à l'eau chaude, sont réalisés les essais suivants :

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de la résistance au poinçonnement statique	EOTA- TR 007	05/2004	Primaire éventuel + SEL, sans couche optionnelle	A TH sur acier	Etanche
Détermination de la résistance au décollement ⁽¹⁾	EOTA- TR 004	05/2004	Primaire éventuel et SEL, sans couche optionnelle	A 23°C	> 50 kPa

(3) L'essai n'est pas requis pour les SEL sous protection lourde, cf. § E.3.2.3..

E.4 Essais complémentaires

Ce paragraphe présente les essais complémentaires à réaliser dans le cadre de l'évaluation d'un Système d'Etanchéité Liquide pour la justifications de certains domaines d'emploi ou d'usage.

E.4.1 Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées dans le présent document ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

E.4.1.1 Performance de résistance au feu extérieur

E.4.1.1.1 Toitures sous protection lourde

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

E.4.1.1.2 Autres protections et toitures autoprotégées

La performance de résistance au feu extérieur de la toiture, sur laquelle le SEL est appliqué, doit être conforme à la législation, la réglementation et aux dispositions administratives applicables à la toiture du bâtiment en fonction de son utilisation finale.

Le classement du SEL par rapport à sa tenue au feu extérieur se fait conformément à la norme EN 13501-5.

La décision de la Commission 2000/553/EC doit être prise en considération.

En France, le classement Broof (t3) est obligatoire pour les toitures des Etablissements Recevant du Public (ERP) dans les conditions de l'article CO 17 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié.

E.4.1.2 Réaction au feu

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu du support.

Les méthodes d'essai dépendent de la classification revendiquée pour le produit.

Le classement du SEL par rapport à sa réaction au feu est fait conformément à la EN 13501-1.

Les essais selon EN ISO 11925-2 doivent être menés sur des supports conformes à la norme EN 13238.

Les essais selon EN 13823 doivent être menés sur des supports conformes à la norme EN 13238.

E.4.2 Glissance

La glissance n'est pas évaluée par les avis techniques. Des échantillons du procédé sont disponibles sur demande auprès du fabricant du SEL.

E.4.3 Protection par dalles sur plots, gravillons, protection lourde désolidarisée

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Viellissement à l'eau chaude ⁽¹⁾	EOTA-TR 012	05/2004	/	60 jours à 60 °C	/
Détermination du comportement sous charge maintenue en température ⁽²⁾	<i>e-Cahier du CSTB</i> 3669_V2 (§1)	09/2015	Primaire éventuel + SEL, sans couche optionnelle	A 2 fois la charge admissible revendiquée	Etanche Tassement maximal de 50% de l'épaisseur finale du produit
⁽¹⁾ Viellissement suivi des essais listés au § E.3.3.3. ⁽²⁾ Uniquement pour une protection par dalle sur plots.					

E.4.4 Terrasses techniques ou à zones techniques

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination du comportement sous charge maintenue en température	<i>e-Cahier du CSTB</i> 3669_V2 (§1)	09/2015	Primaire éventuel + SEL, sans couche optionnelle	A 2 fois la charge admissible revendiquée	Etanche Tassement maximal de 50% de l'épaisseur finale du produit

E.4.5 Protection par carrelage collé

Le(s) mortier(s)-colle(s) est (sont) nommé(s) cité(s) dans l'avis technique et est (sont) certifié(s) QB11-01.
Le système SEL + carrelage collé avec chaque mortier- colle revendiqué est soumis aux essais suivants :

