



Cahier Technique 4

Détermination du tassement

Indice de Révision	Date de mise en application
C	01/12/2018



Table des matières

1	PREAMBULE.....	2
2	METHODES DE DETERMINATION POUR LES PRODUITS MIS EN ŒUVRE PAR SOUFFLAGE SUR PLANCHER DE COMBLE.....	2
2.1	PRODUITS EN VRAC RELEVANT DE NORME EUROPEENNE HARMONISEE.....	2
2.2	PRODUITS EN VRAC NE RELEVANT PAS DE NORME EUROPEENNE HARMONISEE.....	2
3	METHODES DE DETERMINATION POUR LES PRODUITS MIS EN ŒUVRE PAR INSUFFLATION DANS LES PAROIS	5
3.1	DETERMINATION DU TASSEMENT PAR VIBRATION	5
3.2	DETERMINATION DU TASSEMENT PAR VARIATION HYGROTHERMIQUE	6
4	METHODES D’ESSAIS POUR LE CONTROLE DE PRODUCTION EN USINE.....	8
4.1	DETERMINATION DU TASSEMENT PAR IMPACT MECANIQUE.....	8
5	METHODE DE PRE-CLASSEMENT DU TASSEMENT	10
5.1	DOMAINE D’APPLICATION ET PRINCIPES	10
5.2	DESCRIPTION DE LA METHODE.....	11
5.3	CONDITIONS POUR LE PRE-CLASSEMENT DE LA VALEUR DE TASSEMENT	12
	ANNEXE 1 : TRAITEMENT DES DONNEES BRUTES POUR DETERMINATION DES LOIS D’EXTRAPOLATION	14



1 Préambule

On appelle tassement la perte d'épaisseur au cours du temps des produits en vrac soufflés sur planchers de combles perdus, ou la perte de hauteur potentielle des produits mis en œuvre par insufflation dans les parois. Dans le cas des produits soufflés sur planchers de combles, ce tassement est pris en compte dans le calcul de la résistance thermique du procédé. Pour les produits mis en œuvre par insufflation dans une paroi, le tassement doit être nul de manière à éviter la perte d'isolation en partie supérieure.

Ce Cahier Technique définit les méthodes de détermination du tassement pour ces procédés.

2 Méthodes de détermination pour les produits mis en œuvre par soufflage sur plancher de comble

2.1 Produits en vrac relevant de norme européenne harmonisée

Pour les produits relevant de la norme européenne harmonisée NF EN 14064-1, le tassement peut être déterminé selon une des 3 méthodes décrites au §4.2.3.2 de la norme NF EN 14064-1. En laboratoire, le tassement est déterminé selon l'annexe K de la norme NF EN 14064-1. La classe de tassement est exprimée conformément à la norme NF EN 14064-1.

La classe de tassement exprimée en % résulte des valeurs s mesurées pour lesquelles l'arrondi mathématique s'applique. Par exemple, pour une classe de tassement 1% la valeur maximale des résultats d'essais de tassement est de 1,49.

2.2 Produits en vrac ne relevant pas de norme européenne harmonisée

Pour les produits relevant de la norme européenne NF EN 15101-1, le tassement peut être déterminé selon la méthode décrite au § 4.2.2 de la norme NF EN 15101-1.

En laboratoire, le tassement est déterminé selon l'annexe B de la norme NF EN 15101-1. La classe de tassement est exprimée conformément à la norme NF EN 15101-1.

Pour les autres produits, le tassement est déterminé par un essai en laboratoire, au cours duquel les éprouvettes sont soumises à un changement hygrothermique.

2.2.1 Nombre d'éprouvettes

Deux éprouvettes de 600 ± 10 mm par 600 ± 10 mm par 300 ± 20 mm sont obtenues par soufflage dans des cadres comprenant 9 règles graduées au 1 mm, verticales réparties équidistantes selon la méthode définie au paragraphe 2.2.2, à partir des échantillons prélevés.

2.2.2 Préparation des éprouvettes

Les cadres peuvent être préparés en utilisant des panneaux de bois préfabriqués ou du polystyrène.

