

Procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires

Produits isolants destinés à l'isolation thermique par l'intérieur

Guide technique spécialisé pour la constitution d'un dossier de demande d'Avis Technique

Groupe Spécialisé n° 20 "Produits et procédés spéciaux d'isolation"



Commission chargée de formuler des Avis Techniques
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

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

1. Principe et domaine d'emploi.....	5
1.1. Description du procédé.....	5
1.2. Domaine d'emploi.....	5
2. Produit.....	6
2.1. Désignation commerciale.....	6
2.2. Composition du produit.....	6
2.3. Caractéristiques du produit.....	6
2.3.1. Généralités.....	6
2.3.2. Caractéristiques d'identification du produit.....	6
2.3.3. Performances thermiques.....	10
2.3.4. Caractéristiques mécaniques (aptitude à l'emploi).....	10
2.3.5. Réaction au feu.....	12
2.3.6. Stabilité du polyol au laboratoire du formateur.....	12
3. Mise en œuvre.....	13
3.1. Généralités.....	13
3.2. Fiche relative au chantier réalisé.....	13
3.3. Assistance technique et formation.....	13
3.4. Préparation du chantier.....	13
3.5. Reconnaissance du support et conditions de mise en œuvre.....	14
3.5.1. Reconnaissance du support.....	14
3.5.2. Conditions de mise en œuvre.....	14
3.5.3. Protection du chantier avant projection.....	14
3.6. Prescriptions à suivre pendant la projection.....	14
3.7. Prescriptions à suivre après la projection.....	14
3.8. Spécifications relatives à la mise en place d'un ouvrage de recouvrement sur le procédé.....	15
3.9. Spécifications relatives à la mise en place de planchers chauffants et planchers réversibles.....	15
3.10. Chantiers de référence.....	15
3.11. Prévention des accidents et des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien.....	16
4. Fabrication.....	16
4.1. Usine de fabrication.....	16
4.2. Description du process de fabrication.....	16
4.3. Livraison.....	16
4.4. Conditionnement.....	16
4.5. Stockage.....	16
4.6. Etiquetage – Identification des composants du produit.....	16
5. Contrôles.....	17
5.1. Contrôles sur les composants en usine du formateur.....	17
5.2. Contrôles réalisés par l'applicateur sur chantier (in-situ).....	17
5.3. Contrôles réalisés par le Demandeur / Titulaire à partir d'échantillons préparés sur chantiers.....	19
5.4. Essais réalisés par un laboratoire externe sur échantillons prélevés par l'organisme tiers dans le cadre de l'instruction.....	19

5.5.	Essais réalisés par un laboratoire externe sur échantillons prélevés par l'organisme tiers dans le cadre du suivi de la constance des performances.....	20
5.6.	Suivi par l'organisme tiers des contrôles en usine et sur chantier.....	21
6.	Mise à disposition d'information au Rapporteur du GS 20	23
7.	Annexes.....	24
7.1.	Annexe A1. Méthode d'extrapolation des essais de fluage pour les produits en polyuréthane projeté in-situ	24

1. Principe et domaine d'emploi

1.1. Description du procédé

Le procédé doit être clairement décrit, notamment concernant les points suivants :

- Couple produit/ procédé visé,
- Ouvrages/supports visés,
- Gamme d'épaisseur,
- Gamme de masse volumique,
- Association avec une sous-couche acoustique (le cas échéant),
- Utilisation en plancher chauffant (le cas échéant),
- Indiquer s'il s'agit d'une formulation de type PIR ou PUR
- Indiquer taux de cellules fermées (niveau CCCi) : selon NF EN 14315-1 et NF EN ISO 4590 (méthode 1)
- Préciser le type de gaz d'expansion selon l'annexe C1 de la norme NF EN 14315-1 ou la décision Position Paper du SG 19 n° CPR/SG19-17/167-r2 (janvier 2018) et la décision Position Paper du SG 19 n° CPR/SG19-22/213-r1 (décembre 2022) ;
- Indiquer si nécessité ou non de réhomogénéiser les composants avant projection.

1.2. Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi visé doit être précisé :

- Type de bâtiment : se référer au § 2.2 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" ;
- Type de locaux : se référer au § 2.3 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" ;
- Type de support : se référer au § 2.4 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" ;
- Type de planchers chauffants et planchers réversibles (PCR) : se référer au § 2.5 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" ;
- Type d'ouvrage de recouvrement sur le procédé : se référer au § 2.6 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" ;
- Utilisation avec une sous-couche acoustique mince : se référer au § 2.7 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Le demandeur doit justifier également le domaine d'emploi vis-à-vis de la sécurité incendie :

- Vis-à-vis d'un feu provenant par la sous-face du plancher (cas d'un plancher intermédiaire par exemple) ;
- Vis-à-vis d'un feu provenant de la face supérieure du plancher :
 - Pour les supports cités dans le Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie (janvier 2016) » ou dans l'Annexe II de l'Arrêté modifié du 6 octobre 2004 (NOR : INTE0400842A) « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public » (Guide modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009) : pas de justification particulière à apporter.
 - Pour les autres supports : une Appréciation de Laboratoire (APL) doit être fournie par le Demandeur pour justifier que le plancher bois assure la fonction d'écran thermique, répondant aux critères de non-dégradation de l'isolant au sens de la réglementation incendie, pour le domaine d'emploi considéré. Les conditions données par l'Appréciation de Laboratoire (APL) relatives à la mise en œuvre du plancher (jointoiement, continuité, homogénéité, etc.), à la nature du matériau et à l'épaisseur de plancher doivent être reprises dans le Document Technique d'Application.

2. Produit

2.1. Désignation commerciale

La description de la commercialisation doit être clairement définie.

Pour les applications sur plancher bas ou intermédiaire, cette désignation ne pourra être distribuée par le demandeur / titulaire qu'aux applicateurs mentionnés dans la liste supervisée par l'organisme tiers et téléchargeable depuis un lien précisé dans le Document Technique d'Application, et commercialisée et mise en oeuvre seulement par ces applicateurs.

Les désignations commerciales ou références des composants du produit (du polyol, de l'isocyanate, du gaz d'expansion, etc.) doivent être mentionnées dans le Document Technique d'Application.

La désignation commerciale du produit, de la formulation du produit ou du procédé doit être mentionnée dans tous les rapports d'essais cités dans le Document Technique d'Application.

Lorsque deux plages de masses volumiques sont revendiquées, indiquer une désignation commerciale du procédé pour chaque plage de masse volumique.

2.2. Composition du produit

Décrire la composition du produit en se référant au § 3.3 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" :

- Préciser l'identification des composants du produit y compris le gaz d'expansion : leurs natures et leurs désignations ou références.
- Taux de cellules fermées selon de la méthode de la norme NF EN ISO 4590 (méthode 1) et classe de pourcentage de cellules fermées selon la norme NF EN 14315-1.

Le demandeur doit fournir notamment :

- Fournir les Fiches De données Sécurité (FDS) de chaque composant.
- Fournir les fiches d'identification du produit précisant les composants constituant le produit.
- Fournir un rapport d'essais précisant le taux de cellules fermées selon de la méthode de NF EN ISO 4590 (méthode 1). Le pourcentage de cellules fermées doit être $\geq 90 \%$ ⁽¹⁾.

Note :

⁽¹⁾ Un pourcentage $\geq 90 \%$ correspond à la classe CCC4 selon la norme produit NF EN 14315-1 et NF EN ISO 4590 (méthode 1).

2.3. Caractéristiques du produit

2.3.1. Généralités

Décrire les caractéristiques du produit en se référant au § 3.2 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Les caractéristiques du produit sont évaluées sur la base de la NF EN 14315-1.

L'organisme tiers est défini dans ce chapitre comme un organisme bénéficiant d'une accréditation ISO CEI 17 065 par un organisme reconnu par E.A. (European Cooperation for Accreditation) pour la certification des caractéristiques des produits d'isolation thermique.

2.3.2. Caractéristiques d'identification du produit

Des prélèvements d'échantillons de produit fini ⁽¹⁾ sont réalisés dans le but de réaliser des essais de caractérisation du produit.

Note :

⁽¹⁾ Un échantillon correspond à une date de fabrication, à une unité de projection, à un chantier, ou à un lot de fabrication. Un échantillon peut être composé de plusieurs éprouvettes en fonction de la norme d'essai

correspondante. Ces échantillons doivent être projetés sur un support rigide (non déformable) qui peut être soit le support de projection du chantier, soit un support rigide rapporté.

La préparation des échantillons (nombre, épaisseur, masse volumique) est décrite dans le tableau 1 ci-dessous.

