

## NOTE TECHNIQUE — AVIS D'EXPERT

(rev 2) 22/10/2018

### Utilisation en zone sismique des équerres TRA-WIK-PU, TRA-WIK-ALU et TWL-ALU

#### RESUME

La Sté Dosteba développe et commercialise des équerres de fixation à rupture de pont thermique sous forme de supports rigides à base de polyuréthane haute densité éventuellement renforcés de plaques métalliques, fixés dans un support et servant de support de fixation à des éléments non structuraux (ENS) tels que garde-corps, fermetures extérieures (volets, stores), brise-soleil, ...

Dans le cadre de son développement en France, et dans l'optique ultérieure d'une procédure d'évaluation technique, Dosteba a fait réaliser auprès du laboratoire du CSTB des essais sous sollicitations cycliques selon la procédure expérimentale de l'Annexe 7 du Cahier du CSTB 3725 (janvier 2013), afin d'évaluer le comportement de ces équerres en cas de séisme. Ces essais font l'objet du rapport MRF 18 26073852 du 13/04/2018.

La présente note technique a pour objet de proposer un avis d'expert quant à l'interprétation des résultats des essais susnommés et l'utilisation des équerres visés en zone sismique pour des bâtiments « à risque normal », conformément aux dispositions réglementaires, et notamment l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal.

#### HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

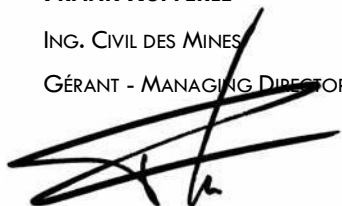
Indice	Date	Auteur	Modifications
0	22/10/2018	FK	Version initiale
1			
2			

Etablie par :

**FRANK KUPFERLE**

ING. CIVIL DES MINES

GÉRANT - MANAGING DIRECTOR



Le présent document comporte 16 pages et n'est valable que reproduit dans son intégralité, et complété par le rapport d'essai MRF 18 26073852 du 13/04/2018 du CSTB.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Contexte

La Sté Dosteba développe et commercialise des équerres de fixation à rupture de pont thermique sous forme de supports rigides à base de polyuréthane haute densité éventuellement renforcés de plaques métalliques, fixés dans un support et servant de support de fixation à des éléments non structuraux (ENS) tels que garde-corps, fermetures extérieures (volets, stores), brise-soleil, ...

Les équerres visées par la présente note technique font l'objet d'une évaluation technique allemande (AbZ pour *Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung*) délivrée par le DIBt (*Deutsches Institut für Bautechnik*). En outre, la Sté Dosteba a entamé des démarches auprès de ce même organisme notifié en vue d'obtenir une Evaluation Technique Européenne (ETE) sur la base d'un Document d'Évaluation Européenne (DEE) en cours de validation au moment de la rédaction de la présente note.

Dans le cadre de son développement en France, et dans l'optique ultérieure d'une procédure d'évaluation technique, Dosteba a fait réaliser auprès du laboratoire du CSTB des essais sous sollicitations cycliques selon la procédure expérimentale de l'Annexe 7 du Cahier du CSTB 3725 (janvier 2013), afin d'évaluer le comportement de ces équerres en cas de séisme. Ces essais font l'objet du rapport MRF 18 26073852 du 13/04/2018.

C4Ci a accompagné la Sté Dosteba dans ses démarches d'ordre technico-réglementaire et ses travaux en vue d'une future évaluation technique et notamment la réalisation de ces essais.

La Sté Dosteba a sollicité le signataire pour la rédaction d'un avis d'expert quant à l'interprétation des résultats des essais susnommés et l'utilisation des équerres visés en zone sismique pour des bâtiments « à risque normal », conformément aux dispositions réglementaires, et notamment l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

### 1.2 Qualité du signataire

C4Ci, est une entreprise de Conseil en ingénierie, qui assiste les industriels des produits de construction dans le développement et la commercialisation de produits et systèmes constructifs, dans un contexte national et international.

Dans ce cadre elle intervient fréquemment en assistance, montage et portage de dossier d'agréments ou évaluations techniques (Avis Technique, ATEx, Evaluation Technique Européenne, marquage CE, certifications, ...) en France et en Europe.

Frank KUPFERLE, Ingénieur Civil des Mines, intervient en outre en tant qu'expert et vice-président du GS 3 (Structure) de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques (CCFAT), ainsi qu'à divers Comités d'Experts dans le cadre de demande d'ATEx de cas a, b ou c. Il participe à divers travaux de normalisation française et européenne, notamment en tant que membre de la délégation française au CEN TC250/SC5 (révision de l'Eurocode 5).

**Dans la cadre de la présente note technique, l'avis d'expert est formulé *intuitu personae* et ne constitue aucunement une prise de position de l'un quelconque des organismes cités dans le présent document.**

### 1.3 Domaine de validité - Limitations

Sauf mention contraire explicite, le présent avis d'expert est valable :

- uniquement en conjonction avec le rapport d'essais MRF 18 26073852 du 13/04/2018 du CSTB (ci-après dénommé « rapport d'essai »);
- pour les seuls équerres, références de produit et configurations visées dans ce rapport d'essais mis en œuvre selon les recommandations du fabricant ;
- pour la fixation d'éléments non structuraux (ENS) sur support béton au sein de bâtiments dits « à risque normal » au sens de la réglementation parasismique ;
- pour une mise en œuvre en France Européenne.

En outre, le présent avis d'expert porte exclusivement sur la justification parasismique des équerres visés. Il ne vise notamment pas leur dimensionnement en situation normale, leur comportement en situation d'incendie, les dispositions relatives à leur durabilité ou celle de l'ETICS, et de manière générale toute autre disposition relative à leur mise en œuvre.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

## 2 ELEMENTS D'APPRECIATION

### 2.1 Description du procédé

Les équerres TRA-WIK-PU, TRA-WIK-ALU et TWL-ALU sont des systèmes de fixation à rupture de pont thermique sous forme de supports rigides (sortes d'équerres en forme de L) à base de polyuréthane haute densité éventuellement renforcés de plaques métalliques, fixés dans un support et servant de support de fixation à des éléments non structuraux (ENS) tels que garde-corps, fermetures extérieures (volets, stores), brise-soleil, ...