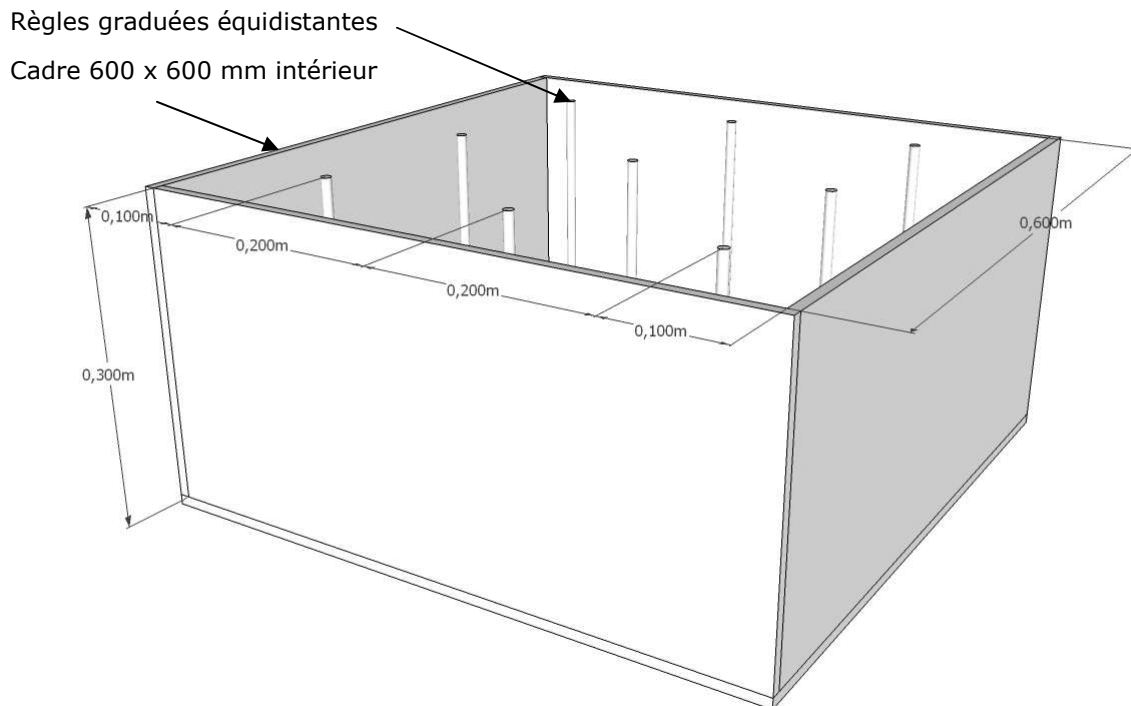


Figure 1 : Schéma de principe, cadre pour éprouvette de tassement avec un conditionnement cyclique sec/humide

Le produit est alors soufflé dans le cadre réalisé à l'aide d'une machine pneumatique selon les prescriptions du Cahier Technique n°8.

2.2.3 Conditionnement

Les éprouvettes sont à manipuler avec précaution et à déplacer le moins possible.

Avant l'essai, les éprouvettes sont stockées 6 h à 23 ± 2 °C.

Les éprouvettes sont ensuite soumises à 4 cycles de 28 jours comprenant, pour chaque cycle :

- 14 jours à 23 ± 1 °C et 85 ± 5 % HR
- 14 jours à 50 ± 2 °C et 15 ± 5 % HR

2.2.4 Méthode de mesure

L'épaisseur de l'éprouvette est définie comme la moyenne des 9 épaisseurs individuelles mesurées à l'aide des règles graduées de l'éprouvette. Ces mesures sont effectuées sans pression à l'aide des règles graduées placées dans les cadres.



Afin de déterminer le tassement, des mesures de l'épaisseur de l'éprouvette sont effectuées avant le lancement de l'essai (à l'issue de la préparation de l'éprouvette) et le dernier jour de chaque cycle, soit 5 relevés en tout.

Le tassement s de chaque éprouvette est exprimé en pourcentage, au dixième de pourcent près, en fonction de l'épaisseur initiale mesurée à l'issue de l'application par l'équation :

$$s \text{ (\%)} = \frac{\Delta e}{e_i}$$

avec $\Delta e = e_i - e_f$: variation d'épaisseur en mm

où :

- e_i (mm) est la moyenne des épaisseurs individuelles d'une éprouvette mesurées à l'issue de la préparation des éprouvettes.
- e_f (mm) est la moyenne des épaisseurs individuelles d'une éprouvette mesurées à l'issue des quatre cycles complets.

Le résultat de l'essai (tassement S) est la moyenne du tassement des deux éprouvettes, arrondie au pourcent près :

$$S : \text{Tassement (\%)} = \frac{1}{2} \left(\sum \frac{\Delta e}{e_i} \right)$$

2.2.5 Expression des résultats

La valeur S précédente est utilisée pour le calcul de la résistance thermique.

