

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 2024

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 collège » est autorisée.

**Documents à rendre avec la copie :**

- DR1..... page 21/25
- DR2..... page 22/25
- DR3..... page 23/25
- DR4..... page 24/25
- DR5..... page 25/25

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Ce sujet se compose de 25 pages, numérotées de 1/25 à 25/25.

BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION		Session 2024
U41- Analyse des enveloppes	24EB41ANE1	Page 1 / 25

## SOMMAIRE

Présentation du projet .....	page 2
Compétences évaluées.....	page 3
<b>SUJET</b> .....	pages 3 à 6
Partie 1 – Bardage double peau .....	pages 3 et 4
Partie 2 – Couverture étanchéité .....	pages 4 et 5
Partie 3 – Mur rideau MR 02 .....	pages 5 et 6
Partie 4 – Acoustique de la salle multisport .....	page 6
<b>DOSSIER TECHNIQUE</b> .....	pages 7 à 20
DT01 – Plans des façades de la halle sportive .....	page 7
DT02 – Plans de toiture de la halle sportive.....	page 8
DT03 – CCTP Lot 04 Bardage (extrait).....	pages 8 et 9
DT04 – Données pour l'étude hygrothermique du bardage .....	pages 9 et 10
DT05 – CCTP Lot 03 couverture étanchéité (extrait).....	pages 10 et 11
DT06 – Charges des T.A.N. et dimensions des costières DTU 43.3 (extraits).....	page 12
DT07 – Données pour l'étanchéité de la salle multisport .....	page 13
DT08 – Système de toiture CIN324PR avec panne multibeam .....	page 14
DT09 – CCTP Lot 05 menuiseries extérieures (extrait) .....	page 15
DT10 – Données pour l'étude du mur rideau MR 02.....	pages 16 à 19
DT11 – Données pour l'étude acoustique .....	page 20

## **DOSSIER RÉPONSE** .....

DR01 – Pressions de vapeur réelles pour la configuration 1 .....	page 21
DR02 – Croquis main levée de l'acrotère nord en liaison avec le bardage composite..	page 22
DR03 – Surfaces d'influence et schémas mécaniques du mur rideau .....	page 23
DR04 – Croquis à main levée du mur Rideau en liaison avec le bardage composite ...	page 24
DR05 – Correction acoustique du pignon sud.....	page 25

## Présentation du projet support de l'épreuve

Le projet concerne la construction de la Halle Sportive du Liffre à Lamballe (22).



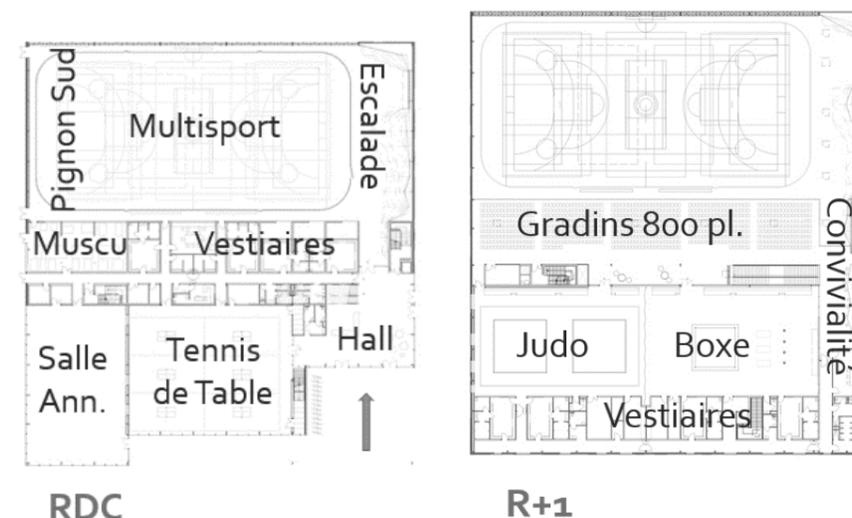
Cette structure sportive est décomposée en 5 espaces :

- un espace multisport comprenant un mur d'escalade et des gradins de 800 places,
- un espace pour la pratique des sports d'opposition,
- un espace de tennis de table,
- une salle de musculation,
- des locaux communs regroupant circulation, salles de réunion et de convivialité.

Les revêtements des façades de la salle multisport sont en bardage double peau avec parement extérieur en panneaux composites avec finition de type métallique (**DT01**).

La charpente métallique de la salle multisport supporte un complexe de couverture thermo-acoustique avec étanchéité sur plateau (**DT02**). Cette toiture a une accessibilité réduite à l'entretien.

Les menuiseries extérieures sont en aluminium.



**Le sujet comporte 7 études regroupées en 4 parties :**

- Partie 1 – Bardage double peau
- Partie 2 – Couverture étanchéité
- Partie 3 – Mur rideau MR 02
- Partie 4 – Acoustique de la salle multisport

**Compétences évaluées**

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 prédimensionnement, de dimensionnement
C7.6	Contrôler un résultat ou une note de calculs en lien avec un contexte, une exigence
C8.1	Valider une solution technique

**Durées indicatives et Barème sur 200 points**

Lecture du sujet		20 min	
Partie 1 Bardage	Étude A	40 min	36
Partie 2 Étanchéité	Étude B	35 min	33
	Étude C	50 min	45
Partie 3 Mur Rideau	Étude D	20 min	18
	Étude E	20 min	18
	Étude F	35 min	31
Partie 4 Acoustique	Étude G	20 min	19

**PARTIE 1 : ÉTUDE DU BARDAGE DOUBLE PEAU**

**ÉTUDE A : ÉTUDE HYGROTHERMIQUE DU BARDAGE DOUBLE PEAU**

L'étude porte sur le comportement hygrothermique du bardage double peau en façade du bâtiment et notamment de la position du pare-vapeur servant de membrane d'étanchéité à l'air.

Pour étudier les conditions d'une éventuelle condensation de la vapeur d'eau dans les isolants de la paroi, deux combinaisons d'épaisseurs d'isolants sont examinées :

- Configuration 1, suivant les recommandations du CCTP :
  - Bardage en panneau composite ép. 4 mm ;
  - Pare-pluie ;
  - Isolant 1 – 100 mm ;
  - Pare-vapeur ;
  - Isolant 2 – 100 mm ;
  - Plateau 91x400 perforé en acier galvanisé.
- Configuration 2, suivant la demande du bureau d'étude thermique :
  - Bardage en panneau composite ép. 4 mm ;
  - Pare-pluie ;
  - Isolant 1 – 130 mm ;
  - Pare-vapeur ;
  - Isolant 2 – 70 mm ;
  - Plateau 91x400 perforé en acier galvanisé.

Données :

Pour cette étude, les influences du bardage et des plateaux métalliques perforés sont négligées. De plus, la lame d'air du bardage étant fortement ventilée, on considère les conditions dans la lame d'air identiques aux conditions intérieures. On appliquera donc Rsi des deux cotés.

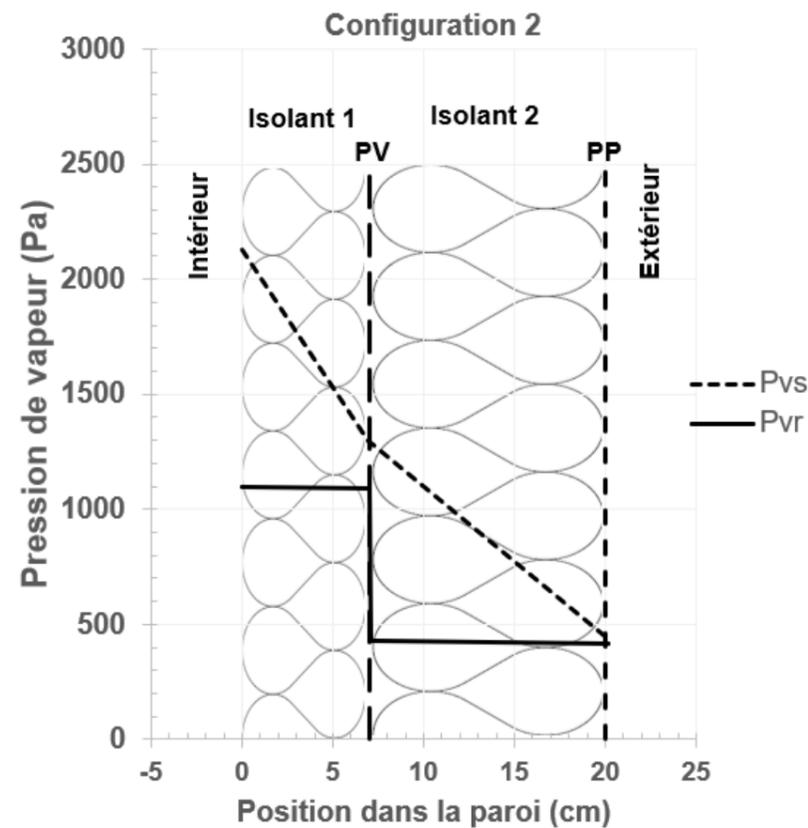
- Températures de référence :
  - Intérieure :  $T_{int} = 19 \text{ °C}$  ;
  - Extérieure :  $T_{ext} = - 4 \text{ °C}$ .
- Humidités relatives :
  - Intérieure :  $HR_{int} = 50 \%$  ;
  - Extérieure :  $HR_{ext} = 95 \%$ .

Documents fournis :

- **DT03** : CCTP Lot 4 – Bardage ;
- **DT04** : Données pour l'étude hygrothermique du bardage ;
- **DR01** Pressions de vapeur réelles pour la configuration 1.

- Q1.** Calculer la résistance thermique globale  $R_1$  de la paroi proposée dans la configuration 1.
- Q2.** Déterminer la densité de flux thermique  $\varphi_1$  pour cette paroi et en déduire les différentes températures d'interfaces.
- Q3.** Sur le document **DR01**, justifier par le calcul les valeurs en gras du tableau récapitulatif ( $T_{si}$ ,  $P_{vs}, P_{vr}$ ).
- Q4.** Tracer, sur le document réponse **DR01** à partir du tableau récapitulatif, la courbe des pressions de vapeur réelles et saturantes. Conclure sur le risque, ou non, de condensation dans la masse. Justifier la réponse.

Le bureau d'étude thermique a fourni le diagramme des pressions de vapeur réelles et saturantes dans la paroi pour la configuration 2. Ce diagramme est illustré par la figure suivante :



- Q5.** Indiquer s'il existe un risque de condensation dans la masse pour la configuration 2. Justifier la réponse.
- Q6.** Pour conclure, préconiser un choix de configuration (1 ou 2) à la maîtrise d'œuvre.

## PARTIE 2 : ÉTUDE DE LA COUVERTURE ÉTANCHÉITÉ

L'étude porte sur le complexe thermo-acoustique avec étanchéité bicouche et isolation localisée au droit de la salle multisport et de l'espace convivialité.

### ÉTUDE B : DE L'ÉTANCHÉITÉ DE LA SALLE MULTISPORT

#### Données :

- Charge de neige : une étude préalable a montré que les charges de neige sur la toiture de la Halle sportive était de  $0,9 \text{ kN/m}^2$  ;
- Entraxe des pannes de la charpente métallique :  $4,80 \text{ m}$  ;
- Les plateaux porteurs reposent sur 3 appuis.

#### Documents fournis :

- **DT05** : CCTP Lot 03 Couverture Étanchéité (Extrait) ;
- **DT06** : Charges des T.A.N. et dimensions des costières DTU 43.3 (Extrait) ;
- **DT07** : Données pour l'étanchéité de la salle multisport ;
- **DT08** : Système de toiture CIN324PR avec panne Multibeam.

- Q7.** Déterminer la charge d'exploitation à prendre en compte pour le dimensionnement des plateaux porteurs.
- Q8.** Calculer les charges permanentes sur les plateaux porteurs perforés à l'aide des données du système préconisé par le CCTP. Indiquer si le plateau porteur proposé peut supporter les charges descendantes calculées. Justifier la réponse.

Pour pallier les limites du système d'étanchéité précédent, une variante intégrant des pannes Multibeam est envisagée. Les pannes Multibeam permettent de reprendre une partie des charges descendantes par l'intermédiaire d'échantignoies sur la charpente métallique.

- Q9.** Déterminer l'épaisseur des plateaux non porteurs perforés pour une pose en travées égales sur 3 appuis.

Pour cette variante, une étude préalable a montré que les nouvelles charges permanentes sont :

- Bac support d'étanchéité :  $0,252 \text{ kN/m}^2$ .

- Q10.** À l'aide du tableau d'utilisation du fournisseur et des nouvelles charges descendantes, déterminer l'entraxe des pannes Multibeam et l'épaisseur des bacs support d'étanchéité pour une pose en travées égales sur 3 appuis. Justifier votre réponse.

BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION		Session 2024
U41- Analyse des enveloppes	24EB41ANE1	Page 4 / 25

### ÉTUDE C : ÉTUDE DE LA JONCTION AVEC LE BARDAGE COMPOSITE SUR L'ACROTÈRE NORD

#### Documents fournis :

- **DT03** : CCTP Lot 4 – Bardage (Extrait);
- **DT05** : CCTP Lot 03 couverture étanchéité (extrait) ;
- **DT06** : Charges des T.A.N. et dimensions des costières DTU 43.3 (extraits) ;
- **DT07** : Données pour l'étanchéité de la salle multisport ;
- **DT08** : Système de toiture CIN324PR avec panne Multibeam ;
- **DR02** : Croquis à main levée de l'acrotère nord en liaison avec le bardage composite.

**Q11.** Sur le **DR02**, établir une coupe de principe verticale à main levée du système d'étanchéité avec pannes Multibeam au niveau de l'acrotère Nord en liaison avec le bardage composite, le contre-bardage et la couverture.

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

### **PARTIE 3 : ÉTUDE DU MUR RIDEAU MR 02**

L'étude porte sur le dimensionnement du mur rideau MR 02 et de sa liaison avec le bardage composite.

### ÉTUDE D : ÉTUDE DE LA TRAVERSE INTERMÉDIAIRE AU VENT

#### Données :

- Vent : Zone 3 ;
- Hauteur :  $9 < H \leq 18$  m ;
- Classement du terrain : IIIb.

#### Documents fournis :

- **DT09** : CCTP Lot 05 Menuiseries extérieures (Extrait) ;
- **DT10** : Données pour l'étude du mur rideau MR 02 ;
- **DR03** : Surfaces d'influence et schémas mécaniques du mur rideau.

**Q12.** Déterminer la pression de vent applicable sur la traverse intermédiaire du mur rideau MR 02.

**Q13.** Déterminer la flèche admissible pour cette traverse au vent.

**Q14.** Après avoir tracé les surfaces d'influence du vent pour la traverse intermédiaire, établir les schémas mécaniques de la traverse au vent pour les parties supérieure et inférieure. Les valeurs des charges, les cotations et les liaisons seront précisées.

Une modélisation de ce système avec le logiciel RDM7 a permis d'établir la flèche maximale pour un profilé de moment quadratique  $I_x$  de  $1 \text{ cm}^4$ .

**Q15.** Déterminer, la valeur minimale du moment quadratique  $I_{x_{\min}}$  que doit satisfaire le profil de cette traverse intermédiaire.

BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION		Session 2024
U41- Analyse des enveloppes	24EB41ANE1	Page 5 / 25

## ÉTUDE E : ÉTUDE DE LA TRAVERSE BASSE AU POIDS DU VITRAGE

### Données :

- Composition du vitrage : 44.2/16/44.2 ;
- Position des cales d'assise :  $a = 0,100$  m ;
- Poids volumique du vitrage :  $\rho = 25,0$  kN/m<sup>3</sup>.

### Documents fournis :

- **DT09** : CCTP Lot 05 Menuiseries extérieures (Extrait) ;
- **DT10** : Données pour l'étude du mur rideau MR 02 ;
- **DR03** : Surfaces d'influence et schémas mécaniques du mur rideau.

**Q16.** Déterminer le poids du vitrage reposant sur la traverse basse étudiée.

**Q17.** Établir, sur le document réponse DR03, le schéma mécanique pour cette traverse au poids du vitrage.

**Q18.** Déterminer la flèche admissible au poids du vitrage pour la traverse basse.

À l'aide du formulaire de résistance des matériaux, déduire la valeur minimale du moment quadratique  $I_{ymin}$  que doit satisfaire le profil de cette traverse basse au poids du vitrage.

**Q19.** Dans la gamme Schüco FW50, choisir le profilé qui convient aux deux situations étudiées précédemment : la traverse intermédiaire au vent et la traverse basse au poids du vitrage. Justifier la réponse.

## ÉTUDE F : ÉTUDE DE LA LIAISON AVEC LE BARDAGE COMPOSITE

### Documents fournis :

- **DT03** : CCTP Lot 4 – Bardage (Extrait) ;
- **DT09** : CCTP Lot 05 Menuiseries extérieures (Extrait) ;
- **DT10** : Données pour l'étude du mur rideau MR 02 ;
- **DR04** : Croquis à main levée du mur rideau en liaison avec le bardage composite.

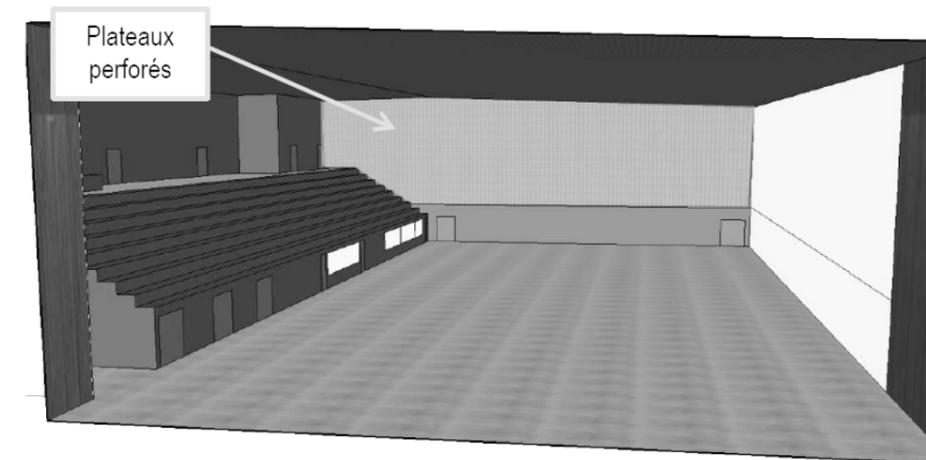
**Q20.** Établir une coupe de principe verticale à main levée de la liaison supérieure du mur rideau MR 02 avec le complexe de bardage composite.

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

## **PARTIE 4 : ÉTUDE ACOUSTIQUE DE LA SALLE MULTISPORT**

### ÉTUDE G : CORRECTION ACOUSTIQUE DU PIGNON SUD

L'étude porte sur le traitement acoustique du pignon sud de la salle Multisport à l'aide de plateaux perforés.



### Données :

La durée de réverbération réglementaire de la salle multisport a été évaluée à 4,1 s. Cependant, compte tenu du volume et pour un meilleur confort dans la salle, le bureau d'étude en acoustique propose de ne pas dépasser une durée de réverbération de :  $T_r \leq 2,5$  s.

### Documents fournis

- **DT11** : Données pour l'étude acoustique ;
- **DR05** : Correction acoustique du pignon sud.

**Q21.** D'après l'extrait de la notice acoustique, indiquer la durée de réverbération moyenne de la salle multisport sans correction du pignon sud. Conclure quant à l'attente du bureau d'étude.

Pour corriger l'acoustique du pignon sud, le bureau d'étude propose de traiter la paroi avec les matériaux suivants :

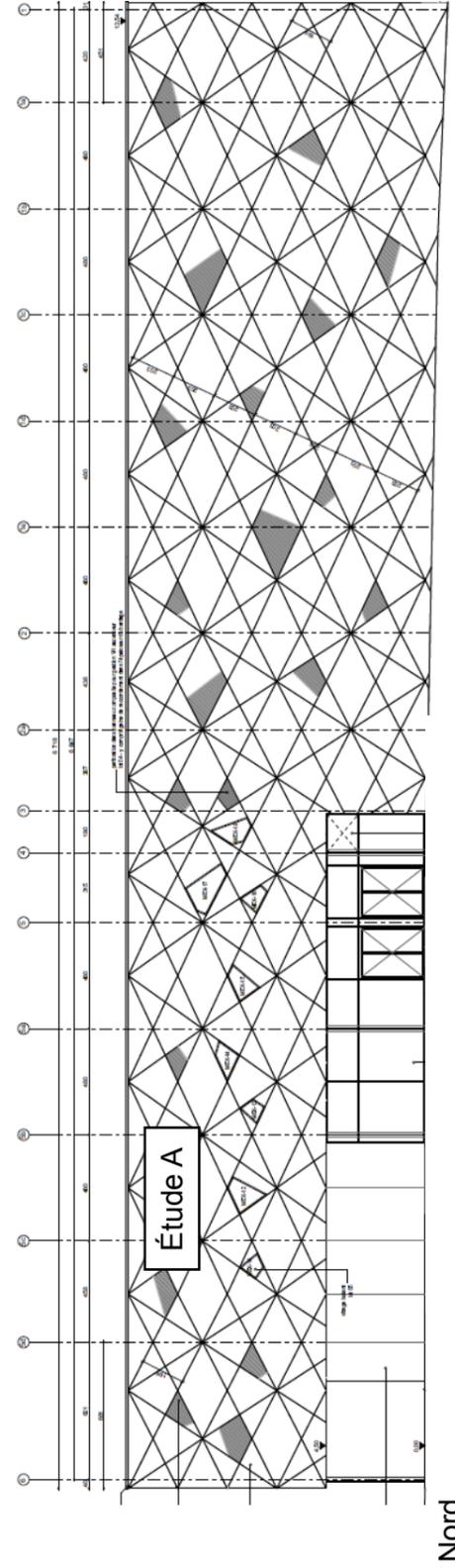
- bois plein jusqu'à une hauteur de 3,31 m ;
- plateaux perforés associés à une laine minérale au-dessus de 3,31 m avec une performance de  $\alpha_w \geq 0,80$ .

**Q22.** En utilisant les données de l'étude acoustique, compléter le tableau du document réponse DR05 pour obtenir la durée de réverbération de la salle multisport traitée avec les plateaux perforés en pignon sud. Conclure quant aux recommandations du bureau d'étude acoustique.

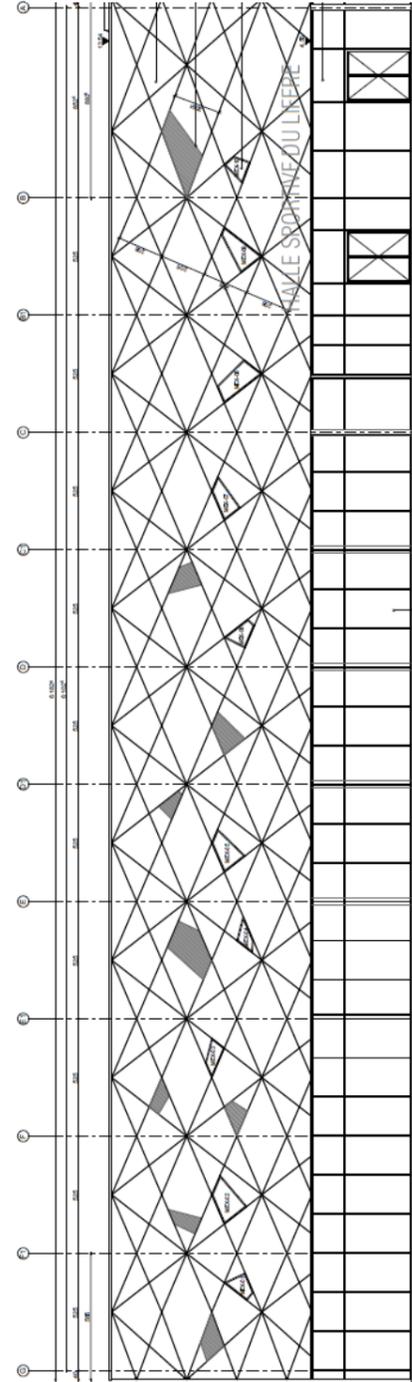
BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION		Session 2024
U41- Analyse des enveloppes	24EB41ANE1	Page 6 / 25

DT01 – PLANS DES FAÇADES DE LA HALLE SPORTIVE

complexe comprenant de l'ext vers l'int:  
 bardage en panneau composite Ep 4mm finition laquée polyester  
 isolant 100mm entre des profils Z en acier galvanisé  
 film d'étanchéité à l'air  
 isolant 100mm  
 plateau 91\*400 en acier galvanisé  
 lot 04

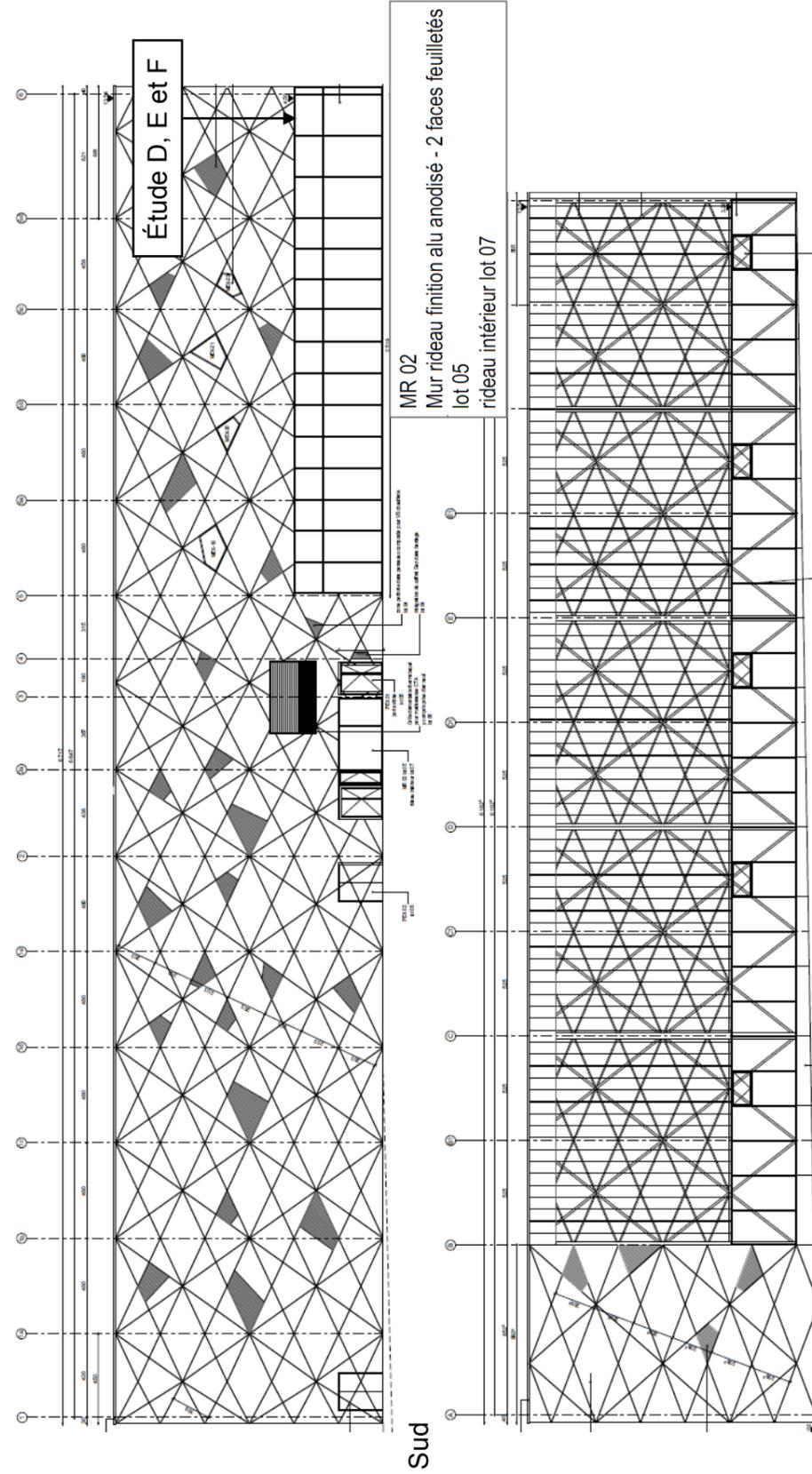


Nord



Est

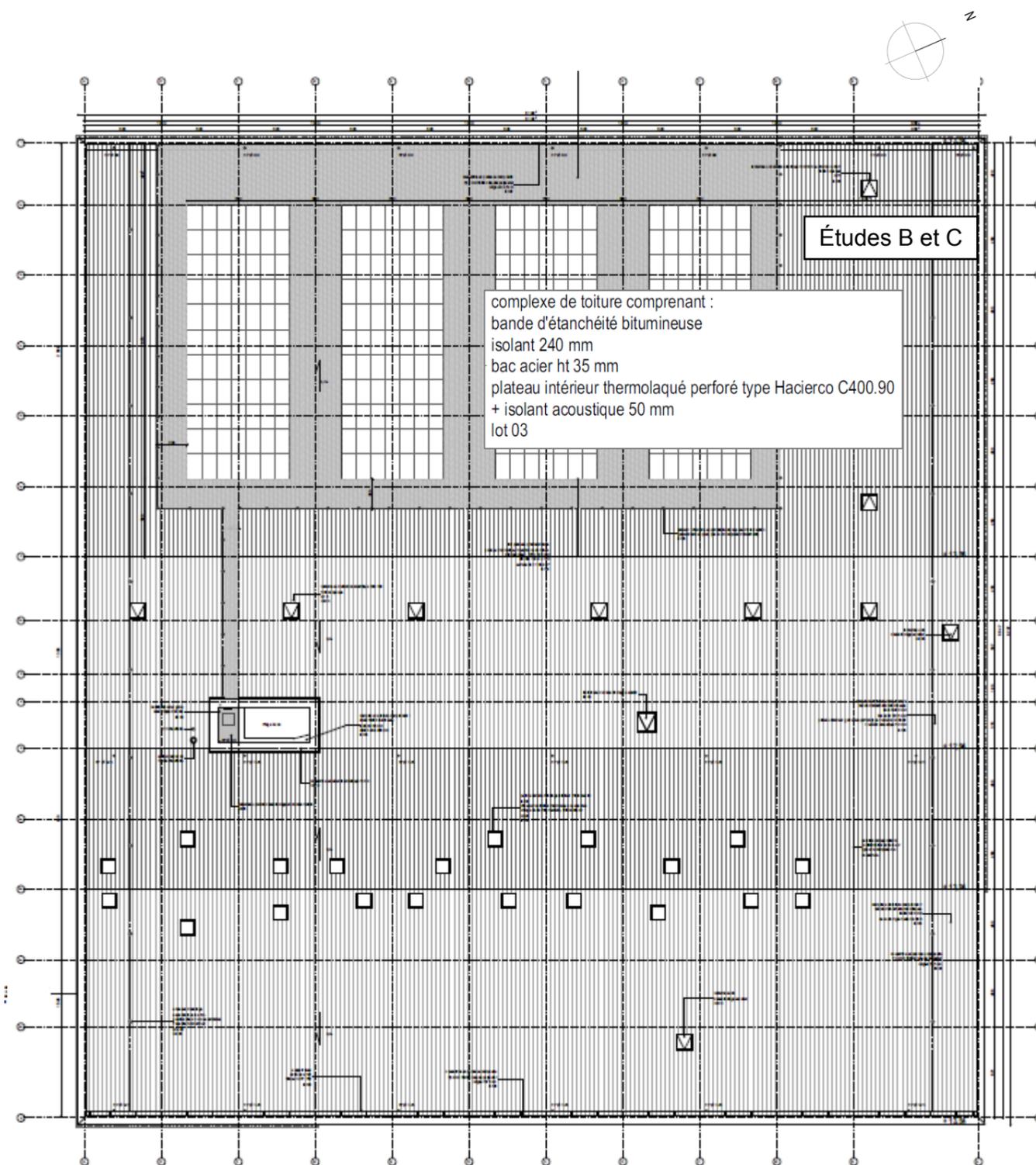
Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions



Sud

Ouest

Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions



Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions

#### 4.2.4.2- Bardage double peau avec parement extérieur en panneaux composites

L'entrepreneur du présent lot devra la réalisation d'un bardage double peau isolé avec parement intérieur en acier galvanisé et un parement extérieur de panneaux composites du type LARSON FR des Ets ALUCOIL ou équivalent, fixés par vis sur une ossature en profilés d'aluminium.

