

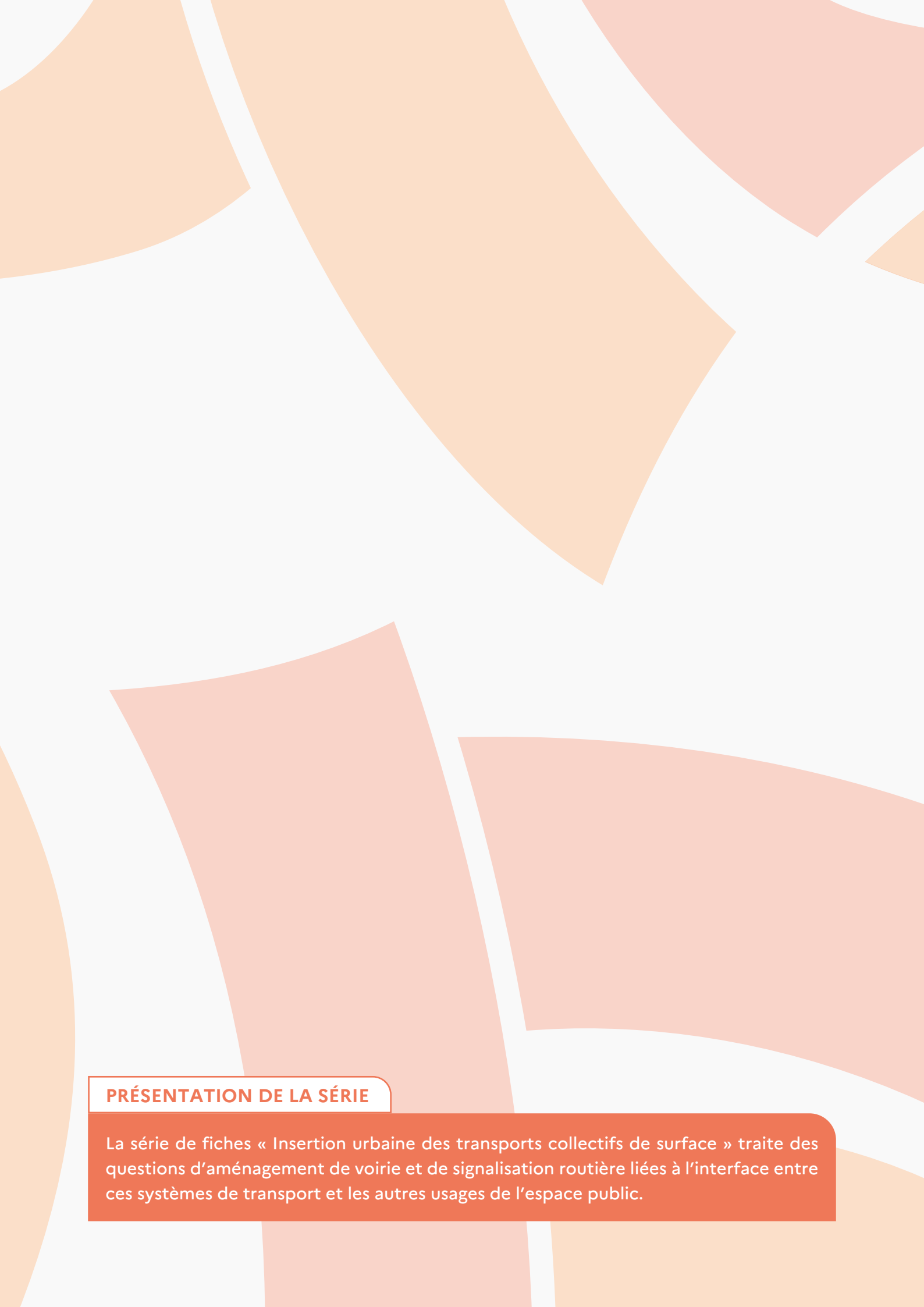
Les
ressources

FICHE TECHNIQUE

TRAMWAY ET VISIBILITÉ

MÉTHODES ET OUTILS

ÉDITION 2026



PRÉSENTATION DE LA SÉRIE

La série de fiches « Insertion urbaine des transports collectifs de surface » traite des questions d'aménagement de voirie et de signalisation routière liées à l'interface entre ces systèmes de transport et les autres usages de l'espace public.

INTRODUCTION

La visibilité est un paramètre essentiel de l'anticipation de la gestion des conflits dans le cadre de la conduite d'un tramway (principe de conduite à vue), notamment entre tramway et tiers, et ce y compris en présence de signalisation lumineuse.

Ce document propose une méthode de détermination des conditions de visibilité minimale à réunir (définition de cônes de visibilité) contribuant à réduire le risque d'accidents entre tramway et tiers, selon le type de conflit et ses modalités de gestion. Il traite également de la visibilité sur les signaux destinés à la conduite des tramways. Il s'adresse aux maîtres d'ouvrage, aux praticiens de l'aménagement urbain (maîtres d'oeuvre, gestionnaires de voirie et d'espaces verts, concepteurs, architectes, urbanistes, paysagistes, etc.), ainsi qu'aux exploitants de lignes de tramways.

Il est accompagné d'un outil de type tableur permettant le calcul des cônes de visibilité pour chaque configuration présentée, paramétrable avec les caractéristiques géométriques de la situation à modéliser.

SOMMAIRE

1 • Objectifs et domaine d'application	4
2 • Définitions et principes directeurs	5
3 • Détermination des cônes de visibilité	15
4 • Outil informatique pour la détermination des cônes	19

1 • OBJECTIFS ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 Enjeux

La visibilité est un élément clé de l'application du principe de la conduite à vue en tramway. Différents types de masques à la visibilité peuvent être rencontrés le long d'une ligne de tramway, comme l'a mis en évidence la fiche [IUTCS n° 1 Tramway et visibilité : enjeux et règles existantes](#). De façon à les prévenir ou les supprimer, il est important de pouvoir déterminer précisément les espaces devant être libres de tout masque suivant les configurations rencontrées afin d'organiser le principe de conduite à vue en sécurité au niveau des principales zones de conflit avec les tiers. La présente fiche propose ainsi des principes et hypothèses de détermination de cônes de visibilité, dont les paramètres varient suivant les modalités de gestion des traversées de la plateforme et les usagers concernés.

L'objectif est double :

- **identifier**, dans le cadre des projets, les situations à risques, c'est-à-dire aux conditions de visibilité réduites, nécessitant de se réinterroger sur les émergences prévues en amont des traversées, voire de reconsidérer les modalités de gestion des conflits (par exemple recours à la signalisation lumineuse en cas de masques indéplaçables type bâti) ;
- **objectiver**, sur les réseaux existants, l'identification des traversées de plateforme où la visibilité est particulièrement réduite et accompagner la définition d'actions d'amélioration (maîtrise de la végétation, suppression d'émergences, renforcement de la signalisation, etc.).

1.2 Champ d'application

Cette fiche s'applique aux systèmes de transport guidés urbains appliquant le principe de conduite à vue (tramway, tram-train en partie urbaine). Par souci de simplification, seul le terme tramway sera utilisé pour désigner dans la suite de la fiche l'ensemble des systèmes concernés. Le raisonnement peut par ailleurs être adapté aux systèmes de bus à haut niveau de service (BHNS) conçus et exploités comme le tramway, en tenant compte des spécificités des différents modes concernant les règles de priorité.

Les préconisations définies dans la présente fiche s'appliquent aux projets de prolongement/nouvelle ligne de tramway ou de modification substantielle ayant pour effet de créer ou modifier une traversée

de plate-forme, dont le Dossier préliminaire de sécurité (DPS) n'a pas encore été approuvé à la date de la dernière révision de la fiche. Pour les projets non mis en service mais dont le DPS a été approuvé à la date de la dernière version de cette fiche, les préconisations indiquées seront prises en compte dans la mesure du possible (la précédente version reste applicable). En cas de modification d'une traversée de plate-forme d'un système en service (non substantielle), la modification devra prendre en compte les préconisations de cette fiche dans la mesure du possible.

En cas d'accidentologie ou récurrence d'incidents sur une traversée d'un système en service, le dessin des cônes de visibilité tel que définis dans la fiche permettra de détecter si les problèmes de sécurité rencontrés sont en lien avec la visibilité et de proposer des actions d'amélioration le cas échéant. L'ensemble des usagers de la voirie est pris en compte, en distinguant le cas des piétons, des cyclistes et des véhicules motorisés. La visibilité sur les signaux lumineux destinés au tramway est également abordée. Bien qu'elle soit explicitée ici dans le cas des intersections routières, traversées cycles, insertion sur site banal et traversées de voies tramways aménagées pour les piétons, la méthode de détermination des cônes de visibilité est transposable à l'ensemble du tracé d'une ligne de tramway ; c'est en particulier le cas des entrées/sorties riveraines. Dans le cas où le dégagement du cône de visibilité n'est techniquement pas possible, l'impossibilité de supprimer ou déplacer la traversée devra être justifiée et une mesure compensatoire devra être proposée (ex : limitation de vitesse tramway crédible, ajout de signalisation).



La présence de bâti limite fortement la possibilité de dégagement de cônes de visibilité en site contraint.

2 • DÉFINITIONS ET PRINCIPES DIRECTEURS

2.1 Définitions

Dans la présente fiche, sont considérées comme potentiels masques à la visibilité les émergences de plus de 0,60 m de haut par rapport au sol. Cette valeur, prise en cohérence avec les principes énoncés dans le [guide du Certu Carrefours urbains, \(2010\)](#), permet de garantir la visibilité sur la tête d'un enfant, un usager en fauteuil roulant ou le capot d'un véhicule.

Les émergences ou parties d'émergences situées au-delà de 2,20 m par rapport au sol ne sont pas considérées comme des masques (quelles que soient leurs caractéristiques) et peuvent être présentes dans les cônes de visibilité, sous réserve qu'elles n'altèrent pas la visibilité du conducteur tramway sur la signalisation qui lui est destinée.

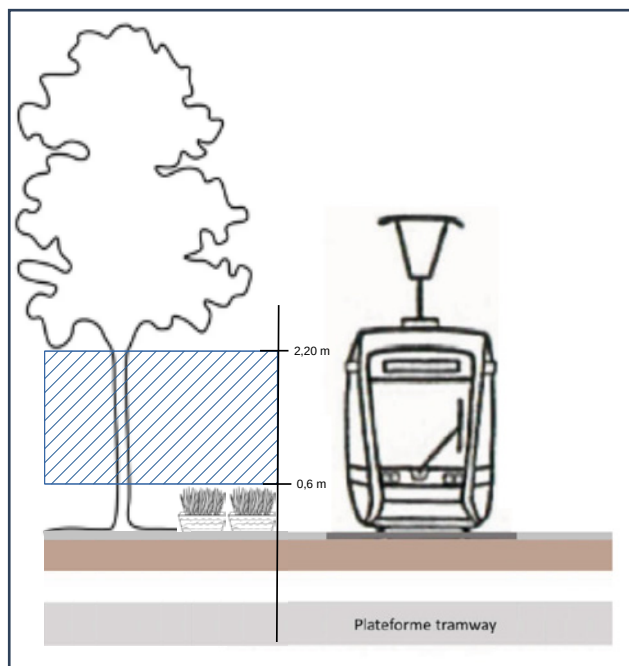


Figure 1 : la zone hachurée est celle à prendre en compte pour identifier un masque.

Nota : la visibilité des tiers sur les signaux qui leur sont destinés n'est pas abordée dans cette fiche et doit également être vérifiée (voir fiche IUTCS n°1).



Séparateur végétal dont la hauteur ne compromet pas la visibilité en amont de la traversée piétons/cycles.

La présence d'émergences ponctuelles dans le cône de visibilité peut être acceptable après analyse, en fonction de leur emplacement et de leur épaisseur (voir §4 de la présente fiche).

La visibilité devant être assurée pour chaque sens de circulation du tramway et chaque sens de traversée par un tiers, quatre cônes de visibilité sont à déterminer pour chaque traversée et pour chaque type de tiers.



Masque créé en dynamique par une barrière ajourée.

Nota : dans un souci de lisibilité des schémas suivants, seuls les cônes correspondant à un sens de circulation tramway sont dessinés.

