

**DÉPARTEMENT ACOUSTIQUE ET ÉCLAIRAGE**

Laboratoire d'essais acoustiques

# **RAPPORT D'ESSAIS N° AC07-26007095/3 CONCERNANT TROIS TOITURES INDUSTRIELLES**

L'accréditation de la section Laboratoires du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

Ce rapport d'essais atteste uniquement des caractéristiques de l'objet soumis aux essais et ne préjuge pas des caractéristiques de produits similaires. Il ne constitue pas une certification de produits au sens de l'article L 115-27 du code de la consommation et de la loi du 3 juin 1994.

En cas d'émission du présent rapport par voie électronique et/ou sur support physique électronique, seul le rapport sous forme de support papier signé par le CSTB fait foi en cas de litige. Ce rapport sous forme de support papier est conservé au CSTB pendant une durée minimale de 10 ans.

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Il comporte vingt-cinq pages.

**À LA DEMANDE DE : ARCELOR CONSTRUCTIONS France  
Département Profilés  
16 route de la Forge  
55000 HAIRONVILLE**

N/Réf. : BR-70005617  
26007095  
CC/GA

**OBJET**

Déterminer l'indice d'affaiblissement acoustique R de trois toitures Industrielles et le coefficient d'absorption acoustique  $\alpha_s$  de l'une d'entre elles.

**TEXTES DE RÉFÉRENCE**

Les mesures sont réalisées :

- selon la norme NF EN ISO 354 (2004) complétée par la norme NF EN ISO 11654 (1997) pour l'expression de la valeur  $\alpha_w$ ,
- selon les normes NF EN ISO 140-1 (1997), NF EN 20140-2 (1993) et NF EN ISO 140-3 (1995) complétées par la norme NF EN ISO 717/1 (1997), et amendements associés pour l'expression de la valeur  $R_w$ .

**OBJETS SOUMIS A L'ESSAI**

Date de réception au laboratoire : 22 et 23 mars 2007

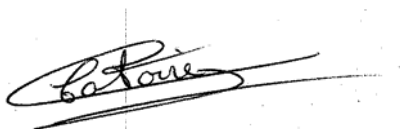
Origine et mise en œuvre : demandeur

**LISTE RÉCAPITULATIVE DES ESSAIS**

N° essai	Objet soumis à l'essai	Type d'essai
1	Toiture ET1A CN 1114 i bitume / ET1B CN 1114 i PVC	$\alpha_s$
2	Toiture ET1A CN 1114 i PVC	R
3	Toiture ET1B CN 1114 i bitume	R
4	Toiture ET1A CN 1114 i + 40 mm ldr bitume	R

Fait à Marne-la-Vallée, le 29 mai 2007

Le chargé d'essais



Corinne CATOIRE

Le chef de division adjoint



Carole HORLAVILLE

**DESCRIPTION ET MISE EN ŒUVRE  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

**Essai 1**  
**Date 27/03/07**  
**Poste ALPHA**

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)</b>
<b>APPELLATIONS</b>	<b>Toiture ET1A CN 1114 i bitume Toiture ET1B CN 1114 i PVC</b>

**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3500 x 3000  
Surface en m<sup>2</sup> : 10,5  
Épaisseur en mm : 204  
Montage type : A

**DESCRIPTION (les dimensions sont données en mm)**

La toiture est constituée, depuis la face inférieure jusqu'à la face supérieure, des éléments suivants :

1. Supports d'étanchéité réf. HACIERCO 74 SPS (ARVAL HAIRONVILLE-PAB), en tôle d'acier galvanisée d'épaisseur nominale 0,75, perforés en plages et en nervures à 15 % (trous Ø 5 à entraxe de 12,5).  
Largeur utile : 856  
Hauteur : 74  
Masse surfacique nominale : 8,94 kg/m<sup>2</sup>
2. Laine de verre revêtue d'un voile de verre sur une face réf. PANOLENE BARDAGE (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 30 et de masse volumique mesurée 14,5 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : rouleaux de dimensions 19000 x 450.
3. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 40 et de masse volumique mesurée 167,4 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000.
4. Pare-vapeur réf. VAPOBAC (SOPREMA) constitué d'un voile de verre de 60 g collé sur une feuille d'aluminium d'épaisseur 0,04.  
Présentation : rouleau de 150000 x 1000.
5. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 90 et de masse volumique mesurée 139 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000

Nota : Les membranes d'étanchéité n'ont pas été mises en œuvre pour l'essai d'absorption.

**MISE EN ŒUVRE**

Les panneaux de laine de roche d'épaisseur 90 sont posés directement sur le sol du local d'essai.

Ils sont recouverts successivement par les lés du pare-vapeur, mis en œuvre avec un recouvrement de 80, avec la face en aluminium au contact des éléments, et par les panneaux de laine de roche d'épaisseur 40.

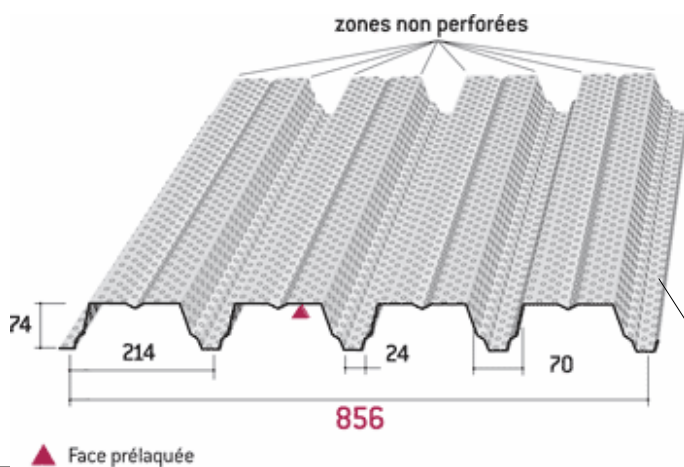
Les supports d'étanchéité sont posés sur l'ensemble, après avoir introduit une bande de laine de verre pliée dans chaque nervure, maintenue ponctuellement par un adhésif.

La maquette est encadrée par des cornières métalliques.

**PLANS  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

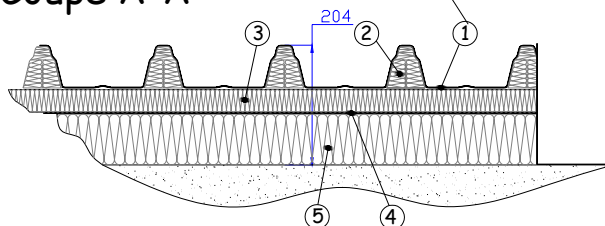
**Essai 1  
Date 27/03/07  
Poste ALPHA**

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)</b>
<b>APPELLATIONS</b>	<b>Toiture ET1A CN 1114 i bitume Toiture ET1B CN 1114 i PVC</b>

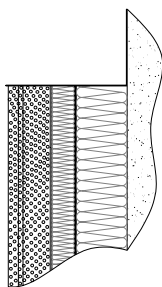


- ① Support d'étanchéité HACIERCO 74 SPS ép.0.75mm (Arval Hairoville-Pab)
- ② Panolène bardage ép.30mm plié dans les nervures (Saint-Gobain Isover)
- ③ Panotoit Fibac 2 ép.40mm (Saint-Gobain Isover)
- ④ Pare vapeur VAPOBAC (SOPREMA)
- ⑤ Panotoit Fibac 2 ép.90mm (Saint-Gobain Isover)

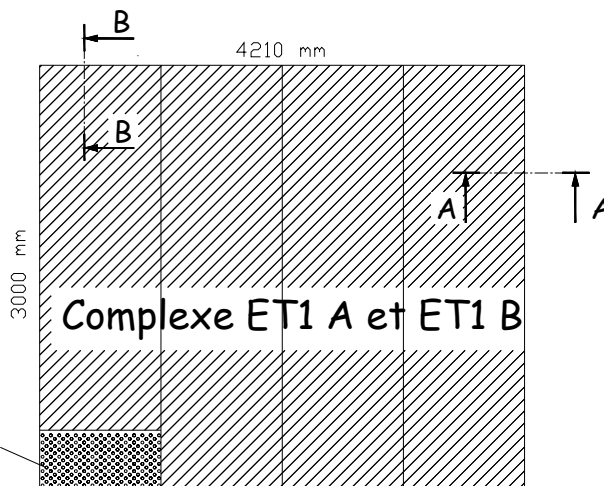
**Coupe A-A**



**Coupe B-B**



perforation diam. 5mm  
entraxe 12.5mm



**COEFFICIENT D'ABSORPTION ACOUSTIQUE  $\alpha_s$   
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

AA | Essai **1**  
Date **27/03/07**  
Poste **ALPHA**

**DEMANDEUR** ARCELOR CONSTRUCTIONS France  
**FABRICANTS** ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
**APPELLATIONS** Toiture ET1A CN 1114 i bitume  
Toiture ET1B CN 1114 i PVC