##### Supports :

- Ossature métallique primaire des bandeaux à la charge du lot CHARPENTE METALLIQUE.

##### Ossature secondaire :

- Ossature métallique constituée de profilés de type Oméga en aluminium et Z en acier galvanisé 15/10ème solidarisés aux supports primaires soit par des pattes-équerres soit par des étriers, compris manutention, le traçage pour répartition, les fixations sur l'ossature primaire, façon de coupes, etc.  
- Fixation mécanique de l'ossature secondaire sur le support avec quincaillerie inox.

##### Plateau intérieur :

- Plateau de bardage en bac d'acier galvanisé et laqué du type 91x400 des Ets ARCELOR-MITTAL ou équivalent, posés horizontalement, fixés par vis auto-taraudeuses avec capots PVC d'étanchéité.

##### Finition (selon localisation) :

. Plaque perforée => Finition galvanisé et laqué face intérieure du bâtiment (teinte au choix de l'architecte)

##### Pare-vapeur :

- Pare-vapeur composé d'un film polyéthylène non tissé avec enduction étanche à l'eau de teinte noire, du type.

DELTA-SPARXX des Ets DOERKEN ou équivalent, pose selon les prescriptions du fabricant en continuité avec recouvrement de 10 cm des joints avec assemblage adhésif des lés ainsi que dans les angles.

- Perméance :  $2,08 \times 10^{-11}$  kg/s.m<sup>2</sup>.Pa
- Poids : 210 g/m<sup>2</sup>
- Sd= 200 m
- Réaction au feu : B-S, d0 (M1)

Mise en œuvre entre les 2 couches d'isolation. Réalisation des joints à recouvrement et collage par cordon suivant les prescriptions du fabricant.

##### Traitement des pénétrations par bandes adhésive étanché à l'air.

L'ensemble sera parfaitement étanche à l'air inclus sujétions de mise en œuvre selon recommandations et accessoires du fournisseur.

La continuité sera assurée avec :

- La structure support du bardage polycarbonate.
- La traverse haute des acrotères.
- Les structures portantes des murs rideaux.
- Les soubassements ou longrines béton armé (en pied de zones bardage métallique).
- Les plénums de traversée VMC / CTA.
- Les dormant des menuiseries extérieures.
- Les diverses traversées (supports / fourreaux / tuyaux...).

##### Isolation :

- Sur voile béton armé : isolation thermique réalisée en 2 lits (suivant détails), pose à joints décalés, par panneaux de laine de roche mono-densité semi-rigides du type ROCKFACADE PREMIUM des

Ets ROCKWOOL ou équivalent, non revêtus.

- Épaisseur totale : 200 mm (2x100 mm) pour une résistance thermique minimale  $R = 6.2 \text{ m}^2\text{K/W}$ .
- Conductivité thermique :  $0.032 \text{ W/m.K}$ .
- Réaction au feu : Euroclasse A1.
- Certification ACERMI.

L'emploi d'un isolant en laine de roche incombustible, permet de répondre aux exigences de l'instruction technique IT n°249. À ce titre, la contribution du ROCKFACADE en termes de masse combustible mobilisable est considérée comme nulle.

#### Pare-pluie :

Fourniture et pose d'un bac acier nervuré posé verticalement du type HAIRWALL des Ets ARCELORMITTAL ou équivalent formant pare-pluie étanche du complexe de paroi.

- Épaisseur : 75/100<sup>ème</sup>.
- Finition : Galvanisation brut + prélaqué 25 µm (Teinte Noire).

#### Traitement enveloppe acrotère :

Un pare pluie, étanche à l'air du type AEROPLUS des Ets SALOLA ou équivalent en rouleau de 3 m et compatible avec le système de bardage sera fixé pour assurer une continuité de l'enveloppe entre le talon des costières métalliques et la traverse haute de la charpente métallique constituant les acrotères.

Les adhésifs utilisés devront être adaptés au support constitué par les éléments en acier galvanisé.

#### Lame d'air :

- Lamé d'air de 20 mm d'épaisseur mini entre la face arrière du bardage et le pare-pluie, obtenue par la mise en place de profilés métalliques et ossatures spécifiques d'assemblages

Assemblages des tubes réalisés à partir de système "Hollo-Bolt" permettant l'assemblage en continuité des profilés.

NOTA : Prévoir les ossatures et profilés suivant calepinage et détails de l'architecte.

- 03.3a - Principe modules panneaux composites.
- 03.3b - Principe découpe panneaux composites.
- 03.4 - Principe bande 1 panneau composite.
- 03.5 - Principe bande 2 panneaux composite.
- 03.6 - Détail accrochage panneau composite.
- 03.7 - Coupe platine de jonctions de panneau composite.

#### Panneaux :

Fourniture et pose de panneau de bardage composite du type LARSON FR des ALUCOIL ou équivalent.

- Caractéristiques des panneaux :

- Nature : Panneaux composites d'épaisseur 4 mm constitués d'un noyau minéral FR pris entre deux tôles en aluminium d'épaisseur 0,5 mm.
- Épaisseur standard : 4 mm.
- Résistance aux chocs : Q1.
- Classement au feu B-s1, d0.
- Classement revêtir : R2 E3, V1 à 4, E3, T1+, I3, R4.

- Aspect et coloris : LARSON FR – Finition :

- Cas courant : Thermolaquage polyester au choix de l'architecte ou équivalent // TERMOLAC.
- Ponctuel Brillante : AluNatural : ANODIC BRUSHED GLOSSY 90G (ES 1623) // ILLUSIONS.

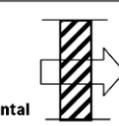
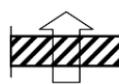
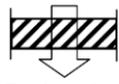
- Calepinage : selon plans de l'architecte.

#### 4.2.4.3- Contre bardage

Le contre bardage sera assuré par une tôle ondulée prélaquée 18 mm x 76 mm.

### DT04 : DONNÉES POUR L'ÉTUDE HYGROTHERMIQUE DU BARDAGE

#### Résistances thermiques superficielles

Paroi donnant sur : - l'extérieur - un passage ouvert - un local ouvert <sup>(1)</sup>	$R_{si}$ $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	$R_{se}^{(2)}$ $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	$R_{si} + R_{se}$ $\text{m}^2\cdot\text{K/W}$
Paroi verticale Inclinaison $\geq 60^\circ$ 	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale Inclinaison $< 60^\circ$  	0,10	0,04	0,14
	0,17	0,04	0,21

1. Un local est dit « ouvert » si le rapport de la surface totale de ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à  $0,005 \text{ m}^2/\text{m}^3$ . Ce peut être le cas, par exemple, d'une circulation à l'air libre, pour des raisons de sécurité contre l'incendie.  
2. Si la paroi donne sur un autre local non chauffé,  $R_{si}$  s'applique des deux côtés.

#### Propriétés hygrothermiques des matériaux

Matériaux	Caractéristiques thermiques		Caractéristiques hygrométriques	
	Conductivité thermique ( $\lambda$ ) [W/(m·K)]	Résistance thermique (R) [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	Perméabilité ( $\pi$ ) [kg/(m·s·Pa)]	Perméance ( $\pi/e$ ) [kg/(m <sup>2</sup> ·s·Pa)]
Panneaux isolants	0,032	-	$1,50 \cdot 10^{-10}$	-
Pare-vapeur	Négligé		-	$2,08 \cdot 10^{-11}$
Pare-pluie	45			$7,00 \cdot 10^{-9}$
Plateau de bardage	Négligé		Négligé	

#### Tableau des pressions de vapeur saturantes

T (°C)	Pvs (Pa)						
-11	238,0	0	610,5	11	1312,2	22	2642,5
-10	260,0	1	656,7	12	1401,9	23	2807,9
-9	284,1	2	705,8	13	1497,1	24	2982,3
-8	310,1	3	757,9	14	1597,8	25	3166,1
-7	338,2	4	813,4	15	1704,5	26	3359,7
-6	368,6	5	872,3	16	1817,3	27	3563,6
-5	401,0	6	935,0	17	1936,7	28	3778,2
-4	437,3	7	1001,6	18	2062,8	29	4003,9
-3	475,7	8	1072,6	19	2196,2	30	4241,3
-2	517,3	9	1147,8	20	2337,0		

### Formulaire de thermique

<b>Résistance thermique d'un matériau homogène :</b> $R_{matériau\ homogène} = \frac{e_{matériau}}{\lambda_{matériau}} \text{ (en } m^2.K/W)$
<b>Résistance thermique globale d'une paroi opaque :</b> $R_{globale} = R_{si} + \sum R_{matériaux} + R_{se} \text{ (en } m^2.K/W)$
<b>Coefficient de transmission surfacique :</b> $U = \frac{1}{R_{globale}} \text{ (en } W/(m^2.K))$
<b>Densité de flux thermique :</b> $\varphi = U \times \Delta T \text{ (en } W/m^2)$
<b>Température :</b> $T_n = T_{n-1} - U \times R_n \times (T_{int} - T_{ext}) \text{ (en } ^\circ C)$

### Formulaire d'hygrométrie

<b>Pressions de vapeur réelles intérieure et extérieure :</b> $P_{vr\ intérieure} = \frac{P_{vs\ intérieure} \times \varphi_{intérieur}}{100} \text{ (en Pa)}$ $P_{vr\ extérieure} = \frac{P_{vs\ extérieure} \times \varphi_{extérieur}}{100} \text{ (en Pa)}$
<b>Pertes totales :</b> $Pertes\ totales = P_{vr\ intérieure} - P_{vr\ extérieure} \text{ (en Pa)}$
<b>Proportionnalité :</b> $Proportionnalité_{matériau} = \frac{(e/\pi)_{matériau}}{\sum(e/\pi)} \times 100$
<b>Pertes partielles :</b> $Pertes\ partielles = \frac{Proportionnalité_{matériau}}{100} \times Pertes\ totales \text{ (en Pa)}$
<b>Pressions de vapeur réelles intermédiaires :</b> $P_{vr\ intermédiaire} = P_{vr\ intermédiaire\ précédente} - Pertes\ partielles \text{ (en Pa)}$

### DT05 : CCTP LOT 03 COUVERTURE ÉTANCHÉITE (EXTRAIT)

#### 3.2.4 - Étanchéité sur support plateaux perforés / complexe acoustique / bicouche autoprotection ardoisé

Toutes les indications sur le complexe de toiture seront données au titulaire du lot CHARPENTE METALLIQUE pour réalisation de l'ossature porteuse et mise au point des détails constructifs. Les travaux seront réalisés conformément aux prescriptions de la Norme NFP 84-206 référence DTU 43.3.

- Ossature porteuse : Structure métallique à la charge du lot CHARPENTE METALLIQUE ;
- Classement : Toiture avec pente de 3.1 % en partie courante ;
- Accessibilité : Toiture non accessible - Circulation réduite à l'entretien ;
- Hygrométrie : Les locaux sont classés en faible ou moyenne hygrométrie (à confirmer par l'entreprise et le Bureau de Contrôle avant exécution).

#### 3.2.4.1- Complexe thermo-acoustique avec étanchéité bicouche et isolation

Système toiture complexe thermo-acoustique type GLOBALROOF CIN 321 A "P" des Ets ARCELOR-MITTAL ou équivalent, ayant une absorption acoustique alpha w de 0.85, comprenant :

Contraintes acoustique demandée par le BET Acoustique :

- Absorption acoustique alpha w 0.85 minimum.

#### Support

- Ossature de charpente métallique ;
- Pente 3.1 % en partie courante.

#### Bac de sous face + Isolation acoustique :

- Support par plateaux porteur acier perforé, de type HACIERCO C 400.90 perforé P, épaisseur mini de 0.75mm (à adapter selon portée / entraxe support).
- . *Finition : Galvanisation + Thermolaqué face intérieure / RAL Au choix de l'architecte.*
- . Fixations sur charpente suivant cahier des charges du fabricant.
- Couche d'isolant acoustique mise en place dans les plateaux intérieurs par panneaux en laine de verre revêtue d'un voile de verre noir, référence PANOLENE BARDAGE des Ets ISOVER ou équivalent, épaisseur 50 mm (R = 1.25 m<sup>2</sup>.K/W).

#### Bac de fermeture :

- Bac acier plein nervuré type HACIERCO, finition acier galvanisé, épaisseur 0.75mm, hauteur des ondes suivant portée et surcharges
- Costière formant angle droit en tôle d'acier galvanisé à prévoir selon la nature des acrotères.

(Voir DT06 page 13/25 : article Costières métalliques).

Nota : Bac acier en pose croisé avec les plateaux perforés. Il appartient à l'entreprise de vérifier la résistance mécanique du système sans profilés porteurs complémentaires.

BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION	Session 2024
U41- Analyse des enveloppes	24EB41ANE1 Page 10 / 25

## Système d'étanchéité en partie courante

### • Pare vapeur

- Fourniture et pose d'une membrane pare-vapeur rouleau de voile de verre noir tissé revêtu d'un pare-vapeur aluminium pour amélioration de l'affaiblissement et de la correction acoustiques des locaux ;

- Le pare-vapeur devra remonter le long des acrotères et être solidarisé avec les costières périphériques avec un adhésif adaptée pour le raccord avec le pare-vapeur du lot Bardage.

### • Isolation

Isolation sous A.T. ou DTA et certifié ACERMI, en 2 lits permettant d'obtenir un R mini global comme demandé par le BET Fluides ( $R > 5.60 \text{ m}^2\text{K/W}$  minimum selon étude thermique).  
Panneaux en laine de roche nu ROCK UP C des Ets ROCKWOOL ou équivalent.

