

# GUIDE TECHNIQUE



# TRANSPORTS GUIDÉS

GUIDE TECHNIQUE RELATIF À L'IMPLANTATION DES OBSTACLES FIXES À PROXIMITÉ DES INTERSECTIONS TRAMWAYS/VOIES ROUTIÈRES



Liberté Égalité Fraternité

#### **Objet – Domaine d'application – Destinataires**

Le présent guide technique explicite :

les principes d'implantation des obstacles fixes à proximité immédiate des intersections tramway / véhicules routiers pour les réseaux de tramways.

Il est applicable aux systèmes suivants, relevant du décret STPG 2017-440 :

- > tramways;
- systèmes mixtes pour la partie exploitée selon le principe de conduite à vue ;
- > systèmes ferroviaires légers pour la partie exploitée selon le principe de conduite à vue.

Il est destiné à l'ensemble des acteurs professionnels du secteur des transports publics guidés : Autorité organisatrice de transports (AOT), maîtres d'ouvrage, exploitants, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, Organismes qualifiés (OQ), constructeurs d'émergences fusibles (poteaux, potelets, barrières, mâts de signalisation lumineuse...), gestionnaires de voirie, gestionnaires d'infrastructures.

Les dispositions du présent guide visent à proposer des solutions techniques qui ne présentent pas de caractère réglementaire mais dont le respect permet cependant de présumer de la conformité aux exigences réglementaires et/ou l'atteinte d'un niveau de sécurité jugé satisfaisant. À défaut, une justification devra être apportée .

Les dispositions du présent guide ne préjugent en rien du respect des réglementations autres que celles liées à la sécurité du système ou de l'installation considérée.

Version 3 de juillet 2021 Page 2 /48

### Historique des mises à jour

N° de version	Date	Nature de la version
Pré-version (projet)	février 2007	Constitution du guide technique à partir des réunions du groupe de travail et de ses comptes rendus.
Version 1	04/04/2007	Validation du guide technique.
Version 2	26/01/2012	Ajout de l'annexe 4 – guide pour établir un dossier de justification de fusibilité à destination des constructeurs.
Version 3	juillet 2021	Mise à jour du guide

RÉDAC	TEURS	VÉRIFICATEUR	APPROBATEUR
Laurent CHAPPELIN chargé d'affaires système	Perceval GAILLIARD chargé d'affaires système	Valérie de LABONNEFON responsable du département tramways et matériels roulants	<b>Daniel PFEIFFER</b> directeur

STRMTG

Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés (STRMTG) 1461 rue de la piscine

38400 St Martin d'Hères tél. : 33 (0)4 76 63 78 78

mèl. strmtg@developpement-durable.gouv.fr www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr

Crédits photos : Keolis Lille Métropole (page de couverture), Google (pour les photos issues de Google Street View), et les agents du STRMTG.

Version 3 de juillet 2021 Page 3 /48

# **Sommaire**

Li	iste des abréviations	6
G	lossaire	7
In	troduction	9
1	- Objet et limites du guide	9
	1.1 - Objet du guide	9
	1.2 - Champ d'application du guide	9
	1.2.1 - Systèmes concernés	9
	1.2.2 - Types d'intersections concernées	
2	- Notion d'obstacle fixe	11
	2.1 - Définition d'obstacle fixe	
	2.2 - Catalogue des obstacles fixes (liste non exhaustive)	11
	2.2.1 - Arbres	
	2.2.2 - Supports de signalisation, éclairage public	
	électriquesélectriques	11
	2.2.4 - Mobilier urbain (potelets, barrières, bornes minérales, etc.) et fûts supports de barrières	
	2.2.5 - Maçonneries	
	2.2.7 - Association d'éléments fusibles	
	2.3 - Cas particuliers	12
	2.3.1 - Les voies ballastées	
	2.3.2 - Cas des éléments à proximité des stationnements en site banal en section courante	
	2.3.4 - Géométrie de la zone d'accès au quai	
	2.3.5 - Danger relatif au cumul d'éléments fusibles	
	2.3.6 - Cas d'association de barrières fusibles	
	2.4 - La problématique de l'obstacle fixe protecteur	
2	- Définition de la Zone libre de tout obstacle fixe (ZLOF)	
J	3.1 - Objectif	
	·	
	3.1.1 - Intersection classique	
	3.1.3 - Intersection avec plusieurs files routières	
	3.2 - Géométrie de la ZLOF	18
	3.2.1 - Début et fin de la ZLOF	
	3.2.2 - Largeur de la ZLOF	
	3.3 - Exemples de géométrie de ZLOF	
	3.3.1 - Intersection avec une bordure de chaussée circulée curviligne	
	3.3.2 - Intersection avec une bordure de chaussée circulée non orthogonale à la plateforme l	
	3.4 - Voie tramway circulée à double sens	
	3.5 - Cas particulier d'une intersection avec îlot central	
	3.6 - Cas de plusieurs files routières par sens	
	3.7 - Géométrie de ZLOF en entrée de site banal	
	3.7.1 - Entrée de site banal – début et fin de ZLOF	
	5.1.2 - Exemples de traces de 2LOF en entree de site bana	∠0

4 - Préconisation pour l'installation et la maintenance des obstacles fusibles	29
ANNEXE A. Index des illustrations	30
ANNEXE B. Les obstacles fixes	
Illustrations d'obstacles fixes	32
Illustrations d'aggravation d'événements	37
ANNEXE C. Guide pour établir un dossier de justification de fusibilité à destin constructeurs	
1 - La valeur de fusibilité	
1.1 - Généralités	41
1.2 - Définitions des différents paramètres	41
1.3 - Valeur du moment fléchissant de référence au niveau de la zone fragilisée	42
1.4 - Force maximale à appliquer à l'effacement	43
2 - Justification expérimentale de fusibilité par essais	44
2.1 - Les essais devront satisfaire aux exigences suivantes	44
2.1.1 - Généralités	
2.1.2 - Cas des structures à petits déplacements	44
2.1.3 - Cas des structures à grands déplacements	
3 - Le dossier justificatif de fusibilité	
3.1 - Description du composant de type	46
3.2 - Tests et essais du composant de type	
3.3 - Rapport d'essais du composant de type	
3.4 - Reproductibilité de la fabrication des composants de série	47
ANNEXE D. Élaboration du quide	18

## Liste des abréviations

CEREMA Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et

l'aménagement

DPS Dossier préliminaire de sécurité

FU Freinage d'urgence<sup>1</sup>
GLO Gabarit limite d'obstacle<sup>1</sup>

IISR Instruction interministérielle sur la sécurité routière

RSE Règlement de sécurité de l'exploitation

SETRA Service d'études techniques des routes et autoroutes

SLT Signalisation lumineuse de trafic

STRMTG Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés

TIV Tableau indicateur de vitesse

VL Véhicule léger<sup>1</sup>

ZLOF Zone libre de tout obstacle fixe

Version 3 de juillet 2021 Page 6 /48

<sup>1</sup> Voir Glossaire.

# **Glossaire**

Conduite à vue	Principe de conduite adopté par le conducteur, qui adapte sa vitesse et conditionne son rythme de conduite à ce qu'il voit.
Freinage d'urgence (FU)	Il s'agit du FU3 selon la norme EN 13452-1 relative au freinage – systèmes de freinage des transports publics urbains et suburbains.
Gabarit limite d'obstacle (GLO) <sup>2</sup>	Le Gabarit limite d'obstacle correspond à l'enveloppe maximale, comprenant le gabarit dynamique « Constructeur MR » & « Infrastructure » et la lame d'air, dans laquelle le matériel roulant est susceptible de se retrouver.  Le Gabarit statique est l'espace occupé par un tramway à l'arrêt.
	Le Gabarit dynamique « Constructeur MR » prend en compte, à partir du gabarit statique, les déplacements liés aux jeux et usures propres au matériel roulant en mouvement. Il est calculé en alignement droit et en courbe, et prend en compte les déplacements suivants :
	<ul> <li>ventres / creux ;</li> <li>usures, rattrapages de jeu et débattements dus aux roues, aux bogies et à la caisse ;</li> <li>usures et inclinaisons toutes suspensions comprimées jusqu'à la butée.</li> </ul>
	Le Gabarit dynamique « Constructeur MR » & « Infrastructure » prend en compte, vis-à-vis du gabarit dynamique « constructeur MR », les déplacements supplémentaires dus aux jeux et usures liés à la voie :  • tolérance de pose de voie ;  • usure de la voie.
	La Lame d'air est une marge de sécurité supplémentaire de part et d'autre du gabarit dynamique. Cette lame d'air est habituellement de 15 cm.
Véhicule léger (VL)	Dans le présent guide, un véhicule léger est considéré comme un véhicule à moteur ayant au moins quatre roues, et ayant un poids total autorisé en charge inférieur ou égal à 3,5 tonnes.
	Ce sont notamment les catégories suivantes de l'article R 311-1 du Code de la route : véhicule de catégorie M1, voiture particulière, véhicule de catégorie N1, camionnette, véhicule d'intérêt général dont le poids est inférieur à 3,5 tonnes.

