

CERTIFICADOS Y ENSAYOS
DE LOS PANELES CLT



ANEXO IV

4.0 CERTIFICADOS Y ENSAYOS CON PANELES CLT_ANEXO IV

4.1- CERTIFICADOS DE LOS PANELES CLT

4.1.1 Marcado CE para los paneles CLT

4.1.2 Avis Technique, Francia

4.1.3 AITIM, España

4.2- ENSAYOS CON LOS PANELES CLT

4.2.1 Detalles acústicos EGOSOINU

4.2.1.1 Paredes interiores

A.- Pared de madera EGO CLT 81mm

B.- Pared de madera EGO CLT 81mm+ Aislamiento+ BA 13 dos lados

4.2.1.2 Paredes exteriores

Pared de madera EGO CLT 81mm+ Revestimiento interior y exterior

4.2.1.3 Paredes divisorias

A.- Pared de madera EGO CLT 81mm+ Cámara de aire

B.- Pared de madera EGO CLT 81mm+ Cámara de aire+ Pladur

4.2.1.4 Forjados EGO CLT

A.- Pared de madera EGO CLT 135mm

B.- Pared de madera EGO CLT 135mm + Suelo flotante

C.- Pared de madera EGO CLT 135mm+ Suelo flotante+ Suelo acabado

D.- Pared de madera EGO CLT 135mm+ Suelo flotante+ Falso techo

4.2.1.5 Forjados EGO CLT MIX

A.- Pared de madera EGO CLT con nervios

B.- Pared de madera EGO CLT con nervios+ Falso techo

4.2.1.6 Forjado EGO CLT-Hormigón

4.2.2 Ensayos a Fuego con paneles CLT

4.2.2.1 Ensayos a fuego

4.2.2.2 Metodología de diseño a fuego

a) Caracterización (Ensatec)

b) Resistencia al fuego (LGA)

4.2.3 Otros Ensayos

4.2.3.1 Sismo (FCBA Bordeaux)

4.2.3.2 Higrotérmico (CSTB)



CERTIFICADO DE CONSTANCIA DE LAS PRESTACIONES

1220-CPR-1112

En cumplimiento del Reglamento (UE) 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo del 9 de marzo de 2011 (Reglamento de Productos de la Construcción o CPR), este certificado aplica al producto de construcción:

EGO_CLT™**Elemento superficial de madera maciza para su uso
como elemento estructural en edificios**

Comercializado por:

EGOIN SA**Astei
ES-48287 Natxitua-Ea (Bizkaia).**

Fabricado en los centros productivos:

**Astei
ES-48287 Natxitua-Ea (Bizkaia).****Padurea 2
ES-01170 Legutio (Araba).**

Este certificado indica que todas las disposiciones relativas a la evaluación y verificación de la constancia de prestaciones descritas en el

ETE 11/0464 emitido el 20.04.2017

y el

EAD 130005-00-0304, marzo 2015

de acuerdo con el sistema 1 para las prestaciones indicadas en el ETE se han aplicado y que el control de producción en fábrica es evaluado para asegurar la **constancia de las prestaciones del producto de construcción**.

Este certificado se concedió por primera vez en la fecha de emisión abajo indicada y permanecerá en vigor hasta su fecha de vencimiento, mientras el ETE sea válido y siempre y cuando no hayan cambiado significativamente las condiciones de fabricación o el control de producción en fábrica, o que haya sido suspendido o retirado por ITeC.

**Ferran Bermejo Nualart
Director Técnico del ITeC**

Notified Body 1220

Fecha de emisión: **7.12.2011**
Fecha de renovación: **24.11.2017**
Fecha de expiración: **6.12.2018**Para conocer la vigencia de este
certificado consulte la página web de
ITeC: www.itec.es



Evaluación Técnica Europea

ETA 11/0464
de 20.04.2017



Parte general

Nombre comercial del producto de construcción	EGO_CLT™
Área de producto a la que pertenece	Elemento superficial de madera maciza para su uso como elemento estructural en edificios
Fabricante	EGOIN SA Astei ES-48287 Natxitua-Ea (Bizkaia) España
Planta(s) de fabricación	Astei ES-48287 Natxitua-Ea (Bizkaia) España Padurea 2 ES-01170 Legutio (Araba) España
La presente Evaluación Técnica Europea contiene	18 páginas, incluyendo 4 anexos que forman parte del documento.
La presente Evaluación Técnica Europea se emite de acuerdo con el Reglamento (UE) 305/2011, en base a	Documento de Evaluación Europeo (DEE) 130005-00-0304: <i>Elemento superficial de madera maciza para su uso como elemento estructural en edificios</i> . Edición marzo 2015.
Esta versión substituye	ETA 11/0464, emitido el 05.08.2016

Comentarios Generales

Las traducciones a otros idiomas deben corresponder completamente con el documento original emitido.

La reproducción de la presente Evaluación Técnica Europea, incluyendo su transmisión por medios electrónicos, debe ser integral. Sin embargo, se podrán realizar reproducciones parciales bajo el consentimiento escrito del Organismo de Evaluación Técnica. Cualquier reproducción parcial se deberá identificar como tal.

Partes específicas de la Evaluación Técnica Europea

1 Descripción técnica del producto

1.1 General

EGO_CLT™ es un panel construido por tablas de madera de coníferas encoladas entre sí para formar madera contralaminada (panel de tablas de madera maciza). Las capas adyacentes se colocan perpendicularmente (ángulo de 90°) entre sí, véase el anexo A. Las secciones transversales del panel de madera maciza son simétricas.

La distribución de la madera contralaminada se muestra en el anexo A. Las dimensiones y las especificaciones se muestran en el anexo B. Las superficies están cepilladas.

Una capa de alerce (*Larix decidua* Mill.) puede encolarse a la superficie de EGO_CLT™ en el transcurso del proceso de fabricación. Esta capa no se considera en los cálculos estructurales.

El adhesivo utilizado para la adhesión superficial entre capas, para la adhesión de las capas adyacentes y para las uniones dentadas cumple con la EN 15425.

La aplicación de sustancias químicas (protectores de la madera y agentes retardantes de llama) no forma parte de esta Evaluación Técnica Europea.

1.2 Madera

Las especies de madera usadas en las tablas de madera de coníferas de EGO_CLT™ y sus clases resistentes son *Picea Abies* C24 o *Pinus Radiata* C24. El alerce (*Larix decidua* Mill.) puede utilizarse como capa de revestimiento de EGO_CLT™.

2 Especificación del uso(s) previsto(s) de acuerdo con el Documento de Evaluación Europeo (DEE en adelante) aplicable

2.1 Uso previsto

El panel de madera maciza está destinado a ser utilizado como elemento estructural o no estructural en edificios y estructuras de madera.

El panel de madera maciza está únicamente sujeto a cargas estáticas y cuasi-estáticas.

El panel de madera maciza está destinado a ser utilizado en clases de servicio 1 y 2 según la EN 1995-1-1. Se proporcionará una protección eficaz a los paneles de madera maciza cuando estos formen parte de elementos directamente expuestos a la intemperie.

2.2 Vida útil

Las disposiciones estipuladas en esta ETE se basan en una vida útil de 50 años para el panel de madera maciza EGO_CLT™ cuando se instale en las obras. Estas disposiciones se basan en el actual estado del arte y en los conocimientos y experiencia adquirida.

Las indicaciones dadas sobre la vida útil no deben interpretarse como una garantía dada por el fabricante, sino que deben considerarse como un medio para la elección correcta del producto en relación con la vida útil esperada económicamente razonable de las obras.

3 Prestaciones del producto y referencia a los métodos de evaluación

Las prestaciones de EGO_CLT™ relativas a los requisitos básicos de las obras (en adelante RB) se determinaron de acuerdo con el DEE 130005-00-0304 (marzo 2015). Las características esenciales para EGO_CLT™ están indicadas en la tabla 1.

Requisito Básico	Característica esencial	Prestación	
RB 1	Flexión ¹⁾	Véanse los apartados B.2 y B.3 en el anexo B	
	Tracción y compresión ¹⁾		
	Cortante ¹⁾		
	Resistencia al aplastamiento		
	Fluencia y duración de la carga		
	Estabilidad dimensional		Véase el apartado B.4 en el anexo B
	Condiciones de servicio		
	Integridad de la unión		
RB 2	Reacción al fuego	EGO_CLT™	D-s2,d0
		EGO_CLT™ de 60 mm de espesor con una capa de revestimiento de alerce de 10 mm de espesor.	C-s1,d0
	Resistencia al fuego	Véase el anexo D	
RB 3	Contenido, emisión y/o desprendimiento de sustancias peligrosas	Ausencia de sustancias peligrosas	
	Permeabilidad al vapor de agua – transmisión de vapor de agua	50 (seco) a 20 (húmedo)	
RB 4	Resistencia al impacto	La resistencia al impacto por cuerpo blando se asume satisfecha para paredes con un mínimo de 3 capas y un espesor mínimo de 60 mm.	
RB 5	Aislamiento acústico al ruido aéreo	Véase el apartado B.5.1.1 en el anexo B	
	Aislamiento acústico a ruido de impacto	Véase el apartado B.5.2.1 en el anexo B	
	Absorción acústica	No evaluada	
RB 6	Conductividad térmica	0,13 W/(m·K)	
	Permeabilidad al aire	Clase 4 de acuerdo con la EN 12207	
	Inercia térmica	1.600 J/(kg·K)	

¹⁾ Capacidad portante y rigidez en relación con las acciones mecánicas perpendiculares y en el plano del panel de tablas de madera maciza.

Tabla 1: Prestaciones de EGO_CLT™.

3.1 Características esenciales del producto

3.1.1 General

EGO_CLT™ corresponde a las especificaciones dadas en la tabla 1 y en el anexo B.

3.2 Métodos de evaluación

3.2.1 General

La evaluación de EGO_CLT™ para el uso propuesto considerando los requisitos básicos para las obras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 del Reglamento (EU) N° 305/2011 se ha realizado de acuerdo con el Documento de Evaluación Europeo (DEE) 130005-00-0304 *Elemento superficial de madera maciza para su uso como elemento estructural en edificios*.

4 Sistema aplicado para la evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones (EVCP en adelante), con referencia a su base legal

Para la evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones del panel de tablas de madera maciza aplica el siguiente sistema (véase el reglamento delegado (UE) N° 568/2014 que modifica el Anexo V del Reglamento (UE) 305/2011):

Sistema 1 para cualquiera de los usos propuestos.

5 Detalles técnicos necesarios para la implementación del sistema de EVCP, según lo previsto en el DEE de aplicación

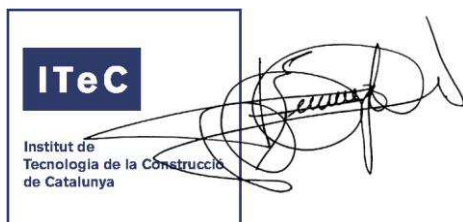
Todos los detalles técnicos necesarios para la implementación del sistema de EVCP se establecen en el *Plan de Control* depositado en el ITeC¹, con el que el control de producción en fábrica operado por el fabricante deberá estar de acuerdo (el *Plan de Control* especifica el tipo y la frecuencia de las comprobaciones/ensayos realizados durante la producción y sobre el producto final).

Los productos no fabricados por el fabricante también serán objeto de control de acuerdo con el *Plan de control*.

Los materiales y/o componentes no fabricados ni ensayados por el proveedor según los métodos acordados serán sometidos a comprobaciones/ensayos por el fabricante previamente a su aceptación.

Cualquier cambio en el proceso de fabricación que pueda afectar las propiedades del producto será notificado y los ensayos iniciales de tipo revisados de acuerdo con el *Plan de Control*.

Emitido en Barcelona el 5 de agosto de 2016 por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña.