#### Caractéristiques :

- Épaisseur retenue : 240 mm donnant un  $R=6.10 \text{ m}^2\text{K/W}$ .
- . *Rock up C Nu (120 mm -  $R=3.05 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) fixé mécaniquement.*
- . *Rock up C Soudable (120 mm -  $R=3.05 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) fixé mécaniquement.*
- Panneaux standards : 1200x1000 mm (format grande longueur possible selon contraintes).
- Réaction au feu : A1.
- Compressibilité selon guide UEAtc : Classe C (*Pour les circulations des zones techniques "photovoltaïque"*).
- Mise en œuvre des panneaux en quinconce avec joints parfaitement bord à bord.
- Fixations mécaniques sur les tôles d'acier nervurées, par vis auto perceuses en acier cimenté et rondelles électrozinguées.

L'ensemble selon prescriptions du fabricant, de l'Avis Technique ou du DTA, et du DTU 43.1.

L'épaisseur et la résistance thermique de l'isolant devront être confirmées par l'étude thermique avant mise en œuvre.

### • Étanchéité

Les produits utilisés devront être titulaire d'un avis technique.

L'entreprise doit la fourniture et la mise en œuvre d'un Système d'étanchéité bicouche à base de bitume élastomère des Ets SOPREMA ou équivalent, comprenant :

- 1ère couche d'étanchéité soudée ELASTOPHENE FLAM 180-25, constituée d'une armature en polyester non-tissé et de bitume élastomère (les deux faces sont protégées par un film thermofusible).
- 2ème couche d'étanchéité soudée ELASTOPHENE FLAM 25 AR, constituée d'une armature en voile de verre et de bitume élastomère (la surface est auto-protégée par des paillettes d'ardoise et la sous-face est protégée par un film thermofusible).

- Performance : F5 I5 T4

- Classement incendie : Broof t3

Compris tous les raccords : reliefs, rives, seuils, ventilations, canalisations, évacuation d'eaux pluviales, etc., sont traités avec les accessoires spécifiques du fabricant conformément à la réglementation en vigueur et à l'Avis Technique / DTA du fournisseur.

Un dispositif particulier devra être mis en place sur les entrées d'eaux pour éviter le risque d'obstruction du conduit d'évacuation.

### 3.2.4.2 - Isolation verticale + Costière métalliques

Réalisation de l'isolation et les supports de relevés d'étanchéités comprenant :

- Isolant thermique en relevé : sans objet à la charge du lot BARDAGE.

- Costière support de relevé :

Fourniture et pose de costières métalliques en acier galvanisé en périphérie des toitures terrasses.

Le profilé formant un angle droit et comportant un talon de minimum 0,10 m.

Le profilé est fixé mécaniquement sur le plat (à raison de 5 fixations par ml) et libre contre les parois verticales pour permettre les petits mouvements différentiels entre l'élément porteur et l'acrotère.

Le profil à bord embouti permettant d'épouser les nervures de la couverture et se relevant contre l'acrotère, de hauteur suffisante pour que le relevé d'étanchéité ait une hauteur minimum de 15 cm au-dessus de la protection d'étanchéité.

NOTA :

Le retour de costière permettra la fixation du contre bardage.

Les éléments de costières métalliques seront rendus continus. La surface de collage du pare pluie (lot 4) sera sans enduit, ni résine (sur 20 ou 30 mm).

### 3.2.4.3 – Relevés d'étanchéités

Réalisation d'une étanchéité en relevés comprenant :

- Isolation et costière tôle : prévue précédemment à la périphérie des surfaces à traiter avec fixations sur support bacs acier.

- Réalisation de relevés et retombées d'étanchéité en résine bitumineuse des Ets SOPREMA ou équivalent comprenant :

- Application d'un enduit d'imprégnation à froid appliqué au rouleau (EIF) ;
- Fourniture et pose d'équerre de renfort dans les angles du type FLASHING ;
- Application de 2 couches de résine FLASHING en relevé jusque sous protection ;
- Application de paillette d'ardoises en finition.
- 

Mise en œuvre selon les prescriptions du fabricant, norme en vigueur et DTU n° 43.1/43.3.

NOTA : Les relevés d'étanchéités remonteront contre les parois et acrotères jusque sous les couvertines ou autres moyens de protections (ex : larmier, solin, contre-bardages ...).

BTS ENVELOPPE DES BÂTIMENTS : CONCEPTION ET RÉALISATION		Session 2024
U41- Analyse des enveloppes	24EB41ANE1	Page 11 / 25

**6.2 - TOLES D'ACIER NERVUREES**

[...]  
**6.2.2 - Choix des tôles d'acier nervurées et de leur épaisseur en fonction des charges et des portées**  
 [...]

**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 définie au paragraphe C.3.1.1.

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 (voir paragraphe C.3.1.4).

[...]  
**6.2.2.1.2 - Conditions de flèche**  
 6.2.2.1.2.1 - Cas général

Du point de vue de la flexibilité, l'annexe F prend en considération les limitations de flèche suivantes à mi-portée :

- 1/150 de la portée en situation montage sous l'action des charges descendantes définies au paragraphe 6.2.2.1.1.1.
- 1/200 de la portée en situation d'exploitation sous l'action des charges descendantes définies au paragraphe 6.2.2.1.1.2.
- 1/250 de la portée en situation d'exploitation sous l'action de la charge d'exploitation la plus élevée entre :
  - La charge d'entretien (voir paragraphe C.3.1.3) ;
  - La charge climatique de neige (voir paragraphe C.3.1.4).

[...]  
**6.2.2.1.3 - Choix des tôles d'acier nervurées**

Le total des charges descendantes de calcul prises en compte pour le choix des tôles d'acier nervurées est la somme de :

- La charge permanente hors poids propre des tôles d'acier nervurées ;
- La charge d'exploitation la plus élevée de la charge d'entretien (voir paragraphe C.3.1.3) ou de la charge climatique de neige (voir paragraphe C.3.1.4).

Il est rappelé que dans les cas particuliers de l'asphalte et de certains panneaux isolants (voir paragraphe 6.2.2.1.1.3) ; la charge de calcul est majorée.

[...]  
**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/m<sup>2</sup> pour les toitures inaccessibles et les aires ou chemins de circulation ;
- 1,5 kN/m<sup>2</sup> pour les zones techniques.

**C.3.1.4 - Charge climatique de neige**

Elles sont définies par référence à la norme NF EN 1991-1-3 « Charges de neige ».

**7.5 - RELIEFS**

[...]  
**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.

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.



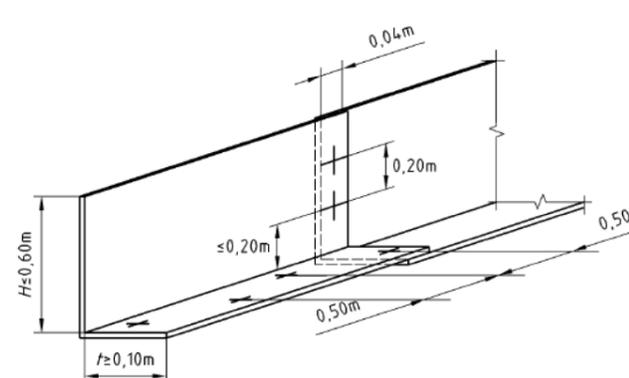
**Figure 19** Costière fixée directement à la tôle d'acier nervurée.

Les fixations aux tôles d'acier nervurées (voir **figure 20**) s'effectuent en quinconce, au moins tous les 0,50 m dont une au droit des recouvrements.

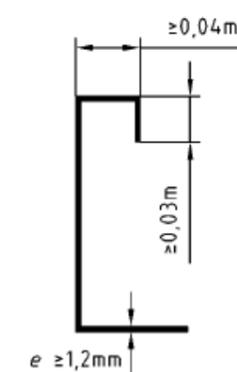
7.5.4.2 - Dimensionnement des costières

Les costières support de contre-bardage présentent les caractéristiques suivantes :

Épaisseur (mm)	Hauteur H (m) voir figure 20	Talon (m)	Profil en partie haute (m)
≥ 1,2	≤ 0,60	≥ 0,10	Conforme à la figure 24 : - Aile horizontale ≥ 0,04 - Retombée verticale ≥ 0,03



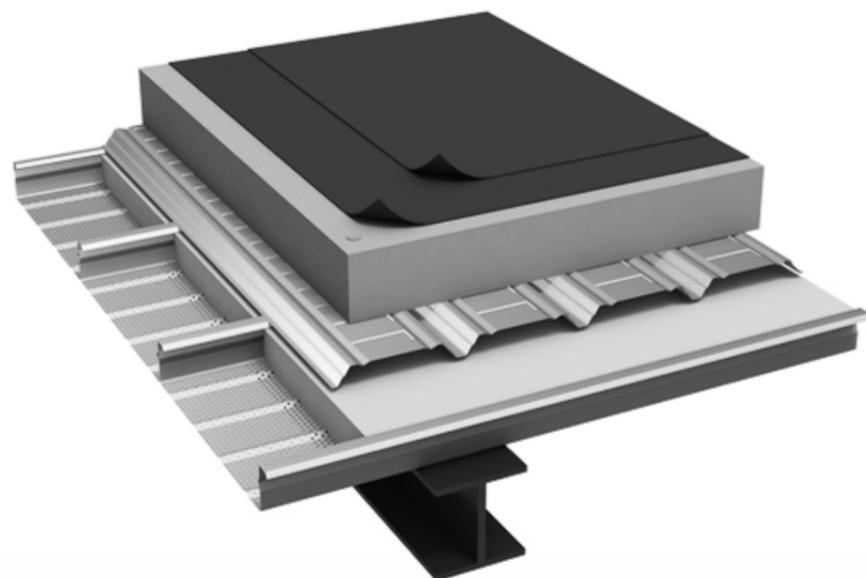
**Figure 20** Costières fixées sur les tôles d'acier nervurées.



Légende a : aux 0,4 mm, il convient d'ajouter l'épaisseur de l'isolant éventuel

**Figure 24** Costière support de contre-bardage

**Système de toiture Globalroof® CIN321AP**



CIN 321AP est un système esthétique de toiture plate thermo-acoustique étanche multicouche, sur plateau perforé, intégrant un support d'étanchéité. Il offre une excellente correction acoustique. Ce système est recommandé pour des bâtiments exigeant une sous face de plafond esthétique.

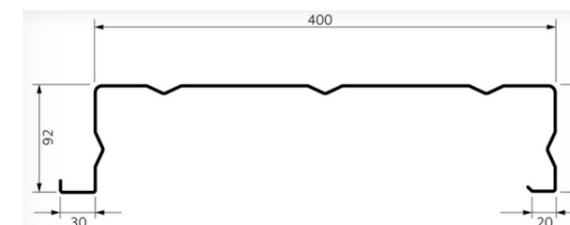
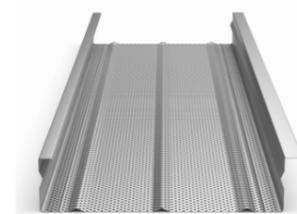
Système Globalroof® CIN321A	Poids volumique (kN/m³)	Poids surfacique (kN/m²)
Plateau porteur perforé		0,088 à 0,146
Isolation acoustique laine de verre	0,13	
Bac support d'étanchéité		0,083
Pare vapeur		0,004
Isolation thermique laine de roche	1,70	
Étanchéité 1 <sup>ère</sup> couche		0,036
Étanchéité 2 <sup>ème</sup> couche		0,042

**Absorption**

Référence	α par octave (Hertz) (conversion d'essais en 1/3 d'octave)						αw
	125	250	500	1000	2000	4000	
<b>CIN 321AP</b>	0,25	0,59	0,97	0,91	0,80	0,88	0,85

**Plateau porteur perforé Hacierco® C400.90P**

Plateaux de couverture Hacierco® C400.90C & C400.90P ArcelorMittal



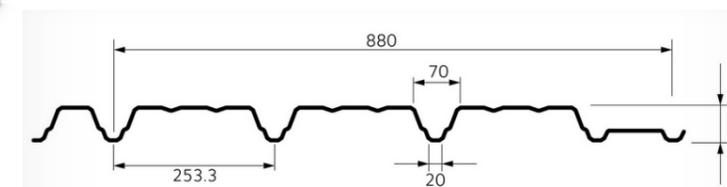
Hacierco® C400.90P				
Épaisseur (mm)	0,75	0,88	1,00	1,25
Masse surfacique (kg/m²)	8,77	10,29	11,70	14,62

Tableaux d'utilisation pour travées égales avec charges exprimées en daN/m²

Pose en plateau porteur de support d'étanchéité	Charges d'exploitation	Charges permanentes	Travée simple				Travées multiples			
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
Hacierco® C400.90P	Pression	100	3,95	4,25	4,45	4,75	4,40	4,75	5,05	5,60
		125	3,40	3,95	4,20	4,50	4,05	4,40	4,65	5,15
		175	2,60	3,00	3,40	4,10	3,25	3,75	4,05	4,50
	Dépression	75	3,95	4,25	4,45	4,75	4,40	4,75	5,05	5,60
		125	3,95	4,25	4,45	4,75	4,40	4,75	5,05	5,60
		175	3,70	4,00	4,30	4,75	4,00	4,35	4,65	5,20

**Bac support d'étanchéité Hacierco® C50P**

Supports d'étanchéité Hacierco® C50 & C50P



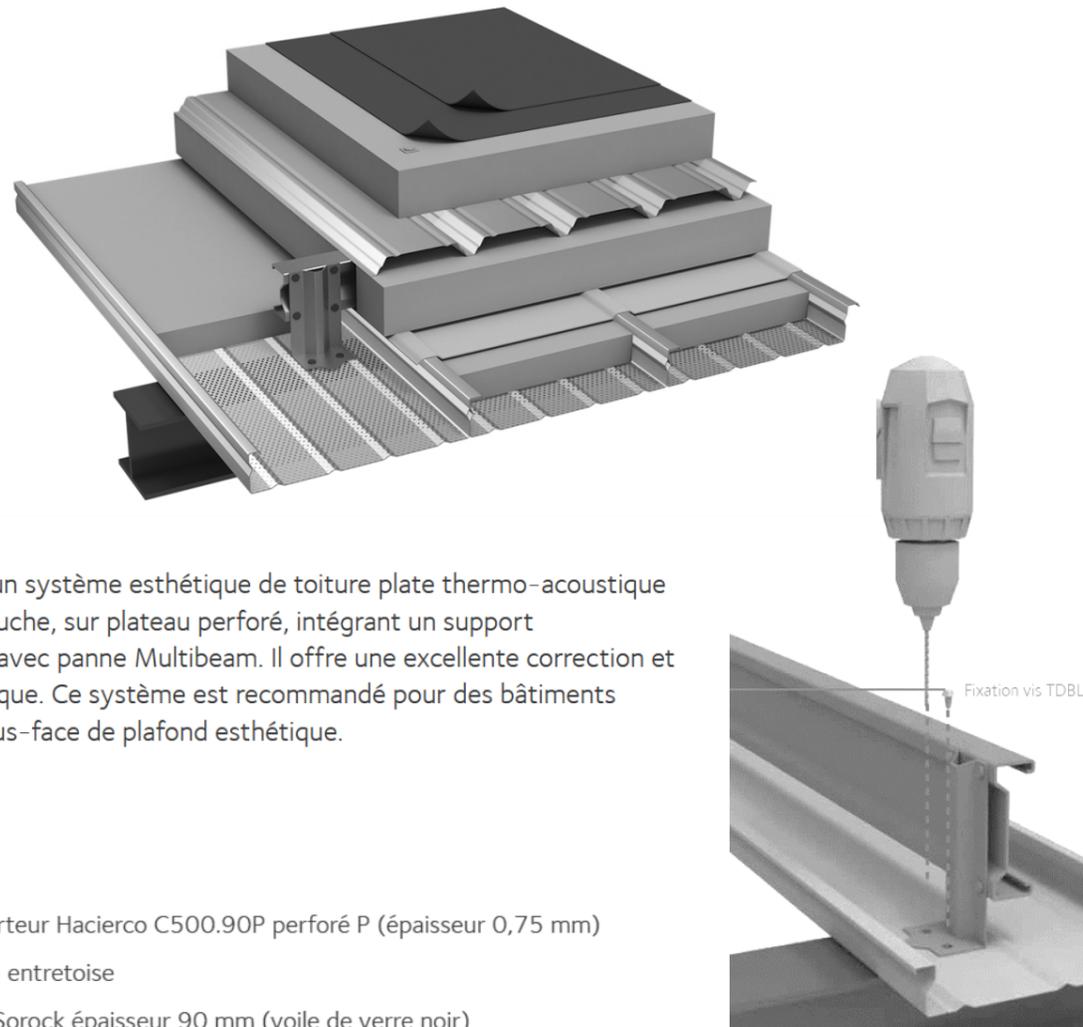
Tableaux d'utilisation pour travées égales avec charges exprimées en daN/m²