Version 3 de juillet 2021 Page 7 /48

<sup>2</sup> Définition issue du guide technique du CEREMA (ex-CERTU) intitulé « <u>Tramway et piétons Matérialisation du gabarit limite d'obstacle</u> » (2013)

Vitesse de consigne <sup>3</sup>	La vitesse de consigne est la vitesse maximale autorisée sur la zone, soit par consigne inscrite dans le RSE, soit par TIV sur zone.				
	en compte une ram	ee dans les cas sulvants : à proximité de l'intersection, pour laquelle on prendra e en haut-le-pied et non à l'arrêt ; se par TIV ou consigne à proximité de la zone.			
		type du tramway peut être utilisée pour définir les compte, en considérant une accélération ou une rise égale à 1,2 m/s².			
Vitesse technique <sup>3</sup>	La vitesse technique est la vitesse de conduite « naturelle » adoptée par un conducteur compte tenu des caractéristiques géométriques et de l'environnement de la zone considérée (milieu urbain, carrefour). Ce pourra être par exemple la vitesse de confort en courbe liée à une accélération transversale d'environ 1 m/s². Cette vitesse sera déterminée en arrondissant la vitesse calculée aux 5 km/h supérieurs.				
Vitesse crédible <sup>4</sup> Une limitation de vitesse sur une zone est considérée comme (respectée par les conducteurs) si elle se rapproche de la vitesse technique.  Les valeurs empiriques suivantes sont retenues quant à la relation entre technique et vitesse crédible à dire d'expert :					
	Vitesse technique	Diminution maximale pour qu'une vitesse imposée soit crédible			
	V ≥ 50 km/h	– 20 km/h			
	30 km/h ≤ V < 50 km/h	– 15 km/h			
	30 km/h ≤ V < 50 km/h 20 km/h ≤ V < 30 km/h	– 15 km/h – 10 km/h			

Version 3 de juillet 2021 Page 8 /48

<sup>3</sup> Notion inspirée du groupe de travail « Sécurité des zones de manœuvre de tramways »

<sup>4</sup> Notion définie par le groupe de travail « Sécurité des zones de manœuvre de tramways »

## Introduction

Les cas de collision entre un véhicule léger et un tramway dans une intersection se comptent par centaines chaque année sur les réseaux de tramways français.

Si les conséquences ne sont pas toujours importantes, elles peuvent être aggravées de façon significative par l'aménagement de l'intersection. En particulier, lorsqu'un obstacle se trouve directement à l'aval de l'intersection par rapport au sens de circulation du tramway, le véhicule léger peut être écrasé entre le tramway et cet obstacle.

Ce cas de figure s'est déjà produit à plusieurs reprises et a souvent conduit à des conséquences corporelles très importantes voire à des décès.

Dans la suite du guide, la dénomination « tramway » sera indifféremment utilisée pour les systèmes tramways, et pour les systèmes mixtes et systèmes ferroviaires légers exploités selon le principe de la conduite à vue.

# 1 - Objet et limites du guide

## 1.1 - Objet du guide

Sans préjudice des éventuelles autres réglementations ou règles de l'art en vigueur, le présent guide définit la notion d'obstacle fixe et les règles d'implantation de ces obstacles fixes dans le but de limiter les conséquences d'une collision entre un tramway et un véhicule léger au niveau d'une intersection. Il n'est traité que de l'aggravation par l'écrasement d'un véhicule léger entre le tramway et l'obstacle fixe.

Le présent guide définit les zones devant être libres de tout obstacle fixe.

# 1.2 - Champ d'application du guide

## 1.2.1 - Systèmes concernés

Les préconisations définies dans le présent guide s'appliquent aux projets suivants dont le DPS n'a pas encore été approuvé à la date de la dernière révision du guide :

- toute nouvelle ligne de tramway ;
- tout prolongement de ligne de tramway ;
- toute modification substantielle ayant pour effet de créer une nouvelle ZLOF ou de modifier la géométrie d'une ZLOF existante.

Pour les projets précités non encore mis en service mais dont le DPS a été approuvé à la date de la dernière version du présent guide, les préconisations de ce guide seront prises en compte dans la mesure du possible. À défaut, les préconisations du guide d'implantation des obstacles fixes à proximité des intersections tramways / voies routières dans sa version 2 du 26 janvier 2012 s'appliquent.

Version 3 de juillet 2021 Page 9 /48

En cas de modification d'une intersection d'un système en service non substantielle ayant pour effet de créer une nouvelle ZLOF ou de modifier la géométrie d'une ZLOF existante, la modification devra prendre en compte le traitement des obstacles fixes présents. Le non traitement devra être dûment justifié au cas par cas.

En cas de modification d'une intersection d'un système en service (non substantielle ou substantielle) mais n'ayant pas pour effet de créer une nouvelle ZLOF ou de modifier la géométrie ou la longueur d'une ZLOF existante, la modification devra prendre en compte dans la mesure du possible le traitement des obstacles fixes présents.

Dans le cas des réseaux ayant un Dossier de Sécurité Régularisé en cours, on privilégiera le délai de traitement du projet.

Pour les systèmes de transports guidés en service non soumis au décret STPG 2017-440 à la date du 1er avril 2017, si des problèmes de sécurité liés aux obstacles fixes au niveau des intersections sont mis en évidence dans le cadre de l'instruction des dossiers de sécurité (cf. article 105 du décret STPG), des solutions devront être recherchées. Parmi les solutions possibles, il est raisonnable de considérer que des actions sur l'aménagement urbain et l'insertion (amélioration de la lisibilité et de la compréhension des sites) visant à réduire l'occurrence des collisions seront privilégiées. A défaut, des actions sur le positionnement des obstacles fixes seront envisagées et le guide pourra alors être considéré comme le référentiel.

#### 1.2.2 - Types d'intersections concernées

Les intersections concernées sont les intersections entre les voies de tramway et les voies routières publiques ou privées, y compris les accès riverains et les entrées/sorties de site banal.

Les intersections avec barrières sont comprises dans le champ d'application.

Les intersections entre tramway et voies uniquement piétons et/ou cycles sont exclues du champ d'application du guide.

Version 3 de juillet 2021 Page 10 /48

## 2 - Notion d'obstacle fixe

#### 2.1 - Définition d'obstacle fixe

On entend par « obstacle fixe » tout élément rigide d'une hauteur, par rapport au plan de roulement des véhicules légers, supérieure à 0,20 m présentant un couple résistant supérieur à 570 daN.m <sup>(5)</sup>.

## 2.2 - Catalogue des obstacles fixes (liste non exhaustive)

Ce paragraphe a pour objectif d'illustrer différents dispositifs pouvant être considérés comme obstacles fixes et devant être traités, en les rendant fusibles par exemple, ou devant être exclus de la ZLOF.

Des illustrations des items ci-après sont présentés en ANNEXE B. Les obstacles fixes.

#### 2.2.1 - Arbres

Les arbres, dont le diamètre mesuré à la base du tronc est (ou sera) supérieur à 0.10 m, sont considérés comme des obstacles fixes.

Les essences plantées à proximité des intersections et susceptibles d'engager les ZLOF de part leur croissance, doivent également être prises en compte.

Au stade des projets, la démonstration que l'essence de l'arbre n'est pas de nature à le faire devenir un obstacle fixe sera apportée.

## 2.2.2 - Supports de signalisation, éclairage public

Dans le cas des supports de signaux, il est rappelé que certains supports doivent avoir un moment maximal admissible de 570 daN.m, conformément à l'IISR<sup>6</sup>.

- 2.2.3 Poteaux de télécommunication, portiques, supports de ligne aériennes de contact, armoires électriques
- 2.2.4 Mobilier urbain (potelets, barrières, bornes minérales, etc.) et fûts supports de barrières

#### 2.2.5 - Maçonneries

Les piles d'ouvrages d'art, les murs (angle ou mur d'un bâtiment, mur de soutènement), les massifs, les bordures, etc.

Version 3 de juillet 2021 Page 11 /48

<sup>5</sup> Valeur issue du guide technique du CEREMA (anciennement SETRA) intitulé : « Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération » (édition 2002)

<sup>6</sup> IISR, 1ère partie, art. 6.

#### 2.2.6 - Zone d'accès au quai

#### 2.2.7 - Association d'éléments fusibles

Le danger relatif au cumul d'éléments fusibles est détaillé au paragraphe 2.3.5-Danger relatif au cumul d'éléments fusibles.

## 2.3 - Cas particuliers

### 2.3.1 - Les voies ballastées

Le ballast n'est pas assimilé à un obstacle fixe au sens de la définition du présent guide.

