

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION

**ÉTUDE D'UN PROJET D'ENVELOPPE EN PHASE DE
CONSULTATION**

U41 – Analyse des enveloppes

SESSION 2020

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisée.

Tout autre matériel est interdit.

Documents à rendre avec la copie :

- DR01 et DR02 page 16/17
- DR03 page 17/17

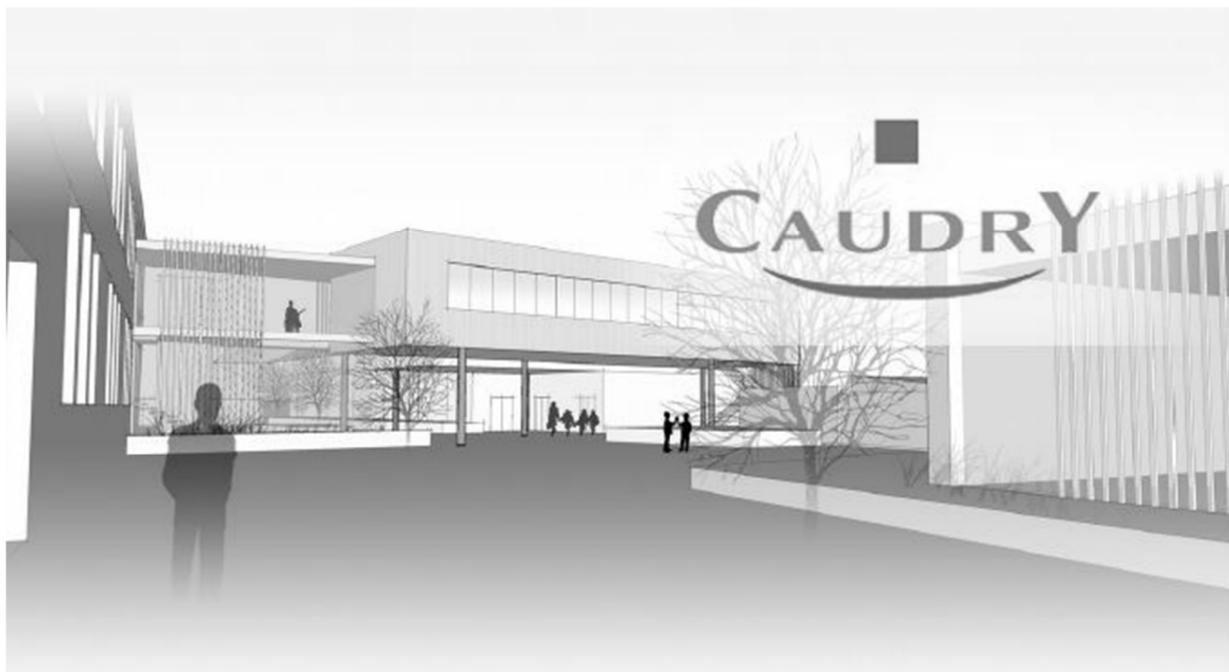
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de 17 pages, numérotées de 1/17 à 17/17.

BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION		Session 2020
U41 – Analyse des enveloppes	20EB41ANE1	Page 1/17

SOMMAIRE

Présentation de l'ouvrage	page 3
Tableau des compétences mesurées	page 3
<u>SUJET</u>	pages 4 à 6
Partie 1 : Menuiseries	pages 4 à 5
Partie 2 : Bardage	page 5
Partie 3 : Étanchéité	page 6
<u>DOSSIER TECHNIQUE</u>	
DT01 – Plan de masse et toiture	page 7
DT02 – Coupe AA	page 8
DT03 – Charpente métallique sur salles de classe (avec verrière)	page 8
DT04 – CCTP Lot03 – Menuiseries aluminium / pvc	page 9
DT05 – Catalogue Wicline (extrait)	page 9
DT06 – DTU 39 P4 (extrait)	pages 10 à 11
DT07 – Formulaire de mécanique	page 11
DT08 – Documentation Styl Inov	page 12
DT09 – CCTP Lot 02 – Charpente couverture bardage	pages 12 à 13
DT10 – TH-U parois opaques : FASCICULE 4 RT 2012 (extrait)	page 13
DT11 – Isolant (Rockwool)	page 14
DT12 – DTU 43.3 (extraits)	pages 14 à 15
DT13 – Documentation bac acier Arval	page 15
<u>DOSSIER RÉPONSE</u>	
DR01 – Répartition de la pression de vent sur les éléments de l'ensemble A6	page 16
DR02 – Croquis à main levée de la liaison bardage menuiserie et angle sortant	page 16
DR03 – Croquis à main levée du relevé	page 17

Présentation de l'ouvrage



Le projet concerne la restructuration/extension du **Groupe scolaire Jean Macé / Françoise Dolto** à Caudry.

Les travaux se dérouleront en site occupé, en quatre phases :

Phase 1: Extension de l'étage de l'école élémentaire Jean MACÉ

Phase 2: Restructuration du rez-de-chaussée existant de l'école élémentaire Jean MACÉ

Phase 3: Extension et restructuration de l'école maternelle Françoise DOLTO

Phase 4: Restructuration de l'étage existant de l'école élémentaire Jean MACÉ

La structure porteuse est constituée d'un système de voile en béton armé coulé en place ainsi que de poteaux et poutres en béton armé avec remplissage en blocs de béton manufacturés.

Les planchers sont de type dalle portée en béton armé coulée sur terre-plein (rez-de-chaussée) et dalles pleines en béton armé coulées sur prédalles précontraintes. (1^{er} étage).

Les toitures sont de type toiture terrasse non circulaire avec isolant sur dalle en béton armé ou sur bac acier.

Les façades sont en enduit traditionnel au mortier de liant hydraulique ou en bardage métallique simple peau en cassettes ou à joint debout.

Une entreprise d'enveloppe des bâtiments souhaite répondre à un appel d'offre au niveau technique en vue de l'élaboration du dossier technique.

Le sujet comporte des études indépendantes.

	Durées indicatives
Lecture du sujet	20 mn
Partie 1 : Menuiseries Étude A Étude B	105 mn
Partie 2 : Bardage Étude C	30 mn
Partie 3 : Étanchéité Étude D Étude E Étude F	85 mn
Total	240 mn