Hacierco® C50 - Selon PV SOCOTEC AM 7252

Charges d'exploitation	Charges permanentes	Total des charges descendantes	2 appuis				3 appuis				4 appuis			
			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	3,00	3,15	3,30	3,55	3,80	4,00	4,20	4,50	3,60	3,80	3,95	4,25
100	15	115	3,00	3,15	3,25	3,50	3,80	4,00	4,20	4,45	3,60	3,80	3,95	4,20
100	20	120	2,95	3,10	3,20	3,45	3,75	3,95	4,10	4,40	3,55	3,75	3,90	4,15
100	25	125	2,90	3,05	3,20	3,40	3,70	3,90	4,05	4,35	3,50	3,70	3,85	4,10
100	30	130	2,90	3,00	3,15	3,35	3,70	3,85	4,00	4,30	3,50	3,65	3,80	4,05
100	35	135	2,85	3,00	3,10	3,35	3,65	3,80	4,00	4,25	3,45	3,60	3,75	4,00
100	100	200	2,50	2,65	2,75	2,95	3,10	3,35	3,50	3,75	3,05	3,20	3,30	3,55
100	150	250	2,35	2,45	2,55	2,75	2,70	3,00	3,20	3,50	2,70	2,95	3,10	3,30
125	25	150	2,75	2,90	3,00	3,20	3,50	3,70	3,85	4,10	3,30	3,50	3,65	3,90
150	25	175	2,60	2,75	2,85	3,05	3,25	3,50	3,65	3,95	3,15	3,30	3,45	3,70
175	25	200	2,45	2,60	2,70	2,95	3,05	3,30	3,50	3,75	3,00	3,15	3,30	3,55
200	25	225	2,35	2,50	2,60	2,80	2,85	3,10	3,30	3,60	2,85	3,00	3,15	3,40

## DT08 : SYSTÈME DE TOITURE CIN324PR AVEC PANNE MULTIBEAM

### Système de toiture Globalroof® CIN 324 PR



CIN 324PR est un système esthétique de toiture plate thermo-acoustique étanche multicouche, sur plateau perforé, intégrant un support d'étanchéité, et avec panne Multibeam. Il offre une excellente correction et isolation acoustique. Ce système est recommandé pour des bâtiments exigeant une sous-face de plafond esthétique.

#### Composition :

- Plateau non-porteur Hacierco C500.90P perforé P (épaisseur 0,75 mm)
- Echantignole ou entretoise
- Laine de roche Sorock épaisseur 90 mm (voile de verre noir)
- Pare-vapeur
- Panne Multibeam
- Laine de roche Torock épaisseur 120 mm (Rockwool)
- Support Hacierco 40SR (épaisseur 0,75 mm)
- Laine de roche Rockacier épaisseur 120 mm (Rockwool)
- Etanchéité multicouche bitume

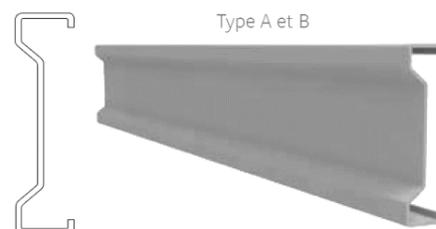
#### Absorption

Référence	α par octave (Hertz) (conversion d'essais en 1/3 d'octave)						αw
	125	250	500	1000	2000	4000	
CIN 324PR	0,40	1,00	1,00	1,00	0,94	0,82	0,95

#### Fixation d'échantignole

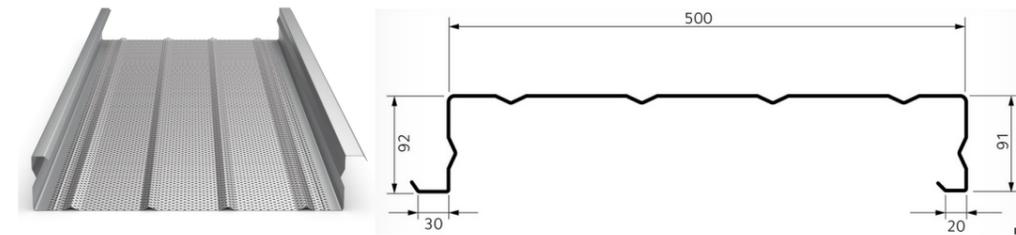
Préperçage du plateau et de la structure avant fixation de l'échantignole

#### Panne Multibeam



### Plateau non porteur perforé Hacierco® C500.90P

Plateaux de couverture  
\* Hacierco® C500.90C & C500.90P



Masse surfacique (kg/m²)	Epaisseur (mm)			
	0,75	0,88	1,00	1,25
	8,02	9,41	10,69	13,36

#### Tableaux d'utilisation pour travées égales

Pose en plateau non porteur	Travée simple				Travées multiples			
	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
Hacierco® C500.90C	3,75	4,40	5,00	-	4,35	5,10	5,80	-
Hacierco® C500.90P	3,75	4,40	4,90	5,35	4,35	5,10	5,55	6,15

### Bac support Hacierco® 40SR



Masse surfacique (kg/m²)	Support & Epaisseur (mm)			
	0,75	0,88	1,00	1,25
	6,56	7,70	8,75	10,94

#### Tableaux d'utilisation pour travées égales avec charges exprimées en daN/m²

Hacierco® 40SRP - Selon PV SOCOTEC LG 3648

Charges d'exploitation	Charges permanentes	Total des charges descendantes	2 appuis				3 appuis				4 appuis			
			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	2,35	2,45	2,55	2,75	3,00	3,20	3,40	3,65	2,85	3,00	3,15	3,40
100	15	115	2,35	2,45	2,55	2,75	3,00	3,20	3,40	3,65	2,85	3,00	3,15	3,40
100	20	120	2,30	2,45	2,55	2,75	3,00	3,20	3,35	3,60	2,85	3,00	3,10	3,35
100	25	125	2,30	2,40	2,50	2,70	3,00	3,20	3,30	3,55	2,80	2,95	3,10	3,30
100	30	130	2,25	2,40	2,50	2,65	2,95	3,15	3,30	3,50	2,80	2,95	3,05	3,25
100	35	135	2,25	2,35	2,45	2,65	2,90	3,10	3,25	3,45	2,75	2,90	3,00	3,25
100	100	200	1,95	2,10	2,15	2,30	2,40	2,60	2,75	3,05	2,40	2,55	2,65	2,85
100	150	250	1,85	1,95	2,00	2,15	1,90	2,25	2,50	2,75	2,05	2,35	2,45	2,65
125	25	150	2,15	2,30	2,35	2,55	2,75	3,00	3,15	3,35	2,65	2,80	2,90	3,10

**Site climatique - Performances**

Définition de l'exposition du projet suivant l'EUROCODE 1 - Partie 1-3 Action générale - Charge de neige et Partie 1-4 Actions générales - Actions du vent :

- Vent : Zone 3.
- Hauteur :  $9 < H \leq 18$  mètres.
- Classement du terrain : IIIb.

Étanchéité :

- Classification minimale demandée : A\*2 - E\*4 - V\*A2.

...

**Performances à obtenir (selon étude thermique SCE) :**

- Murs rideaux :

- $U_w \leq 1.60 \text{ W/m}^2.\text{K}$
- $U_g \leq 1.00 \text{ W/m}^2.\text{K}$
- $S_g = 0.385$
- $TL_g = 0.71$

...

**Nomenclature du remplissage et vitrage pour les menuiseries extérieures :**

Composition des vitrages isolants à déterminer par l'entreprise dans le respect des impératifs esthétiques, thermique, acoustique et de sécurité, avec le principe général suivant :

- Type 1 (cas courant menuiseries extérieures) : Double vitrage isolant glace claire, 2 faces feuilletées, épaisseur selon volumes à vitrer.

...

**5.2.8.1- Murs rideaux aluminium**

L'entrepreneur devra la fourniture et la mise en œuvre d'un système de mur-rideau avec capot serreur en aluminium anodisé de la gamme FACADE des Ets SCHÜCO ou équivalent, permettant la réalisation des façades aspect trame verticale ou horizontale, sur une ossature, l'aspect extérieur sera souligné par des capots verticaux avec des formes droites.

**Ossature :**

- L'ossature porteuse sera réalisée en profilés aluminium extrudés.
- L'ossature des montants/traverses sera réalisée en profilés de 85 ou 150 mm sauf indications contraires (avec possibilité de renfort par profilé acier), elle sera définie selon les règles statiques de dimensionnement relatives à la façade compris renforts des traverses horizontales par un profil intérieur pour les murs rideaux double la hauteur.
- La façade devra satisfaire aux déformations dues à la pression et dépression des vents suivant les indications des règles en vigueur.
- Le profilé serreur ne sera pas pris en compte dans le calcul d'inertie.
- Section des éléments à déterminer par l'entreprise selon contraintes.
- Les éclisses seront en aluminium.
- La liaison montant/traverse sera en coupe droite.
- Le raccord aluminium sera fixé sur la traverse (usinage avec perforations) pose de face.
- L'étanchéité de la liaison se fera par injection de mastic d'étanchéité au butyl dans le raccord.

- L'étanchéité de la structure en face arrière sera réalisée à l'aide de joints cadres vulcanisés à dimension.
- L'isolation thermique sera assurée par des pièces ponctuelles en polyamide assurant le maintien des remplissages.
- La technologie des serreurs sera sous DTA et breveté.
- Le nez des profilés sera accessible sans détérioration de l'étanchéité.
- Le joint casquette sur la traverse haute favorisera, le drainage et évitera la rétention d'eau.
- Drainage en partie basse par traverses basses selon détails de l'architecte.

**Liaison structure primaire :**

- La liaison à l'ossature primaire (gros œuvre et charpente métallique) se fera au moyen de pièces spécifiques, en acier thermolaqué ou en acier galvanisé selon détails de l'architecte équipées de visserie inox, permettant le réglage de la structure dans les trois dimensions.
- Les raccords latéraux seront réalisés au moyen de profilés spécifiques en aluminium à rupture de pont thermique afin de simplifier le raccordement et d'éviter les déperditions thermiques.
- Les pièces de fixations devront :
  - Être conformes aux normes en vigueur,
  - Transmettre sans désordre, les différentes charges au gros œuvre ou à la charpente métallique,
  - Absorber les dilatations longitudinales et verticales.

**Prises de volume :**

- Prises de volume sur les parties fixes réalisées avec des joints cadres intérieurs.

...

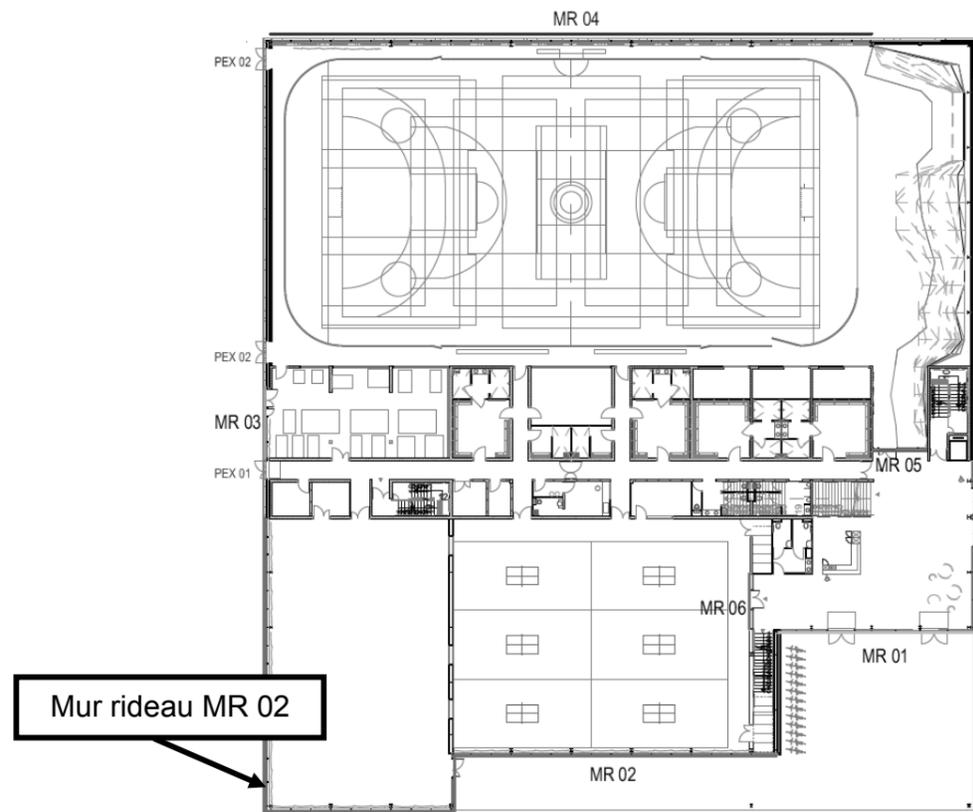
**Calfeutrement :**

- Seront à la charge du présent lot tous les calfeuttements nécessaires à la finition optimum (sous faces, liaisons entre béton / charpente / menuiserie).
- L'utilisation de membrane d'étanchéité doit répondre aux spécifications du DTU façade 33.1 (XP P 28-002), produits d'étanchéité des Ets Tremco-Ilbruck ou équivalent.
- Les isolants thermiques éventuels devront être intégrés au montage.
- Ces habillages seront en tôle d'aluminium de même teinte que la menuiserie. Ils recevront dans les parties à isoler un remplissage en laine de roche.
- Ils seront non résonnants et leurs fixations seront invisibles.
- Toutes les parties en acier galvanisé visibles seront habillées en tôlerie aluminium.
- Traitement des joints de dilatation conformément aux DTU et prescription du fabricant.