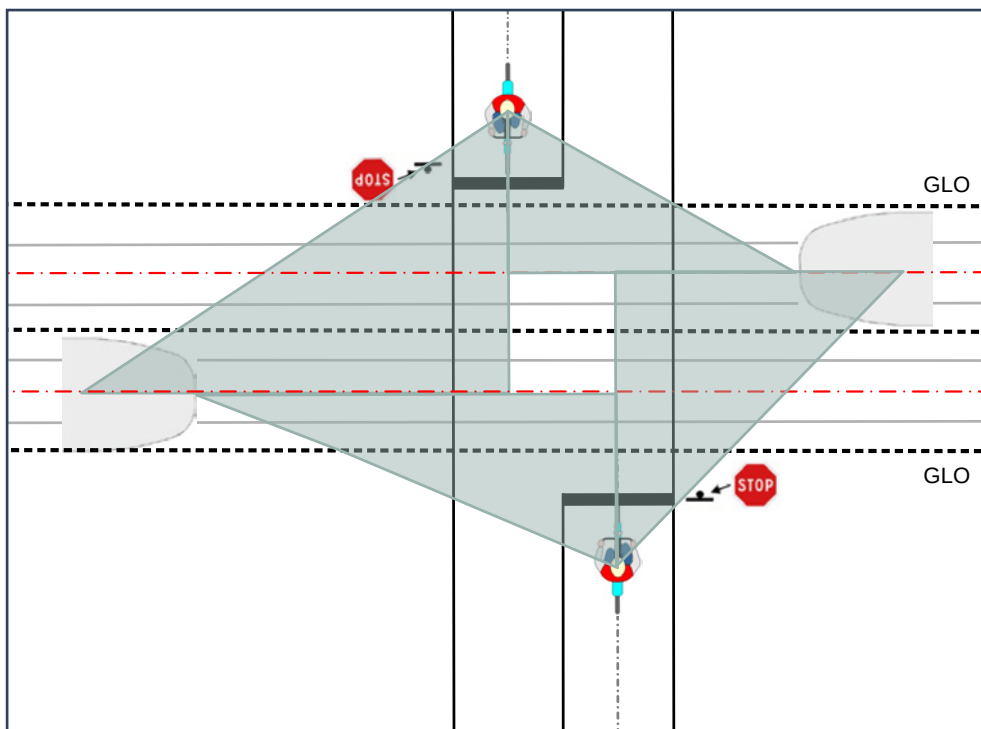


Schéma 1 : Pour une même traversée, la visibilité doit être dégagée pour chaque sens de circulation du tiers et du tramway.

LES PARAMÈTRES SUIVANTS SERONT UTILISÉS DANS LA PRÉSENTE FICHE :

h_1 = hauteur du cône

b_1 = base du cône

h_2 = hauteur de la zone libre de tout masque (hors Gabarit limite d'obstacle (GLO) ou hors voirie selon les cas)

b_2 = distance entre le bord extérieur de la base du cône et la limite du GLO (ou de la voirie pour les tiers piétons/cycles)

a = distance du GLO à l'axe de la voie tramway concernée

$a_{\text{traversée}}$ = distance du bord de la voirie à l'axe de la voie tramway concernée (pour les tiers piétons/cycles)

D_{GLO} = distance à parcourir du point d'entrée du tiers VL dans le GLO jusqu'à sa sortie du GLO du tramway considéré

$D_{\text{traversée}}$ = distance à parcourir du point d'entrée du tiers (piéton/cycle) dans une zone de conflit jusqu'à sa sortie du GLO du tramway considéré

$v_{\text{piéton}}$ = vitesse du piéton prise par convention à 1m/s

v_{tw} = vitesse du tramway exprimée en m/s

v_{cycle} = vitesse du cycle prise par convention à 2,8 m/s

a_{FU} = décélération en FU prise égale à 2,8 m/s² (conformément à la norme NF EN 13-452-1).

t_r = temps de réaction global (homme + machine) pris égal à 1,5s

f = distance entre le marquage (STOP/Cédez-Le-Passage (CDLP)/Ligne d'effet des feux (LEF)) et le bord du GLO

a_{FNS} = décélération en Freinage normal de service (FNS) prise égale à 1,2 m/s² (conformément à la norme NF EN 13-452-1).

$b_2 \alpha$ = distance à parcourir par un piéton dans son axe de traversée, situé à une distance b_2 de la voirie ou du GLO et prise perpendiculairement à la plate-forme dans l'axe de la traversée, dans le cas d'une traversée formant un angle α avec la plate-forme

$b_{2L} = \sin(\alpha) \times b_2 \alpha$

2.2 Principes directeurs

Les hypothèses prises en compte pour le calcul des dimensions du cône de visibilité varient selon les modalités de gestion de l'intersection et le type de tiers.

2.2.1 Traversée non gérée par signalisation lumineuse

En l'absence de signalisation lumineuse, le tramway est prioritaire sur les autres usagers de la voirie (cf. articles [R.110-3](#) et [R.422-3 du Code de la route](#)). Ainsi, tout usager doit pouvoir traverser sans gêner un tramway en approche, étant considéré que celui-ci n'a pas à freiner afin de garantir le niveau de performance attendu. La distance de visibilité minimale correspond donc à celle parcourue par le tramway à vitesse nominale pendant que l'usager traverse et dégage la zone de conflit de la voie sur laquelle circule le tramway.

Il convient également de dégager à minima la visibilité de façon à ce que le conducteur de tramway puisse appréhender le risque d'un usager ne respectant pas la signalisation statique ni la priorité du tramway.

DÉTERMINATION DES CÔNES DE VISIBILITÉ

Dans cette configuration, la détermination des cônes de visibilité repose alors sur :

- le positionnement de l'œil des tiers à leur point normal de prise de décision, et le temps de décision associé ;
- leur vitesse d'approche et de traversée ;
- la distance à parcourir par le tiers pour dégager la zone de conflit ;
- la vitesse de circulation du tramway.

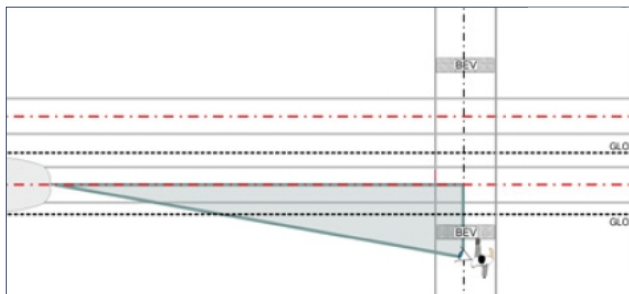


Schéma 2 : exemple de dégagement de la visibilité pour une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons non gérée.

2.2.2 Traversée gérée par signalisation lumineuse

En présence de signalisation lumineuse, la priorité de passage est déterminée par l'état de celle-ci.

Cependant, il convient de dégager à minima la visibilité pour que le conducteur de tramway puisse appréhender l'éventualité d'un usager ne respectant pas la signalisation et réagir en conséquence.

Le franchissement d'un feu rouge par un usager étant considéré comme un événement imprévisible et inhabituel, le freinage à considérer pour le tramway est alors le freinage d'urgence.

DÉTERMINATION DES CÔNES DE VISIBILITÉ

Dans cette configuration, la détermination du cône de visibilité repose alors sur :

- le positionnement de l'œil du conducteur tramway¹ ;
- la position du tiers à son point normal d'arrêt par rapport à la signalisation lumineuse ;
- la vitesse de circulation du tramway.

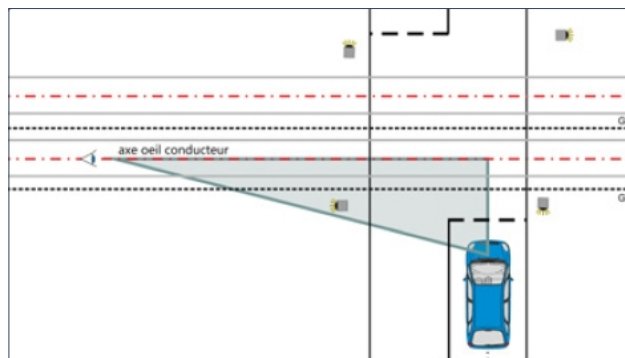


Schéma 3 : exemple de dégagement de la visibilité pour une traversée automobile gérée par signalisation lumineuse.

1. En général, l'œil du conducteur du tramway est positionné dans l'axe de la voie sur laquelle il circule, mais il convient de prendre en compte le cas des postes de conduite décalés.

2.2.3 Visibilité sur les signaux

La visibilité sur les signaux lumineux destinés au conducteur tramway doit lui permettre de s'arrêter dans des conditions de confort satisfaisantes pour les passagers, en freinage de service, en cas de passage du R17/18 à la barre horizontale. Le conducteur doit avoir la visibilité sur l'ensemble du signal, signal d'aide à la conduite (SAC) compris le cas échéant.

Pour la visibilité sur les signaux, le freinage de service a été retenu pour le calcul du cône de visibilité au regard de la présence permanente des signaux et des risques pour les voyageurs liés à l'activation d'un freinage d'urgence.

DÉTERMINATION DU CÔNE DE VISIBILITÉ

Dans cette configuration, la détermination du cône de visibilité repose alors sur :

- le positionnement de l'œil du conducteur tramway,
- celui du signal à voir,
- la distance d'arrêt en freinage maximal de service du matériel roulant (fonction de la vitesse de circulation du tramway).

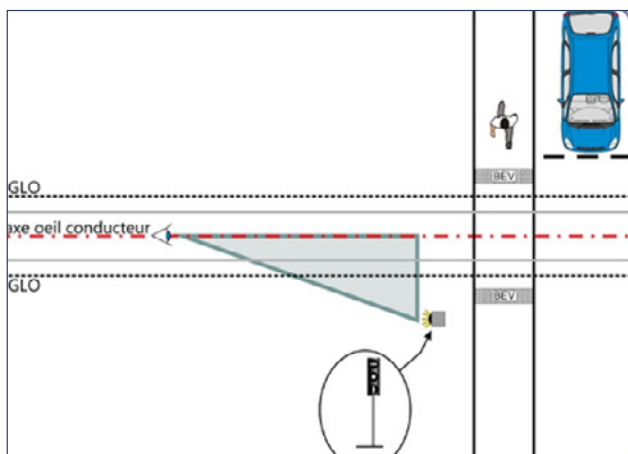


Schéma 4 : dégagement de la visibilité sur les signaux pour le conducteur tramway.

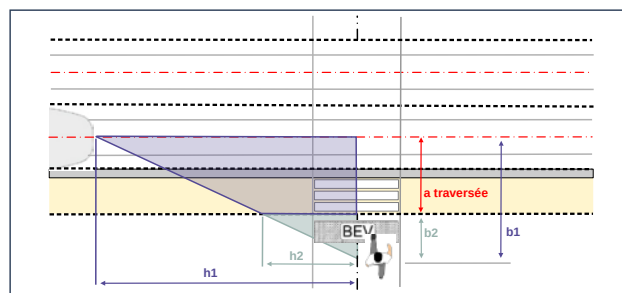
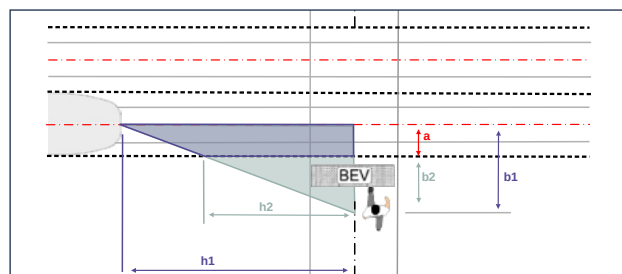
2.2.4 Détermination de la zone devant être libre de tout masque

À partir d'un cône de visibilité calculé grâce aux paramètres définis aux paragraphes 2.2.1, 2.2.2 et 2.2.3, de hauteur h_1 et de base b_1 , on peut déterminer la zone correspondante bordant la voie tramway ou la voirie qui doit effectivement être libre de masque (elle correspond à la partie du cône située hors du GLO ou de la voirie suivant les configurations) : la base de cette zone correspond à la distance entre le bord extérieur de la base du cône et la limite du GLO ou de la voirie (b_2). Elle dépend du positionnement des usagers à leur point normal d'arrêt, laquelle diffère suivant le type de tiers.

On en déduit la hauteur (h_2) constituant la zone libre de tout masque par homothétie, en y appliquant le rapport de la hauteur (h_1) du cône à sa base (b_1).

$$h_2 = \frac{(b_2 * h_1)}{b_1}$$

Nota : la valeur a est définie comme la distance du GLO à l'axe de la voie tramway concernée, et la valeur a traversée comme la distance du bord de la voirie à l'axe de la voie tramway.



Schémas 5 : construction de la zone libre de masque (triangle h_2, b_2) à partir du cône de visibilité (h_1, b_1).

3 • DÉTERMINATION DES CÔNES DE VISIBILITÉ

3.1 Cas de traversée de plateforme tramway non gérée par signalisation lumineuse

3.1.1 Le principal général

A. Visibilité à garantir pour le tiers

La visibilité à garantir pour le tiers est celle que l'utilisateur tiers a sur l'avant du tramway, lui permettant de décider s'il peut traverser sans gêner la progression d'un tramway en approche (cf. schéma 6 ci-dessous) :

- la base du cône de visibilité (b_1) correspond à la distance entre la position de l'œil du tiers et l'axe de la voie du tramway. Cette distance est obtenue en sommant la distance entre le bord extérieur de la base du cône et la limite du GLO (b_2) et la valeur a (distance du GLO à l'axe de la voie tramway concernée) [ou la valeur $a_{\text{traversée}}$ dans le cas des tiers piéton ou cycle] ;
ou $b_1 = a + b_2$
 $b_1 = a_{\text{traversée}} + b_2$
- la hauteur du cône correspond à la distance parcourue par le tramway à vitesse nominale (cf. §6.1) pendant le temps mis par l'utilisateur pour dégager la zone de conflit de la voie sur laquelle circule le tramway concerné à partir de sa position initiale.