Chaque modèle d'équerre est décliné en divers types allant de 80 à 300mm, et existe en deux configurations :

- l'une permettant de fixer l'ENS en applique (façade) : la plaque d'appui est alors affleurante de la façade ;
- l'autre permettant de fixer l'ENS en tunnel (embrasure) : la plaque d'appui est alors affleurante de l'ébrasement (à angle droit) .

Il convient de se reporter au §2.1 du rapport d'essai pour une description plus complètes des divers profils, ainsi que leur illustration détaillée.

### 2.2 Aspects réglementaires

#### 2.2.1 ARRETE DU 22 OCTOBRE 2010 MODIFIE

L'exigence réglementaire découle principalement de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié (notamment par les arrêtés du 25 octobre 2012 et 15 septembre 2014) relatif à la classification et aux règles de construction parasismiques applicables aux bâtiments de la classe dite à risque normal.

La réglementation parasismique impose, dans certaines zones sismiques et pour certaines catégories de bâtiment, le dimensionnement au séisme des éléments non structuraux dans un bâtiment neuf mais aussi dans un bâtiment existant, à l'occasion de travaux sur la structure mais également à l'occasion d'ajout ou du remplacement d'un de ces éléments, en s'appuyant sur les dispositions de l'Eurocode 8 (NF EN 1998-1 de septembre 2005).

L'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 liste les cas pour lesquels l'application des règles de construction parasismique est exigée pour les bâtiments neufs. Dans ce cas, le dimensionnement des éléments non structuraux (ENS) est également requis :

Tableau 1 : Tableau 1-4 du guide « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti »

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4			Application des règles PS	
	5				

L'application des dispositions parasismiques en cas d'ajout ou de remplacement d'éléments non structuraux est imposée par l'arrêté pour les mêmes catégories et zones définies que celles définies pour un bâtiment neuf au tableau ci-dessus.

L'arrêté s'appuie également sur le décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique et sur le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

#### 2.2.2 GUIDE ENS PS

##### 2.2.2.1 Applicabilité

Le guide « Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – Justifications parasismiques pour le bâtiment à risque normal » (ci-après dénommé « Guide ENS PS ») de juillet 2013 précise l'application des principes de l'Eurocode 8 relatifs aux ENS du cadre bâti et propose une méthode pour l'application des clauses réglementaires.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

Il peut être utilisé, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, pour les ENS des bâtiments nouveaux en application des § 1° et § 2° de son article 3 ainsi que pour l'ajout ou le remplacement d'éléments non structuraux dans les bâtiments existants, tel que défini par les conditions particulières du § 3° de son article 3.

#### 2.2.2.2 Classification des ENS fixés au moyen des équerres TRA-WIK et TWL

**Les ENS fixés au moyen des équerres TRA-WIK et TWL** ne sont ni des éléments assurant la fonction de clos et couvert, ni des éléments intérieurs surfaciques verticaux ou horizontaux, et **relèvent donc de la famille « Éléments rapportés n'ayant pas de fonction portante » au sens du Tableau 1-1 du Guide ENS PS.**

Il est notable que seuls les garde-corps maçonnés sont considérés comme ENS du cadre bâti au sens du Guide.

Conformément au tableau 1-3 du Guide, les éléments rapportés sans fonction portante dont la longueur de porte-à-faux n'excède pas  $h_{lim} = 1,5$  m et la masse surfacique n'excède pas  $m_{lim} = 25$  kg/m<sup>2</sup> peuvent ne pas faire l'objet d'une analyse sismique.

Bien que les équerres TRA-WIK et TWL n'ont pas pour objet la fixation de garde-corps maçonnés, on rappelle que le Guide ENS PS requiert la vérification de tous les garde-corps maçonnés, sans limitation de dimension de référence ou de masse surfacique.

Bien que les équerres TRA-WIK et TWL n'ont pas pour objet la fixation d'éléments de façade au sens du Guide ENS PS (éléments assurant la fonction de clos et couvert : éléments de murs non structuraux, bardages rapportés, façades légères, murs rideaux, ITE, ...), on rappelle que le Guide requiert la vérification de ces éléments fixés à la structure par liaison mécanique seule dès lors que le point haut est situé à plus de  $h_{lim} = 3,5$  m de l'aire de chute et/ou la masse surfacique excède  $m_{lim} = 25$  kg/m<sup>2</sup>.

#### 2.2.2.3 Objectif de comportement visé

Dans le cas de bâtiments neufs ou de bâtiments existants faisant l'objet de travaux structurels (cf. § 1.2 du Guide), les objectifs de comportement visés sont la sécurité des personnes et la limitation des dommages en cas de séisme de moindre intensité.

Pour l'ajout ou le remplacement d'un élément non structurel dans un bâtiment existant sans autres travaux portant sur la structure du bâtiment, seul l'objectif de sécurité des personnes est visé.

Les mesures préventives spécifiques destinées à garantir la continuité de fonctionnement pour les bâtiments de catégorie d'importance IV ne sont pas visées par le Guide.

## 2.3 Référentiels techniques

### 2.3.1 EUROCODE 8 (NF EN 1998-1)

La norme NF EN 1998-1 (septembre 2005) « Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments », complétée de son amendement A1 (mai 2013) et son Annexe Nationale NF EN 1998-1/NA (décembre 2013) définissent les règles de dimensionnement vis-à-vis des risques sismiques.

Plus particulièrement, le § 4.3.5 de cette norme traite des ENS. Son champ et sa portée sont précisés par le Guide ENS PS précité.

### 2.3.2 CAHIER DU CSTB 3725

Le Cahier du CSTB 3725 (janvier 2013) « Stabilité en zones sismiques – Systèmes de bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » décrit une démarche permettant de justifier la stabilité en zones sismiques des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique, qui sont des ENS ayant fonction de clos et couvert au sens du Guide ENS PS.

