

## **RAPPORT D'ESSAIS N° EEM 06 26004164**

concernant les essais de comportement vis-à-vis des actions  
sismique d'un système de bardage rapporté avec ossature  
aluminium et bardeaux en grès cérame.

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 donc 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 minimal de 10 ans.

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

Il comporte 27 pages et 0 pages d'annexes.

**A LA DEMANDE DE : BOVE SA**  
**74 rue de la 3<sup>ème</sup> D.I.A**  
**88 310 CORNIMONT**

## TABLE DES MATIERES

1.	OBJET .....	3
2.	TEXTES DE RÉFÉRENCE .....	3
4.	IDENTIFICATION DU LABORATOIRE ET PROGRAMME DES ESSAIS.....	4
5.	CONSTITUTION DES CORPS D'ÉPREUVES .....	5
5.1	Ossature (fourni par le demandeur).....	5
5.2	fixations (fournies par le demandeur).....	
6		
5.3	La peau : schéma des bardeaux en grès cérame (fournie par le demandeur) .....	9
6.	ESSAIS DE MISE EN PARALLELOGRAMME .....	10
6.1	Objet.....	10
6.2	Dispositif d'essais. ....	11
6.3	Sollicitations appliquées.....	12
6.4	maquette. ....	12
6.5	Résultats des essais et photos. ....	14
7.	ESSAIS D'EXCITATION DANS LE PLAN DU SUPPORT.....	16
7.1	Objet.....	16
7.2	Dispositif 'essais. ....	17
7.3	Sollicitations appliquées.....	18
7.4	maquette. ....	18
7.5	Résultats des essais et photos. ....	20
8.	ESSAIS D'EXCITATION PERPENDICULAIRE AU PLAN DU SUPPORT .....	23
8.1	Objet.....	23
8.2	Dispositif d'essais. ....	24
8.3	Sollicitations appliquées.....	25
8.4	maquette. ....	26
8.5	Résultats des essais et photos. ....	27

## 1. OBJET

A la demande de la société BOVE, 1 essai d'excitation du support dans le plan, 1 essai d'excitation perpendiculaire au support, ainsi que 1 essai de mise en parallélogramme ont été réalisés afin de déterminer le comportement vis-à-vis des actions sismiques d'un système de bardage rapporté à base de bardeaux en grès cérame maintenus sur une ossature verticale en aluminium par pattes agrafes.

## 2. TEXTES DE RÉFÉRENCE

- [1] Lettre de commande DER/CLC 06-707 du 3 octobre 2006 définissant le programme et les modalités d'essais.
- [2] cahier du CSTB n° 3533 – Stabilité en Zone sismiques – Systèmes de bardages rapportés sur ossature bois bénéficiant d'un avis technique ou d'un constat de Traditionalité (mai 2005).

## 3. ÉCHANTILLONS

Mise en œuvre : BOVE  
Fabricant des bardeaux : ARGETON  
Fabricant des pattes agrafes : POHL GmbH  
Fabricant de l'ossature : L.R ETANCO  
Date de livraison : 16 octobre 2006

Fait à Marne-la-Vallée, le 6 novembre 2006

Le technicien  
chargé des essais

La Responsable des essais

Le chef de la division

Pierre-Jean DEGIOVANNI

Valérie WESIERSKI

Philippe RIVILLON

#### 4. IDENTIFICATION DU LABORATOIRE ET PROGRAMME DES ESSAIS

Les essais ont eu lieu du 16 au 23 octobre 2006 dans le Laboratoire STRUCTURES du DEPARTEMENT SECURITE, STRUCTURES et FEU, au Centre de Recherche du CSTB de MARNE LA VALLÉE.

**Tableau 4.1 : programme des essais réalisés**

N° d'essai	N° d'ordre	Désignation	Nature de l'ossature	attaches	Type de parement
1	06180	Mise en parallélogramme du support	Montants métalliques (voir schéma 7.1)	Agrafes (voir schémas 7.2 à 7.4)	Bardeaux grés cérame. (voir schéma 7.5)
2	06178	Sollicitations sismiques dans le plan du support			
3	06197	Sollicitations sismiques perpendiculaire au plan du support			

## 5. CONSTITUTION DES CORPS D'ÉPREUVES

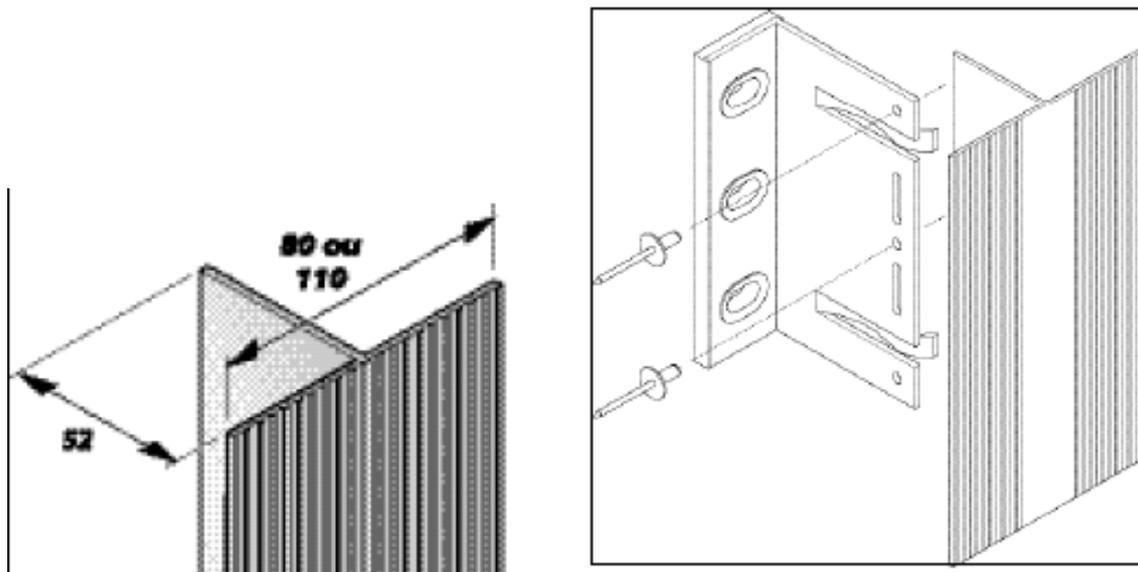
Le bardage rapporté est constitué d'éléments en grès cérame (bardeaux) maintenus sur un réseau de profilés verticaux en aluminium par des attaches aluminium.

### 5.1 Ossature (fourni par le demandeur)

L'ossature aluminium est de type FAÇALU LR 110 de marque LR ETANCO composé d'équerre ISOALU LR 150 de largeur 110 mm en aluminium EN AW 6060T5 d'épaisseur 3 mm et de profils FAÇALU en aluminium 6060T5 d'épaisseur 25/10<sup>e</sup> mm muni de striures.

Les profils sont fixés aux équerres à l'aide de rivets alu/inox 4 x 8 mm en inox (collerette 8mm) de marque ETANCO.