Caractéristique	Norme d'essai	Nombre d'échantillon (cf. définition échantillon § 2.3.2)	Epaisseur de l'échantillon prélevé	Masse volumique de l'échantillon	Epaisseur de l'éprouvette d'essai
Conductivité thermique	NF EN 12667	Voir note (3)	Minimale de chaque plage revendiquée (+ 20 mm (1) (3))	Dans la plage de masse volumique déclarée	30 mm
Stabilité dimensionnelle	NF EN 1604	4	Entre l'épaisseur minimale et maximale revendiquées (+ 30 mm (1))	Masse volumique minimale [– 2 ; + 2] kg/m ³	30 mm
Transmission de la vapeur d'eau	NF EN 12086	4	Entre l'épaisseur minimale et maximale revendiquées (+ 30 mm (1))	Dans la plage de masse volumique déclarée	50 mm
Contrainte en compression ou résistance à la compression	NF EN 826	4	Entre l'épaisseur minimale et maximale revendiquées (+ 30 mm (1))	Masse volumique minimale [– 2 ; + 2] kg/m ³	50 ou 100 mm
Absorption d'eau à court terme par immersion partielle	NF EN ISO 29767	4	Entre l'épaisseur minimale et maximale revendiquées (+ 30 mm (1))	Dans la plage de masse volumique déclarée	50 mm
Fluage en compression	NF EN 1606 / NF DTU 52.10	1	Epaisseur maximale revendiquée (+ 50 mm (1))	Masse volumique minimale	Epaisseur maximale revendiquée
Variation d'épaisseur entre 50 kPa et 2 kPa (dB-dc)	NF EN 12431 / NF DTU 52.10	1	Epaisseur maximale revendiquée (+ 50 mm (1))	Masse volumique minimale [– 2 ; + 2] kg/m ³	Epaisseur maximale revendiquée
Essai d'allumabilité	EN ISO 11925	1	Epaisseur maximale revendiquée	Voir note (2)	60 mm

Tableau 1 : Prélèvements d'échantillons de produit fini

Note :

(1) lors de la confection des échantillons, il est nécessaire de prévoir une épaisseur supérieure à celle des éprouvettes à tester.

(2) le classement de réaction au feu doit couvrir toute la plage de masse volumique et toute la plage d'épaisseur revendiquées.

(3) le nombre d'échantillons prélevés dépend de la méthode du tableau 2.

	Majoration conventionnelle	Vieillessement accéléré
Instruction	<p>Pour déterminer les <u>valeurs initiales</u> de la conductivité thermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 échantillon à l'épaisseur minimale + 20 mm pour chacune des 3 plages d'épaisseur (épaisseur minimale revendiquée, 80 et 120 mm) • 1 échantillon à l'épaisseur maximale revendiquée + 20 mm <p>Pour déterminer les valeurs de la conductivité thermique <u>après vieillissement</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 échantillon à l'épaisseur minimale + 20 mm pour chacune des 3 plages d'épaisseur (ép. minimale revendiquée, 80 et 120 mm) • 1 échantillon à l'épaisseur maximale revendiquée + 20 mm <p>Pour <u>l'essai de normalité</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 échantillon à l'épaisseur minimale + 20 mm pour chacune des 3 plages d'épaisseur (ép. minimale revendiquée, 80 et 120 mm) • 1 échantillon à l'épaisseur maximale revendiquée + 20 mm 	<p>Pour déterminer les <u>valeurs initiales</u> de la conductivité thermique et les <u>valeurs après vieillissement</u>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 échantillons de même date à l'épaisseur minimale + 20 mm pour chacune des plages d'épaisseur revendiquées (pour mesure de conductivité thermique à l'initial et après vieillissement) • 1 échantillon à l'épaisseur maximale revendiquée + 20 mm (pour mesure de conductivité thermique après vieillissement) • Si besoin d'une 4^{ème} date, 1 échantillon à une épaisseur comprise entre les épaisseurs minimale et maximale revendiquées (pour mesure de conductivité thermique après vieillissement) <p>Pour <u>l'essai d'accélération</u> s'il est retenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 échantillon à une épaisseur comprise entre les épaisseurs minimale et maximale revendiquées
Suivi par l'organisme tiers (1 fois par an)	<p>Pour déterminer les <u>valeurs initiales</u> de la conductivité thermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 échantillon à l'épaisseur minimale + 20 mm pour chacune des 3 plages d'épaisseur (épaisseur minimale revendiquée, 80 et 120 mm) • 1 échantillon à l'épaisseur maximale revendiquée + 20 mm 	<p>Pour déterminer les <u>valeurs après vieillissement</u> de la conductivité thermique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 échantillon à l'épaisseur minimale + 20 mm pour chacune des plages d'épaisseur revendiquées

Tableau 2 : Prélèvements d'échantillons de produit fini pour la conductivité thermique

Le tableau 3 donne un exemple des échantillons à prélever pour les essais de conductivité thermique pour une gamme d'épaisseur revendiquée de l'isolant entre 40 et 200 mm.

	Majoration conventionnelle	Vieillessement accéléré
Instruction	Plaque d'épaisseur 1 : [40 ; 75] mm <ul style="list-style-type: none"> 3 échantillons prélevés à 60 mm (40 mm + 20 mm) Plaque d'épaisseur 2 : [80 ; 115] mm <ul style="list-style-type: none"> 3 échantillons prélevés à 100 mm (80 mm + 20 mm) Plaque d'épaisseur 3 : [120 ; 200] mm <ul style="list-style-type: none"> 3 échantillons prélevés à 140 mm (120 mm + 20 mm) 3 échantillons prélevés à 220 mm (épaisseur maximale 200 + 20 mm) 	Plaque d'épaisseur 1 : [40 ; 75] mm <ul style="list-style-type: none"> 2 échantillons de même date prélevés à 60 mm (40 mm + 20 mm) Plaque d'épaisseur 2 : [80 ; 200] mm <ul style="list-style-type: none"> 2 échantillons de même date prélevés à 100 mm (80 mm + 20 mm) 1 échantillon prélevé à 220 mm (épaisseur maximale 200 + 20 mm) 1 échantillon prélevé à 120 mm (épaisseur dans la gamme revendiquée entre 40 et 200 mm [100 mm] + 20 mm). Ce dernier prélèvement permet de compléter les 4 dates différentes 1 échantillon prélevé à 120 mm pour l'essai d'accélération s'il est retenu
Suivi par l'organisme tiers (1 fois par an)	Groupe d'épaisseur 1 : [40 ; 75] mm <ul style="list-style-type: none"> 1 échantillon prélevé à 60 mm (40 mm + 20 mm) Groupe d'épaisseur 2 : [80 ; 115] mm <ul style="list-style-type: none"> 1 échantillon prélevé à 100 mm (80 mm + 20 mm) Groupe d'épaisseur 3 : [120 ; 200] mm <ul style="list-style-type: none"> 1 échantillon prélevé à 140 mm (120 mm + 20 mm) 1 échantillon prélevé à 220 mm (épaisseur maximale 200 + 20 mm) 	Groupe d'épaisseur 1 : [40 ; 75] mm <ul style="list-style-type: none"> 1 échantillon prélevé à 60 mm (40 mm + 20 mm) Groupe d'épaisseur 2 : [80 ; 200] mm <ul style="list-style-type: none"> 1 échantillon prélevé à 100 mm (80 mm + 20 mm)

Tableau 3 : Prélèvements d'échantillons de produit fini pour la conductivité thermique

2.3.2.1. Epaisseur

Déterminer l'épaisseur du produit fini selon la norme NF EN 12085 à partir d'échantillons préparés sur chantiers, notamment pour la justification des performances thermiques (4 échantillons à 4 dates différentes). Les résultats d'essais obtenus doivent être dans l'ensemble des plages d'épaisseurs revendiquées.

2.3.2.2. Masse volumique

Déterminer la masse volumique selon la norme NF EN 1602 à partir d'échantillons préparés sur chantiers, notamment pour la justification des performances thermiques (4 échantillons à 4 dates différentes)..

Deux plages de masse volumique au maximum peuvent être revendiquées uniquement si chaque plage de masse volumique est associée à une plage d'épaisseur distincte.

Le demandeur peut revendiquer, dans son Document Technique d'Application, jusqu'à deux plages de masses volumiques si les conditions suivantes sont respectées :

- Lorsque qu'une seule plage de masse volumique est revendiquée, les valeurs obtenues pour les 4 échantillons à 4 dates différentes doivent couvrir l'ensemble de la plage de masses volumiques revendiquée,
- Lorsque deux plages de masses volumiques sont revendiquées (uniquement si chaque plage de masse volumique est associée à une plage d'épaisseur distincte), chacune de ces plages volumiques doivent être couvertes par les valeurs obtenues sur 2 échantillons à 2 dates différentes (les 4 dates d'échantillons doivent être différentes).

2.3.3. Performances thermiques

2.3.3.1. Généralités

Donner les caractéristiques thermiques (conductivité et résistance) nécessaires pour le dimensionnement en lien avec les travaux d'isolation d'un bâtiment.