L'annexe 7 du Cahier du CSTB 3725 présente une méthode de justification expérimentale permettant notamment de soumettre une maquette en vraie grandeur à un essai dynamique sollicitant celle-ci dans le plan et perpendiculairement au plan du support.

Ce dispositif expérimental permet notamment de vérifier directement la capacité d'un système donné avec ses fixations et sa masse embarquée à résister à une sollicitation sismique représentative des diverses zones sismiques et catégories de sol.

Ce dispositif a été considéré comme tout à fait adapté à la réalisation d'essais sur des maquettes de dispositifs TRA-WIK et TWL mis en situation et embarquant des masses diverses, avec les fixations usuelles, tout en isolant le comportement de ces procédés en s'affranchissant notamment de la résistance de la fixation dans le support (justifiable par ailleurs).

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

## 2.4 Protocole expérimental

Le protocole expérimental est détaillé dans le rapport d'essais MRF 18 26073852 du 13/04/2018 du CSTB auquel il convient de se référer. Seuls les éléments principaux sont repris de manière synthétique dans le présent document.

### 2.4.1 SOLLICITATION

La sollicitation sismique est identique à celle de la méthode de justification expérimentale de l'annexe 7 du Cahier du CSTB 3725.

Une maquette donnée est ainsi soumise à 8 phases successives de sollicitations progressives, avec pour chacune de ces phases 3 séquences de 20 cycles par ordre croissant de fréquences, et avec une amplitude conventionnelle déterminée à partir d'une accélération conventionnelle représentative d'une combinaison de zones sismiques et de classes de sol.

L'essai est arrêté à la chute d'un élément ou à la fin de la 8<sup>ème</sup> phase.

### 2.4.2 CORPS D'EPREUVE

Les corps d'épreuve ont été montés sur le support d'essai du laboratoire utilisé pour les essais selon l'annexe 7 du Cahier du CSTB 3725. Les diverses références de TRA-WIK et TWL ont été soumis :

- A des essais d'excitation dans le plan du support (accélération axiale) : le corps d'épreuve est alors constitué de deux équerres à tester, fixées au bâti support, et liaisonnées par une platine métallique portant des masses et figurant l'ENS (p.ex. garde-corps) à fixer, les masses sont augmentées par incréments de 10 kg jusqu'à un maximum visé de 100 kg (pour une paire d'équerres) ;
- A des essais d'excitation perpendiculaire du plan du support (accélération latérale) : le corps d'épreuve est alors constitué d'une seule équerre à tester, fixée au bâti support, et portant une masse sous forme de disque métallique portant les masses, et figurant l'ENS, les masses sont augmentées par incréments de 5 kg jusqu'à un maximum visé de 25 kg (pour une équerre).

Les platines ont été conçues pour permettre d'augmenter progressivement la masse embarquée, jusqu'à obtenir une masse pour laquelle une rupture avant la fin de la 8<sup>ème</sup> phase sera obtenue, ou bien une masse maximum visée sera validée.

Les essais ont porté :

- Sur chacun des 3 équerres TRA-WIK-PU, TRA-WIK-ALU et TWL-ALU (listés par ordre de performance croissante attendue et observée, de par leur constitution) ;
- Pour chacun des équerres, sur chacune des deux configurations en applique (façade) (F) ou en tunnel (embrasure) (L) ;
- Pour chacun des équerres, sur diverses profondeurs d'équerre (représentant les types) : 14, 20 et/ou 30 cm.

Le Tableau 2 ci-dessous présente de manière synthétique les configurations testées :

Tableau 2 : Synthèse des configurations soumises aux essais

Modèle	Fixation	Sollicitation					
		Parallèle au support (A)			Perpendiculaire au support (L)		
		14 cm	20 cm	30 cm	14 cm	20 cm	30 cm
(U) TRA-WIK-PU	(F) Applique (Façade)	X	X		X	X	
	(L) Tunnel (Embrasure)	X	X		X	X	
(A) TRA-WIK-ALU	(F) Applique (Façade)	X	X	X	X	X	X
	(L) Tunnel (Embrasure)	X	X	X	X	X	X
(W) TWL-ALU	(F) Applique (Façade)	X	X	X	X	X	X
	(L) Tunnel (Embrasure)	X	X	X	X	X	X

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

## 2.5 Analyse des résultats

Il convient de se référer au rapport d'essais MRF 18 26073852 du 13/04/2018 du CSTB pour le détail des essais réalisés et des observations réalisées.

### 2.5.1 SYNTHÈSE DES RESULTATS

Le Tableau 3 ci-dessous présente de manière synthétique les configurations testées et les masses maximales atteintes :

Tableau 3 : Synthèse des résultats des essais

Modèle	Fixation	Sollicitation					
		Parallèle au support (A)			Perpendiculaire au support (L)		
		14 cm	20 cm	30 cm	14 cm	20 cm	30 cm
(U) TRA-WIK-PU	(F) Applique (Façade)	100 kg	50 kg 100 kg [7]	-	25 kg	25 kg	-
	(L) Tunnel (Embrasure)	100 kg	60 kg 80 kg [8]	-	25 kg	15 kg 20 kg [8]	-
(A) TRA-WIK-ALU	(F) Applique (Façade)	100 kg	80 kg 100 kg [8]	30 kg 40 kg [8]	25 kg	25 kg	25 kg
	(L) Tunnel (Embrasure)	100 kg	50 kg 100 kg [7]	30 kg 40 kg [7]	25 kg [7]	25 kg	20 kg 25 kg [7]
(W) TWL-ALU	(F) Applique (Façade)	100 kg	100 kg	50 kg 60 kg [8]	25 kg	25 kg	25 kg
	(L) Tunnel (Embrasure)	100 kg	100 kg	50 kg 60 kg [8]	25 kg	25 kg	25 kg

Le chiffre entre crochet indique la phase durant laquelle une rupture a été observée. L'absence d'indication signifie qu'aucune dégradation n'a été observée jusqu'à la fin de la phase 8. Exemple : 60 kg / 80 kg [7] signifie qu'une masse de 60 kg satisfait à l'intégralité des 8 phases et qu'une rupture a été observée lors de la phase 7 pour une masse de 80 kg.