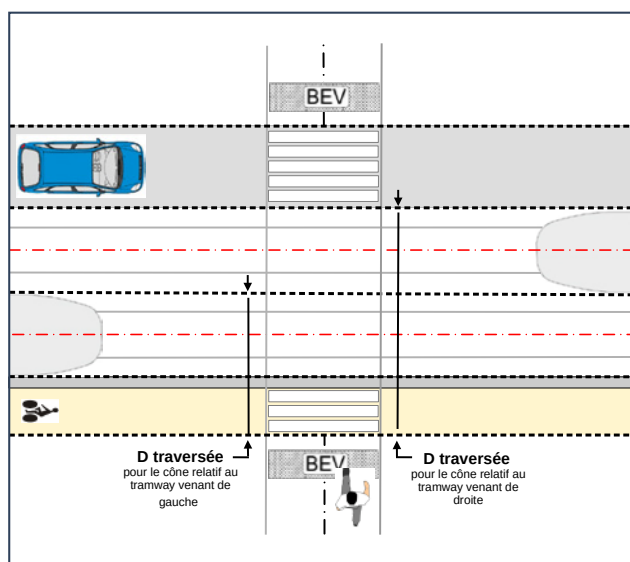


Schéma 6 : zones de conflit selon le sens de circulation du tramway (cas du piéton).

Pour le piéton ou le cycle (sauf dans le cas où la traversée du cycle s'effectue avec les véhicules routiers), la zone de conflit est à prendre au sens large, c'est-à-dire une zone où le tiers est en conflit avec un autre usager de la voirie et/ou avec le tramway correspondant.

$D_{\text{traversée}}$ est ainsi définie comme la distance à parcourir du point d'entrée du tiers (piéton/cycle) dans une zone de conflit jusqu'à sa sortie du GLO du tramway considéré pour le calcul du cône. Pour un véhicule routier, et par rapport à un tramway circulant sur la voie la plus proche (généralement venant de la gauche), la zone de conflit correspond au GLO de cette seule voie (D_{GLO}). Par rapport à un tramway circulant sur la voie la plus éloignée (généralement venant de la droite), il faut considérer le GLO des deux voies, sur largeur entre voies éventuelle incluse.

On considère que l'utilisateur se situe dans l'axe de la voie qu'il emprunte (voirie routière/piste cyclable/cheminement piéton) avec un cas particulier pour les mouvements tournants (cf. §3.4.3).

B. Visibilité à garantir pour le conducteur de tramway

Il convient également de dégager à minima la visibilité de façon à ce que le conducteur de tramway puisse appréhender le risque d'un usager ne respectant pas la signalisation statique ni la priorité du tramway. Le cône de visibilité doit donc permettre au conducteur de tramway de détecter la présence d'un usager à son point normal d'arrêt pour le respect de priorité du tramway, à une distance lui permettant de s'arrêter avant la zone de conflit en appliquant un freinage d'urgence en cas de non-respect de la priorité tramway par le tiers (voir modalités décrites dans le 3.2 Cas de traversées de plateforme tramway gérées par signalisation lumineuse).

C. Hauteur du cône de visibilité

Le calcul de la hauteur du cône de visibilité d'une traversée de plateforme tramway non gérée par signalisation lumineuse h_1 prendra donc en compte le maximum des hauteurs de cônes définies par :

- la visibilité à garantir pour le tiers ;
- la visibilité à garantir pour le conducteur de tramway.

En pratique, seul le cône de visibilité d'une traversée cycle non gérée par signalisation lumineuse peut être concerné, pour certaines vitesses tramways, par une hauteur du cône de visibilité à garantir pour le tiers plus faible que celle du conducteur de tramway. C'est pourquoi seule la formule du 3.1.3 Cas d'une traversée cycle vérifie le maximum des deux hauteurs.

3.1.2 Cas d'une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons

Toute traversée piétonne doit être équipée d'une bande d'éveil de vigilance (BEV) afin de la rendre détectable par les personnes aveugles et malvoyantes (PAM) selon l'arrêté du 15 janvier 2007. Les dimensions et l'implantation d'une BEV sont normalisées (NF P98-351) :

- largeur standard de 587,5 mm de la BEV ;
- distance de 500 mm entre le nez de bordure de trottoir et la ligne de plots de la BEV la plus proche.

L'observation sur le terrain montre que la BEV constitue un repère pour les piétons dans leur perception de la traversée.

En intégrant la carrure du piéton, et en prenant en compte une distance intégrant le temps de décision de traversée du piéton à l'approche de sa traversée, on peut ainsi considérer que son œil est à positionner à 2,5 m du point d'entrée dans la zone de conflit à traverser, c'est-à-dire $b2 = 2,5$ m.

Nota :

- cette valeur $b2$ peut conduire à avoir une extrémité du cône de visibilité se situant sur la voie routière (ex : plateforme tramway et voie routière séparées par un refuge piéton) ;
- dans le cas où il existe un refuge de largeur ≥ 2 m ($\geq 2,50$ m conseillé)² entre les deux voies tramway, le point de décision du piéton est à considérer à partir du bord intérieur du refuge, tout en respectant la valeur $b2$.

Le temps de dégagement de la zone de conflit par rapport au point de décision est calculé en divisant la distance totale à parcourir par le piéton (somme de la longueur de la zone de conflit $D_{traversée}$ - cf. introduction du [3.1.1 Le principe général](#) - et de la distance $b2$) par sa vitesse de traversée ($v_{piéton}$), prise par convention égale à 1m/s (même valeur que pour les traversées gérées par feux).

Avec une vitesse du tramway (v_{tw}) exprimée en m/s, on appliquera donc la formule suivante pour obtenir la hauteur du cône de visibilité $h1$ pour le tramway venant de la voie la plus proche :

$$h1 = \frac{v_{tw} * (D_{traversée} + b2)}{v_{piéton}}$$

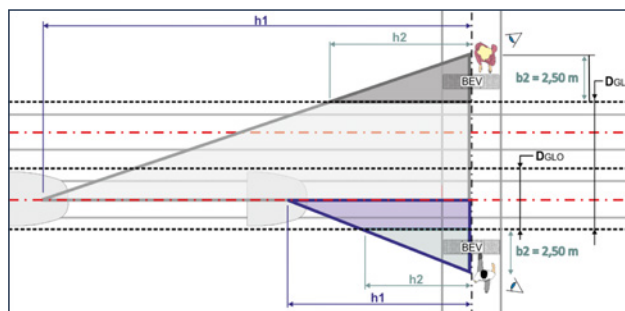


Schéma 7 : cônes de visibilité pour une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons non gérée.

3.1.3 Cas d'une traversée cycle

Le cycle est un véhicule, mais se distingue des voitures par une vitesse plus faible et une plus grande vulnérabilité. L'augmentation de la pratique cycliste et la volonté de rendre efficaces et attractifs les trajets à vélo conduisent à proposer des aménagements dédiés aux cyclistes, comme la bande cyclable ou la piste cyclable.

Ainsi dans la suite du paragraphe, on fera la distinction entre un cycliste circulant :

- sur voie routière sans aménagement cyclable ;
- sur un aménagement cyclable.

Cas A - Absence d'aménagement cyclable - La traversée cycle s'effectue avec les véhicules routiers

Le cône dimensionnant à calculer sera celui défini au paragraphe [3.1.4 Cas d'une traversée automobile](#) ci-après.

Cas B - Présence d'un aménagement cyclable (bande cyclable, piste cyclable, traversée contigüe piéton- cycle...)

Dans sa traversée, le cycliste cherchera à prendre une information en amont lui permettant de ne pas s'arrêter au niveau de la traversée s'il ne détecte pas de risque potentiel : la cinématique du cycliste entraîne une valeur $b2$ du cône plus importante que celle du piéton.

Les modalités de détermination du cône de visibilité du cycliste sont identiques qu'il y ait ou non un marquage au sol. On considère donc que l'œil du cycliste se situe à 5 m de la bordure de la plateforme (assimilée au GLO) ou de la voirie sécante, c'est-à-dire $b2 = 5$ m. Cette valeur de 5 m correspond à la distance d'arrêt (temps de décision et distance de freinage) d'un cycliste à 10 km/h.³

2. Pour plus de détails, se référer à la fiche IUTCS n°2 *Tramway et traversées pour les piétons : Principes d'aménagement*.

3. Valeur issue de la fiche n° 40 de la série de fiches *Vélo, Véloroutes et intersections Quel régime de priorité ? Quel aménagement ?* Cerema, août 2019.

Le temps de dégagement de la zone de conflit par rapport au point de décision est calculé en divisant la distance totale à parcourir par le cycliste (somme de la longueur de la zone de conflit - cf. introduction du [paragraphe 3.1](#), de la distance b_2 , et de la demi-longueur du vélo prise égale à 1 m) par sa vitesse de traversée (v_{cycle}), prise par convention égale à 10 km/h (soit 2,8 m/s).

Nota :

- dans le cas d'une voie routière avec une bande cyclable gérée par signalisation statique, il convient de tracer les cônes de visibilité vélo-tramway de la traversée cycle selon ce paragraphe, puis de tracer et vérifier les cônes de visibilité VL-tramway selon le [paragraphe 3.1.4 Cas d'une traversée automobile](#) ;
- dans le cas d'une traversée cyclable contiguë à une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons (ou traversée piéton-cycle), il convient de tracer les cônes de visibilité vélo-tramway de la traversée cycle selon ce paragraphe, puis de tracer et vérifier les cônes de visibilité piéton-tramway selon le [paragraphe 3.1.2 Cas d'une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons](#).

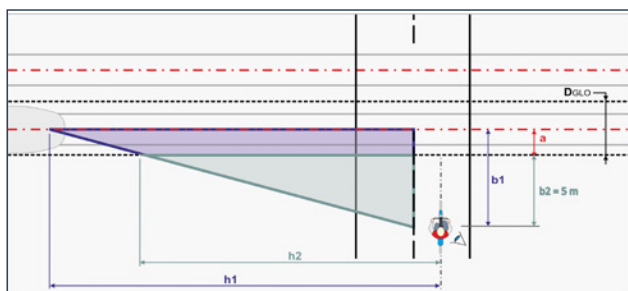


Schéma 8 : cône de visibilité pour une traversée cycle non gérée par signalisation lumineuse.

FORMULE À UTILISER

Avec une vitesse du tramway (V_{tw}) exprimée en m/s, on appliquera donc la formule suivante pour obtenir la hauteur du cône de visibilité h_1 , qui est le maximum de la hauteur du cône à garantir pour le cycliste et de la hauteur du cône à garantir pour le conducteur tramway :

$$h_1 = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{v_{tw} * (D_{traversée} + b_2 + 1)}{v_{cycle}} \\ \frac{v_{tw}^2}{2 * a_{FU}} + (v_{tw} * t_r) \end{array} \right.$$

3.1.4 Cas d'une traversée automobile

Les intersections avec tramway présentant un trafic faible peuvent ne pas être gérées par signalisation lumineuse, sous réserve d'une visibilité suffisante. La détermination des cônes de visibilité permettra de confirmer ce choix du mode de gestion, en vérifiant que la visibilité est effectivement suffisante.

Bien que le tramway soit prioritaire, il est alors recommandé d'implanter de la signalisation statique (AB3a cédez le passage ou AB4 STOP) accompagnée du marquage réglementaire pour gérer les conflits entre celui-ci et les véhicules routiers. La position du véhicule par rapport au GLO dépend de la présence ou non de cette signalisation statique et du marquage qui lui est associé (bande Stop ou ligne de « Cédez le passage »).

Cas A – Présence d'un panneau AB4 (STOP)

Pour tenir compte de la position de l'œil du conducteur par rapport à celle du nez du véhicule, on ajoutera 2,5 m, correspondant au recul moyen du poste de conduite observé pour des véhicules légers. On considère que le conducteur arrête son véhicule au droit du marquage : il faut donc ajouter aux 2,5 m de recul du conducteur la distance f qui représente la distance entre ce marquage et le bord du GLO pour obtenir la distance b_2 . Cette distance f aura cependant une valeur maximale de 1,5 m par rapport au GLO⁴, car au-delà le positionnement de l'automobiliste serait supérieur à 4 m, ce qui n'est pas réaliste.

Nota : si la plateforme tramway est implantée en configuration axiale, le positionnement éloigné du marquage conduira nécessairement à prendre en compte la valeur maximale de 1,5 m par rapport au GLO pour f .

Ainsi, $b_2 = 2,5 + f$, avec $0 \leq f \leq 1,5$ m.

Le temps de dégagement de la zone de conflit par rapport au point de décision est calculé en divisant la distance totale à parcourir par le véhicule routier (somme de la longueur de la zone de conflit, de la longueur totale du véhicule prise égale à 4 m et de la distance f le cas échéant) par sa vitesse. Cette vitesse aura une valeur maximale prise par convention égale à 10 m/s (comme pour les traversées gérées par feux). Afin de prendre en compte le temps de décision du conducteur du véhicule automobile de traverser, ainsi que sa phase d'accélération, le temps de dégagement de la zone de conflit à partir du point de décision est augmenté de 4 secondes⁵.

4. Il est préconisé de manière générale un recul du marquage par rapport au GLO afin de se prémunir des engagements de GLO par des véhicules qui « glissent » le STOP ou dépassent le marquage.