Fournir un essai de vieillissement pour la déclaration des valeurs thermiques permettant de prédire la valeur moyenne après vieillissement sur une période de 25 ans. Le vieillissement est déterminé selon la norme NF EN 14315-1 (méthode de l'incrément fixe ou méthode de vieillissement accéléré) ou selon la décision Position Paper du SG 19 n° CPR/SG19-22/213-r1 (décembre 2022) et la décision Position Paper du SG19 n° CPR/SG19-17/167-r2 (janvier 2018) lorsque le gaz d'expansion n'est pas visé par la norme NF EN 14315-1.

2.3.3.2. Détermination de la conductivité déclarée

Evaluer la valeur de conductivité thermique à déclarer, selon la méthode de vieillissement choisie en considérant les mesures des conductivités thermiques initiales et après vieillissement.

Fournir un rapport d'essais de détermination des caractéristiques thermiques après vieillissement selon la norme NF 14315-1. La valeur de conductivité thermique déclarée doit être déterminée sur la base de traitement spécifique tel que défini dans la norme NF EN 14315-1 (§ C4. et § C.5) ou selon la décision Position Paper du SG 19 n° CPR/SG19-22/213-r1 (décembre 2022) et la décision Position Paper SG19 n° CPR/SG19-17/167-r2 (janvier 2018) lorsque le gaz d'expansion n'est pas visé par la norme NF EN 14315-1.

2.3.3.3. Détermination de la conductivité thermique utile

Déterminer la conductivité thermique utile sur la base de la conductivité thermique déclarée conformément aux Règles Th-bât (fascicule 2/5).

2.3.3.4. Détermination de la résistance thermique

Réaliser un tableau reprenant les valeurs de résistance sur la base de la valeur de conductivité thermique utile de la gamme d'épaisseur visée conformément à norme NF EN 14315-1.

Fournir :

- La conductivité thermique utile par plage d'épaisseur permettant de déterminer la résistance thermique.
- Une preuve de la qualité des produits par un autocontrôle de type industriel, et d'en faire vérifier la régularité, l'efficacité et les conclusions par un organisme tiers tel que défini dans le § 2.3.1.

Les modalités du suivi par l'organisme tiers (nature et fréquence des essais, fréquence des vérifications, etc.) sont données au § 5.5 du présent document.

2.3.3.5. Transmission de la vapeur d'eau et absorption d'eau

Fournir le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau « μ » du produit et les valeurs de transmission à la vapeur s_d pour les épaisseurs revendiquées dans le Document Technique d'Application. Les rapports d'essais à fournir sont réalisés selon la norme NF EN 12086 / NF EN ISO 12572.

Fournir la valeur W_p pour l'absorption d'eau par immersion partielle. Les rapports d'essais à fournir sont réalisés selon la norme NF EN 1609 / EN ISO 29767

Fournir A_w selon la NF EN ISO 15148 (si cette caractéristique est demandée pour une étude hygrothermique).

Fournir une étude de simulation hygrothermique pour les planchers bois.

2.3.4. Caractéristiques mécaniques (aptitude à l'emploi)

2.3.4.1. Stabilité dimensionnelle

Déterminer les variations dimensionnelles sous variation de température et humidité selon la norme d'essais NF EN 1604 / ISO 29472 à partir d'échantillon préparés sur chantiers : pour la longueur, la largeur et l'épaisseur définie dans la norme produit NF EN 14315-1. Le rapport d'essai initial est à réaliser par un laboratoire accrédité selon protocole de la norme d'essais NF EN 1604 / ISO 29472.

Un délai de 30 jours maximum doit être respecté entre la date de réalisation des éprouvettes sur chantier et la date de lancement des essais de stabilité dimensionnelle.

Les essais sont réalisés sur quatre échantillons préparés sur chantiers. Ils sont conduits pendant (48 ± 1) h selon la condition d'essai 1 : $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et $(90 \pm 5) \%$ d'humidité relative.

Fournir la preuve de la qualité des produits par un autocontrôle de type industriel, et en faire vérifier la régularité, l'efficacité et les conclusions par un organisme tiers tel que défini dans le § 2.3.1.

Les modalités du suivi par l'organisme tiers (nature et fréquence des essais, fréquence des vérifications, etc.) sont données au § 5.5 du présent document.

Selon la norme NF EN 14315-1, la stabilité dimensionnelle est la moyenne des résultats d'essais réalisés sur les 4 échantillons. Les variations dimensionnelles acceptables sont mentionnées dans le tableau 4 :

Conditions d'essai	Variations dimensionnelles	Exigence
(70±2) °C et (90±5) % HR	$\Delta\epsilon_{\text{longueur}} (\%)$	≤ 6
	$\Delta\epsilon_{\text{largeur}} (\%)$	
	$\Delta\epsilon_{\text{épaisseur}} (\%)$	≤ 4

Tableau 4 : Exigence de Variations dimensionnelles

2.3.4.2. Ecrasement sous charge

Déterminer l'écrasement sous charge du produit par 2 essais :

- Essais de compression à long terme, selon la norme NF EN 1606
 - Par plage de masses volumiques et d'épaisseurs : l'essai est réalisé à la masse volumique minimale et à l'épaisseur maximale de chaque plage revendiquée.
- Essais de détermination de la variation $d_B - d_C$ selon NF EN 12431 à l'épaisseur maximale et à la masse volumique minimale de chaque plage de masse volumique $[-2 ; +2] \text{ kg/m}^3$ et d'épaisseur revendiquée (cf. § 2.3.2).

Deux cas peuvent être rencontrés :

- Dans le cas d'un essai déjà réalisé : Le demandeur a le choix entre retenir la masse volumique moyenne des 3 éprouvettes de l'échantillon ou retenir celle du moins dense des trois échantillons de l'essai de fluage en compression toujours à condition que le fluage sur cet échantillon soit satisfaisant (inférieur à 2 mm après extrapolation à 10 ans). Cependant, dans dernier cas (masse volumique de l'éprouvette la plus faible retenue), si l'étude d'extrapolation à 10 ans est nécessaire, une étude d'extrapolation supplémentaire qui s'ajoute à celle faite sur les déformation moyenne des 3 éprouvettes doit être réalisée et doit être satisfaisante. La modification pourra être effectuée au moment de la révision du Document Technique d'Application.
- Dans le cas d'un nouvel essai : Le demandeur envoie plusieurs échantillons au laboratoire (ex. 3) avec lancement de l'essai de fluage et $d_B - d_C$ sur les éprouvettes les moins denses.

Les rapports d'essais doivent être réalisés par un laboratoire accrédité selon les méthodes d'essai du tableau 5 :

Essai à réaliser	Méthode d'essai
Essai de compression à long terme	NF EN 1606 <ul style="list-style-type: none"> • Durée de l'essai : 122 jours • Charge appliquée sur trois éprouvettes : <ul style="list-style-type: none"> - Soit 10 kPa pour une revendication de charges d'exploitation admissibles dans les locaux jusqu'à 500 daN/m² - Soit 5 kPa pour une revendication de charges d'exploitation admissibles dans les locaux jusqu'à 200 daN/m² • Température en surface des éprouvettes, maintenue, tout au long de l'essai : <ul style="list-style-type: none"> - à 50 °C ± 5 °C si l'utilisation en plancher chauffant est visée. - à température ambiante dans le cas de non-utilisation en plancher chauffant. • Scellement de la plaque de répartition sur l'éprouvette.
Essai d _B – d _C : Variation d'épaisseur entre 50 kPa (d _C) et 2 kPa (d _B)	NF EN 12431 Essais réalisés sur trois éprouvettes La masse volumique de l'éprouvette d'essai doit être égale la masse volumique minimum revendiquée par le demandeur et l'épaisseur de l'éprouvette doit être égale à l'épaisseur maximale revendiquée.

Tableau 5 : Méthodes d'essais de l'écrasement sous charge

Les exigences concernant ces essais sont les suivants :

- Essai de compression à long terme : Ecrasement obtenu après extrapolation à 10 ans des résultats d'essais doit être inférieur ou égal à 2 mm pour chaque plage de masses volumiques ou d'épaisseurs. La méthode d'extrapolation est décrite dans la norme d'essais NF EN 1606 :
 - Si coefficient régression est supérieure à 90% alors la norme NF EN 1606 s'applique ;
 - Sinon c'est la méthode en Annexe 1 qui s'applique.
- Variation d'épaisseur entre 50 kPa (d_C) et 2 kPa (d_B) : $d_B - d_C \leq (0,35 + e_p / 200)$ mm.

Tous ces critères permettent au GS d'apprécier le comportement de la mousse polyuréthane au regard du domaine d'emploi revendiqué.

Informations complémentaires

Les résultats d'écrasement à la compression permettent de déterminer un classement sol selon le NF DTU 52.10 P1-2 en lien avec les exigences attendues pour la constitution de l'ouvrage à réaliser au-dessus de l'isolant (Sous couche acoustique mince, carrelage scellé, chapes ou dalles).

2.3.5. Réaction au feu

Déterminer la réaction au feu du produit selon la norme EN 13501-1. En l'absence d'essai, le mention "NPD" devra apparaître dans le Document Technique d'Application. Le Demandeur doit fournir le rapport de classement de réaction au feu du produit et les rapports d'essais correspondants établis dans un laboratoire notifié selon la NF EN 13501-1.