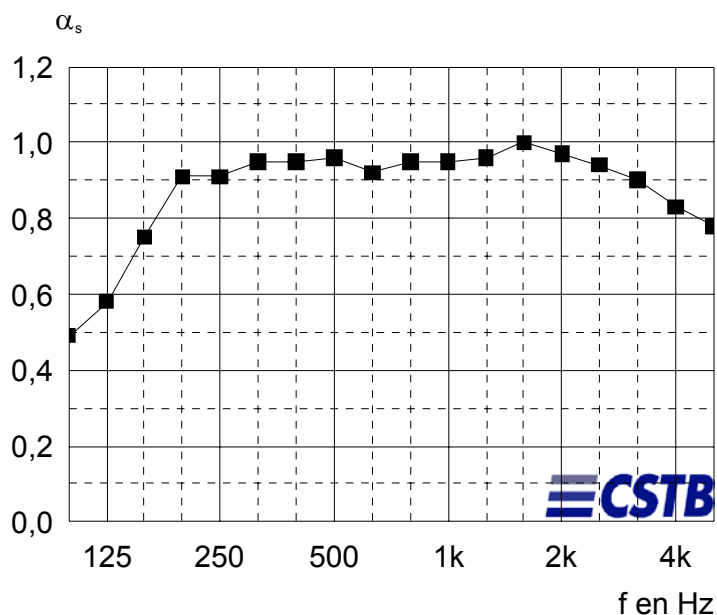
**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3500 x 3000  
Surface en m<sup>2</sup> : 10,5  
Épaisseur en mm : 204  
Montage type : A

**CONDITIONS DE MESURES**

**Salle vide :** Température : 22 °C Humidité relative : 41 %  
**Salle avec matériau :** Température : 20,5 °C Humidité relative : 45 %

**RÉSULTATS**



f	$\alpha_s$
100	0,49
125	0,58
160	0,75
200	0,91
250	0,91
315	0,95
400	0,95
500	0,96
630	0,92
800	0,95
1000	0,95
1250	0,96
1600	1,00
2000	0,97
2500	0,94
3150	0,90
4000	0,83
5000	0,78
Hz	

$\alpha_w = 0,95$   
classement : A

**DURÉES DE RÉVERBÉRATION T**

**Essai 1**  
**Date 27/03/07**  
**Poste ALPHA**

**ESSAI N° 1**

<b>f (Hz)</b>	<b>T de la salle vide (s)</b>	<b>T de la salle avec matériau (s)</b>
100	14,28	5,07
125	11,29	4,20
160	11,82	3,58
200	10,79	3,06
250	10,39	3,01
315	10,71	2,96
400	10,20	2,91
500	9,76	2,86
630	9,27	2,91
800	8,53	2,77
1000	7,78	2,69
1250	7,08	2,58
1600	6,08	2,38
2000	5,41	2,31
2500	4,52	2,17
3150	3,60	1,97
4000	2,70	1,73
5000	2,05	1,47

**DÉTERMINATION DE LA RÉPÉTABILITÉ "r"**

**Date** 06/10/98  
**Poste** ALPHA

Maquette : Laine de roche de 100 mm d'épaisseur

<b>f (Hz)</b>	<b>r</b>
100	0,03
125	0,07
160	0,05
200	0,10
250	0,08
315	0,04
400	0,03
500	0,06
630	0,04
800	0,06
1000	0,02
1250	0,02
1600	0,02
2000	0,03
2500	0,06
3150	0,02
4000	0,05
5000	0,04

**DESCRIPTION  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE****Essai 2  
Date 28/03/07  
Poste DELTA**

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales) SIKA (membrane d'étanchéité)</b>
<b>APPELLATION</b>	<b>Toiture ET1B CN 1114 i PVC</b>

**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3600 x 4200  
Épaisseur en mm : 205

**DESCRIPTION (les dimensions sont données en mm)**

La toiture est constituée, depuis la face inférieure jusqu'à la face supérieure, des éléments suivants :

1. Supports d'étanchéité réf. HACIERCO 74 SPS (ARVAL HAIRONVILLE-PAB), en tôle d'acier galvanisée d'épaisseur nominale 0,75, perforés en plages et en nervures à 15 % (trous  $\varnothing$  5 à entraxe de 12,5).  
Largeur utile : 856  
Hauteur : 74  
Masse surfacique nominale : 8,94 kg/m<sup>2</sup>
2. Laine de verre revêtue d'un voile de verre sur une face réf. PANOLENE BARDAGE (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 30 et de masse volumique mesurée 14,5 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : rouleaux de dimensions 19000 x 450.
3. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 40 et de masse volumique mesurée 167,4 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000.
4. Pare-vapeur réf. VAPOBAC (SOPREMA) constitué d'un voile de verre de 60 g collé sur une feuille d'aluminium d'épaisseur 0,04.  
Présentation : rouleau de 150000 x 1000.
5. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 90 et de masse volumique mesurée 139 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000
6. Membrane d'étanchéité en PVC armé réf. SIKAPLAN (SIKA), d'épaisseur 1,2 et de masse surfacique mesurée 1,6 kg/m<sup>2</sup>.  
Présentation : rouleau de dimensions 20000 x 1540.
7. Divers : Bande d'étanchéité autocollante réf. SOPRALIN (SOPREMA), silicone réf. SOPRASEAL TC2 (SOPREMA).



**MISE EN OEUVRE  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE****Essai 2  
Date 28/03/07  
Poste DELTA**

---

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales) SIKA (membrane d'étanchéité)</b>
<b>APPELLATION</b>	<b>Toiture ET1B CN 1114 i PVC</b>

**MISE EN ŒUVRE**

Les supports d'étanchéité sont posés sur des cornières métalliques, revêtues d'un joint COMPRIBAND, fixées en périphérie d'un cadre en béton.  
Ils sont couturés par trois vis au pas de 1600 environ.

Un cordon de silicone est appliqué entre les tôles et la maçonnerie.

Un remplissage des nervures est effectué avec des bandes de laine de verre pliées maintenues ponctuellement par de l'adhésif.

L'ensemble est recouvert successivement par :

- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 40, posés à joints croisés,
- des lés de pare-vapeur, déroulés dans le sens de la longueur des supports d'étanchéité avec un recouvrement d'environ 80,
- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 90, posés à joints croisés,
- des lés de membrane SIKAPLAN, déroulés dans le sens de la longueur des supports d'étanchéité, soudés entres eux sur une largeur de 100 au niveau de leur bande de recouvrement.

Une bande d'étanchéité est collée en périphérie de la maquette, à la jonction avec le cadre en béton.

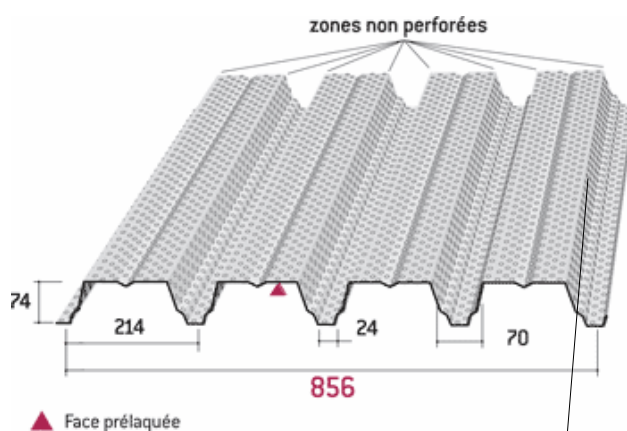
**MISE EN OEUVRE  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

**Essai 2  
Date 28/03/07  
Poste DELTA**

**DEMANDEUR** ARCELOR CONSTRUCTIONS France

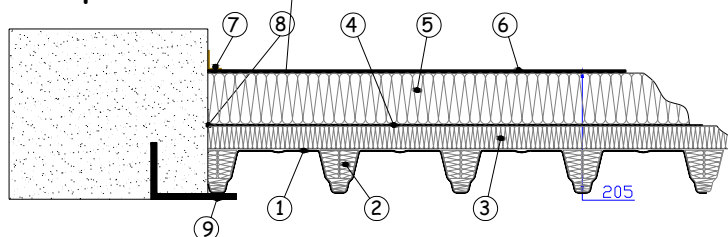
**FABRICANTS** ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SIKA (membrane d'étanchéité)