### 2.5.2 MODES DE RUPTURE OBSERVÉS

Le comportement général du corps d'épreuve est rigide, particulièrement en sollicitation parallèle au support (avec platine de liaison figurant un ENS de type garde-corps).

**Dès lors que le corps d'épreuve a supporté l'intégralité des 8 phases de sollicitation, aucune dégradation visible n'a été observée.**

**Lorsqu'une rupture a été observée, celle-ci était systématiquement fragile et survient brutalement, sans signe avant-coureur particulier.**

L'analyse des modes de rupture montre que :

- La rupture des équerres TRA-WIK-PU (qui n'a pas de plaque d'appui aluminium intégrée) survient :
  - soit par cisaillement au niveau de l'angle de l'équerre dans la partie en PU ;
  - soit par cisaillement au niveau de l'insert métallique de la face d'appui côté ENS ;
  - soit par cisaillement au droit des fixations côté bâti support (sous forme de cisaillement de bloc).
- La rupture des équerres TRA-WIK-ALU survient par cisaillement au niveau de l'angle de l'équerre, dans la partie en PU non renforcée par les plaques de fixation en aluminium, aussi bien en Applique (Façade) qu'en Tunnel (Embrasure) ;
- La rupture des éléments TWL-ALU survient :
  - en Applique (Façade) : par cisaillement au niveau de l'angle de l'équerre dans la partie en PU non renforcée par les plaques de fixation en aluminium noyées dans les faces d'appui;
  - en Tunnel (Embrasure) : par arrachement au niveau de la plaque aluminium d'appui au droit de la fixation de l'ENS.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

### 2.5.3 EFFORT INERTIEL ET ACCELERATION DU PROTOCOLE EXPERIMENTAL

L'Eurocode 8 (NF EN 1998-1, §4.3.5.2) fournit pour les ENS une méthode d'évaluation de l'action sismique  $F_a$  dans le sens horizontal, repris aussi bien par le Guide ENS PS que par le Cahier du CSTB 3725 :

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a}{q_a} \quad \text{avec :} \quad W_a = m \cdot g \quad \text{et :} \quad S_a = \frac{\gamma_1 \cdot a_{gr}}{g} \cdot S \cdot \left[ \frac{3 \cdot (1 + z/H)}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0,5 \right]$$

où :  $m$  la masse de l'ENS [kg]

$g$  l'accélération de la pesanteur [m/s<sup>2</sup>]

$q_a$  le coefficient de comportement de l'ENS

[NF EN 1998-1, §4.3.5.4]

$\gamma_a = 1,0$  le coefficient d'importance de l'ENS

[NF EN 1998-1, §4.3.5.3(2)]

$\gamma_1$  le coefficient d'importance du bâtiment

[arrêté du 22 octobre 2010, Art. 2]

$a_{gr}$  l'accélération maximale de référence au niveau du sol [m/s<sup>2</sup>]

[arrêté du 22 octobre 2010, Art. 4]

$S$  le paramètre de sol (selon classes définies au Tableau 3.1, NF EN 1998-1)

[arrêté du 22 octobre 2010, Art. 4]

$z$  la hauteur de l'ENS au-dessus du niveau d'application de l'action sismique [m]

$H$  la hauteur du bâtiment au-dessus du niveau d'application de l'action sismique [m]

$T_a$  la période fondamentale de vibration de l'ENS [Hz]

$T_1$  la période fondamentale de vibration du bâtiment [Hz]

Selon le principe d'approche enveloppe proposé dans le Guide ENS PS et repris dans le Cahier du CSTB 3725, on se place dans le cas le plus défavorable où  $z = H$  (élément en haut du bâtiment) et  $T_a = T_1$  (résonance entre l'ENS et le bâtiment),

$$\text{ce qui donne :} \quad \frac{3 \cdot (1 + z/H)}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0,5 = 5,5 \quad \text{et donc :} \quad S_a = \frac{5,5 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S}{g}$$

On peut ainsi exprimer l'action sismique  $F_a$  dans le sens horizontal en fonction de la masse  $m$  de l'ENS et de son coefficient de comportement  $q_a$ , ainsi que des seuls paramètres dépendant du type et de la localisation géographique de l'ouvrage (catégorie d'importance, zone et classe de sol) :

$$F_a = \frac{5,5 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S}{q_a} \cdot m \quad \text{qui peut s'écrire :} \quad F_a = \alpha_i \cdot m$$

$$\text{en introduisant une accélération inertielle enveloppe « de calcul »} \quad \alpha_i = \frac{5,5 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S}{q_a}$$

Les bardages rapportés visés par le Cahier du CSTB 3725 sont considérés comme ayant un comportement ductile correspondant à un coefficient de comportement  $q_a = 2,0$  retenu à la fois pour l'évaluation de l'effort inertiel et pour la détermination des accélérations des diverses phase du protocole expérimental de l'annexe 7 dudit Cahier, et permet donc d'écrire :

$$F_a = 2,75 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S \cdot m \quad \text{ou encore :} \quad F_a = \alpha_i \cdot m \quad \text{avec :} \quad \alpha_i = 2,75 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S$$

Ces formules ne sont donc valables que pour un ENS dont le comportement est ductile et pour lequel on peut retenir  $q_a = 2,0$ .

Dans le cas d'un comportement fragile on retiendra  $q_a = 1,0$  (conformément au §2.2.1(c), commentaire c) du Guide ENS PS) qui donne les formules suivantes :

$$F_a = 5,5 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S \cdot m \quad \text{ou encore :} \quad F_a = \alpha_i \cdot m \quad \text{avec :} \quad \alpha_i = 5,5 \cdot \gamma_1 \cdot a_{gr} \cdot S$$

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.