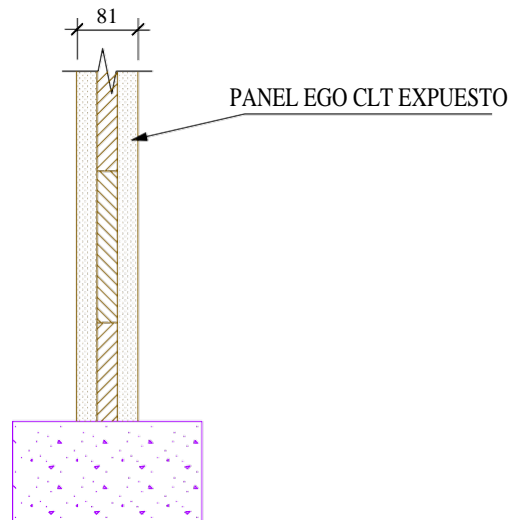
Ferran Bermejo Nualart

Director Técnico, ITeC

¹ El *Plan de Control* es una parte confidencial de la ETE y accesible solo para el organismo u organismos involucrados en el proceso de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

4.2.1.1 DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU Paredes interiores

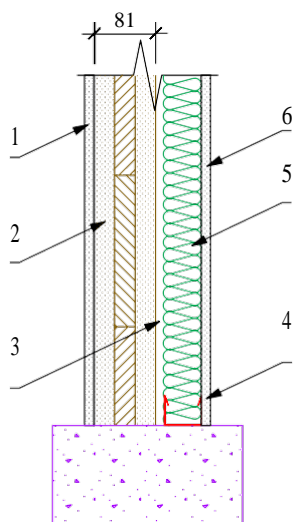
A-PANEL DE MADERA EGO CLT 81mm



$$U=1.27 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ k})$$

$$R_w(C;C_{tr})= 31 (-1;-4) \text{ dB}$$

B-P ANELEN MADERA EGO CLT 81mm + AISLAMIENTO + BA 13 2 LADOS



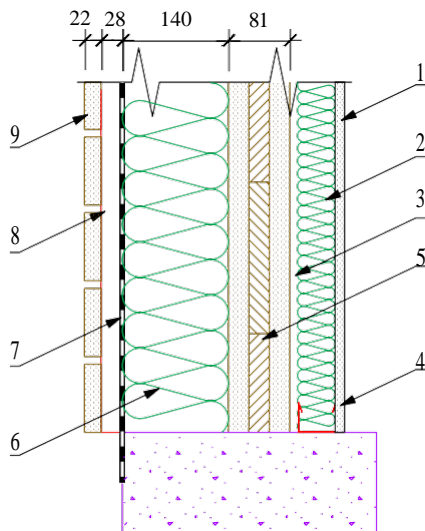
- 1.- Placa de yeso laminado (12.5mm)
- 2.- Panel EGO CLT 81mm
- 3.- Camara de aire 10mm
- 4.- Perfiles de acero 48mm
- 5.- Lana de roca 50mm (35kg/m³)
- 6.- Placa de yeso laminado (12.5mm)

$$U=0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ k})$$

$$R_w(C;C_{tr})= 53 (-4;-12) \text{ dB}$$

4.2.1.2 DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU Paredes exteriores

PANEL EN MADERA EGO CLT 81mm + REVESTIMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR



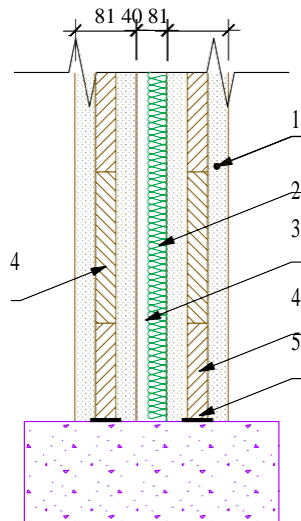
- 1.- Placa de yeso laminado
- 2.- Lana de roca 50mm (35kg/m³)
- 3.- Camara de aire 10mm
- 4.- Perfiles en acero 48mm
- 5.- Panel EGO CLT 81mm
- 6.- Lana de roca 140mm (140kg/m³)
- 7.- Barrera de agua
- 8.- Rastrel vertical de madera
- 9.- Lama de madera (22mm)

$$U=0.18 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ k})$$

$$R_w(C;C_w)=53(-3;-9)\text{dB}$$

4.2.1.3 DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU *Paredes divisorias*

AP ARED DOBLE DE MADERA EGO CLT 81mm + CAMARA DE AIRE

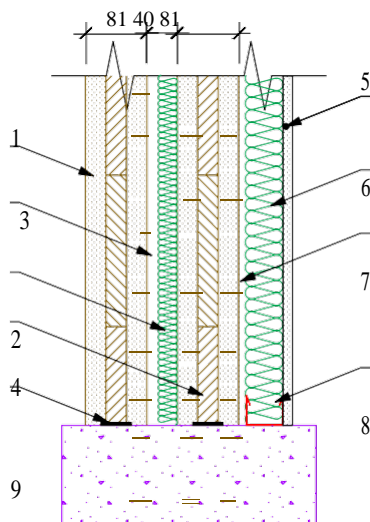


- 1.- Panel EGO CLT 81mm
- 2.- Lana de roca 25mm (155kg/m³)
- 3.- Camara de aire 15mm
- 4.- Panel EGO CLT 81mm
- 5.- Membrana resiliente ISOLGOMA 10mm

$R_w(C;C_v)=48(-2;-7)$ dB

* REFERENCIA ENSAYO: N PI 12-LACUS-IN-02-EP2

B-PARED DOBLE DE MADERA EGO CLT 81mm + CAMARA DE AIRE + PLADUR



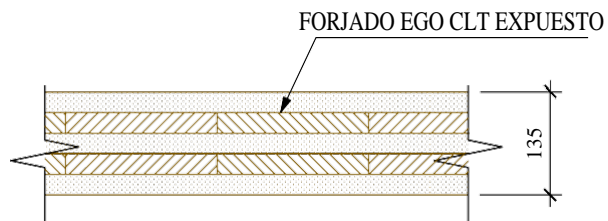
- 1.- Panel EGO CLT 81mm
- 2.- Lana de roca 25mm (155kg/m³)
- 3.- Camara de aire 15mm
- 4.- Panel EGO CLT 81mm
- 5.- Placa de yeso laminada (12.5mm)
- 6.- Lana de roca 50mm (35kg/m³)
- 7.- Camara de aire 10mm
- 8.- Perfiles en acero 48mm
- 9.- Resiliente ISOLGOMA 10mm

$R_w(C;C_v)=61(-5;-13)$ dB

* REFERENCIA ENSAYO: N PI 12-LACUS-IN-02-EP3

4.2.1.4 *DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU Forjado CLT*

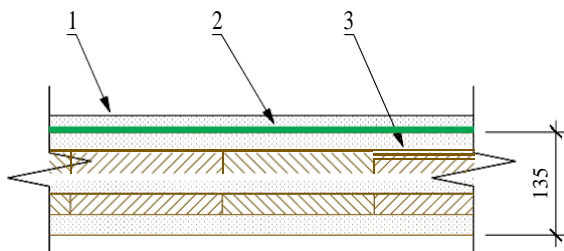
A-PANEL MADERA EGO CLT 135mm



$L_{n,w} = 89 \text{ dB}$

$R_w(C;C_{tr}) = 38(-1;-4) \text{ dB}$

B-PANEL DE MADERA EGO CLT 135mm + SUELO FLOTANTE



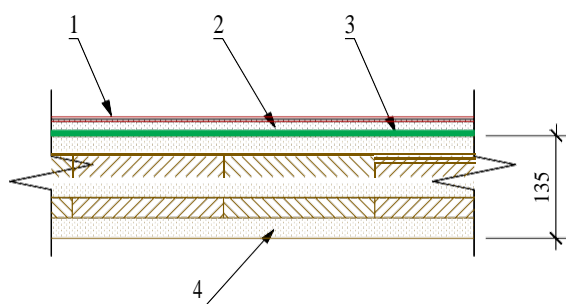
$L_{n,w} = 69 \text{ dB}$

$R_w(C;C_{tr}) = 49(-2;-7) \text{ dB}$

- 1.-Fermacell 15mm
- 2.-Panel Stepisorel de fibra madera, 7mm
- 3.- EGO CLT 135mm

4.2.1.4 DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU Forjado CLT

C-PANEL DE MADERA EGO CLT 135mm + SUELO FLOTANTE + SUELO ACABADO

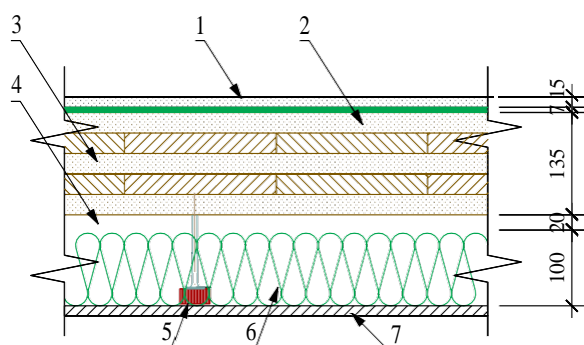


$L_{n,w} = 74 \text{ dB}$

$R_w(C;C_r) = 47 (-2; -7) \text{ dB}$

- 1.-Suelo PVC
- 2.-Fermacell 15mm
- 3.- Panel Stepisorel de fibra madera, 7mm
- 4.- EGO CLT135mm

D-PANEL DE MADERA EGO CLT 135mm + SUELO FLOTANTE + FALSO TECHO



$L_{n,w} = 52 \text{ dB}^*$

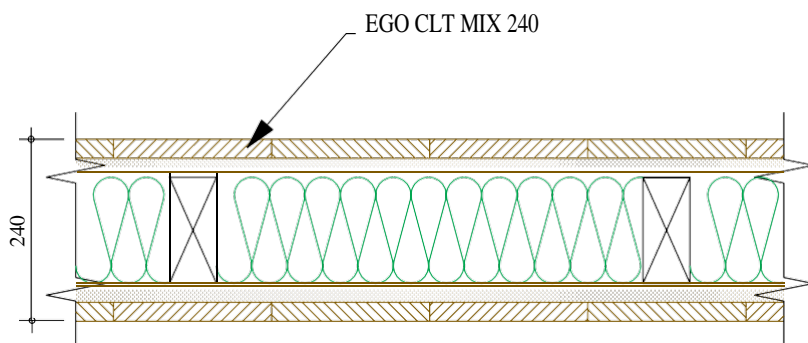
$R_w(C;C_r) = 64 (-6; -12) \text{ dB}^*$

- 1.- Fermacell 15mm
- 2.- Panel Stepisorel de fibra madera, 7mm
- 3.- EGO CLT135mm
- 4.- Cámara de aire 20mm
- 5.- Perfil metálico con soporte antivibraciones
- 6.- Lana de roca 100 mm, (75kg/m³)
- 7.- Placa de yeso laminado 12,5 mm

* valores estimados con los resultados de las pruebas de laboratorio REFERENCIA ENSAYO: N P112-LACUS-IN-02-ES3; N P112-LACUS-IN-02-ES4; N P112-LACUS-IN-02-ES5

4.2.1.5 DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU Forjado CLT-MIX

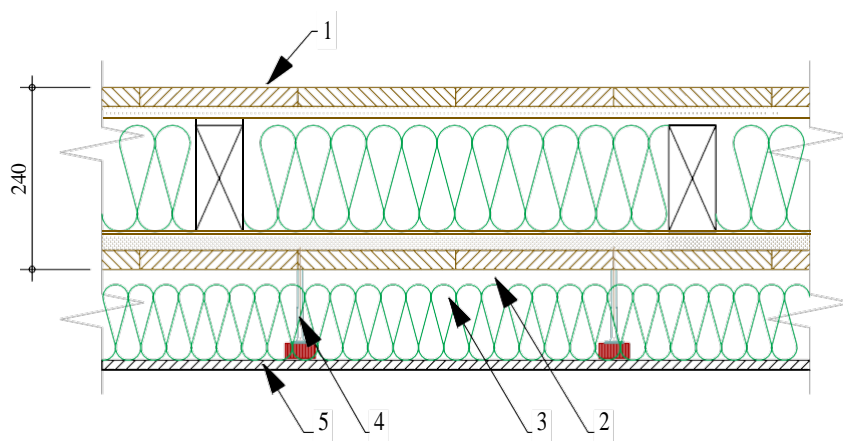
A.-PANEL DE MADERA EGO CLT CON NERVIOS



$L_{n,w} = 87$ dB

$R_w(C;C_{tr}) = 38(-1;-4)$ dB

B.-PANEL DE MADERA EGO CLT CON NERVIOS + FALSO TECHO



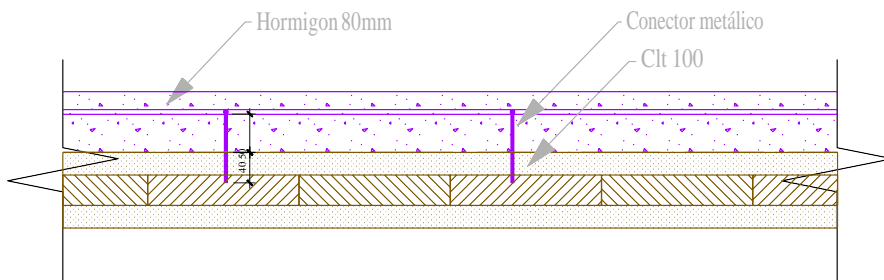
$L_{n,w} = 58$ dB

$R_w(C;C_{tr}) = 62(-4;-10)$ dB

- 1.- EGO CLT con nervios
- 2.- Cámara de aire 20mm
- 3.- Lana de roca 100 mm (75kg/m³)
- 4.- Perfil metálico con soporte antivibraciones
- 5.- Placa de yeso laminado 12,5 mm