# 2.3.2 - Cas des éléments à proximité des stationnements en site banal en section courante

Les sorties de stationnement en section courante de site banal ne sont pas considérées comme des intersections et ne font pas l'objet de l'application du présent guide.

#### 2.3.3 - Les fosses anti-intrusions

Les fosses anti-intrusions ne sont pas assimilées à un obstacle fixe au sens de la définition du présent guide.

#### 2.3.4 - Géométrie de la zone d'accès au quai

La zone d'accès au quai est entendue comme la partie permettant de raccorder le trottoir au quai. Dans une ZLOF, les zones d'accès aux quais dont la géométrie répond aux critères définis ci-après ne sont pas considérées comme obstacles fixes (cf. Illustration 1, Illustration 2, Illustration 3). Il conviendra de respecter simultanément et en tout plan les deux critères géométriques suivants :

- Caractéristiques altimétriques :
  - $\circ$  le point le plus bas de la zone d'accès au quai (noté  $Z_1$ ) doit avoir une élévation strictement inférieure à 20 cm par rapport au niveau de la table de roulement du rail,
  - le(s) angle(s) α défini(s) par les coupes entre le plan (Oxz) et les plans de rampe passant par  $Z_1, Z_2, Z_3...Z_k$  doivent toujours être inférieurs ou égaux à 45°,
- Caractéristiques transversales :
  - eles angles β définis par les coupes entre le plan (Oxy) et les plans de bordure de quai (plans verticaux) passant par  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ... $Y_k$  doivent toujours être inférieurs ou égaux à 45°.

Version 3 de juillet 2021 Page 12 /48

Illustration 1: Représentation de la zone d'accès au quai en 3 dimensions, avec un exemple de deux raccordements géométriques (Quai / Nez de quai et Nez de quai / Rampe d'accès)

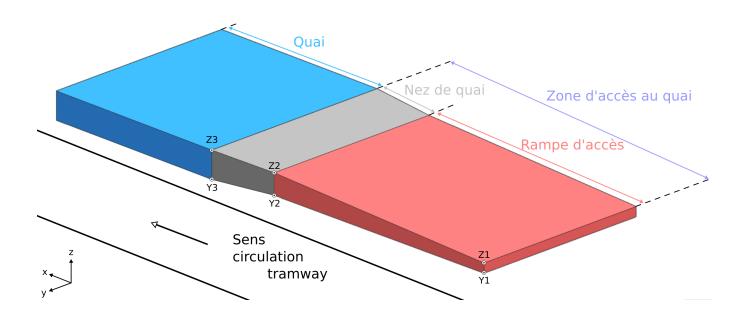
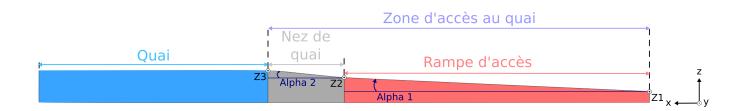
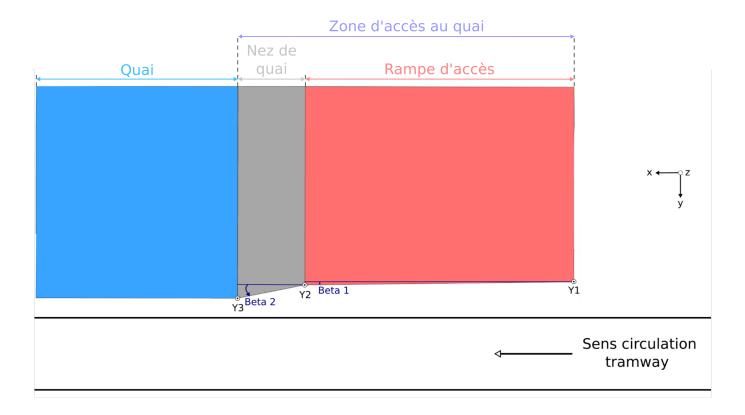


Illustration 2: Représentation de la zone d'accès au quai en vue longitudinale depuis la voie (selon le plan Oxz), avec un exemple de deux raccordements géométriques (Quai / Nez de quai et Nez de quai / Rampe d'accès)



Version 3 de juillet 2021 Page 13 /48

Illustration 3: Représentation de la zone d'accès au quai en vue en plan Oxy, avec un exemple de deux raccordements géométriques (Quai / Nez de quai et Nez de quai / Rampe d'accès)



Toute autre géométrie de la zone d'accès au quai devra faire l'objet d'une justification afin de ne pas la considérer comme un obstacle fixe.

#### 2.3.5 - Danger relatif au cumul d'éléments fusibles

Le retour d'expérience sur les réseaux montre la présence de nombreux obstacles discontinus disposés dans la ZLOF.

Il convient de noter qu'une succession d'obstacles fusibles peut devenir un ensemble « obstacle fixe ». En particulier, l'association de plusieurs barrières et/ou potelets fusibles disposés en enfilade ne constitue pas forcément un ensemble fusible, au sens du guide STRMTG.

L'installation d'un cumul d'éléments fusibles devra faire l'objet d'une justification de fusibilité (essai expérimental ou note de calcul attendu(e) avec comme hypothèse un chargement dans le sens d'avancement du tramway).

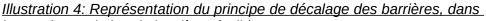
#### 2.3.6 - Cas d'association de barrières fusibles

Le cas d'association de barrières fusibles, coplanaires, et parallèles à la plateforme tramway peut former un ensemble « obstacle fixe ». Cette association devra faire l'objet d'une justification.

Dans le cas d'une plateforme tramway en alignement droit, une solution possible sans justification complémentaire consiste à décaler, transversalement et sans chevauchement, les éléments d'au

Version 3 de juillet 2021 Page 14 /48

minimum deux fois leur épaisseur<sup>7</sup>, de façon à ce que l'ensemble conserve un caractère fusible (cf. Illustration 4, Illustration 5).



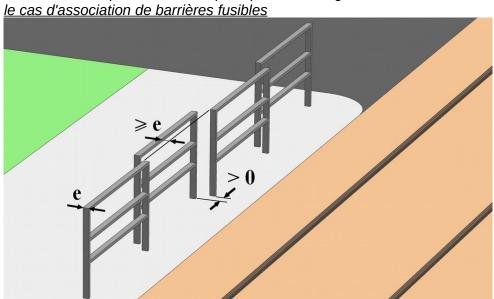
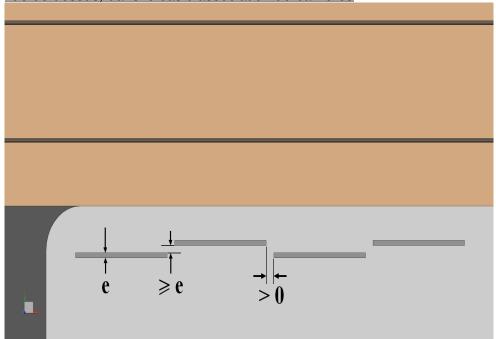


Illustration 5: Représentation du principe de décalage des barrières en vue de dessus, dans le cas d'association de barrières



Version 3 de juillet 2021 Page 15 /48

<sup>7</sup> Dans l'éventualité de barrières d'épaisseurs différentes, prendre comme espacement l'épaisseur la plus importante.

#### 2.3.7 - Cas d'association de potelets

Le cas d'association de potelets fusibles, coplanaires, et parallèles à la plateforme tramway peut former un ensemble « obstacle fixe ». Cette association devra faire l'objet d'une justification.

Une solution possible, sans justification complémentaire, consiste à laisser une inter-distance entre potelets d'au minimum leur hauteur de façon à ce que l'ensemble conserve un caractère fusible (cf. Illustration 6).

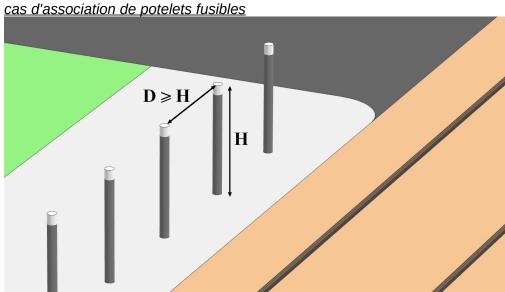


Illustration 6: Représentation du principe de décalage des potelets, dans le

## 2.4 - La problématique de l'obstacle fixe protecteur

La question de l'éventuel rôle positif de protection des tiers, pouvant être joué par des obstacles fixes implantés dans certaines configurations particulières, du type station ou traversée piétonne à proximité immédiate des intersections, se pose.

Différents scénarios suite à une collision pourraient illustrer l'effet protecteur éventuel de l'obstacle fixe face :

- au « balayage » par un VL (poussé par un tramway lors d'une collision) d'une zone d'attente des piétons sur un trottoir, devant un passage ou sur le quai d'une station ;
- à la projection d'un VL dans une zone d'attente de piétons.