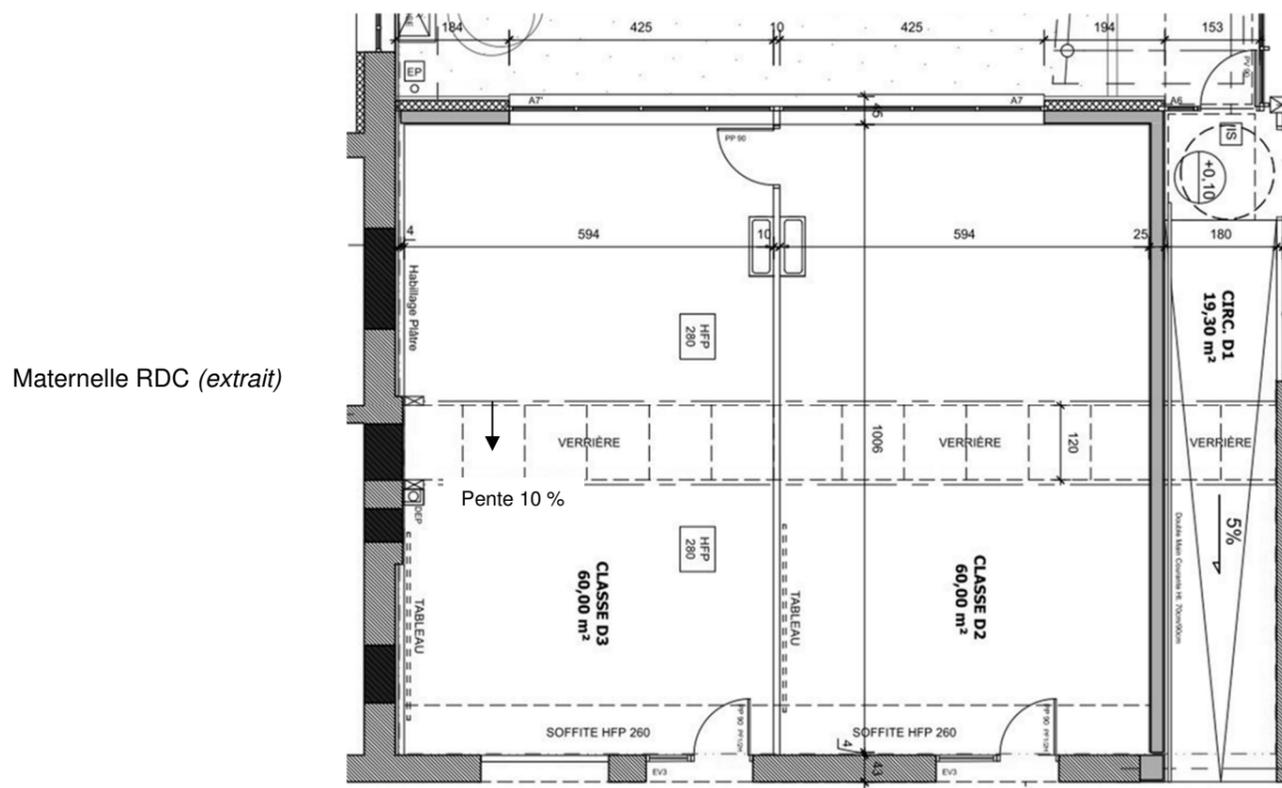
Tableau des compétences mesurées

Compétences mesurées	
C2.2	Représenter à la main tout ou partie d'un système d'enveloppe
C4	Analyser une information, un contexte, un résultat
C7.1	Définir les hypothèses de l'étude et du calcul.
C7.2	Proposer une modélisation de tout ou partie de l'enveloppe.
C7.3	Réaliser manuellement une note de calculs de pré-dimensionnement, de dimensionnement
C7.6	Contrôler un résultat ou une note de calcul en lien avec un contexte, une exigence
C8.1	Valider une solution technique.

PARTIE 1 : MENUISERIES

Cette partie concerne les dimensionnements du vitrage de la verrière et d'une traverse de l'ensemble menuisé.

Étude A : Vitrage de la verrière.



Données :

- La verrière se décompose en 14 modules de 1 m par 1,20 m en appui sur 4 côtés et composés d'un vitrage recuit incliné 44,2/12/8 ITR (Isolation Thermique Renforcée)
- Charge normale de neige en toiture : $S_1 = 360 \text{ Pa}$
- Charge exceptionnelle de neige en toiture : $S_2 = 0 \text{ Pa}$
- Pression de vent au droit de la verrière : $P_{\text{vent}} = 300 \text{ Pa}$

Documents à utiliser :

- DT01 : Plan de Masse et Toiture
- DT04 : CCTP Lot 03 – Menuiseries aluminium / pvc
- DT06 : DTU 39 P4 (extrait)

On demande de valider le vitrage de la verrière selon les préconisations du CCTP.

Question 1 :

Citer au moins trois critères à prendre en considération pour réaliser le choix ou la validation d'un vitrage.

Dans la suite du questionnement, on s'intéresse en particulier aux critères définis dans le DTU 39 P4.

Question 2 :

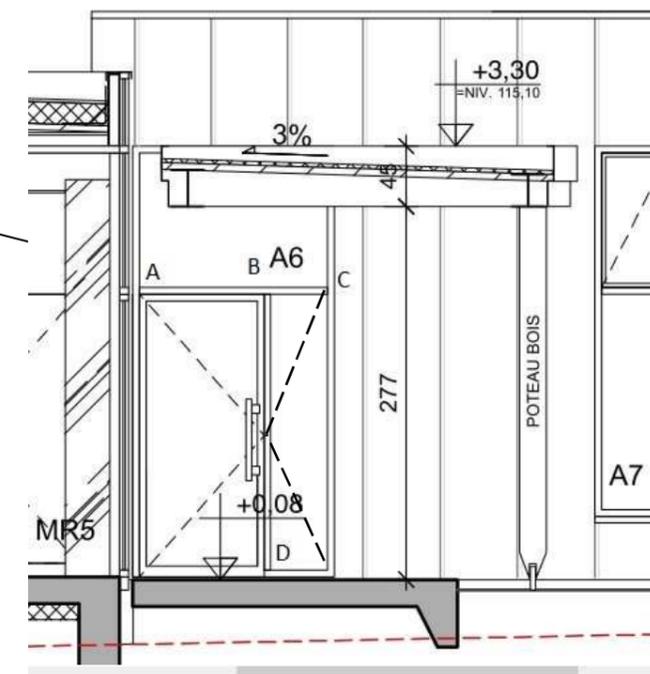
Calculer la combinaison de charges la plus défavorable.

Question 3 :

Vérifier le vitrage et conclure.

Étude B : Ensemble menuisé A6 de la façade Ouest

On s'intéresse à la traverse AC de l'ensemble menuisé donnant accès à la circulation D1.



Données :

- Poids volumique du verre : $\rho_{\text{verre}} = 25 \text{ kN/m}^3$
- Vitrage de l'imposte : 10/10/4 ITR
- Pression de vent : $W = 800 \text{ Pa}$
- Module élastique de l'aluminium : $E = 70\,000 \text{ MPa}$
- Déformation admissible vis-à-vis du vent : $f_{\text{max}} = \text{mini} (\text{portée}/200 ; 15 \text{ mm})$
- Déformation admissible au poids de vitrage : $f_{\text{max}} = \text{mini} (\text{portée}/500 ; 3 \text{ mm})$

Documents à utiliser :

- DT02 : Coupe Menuiserie A6
- DT05 : Catalogue Wicline (extrait)
- DT07 : Formulaire de mécanique

Document à compléter :

- DR01 : Répartition de la pression de vent sur l'ensemble A6

Le bureau d'études cherche à dimensionner cette traverse AC d'un point de vue mécanique, sous la totalité des chargements qui lui sont appliqués.

Question 4 :

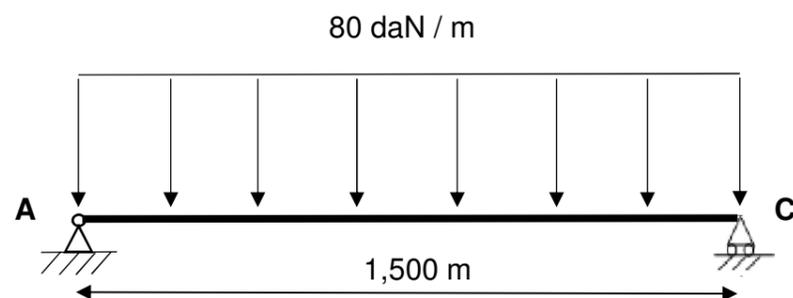
Sur le DR01, représenter la répartition de l'action de vent en pression sur les éléments de l'ensemble menuisé.

Question 5 :

Modéliser la traverse AC sous l'action du vent en précisant les valeurs des charges (l'effort ponctuel sur la traverse AC créé par le montant BD en B est de 56,80 daN).

Question 6 :

Dans le cas d'un prédimensionnement en réponse à un appel d'offres, le bureau d'études choisit une modélisation simplifiée pour les actions du vent. Il considère le chargement uniformément réparti suivant :



Calculer l'inertie minimale de la traverse permettant de vérifier le critère de déformation dans cette configuration.

Question 7 :

Pour l'étude de la traverse soumise au poids du vitrage, l'axe des cales est à 100 mm des appuis.

Modéliser la traverse sous l'action du poids en précisant les valeurs des charges.

Question 8 :

Calculer l'inertie minimale de la traverse permettant de vérifier le critère de déformation dans la configuration de la question 7.

Question 9 :

Choisir un profilé parmi ceux présentés sur le document DT05.

Question 10 :

Une étude à l'aide d'un logiciel sous chargement réel au vent donne une inertie minimale de 9 cm⁴.

Comparer ce résultat à celui obtenu par la méthode simplifiée et conclure.

PARTIE 2 : BARDAGE

Cette partie propose d'étudier la liaison entre le bardage à joint debout et la menuiserie ainsi qu'un angle sortant.

Étude C : Liaison bardage – menuiserie

La liaison se situe au niveau du bardage à joint debout. La menuiserie est posée en applique extérieure.