**APPELLATION** Toiture ET1B CN 1114 i PVC

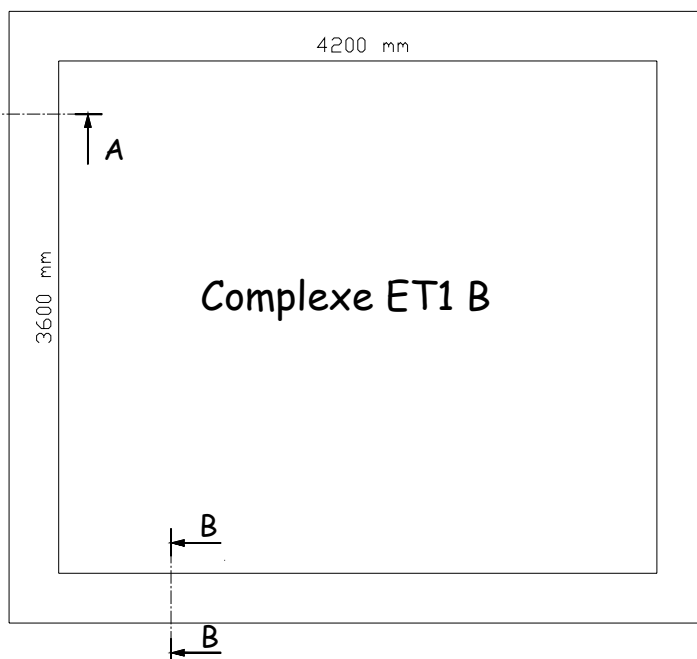
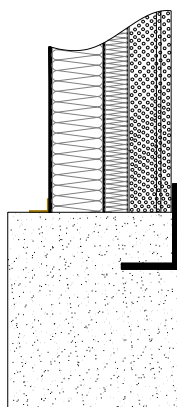


**Coupe A-A**

- ① Support d'étanchéité HACIERCO 74 SPS ép.0.75mm (Arval Haironville-Pab)
- ② Panolène bardage ép.30mm plié dans les nervures (Isover)
- ③ Panotoit Fibac 2 ép.40mm (Isover)
- ④ Pare vapeur VAPOBAC (SOPREMA)
- ⑤ Panotoit Fibac 2 ép.90mm (Isover)
- ⑥ Membrane d'étanchéité PVC (SIKA)
- ⑦ Bande d'étanchéité
- ⑧ Silicone
- ⑨ Cornière avec joint Compriband



**Coupe B-B**



**INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

AD17

**Essai 2**  
**Date 28/03/07**  
**Poste DELTA**

**DEMANDEUR** ARCELOR CONSTRUCTIONS France

**FABRICANTS** ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SIKA (membrane d'étanchéité)

**APPELLATIONS** Toiture ET1B CN 1114 i PVC

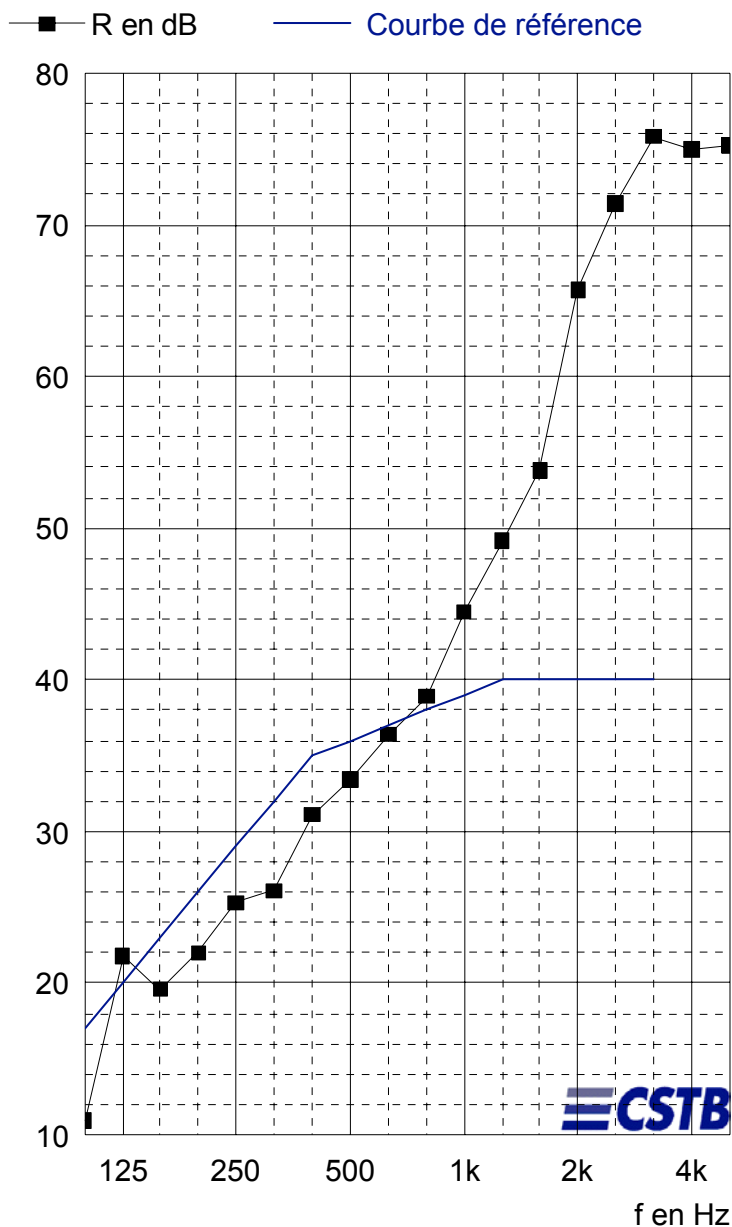
**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3600 x 4200  
Épaisseur en mm : 205

**CONDITIONS DE MESURES**

**Salle émission :** Température : 23 °C Humidité relative : 53 %  
**Salle réception :** Température : 25,5 °C Humidité relative : 28 %

**RÉSULTATS**



f	R
100	10,9
125	21,8
160	19,6
200	22,0
250	25,3
315	26,1
400	31,1
500	33,4
630	36,4
800	38,9
1000	44,5
1250	49,2
1600	53,8
2000	65,7
2500	71,4
3150	75,8
4000	75,0
5000	75,2
Hz	dB

(\*) : valeur corrigée. (+) : limite de poste.

$R_w (C; C_{tr}) = 36(-2; -8) \text{ dB}$

Pour information :

$R_x = R_w + C = 34 \text{ dB}$

$R_{xw} = R_w + C_x = 28 \text{ dB}$



**DESCRIPTION  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

**Essai 3  
Date 29/03/07  
Poste DELTA**

**DEMANDEUR** **ARCELOR CONSTRUCTIONS France**

**FABRICANTS** **ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SOPREMA (membranes d'étanchéité)**

**APPELLATION** **Toiture ET1A CN 1114 i bitume**

**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3600 x 4200  
Épaisseur en mm : 210

**DESCRIPTION (les dimensions sont données en mm)**

La toiture est constituée, depuis la face inférieure jusqu'à la face supérieure, des éléments suivants :

1. Supports d'étanchéité réf. HACIERCO 74 SPS (ARVAL HAIRONVILLE-PAB), en tôle d'acier galvanisée d'épaisseur nominale 0,75, perforés en plages et en nervures à 15 % (trous Ø 5 à entraxe de 12,5).  
Largeur utile : 856  
Hauteur : 74  
Masse surfacique nominale : 8,94 kg/m<sup>2</sup>
2. Laine de verre revêtue d'un voile de verre sur une face réf. PANOLENE BARDAGE (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 30 et de masse volumique mesurée 14,5 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : rouleaux de dimensions 19000 x 450.
3. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 40 et de masse volumique mesurée 167,4 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000.
4. Pare-vapeur réf. VAPOBAC (SOPREMA) constitué d'un voile de verre de 60 g collé sur une feuille d'aluminium d'épaisseur 0,04.  
Présentation : rouleau de 150000 x 1000.
5. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 90 et de masse volumique mesurée 139 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000
6. Rondelles de répartition Ø 40 en acier galvanisé d'épaisseur 0,8 réf. SOPRAPHIX2 (ETANCO) + vis Ø 4,8 x 150 réf. EVDF/ZBJ (ETANCO).
7. Membrane d'étanchéité avec armature polyester stabilisé et bitume élastomère réf. SOPRAPHIX HP (SOPREMA), d'épaisseur 2,5 et de masse surfacique mesurée 3,3 kg/m<sup>2</sup>.  
Présentation : rouleau de dimensions 10000 x 1000.
8. Membrane d'étanchéité constituée d'une armature en fibres de verre et de bitume élastomère réf. ELASTOPHENE FLAM 25 (SOPREMA), d'épaisseur 2,5 et de masse surfacique mesurée 4,3 kg/m<sup>2</sup>.  
Présentation : rouleau de dimensions 10000 x 1000
9. Divers : Bande d'étanchéité autocollante réf. SOPRALIN (SOPREMA), silicone réf. SOPRASEAL TC2 (SOPREMA).