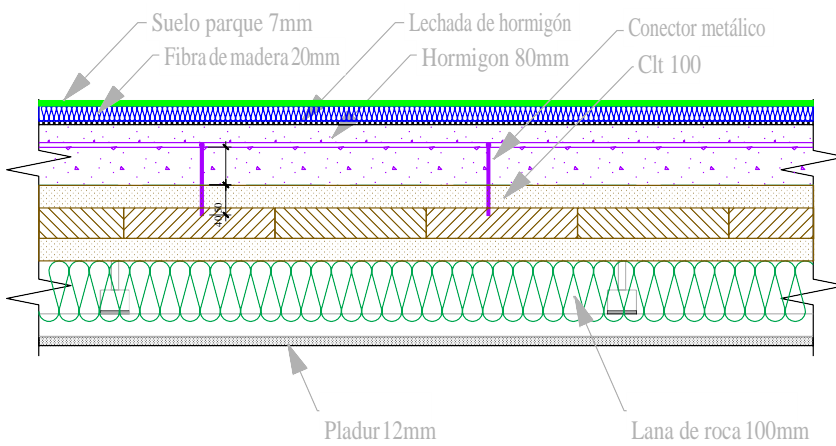
4.2.1.6 *DETALLES ACUSTICOS EGOSOINU Forjado CLT-HORMIGÓN*

PANEL DE MADERA CON HORMIGÓN



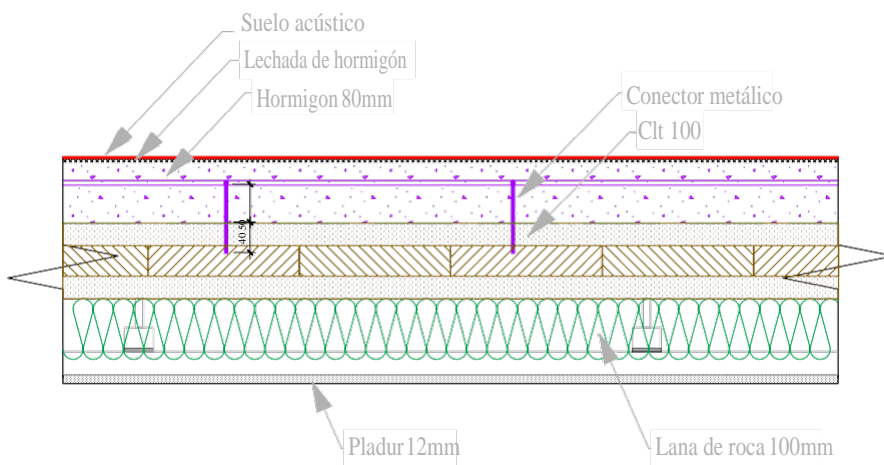
$L_{n,w} = 86 \text{ dB}$

$R_A = 49.6 \text{ dB}$



$L_{n,w} = 50 \text{ dB}$

$R_A = 58.8 \text{ dB}$



$L_{n,w} = 50 \text{ dB}$

$R_A = 55.8 \text{ dB}$

LGAI

LGAI Technological Center, S.A.
Campus UAB
Campus UAB – Ronda de la Font del Carme, s/n
E - 08193 Bellaterra (Barcelona)
T +34 93 567 20 00
F +34 93 567 20 01
www.appluslaboratories.com



Página 1
I/F

Título:

Informe de clasificación para una división vertical de acuerdo con la norma EN 13501-2:2007 + A1:2009 (equivalente a la UNE EN 13501-2:2009+A1:2010).

**Material clasificado:**

- División vertical de 3000 x 3000 mm (altura x anchura) con referencia "EGO CLT 100 mm 3 capas (trasdosado)".

Número de expediente: 15/9844-439 Parte 2.

Peticionario:

EGOIN, S.A.
C/Astei, s/n
48287 Bizkaia

Fecha de informe:

3 de Junio de 2015

Fecha de ensayo:

10 de Marzo 2015

La reproducción del presente documento sólo está autorizada si se hace en su totalidad. Los informes firmados electrónicamente en soporte digital se consideran un documento original, así como las copias electrónicas del mismo. Su impresión en papel no tiene validez legal. Este documento consta de 4 páginas.

1. - INTRODUCCIÓN

Este informe de clasificación de resistencia al fuego define la clasificación asignada a una división vertical de 3000 x 3000 mm con referencia "EGO CLT 100 mm 3 capas (trasdosado)" de EGOIN.

2. - DETALLES DEL ELEMENTO CLASIFICADO

2.1. – Tipo de función

El elemento ensayado se define como una división vertical de 3000 x 3000 mm. Su función es resistir al fuego respecto a las características de integridad y aislamiento térmico dadas en el apartado 5 de la norma EN 13501-2:2007 + A1:2009.

2.2. - Descripción

En el informe de ensayo se hace una descripción completa del elemento ensayado, en los que se basa la clasificación definida en el apartado 5 del presente informe.

3. – INFORME DE ENSAYO

El presente informe de clasificación está basado en el siguiente informe de ensayo:

Expediente nº: 15/9844-439 Parte 1
Emitido con fecha: 3 de Junio de 2015
Fecha de ensayo: 10 de Marzo de 2015

4. – RESULTADOS DEL ENSAYO

4.1. – Norma de ensayo:

EN 1365-1: 2012/AC: 2013: "Fire resistance tests for loadbearing elements. Part 1: Walls"

4.2. – Condiciones de exposición

Curva temperatura/tiempo	$T = 345 \log_{10} (8t + 1) + 20$
Dirección de la exposición	Muestra de composición simétrica.
Número de caras expuestas	1
Carga aplicada	18.4 Tn/metro lineal.
Condiciones de soporte	Ambos laterales libres

4.3. – Tabla de resultados

	Minuto de fallo	Razón
Capacidad portante	Minuto 109, final de ensayo	La muestra colapsa
Integridad	Minuto 109, final de ensayo	La muestra colapsa
Aislamiento térmico	Minuto 109, final de ensayo	La muestra colapsa

5. - CLASIFICACIÓN

De acuerdo con el apartado 7.5 de la norma EN 13501-2:2007 + A1:2009 la clasificación del elemento ensayado es la siguiente:

División vertical simétrica de 3000 x 3000 mm referencia "EGO CLT 100 mm 3 capas (trasdosado)".	REI 90
--	---------------

6. – CAMPO DE APLICACIÓN DIRECTO

Generalidades (de acuerdo al punto 13 de la norma EN 1365-1:2012).

Los resultados del ensayo al fuego y la clasificación obtenida del elemento ensayado con referencia "EGO CLT 100 mm 3 capas (trasdosado)" se aplican directamente a las construcciones similares cuando una o varias de las modificaciones siguientes ha tenido lugar y siempre que la construcción continúe siendo conforme al código de diseño correspondiente, desde el punto de vista de su rigidez y de su estabilidad.

Característica	Referencia muestra ensayada *	Modificación permitida
Altura	- 3000 mm.	- Se permite reducción en altura
Espesor	- 225 mm	- Permitido su aumento.
Espesor de materiales constituyentes	-Placa de yeso de 15 mm de espesor. -Lana de roca de 50 mm de espesor -Panel de madera contralaminada (CLT) de 100 mm de espesor - Otros (ver informe de ensayo) *	- Permitido su aumento.
Medidas paneles/placas	-Dimensión máxima placas de 3000 x 1200 mm. - 15 mm de espesor.	- Permitida la disminución de las medidas lineales de paneles. - No permitida la disminución del espesor.

Distancia entre montantes	- 600 mm.	- Permitida la disminución entre montantes.
Distancia entre centros de fijación	- 300 mm distancia entre tornillos tirafondos.	- Permitida su disminución.
Juntas horizontales	- No ensayadas	- No procede.
Carga aplicada	- 18.4 Tn/m lineal	- Se permite su reducción.
Anchura	- 3000 mm.	- Permitido aumento.

* Los valores de referencia de la muestra ensayada no indicados en el presente apartado se describen en el apartado 3 "Método de montaje e instalación de la muestra" del expediente n° 15/9844-439 Parte 1.

El plazo de validez es el indicado en el sistema de certificación del producto.

Este documento no representa ninguna aprobación tipo ni certificación del producto.

Responsable del Laboratorio del Fuego
LGAI Technological Center, S.A.

Responsable de Resistencia al Fuego
LGAI Technological Center, S.A.

Los resultados se refieren única y exclusivamente a las muestras ensayadas y en el momento y las condiciones indicadas.

Garantía de Calidad de Servicio

Applus+, garantiza que este trabajo se ha realizado dentro de lo exigido por nuestro Sistema de Calidad y Sostenibilidad, habiéndose cumplido las condiciones contractuales y la normativa legal.

En el marco de nuestro programa de mejora les agradecemos nos transmitan cualquier comentario que consideren oportuno, dirigiéndose al responsable que firma este escrito, o bien, al Director de Calidad de Applus+, en la siguiente dirección de correo electrónico: satisfaccion.cliente@appluscorp.com



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

EGOIN

**Astei
48287 NATXITUA-EA**

Espagne

RAPPORT DE MISSION :

**APPUI TECHNIQUE
EVALUATION OU CARACTERISATION D'UN
PRODUIT**

**ESSAIS SELON EN 594 SUR DES ELEMENTS
DE MUR EN CLT
CHARGEMENT CYCLIQUE**

Siège social
10, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
Tél +33 (0)1 40 19 49 19
Fax +33 (0)1 43 40 85 65

Bordeaux
Allée de Boutaut - BP 227
33028 Bordeaux Cedex
Tél +33 (0)5 56 43 63 00
Fax +33 (0)5 56 43 64 80

www.fcba.fr

*Pôle Industries Bois Construction
CIAT / Laurent Le Magorou
@ - laurent.lemagorou@fcba.fr
☎ - 05.56.43.63.20
📠 - 05.56.43.64.86*

31 janvier 2014

Siret 775 680 903 00017
APE 7219 Z
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

Institut technologique FCBA : Forêt, Cellulose, Bois - construction, Ameublement

SOMMAIRE

1. Rappel de l'objectif.....	3
2. Contexte de la mission.....	4
2.1 Généralités.....	4
2.1.1 Principe d'un comportement dissipatif.....	4
2.1.2 Principe d'un comportement faiblement dissipatif.....	4
2.2 Panneaux en bois massif contrecollé.....	5
2.3 Moyen de démonstration choisi.....	5
3. Résultats expérimentaux et analyse.....	6
3.1 Généralités.....	6
3.2 Essais avec ancrage par équerres E6/2,5.....	6
3.2.1 Essai en chargement monotone.....	8
3.2.2 Essais cycliques.....	12
3.3 Essais avec ancrage par équerres AH 29050/2 et AG 922.....	13
3.3.1 Essai en chargement monotone.....	15
3.3.2 Essais cycliques.....	19
4. Conclusion et avis.....	21

1. RAPPEL DE L'OBJECTIF

La société EGOIN fabrique et commercialise des éléments de mur en bois massif contrecollé de type CLT.

Une demande d'avis technique est actuellement en cours au CSTB. Dans le cadre de cette instruction, l'utilisation de ces éléments de mur en zone sismique est demandée.