Le retour d'expérience fait état du caractère aggravant de la présence d'un obstacle fixe en ZLOF sur l'usager VL. Aucun événement connu à ce jour ne montre le rôle protecteur de l'obstacle fixe.

En conséquence, l'hypothèse de l'obstacle fixe protecteur n'est pas prise en compte, en l'état actuel du retour d'expérience.

Version 3 de juillet 2021 Page 16 /48

# 3 - Définition de la Zone libre de tout obstacle fixe (ZLOF)

## 3.1 - Objectif

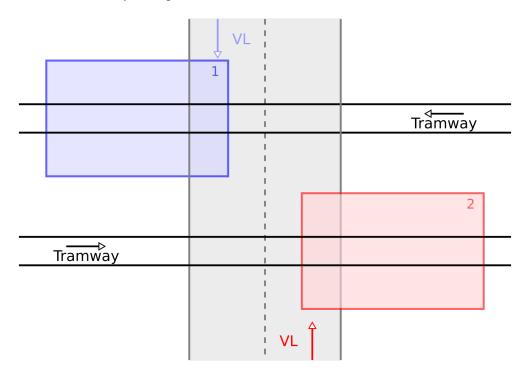
L'objectif est de conserver une ZLOF en aval des intersections dans chaque sens de circulation du tramway et pour chaque voie routière<sup>8</sup>, afin de limiter l'écrasement d'un VL entre un obstacle fixe et un tramway et de ne pas altérer son espace de sécurité.

## 3.1.1 - Intersection classique

Le croisement de la plateforme tramway avec une intersection à 2x1 voie routière génère deux ZLOF (cf. Illustration 7) :

- Le sens de circulation VL bleu génère la ZLOF numérotée 1;
- Le sens de circulation VL rouge génère la ZLOF numérotée 2.

Illustration 7: Principe de génération des zones libres de tout obstacle fixe



Version 3 de juillet 2021 Page 17 /48

<sup>8</sup> Voie de circulation : subdivision de la chaussée ayant une largeur suffisante pour permettre la circulation d'une file de véhicules, selon l'article R 110-2 du Code de la route

#### 3.1.2 - Intersection avec îlot central

En cas de présence d'un îlot central, se référer au paragraphe 3.5 Cas particulier d'une intersection avec îlot central.

#### 3.1.3 - Intersection avec plusieurs files routières

En cas de présence de deux ou plusieurs files routières dans le même sens, se référer au paragraphe 3.6 Cas de plusieurs files routières par sens.

#### 3.2 - Géométrie de la ZLOF

#### 3.2.1 - Début et fin de la ZLOF

Pour construire le début de la ZLOF, il convient tout d'abord de définir les trois points suivants (cf. Illustration 8) :

- Premier point central D1 :
  - situé sur l'axe de la voie tramway,
  - o positionné 2 mètres en amont de la limite de la voie normalement circulée par les VL9 dans le sens de circulation du tramway,
- Deuxième et troisième points d'extrémité D2 et D3 :
  - situés à 1,50 m de part et d'autre du Gabarit Limite d'Obstacle (GLO),
  - positionnés 2 mètres en amont de la limite de la voie normalement circulée par les VL dans le sens de circulation du tramway.

Le début de la ZLOF se construit ensuite en liant par deux segments chacun des points d'extrémité D2 et D3 au point D1.

Pour construire la fin de la ZLOF, il convient de :

- Définir le point sortant F1 suivant :
  - o situé sur l'axe de la voie tramway,
  - situé à une distance Da<sup>10</sup> par rapport au point central D1, mesurée le long de l'axe de la voie tramway.
- Tracer une ligne perpendiculaire à l'axe de la voie tramway passant par ce point F1.

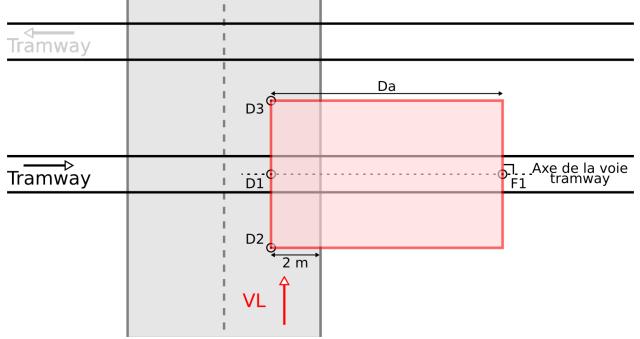
Version 3 de juillet 2021 Page 18 /48

\_

<sup>9</sup> La voie normalement circulée par les VL est définie soit par un marquage (du type ligne longitudinale, zébra, délimitation de bande cyclable...) soit par une différenciation de matériaux (bordures, ailettes...).

<sup>10</sup> Distance d'arrêt du tramway, correspondant à la longueur de la ZLOF, définie au 3.2.3 Longueur de la ZLOF

Illustration 8: Géométrie de début et fin de la zone libre de tout obstacle fixe

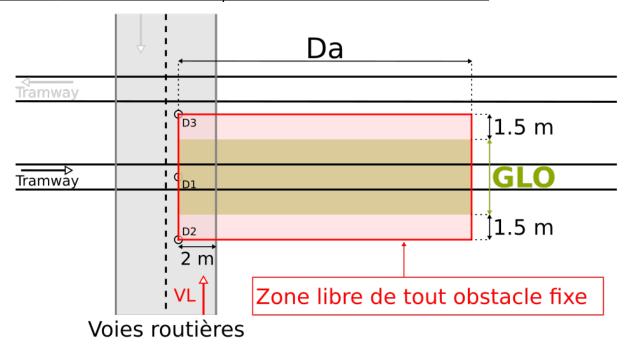


N.B.: Afin de ne pas surcharger le schéma, une seule ZLOF est ici représentée.

### 3.2.2 - Largeur de la ZLOF

La largeur de la ZLOF est de 1,5 m de part et d'autre du GLO (cf. Illustration 9).

Illustration 9: Dimensions caractéristiques de la zone libre de tout obstacle fixe



Version 3 de juillet 2021 Page 19 /48

#### N.B:

- En courbe, le GLO n'est pas constant ni symétrique, et dépend de l'architecture du matériel roulant (porte à faux, longueur de caisse) :
- Afin de ne pas surcharger le schéma, une seule ZLOF est ici représentée.

### 3.2.3 - Longueur de la ZLOF

La longueur de la ZLOF (notée Da en mètres) est égale à la distance d'arrêt du tramway et se calcule au moyen de la formule suivante :

$$Da = \frac{v_o^2}{(2 \cdot a_e)} + v_o \cdot t_e$$

- $\mathbf{a}_e$  décélération équivalente minimale (m/s²) du tramway, prise à  $\mathbf{a}_e$  = 2,8 m/s²;
- t<sub>e</sub> temps de réponse équivalent maximum (s), pris à t<sub>e</sub> = 0,85 s;
- **v**<sub>o</sub> est la vitesse de consigne<sup>11</sup> de franchissement de l'intersection par le tramway, en m/s. Elle devra être crédible<sup>11</sup> vis-à-vis de la configuration de l'intersection considérée.

La définition et valeur de  $a_e$  et  $t_e$  sont décrites dans la norme NF EN 13 452-1 relative au freinage – systèmes de freinage des transports publics urbains et suburbains. Ces valeurs correspondent au Freinage d'urgence 3 (FU3) de ladite norme.

Le choix de la norme freinage reste le référentiel qui est une règle commune à tous les constructeurs de matériels roulants et assure une cohérence pour tous les réseaux ainsi qu'aux autres référentiels du STRMTG.

Le choix d'utiliser les distances maximales de freinage d'arrêt, dans des conditions normales d'adhérence issues de la norme, permet de s'affranchir de mises à jour des longueurs de ZLOF, dans le cadre d'acquisition de matériel roulant par exemple, en les fixant définitivement.

Le tableau ci-dessous présente des longueurs de ZLOF, notées Da, en fonction de la vitesse  $v_0$ , avec des valeurs  $a_e$  et  $t_e$  de FU3 :

Vitesse du tramway v₀ (en km/h)	10	15	20	25	30	35	40
Longueur de la zone Da (en m)	3,7	6,6	10,2	14,5	19,5	25,1	31,5

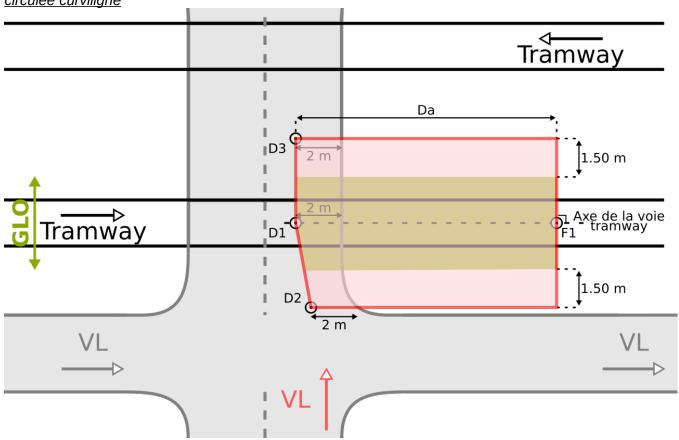
11 Voir Glossaire.