La classe de tassement du produit est déterminée selon le tableau suivant :

Classe	Exigence
SH 01	Aucun tassement mesurable ($\leq 1 \%$)
SH 05	$S \leq 5 \%$
SH 10	$S \leq 10 \%$
SH 15	$S \leq 15 \%$
SH 20	$S \leq 20 \%$
SH 25	$S \leq 25 \%$
SH 30	$S > 25 \%$



3 Méthodes de détermination pour les produits mis en œuvre par insufflation dans les parois

3.1 Détermination du tassement par vibration

3.1.1 Principe

L'essai est réalisé en procédant par insufflation du produit dans un cadre mur selon les prescriptions de mise en œuvre du Dossier Technique de l'Avis Technique ou du Document Technique d'Application visant les murs. L'éprouvette est soumise à une série de vibrations.

Le tassement est déterminé en mesurant la hauteur du produit dans le cadre avant et après la série de vibrations.

3.1.2 Nombre d'éprouvettes

Une seule éprouvette est testée.

3.1.3 Préparation de l'éprouvette

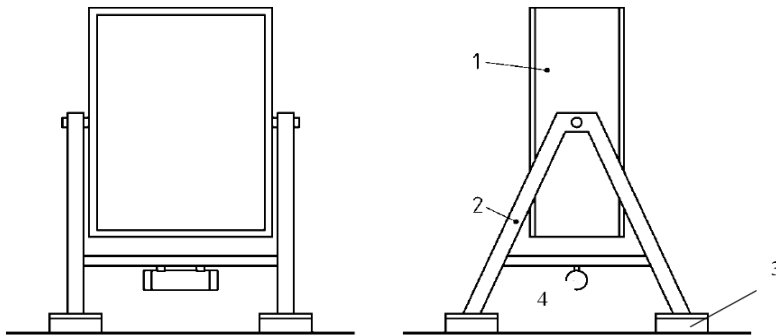
La fabrication du cadre de l'éprouvette est réalisée selon la norme NF EN 15101-1 annexe B §B2.

L'éprouvette est constituée d'un cadre fermé fabriqué en bois de 16 mm d'épaisseur avec une hauteur d'au moins 2300 mm. La profondeur du cadre est au minimum de 100 mm et au maximum de l'épaisseur visée dans l'Avis Technique ou le Document Technique d'Application.

3.1.4 Dispositif d'essai

Le dispositif d'essais est décrit selon la norme NF EN 15 101-1 annexe B § B2.

Il consiste à installer verticalement l'éprouvette sur la table du dispositif d'essais. Ensuite, on applique des vibrations à l'éprouvette à l'aide du dispositif (moteur électrique).



1. Eprouvette
2. Support du dispositif
3. 100 mm d'isolation acoustique
4. moteur

Figure 2 : Exemple du dispositif de tassement mécanique par vibrations

3.2 Détermination du tassement par variation hygrothermique

3.2.1 Principe

Les essais sont réalisés par analogie selon l'annexe K de la norme EN 14064-1 :
Sur la base de 4 cycles de 28 jours selon § K.4.

3.2.2 Création des éprouvettes

Le corps d'épreuve des essais n'étant pas prévu dans la norme, les maquettes des essais sont réalisées de la manière suivante :

Il est constitué de deux caissons identiques dont les dimensions et nature de matériaux sont les suivantes :

Les parois frontales mesurent 560mm X 2200 mm cotes intérieures à minima:

- l'une des parois (celle du fond) est en béton cellulaire de 50 mm d'épaisseur sur toute la hauteur et comporte 6 renforts extérieurs formant 5 cadres

- la paroi frontale est translucide en plexiglass de 10mm. Deux règles de mesure au pas de 1mm sont positionnées côté intérieur de la paroi sur une hauteur de 200mm à partir du haut de la paroi et à 180mm de chaque bord. Une ligne est tracée à 1% du haut de la paroi figurant la limite de tassement S1. Les parois latérales sont constituées de panneaux de contreplaqué de 250mm X2200mm à minima et de 30 mm d'épaisseur.