Préciser dans le Document Technique d'Application la configuration exacte d'essai : produit testé seul ou avec parement, grille, etc.

Préciser dans le Document Technique d'Application l'Euroclasse correspondant au produit seul.

2.3.6. Stabilité du polyol au laboratoire du formateur

Le Demandeur doit s'assurer de la vérification de la stabilité du polyol avant et après vieillissement pendant 1 mois à 40°C.

Les critères d'acceptabilité sont donnés par le formateur et/ou dans les certificats d'analyse pour :

- Réactivité (temps de crème, temps de fil, expansion de la mousse)
- Densité libre ;
- Viscosité ;

De plus, le Demandeur doit s'assurer que le formateur vérifie l'homogénéité des cellules.

Dans le cas où le distributeur aux entreprises applicatrices et le formateur font partie du même groupe, ce contrôle doit être réalisé par un laboratoire accrédité externe.

Le rapport d'essai initial de la stabilité du polyol fait partie du Dossier Technique de la demande.

La stabilité du polyol doit être vérifiée au moins une fois par an. L'organisme tiers doit s'assurer de cette vérification annuelle.

3. Mise en œuvre

3.1. Généralités

La mise en œuvre doit être précisément décrite, avec des détails d'exécution, schémas et/ou commentaires conformément au § 8 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

3.2. Fiche relative au chantier réalisé

La fiche chantier, dont un exemple est en Annexe du Document Technique d'Application, doit être renseignée et contenir à minima les informations du produit après projection :

- Nom de l'entreprise applicatrice
- Références/identification du chantier : adresse, date, surface
- Référence produit
- Épaisseurs relevées et épaisseur retenue pour déterminer la résistance thermique
- Masse volumique du produit appliqué
- Références/Noms des composants
- Numéros de lots des composants
- Date de l'application
- Nom/référence de la machine utilisée pour la projection
- Caractéristique certifiée : résistance thermique
- Numéro du Document Technique d'Application (le cas échéant)

Cette fiche doit être signée par l'entreprise applicatrice et mise à disposition du maître d'œuvre et maître d'ouvrage.

3.3. Assistance technique et formation

Le Demandeur doit décrire dans le Document Technique d'Application le contenu de l'assistance technique apportée par le demandeur aux applicateurs.

Les éléments justificatifs à apporter par le Demandeur comprennent notamment :

- Garantie du Demandeur sur la mise à disposition de sessions de formation à la demande des applicateurs,
- Support technique à disposition des applicateurs,
- Supports de formation à but pédagogique,
- Attestations internes de formation des applicateurs,
- Liste des applicateurs autorisés et références des machines de projection. Cette liste doit être supervisée par l'organisme tiers en charge du suivi. Elle doit être mise à jour et jointe au rapport d'audit de suivi annuel communiqué au rapporteur du GS20. Elle doit être également téléchargeable. Le lien de téléchargement doit figurer dans le Document Technique d'Application, notamment dans le descripteur.

3.4. Préparation du chantier

La préparation du chantier doit être précisément décrite, conformément au § 7 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Fournir la liste des références des machines de projection. Cette liste doit être supervisée par l'organisme tiers en charge du suivi. Elle doit être mise à jour et jointe au rapport d'audit de suivi annuel communiquée au

rapporteur du GS 20. Elle doit également être téléchargeable. Le lien de téléchargement doit figurer dans le Document Technique d'Application, notamment dans le descripteur.

3.5. Reconnaissance du support et conditions de mise en œuvre

3.5.1. Reconnaissance du support

La reconnaissance du support doit être précisément décrite, conformément au § 7.2 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Les éléments justificatifs à apporter par le Demandeur comprennent notamment :

- Photos prises sur différents chantiers,
- Visite chantier par l'instructeur,
- Fournir des exemples de diagnostics réalisés sur chantier (dans le cas d'un plancher bois existant),
- Fournir une étude hygrothermique justifiant l'absence de risque de condensation et de paramètres favorisant le développement fongique (pour un plancher bois donnant sur un local non chauffé).

Aucune trace de développement fongique et de condensation ne doit être constatée.

3.5.2. Conditions de mise en œuvre

Les conditions de mise en œuvre doivent être précisément décrites, conformément au § 7.2 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Les éléments justificatifs à apporter par le Demandeur comprennent notamment :

- Photos prises sur différents chantiers,
- Visite chantier par l'instructeur.

3.5.3. Protection du chantier avant projection

La protection du chantier avant projection doit être précisément décrite, conformément au § 6.1.2 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Les éléments justificatifs à apporter par le Demandeur comprennent notamment :

- Photos prises sur différents chantiers,
- Visite chantier par l'instructeur

3.6. Prescriptions à suivre pendant la projection

Les prescriptions à suivre pendant la projection doit être précisément décrite, conformément aux § 8.1 et § 8.2.1 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Les éléments justificatifs à apporter par le Demandeur comprennent notamment :

- Photos prises sur différents chantiers,
- Visite chantier par l'instructeur

3.7. Prescriptions à suivre après la projection

Les prescriptions à suivre après la projection doit être précisément décrite, conformément aux § 8.2.2 et § 8.3, § 8.4, § 8.5 et § 8.6 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

Remarque : la performance acoustique de la sous-couche acoustique doit avoir un ΔL_w conforme au NF DTU 52.10 P1-2 (CGM).

En cas d'association de sous-couches acoustiques minces (SCAM) et d'un plancher chauffant agrafé, obtenir l'accord du fabricant de sous-couche acoustique mince pour le perçage de la SCAM avec les fixations du plancher chauffant et la citation de la SCAM pour le domaine d'emploi visé par le Document Technique d'Application.

Les éléments justificatifs à apporter par le Demandeur comprennent notamment :

- Photos prises sur différents chantiers,
- Visite chantier par l'instructeur,
- Le cas échéant, accord du fabricant de SCAM.

3.8. Spécifications relatives à la mise en place d'un ouvrage de recouvrement sur le procédé

Décrire les spécifications relatives à la mise en place d'un ouvrage de recouvrement sur le procédé :

- Se référer aux § 9 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires" ;
- Indiquer les prescriptions à respecter pour que l'ouvrage de recouvrement assure le rôle d'écran thermique au sens de la réglementation incendie : épaisseur minimale, nature du matériau, dispositions de mise en œuvre à contrôler (continuité de l'écran, homogénéité, etc.) et éventuelles mesures correctives à suivre :
 - Pour un matériau de recouvrement cité dans le Cahier CSTB 3231 de juin 2000 "Guide de l'isolation par l'intérieur des bâtiments d'habitation du point de vue des risques en cas d'incendie" ou dans l'Annexe II de l'Arrêté modifié du 6 octobre 2004 (NOR : INTE0400842A) « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les établissements recevant du public » (Guide modifié par l'arrêté du 24 septembre 2009), les informations de ces guides sont reprises ;
 - Dans le cas d'un autre matériau, les informations sont issues de l'Appréciation de Laboratoire.
- Cas où la mise en œuvre d'une couche de désolidarisation (ex : film polyéthylène) est nécessaire, il convient de bien distinguer les différentes configurations concernées par la mise en place de ce composant ainsi que les prescriptions de mise en œuvre et caractéristiques du produit.
- En l'absence de justification, la mise en place d'une couche de désolidarisation est par exemple nécessaire dans les cas suivants :
 - Chape fluide mise en œuvre directement sur le procédé,
 - Revêtements de sols imperméables à la vapeur d'eau et déformables (NF DTU 53.2 et 54.1) et revêtements de sols sensibles à l'humidité (NF DTU 51.2). Dans ce cas, seuls les planchers rayonnants électriques « PRE » livrés en trame adhésive sont admis.

3.9. Spécifications relatives à la mise en place de planchers chauffants et planchers réversibles

Décrire les spécifications relatives à la mise en place de planchers chauffants et planchers réversibles conformément au § 10 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

En cas d'association de SCAM et d'un plancher chauffant agrafé, obtenir l'accord du fabricant de sous-couche acoustique mince pour le perçage de la SCAM avec les fixations du plancher chauffant et la citation de la SCAM pour le domaine d'emploi visé par le Document Technique d'Application.

3.10. Chantiers de référence

Lister les chantiers de référence. La liste des chantiers de référence, ainsi que le chantier de démonstration (lors de l'instruction) sont réalisées par des applicateurs autorisés et formés par le demandeur pour le produit concerné par la demande. Pour une première demande de Document Technique d'Application avec une nouvelle formulation (non connue par le GS 20), cette liste doit contenir a minima dix références réparties régulièrement sur l'année précédant la date de recevabilité du dossier technique.