**MISE EN OEUVRE  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE****Essai 3  
Date 29/03/07  
Poste DELTA**

---

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales) SOPREMA (membranes d'étanchéité)</b>
<b>APPELLATION</b>	<b>Toiture ET1A CN 1114 i bitume</b>

**MISE EN ŒUVRE**

Les supports d'étanchéité sont posés sur des cornières métalliques, revêtues d'un joint COMPRIBAND, fixées en périphérie d'un cadre en béton.  
Ils sont couturés par trois vis au pas de 1600 environ.

Un cordon de silicone est appliqué entre les tôles et la maçonnerie.

Un remplissage des nervures est effectué avec des bandes de laine de verre pliées maintenues ponctuellement par de l'adhésif.

L'ensemble est recouvert successivement par :

- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 40, posés à joints croisés,
- des lés de pare-vapeur, déroulés dans le sens de la longueur des supports d'étanchéité avec un recouvrement d'environ 80,
- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 90, posés à joints croisés, maintenus par une fixation (vis + rondelle) dans chaque angle,
- des lés de membrane SOPRAFIX HP, déroulés dans le sens de la longueur des supports d'étanchéité, soudés entres eux sur une largeur de 100 au niveau de leur bande de recouvrement,
- des lés de membrane ELASTOPHENE FLAM 25, déroulés perpendiculairement à la membrane précédente, soudés en plein sur cette dernière avec un recouvrement entre lés de 70.

Une bande d'étanchéité est collée en périphérie de la maquette, à la jonction avec le cadre en béton.

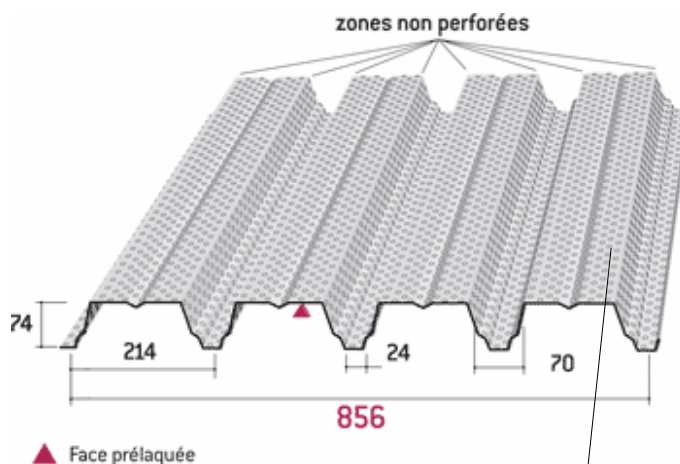
**PLANS  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

**Essai 3  
Date 29/03/07  
Poste DELTA**

**DEMANDEUR** ARCELOR CONSTRUCTIONS France

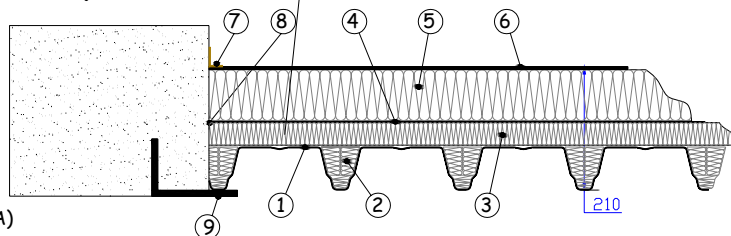
**FABRICANTS** ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SOPREMA (membranes d'étanchéité)

**APPELLATION** Toiture ET1A CN 1114 i bitume

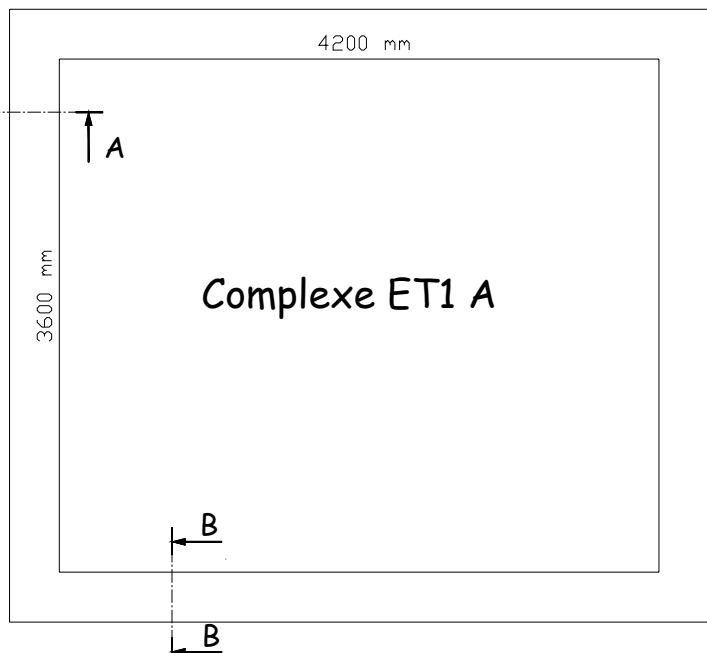
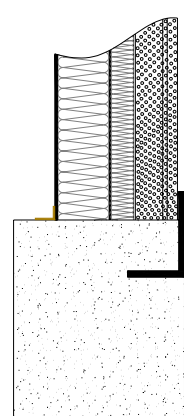


**Coupe A-A**

- ① Support d'étanchéité HACIERCO 74 SPS ép.0.75mm (Arval Haironville-Pab)
- ② Panolène bardage ép.30mm plié dans les nervures (Isover)
- ③ Panotoit Fibac 2 ép.40mm (Isover)
- ④ Pare vapeur VAPOBAC (SOPREMA)
- ⑤ Panotoit Fibac 2 ép.90mm (Isover)
- ⑥ Etanchéité bitume : Soprafix HP + Elastophène flam 25 ardoisé noir (SOPREMA)
- ⑦ Bande d'étanchéité
- ⑧ Silicone
- ⑨ Cornière avec joint Compriband



**Coupe B-B**



**INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

AD17

**Essai 3**  
**Date 29/03/07**  
**Poste DELTA**

**DEMANDEUR** ARCELOR CONSTRUCTIONS France

**FABRICANTS** ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SOPREMA (membranes d'étanchéité)

**APPELLATION** Toiture ET1A CN 1114 i bitume

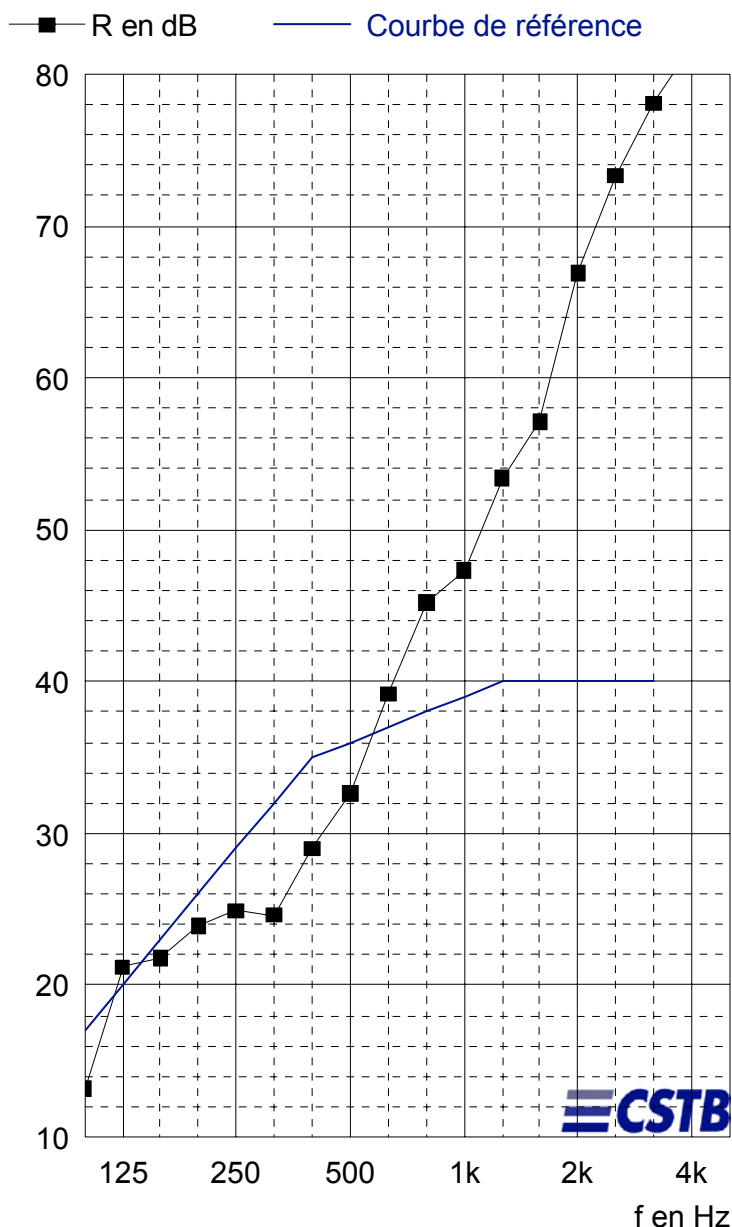
**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3600 x 4200  
Épaisseur en mm : 210

