

ESSAIS GRANDEUR NATURE de STRUCTURES BOIS

ISSUES DES GUIDES



Règles de conception et de réalisation des maisons individuelles
et bâtiments assimilés, en France, selon
la norme NF EN 1998-1:2005.

Règles pour la zone de sismicité 5,
dites « CPMI-EC8/Z5 »

avec les PARTENAIRES :



Art et Tradition Métallerie 2000

Préambule :

Ce projet s'inscrit dans le cadre du plan séisme, de la relance de la filière bois aux Antilles et du développement durable par le biais de 4 actions :

- mise en route et présentation du « *Guide de construction parasismique et paracyclonique de maisons individuelles à structure en bois aux Antilles aux acteurs locaux* » : document rédigé par des acteurs locaux Martiniquais et Guadeloupéens au sein de l'AFPS, association française du génie parasismique, avec les spécialistes de la construction en bois de métropole. Ce guide permet de concevoir et réaliser des maisons en bois aux Antilles sur la base des exigences réglementaires Eurocodes en prenant en compte les actions sismique et cyclonique,
- effectuer des essais à l'échelle 1 sur des ossatures de stabilité en bois et montrer l'efficacité du bois en matière de construction parasismique, (cf. annexe technique)
- formation et information sur les risques sismiques et la construction parasismique en bois à destination des lycéens de la filière bois et les artisans/charpentiers bois. (Conférences)
- mise en relation du secteur professionnel et du secteur éducatif (lycées professionnels) à travers des échanges techniques et une collaboration inédite sur un projet d'essais.

Objectif :

A partir du calcul de dimensionnement effectué selon les règles de calcul Eurocodes NF EN 1991-1-4, NF EN1995-1-1, NF EN 1998-1 et leurs annexes nationales, dans le *Guide de construction parasismique et paracyclonique de maisons individuelles à structure en bois aux Antilles*, et le *guide CPMI-EC8/Z5* il s'agit de valider le dimensionnement sous sollicitations sismiques et statiques des éléments de contreventement utilisés dans ce guide par des essais réels sur maquette au format 1.

Echéance : Essais prévus pour **17 au 26 janvier 2013 (Semaine 3 et 4)**

Lieu de déroulement des essais :

Les essais se dérouleront **au lycée professionnel du Lamentin (Guadeloupe)**

Logistique/ Panneaux bois testés :

7 unités de contreventement et 1 unité de réaction (Hypothèse :classe de service 2)

- 1 panneau triangulé PST 2 (1,00m) bois C24 double ; diagonales 3,5x15 cm²
- 1 panneau triangulé PST 1 (1,20m) bois C24 double ; diagonales 2,2x19 cm²
- 1 panneau triangulé PST4 (1,40m) : diagonale 10x10 cm²
- 1 panneau voiles travaillants : VT-CPe100 :CP T111 ep12mm/ pointe 3,1mm esp=100mm
- 1 panneau voiles travaillants : VT-OSBe100 :OSB ep15mm/ pointe 2,8 mm esp=100mm
- 1 panneau triangulé en K diagonale 10x10cm²
- 1 panneau triangulé PST4 (1,40m) bois rouge (Courbaril ?): diagonale 10x10cm²
- 1 unité de réaction panneau triangulé PST4 (1,40m) bois rouge (Courbaril ?): diagonale 12x12cm²

La définition des types de panneaux est celle des guides *Guide de construction parasismique et paracyclonique de maisons individuelles à structure en bois aux Antilles* (dénommé ci après Guide Bois Antilles) et le *guide CPMI-EC8/Z5*

Partenaires techniques et financiers:

Anco / Antilles Contrôles (Bureau de contrôle)	Polytech / CUST Clermont Ferrand	DGIC (bureau d'étude béton armé)
Lycée professionnel « filière bois » Paul Lacavé Capesterre B-Eau	Lycée professionnel Juminer « serrurerie béton » Lamentin	Lycée G Nicolo Basse Terre
Rectorat Guadeloupe		S3CB (bureau d'étude bois et charpentier)
G3C (bureau d'étude bois et charpentier)	CBI97 (bureau d'étude bois)	CIRB (bureau d'étude bois et charpentier)
Art et Tradition (charpentier artisan JP Tauliaut)	Simpson Strong Tie	Piveteau Vivre en bois
BIG (bureau d'étude béton armé)	Transbéton	Biométal
SOPIMAT		Métallerie 2000