5. Valeur empirique à dire d'experts, retenue par le groupe de travail.

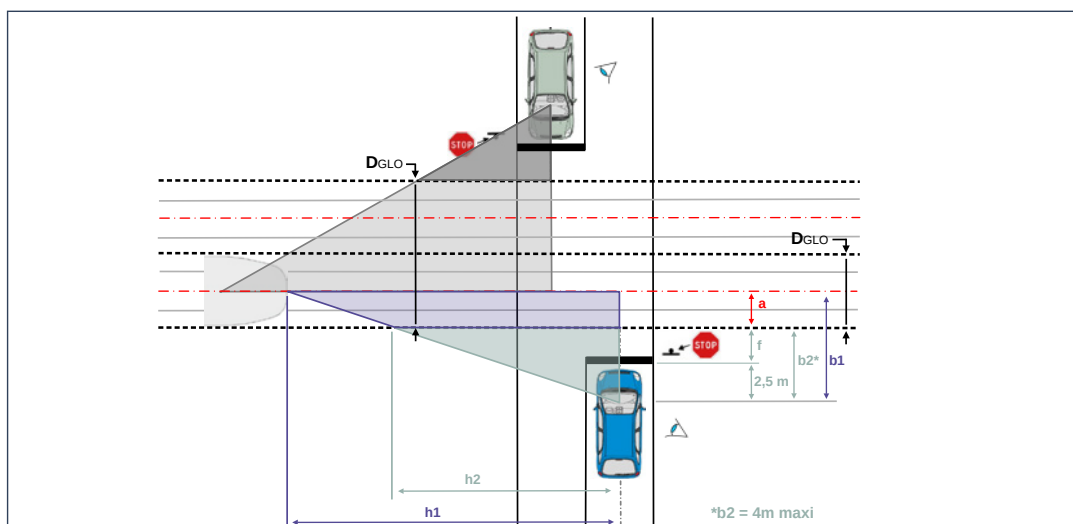


Schéma 9 : cône de visibilité pour une traversée automobile avec panneau AB4.

Avec une vitesse du tramway (V_{tw}) exprimée en m/s, on appliquera donc la formule suivante pour le tramway venant de la voie la plus proche :

$$h1 = v_{tw} * \left(\frac{(D_{GLO} + 4 + f)}{v_{VL}} + 4 \right)$$

Cas B – Présence d'un panneau AB3A (Cédez le passage)

On considère que le conducteur décélère et prend la décision de s'arrêter ou de franchir le carrefour en amont de la ligne de cédez le passage. Par homogénéité avec le guide « Carrefours Urbains », la longueur nécessaire à la réalisation de ces 2 actions sera prise égale à 5,5 m, à laquelle on ajoutera la distance f qui représente la distance entre ce marquage et le bord du GLO pour obtenir la distance $b2$. Comme pour le cas A (signalisation par STOP), cette distance f aura cependant une valeur maximale de 1,5 m par rapport au GLO.

Ainsi, **$b2 = 5,5 + f$, avec $0 \leq f \leq 1,5$ m.**

Le temps de dégagement de la zone de conflit est calculé de la même façon que pour le cas A (signalisation par STOP), compte-tenu de la visibilité optimale nécessaire à une gestion par signalisation AB3A, et de la possibilité d'avoir un véhicule arrêté au niveau du marquage.

Nota : le seule présence de C20c, bien que non recommandée, s'apparente au cas B du cédez le passage, en prenant $f = 0$ ($b2 = 5,5$ m).

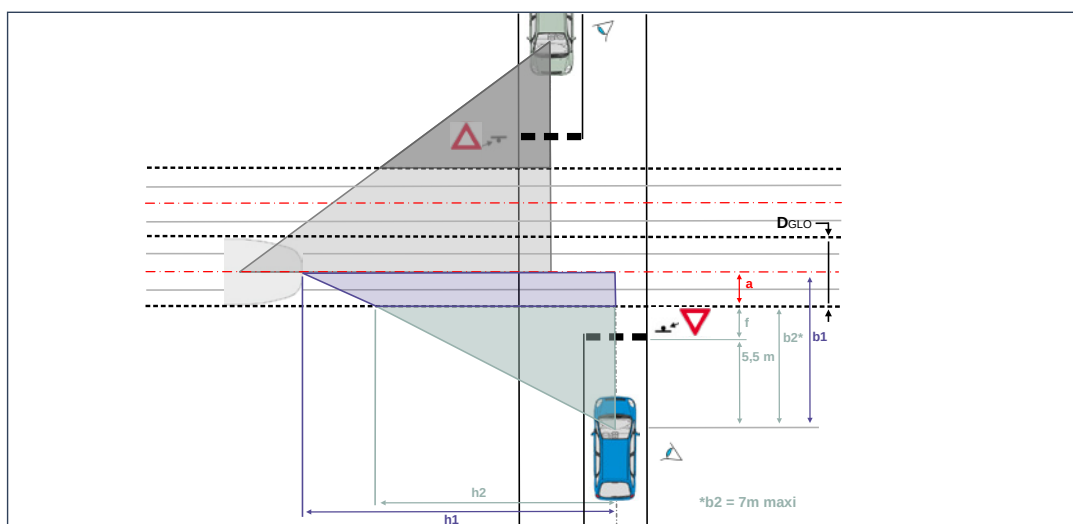


Schéma 10 : cône de visibilité pour une traversée automobile avec absence de marquage au sol.

3.2 Cas de traversée de plateforme tramway gérée par signalisation lumineuse

3.2.1 Le principe général

Afin de renforcer la priorité du tramway et sécuriser les conflits, une signalisation lumineuse est souvent mise en œuvre afin de gérer les traversées de plateforme tramway. Cela peut également être fait en cas de mauvaise visibilité. Cependant, il convient de dégager *a minima* la visibilité de façon à ce que le conducteur de tramway puisse appréhender le risque d'un usager ne respectant pas la signalisation.

Les cônes de visibilité doivent donc permettre au conducteur tramway de détecter la présence d'un usager à son point normal d'arrêt pour le respect de la signalisation lumineuse, à une distance lui permettant de s'arrêter avant la zone de conflit en appliquant un freinage d'urgence en cas de non-respect du signal rouge par le tiers :

- la base du cône de visibilité $b1$ correspond à la distance entre une ligne parallèle aux rails passant par l'œil du conducteur du tramway et la position normale d'arrêt du tiers au feu gérant la traversée. Cette distance est obtenue en sommant la distance entre le bord extérieur de la base du cône et la limite de la zone de conflit ($b2$) et la distance $a_{traversée}$ du bord de la zone de conflit à l'axe du poste de conduite du conducteur du tramway ($b1 = b2 + a_{traversée}$) ;
- sa hauteur $h1$ est la distance entre l'œil du conducteur du tramway et l'axe de la voie empruntée par l'usager (voirie routière/piste cyclable/cheminement piéton), déterminée à partir de la distance d'arrêt calculée du tramway avec un temps de réaction global (homme + machine) $t_r = 1,5$ s et une décélération $a_{FU} = 2,8$ m/s² (conformément à la norme NF EN 13-452-1). Elle ne dépend pas du type de tiers mais seulement de la vitesse du tramway et des paramètres de freinage.



Piétons s'apprêtant à s'engager dans la traversée de plate-forme alors que le signal R25 est allumé.

La vitesse (V_{tw}) sera prise égale à la vitesse nominale sur la section considérée (vitesse de consigne ou fixée par tableau indicateur de vitesse (TIV) sur site). Cette valeur devra être cohérente avec la marche type du tramway.

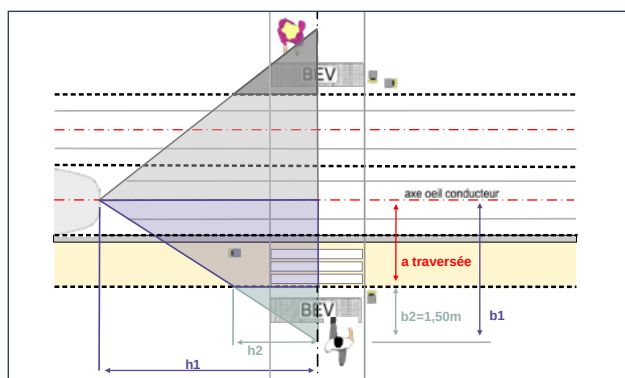
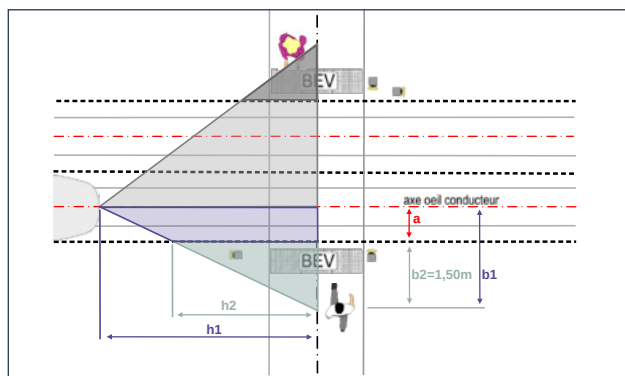
Avec une vitesse du tramway (V_{tw}) exprimée en m/s, on appliquera donc la formule suivante pour le tramway venant de la voie la plus proche :

$$h1 = \frac{(v_{tw})^2}{2a_{FU}} + (v_{tw} * t_r)$$

3.2.2 Cas d'une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons

Comme dans le cas des traversées de voies tramways aménagées pour les piétons non gérées par signalisation lumineuse, les traversées gérées par feux doivent être équipées de BEV selon les règles édictées par la norme NF P98-351.

On considère que le piéton est visible s'il est positionné à 1,5 m du point d'entrée dans la zone de conflit à traverser, c'est-à-dire $b2 = 1,5$ m.



Schémas 11 : cône de visibilité pour une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons gérée par signalisation lumineuse.

3.2.3 Cas d'une traversée cycle

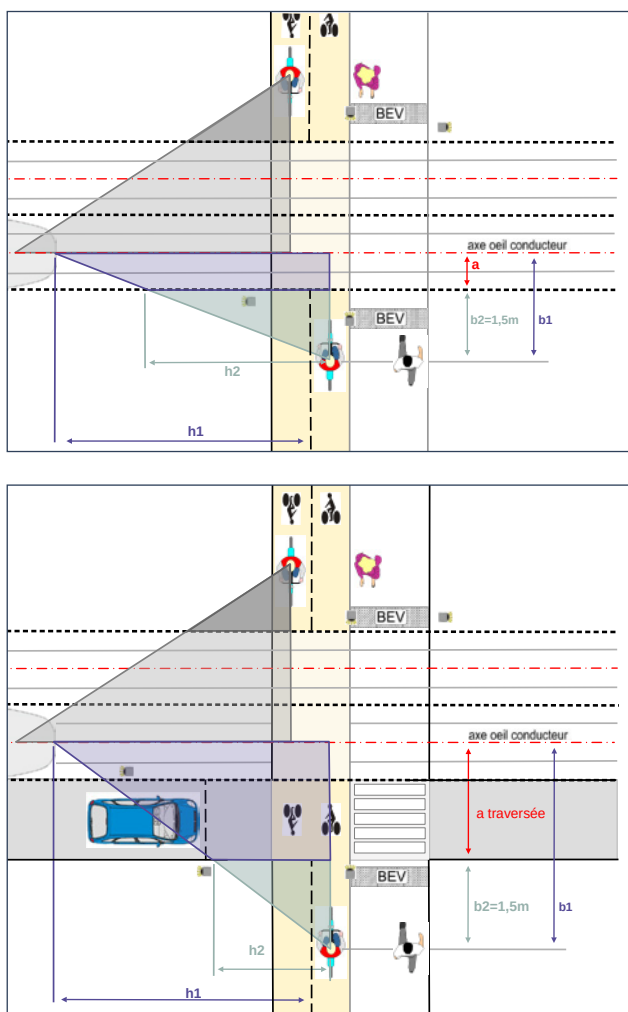
La traversée de plateforme par des cyclistes peut s'effectuer de plusieurs façons :

Cas A - La traversée cycle est gérée avec celle des véhicules routiers

Les cycles sont gérés par la signalisation prévue pour les véhicules routiers. Le cône dimensionnant à calculer sera le cône automobile (cf. [paragraphe 3.2.4](#) ci-après), y compris en présence d'un sas vélo.

Cas B - La traversée cycle est contiguë à une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons

Dans ce cas les cyclistes sont alors tenus, en l'absence de signalisation spécifique, de respecter la signalisation prévue pour les piétons. Le calcul s'effectue alors suivant les mêmes principes que pour les piétons, en considérant que le cycliste s'arrête au niveau de la BEV, c'est-à-dire $b2 = 1,5\text{ m}$.



Schémas 12 : cône de visibilité pour une traversée cycle contiguë à une traversée de voies tramways aménagée pour les piétons gérée par signalisation lumineuse.

Cas C - La traversée par les cyclistes est gérée par une signalisation spécifique (notamment en présence de piste cyclable)

Le cycliste à l'arrêt doit se positionner en fonction de sa signalisation. Afin que le conducteur du tramway puisse visualiser le cycliste, on considère que le cycliste est en retrait de 1 m par rapport à la ligne d'effet des feux (LEF) ou de l'axe du signal le cas échéant ; il faut donc ajouter cette valeur à la distance f entre la LEF et le bord du GLO pour obtenir $b2$. Cette distance f aura cependant une valeur maximale de 3 m par rapport au GLO car au-delà, l'éloignement du cycliste serait supérieur à 4 m, ce qui n'est pas réaliste.

Ainsi, $b2 = 1 + f$, avec $0 \leq f \leq 3\text{ m}$.

Nota :

- pour un cycliste venant de la gauche, ceci conduira dans la plupart des cas à appliquer cette valeur maximale de 4 m par rapport au GLO de la voie où circule le tramway, et non à tenir compte du positionnement réel de la signalisation (visibilité améliorée de par la voie tramway contiguë) pour le calcul du cône de visibilité correspondant⁶ ;
- de même, si la plateforme tramway est implantée en configuration axiale, le positionnement éloigné de la LEF conduira nécessairement à prendre en compte la valeur maximale de 4 m par rapport au GLO pour $b2$, sans tenir compte de la position réelle de la LEF.