Schéma 5.1 : ossature aluminium



Points fixes

5.2 fixations (fournies par le demandeur)

Schéma 5.2 : fixations de départ

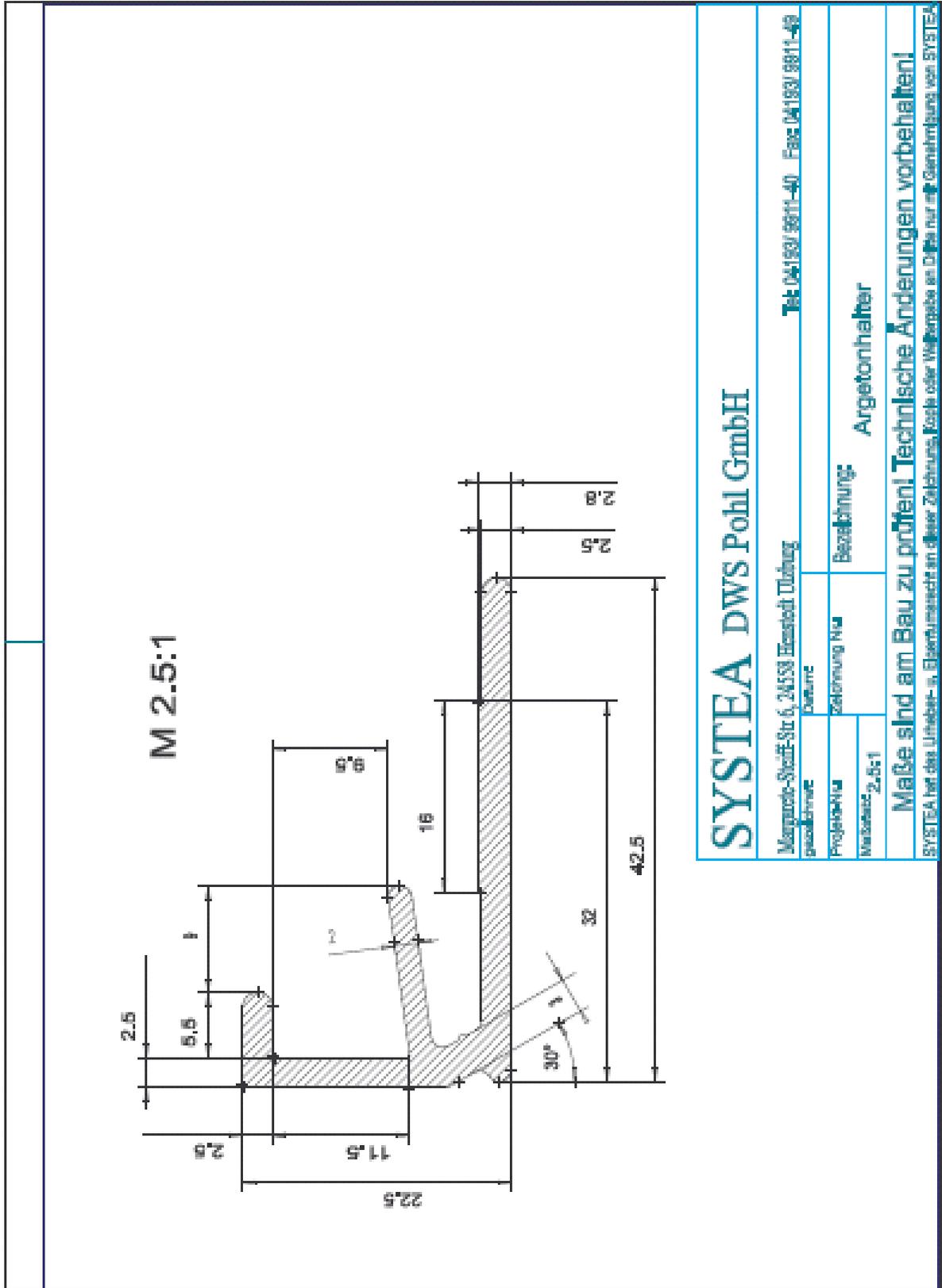
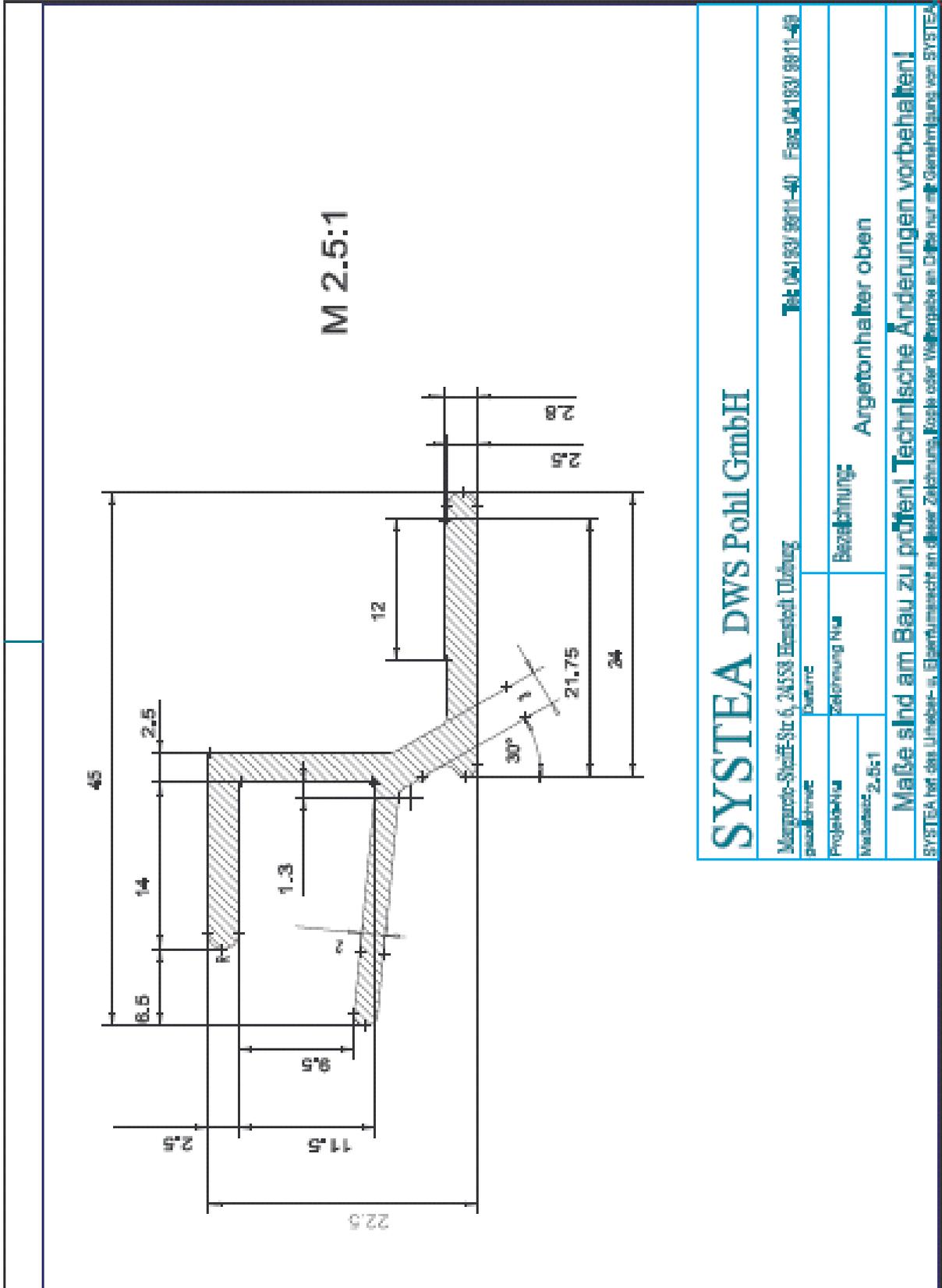