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de l'adhérence initiale	NF EN 12004-2 (§ 8.3.3.2)	04/2017	Primaire éventuel + SEL + mortier + carrelage	Après 28 jours de séchage à 23°C	Pour chaque mortier colle revendiqué : > 400 kPa
Détermination de l'adhérence après action de l'eau	NF EN 12004-2 (§ 8.3.3.3)	04/2017		Après 7 jours à 23°C + 21 jours dans l'eau à 60 °C	
Détermination de l'adhérence après vieillissement à la chaleur	NF EN 12004-2 (§ 8.3.3.4)	04/2017		Après 14 jours à 23°C + 14 jours à 70°C	Rupture cohésive dans le mortier colle
Détermination de l'adhérence après cycle de gel-dégel	NF EN 12004-2 (§ 8.3.3.5)	04/2017		Après 7 jours à 23°C + 21 jours dans l'eau à 23°C + 25 cycles de gel-dégel	ou Rupture adhésive entre mortier et SEL
Détermination de la résistance au choc dur	<i>Annexe L des Règles Professionnelles « S.E.L. balcons et planchers sur espaces non clos »</i>	07/2021		/	Pour chaque mortier colle revendiqué : Sur 5 carreaux d'essai, au moins 3 avec : Aucune fissure n'atteignant le bord du carreau - Pas d'éclats

Le fabricant de la colle à carrelage doit donner son accord sur la base des essais effectués et du dossier technique.

E.4.6 Protection de toitures et terrasses végétalisées et terrasses-jardins et jardinières intégrées au bâtiment

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Vieillessement à l'eau chaude ⁽¹⁾	EOTA-TR 012	05/2004	/	60 jours à 60 °C	/
Détermination du comportement sous charge maintenue en température	<i>e-Cahier du CSTB 3669_V2 (§1)</i>	09/2015	Primaire éventuel + SEL, sans couche optionnelle	A 2 fois la charge admissible revendiquée	Etanche Tassement maximal de 2 mm
Détermination de la résistance à la pénétration des racines	NF EN 13948	10/2008	Primaire éventuel + SEL, sans couche optionnelle	/	Aucune pénétration de racines

(1) Vieillessement suivi des essais listés au § E.3.3.3.

E.4.7 Traitement du joint de dilatation

Essai	Référentiel	Révision	Composant testé	Conditions particulières d'essai	Exigences
Détermination de l'endurance aux mouvements du support	<i>e-Cahier du CSTB 3669_V2 (§2.2)</i>	09/2015	Système d'étanchéité du joint et raccordement aux parties courantes	/	Etanche

La durabilité du système de joint et sa protection éventuelle doit être démontrée, en prenant en considération les sollicitations climatiques et mécaniques selon la destination de l'ouvrage.

En l'état actuel des connaissances, ce point reste du cas par cas.

E.5 Autocontrôles obligatoires

Essai	Fréquence	Référentiel	Révision	Conditions particulières	Exigences
Résines, primaires à l'état liquide					
Viscosité apparente Brookfield	1 par lot	NF EN ISO 2555	09/1999	A 23 °C	Spécification fabricant ± 10% ⁽¹⁾
Masse volumique	1 par lot	NF EN ISO 1676	10/1999	A 23 °C	Spécification fabricant ± 5% ⁽¹⁾
Armature					
Détermination de l'épaisseur et de la masse surfacique	A chaque réception	Sur certificat fournisseur		/	Spécification fabricant ± 20% ⁽¹⁾
Détermination des propriétés en traction / allongement	A chaque réception				Spécification fabricant ± 5% ⁽¹⁾
SEL polymérisé sans primaire ni couche optionnelle					
Détermination des propriétés en traction	1 par mois	NF EN ISO 527-1	04/2012	A 23 °C	Spécification fabricant ± 5% ⁽¹⁾
Allongement à la rupture	1 par mois	NF EN ISO 527-1	04/2012	A 23 °C	Spécification fabricant ± 5% ⁽¹⁾
SEL polymérisé avec primaire, sans couche optionnelle					
Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique	2 par an	EAD 030350-00-0402 Annexe A4.3	05/2004	à TL sur acier	Etanche
Détermination de la résistance au poinçonnement statique	2 par an	EAD 030350-00-0402 Annexe A4.4	05/2004	à TH sur acier	Etanche
(1) D'autres tolérances peuvent être revendiquées, sous réserve de présenter lors de l'instruction des références et justifications pertinentes jugées suffisantes pour la Commission du GS 5.2.					

SIÈGE SOCIAL

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS