

É

Équipements de protection

Études et recherches

■ ANNEXE RA-678



**Systeme d'ancrage de garde-corps
sur des toits plats pour les couvreurs**

*André Lan
Renaud Daigle*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

travaillent pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST. Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales
2010
ISBN : 978-2-89631-526-0 (PDF)
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
Télécopieur : 514 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
janvier 2011



Équipements de protection

Études et recherches

■ ANNEXE RA-678

Systeme d'ancrage de garde-corps sur des toits plats pour les couvreurs

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*André Lan,
Service de la recherche, IRSST
Renaud Daigle,
IRSST*



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	i
LISTE DES FIGURES	v
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii

ANNEXE A – FIGURES DES ESSAIS DE GARDE-CORPS

LISTE DES FIGURES

Figure F-1 - Causes de décès reliées au travail, couvreurs, USA, moyenne annuelle, 1992 – 1998.	1
Figure F-2 – Causes de décès reliées aux chutes de hauteur, couvreurs, USA, moyenne annuelle, 1992 – 1998.	1
Figure F-3 – Essais dynamiques avec un torse de bois.	2
Figure F-4 - Bille de bois utilisée pour la fixation des garde-corps.	3
Figure F-5 – Ancrage des garde-corps Alcor.	4
Figure F-6 – Détail des lisses du garde-corps Alcor.	4
Figure F-7 – Ancrages utilisés pour les garde-corps J.P. Lemieux.	5
Figure F-8 - Garde-corps Innovation Malenfant Inc., (a) avec stabilisateur de poteau avec câbles en acier pour la lisse supérieure, (b) avec stabilisateur de poteau avec tubes en acier pour la lisse supérieure.	5
Figure F-9 - Garde-corps Innovation Malenfant Inc. avec stabilisateur de poteau et tubes en acier pour la lisse supérieure.	6
Figure F-10 - Dimensions du pied de fixation du garde-corps Innovation Malenfant Inc..	6
Figure F-11 - Dimensions du poteau de 5' de longueur du garde-corps Innovation Malenfant Inc..	7
Figure F-12 - Ancrages des pieds de fixation et du stabilisateur de poteau du garde-corps Innovation Malenfant Inc.	8
Figure F-13 – Type d'essais de la série ST : (a) un seul montant ; (b) une seule travée (2 montants) ; (garde-corps J.P. Lemieux utilisé pour l'illustration des montages). ..	8
Figure F-14 - Colonne d'acier montée sur le simulateur sismique.	9
Figure F-15 - Essais statiques de résistance sur un seul montant ancré à la bille de bois.	9
Figure F-16 – Essais statiques de résistance sur une seule travée ancrée à la bille de bois.	10
Figure F-17 - Section de toiture.	10
Figure F-18 - Ferme ajourée de type Warren.	11
Figure F-19 – Tablier métallique Canam-Manac P-3606.	11
Figure F-20 – Connecteurs du tablier métallique.	11
Figure F-21 - Sections de toiture côte-à-côte (Série d'essais INS).	12
Figure F-22- Bord de toiture avec flexibilité maximale pour l'assise du parapet (série d'essai INSR).	12
Figure F-23 - Bord de toiture avec flexibilité minimale pour l'assise du parapet (série d'essais INS).	13
Figure F-24 - Parapet de type "sandwich" (disposition montrée pour essais INSR).	13
Figure F-25 - Parapet complété (essais INS).	14

Figure F-26 - Installation du contreplaqué de base.....	14
Figure F-27 - Installation du madrier de base.	15
Figure F-28 - Installation des madriers verticaux.	15
Figure F-29 - Installation des madriers de tête.	16
Figure F-30 - Installation des contreplaqués de surface.	16
Figure F-31 – Tirant utilisé pour les essais INS et INSR.	17
Figure F-32 - Essai statique sur un seul montant ancré au parapet.....	17
Figure F-33 – Essai statique avec une seule travée ancrée au parapet.....	18
Figure F-34 - Essais statiques avec trois travées ancrées au parapet et charges sur la travée de rive.	18
Figure F-35 – Essais statiques avec trois travées ancrées au parapet et charges sur la travée centrale.....	18
Figure F-36 - Torse de bois de 100 kg sur rampe inclinée.	19
Figure F-37 – Essais dynamiques sur un montant d’une seule travée ancrée au parapet.	19
Figure F-38 – Essais dynamiques sur la lisse supérieure d’une section de garde-corps ancrée au parapet.....	20
Figure F-39 - Essais dynamiques sur la lisse supérieure de la section de rive d’une suite de trois travées de garde-corps ancrées au parapet.	20
Figure F-40 - Essais dynamiques sur la lisse supérieure de la section centrale d’une suite de trois travées de garde-corps ancrées au parapet.	20
Figure F-41 – Essais de résistance statique Alcor : 1 montant, charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au sommet du montant.	21
Figure F-42 – Déformation près de la base du montant pour l’essai GC-ALC-ST-01.	21
Figure F-43 – Essai GC-ALC-ST-03 : (a) Force horizontale égale à 900 N ; (b) Déplacement horizontal égal à 237 mm (course maximale de chargement).	22
Figure F-44 – Essai de résistance statique Alcor GC-ALC-ST-04 : Force horizontale à 900N.	22
Figure F-45 – Essai de résistance statique Alcor GC-ALC-ST-04 : Rupture de la lisse supérieure.	23
Figure F-46 - Essais de résistance statique Alcor : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N et charge horizontale au centre de la lisse supérieure.	23
Figure F-47 - Essai de résistance statique Alcor GC-ALC-ST-05 ;.....	24
Figure F-48 – Essais INS Alcor avec charge horizontale égale à 900 N :.....	25
Figure F-49 – Vis manquante sur la plaque arrière du pied d’ancrage pour l’essai GC-ALC-INS-1m-01.....	26
Figure F-50 – Endroit où le bris de l’attache de la cellule de charge s’est produit.	26
Figure F-51 – Essai INS Alcor : 1 montant, charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.	27

Figure F-52 – Essai INS Alcor : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.....	27
Figure F-53 – Essai INS Alcor : 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.....	28
Figure F-54 – Essai INS Alcor : 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.....	28
Figure F-55 – Essais INSR Alcor : 1 montant, charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.....	29
Figure F-56 – Essais INSR Alcor : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.....	29
Figure F-57 – Essais INSR Alcor ; 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.....	30
Figure F-58 – Essais INSR Alcor ; 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.....	30
Figure F-59 – Essais INSR Alcor avec charge horizontale égale à 900 N :	31
Figure F-60 – Écrasement du pontage métallique au niveau des appuis pour la configuration où le parapet est perpendiculaire aux poutrelles (série INSR, parapet flexible).....	32
Figure F-61 – Soulèvement de la base du parapet à l'intérieur de la toiture au niveau des charges pour la configuration où le parapet est perpendiculaire aux poutrelles (série INSR, parapet flexible).....	32
Figure F-62 – Essais dynamiques d'impact Alcor (Série DYN) :	33
Figure F-63 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	34
Figure F-64 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	34
Figure F-65 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	35
Figure F-66 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	35
Figure F-67 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (3 travées, impact sur la travée de rive).....	36
Figure F-68 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-4m-IR-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).....	36
Figure F-69 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (3 travées, impact sur la travée centrale).....	37

Figure F-70 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-4m-IC-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).....	37
Figure F-71 – Essais dynamiques d’impact Alcor (série DYNR) :	38
Figure F-72 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	39
Figure F-73 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).	39
Figure F-74 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur le montant).	40
Figure F-75 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant).....	40
Figure F-76 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée de rive).	41
Figure F-77 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-4m-IR-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).....	41
Figure F-78 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée centrale).....	42
Figure F-79 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-4m-IC-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).....	42
Figure F-80 - Essai GC-JPL-ST-03 : (a) Force horizontale égale à 900 N ; (b) Déplacement horizontal égale à 254 mm (course maximale de chargement).....	43
Figure F-81 – Essais de résistance statique J. P. Lemieux : 1 montant ;	43
Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au sommet du montant.....	43
Figure F-82 - Essais de résistance statique J. P. Lemieux : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au centre de la lisse supérieure.	44
Figure F-83 - Essai GC-JPL-ST-04 : (a) Force horizontale égale à 900 N ;	44
(b) Déplacement horizontal égale à 210 mm (charge ultime dépassée).....	44
Figure F-84 – Essais INS J. P. Lemieux avec charge horizontale égale à 900 N :.....	45
Figure F-85 – Essais INS J. P. Lemieux : 1 montant.....	46
Charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.....	46
Figure F-86 – Essais INS J. P. Lemieux : 1 travée (2 montants)	46
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.....	46
Figure F-87 – Essais INS J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants).....	47

Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.	47
Figure F-88 – Essais INS J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants).....	47
Figure F-89 – Essais INSR J. P. Lemieux avec charge horizontale égale à 900 N :.....	48
Figure F-90 – Essais INSR J. P. Lemieux : 1 montant	49
Charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.	49
Figure F-91 – Essais INSR J. P. Lemieux : 1 travée (2 montants)	49
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.	49
Figure F-92 – Essais INSR J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants).....	50
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.	50
Figure F-93 – Essais INSR J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants).....	50
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.....	50
Figure F-94 – Essais dynamiques d’impact J. P. Lemieux (série DYN):	51
Figure F-95 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	52
Figure F-96 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-2m-IL-01 :	52
Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	52
Figure F-97 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur le montant).....	53
Figure F-98 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-2m-IM-01 :	53
Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant).	53
Figure F-99 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée centrale).	54
Figure F-100 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-4m-IC-01 :	54
Figure F-101 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée de rive).....	55
Figure F-102 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-4m-IR-01 :	55
Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).....	55
Figure F-103 – Essais dynamiques d’impact J. P. Lemieux (série DYNR):	56
Figure F-104 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).	57
Figure F-105 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-2m-IL-01 :	57

Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).....	57
Figure F-106 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur le montant).	58
Figure F-107 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-2m-IM-01 :	58
Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant).	58
Figure F-108 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée centrale).....	59
Figure F-109 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-4m-IC-01 :	59
Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).....	59
Figure F-110 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée de rive).	60
Figure F-111 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-4m-IR-01 :	60
Figure F-112 – Essais avec câble d’acier pour lisse supérieure.....	61
Figure F-113 – Essai GC-Mal-DYNR-2m-IM-01 sans stabilisateur de poteau :	62
Figure F-114 – Essais dynamiques d’impact Innovation Malenfant Inc. (série DYNR):	63
Figure F-115 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure sans stabilisateur de poteau).	64
Figure F-116 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01 :	64
Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant sans stabilisateur de poteau).	64
Figure F-117 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01* : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur le montant sans stabilisateur de poteau).	65
Figure F-118 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01 :	65
Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant sans stabilisateur de poteau).	65
Figure F-119 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-02 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).	66
Figure F-120 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-02 :	66
Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant avec stabilisateur de poteau).	66
Figure F-121 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure, avec stabilisateur de poteau).....	67
Figure F-122 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IL-01 :	67

Figure F-123 – Essai dynamique d'impact GC-MAL-DYNR-4m-IC-01.	68
Figure F-124 – Essai dynamique d'impact GC-MAL-DYNR-4m-IC-01 :	68
Figure F-125 – Essai dynamique d'impact GC-MAL-DYNR-4m-IR-01.	69
Figure F-126 – Essai dynamique d'impact GC-MAL-DYNR-4m-IR-01 :	69
Figure F-127 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. avec charge horizontale égale à 900 N :	70
Figure F-128 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 1 montant.....	71
Charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.	71
Figure F-129 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 1 travée (2 montants)	71
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.	71
Figure F-130 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 3 travées	72
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.	72
Figure F-131 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 3 travées	72
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.	72
Figure F-132 – Essai GC-MAL-INSR-1m-03SB lorsque la charge a atteint 620 N.	73
Figure F-133 – Décollement du contreplaqué lors de l'essai GC-MAL-INSR-1m-03SB sous une charge horizontale de 620 N.	73
Figure F-134 - Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. :	74
Figure F-135 – Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. : 1 montant;.....	74
Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au sommet du montant.....	74
Figure F-136 – Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. : 1 travée (2 montants+lisse télescopique);.....	75
Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au centre de la lisse supérieure.....	75
Figure F-137 - Endommagement de la lisse télescopique localisé au niveau du changement de section pour l'essai GC-MAL-ST-07 (configuration où la portée est maximale.	75
Figure F-138 – Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. : 1 travée (2 montants);.....	76
Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au centre de la lisse supérieure.....	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau T-1 – Ensemble des lésions survenues aux couvreurs entre 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.....	79
Tableau T-2 – Ensemble des lésions survenues aux travailleurs de la construction entre 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.	79
Tableau T-3 – Chutes de hauteur survenues aux couvreurs entre 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.	79
Tableau T-4 – Chutes de hauteur survenues entre 2001 et 2002, secteur Construction.....	80
Tableau T-5 – Chutes de hauteur survenues entre 2001 et 2002, Québec.	80
Tableau T-6 – Couvreurs : chutes/ensemble des lésions, 01-02 - Toutes durées d'absence.	80
Tableau T-7 – Construction : chutes/ensemble des lésions, 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.....	81
Tableau T-8 – Exigences de construction.	82
Tableau T-9 – Essais pour vérifier les exigences de résistance de l'article 3.8.2.	83
Tableau T-10 – Essais dynamiques.....	84
Tableau T-11 – Essais statiques pour vérifier la résistance des membrures du garde-corps.....	86
Tableau T-12 – Essais de résistance des membrures.	87
Tableau T-13 – Essais statiques pour vérifier la résistance du garde-corps (membrures et ancrages) in situ.	88
Tableau T-14 – Essais dynamiques pour étudier la capacité du garde-corps pour retenir un torse de bois.	89

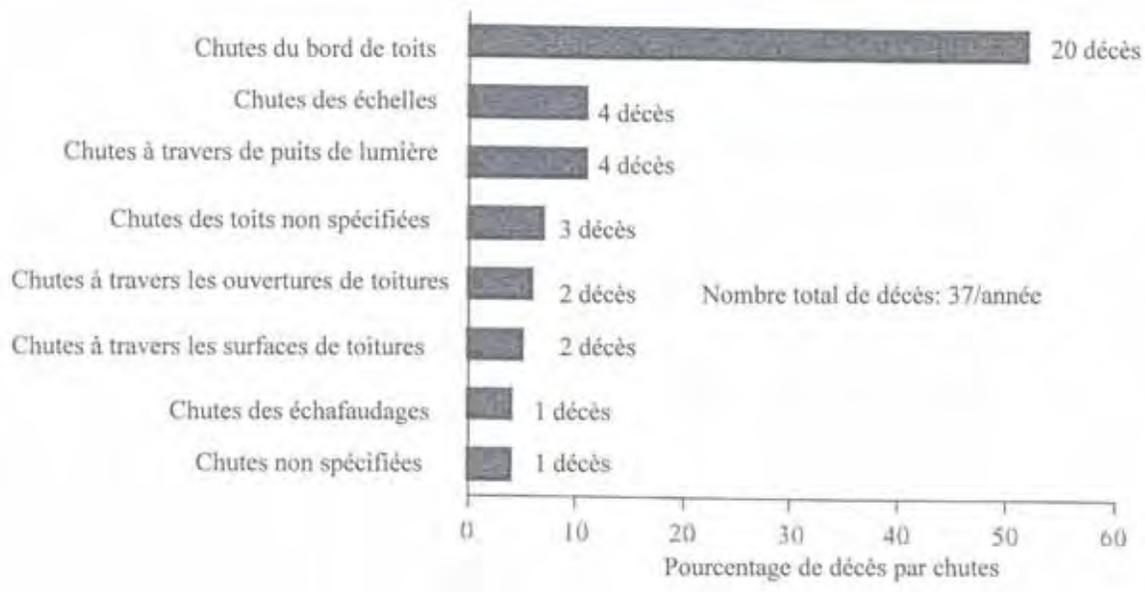


Figure F-1 - Causes de décès reliées au travail, couvreurs, USA, moyenne annuelle, 1992 – 1998.

Source : Données extraites du recensement des accidents mortels, U.S Bureau of Labor Statistics www.cdc.gov/docs/d0400/d000491/d000491.pdf

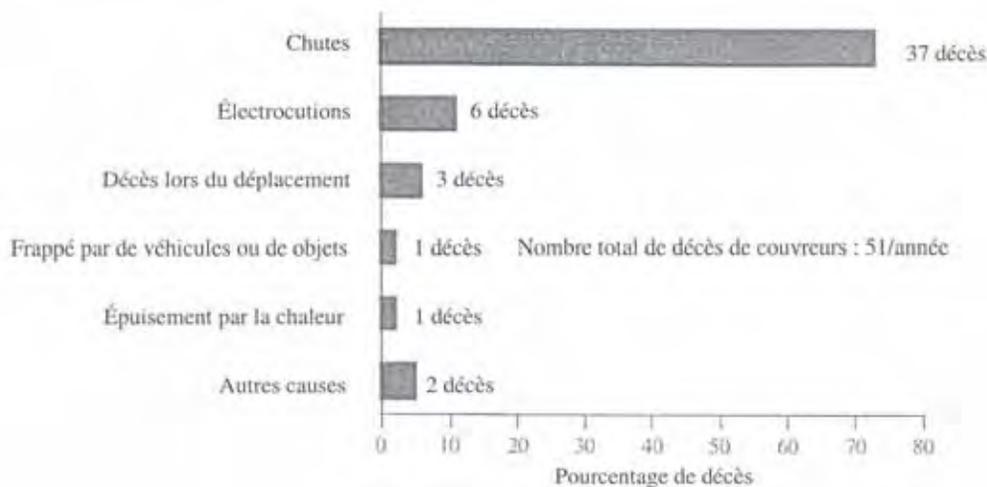
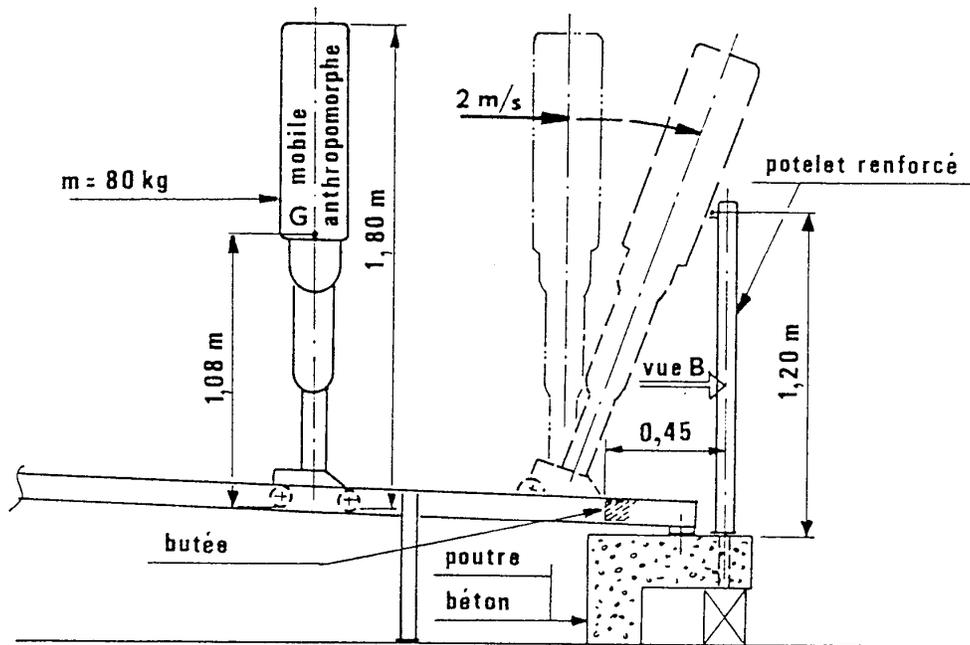


Figure F-2 – Causes de décès reliées aux chutes de hauteur, couvreurs, USA, moyenne annuelle, 1992 – 1998.

Source : U.S Bureau of Labor Statistics www.cdc.gov/docs/d0400/d000491/d000491.pdf



A - Le mannequin anthropomorphe et son chemin de roulement

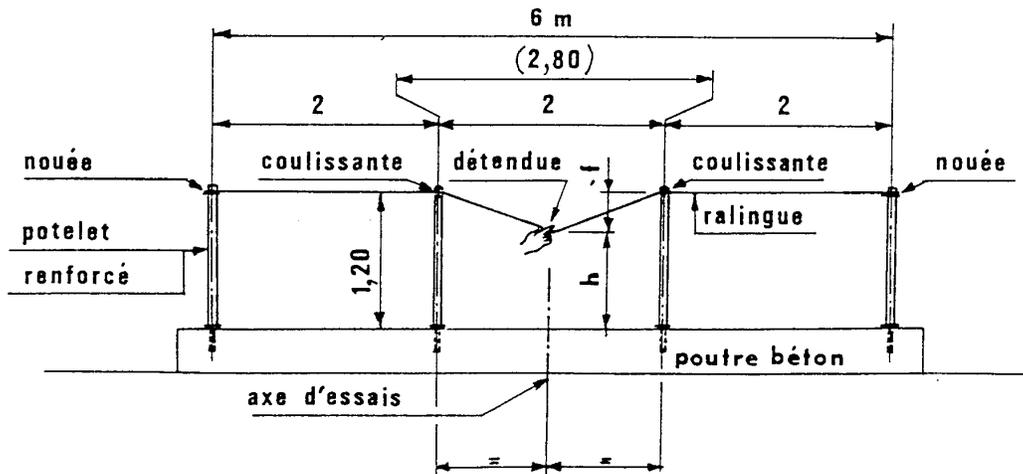


Figure F-3 – Essais dynamiques avec un torse de bois.



Figure F-4 - Bille de bois utilisée pour la fixation des garde-corps.



Figure F-5 – Ancrage des garde-corps Alcor.



Figure F-6 – Détail des lisses du garde-corps Alcor.

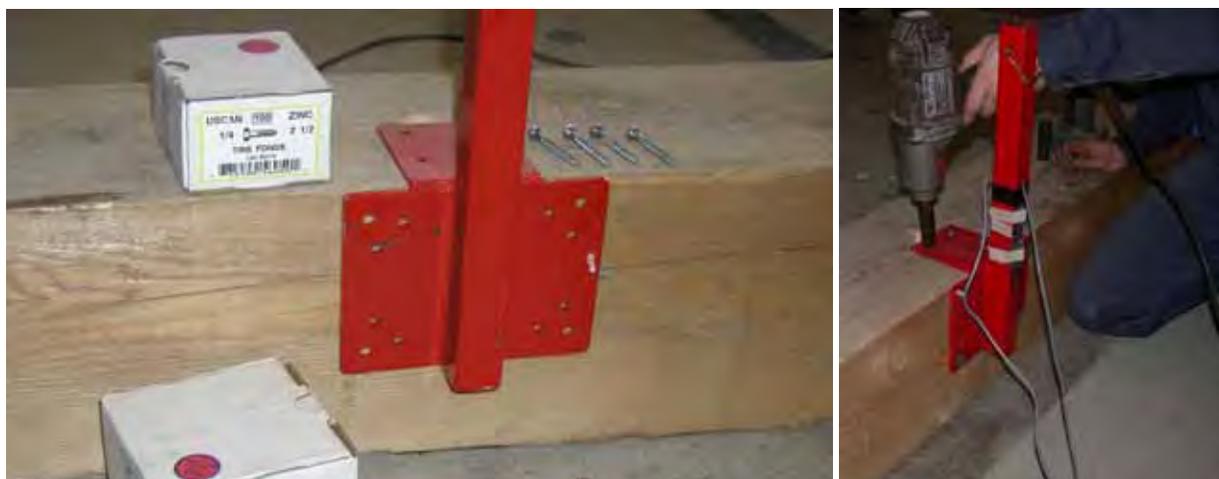


Figure F-7 – Ancrages utilisés pour les garde-corps J.P. Lemieux.



Figure F-8 - Garde-corps Innovation Malenfant Inc., (a) avec stabilisateur de poteau avec câbles en acier pour la lisse supérieure, (b) avec stabilisateur de poteau avec tubes en acier pour la lisse supérieure.



Figure F-9 - Garde-corps Innovation Malenfant Inc. avec stabilisateur de poteau et tubes en acier pour la lisse supérieure.

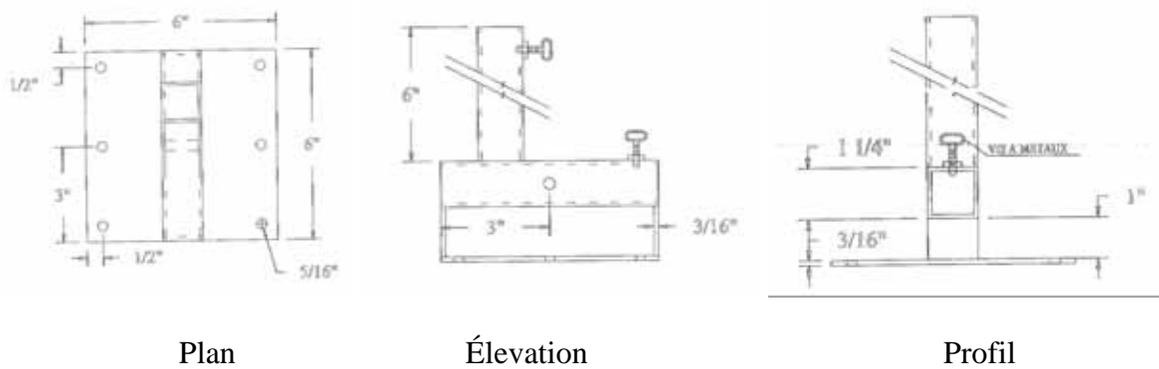


Figure F-10 - Dimensions du pied de fixation du garde-corps Innovation Malenfant Inc..

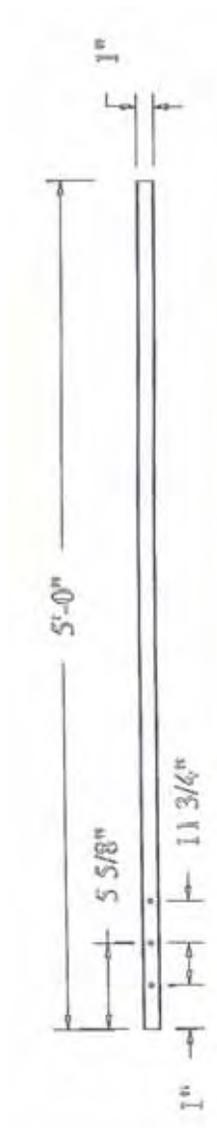


Figure F-11 - Dimensions du poteau de 5' de longueur du garde-corps Innovation Malenfant Inc..



Figure F-12 - Ancrages des pieds de fixation et du stabilisateur de poteau du garde-corps Innovation Malenfant Inc.

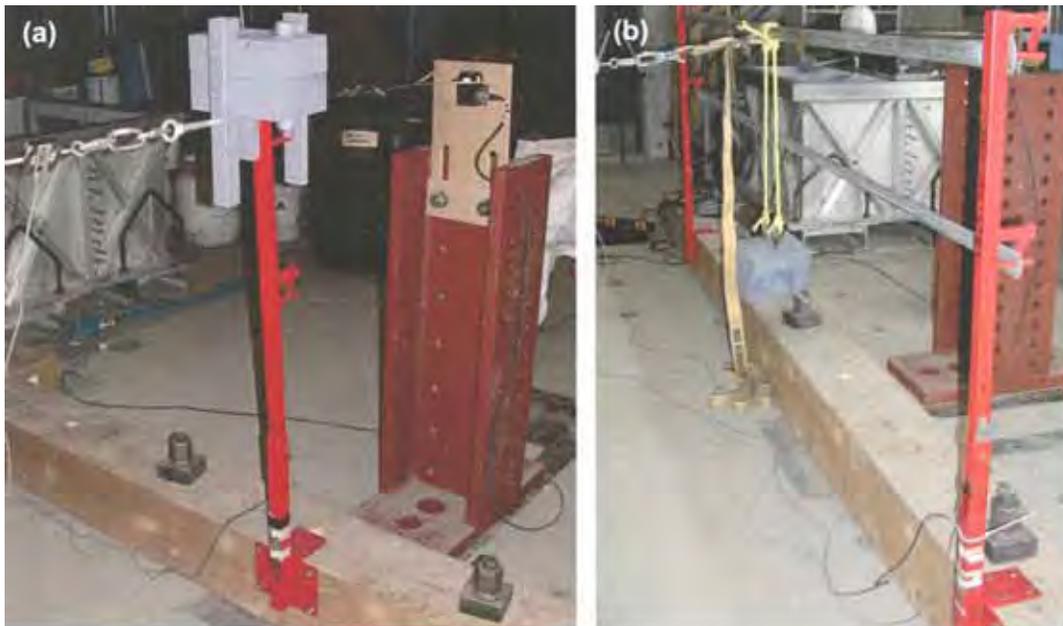


Figure F-13 – Type d’essais de la série ST : (a) un seul montant ; (b) une seule travée (2 montants) ; (garde-corps J.P. Lemieux utilisé pour l’illustration des montages).



Figure F-14 - Colonne d'acier montée sur le simulateur sismique.

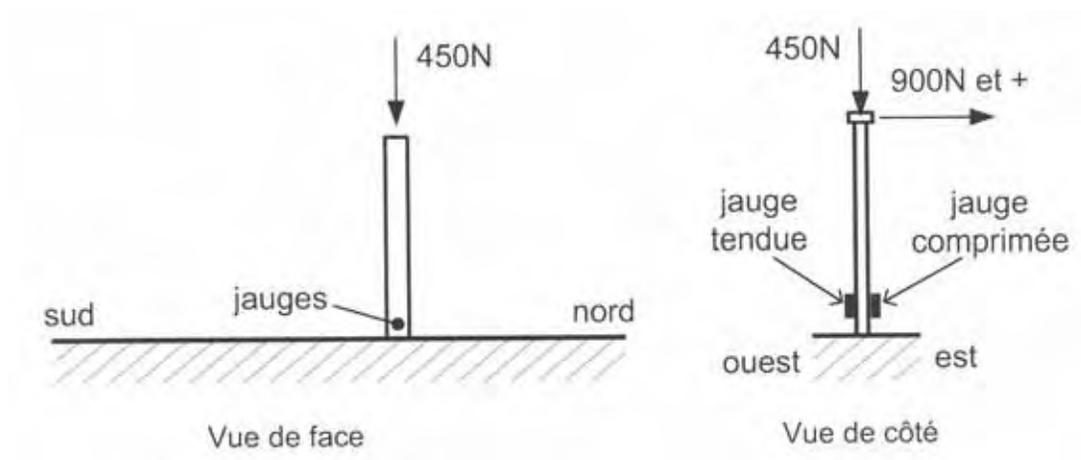


Figure F-15 - Essais statiques de résistance sur un seul montant ancré à la bille de bois.

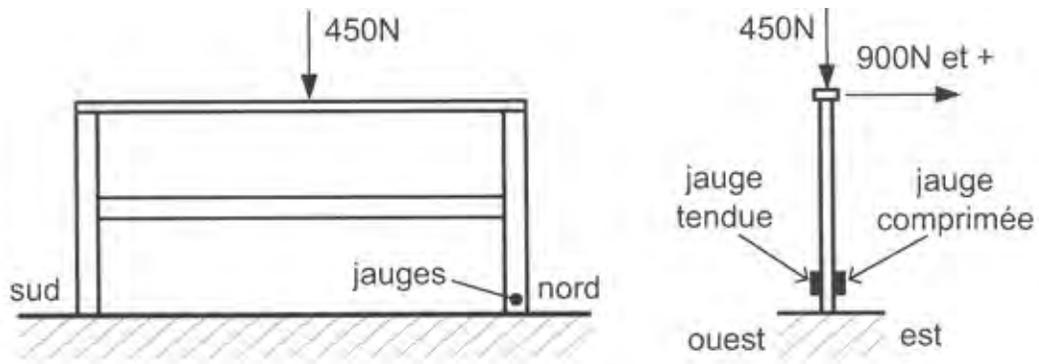


Figure F-16 – Essais statiques de résistance sur une seule travée ancrée à la bille de bois.



Figure F-17 - Section de toiture.

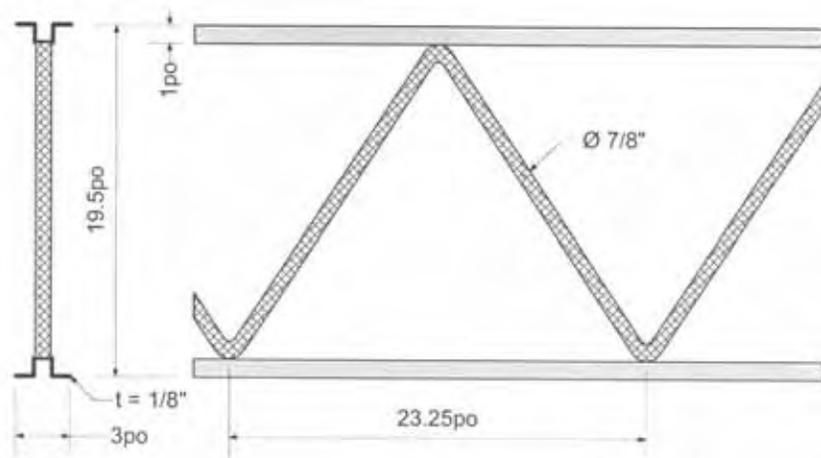


Figure F-18 - Ferme ajourée de type Warren.

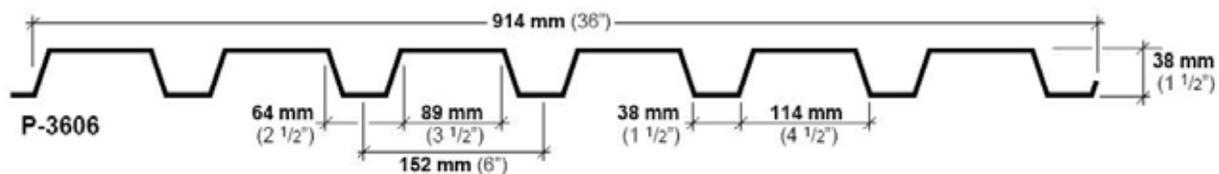


Figure F-19 – Tablier métallique Canam-Manac P-3606.

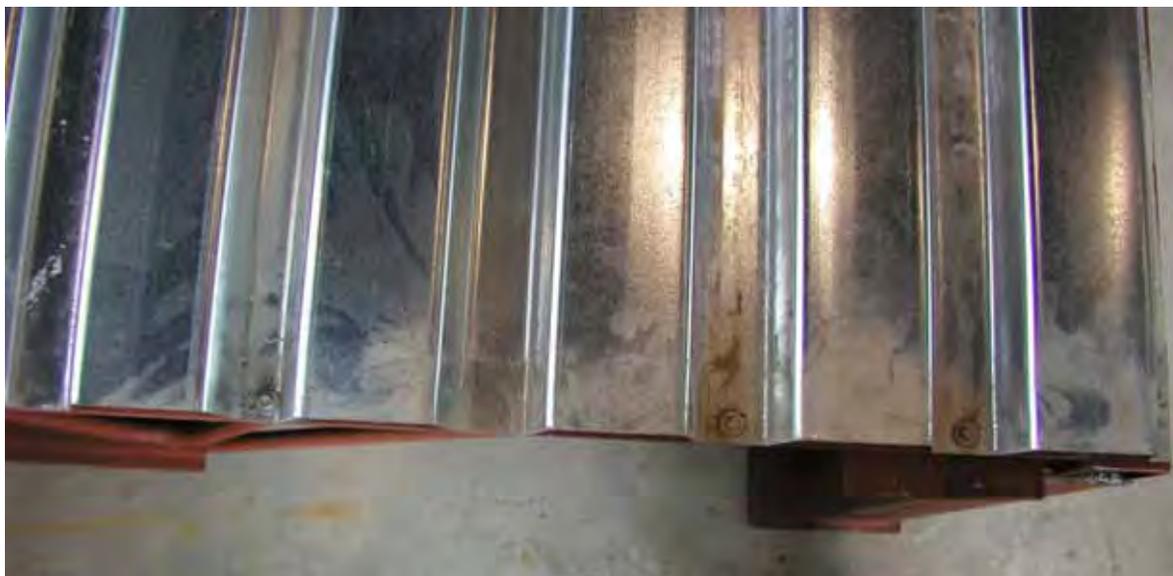


Figure F-20 – Connecteurs du tablier métallique.