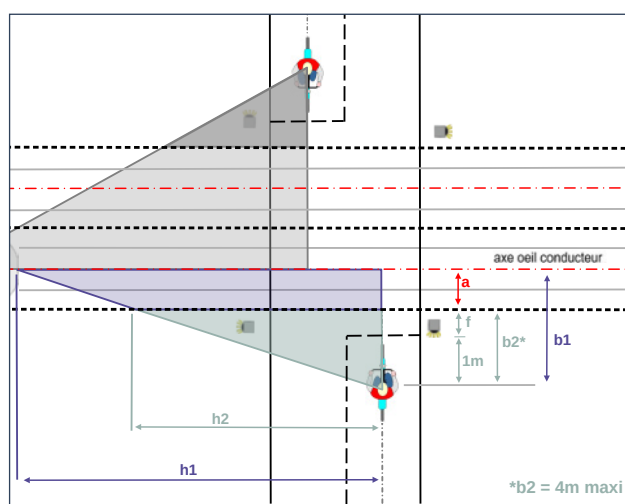


Schéma 13 : cône de visibilité pour une traversée cyclable gérée par signalisation lumineuse.

6. Ce calcul ne permet pas de conclure sur la visibilité pour un tramway circulant dans le sens opposé.

3.2.4 Cas d'une traversée automobile

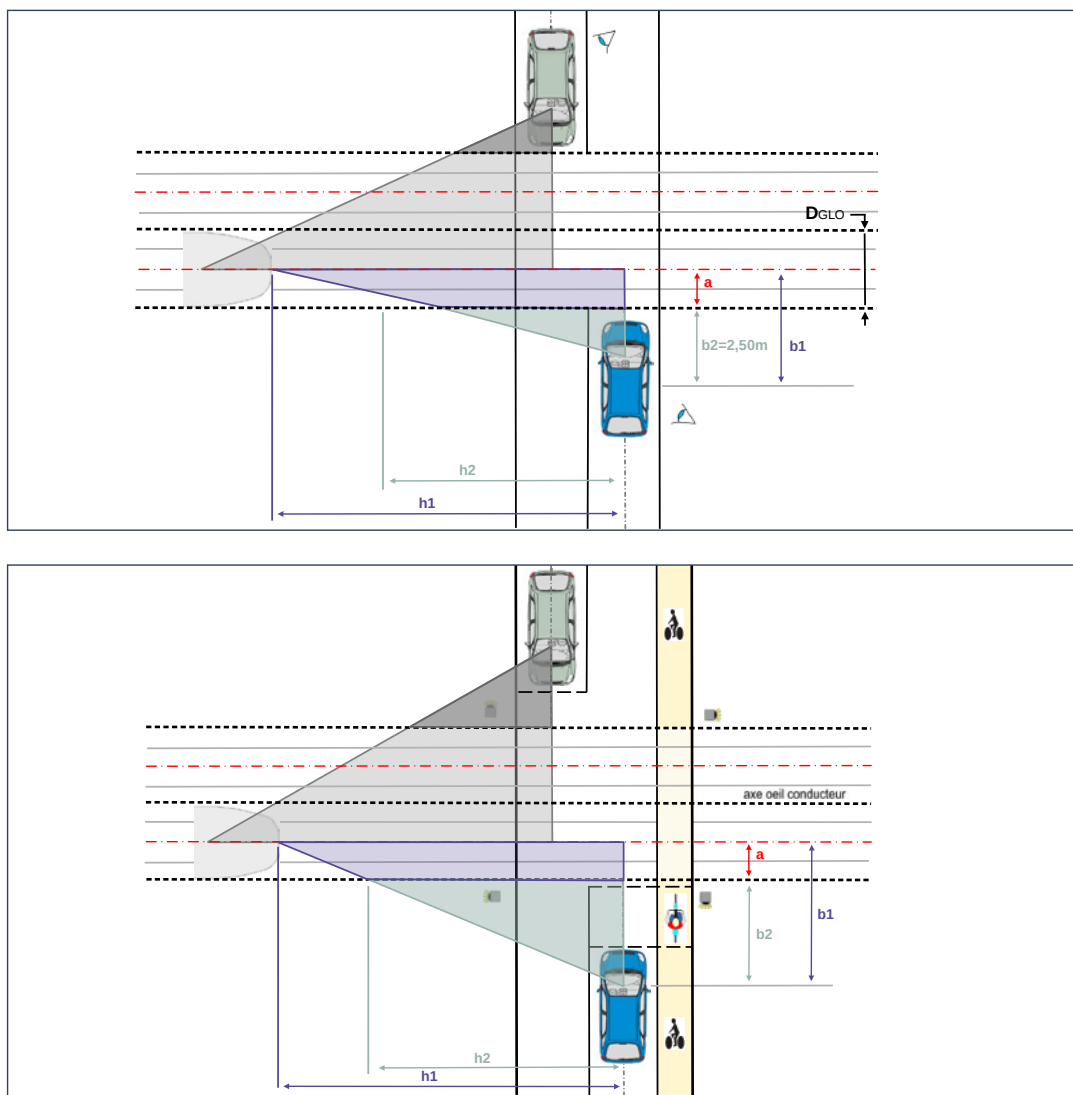
Le véhicule routier à l'arrêt doit se positionner en fonction de sa signalisation : afin que le conducteur de tramway puisse visualiser le véhicule à l'arrêt (vue sur l'avant du capot), on considère que celui-ci est en retrait de 1 m par rapport à la ligne d'effet des feux (LEF) ou de l'axe du signal le cas échéant. Il faut donc ajouter à cette valeur la distance f qui représente la distance entre la LEF et le bord du GLO⁷. Cette distance f aura cependant une valeur maximale de 3 m par rapport au GLO car au-delà le positionnement de l'automobiliste serait supérieur à 4 m, ce qui n'est pas réaliste.

Ainsi, $b2 = 1 + f$, avec $0 \leq f \leq 3$ m.

Lorsqu'il existe un sas vélo, la ligne de feux à prendre en compte est celle située en amont du sas (dans la limite de 4 m).

Nota : comme pour le cas C des traversées cycles ci-avant :

- pour un véhicule venant de la gauche, ce même raisonnement conduira dans la plupart des cas à adopter cette valeur maximale de 4 m par rapport au GLO intérieur de la voie où circule le tramway et non à tenir compte du positionnement réel de la signalisation (visibilité améliorée de par la voie tramway contiguë) pour le calcul du cône de visibilité correspondant⁸ ;
- si la plateforme tramway est implantée en configuration axiale, le positionnement éloigné de la LEF conduira nécessairement à prendre en compte la valeur maximale de 4 m pour $b2$, sans tenir compte de la position réelle de la LEF.



Schémas 14 : cône de visibilité pour une traversée automobile gérée par signalisation lumineuse.
En cas de sas vélo, on aura $b2 = 4$ m en raison des dimensions du sas (entre 3 m et 5 m).

7. Il est préconisé de manière générale un recul de la LEF par rapport au GLO afin de se prémunir des engagements de GLO par des véhicules qui dépassent cette ligne.

8. Ce calcul ne permet pas de conclure sur la visibilité pour un tramway circulant dans le sens opposé.

3.3 Cône pour la visibilité sur la signalisation à destination du conducteur de tramway

La visibilité du conducteur de tramway doit être assurée sur l'ensemble des signaux lumineux, y compris le SAC. Ainsi, la hauteur du signal par rapport au sol⁹ détermine la hauteur des masques à considérer pour le dégagement de la visibilité sur les signaux.

Le cône de visibilité au niveau des signaux doit permettre au conducteur de tramway de s'arrêter avant un signal restrictif, en situation normale de conduite (freinage normal de service) :

- la base du cône de visibilité $b1$ correspond à la distance entre une ligne parallèle aux rails passant par l'œil du conducteur du tramway et la position du signal. Cette distance est obtenue en sommant la distance entre la position du signal et la limite du GLO ($b2$) et la distance a du bord du GLO à l'axe du poste de conduite du conducteur du tramway ($b1 = b2 + a$) ;

- sa hauteur $h1$ est la distance entre l'œil du conducteur du tramway et la position d'arrêt du tramway en pied de feu, déterminée à partir de la distance d'arrêt calculée avec un temps de réaction global (homme + machine) $t_r = 1,5$ s et une décélération $a_{FNS} = 1,2$ m/s² (conformément à la norme NF EN13-452-1).

La vitesse (V_{tw}) sera prise égale à la vitesse nominale sur la section considérée (vitesse de consigne ou fixée par TIV sur site). Cette valeur devra être cohérente avec la marche type du tramway.

Avec une vitesse du tramway (V_{tw}) exprimée en m/s, on appliquera donc la formule suivante :

$$h1 = \frac{(v_{tw})^2}{2 a_{FNS}} + (v_{tw} * t_r)$$

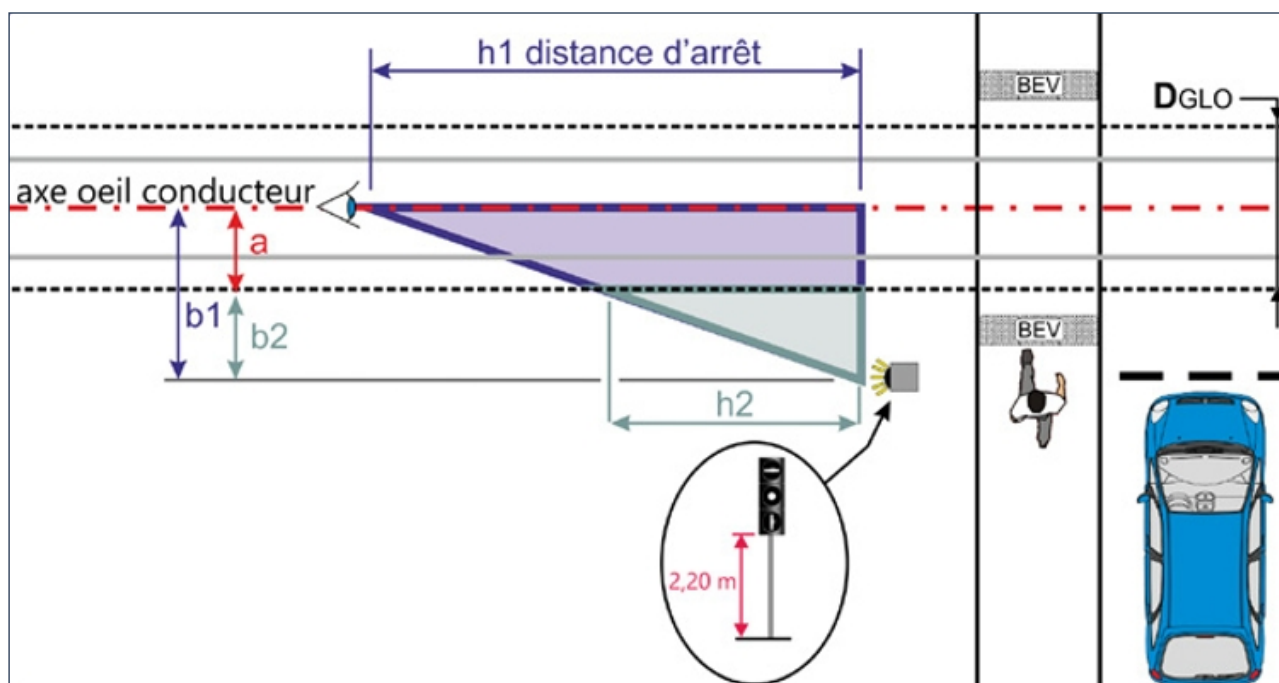


Schéma 15 : cône de visibilité pour la visibilité sur les signaux destinés au conducteur tramway.

9. Conformément à l'arrêté du 15 janvier 2007 et à l'article 109-4 de l'IISR 6e partie, lorsqu'un signal est implanté sur un cheminement accessible aux piétons, il doit laisser un passage libre d'une hauteur minimale de 2,2 m et l'axe du feu supérieur doit se trouver à moins de 4,2 m de hauteur.

3.4 Dessin des cônes de visibilité dans des cas particuliers

Pour les cas présentés dans les paragraphes suivants, les valeurs h_1 et h_2 sont déterminées suivant les formules définies aux § 3.1 Cas de traversée de plateforme tramway non gérée par signalisation lumineuse et § 3.2 Cas de traversée de plateforme tramway gérée par signalisation lumineuse, mais nécessitent quelques précisions pour les dessiner sur un plan.

Les valeurs b_1 et b_2 restent prises perpendiculairement à la plate-forme (sauf cas spécifique de la plate-forme en courbe voir § 3.4.1).

3.4.1 Plate-forme en courbe

La longueur h_1 (= hauteur du cône) est prise à partir de l'intersection de l'axe de la voie tramway considérée avec l'axe de la traversée, jusqu'à ce qu'elle intercepte l'axe de la voie tramway (suivi du tracé de plate-forme).

La représentation sous forme de triangle est acceptée par souci de simplification. En cas d'émergence(s) non souhaitable(s) présente(s) dans le cône de visibilité (cf. § 4.1) il est possible de se référer au tracé curviligne, plus précis, pour évaluer la nécessité de traiter ces émergences.