Synthèse des actions

Qui	Représentant	Quoi
Polytech / CUST	M Fournely M Lamadon M Loubière	Direction logistique des essais, Instrumentation, traitement des données
Anco	M Quistin	Direction technique et logistique des essais
DGIC	M Donteveux	Aide à la logistique des essais
S3CB	M Cador	-Vérification par le calcul numérique -Aide aux essais -réalisation des plans de montage des panneaux
BIG	M Cerival	Réalisation des plans ba et serrurerie
CBI	M Chassava	réalisation du quantitatif et débit des panneaux
Artisan charpentier, G3C, CIRB, Art et Tradition, S3CB	M JP Tauliaut M L Cador M Conord M L Chassava M Kaucsar	Réalisation des panneaux de contreventement bois conformément aux guides
Piveteau	M Littot	Fourniture du bois au lycée P Lacavé
G3C	M Brehat	Fourniture des fixations, des éléments de quincaillerie
Sopimat	M Grout	Fourniture des profils de serrurerie
Métallerie 2000	M Toto	Réalisation des supports métalliques
Simpson strong Tie	M Guerin	Fourniture des assembleurs, chevilles et ancrage
Lycées professionnels Guadeloupe	Rectorat et chefs de travaux M Biabiany M Bicep M Alphe M Fonvielle M Bestori	*Aide à la réalisation des panneaux de contreventement *Aide à la réalisation des longrines et fondations béton armé *Aide à réalisation des supports métalliques *aide à la mise en place de l'instrumentation *Estimation du coût d'une maison « guide bois »

Essais :

Il est prévu un partenariat avec les lycées techniques et professionnels de Guadeloupe de la filière technique bois (charpentier , menuisier):

- Lycée professionnel P Lacavé de Capesterre Belle Eau
- lycée professionnel Juminer du Lamentin
- lycée G Nicolo de Basse Terre (BTS)

Ces lycées participent de façon effective à ces travaux :

- réalisation des panneaux de contreventement bois (4 unités)
- réalisation des longrines/semelles ba (2 unités)
- réalisation des supports métalliques

L'encadrement et la logistique sont assurés par les professionnels, les lycéens et leurs enseignants aident activement à toute la mise en place :

- (4+4) unités CVT bois sont réalisées par des artisans, entreprises dans leur atelier respectif
- 4 unités sont réalisées dans le hall du lycée professionnel de Capesterre Be par les lycéens encadrés de leurs profs et des artisans ; ce qui permettra une transmission de savoir faire école-professionnels
- le principe est la réalisation des unités de CVt confectionnées au lycée en double (chez les professionnels)
- les 2 longrines sont réalisées dans le hall du lycée professionnel du Lamentin par les lycéens encadrés de leurs profs et d'un artisan; ce qui permettra une transmission de savoir faire école-professionnels
- les supports métalliques sont réalisés dans le hall du lycée du Lamentin ou Moule par les lycéens encadrés de leurs profs et par l'entreprise métallerie 2000
- les essais sur maquettes se déroulent dans le Hall du lycée du Lamentin
- les plans de montage sont réalisés par S3CB et CBI
- l'instrumentation des unités de panneaux, les essais seront chapotés, encadrés et assurés par l'équipe de Polytech,
- la mise en place des unités, la préparation des essais sont assurées par les lycéens encadrés par artisans, Polytech et les profs
- le contrôle et vérification du respect des préconisations du guide bois seront assurés par Anco, DGIC, Polytech qui ont participé à la rédaction de ces guides
- Le dépouillement des résultats sera assuré par l'équipe de Polytech, Anco

Contexte : Proposition d'essais sur structure de contreventement pour maisons en bois aux Antilles.