Figure F-21 - Sections de toiture côte-à-côte (Série d'essais INS).



Figure F-22- Bord de toiture avec flexibilité maximale pour l'assise du parapet (série d'essai INSR).



Figure F-23 - Bord de toiture avec flexibilité minimale pour l'assise du parapet (série d'essais INS).

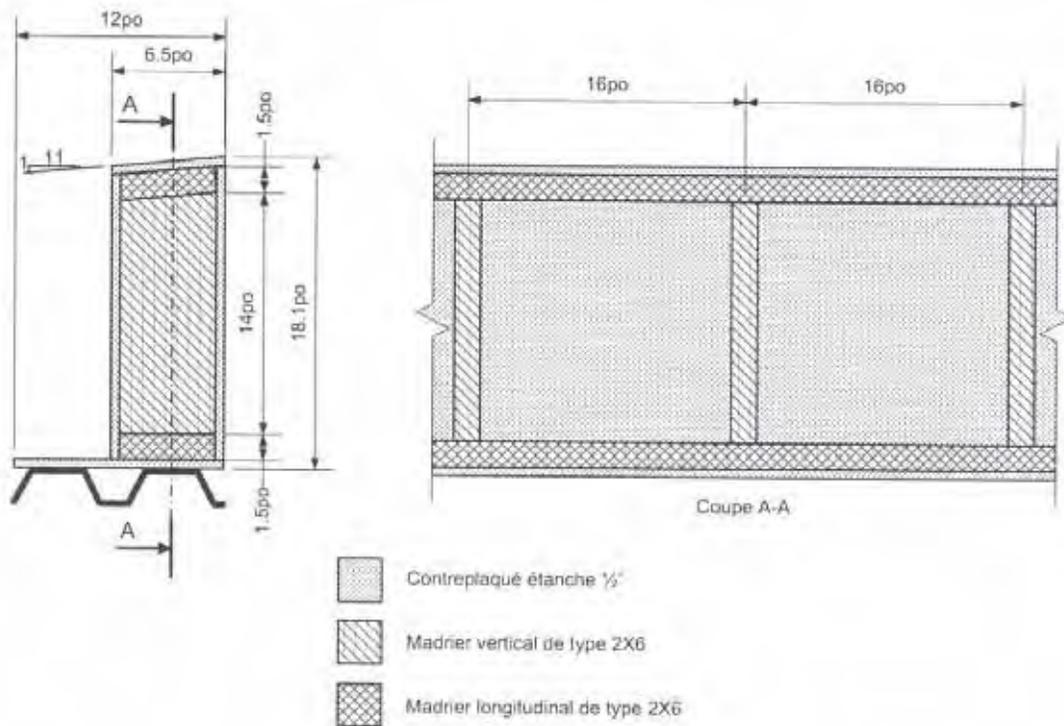


Figure F-24 - Parapet de type "sandwich" (disposition montrée pour essais INSR).



Figure F-25 - Parapet complété (essais INS).



Figure F-26 - Installation du contreplaqué de base.



Figure F-27 - Installation du madrier de base.



Figure F-28 - Installation des madriers verticaux.



Figure F-29 - Installation des madriers de tête.



Figure F-30 - Installation des contreplaqués de surface.



Figure F-31 – Tirant utilisé pour les essais INS et INSR.

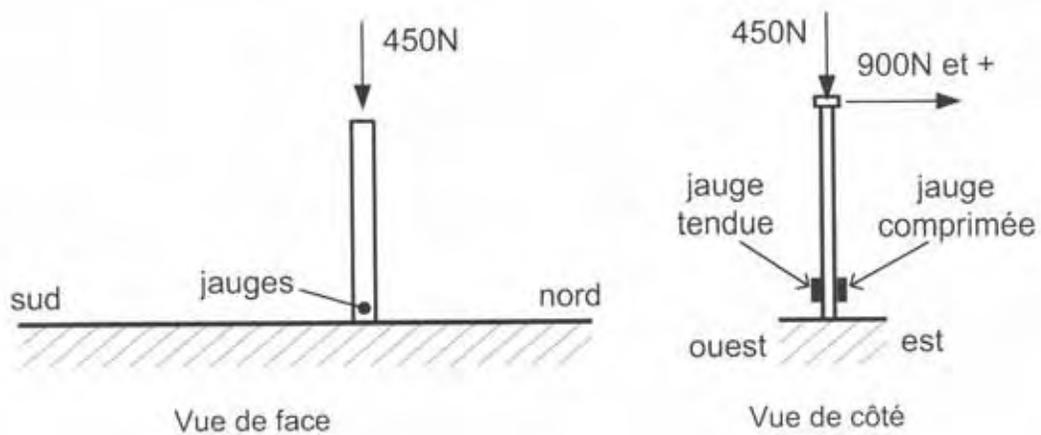


Figure F-32 - Essai statique sur un seul montant ancré au parapet.

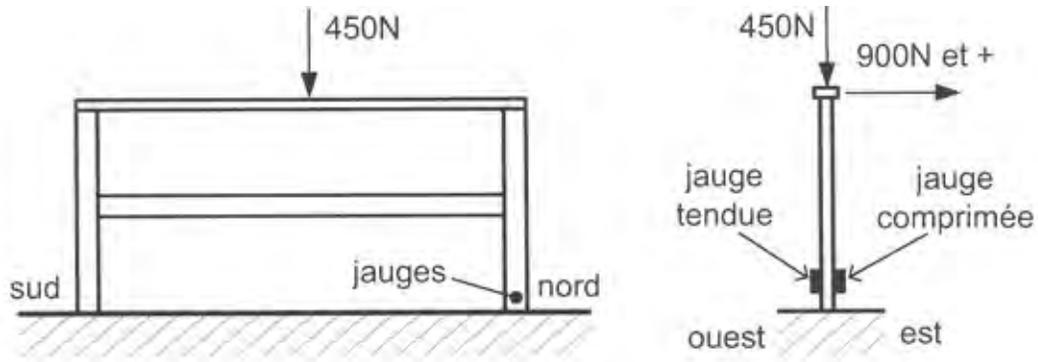


Figure F-33 – Essai statique avec une seule travée ancrée au parapet.

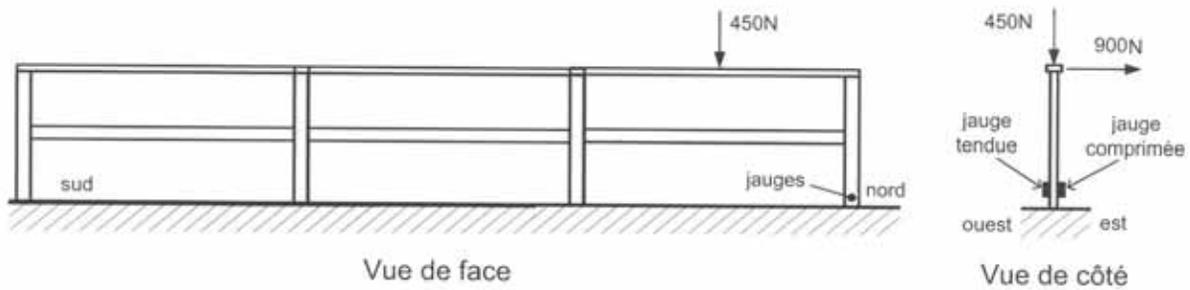


Figure F-34 - Essais statiques avec trois travées ancrées au parapet et charges sur la travée de rive.

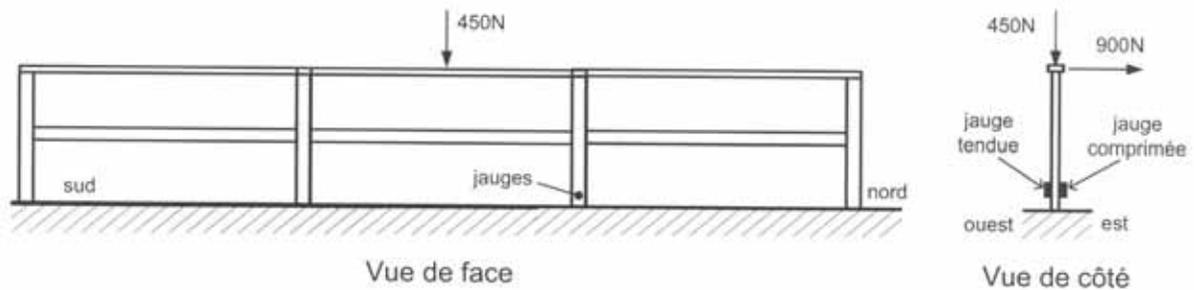


Figure F-35 – Essais statiques avec trois travées ancrées au parapet et charges sur la travée centrale.



Figure F-36 - Torse de bois de 100 kg sur rampe inclinée.

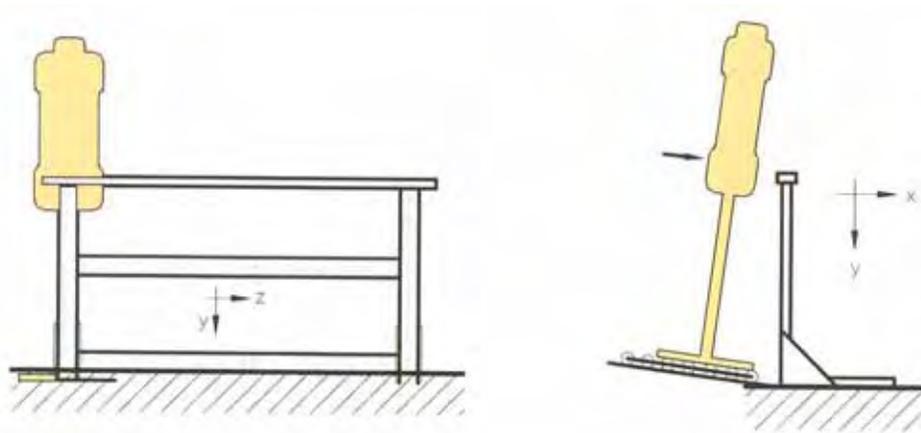


Figure F-37 – Essais dynamiques sur un montant d'une seule travée ancrée au parapet.

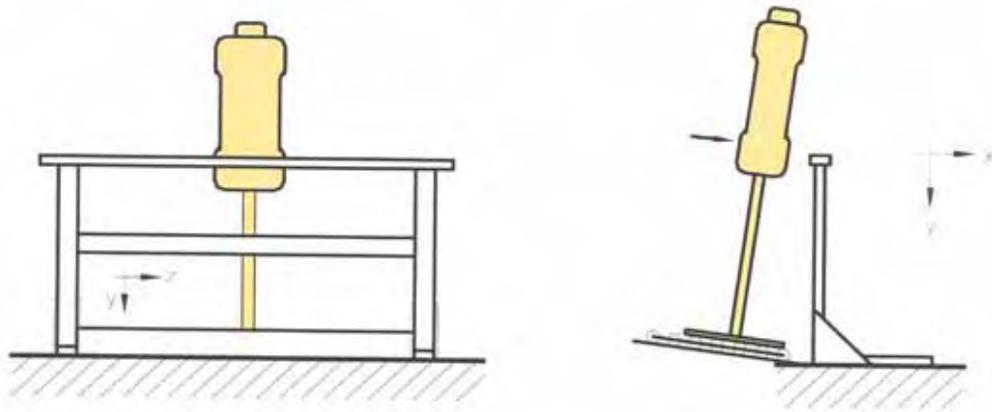


Figure F-38 – Essais dynamiques sur la lisse supérieure d'une section de garde-corps ancrée au parapet.

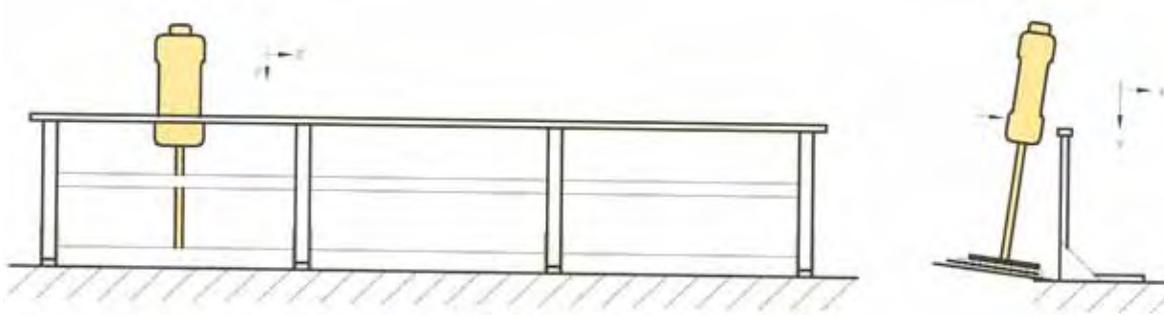


Figure F-39 - Essais dynamiques sur la lisse supérieure de la section de rive d'une suite de trois travées de garde-corps ancrées au parapet.

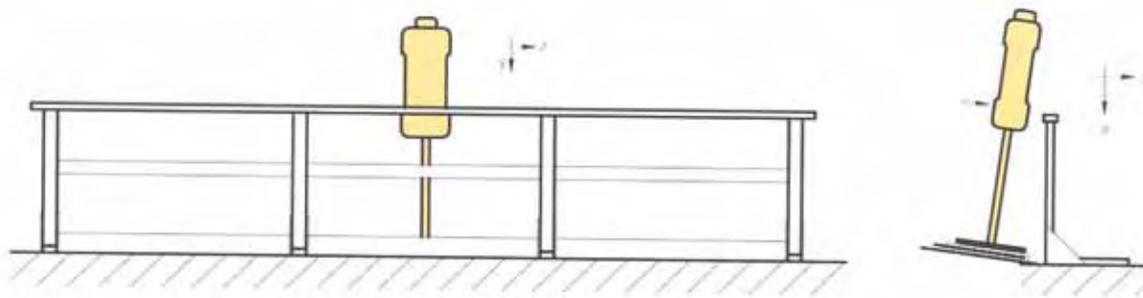


Figure F-40 - Essais dynamiques sur la lisse supérieure de la section centrale d'une suite de trois travées de garde-corps ancrées au parapet.

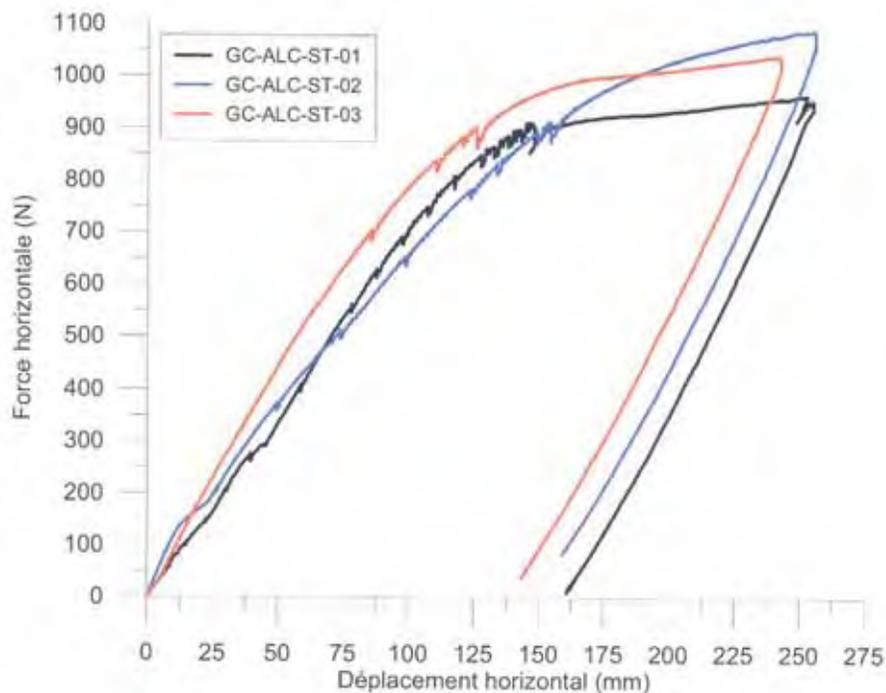


Figure F-41 – Essais de résistance statique Alcor : 1 montant, charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au sommet du montant.

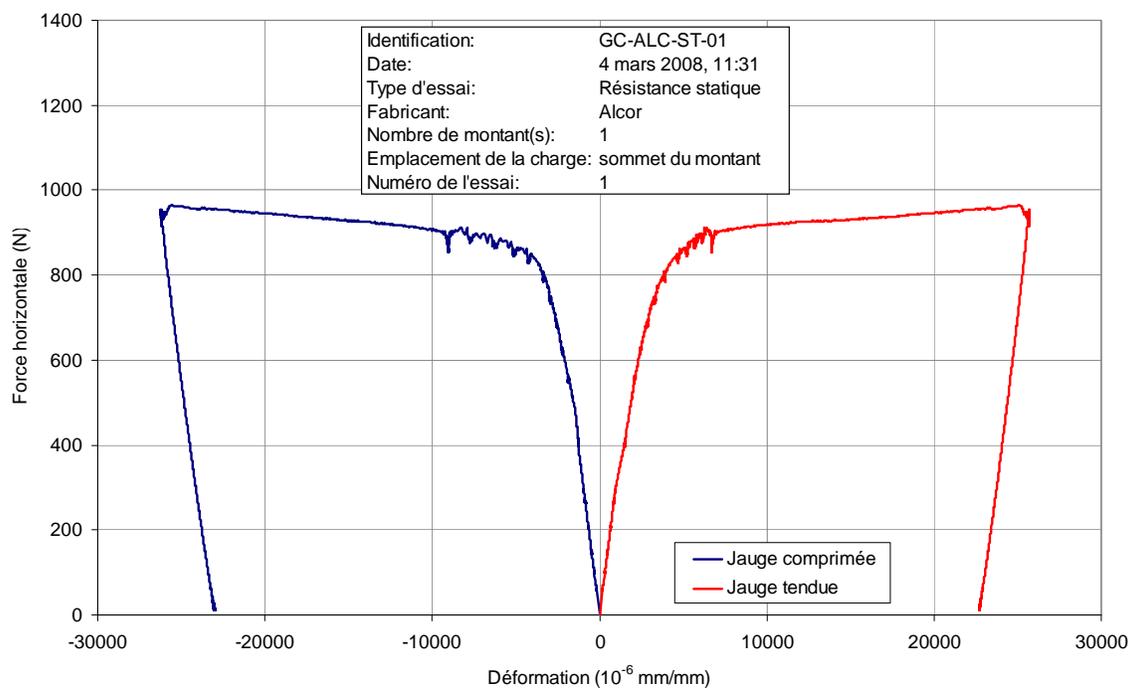


Figure F-42 – Déformation près de la base du montant pour l'essai GC-ALC-ST-01.

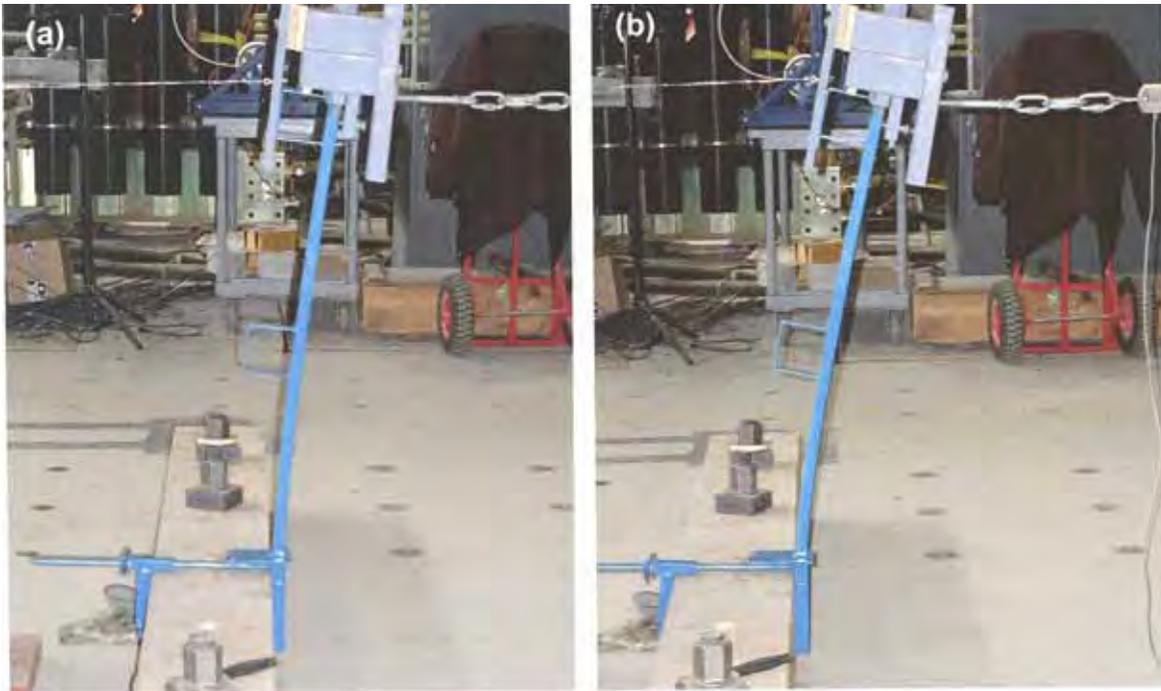


Figure F-43 – Essai GC-ALC-ST-03 : (a) Force horizontale égale à 900 N ; (b) Déplacement horizontal égal à 237 mm (course maximale de chargement).

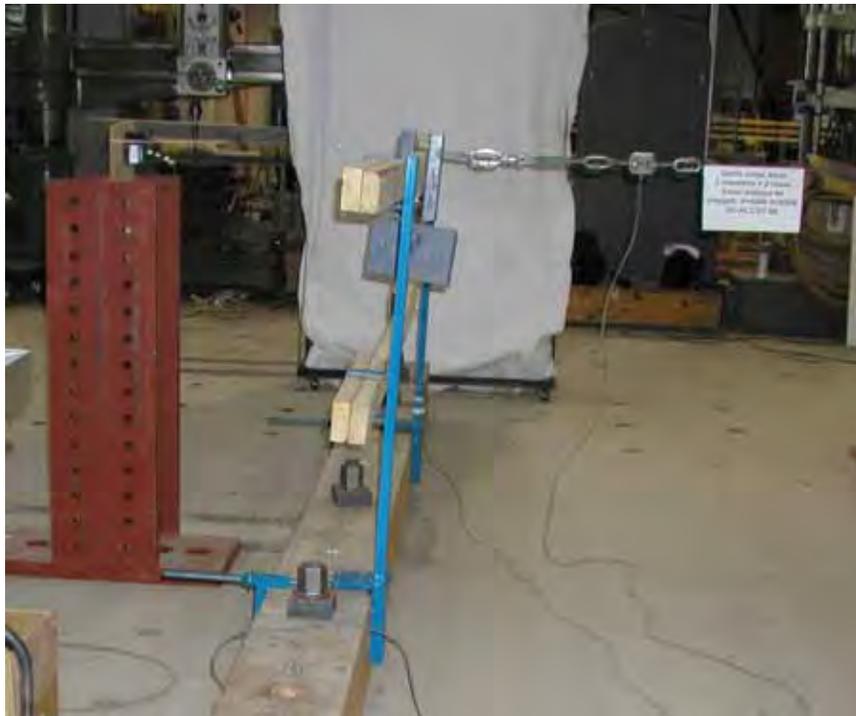


Figure F-44 – Essai de résistance statique Alcor GC-ALC-ST-04 : Force horizontale à 900N.



Figure F-45 – Essai de résistance statique Alcor GC-ALC-ST-04 : Rupture de la lisse supérieure.

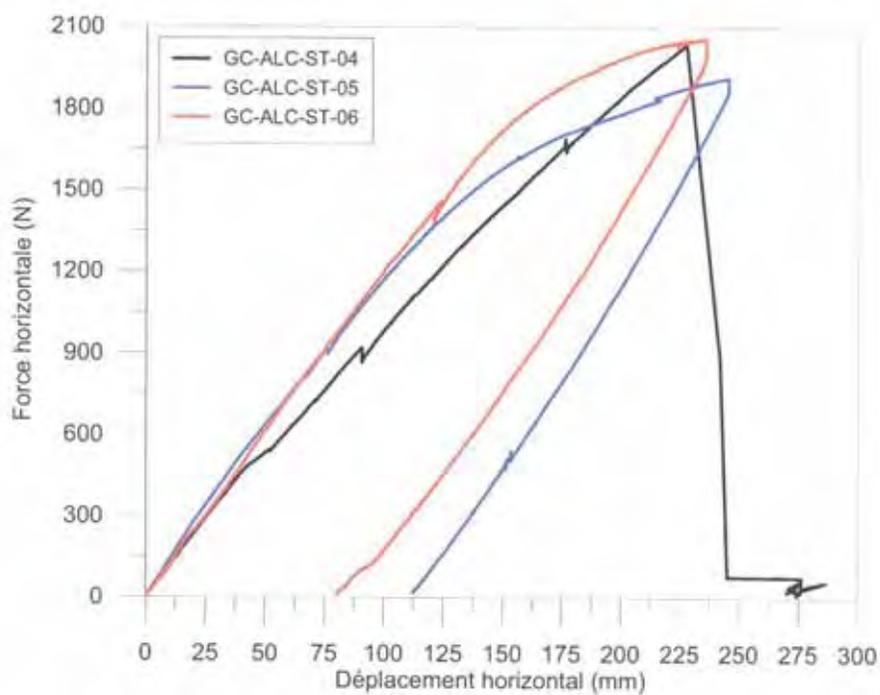
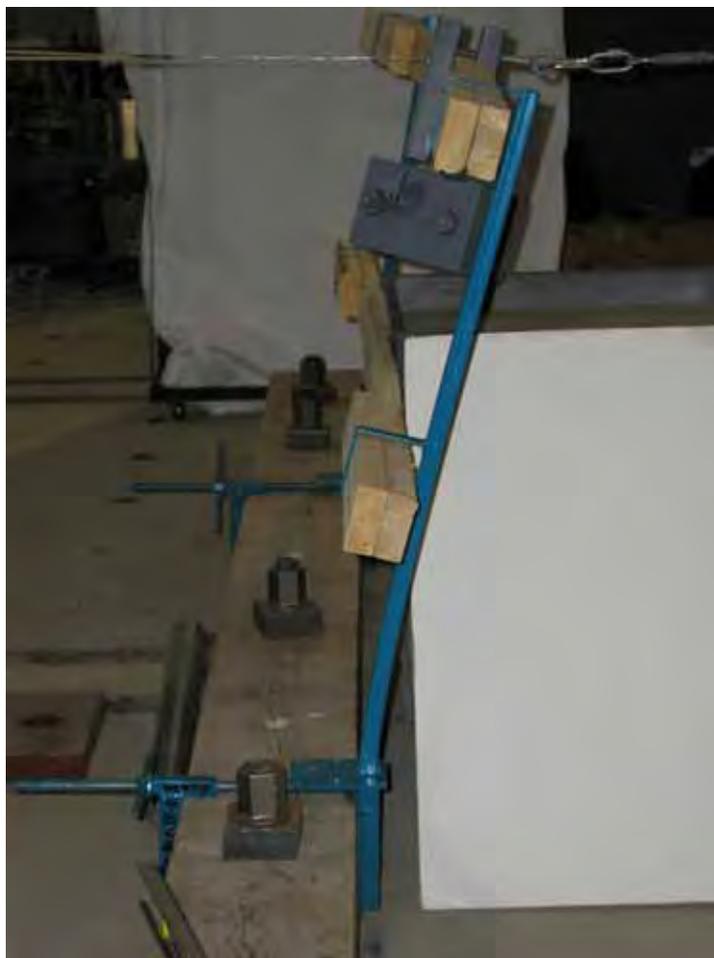


Figure F-46 - Essais de résistance statique Alcor : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N et charge horizontale au centre de la lisse supérieure.



**Figure F-47 - Essai de résistance statique Alcor GC-ALC-ST-05 ;
Force horizontale égale à 1910 N (course maximale de chargement atteinte).**



Figure F-48 – Essais INS Alcor avec charge horizontale égale à 900 N :

(a) Essai avec 1 montant (GC-ALC-INS-1m-01C); (b) Essai avec 1 travée (GC-ALC-INS-2m-01) ; (c) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée de rive (GC-ALC-INS-4m-CE-01) ; (d) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée centrale (GC-ALC-INS-4m-CC-01).



Figure F-49 – Vis manquante sur la plaque arrière du pied d’ancrage pour l’essai GC-ALC-INS-1m-01.

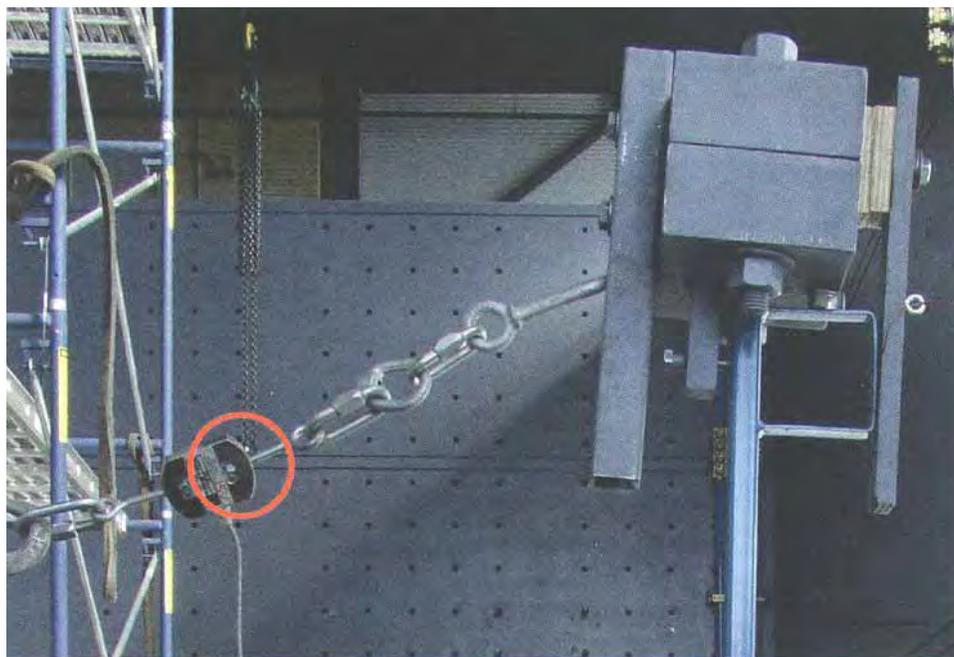


Figure F-50 – Endroit où le bris de l’attache de la cellule de charge s’est produit.

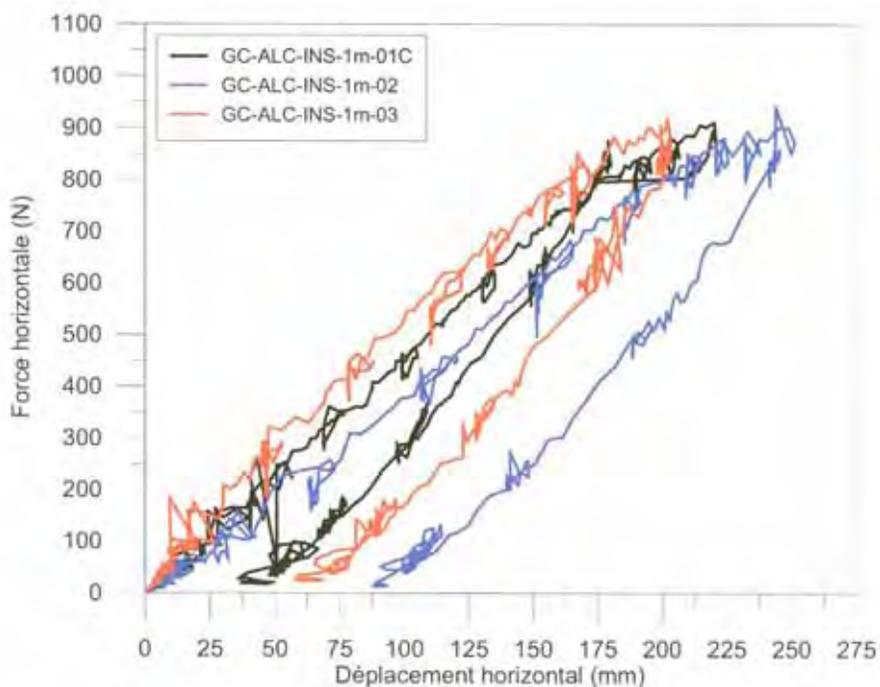


Figure F-51 – Essai INS Alcor : 1 montant, charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.

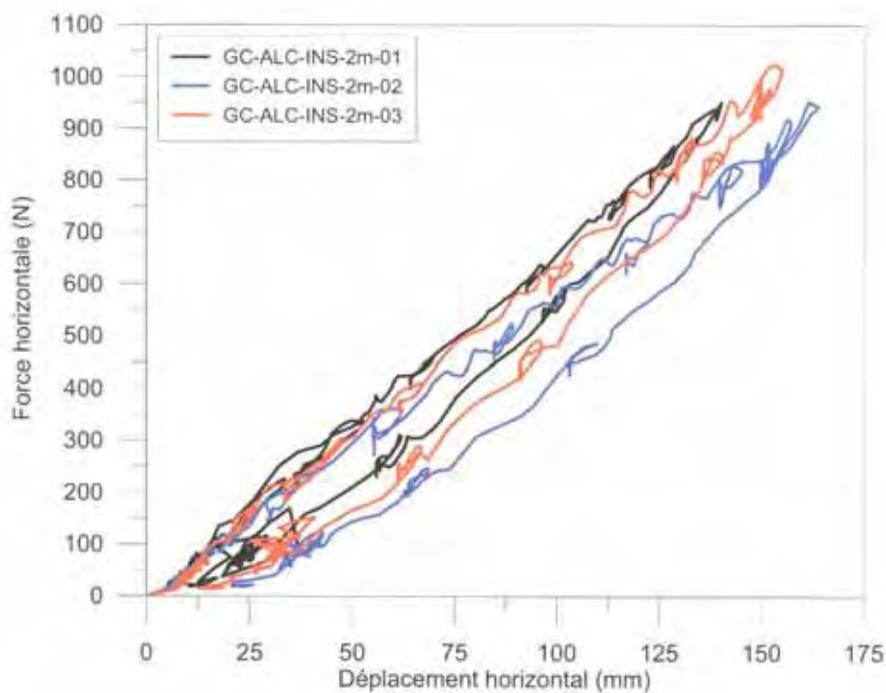


Figure F-52 – Essai INS Alcor : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.

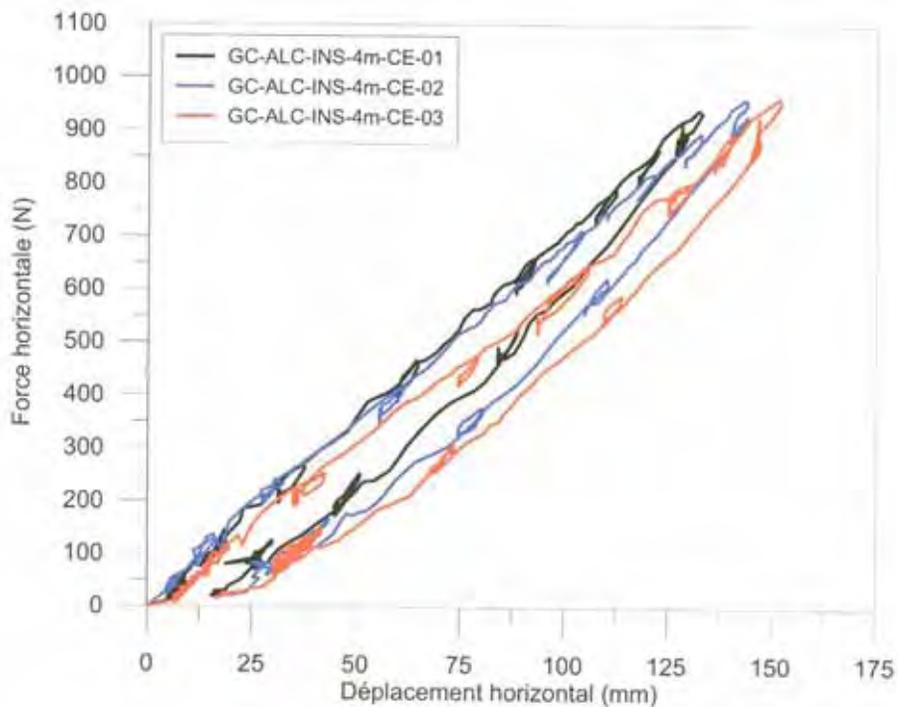


Figure F-53 – Essai INS Alcor : 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.

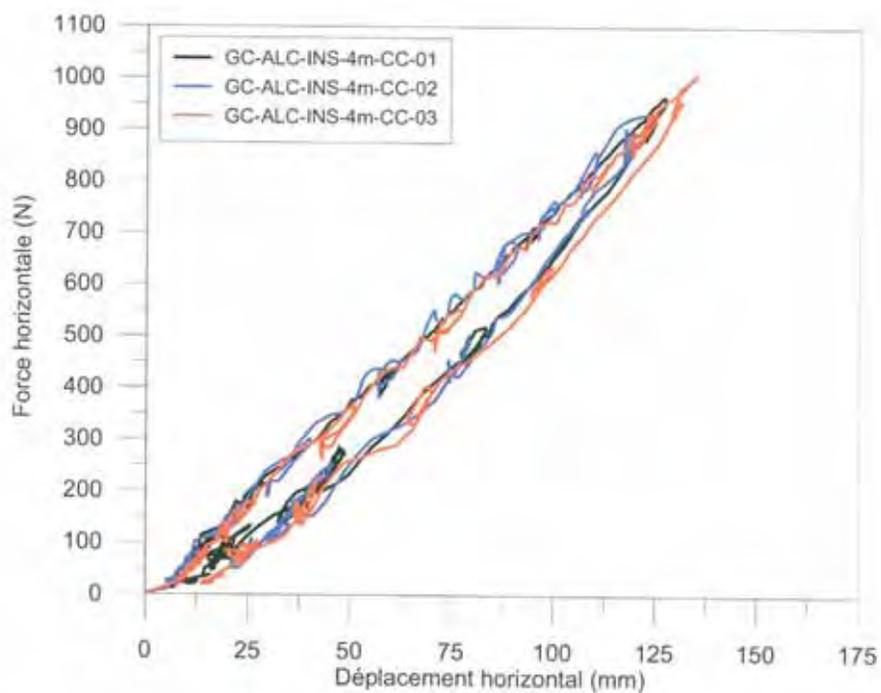


Figure F-54 – Essai INS Alcor : 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.

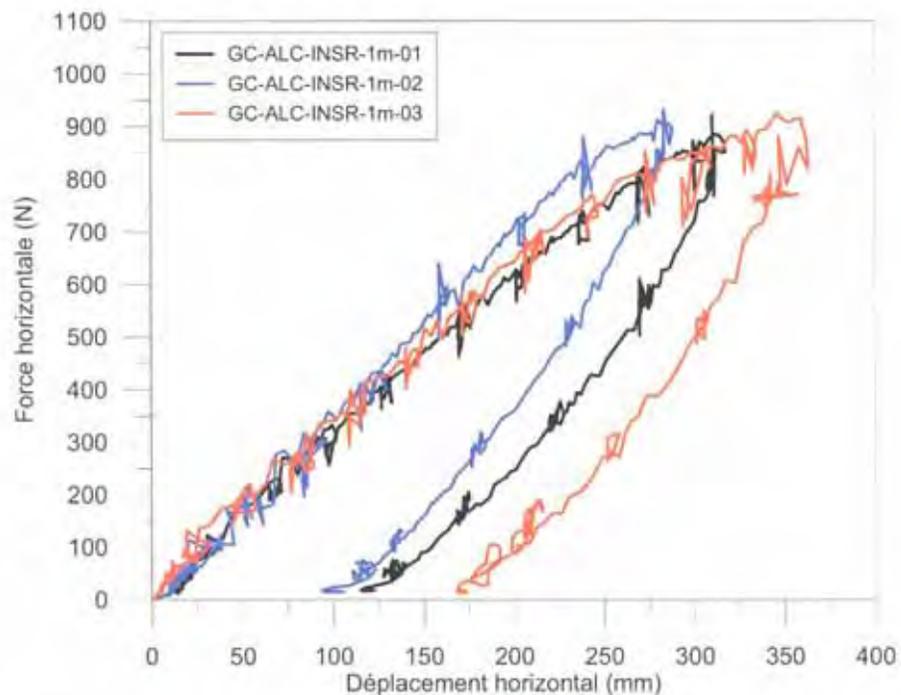


Figure F-55 – Essais INSR Alcor : 1 montant, charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.

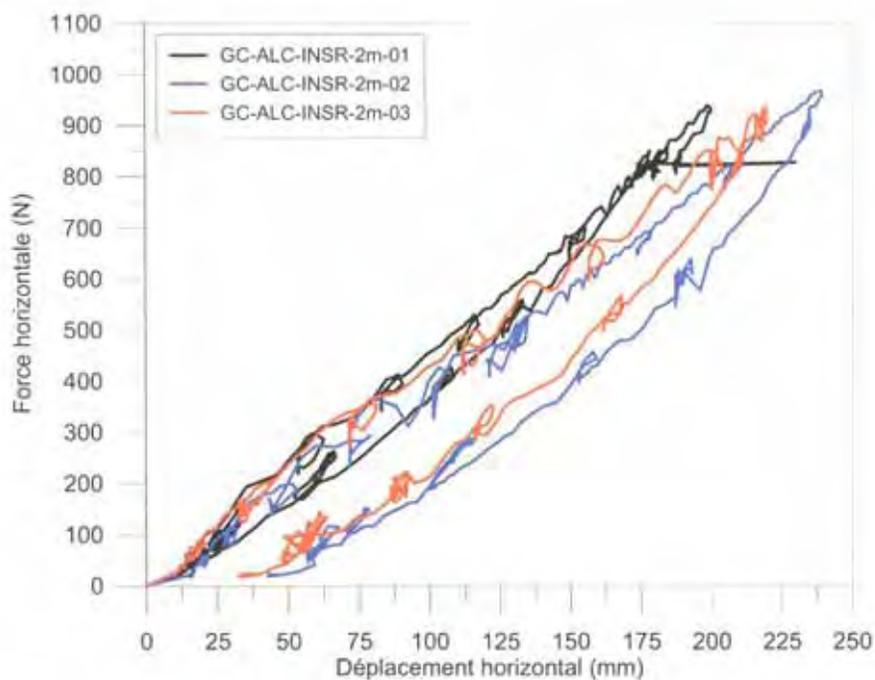


Figure F-56 – Essais INSR Alcor : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.

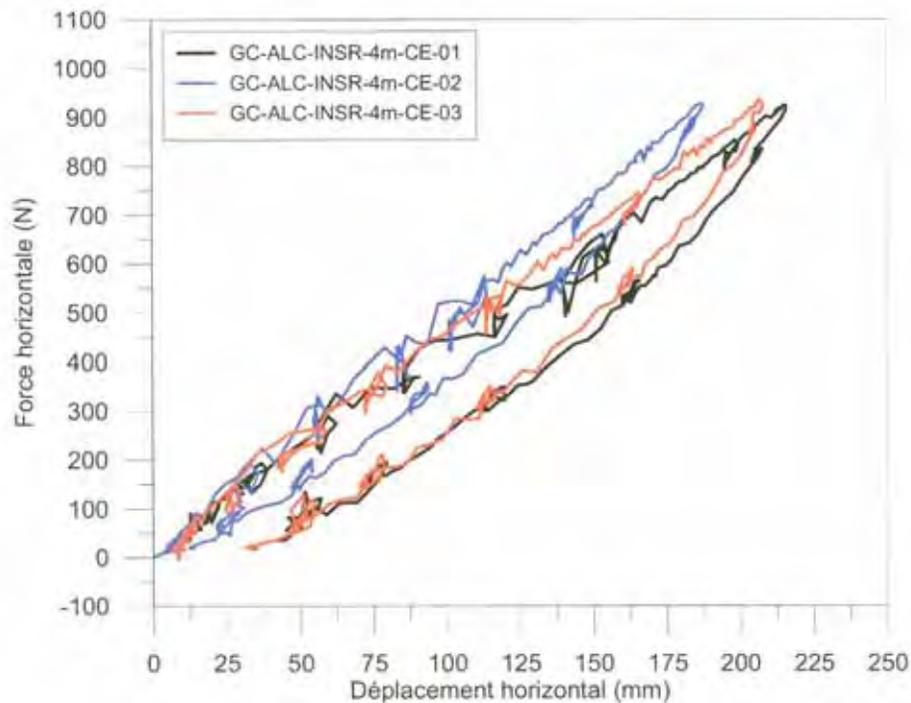


Figure F-57 – Essais INSR Alcor ; 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.

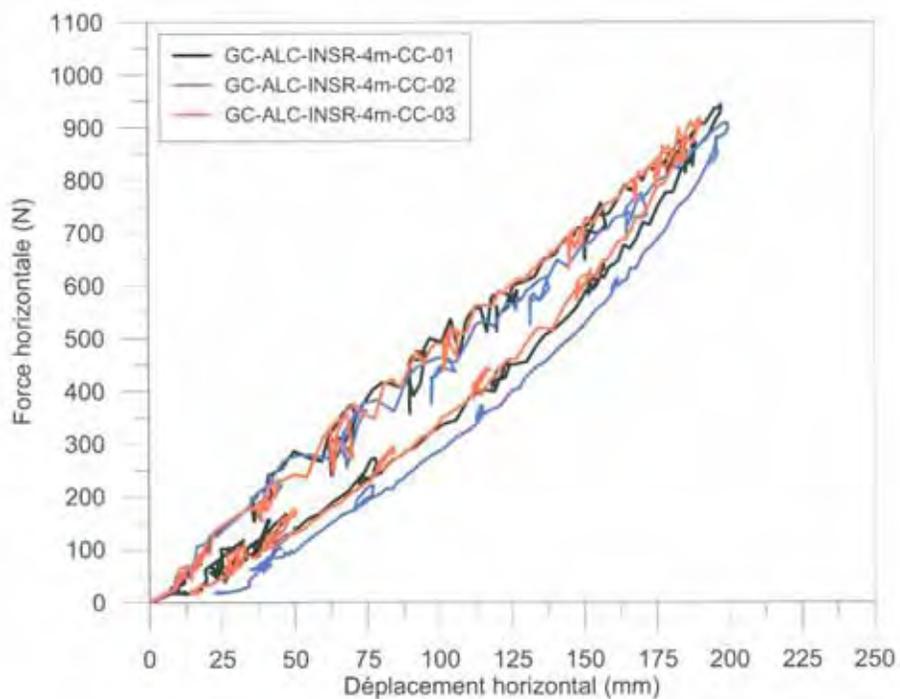


Figure F-58 – Essais INSR Alcor ; 3 travées (4 montants), charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.

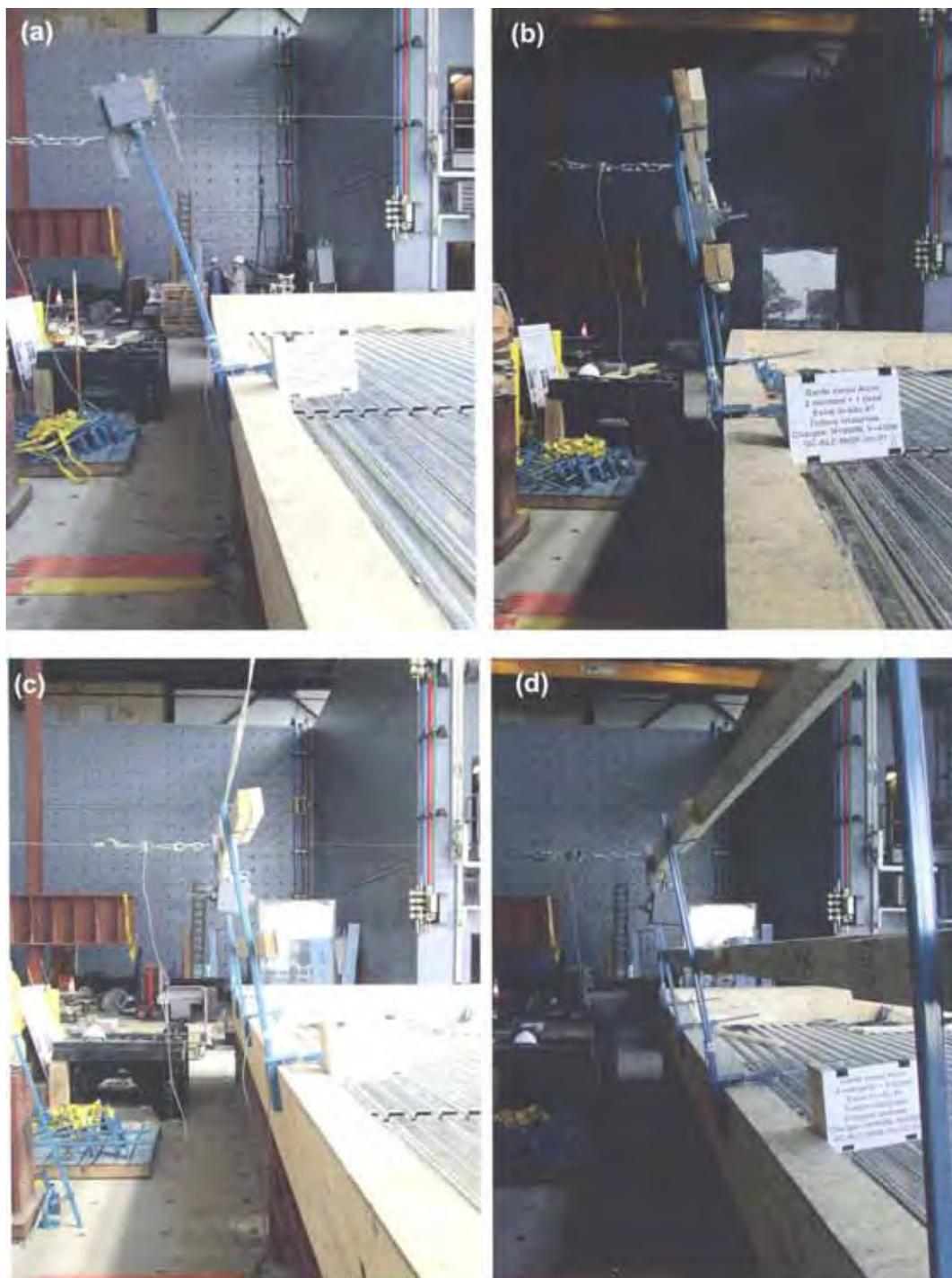


Figure F-59 – Essais INSR Alcor avec charge horizontale égale à 900 N :

- (a) Essai avec 1 montant (GC-ALC-INSR-1m-01C);**
- (b) Essai avec 1 travée (GC-ALC-INSR-2m-01) ;**
- (c) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée de rive (GC-ALC-INSR-4m-CE-01) ;**
- (d) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée centrale (GC-ALC-INSR-4m-CC-01).**



Figure F-60 – Écrasement du pontage métallique au niveau des appuis pour la configuration où le parapet est perpendiculaire aux poutrelles (série INSR, parapet flexible).



Figure F-61 – Soulèvement de la base du parapet à l'intérieur de la toiture au niveau des charges pour la configuration où le parapet est perpendiculaire aux poutrelles (série INSR, parapet flexible).

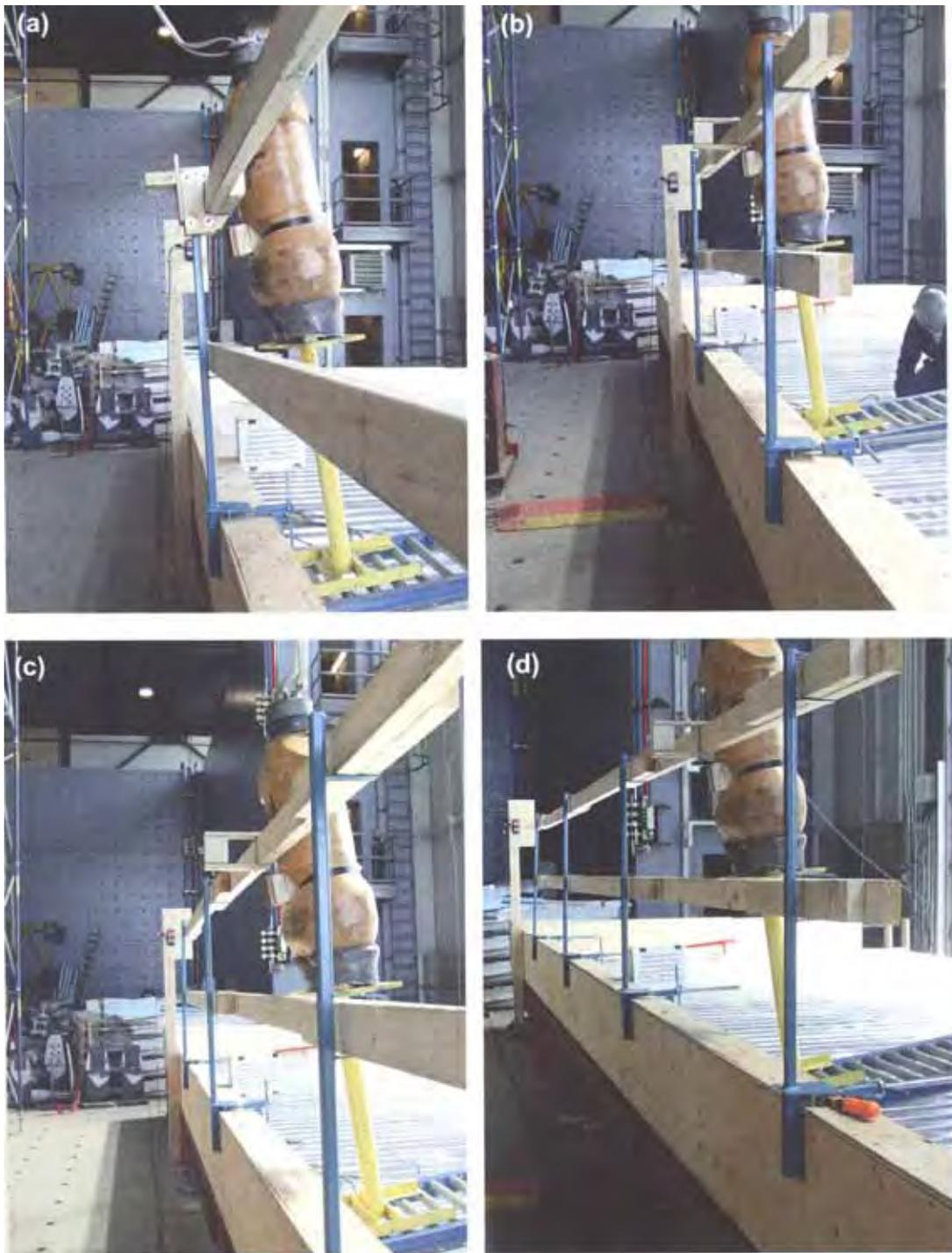


Figure F-62 – Essais dynamiques d'impact Alcor (Série DYN) :

- (a) 1 travée, impact sur le montant (GC-ALC-DYN-2m-IM-01) ;**
- (b) 1 travée, impact sur la lisse supérieure (GC-ALC-DYN-2m-IL-01) ;**
- (c) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée centrale (GC-ALC-DYN-4m-IC-01) ;**
- (d) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée de rive (GC-ALC-DYN-4m-IR-01).**

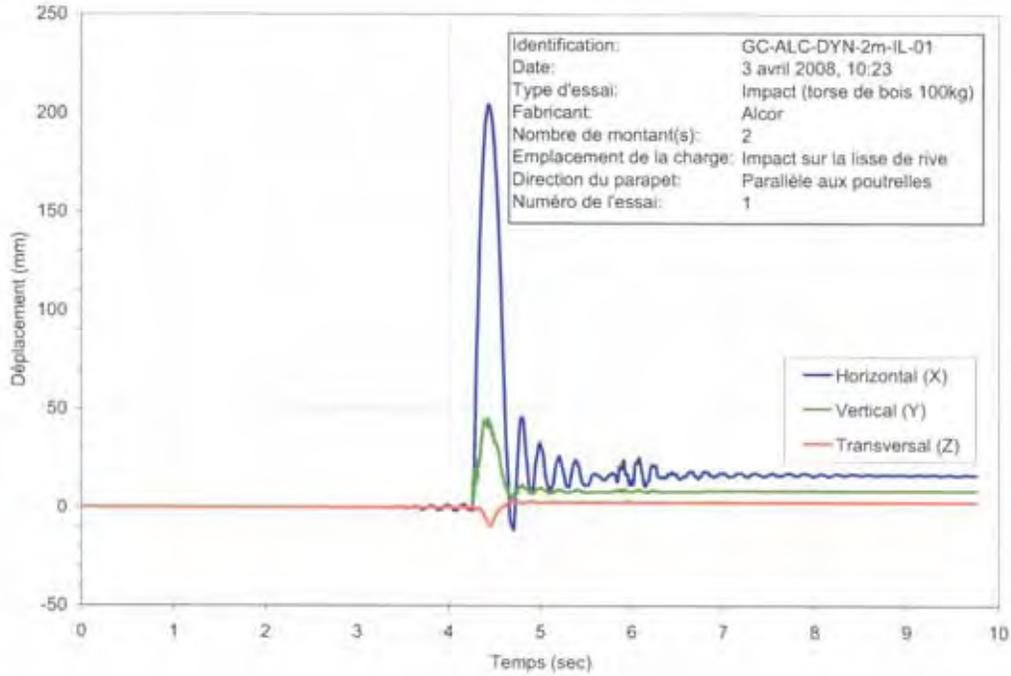


Figure F-63– Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

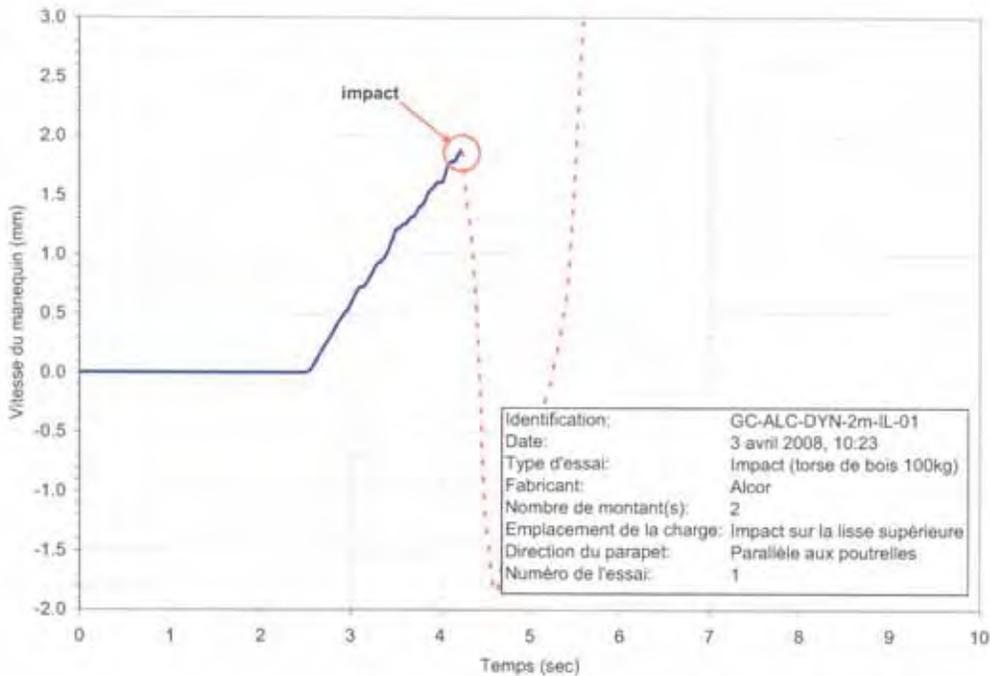


Figure F-64 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

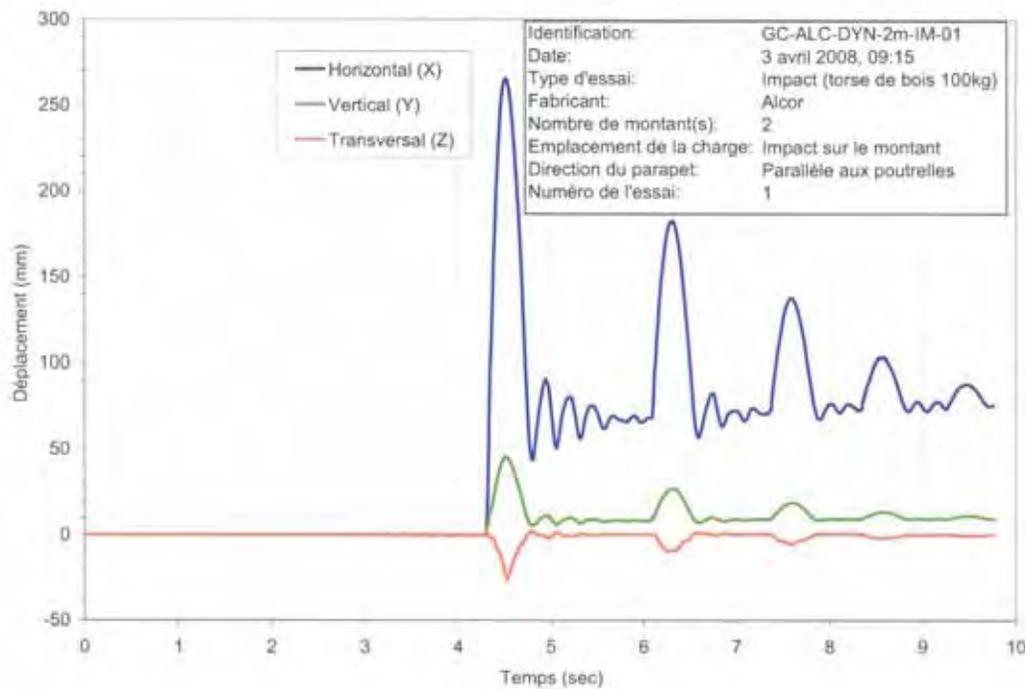


Figure F-65 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure)

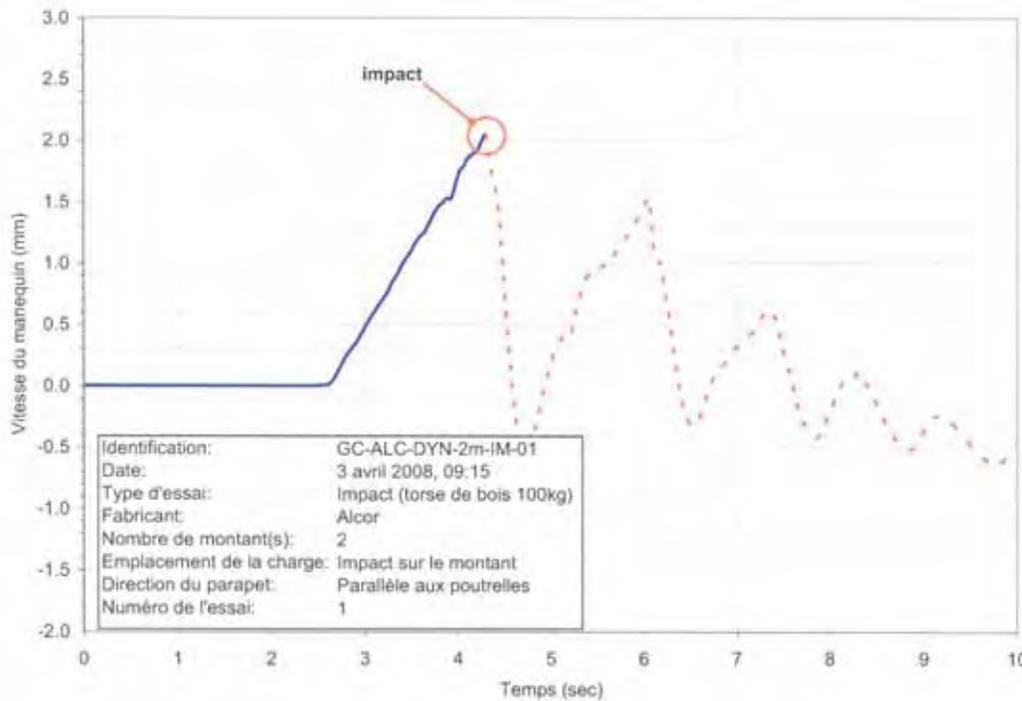


Figure F-66 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

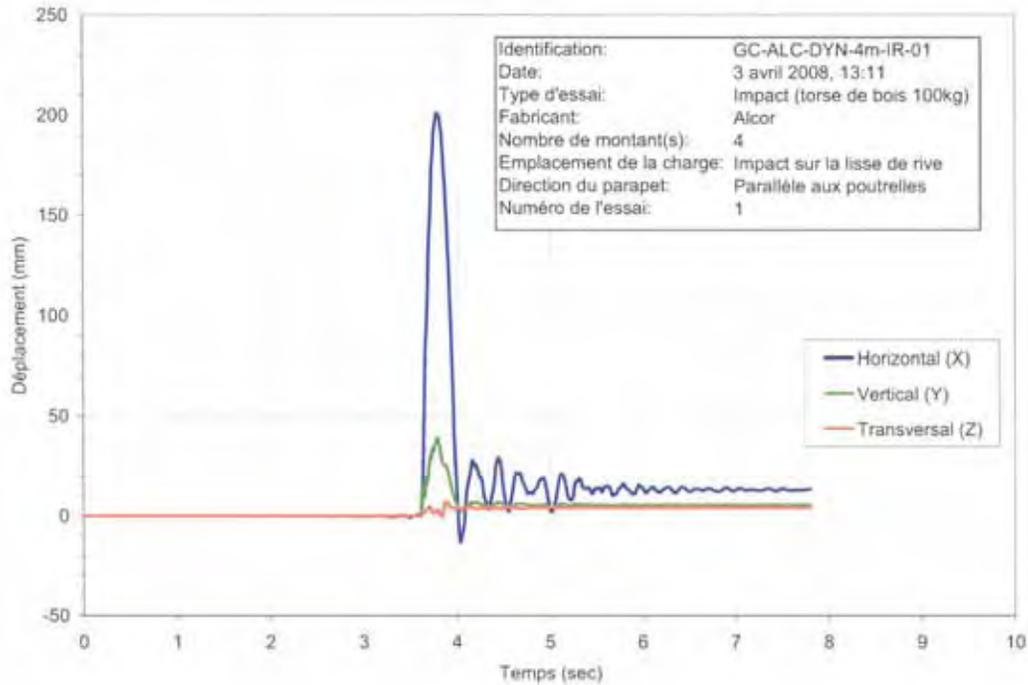


Figure F-67 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (3 travées, impact sur la travée de rive).

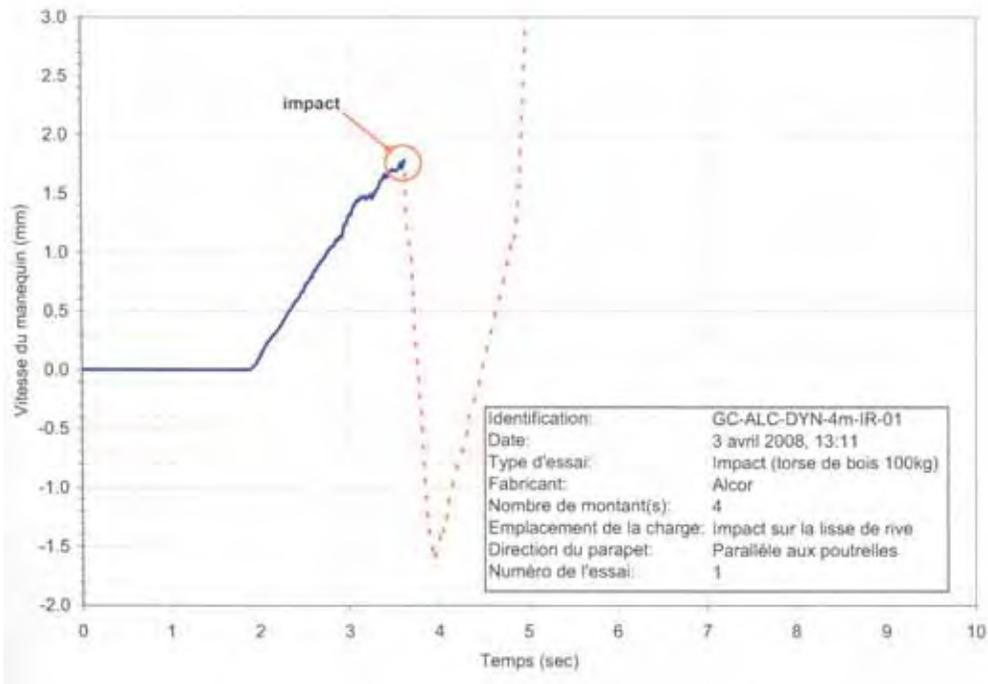


Figure F-68 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYN-4m-IR-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).

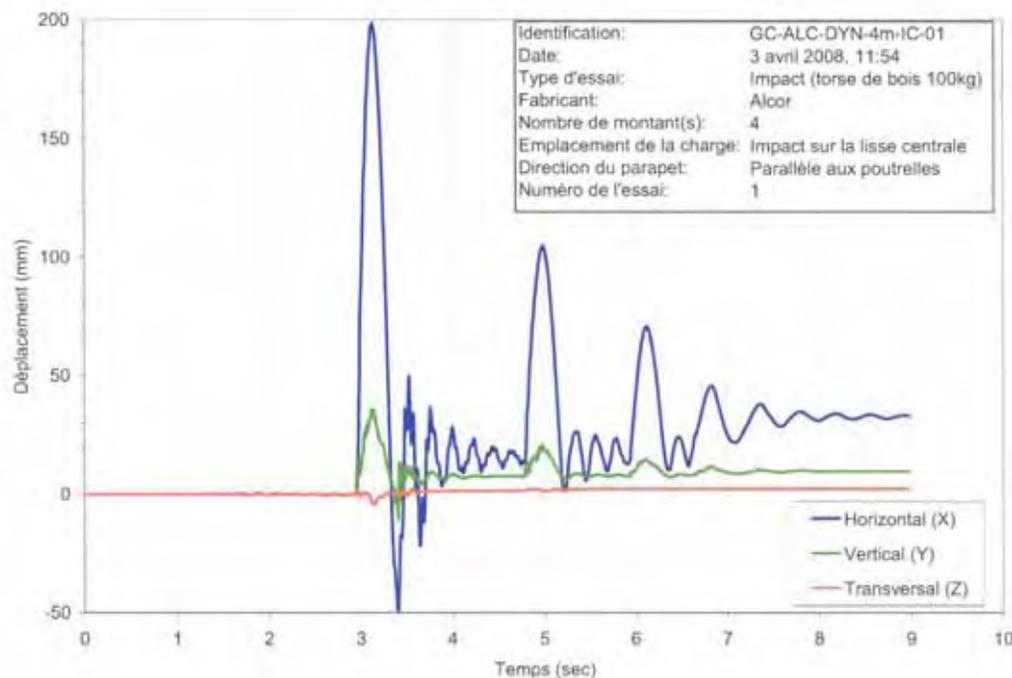


Figure F-69 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée centrale).