Version 3 de juillet 2021 Page 20 /48

# 3.3 - Exemples de géométrie de ZLOF

3.3.1 - Intersection avec une bordure de chaussée circulée curviligne

<u>Illustration 10: Exemple d'un tracé d'une ZLOF pour une intersection avec une bordure de chaussée circulée curviligne</u>

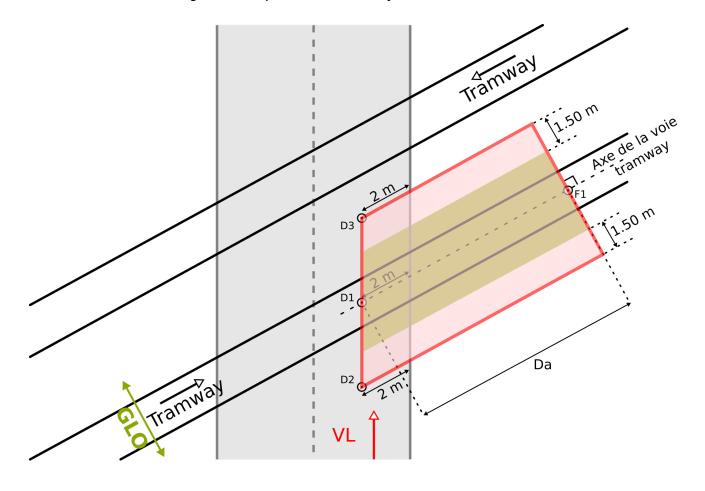


N.B.: Afin de ne pas surcharger le schéma, une seule ZLOF est ici représentée.

Version 3 de juillet 2021 Page 21 /48

3.3.2 - Intersection avec une bordure droite de chaussée circulée non orthogonale à la plateforme tramway

Illustration 11: Exemple d'un tracé d'une ZLOF pour une intersection avec une bordure droite de chaussée circulée non orthogonale à la plateforme tramway



N.B.: Afin de ne pas surcharger le schéma, une seule ZLOF est ici représentée.

# 3.4 - Voie tramway circulée à double sens

Dans ce cas particulier, les ZLOF doivent être vérifiées pour chaque sens de circulation tramway.

Cela comprend par exemple une voie unique tramway, une zone de rebroussement tramway, etc.

Version 3 de juillet 2021 Page 22 /48

## 3.5 - Cas particulier d'une intersection avec îlot central

En présence d'îlot central, l'îlot lui-même et les éléments présents sur cet îlot sont à considérer comme étant de potentiels obstacles fixes. Cet îlot génère ainsi deux ZLOF supplémentaires de celles mentionnées au 3.1.1 Intersection classique, et sont définies dans la suite du chapitre.

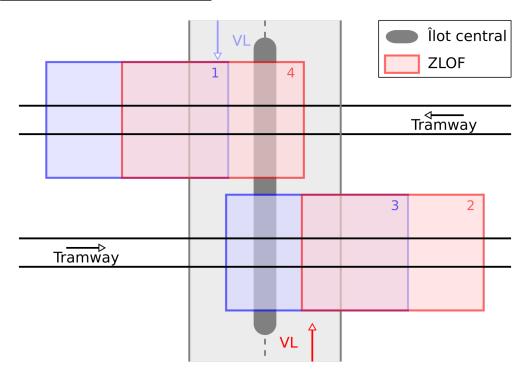
Le croisement de la plateforme tramway avec une intersection à 2x1 voie routière, avec îlot, génère ainsi guatre ZLOF :

- deux ZLOF numérotées 1 et 3 pour le sens de circulation VL bleu ;
- deux ZLOF numérotées 2 et 4 pour le sens de circulation VL rouge ;

Ces quatre ZLOF sont à considérer et à tracer indépendamment les unes des autres, même si elles se superposent<sup>12</sup>.

L'association des deux voies routières avec îlot est représentée dans l'Illustration 12 :

Illustration 12: Principe de génération des zones libres de tout obstacle fixe pour une intersection avec îlot central



N.B.: Lorsqu'il n'y a pas d'îlot central entre les voies routières, il n'y a pas lieu de générer les ZLOF produites par cet îlot (ici les ZLOF n°3 et 4).

A titre d'illustration, l'Illustration 13 est un exemple d'aménagement où la prise en compte des quatre ZLOF est nécessaire. L'îlot a une hauteur inférieure à 20 cm par rapport au plan de roulement des véhicules légers, et le poteau SLT sur l'îlot central est fusible.

Version 3 de juillet 2021 Page 23 /48

<sup>12</sup> En pratique, il peut être intéressant de les différencier par un jeu de couleur sur un plan d'aménagement

Illustration 13: Exemple d'intersection présentant un îlot central entre les voies routières

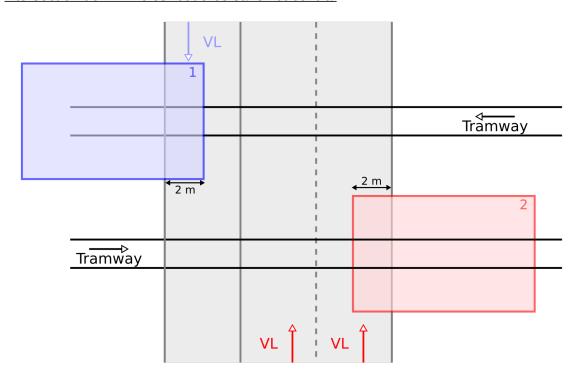


## 3.6 - Cas de plusieurs files routières par sens

En présence d'au moins deux files routières par sens de circulation routière, une ZLOF par file et par sens de circulation du tramway pourra être générée. Généralement il n'y a pas d'émergence entre ces files, auquel cas il convient de ne considérer que la ZLOF générée par la file routière située la plus en aval du sens de circulation du tramway (cf. Illustration 14).

N.B : Si une émergence est présente entre les deux files routières (ex : séparation des courants directionnels avec des signaux R14), alors il convient de se référer au 3.5 Cas particulier d'une intersection avec îlot central.

Illustration 14: Principe de génération des zones libres de tout obstacle fixe pour une intersection de 2+1 voies routières sans îlot central



Version 3 de juillet 2021 Page 24 /48

### 3.7 - Géométrie de ZLOF en entrée de site banal

#### 3.7.1 - Entrée de site banal - début et fin de ZLOF

Pour construire le début de la ZLOF, il convient tout d'abord de définir les trois points suivants :

- Premier point central D1:
  - o situé sur l'axe de la voie tramway,
  - positionné 2 mètres en aval de la première limite de la voie normalement circulée par les VL dans le sens de circulation du tramway,
- Deuxième point d'extrémité D2 :
  - situé à 1,50 m du GLO,
  - situé à l'intersection entre la limite aval<sup>13</sup> de la voie routière normalement circulée par les VL et la surlageur de 1,5 m du GLO,
  - la limite de la voie routière correspond à la face interne de la bordure de trottoir, et inclut de fait cette limite dans la ZLOF,
- Troisième point d'extrémité D3 :
  - situé à 1,50 m du GLO,
  - par convention, ce point est pris orthogonalement à l'axe de la voie tramway et passant par le point D1.

Le début de la ZLOF se construit ensuite en liant par deux segments chacun des points d'extrémité D2 et D3 au point D1.

#### N.B. :

- Le point D3 est pris par convention car souvent celui-ci ne peut être placé ;
- Dans la mesure où la limite de la voie routière normalement circulée ne serait pas représentée sur un plan, il faudra virtuellement prolonger cette limite afin de construire le point D1 ou D2 ;
  - Dans le cas d'un tracé VL en courbe, le prolongement virtuel de cette limite sera tracé de façon à obtenir une largeur de voie de 3,3 m<sup>14</sup> (cf. 3.7.2),
- Dans le cas où le point D2 se situerait par construction en aval<sup>13</sup> de la ligne perpendiculaire passant par le point F1, alors par convention il sera pris orthogonalement à l'axe de la voie tramway et passant par le point D1.

Pour construire la fin de la ZLOF, il convient de :

- Définir le point sortant F1 suivant :
  - o situé sur l'axe de la voie tramway,
  - situé à une distance Da par rapport au point central D1, mesurée le long de l'axe de la voie tramway,
- Tracer une ligne perpendiculaire à l'axe de la voie tramway passant par ce point F1.