Les paliers d'accélération inertielle enveloppe  $\alpha_i$  prises en compte pour chacune des 8 phases du protocole expérimental de l'annexe 7 du Cahier du CSTB 3725 sont rappelées dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Paliers d'accélération inertielle enveloppe correspondant aux 8 phases du protocole expérimental

Phase	1	2	3	4	5	6	7	8
$\alpha_i$ [m/s <sup>2</sup> ]	3.5	5.0	6.4	8.0	9.3	11.2	14.0	16.5

Le Tableau 5 ci-dessous présente les accélérations inertielle enveloppes  $\alpha_i$  calculées avec  $q_a = 2,0$  pour l'ensemble des configurations de bâtiment prévues par la réglementation (catégorie d'importance, zone et classe de sol). Le code couleur des phases du protocole expérimental permet de visualiser les configurations validées par la satisfaction intégrale à une phase donnée dans le cas d'un **comportement ductile**.

Tableau 5 : Valeurs d'accélération inertielle enveloppe pour un coefficient de comportement  $q_a = 2,0$

Accélération $\alpha_i = 2,75 \cdot \gamma_1 \cdot \alpha_{gr} \cdot S$ [m/s <sup>2</sup> ] - $q_a = 2,0$					
Zone	Catégorie d'importance				Classes de Sol
	I	II	III	IV	
1					A
					B
					C
					D
					E
2			2.31	2.70	A
			3.12	3.64	B
			3.47	4.04	C
			3.70	4.31	D
			4.16	4.85	E
3		3.03	3.63	4.24	A
		4.08	4.90	5.72	B
		4.54	5.45	6.35	C
		4.84	5.81	6.78	D
		5.45	6.53	7.62	E
4		4.40	5.28	6.16	A
		5.94	7.13	8.32	B
		6.60	7.92	9.24	C
		7.04	8.45	9.86	D
		7.92	9.50	11.09	E
5		8.25	9.90	11.55	A
		9.90	11.88	13.86	B
		9.49	11.39	13.28	C
		11.14	13.37	15.59	D
		11.55	13.86	16.17	E

Note 1 : Le tableau n'indique pas les valeurs pour les cas où, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié et au Guide ENS PS, le dimensionnement ENS n'est pas requis (Zone 1 pour toute catégorie d'importance ; Catégorie d'importance I pour toute zone ; Catégorie d'importance II en Zone 2)

Note 2 : On voit bien que le protocole a été défini pour couvrir l'intégralité des configurations rencontrées.

Phase	1	2	3	4	5	6	7	8
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.



De la même manière, le Tableau 6 ci-après présente les accélérations inertielles enveloppes  $\alpha_i$  calculées avec  $q_a = 1,0$  pour l'ensemble des configurations de bâtiment prévues par la réglementation (catégorie d'importance, zone et classe de sol). Le code couleur des phases du protocole expérimental permet de visualiser les configurations validées par la satisfaction intégrale à une phase donnée dans le cas d'un **comportement fragile**.

Tableau 6 : Valeurs d'accélération inertielle enveloppe pour un coefficient de comportement  $q_a = 1,0$

Accélération $\alpha_i = 5,5 \cdot \gamma_1 \cdot \alpha_{gr} \cdot S$ [m/s <sup>2</sup> ] - $q_a = 1,0$					
Zone	Catégorie d'importance				Classes de Sol
	I	II	III	IV	
1					A
					B
					C
					D
					E
2			4.62	5.39	A
			6.24	7.28	B
			6.93	8.09	C
			7.39	8.62	D
			8.32	9.70	E
3		6.05	7.26	8.47	A
		8.17	9.80	11.43	B
		9.08	10.89	12.71	C
		9.68	11.62	13.55	D
		10.89	13.07	15.25	E
4		8.80	10.56	12.32	A
		11.88	14.26	16.63	B
		13.20	15.84	18.48	C
		14.08	16.90	19.71	D
		15.84	19.01	22.18	E
5		16.50	19.80	23.10	A
		19.80	23.76	27.72	B
		18.98	22.77	26.57	C
		22.28	26.73	31.19	D
		23.10	27.72	32.34	E

Note 3 : Le tableau n'indique pas les valeurs pour les cas où, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié et au Guide ENS PS, le dimensionnement ENS n'est pas requis (Zone 1 pour toute catégorie d'importance ; Catégorie d'importance I pour toute zone ; Catégorie d'importance II en Zone 2)

Phase	1	2	3	4	5	6	7	8
-------	---	---	---	---	---	---	---	---

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

#### 2.5.4 PRINCIPES D'INTERPRETATION DES RESULTATS RETENUS

Lorsqu'une rupture est observée, celle-ci est systématiquement fragile et survient brutalement, sans signe avant-coureur particulier.

**Conclusion 1 :** Le comportement de l'ENS fixé au moyen des équerres TRA-WIK et TWL doit donc être considéré comme fragile, ce qui emporte la prise en compte d'un coefficient de comportement  $q_a = 1,0$  pour la détermination de l'effort inertiel horizontal  $F_a$ .

Les paliers d'accélération inertielle enveloppe  $a_i$  de chacune des phases du protocole expérimental de l'annexe 7 du Cahier du CSTB 3527 sont définis sous l'hypothèse d'un comportement ductile avec un coefficient de comportement  $q_a = 2,0$ , ce qui revient à diviser par deux l'effort inertiel  $F_a$  agissant sur la fixation pour une masse  $m$  donnée par rapport à un comportement fragile.

En outre, l'effort inertiel  $F_a$  agissant sur la fixation pour une masse  $m$  donnée est directement proportionnel à la fois à la masse  $m$  et au coefficient de comportement  $q_a$ .

**Conclusion 2 :** L'interprétation des résultats peut donc être réalisée selon deux approches complémentaires :

- soit en divisant par deux les masses validées par la satisfaction sans dégradation à l'intégralité d'une phase donnée sur la base du Tableau 5 ;
- soit en conservant la masse validée par la satisfaction sans dégradation à l'intégralité d'une phase donnée, mais en réduisant les configurations validées par cette phase sur la base du Tableau 6.

Il est possible de combiner les résultats des deux approches.