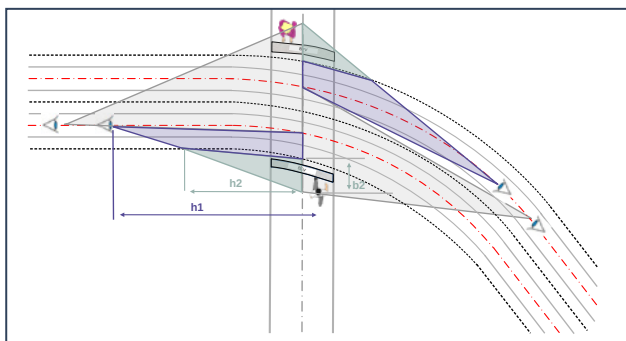
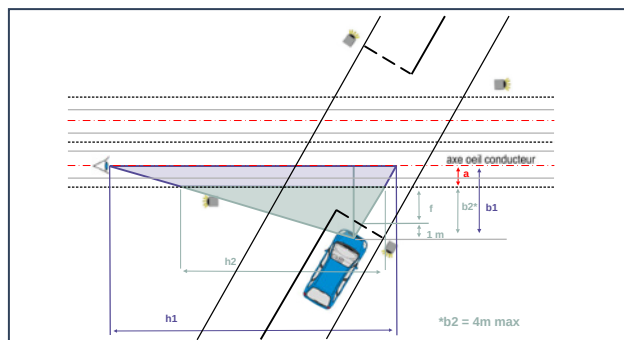
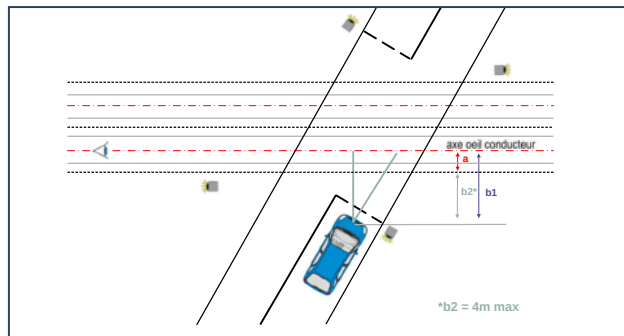


Schéma 16 : cône de visibilité pour une plate-forme en courbe.

3.4.2 Traversée automobile / piétonne / cycle non orthogonale à la plate-forme

La hauteur du cône est prise à une distance b_1 sur l'axe de la voirie, prise perpendiculairement à l'axe de la voie du tramway. La première extrémité du cône est prise à l'intersection de l'axe de la voirie et de l'axe de la voie tramway (point de conflit). La valeur f est prise dans l'axe de la voirie, et projetée sur la perpendiculaire à l'axe de la voie tramway, ce qui permet d'obtenir le dessin de la longueur b_2 . À partir de ce point on trace un segment de longueur h_1 dans l'axe de la voie tramway ce qui donne la dernière extrémité du cône.



Schémas 17 : cône de visibilité pour les véhicules en traversée non orthogonale à la plate-forme.

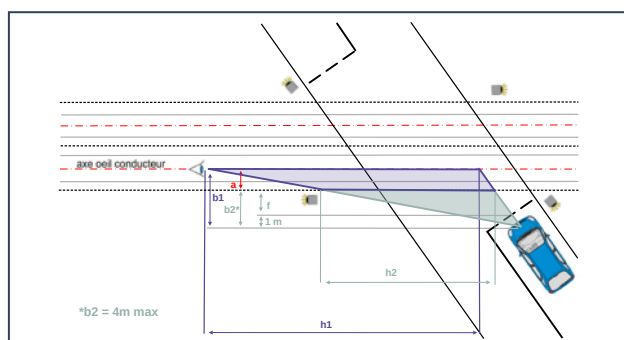


Schéma 18 : cône de visibilité pour les véhicules en traversée non orthogonale à la plate-forme.

Dans le cas sans SLT, les valeurs b_1 et b_2 restent prises perpendiculairement à la plate-forme, y compris pour les traversées piétonnes et cycles biaisés sans SLT. Cependant, ces valeurs $D_{traversée}$ et b_2 prises perpendiculairement à la plate-forme (notées $D_{traversée}^{\perp}$ et $b_{2\perp}$ pour faciliter la compréhension ci-après) doivent tenir compte de l'allongement dû à l'angle α , et deviennent $D_{traversée}^{\alpha}$ et b_2^{α} pour calculer h_1 .

Exemple pour le cas de la traversée piétonne biaisée :

$$h_1 = \frac{V_{tw} * (D_{traversée}^{\alpha} + b_2^{\alpha})}{V_{piéton}}$$

$$h_1 = \frac{V_{tw} * \left(\frac{D_{traversée}^{\perp}}{\sin(\alpha)} + \frac{b_{2\perp}}{\sin(\alpha)} \right)}{V_{piéton}}$$

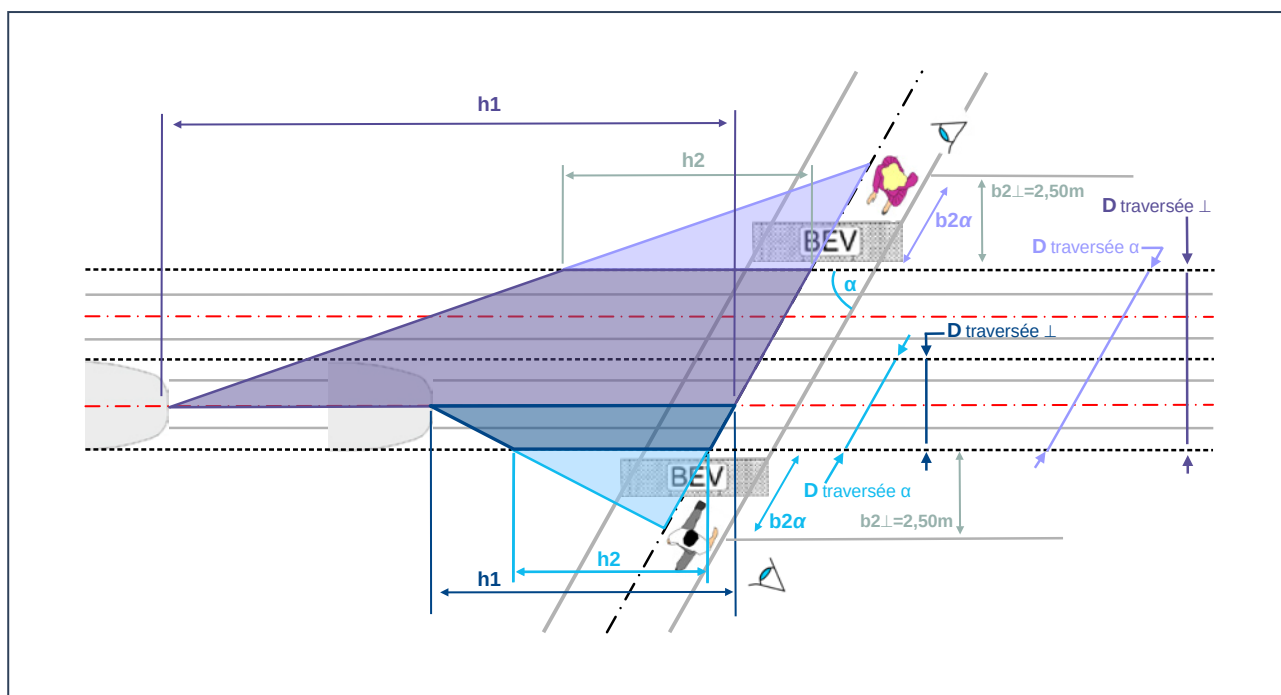


Schéma 19 : cône de visibilité pour une traversée piétonne biaisée sans SLT.

3.4.3 Véhicule et vélo en mouvement tournant

Le cône de visibilité à tracer pour les véhicules ou les vélos en mouvement tournant, en l'absence de signalisation lumineuse en barrage, est celui du cas d'un véhicule/vélo positionné dans l'axe de sa voie de traversée de plate-forme et dans l'axe de la voie routière/piste cyclable dont il vient.

Nota : pour le dessin des cônes de véhicules en mouvement tournant, on pourra se limiter aux configurations dont la traversée de plate-forme n'est possible que depuis la voirie parallèle à la plate-forme (cas classique du carrefour en T).

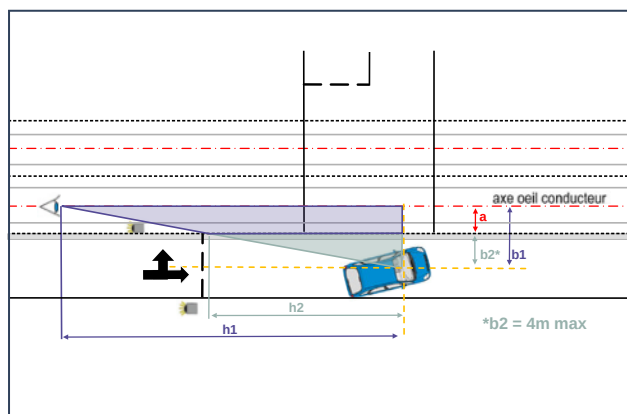


Schéma 20 : cône de visibilité pour les véhicules en mouvement tournant.

3.4.4 Traversée piétonne large/aire piétonne

Pour les cas exceptionnels de traversées piétonnes larges (largeur supérieure à 6 m) ainsi que pour les aires piétonnes, la méthodologie des cônes de visibilité est à adapter car le tracé d'un seul cône ne peut être représentatif des conditions de visibilité présentes en tout point de la traversée/aire piétonne.

Nota : les éléments décrits ci-après pour les aires piétonnes peuvent également être appliqués en zone de rencontre où les traversées piétonnes ne sont pas marquées.

Cas A – Traversée piétonne large

Pour les cas exceptionnels de traversées piétonnes larges (largeur supérieure à 6 m), matérialisées par marquage réglementaire sur voirie (bandes blanches), le piéton sera positionné à 3 m du début de la traversée dans le sens d'arrivée du tramway (prise en compte de la visibilité sur un piéton situé en début de traversée). On vérifiera également l'absence de masque sur une distance b2 (2,5 m sans SLT et 1,5 m avec SLT) en approche de la traversée piétonne pour la partie située entre les cônes de chaque sens d'arrivée du tramway.

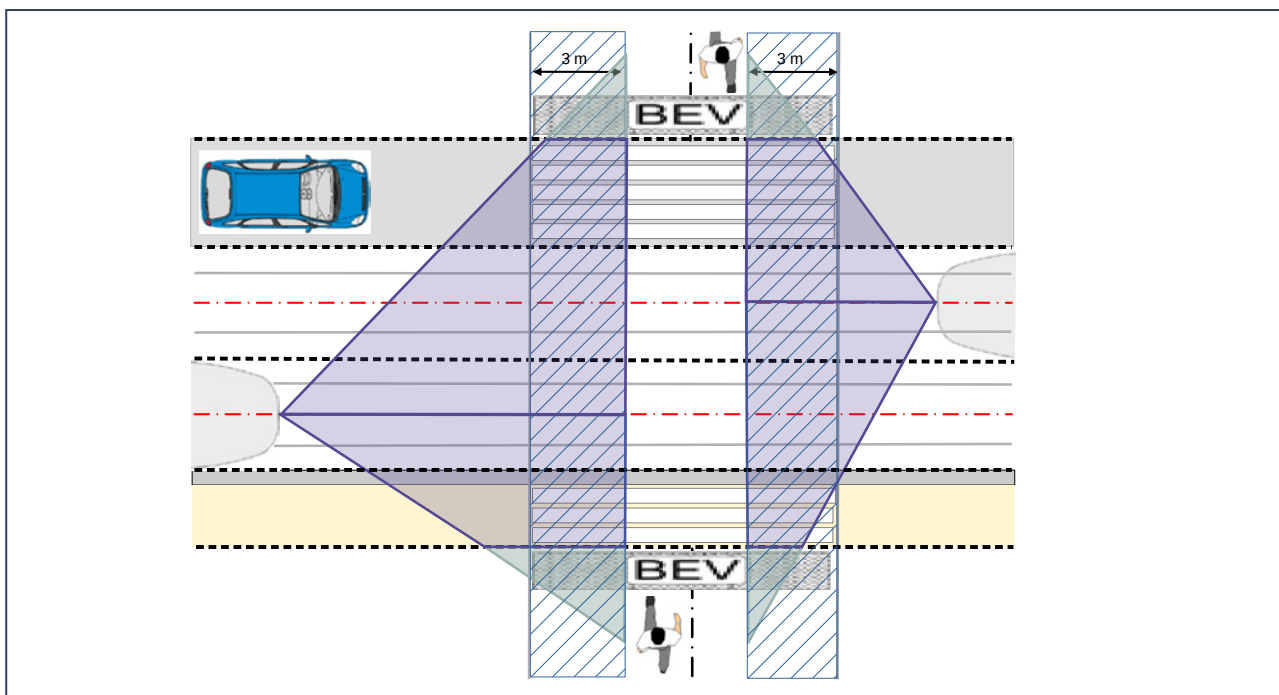


Schéma 21 : cône de visibilité dans le cas d'une traversée piétonne large matérialisée.