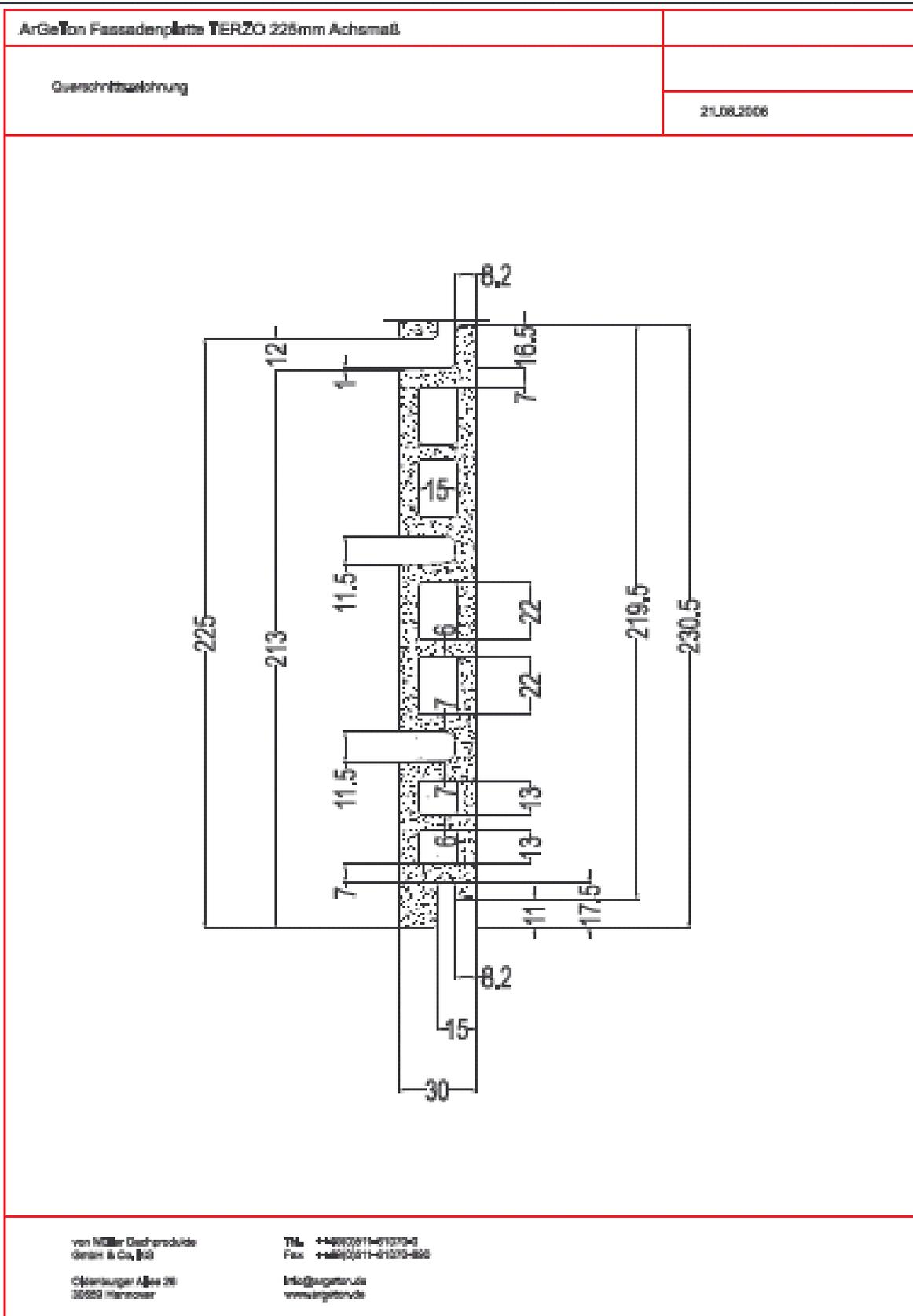
Schéma 5.3 : fixations d'arrêt haut





5.3 La peau : schéma des bardeaux en grès cérame (fournie par le demandeur)

Schéma 5.5 : bardeaux grès cérame

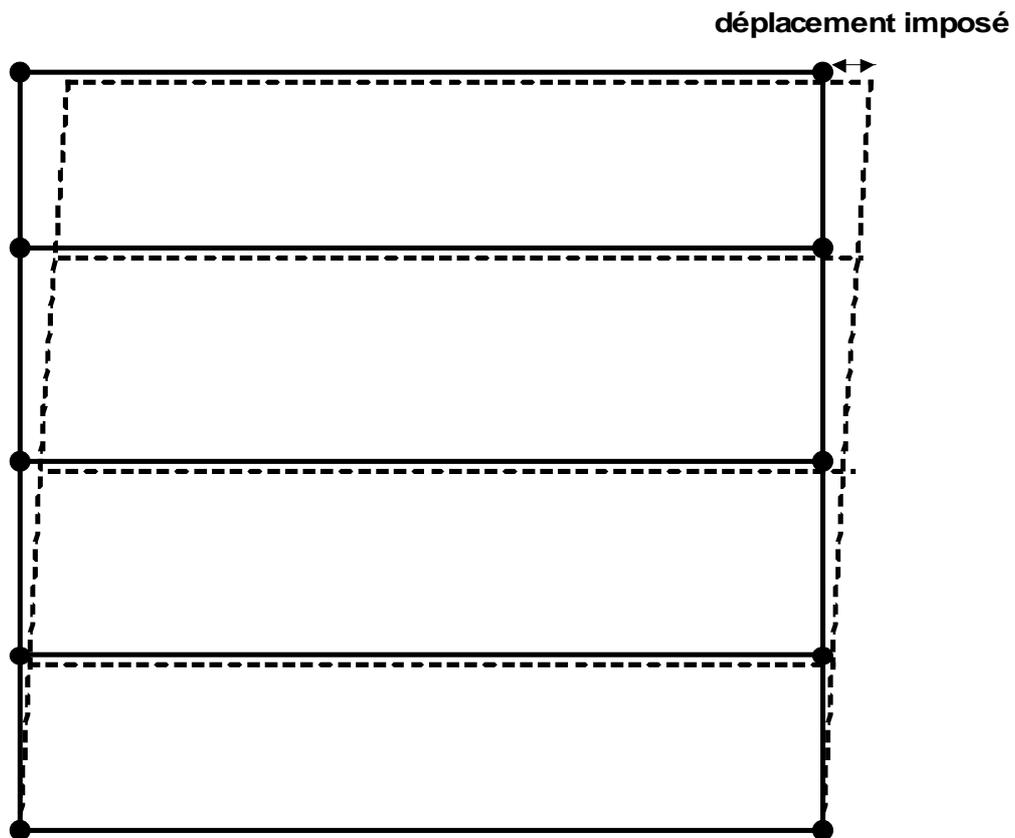


## 6. ESSAIS DE MISE EN PARALLELOGRAMME

### 6.1 Objet.

L'essai a pour but de montrer le comportement du système lorsque le support sur lequel il est rapporté est mis en parallélogramme sous l'action d'un déplacement statique imposé, puis cyclique alterné en tête tel que décrit sur le schéma 6.1 présenté ci-dessous.