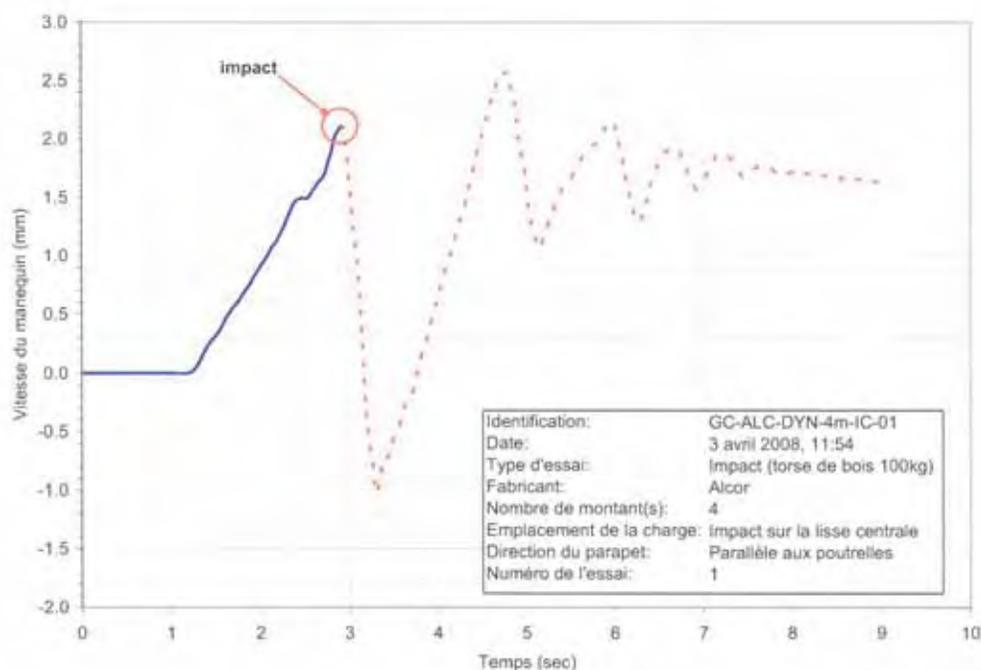


Figure F-70 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYN-4m-IC-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).

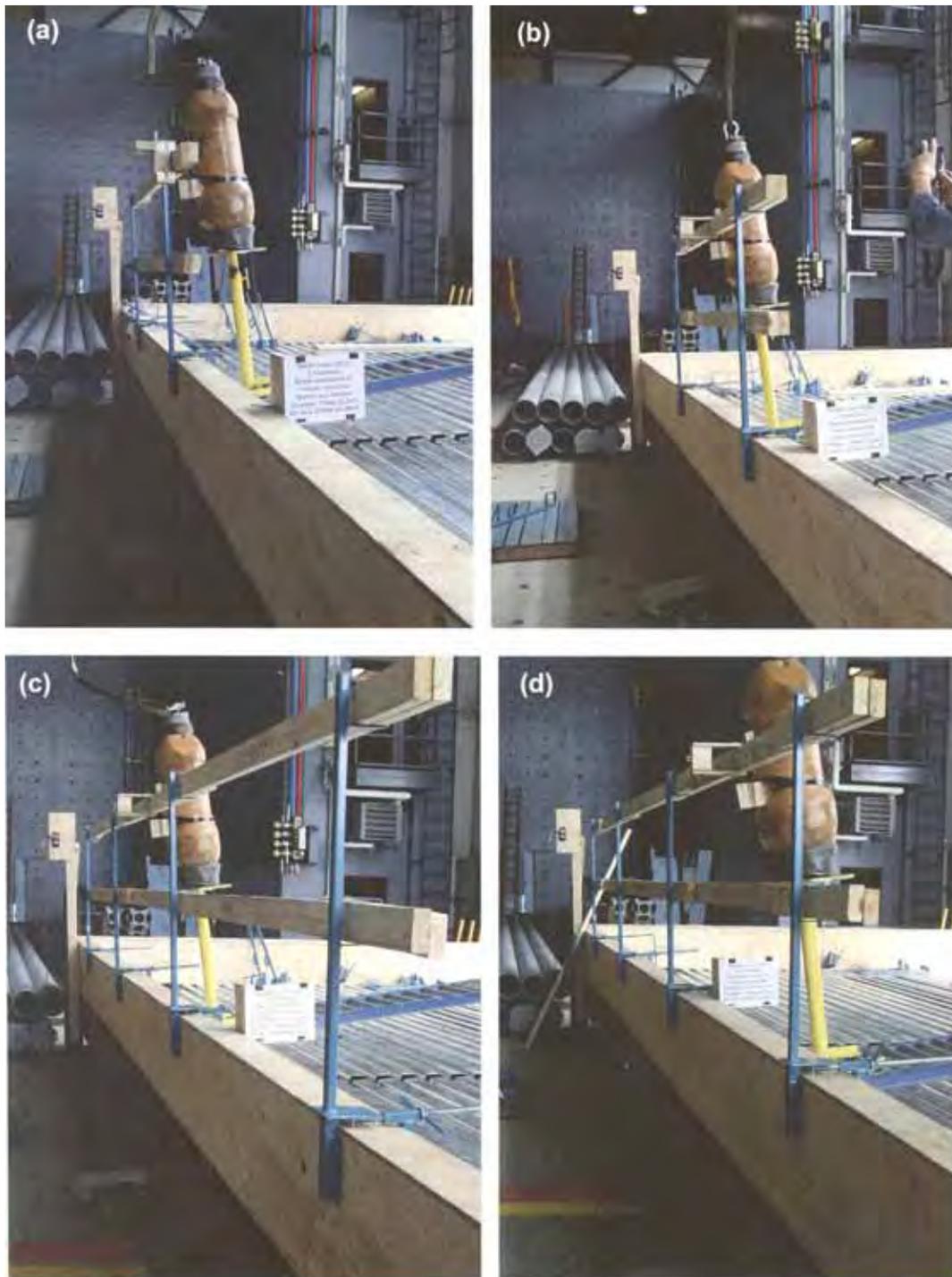


Figure F-71 – Essais dynamiques d'impact Alcor (série DYNR) :

- (a) 1 travée, impact sur le montant (GC-ALC-DYNR-2m-IM-01) ;**
- (b) 1 travée, impact sur la lisse supérieure (GC-ALC-DYNR-2m-IL-01) ;**
- (c) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée centrale (GC-ALC-DYNR-4m-IC-01) ;**
- (d) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée de rive (GC-ALC-DYNR-4m-IR-01).**

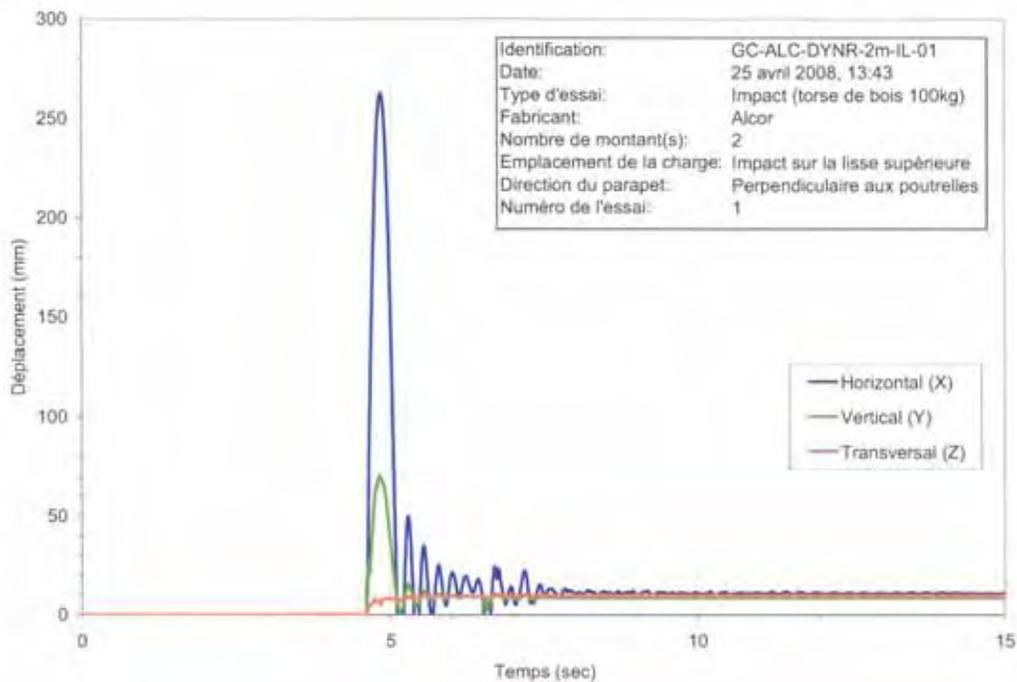


Figure F-72 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

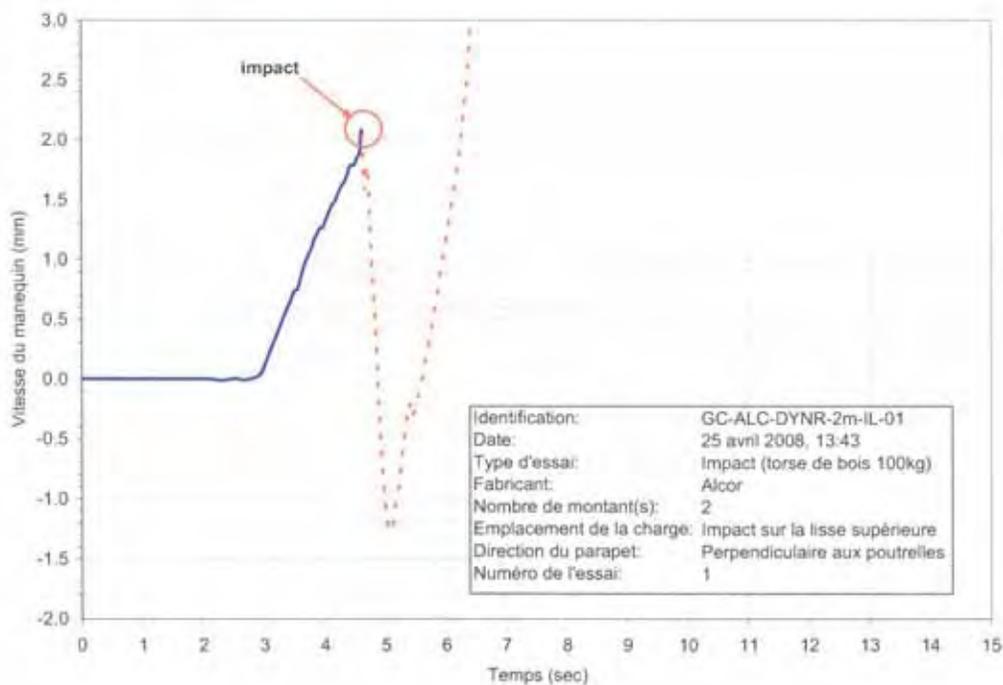


Figure F-73 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

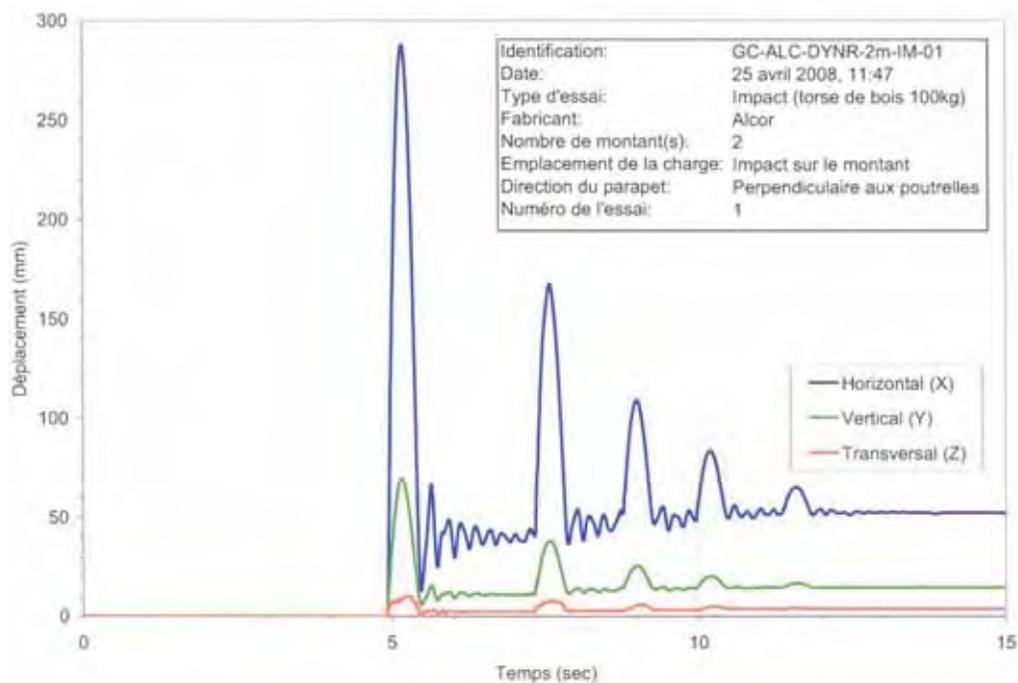


Figure F-74 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYNR-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (1 travée, impact sur le montant).

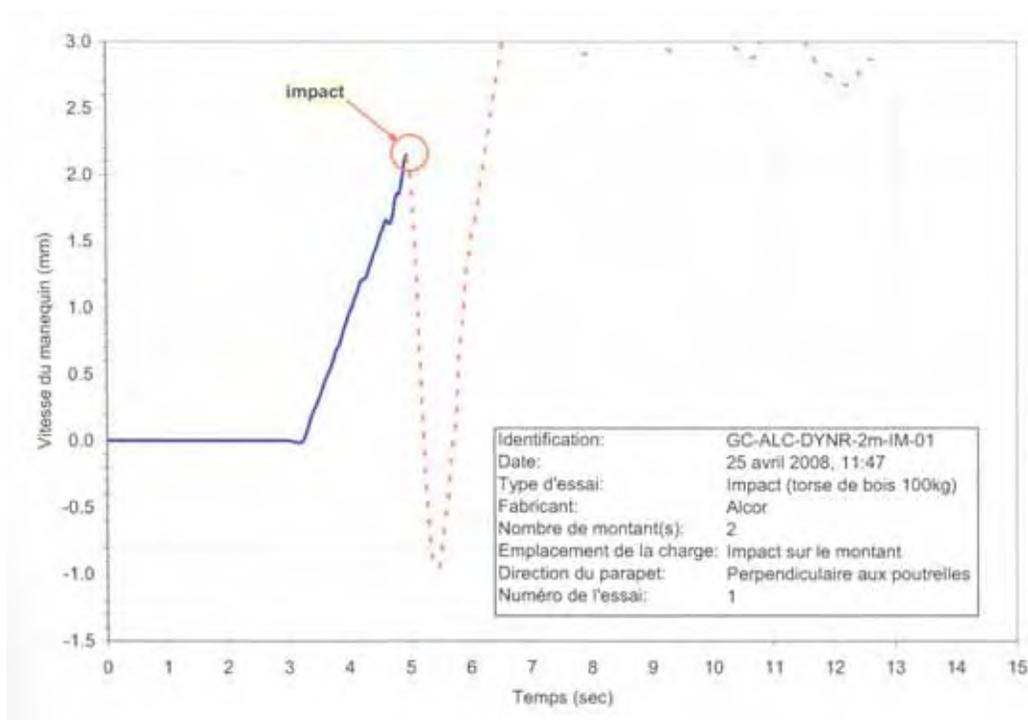


Figure F-75 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYNR-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant).

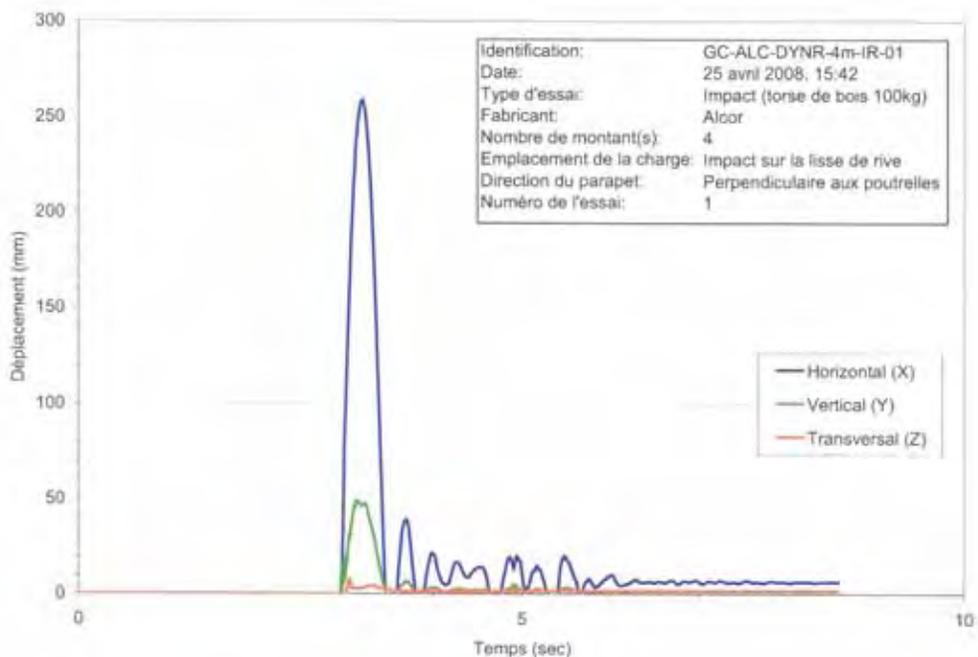


Figure F-76 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée de rive).

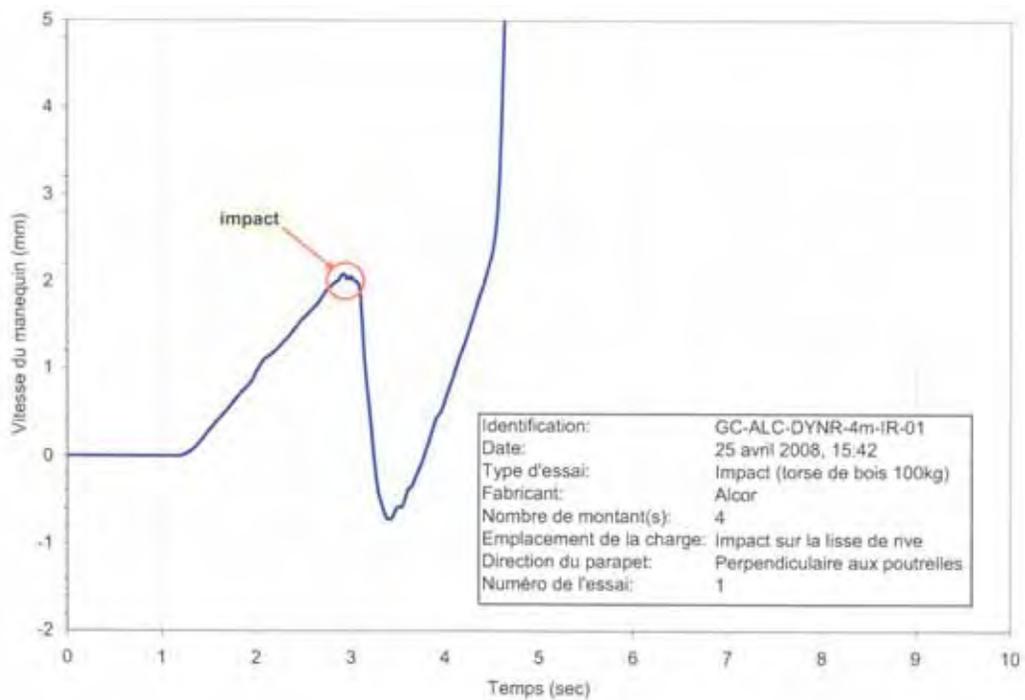


Figure F-77 – Essai dynamique d’impact GC-ALC-DYNR-4m-IR-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).

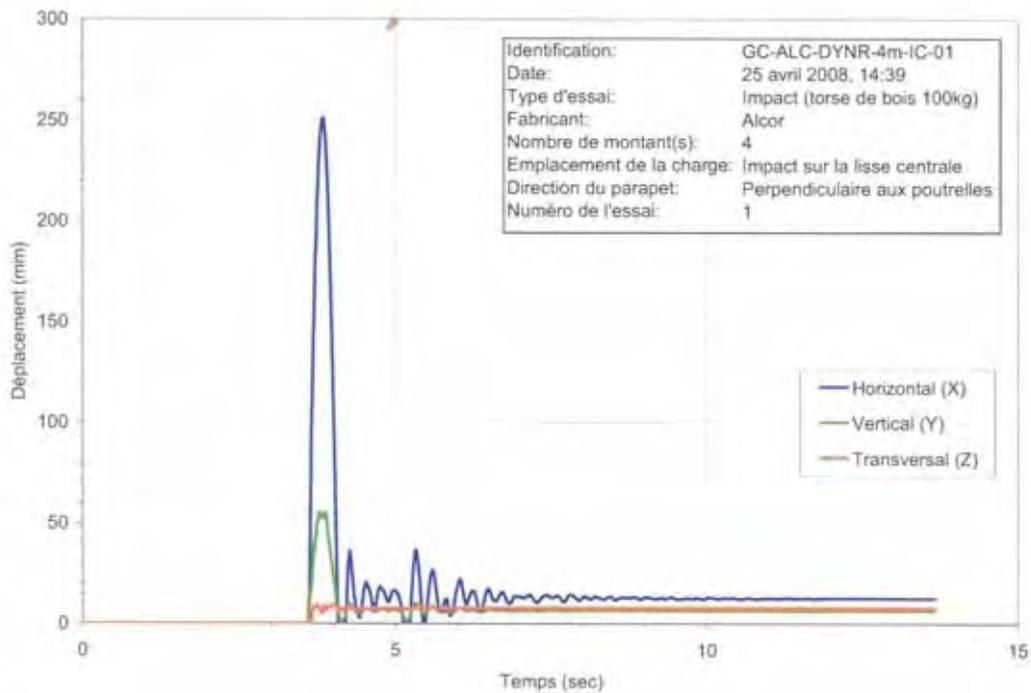


Figure F-78 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYNR-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (3 travées, impact sur la travée centrale).

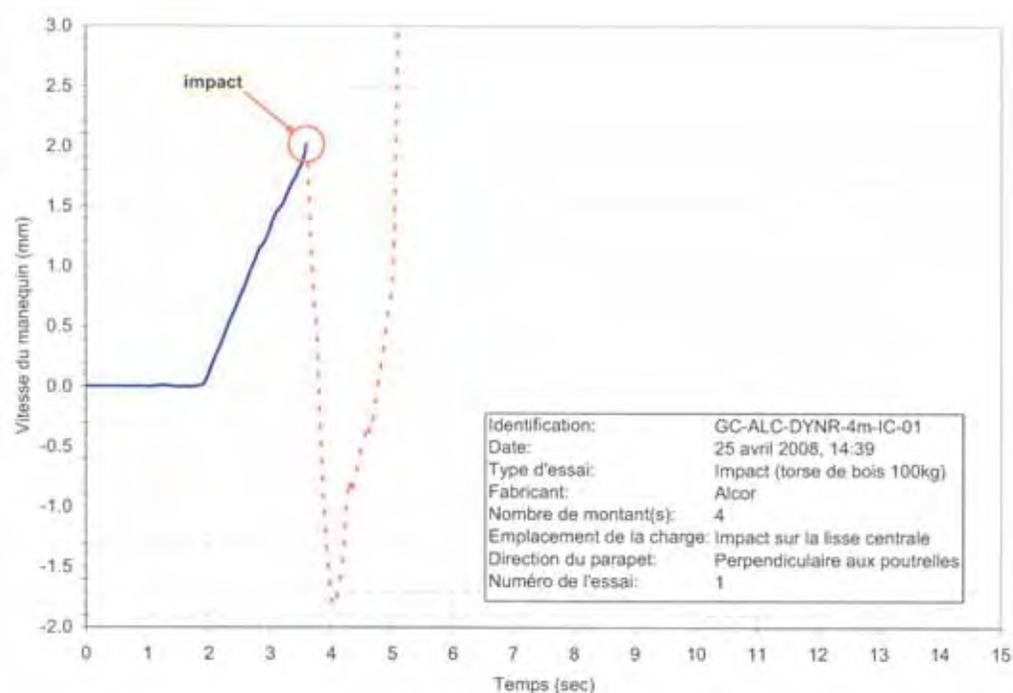


Figure F-79 – Essai dynamique d'impact GC-ALC-DYNR-4m-IC-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).

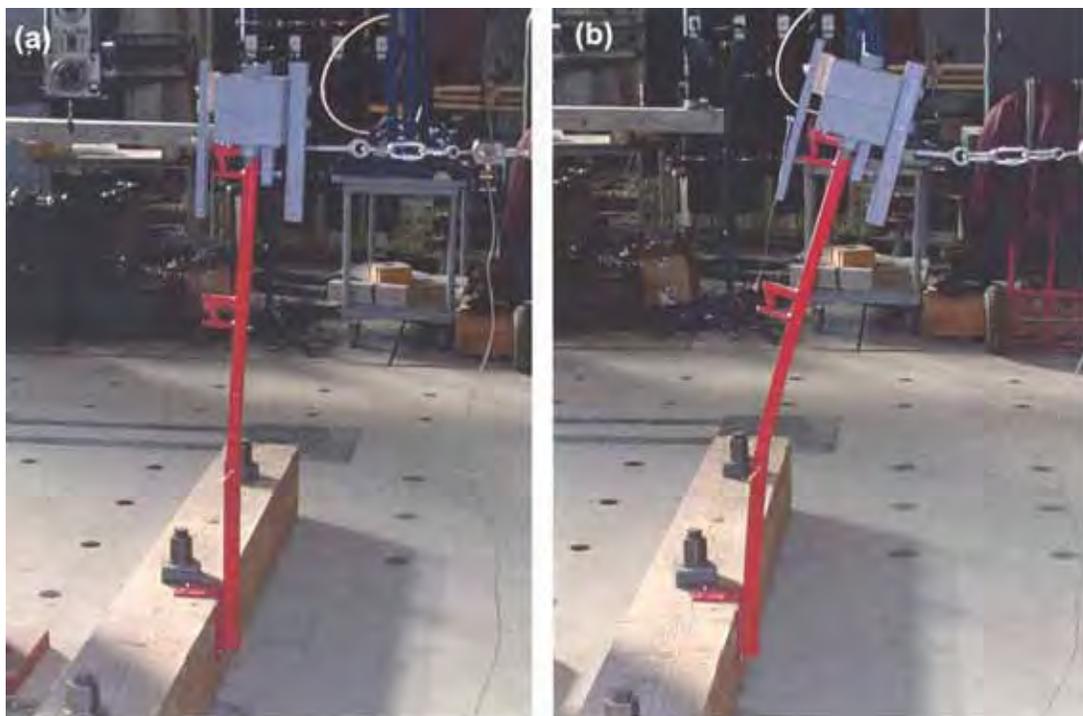


Figure F-80 - Essai GC-JPL-ST-03 : (a) Force horizontale égale à 900 N ; (b) Déplacement horizontal égale à 254 mm (course maximale de chargement).

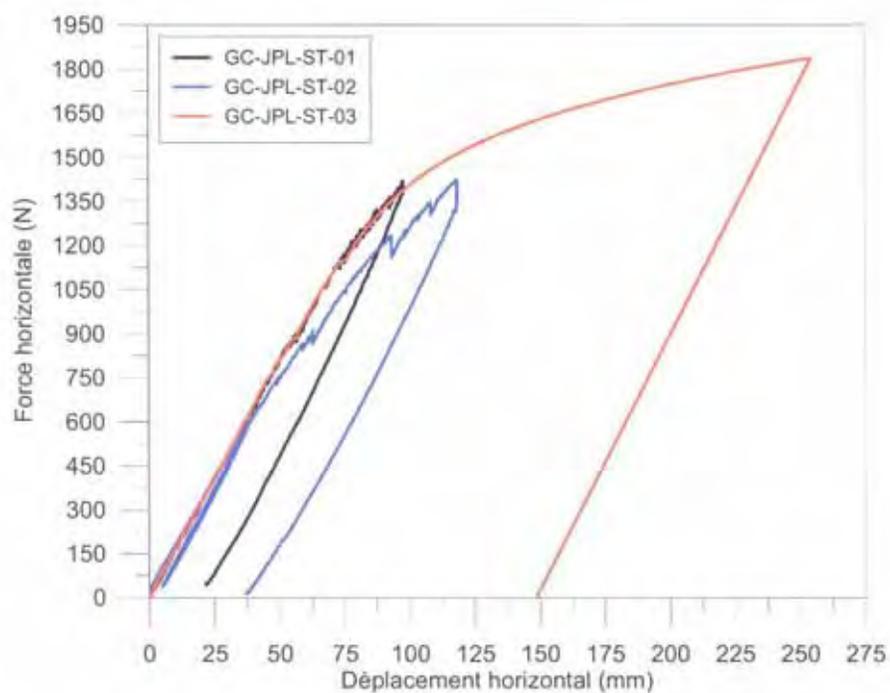


Figure F-81 – Essais de résistance statique J. P. Lemieux : 1 montant ; Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au sommet du montant.

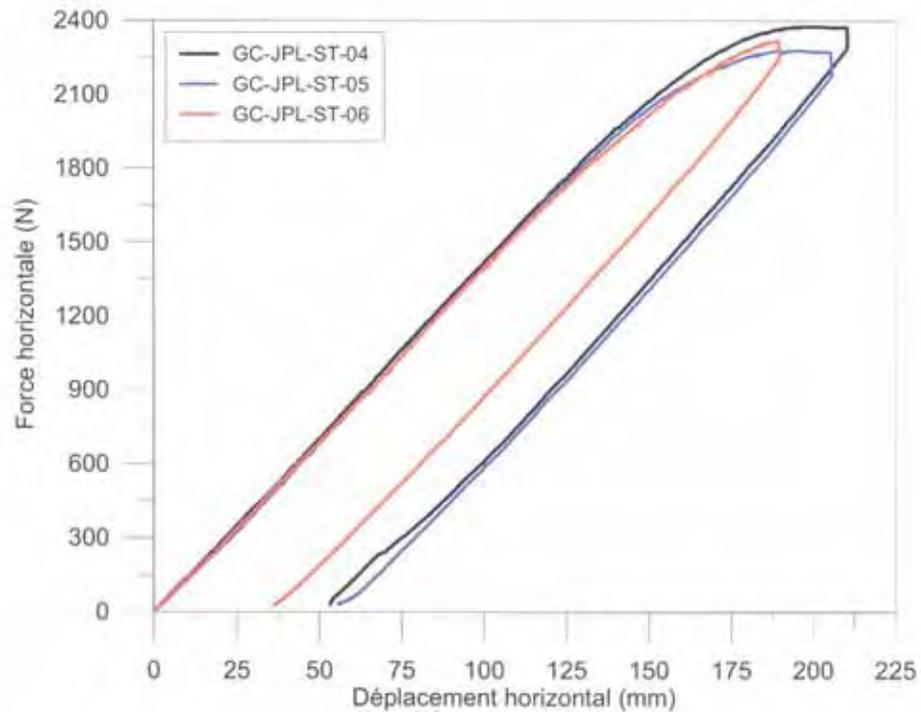


Figure F-82 - Essais de résistance statique J. P. Lemieux : 1 travée (2 montants), charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au centre de la lisse supérieure.

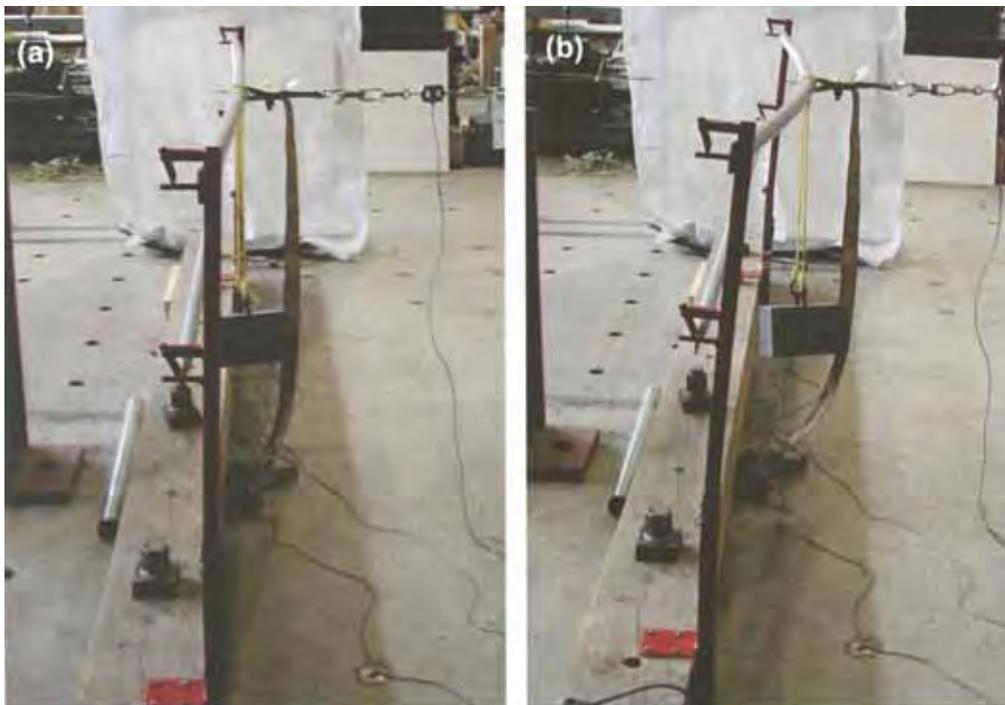


Figure F-83 - Essai GC-JPL-ST-04 : (a) Force horizontale égale à 900 N ; (b) Déplacement horizontal égal à 210 mm (charge ultime dépassée).