Il est donc demandé à la société EGOIN d'évaluer le comportement de ces éléments de mur conformément aux exigences de l'Eurocode 8. L'objectif est de caractériser la classe de ductilité afin de proposer un coefficient de comportement q à utiliser pour la justification de ces composants structuraux.

La mission confiée à FCBA est de caractériser ces éléments de mur en CLT en contreventement sous sollicitation cyclique, d'en faire l'analyse et de produire un rapport technique.

Pour cela, FCBA a choisi de mener des essais de résistance en contreventement selon la norme EN 594 et sous chargement cyclique ISO/DIS 21581.

Le présent document présente la mission réalisée, l'analyse et l'avis de FCBA.

2. CONTEXTE DE LA MISSION

2.1 Généralités

Lors de la conception d'un ouvrage en zone sismique, il convient d'appliquer le principe général de conception en capacité des structures. Celui-ci consiste à dimensionner les zones non dissipatives en sur-résistance par rapport aux zones dissipatives afin de maîtriser au mieux le scénario d'endommagement de la structure lors du séisme.

De plus, les bâtiments en bois résistant aux séismes doivent être dimensionnés en suivant le principe, soit d'un comportement de structure dissipatif, soit d'un comportement de structure faiblement dissipatif.

2.1.1 Principe d'un comportement dissipatif

Dans le principe d'un comportement dissipatif, il convient de considérer la capacité de parties de la structure à résister aux actions sismiques au-delà de leur domaine élastique (« zones dissipatives » ou « zones critiques »). Dans cette approche, lors d'un dimensionnement selon EN 1998-1, lorsqu'on utilise le spectre de calcul pour une analyse élastique, cette incursion dans le domaine plastique est prise en compte par le coefficient de comportement q .

La valeur de q dépend de la classe de ductilité attribuée au système constructif. Les structures dimensionnées selon le principe d'un comportement dissipatif doivent appartenir à une des classes de ductilité Modérée (DCM) ou Haute (DCH). Pour cela, la structure dimensionnée doit satisfaire à des exigences particulières concernant l'un ou plusieurs des aspects suivants : type de structure, type et capacité de rotation ductile des assemblages et ancrages.

Le matériau bois étant considéré comme ayant un comportement élastique, les zones dissipatives doivent être situées dans les assemblages et les connexions.

Les propriétés de ces zones dissipatives, qui piloteront le comportement global de la structure lors d'un séisme, peuvent être déterminées par des essais effectués directement sur des composants de la structure sous un chargement cyclique.

Les structures dimensionnées selon le principe d'un comportement faiblement dissipatif appartiennent à une des classes de ductilité Limitée (DCL).

2.1.2 Principe d'un comportement faiblement dissipatif

Dans le principe d'un comportement de structure faiblement dissipatif, les effets des actions sismiques sont calculés sur la base d'une analyse élastique globale, en tenant compte du comportement peu ductile de la structure. Dans cette approche, lors d'un dimensionnement selon EN 1998-1, lorsqu'on utilise le spectre de calcul pour l'analyse élastique, le coefficient de comportement q est limité à 1,5.

2.2 Panneaux en bois massif contrecollé

Le tableau 8.1 de l'EN 1998-1 donne la classe de ductilité qui peut être affectée à différents types de systèmes constructifs. Les panneaux en bois massif contrecollé ne sont pas présents dans ce tableau. Il n'y a donc pas de classe de ductilité « normative » pour ce type de composants.

Compte tenu de leur conception et fabrication, ce type de composant est a priori peu dissipatif. Cependant, leur mode de pose crée des zones dissipatives situées au niveau des assemblages périphériques et des ancrages.

Il convient donc d'évaluer la ductilité globale du composant, c'est-à-dire le panneau en bois massif contrecollé et ses fixations, afin de lui affecter une classe de ductilité.

2.3 Moyen de démonstration choisi

La méthode d'essai retenue est décrite dans la norme NF EN 594 « Structures en bois – Méthodes d'essai – Essai de raideur et de résistance au contreventement des murs à ossature bois » avec le chargement cyclique de l'ISO/DIS 21581. Le choix de l'ISO plutôt que la NF EN 12512 permet de réaliser les essais cycliques à des vitesses plus élevées.

Cette approche reste conforme à la méthodologie recommandée dans l'EN 1998-1 (Eurocode 8) clause 8.1.3(5). Les essais doivent être réalisés en deux étapes :

1. Un essai monotone est réalisé conformément à la norme NF EN 594 pour déterminer le déplacement ultime, noté V_U .
2. Les essais cycliques sont ensuite réalisés selon les cycles de chargement conformes à la norme ISO/DIS 21581 dont les cycles sont ajustés en fonction de la valeur de V_U obtenue à l'étape 1.

Dans le présent document, on détermine également le déplacement à la limite d'élasticité V_Y . Ceci permet d'estimer la ductilité statique D_S du composant de structure testé, définie comme le rapport V_U / V_Y , et de déterminer la classe de ductilité conformément aux critères définis dans l'EN 1998-1 §8 pour les structures bois.

On notera qu'en fonction de la charge verticale appliquée, la résistance en contreventement peut varier. En effet, la présence d'une charge verticale peut tendre à stabiliser plus favorablement le mur. Les essais ont été menés sur des murs SANS charge verticale.

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX ET ANALYSE

3.1 Généralités

Les essais ont été menés par le laboratoire de mécanique de FCBA. Les configurations testées, les conditions d'essais, les résultats expérimentaux et l'ensemble des courbes d'essais sont présentés dans le rapport n° 403/13/347/367 du 25 juin 2013 joint en annexe.

Les essais ont été menés sur le panneau **EGO 100 mm à 3 plis** avec deux configurations d'ancrage différentes :

- 5 équerres E6/2,5 (Simpson Strong-Tie)
- 2 équerres AH29050/2 + 3 équerres AG922 (Simpson Strong-Tie)

Type d'ancrage	Essais
5 équerres Simpson Strong Tie E6/2.5	1 Monotone EN 594
	2 Cycliques ISO 21581
2 équerres Simpson Strong Tie AH29050/2 & rondelle US40/50/10G 3 équerres Simpson Strong Tie AG922	1 Monotone EN 594
	2 Cycliques ISO 21581

3.2 Essais avec ancrage par équerres E6/2,5

Les essais ont été réalisés sur des panneaux EGO 100 mm 3 plis. Les ancrages ont été réalisés avec les équerres recommandées par le fabricant, à savoir la référence E6/2,5 de Simpson Strong-Tie, et fixées avec des pointes crantées 4,2 x 60 mm.

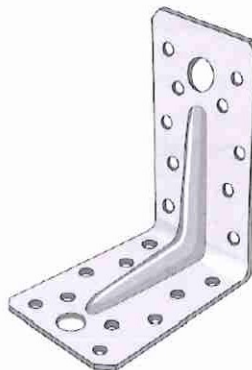


Figure 1 : Equerre E6/2,5 (extrait du catalogue Simpson)

Le schéma de pose des ancrages est donné ci-après.

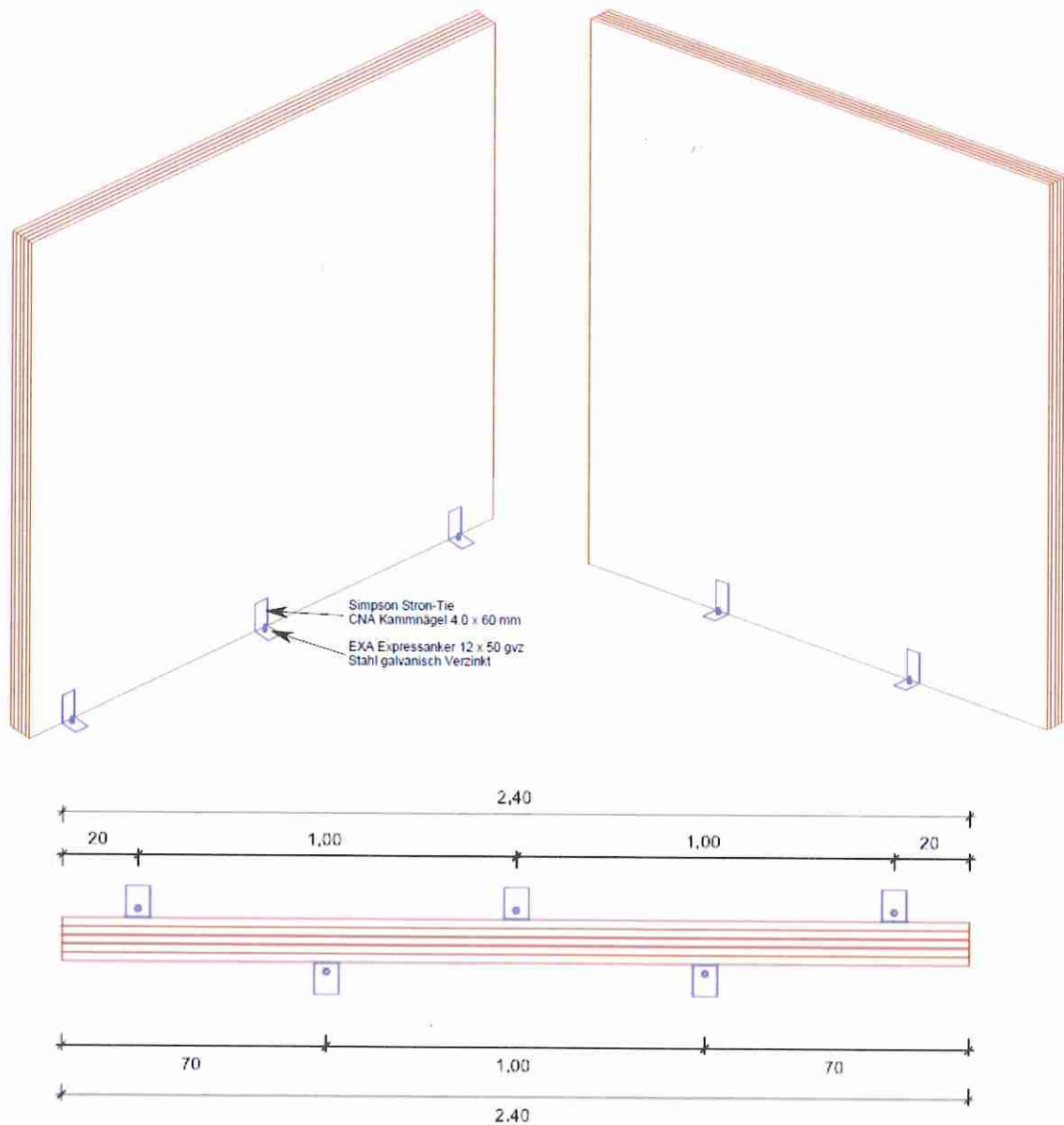


Figure 2 : schéma de pose des équerres d'ancrage

3.2.1 Essai en chargement monotone

Un essai en chargement monotone a été réalisé selon la norme EN 594.

La courbe d'essai ci-après représente le déplacement horizontal relatif, noté v , entre la base du panneau et le haut du panneau (capteur A – capteur B). Ce déplacement intègre donc la rotation du panneau par soulèvement (traction des ancrages) mais n'intègre pas le glissement horizontal des ancrages.