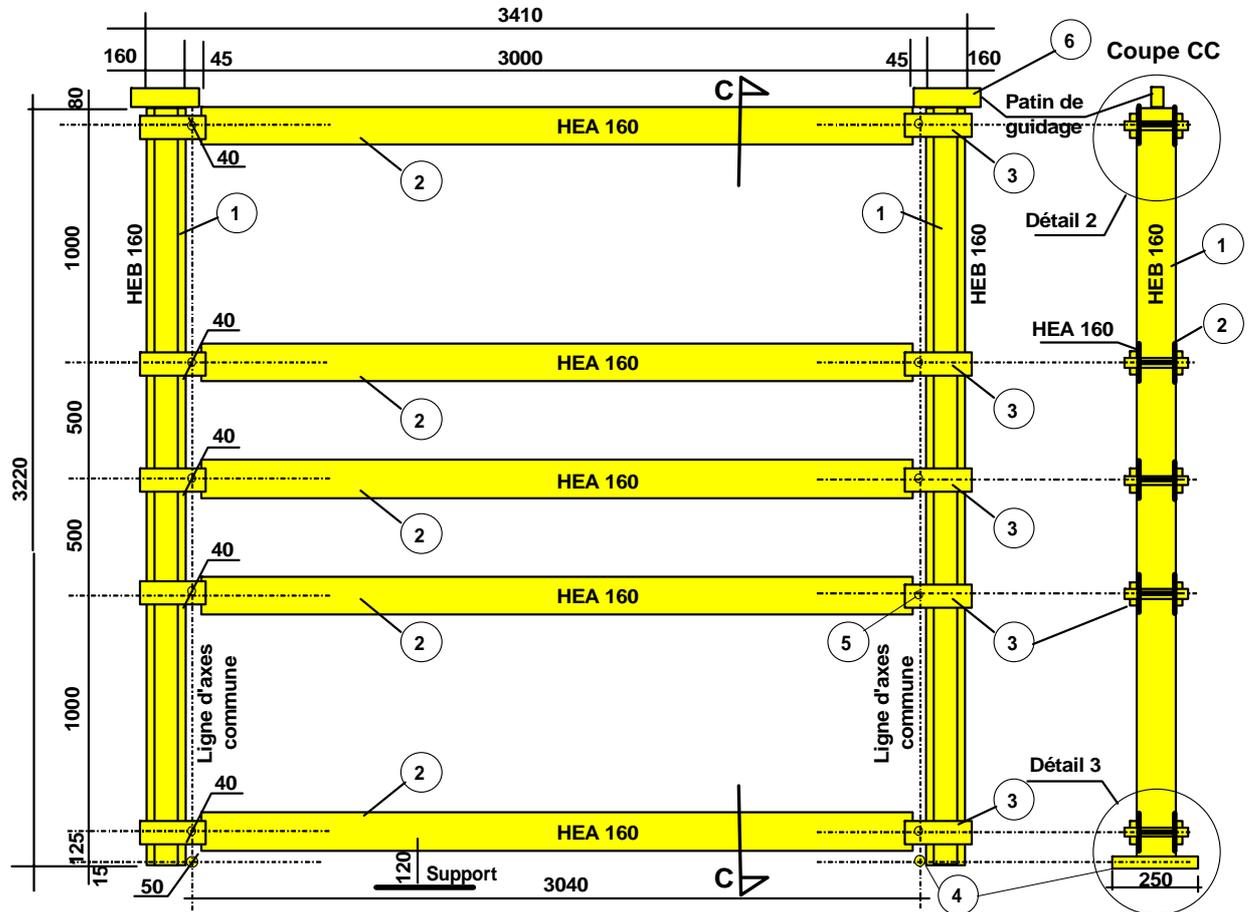
Schéma 6.1 : Mise en parallélogramme du support.



## 6.2 Dispositif d'essais.

Les corps d'épreuves sont montés sur un dispositif tel que défini dans le schéma 6.2 ci-dessous.

**Schéma 6.2 : dispositif pour les essais de mise en parallélogramme.**



Il est constitué des éléments suivants repérés sur le schéma :

- 1 – 2 montants verticaux de 3220 mm portant les lignes d'articulations (3)
- 2 – 5 montants horizontaux espacés de 1000 mm ou 500 mm support des fixations de l'ossature des bardages rapportés.
- 4 – points d'attache sur la semelle support installée sur le bâti primaire.
- 5 – articulations.
- 6 – patin de guidage.

### 6.3 Sollicitations appliquées.

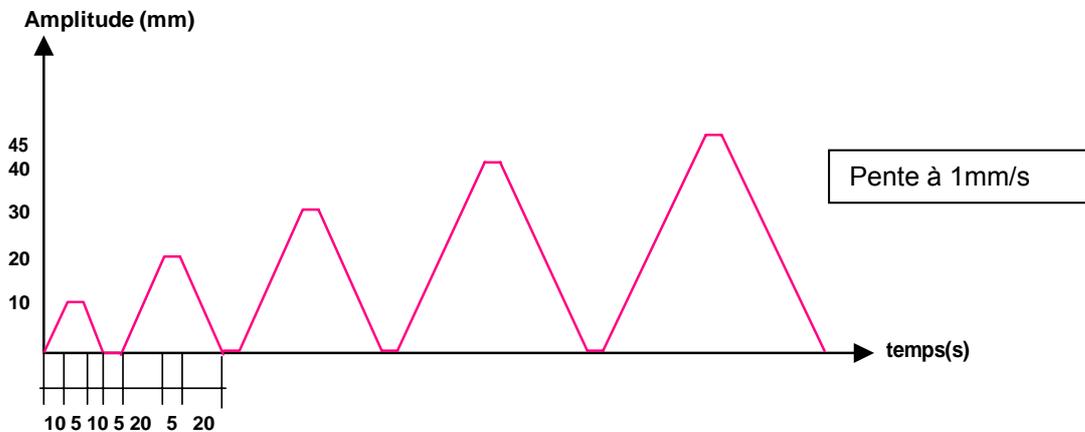
Les essais de mise en parallélogramme sont découpés en 2 phases, une première phase que l'on qualifera de chargement statique et une seconde phase dynamique.

La première phase consiste en l'application d'une série de chargements monotones croissants et décroissants tels que définis sur le schéma 6.3 ci-dessous.

Entre chaque phase de chargement ou de déchargement, on applique un palier de 5s.

Les sollicitations sont appliquées par un déplacement en tête de la structure jusqu'à 45 mm.

#### Schéma 6.3 : chargements appliqués pour la phase statique



Pour la seconde phase de chargement, le support est soumis à un déplacement alterné à une fréquence de 6 puis 1 puis 2 Hz.

Pour chaque fréquence, 30 cycles sont réalisés. L'amplitude appliquée est de 45 mm.

### 6.4 maquette.

La maquette montée par le demandeur pour l'essai de mise en parallélogramme comprend les éléments décrits au chapitre 5.

Le plan de la maquette est donné sur le schéma 6.4 ci-après.



## 6.5 Résultats des essais et photos.

### 6.5.1 mesures

Il n'a pas été demandé de mesures.

### 6.5.2 Résultats.

Les résultats d'essais sont donnés dans le tableau 6.1 ci-dessous.

**Tableau 6.1 : résultats des essais de mise en parallélogramme – essai n° 06180.**

N° de séquence	Nombre de cycles	x = 45 mm			observations
		Amplitude (mm)	Fréquence (Hz)	Accélérations calculées (m.s <sup>-2</sup> )	
1	30	4,65	6	6,67	Pas de dégradations et pas de chute d'éléments
2	30	45	1	1,76	
3	30	45	2	7,06	

X = déplacement maximum atteint en phase statique.