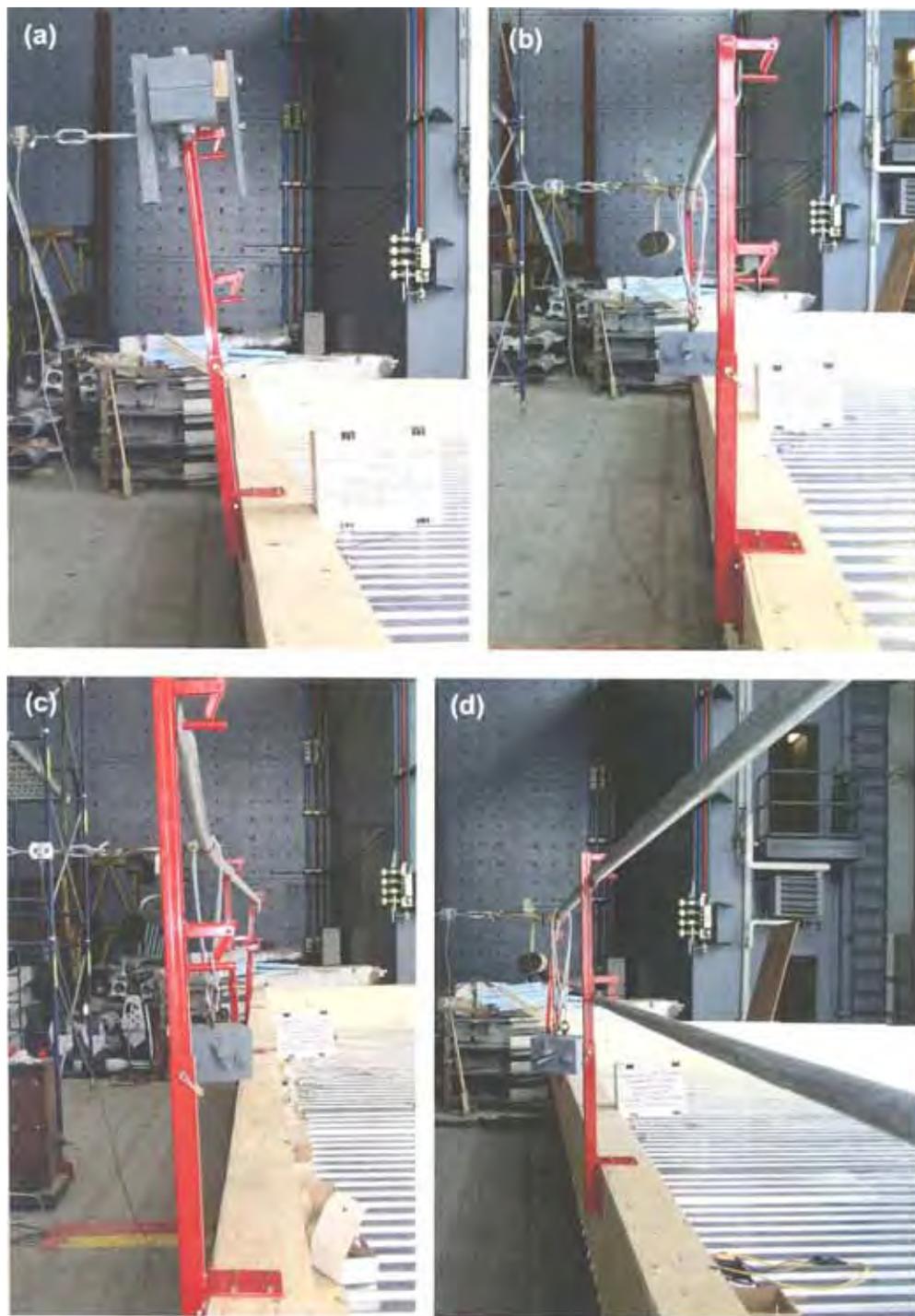


Figure F-84 – Essais INS J. P. Lemieux avec charge horizontale égale à 900 N :

- (a) Essai avec 1 montant (GC-JPL-INS-1m-01) ;**
- (b) Essai avec 1 travée (GC-JPL-INS-2m-02) ;**
- (c) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée de rive (GC-JPL-INS-4m-CE-02) ;**
- (d) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée centrale (GC-JPL-INS-4m-CC-02).**

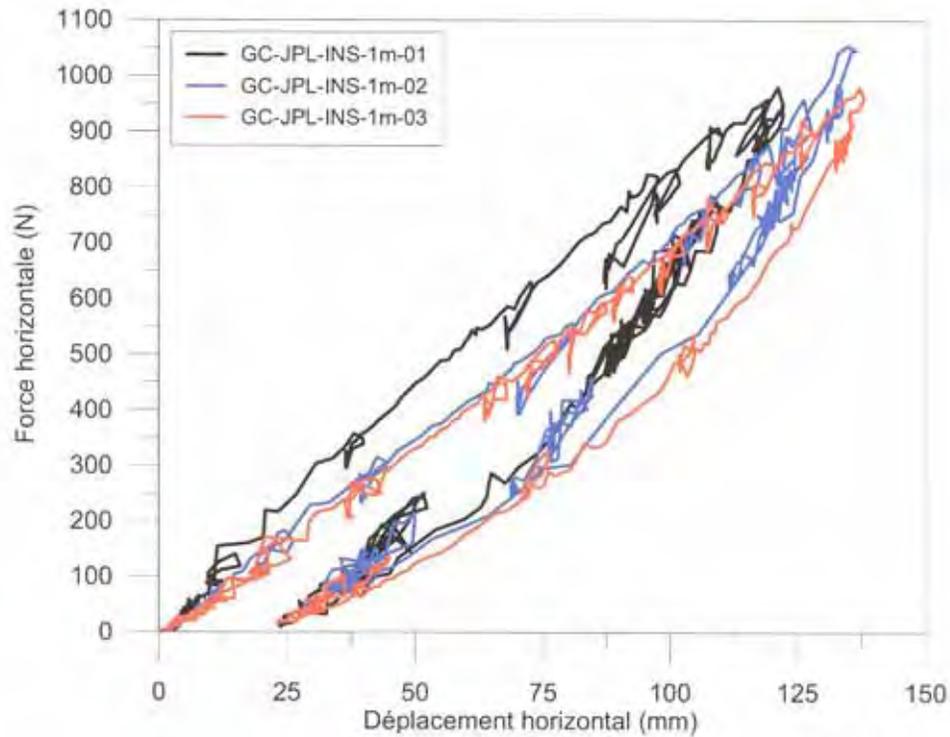


Figure F-85 – Essais INS J. P. Lemieux : 1 montant

Charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.

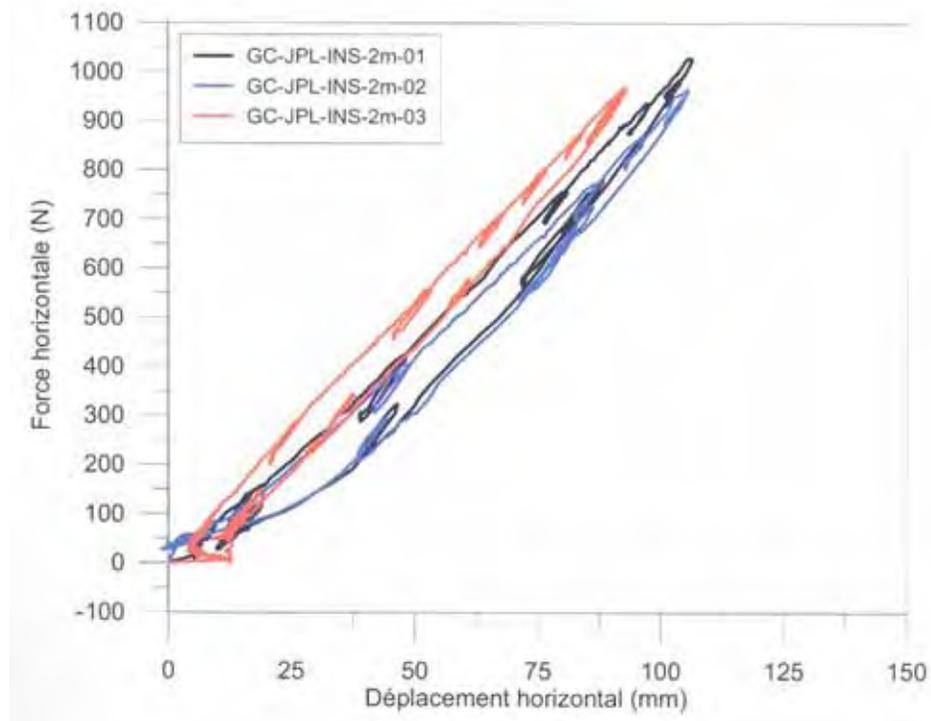


Figure F-86 – Essais INS J. P. Lemieux : 1 travée (2 montants)

Charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.

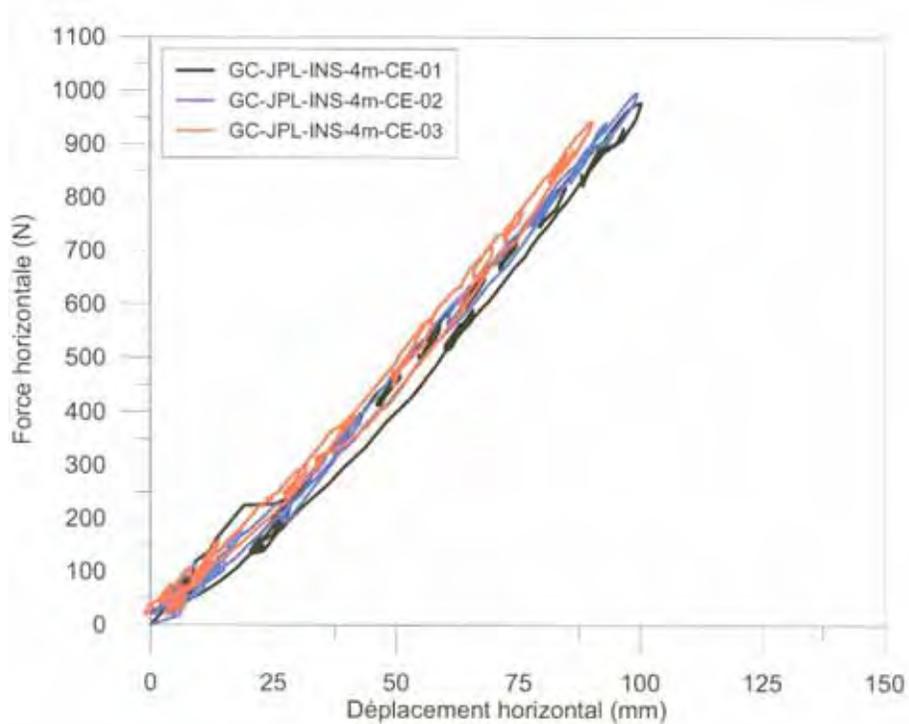


Figure F-87 – Essais INS J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants)

Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.

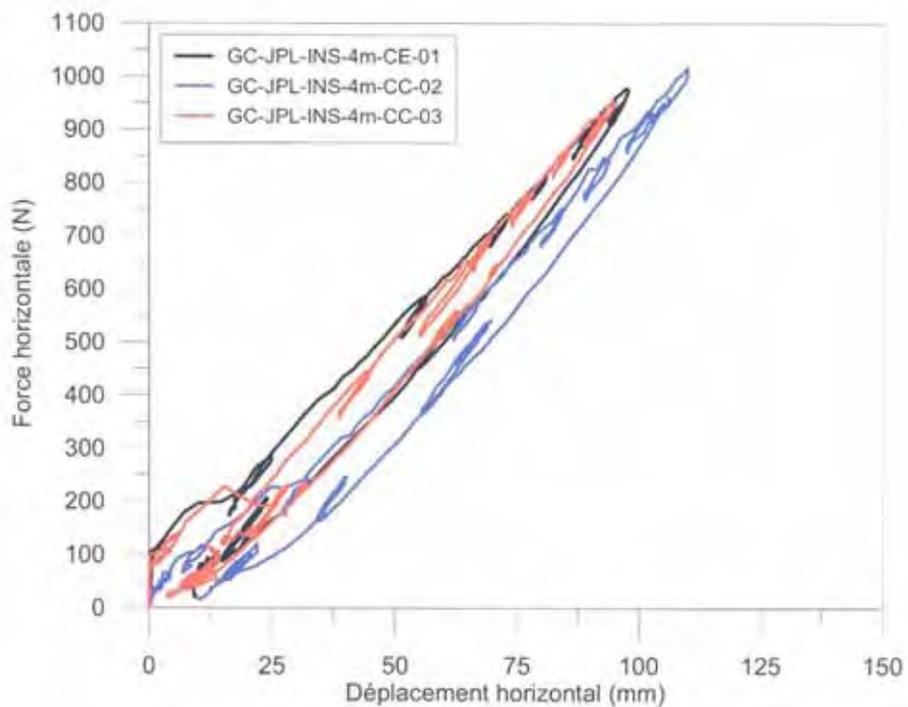


Figure F-88 – Essais INS J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants)

Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.

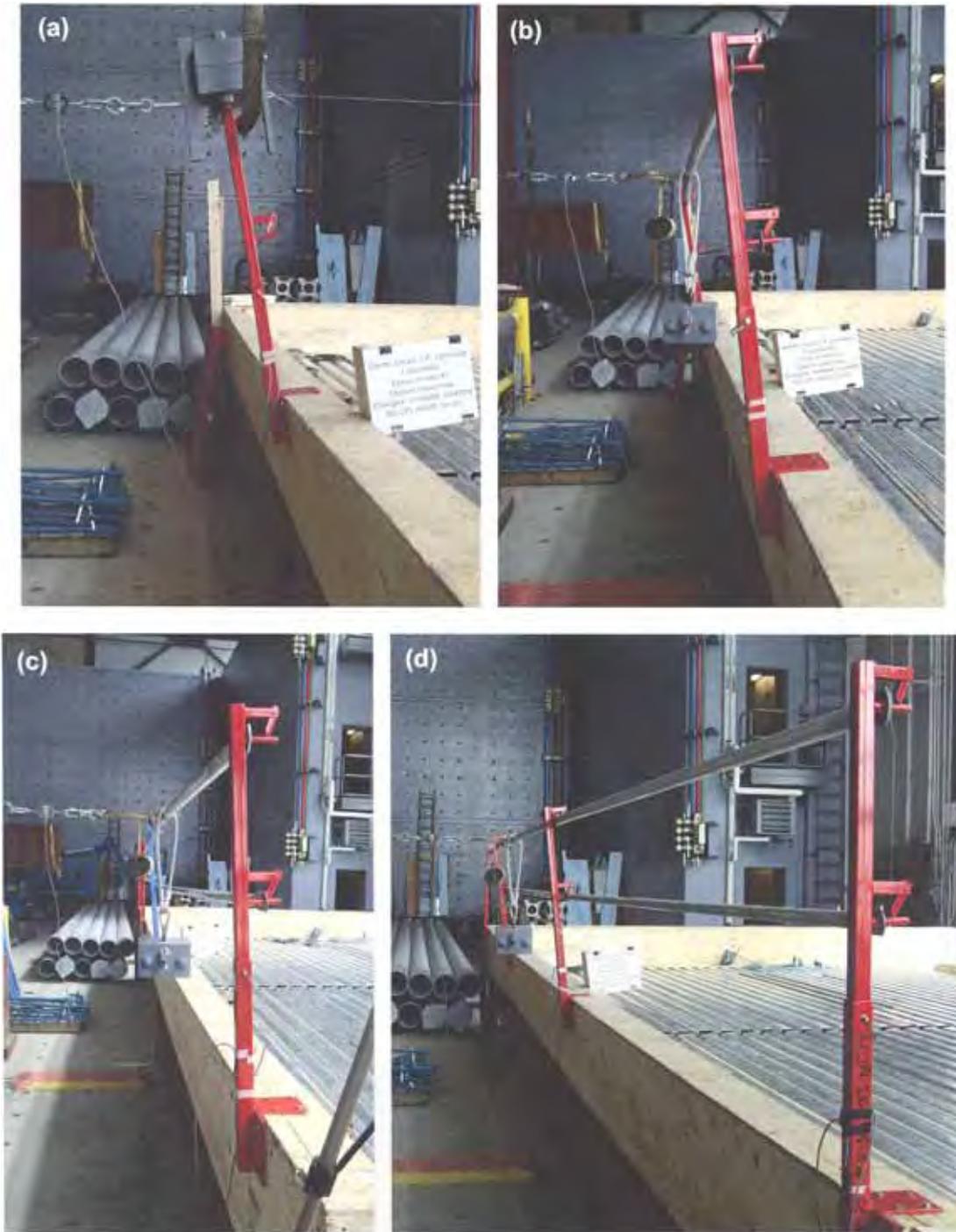


Figure F-89 – Essais INSR J. P. Lemieux avec charge horizontale égale à 900 N :

- (a) Essai avec 1 montant (GC-JPL-INSR-1m-01) ;**
- (b) Essai avec 1 travée (GC-JPL-INSR-2m-02) ;**
- (c) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée de rive (GC-JPL-INSR-4m-CE-01) ;**
- (d) Essai avec 3 travées et charges au centre de la travée centrale (GC-JPL-INSR-4m-CC-01).**

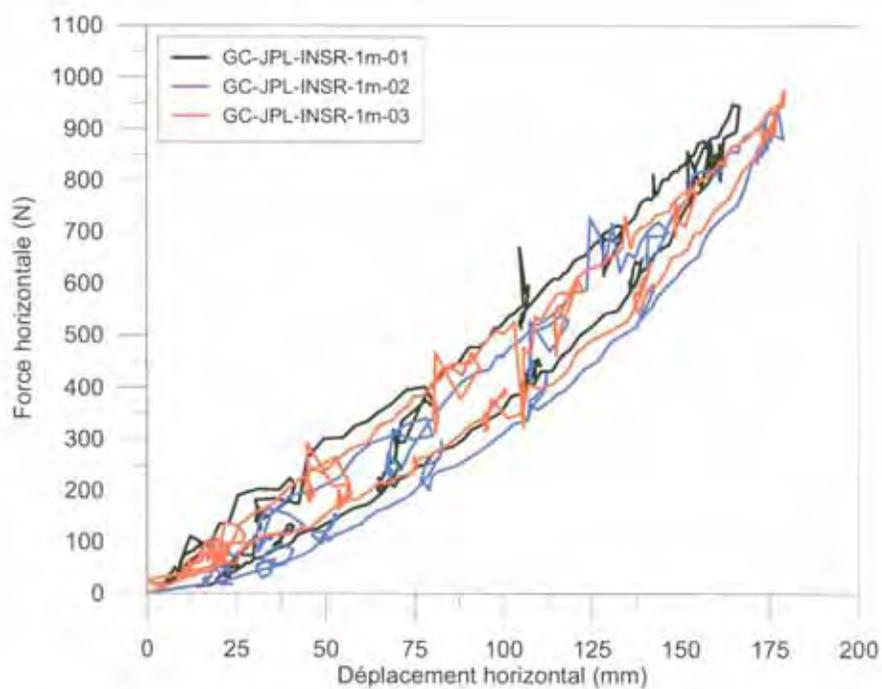


Figure F-90 – Essais INSR J. P. Lemieux : 1 montant
Charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.

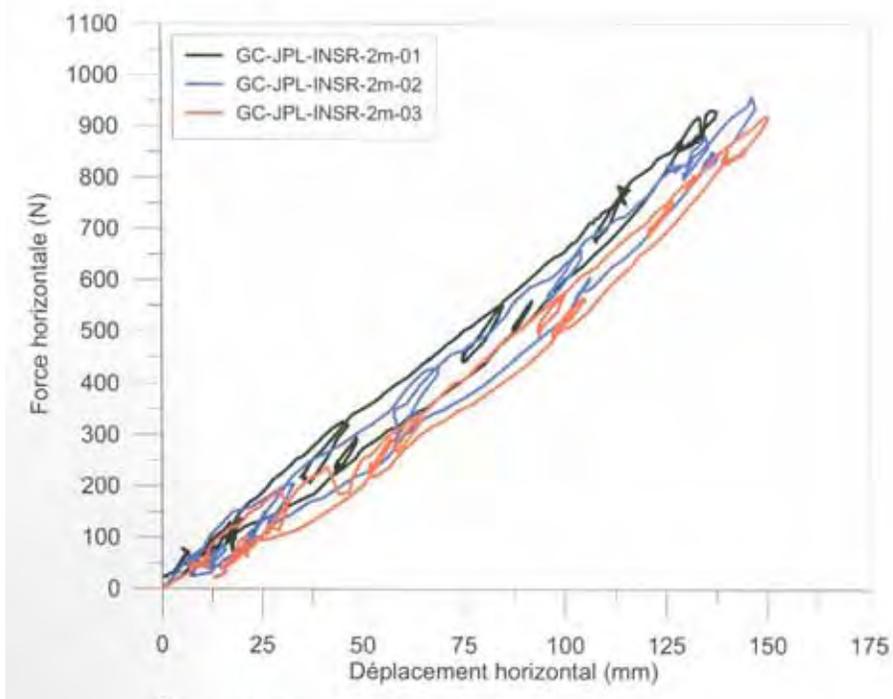
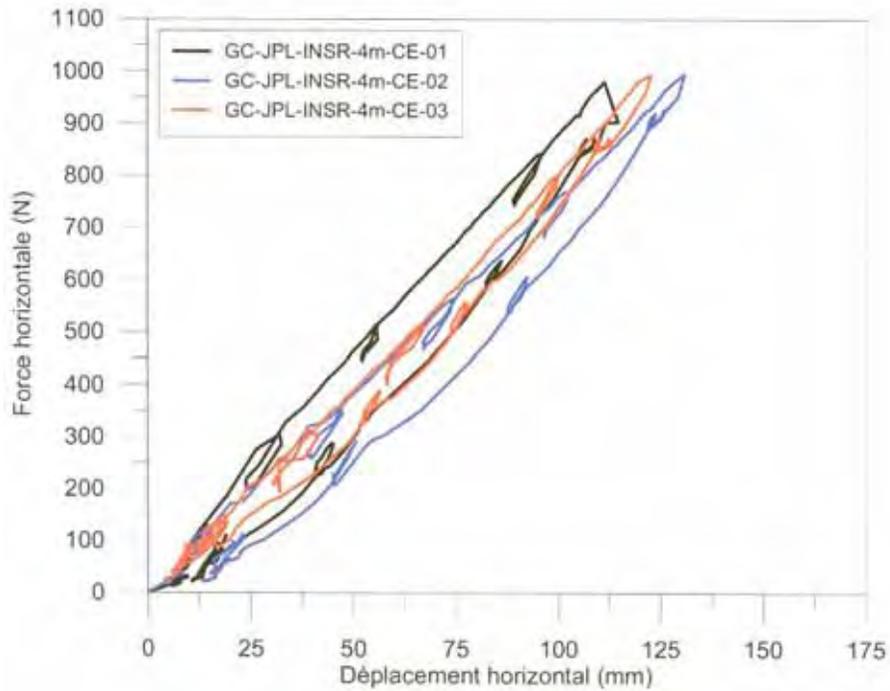
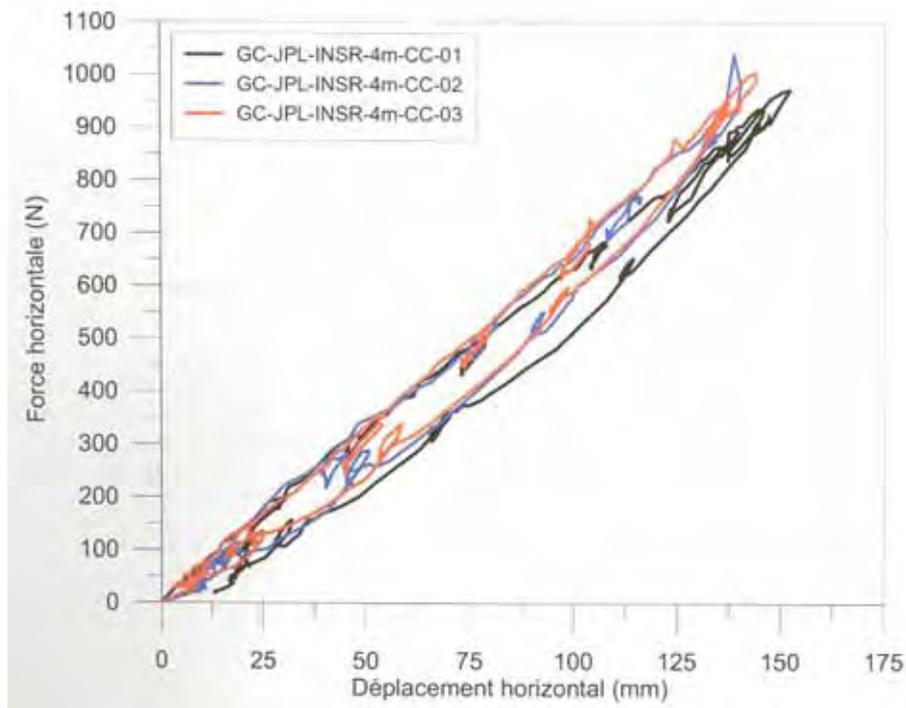


Figure F-91 – Essais INSR J. P. Lemieux : 1 travée (2 montants)
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.



**Figure F-92 – Essais INSR J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants)
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.**



**Figure F-93 – Essais INSR J. P. Lemieux : 3 travées (4 montants)
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.**

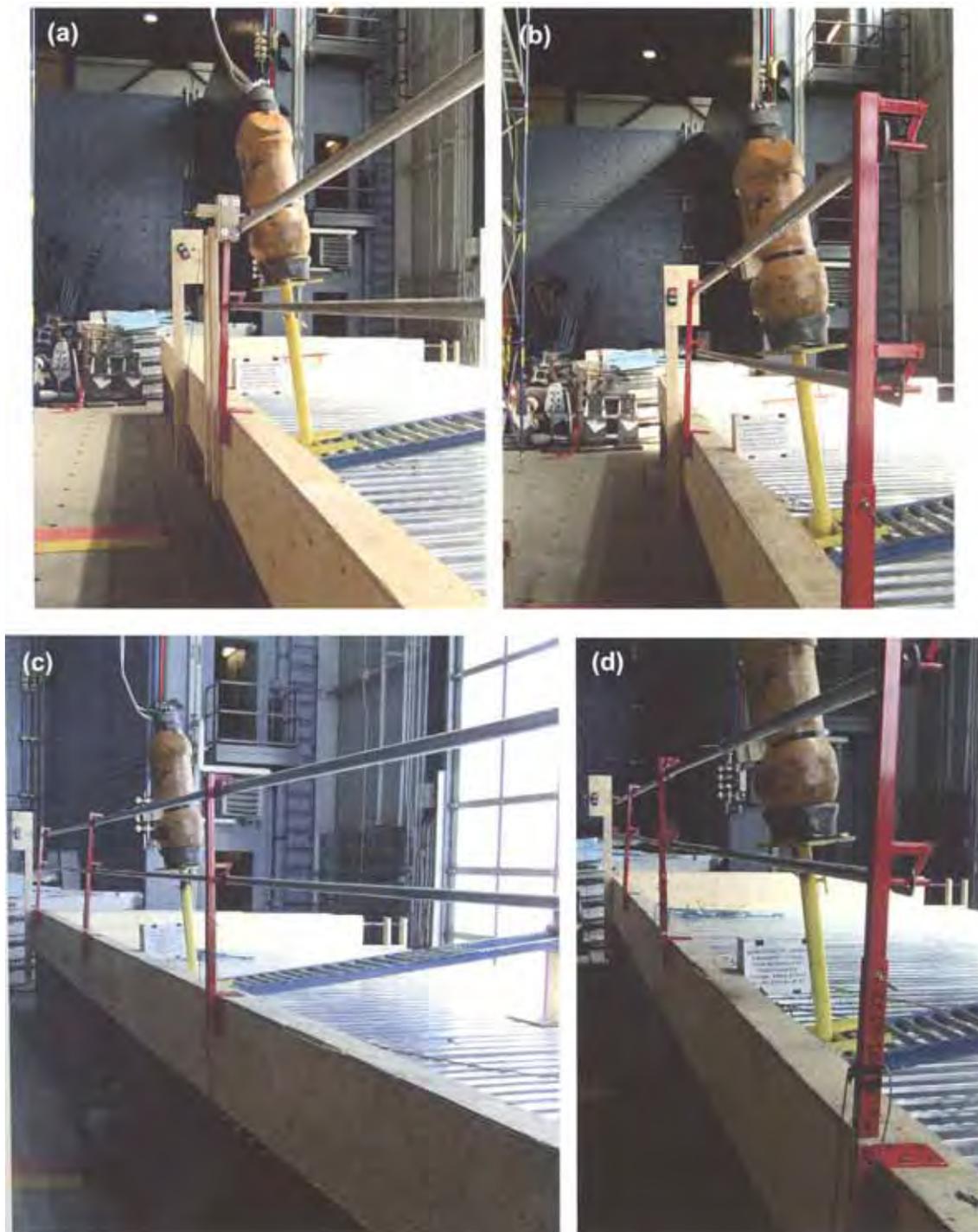


Figure F-94 – Essais dynamiques d’impact J. P. Lemieux (série DYN):

- (a) 1 travée, impact sur un montant (GC-JPL-DYN-2m-IM-01) ;**
- (b) 1 travée, impact sur la lisse supérieure (GC-JPL-DYN-2m-IL-01) ;**
- (c) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée centrale (GC-JPL-DYN-4m-IC-01) ;**
- (d) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée de rive (GC-JPL-DYN-4m-IR-01).**

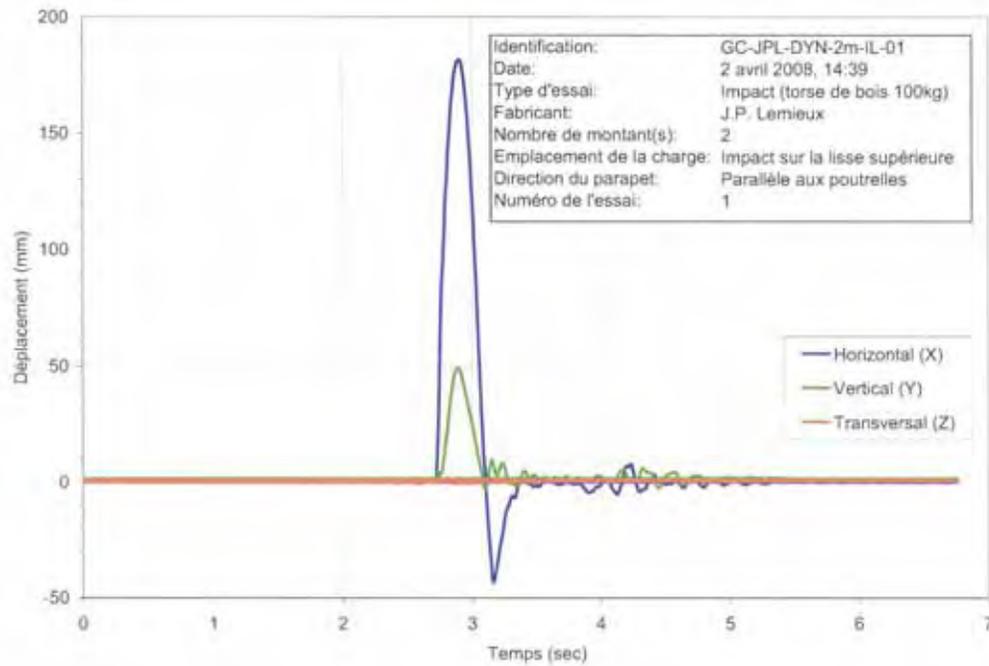


Figure F-95 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYN-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

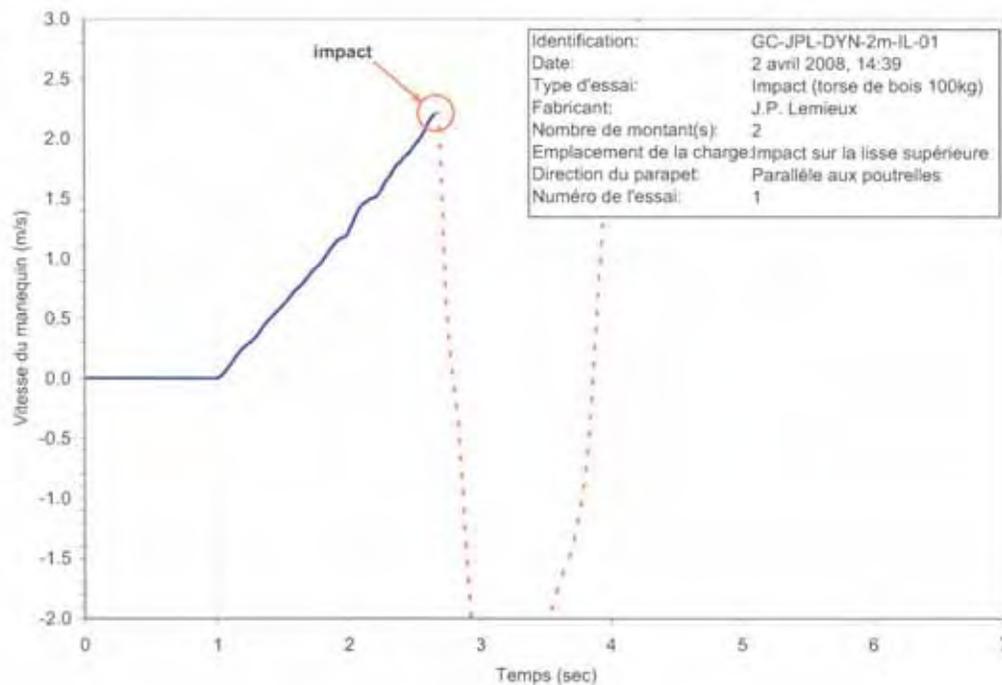


Figure F-96 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYN-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

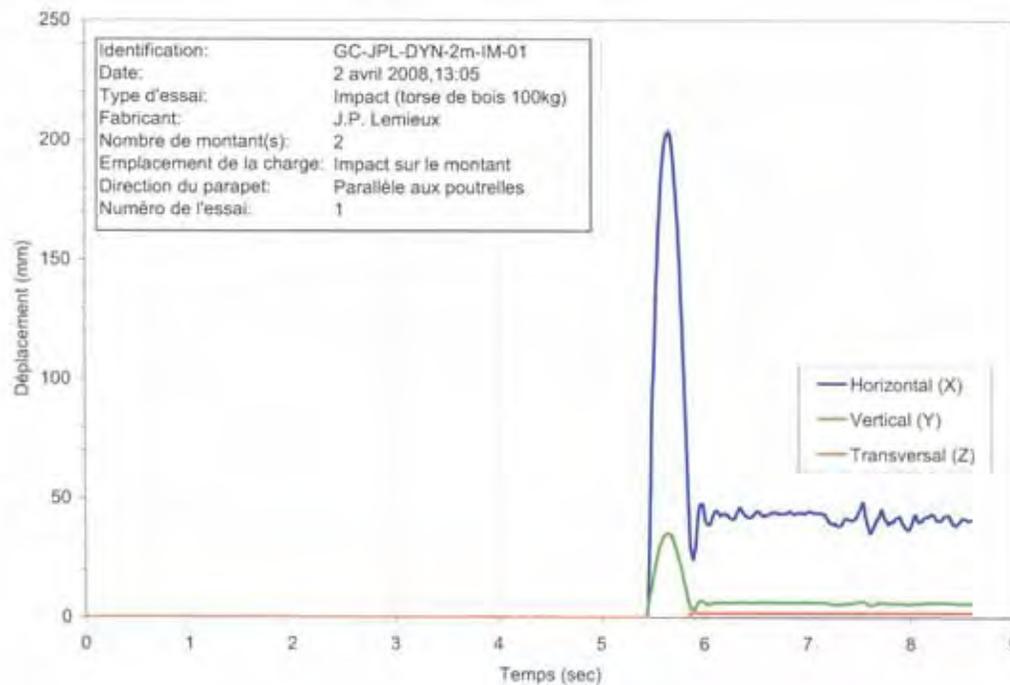


Figure F-97 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur le montant).

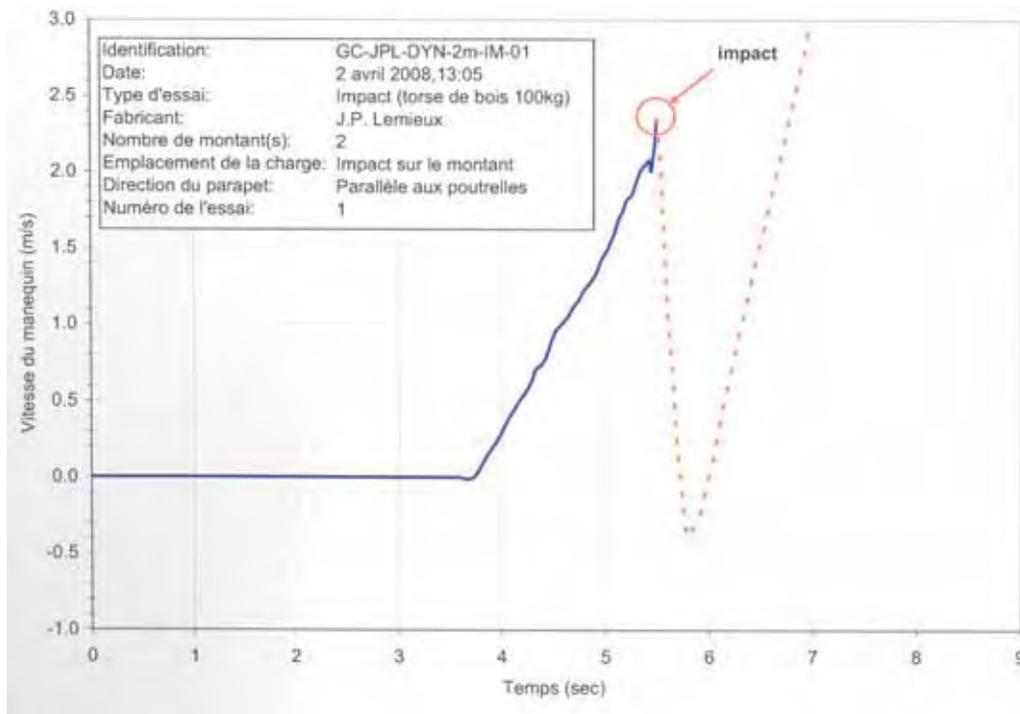


Figure F-98 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant).