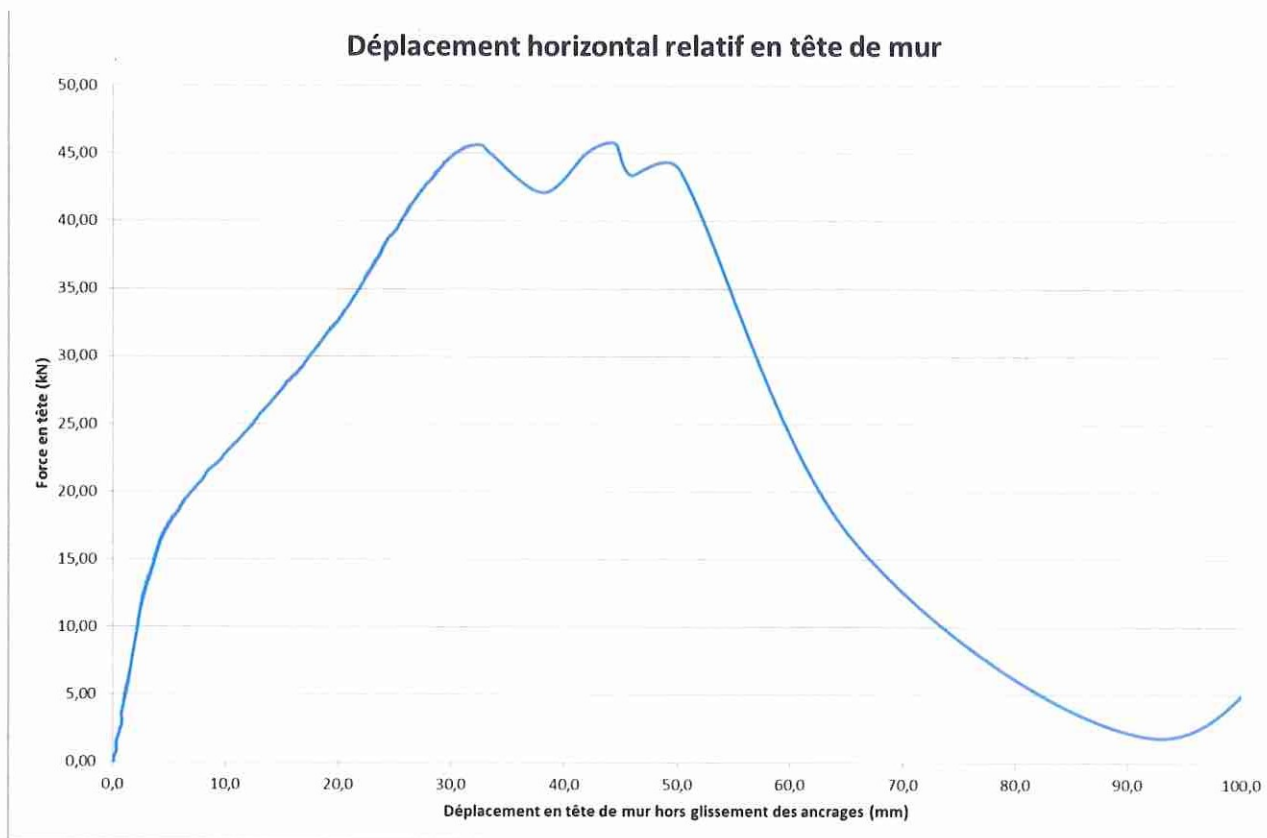


Figure 3 : Déplacement relatif en tête de mur (A-B)

La courbe d'essai ci-après représente le déplacement horizontal total en tête du panneau (capteur A). Ce déplacement intègre donc la rotation du panneau par soulèvement (traction des ancrages) et le glissement horizontal des ancrages.

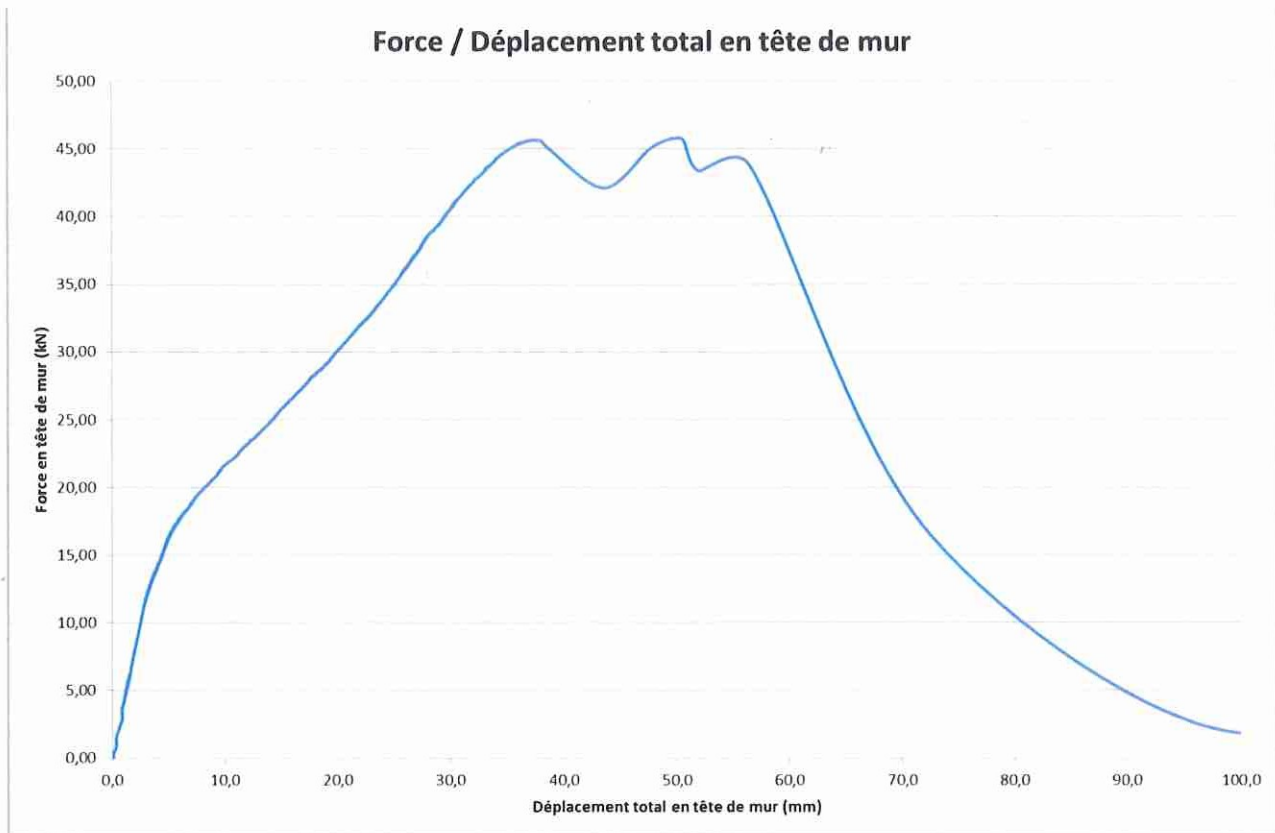


Figure 4 : Déplacement total en tête de mur (capteur A)

Contrairement à un mur à ossature bois classique, dans le cas des panneaux contrecollés, la ductilité est essentiellement amenée par les ancrages et les fixations du panneau. Nous faisons donc le choix d'exploiter cette courbe pour notre analyse.

Cette courbe permet de déterminer le glissement limite élastique :

Déplacement limite élastique : $V_Y = 6 \text{ mm}$

Le mode de rupture du panneau est piloté par la rupture de l'ancrage d'extrémité en soulèvement. Cette rupture est retenue comme étant la résistance ultime du panneau, soit :

**Résistance ultime : $F_u = 45,8 \text{ kN}$
 Déplacement : $V_u = 38,9 \text{ mm}$**

Des données d'essai, on peut également extraire deux éléments importants pour l'analyse du comportement du mur : le glissement horizontal des ancrages et la déformation en cisaillement du mur (mise en parallélogramme).

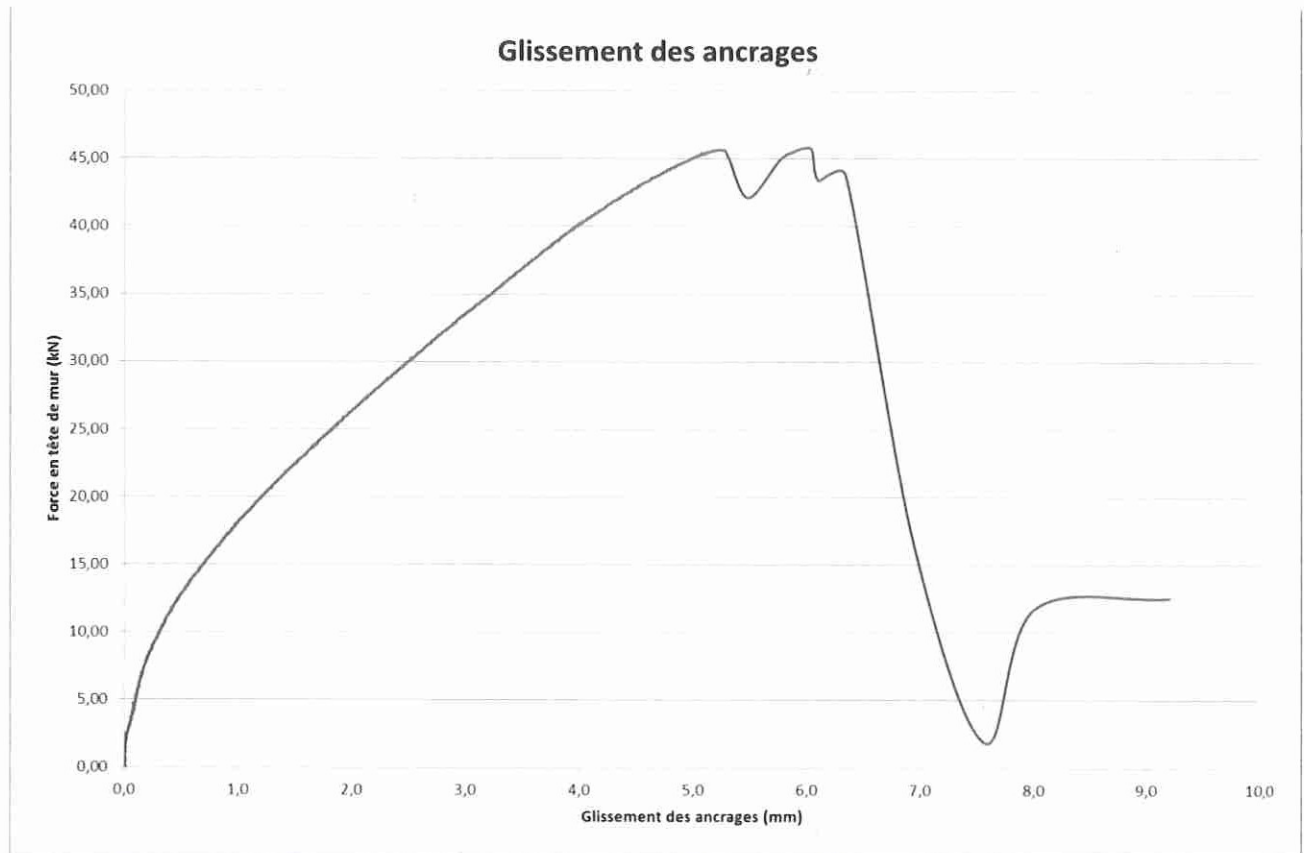


Figure 5 : Glissement des ancrages

On peut constater qu'à la rupture (33,5 kN), le glissement des ancrages est de l'ordre de 5 mm.