Liste de chantiers comprenant les informations suivantes :

- Adresse du chantier,
- Coordonnées du maître d'ouvrage et de l'applicateur,
- Zone géographique,
- Type de bâtiment,

- Type de plancher,
- Type de travaux : neuf/rénovation,
- Surface isolée,
- Ouvrage de recouvrement,
- Traçabilité du produit appliqué pour le chantier de référence et le chantier de démonstration chantier : tout élément permettant de justifier la traçabilité du produit et de ses composants, du formulateur jusqu'au chantier.

3.11. Prévention des accidents et des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Décrire les informations à disposition de l'utilisateur du procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment le port d'équipements de protection individuelle (EPI). Le Demandeur doit fournir une Fiche de Données Sécurité par composant du produit.

4. Fabrication

4.1. Usine de fabrication

Le Demandeur doit mentionner le nom et adresse de l'usine du formulateur de composants.

4.2. Description du process de fabrication

Le Demandeur doit décrire le procédé de fabrication.

4.3. Livraison

Le Demandeur doit décrire la livraison des composants du produit conformément au § 5.1 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

4.4. Conditionnement

Le Demandeur doit décrire le conditionnement des composants du produit conformément au § 5.2 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

4.5. Stockage

Le Demandeur doit décrire le conditionnement des composants du produit conformément au § 5.3 du CPT 3820 "mise en œuvre des procédés d'isolation thermique de polyuréthane projeté in situ sur planchers bas ou intermédiaires".

4.6. Etiquetage – Identification des composants du produit

Le Demandeur doit lister toutes les informations à renseigner sur les étiquettes des composants du produit :

- Référence du composant,
- Code de fabrication ou numéros de lots,
- Marquage CE du produit, etc.,
- Préciser le cas du vrac : comment sont assurés l'étiquetage et la traçabilité.
- L'étiquette relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret 2011-321 du 23 mars 2011.

Un exemple d'étiquetage pour chaque composant présentant un minima les informations suivantes doit être fourni :

- Nom du produit,
- Code de fabrication ou numéros de lots,
- Masse,
- Date limite d'utilisation,
- Formulateur,
- Consignes de sécurité,
- Marquage CE,
- Etiquette relative aux émissions en polluants volatils conformément au décret 2011-321 du 23 mars 2011.

5. Contrôles

5.1. Contrôles sur les composants en usine du formulateur

Des contrôles qualité sont effectués en usine sur les composants. Le Document Technique d'Application précise ces contrôles.

Ci-dessous sont présentés aux tableaux 6 et 7 des exemples de contrôles réalisés par le formulateur à l'initial sur les deux composants.

Caractéristique contrôlée	Méthode d'essai	Fréquence
Temps de crème	Procédure interne du formulateur	Chaque lot
Temps de fil		
Temps de monté		
Temps de séchage		
Densité libre à cœur		

Tableau 6 : Exemple de contrôles sur la réaction chimique

Caractéristique contrôlée	Méthode d'essai	Fréquence
Viscosité	Procédure interne du formulateur	Chaque lot
Teneur en eau		
Acidité (pH)		
Indice hydroxyl (n° OH)		

Tableau 7 : Exemple de contrôles sur le composant polyol

5.2. Contrôles réalisés par l'applicateur sur chantier (in-situ)

Les contrôles de masse volumique et de l'épaisseur sont réalisés par l'applicateur pour chaque chantier.

Masse volumique

La masse volumique est déterminée sur 3 éprouvettes, pour un même lot de matières premières et pour chaque chantier (au début, au milieu et à la fin du chantier). Les éprouvettes sont découpées dans l'épaisseur de la projection.

La masse minimale de l'éprouvette est de 15 g. Les mesurages des masses sont exprimés au dixième de gramme près. Les mesures dimensionnelles sont données au millimètre près.

La masse volumique de la projection est la moyenne des 3 mesures (arrondie à 0,1 kg/m³ près).

Le Demandeur doit préciser dans le Document Technique d'Application les modalités de mesures (nombre, répartition, équipements, précision de mesure) et la méthode de détermination de la masse volumique du chantier (moyenne des 3 mesures).

À noter que des méthodes de mesures indirectes de la masse volumique (abaque, immersion, etc.) peuvent être utilisées à condition que la corrélation entre la méthode indirecte et la méthode décrite dans le paragraphe précédent soit démontrée.

Les échantillons (carottages ou plaques) préparés pour contrôle de la masse volumique sur chantier doivent être conservés au moins 3 mois après la projection.

Épaisseur

Les mesures dimensionnelles individuelles sont données au millimètre près. L'épaisseur projetée est la moyenne des mesures, arrondie à 5 mm par défaut.

Le Demandeur doit préciser dans le Document Technique d'Application les modalités de mesures (nombre de mesures par local avec un minimum de 4, emplacement, équipements, précision de mesure) et la méthode de détermination de l'épaisseur retenue pour déterminer la résistance thermique (calcul de la moyenne avec arrondi).

Enregistrement des contrôles

Pour chaque chantier, l'applicateur transcrit les résultats des contrôles des masses volumiques et de l'épaisseur sur un registre. Le Demandeur doit mettre ce registre à disposition de l'organisme tiers dans le cadre du suivi des performances.

Un exemple de procès-verbal de chantier doit être mis en annexe du Document Technique d'Application. Il doit indiquer :

- La désignation commerciale du produit ;
- Les caractéristiques utiles suivies par l'organisme tiers accrédité ;
- Les informations relatives au chantier (applicateur, adresse du chantier, numéros de lots des composants, référence de l'unité de projection) ;
- Les caractéristiques de la projection (masses volumiques, épaisseurs et résistances thermiques).

Exemple de méthode de contrôle de l'épaisseur :

L'horizontalité du support de chaque local est vérifiée :

- si le support est plan ou présente une pente régulière ou des irrégularités, les modalités ci-après s'appliquent sur la totalité de la surface du local ;
- si le support présente une cassure / une rupture brutale, il convient de séparer le local en zones distinctes et appliquer les modalités ci-après pour chaque zone.

L'épaisseur mise en œuvre doit être vérifiée à l'aide d'une pige de profondeur ayant un diamètre maximal de 3 mm, ou à l'aide de dispositifs électroniques non destructifs. Pour chaque surface appliquée par local, les mesures sont effectuées en 4 emplacements pour une surface inférieure à 25 m² et 8 emplacements pour une surface supérieure à 25 m². Aucun mesurage ne doit être effectué dans la zone située à moins de 200 mm des bords ou des angles et les emplacements doivent être répartis sur toute la surface du local et suffisamment éloignés les uns des autres.

Les résultats des mesures individuelles sont exprimés au millimètre près. Pour chaque local, l'épaisseur projetée est la moyenne des mesures, arrondie à 5 mm par défaut. Cette épaisseur est retenue pour déterminer la résistance thermique.

Exemple de méthode de contrôle de la masse volumique :

La masse volumique est déterminée sur 3 éprouvettes, pour un même lot de matières premières et pour chaque chantier (au début, au milieu et à la fin du chantier). Les éprouvettes sont découpées dans l'épaisseur de la projection.

La masse minimale de l'éprouvette est de 15 g. Les mesurages des masses sont exprimés au dixième de gramme près. Les mesures dimensionnelles sont données au millimètre près.

La masse volumique de la projection est la moyenne des 3 mesures réalisées sur chantier (arrondi à 0,1 kg/m³ près).

5.3. Contrôles réalisés par le Demandeur / Titulaire à partir d'échantillons préparés sur chantiers

Des échantillons sont prélevés par les applicateurs aux fréquences définies dans le tableau suivant et envoyés à l'état brut pour contrôles par le laboratoire du Demandeur/Titulaire.

Nature de l'essai	Méthode	Fréquence minimale
Masse volumique apparente	NF EN 1602	Une fois par semaine ¹
Conductivité thermique (si la performance est suivie par un organisme tiers)	NF EN 12667 NF EN 12939	Une fois par semaine ^{1 2}
Stabilité dimensionnelle (70°C et 90% HR)	NF EN 1604	Une fois par mois pour chaque unité de projection
Variation d'épaisseur entre 50 kPa et 2 kPa	NF EN 12431	Une fois par semaine ¹
<p>¹ La mesure est réalisée pour un nombre minimal (Y) d'unités de projection qui sera égal à la racine carrée du nombre total (X) des unités de projection des applicateurs ($Y = \sqrt{X}$). Le résultat est arrondi au nombre entier supérieur.</p> <p>De plus, un roulement des applicateurs doit être respecté et permettre un contrôle de chaque unité de projection au moins une fois par mois.</p> <p><u>Exemple 1</u> : Un Demandeur ayant 10 unités de projection réparties sur l'ensemble de ses applicateurs devra réaliser $Y = \sqrt{10} = 3,16$ soit 4 mesures par semaines / 16 mesures par mois.</p> <p><u>Exemple 2</u> : Un Demandeur ayant 40 unités de projection réparties sur l'ensemble de ses applicateurs devra réaliser $Y = \sqrt{40} = 6,32$ soit 7 mesures par semaines / 28 mesures par mois.</p> <p>Mais, chaque unité de projection devant être contrôlée au moins une fois par mois, ce Demandeur devra réaliser 40 mesures de conductivité thermique par mois et non 28.</p> <p>² La conductivité thermique peut également faire l'objet d'un contrôle de production en usine du formulateur (échantillon réalisé directement dans l'usine). Dans ce cas, les fréquences minimales de contrôles sont conformes à l'Annexe B de la norme NF EN 14315-1 : 2013. Toutefois, des mesures in situ doivent être effectuées (sur dix échantillons minimums par mois, répartis sur les unités de projection du Demandeur) en complément pour s'assurer de la conformité avec la valeur déclarée.</p>		

Les résultats de ces essais sont reportés dans un registre que le Demandeur/Titulaire doit mettre à disposition de l'organisme tiers dans le cadre du suivi des performances.