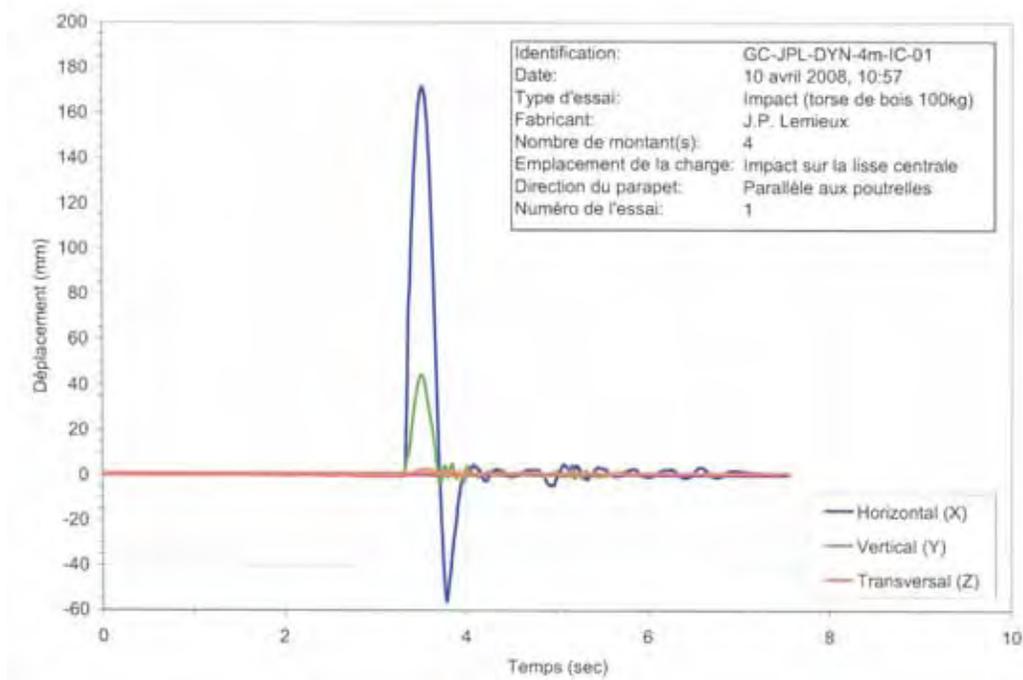


Figure F-99 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYN-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (3 travées, impact sur la travée centrale).

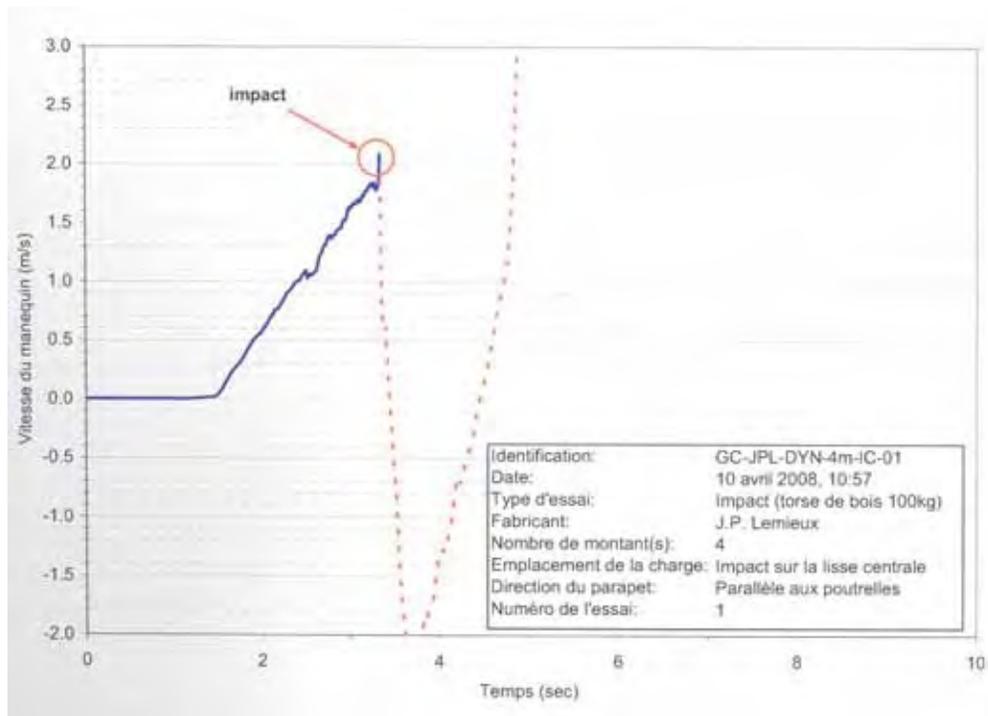


Figure F-100 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYN-4m-IC-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).

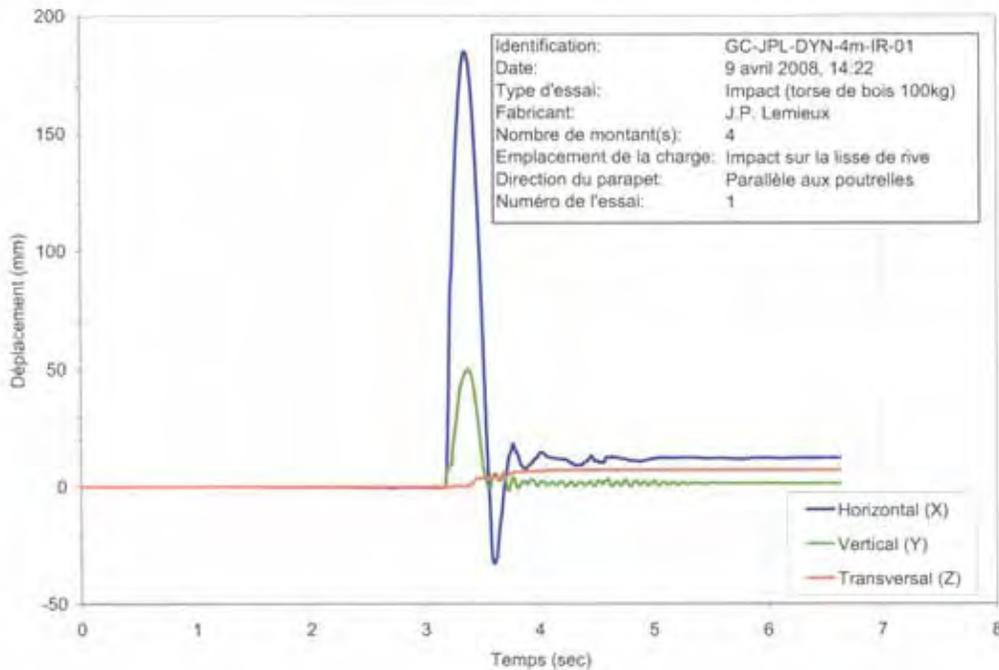


Figure F-101 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée de rive).

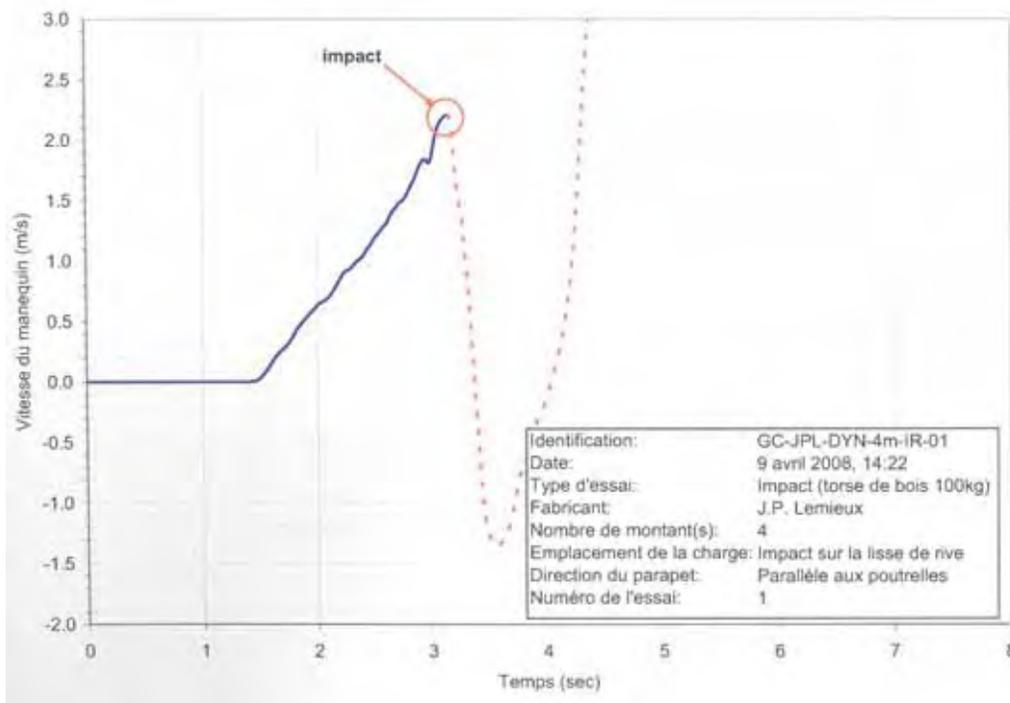


Figure F-102 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYN-4m-IR-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).

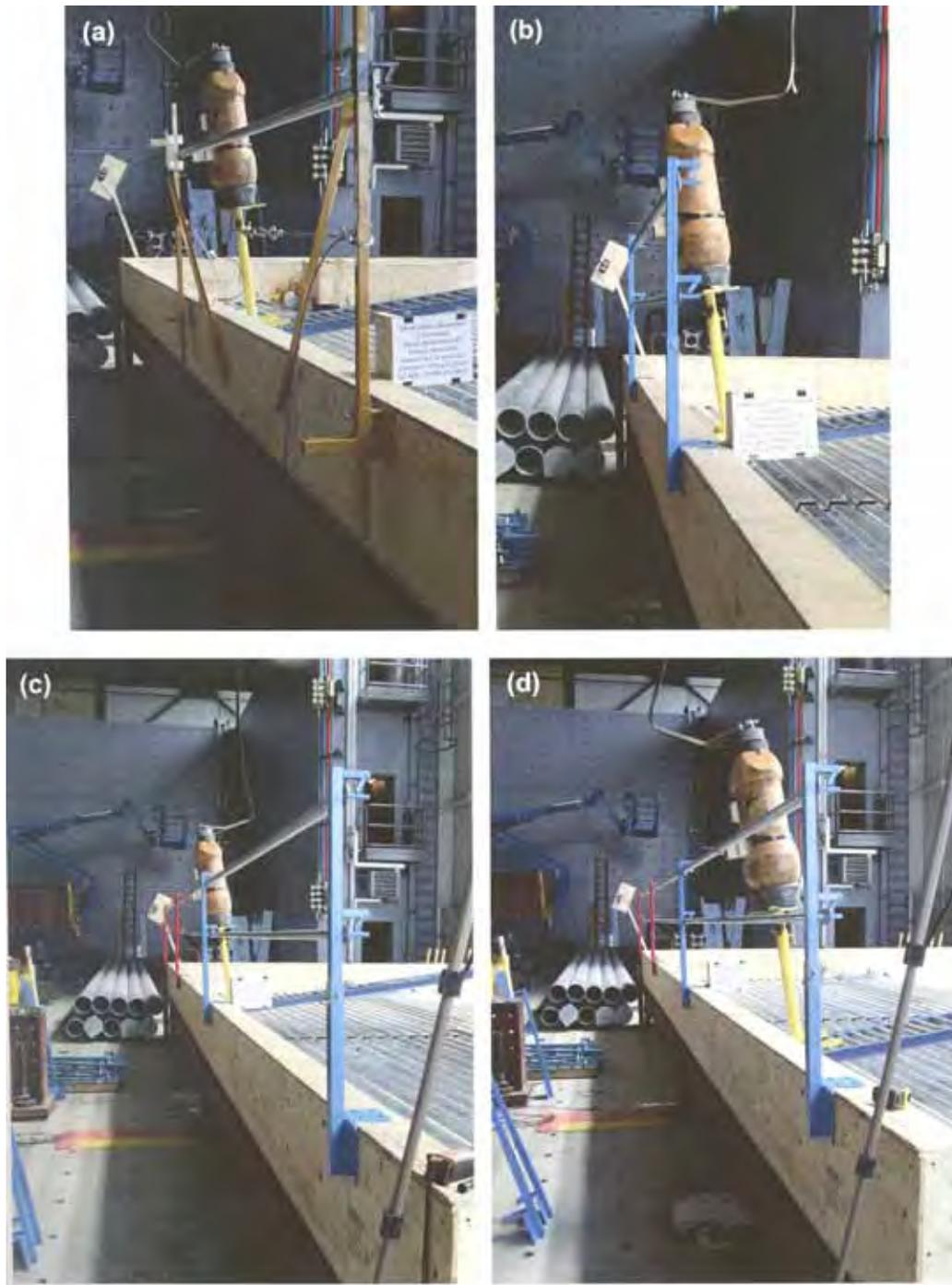


Figure F-103 – Essais dynamiques d’impact J. P. Lemieux (série DYNR):

- (a) 1 travée, impact sur un montant (GC-JPL-DYNR-2m-IM-01) ;**
- (b) 1 travée, impact sur la lisse supérieure (GC-JPL-DYNR-2m-IL-01) ;**
- (c) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée centrale (GC-JPL-DYNR-4m-IC-01) ;**
- (d) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée de rive (GC-JPL-DYNR-4m-IR-01).**

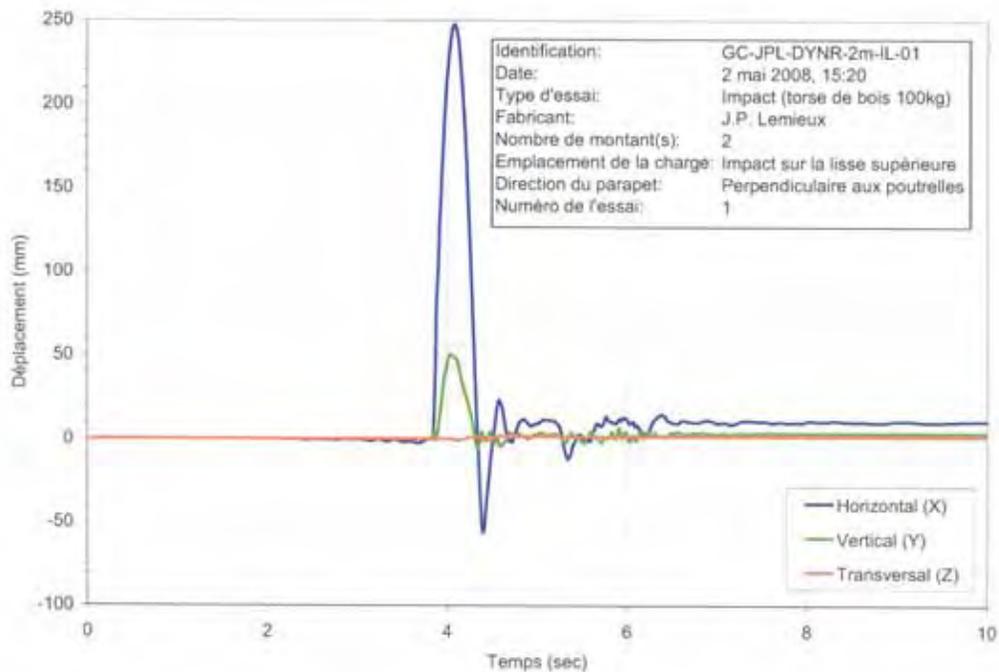


Figure F-104 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

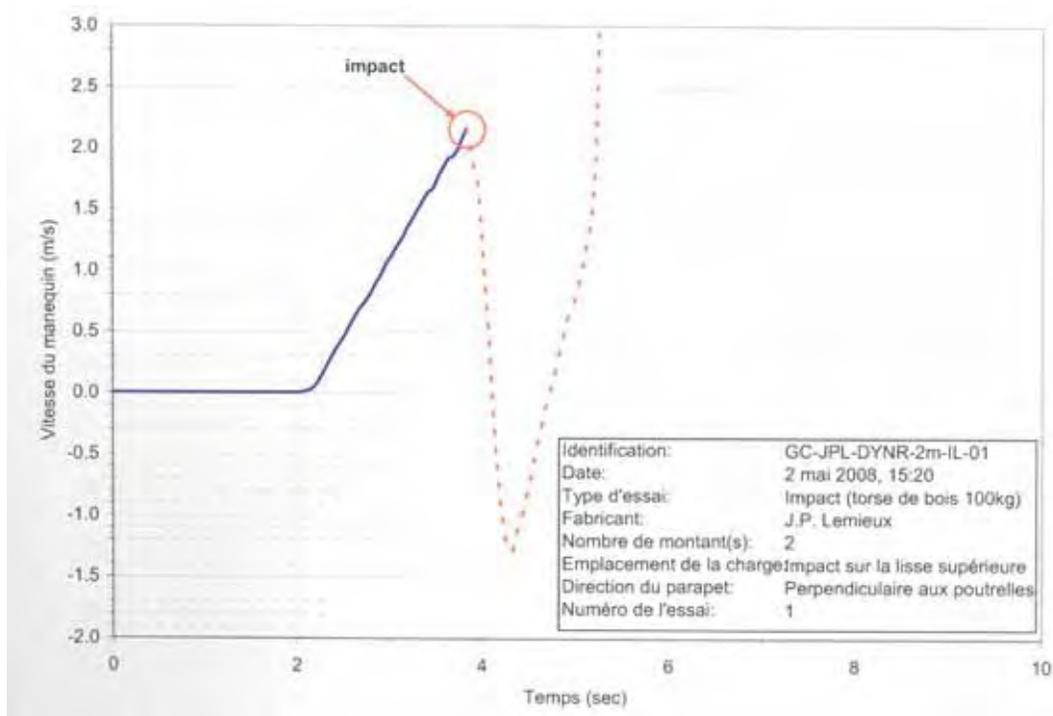


Figure F-105 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

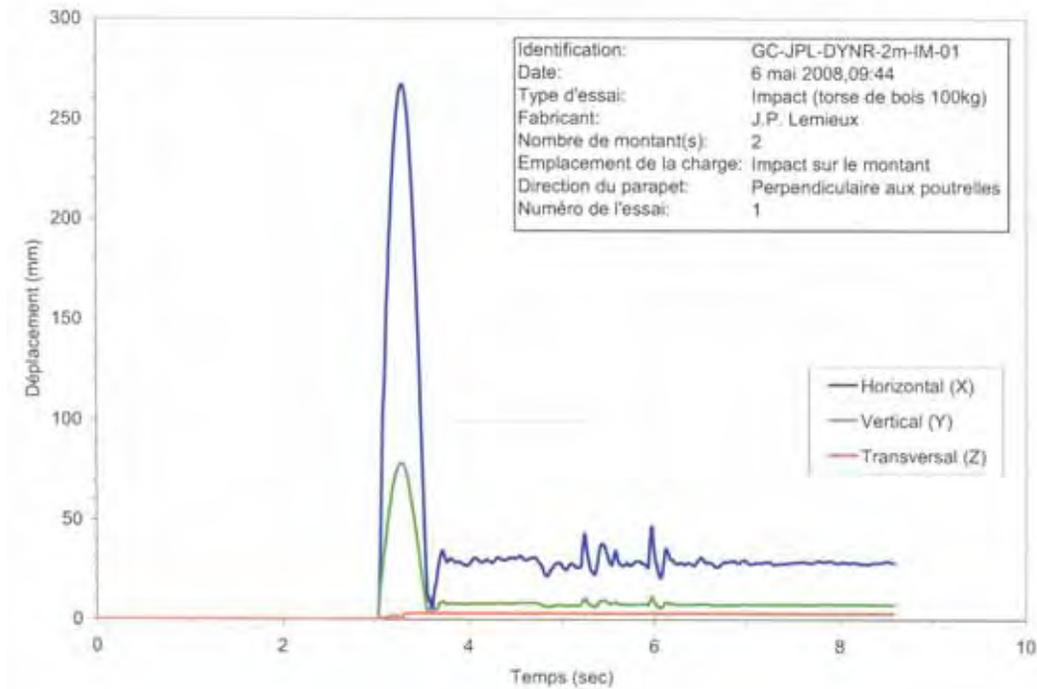


Figure F-106 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYNR-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (1 travée, impact sur le montant).

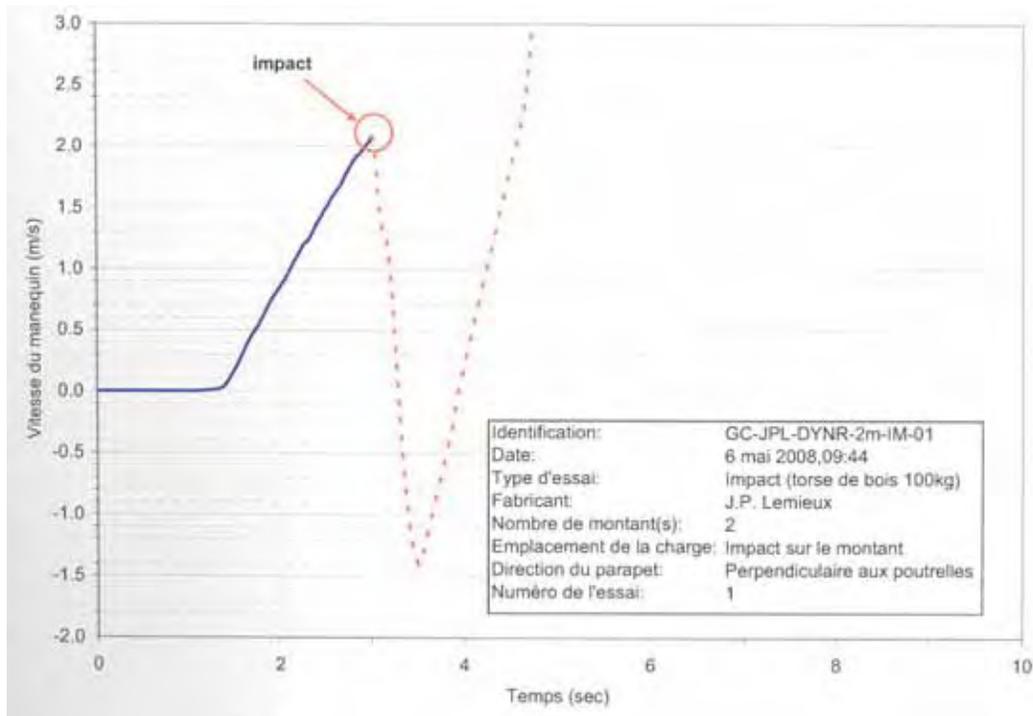


Figure F-107 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYNR-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant).

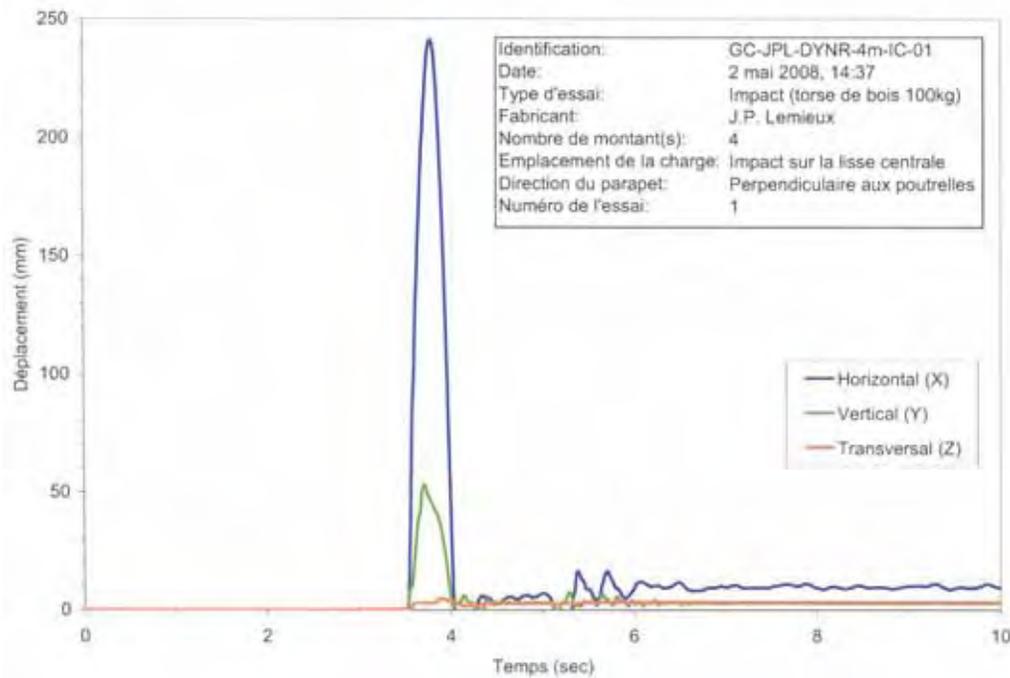


Figure F-108 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-4m-IC-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la travée centrale).

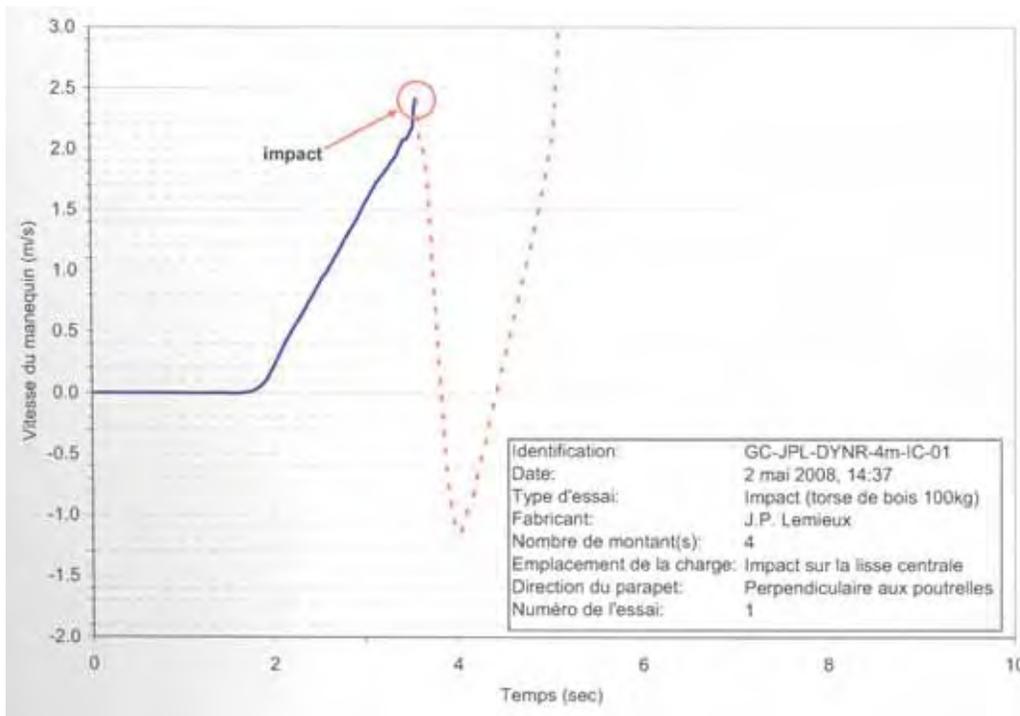


Figure F-109 – Essai dynamique d’impact GC-JPL-DYNR-4m-IC-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée centrale).

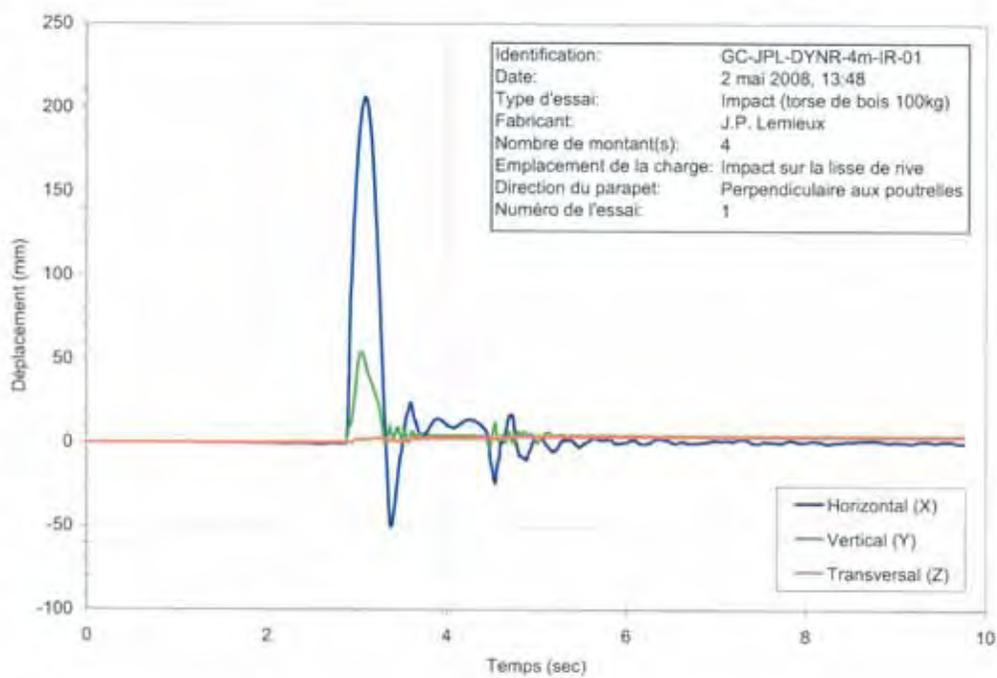


Figure F-110 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYNR-4m-IR-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d'impact (3 travées, impact sur la travée de rive).

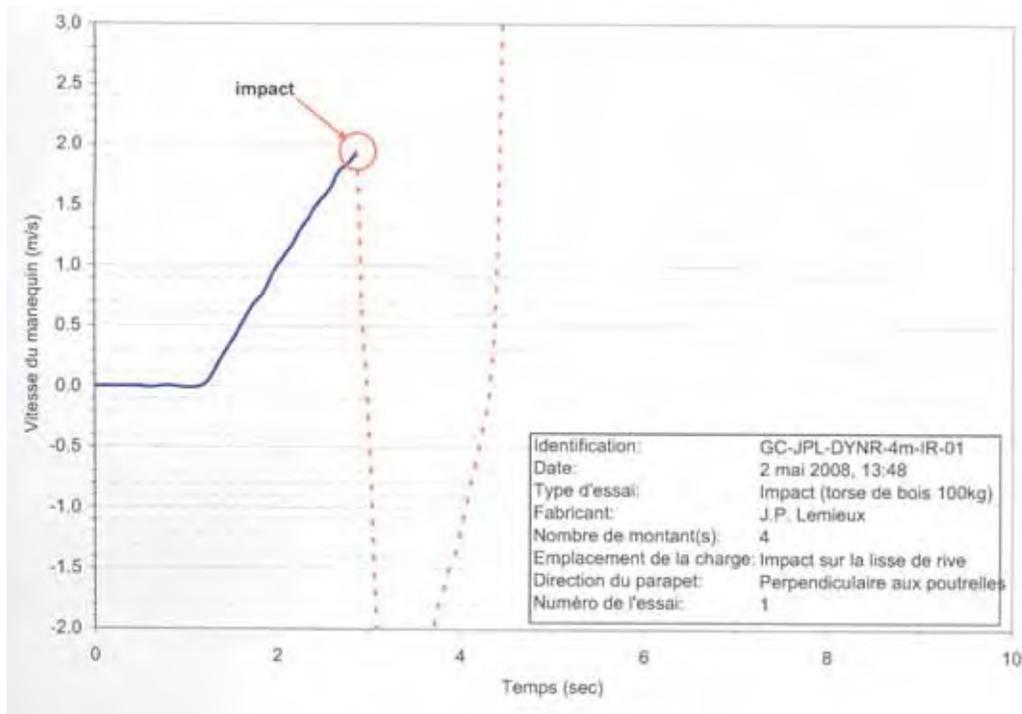


Figure F-111 – Essai dynamique d'impact GC-JPL-DYNR-4m-IR-01 : Vitesse du mannequin (3 travées, impact sur la travée de rive).

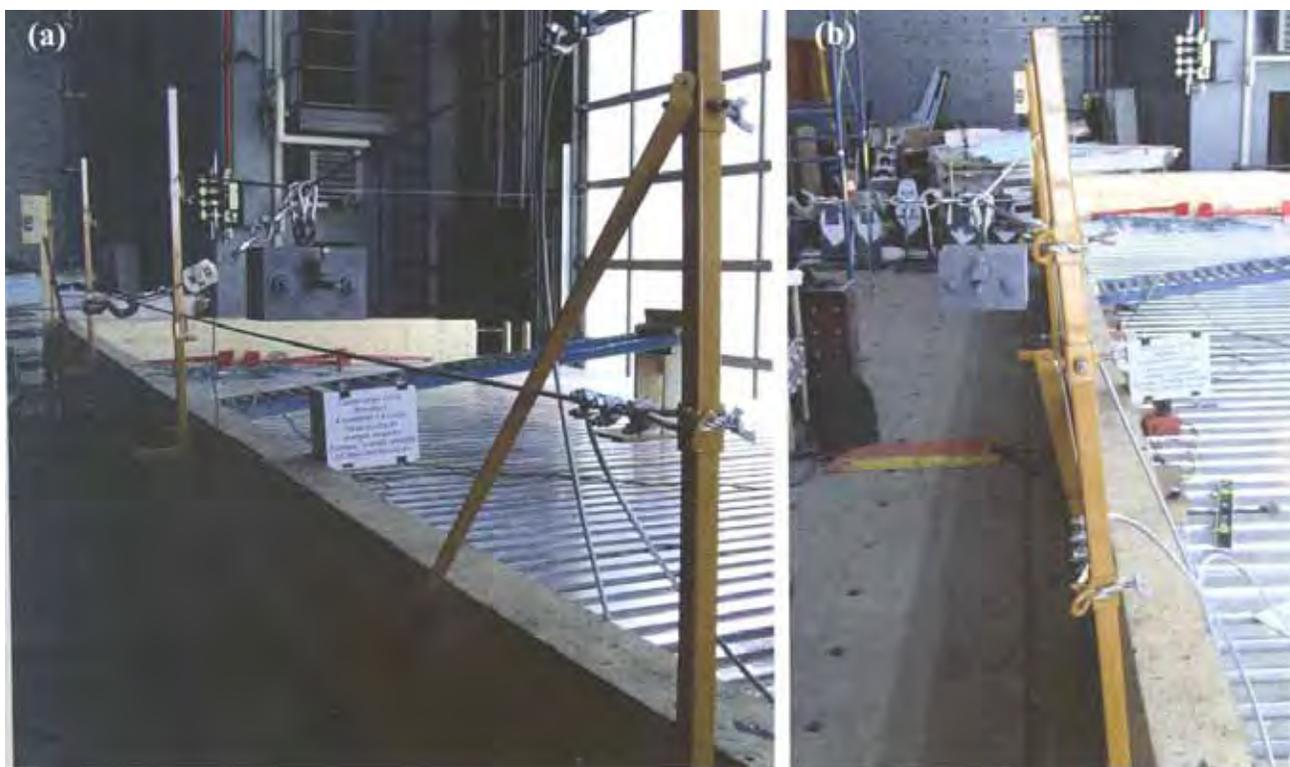


Figure F-112 – Essais avec câble d’acier pour lisse supérieure.