Depuis plusieurs années, un important travail a été réalisé pour mieux connaître le comportement des maisons en bois traditionnelles des Antilles. Le séisme et le cyclone ont été considérés dans ces études, séparément,. Ces travaux sont destinés aux différents professionnels de la construction en bois, fournisseurs de matériaux, concepteurs, bureaux d'études quand ils sont sollicités, charpentiers, contrôleurs... Ils ont été rédigés avec le référentiel des Eurocodes. La présente étude est destinée à tester des configurations proposées dans le *Guide de construction parasismique et paracyclonique de maisons individuelles à structure en bois aux Antilles (dénommé ci après Guide Bois Antilles)* et le *guide CPMI-EC8/Z5* et à montrer leur pertinence.

Les essais sont conçus pour être le plus représentatif possible de la réalité :

- ✓ réalisation des contreventements par des charpentiers,
- ✓ réalisation des longrines par des maçons,
- ✓ utilisation de chevilles du marché en configuration réelle (les chevilles devront posséder un avis ou agrément technique pour les zones sismiques),

La figure 1 présente la configuration d'essais de ces contreventements. La réalisation des essais nécessite un espace plan sur lequel sera coulé (ou installé successivement) les deux longrines BA. La longueur de ces longrines permet de réaliser successivement l'ancrage de plusieurs unités de contreventement. Les efforts horizontaux sont appliqués par le biais d'un vérin hydraulique. Ce vérin est piloté manuellement pour appliquer des efforts de compression répétés ; des sollicitations alternées ne sont pas envisagées dans le cadre de cette campagne (l'alternance des efforts sismiques est couverte par la présence de plusieurs unités de contreventement par file et par l'essai de palées avec implantation opposées). De plus un essai de lâché dynamique à faible déplacement initial donne des informations sur le comportement alterné de ces unités de contreventement. Le « mur de réaction » est lui-même constitué d'une unité de contreventement dimensionnée pour un effort horizontal plus important. Ce mur de réaction est lui-même instrumenté et fait partie de la campagne d'essais.

Les instrumentations intègrent :

- la mesure de l'effort injecté par le vérin (capteur force de 50kN HBM),
- la mesure de l'effort aux ancrages tendus (anneau métallique instrumenté de 20 ou 50kN),

- la mesure des déplacements horizontaux en tête et en pied des unités de contreventement (capteurs LVDT de 50 à 200 mm de course),
- la mesure des déplacements relatifs des écharpes par rapport au cadre (LVDT de 50 mm de course),
- la mesure des déplacements verticaux au droit des ancrages tendus (LVDT de 50 mm de course),
- la mesure des déplacements relatifs horizontaux au droit des ancrages d'effort tranchant,
- la mesure de la rotation de la traverse supérieure et d'un montant de l'unité de contreventement (2 inclinomètres),
- la mesure de la réponse en accélération des unités de contreventement (accéléromètres)

Les déplacements relatifs, les rotations et les forces sont mesurées directement sur les éléments testés. Les déplacements absolus nécessitent la présence de supports indépendants. La stabilité latérale des éléments testés et celle du système de chargement impose la réalisation d'un système de maintien ou de guidage des contreventements. Le guidage pourrait être réalisé par des unités de contreventement implantées perpendiculairement au plan d'essais, mais pour des raisons de limitation du nombre d'unités de contreventement à réaliser et de simplification de la (des) longrine(s) d'ancrage, la présente proposition s'oriente vers des guides latéraux métalliques.

Les contreventements sont testés seuls, alors qu'en réalité ils sont intégrés au sein d'un ouvrage. Cet ouvrage apportera un effort normal gravitaire qui sera différent suivant le nombre de niveaux et l'orientation de l'unité de contreventement par rapport au sens de portée de la charpente ou du plancher. Afin de se placer dans un cas proche de la réalité, des masses additionnelles sont placées sur les corps d'épreuve. Ce sont des gueuses placées sur la traverse via des selles et étriers. Les valeurs des masses « m » (pour la plus faible) et « M » (pour la plus lourde) sont définies à partir des scénarii envisagés dans le guide, avec le choix suivant $M = 600\text{Kg}$, $m = 400\text{ kg}$.