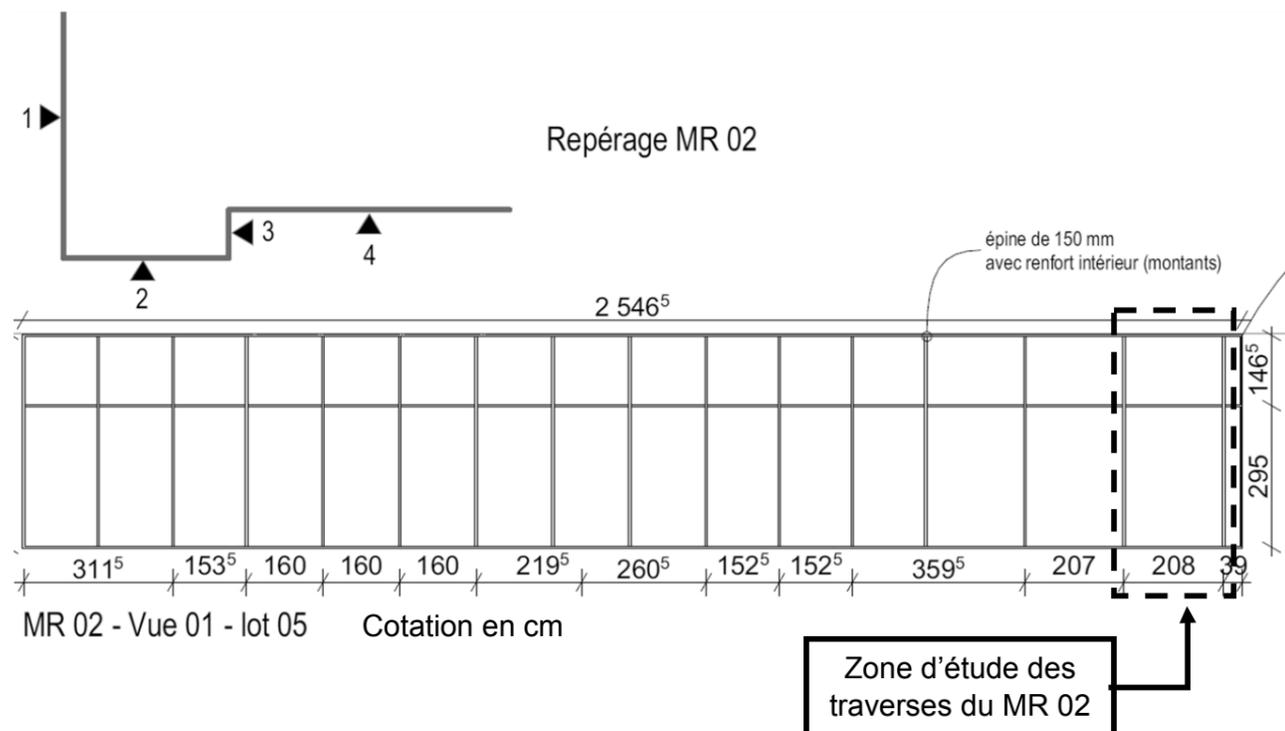
**Finition de surface :**

- Les profilés en alliage d'aluminium seront anodisés.
- L'ensemble devra être d'une réalisation parfaite, aucune bavure ni rayure ne seront admises. La prestation inclus toutes les sujétions de protection des ouvrages jusqu'à la réception des travaux. Fourniture et pose de l'ensemble dans les règles de l'art, normes et DTU en vigueur.

Nomenclature des menuiseries extérieures



Repérage des traverses intermédiaire et basse les plus sollicitées du mur rideau MR 02



Catégorie de Terrain	Pressions sur l'élément de façade à l'ELS					
	Inf. à 9 m	9 à 18 m	18 à 28 m	28 à 50 m	50 à 100 m	
<b>France Métropolitaine</b>						
Région 1	IV	574	626	758	945	1 190
	IIIb	599	797	935	1 129	1 380
	IIIa	786	990	1 130	1 325	1 576
	II	1 014	1 214	1 350	1 538	1 777
	0	1 264	1 446	1 569	1 736	1 947
Région 2	IV	684	745	902	1 124	1 416
	IIIb	713	949	1 113	1 344	1 643
	IIIa	936	1 179	1 345	1 577	1 875
	II	1 206	1 445	1 607	1 831	2 115
	0	1 504 (*)	1 721 (*)	1 867 (*)	2 066 (*)	2 317 (*)
Région 3	IV	802	874	1 058	1 320	1 662
	IIIb	836	1 114	1 306	1 577	1 928
	IIIa	1 098	1 383	1 579	1 851	2 201
	II	1 416	1 696	1 886	2 149	2 483
	0	1 765 (*)	2 020 (*)	2 191 (*)	2 425 (*)	2 719 (*)
Région 4	IV	930	1 014	1 227	1 530	1 928
	IIIb	970	1 292	1 515	1 829	2 236
	IIIa	1 274	1 604	1 831	2 147	2 552
	II	1 642	1 967	2 187	2 492	2 879
	0	2 047	2 343	2 541	2 812	3 153

Critères de dimensionnement des ossatures des façades-rideaux vis-à-vis du vent (NF EN 13380)

Objet de la fiche

Cette note a pour objectif de proposer, la prise en compte de nouveaux critères pour le dimensionnement au vent des ossatures de façade rideau. Ces critères sont issus de la révision de la norme NF EN 13 830 : Façade rideaux – Norme produit (juillet 2015), en dérogation des critères du DTU 33.1 (2008).

Critères de déformation des ossatures sous action du vent

La déformation maximale (d) sous l'action des combinaisons les plus défavorables des charges du vent ELS (Eurocodes) doit être limitée en fonction de la portée libre entre appuis (L) à :

- ▶  $d \leq L/200$ , si  $L \leq 3\,000$  mm ;
- ▶  $d \leq 5$  mm +  $L/300$ , si  $3\,000$  mm <  $L < 7\,500$  mm ;
- ▶  $d \leq L/250$ , si  $L \geq 7\,500$  mm,

**Résultats de la note de calculs RDM7 pour la traverse intermédiaire au vent**

```

+-----+
| RDM 7.04 (64 bits) - Ossatures |
+-----+
Utilisateur : ..... Nom du projet : traverse vent 1 et 2
+-----+
| Données du problème |
+-----+
5 Noeuds
4 Poutres(s)
1 Matériau(x)
1 Section(s) droite(s)
2 Liaison(s) nodale(s)
2 Cas de charge(s)
1 Combinaison(s) de cas de charges
1 Mode(s) propre(s) demandé(s)
+-----+
| Noeud(s) [ m ] |
+-----+
Noeud   x     y     Noeud   x     y     Noeud   x     y
  1    0.000 0.000   2    0.733 0.000   3    1.040 0.000
  4    1.348 0.000   5    2.080 0.000
+-----+
| Poutres(s) [ m , rad ] |
+-----+
Poutre Ori -> Ext Orient Sect Mat Long Type
  1     1     2  0.0000  11  11  0.733 Rigide - Rigide
  2     2     3  0.0000  11  11  0.308 Rigide - Rigide
  3     3     4  0.0000  11  11  0.307 Rigide - Rigide
  4     4     5  0.0000  11  11  0.733 Rigide - Rigide
Poids de la structure = 22.464 N (g = 10.00 m/s2) Centre de gravité = 1.040 0.000 0.000 m
+-----+
| Section(s) droite(s) |
+-----+
Le cisaillement transversal est négligé
Section droite 11 :
Schuco - FW50
Aire = 4.000 cm2
Moments quadratiques : IY = 0.000 cm4 - IZ = 1.000 cm4
Constante de torsion de Saint Venant J = 0.000 cm4
Constante de gauchissement lw = 0.000 cm6
Coefficients d'aire cisailée : ky = 1.00 kz = 1.00
+-----+
| Matériau(x) |
+-----+
Matériau 11 : Aluminium
Module de Young = 70000 MPa
Coefficient de Poisson = 0.34
Module de cisaillement = 26119 MPa
Masse volumique = 2700 kg/m3
Coefficient de dilatation = 2.40E-005 1/K
+-----+
| Liaison(s) nodale(s) |
+-----+
Noeud 1 : dx = dy = 0 Noeud 5 : dx = dy = 0
+-----+

```

```

| Cas de charge(s) 1 dessus |
+-----+
2 Charge(s) uniformément répartie(s) [ N/m ]
Poutre 2 : px = 0.0 py = -816.0
Poutre 3 : px = 0.0 py = -816.0
2 Charge(s) répartie(s) linéairement [ N/m ]
Poutre 1 : pxo = 0.0 pyo = 0.0 pxe = 0.0 pye = -816.0
Poutre 4 : pxo = 0.0 pyo = -816.0 pxe = 0.0 pye = 0.0
+-----+
| Cas de charge(s) 2 dessous |
+-----+
4 Charge(s) répartie(s) linéairement [ N/m ]
Poutre 1 : pxo = 0.0 pyo = 0.0 pxe = 0.0 pye = -816.0
Poutre 2 : pxo = 0.0 pyo = -816.0 pxe = 0.0 pye = -1158.6
Poutre 3 : pxo = 0.0 pyo = -1158.6 pxe = 0.0 pye = -816.0
Poutre 4 : pxo = 0.0 pyo = -816.0 pxe = 0.0 pye = 0.0
+-----+
| Combinaison(s) de cas de charges |
+-----+
1 : 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 2
+-----+
| Résultats : Combinaison = 1.00 Cas 1 + 1.00 Cas 2 |
+-----+
| Déplacements nodaux [ m, rad ] |
+-----+
Noeud dx dy rotz
  1  0.000E+000 0.000E+000 -7.356E-001
  2  0.000E+000 -4.366E-001 -3.322E-001
  3  0.000E+000 -4.887E-001 -7.772E-016
  4  0.000E+000 -4.366E-001 3.322E-001
  5  0.000E+000 0.000E+000 7.356E-001

Déplacement maximal sur x = 0.000E+000 m
Déplacement maximal sur y = 4.887E-001 m [ Noeud 3 ]
Déplacement maximal = 4.887E-001 m [ Noeud 3 ]
+-----+
| Action(s) de liaison [ N N.m ] |
+-----+
Noeud 1 - Rx = 0.0 Ry = 1152.2 Mz = 0.0
Noeud 5 - Rx = 0.0 Ry = 1152.2 Mz = 0.0
Somme des actions de liaison : Rx = 0.0 N Ry = 2304.5 N
Somme des forces appliquées à la structure :
Fx = 0.0000000000000000E+0000 N Fy = -5.68434188608080E-0012 N
+-----+
| Efforts intérieurs [ N N.m ] |
+-----+
N = Effort normal TY = Effort tranchant MfZ = Moment fléchissant
ELE ori No TYo MfZo dL(m) ext Ne TYe MfZe TYmax MfZmax
  1  1  0.0 -1152.2 -0.0 0.000E+000 2 0.0 -554.5 698.1 1152.2 698.1
  2  2  0.0 -554.5 698.1 0.000E+000 3 0.0 -0.0 786.0 554.5 786.0
  3  3  0.0 0.0 786.0 0.000E+000 4 0.0 554.5 698.1 554.5 786.0
  4  4  0.0 554.5 698.1 0.000E+000 5 0.0 1152.2 0.0 1152.2 698.1

```

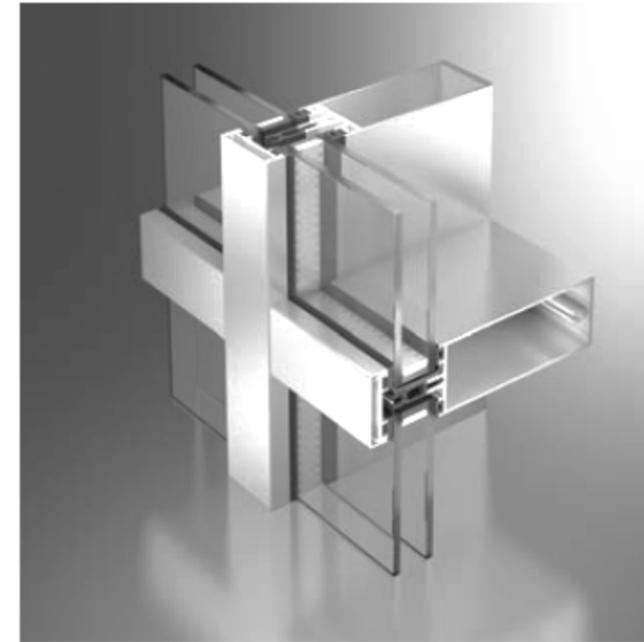
5.1.2 Actions des charges permanentes (la pesanteur)

Au poids des éléments de façade à prendre en compte dans les calculs de stabilité doivent être ajoutées les charges résultant des équipements extérieurs ou intérieurs supportés et prévus par le Maître d'ouvrage dans son Cahier des charges.

Le poids propre doit être calculé suivant la norme NF EN 1991-1-1 et la flèche maximale due à des charges verticales de tout élément horizontal principal de l'ossature ne doit pas dépasser 1/500 de la portée ou 3 mm, selon la valeur la plus petite.

Formulaire de résistance des matériaux

Schémas mécaniques	Formules associées
	$f_{maxi} = \frac{5.p.L^4}{384.E.I}$
	$Mf_{maxi} = F.a$ $f_{maxi} = \frac{F.a}{24.E.I} \times (3L^2 - 4a^2)$
	$Mf_{maxi} = \frac{q.L^2}{12}$ $f_{maxi} = \frac{q.L^4}{120.E.I}$
	$Mf_{maxi} = \frac{q}{24} (3L^2 - 4a^2)$ $f_{maxi} = \frac{qL^4}{1920.E.I} \underbrace{\left( 25 - 40.\left(\frac{a}{L}\right)^2 + 16.\left(\frac{a}{L}\right)^4 \right)}_{\left( 4\left(\frac{a}{L}\right)^2 - 5 \right)^2}$



Schüco FW 50+

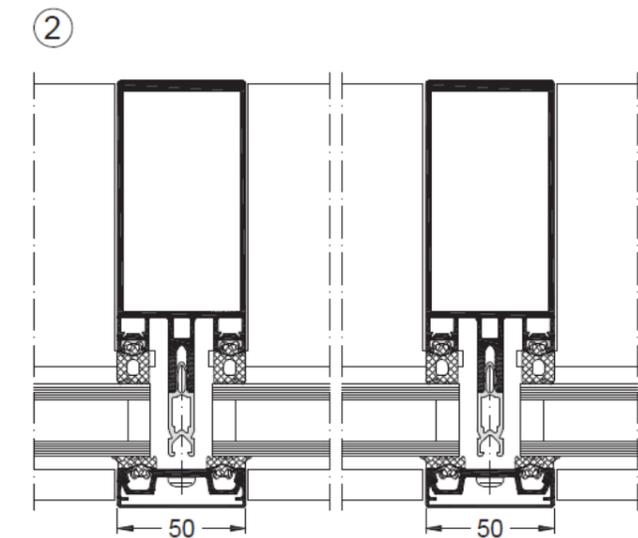
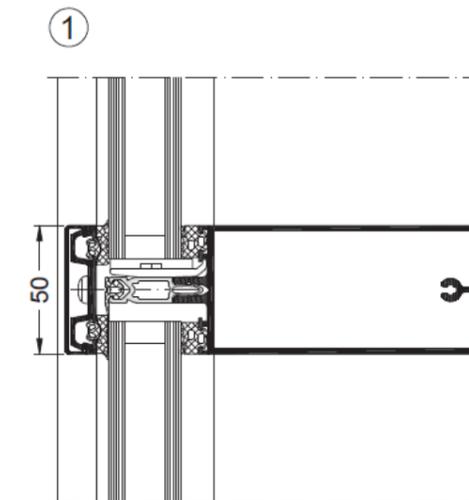
Bénéfices produit

- Faibles masses vues (50 mm)
- Possibilité de façades à trames horizontales (verre bord à bord vertical)
- Version FW 50+ S : design épuré, poteaux et traverses en I ou T
- Ouvertures : int/ext, OF, à l'anglaise, OI et OB

Bénéfices fabrication

- Drainage des traverses sans usinage : interruption du joint serreur
- Raccord poteau/traverse coupe droite ou épaulement

Traverse et poteaux  
Transom and mullions

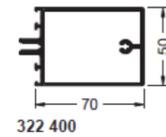


# Caractéristiques des profilés traverses Schüco FW 50



Profilés FW 50+ • Profiles FW 50+

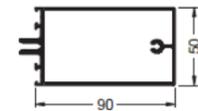
## Profilés de raccordement entretoise PVC



322 400

Traverse, niveau 1  
Level 1 transom

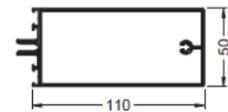
Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$		
mm	m	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
70	322 400	6,0	328	190	49,42	20,77	12,00	8,31



322 410

Traverse, niveau 1  
Level 1 transom

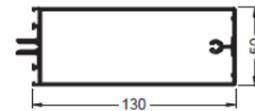
Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$		
mm	m	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
90	322 410	6,0	368	230	89,41	25,59	17,62	10,24



322 420

Traverse, niveau 1  
Level 1 transom

Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$		
mm	m	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
110	322 420	6,0	408	270	144,16	30,41	23,86	12,17



322 430

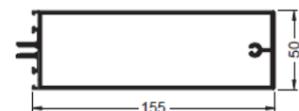
Traverse, niveau 1  
Level 1 transom

Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$		
mm	m	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
130	322 430	6,0	448	310	221,21	35,37	31,08	14,15
130	351 980	6,0	-	-	194,17	39,71	30,88	17,73



351 980

Pour faciliter leur insertion dans les profilés, laquer chacun des renforts (Épaisseur du revêtement: 25 µm à 40 µm env.)  
To facilitate installation, coat insert profiles individually with wet paint (approx. 25 µm - 40 µm).