Figure F-113 – Essai GC-Mal-DYNR-2m-IM-01 sans stabilisateur de poteau :

- (a) Pied d'ancrage avant l'essai d'impact ;**
- (b) Endommagement du parapet suite à l'essai d'impact, Mannequin en position de renversement ;**
- (c) Pied d'ancrage et montant suite à la rupture.**

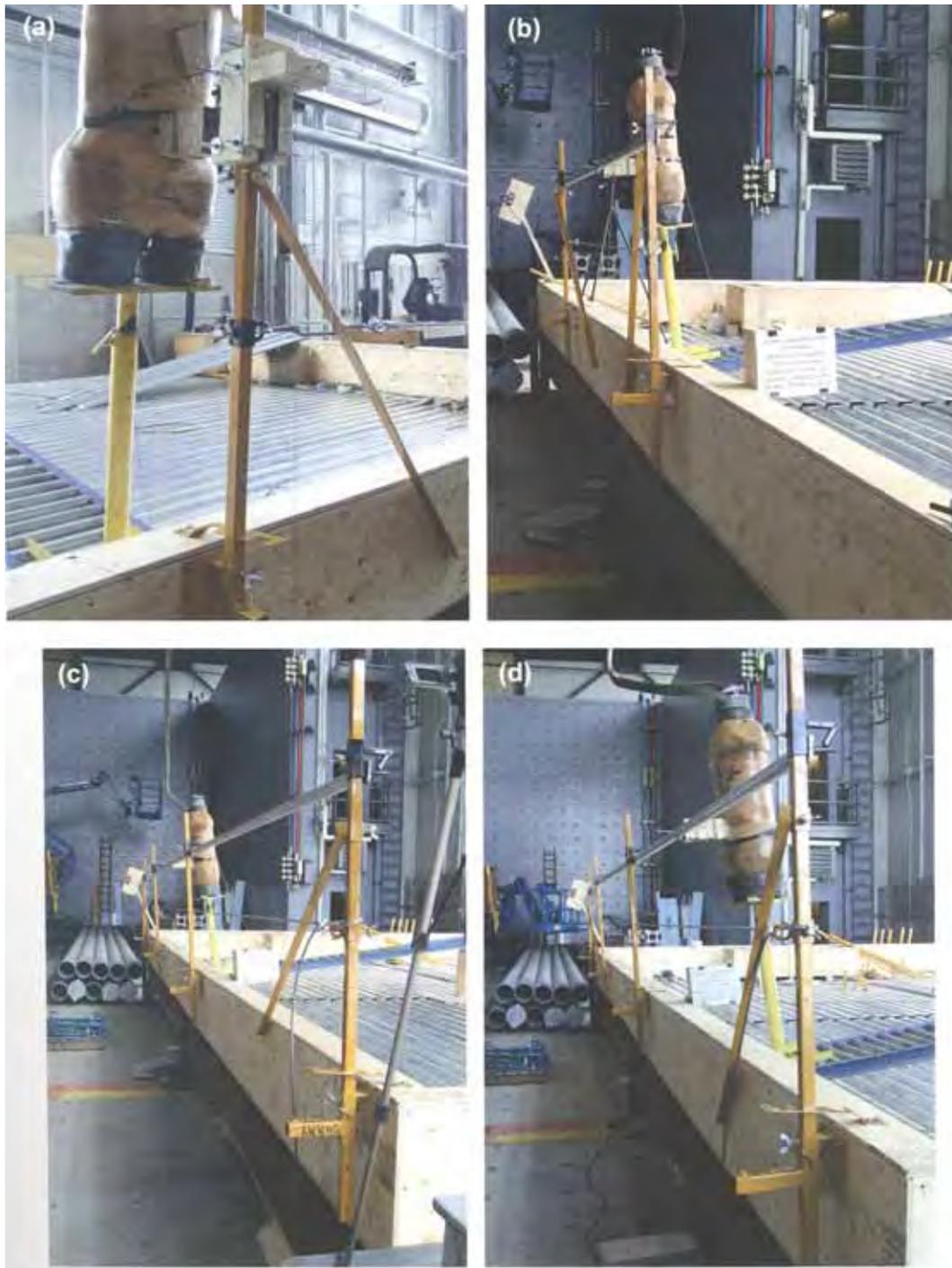


Figure F-114 – Essais dynamiques d’impact Innovation Malenfant Inc. (série DYNR):

- (a) 1 travée, impact sur un montant (GC-MAL-DYNR-2m-IM-01) ;**
- (b) 1 travée, impact sur la lisse supérieure (GC-MAL-DYNR-2m-IL-01) ;**
- (c) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée centrale (GC-MAL-DYNR-4m-IC-01) ;**
- (d) 3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée de rive (GC-MAL-DYNR-4m-IR-01).**

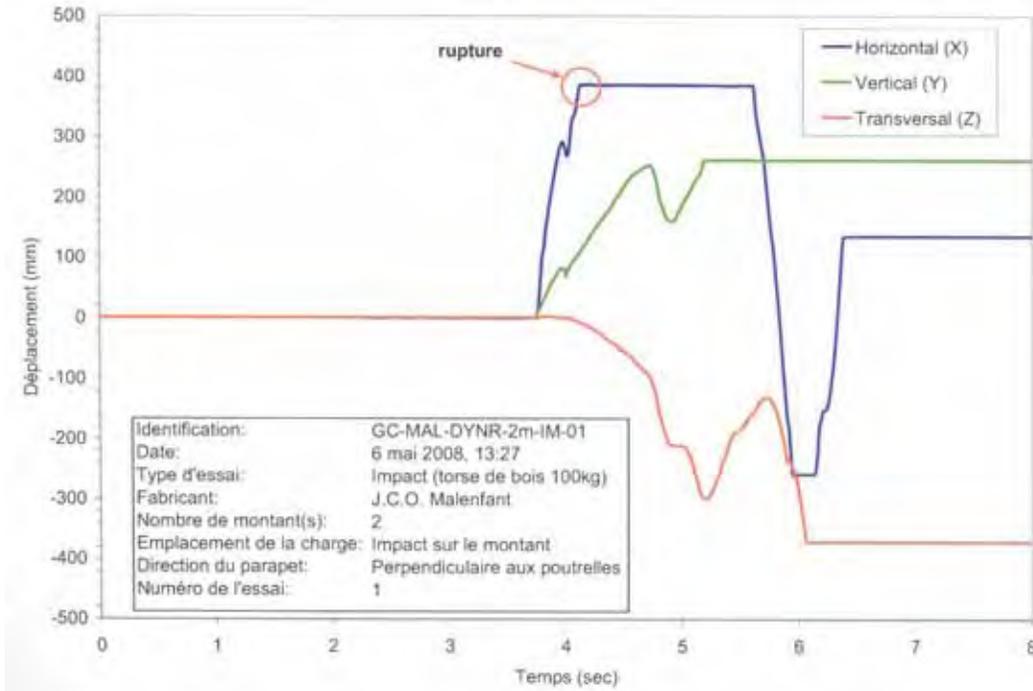


Figure F-115 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure sans stabilisateur de poteau).

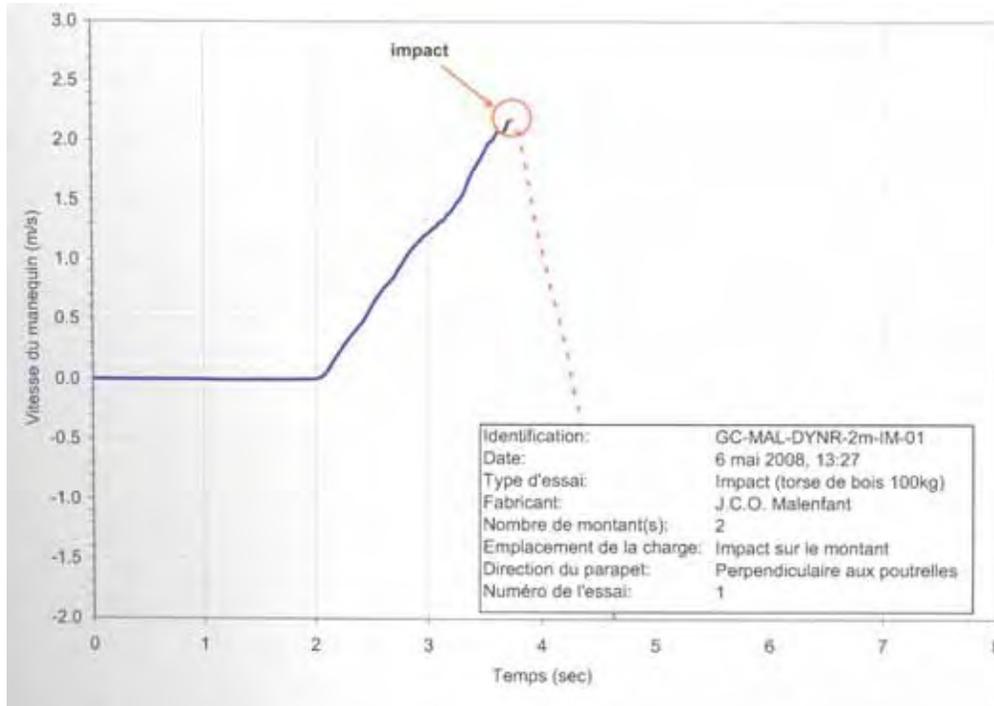


Figure F-116 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant sans stabilisateur de poteau).

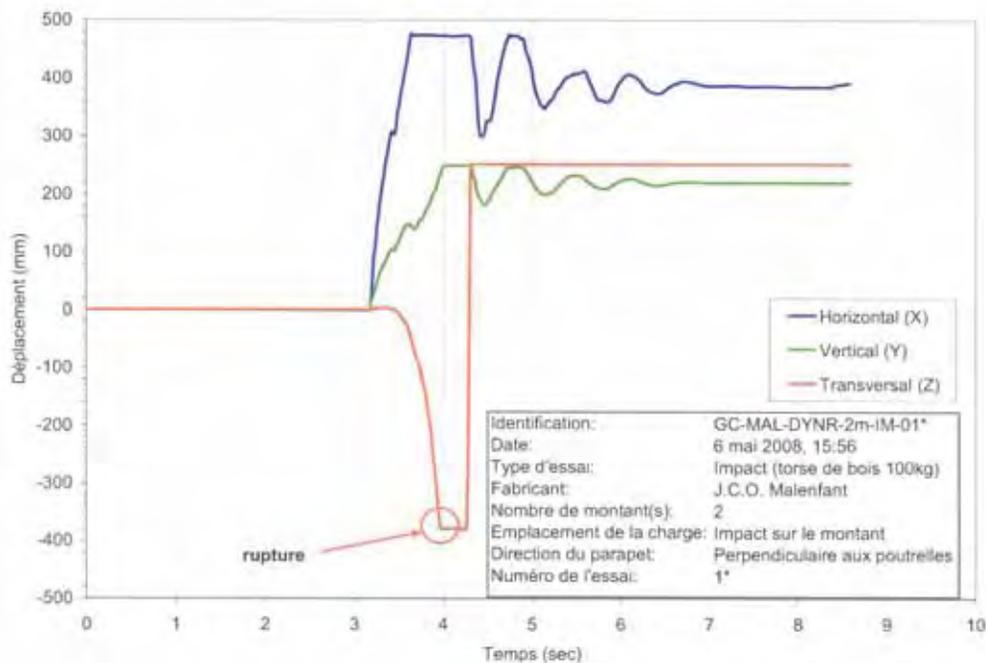


Figure F-117 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01* : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur le montant sans stabilisateur de poteau).

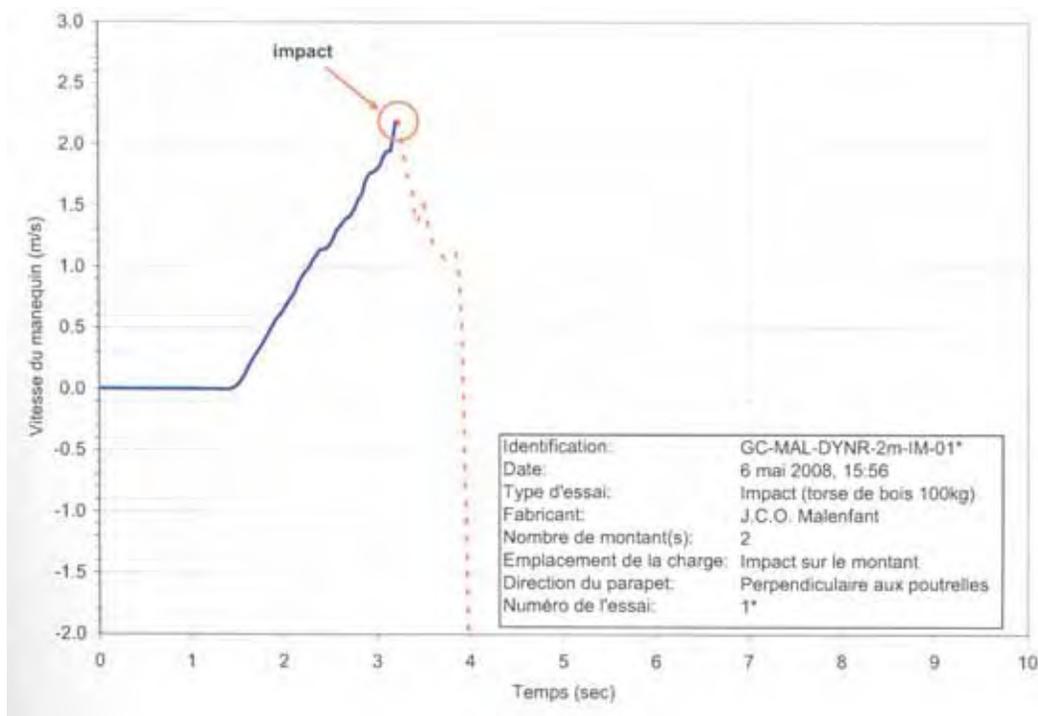


Figure F-118 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant sans stabilisateur de poteau).

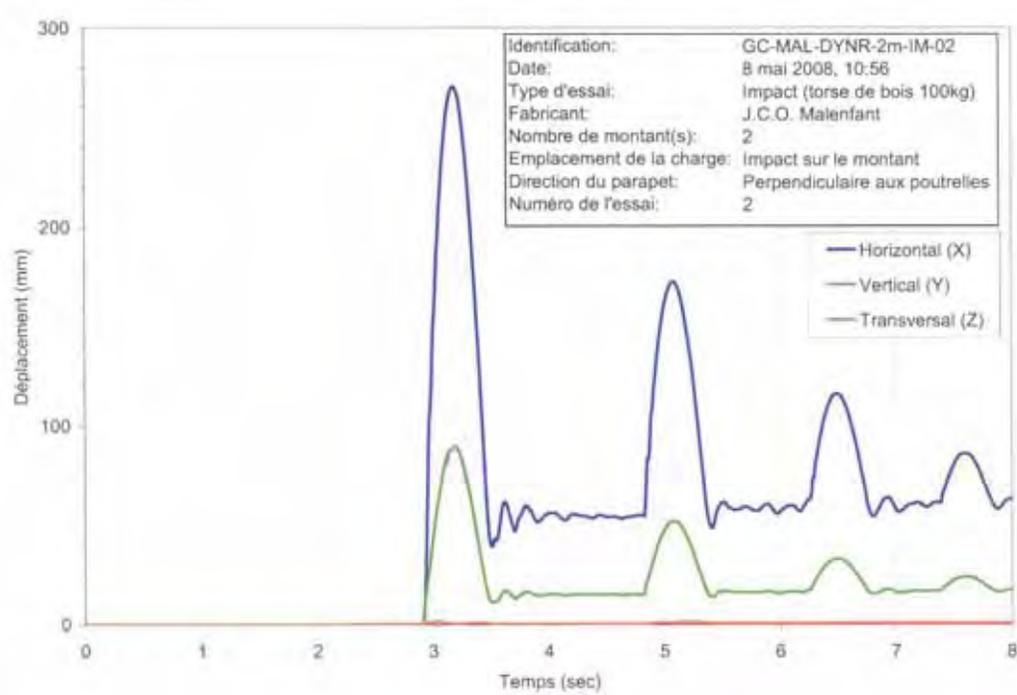


Figure F-119 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-02 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure).

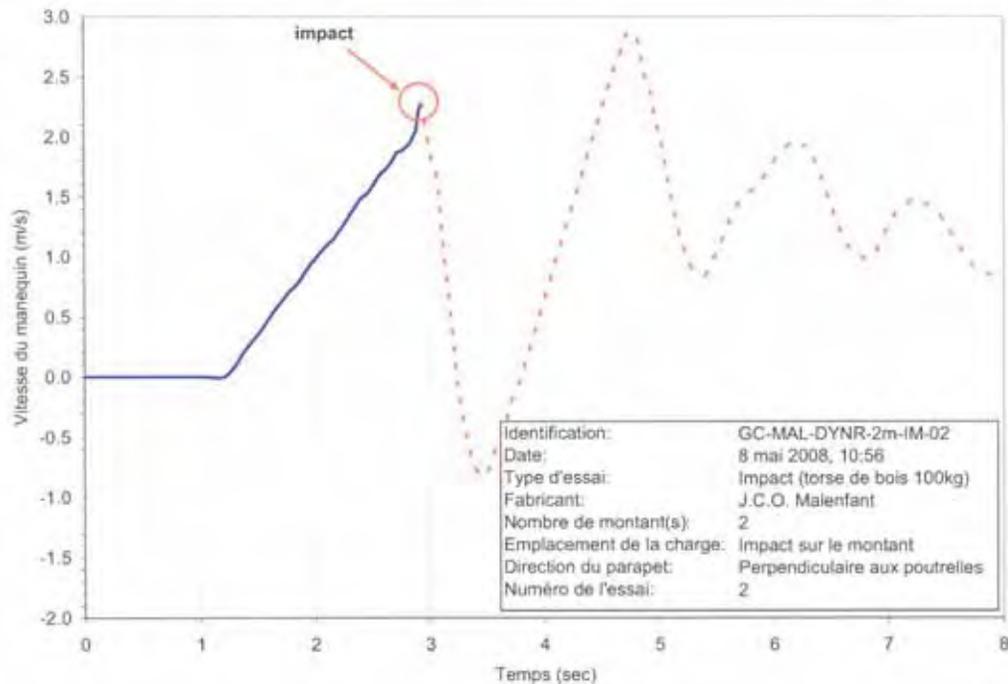


Figure F-120 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IM-02 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact sur le montant avec stabilisateur de poteau).

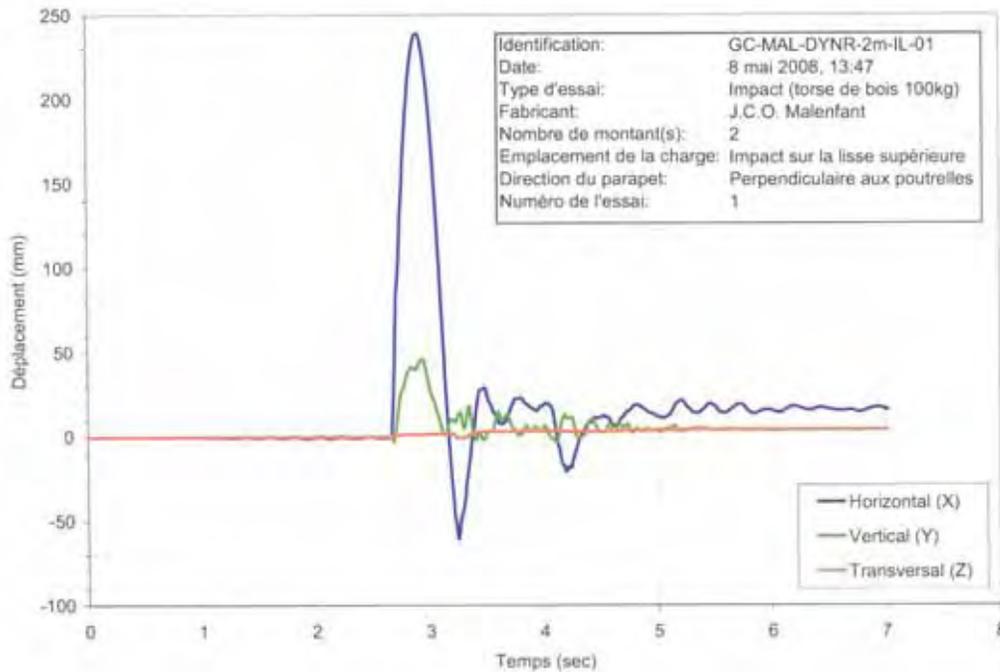


Figure F-121 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IL-01 : Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (1 travée, impact sur la lisse supérieure, avec stabilisateur de poteau).

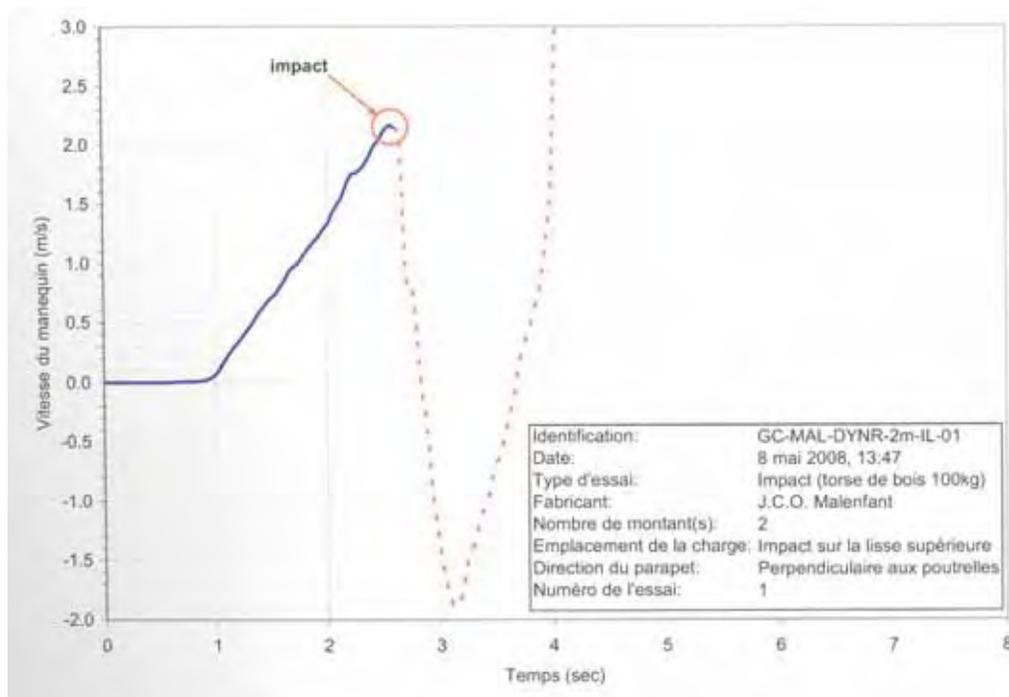


Figure F-122 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-2m-IL-01 : Vitesse du mannequin (1 travée, impact au centre de la lisse supérieure, avec stabilisateur de poteau).

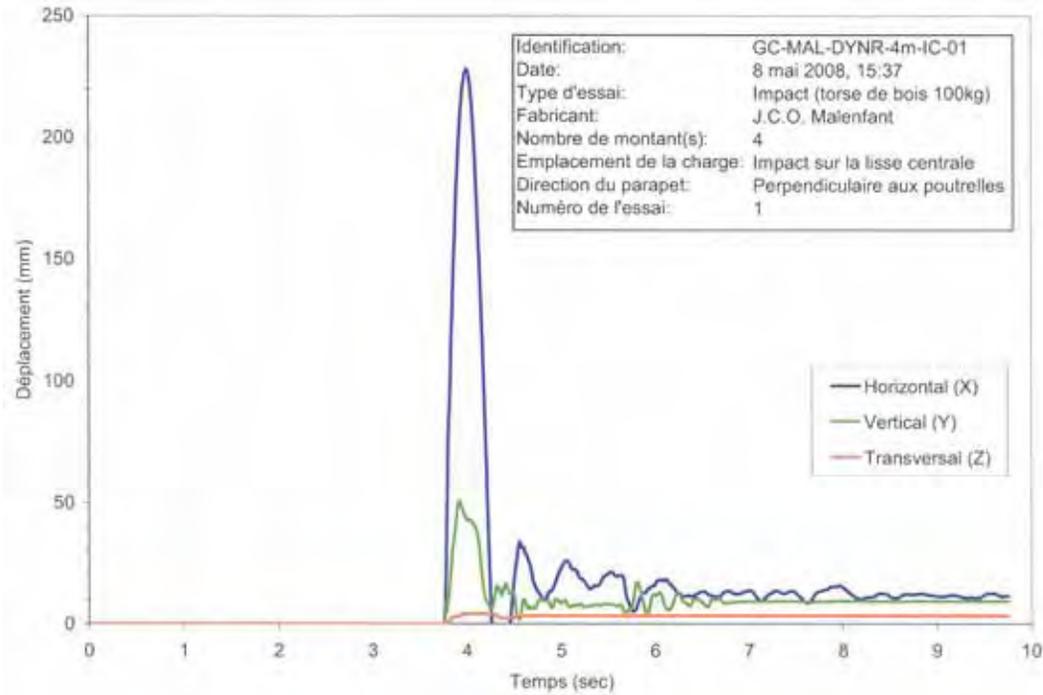


Figure F-123 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-4m-IC-01.

Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact sur la lisse supérieure de la travée centrale, avec stabilisateur de poteau).

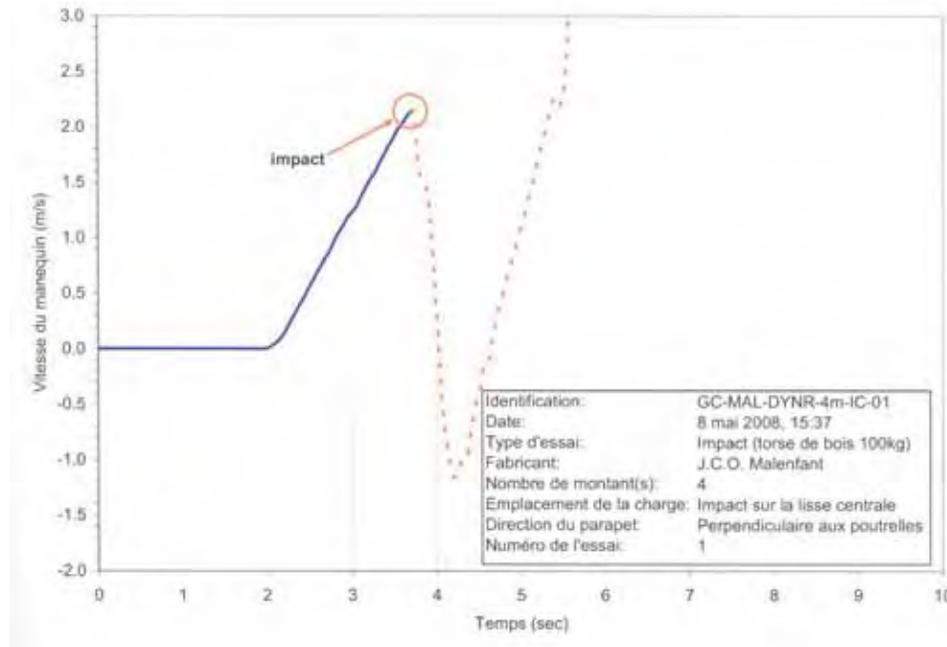


Figure F-124 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-4m-IC-01 :

Vitesse du mannequin (3 travées, impact au centre de la lisse supérieure de la travée centrale, avec stabilisateur de poteau).

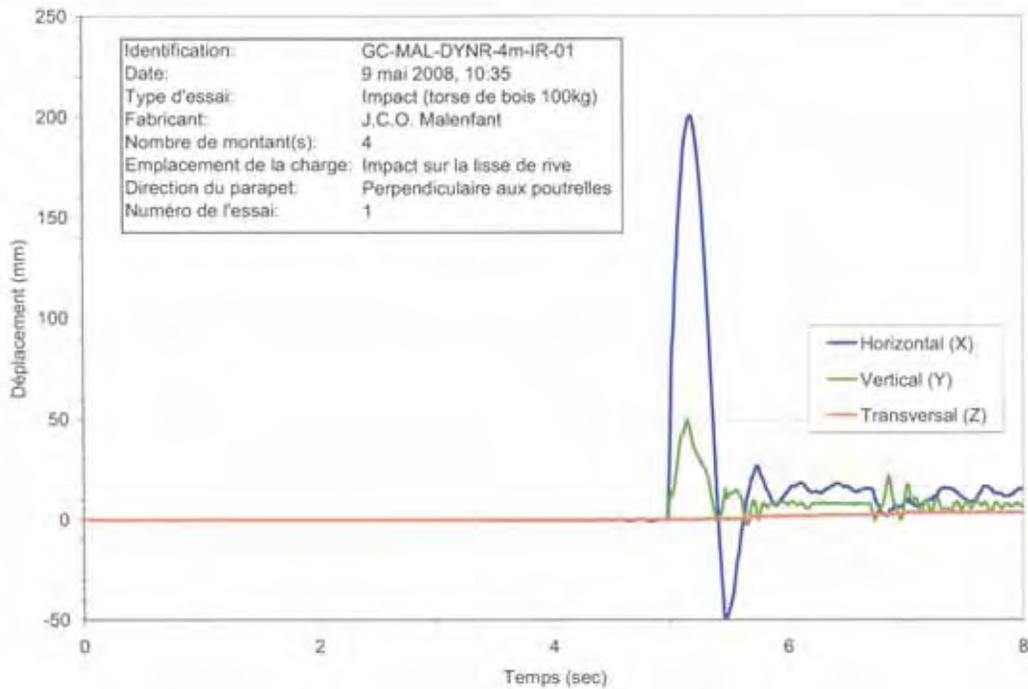


Figure F-125 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-4m-IR-01.

Déplacement horizontal (X), vertical (Y) et transversal (Z) au point d’impact (3 travées, impact au centre de la lisse supérieure de la travée de rive, avec stabilisateur de poteau).

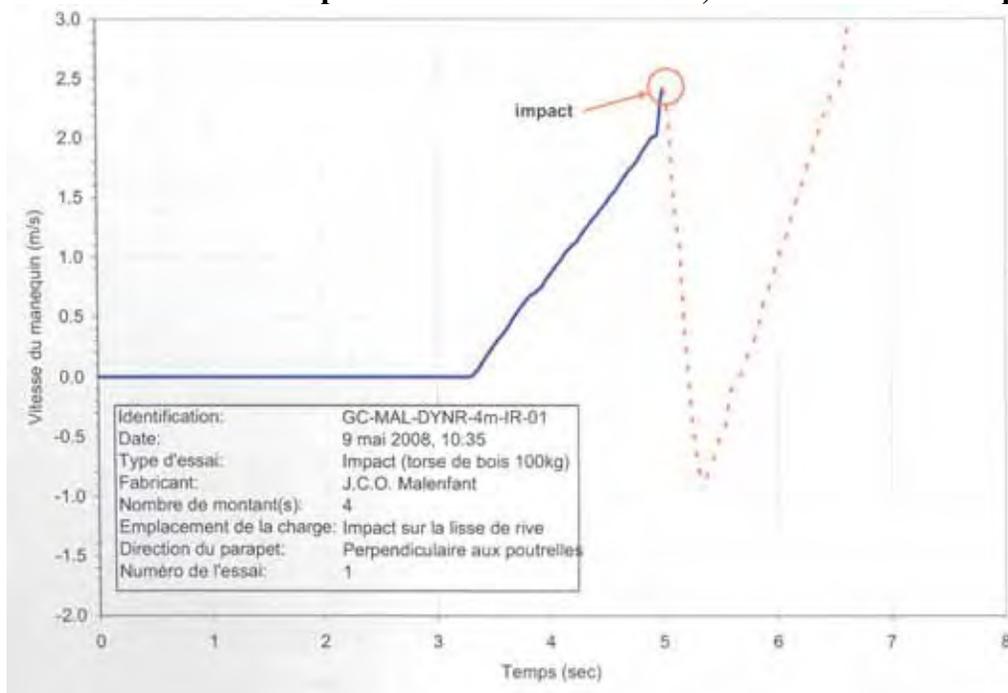


Figure F-126 – Essai dynamique d’impact GC-MAL-DYNR-4m-IR-01 :

Vitesse du mannequin (3 travées, impact au centre de la lisse supérieure de la travée de rive, avec stabilisateur de poteau).



Figure F-127 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. avec charge horizontale égale à 900 N :

- (a) essai avec 1 montant (GC-MAL-INSR-1m-03) ;**
- (b) essai avec 1 travée (GC-MAL-INSR-2m-02) ;**
- (c) essai avec 3 travées et charges au centre de la travée de rive (GC-MAL-INSR-4m-CE-01) ;**
- (d) essai avec 3 travées et charges au centre de la travée centrale (GC-MAL-INSR-4m-CC-01).**

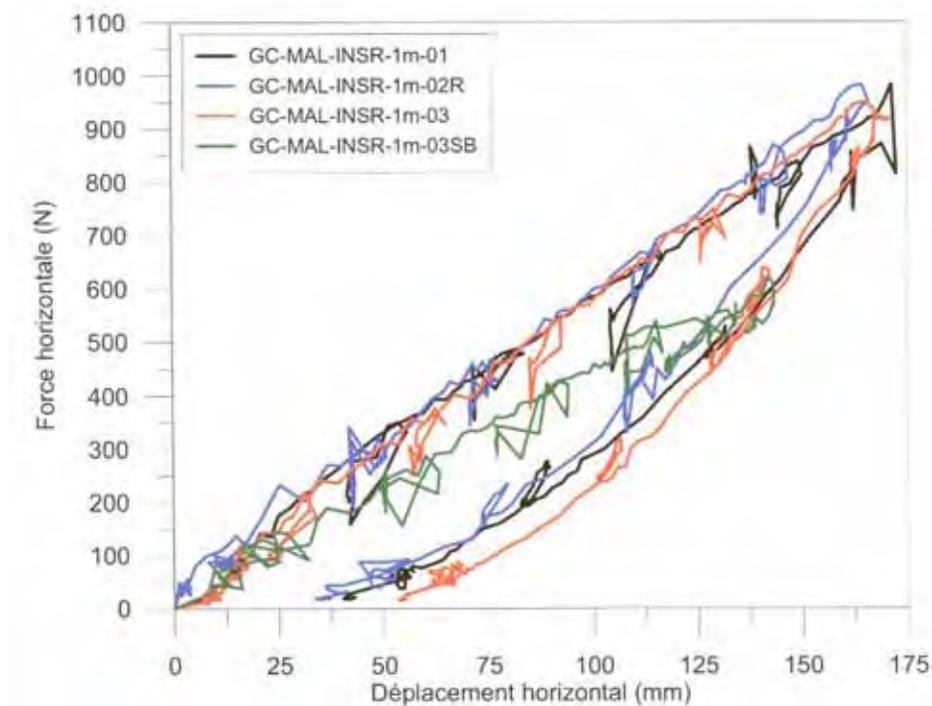


Figure F-128 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 1 montant
Charge verticale de 450 N, charges au sommet du montant.