Documents à utiliser :

- DT04 – CCTP Lot03 – Menuiseries aluminium / pvc
- DT08 : Documentation Styl Inov
- DT09 : CCTP Lot 02 – Charpente couverture bardage

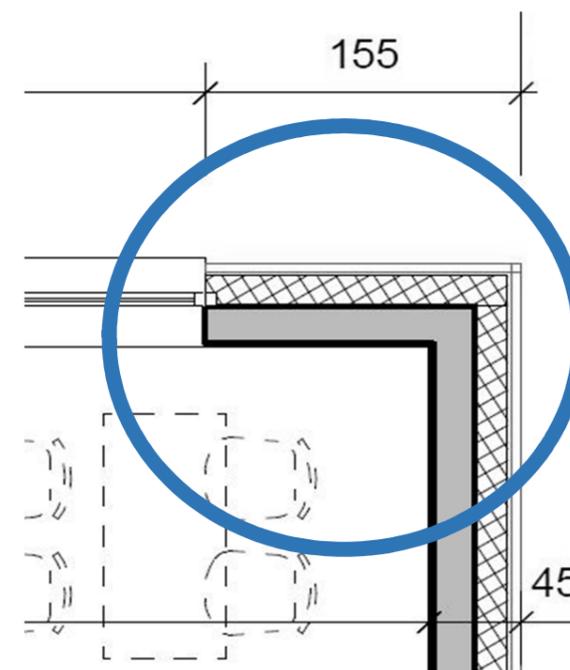
Document à compléter :

- DR02 : Croquis à main levée de la liaison bardage - menuiserie et angle sortant

Question 11 :

Réaliser un croquis à main levée de la liaison entre le bardage et la menuiserie en coupe horizontale ainsi que l'angle du bardage, conformément aux prescriptions du CCTP sur le DR02.

Ce croquis sera légendé et devra comporter l'ensemble des éléments nécessaires à une bonne exécution.

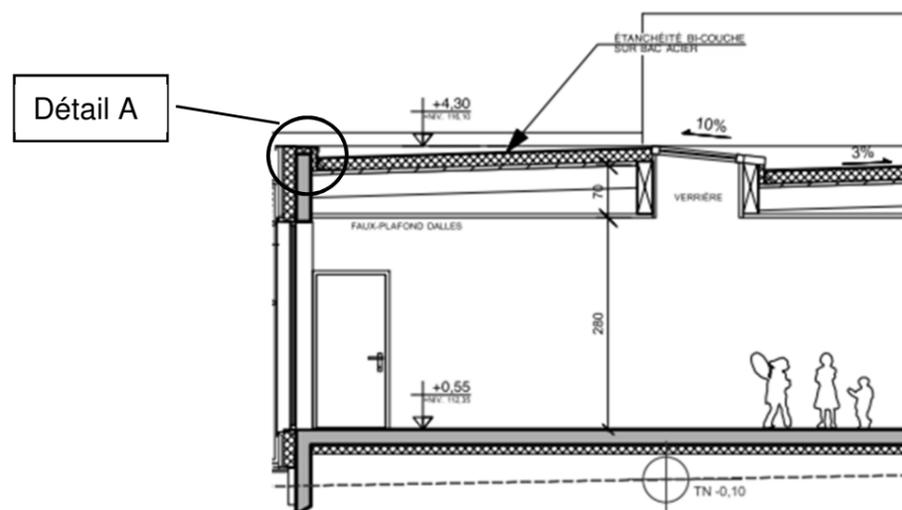


PARTIE 3 : ÉTANCHÉITÉ

On s'intéresse à la vérification de la solution technique de la toiture terrasse.

Étude D : Étude thermique

On souhaite vérifier la conformité thermique de la couverture étanchée sur bacs acier au-dessus des salles D2 et D3, vis-à-vis des exigences réglementaires en vigueur.



Documents à utiliser :

- DT01 : Plan de masse et toiture
- DT09 : CCTP Lot 02 – Charpente couverture bardage
- DT10 : TH-U parois opaques : fascicule 4 RT 2012 (extrait)
- DT11 : Isolant (Rockwool)

Données :

- Dimension totale de la couverture : 14,53 m x 10,55 m (voir DT01 Plan de masse)
- Verrière : dimensions : 14,00 m x 1,20 m
 $U_{\text{verrière}} = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
- Fixations : Densité des fixations (isolation + étanchéité) de 8 unités/m²
Pont thermique ponctuel : $\chi = 0,006 \text{ W}/\text{K}$
- Les ponts thermiques linéiques sont négligés ($\Psi = 0$)
- Étanchéité bicouche ép. 5 mm : $R_u = 0,029 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- On néglige le bac acier ainsi que le faux plafond au niveau thermique
- La notice thermique du projet fixe un coefficient de transmission surfacique $U_{\text{moyen}} = 0,36 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ pour la totalité de la toiture concernée par cette étude.

Question 12 :

Calculer le coefficient de transmission surfacique U_p de la toiture étanchée (hors verrière).

Question 13 :

Calculer le coefficient de transmission surfacique U_{moyen} ($U_{\text{moyen}} = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$) de la toiture en intégrant la verrière.

Conclure par rapport aux attendus de la notice thermique.

Question 14 :

Afin de répondre au critère minimum de la notice thermique, la résistance thermique minimum de l'isolant doit être égale à 6,60 m².K/W.

Proposer un complexe d'isolation.

Étude E : Support Bac acier

On souhaite vérifier le bac acier sur la partie salles de classe.

Documents à utiliser :

- DT03 : Charpente métallique sur salles de classe (avec verrière)
- DT09 : CCTP Lot 02 – Charpente couverture bardage
- DT12 : DTU 43.3 (extraits)
- DT13 : Documentation bac acier Arval

Données :

- Charge de neige : $S = 0,36 \text{ kN}/\text{m}^2$
- Masse surfacique de l'isolant laine de verre = 1,76 kg/m²
- Masse surfacique du revêtement d'étanchéité = 7,5 kg/m²

Question 15 :

Préciser les situations à prendre en compte pour vérifier le bac acier support d'étanchéité.

Question 16 :

Déterminer la charge descendante retenue dans le cas d'une situation d'exploitation pour le bac acier support d'étanchéité.

Question 17 :

Vérifier le bac acier support d'étanchéité proposé dans le DT13.

Étude F : Étude du relevé

On souhaite étudier le relevé repéré Détail A sur le dessin ci-contre.

Documents à utiliser :

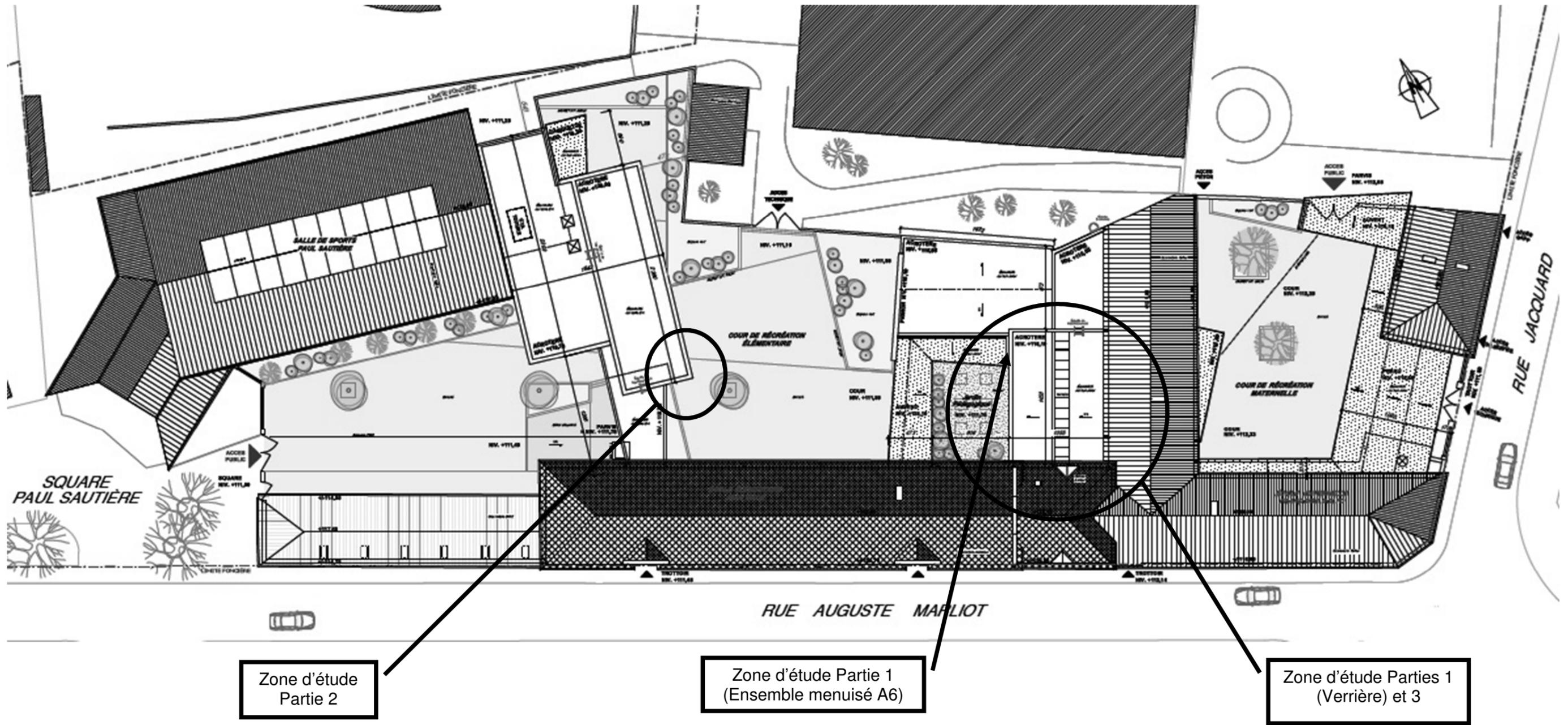
- DT09 : CCTP Lot 02 – Charpente couverture bardage
- DT12 : DTU 43.3 (extraits)