Les mesures de conductivité thermique permettent de suivre la valeur calculée $\lambda_{90/90}$ qui, additionnée des incréments de vieillissement, doit être inférieure ou égale à la conductivité thermique déclarée. Les mesures de masse volumique permettent de suivre la valeur calculée $M_{v50/90}$ qui doit être supérieure ou égale à la masse volumique minimale déclarée.

5.4. Essais réalisés par un laboratoire externe sur échantillons prélevés par l'organisme tiers dans le cadre de l'instruction

Les essais dans le cadre de l'instruction sont réalisés sur :

- Des échantillons du composant polyol ;
- Des échantillons du produit prélevés par l'organisme tiers sur chantiers et envoyés dans un laboratoire accrédité.

Sur le composant polyol

Le polyol doit être prélevé chez le formulateur par l'organisme tiers pour une analyse par chromatographie en phase gazeuse ou spectroscopie infra-rouge soit dans un laboratoire externe, soit dans le laboratoire interne en présence de l'organisme tiers. Les résultats de mesures qui seront réalisées dans le cadre du suivi seront comparés par le laboratoire externe ou l'organisme tiers avec les résultats de la mesure réalisée lors de l'instruction (même équipement).

Les résultats de mesures doivent être fournis lors de l'instruction du Document Technique d'Application.

Sur le produit fini

A l'initial, l'organisme tiers prélève 4 échantillons préparés sur chantiers (4 dates différentes) pour a minima :

- 4 mesures de masses volumiques et test de conformité ;
- 4 mesures initiales de conductivité thermique et test de conformité.

Les tests de conformité sont définis dans le § 5.6 et sont rappelés dans le Document Technique d'Application qui précise les actions à engager si le test de conformité n'est pas satisfaisant.

Les tests de conformité incluant les mesures utilisées pour les calculs, validés par l'organisme tiers doivent être fournis lors de l'instruction du Document Technique d'Application.

Précisions concernant la détermination de la conductivité thermique après vieillissement :

Le demandeur doit communiquer au Rapporteur du GS20 le protocole de détermination de la conductivité thermique après vieillissement appliqué et vérifié par l'organisme tiers, notamment :

- Le choix de la méthode de vieillissement :
 - majoration conventionnelle avec essai de normalité ;
 - ou vieillissement accéléré avec majoration après vieillissement $\Delta\lambda_a$ pour le cas le plus défavorable et, le cas échéant, essai d'accélération ;
- Les plages d'épaisseurs revendiquées ;
- Le nombre de mesures par plage d'épaisseur, en conformité avec les tableaux du § 2.3.2 ;
- Les épaisseurs des échantillons prélevés par plage d'épaisseur, en conformité avec les tableaux du § 2.3.2 ;

Le détail des calculs ayant permis de déterminer les valeurs de conductivité thermique, après validation par l'organisme tiers, doivent être fournis lors de l'instruction du Document Technique d'Application :

- Si la méthode de majoration conventionnelle a été appliquée : fractile $\lambda_{90/90}$, résultats de l'essai de normalité, facteurs de majoration, valeurs de conductivité thermique par plage d'épaisseur ;
- Si la méthode de vieillissement accéléré a été appliquée : fractile $\lambda_{90/90}$, majoration après vieillissement $\Delta\lambda_a$ pour le(s) cas le(s) plus défavorable(s) et, le cas échéant, résultats de l'essai d'accélération, valeurs de conductivité thermique par plage d'épaisseur.

Si la performance thermique fait l'objet d'une certification, le certificat relatif au produit est fourni lors de l'instruction du Document Technique d'Application.

5.5. Essais réalisés par un laboratoire externe sur échantillons prélevés par l'organisme tiers dans le cadre du suivi de la constance des performances

Les essais dans le cadre du suivi sont réalisés sur des échantillons du composant polyol et des échantillons du produit fini prélevés par l'organisme tiers sur chantier et envoyés dans un laboratoire accrédité.

Sur le composant polyol :

Le polyol doit être prélevé au dépôt de l'applicateur dans un conteneur en stock ou chez le formulateur par l'organisme tiers pour une analyse par chromatographie en phase gazeuse ou spectroscopie infra-rouge soit dans un laboratoire externe, soit dans le laboratoire interne en présence de l'organisme tiers. Les résultats de mesures réalisées dans le cadre du suivi doivent être comparés par le laboratoire externe ou l'organisme tiers avec les résultats de la mesure réalisée lors de l'instruction (même équipement).

Cet essai doit être réalisé une fois par an.

Sur le produit fini :

Chaque année, l'organisme tiers prélève des échantillons préparés sur chantiers (4 dates différentes) pour a minima :

- 4 mesures de masses volumiques et test de conformité ;
- 4 mesures initiales de conductivité thermique et test de conformité.

Les tests de conformité sont définis dans le § 5.6 du présent Document. Le Document Technique d'Application précise les actions à engager si le test de conformité n'est pas satisfaisant.

Nature de l'essai	Méthode	Fréquence minimale
Masse volumique apparente	NF EN 1602	Une fois par semestre ¹
Conductivité thermique (si la performance est suivie par un organisme tiers)	NF EN 12667 NF EN 12939	Une fois par semestre ¹
¹ La mesure doit être réalisée pour deux échantillons chaque semestre, dont : <ul style="list-style-type: none"> - Un échantillon prélevé par l'organisme tiers sur chantier et envoyé au laboratoire accrédité, - Un échantillon envoyé au laboratoire accrédité par un applicateur désigné au hasard par l'organisme tiers. 		

Tableau 8 : Nature des essais des tests de conformité

Précisions concernant le suivi de la conductivité thermique après vieillissement :

Le demandeur doit communiquer au Rapporteur du GS20 le protocole de suivi de la conductivité thermique après vieillissement appliqué et vérifié par l'organisme tiers, notamment :

- Une fois par an : prélèvements d'échantillons par l'organisme tiers conformément aux tableaux du § 2.3.2 pour des essais par un laboratoire externe accrédité.
 - Cas de la majoration conventionnelle : chaque mesure initiale additionnée de l'incrément de vieillissement doit être inférieure ou égale à la valeur initialement validée ou certifiée pour la plage d'épaisseur concernée,
 - Cas du vieillissement accéléré : chaque mesure de conductivité après vieillissement doit être inférieure ou égale à la valeur initialement validée ou certifiée pour la plage d'épaisseur concernée.
- Une fois tous les 2 ans, selon la méthode de vieillissement appliquée : réalisation par le laboratoire du Titulaire ou par un laboratoire externe accrédité d'un essai de normalité (dans le cas de la méthode de majoration conventionnelle) ou, s'il a été appliqué initialement, d'un essai d'accélération (dans le cas de la méthode du vieillissement accéléré) pour confirmer le maintien des conditions initialement validées.
- Les cas de résultats d'essai de conductivité après vieillissement, d'essai de normalité ou d'essai d'accélération non conformes sont décrits dans le protocole validé par l'organisme tiers. De tels résultats peuvent conduire à de nouveaux prélèvements et nouveaux essais, à une modification des marges de sécurité ou des majorations conventionnelles (respectivement aux tableaux 1 et 2 du Position Paper du SG19 n°NB-CPR/SG19-22/213r1), etc.

En cas de modification des valeurs de conductivité thermique par l'organisme tiers, le Titulaire doit en informer le Rapporteur du GS20.

5.6. Suivi par l'organisme tiers des contrôles en usine et sur chantier

L'organisme tiers est tenu de vérifier les contrôles réalisés par le formulateur sur les composants, les contrôles réalisés par le Demandeur/ Titulaire (ou un laboratoire extérieur sous sa responsabilité) sur le produit et le polyol ainsi que les contrôles sur chantier réalisés par l'applicateur. Un rapport de vérification doit être réalisé par l'organisme tiers après chaque vérification. En cas de détection de non-conformités au cours des vérifications, le suivi des actions correctives doit être effectué par l'organisme tiers.