### 6.5.2 Photos.

**Photographie n° 1 : Détail du montage de l'essai- attache des éléments grès cérame**



**Photographie n°2 : Montage de l'essai n°1- position des profils W**



Photographie n°3 essai de mise en parallélogramme – position des équerres

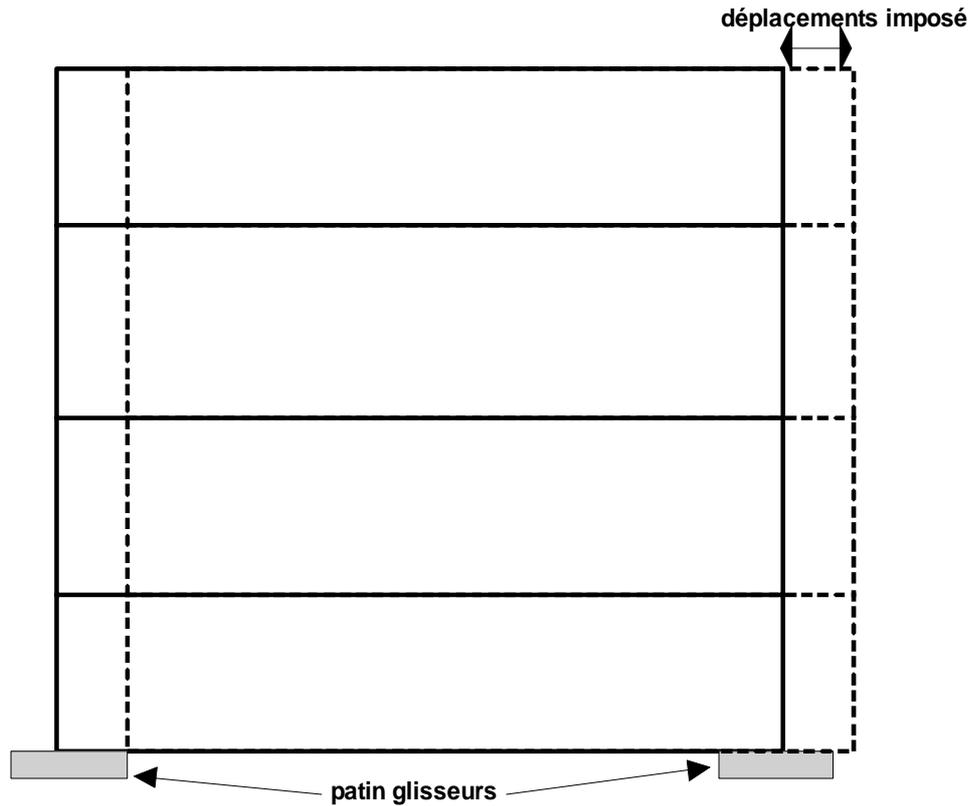


## 7. ESSAIS D'EXCITATION DANS LE PLAN DU SUPPORT

### 7.1 Objet.

L'essai a pour but de montrer le comportement du système lorsque le support sur lequel il est rapporté est excité suivant son plan sous l'action d'un déplacement cyclique alterné imposé tel que décrit sur le schéma 7.1 présenté ci-dessous.

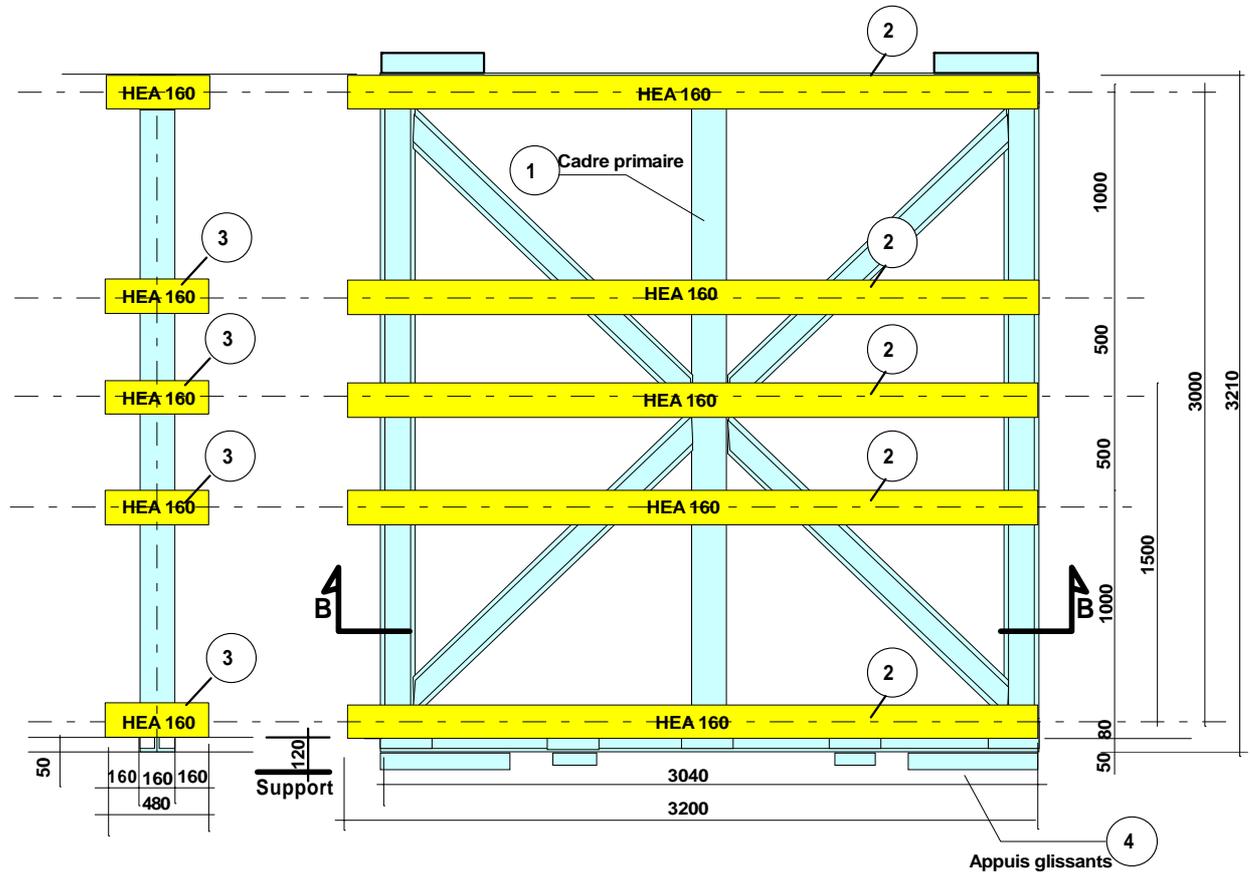
Schéma 7.1 : Essais d'excitation dans le plan du support.



## 7.2 Dispositif d'essais.

Les corps d'épreuves sont montés sur un dispositif tel que défini dans le schéma 7.2 ci-dessous.

Schéma 7.2 : dispositif pour les essais d'excitation dans le plan du support.



Il est constitué des éléments suivants repérés sur le schéma :

- 1 – un cadre primaire constitué de HEB 160 contreventé.
- 2 – 5 montants horizontaux espacés de 1000 mm ou 500 mm support des fixations de l'ossature des bardages rapportés.
- 3 – un retour de 480 mm.
- 4 – Appuis glissant.

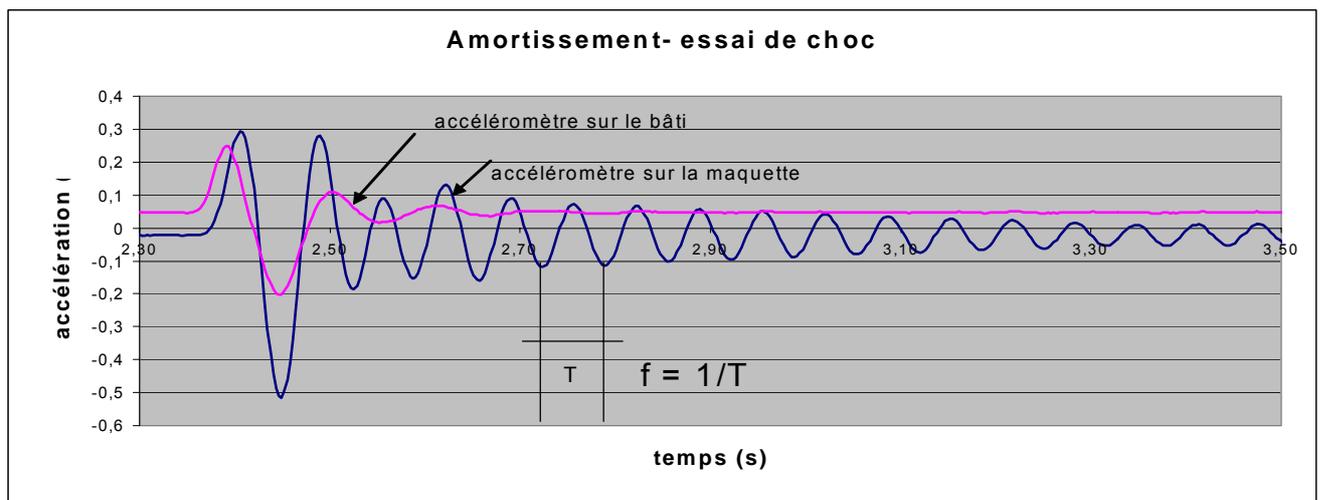
### 7.3 Sollicitations appliquées.