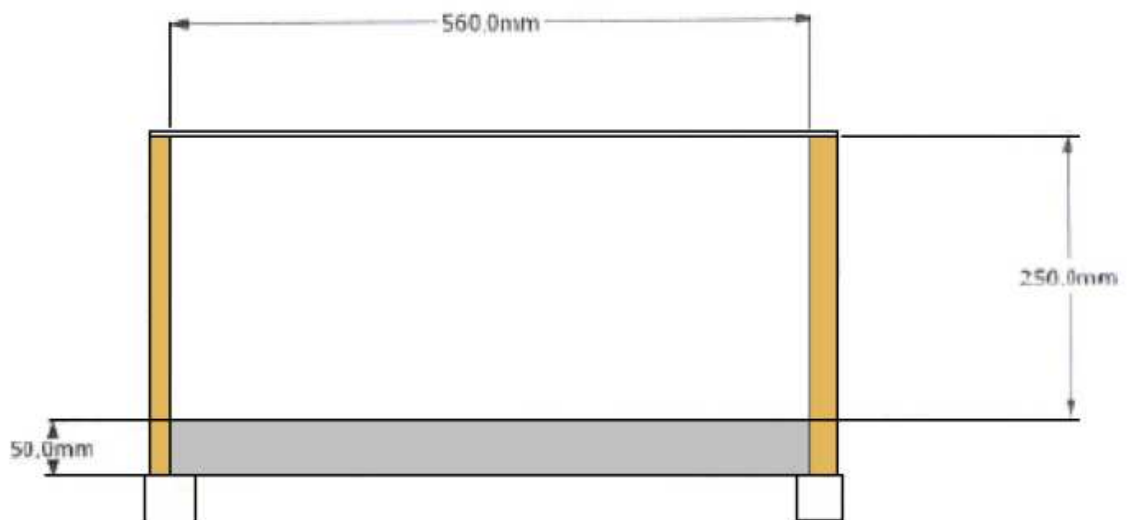
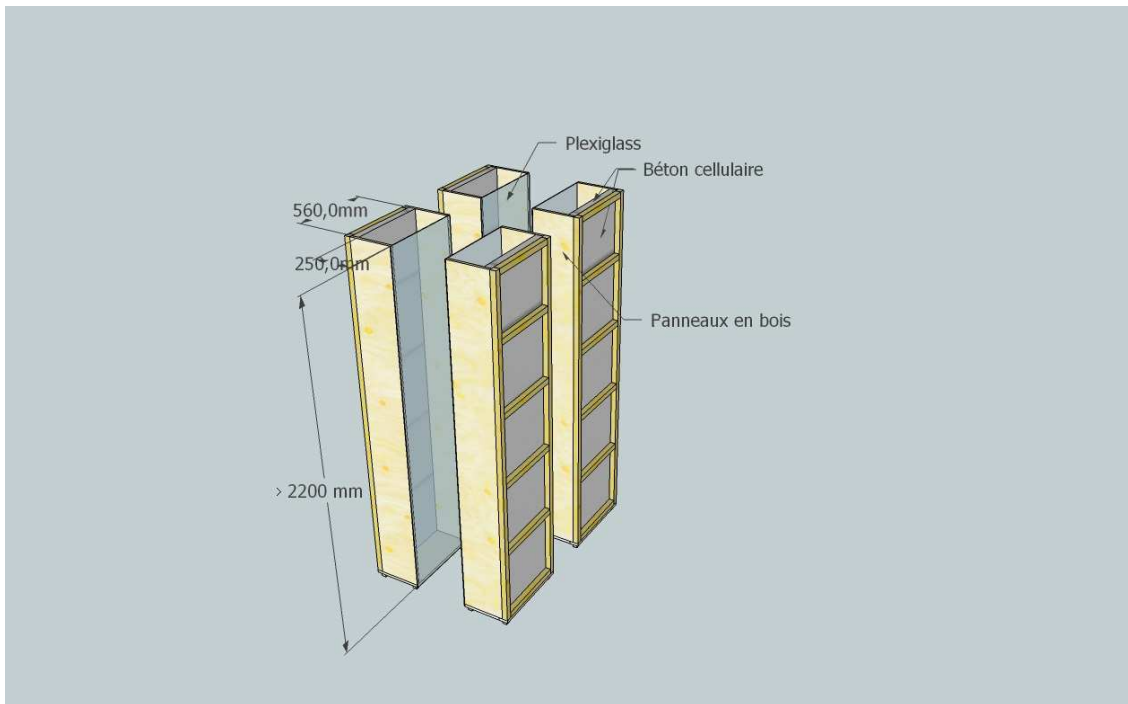
La paroi plancher est constituée de panneaux de contreplaqué 250mm X 560mm + épaisseur des parois.