**CONDITIONS DE MESURES**

**Salle émission :** Température : 23 °C Humidité relative : 46 %  
**Salle réception :** Température : 27 °C Humidité relative : 30 %

**RÉSULTATS**



f	R
100	13,2
125	21,2
160	21,8
200	23,9
250	24,9
315	24,6
400	29,0
500	32,6
630	39,2
800	45,2
1000	47,3
1250	53,4
1600	57,1
2000	66,9
2500	73,3
3150	78,1
4000	81,9
5000	83,0
Hz	dB

(\*) : valeur corrigée. (+) : limite de poste.

$R_w (C;C_{tr}) = 36(-1;-6) \text{ dB}$

Pour information :

$R_A = R_w + C = 35 \text{ dB}$

$R_{Atr} = R_w + C_v = 30 \text{ dB}$

**DESCRIPTION  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

**Essai 4  
Date 29/03/07  
Poste DELTA**

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales) SOPREMA (membranes d'étanchéité)</b>
<b>APPELLATION</b>	<b>Toiture ET1A CN 1114 i + 40 mm ldr bitume</b>

**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3600 x 4200  
Épaisseur en mm : 250

**DESCRIPTION (les dimensions sont données en mm)**

La toiture est constituée, depuis la face inférieure jusqu'à la face supérieure, des éléments suivants :

1. Supports d'étanchéité réf. HACIERCO 74 SPS (ARVAL HAIRONVILLE-PAB), en tôle d'acier galvanisée d'épaisseur nominale 0,75, perforés en plages et en nervures à 15 % (trous  $\varnothing$  5 à entraxe de 12,5).  
Largeur utile : 856  
Hauteur : 74  
Masse surfacique nominale : 8,94 kg/m<sup>2</sup>
2. Laine de verre revêtue d'un voile de verre sur une face réf. PANOLENE BARDAGE (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 30 et de masse volumique mesurée 14,5 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : rouleaux de dimensions 19000 x 450.
3. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 40 et de masse volumique mesurée 167,4 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000.
4. Pare-vapeur réf. VAPOBAC (SOPREMA) constitué d'un voile de verre de 60 g collé sur une feuille d'aluminium d'épaisseur 0,04.  
Présentation : rouleau de 150000 x 1000.
5. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 90 et de masse volumique mesurée 139 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000
6. Panneaux de laine de roche réf. PANOTOIT FI BAC 2 (SAINT-GOBAIN ISOVER), d'épaisseur 40 et de masse volumique mesurée 167,4 kg/m<sup>3</sup>.  
Présentation : panneaux de dimensions 1200 x 1000
7. Membrane d'étanchéité avec armature polyester stabilisé et bitume élastomère réf. SOPRAPHIX HP (SOPREMA), d'épaisseur 2,5 et de masse surfacique mesurée 3,3 kg/m<sup>2</sup>.  
Présentation : rouleau de dimensions 10000 x 1000.
8. Membrane d'étanchéité constituée d'une armature en fibres de verre et de bitume élastomère réf. ELASTOPHENE FLAM 25 (SOPREMA), d'épaisseur 2,5 et de masse surfacique mesurée 4,3 kg/m<sup>2</sup>.  
Présentation : rouleau de dimensions 10000 x 1000
9. Divers : Bande d'étanchéité autocollante réf. SOPRALIN (SOPREMA), silicone réf. SOPRASEAL TC2 (SOPREMA).



**MISE EN OEUVRE  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE****Essai 4  
Date 29/03/07  
Poste DELTA**

---

<b>DEMANDEUR</b>	<b>ARCELOR CONSTRUCTIONS France</b>
<b>FABRICANTS</b>	<b>ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité) SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales) SOPREMA (membranes d'étanchéité)</b>
<b>APPELLATION</b>	<b>Toiture ET1A CN 1114 i + 40 mm ldr bitume</b>

**MISE EN ŒUVRE**

Les supports d'étanchéité sont posés sur des cornières métalliques, revêtues d'un joint COMPRIBAND, fixées en périphérie d'un cadre en béton.  
Ils sont couturés par trois vis au pas de 1600 environ.

Un cordon de silicone est appliqué entre les tôles et la maçonnerie.

Un remplissage des nervures est effectué avec des bandes de laine de verre pliées maintenues ponctuellement par de l'adhésif.

L'ensemble est recouvert successivement par :

- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 40, posés à joints croisés,
- des lés de pare-vapeur, déroulés dans le sens de la longueur des supports d'étanchéité avec un recouvrement d'environ 80,
- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 90, posés à joints croisés,
- des panneaux de laine de roche d'épaisseur 40, posés à joints croisés,
- des lés de membrane SOPRAPHIX HP, déroulés dans le sens de la longueur des supports d'étanchéité, soudés entres eux sur une largeur de 100 au niveau de leur bande de recouvrement,
- des lés de membrane ELASTOPHENE FLAM 25, déroulés perpendiculairement à la membrane précédente, soudés en plein sur cette dernière avec un recouvrement entre lés de 70.

Une bande d'étanchéité est collée en périphérie de la maquette, à la jonction avec le cadre en béton.

**PLANS  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

**Essai 4  
Date 29/03/07  
Poste DELTA**

**DEMANDEUR**

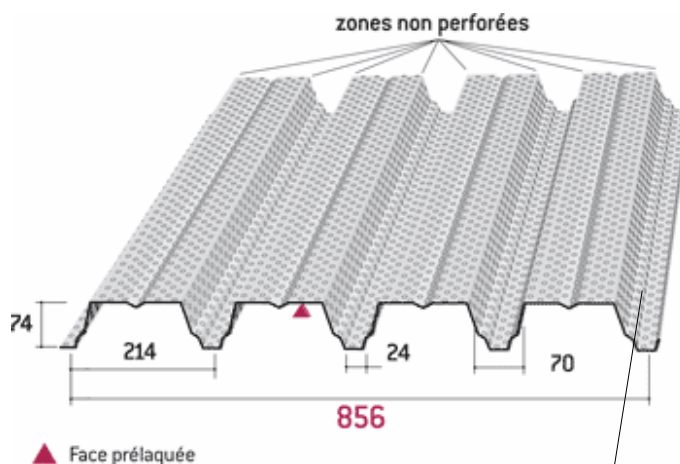
**ARCELOR CONSTRUCTIONS France**

**FABRICANTS**

**ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SOPREMA (membranes d'étanchéité)**

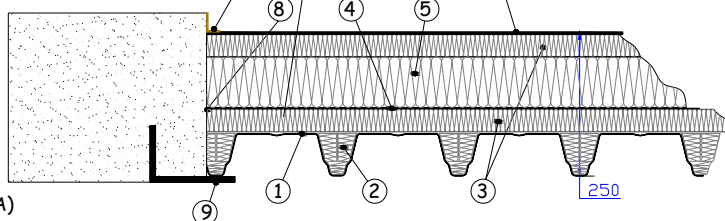
**APPELLATION**

**Toiture ET1A CN 1114 i + 40 mm ldr bitume**

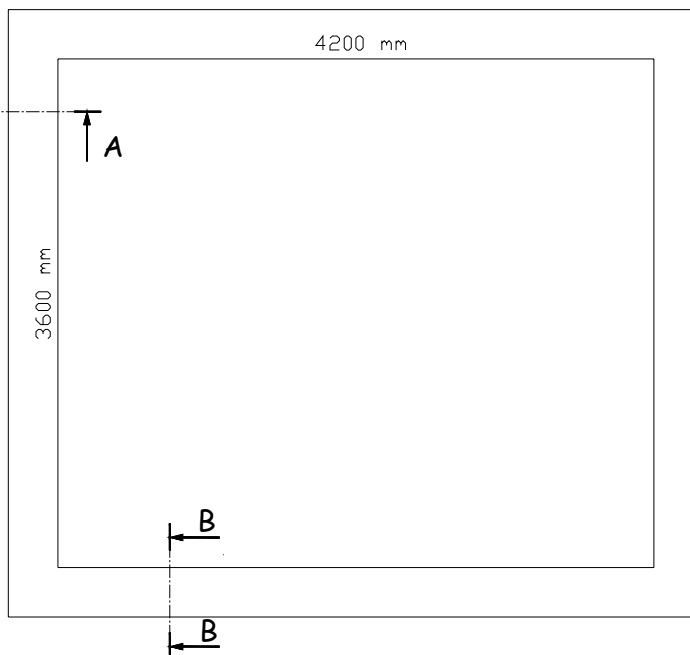
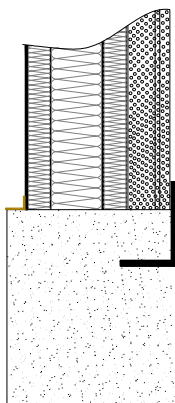


