

Commission chargée de formuler des Avis Techniques

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Éléments permettant la détermination des valeurs Rcs et ds

Afin de définir ces valeurs dans un Document Technique
d'Application du GS n° 5 sur un isolant associé à une étanchéité
de toiture-terrasse

Ce document annule et remplace le cahier 3230, livraison 410, publié en juin 2000 dans les *Cahiers du CSTB*.
La présente version consolidée a été entérinée par le Groupe Spécialisé n° 5 le 19 novembre 2007.



Photos de couverture :

- Chemin de circulation pour nacelles
- Toiture isolée et étanchée pour véhicules
- Nacelle de nettoyage des façades

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1er juillet 1992 - art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

© CSTB 2007

Éléments permettant la détermination des valeurs Rcs et ds

Afin de définir ces valeurs dans un Document Technique d'Application
du GS n° 5 sur un isolant associé à une étanchéité de toiture-terrasse

SOMMAIRE

1	Introduction.....	2	3	Essai de vérification de l'influence de la T °C sur Rcs et ds	3
2	Méthodes d'essais utilisables pour la détermination du Rcs et du ds	2	3.1	Domaine d'application	3
2.1	Domaine d'application	2	3.2	Références normatives.....	3
2.2	Références normatives.....	2	3.3	Méthode A.....	3
2.3	Définitions	2	3.4	Méthode B	4
2.4	Mode opératoire	3	4	Expression des valeurs Rcs et ds dans un Document Technique d'Application	5
2.5	Calculs.....	3			
2.6	Expression des résultats	3			

Avertissement

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a amendé, le 19 novembre 2007, le Cahier du CSTB 3230 « Éléments permettant la détermination des valeurs **Rcs** et **ds** » de juin 2000 de la façon suivante :

- le terme « Avis Technique » est remplacé par celui de « Document Technique d'Application » dans l'ensemble du document ;

- ajout à la fin du paragraphe 4 « Expression des valeurs **Rcs** et **ds** dans un Document Technique d'Application », du dernier alinéa suivant :

« Les Documents Techniques d'Application indiquent les valeurs **Rcs** et **ds** des panneaux employés en lit unique. En cas de superposition de panneaux, l'Avis Technique indique, dans ce cas, les valeurs **Rcs** et **ds** correspondantes ».

1 Introduction

Le présent document spécifie les éléments permettant la détermination, pour un panneau isolant, des valeurs de **Rcs** et **ds** dans son Document Technique d'Application du GS n° 5 « étanchéités de toiture ».

Ces valeurs sont utiles dans le calcul des ouvrages de protection en béton d'une toiture avec revêtement d'étanchéité, ces ouvrages pouvant être des chemins de nacelles ou la protection dure d'une terrasse accessible aux véhicules.

Les panneaux isolants doivent faire l'objet d'un Avis favorable du GS n° 5 pour leur emploi sous l'un au moins de ces ouvrages de protection en béton.

2 Méthodes d'essais utilisables pour la détermination du Rcs et du ds

2.1 Domaine d'application

Le présent chapitre 2 spécifie les méthodes d'essais permettant la détermination, pour un panneau isolant, des valeurs de **Rcs** et de **ds**.

2.2 Références normatives

EN 826 (1996)	Produits isolants thermiques du bâtiment - Détermination du comportement en compression.
EN 12085 (1997)	Produits isolants thermiques du bâtiment - Détermination des dimensions linéaires des éprouvettes d'essai.
NF P 10-203 DTU 20.12	Gros-œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
NF X 06-032	Traitement statistique des données - Détermination d'un intervalle statistique de dispersion.

2.3 Définitions

Outre les définitions de la norme EN 826, les définitions suivantes s'appliquent :

2.3.1 Résistance critique, Rc

Rc est la valeur limite pour le fractile 0,05, calculée à partir d'un ensemble de courbes force-déplacement établies sur un échantillonnage représentatif du produit.

Rc est déterminée conformément à la norme EN 826, en fonction du type des courbes force-déplacement et :

- soit égale à la résistance à la compression, σ_m , dans le cas de diagrammes du 1^{er} type (figure 1a) ;
- soit déterminée graphiquement dans le cas de diagrammes du 2^e type (figure 1b).

La valeur **Rc** s'applique à un domaine d'épaisseurs nominales du produit, à condition que la population considérée puisse être considérée homogène. Dans le cas contraire, plusieurs valeurs distinctes sont à considérer.