Suivi par l'organisme tierce partie des contrôles Type de vérification	Vérification	Fréquence
Contrôles réalisés par le formulateur sur les composants (§ 5.1)	Audit de l'usine du formulateur	1 fois par an
Contrôles réalisés par le laboratoire du titulaire sur l'isolant produit in-situ (§ 5.3)	Audit du laboratoire du titulaire	1 fois par an
Contrôles réalisés par les applicateurs sur chantiers (§ 5.2)	Audit de chantier	N fois par an N est égal à la racine carrée du nombre total d'applicateurs par certificat (Z), soit $N = \sqrt{Z}$ le résultat étant arrondi au nombre entier inférieur. Deux audits chantier par an constituent le minimum à réaliser.
<p>Organisation générale des contrôles, suivi, enregistrements réalisés par le titulaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise des contrôles par le laboratoire : conformité des fractiles (fractile 90/90 pour la conductivité thermique, fractile 50/90 pour la masse volumique), respect des fréquences, conformité des mesures et traitement des mesures non conformes • Maîtrise des contrôles sur chantiers : conformité des mesures, traitement des mesures non conformes, suivi de l'état des équipements de mesures et étalonnages • Maîtrise des applicateurs/compétences, maintenance des unités de projection avec la liste des applicateurs/unités de projection • Si le titulaire du Document Technique d'Application n'est pas le formulateur : système qualité y compris la revue de direction, la traçabilité des matières premières jusqu'aux chantiers et les réclamations • Tests de conformité sur la masse volumique et sur la conductivité thermique <p>Concernant la conductivité thermique après vieillissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • A l'initial : <ul style="list-style-type: none"> ○ validation des protocoles de détermination et de suivi de la conductivité thermique après vieillissement selon § 5.4 et 5.5 en lien avec les tableaux du § 2.3.2), ○ vérification du respect du protocole de détermination des valeurs de conductivité thermique et des calculs ayant permis de les déterminer sur la base des rapports d'essais selon § 5.4 • En suivi : <ul style="list-style-type: none"> ○ vérification du respect du protocole de suivi des valeurs de conductivité thermique selon § 5.5 ○ vérification de la conformité des valeurs de conductivité thermique après vieillissement une fois par an selon § 5.4 et 5.5 en lien avec les tableaux du § 2.3.2 ○ vérification de la réalisation 1 fois tous les 2 ans de l'essai de normalité (méthode de majoration conventionnelle) ou, s'il a été appliqué initialement, de l'essai d'accélération (méthode du vieillissement accéléré) pour confirmer le maintien des conditions initialement validées en cas de résultats d'essais non conformes, application du protocole, suivi des actions et décisions pertinentes 	Audit du titulaire	1 fois par an

Tableau 9 : Audits de l'organisme tiers

Le tableau 10 détaille les tests de conformité à réaliser par l'organisme tiers à partir de 4 mesures de chaque caractéristique sur les 4 échantillons prélevés par l'organisme tiers conformément aux § 5.4 et 5.5.

Test de conformité de la conductivité thermique

Pour n échantillons prélevés, la valeur moyenne et l'écart type sur la conductivité thermique sont calculés selon :

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [\lambda_i - \bar{\lambda}]^2} \quad \text{où } \lambda_i \text{ est la conductivité thermique mesurée sur l'échantillon } i$$

La valeur de conductivité thermique déclarée λ_D est validée si : $\lambda_D \geq \bar{\lambda} + 0,44 \times s$

La valeur 0,44 a été déterminée par le calcul basé sur l'hypothèse que le risque est inférieur à 5% pour un fractile déclaré de 90%, pour 4 échantillons.

Test de conformité de la masse volumique

A l'effectif n est associée une borne B définie par : $B = 1 - \frac{0,0493}{\sqrt{n}}$

Chacune des valeurs mesurées M_{vi} est associée une borne inférieure B_{inf} définie par : $B_{inf} = (1-0,06) \times M_{v\text{déclarée}}$

A partir des n résultats de mesure obtenus, on calcule un indicateur S défini par : $S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{M_{vi}}{M_{v\text{déclarée}}}$

Le résultat du test de conformité est déclaré satisfaisant si : $S \geq B$ et aucune valeur de $M_{vi} < B_{inf}$

Le résultat du test de conformité est déclaré non satisfaisant si :

- $S < B$;
- ou
- Si au moins une valeur $M_{vi} < B_{inf}$.

Tableau 10 : Tests de conformité

6. Mise à disposition d'information au Rapporteur du GS 20

Le demandeur du Document Technique d'Application doit transmettre les informations suivantes lors de la demande du Document Technique d'Application :

- Contrôles sur prélèvements chantiers (cf. § 5.3) ;
- Contrôles sur chantiers par les applicateurs (cf. § 5.2) ;
- Rapports d'audits de l'usine et du laboratoire ou conclusions de ces audits
- Tests de conformité incluant les mesures utilisées pour les calculs, validés par l'organisme tiers, selon le § 5.6 ;
- 1 Rapport d'audit de chantier ;
- Rapport d'audit initial spécifique du demandeur ;
- Protocoles de détermination et de suivi de la conductivité thermique après vieillissement validés par l'organisme tiers selon § 5.4 ;
- Détail des calculs ayant permis de déterminer les valeurs de conductivité thermique après vieillissement selon § 5.4 ;
- Le cas échéant, certificat attestant des performances du produit

Le titulaire du Document Technique d'Application, dans le cadre du suivi, met à disposition du Rapporteur du GS 20, chaque année, dans un dossier partagé les informations suivantes :

- Contrôles sur prélèvements chantiers (cf. § 5.3) ;
- Contrôles sur chantiers par les applicateurs (cf. § 5.2) ;
- Rapports d'audits de l'usine et du laboratoire ou conclusions de ces audits
- Tests de conformité (une fois par an) incluant les mesures utilisées pour les calculs, validés par l'organisme tiers, du § 5.6 ;
- Rapport des audits de chantiers ;
- Rapport d'audit annuel spécifique du titulaire (cf. § 5.4)
- Notification de l'organisme tiers concernant les non-conformités.

D'autre part, le Titulaire doit informer sans délais le Rapporteur du GS 20 en cas de suspension de certification ou d'arrêt du suivi par l'organisme tiers.

7. Annexes

7.1. Annexe A1. Méthode d'extrapolation des essais de fluage pour les produits en polyuréthane projeté in-situ

1.1.3 Comportement non linéaire avec dernière phase descendante

Le fluage fait apparaître deux phases majoritaires :

- Une augmentation rapide des déformations jusqu'au point d'inflexion
- Une diminution de la déformation après le point d'inflexion. Cette diminution correspond à un gonflement du PUP malgré la présence d'une charge de fluage. La courbe ci-dessous illustre ce phénomène :

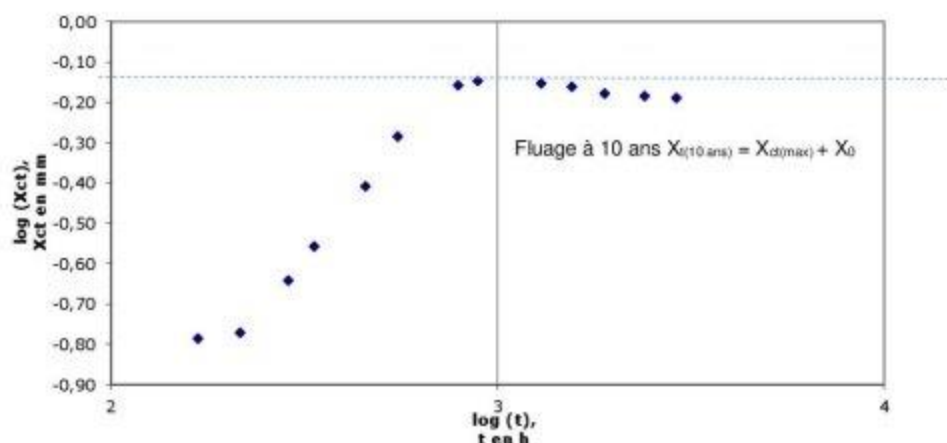


Figure 5 : Fluage d'un PUP en fonction du temps avec un comportement non linéaire avec dernière phase descendante

La corrélation de Findley n'est donc plus applicable pour la détermination du fluage à long terme.

$X_{ct}(\max)$ représente alors le maximum obtenu entre les deux approches suivantes :

- Valeur de X_{ct} extrapolée par régression linéaire sur la dernière phase de fluage (régression sur les points qui suivent le point d'inflexion),
- Maximum de X_{ct} obtenu pendant l'essai sur 4 mois.