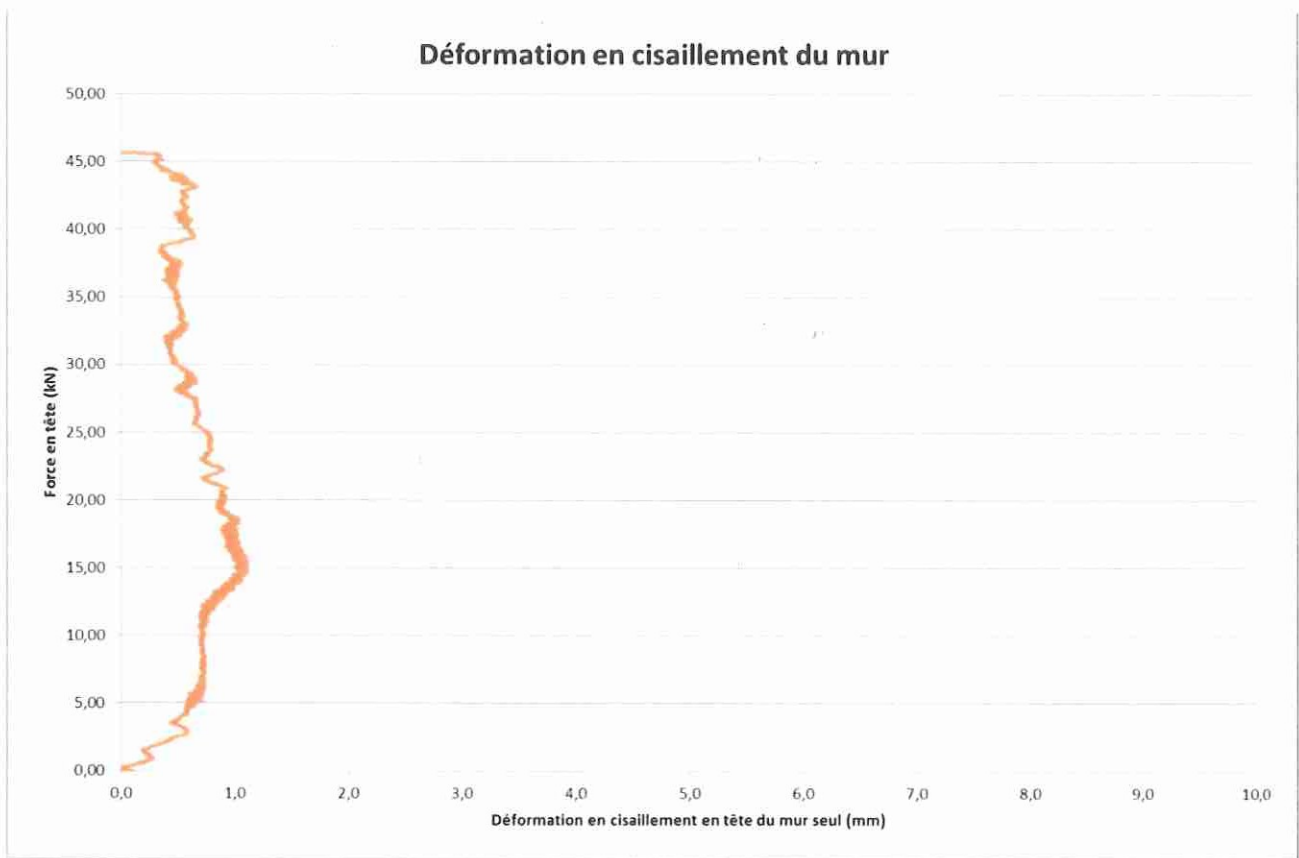


Figure 6 : Glissement en cisaillement de voile du panneau

On observe, comme attendu, une déformation en cisaillement du panneau quasi nulle puisque de l'ordre de 1 mm sur 39 mm de déplacement total en tête.

La détermination de la ductilité statique D_S obtenue lors de l'essai monotone conduit à :

$$D_S = 6,5$$

Sur la base des critères usuels et repris dans l'EN 1998-1, l'affectation des classes de ductilité est :

- Classe de ductilité Limitée (DCL) pour $D_S < 4$
- Classe de ductilité Modérée (DCM) pour $4 < D_S < 6$
- Classe de ductilité Haute (DCH) pour $6 < D_S$

Il est à noter que ceci se base sur un essai monotone quasi-statique en non cyclique. De plus, les courbes montrent que la quasi-totalité de la ductilité est amenée par les ancrages et fixations.

Enfin, il n'a pas été observé d'endommagement du panneau.

3.2.2 Essais cycliques

Les essais cycliques ont été réalisés selon la norme ISO 21581.

403-13-347-367-1-2

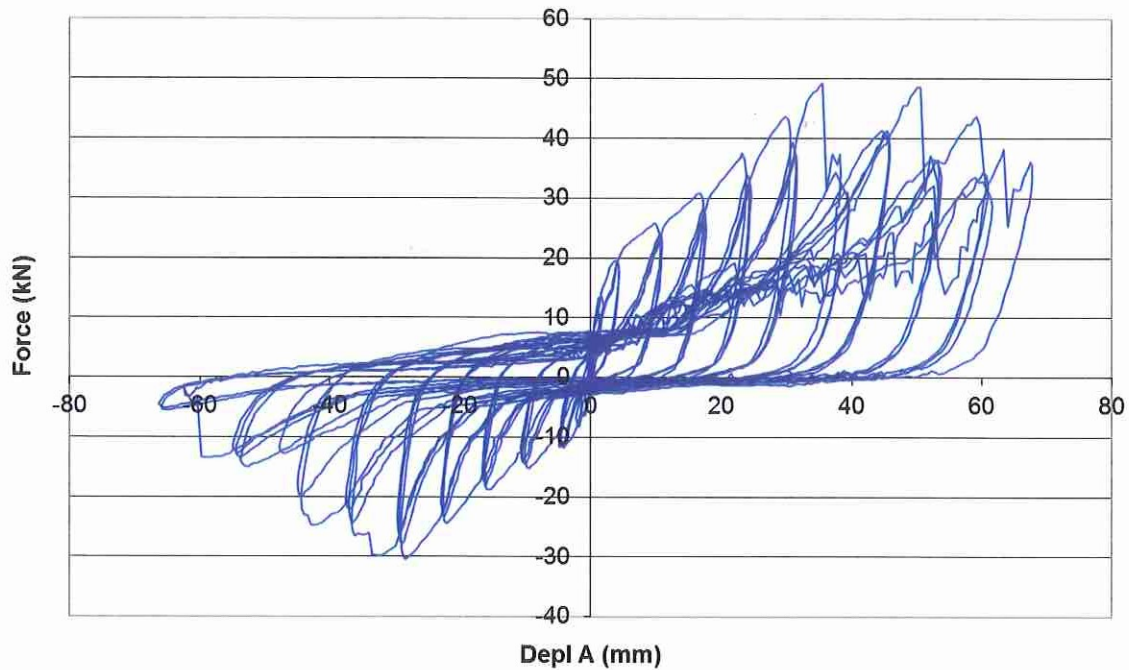


Figure 7 : Essai cyclique 1

403-13-347-367-1-3

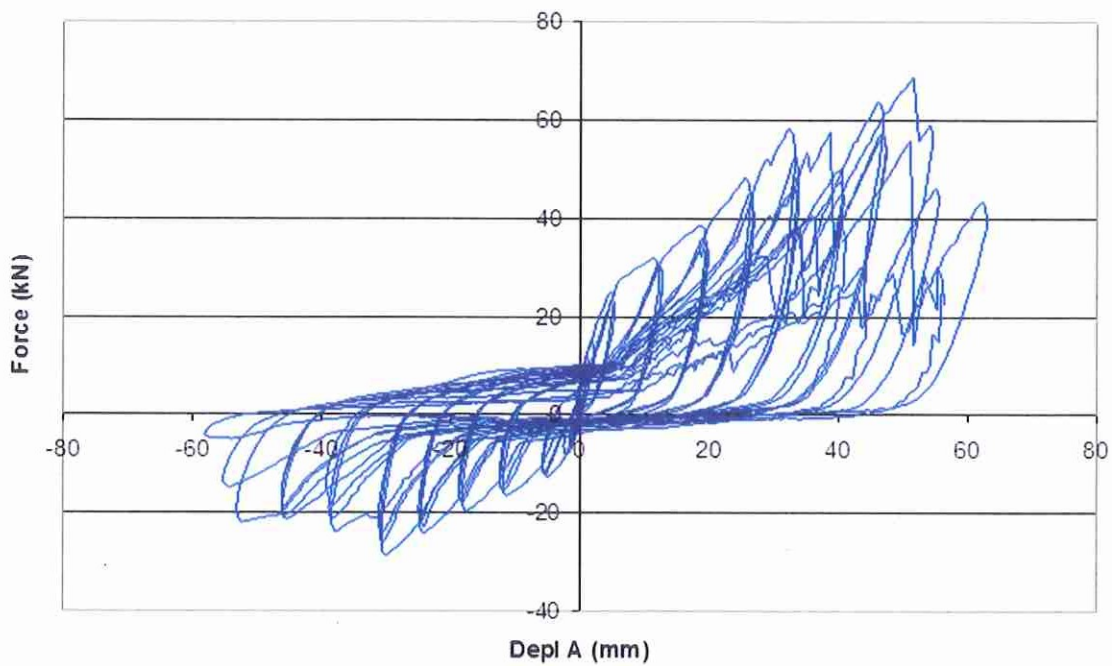


Figure 8 : Essai cyclique 2

Conformément aux exigences de l'EN 1998-1 (chapitre 8), la classe de ductilité peut être évaluée à partir des courbes d'essais cycliques. Pour que les valeurs données du coefficient de comportement puissent être utilisées, les zones dissipatives doivent pouvoir subir une déformation plastique sous au moins trois cycles complets avec inversion de sens, accomplis avec un rapport de ductilité statique de 4 pour les structures de la classe de ductilité M et de 6 pour les structures de la classe de ductilité H, sans que la réduction de leur résistance ne dépasse 20 %.

L'analyse des courbes d'essais montre que la perte de résistance reste inférieure à 20% sur trois cycles complets pour des déplacements limités à :

- 30 mm pour l'essai 1
- 46 mm pour l'essai 2

Soit une ductilité statique de :

- $D_s = 5$ pour l'essai 1
- $D_s = 7,5$ pour l'essai 2

Pour cette configuration d'ancrages, il peut donc être retenue la **classe de ductilité moyenne M**.

3.3 Essais avec ancrage par équerres AH 29050/2 et AG 922

Les essais ont été réalisés sur des panneaux EGO 100 mm 3 plis. Les ancrages ont été réalisés avec les équerres recommandées par le fabricant, à savoir les références AH 29050/2 et AG 922 de Simpson Strong-Tie, et fixées avec des pointes crantées 4,2 x 60 mm.

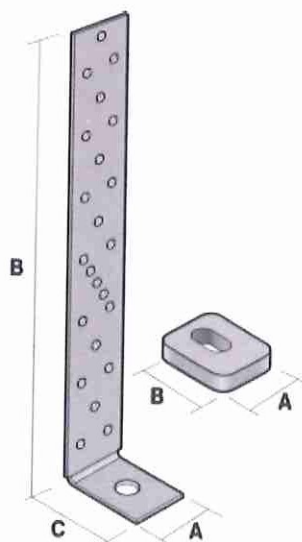


Figure 9 : Equerre type AH (extrait du catalogue Simpson)

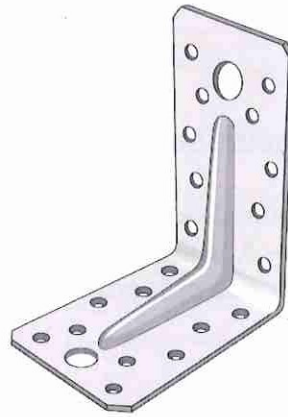


Figure 10 : Equerre type AG (extrait du catalogue Simpson)

Le schéma de pose des ancrages est donné ci-après.

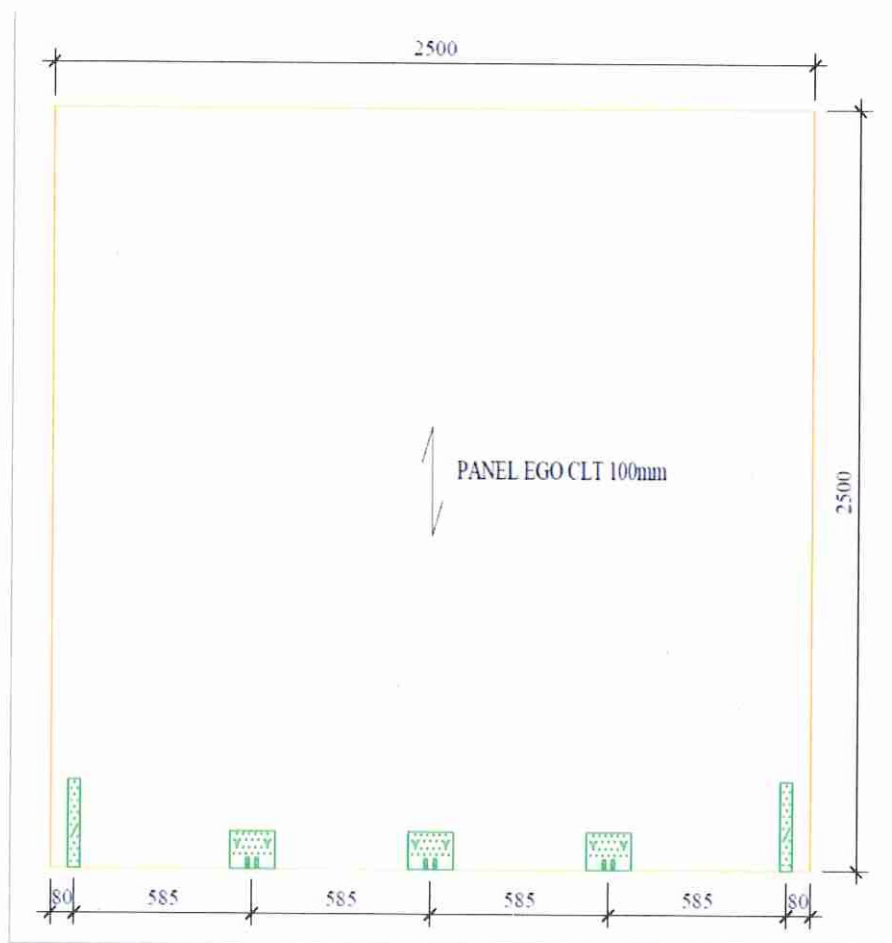


Figure 11 : schéma de pose des équerres d'ancrage

3.3.1 Essai en chargement monotone

Un essai en chargement monotone a été réalisé selon la norme EN 594.