Document à compléter :

- DR03 : Croquis à main levée du relevé

Question 18 :

Réaliser un croquis à main levée du relevé repéré (Détail A) conformément aux prescriptions du CCTP sur le DR03. Ce croquis sera légendé et devra comporter l'ensemble des éléments nécessaires à une bonne exécution.



PORTES BATTANTES VITREES

Fourniture et pose de porte battante en profilés d'aluminium extrudé de type:

- à rupture thermique. Ep. minimale: 52 mm
- coeff.U maxi: 4 W/m².K
- anodisation de classe 15 µm
- finition thermo-laquée. Teinte: RAL standard à déterminer

Ouvrant à double feuillure et recouvrement, ferré sur paumelles réglables, de teinte assortie aux profilés.

Etanchéité périphérique:

- par joint de battement élastomère formant chambre de décompression
- par joint brosse au seuil

Classement AEV minimum:

- A 3
- E 2A
- V 3 (résistance pression) C (déformation)

Vitrage posé en feuillure drainée sous parecloses clippées et joint EPDM.

La composition des vitrages est décrite au § VITRERIE.

Calfeutrement d'étanchéité par joint silicone de 1^{ère} catégorie sur fond de joint préformé, compris toute sujestion de raccordement sur matériau de façade par profilé formant tapées.

ENSEMBLES MENUISES COMPOSES

Fourniture, pose et ajustae d'ensembles menuisés en profilés d'aluminium de caractéristiques techniques et d'aspect identiques à ceux mentionnés ci-dessus.

Ensemble A6



Ouvrants à double feuillure et recouvrement, ferrés sur paumelles réglables, de teinte assortie aux profilés.

Type d'ouvrant:

- battant

Etanchéité ouvrant / dormant par joint de battement élastomère formant chambre de décompression.

Traverse intermédiaire à récupération et évacuation contrôlée des eaux d'infiltration et de condensation.

Tierce et imposte vitrées fixes.

Pièce d'appui à récupération et évacuation contrôlée des eaux d'infiltration et de condensation.

Classement AEV minimum:

- A 3
- E 2A
- V 3 (résistance pression) C (déformation)

Serrure:

- à pêne dormant et ½ tour
- condamnation par barillet à profil européen 5 goupilles

Garniture:

- béquille simple en acier inoxydable sur rosace type NORMBAU Stainless line ou similaire.

Ec. DOLTO: CIRC D1

WICLINE 50E

Fenêtres

Valeurs statiques

Profil e = moment d'inertie effectif	Valeurs statiques
	110562 I _{xe} = 7,92cm ⁴ I _{ye} = 5,24cm ⁴
	110675 I _{xe} = 9,53cm ⁴ I _{ye} = 6,65cm ⁴
	110676 I _{xe} = 11,13 cm ⁴ I _{ye} = 12,01 cm ⁴
	110784 I _{xe} = 40,66cm ⁴ I _{ye} = 15,42 cm ⁴
	110792 I _{xe} = 7,11 cm ⁴ I _{ye} = 3,06cm ⁴
	110793 I _{xe} = 8,73cm ⁴ I _{ye} = 6,31 cm ⁴
	110797 I _{xe} = 9,60cm ⁴ I _{ye} = 5,09cm ⁴
	110798 I _{xe} = 11,17 cm ⁴ I _{ye} = 9,32cm ⁴

Profil e = moment d'inertie effectif	Valeurs statiques
	110678 I _{xe} = 9,24 cm ⁴ I _{ye} = 8,40cm ⁴
	110679 I _{xe} = 10,94cm ⁴ I _{ye} = 11,10 cm ⁴
	110680 I _{xe} = 12,61 cm ⁴ I _{ye} = 18,0 cm ⁴
	110681 I _{xe} = 14,62 cm ⁴ I _{ye} = 27,46cm ⁴
	110788 I _{xe} = 17,84 cm ⁴ I _{ye} = 55,33cm ⁴
	110789 I _{xe} = 25,38cm ⁴ I _{ye} = 158,14cm ⁴

4 Symboles

- P pression de calcul en pascals (Pa) ;
- ϵ_1 facteur d'équivalence des vitrages isolants ;
- ϵ_2 facteur d'équivalence des vitrages feuilletés ;
- ϵ_3 facteur d'équivalence des vitrages simples monolithiques ;
- e_1 épaisseur calculée en millimètres (mm) ;
- e_F épaisseur équivalente pour le calcul de la flèche en millimètres (mm) ;
- e_R épaisseur équivalente pour le calcul de la résistance en millimètres (mm) ;
- L grand côté en mètres (m) ;
- l largeur en mètres (m) ;
- S surface réelle calculée au moyen des dimensions précitées exprimée à deux décimales, en mètres carrés (m²) ;
- f flèche en millimètres (mm) ;
- α coefficient de déformation fonction du rapport L/l.

7 Méthodes de calcul

7.1 Principe

La pression de calcul selon l'Article 6 est utilisée dans les formules ci-après pour déterminer une épaisseur e_1 .

Un facteur de réduction c lié à la situation du châssis est appliqué suivant 7.3.

L'épaisseur e_R définie à l'Article 8 intègre les facteurs d'équivalence ϵ du vitrage. Elle doit être au moins égale au produit ($e_1 \times c$).

$$e_R \geq e_1 \times c \quad \dots (4)$$

Dans tous les cas, on calcule ensuite une épaisseur e_F suivant l'Article 9 pour vérifier que la flèche respecte les critères fixés. Si la flèche dépasse la valeur admissible, l'épaisseur des composants doit être augmentée jusqu'au respect de l'ensemble des exigences.

Combinaisons de charges.

Vitrages verticaux.

La pression de calcul P est égale à la pression de vent P_{vent} .

Vitrages inclinés.

Les vitrages inclinés sont calculés pour résister à la plus défavorable des charges suivantes :

$$P = \max[P_{vent}; P_2; P_3]$$

- P_{vent}
 - $P_2 = 3,75 (S_1 + P_p)$;
 - $P_3 = 2,2 (S_2 + P_p)$.
- où $P_p = 25 \times \text{ép.}$ (ép. exprimée en mm)

Vitrage en appuis sur toute la périphérie.

a) Vitrage dont le rapport L/l est inférieur ou égal à 2,5 :

$$e_1 = \sqrt{\frac{S \times P}{100}} \text{ en mm}$$

b) Vitrage dont le rapport L/l est supérieur à 2,5 :

$$e_1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{6,3} \text{ en mm}$$

- ☞ l désigne la longueur du petit côté [m]
- ☞ P désigne la pression de charge conventionnelle [Pa]
- ☞ S désigne la surface du vitrage [m²]

Facteurs d'équivalence ϵ .