Les accélérations produites par le vérin simulent les accélérations du mur support comme décrit dans le texte de l'eurocode 8 et les règles PS 92.

L'essai est réalisé en plusieurs phases décrites ci-dessous :

Phase n° 1 : application de 3 chocs à 2 mm d'amplitude puis de 3 chocs à 3 mm d'amplitude, afin de déterminer la valeur de la pseudo fréquence propre.

#### Schéma 7.3 : exemple de détermination de la pseudo fréquence propre



Phase n° 2 : cette séquence est décrite dans le référentiel [2] et inscrite dans le tableau ci-dessous.

Amplitude (mm)	Nombre de cycles	Fréquence (Hz)	Accélération (m.s <sup>-2</sup> )	Accélération (g)
+/- 10 mm	30	2	1,58	0,16
+/- 10 mm	30	3	3,55	0,36
+/- 10 mm	30	4	6,31	0,64
+/- 10 mm	30	5	9,87	1,01
+/- 10 mm	30	6	14,21	1,45
+/- 20 mm	30	2	3,15	0,32
+/- 30 mm	30	2	4,73	0,48
+/- 40 mm	30	2	6,31	0,64
+/- 50 mm	30	2	7,89	0,81

Ces accélérations sont calculées à partir de la formule :  $a = (2 \pi f)^2 \times A$

Avec : a : accélération (m.s<sup>-2</sup>)

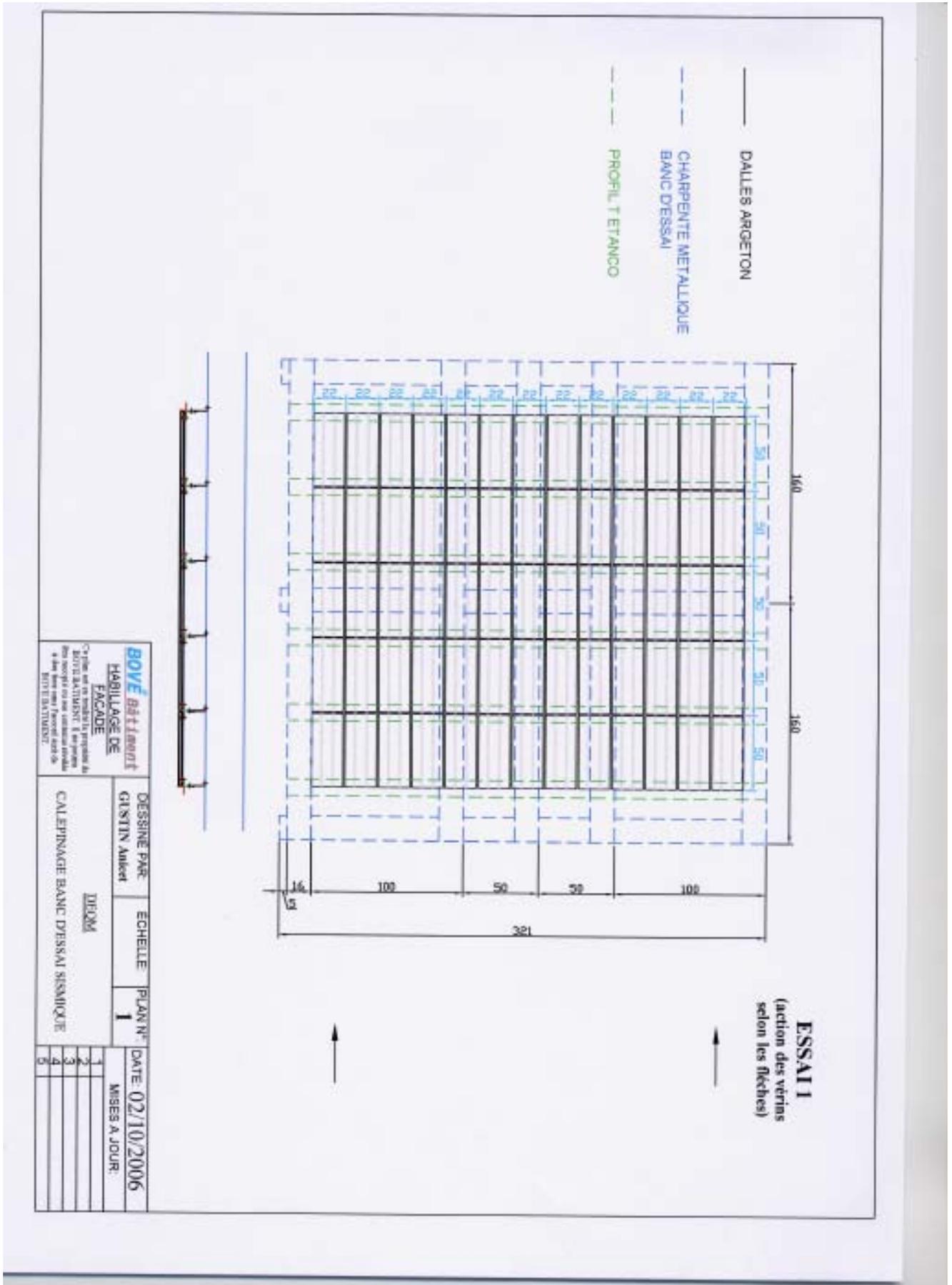
f : fréquence (Hz)

A : amplitude (m)

### 7.4 maquette.

La maquette montée par le demandeur pour l'essai d'excitation dans le plan du support comprend les éléments décrits au chapitre 5.

Le plan de la maquette est donné sur le schéma 7.4 ci-après.  
Schéma 7.4 : plan de la maquette (fourni par le demandeur)



## 7.5 Résultats des essais et photos.

### 7.5.1 mesures

Il n'a pas été demandé de dispositif de mesure de déplacement.

Des accéléromètres de marque PCB PIEZOTRONICS et de type 3801. Ils ont une capacité de 1000mv /g et mesurent les accélérations de 0 à 3g ont été placés sur le cadre support et sur les maquettes testées. Ils permettent de déterminer la pseudo fréquence propre lors des essais de chocs.

### 7.5.2 Résultats.

Les résultats d'essais sont donnés dans le tableau 7.1 ci-dessous.

**Tableau 7.1 : résultats des essais de chocs – détermination de la pseudo fréquence propre.**

N° d'essai	Amplitude de choc (mm)	Pseudo fréquence propre calculée (Hz)
06178A	2	7,16
06178A2	2	7,16
06178A3	2	7,16
06178B	3	7,16
06178B2	3	7,16
06178B3	3	7,16
Moyenne		7,16

**Tableau 7.2 : résultats de la phase dynamique.**

N° de séquence	Amplitude (mm)	Fréquence (Hz)	Accélération (m.s <sup>-2</sup> )	Observations
1	+/- 10 mm	2	1,58	Pas de chute d'éléments
2	+/- 10 mm	3	3,55	Pas de chute d'éléments
3	+/- 10 mm	4	6,31	Pas de chute d'éléments
4	+/- 10 mm	5	9,87	rupture des béquets supérieures du bardeau et échappement de la patte agrafe entraînant la chute des bardeaux – arrêt de l'essai
5	+/- 10 mm	6	14,21	Non réalisé
6	+/- 20 mm	2	3,15	
7	+/- 30 mm	2	4,73	
8	+/- 40 mm	2	6,31	
9	+/- 50 mm	2	7,89	