322 440

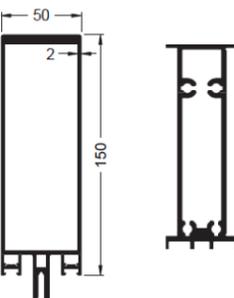
Traverse, niveau 1  
Level 1 transom

Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$		
mm	m	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
155	322 440	6,0	498	360	354,71	41,98	41,50	16,79
155	351 980	6,0	-	-	194,17	39,71	30,88	17,73



351 980

Pour faciliter leur insertion dans les profilés, laquer chacun des renforts (Épaisseur du revêtement: 25 µm à 40 µm env.)  
To facilitate installation, coat insert profiles individually with wet paint (approx. 25 µm - 40 µm).



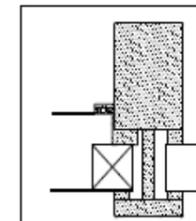
322 300  
323 490

322 750

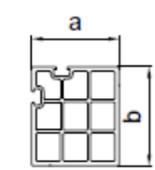
Poteaux  
Mullions

Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	Art.-N° Art. No.	$I_x$	$I_y$	$W_x$	$W_y$		
mm	m	mm	mm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	
150	322 300 323 490	6,0 4,0	546	350	423,85 44,37	48,91	17,75	
150	322 750	6,0	-	-	226,75	19,11	34,10	8,49

Pour faciliter leur insertion dans les profilés, laquer chacun des renforts (Épaisseur du revêtement: 25 µm à 40 µm env.)  
To facilitate installation, coat insert profiles individually with wet paint (approx. 25 µm - 40 µm).

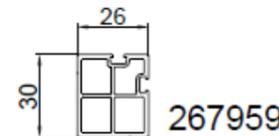
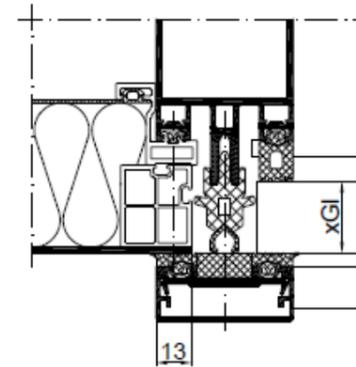


Montage profilé de raccordement au corps de l'édifice  
Installation of building structure attachment profile



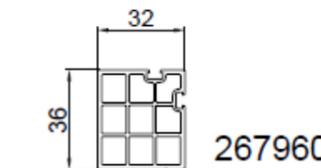
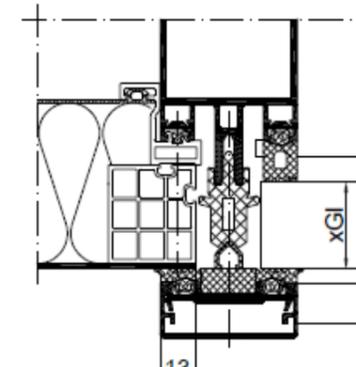
267958 (20 x 24)
267959 (26 x 30)
267960 (32 x 36)
267961 (38 x 42)
267962 (44 x 48)

xGI = 24-28mm



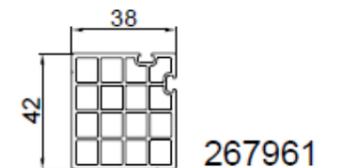
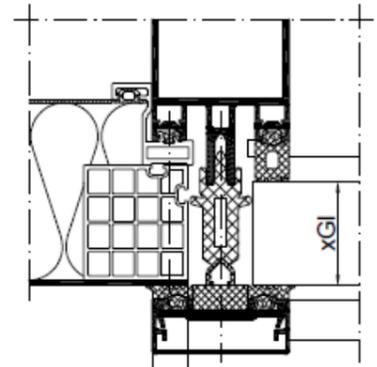
267959

xGI = 30-34mm



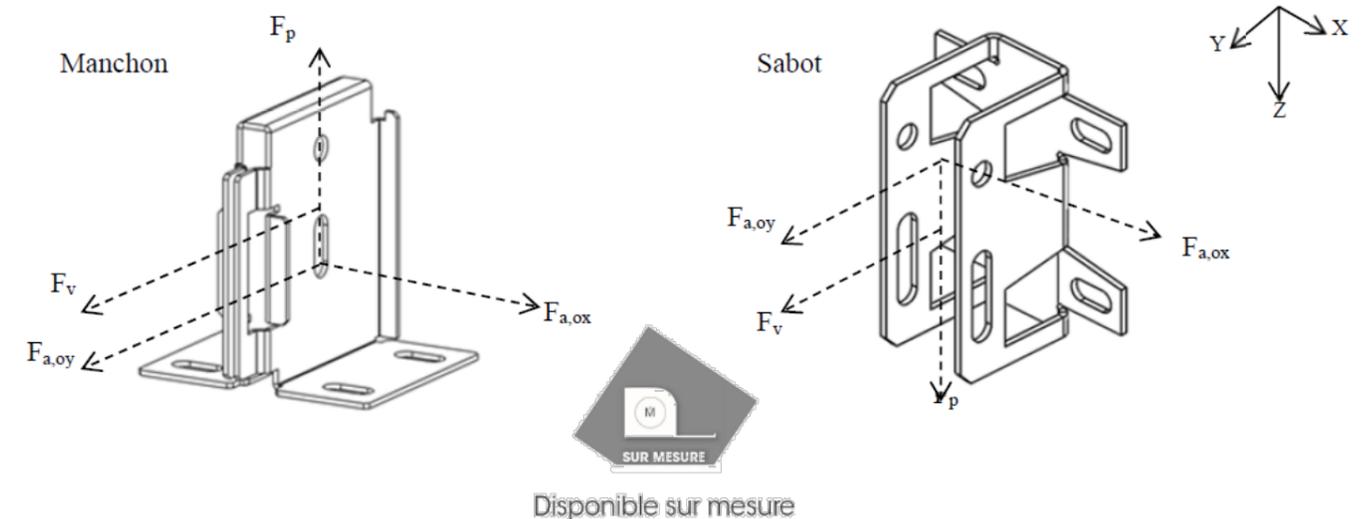
267960

xGI = 36-40mm



267961

## Systèmes de fixation au gros œuvre Louineau



Disponible sur mesure

Notice acoustique (extrait)

Il a été évoqué d'avoir le pignon sud en bois plein sur toute sa hauteur. Afin de rendre de compte de l'importance du traitement du pignon, un calcul a été effectué. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

f (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
T <sub>r</sub> (s)	2,5	2,7	2,9	2,7	2,5	2,2

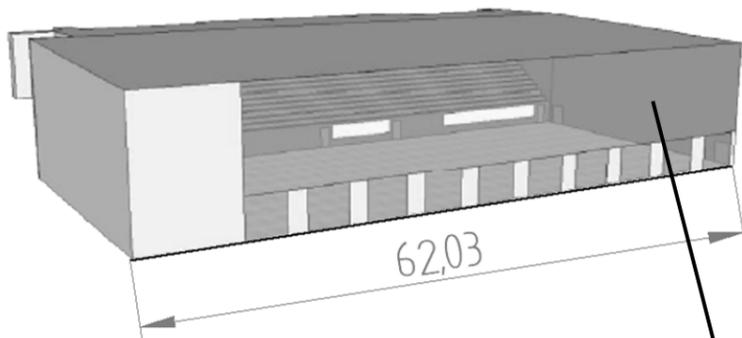
Tr moyen = 2,6 s

En l'absence de traitement sur le pignon sud, on peut noter que les résultats sont légèrement supérieurs à l'objectif recherché. Pour être inférieur à 2,5 sec, il est donc nécessaire de traiter cette surface. De plus, il est important de traiter cette paroi afin d'éviter les phénomènes d'échos flottants.

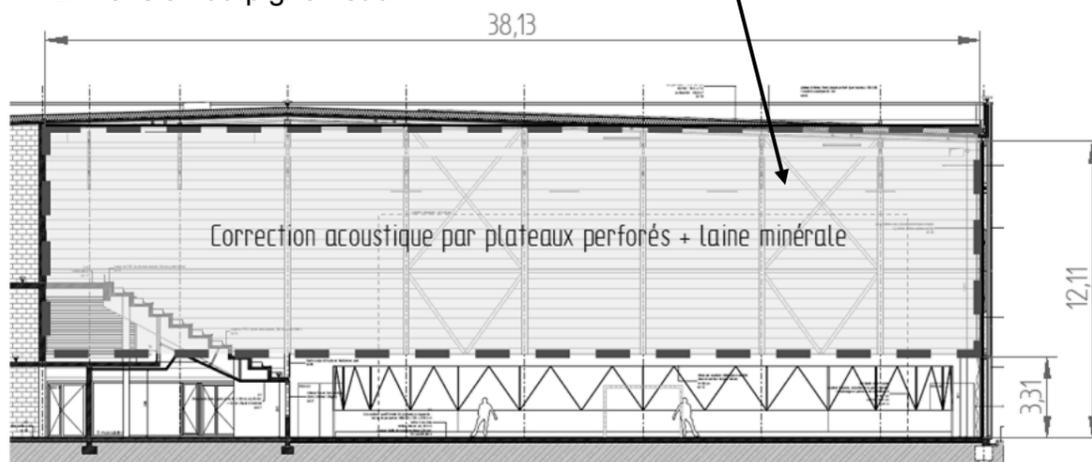
Dimensions de la salle multisport pour l'Étude acoustique

Par soucis de simplification, la salle multisport sera considérée de forme parallélépipédique.

- Longueur



- Dimension du pignon sud



Formulaire acoustique

Aire d'absorption équivalente :

$$A = S \times \alpha_w \quad (m^2)$$

S : surface de paroi (m<sup>2</sup>)

$\alpha_w$  : Coefficient d'absorption moyen

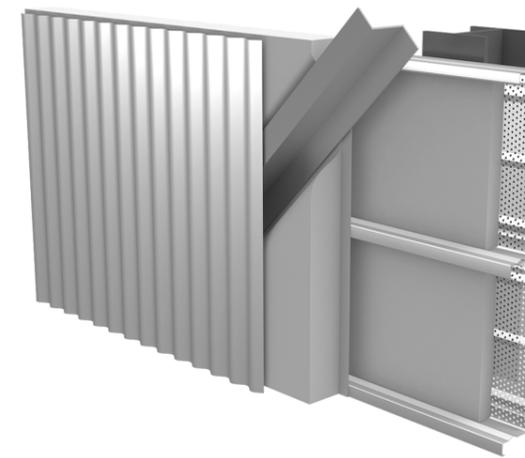
Durée de réverbération (formule de Sabine) :

$$T = \frac{0,16 \times V}{A} \quad (s)$$

V : volume du local (m<sup>3</sup>)

A : Aire d'absorption équivalente (m<sup>2</sup>)

Propriétés acoustiques des plateaux perforés CN125 RTP Pignon sud



Globalwall® CN 125RTP

Composition :

- Plateau Hacierba perforé P (épaisseur 0,75 mm)
- Panolène bardage d'épaisseur 50 mm (voile de verre noir)
- Ecarteur
- Feutre tendu alu d'épaisseur 100 mm
- Profil Trapéza, Fréquence ou Océane

Isolement

Référence	Indice d'affaiblissement			R (dB) par octave (Hertz) (conversion d'essais en 1/3 d'octave)					
	R <sub>w</sub> (C ; C <sub>tr</sub> ) dB	R <sub>A</sub> dB	R <sub>A,tr</sub> dB	125	250	500	1000	2000	4000
CN 125RTP	35 (-1;-6)	34	29	16	24	32	42	50	59

Absorption

Référence	α par octave (Hertz) (conversion d'essais en 1/3 d'octave)						α <sub>w</sub>
	125	250	500	1000	2000	4000	
CN 125RTP	0,25	0,59	0,97	0,91	0,80	0,88	0,85

**À RENDRE AVEC LA COPIE**

Calculs :