Les facteurs d'équivalence ϵ_1 et ϵ_2 tiennent compte de l'assemblage entre composants. Le facteur d'équivalence ϵ_3 tient compte de la nature des composants.

Type de vitrage		ϵ_1
Vitrage isolant NF EN 1279	Comportant deux produits verriers (double vitrage)	1,60
	Comportant trois produits verriers (triple vitrage)	2,00

Type de vitrage		ϵ_2
Vitrage feuilleté de sécurité NF EN ISO 12543-2	Deux composants	1,3
	Trois composants	2,5
	Quatre composants et plus	1,6
Vitrage feuilleté NF EN ISO 12543-3	Deux composants	1,6
	Trois composants et plus	2,0

Type de vitrage		ϵ_3
Vitrage recuit NF EN 572-2		1
Vitrage recuit armé NF EN 572-3		1,2
Vitrage trempé NF EN 12510 ou NF EN 14179		0,61

Vérification de la résistance.

e_R est l'épaisseur équivalente pour le calcul de résistance.

La résistance d'un vitrage dépend de son épaisseur et de sa nature (recuit, trempé, imprimé, etc.). Dans le cas d'un assemblage associant des composants de nature différente, seule la valeur maximale des coefficients ϵ_3 , $MAX(\epsilon_3)$, est à prendre en compte.

Lorsque l'épaisseur e_R est inférieure à l'épaisseur nominale du composant le plus épais, e_R est pris égal à l'épaisseur de ce seul composant.

Il faut vérifier que :

- ☞ $c = 0,9$ pour les vitrages extérieurs en rez-de-chaussée et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol
- ☞ $c = 1$ dans tous les autres cas

Vérification de la flèche.

Dans tous les cas, la flèche des vitrages doit être vérifiée :

$$\text{Calcul de flèche } f = \alpha \times \frac{P}{1,5} \times \frac{b^4}{e_F^3}$$

- ☞ α selon tableau ci-après;
- ☞ b est :
 - soit le petit côté l dans le cas de vitrages pris en feuillure sur 4 côtés
 - soit le bord libre L ou l dans le cas de vitrages pris sur 2 ou 3 côtés

Critères admissibles

Dans le cas des vitrages extérieurs en appui sur leur périphérie, verticaux ou inclinés, la flèche maximale au centre doit être inférieure au 1/60e du petit côté, et limitée à 30 mm.

Les vitrages présentant un bord libre doivent avoir une flèche maximale inférieure aux valeurs suivantes :

- simple Vitrage : $f \leq 1/100e$ du bord libre, soit $f \leq b \times 10$, limitée à 50 mm ;
- double Vitrage : $f \leq 1/150e$ du bord libre, soit $f \leq b \times 6,67$, limitée à 50 mm.

Calculs de e_R et e_F .

Les calculs des épaisseurs équivalentes e_R et e_F servant aux vérifications des vitrages sont donnés ci-dessous en fonction des différentes situations possibles.

e_i , e_j , e_k et e_l sont les épaisseurs nominales de chaque produit verrier composant le vitrage étudié.

Type vitrage	e_R	e_F
Vitrage simple monolithique	$e_R = \frac{e}{\epsilon_3}$	$e_F = e$
Vitrage simple feuilleté	$e_R = \frac{e_i + e_j + \dots + e_n}{0,9 \times \epsilon_2 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	$e_F = \frac{e_i + e_j + \dots + e_n}{\epsilon_2}$
Vitrage isolant double 2 composants monolithiques	$e_R = \frac{e_i + e_j}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	$\frac{e_i + e_j}{\epsilon_1}$
Vitrage isolant double 1 composant feuilleté	$e_R = \frac{e_i + \frac{e_j + e_k}{0,9 \times \epsilon_2}}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	$e_F = \frac{e_i + \frac{e_j + e_k}{\epsilon_2}}{\epsilon_1}$
Vitrage isolant double 2 composants feuilletés	$e_R = \frac{\frac{e_i + e_j}{0,9 \times \epsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{0,9 \times \epsilon_2}}{0,9 \times \epsilon_1 \times \text{MAX}(\epsilon_3)}$	$e_F = \frac{\frac{e_i + e_j}{\epsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{\epsilon_2}}{\epsilon_1}$

Vitrage en appui sur 4 côtés

Valeurs de α pour calcul de la flèche

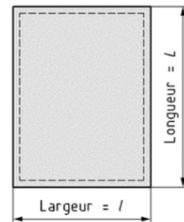
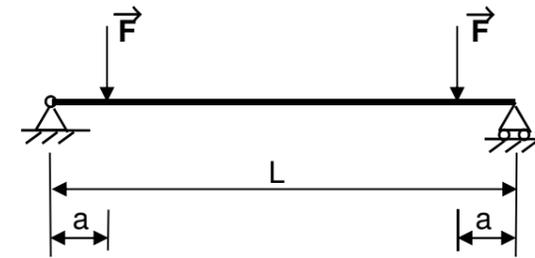


Tableau D.1 — Appui sur 4 côtés

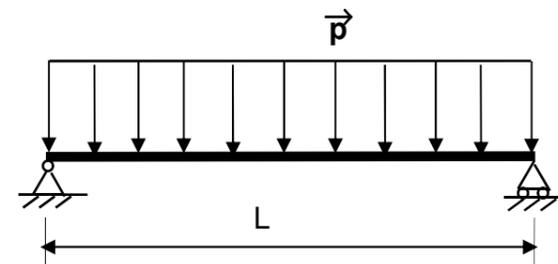
Valeurs du coefficient α	
Rapport largeur/longueur (l/l)	α
1	0,6571
0,9	0,8000
0,8	0,9714
0,7	1,1857
0,6	1,4143
0,5	1,6429
0,4	1,8714
0,3	2,1000
0,2	2,1000
0,1	2,1143
< 0,1	2,1143

DT07 : FORMULAIRE DE MÉCANIQUE



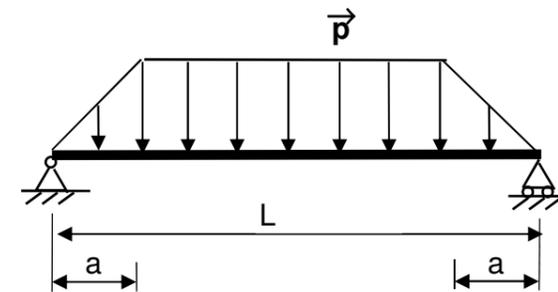
$$f_{\text{maxi}} = \frac{F.a.(3L^2 - 4a^2)}{24.E.I}$$