Béquets

7.5.2 Photos.

Photographie n°4 : Essai d'excitation dans le plan – maquette avant essai



Photographie n°5 : essai d'excitation dans le plan du support – maquette après essai



**Photographie n°6: essai d'excitation dans le plan du support – patte agrafe après essai à 5Hz et +/- 10 mm**

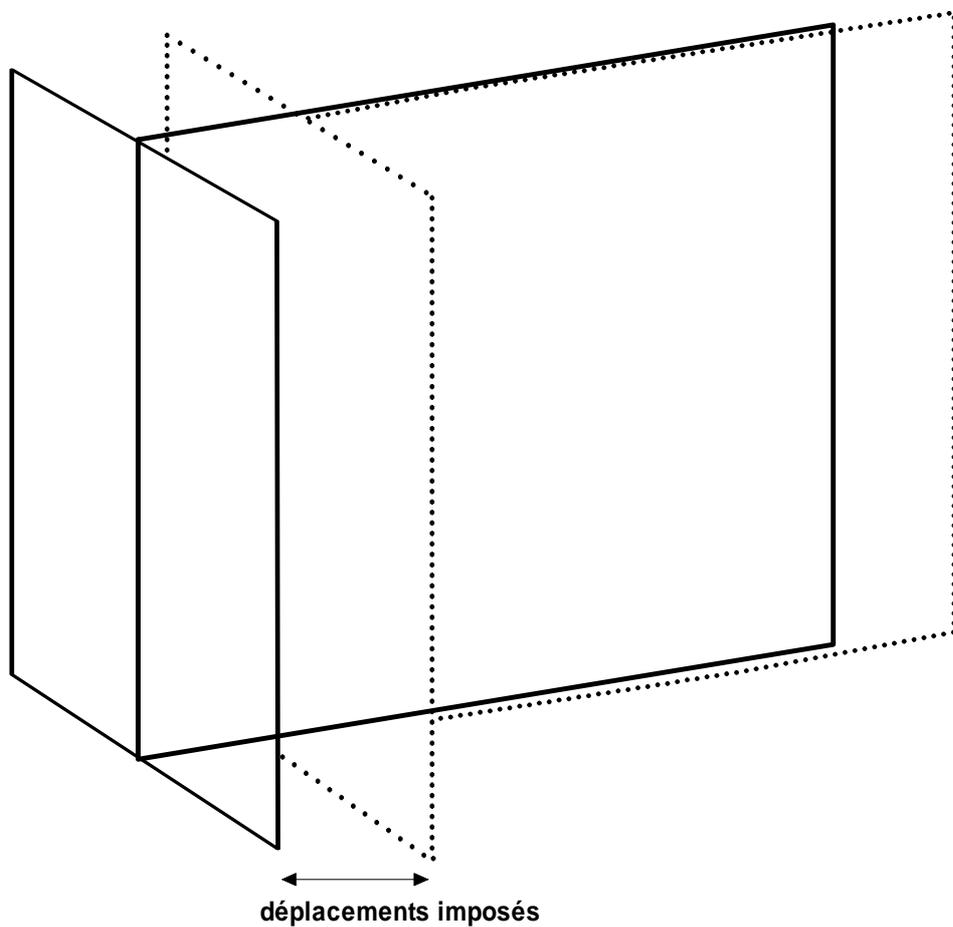


## 8. ESSAIS D'EXCITATION PERPENDICULAIRE AU PLAN DU SUPPORT

### 8.1 Objet.

L'essai a pour but de montrer le comportement du système lorsque le support sur lequel il est rapporté est excité perpendiculairement à son plan sous l'action d'un déplacement cyclique alterné imposé tel que décrit sur le schéma 8.1 présenté ci-dessous.

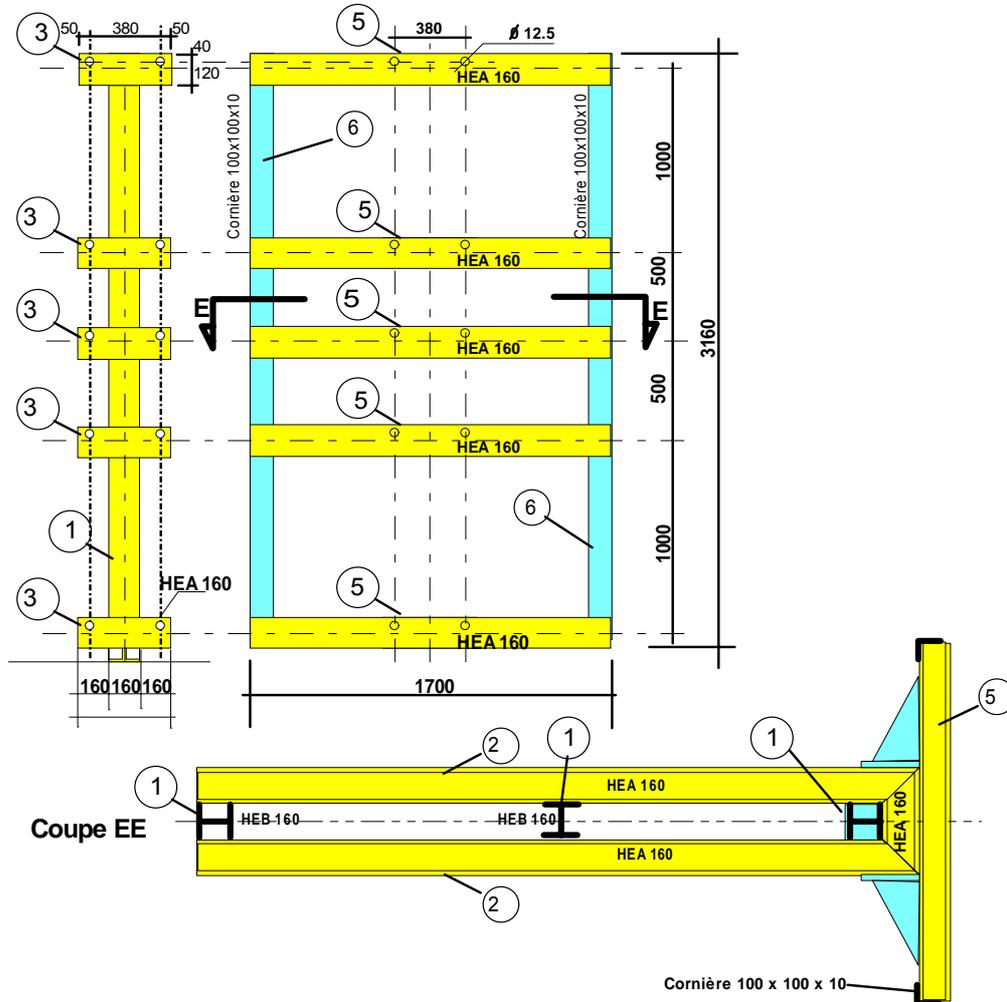
**Schéma 8.1 : Essais d'excitation perpendiculaire au plan du support.**



## 8.2 Dispositif d'essais.

Les corps d'épreuves sont montés sur un dispositif tel que défini dans le schéma 8.2 ci-dessous.

**Schéma 8.2 : dispositif pour les essais d'excitation perpendiculaire au plan du support.**



Ce dispositif est attaché sur le dispositif présenté sur le schéma 7.2. : Dispositif d'essai d'excitation dans le plan du support.

- **1** – un cadre primaire constitué de HEB 160 contreventé.
- **2** – 5 montants horizontaux espacés de 1000 mm ou 500 mm support des fixations de l'ossature des bardages rapportés.
- **3** – un retour de 480 mm.
- **5** – 5 montants horizontaux espacés de 1000 mm ou 500 mm afin d'installer l'ossature des bardages rapportés.
- **6** – 2 cornières permettant de supporter l'ensemble des montants horizontaux.