2.3.2 Résistance de service à la compression, Rcs

Rcs est égale à la plus petite des valeurs :

- 0,6 Rc
- Contrainte à 2 % de déformation

2.3.3 Déformation conventionnelle de service, ds

ds est la valeur de la déformation pour la contrainte **Rcs**.

Note : détermination de **Rcs** et **ds** en attente dans le cas particulier du verre cellulaire (étude en cours).

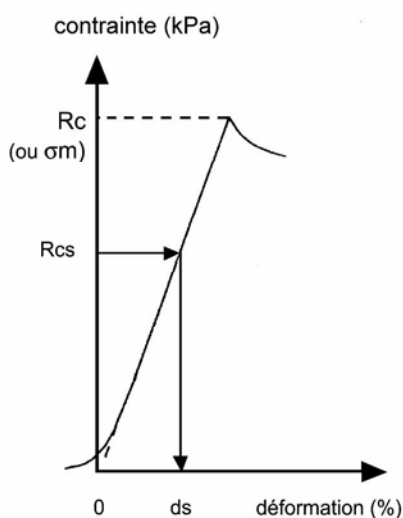


Figure 1a : Diagramme du 1^{er} type

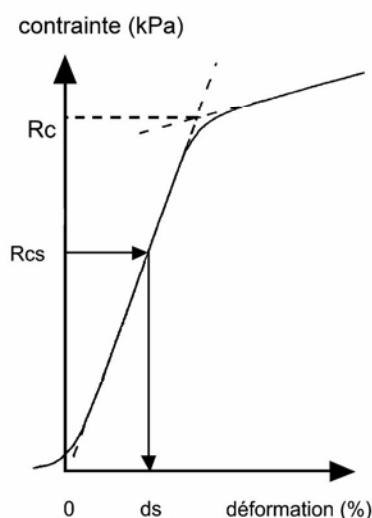


Figure 1b : Diagramme du 2^e type

Figure 1 : Diagrammes force-déplacement

2.4 Mode opératoire

L'essai est effectué sur un nombre n d'éprouvettes conformément à la norme EN 826.

R_c , R_{cs} et ds sont déterminés conformément à l'article 2.3.

2.5 Calculs

Pour le calcul de R_{cs} , on applique la formule (1) au moyen de la moyenne et l'écart type des « R_{cs} individuelles » déduites des courbes force-déplacement, et du coefficient statistique k fonction du nombre n de mesures suivant fractile 95/95 au sens de la norme NF X 06-032.

Exemples de coefficient statistique suivant NF X 06-032

n	5	6	7	8	10	15
k	4,21	3,71	3,40	3,19	2,91	2,57
n	30	50	100	200	1 000	
k	2,22	2,07	1,93	1,84	1,73	

(1) $R_{cs} = (\text{moyenne des } R_{cs} \text{ individuelles}) - k (\text{écart type des } R_{cs})$

La valeur ds est prise égale à la moyenne arithmétique des « ds individuelles » correspondant aux « R_{cs} individuelles » de chaque courbe force-déplacement.

(2) $ds = (\text{moyenne des } ds \text{ individuelles}) \pm k (\text{écart type des } ds)$

2.6 Expression des résultats

Les valeurs de contrainte sont exprimées en MPa avec trois chiffres significatifs. Les valeurs de déformation sont exprimées en % avec deux chiffres significatifs.

La valeur R_{cs} est déclarée par son minimum statistique en MPa, et arrondie à 0,01 MPa.

La valeur ds est déclarée par son minimum et maximum statistiques (voir chapitre 4) en %, et arrondie à 0,1%.

3 Essai de vérification de l'influence de la T °C sur R_{cs} et ds

3.1 Domaine d'application

Le présent chapitre 3 spécifie les méthodes d'essais permettant de justifier la non influence de la température, pour un panneau isolant, sur les valeurs de R_{cs} et ds . Les panneaux isolants doivent faire l'objet d'un Avis favorable du GS n° 5 pour l'emploi sous des ouvrages de protection en béton d'une toiture avec revêtement d'étanchéité, ces ouvrages pouvant être des chemins de nacelles ou la protection dure d'une terrasse accessible aux véhicules.

On prendra comme nombre n d'éprouvettes au moins trois, et de préférence cinq pour chaque essai. On peut utiliser indifféremment les deux méthodes A et B décrites respectivement dans les articles 3.3 et 3.4.