**Coupe A-A**

- ① Support d'étanchéité HACIERCO 74 SPS ép.0.75mm (Arval Haironville-Pab)
- ② Panolène bardage ép.30mm plié dans les nervures (Isover)
- ③ Panotoit Fibac 2 ép.40mm (Isover)
- ④ Pare vapeur VAPOBAC (SOPREMA)
- ⑤ Panotoit Fibac 2 ép.90mm (Isover)
- ⑥ Etanchéité bitume : Soprafix HP + Elastophène flam 25 ardoisé noir (SOPREMA)
- ⑦ Bande d'étanchéité
- ⑧ Silicone
- ⑨ Cornière avec joint Compriband



**Coupe B-B**



**INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE R  
D'UNE TOITURE INDUSTRIELLE**

AD17

**Essai 4**  
**Date 29/03/07**  
**Poste DELTA**

**DEMANDEUR** ARCELOR CONSTRUCTIONS France

**FABRICANTS** ARVAL HAIRONVILLE-PAB (supports d'étanchéité)  
SAINT-GOBAIN ISOVER (laines minérales)  
SOPREMA (membranes d'étanchéité)

**APPELLATION** Toiture ET1A CN 1114 i + 40 mm ldr bitume

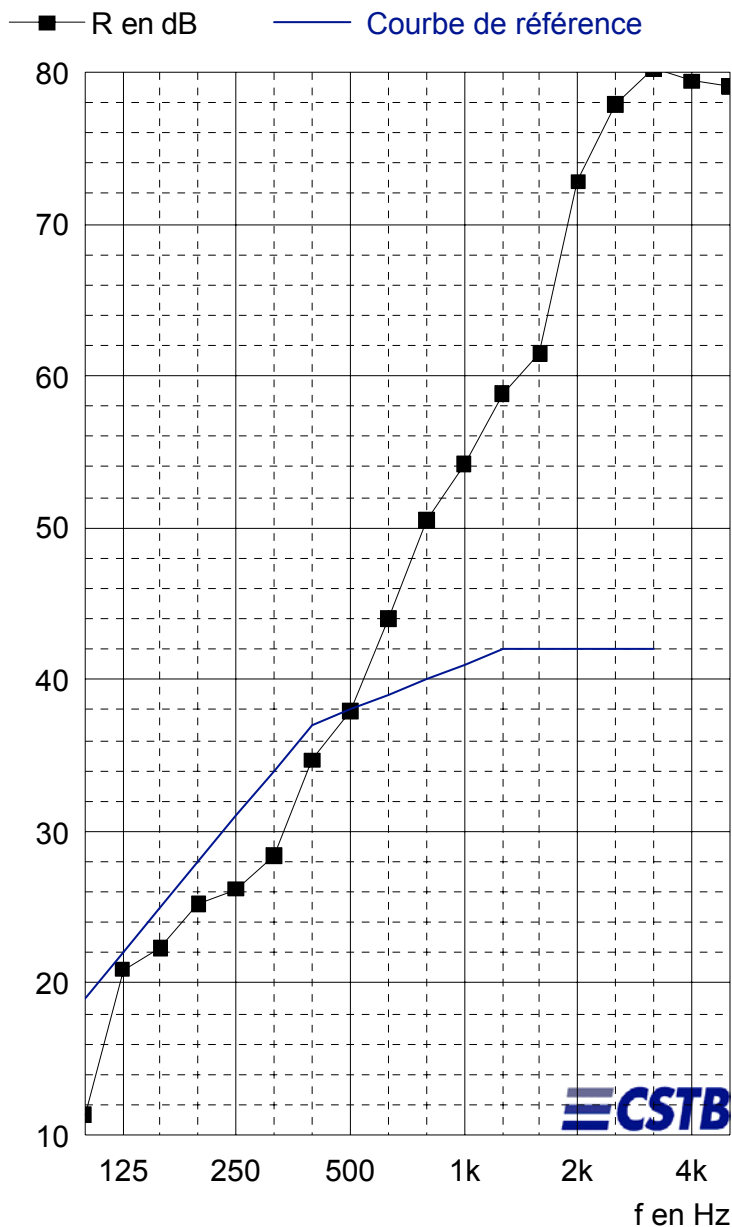
**CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES**

Dimensions en mm : 3600 x 4200  
Épaisseur en mm : 250

**CONDITIONS DE MESURES**

**Salle émission :** Salle réception :  
Température : 23 °C Température : 27 °C  
Humidité relative : 44 % Humidité relative : 31 %

**RÉSULTATS**



f	R
100	11,3
125	20,9
160	22,3
200	25,2
250	26,2
315	28,4
400	34,7
500	37,9
630	44,0
800	50,5
1000	54,2
1250	58,8
1600	61,5
2000	72,8
2500	77,9
3150	80,2
4000	79,4
5000	79,1
Hz	dB

(\*) : valeur corrigée.      (+) : limite de poste.

$R_w (C; C_{tr}) = 38(-2; -9) \text{ dB}$

Pour information :

$R_A = R_w + C = 36 \text{ dB}$

$R_{Atr} = R_w + C_v = 29 \text{ dB}$

## ANNEXE 1 MÉTHODE D'ÉVALUATION ET EXPRESSION DES RÉSULTATS

### MÉTHODE D'ÉVALUATION : NF EN ISO 354 (2004)

La norme NF EN ISO 354 est la méthode de mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante de matériaux utilisés pour le traitement des murs, des sols, des plafonds ou d'objets distincts.

La méthode du bruit interrompu est adoptée pour déterminer les courbes de décroissance du bruit dans une salle réverbérante de 252 m<sup>3</sup>, équipée de 12 diffuseurs.

Mesure par tiers d'octave, de 100 à 5000 Hz :

- de la durée de réverbération de la salle vide T<sub>1</sub> et de la température t<sub>1</sub> au moment de la mesure.
- de la durée de réverbération de la salle avec l'échantillon T<sub>2</sub> et de la température t<sub>2</sub> au moment de la mesure.

Calcul de l'aire d'absorption équivalente A<sub>T</sub> en m<sup>2</sup> pour chaque tiers d'octave :

$$A_T = 55,3V \left( \frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1)$$

V : Volume de la salle en m<sup>3</sup>

c<sub>i</sub> : Célérité du son dans l'air en m/s (c<sub>i</sub>=331+0,6t<sub>i</sub> avec t<sub>i</sub> la température en degré Celsius et 15 °C < t < 30 °C)

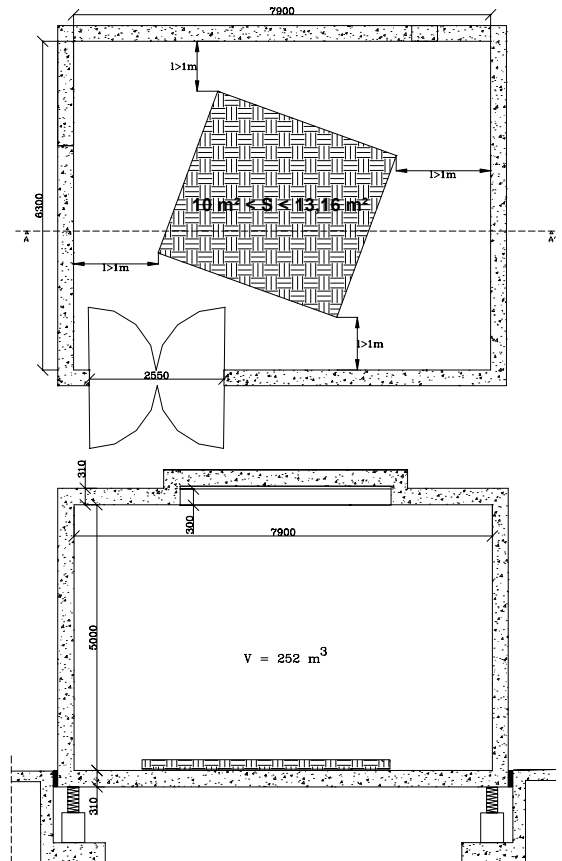
m<sub>i</sub> : Coefficient d'atténuation de puissance en m<sup>-1</sup> calculé selon l'ISO 9613-1.