La paroi plafond est constituée de panneau de contreplaqué perforé (pour servir d'évent) munie d'un grillage maille fine côté intérieur et percé au milieu d'un trou de diamètre équivalant au tuyau d'insufflation

Les parois sont vissées entre elles et les caissons peuvent être posés sur roulettes afin de rendre possible leur manipulation.

La quantité de produit doit être validée et vérifiée. Une des méthodes consiste à peser le caisson avant insufflation et après insufflation.

Voir détail ci-dessous :



Vue de dessus



3.2.3 Mode opératoire du remplissage du corps d'épreuve (les deux caissons)

1. La machine doit être réglée (débit d'air, vitesse de rotation, type de buse et diamètre précisé...)
2. La quantité de produit nécessaire pour obtenir la masse volumique préconisée est mise dans la trémie de la machine.
3. Le tuyau avec ou sans buse (selon instruction du fabricant) est inséré au fond du caisson au travers du trou réservé à cet effet dans la paroi plafond du caisson.
4. La machine est mise en marche, l'insufflation commence et l'opérateur relève le tuyau lentement par palier de 300mm à 500 mm en (fonction du débit) pour assurer la masse déposée au fur et à mesure du remplissage.
5. Le remplissage est arrêté lorsque l'ensemble de la quantité est insufflée
6. La pesée du caisson est effectuée (si cette méthode appliquée)
7. L'essai de tassement peut débuter après une durée de stabilisation de 6 heures à 23°C +-2K et 50 %HR +-5%

3.2.4 Mesure de tassement

La mesure de tassement est effectuée sur les deux caissons:

- A chaque période de cycle, on effectue le calcul de la moyenne des deux mesures lues sur les règles sur chaque caisson.

Puis à la fin des mesures de tous les cycles, le tassement est exprimé en % de la hauteur initiale installée et on vérifie que la valeur obtenue est inférieure à la valeur limite autorisée.

4 Méthodes d'essais pour le contrôle de production en usine

4.1 Détermination du tassement par impact mécanique

4.1.1 Principe

Cet essai est admis pour les produits destinés au soufflage sur les planchers de combles. L'essai est réalisé en procédant à un soufflage du produit dans une boîte ou cadre. L'éprouvette est soumise à une succession d'impacts. L'épaisseur est mesurée avant et après tassement mécanique.

4.1.2 Nombre d'éprouvettes

Une seule éprouvette est testée.

4.1.3 Préparation de l'éprouvette

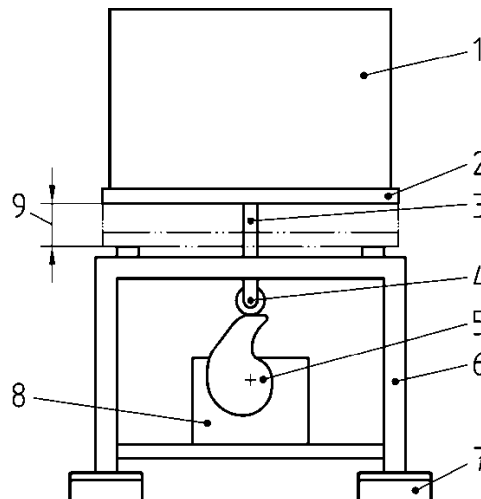
La fabrication du cadre de l'éprouvette est réalisée selon la norme NF EN 15101-1 annexe B §B3. Les dimensions sont (550 ± 5) mm x (550 ± 5) mm x (330 ± 5) mm.

Pour le soufflage du produit isolant, une machine de soufflage est nécessaire. Le soufflage est réalisé de la même façon que pour la préparation des éprouvettes thermiques

4.1.4 Dispositif d'essai

Le dispositif d'essais est décrit selon la norme NF EN 15101-1 annexe B §B3.

Il consiste à installer horizontalement l'éprouvette sur la table du dispositif d'essais. Ensuite, on procède par la réalisation de 20 cycles d'essais qui consistent à soulever verticalement l'éprouvette dans sa position horizontale de 50 ± 5 mm à l'aide du dispositif et ensuite à laisser l'éprouvette chuter sur la table du dispositif.