Les essais réalisés sous sollicitation perpendiculaire au support (L) portent sur une seule équerre de fixation et les masses testées se sont limitées à 25 kg maximum. Les ruptures ont été observées uniquement pour des fixations en Tunnel (Embrasure). Pour les fixations en Applique (Façade), les masses validées en sollicitation perpendiculaire au support (L) sont en général supérieures ou égales à celles validées en sollicitation parallèle au support (A) pour la profondeur la plus grande (cas le plus défavorable).

Les essais réalisés sous sollicitation parallèle au support (A) portent sur une paire d'équerres de fixation et les masses testées se sont limitées à 100 kg maximum, soit 50 kg maximum par équerre.

**Conclusion 3 :** Afin de déterminer les masses validées pour une phase donnée il convient :

- de diviser par deux les masses validées lors des essais sous sollicitation parallèle au support (A) pour les ramener à une masse par équerre ;
- de limiter la masse validée à la plus petite masse par équerre issue des deux configurations d'essais parallèle (A) et perpendiculaire (L) au support dans le cas des fixations en Tunnel (Embrasure).

Les essais réalisés ne portent pas sur une sollicitation sous accélération verticale. Conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010, la composante sismique verticale n'est à prendre en compte qu'en zone de sismicité 5, pour les bâtiments de catégorie d'importance III et IV et lorsque l'accélération verticale  $a_{vg}$  est supérieure à  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

Il est en outre discutable de la nécessité de justifier du comportement sismique sous sollicitation verticale d'un ENS tels que garde-corps, fermetures extérieures (volets, stores), brise-soleil, ... relevant de la famille « Eléments rapportés n'ayant pas de fonction portante » au sens du Tableau 1-1 du Guide ENS PS. L'Eurocode 8 (NF EN 1998-1, §4.3.3.5.2), de même que le Guide ENS PS, ne mentionnent pour ces vérifications que les éléments horizontaux.

**Conclusion 4 :** De manière sécuritaire, certains ENS fixés au moyen des équerres TRA-WIK et TWL pouvant être horizontaux (p.ex : brise-soleil), il convient d'exclure du domaine d'application possible les bâtiments de catégorie d'importance III et IV et lorsque l'accélération verticale  $a_{vg}$  est supérieure à  $2,5 \text{ m/s}^2$ .

Conformément aux principes communément admis pour une application étendue des essais, les résultats des essais peuvent être étendus selon à des configurations bornées par les configurations testées.

**Conclusion 5 :** Moyennant le respect strict des fixations utilisées lors des essais, et à l'exception de cas particuliers éventuellement observés, les résultats peuvent être étendus comme suit :

- toute masse validée emporte la validation d'une masse inférieure ;
- la validation pour une même masse de deux dimensions (profondeur d'équerre = type) testées emporte la validation de toute dimension intermédiaire comprise entre celles testées ;
- la validation d'une masse pour une dimension (profondeur d'équerre = type) donnée emporte validation de cette même masse pour toutes dimension inférieure à celle testée.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

## 2.5.5 INTERPRETATION DES RESULTATS

Les résultats des essais sont à nouveau présentés de manière synthétique dans le Tableau 7 ci-dessous, avec les ajustements suivants par rapport au Tableau 3 :

- tout d'abord, pour les sollicitations parallèles au support (A), les masses du Tableau 3 ont été divisées par deux pour être ramenées à une masse par équerre ;
- puis, pour chaque couple modèle-fixation :
  - la ligne à fond blanc indique les masses pour un coefficient de comportement  $q_a = 1,0$  (masse non corrigée, lecture des configurations validées avec le Tableau 6) ;
  - la ligne à fond bleu indique les masses pour un coefficient de comportement  $q_a = 2,0$  (masse de l'essai divisée par deux, lecture des configurations validées avec le Tableau 5).

Tableau 7 : Synthèse des résultats des essais par équerre –  $q_a = 1,0$  et  $q_a = 2,0$

Modèle	Fixation	Sollicitation – Masse par équerre					
		Parallèle au support (A) (par équerre)			Perpendiculaire au support (L)		
		14 cm	20 cm	30 cm	14 cm	20 cm	30 cm
(U) TRA-WIK-PU	(F) Applique (Façade)	25 kg	12.5 kg 25 kg [7]	-	12.5 kg		-
		50 kg	25 kg 50 kg [7]	-	25 kg		-
	(L) Tunnel (Embrasure)	25 kg	15 kg 20 kg [8]	-	12.5 kg	7.5 kg 10 kg [8]	-
		50 kg	30 kg 40 kg [8]	-	25 kg	15 kg 20 kg [8]	-
(A) TRA-WIK-ALU	(F) Applique (Façade)	25 kg	20 kg 25 kg [8]	7.5 kg 10 kg [8]	12.5 kg		
		50 kg	40 kg 50 kg [8]	15 kg 20 kg [8]	25 kg		
	(L) Tunnel (Embrasure)	25 kg	12.5 kg 25 kg [7]	7.5 kg 10 kg [7]	(a) 12.5 kg [7]	12.5 kg (a)	10 kg (a) 12.5 kg [7]
		50 kg	25 kg 50 kg [7]	15 kg 20 kg [7]	(b) 25 kg [7]	25 kg (b)	20 kg (b) 25 kg [7]
(W) TWL-ALU	(F) Applique (Façade)	25 kg	25 kg	12.5 kg 15 kg [8]	12.5 kg		
	Et (L) Tunnel (Embrasure)	50 kg	50 kg	25 kg 30 kg [8]	25 kg		

(a) On retiendra dans cette configuration une masse validée de 10 kg quelle que soit la profondeur de l'équerre pour toutes phases, et une masse validée de 12,5 kg avec échec en phase [7]

(b) On retiendra dans cette configuration une masse validée de 20 kg quelle que soit la profondeur de l'équerre pour toutes phases, et une masse validée de 25 kg avec échec en phase [7]

### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

Les seules ruptures observées l'ont été lors de la phase [7] ou [8]. Selon la phase atteinte lors de l'essai, on détermine les limites de domaine d'emploi comme suit :

Tableau 8 : Clé de limitation du domaine d'emploi selon l'avancement lors des essais et le coefficient de comportement retenu