$$m_i = \frac{\alpha}{10 \log(e)}$$

Calcul du coefficient d'absorption (adimensionnel) dans le cas de produits plans pour chaque tiers d'octave :

$$\alpha_s = A_T / S$$

S : Surface de l'échantillon en m<sup>2</sup>



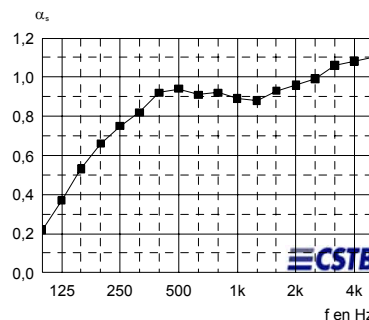
### EXPRESSION DES RÉSULTATS : CALCUL DE L'INDICE UNIQUE α<sub>w</sub> SELON LA NORME NF EN ISO 11654 (1997)

Prise en compte des valeurs de α<sub>s</sub> par octave entre 250 et 4000 Hz avec une précision au 0,05.

Déplacement vertical d'une courbe de référence par saut de 0,05 jusqu'à ce que la somme des écarts défavorables soit la plus grande tout en restant inférieure ou égale à 0,1.

α<sub>w</sub> est la valeur donnée alors par la courbe de référence à 500 Hz.

Il n'y a pas d'indice global pour l'aire d'absorption équivalente, au sens de la norme NF EN ISO 11654, celle-ci est donnée en tiers d'octave. Cependant la réglementation française est basée sur une valeur globale qui est calculée comme suit : A = S x α<sub>w</sub>.



f	α <sub>s</sub>
100	0,22
125	0,37
160	0,53
200	0,66
250	0,75
315	0,82
400	0,92
500	0,94
630	0,91
800	0,92
1000	0,89
1250	0,88
1600	0,93
2000	0,96
2500	0,99
3150	1,06
4000	1,08
5000	1,10
Hz	

α<sub>w</sub> = 0,95

## INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE AU BRUIT AÉRIEN R

### ➤ **Méthode d'évaluation : NF EN ISO 140-3 (1995)**

La norme NF EN ISO 140-3 (1995) est la méthode d'évaluation de l'isolement acoustique aux bruits aériens des éléments de construction tels que murs, plancher, portes, fenêtres, éléments de façades, façades, ...

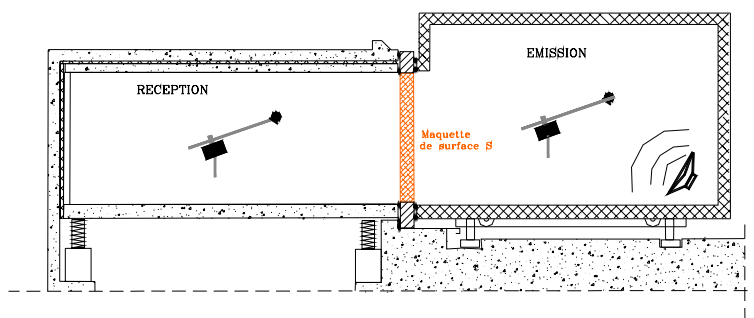
L'annexe H de l'amendement NF EN ISO 140-3/A1 (2005) précise les conditions de montage des cloisons à doubles parements légers.

Le mesurage doit être réalisé dans un laboratoire d'essai sans transmissions latérales.

Le poste d'essai utilisé est composé de deux salles : une salle fixe contre laquelle nous fixons le cadre support de l'échantillon à tester et une salle mobile réalisant ainsi un couple « salle d'émission – salle de réception ». Ces salles et le cadre sont totalement désolidarisés entre eux (joints néoprènes) et sont conformes à la norme NF EN ISO 140-1 (1997) et à l'annexe D de l'amendement NF EN ISO 140-1/A1 (2005) pour les cloisons à doubles parements légers. La conception des salles (boîte dans la boîte) procure une forte isolation acoustique vis-à-vis de l'extérieur et permet de mesurer des niveaux de bruit de fond très faibles.

Mesure par tiers d'octave, de 100 à 5000 Hz :

- du niveau de bruit de fond dans le local de réception  $L_{BdF}$
- de l'isolement brut :  $L_E - L_R$
- de la durée de réverbération du local de réception T



Calcul de l'indice d'affaiblissement acoustique R en dB pour chaque tiers d'octave :

$$R = L_E - L_R + 10 \log (S/A)$$

$L_E$  : Niveau sonore dans le local d'émission en dB

$L_R$  : Niveau sonore dans le local de réception, corrigé du bruit de fond en dB

S : surface de la maquette à tester en  $m^2$

A : Aire d'absorption équivalente dans le local d'émission en  $m^2$

$A = (0,16 \times V)/T$  où V est le volume du local de réception en  $m^3$   
et T est la durée de réverbération du même local en s.

Plus R est grand, plus l'élément testé est performant.

### ➤ **Expression des résultats : Calcul de l'indice unique pondéré $R_w(C;C_{tr})$ selon la norme NF EN ISO 717-1 (1997)**

Prise en compte des valeurs de R par tiers d'octave entre 100 et 3150 Hz avec une précision au 1/10ème de dB.

Déplacement vertical d'une courbe de référence par saut de 1 dB jusqu'à ce que la somme des écarts défavorables soit la plus grande tout en restant inférieure ou égale à 32,0 dB.

$R_w$  en dB est la valeur donnée alors par la courbe de référence à 500 Hz.

Les termes d'adaptation à un spectre (C et  $C_{tr}$ ) sont calculés à l'aide de spectres de référence pour obtenir :

- L'isolement vis-à-vis de bruits de voisinage, d'activités industrielles ou aéroportuaire :  
 **$R_A = R_w + C$  en dB**
- L'isolement vis-à-vis du bruit d'infrastructure de transport terrestre :  **$R_{A,tr} = R_w + C_{tr}$  en dB**

**ANNEXE 2 – APPAREILLAGE**
**POSTE ALPHA**

DÉSIGNATION	MARQUE	TYPE	N° CSTB
Chaîne microphonique	Bruël & Kjær Bruël & Kjær	Microphone 4166 Préamplificateur 2669	CSTB 01 0221
Chaîne microphonique	Bruël & Kjær Bruël & Kjær	Microphone 4166 Préamplificateur 2669	CSTB 04 1519
Bras tournant	Bruël & Kjær	3923	CSTB 97 0162
Amplificateur	CARVER	PM600	CSTB 91 0119
Source	CSTB-ELECTRO VOICE	Pyramide	CSTB 97 0208
Source	CSTB-ELECTRO VOICE	Pyramide	CSTB 97 0205
Analyseur temps réel	Bruël & Kjær	2144	CSTB 00 0145
Micro-ordinateur	DELL	OPTIPLEX GX 270	
Calibreur	Bruël & Kjær	4231	CSTB 04 1839
Transmetteur d'Humidité et de Température	SPSI	Hygromètre Thermomètre	CSTB 97 0154
Transmetteur de pression	MTE INSTRUMENTS	AIRFLOW P	CSTB 97 0158

Script de mesurage utilisé : 6 positions pour chaque microphone (2 microphones) et pour chaque source (2 sources fixes).