Version 3 de juillet 2021 Page 25 /48

<sup>13 «</sup> La limite aval de la voie routière normalement circulée par les VL » s'entend selon le sens de circulation du tramway

<sup>14</sup> Largeur de voie en courbe fixée pour un VL dans le but de simplifier le tracé, issue du <u>Guide d'aménagement Voirie urbaine, Cerema, Collection Références, 2016</u> (rayons de braquage pour une berline).

## 3.7.2 - Exemples de tracés de ZLOF en entrée de site banal

Illustration 15: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la plateforme tramway en

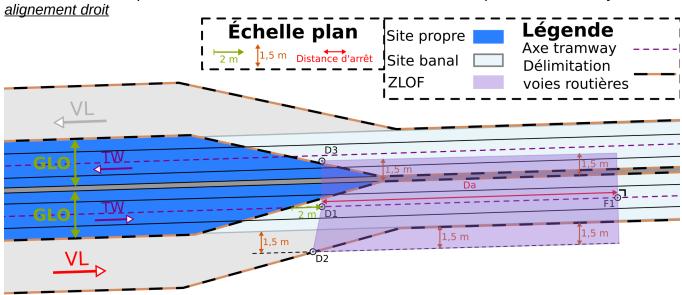
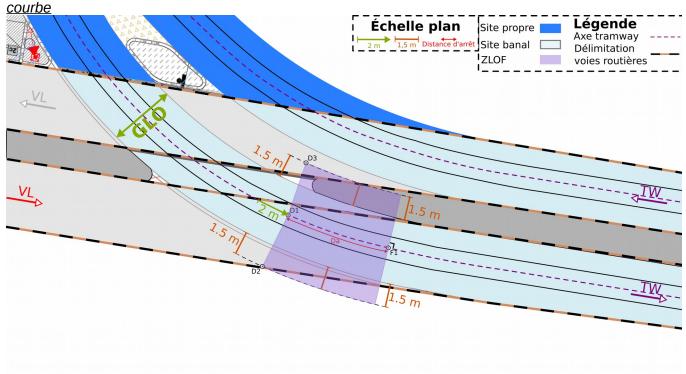


Illustration 16: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la plateforme tramway en



Version 3 de juillet 2021 Page 26 /48

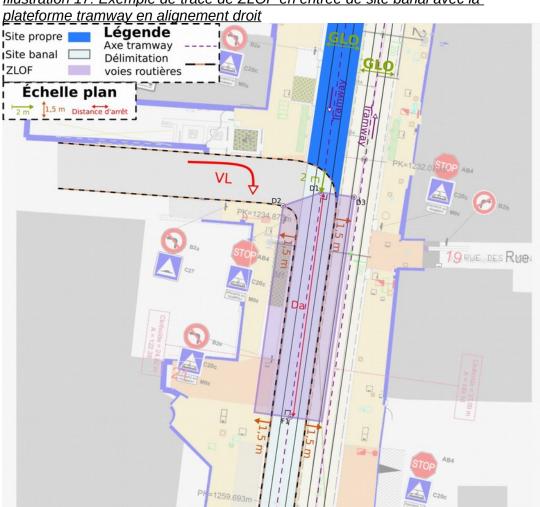
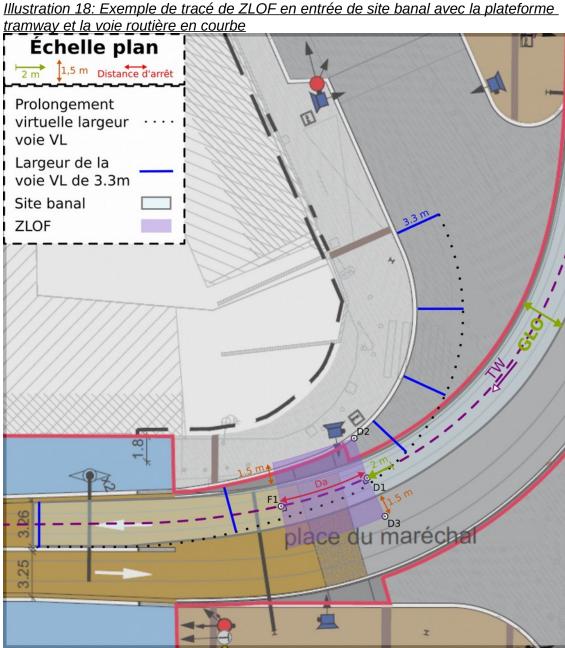


Illustration 17: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la

Version 3 de juillet 2021 Page 27 /48



Version 3 de juillet 2021 Page 28 /48

# 4 - Préconisation pour l'installation et la maintenance des obstacles fusibles

Les supports fusibles ayant vocation à être implantés dans une ZLOF devront être aisément différentiables des obstacles non-fusibles similaires (par exemple à l'aide d'un marquage spécifique tel qu'une étiquette, un gravage... (cf. ANNEXE C. Guide pour établir un dossier de justification de fusibilité à destination des constructeurs).

La mise en œuvre du produit devra respecter les contraintes d'installation du produit spécifiées dans la documentation constructeur (limite d'enfouissement, identification du caractère fusible...), ceci afin d'éviter une mise en œuvre inadaptée.

Dans le cadre d'un remplacement d'un support fusible, il conviendra qu'il soit remplacé par un dispositif fusible (à l'identique ou autre), dans le respect des critères d'installation permettant d'assurer sa fusibilité. Il serait de bonne pratique d'établir un document, à l'usage des agents en charge de la maintenance des supports fusibles, répertoriant et localisant les différents supports fusibles.

Version 3 de juillet 2021 Page 29 /48

# **ANNEXE A. Index des illustrations**

# Index des illustrations

illustration 1: Representation de la zone d'acces au qual en 3 dimensions, avec un exemple de deux raccordements géométriques (Qual / Nez de qual et Nez de qual / Rampe d'accès)13
Illustration 2: Représentation de la zone d'accès au quai en vue longitudinale depuis la voie (selon le plan Oxz), avec un exemple de deux raccordements géométriques (Quai / Nez de quai et Nez de quai / Rampe d'accès)13
Illustration 3: Représentation de la zone d'accès au quai en vue en plan Oxy, avec un exemple de deux raccordements géométriques (Quai / Nez de quai et Nez de quai / Rampe d'accès)14
Illustration 4: Représentation du principe de décalage des barrières, dans le cas d'association de barrières fusibles15
Illustration 5: Représentation du principe de décalage des barrières en vue de dessus, dans le cas d'association de barrières15
Illustration 6: Représentation du principe de décalage des potelets, dans le cas d'association de potelets fusibles16
Illustration 7: Principe de génération des zones libres de tout obstacle fixe17
Illustration 8: Géométrie de début et fin de la zone libre de tout obstacle fixe19
Illustration 9: Dimensions caractéristiques de la zone libre de tout obstacle fixe19
Illustration 10: Exemple d'un tracé d'une ZLOF pour une intersection avec une bordure de chaussée circulée curviligne21
Illustration 11: Exemple d'un tracé d'une ZLOF pour une intersection avec une bordure droite de chaussée circulée non orthogonale à la plateforme tramway
Illustration 12: Principe de génération des zones libres de tout obstacle fixe pour une intersection avec îlot central23
Illustration 13: Exemple d'intersection présentant un îlot central entre les voies routières24
Illustration 14: Principe de génération des zones libres de tout obstacle fixe pour une intersection de 2+1 voies routières sans îlot central24
Illustration 15: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la plateforme tramway en alignement droit
Illustration 16: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la plateforme tramway en courbe2
Illustration 17: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la plateforme tramway en alignement droit27
Illustration 18: Exemple de tracé de ZLOF en entrée de site banal avec la plateforme tramway et la voie routière en courbe28
Illustration 19: Arbre et potelets situés dans la zone libre de tout obstacle fixe32
Illustration 20: Poteau de signalisation routière situé dans la zone libre de tout obstacle fixe32
Illustration 21: Candélabres et arbres situés dans la zone libre de tout obstacle fixe33
Illustration 22: Poteau LAC situé dans la zone libre de tout obstacle fixe
Illustration 23: Armoire électrique située dans la zone libre de tout obstacle fixe34
Illustration 24: Mobiliers urbains (potelets, poubelle) situés dans la zone libre de tout obstacle fixe34
Illustration 25: Bordures de maconnerie situées dans la zone libre de tout obstacle fixe35