Zone	Masse divisée par 2 - Tableau 5 ( $q_a = 2,0$ )			Masse non modifiée - Tableau 6 ( $q_a = 1,0$ )			Classes de Sol
	Catégorie d'importance			Catégorie d'importance			
	II	III	IV	II	III	IV	
3				Echec en phase [7]		(2)	A
						Echec en phase [8]	B
						Pas d'échec	C
						D	
4	Echec en phase [7]			(3)		(4)	A
				Echec en phase [8]	Pas d'échec		B
				Pas d'échec	Utilisation exclue		C
						D	
5	(1)		Echec en Phase [8]	(5)	Utilisation exclue		A
							B
							C
			Pas d'échec			D	
						E	

Clé de lecture : p.ex. la zone à fond blanc est le domaine d'emploi acceptable en cas d'échec en phase [7] ; elle est augmentée de la zone à fond orange pale si l'échec ne survient qu'au cours de la phase [8], etc...

Par souci de simplicité, les ajustements suivants seront pris de manière sécuritaire :

- (1) Un échec en phase [7] emportera exclusion complète de la Catégorie d'importance III en Zone 5
- (2) Un échec en phase [7] emportera exclusion complète de la Catégorie d'importance IV en Zone 3, 4 et 5
- (3) Un échec en phase [7] emportera exclusion complète des Zones 4 et 5 pour les Catégories d'importance II, III et IV
- (4) Un échec en phase [8] / l'absence d'échec emportera exclusion complète de la Catégorie d'importance IV en Zone 4 et 5
- (5) Cette configuration emportera exclusion complète de Zone 5 pour les Catégories d'importance II, III et IV

Dans ce qui suit, par souci de lisibilité on se limitera à distinguer les classes de sol A, B, C d'une part et les classes de sol D, E d'autre part.

Dans le cas particulier où une différence existe entre la masse validée pour la classe de sol D et celle validée pour la classe de sol E, on prendra la masse la plus faible pour les deux classes de sol (situation rencontrée uniquement dans la lecture par le Tableau 6, en Zone 3 et Catégorie d'importance IV).

Les masses admissibles par équerre ainsi déterminées sont listées dans les tableaux du §3 :

- Tableau 10 pour le TRA-WIK-PU fixation en Applique (Façade) ou en Tunnel (Embrasure)
- Tableau 11 pour le TRA-WIK-ALU fixation en Applique (Façade) ou en Tunnel (Embrasure)
- Tableau 12 pour le TWL-ALU fixation en Applique (Façade) ou en Tunnel (Embrasure)

**NOTE 4 :** Bien que les essais permettent a priori une validation de masses admissibles en zone 5, le présent avis se limitera à la France européenne, et par conséquent aux zones 1 à 4.

**NOTE 5 :** Les masses admissibles ne portent que sur la capacité de l'équerre soumise à l'ENS qu'elle supporte. La fixation de l'équerre au support (mur) doit être vérifiée par ailleurs.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

### 3 AVIS

L'utilisation en zone sismique des équerres de fixation à rupture de pont thermique TRA-WIK-PU, TRA-WIK-ALU et TWL-ALU est possible dans les conditions et limitations suivantes :

- L'avis vise uniquement la fixation d'éléments non structuraux (ENS) sur support béton au sein de bâtiments dits « à risque normal » au sens de la réglementation parasismique, et notamment
- L'avis vise uniquement une mise en œuvre en France Européenne, pour les zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié (version à la date de rédaction du présent document) pour les catégories d'importance I à IV. Le Tableau 9 ci-dessous précise les exigences et conditions applicables.
- En complément des exigences du Tableau 9, conformément au tableau 1-3 du Guide ENS PS, le respect des présentes dispositions est exigé :
  - Pour les ENS horizontaux (p.ex. stores banne, brise-soleil) dont la longueur de porte-à-faux excède  $h_{lim} = 1,5$  m et/ou la masse surfacique excède  $m_{lim} = 25$  kg/m<sup>2</sup> ;
  - Pour les ENS verticaux (p.ex. volets, stores, garde-corps) dont le point haut est situé à plus de  $h_{lim} = 3,5$  m de l'aire de chute et/ou la masse surfacique excède  $m_{lim} = 25$  kg/m<sup>2</sup>.

Tableau 9 : Prescriptions relatives à la pose en zone sismique selon la catégorie d'importance du bâtiment

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	X	X	X	X
2	X	X	①	○
3	X	②	○	○
4	X	②	○	○
X	Pose autorisée sans prescriptions particulières			
①	Pose autorisée sous réserve du respect des prescriptions du présent avis et des masses admissibles des Tableaux 10 à 12, et sans prescriptions particulières pour les établissements scolaires à un seul niveau (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>1</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
②	Pose autorisée sous réserve du respect des prescriptions du présent avis et des masses admissibles des Tableaux 10 à 12, et sans prescriptions particulières pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
○	Pose autorisée sous réserve du respect des prescriptions du présent avis et des masses admissibles des Tableaux 10 à 12.			

- L'avis vise uniquement les références de produits couvertes par le présent rapport ainsi que le rapport d'essais MRF 18 26073852 du 13/04/2018 du CSTB (auquel il convient de se référer), et notamment :
  - Les équerres TRA-WIK-PU de profondeur (type) inférieure ou égale à 200 mm ;
  - Les équerres TRA-WIK-ALU de profondeur (type) inférieure ou égale à 300 mm ;
  - Les équerres TRA-WIK-PU de profondeur (type) inférieure ou égale à 300 mm ;
  - Pour une fixation en Applique (Façade) ou en Tunnel (Embrasure).
- Les fixations des équerres respectent les dispositions suivantes :
  - L'ENS est fixé aux équerres par boulonnage au moyen d'au moins une tige filetée de diamètre M12 par équerre ;
  - L'équerre est fixée au support béton au moyen de trois chevilles mécaniques à expansion ou à scellement chimique de diamètre M10.