Un « cadre bois plus résistant » est réalisé afin de tester la résistance à l'arrachement des tiges d'ancrage (même hauteur qu'une unité de contreventement, largeur plus faible et résistance du cadre plus élevée).

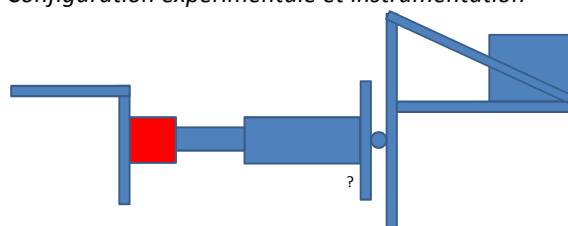
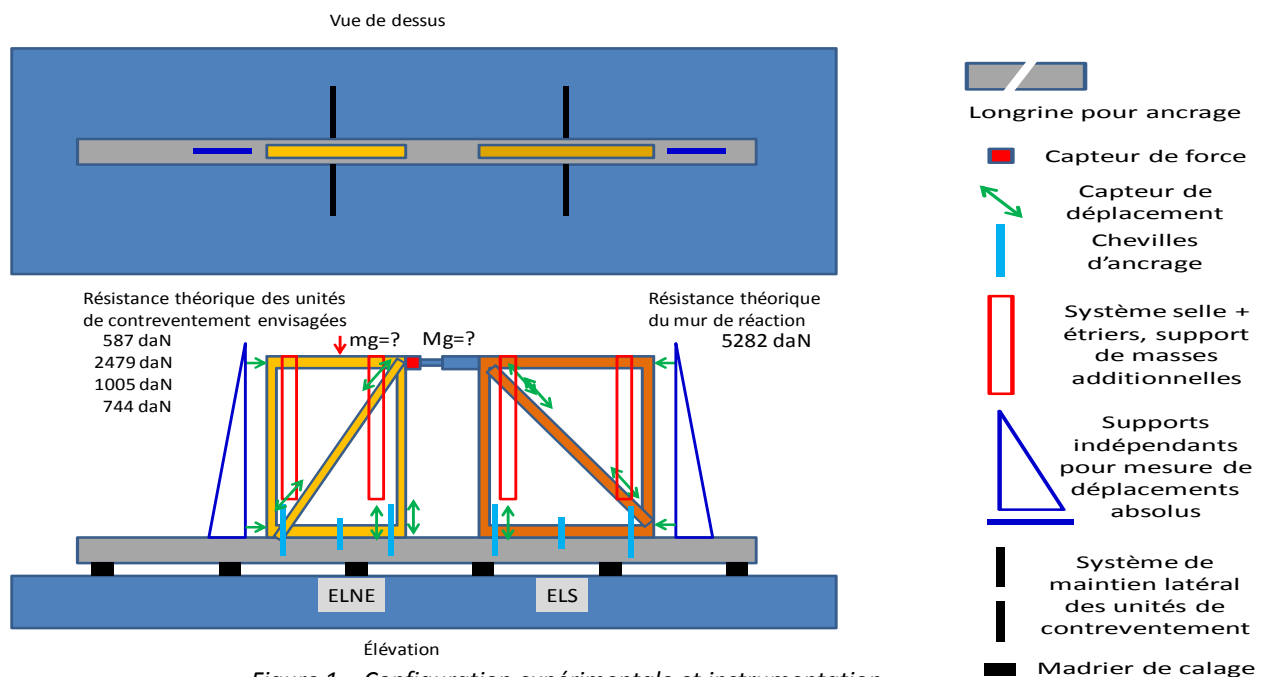


Figure 2 – Détail de l'équipement mise en charge

Le chargement est un chargement quasi statique, il est constitué de séquences cycliques. Chaque séquence est constituée de 3 cycles. L'amplitude des cycles augmente d'une séquence à une autre ; la figure 4 illustre cette histoire de chargement.