La courbe d'essai ci-après représente le déplacement horizontal relatif, noté v , entre la base du panneau et le haut du panneau (capteur A – capteur B). Ce déplacement intègre donc la rotation du panneau par soulèvement (traction des ancrages) mais n'intègre pas le glissement horizontal des ancrages.

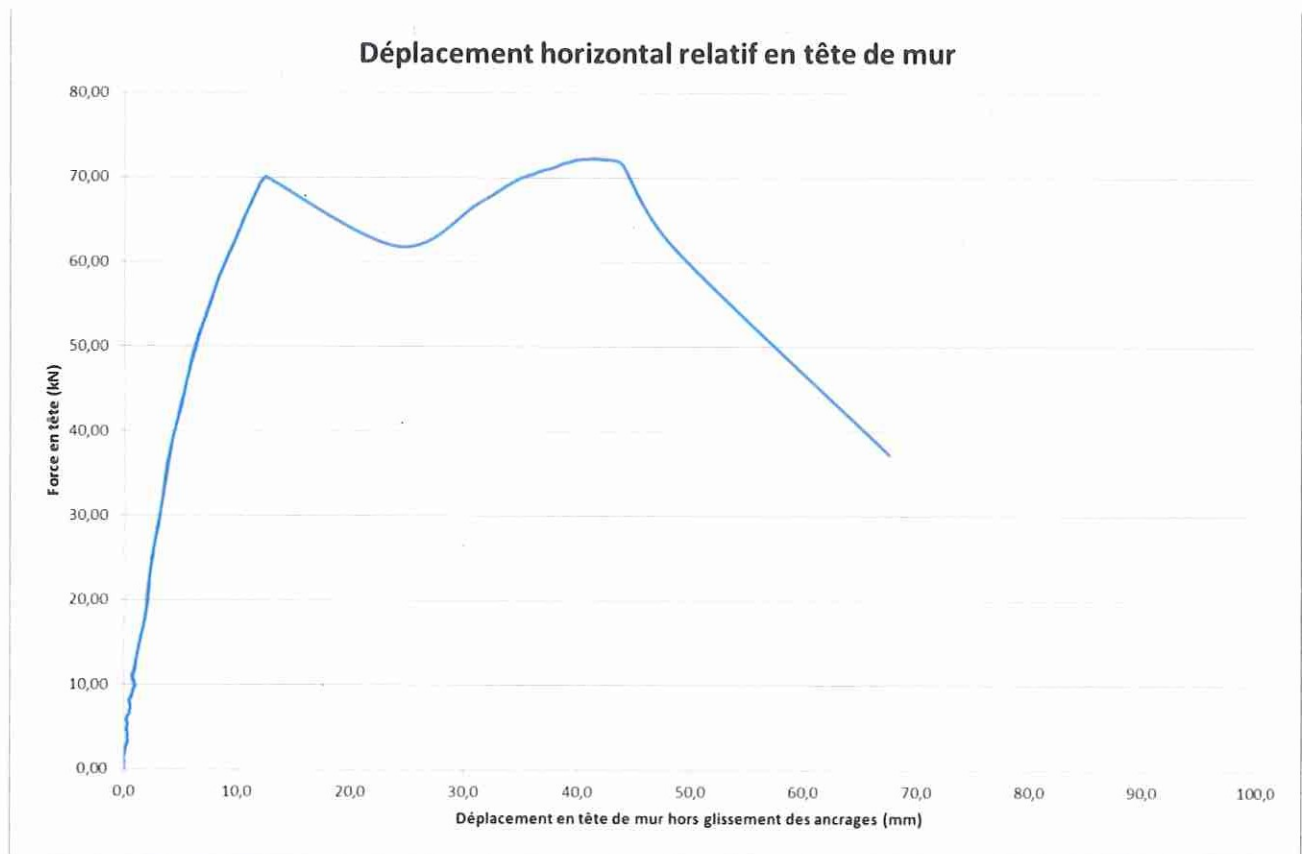


Figure 12 : Déplacement relatif en tête de mur (A-B)

La courbe d'essai ci-après représente le déplacement horizontal total en tête du panneau (capteur A). Ce déplacement intègre donc la rotation du panneau par soulèvement (traction des ancrages) et le glissement horizontal des ancrages.

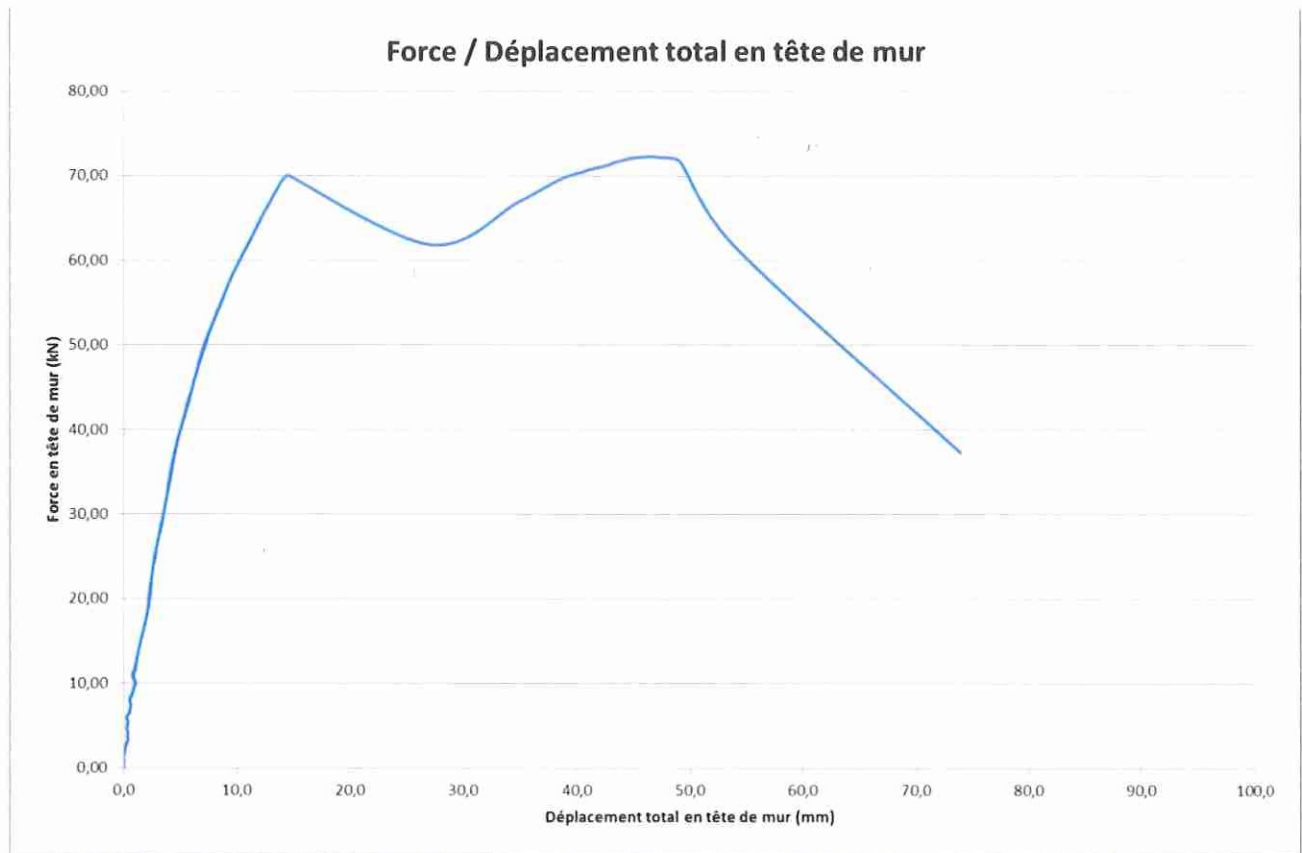


Figure 13 : Déplacement total en tête de mur (capteur A)

On note cette fois des déplacements beaucoup plus faibles et un niveau d'effort supérieur. Ceci est dû à des performances plus élevées de ce principe d'ancrage, à la fois en terme de raideur et en terme de résistance.

Le mode de rupture du panneau est piloté par la rupture de l'ancrage d'extrémité en soulèvement. Jusqu'à la rupture (70 kN), on observe un comportement quasi-élastique linéaire. De fait, il est difficile d'estimer le déplacement limite élastique. On peut cependant le situer à :

Déplacement limite élastique : $V_y = 4 \text{ mm}$

La rupture est retenue comme étant la résistance ultime du panneau, soit :

Résistance ultime : $F_u = 70 \text{ kN}$

Déplacement : $V_u = 14,5 \text{ mm}$

Des données d'essai, on peut également extraire deux éléments importants pour l'analyse du comportement du mur : le glissement horizontal des ancrages et la déformation en cisaillement du mur (mise en parallélogramme).

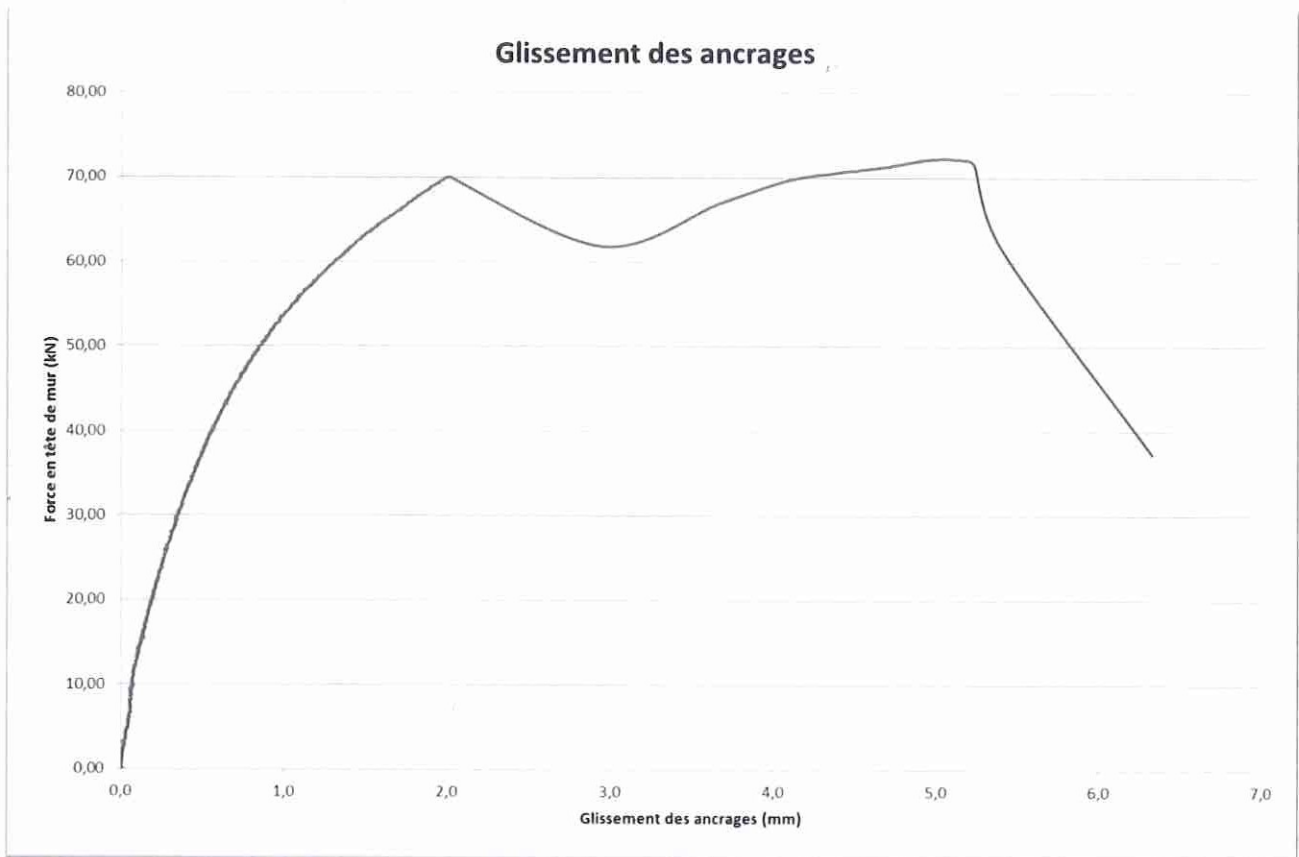


Figure 14 : Glissement des ancrages

On peut constater qu'à la rupture (70 kN), le glissement des ancrages est de l'ordre de 2 mm.