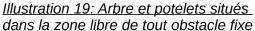
Version 3 de juillet 2021 Page 30 /48

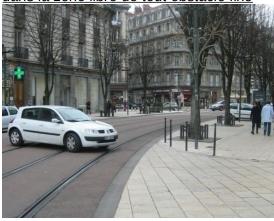
ustration 26: Parois de tranchée couverte situées dans la zone libre de tout obstacle fixe35
ustration 27: Piliers de bâtiments situées dans la zone libre de tout obstacle fixe36
ustration 28: Zone d'accès au quai située dans la zone libre de tout obstacle fixe36
ustration 29: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ant joué le rôle d'obstacle fixe37
ustration 30: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ant joué le rôle d'obstacle fixe38
ustration 31: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ant joué le rôle d'obstacle fixe38
ustration 32: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ant joué le rôle d'obstacle fixe39
ustration 33: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'une bordure de açonnerie ayant joué le rôle d'obstacle fixe40
ustration 34: Présentation des différents paramètres42
ustration 35: Abaque de référence pour le calcul du moment maximum admissible à Z=ZF43
ustration 36: Principe d'application de la force horizontale par rapport au niveau du sol pour s structures à petits déplacements45

# **ANNEXE B. Les obstacles fixes**

# Illustrations d'obstacles fixes

### **Arbres**





# Supports de signalisation, éclairage public

Illustration 20: Poteau de signalisation routière situé dans la zone libre de tout



Version 3 de juillet 2021 Page 32 /48



# Poteaux de télécommunication, portiques, supports de ligne aériennes de contact, armoires électriques



Version 3 de juillet 2021 Page 33 /48



# Mobilier urbain (potelets, barrières, bornes minérales, etc.) et fûts supports de barrières



Version 3 de juillet 2021 Page 34 /48

# Maçonneries

Illustration 25: Bordures de maçonnerie situées dans la zone libre de tout obstacle fixe



Illustration 26: Parois de tranchée couverte situées dans la zone libre de



Version 3 de juillet 2021 Page 35 /48



# Zone d'accès au quai



Version 3 de juillet 2021 Page 36 /48

# Illustrations d'aggravation d'événements

#### Poteau LAC

Lieu:	Giratoire Neruda, Nantes
Obstacle fixe en cause :	Poteau LAC
Distance de l'obstacle fixe par rapport au GLO :	0,2 m
Date :	mai 2001
Nota:	Tramway déraillé
Auteur de la photo :	SEMITAN

Illustration 29: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ayant joué le rôle d'obstacle fixe



Lieu:	Carrefour Voltaire / route de la Courneuve, Saint-Denis
Obstacle fixe en cause :	Poteau LAC
Distance de l'obstacle fixe par rapport au GLO :	0,2 m
Date :	janvier 2006
Auteur de la photo :	RATP

Version 3 de juillet 2021 Page 37 /48

Illustration 30: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ayant joué le rôle d'obstacle fixe



-----

Lieu :	Rond-point de Parilly, Lyon
Obstacle fixe en cause :	Poteau LAC
Distance de l'obstacle fixe par rapport au GLO :	0,9 m
Date :	juillet 2006
Auteur de la photo :	KEOLIS Lyon

Illustration 31: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ayant joué le rôle d'obstacle fixe



Version 3 de juillet 2021 Page 38 /48

Lieu:	Carrefour Sasselange, Tourcoing
Obstacle fixe en cause :	Poteau LAC
Distance de l'obstacle fixe par rapport au GLO :	Inférieur à 1,5 m
Date :	mai 2019
Auteur de la photo :	TRANSPOLE

Illustration 32: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'un poteau LAC ayant joué le rôle d'obstacle fixe



Version 3 de juillet 2021 Page 39 /48

# Maçonnerie

Lieu:	Intersection Avenue Ambroise Croizat / Rue Eugène Charbonnier, Fontaine	
Obstacle fixe en cause :	Bordure de maçonnerie obstacle fixe dans la ZLOF	
Hauteur de l'obstacle fixe par rapport au plan de roulement des VL :	0,30 m	
Distance de l'obstacle fixe par rapport au GLO :	Inférieur à 1,5 m	
Date :	mai 2017	
Auteur de la photo :	SEMITAG	

Illustration 33: Collision entre un VL et un tramway, aggravé par la présence d'une bordure de maçonnerie ayant joué le rôle d'obstacle fixe



Version 3 de juillet 2021 Page 40 /48

# ANNEXE C. Guide pour établir un dossier de justification de fusibilité à destination des constructeurs

Cette annexe propose une trame d'éléments à fournir, dans le but de justifier de la fusibilité d'un composant.

## 1 - La valeur de fusibilité

#### 1.1 - Généralités

Le fabricant doit dimensionner son composant afin de tenir compte des sollicitations climatiques, des sollicitations du milieu urbain, mais sans sur-dimensionnement afin de protéger les tiers présents dans un véhicule léger contre les risques d'écrasement suite à un choc avec un tramway.

Le non sur-dimensionnement est assuré par la valeur de 570 daN.m par rapport au plan de roulement du VL comme mentionné dans le guide STRMTG (cf. 2.1 Définition d'obstacle fixe). Cette valeur est issue d'un guide technique du CEREMA (anciennement SETRA) intitulé « *Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération* » (édition 2002) et également utilisée dans l'Instruction interministérielle sur la signalisation routière<sup>15</sup>.

Cette valeur caractérise le moment maximum admissible du composant par rapport au plan de roulement du VL menant à son effacement. L'éventuelle partie émergente restante ne devra pas dépasser du plan de roulement des VL d'une hauteur supérieure à 0,2 m. En conséquence, le support pourra être fragilisé jusqu'à cette hauteur (voir définition ci-dessous).

## 1.2 - Définitions des différents paramètres

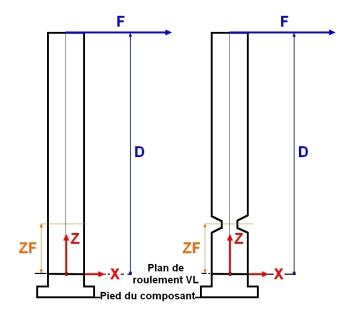
- F: Force variable à appliquer sur le composant (en N);
- D : Hauteur d'application de la force F par rapport au plan de roulement du VL (en m) ;
- ZF : Cote de la Zone fragilisée (en m). Cette cote peut varier de 0 à 0,2 m.

N.B : la zone fragilisée n'est pas forcément visible, par exemple dans le cas de support en matériau composite où la fragilisation peut être obtenue par un nappage spécifique des fibres.

15 IISR, 1ère partie, art. 6.

Version 3 de juillet 2021 Page 41 /48

<u>Illustration 34: Présentation des différents</u> <u>paramètres</u>



# 1.3 - Valeur du moment fléchissant de référence au niveau de la zone fragilisée

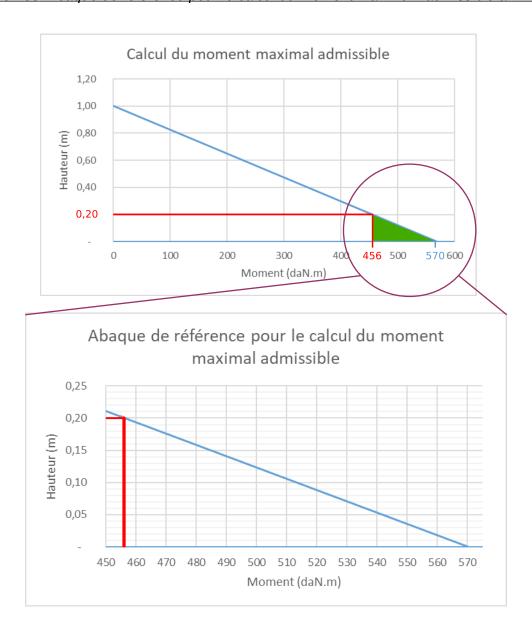
Le non sur-dimensionnement est assuré par la valeur de 570 daN.m correspondant à un effort de 570 daN exercé à 1 m par rapport au plan de roulement du VL.

En conséquence, l'inégalité de référence pour le calcul du moment maximum admissible en fonction de la zone fragilisée est la suivante :

$$M(ZF) \le 570 \cdot (1 - ZF)$$

Version 3 de juillet 2021 Page 42 /48

Illustration 35: Abaque de référence pour le calcul du moment maximum admissible à Z=ZF



Exemple:  $M(0.2) \le 570 \cdot (1-0.2)$  soit  $M(0.2) \le 456$  daN.m

## 1.4 - Force maximale à appliquer à l'effacement

Afin de valider le test à l'effacement au niveau de la côte ZF, il conviendra que l'effacement intervienne en application à Z=D (en m avec D>ZF) d'une force F maximale (en daN) calculée telle que :

$$FMax(D; ZF) \leq \frac{570 \cdot (1 - ZF)}{(D - ZF)}$$

 $\textit{Exemple}: \textit{FMax} \, \big(1.5; 0.2\big) \leqslant \frac{570 \cdot \big(1 - 0.2\big)}{\big(1.5 - 0.2\big)} \, \textit{soit} \, \textit{FMax} \, \big(1.5; 0.2\big) \leq 351 \, \textit{daN}$ 

En l'absence de zone fragilisée, il conviendra de prendre ZF = 0.