$$M_{f_{\text{maxi}}} = F.a$$



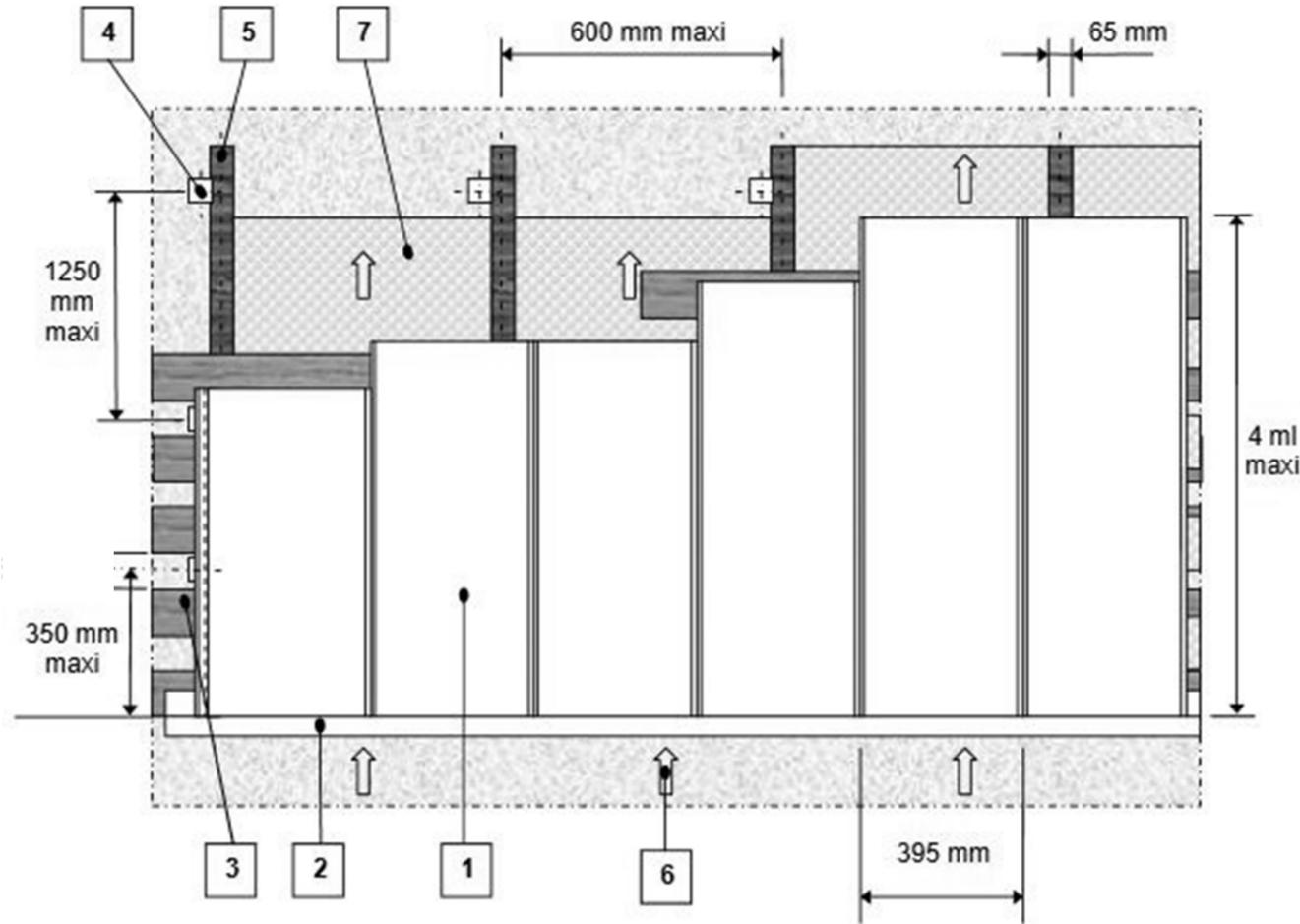
$$f_{\text{maxi}} = \frac{5.p.L^4}{384.E.I}$$

$$M_{f_{\text{maxi}}} = \frac{p.L^2}{8}$$



$$f_{\text{maxi}} = \frac{p.(5L^2 - 4a^2)^2}{1920.E.I}$$

$$M_{f_{\text{maxi}}} = \frac{p.(3L^2 - 4a^2)}{24}$$

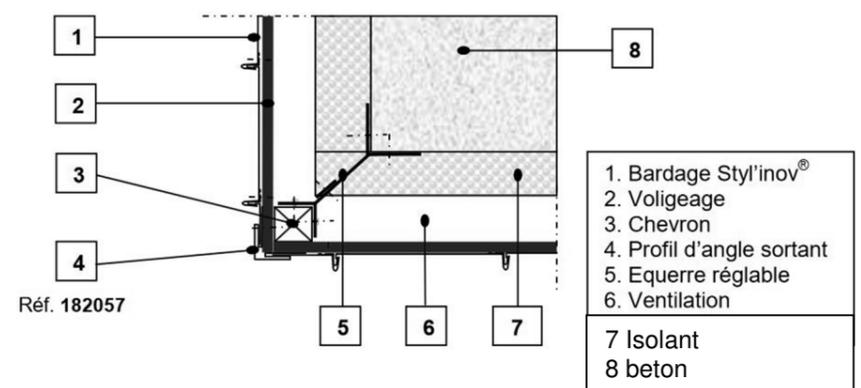


- 1. Bardage Styl'inov® (N°1 ou N°3)
- 2. Profil de départ réf. 182033
- 3. Volige horizontale 105 x 15 mm (pose éclaircie 50 mm entre volige)
- 4. Equerre réglable
- 5. Chevron 65 x 50 mm
- 6. Ventilation

En bardage, il faut découper le relief du joint debout pour empêcher au profil de glisser.

Angle sortant

Encadrement de fenêtre Arrêt de mur



- 1. Bardage Styl'inov®
- 2. Voligeage
- 3. Chevron
- 4. Profil d'angle sortant
- 5. Equerre réglable
- 6. Ventilation
- 7 Isolant
- 8 beton

Réf. 182057

Extrait 1

TOITURES-TERRASSES NON CIRCULABLES EN ELASTOMERE BITUME AUTOPROTEGE

Localisation

ETANCHEITE BICOUCHE EN ELASTOMERE BITUME SUR BAC ACIER + ISOLANT

- Support (à la charge du présent corps d'état):
- tôles nervurées d'acier galvanisé à sous face pleine.
 - épaisseur: 0,75mm
 - galvanisation minimale: Z 225
 - Finition parement intérieur: envers de bande

Ec. DOLTO:
Ensemble des toitures neuves
Ec. MACÉ:
ESC 3 (escalier de secours)

Fixation par vissage sur les pannes prévues au corps d'état CHARPENTE BOIS.

Ec. DOLTO:
CIRC D1, CLASSES D2 ET D3

Fixation par boulons à crochet ou vis autotaraudeuse sur les pannes prévues au corps d'état CHARPENTE MÉTALLIQUE.

Ec. DOLTO:
CIRC D4, PRÉAU, AUVENT HALL
AUVENT JARDIN PÉDAGOGIQUE
SALLE D'ACTIVITÉS
WC PMR, SANITAIRES 2, LT
Ec. MACÉ:
ESC 3 (escalier de secours)

Pente >3%

- Revêtement d'étanchéité en bitume élastomère de type bicouche autoprotégé
- par granulats minéraux. Teinte: à déterminer
- Pose semi-indépendante par fixation mécanique sur isolant thermique de type:
- Laine minérale non surfacée
 - Épaisseur: 160 mm (Ru=4,10 m²K/W) sur locaux chauffés
 - 30 mm sur préaux et auvents

Exécution des relevés d'étanchéité périmétriques et sur tous ouvrages en pénétration, compris toutes sujétions.

Sujétions particulières:

- l'isolant thermique sera disposé en relevé et recouvrement des acrotères pour supprimer les ponts thermiques par liaison avec les isolants de façades.

ETANCHEITE BICOUCHE EN ELASTOMERE BITUME SUR MACONNERIE + ISOLANT

Support: dalle béton
Pente: nulle

Ec. MACÉ:
Extension étage compris Ascenseur

La réalisation du support est à la charge du corps d'état GROS-ŒUVRE.

- Revêtement d'étanchéité en bitume élastomère de type bicouche autoprotégé
- par granulats minéraux. Teinte : à déterminer
- Pose semi-indépendante autoadhésive sur isolant thermique de type:
- Laine minérale surfacée kraft
 - Épaisseur: 160 mm (Ru=4,10 m²K/W)

Pare vapeur en chape souple de bitume armé de tissu de verre, soudé au support.

Exécution des relevés d'étanchéité périmétriques et sur tous ouvrages en pénétration, compris toutes sujétions.

Sujétions particulières:

- l'isolant thermique sera disposé en relevé et recouvrement des acrotères pour supprimer les ponts thermiques par liaison avec les isolants de façades.

RELEVÉ D'ETANCHEITE EN ELASTOMERE BITUME

Réalisation des relevés d'étanchéité en élastomère bitume autoprotégé comprenant:

Sur acrotères maçonnés et acrotères métalliques:

Suivant plans

- Relevé en élastomère bitume autoprotégé et équerre de renfort nécessaire
- Protection en tête par remontée sous recouvrement d'acrotère.

Sur costières:

Suivant plans

- Relevé en élastomère bitume autoprotégé et équerre de renfort nécessaire
- Ouvrages concernés:
- Lanterneaux
 - verrière

BARDAGES MÉTALLIQUES

ISOLATION SOUS BARDAGE

ISOLATION SOUS BARDAGE PAR LAINE DE VERRE EN PANNEAUX SEMI-RIGIDES

Isolation de bardage par laine de verre en panneaux semi-rigides.
 Epaisseur: 160mm $R_u=4,00m^2.K/W$
 Pose: en deux couches croisées dont une avec pare vapeur compris toutes sujétions de coupe et façonnage.