- | | | | |
|---|-------------------------|---|--|
| 1 | Eprouvette | 6 | Cadre du dispositif |
| 2 | Cadre mobile métallique | 7 | Amortisseur |
| 3 | Axe | 8 | Hauteur de soulèvement de l'éprouvette |
| 4 | Roulement à bille | 9 | Corole du moteur du dispositif |
| 5 | Disque | | |

Figure 3 : Dispositif d'essai de tassement mécanique horizontal



4.1.5 Epaisseur

L'épaisseur des éprouvettes est déterminée par mesure en un point central à l'aide d'une plaque de répartition de pression $20 \pm 1,5$ Pa et de dimensions 200 mm x 200 mm munie d'un dispositif de mesure (système avec aiguille et règle graduée).

4.1.6 Longueur et largeur

Les longueurs et largeurs des échantillons et des éprouvettes d'essais sont égales aux dimensions latérales intérieures des cadres utilisés.

4.1.7 Masse volumique

La masse volumique d'une éprouvette est déterminée à partir de la masse de produit déposée, de la mesure d'épaisseur avant que le produit ait été soumis au cycle de secousses, déterminée selon la méthode du paragraphe 4.1.5 et de la surface intérieure du cadre. La masse volumique apparente (ρ_a) des éprouvettes d'essais est déterminée suivant la norme NF EN 1602.

5 Méthode de pré-classement du tassement

La méthode décrite dans ce paragraphe n'est applicable que pour des produits déjà certifiés lors d'une demande d'extension à une nouvelle ligne de production.

Les essais de tassement sur produits isolants en vrac sont à ce jour réalisés, par les protocoles visés dans les normes NF EN 14064-1 :2010 et NF EN 15101 :2014.

- La méthode est une méthode d'extrapolation du tassement de produit en vrac par méthode hydrocyclique à 4 mois à partir de 2 mois d'essai.

Dans tous les cas, l'essai de tassement réalisé sur la nouvelle ligne doit être mené au terme des 4 mois.

5.1 Domaine d'application et principes

La méthode s'applique aux produits isolants en vrac relevant des normes NF EN 14064-1 :2010 et NF EN 15101 : 2014, déjà certifiés par l'ACERMI et dont une demande d'admission pour une nouvelle ligne de production a été formulée.

Le principe de la méthode est le suivant :

- Détermination d'une loi d'extrapolation, à partir d'un essai de tassement (défini au §5.2 ci-après) déjà réalisé sur un produit donné. Cette loi d'extrapolation n'est valable que pour un



produit donné et n'est pas utilisable pour d'autres produits de la même famille (par exemple autres MW ou ouate).

- Réalisation d'un essai de tassement pour le produit donné intégrant une nouvelle ligne de production et pour lequel la loi d'extrapolation a été déterminée précédemment,
- Vérification des conditions permettant de vérifier pour que la nouvelle ligne de production délivre un produit dont le tassement est conforme à la loi définie.

5.2 Description de la méthode

5.2.1 Détermination de la loi d'extrapolation générique

La loi d'extrapolation générique exprimant le tassement des produits en vrac suite à un essai réalisé conformément aux normes NF EN 14064-1 et NF EN 15101 : 2014 peut être obtenu par la fonction suivante :

$$T(t) = A \cdot \ln(t) + B$$

Où T est le tassement en %

t le temps en jours

et A et B sont les paramètres de la régression propres au produit testé,

La détermination de cette loi d'extrapolation se fait par un essai de tassement complet sur 4 mois de test, sur au moins une date de fabrication du produit composé de 2 éprouvettes par date. Un minimum de 9 points de mesures par éprouvette est également nécessaire. L'ajout de dates de fabrication supplémentaires est cependant possible et permet de réduire les incertitudes.

Le traitement des données de l'essai se fait sur les points de mesures disponibles sur l'ensemble des 4 mois d'essais et suit les étapes décrites en Annexes.

Cette loi générique permet de déterminer un tassement moyen après 4 mois d'essai ($t_{\text{final}} = 112$ jours), **représentatif d'une production**, ainsi que les bornes maximales et minimales dues aux incertitudes de prédiction associées à la régression linéaire :

$$T_{p,\text{moy}} = A \cdot \ln(t_{\text{final}}) + B$$



$$T_{p,max} = T_{p,moy} + U_{pred,T}(t_{final})$$

Où A, B et $U_{pred,T}(t)$ se déterminent à partir des valeurs de tassement moyen $T(t)$ et des incertitudes types de mesure associées $u_T(t)$ en utilisant la méthode des moindres carrés pondérées (WLS).