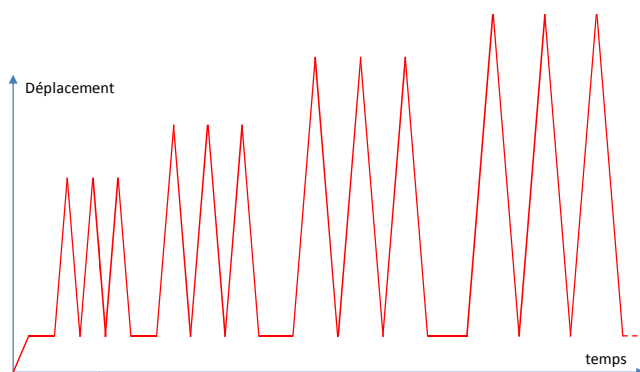


Figure 4 – Histoire de chargement

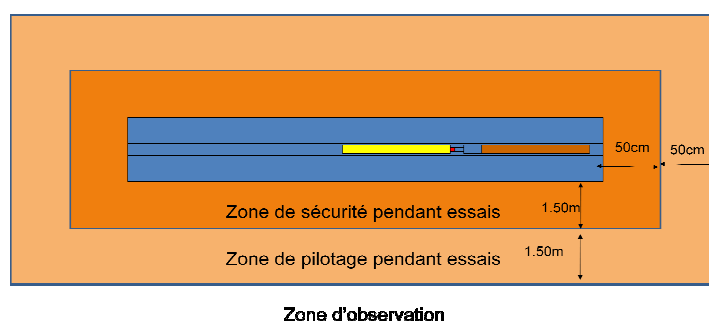


Figure 5– zones de sécurité

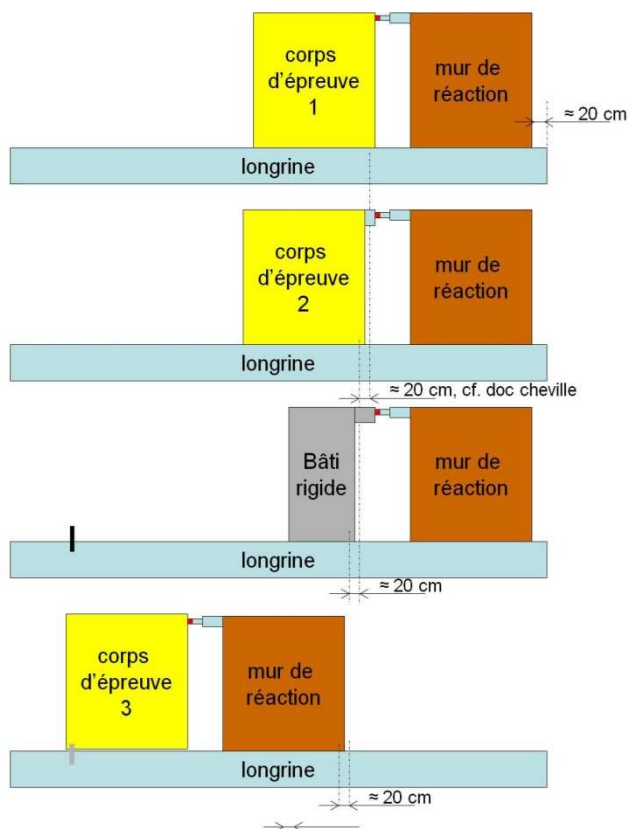
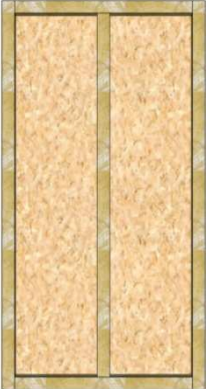
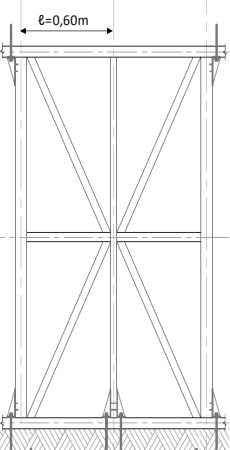