BARDAGE EN PLAQUES PLANES D'ACIER A JOINT DEBOUT

Bardage en plaques d'acier galvanisé posées à joint debout. Ep. minimale: 0,63mm
 Entraxe / hauteur des joints: 395 / 25 mm
 Finition:
 • profil plan
 • prélaquée polyester. Teinte: zinc RAL 5740
 Modèle: Styl Innov profil n°3 ou similaire
 L'entreprise accompagnera son offre de prix d'une documentation technique détaillée du matériau proposé.

Pose et ajustage comprenant:

- ossature primaire en chevrons fixés par équerres sur les ouvrages de gros-œuvre
- voligeage non jointif
- vide de ventilation et grille anti-rongeur en partie basse
- toutes pièces de finition

Sujétions particulières:

- Retour horizontal sous façade pour finition contre habillage en sous-facade dalle

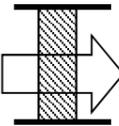
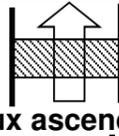
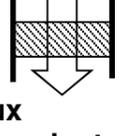
Localisation

Ensemble des bardages métalliques

Ec. MACÉ:
 Façades extension suivant plans
 Ec. DOLTO:
 Façades CIRC D1, CLASSES D2 et D3

Ec. MACÉ:
 Sous-face extension d'étage

Extrait 1

Paroi en contact avec l'extérieur		Rsi m ² .K/W	Rse ⁽¹⁾ m ² .K/W	Rsi + Rse m ² .K/W
Paroi verticale		0.13	0.04	0.17
Paroi horizontale		0.10	0.04	0.14
		0.17	0.04	0.21

Extrait 2

2.2.1.1 Paroi comportant des couches d'épaisseur uniforme

Le coefficient de transmission surfacique global des parois courantes, U_p en $W/(m^2.K)$, se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \Delta U_1 \quad (\text{Formule 13});$$

où

U_c est le coefficient de transmission surfacique en partie courante de la paroi :

$$U_c = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (\text{Formule 14});$$

où

R_{si} , R_{se} sont les résistances superficielles côtés intérieur et extérieur de la paroi, déterminées selon le paragraphe 1.3.3 du présent fascicule ;

R est la résistance thermique de la paroi, en $m^2.K/W$, déterminée comme étant la somme des résistances thermiques des couches composant la paroi y compris celles des lames d'air éventuelles :

$$R = \sum R_i;$$

ΔU_1 est l'impact des ponts thermiques intégrés à la paroi :

$$\Delta U_1 = \frac{\sum \psi_i L_i + \sum \chi_j}{A} \quad (\text{Formule 15});$$

où

ψ_i est le coefficient linéique du pont thermique intégré i , déterminé selon le présent fascicule, exprimé en $W/(m.K)$;

χ_j est le coefficient ponctuel du pont thermique intégré j , exprimé en W/K ;

L_i est le linéaire du pont thermique intégré i , en mètres ;

A est la surface totale de la paroi, en m^2 .

Panneaux en laine de roche (MWR)

Rockacier B Nu

Relevant de la norme	NF EN 13162
----------------------	--------------------

Titulaire : Rockwool France SAS
111, rue Château des Rentiers
FR-75013 Paris

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/14-2394**
Annule et remplace l'Avis Technique 5/09-2047

A. Description

1. Destination du produit

Le procédé Rockacier B Nu est constitué de panneaux isolants thermiques non-porteurs en laine de roche nue, de dimension utile :

- Longueur x largeur :
 - 1 200 x 1 000,
 - 2 400 x 600,
 - 2 400 x 1200 ;
- D'épaisseur allant de 30 à 180 mm.

Ces panneaux s'emploient en :

- Un lit d'épaisseur maximale 180 mm ;
- Plusieurs lits d'isolant d'épaisseur maximale 260 mm, avec pour :
 - Lit inférieur : Rockacier B Nu,
 - Lit(s) supérieur(s) : Rockacier B Nu ou Rockacier C Nu.

Ces panneaux sont admis en tant que support direct de revêtements d'étanchéité (sauf synthétique) de toitures plates ou inclinées, inaccessibles y compris les chemins de circulation (hors zones techniques) sur éléments porteurs en :

- Tôles d'acier nervurées conforme à la norme NF DTU 43.3 ou à leur Document Technique d'Application ;
- Bois et panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 ou à leur Document Technique d'Application.

Pour des travaux établis en :

- Climat de plaine ou de montagne.
- Travaux neufs ou en réfection selon la norme NF P 84-205 (réf. DTU 43.5).

Les panneaux Rockacier B Nu peuvent être :

- Fixés mécaniquement avec des attelages de fixations mécaniques solides au pas.
- Ou posés libre dans le cas de la pose sous protection lourde.

Les revêtements d'étanchéité sont :

- Indépendants sous protection lourde rapportée ;
- Fixés mécaniquement en apparent.

Dans le cas de pose avec fixations mécaniques, les locaux à très forte hygrométrie ne sont pas visés.

Dans le cas de la pose libre des poses isolants et de la pose en indépendance du revêtement d'étanchéité, la pose sur locaux à très forte hygrométrie est possible.

Ne sont pas visés, les :

- Revêtements d'étanchéité synthétiques ;
- Revêtements d'étanchéité avec film souple photovoltaïque ou sous module verrier photovoltaïque.
- Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm.

Tableau 2 – Résistances thermiques (selon Certificat Acermi n° 04/015/295)

Épaisseur (mm)	R (m².K/W)						
30	0,75	70	1,75	110	2,80	150	3,85
35	0,85	75	1,90	115	2,95	155	3,95
40	1,00	80	2,05	120	3,05	160	4,10
45	1,15	85	2,15	125	3,20	165	4,20
50	1,25	90	2,30	130	3,30	170	4,35
55	1,40	95	2,40	135	3,45	175	4,45
60	1,50	100	2,55	140	3,55	180	4,60
65	1,65	105	2,65	145	3,70		

Tableau 3 – Conditions d'emploi pour toitures inaccessibles et chemins de circulation (1)

Élément porteur	Pente (%)	Protection lourde meuble	Autoprotection
		Revêtement sous DTA en pose libre	Revêtement sous DTA fixé mécaniquement (3)
Bois et panneaux à base de bois (selon NF DTU 43.4 et Documents Techniques d'Application) (2)	≤ 5	13 si bicouche 14 si monocouche	L3 si bicouche (4) L4 si monocouche
	> 5		
Tôles d'Acier Nervurées (selon NF DTU 43.3 et Documents Techniques d'Application)	≤ 5	13 si bicouche 14 si monocouche	
	> 5		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

I, L : Classe FIT du revêtement d'étanchéité (Avis Techniques particuliers).

(1) Les chemins de circulation sont réalisés selon les normes NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4 ou le Document Technique d'Application du revêtement, et pour une pente ≤ 50 %. Ce tableau 4 ne concerne pas les chemins d'accès aux zones techniques s'ils sont définis comme « techniques » dans les DPM (se reporter à la remarque complémentaire du Groupe Spécialisé, au paragraphe 3b de l'AVIS).

(2) Se reporter au paragraphe 2.31 de l'AVIS.

(3) Avec des attelages solides au pas (§ 2.6 du Dossier Technique).

(4) Sous-classe FIT « L4 » pour le revêtement des chemins de circulation.

6.2.2.1 Cas des charges descendantes

6.2.2.1.1 Charges à prendre en compte

6.2.2.1.1.1 Situation de montage

Le poids propre des tôles d'acier nervurées est successivement combiné avec chaque charge de montage.

Les portées limites indiquées dans les fiches techniques prennent en compte cette situation.

6.2.2.1.1.2 Situation d'exploitation

La charge descendante de calcul est définie en combinant les charges permanentes avec la charge d'exploitation la plus élevée

entre :

- la charge d'entretien (voir paragraphe C.3.1.3) ;
- la charge climatique de neige

C.3.1.3 Charges d'entretien

Sauf indication contraire précisée dans les Documents Particuliers du Marché quant à des charges supérieures, les charges à prendre en compte sont :

- 1 kN/m² pour les toitures inaccessibles et les aires ou chemins de circulation ;
- 1,5 kN/m² pour les zones techniques.