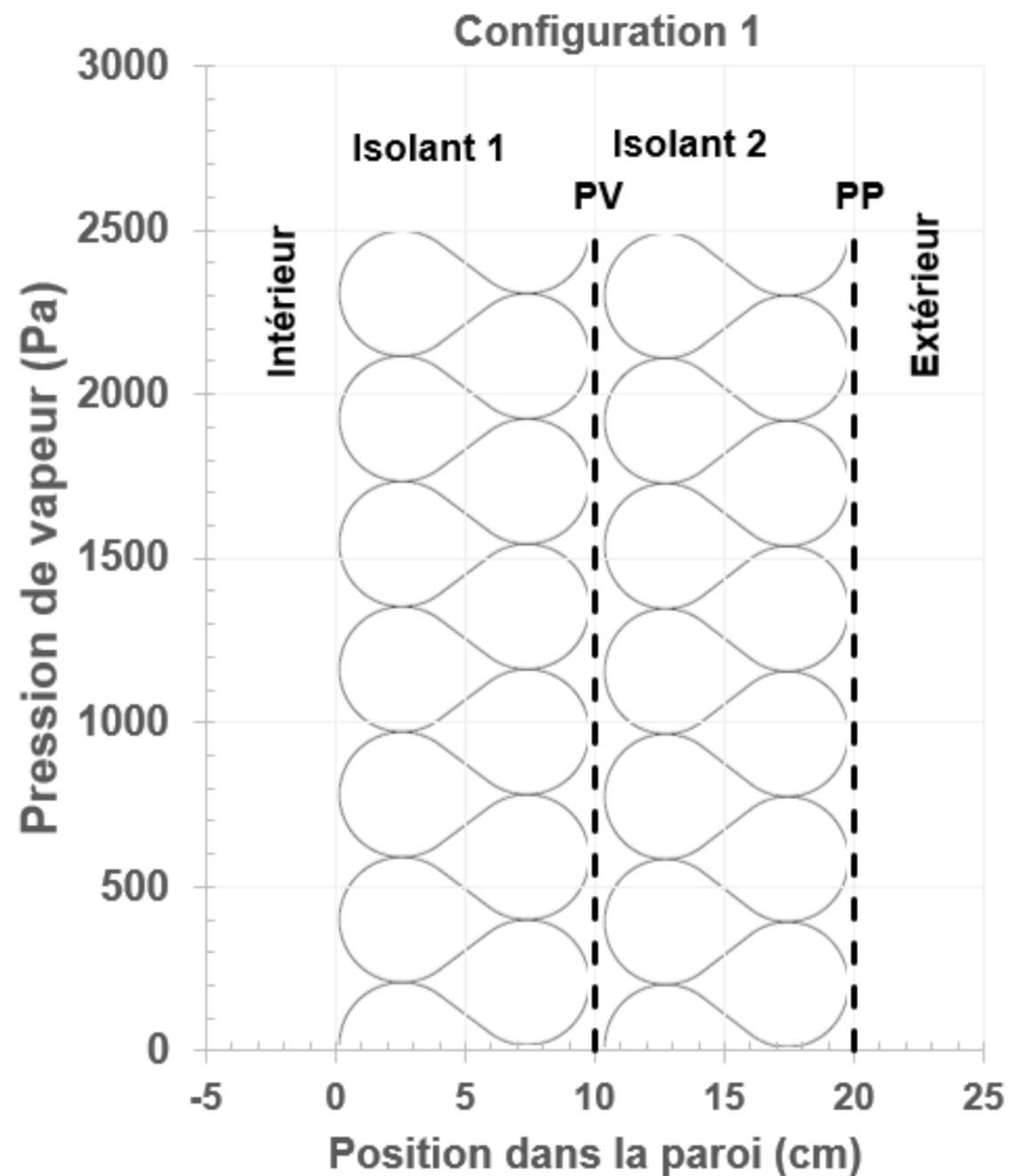
T<sub>si</sub> =

Pressions de vapeur saturantes : P<sub>vs</sub> si =

Pression de vapeur réelle sur la surface intérieure : P<sub>vr</sub> si =

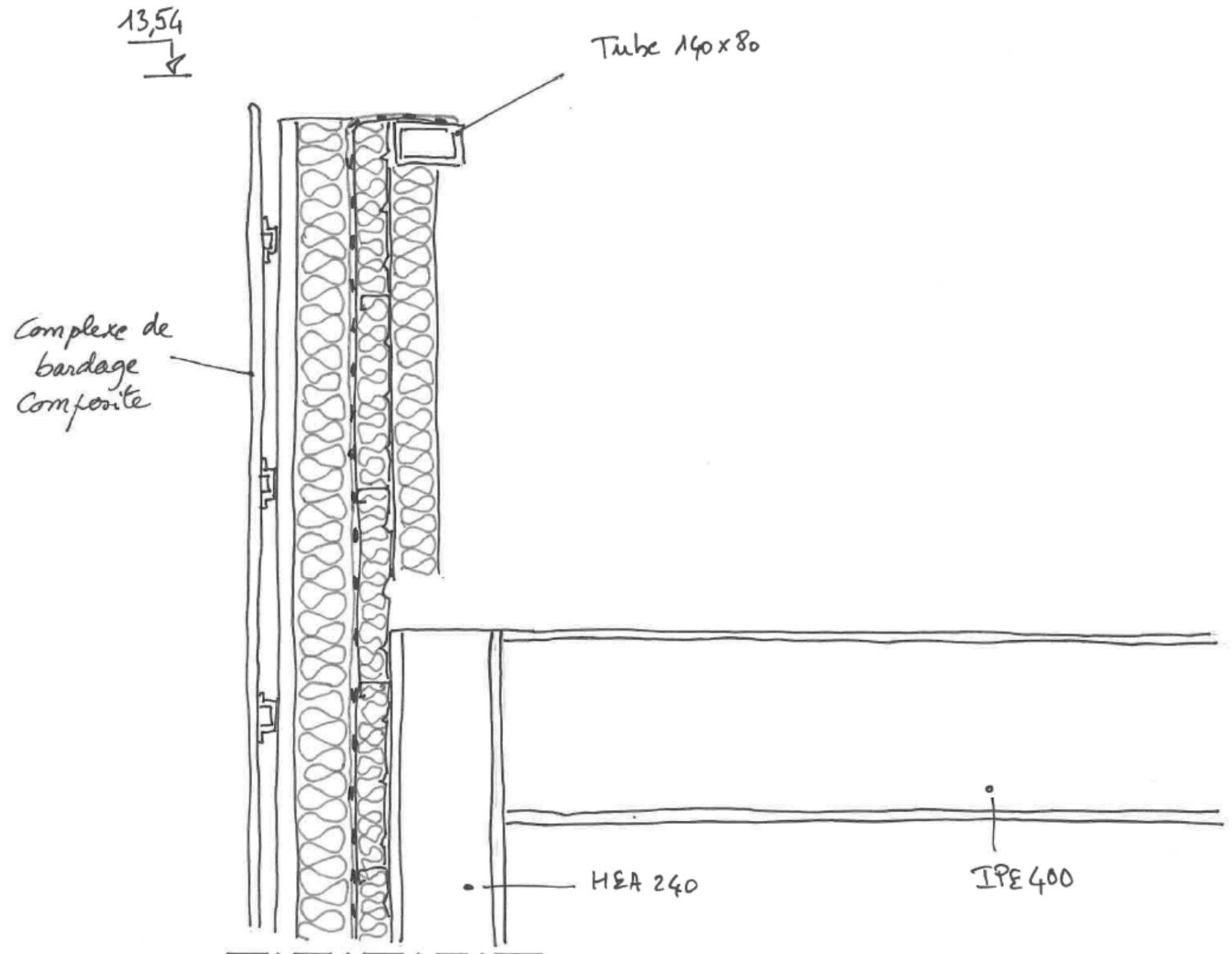
**Tableau récapitulatif des températures d'interface et pressions de vapeur saturantes et réelles**

Paroi			Isolant 1 100 mm	Pare- vapeur	Isolant 2 100 mm	Pare pluie	Lame d'air
Position	Intérieure	T <sub>si</sub>	1		2	T <sub>se</sub>	Extérieure
Température (°C)	19	<b>18.5</b>	7.5	7.5	-3.5	-4	-4
P <sub>vs</sub> (Pa)	2196.2	<b>2129.5</b>	1037	1037	447	437.3	437.3
P <sub>vr</sub> (Pa)	1098.1	<b>1098.1</b>	1088.9	426.6	417.4	415.4	415.4



**Diagramme des pressions de vapeur saturantes et réelles configuration 1**

DR02 : CROQUIS À MAIN LEVÉE DE L'ACROTÈRE NORD EN LIAISON AVEC LE BARDAGE  
À RENDRE AVEC LA COPIE



À RENDRE AVEC LA COPIE

Surfaces d'influence du vent pour la traverse intermédiaire (cotation en mm)

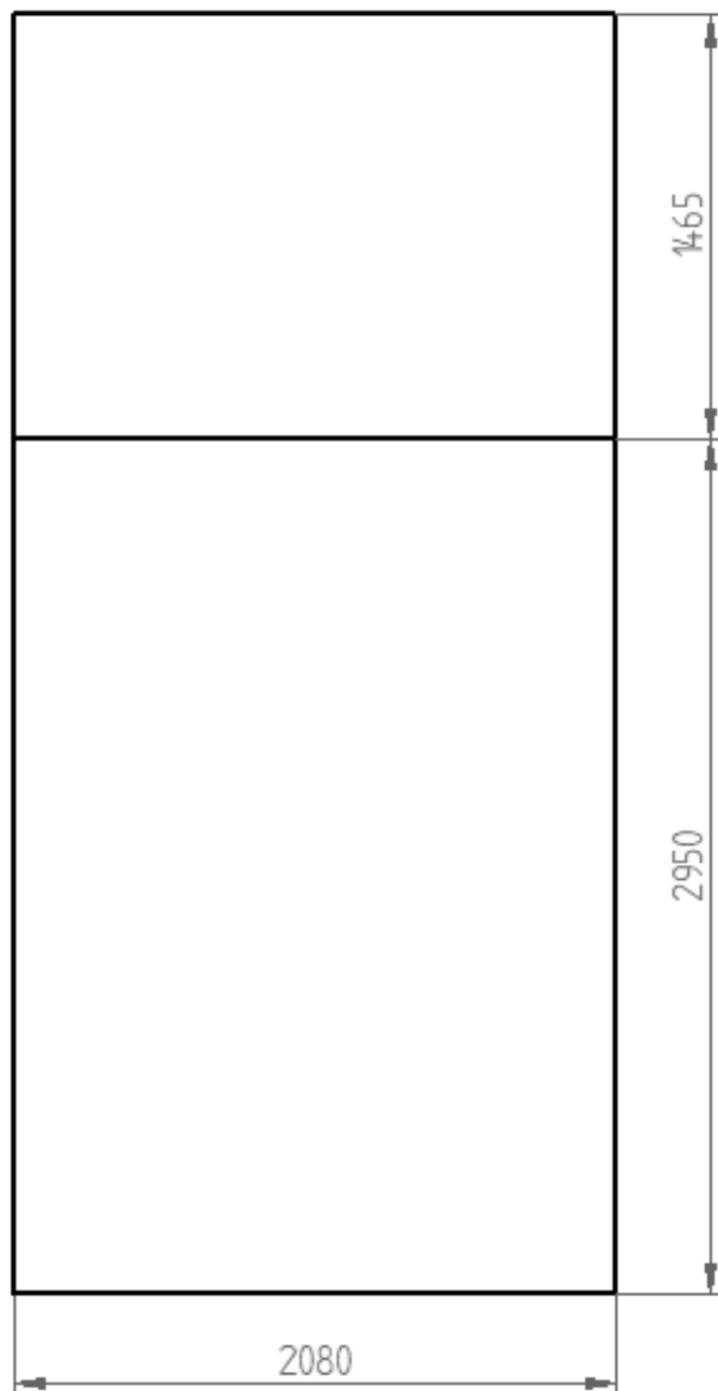
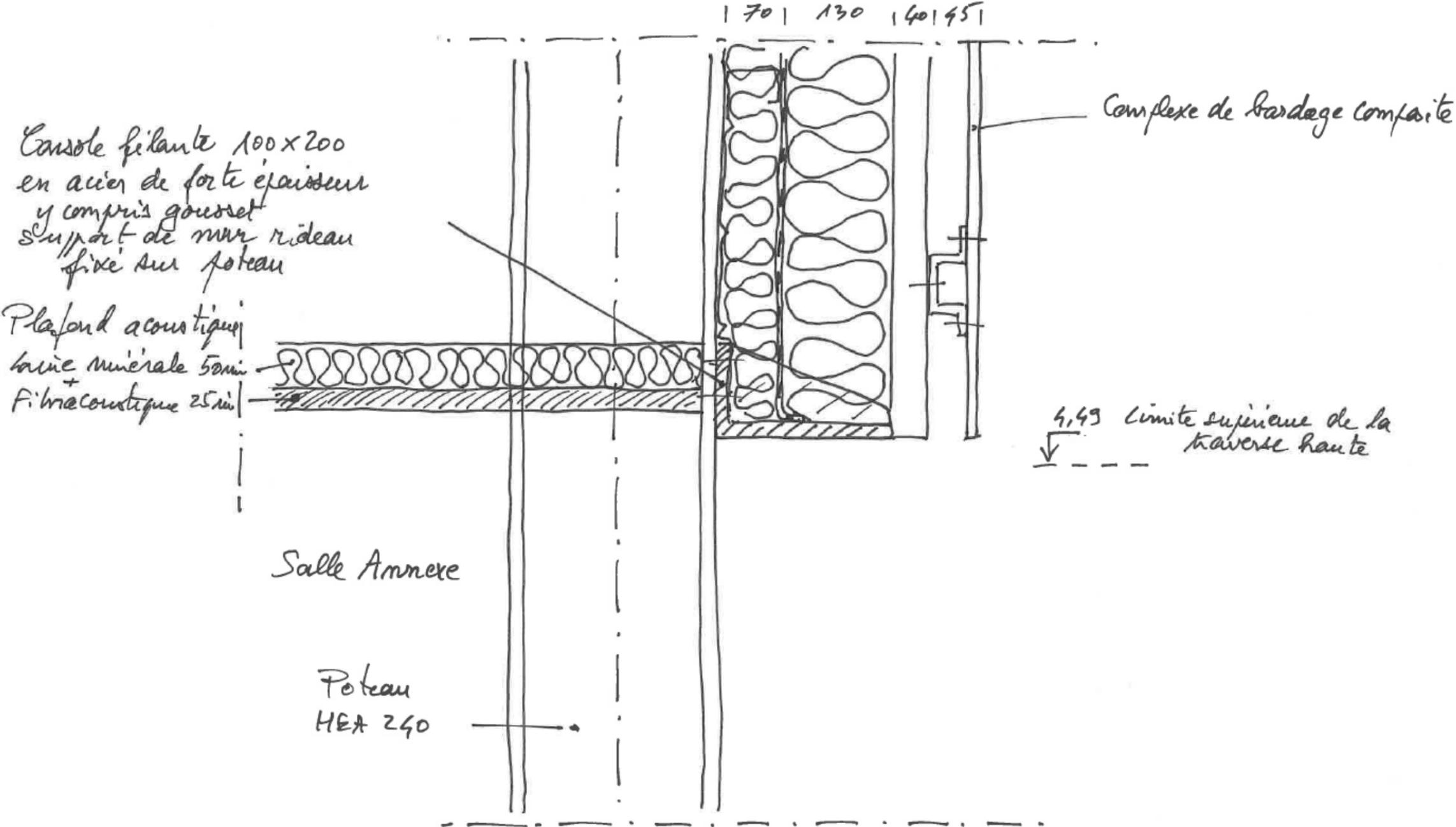


Schéma mécanique pour la traverse intermédiaire au vent partie supérieure :

Schéma mécanique pour la traverse intermédiaire au vent partie inférieure :

Schéma mécanique pour la traverse basse au poids du vitrage :

DR04 : CROQUIS À MAIN LEVÉE DU MUR RIDEAU EN LIAISON AVEC LE BARDAGE COMPOSITE



À RENDRE AVEC LA COPIE

Parois	Surface réelle (m <sup>2</sup> )	Coefficient d'absorption moyen $\alpha_w$	Aire d'absorption équivalente (m <sup>2</sup> )
Sol		0,01	
Plafond		0,71	
Pignon nord		0,03	
Pignon sud non corrigé hauteur < 3,31m		0,02	
Pignon sud corrigé hauteur > 3,31m			
<b>TOTAL</b>	<b>7 156,3</b>	<b>Aire d'absorption équivalente totale (m<sup>2</sup>)</b>	
		<b>Durée de réverbération avec correction Tr (s)</b>	