Version 3 de juillet 2021 Page 43 /48

## 2 - Justification expérimentale de fusibilité par essais

#### 2.1 - Les essais devront satisfaire aux exigences suivantes

#### 2.1.1 - Généralités

- a) Les composants testés devront être des produits finis prêts à leur commercialisation ;
- b) Le composant doit être testé via des essais. Les suivis de la réalisation et de la validation des essais devront être réalisés par un second regard indépendant de la conception du composant (organisme indépendant compétent et reconnu ou entité du fabricant avérée indépendante de la conception);
- c) Les simulations numériques ne sont pas admises ;
- d) Le composant testé devra être équipé de l'ensemble des équipements lui conférant sa rigidité maximale (trappe de visite ...);
- e) La force devra être appliquée à une hauteur D > ZF;
- f) La direction de la force devra être orthogonale au plan de plus grande inertie du composant. En cas de doute sur le plan de plus grande inertie, plusieurs orientations de la force devront être testées (plusieurs cas de charge);
- g) La manière d'appliquer localement la force F sur le composant devra permettre à ce dernier de conserver son intégrité. Aucune déformation locale au niveau de la surface d'application de la force F ne devra être observée<sup>16</sup>;
- h) L'effacement du composant, à un moment inférieur ou égal au moment défini au 1.3 Valeur du moment fléchissant de référence au niveau de la zone fragilisée, devra être garanti (notamment dans le cas de structures à géométrie complexe telle qu'une barrière de mobilier urbain);
- i) L'augmentation de la force variable F jusqu'à l'effacement du composant se fera progressivement en respectant des paliers d'application de la force d'une durée d'une minute ;
- j) Lors de chaque essai, une durée de une minute maximum est tolérée entre l'application de la force maximale et l'obtention de l'effacement du composant ;
- k) Pour chaque essai, un tableau preuve détaillant la trajectoire du point d'application de la force sur le support (position verticale et horizontale) en fonction de la force appliquée jusqu'à Fmax sera à fournir.

#### 2.1.2 - Cas des structures à petits déplacements

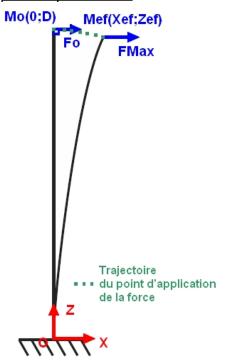
Cette partie traite le cas des supports à petits déplacements tels que les poteaux et potelets en métal.

- a) Les essais sont des essais quasi-statiques ;
- b) Le dispositif d'essais devra permettre d'appliquer la force sur toute la course de déformation du composant et ce jusqu'à son effacement. La direction de la force devra rester horizontale par rapport au niveau du sol tout le temps de son application et ce jusqu'à l'effacement.

Version 3 de juillet 2021 Page 44 /48

<sup>16</sup> Par exemple, la force ne sera pas appliquée sur la trappe de visite.

Illustration 36: Principe d'application de la force horizontale par rapport au niveau du sol pour les structures à petits déplacements



#### 2.1.3 - Cas des structures à grands déplacements

Dans le cas des supports à grands déplacements tels qu'un support à rotule élastique en pied de composant ou support souple (ex : potelet à mémoire de forme), un essai spécifique devra être proposé.

#### 2.2 - Conditions de validation des essais

Un essai sera valide si :

- a) Sous l'effet d'une force F variable au plus égale à Fmax et dans les conditions d'applications précédemment définies au 2.1 Les essais devront satisfaire aux exigences suivantes, le composant se sera effacé à une hauteur ZF ≤ 0,2 m par rapport au plan de roulement du VL (ce niveau correspondant à la mise en œuvre normale du produit, définie par le fabricant);
- b) Pour chaque cas de charge, 3 essais devront être réalisés au minimum. Le critère « Fmax » devra être vérifié pour chacun des 3 essais.

#### **Exemple:**

Composant A – Cas de charge N°1 avec D = 1,5 m et ZF = 0,2 m Selon le paragraphe 1.4, la valeur Fmax(1.5; 0.2) vaut 351 daN.

Composant A - Cas de charge N°1	Valeur FMax mesurée lors de l'essai
Essai N°1	338 daN (< 351 daN donc OK)
Essai N°2	310 daN (< 351 daN donc OK)
Essai N°3	321 daN (< 351 daN donc OK)

Version 3 de juillet 2021 Page 45 /48

## 3 - Le dossier justificatif de fusibilité

Le dossier justificatif de fusibilité sera le support d'instruction pour toute demande d'avis générique du STRMTG par un fabricant de composant.

Le contenu attendu du dossier justificatif de fusibilité est le suivant :

### 3.1 - Description du composant de type

- a) Référence donnée par le fabricant et/ou nom commercial du composant :
- b) Plan d'ensemble du composant dûment référencé ;
- c) Plans de détails du composant dûment référencés ;
- d) Description du principe de fusibilité (exemples : fragilisation par concentration de contrainte, effacement à mémoire de forme par ressort...);
- e) Précisions sur les matériaux participant à la fusibilité (exemples : fourniture des certificats matières pour des courtes séries justifiant la résistance maximale, classification par cahier des charges matériaux pour des grandes séries justifiant la résistance maximale...)
- f) Identification des contraintes de mise en œuvre :
  - Afin de limiter les mises en œuvre inadaptées par les installateurs (enfouissement de la zone fragilisée...), les contraintes d'installation du produit devront permettre une identification à demeure sur le composant et dont la localisation est identifiée sur le plan d'ensemble,
- g) Identification du caractère fusible :
  - Afin qu'il soit facilement identifiable comme composant fusible par les services de maintenance, le composant doit faire l'objet d'un marquage spécifique, pérenne (étiquette, gravage...) et dont la localisation sur le composant est identifiée sur le plan d'ensemble.

## 3.2 - Tests et essais du composant de type

Justifications expérimentales de la fusibilité :

- a) Présentation de l'organisme assurant le suivi de la réalisation et la validation des essais (second regard) : identification de l'organisme, références (certifications, accréditations...) ;
- b) Protocole d'essais :
  - Description détaillée du dispositif d'essais :
    - Plan du montage pour l'application de la force (hauteur D...),
    - Positionnement des diverses instrumentations (comparateurs, dynamomètres...),
  - Description métrologique des instruments de mesures (caractéristiques des instruments : erreurs de mesure ..., certificats d'étalonnage en cours de validité...),
  - Présentation des différents cas de charges à tester.
  - Critères de validation des différents cas de charge.

## 3.3 - Rapport d'essais du composant de type

Les résultats des tests et essais du composant de type seront documentés dans un rapport rédigé par l'organisme ayant réalisé les essais.

Dans le cas où l'organisme et le second regard indépendant sont deux entités différentes, le second regard indépendant approuvera ce rapport d'essais.

Une conclusion attestant la conformité du composant testé selon les exigences du guide STRMTG en cours de validité sera clairement rédigée.

Version 3 de juillet 2021 Page 46 /48

### 3.4 - Reproductibilité de la fabrication des composants de série

La procédure de contrôle qualité visant à assurer la reproductibilité de la fabrication des composants de série doit être présentée. Elle traitera aussi des productions reconduites à l'identique a posteriori.

Sans être exhaustif, il conviendra de :

- Démontrer que la reproduction est réalisée à l'identique au composant de type (justification de l'absence d'écarts ...);
- Ou, le cas échéant, de réaliser une justification expérimentale de fusibilité par essais sur un échantillon de composants prélevés sur des composants nouvellement fabriqués. Ces essais pourront être réalisés par le fabricant.

Version 3 de juillet 2021 Page 47 /48

# ANNEXE D. Élaboration du guide

Conformément au décret n° 2010-1580 du 17 décembre 2010, portant création du service technique des remontées mécaniques et des transports guidés, le STRMTG est chargé de produire des guides et référentiels.

Le présent document a été élaboré à partir :

- des réflexions et propositions :
  - des bureaux de contrôle du STRMTG ;
  - de la profession (CEREMA, CERTIFER, EGIS RAIL, ERA, GHM, ÎLE-DE-FRANCE MOBILITÉS, KEOLIS, RATP, RLA, RTM, SCE, SEMITAN, SETEC ITS, SYSTRA, SYTRAL, TISSEO, TRANSAMO, VALMONT Industries Inc., UTP);
- du guide technique relatif à l'implantation des obstacles fixes à proximité des intersections tramways / voies routières en version 2 du 26/01/2012.

Ont également contribué à la relecture du guide :

M. CONTARDO Stéphane STRMTG – Groupe Mécanique

M. WEISS Mathieu STRMTG – Groupe Mécanique

Version 3 de juillet 2021 Page 48 /48