3.2 Références normatives

EN 826 (1996) Produits isolants thermiques du bâtiment - Détermination du comportement en compression.

NF X 06-032 Traitement statistique des données - Détermination d'un intervalle statistique de dispersion.

Guide UEAtc Guide technique UEAtc pour l'Agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées (Cahier du CSTB 2662, livraison 340, juin 1993).

3.3 Méthode A

Cette méthode est basée sur l'essai « de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées » du Guide technique UEAtc au § 4.5.1.

a) Éprouvettes

Deux épaisseurs au moins sont soumises à l'essai, la plus faible et la plus forte proposées. On se sert de plusieurs panneaux si nécessaire (2 n éprouvettes par épaisseur).

Les 2 n éprouvettes par épaisseur sont prélevées aléatoirement dans la production courante, et présentent l'état de surface de livraison.

Les 2 n éprouvettes sont découpées aux dimensions définies dans le guide technique UEAtc.

b) Mode opératoire

On applique les charges suivantes réparties sur toute la surface de l'éprouvette :

- pour les isolants de classes A et B
charge de + 20 kPa ;
- pour les isolants de classe C
charge de + 40 kPa ;
- pour les isolants de classe D
charge de + 80 kPa.

Les charges sont maintenues pendant :

- 2 jours pour les matériaux de classes A et B ;
- 7 jours pour les matériaux de classe C et D.

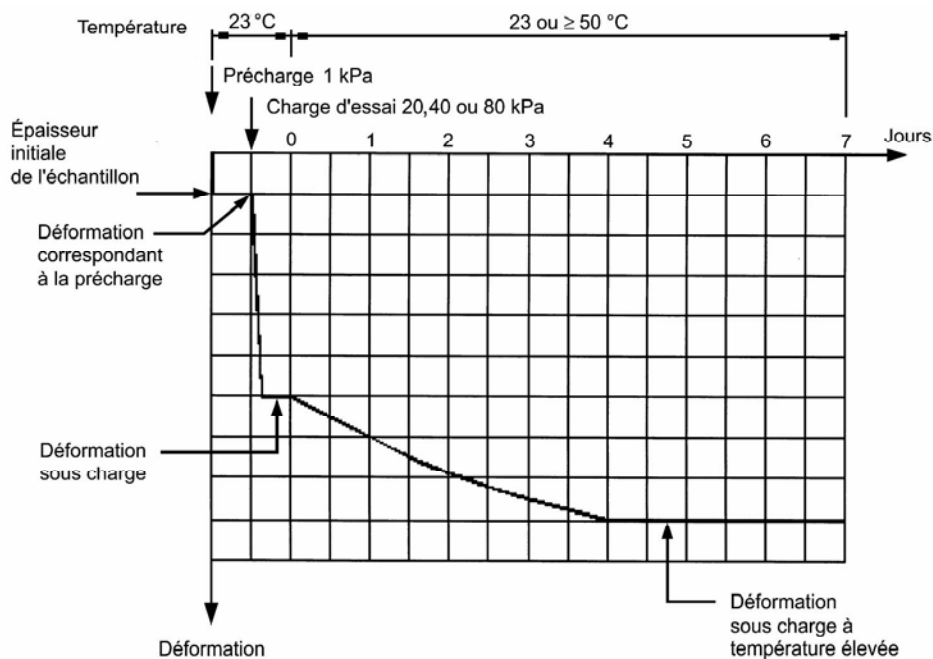


Figure 2 : Déformation dans le temps de l'isolant non revêtu

Les éprouvettes sont maintenues sous les charges indiquées ci-dessus, aux températures d'essai suivantes :

- $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ pour n éprouvettes ;
- supérieure ou égale à $50 ^\circ\text{C}$ pour n éprouvettes.

On détermine successivement :

- l'épaisseur initiale de l'éprouvette à $23 ^\circ\text{C}$ sous précharge de 1 kPa ;
- l'épaisseur de l'éprouvette après application de la charge d'essai à $23 ^\circ\text{C}$ pendant 24 heures ;
- l'épaisseur de l'éprouvette sous charge d'essai à température ;
- pour les matériaux de classes A et B, l'épaisseur de l'éprouvette après séjour de deux jours complets, au moins une fois pendant le premier jour ;
- pour les matériaux de classes C et D, après séjour de 7 jours complets, l'épaisseur de l'éprouvette au moins une fois pendant les 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e, 5^e ou 6^e jours, de façon à mettre en évidence la stabilisation de l'épaisseur dans les conditions d'essai.