5.2.2 Intégration d'une nouvelle ligne de production

Lors de l'intégration d'une nouvelle ligne de production, on réalise un nouvel essai avec un minimum de deux éprouvettes. Un minimum de 9 points de mesures par éprouvette est également nécessaire.

Le traitement des données de l'essai se fait sur les points de mesures disponibles sur un temps réduit t_n , **ne pouvant cependant être inférieur à 2 cycles complets** ($56 \text{ jours} < t_n < t_{final}$), et suit les étapes décrites en Annexes.

La valeur moyenne du tassement extrapolée T' pour la nouvelle ligne de production correspond à la valeur prédite par la loi déterminée précédemment à $t_{final} = 112$ jours (4 mois) :

$$T'_{moy} = A' \cdot \ln(t_{final}) + B'$$

Où A' et B' se déterminent à partir des valeurs de tassement moyen $T'(t)$ et des incertitudes types de mesure associées $u'_T(t)$ en utilisant la méthode des moindres carrés pondérés (WLS) sur le nouvel essai.

5.3 Conditions pour le pré-classement de la valeur de tassement

Deux conditions doivent être simultanément réunies pour l'attribution d'une classe de tassement S ou SH pour la nouvelle ligne de production visée:

- **Classe de tassement de la loi générique** : la valeur de tassement représentative de la production, majorée de l'incertitude de prédiction associée à la régression linéaire, doit être inférieure à la valeur S_{tab} utilisée pour déterminer la table de performance des produits :

$$T_{p,max} \leq S_{tab}$$

Si cette première condition n'est pas remplie, la classe de tassement S ou SH ne peut pas être attribuée.

- **Conformité de la nouvelle ligne de production à la loi générique** : la valeur du tassement extrapolée pour la nouvelle ligne de production doit être inférieure à la valeur de tassement représentative de la production majorée de son incertitude:



Cahier Technique 4 Détermination du tassement	Révision C
---	------------

$$T'_{\text{moy}} \leq T_{p,\text{max}}$$

Si cette seconde condition n'est pas remplie à l'issue des deux premiers cycles ($t = 56$ jours de tassement), l'extrapolation peut être reconduite à l'issue de troisième cycle de tassement ($t = 84$ jours). Si cette condition n'est toujours pas remplie à l'issue du troisième cycle, la méthode n'est plus applicable et la valeur de tassement retenue pour cette nouvelle ligne sera celle mesurée à l'issue des 4 mois de test. Si la valeur à 4 mois est supérieure à la valeur prédite alors le classement donné est celui de l'essai à 4 mois. Le certificat sera modifié en conséquence.

Dans tous les cas, l'essai de tassement réalisé sur cette nouvelle ligne doit être mené au terme des 4 mois.



ANNEXES

Annexe 1 : Traitement des données brutes pour détermination des lois d'extrapolation

I.) Données de mesures disponibles

Les mesures brutes d'épaisseur se réalisent sur au moins une date de fabrication, 2 éprouvettes par date et comportent 9 points de mesures par éprouvette soit au total $n = 18$ points de mesures minimum. L'épaisseur en chaque point est mesurée à l'état initial (e_j pour $1 \leq j \leq n$), puis en fonction du temps ($\Delta e_j(t)$ pour $1 \leq j \leq n$), à l'aide d'un réglet gradué au millimètre.

II.) Suppression des premiers points de mesures

Les points de mesures réalisés avant 6 jours de tassement (inclus) sont exclus pour l'application de la méthode.

III.) Mesure de l'épaisseur initiale moyenne e

L'épaisseur initiale du produit e se calcule en réalisant une moyenne de tous les points de mesures réalisées sur l'ensemble des éprouvettes testées :

$$e = \frac{\sum_{j=1}^n e_j}{n}$$

Les incertitudes liées à la mesure de cette épaisseur moyenne doivent être calculées en considérant les sources d'erreurs suivantes :

Grandeur	Cause d'erreur	Type A ou B	Demi-étendue	Loi statistique	Incertitude type u
Epaisseur initiale e	Résolution du réglet	B	0.5 mm	Uniforme	$u_{e,reso} = \frac{0,5}{\sqrt{3}} = 0,289 \text{ mm}$
	Dispersion entre les n points de mesure	A	-	Student	$u_{e,disp} = \frac{t_{\nu} \cdot s_e}{\sqrt{n}}$



t_v correspond au coefficient de Student pour un intervalle de confiance bilatéral de 68 % (avant élargissement de l'incertitude), et pour $\nu = n-1$ degrés de liberté.

s_e correspond à l'écart type expérimental entre les n points de mesure d'épaisseur initiale.