Figure 6–principe de déroulement des essais

Présentation des panneaux testés

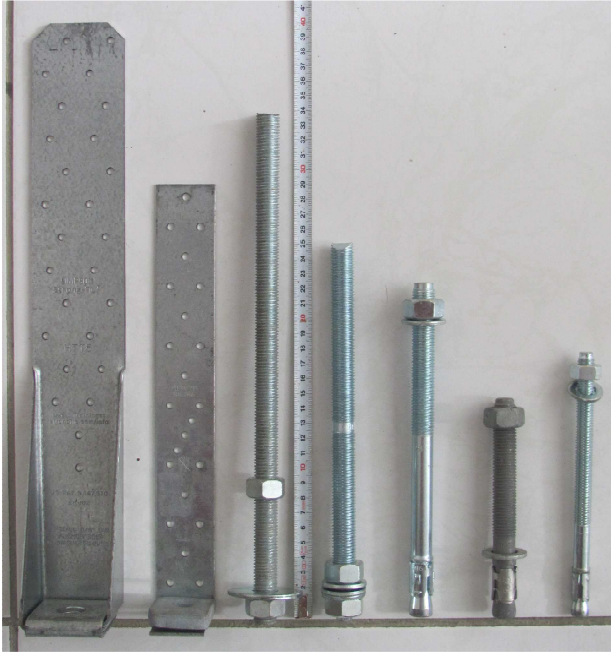
Type de panneau	Illustration guide	Photo réalisation
PST 1 et 2 : Panneau de stabilité triangulé avec écharpe double travaillant en compression		
PST 4 : Panneau de stabilité triangulé avec écharpe simple travaillant en compression : - Bois C24 - Bois Courbaril		
VT : Panneau de stabilité voile travaillant : - OSB3 15mm - CP_ T111 12mm		
PST en K : Panneau de stabilité triangulé avec écharpes en K travaillant en compression et traction		

Présentation des ancrages testés

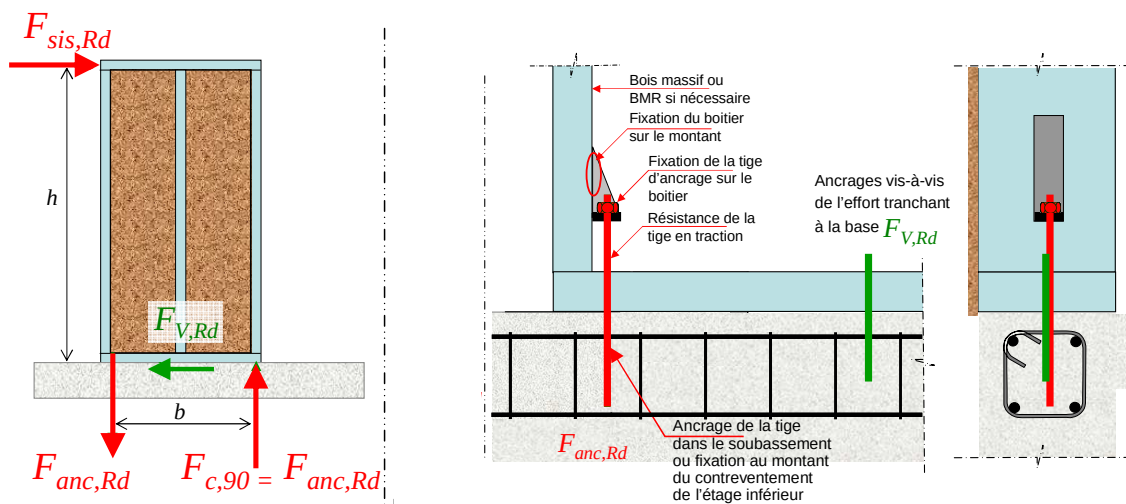
Les éléments d'ancrage qui seront testés jusqu'à la rupture sont les suivants :

- tige filetée du commerce préscellée dans du béton armé
- tige filetée Simpson Strong Tie scellée chimiquement dans du béton armé
- goujon métallique à serrage mécanique Simpson Strong Tie fixé dans du béton armé
- goujon métallique à serrage mécanique du commerce fixé dans du béton armé

Le but de l'essai est de vérifier le comportement et le type de rupture de ces ancrages et non de valider une utilisation en zone sismique qui relève d'un agrément ATE.