<sup>1</sup> Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

- En outre, les chevilles mécaniques ou à scellement chimique :
  - sont titulaires d'une Evaluation Technique Européenne visant l'utilisation en zone sismique ;
  - ② (Tableau 9) : sont de classe C1 pour les bâtiments de catégorie d'importance II ;
  - ① et O (Tableau 9) : sont de classe C2 pour les bâtiments de classe d'importance III et IV ;
  - doivent être vérifiées séparément conformément au Guide ENS PS, en majorant les efforts d'un coefficient 1,5.
- La mise en œuvre des équerres respecte des dispositions du fabricant, Dosteba. La mise en œuvre des chevilles mécaniques ou à scellement chimique choisies respecte les dispositions de leur fabricant.
- Le présent avis d'expert porte exclusivement sur la justification parasismique des équerres visés. Il ne vise notamment pas leur dimensionnement en situation normale, leur comportement en situation d'incendie, les dispositions relatives à leur durabilité ou celle de l'ETICS, et de manière générale toute autre disposition relative à leur mise en œuvre.

Tableau 10 : Masses admissibles par équerre – TRA-WIK-PU

TRA-WIK-PU – Fixation en <b>Applique (Façade)</b> (F) – Masses admissibles par équerre [kg]													
Zone	L ≤ 140				140 < L ≤ 200				200 < L ≤ 300				Classes de Sol
	Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Pas d'exigence				Pas d'exigence				Pas d'exigence				A, B, C D, E
2			50				50						A, B, C D, E
3		50				50							A, B, C D, E
4		50				25				Non applicable			A, B, C D, E
5		25				25							A, B, C D, E

TRA-WIK-PU – Fixation en <b>Tunnel (Embrasure)</b> (L) – Masses admissibles par équerre [kg]													
Zone	L ≤ 140				140 < L ≤ 200				200 < L ≤ 300				Classes de Sol
	Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Pas d'exigence				Pas d'exigence				Pas d'exigence				A, B, C D, E
2			25				20						A, B, C D, E
3		25				20		15					A, B, C D, E
4		25				20	15			Non applicable			A, B, C D, E
5		12.5				10		7.5					A, B, C D, E

NOTE 4 : Bien que les essais permettent a priori une validation de masses admissibles en zone 5, le présent avis se limitera à la France européenne, et par conséquent aux zones 1 à 4.

NOTE 5 : Les masses admissibles ne portent que sur la capacité de l'équerre soumise à l'ENS qu'elle supporte. La fixation de l'équerre au support doit être vérifiée par ailleurs.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.

Tableau 11 : Masses admissibles par équerre – TRA-WIK-ALU

TRA-WIK-ALU – Fixation en <b>Applique (Façade)</b> (F) – Masses admissibles par équerre [kg]														
Zone	L ≤ 140				140 < L ≤ 200				200 < L ≤ 300				Classes de Sol	
	Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				Catégorie d'importance					
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
1	Pas d'exigence				Pas d'exigence				Pas d'exigence				A, B, C D, E	
2			50				50				20		A, B, C D, E	
3		50				50		40		20		15	A, B, C D, E	
4		50		25		50	40	25			20	15	10	A, B, C D, E
5		25				25		20			10		7.5	A, B, C D, E

TRA-WIK-ALU – Fixation en <b>Tunnel (Embrasure)</b> (L) – Masses admissibles par équerre [kg]														
Zone	L ≤ 140				140 < L ≤ 200				200 < L ≤ 300				Classes de Sol	
	Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				Catégorie d'importance					
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV		
1	Pas d'exigence				Pas d'exigence				Pas d'exigence				A, B, C D, E	
2			25				25				25		A, B, C D, E	
3		25		20		25		20		25		20	A, B, C D, E	
4		20		12.5		20		12.5		20		12.5	A, B, C D, E	
5		12.5				12.5		10			12.5		10	A, B, C D, E

NOTE 4 : Bien que les essais permettent a priori une validation de masses admissibles en zone 5, le présent avis se limitera à la France européenne, et par conséquent aux zones 1 à 4.

NOTE 5 : Les masses admissibles ne portent que sur la capacité de l'équerre soumise à l'ENS qu'elle supporte. La fixation de l'équerre au support doit être vérifiée par ailleurs.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.



Tableau 12 : Masses admissibles par équerre – TWL-ALU

TWL-ALU – Fixation en <b>Applique (Façade)</b> (F) – Masses admissibles par équerre [kg]													
Zone	L ≤ 140				140 < L ≤ 200				200 < L ≤ 300				Classes de Sol
	Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Pas d'exigence				Pas d'exigence				Pas d'exigence				A, B, C D, E
2			50				50				30		A, B, C D, E
3		50				50				30		25	A, B, C D, E
4		50	25			50	25			30	25	15	A, B, C D, E
										25	15		
5		25				25				15		12.5	A, B, C D, E
TWL-ALU – Fixation en <b>Tunnel (Embrasure)</b> (L) – Masses admissibles par équerre [kg]													
Zone	L ≤ 140				140 < L ≤ 200				200 < L ≤ 300				Classes de Sol
	Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				Catégorie d'importance				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Pas d'exigence				Pas d'exigence				Pas d'exigence				A, B, C D, E
2			25				25				25		A, B, C D, E
3		25				25				25			A, B, C D, E
4		25	12.5			25	12.5			25	12.5		A, B, C D, E
5		12.5				12.5				12.5			A, B, C D, E

NOTE 4 : Bien que les essais permettent a priori une validation de masses admissibles en zone 5, le présent avis se limitera à la France européenne, et par conséquent aux zones 1 à 4.

NOTE 5 : Les masses admissibles ne portent que sur la capacité de l'équerre soumise à l'ENS qu'elle supporte. La fixation de l'équerre au support doit être vérifiée par ailleurs.

#### CONFIDENTIALITY NOTICE

The information contained on this Page may involve or contain trade secrets and confidential information which the Company C4 Ci Sarl (Registered in France under No 507 494 607) considers proprietary. Said information is the sole and exclusive property of the Company and no use reproduction or dissemination of any of this information is authorized or permitted without the prior, express written consent of an authorized representative of C4Ci.