7.5.4 Costières

7.5.4.1 Généralités

Les costières (éventuellement revêtues de panneaux isolants) faisant office de support de relevé d'étanchéité sont en tôles d'acier galvanisé ou protégé contre la corrosion. Des costières préfabriquées en matériaux différents peuvent être utilisées (voir la norme NF DTU 43.3 P1-2). Les costières doivent être solidaires des tôles d'acier nervurées.

Cette exigence peut être satisfaite :

a Soit en rapportant une costière sur les tôles d'acier nervurées de partie courante (cas général, figure 19). Les costières doivent se recouvrir entre elles de 0,04 m au moins.

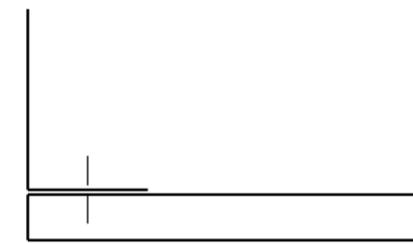


Figure 19 Costière fixée directement à la tôle d'acier nervurée

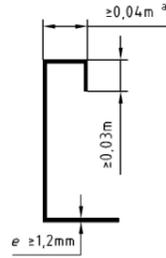
7.5.4.2 Dimensionnement des costières

Les costières présentent les caractéristiques suivantes :

Type de costière	Épaisseur (mm)	Hauteur H ^{a)} (m)	Talon (m)	Profil en partie haute (m)
Rapportée courante	0,75	≤ 0,25	≥ 0,10	—
	1,0	≤ 0,40	≥ 0,10	
	≥ 1,2	≤ 0,60	≥ 0,10	
Support de contre-bardage	≥ 1,2	≤ 0,60	≥ 0,10	Conforme à la figure 24 : — Aile horizontale ≥ 0,04 — Retombée verticale ≥ 0,03
Support de lanterneau ponctuel selon DTA	≥ 1,2	≤ 0,60	≥ 0,09	Conforme à son Document Technique d'Application (DTA) ¹⁵⁾
Support de système d'éclairage en bandes translucides selon DTA	≥ 2,0	≤ 0,60	≥ 0,09	Conforme aux figures 25 ou à son Document Technique d'Application (DTA) ¹⁵⁾
Support d'équipement (exutoires de fumées, aérateurs, ...)	Fonction de l'équipement ^{b)}		≥ 0,10	Fonction de l'équipement

a) Voir figure 20.
b) S'il s'agit de costière autoportante, le dimensionnement (épaisseur, hauteur) est fonction de la charge transmise par l'élément porté et par les tôles d'acier nervurées qui se trouvent en appui sur cette costière.

Tableau 14 Dimensionnement des costières



Légende
a aux 0,04 m, il convient d'ajouter l'épaisseur de l'isolant éventuel

Figure 24 Costières support de contre-bardage

6.5.6.1.2 Composition des relevés

Les complexes d'étanchéité définis ci-dessous sont fixés aux costières en tôle d'acier galvanisée, lorsque le support du relevé est constitué de panneaux isolants non porteurs de hauteur > 0,30 m. Ces fixations, réalisées par vis autoperceuses ou rivets à expansion avec plaquettes, sont disposées en tête des relevés d'étanchéité à raison de quatre par mètre, situées à 30 mm minimum du haut du lé, et protégées des eaux de ruissellement. On peut tenir compte de ces fixations pour le maintien des panneaux isolants (fixations hautes prévues au paragraphe 7.5.5.2.2).

Autoprotection minérale	Autoprotection métallique
— Une couche d'EIF ^{a)}	— Une couche d'EIF ^{a)}
— Une couche d'EAC ^{b)}	— Une couche d'EAC ^{b)}
— Une équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume modifié par élastomère SBS ^{c), d)}	— Une équerre de renfort de 0,25 m de développé en bitume modifié par élastomère SBS ^{c), d)}
— Une feuille de bitume élastomérique 35 autoprotégée par granulats minéraux soudée sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale	— Une feuille de bitume élastomérique 35 autoprotégée par feuille métallique soudée sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale
ou	ou
— Une feuille de bitume élastomère SBS autoprotégée par granulats minéraux soudée sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale ^{e)}	— Une feuille de bitume élastomère SBS autoprotégée par feuille métallique soudée sur toute la hauteur du relief avec talon de 0,15 m minimum en partie horizontale ^{e)}

a) Uniquement sur costière métallique.
b) La couche d'EAC est facultative sauf dans le cas de panneaux isolants dont le Document Technique d'Application¹³⁾ l'impose.
c) L'équerre de renfort doit présenter des ailes de 0,10 m minimum.
d) La feuille de bitume modifié par élastomère SBS doit être visée favorablement dans le Document Technique d'Application^{13) 14)}.
e) La feuille de bitume modifiée par élastomère SBS autoprotégée par granulats minéraux ou par feuille métallique doit être visée favorablement dans le Document Technique d'Application^{13) 14)}.

Tableau 12 Composition des relevés

Supports d'étanchéité

Hacierco 34 SR

Ouverture de vallée de 70 mm

Réf. DTU 43.3

Caractéristiques du matériau de base		Normes	
Nuance d'acier	S 320 GD	NF EN 10346	
Type de protection	Acier revêtu (Z225)	NF EN 10346 P 34-310	
	Acier revêtu prélaqué	NF EN 10169+A1 XP P34-301	

Épaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00	1,25
M (kg/m ²)	6,74	7,91	8,99	11,23

Longueur maximale (m) : 15,00

Caractéristiques expérimentales		HACIERCO 34 SR				
		Épaisseur (mm)				
Moments		0,75	0,88	1,00	1,25	
de flexion sous charge concentrée	MC	m.daN/ml	143,45	168,32	191,27	239,09
d'inertie en travée simple	I2	cm ⁴ /ml	15,14	17,77	20,19	25,24
d'inertie en deux travées égales	I3	cm ⁴ /ml	12,59	14,77	16,79	20,99
d'inertie en continuité	Im	cm ⁴ /ml	13,87	16,27	18,49	23,11
de flexion en travée. Système élastique	M2T	m.daN/ml	160,98	188,89	214,64	268,30
de flexion en travée. Système élasto-plastique	M3T	m.daN/ml	216,69	254,25	288,92	361,15
de flexion sur appui	M3A	m.daN/ml	160,75	188,62	214,34	267,92

Tableau d'utilisation (pour travées égales)

PV SOCOTEC KM 7730			2 APPUIS				3 APPUIS				4 APPUIS			
Charges d'exploitation daN/m ²	Charges permanentes daN/m ²	Total des charges descendantes daN/m ²	Épaisseur (mm)											
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
100	10	110	2,10	2,25	2,35	2,55	2,55	2,75	2,95	3,25	2,55	2,70	2,85	3,05
100	15	115	2,10	2,25	2,35	2,55	2,55	2,75	2,95	3,20	2,55	2,70	2,85	3,05
100	20	120	2,10	2,25	2,35	2,50	2,55	2,75	2,95	3,20	2,55	2,70	2,80	3,00
100	25	125	2,10	2,20	2,30	2,45	2,55	2,75	2,95	3,15	2,55	2,65	2,80	3,00
100	30	130	2,10	2,20	2,25	2,45	2,55	2,75	2,90	3,10	2,50	2,65	2,75	2,95
100	35	135	2,05	2,15	2,25	2,40	2,55	2,75	2,85	3,05	2,50	2,60	2,70	2,90
100	100	200	1,80	1,90	2,00	2,15	2,30	2,45	2,55	2,70	2,20	2,30	2,40	2,55
100	150	250	1,70	1,75	1,85	2,00	1,85	2,15	2,35	2,55	2,00	2,15	2,25	2,40
125	25	150	2,00	2,10	2,15	2,35	2,55	2,65	2,75	2,95	2,40	2,50	2,65	2,80
150	25	175	1,85	1,95	2,05	2,20	2,40	2,50	2,60	2,85	2,25	2,40	2,50	2,70

Pour le calcul des charges permanentes, le poids propre du support d'étanchéité n'est pas à prendre en compte