Cette hypothèse implique de négliger les biais dus à la réalisation des éprouvettes, et ce en cohérence avec l'hypothèse de l'Annexe K de la norme NF EN 14064-1 qui précise que le tassement retenu pour un produit correspond au tassement moyen entre toutes les éprouvettes testées.

L'incertitude type sur l'épaisseur initiale moyenne est obtenue en combinant les deux sources d'erreurs identifiées :

$$u_e = \sqrt{u_{e,resp}^2 + u_{e,disp}^2}$$

IV.) Mesure de la variation moyenne d'épaisseur en fonction du temps $\Delta e(t)$

La variation moyenne d'épaisseur du produit en fonction du temps $\Delta e(t)$ se calcule en réalisant une moyenne de tous les points de mesures réalisées sur l'ensemble des éprouvettes testées :

$$\Delta e(t) = \frac{\sum_{j=1}^n \Delta e_j(t)}{n}$$

Les incertitudes liées à la mesure de cette variation moyenne d'épaisseur doivent être calculées en considérant les sources d'erreurs suivantes :

Grandeur	Cause d'erreur	Type A ou B	Demi-étendue	Loi statistique	Incertitude type u
Variation moyenne d'épaisseur $\Delta e(t)$	Résolution du réglet	B	0.5 mm	Uniforme	$u_{e,resp} = \frac{0,5}{\sqrt{3}} = 0,289 \text{ mm}$
	Dispersion entre les n points de mesure	A	-	Student	$u_{\Delta e,disp}(t) = \frac{t_v \cdot s_{\Delta e}(t)}{\sqrt{n}}$



t_v correspond au coefficient de Student pour un intervalle de confiance bilatéral de 68 % (avant élargissement de l'incertitude), et pour $\nu = n-1$ degrés de liberté.

$s_{\Delta e}(t)$ correspond à l'écart type expérimental entre les n points de mesure de variation d'épaisseur en fonction du temps.

Cette hypothèse implique de négliger les biais dus à la réalisation des éprouvettes, et ce en cohérence avec l'hypothèse de l'Annexe K de la norme NF EN 14064-1 qui précise que le tassement retenu pour un produit correspond au tassement moyen entre toutes les éprouvettes testées.

L'incertitude type sur la variation moyenne d'épaisseur est obtenue en combinant les deux sources d'erreurs identifiées :

$$u_{\Delta e}(t) = \sqrt{u_{\Delta e, \text{ress}}^2 + u_{\Delta e, \text{disp}}^2(t)}$$

V.) Tassement moyen en fonction du temps

Le tassement moyen du produit en fonction du temps $T(t)$ se calcule en réalisant le ratio entre la variation moyenne d'épaisseur fonction du temps et l'épaisseur moyenne initiale :

$$T(t) = \frac{\Delta e(t)}{e}$$

L'incertitude type du tassement moyen s'obtient par la formule de propagation des incertitudes du GUM :

$$u_T(t) = \sqrt{\left(\frac{\partial T}{\partial e}\right)^2 u_e^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial \Delta e(t)}\right)^2 u_{\Delta e(t)}^2}$$

$$u_T(t) = \frac{1}{e} \sqrt{T(t)^2 u_e^2 + u_{\Delta e(t)}^2}$$

VI.) Régression linéaire par les moindres carrés pondérés

Une régression linéaire (WLS) est utilisée pour trouver une loi reliant le tassement moyen en fonction du temps $T(t)$ au logarithme népérien du temps :

$$\hat{T}(t) = A \cdot \ln(t) + B$$



<p style="text-align: center;">Cahier Technique 4 Détermination du tassement</p>	<p style="text-align: center;">Révision C</p>
---	---

Cette méthode de régression tient compte du poids de chaque point pondéré par son incertitude type pour l'estimation de la pente A et de l'ordonnée à l'origine B. De plus, elle permet le calcul de l'incertitude élargie de prédiction à $t = t_{\text{final}}$, en tenant compte, d'une part, des incertitudes de mesure de chaque point mesuré et, d'autre part, de la dispersion des points autour de la meilleure droite. Cette méthode est applicable en utilisant l'outil M-CARE du Collège Français de Métrologie, version 1.1.130402, disponible : <http://www.cfmetrologie.com/fr/modelisation-des-resultats-d-etalonnage>.