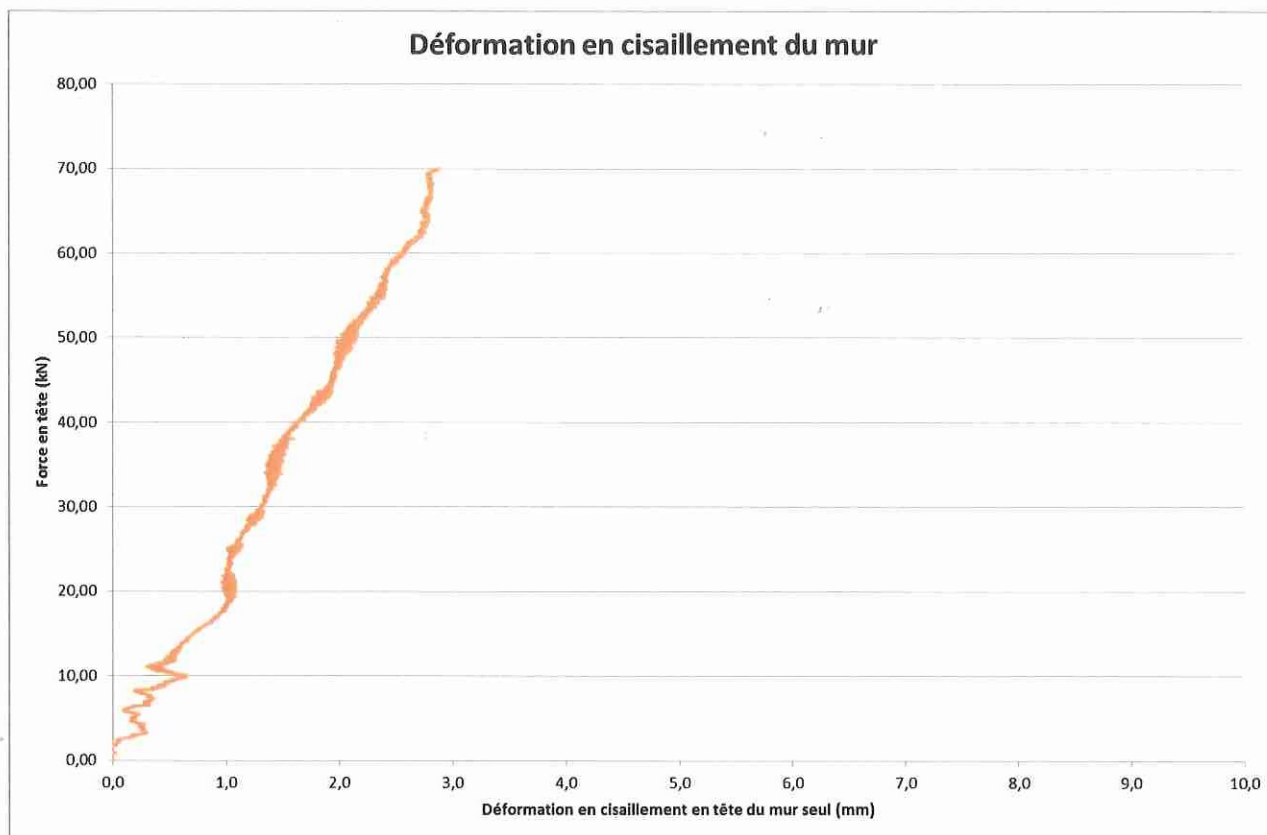


Figure 15 : Glissement en cisaillement de voile du panneau

On observe une très faible déformation en cisaillement du panneau de l'ordre de 3 mm sur 14,5 mm de déplacement total en tête.

La détermination de la ductilité statique D_S obtenue lors de l'essai monotone conduit à :

$$D_S = 3,6$$

Sur la base des critères usuels et repris dans l'EN 1998-1, l'affectation des classes de ductilité est :

- Classe de ductilité Limitée (DCL) pour $D_S < 4$
- Classe de ductilité Modérée (DCM) pour $4 < D_S < 6$
- Classe de ductilité Haute (DCH) pour $6 < D_S$

Il est à noter que ceci se base sur un essai monotone quasi-statique en non cyclique. De plus, les courbes montrent que la quasi-totalité de la ductilité est amenée par les ancrages et fixations.

Enfin, il n'a pas été observé d'endommagement du panneau.

3.3.2 Essais cycliques

Les essais cycliques ont été réalisés selon la norme ISO 21581.

403-13-347-367-2-2

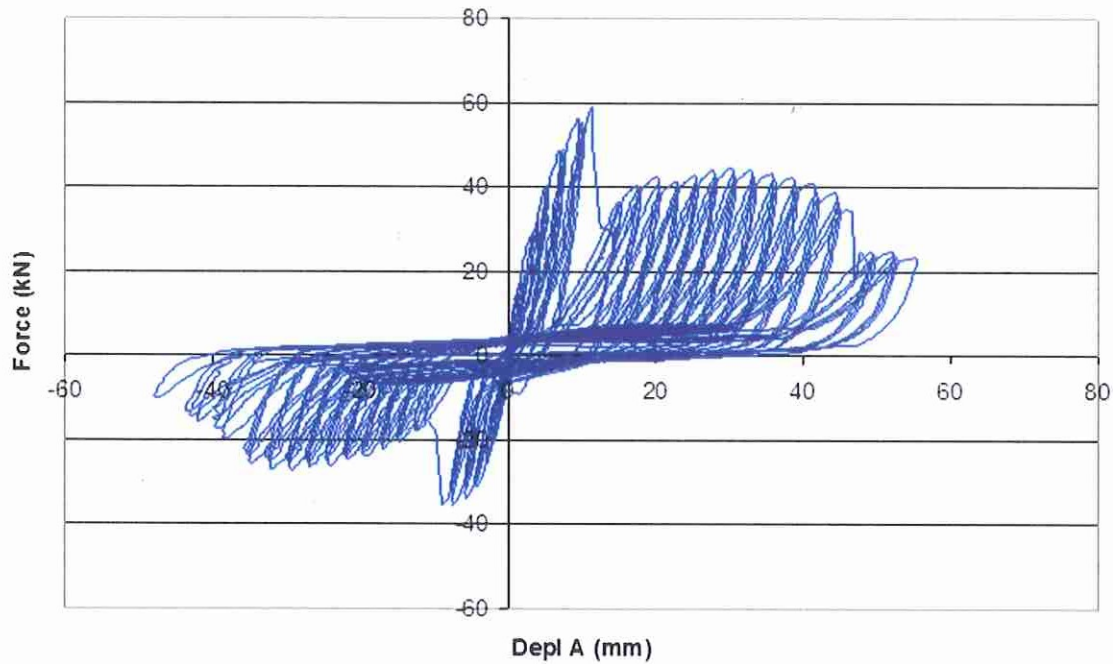


Figure 16 : Essai cyclique 1

403-13-347-367-2-3

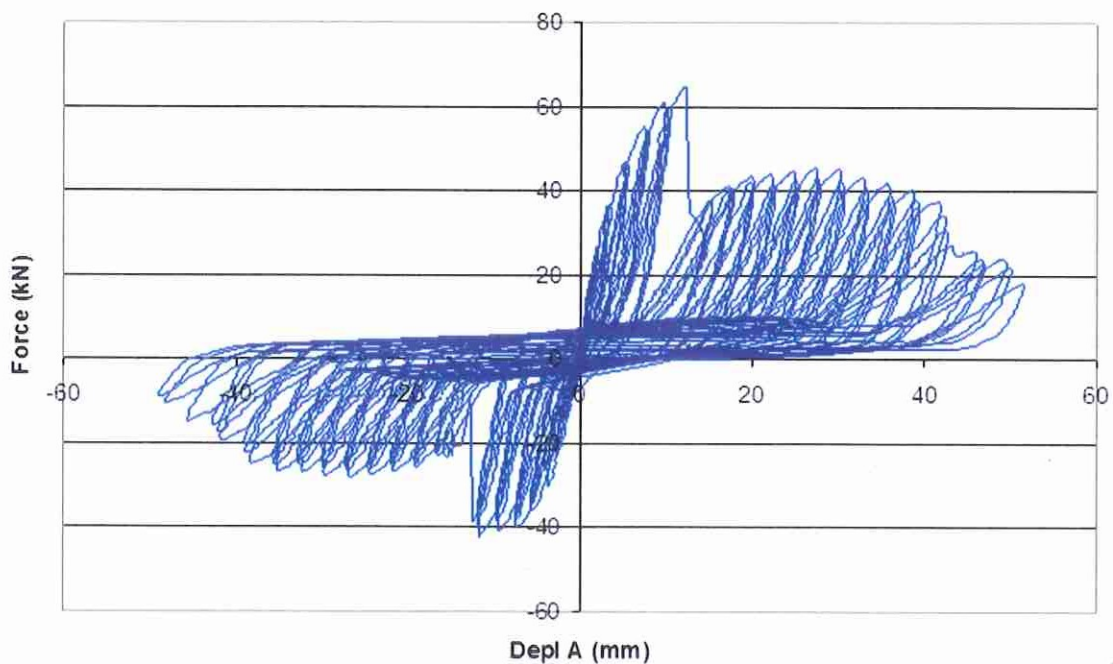


Figure 17 : Essai cyclique 2

L'analyse des courbes d'essais montre que la perte de résistance reste inférieure à 20% sur trois cycles complets pour des déplacements limités à :

- 10 mm pour l'essai 1
- 10 mm pour l'essai 2

Soit une ductilité statique de :

- $D_s = 2,5$ pour l'essai 1
- $D_s = 2,5$ pour l'essai 2

Pour cette configuration d'ancrages, il peut donc être retenue la **classe de ductilité limitée L**.

4. CONCLUSION ET AVIS

Sur la base des critères de l'EN 1998-1, la classe de ductilité devra être limitée à la **Classe de ductilité Moyenne (DCM)**.

Il n'a pas été observé d'endommagement des panneaux BSP qui conserve un comportement élastique linéaire. **Toute la ductilité du système est fournie par les ancrages et les fixations.**

Le principe de dimensionnement en capacité est respecté (sur-résistance du panneau BSP par rapport aux zones critiques constituées par les ancrages).

En général, plus la ductilité est élevée, meilleure sera la capacité du mur à dissiper de l'énergie en situation de séisme.

Cependant, il n'est pas nécessaire de rechercher de ductilité à tout prix. Pour ce type de composants, plus de ductilité signifierait d'utiliser des ancrages très ductiles et dont la résistance pourrait ne plus être justifiée vis-à-vis des efforts à reprendre.

En conclusion, ces composants sont utilisables en zone sismique. S'ils sont dimensionnés selon le principe de structures dissipatives conformément au chapitre 8 de l'EN 1998-1, nous recommandons de retenir les hypothèses suivantes :

- La classe de ductilité moyenne DCM
- Le coefficient de comportement q limité à 2

Pour FCBA

Laurent Le Magorou



Ingénieur Construction Bois

Serge LE NEVE



Responsable CIAT