### 8.3 Sollicitations appliquées.

Les accélérations produites par le vérin simulent les accélérations du mur support comme décrit dans le texte de l'eurocode 8 et les règles PS 92.

L'essai est réalisé en plusieurs phases décrites ci-dessous cette séquence est décrite dans le référentiel [2] et inscrite dans le tableau ci-dessous.

Amplitude (mm)	Fréquence (Hz)	Accélération (m.s <sup>-2</sup> )	Accélération (g)
+/- 10 mm	2	1,58	0,16
+/- 10 mm	3	3,55	0,36
+/- 10 mm	4	6,31	0,64
+/- 10 mm	5	9,87	1,01
+/- 10 mm	6	14,21	1,45
+/- 20 mm	2	3,15	0,32
+/- 30 mm	2	4,73	0,48
+/- 40 mm	2	6,31	0,64
+/- 50 mm	2	7,89	0,81

Ces accélérations sont calculées à partir de la formule :  $a = (2 \pi f)^2 \times A$

Avec : a : accélération (m.s<sup>-2</sup>)

f : fréquence (Hz)

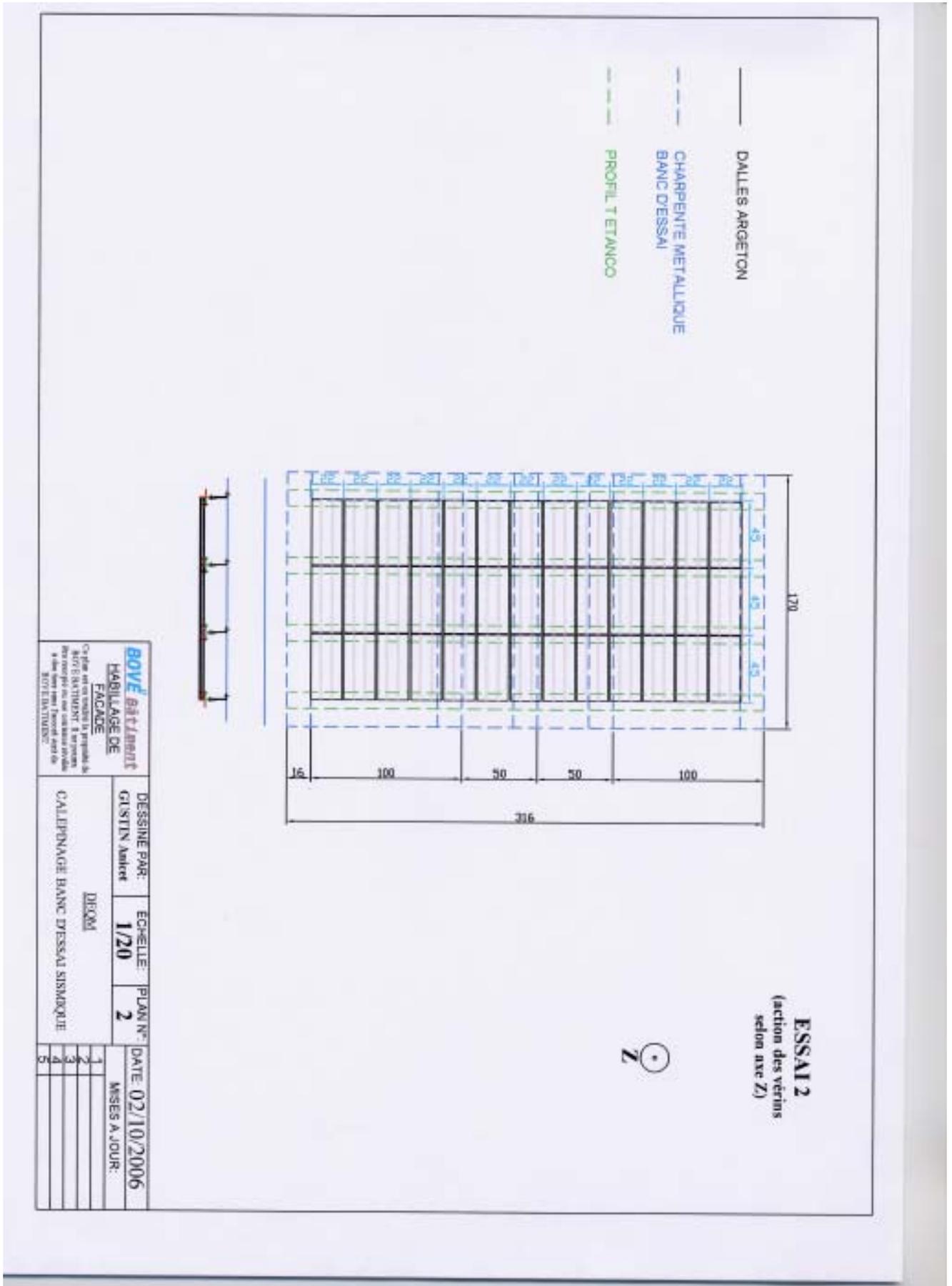
A : amplitude (m)

### 8.4 maquette.

La maquette montée par le demandeur pour l'essai d'excitation dans le plan du support comprend les éléments décrits au chapitre 5.

Le plan de la maquette est donné sur le schéma 8.4 ci-après.

Schéma 8.4 : plan de la maquette (fourni par le demandeur)



## 8.5 Résultats des essais et photos.

### 8.5.1 mesures

Il n'a pas été demandé de dispositif de mesure.

### 8.5.2 Résultats.

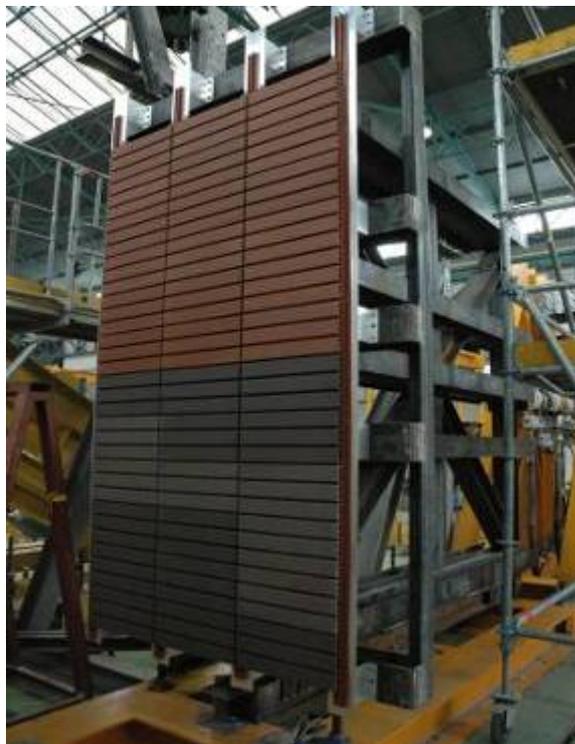
Les résultats d'essais sont donnés dans le tableau 8.1 ci-dessous.

**Tableau 8.1 : Essai n°2- 06179 – essai d'excitation perpendiculaire au plan du support**

N° de séquence	Amplitude (mm)	Fréquence (Hz)	Accélération (g)	Observations
1	+/- 10 mm	2	1,58	Pas de dégradations et pas de chutes d'éléments
2	+/- 10 mm	3	3,55	
3	+/- 10 mm	4	6,31	
4	+/- 10 mm	5	9,87	
5	+/- 10 mm	6	14,21	
6	+/- 20 mm	2	3,15	
7	+/- 30 mm	2	4,73	
8	+/- 40 mm	2	6,31	
9	+/- 50 mm	2	7,89	

### 8.5.2 Photos.

Photographie n°7 essai d'excitation dans le plan du support – maquette après essai



**FIN DE RAPPORT**