Principe de reprise des efforts horizontaux voile travaillant VT

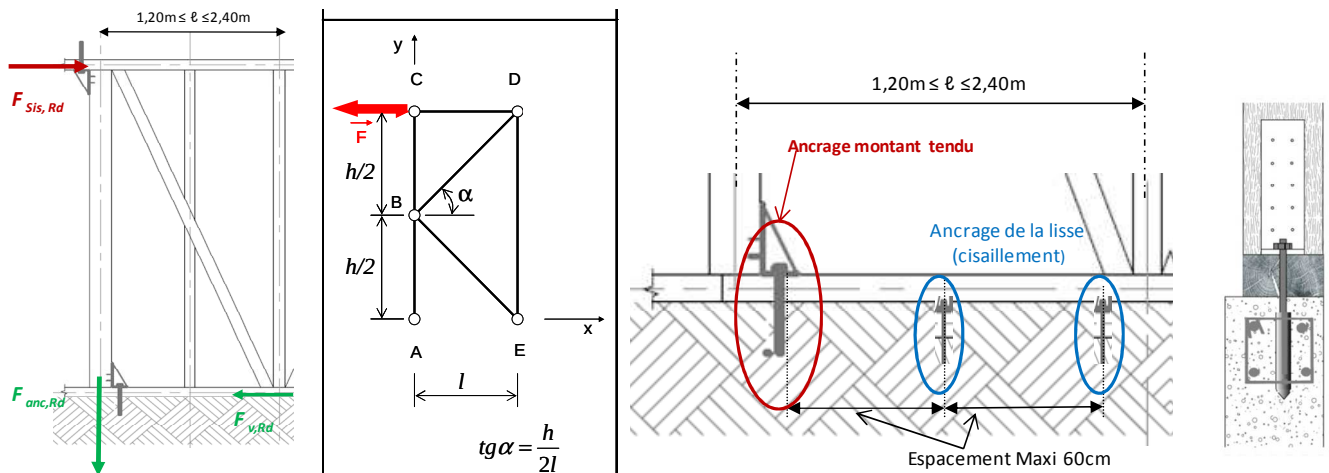


Les voiles travaillant sont des panneaux préfabriqués en usine ou en atelier. Ils sont réalisés par clouage de panneaux (ou plaques) de contreplaqué ou OSB3/4 sur un cadre de bois renforcé. Ils sont insérés dans des réservations de l'ossature courant. Aucune ouverture, percement, ni autre type affaiblissement n'est toléré dans les panneaux des voiles travaillant. Chaque voile travaillant est constitué d'une ou deux plaques, posées en pleine hauteur, conformément aux spécifications de l'EN 13986. Ces plaques sont clouées, de préférence au marteau pneumatique, sur tous les montants (périphériques et intermédiaire) et sur les traverses de l'ossature support qu'elles recouvrent.

Ancrage

Les systèmes d'ancrage, ou les éléments intervenant dans ce système, doivent être adaptés en termes de résistance et rigidité. Il en est de même pour les dispositifs utilisés pour les liaisons d'étage à étage. Le fonctionnement dissipatif de ces murs en ossature bois impose que les ancrages soient plus résistants que le mur lui-même. La résistance d'ancrage des voiles de contreventement est donc basée sur une valeur maximale de la résistance du mur au contreventement.

Principe de reprise des efforts horizontaux palée triangulée PST



Les palées de stabilité triangulées sont des éléments de murs qui assurent le contreventement par la présence, notamment, d'écharpes diagonales constituées de barres en bois, fixées sur une ossature de bois localement renforcée. Une palée de stabilité triangulée est un panneau constitué, notamment, par la présence de deux diagonales continues travaillant essentiellement en compression, croisant les montants intermédiaires et fixées sur des montants d'extrémités renforcés. Les palées de contreventement PST reprennent la charge horizontale mettant en compression uniquement une écharpe selon le sens de l'action du vent ou du séisme. Les diagonales des palées PST travaillent donc en compression. Le maintien en place des diagonales des palées PST et leur stabilisation au flambement sont assurés par les montants intermédiaires.