**ANNEXE 3 – APPAREILLAGE**

**POSTE DELTA**

Salle d'émission : DELTA 2

DÉSIGNATION	MARQUE	TYPE	N° CSTB
Chaîne microphonique	Bruël & Kjær	Microphone 4166	CSTB 01 0208
	Bruël & Kjær	Préamplificateur 2669	
Bras tournant	Bruël & Kjær	3923	CSTB 90 0089
Amplificateur	CARVER	PM600	CSTB 91 0116
Source	CSTB-PHL AUDIO	Cube	CSTB 97 0188
Source	CSTB-PHL AUDIO	Cube	CSTB 97 0191

Salle de réception : DELTA 3

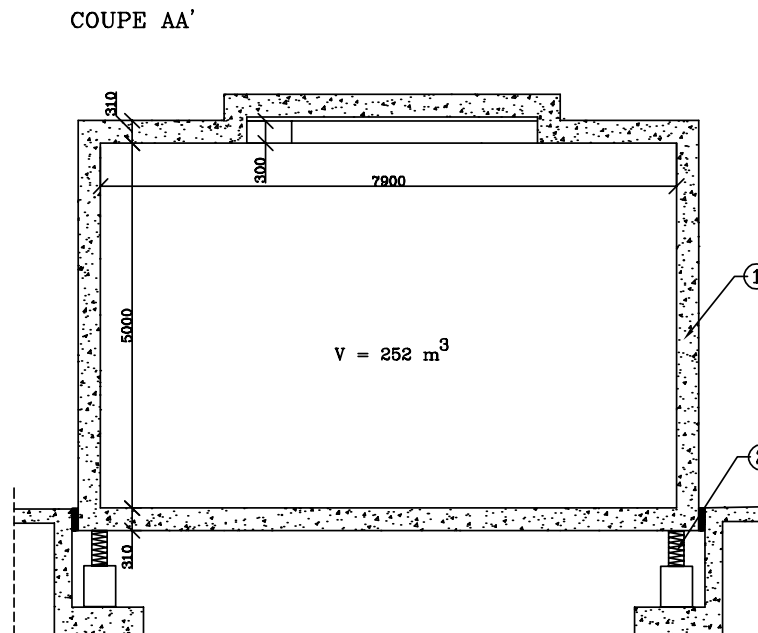
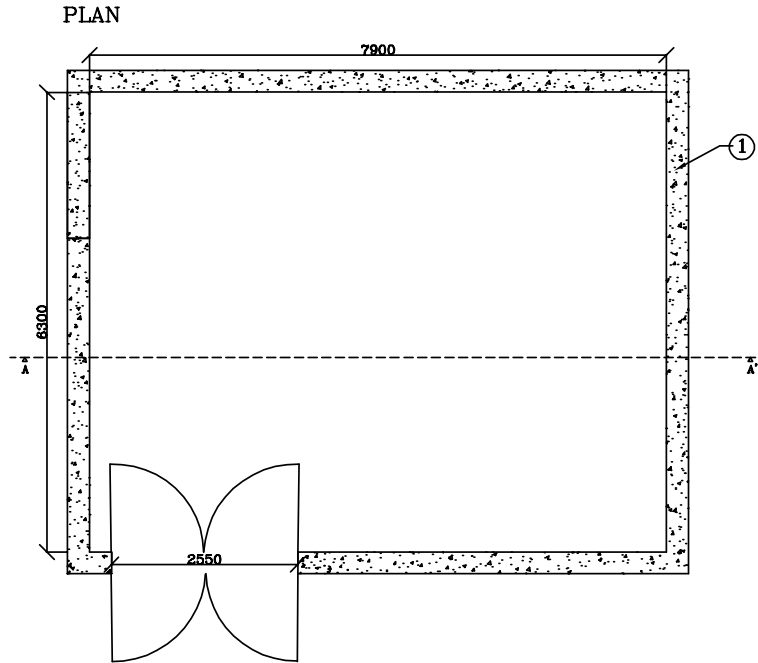
DÉSIGNATION	MARQUE	TYPE	N° CSTB
Chaîne microphonique	Bruël & Kjær	Microphone 4166	CSTB 01 0210
	Bruël & Kjær	Préamplificateur 2669	
Bras tournant	Bruël & Kjær	3923	CSTB 97 0166
Amplificateur	LAB GRUPPEN	LAB1000	CSTB 97 0197
Source	CSTB-PHL AUDIO	Cube	CSTB 97 0185

Salle de commande

DÉSIGNATION	MARQUE	TYPE	N° CSTB
Analyseur temps réel	Bruël & Kjær	2144	CSTB 96 0176
Micro-ordinateur	DELL	OPTIPLEX GX 270	
Calibreur	Bruël & Kjær	4231	CSTB 95 0145

**ANNEXE 4 – PLAN DU POSTE D'ESSAIS**

**POSTE ALPHA**



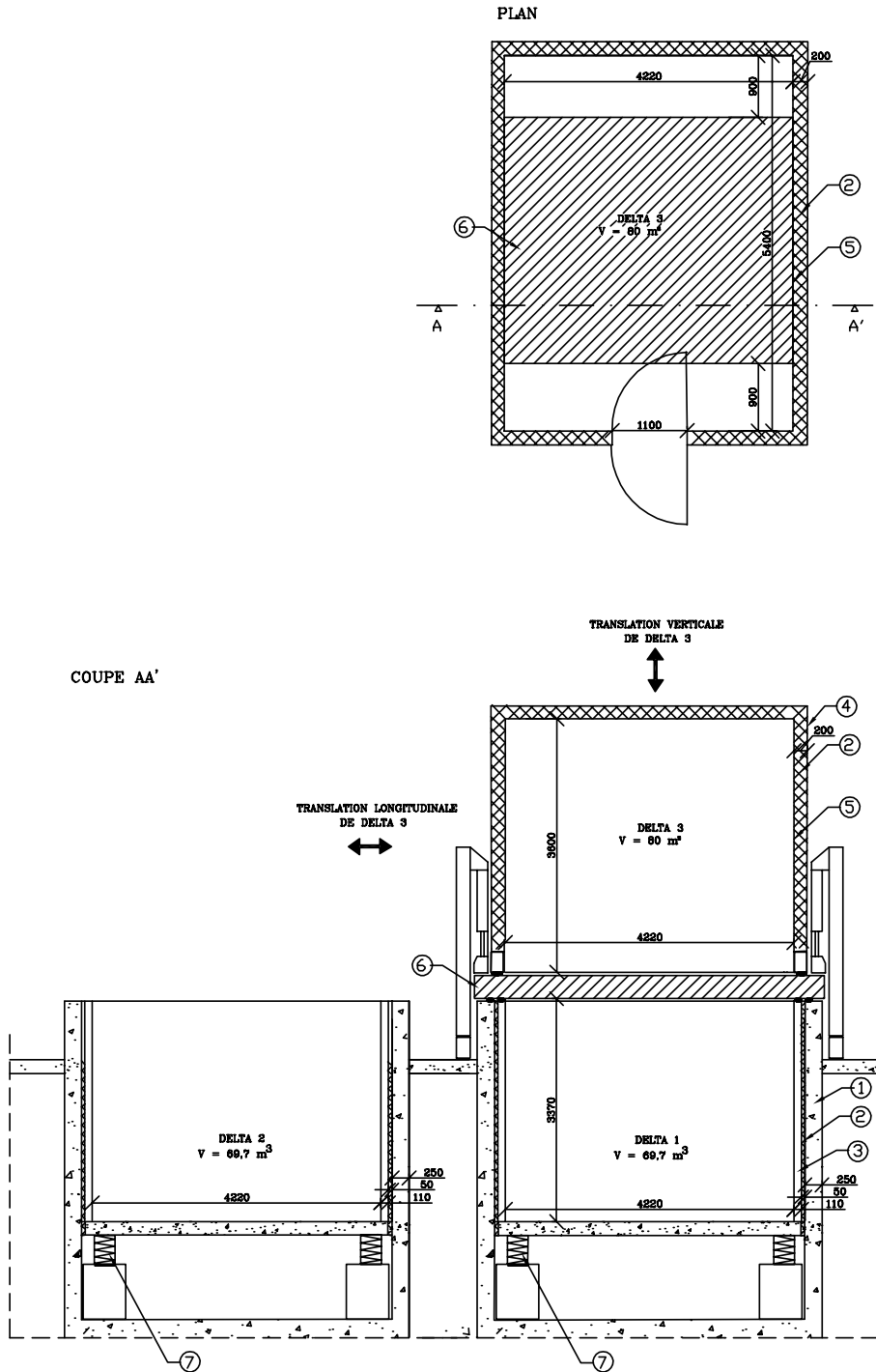
dimensions en mm

		échelle:	1/100
	Poste d'essais équipé de 12 diffuseurs :	<b>POSTE ALPHA (ABSORPTION)</b>	
	7 diffuseurs de 2,05x1,05 m, 4 diffuseurs de 2x1,20 m et 1 diffuseur de 3x1,05 m		
2	Boîte à ressort	<b>ACOUSTIQUE</b>	
1	Béton		
REP	DESIGNATION		



**ANNEXE 5 – PLAN DU POSTE D'ESSAIS**

**POSTE DELTA**



dimensions en mm

7	Boîte à ressort	échelle:	1/100
6	Surface de l'ouverture S=15 m²		
5	Tôle acier 6mm	<b>POSTE DELTA</b>	
4	Tôle acier 2mm		
3	Bloc de béton plein e=100 mm		
2	Laine minérale		
1	Béton e=200 mm		
REP	DESIGNATION	<b>ACOUSTIQUE</b>	

**FIN DE RAPPORT**