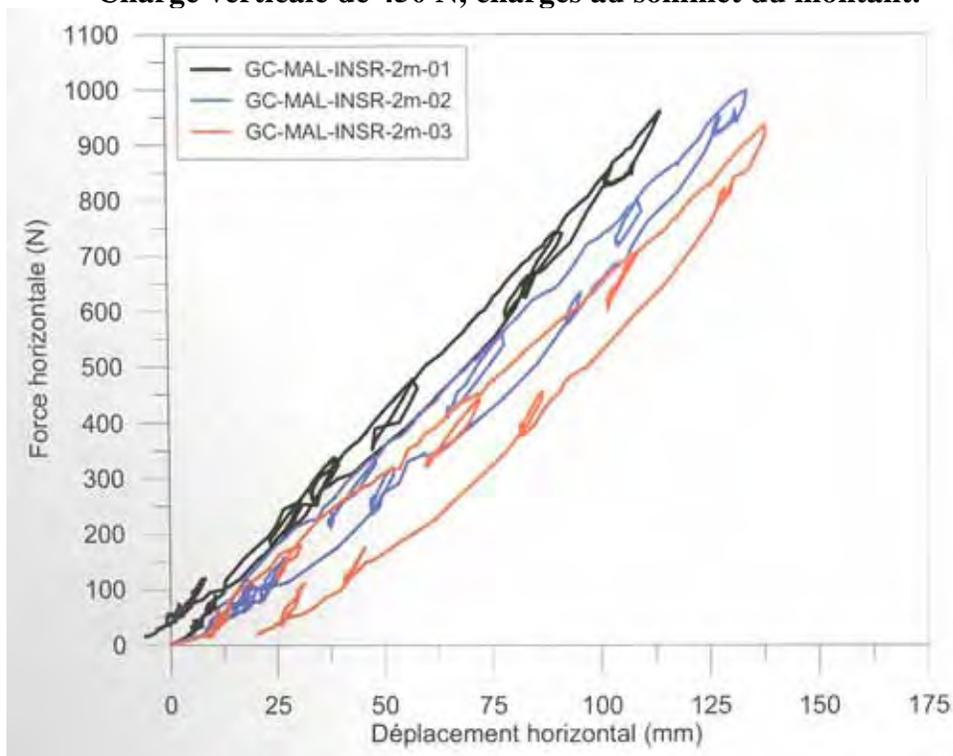
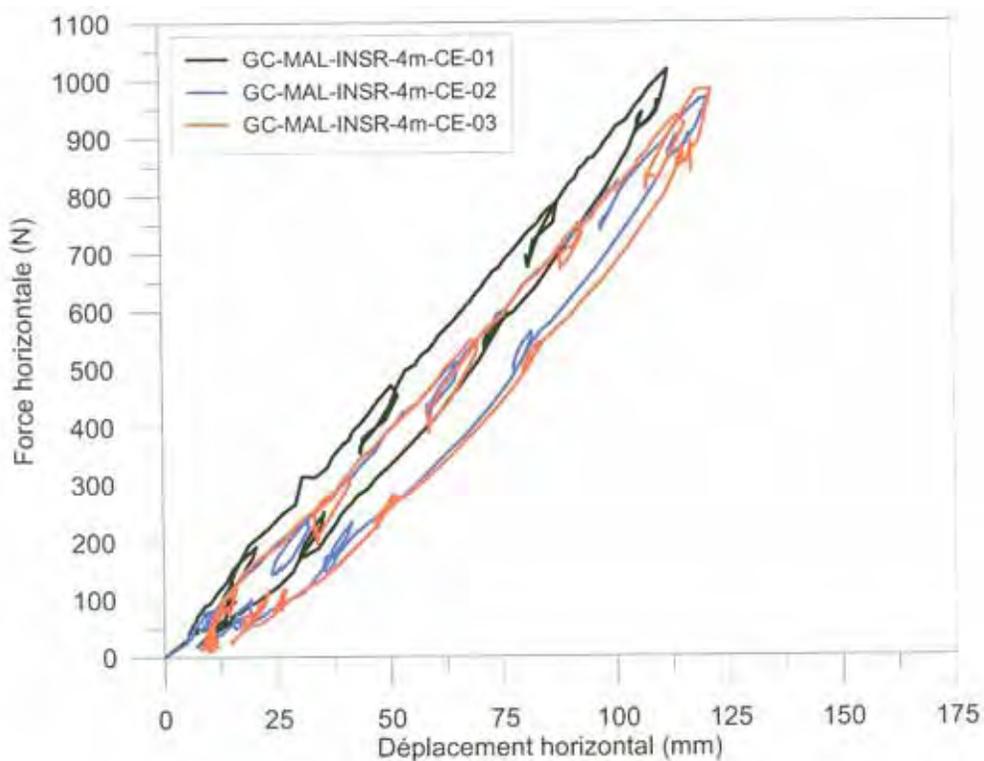
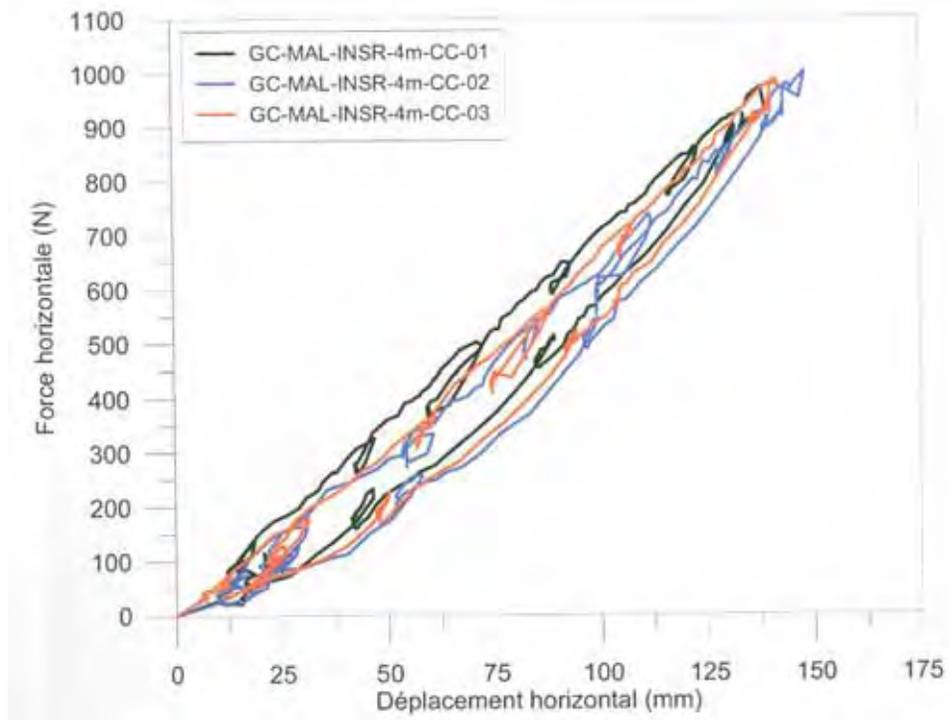


Figure F-129 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 1 travée (2 montants)
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la lisse supérieure.



**Figure F-130 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 3 travées
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée de rive.**



**Figure F-131 – Essais INSR Innovation Malenfant Inc. : 3 travées
Charge verticale de 450 N, charges au centre de la travée centrale.**

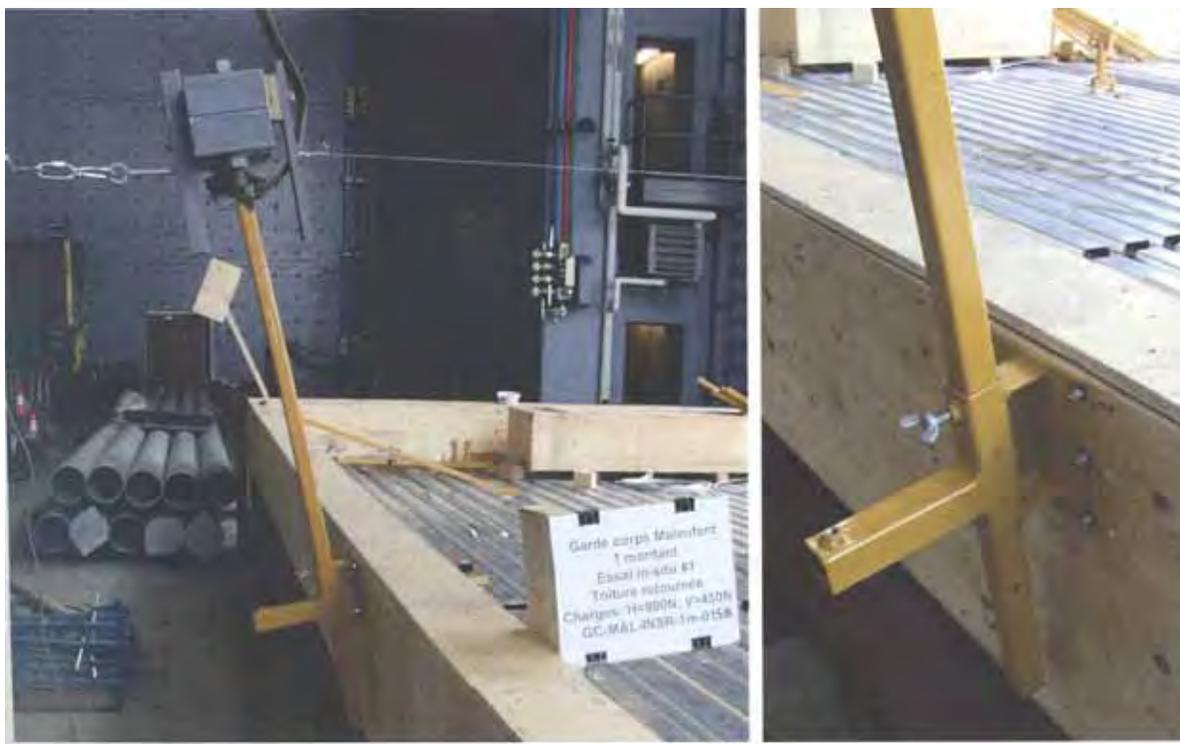


Figure F-132 – Essai GC-MAL-INSR-1m-03SB lorsque la charge a atteint 620 N.



Figure F-133 – Décollement du contreplaqué lors de l'essai GC-MAL-INSR-1m-03SB sous une charge horizontale de 620 N.

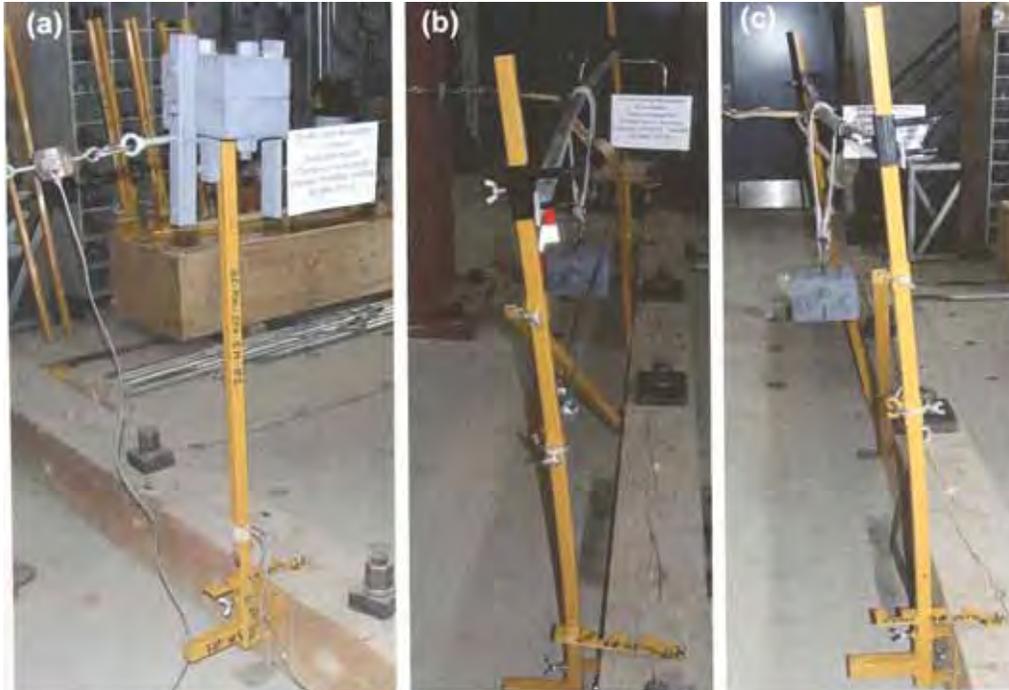


Figure F-134 - Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. :

- (a) 1 montant (GC-MAL-ST-01) ;
- (b) 1 travée + lisse continue (largeur de travée = 3048, GC-MAL-ST-06) ;
- (c) 1 travée + lisse télescopique (largeur de travée = 2718, GC-MAL-ST-08).

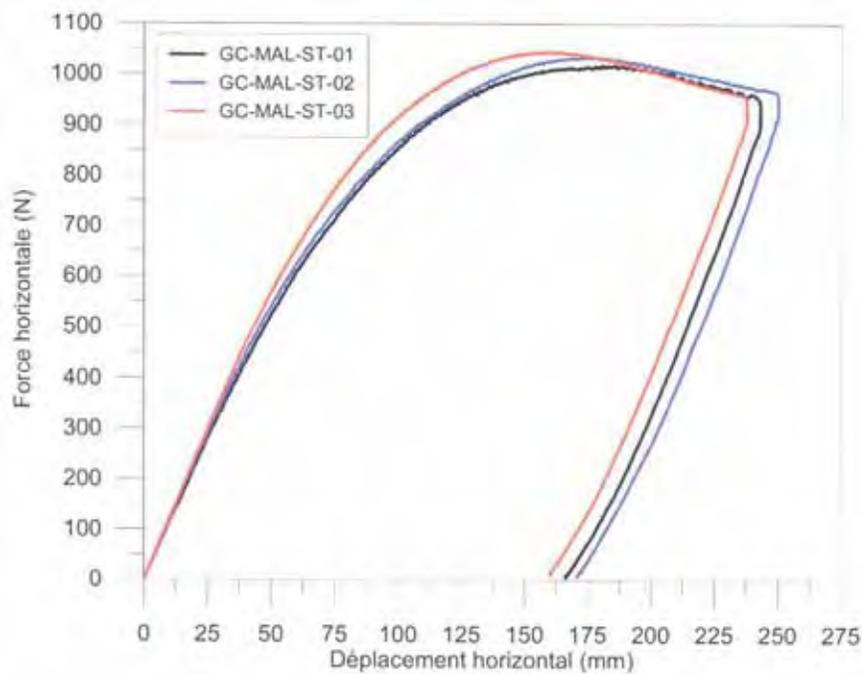


Figure F-135 – Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. : 1 montant;
Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au sommet du montant.

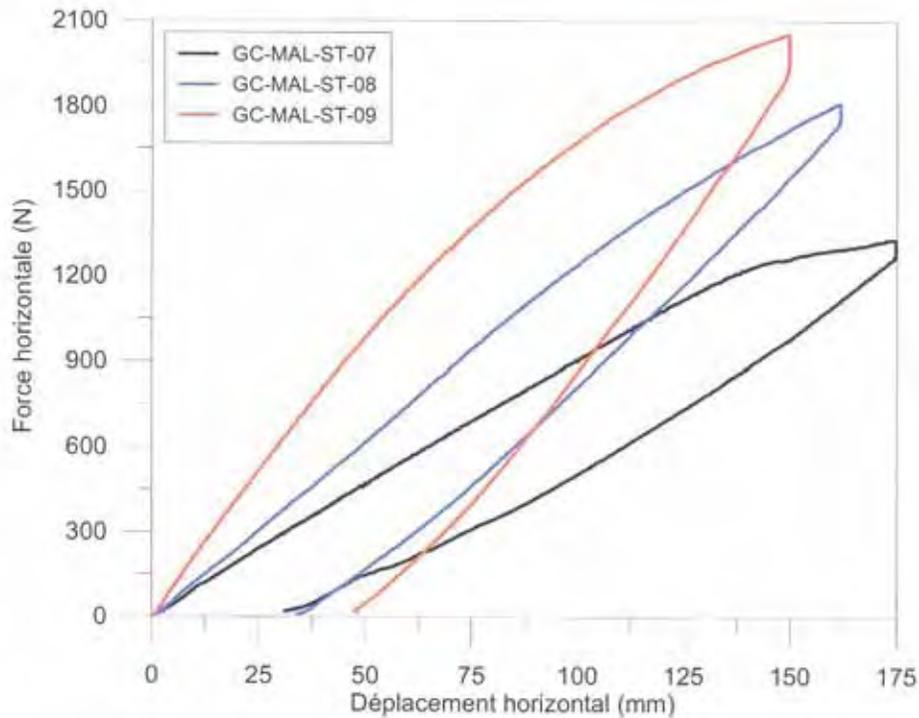


Figure F-136 – Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. : 1 travée (2 montants+lisse télescopique);

Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au centre de la lisse supérieure.



Figure F-137 - Endommagement de la lisse télescopique localisé au niveau du changement de section pour l'essai GC-MAL-ST-07 (configuration où la portée est maximale).

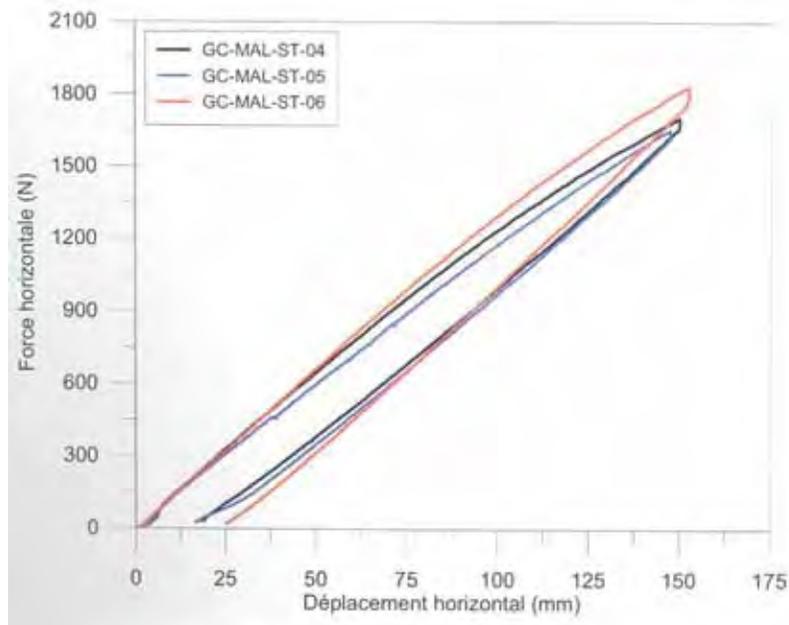


Figure F-138 – Essais de résistance statique Innovation Malenfant Inc. : 1 travée (2 montants);

Charge verticale de 450 N et charge horizontale variable au centre de la lisse supérieure.

ANNEXE A – TABLEAUX DES ESSAIS DE GARDE-CORPS

Tableau T-1 – Ensemble des lésions survenues aux couvreurs entre 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	168	20 109	1 511 105 \$	2 274 574 \$
2002	187	13 595	1 054 949 \$	1 377 751 \$
Total	355	33 704	2 566 054 \$	3 652 325 \$

Nombre de couvreurs en 2003 : 3560

Taux de fréquence : 4,99 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-2 – Ensemble des lésions survenues aux travailleurs de la construction entre 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	7 962	936 807	71 121 426 \$	100 721 339 \$
2002	8 338	765 491	57 628 391 \$	82 319 317 \$
Total	16 300	1 702 298	128 749 818 \$	183 040 656 \$

Nombre de travailleurs en 2003 : 118 100

Taux de fréquence : 6,90 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-3 – Chutes de hauteur survenues aux couvreurs entre 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	36	6 978	502 081 \$	823 847 \$
2002	38	4 907	354 372 \$	440 953 \$
Total	74	11 884	856 453 \$	1 264 800 \$

Nombre de couvreurs en 2003 : 3 560

Taux de fréquence : 1,04 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-4 – Chutes de hauteur survenues entre 2001 et 2002, secteur Construction.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	878	109 525	8 003 314 \$	12 393 886 \$
2002	878	81 113	5 998 735 \$	8 749 632 \$
Total	1756	190 639	14 002 049 \$	21 143 518 \$

Nombre de travailleurs en 2003 : 118 100

Taux de fréquence : 0,74 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-5 – Chutes de hauteur survenues entre 2001 et 2002, Québec.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	6 598	473 303	27 587 844 \$	44 101 431 \$
2002	6 552	358 161	21 300 206 \$	33 365 888 \$
Total	13 150	831 464	48 888 050 \$	77 467 319 \$

Nombre de travailleurs en 2003 : 3 500 000

Taux de fréquence : 0,19 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-6 – Couvreurs : chutes/ensemble des lésions, 01-02 - Toutes durées d'absence.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	21,4 %	34,7 %	33,2 %	36,2 %
2002	20,3 %	36,1 %	33,6 %	32,0 %
Total	20,8 %	35,3 %	33,4 %	34,6 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-7 – Construction : chutes/ensemble des lésions, 2001 et 2002 - Toutes durées d'absence.

An	Nb. Dossiers	Jours	Déb IRR	Déb TOT
2001	11,0 %	11,7 %	11,3 %	12,3 %
2002	10,5 %	10,6 %	10,4 %	10,6 %
Total	10,8 %	11,2 %	10,9 %	11,6 %

Légende: Déb. IRR : Déboursés Indemnités de remplacement de revenus
Déb. TOT : Déboursés totaux

Source : CSST, dépôt de données central et régional, maj au 31 déc. 2003

Tableau T-8 – Exigences de construction.

Article 3.8.3 du S-2.1, r.6 - Exigences de construction			
Items	Exigences S-2.1, r.6	Dimensions et dispositions de membrures du garde-corps in situ	Vérifie S- 2.1, r.6 Oui/Non
Hauteur de tous les garde-corps	1 à 1.2 m		
Garde-corps en bois			
Montants	40 x 90 mm		
Portée des montants	1.8 m max.		
Lisse supérieure	40 x 90 mm appuyée sur des montants de même dimension de telle façon que la largeur de 90 mm du montant soit dans l'axe de la lisse supérieure		
Traverse intermédiaire	Au moins 75 mm de large à mi-hauteur et fixée solidement à l'intérieure des montants		
Plinthe	Au moins 90 mm de hauteur et fixée solidement à l'intérieur des montants.		
Garde-corps en câble d'acier			
Montants	Espacés d'au plus 3 m.		
Câble d'acier	Doit être maintenu rigide à l'aide d'un tendeur à vis		
Main courante	Câble d'acier de 10 mm de diamètre		
Traverse intermédiaire	Câble d'acier de 10 mm de diamètre		
Plinthe	Au moins 90 mm de hauteur et fixée solidement à l'intérieur des montants.		
Article 3.8.4 Garde-corps métalliques			
Doivent être conçus, construits, installés et entretenus de manière à assurer une résistance et une sécurité égales ou supérieures à celles qui sont exigées pour les garde-corps.			

Tableau T-9 – Essais pour vérifier les exigences de résistance de l'article 3.8.2.

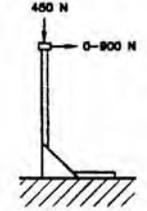
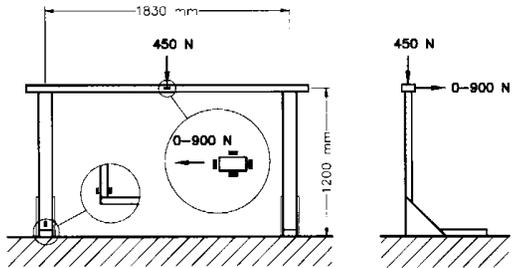
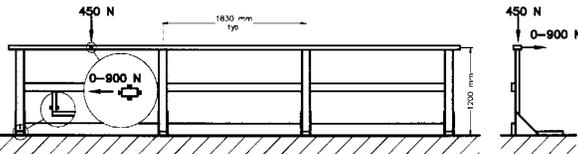
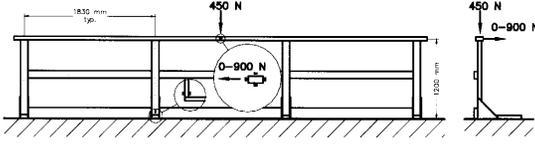
Essai	Description de l'essai	Schéma de l'essai	Paramètres à mesurer et observations
ST-1	Charges de 900 N horizontale et de 450 N verticale appliquées simultanément sur un montant ancré tel qu'au chantier.	 <p>Figure schématique de l'essai ST-1</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ mesure de flèche pour tracer la courbe force vs déformation; ▪ mesure de la flèche à 900 N; • mesure de la déformation maximale à la base du montant par une jauge de déformation (1 essai/3 essais); • observation du comportement du montant sous charge.
ST-2	Charges de 900 N horizontale et de 450 N verticale appliquées simultanément à mi-portée de la lisse supérieure d'une section de garde-corps ancré tel qu'au chantier.	 <p>Figure schématique de l'essai ST-2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • mesure de la flèche à 900 N; • mesure de la déformation maximale aux points critiques du garde-corps par des jauges de déformation (1 essai/3 essais); • observation du comportement de la section du garde-corps sous charge.
ST-3	Charges de 900 N horizontale et de 450 N verticale appliquées simultanément à mi-portée de la lisse supérieure de la travée de rive d'une suite de trois sections de garde-corps ancré tel qu'au chantier.	 <p>Figure schématique de l'essai ST-3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • mesure de la flèche à 900 N; • mesure de la déformation maximale aux points critiques du garde-corps par des jauges de déformation (1 essai/3 essais); • observation du comportement de la section du garde-corps sous charge.
ST-4	Charges de 900 N horizontale et de 450 N verticale appliquées simultanément à mi-portée de la lisse supérieure de la travée centrale d'une suite de trois sections de garde-corps ancré tel qu'au chantier.	 <p>Figure schématique de l'essai ST-4</p>	<ul style="list-style-type: none"> • mesure de la flèche à 900 N; • mesure de la déformation maximale aux points critiques du garde-corps par des jauges de déformation (1 essai/3 essais); • observation du comportement de la section du garde-corps sous charge.

Tableau T-10 – Essais dynamiques.

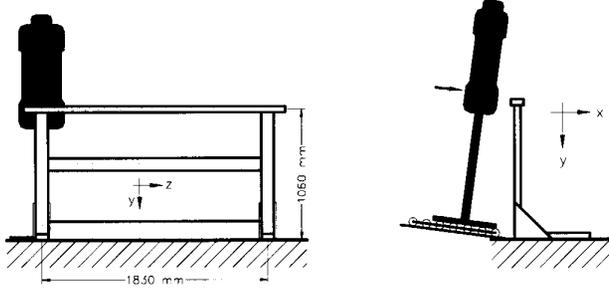
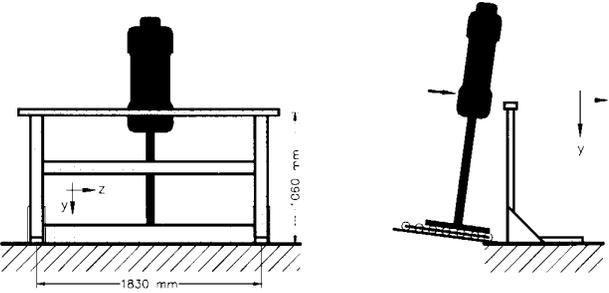
Essai	Description de l'essai	Schéma de l'essai	Paramètres à mesurer et observations
D-1	Un torse de bois de 100 kg frappe le montant d'une section de garde-corps à une vitesse de 2 m/s.	 <p data-bbox="919 732 1289 760">Figure schématique de l'essai D-1</p>	<ul data-bbox="1535 370 1906 732" style="list-style-type: none"> • mesure des déformations xx, yy, zz avec des capteurs de déplacement; • prise de vues avec la caméra à haute vitesse; • capacité du montant à retenir le torse de bois sans rupture ou abandon de la charge; • observation du comportement du montant ancré tel qu'au chantier sous la force d'impact;
D-2	Un torse de bois de 100 kg frappe la lisse supérieure d'une section de garde-corps à une vitesse de 2 m/s.	 <p data-bbox="919 1101 1289 1128">Figure schématique de l'essai D-2</p>	<ul data-bbox="1535 771 1906 1161" style="list-style-type: none"> • mesure des déformations xx, yy, zz avec des capteurs de déplacement; • prise de vues avec la caméra à haute vitesse; • capacité du garde-corps à retenir le torse de bois sans rupture ou abandon de la charge; • observation du comportement de la section du garde-corps ancré tel qu'au chantier sous la force d'impact.

Tableau T-10 – Essais dynamiques (suite).

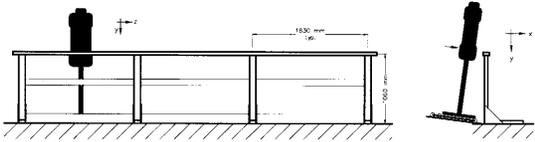
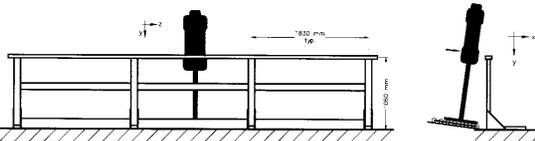
Essai	Description de l'essai	Schéma de l'essai	Paramètres à mesurer et observations
D-3	Un torse de bois de 100 kg frappe la lisse supérieure de la section de rive (gauche ou droite) d'une suite de trois sections de garde-corps ancré tel qu'au chantier à une vitesse de 2 m/s.	 <p data-bbox="926 578 1289 607">Figure schématique de l'essai D-3</p>	<ul data-bbox="1524 367 1906 727" style="list-style-type: none"> • mesure des déformations xx, yy, zz avec des capteurs de déplacement; • prise de vues avec la caméra à haute vitesse; • capacité du garde-corps à retenir le torse de bois sans rupture ou abandon de la charge; • observation du comportement de la section du garde-corps sous la force d'impact.
D-4	Un torse de bois de 100 kg frappe la lisse supérieure de la section centrale d'une suite de trois sections de garde-corps à une vitesse de 2 m/s	 <p data-bbox="926 943 1289 972">Figure schématique de l'essai D-4</p>	<ul data-bbox="1524 740 1906 1133" style="list-style-type: none"> • mesure des déformations xx, yy, zz avec des capteurs de déplacement; • prise de vues avec la caméra à haute vitesse; • capacité du garde-corps à retenir le torse de bois sans rupture ou abandon de la charge; • observation du comportement de la section du garde-corps ancré tel qu'au chantier sous la force d'impact.

Tableau T-11 – Essais statiques pour vérifier la résistance des membrures du garde-corps.

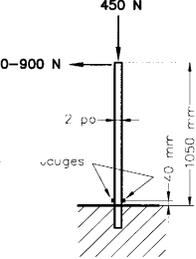
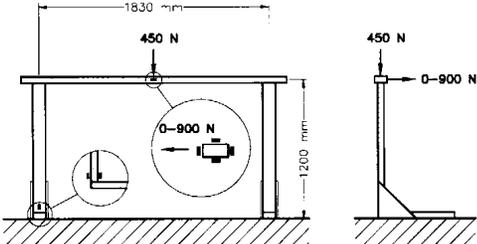
Essais	Description de l'essai	Nombre d'essais	Objectifs des essais
R-1	<p>1) Charges de 900 N horizontale par pas de 100 N et de 450 N verticale appliquées simultanément sur un montant solidement encastré et observation sous charge.</p> <p>2) Amorce de la rupture en augmentant la charge horizontale de 900 N par pas de 100 N jusqu'à 1800 N.</p>  <p>Figure schématique de l'essai</p>	3	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier la résistance du montant • Mesurer la flèche sous les 900 et 450 N. • observation du comportement du montant sous charge. • observation du comportement du montant à la rupture.
R-2	<p>1) Charges de 900 N horizontale par pas de 100 N et de 450 N verticale appliquées simultanément à mi-portée de la lisse supérieure d'une section de garde-corps solidement encastré et observation sous charge.</p> <p>2) Amorce de la rupture en augmentant la charge horizontale de 900 N par pas de 100 N jusqu'à 1800.</p>  <p>Figure schématique de l'essai</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier la résistance de la lisse supérieure • Mesurer les déformations sous les 900 et 450 N; • observation du comportement de la section sous charge; • observation du comportement de la section du garde-corps à la rupture.
Nombre total d'essais de résistance		4	

Tableau T-12 – Essais de résistance des membrures.

Garde-corps	Essais de résistance des membrures	Description sommaire des essais Membrures ancrées à la bille de bois	Nombre total d'essais
Alcor	Essai R-1 Tableau T-11 en Annexe A	Essais sur 1 montant	3
J.P. Lemieux	Essai R-1 Tableau T-11 en Annexe A	Essais sur 1 montant	3
Innovation Malenfant Inc.	Essai R-1 Tableau T-11 en Annexe A	Essais sur 1 montant	3
Alcor	Essai R-2 Tableau T-11 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure d'une section de garde-corps	1
J.P. Lemieux	Essai R-2 Tableau T-11 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure d'une section de garde-corps	1
Innovation Malenfant Inc.	Essai R-2 Tableau T-11 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure d'une section de garde-corps	1
Nombre totale d'essais statiques pour les garde-corps Alcor, J. P. Lemieux et Innovation Malenfant Inc.			12

Tableau T-13 – Essais statiques pour vérifier la résistance du garde-corps (membrures et ancrages) in situ.

Garde-corps	Essais	Description sommaire des essais Membrures ancrées au parapet	Nombre d'essais		Nombre total d'essais
			Parapet parallèle aux poutrelles Direction 1	Parapet perpendiculaire aux poutrelles Direction 2	
Alcor	Essai ST-1 Tableau T-9 en Annexe A	Essais sur 1 montant	3	3	6
J.P. Lemieux	Essai ST-1 Tableau T-9 en Annexe A	Essais sur 1 montant	3	3	6
Innovation Malenfant Inc.	Essai ST-1 Tableau T-9 en Annexe A	Essais sur 1 montant	3	3	6
Alcor	Essai ST-2 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure d'une section de garde-corps	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai ST-2 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure d'une section de garde-corps	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai ST-2 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure d'une section de garde-corps	1	1	2
Alcor	Essai ST-3 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure travée de rive d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai ST-3 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure travée de rive d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai ST-3 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure travée de rive d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Alcor	Essai ST-4 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure travée centrale d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai ST-4 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure travée centrale d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai ST-4 Tableau T-9 en Annexe A	Essai à mi-portée, lisse supérieure travée centrale d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Nombre totale d'essais statiques pour les garde-corps Alcor, J. P. Lemieux et Innovation Malenfant Inc.			18	18	36

Tableau T-14 – Essais dynamiques pour étudier la capacité du garde-corps pour retenir un torse de bois.

Garde-corps	Essais	Description sommaire des essais Membrures ancrées au parapet	Nombre d'essais		Nombre total d'essais
			Parapet parallèle aux poutrelles Direction 1	Parapet perpendiculaire aux poutrelles Direction 2	
Alcor	Essai D-1 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe le montant	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai D-1 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe le montant	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai D-1 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe le montant	1	1	2
Alcor	Essai D-2 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure d'une section de garde-corps	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai D-2 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure d'une section de garde-corps	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai D-2 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure d'une section de garde-corps	1	1	2
Alcor	Essai D-3 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure de la travée de gauche d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai D-3 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure de la travée de gauche d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai D-3 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure de la travée de gauche d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Alcor	Essai D-4 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure de la travée centrale d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
J.P. Lemieux	Essai D-4 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure de la travée centrale d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Innovation Malenfant Inc.	Essai D-4 Tableau T-10 en Annexe A	Torse frappe à mi-portée de la lisse supérieure de la travée centrale d'une suite de 3 sections de garde-corps	1	1	2
Nombre totale d'essais statiques pour les garde-corps Alcor, J. P. Lemieux et Innovation Malenfant Inc.			12	12	24