Le compte rendu de l'essai indiquera les résultats de toutes les mesures d'épaisseur. La *figure 2* résume le déroulement de l'essai.

c) Expression du résultat

On considère le fractile 95/95 au sens de la norme NF X 06-032 des déformations sous charge à température de chaque série d'essais, soit la moyenne des valeurs déformations diminuée de k fois leur écart type (voir *article 2.5*).

Le produit est déclaré non influencé par les températures pour son **Rcs** si l'écart relatif ER des valeurs de déformation à $T = 23 ^\circ\text{C}$ et $T \geq 50 ^\circ\text{C}$ est inférieur ou égal à 10 %. ER étant la partie entière en % de l'écart relatif plus 1 %.

3.4 Méthode B

On procède à deux séries d'essais.

a) Première série

n éprouvettes sont prélevées sur deux panneaux (n éprouvettes pour l'épaisseur minimale et n éprouvettes pour l'épaisseur maximale) et chacune de ces éprouvettes est soumise à un essai de compression conformément à la norme EN 826.

Rc, **Rcs** et **ds** sont déterminés conformément à l'*article 2.3*.

b) Deuxième série

n éprouvettes voisines de celles prises pour la première série sont soumises à l'essai suivant :

Les éprouvettes sont conditionnées dans une étuve ventilée pendant $(6 \pm 0,1) \text{ h}$ à $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Après la sortie d'étuve, on effectue l'enregistrement de la courbe force-déplacement selon EN 826, au plus tard 2 minutes après sortie d'étuve.

Les conditions du laboratoire sont celle définie dans la EN 826 (§ 7.1 de la norme).

Rc, **Rcs** et **ds** sont déterminés conformément à l'*article 2.3*.

c) Expression du résultat

On considère le fractile 95/95 au sens de la norme NF X 06-032 des **Rcs** de chaque série d'essai, soit la moyenne des valeurs **Rcs** diminuée de k fois leur écart type (voir *article 2.5*).

Le produit est déclaré non influencé par les températures pour son **Rcs** si l'écart relatif ER des valeurs est inférieur ou égal à 10 %.

ER étant la partie entière en % de l'écart relatif plus 1 %.

d) Épreuves

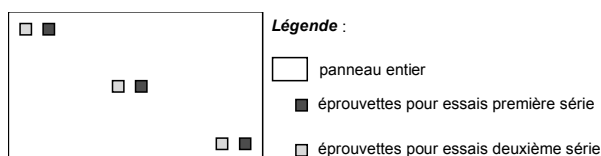


Figure 3 : Exemple de prélèvement d'éprouvettes sur un panneau

4 Expression des valeurs **Rcs** et **ds** dans les Documents Techniques d'Application

Dans les Documents Techniques d'Application du GS n° 5 « étanchéités de toiture » l'expression des valeurs **Rcs** et **ds** en tant que spécification sera :

Rcs_{mini} en MPa	ds_{mini} et ds_{max} en %
----------------------------------	--

Avec (voir *article 1.5*) :

$$Rcs_{mini} = C \times [(moyenne \text{ des } Rcs \text{ individuelles}) - k (\text{écart type})]$$

$$ds_{mini} = C \times [(moyenne \text{ des } ds \text{ individuelles}) - k (\text{écart type})]$$

$$ds_{max} = C \times [(moyenne \text{ des } ds \text{ individuelles}) + k (\text{écart type})]$$

C = Coefficient de sécurité à définir au cas par cas et validé par le GS n° 5

Et ceci pour le domaine d'épaisseurs de produit concerné et pour le domaine d'application visé.

Dans le cas particulier des isolants dont le **Rcs** et le **ds** sont sensibles à la température le coefficient de sécurité C tiendra compte de l'écart relatif ER (voir *chapitre 3*).

Note : ce coefficient C est fonction des éléments justificatifs du dossier d'instruction d'un Document Technique d'Application.

Les Documents Techniques d'Application indiquent les valeurs **Rcs** et **ds** des panneaux employés en lit unique. En cas de superposition de panneaux, le Document Technique d'Application indique, dans ce cas, les valeurs **Rcs** et **ds** correspondantes.

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



CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT

MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA-ANTIPOLIS