Ancrage

Les ancrages de la lisse basse dans le béton destinés à reprendre l'effort de glissement sont répartis sur la longueur de la palée de contreventement avec un minimum d'un ancrage tous les 60cm. Les ancrages destinés à reprendre le moment de renversement sont mises en œuvre au droit du montant tendu en extrémité de la palée triangulée. L'ancrage de la palée de stabilité bois à l'infrastructure ou aux fondations doit être effectuée au minimum jusqu'au lit inférieur des chaînages horizontaux sous-jacents. (la longueur de la tige d'ancrage dans béton armé est égale au moins à la hauteur du chaînage ba tête de mur ou massif de fondation)

**Programme : Essais du 17 au 26 janvier 2013 au
Lycée professionnel Juminer du Lamentin**

Jours	Programme /Observations
Jour 1 17 janv 8h30 à 16h00	♦ Jour de préparation, briefing point technique avec lycéens et partenaires ♦ Mise en place préparation pour 1 ^{er} essai Conférences 1 et 2
Jour 2: 18 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux triangulés PST 1 (1,20m) bois C24 double, diagonales 2,2x19 cm² ♦ Dépouillement essais ♦ Préparation essais Jour 3 Conférences 3 et 4
Jour 3: 19 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux triangulés PST 2 (1,00m) bois C24 double ; diagonales 3,5x15 cm² ♦ Dépouillement essais ♦ Préparation essais Jour 4
Jour 4 : 21 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux triangulés PST4 C24: diagonale 12x12 cm² ♦ dépouillement essais ♦ Préparation essais Jour 5
Jour 5 : 22 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux voile travaillant VT-CP_e100mm plaque T111 12mm ; clou 3,1mmx70mm esp 100mm ♦ Dépouillement essais ♦ Préparation essais Jour 6
Jour 6 : 23 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux VT-OSB 15mm plaque OSB3 15mm; clous de 2,8mmx70mm esp 100mm conformément au guide CPMI Z3/Z4 ♦ Dépouillement essais ♦ Essais ancrage jusqu'à rupture ♦ Dépouillement essais ♦ Préparation essais Jour 7
Jour 7 : 24 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux triangulés PST4 (1,40m) bois rouge (Courbaril): diagonale 10x10cm² ♦ Dépouillement essais ♦ Essais ancrage jusqu'à rupture ♦ Préparation essais Jour 8
Jour 8 : 25 janv 8h30 à 16h00	♦ Essais sur panneaux triangulés en K PST4 (1,20m) bois C24: diagonale 8x12cm² ♦ Dépouillement essais ♦ Essais ancrage jusqu'à rupture Conférences 5 et 6
Jour 9 : 26 janv 8h30 à 16h00	♦ ♦ Dépouillement essais ♦ Essais ancrage jusqu'à rupture ♦ Démantèlement

Le public peut assister aux essais qui sont ouverts à tous à partir du lundi 21 janvier 2013

**Conférences : Lycée professionnel Juminer du
Lamentin**

Conférences	Animateur	Date
1	*Présentation des essais *Techniques d'instrumentation et de mesure P Quistin, Anco971 E Fournely, Polytech Clermont Fd M Alphe, Lycée Capesterre Be M Fonvieille, Lycée Lamentin G Loubière, Polytech Clermont Fd	Judi 17 janvier 17h00 18h30
2	Approche semi-probabiliste des eurocodes (valeurs caractéristiques, valeurs de calcul, ELU-ELS, durée de chargement, environnement...) T Lamadon, Bureau Véritas	
3	Présentation générale du génie parasismique E Fournely, Polytech Clermont Fd	Vendredi 18 janvier 17h00 18h30
4	Présentation générale de prise en compte des effets des vents T Lamadon, Bureau Véritas	
5	Utilisation du guide parasismique-paracylonique P Quistin, Anco971 G Donteveux, DGIC	Vendredi 25 janvier 17h00- 18h00
6	Présentation de l'AFPS, de ses chapitres et de ses actions V Phalente	

Les conférences sont accessibles à tout public

Avec le soutien de la Région Guadeloupe