A cette valeur sera rajoutée X_0 , la déformation initiale obtenue au début de l'essai, pour obtenir le fluage total à 10 ans $X_{ct}(10 \text{ ans})$:

$$X_{ct}(10 \text{ ans}) = X_{ct}(\max) + X_0$$

1.1.2 Comportement quasi-linéaire

Les produits ont un comportement quasi linéaire sur la durée de l'essai (4 mois), comme montré sur le graphique suivant :

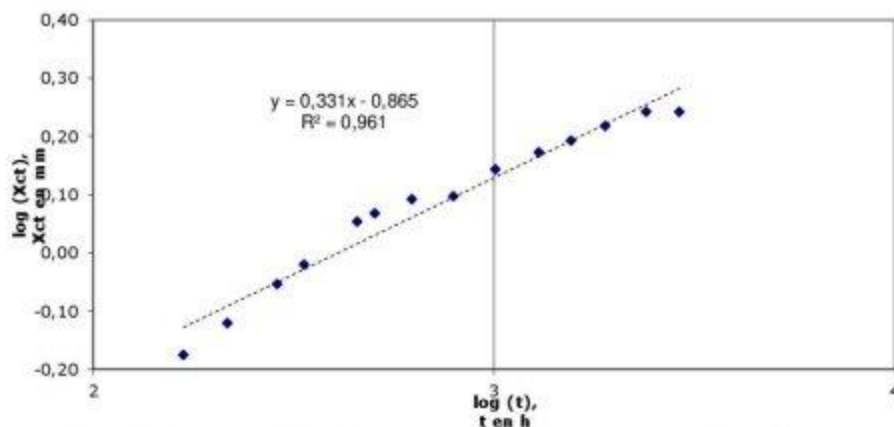


Figure 4 : Fluage d'un PUP en fonction du temps avec un comportement quasi-linéaire

Dans ce cas, la loi de Findley telle que définie dans l'annexe A de la norme NF EN 1606 permet de décrire le fluage du matériau.

Notons que dans le cas de l'application de la méthode précédente (cf 1.1.1), le résultat à 10 ans serait similaire car étant donné l'absence du point d'inflexion, la régression linéaire concernerait tous les points de l'essai, ce qui permettrait d'obtenir la même droite d'extrapolation que celle qui aurait été obtenue avec la loi de Findley.

1.1.1.2. Extrapolation à 10 ans

L'ensemble des points situés entre le point d'inflexion et le dernier point de mesure est utilisé pour réaliser une régression linéaire ordinaire. Cette régression (courbe grise dans l'exemple ci-dessous) permet de déterminer la valeur de l'accroissement de la déformation de l'éprouvette à $t=10$ ans $X_{ct(10 \text{ ans})}$. A cette valeur sera rajoutée X_0 , la déformation initiale obtenue au début de l'essai, pour obtenir le fluage total à 10 ans $X_{t(10 \text{ ans})}$:

$$X_{t(10 \text{ ans})} = X_{ct(10 \text{ ans})} + X_0$$

1.1.1.3. Exemple

Ci-dessous le résultat d'un exemple d'utilisation de la méthode :

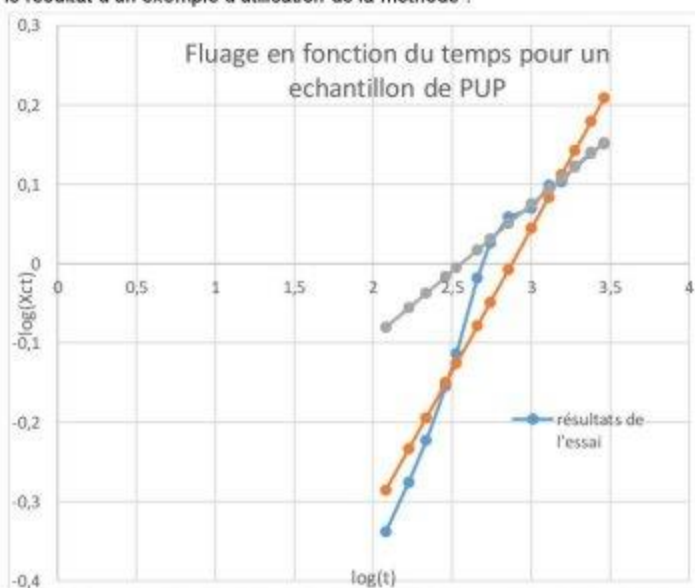


Figure 3 : Exemple de fluage du PUP en fonction du temps et utilisation de la méthode

La méthode proposée a pour but de sélectionner les points de la phase secondaire afin d'effectuer une régression linéaire qui soit plus fidèle au comportement à long terme, et ceci pour la prédiction du fluage à 10 ans. La première étape consiste ainsi à déterminer le point d'inflexion.

1.1.1.1. Détermination du point d'inflexion

Le point d'inflexion se détermine en partant du dernier point de l'essai, et en testant un critère de pente pour les points précédents :

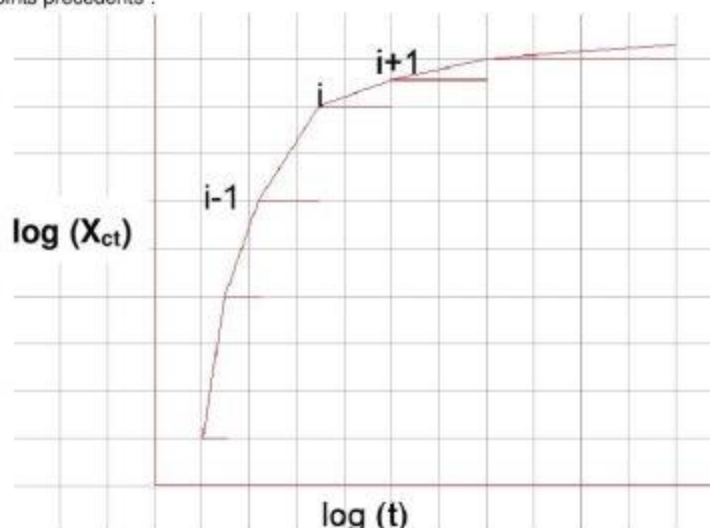


Figure 2 : Détermination du point d'inflexion

Notons $d(i)$ la dérivée entre le point i et $i+1$ soit la tangente de l'angle avec l'horizontal.

$$d(i) = \frac{\log(X_{ct}(i+1)) - \log(X_{ct}(i))}{\log(t(i+1)) - \log(t(i))}$$

Le point i fait partie du fluage secondaire si $d(i)$ est approximativement égale à la moyenne des $d(i)$ suivants. Pour cela, un critère d'écart maximal autorisé entre la pente au point i et la moyenne de la pente des points suivants est proposé :

$$abs(d(i) - moyenne(d(i+1); d(i+2); ...; d(final))) < crit$$

Le critère est conventionnellement fixé à partir des essais réalisés à ce jour sur les produits de type PUP :

Crit = 0,2

Le premier point sortant de ce critère, en partant du dernier point de l'essai, correspond au point d'inflexion.

PARTIE 1.

1 METHODES D'ESSAIS

1.1 Fluage en compression

La méthode d'essai de fluage en compression telle que décrite dans le Référentiel de certification s'applique pour tout produit entrant dans le champ d'application de ce Référentiel.

La méthode d'extrapolation, telle que définie dans l'annexe A de la norme NF EN 1606 ne s'applique pas. La méthode décrite dans le présent document s'applique.

Enfin, sur la base de ces résultats, la classification sol selon la norme NF DTU 52.10 peut être obtenue conformément au §3.6.5 du Référentiel.

La présente méthode ne modifie pas les conditions ni la durée des essais qui doivent être réalisés conformément à la norme NF EN 1606 et au DTU 52.10.

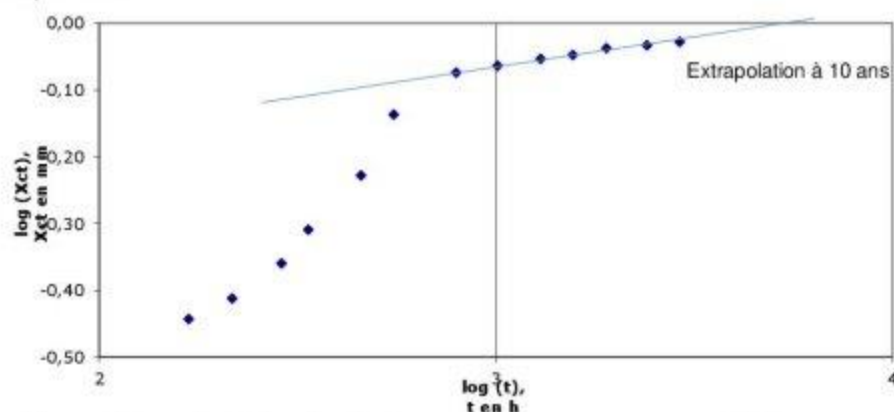
La méthode consiste dans le cas générique à extrapoler le comportement de la dernière phase de fluage de l'essai pour obtenir une valeur de fluage à 10 ans. Notons que les points antérieurs à 120h ne sont pas représentés.

3 types de comportements sont distingués. La méthode de calcul à appliquer varie en fonction de ces cas.

1.1.1 Comportement non linéaire avec dernière phase ascendante

Le fluage fait apparaître deux phases majoritaires :

- Une augmentation rapide des déformations jusqu'au point d'inflexion
- Une augmentation plus lente de la déformation après le point d'inflexion. Cette augmentation indique le passage d'un fluage primaire à un fluage secondaire. La courbe ci-dessous illustre ce phénomène :



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