Cas B – Les aires piétonnes

En aire piétonne, l'objectif est de limiter les émergences pouvant créer un masque à la visibilité sur une bande de 1,5 m de part et d'autre du GLO, sur l'ensemble du linéaire de la traversée piétonne ou de l'aire piétonne. Cette valeur de 1,5 m a été définie au regard des vitesses tramway pratiquées en aire piétonne (de l'ordre de 20 km/h). Une valeur plus large pourrait également laisser la possibilité à un véhicule de s'arrêter (livraison notamment) en bordure de GLO, ce qui n'est pas souhaitable.

Nota : les livraisons en aire piétonne, ne sont pas à considérer comme un masque à la visibilité dans ces zones, compte-tenu des vitesses tramway pratiquées en aire piétonne et du caractère non permanent de ce stationnement. Néanmoins, elles ne devront pas être marquées à moins de 0,5 m du GLO (emportiage) et dans la mesure du possible positionnées à plus de 1,5 m du GLO. Les plages horaires de livraison seront préférentiellement limitées aux périodes de moindre affluence piétonne (6 h-10 h par exemple).

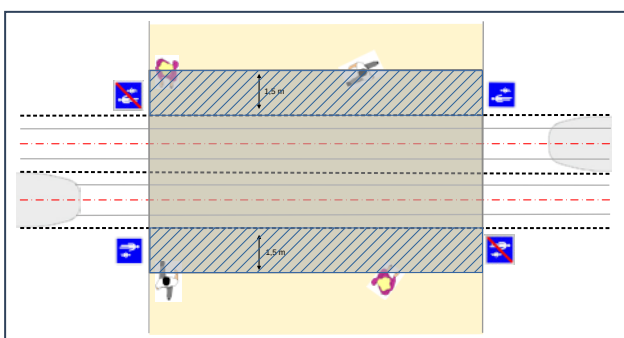


Schéma 22 : cône de visibilité dans le cas d'une aire piétonne.

3.4.5 Voirie comprenant plusieurs voies

Lorsqu'une voirie possède plusieurs voies pour un même sens de circulation, le cône de visibilité devra être représenté par rapport à un véhicule positionné sur la voie la plus proche de la voie tramway considérée.

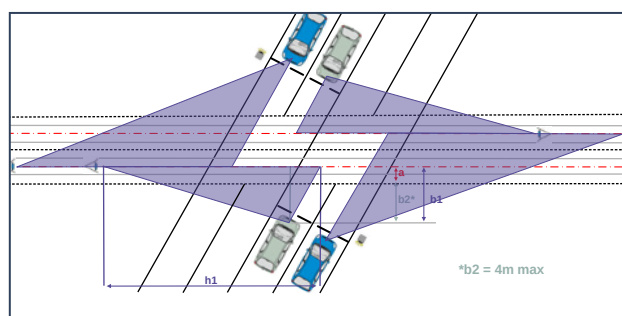
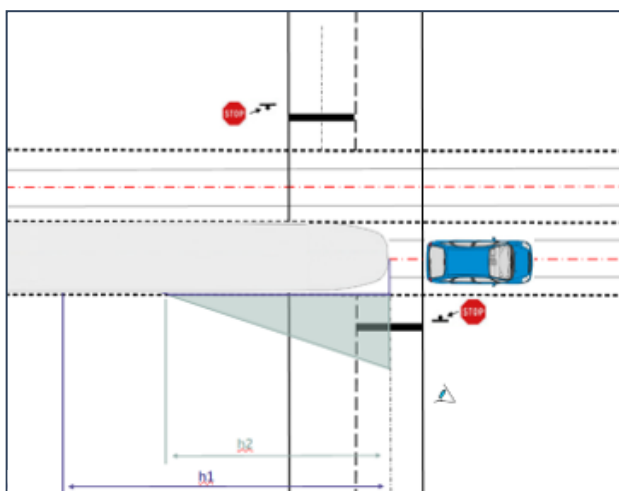
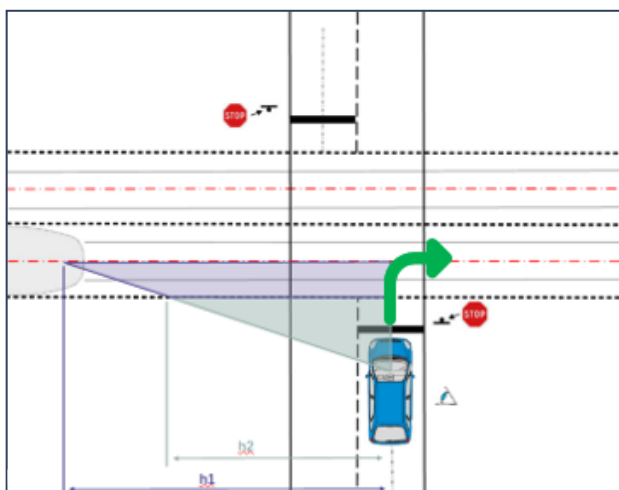


Schéma 23 : cône de visibilité VL en traversée de plate-forme, avec plusieurs voies VL.

3.4.6 Insertion sur un site banal

Dans le cas d'une insertion sur site banal non gérée par SLT, le cône de visibilité doit permettre à l'usager routier de s'insérer sur le site banal, avant que le tramway arrive sur l'intersection et ne le rattrape.

Le cône de visibilité à prendre en compte est à minima le même que celui défini pour les intersections sans SLT (cf. §3.1.4). Il faut noter cependant que la visibilité assurée par ce cône nécessitera de réaliser un freinage de service contrairement au principe général qui considère que le cône de visibilité permet au tiers de traverser la plate-forme sans impact sur la vitesse du tramway.



Schémas 24 : dans ce cas, le cône de visibilité permet que le tramway et le VL n'entrent pas en collision au niveau de l'intersection, mais il subsiste un différentiel de vitesse entre tramway et VL impliquant l'utilisation du freinage de service par le conducteur tram.

Dans un souhait de s'affranchir de cette problématique, le projet pourra prendre en compte une vitesse de consigne tramway pour le calcul du cône supérieure à la consigne réelle du site (+ 10 km/h).

Dans le cas d'une insertion sur site banal gérée par SLT, le cône de visibilité à prendre en compte se dessine selon les mêmes principes que celui du mouvement tournant.

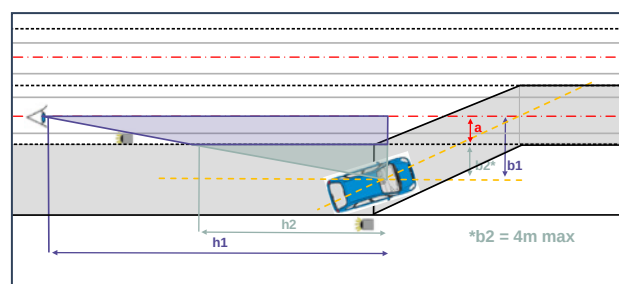


Schéma 25 : cône de visibilité pour l'insertion en site banal avec SLT.

4 • ACCEPTABILITÉ DES ÉMERGENCES DANS LES CÔNES DE VISIBILITÉ VIS-A-VIS DES TIERS DANS LE CADRE DES PROJETS

4.1 Le principe général

Dans le cadre des projets (création/modification d'une traversée), l'objectif est de limiter au maximum les émergences dans les cônes de visibilité. Les émergences avec les caractéristiques suivantes ne doivent pas se trouver dans les cônes de visibilité :

- pour la visibilité en approche d'une traversée piétonne, les émergences de diamètre supérieur à 0,25 m ;
- pour la visibilité en approche d'une traversée cycle ou VL, les émergences de diamètre supérieur à 0,5 m.

Si une émergence de ce(s) type(s) se situe dans un cône de visibilité, elle doit être supprimée ou déplacée¹⁰. Si cela n'est pas possible, un décalage de la traversée ou, à défaut une mesure permettant de limiter les risques de collision tramway/tiers (vitesse apaisée, barriérage...), est à envisager. Lorsque des émergences se situent dans les cônes de visibilité, leur acceptabilité s'effectue en considérant l'ensemble des émergences présentes dans le cône (et non uniquement par typologie), y compris lorsqu'elles ont un diamètre défini comme acceptable, en particulier dans les cas d'alignement (voir §4.2.2).

Nota : pour les arbres, le diamètre du tronc à prendre en compte est celui de la taille adulte. Une attention particulière devra être portée à la végétation grimpante plantée (ou présente) à la base des émergences, qui augmente leur diamètre initial. Les conditions de visibilité définies et acceptées au stade projet, et réalisées à la mise en service des aménagements, doivent être maintenues tout au long de la vie du système, idéalement à l'aide d'une convention avec le gestionnaire de voirie pour la partie sur le domaine public.

Nota : le Code de la voirie routière (articles L114-1 à 6), définit la notion de servitudes de visibilité, qui peuvent être rendues opposables via la soumission et l'approbation d'un plan de dégagement par les autorités compétentes, en cas de problématique de sécurité liée à une mauvaise visibilité. Le REX montre que les problématiques de visibilité les plus prégnantes concernent les propriétés privées situées à proximité immédiate du GLO. Une vigilance particulière est à apporter à ces situations dès le début des projets.

4.2 Traitement des émergences résiduelles dans les cônes de visibilité

4.2.1 Cas des émergences continues

Cas des barrières en croix

Ce type de barrière n'est pas considéré comme un masque à la visibilité, elles peuvent être présentes en alignement dans les cônes de visibilité. Il convient néanmoins d'apporter une attention particulière à l'utilisation détournée possible de ces barrières comme arceau vélo ou comme assise. En cas de pôle générateur d'affluence, des arceaux vélos sont à prévoir ainsi que du mobilier urbain adéquat.



Exemple de barrières en croix en alignement.

Cas des barrières à lisses verticales

Ce type de barrière est considéré comme un masque à la visibilité, elles ne doivent pas être présentes en alignement dans les cônes de visibilité. Aussi, lorsqu'un dispositif de type barrière en entrevoie est rendu nécessaire pour des raisons de sécurité (à justifier par ailleurs), et qu'il se situe dans le cône de visibilité, les barrières doivent être d'une typologie considérée comme ne formant pas un masque à la visibilité ou d'une hauteur inférieure à 60 cm dans le cas contraire.

Nota : le dessin du cône de visibilité de rame ne marquant pas d'arrêt en station pour les traversées contiguës à une station tramway n'est à considérer que lorsque l'absence d'arrêt en station est une configuration nominale d'exploitation (tramway express vs tramway omnibus).

10. Pour les poteaux LAC qui ne peuvent être supprimés des cônes de visibilité piétons, l'emplacement le moins défavorable du point de vue de la visibilité sera recherché.



Exemple de barrières à lisses verticales.

Cas des clôtures en grillage rigide ou simple torsion

Les clôtures en grillage rigide ou simple torsion peuvent être présentes dans les cônes de visibilité, quelle que soit leur hauteur, sous réserve de :

- ne pas superposer des grillages perpendiculaires ;
- ne pas avoir d'autres émergences dans les cônes de visibilité, hors émergences nécessaires à la conduite du tramway (signalisation verticale statique et/ou lumineuse) ;
- restriction de la vitesse d'approche à 40 km/h pour le tramway en amont de ces carrefours¹¹.

4.2.2 Cas des alignements d'émergences ponctuelles

L'acceptabilité d'une/des émergence(s) ou d'un alignement d'émergences dans le cône de visibilité s'apprécie en fonction de leur nombre, du diamètre et de l'espacement entre émergences pris parallèlement à la plate-forme :

- pour les émergences avec un diamètre strictement inférieur à 0,1 m, une attention particulière devra être portée à l'absence de proximité immédiate s'apparentant à une émergence « continue » ;
- pour les émergences avec un diamètre compris entre 0,1 m et 0,25 m (cône piéton)/0,3 m (autres types de cônes), l'espacement entre les émergences devra être supérieur à 3 m ;

- hors cône piéton, pour les émergences avec un diamètre compris entre 0,3 m et 0,5 m, l'espacement entre les émergences devra être supérieur à 5 m.

L'effet « d'alignement » est à prendre en compte y compris en cas d'émergences positionnées en « quinconce ».



Exemple de superposition de grillage rigide perpendiculaire non acceptable.



Grillage rigide contigu à la plate-forme.

EN SYNTHÈSE				
Ø (m)	Ø < 0,1	0,1 < Ø < 0,25	0,25 < Ø	
Cône piéton	Pas de contrainte d'espacement	Espacement de 3 m minimum		
Ø (m)	Ø < 0,1	0,1 < Ø < 0,3	0,3 < Ø < 0,5	0,5 < Ø
Cône VL et cône vélo	Pas de contrainte d'espacement	Espacement de 3 m minimum	Espacement de 5 m minimum	

11. Cette restriction de vitesse en amont du carrefour est issue du REX exploitant sur une configuration similaire.

5 • TRAITEMENT DES MASQUES NON PERMANENTS (VÉHICULE, TRAMWAY)

5.1 Cas considéré comme masque à la visibilité : le stationnement

Pour la détermination des masques à la visibilité présents dans les cônes, il faut également tenir compte des masques « non permanents », constitués par un véhicule ou un tramway arrêté sur un emplacement de stationnement : aucune partie de stationnement prévue pour un véhicule ou un tramway ne doit se trouver dans le cône de visibilité.

Nota : pour les stations à quais décalés, les vitesses de consigne de passage en station en présence de rame arrêtée, appliquées par les réseaux tramways, permettent à un tramway arrêté nominalement à quai de ne pas être dans le cône de visibilité.

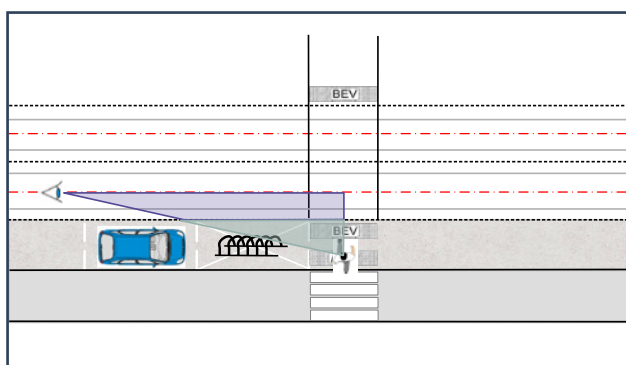


Schéma 26 : stationnement VL positionné en dehors du cône de visibilité.

5.2 Cas du véhicule arrêté à sa ligne d'effet des feux

Un véhicule arrêté nominalement à sa ligne d'effet des feux, et positionné dans un cône de visibilité (piéton et/ou cycle la plupart du temps) constitue un masque à la visibilité. Cependant ces configurations trouvent difficilement des alternatives pour dégager ce cône, nécessitant un recul de la ligne d'effet des feux parfois important et non crédible. Ces configurations sont donc considérées comme acceptables lorsqu'il existe un refuge entre plate-forme et voirie.

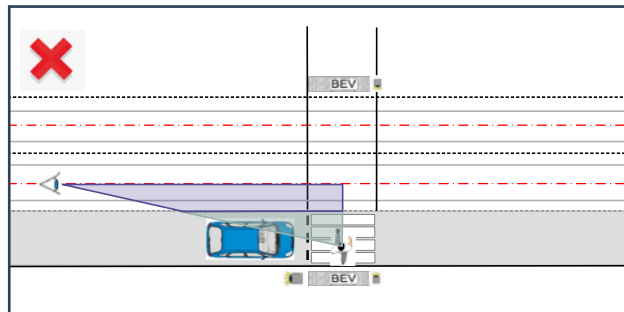
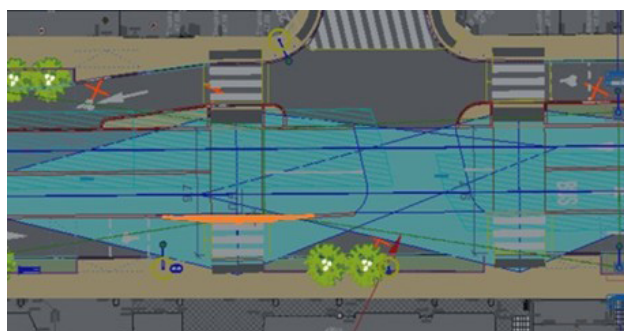


Schéma 27 : absence de refuge entre plate-forme et voirie, l'absence de véhicule arrêté dans le cône de visibilité nécessiterait un recul important de la LEF.

Les configurations avec absence de refuge entre plate-forme et voirie restent problématiques et à risques du point de vue de la sécurité des piétons :

- en présence de signalisation lumineuse, les véhicules routiers sont à l'arrêt, la traversée intempestive d'un piéton ne pourra pas être détectée par le conducteur tramway ;
- sans signalisation lumineuse, l'arrêt des véhicules routiers est un signe qui peut permettre au conducteur tramway d'appréhender la traversée d'un piéton, mais cela reste une situation à risques.

Ce type d'aménagement ne peut être acceptable que sous certaines conditions (voir Fiche IUTCS 2 - Tramway et traversées pour les piétons : principes d'aménagement), en essayant d'y intégrer un sas en cas de signalisation lumineuse, ou un îlot entre plate-forme et voirie.



Création d'un sas et d'un îlot de 50 cm entre plate-forme et voirie pour améliorer la visibilité.

6 • RENDU ATTENDU DANS LE CADRE DES PROJETS

6.1 Hypothèses de vitesse à prendre en compte pour le tracé des cônes de visibilité

La vitesse de consigne à prendre en compte est définie comme la vitesse maximale autorisée sur la zone, soit par consigne inscrite dans le RSE, soit par TIV sur zone. Sa valeur peut être modulée dans les cas suivants :

- station avec arrêt à proximité de l'intersection, pour laquelle on prendra en compte une rame en haut-le-pied et non à l'arrêt ;
- restriction de vitesse par TIV ou consigne à proximité de la zone.

Pour ces cas, la marche type du tramway peut être utilisée pour définir les vitesses à prendre en compte, en considérant une accélération ou une décélération du tramway prise égale à $1,2 \text{ m/s}^2$. Dans le cas où la vitesse de consigne tramway au droit de la traversée (piéton, cycle ou VL) est inférieure à la vitesse de consigne de la section courante qui la précède, la vitesse à prendre en compte pour le calcul des cônes est le minimum entre la vitesse de consigne de la section courante qui précède et la vitesse de consigne relative au franchissement

	Consigne de vitesse tramway de la section avant la traversée	Consigne de vitesse tramway de la traversée
Cas 1	25km/h	30km/h
Cas 2	30km/h	30km/h
Cas 3	35km/h	30km/h
Cas 4	40km/h	30km/h
Cas 5	50km/h	30km/h
Vitesse tramway à prendre en compte pour le calcul des cônes : Cas 1 → 25km/h Cas 2 → 30km/h Cas 3 → 35km/h Cas 4 → 40km/h Cas 5 → 40km/h		

Vitesse tramway à prendre en compte dans le calcul des cônes.

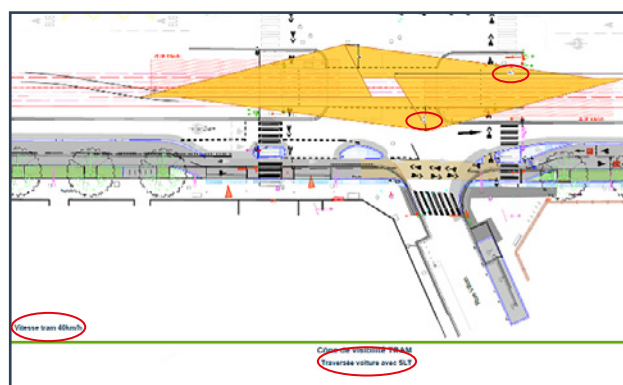
de la traversée considérée, additionnée de 10 km/h. En cas de consigne conditionnelle au niveau de la traversée (exemple : 25 km/h au niveau d'une traversée piétonne isolée en cas de présence de piéton), c'est la consigne de vitesse de la section qui est à prendre en compte.

6.2 Rendu attendu dans le cadre des projets

Dans le cadre des projets, création de ligne ou d'une nouvelle traversée, les éléments suivants sont attendus :

- les plans des nouveaux aménagements intégrant les cônes de visibilité, y compris lorsque la vitesse de consigne est inférieure à 30 km/h ;
- la présence et identification de l'ensemble des émergences sur ces plans.

Nota : les plans avec les cônes de visibilité sont attendus dans le cadre de l'instruction des DPS dans la mesure du possible (les cônes peuvent ne pas être précisément tracés pour les secteurs où le positionnement de la plate-forme est encore susceptible d'évoluer : dans ces cas une identification des émergences potentiellement problématiques au sens de la fiche est attendue).



Exemple de rendu attendu dans le cadre des projets (indication des dimensions du cône, de la vitesse tramway, du type de tiers).

Pour chaque cône dessiné, les types de tiers (piéton, vélo et VL) seront facilement identifiables (code couleur par exemple), les hypothèses de vitesse prises en compte et les dimensions seront indiquées (sur le plan ou sur une annexe).

L'analyse relative aux cônes dessinés intègrera les caractéristiques des émergences présentes dans les cônes (et en particulier pour la végétation les hauteurs maximales, le diamètre des troncs à la taille adulte,

la hauteur des premières branches, etc.), ainsi que l'acceptabilité de ces émergences au regard de cette fiche et les mesures compensatoires le cas échéant.

7 • OUTIL INFORMATIQUE POUR LA DÉTERMINATION DES CÔNES

L'ensemble des hypothèses et des formules de calcul présentées dans cette fiche ont été reprises dans un outil tableur, disponible en téléchargement sur le site du STRMTG : <http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/fiches-techniques-et-rapports-tramway-a554.html>

Celui-ci permet d'obtenir directement les dimensions des zones libres de masque à déterminer à partir de la saisie des variables descriptives de la configuration à vérifier, les paramètres généraux étant figés.

Le tableur contient 7 onglets, correspondant aux différents types de tiers selon le mode de gestion des conflits (avec ou sans SLT), et au cas de la visibilité sur la signalisation à destination du conducteur du tramway.

Chaque onglet reprend la logique générale du raisonnement appliqué, le schéma explicatif et le tableau des paramètres utilisés et des résultats.

Glossaire

- BEV : Bande d'éveil et de vigilance
- CDLP : Cédez-le-passage
- FNS : Freinage normal de service
- FU : Freinage d'urgence
- GLO : Gabarit limite d'obstacle
- IISR : Instruction interministérielle sur la signalisation routière
- LEF : Ligne d'effet des feux
- PAM : Personne aveugle ou malvoyante
- SAC : Signal d'aide à la conduite
- SLT : Signalisation lumineuse de trafic
- TIV : Tableau indicateur de vitesse

Réglementation

- Code de la route
- Code des transports
- [Décret n° 2017-440 du 30 mars 2017](#) relatif à la sécurité des transports publics guidés
- [Instruction interministérielle sur la signalisation routière \(IISR\)](#)
- [Arrêté du 15 janvier 2007 portant application du décret n° 2006-1658 du 21 décembre 2006](#) relatif aux prescriptions techniques pour l'accessibilité de la voirie et des espaces publics
- NF EN 13452-1 – Applications Ferroviaires – Systèmes de freinage des transports publics urbains et suburbains.

La série de fiches « Insertion urbaine des transports collectifs de surface – IUTCS »

- [Fiche n° 0 : IUTCS, une approche à développer](#)
- [Fiche n° 1 : Tramway et visibilité: enjeux et règles existantes](#)
- [Fiche n° 2 : Tramway et traversées pour les piétons : principes d'aménagement](#)
- [Fiche n° 3 : Tramway dans la circulation générale](#)
- **Fiche n° 4 : Tramway et visibilité: Méthodes et outils**
- [Fiche n° 5 : Tramway et modifications de voirie: Les obligations des gestionnaires](#)
- Fiche n° 6 : Les solutions pour améliorer la performance des lignes de bus
- Fiche n° 7 : Tramway et aménagements cyclables : Principes généraux et signalisation
- Fiche n° 8 : Tramway et aménagements cyclables : Recommandations de conception
- Fiche n° 9 : Évolution de la règle des 120 secondes : comment réduire l'attente aux feux ?
- Fiche n° 10 : Parangonnage et typologie des arrêts de transports en commun sur les autoroutes
- Fiche n° 11 : Tramway et circulation routière : Sécuriser les mouvements tournants
- Fiche n° 12 : Les couloirs bus bidirectionnels à voie unique : Optimiser le partage de la voirie

AGIR POUR DES TERRITOIRES ADAPTÉS AU DÉFI CLIMATIQUE

Le Cerema, établissement public à la fois national et local, accompagne l'État, les collectivités et les entreprises pour adapter les territoires au défi climatique, dans 6 domaines d'activité : aménagement et stratégies territoriales, bâtiment, mobilités, infrastructures de transport, environnement et risques, mer et littoral. Il relève des ministères chargés de l'Aménagement du territoire et de la Transition écologique.

Téléchargez nos publications sur doc.cerema.fr

TRAMWAY ET VISIBILITÉ

MÉTHODES ET OUTILS



STRMTG

Tramway avec un masque à la visibilité.

CONTRIBUTEURS

Marine Blancheton et Emmanuelle Le Roy (STRMTG)
Avec l'appui de Christian Sautel (Cerema) et Valérie de Labonnefon (STRMTG)

RELECTEURS

Sébastien Bergerou et Jérémy Diez (STRMTG), Flavien Lopez et Franck Monti (Cerema).

Cette fiche a été mise à jour dans le cadre d'un groupe de travail composé de : Marine Blancheton, Jérémy Diez, Muriel Etcheverry, Valérie de Labonnefon, Emmanuelle Le Roy (STRMTG), Christian Sautel, Flavien Lopez, Franck Monti (Cerema), Laëtitia Bedanne (RATP DEV), Cédric Cazau-Beyret (KEOLIS Bordeaux), Frédéric Dadou (SYTRAL), Rémi Delpierre (Transdev Saint-Etienne), Sébastien Duclos (Sébastien Duclos Ingénieur), Patrick Famey et Marine Romea (EGIS), Antoine Gadrat (Artelia), Anne-Sophie Malecha, Thibault Testemale (CERTIFER), Denis Marcellin (ERA), Olivier Mathieu (MNCA), Sébastien Paysan (Ile de France Mobilité), Stéphane Riou (SEMITAN), Christophe Thatcher (Auditsafe), Hervé Veber (Montpellier Méditerranée Métropole).

CONTACTS

Cerema Territoires et ville
Département MEPS
Tél. +33 (0)4 72 74 59 61
mobilities@cerema.fr



AMÉNAGEMENT & STRATÉGIES TERRITORIALES | BÂTIMENT
| **MOBILITÉS** | INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT |
ENVIRONNEMENT & RISQUES | MER & LITTORAL