

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 1 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

Règles uniformes APTU (Appendice F à la COTIF 1999)

Prescriptions techniques uniformes (PTU) applicables au sous-système Matériel roulant

WAGONS DE MARCHANDISE - (PTU WAG) - ANNEXE C

INTERACTION VEHICULE/VOIE ET GABARIT

GABARIT CINEMATIQUE

Note explicative :

Les textes de la présente PTU qui occupent toute la largeur de la page sont identiques aux textes correspondants des réglementations de l'Union européenne. Les textes sur deux colonnes diffèrent. La colonne de gauche contient les réglementations PTU, la colonne de droite, le texte des réglementations correspondantes de l'UE. Le texte dans la colonne de droite n'a qu'un caractère informatif et ne fait pas partie des réglementations de l'OTIF.

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

C.1 DOMAINE D'APPLICATION

Les gabarits utilisables dans les différents pays sont classés comme suit :

- Gabarit autorisé sans restriction : G1
Le gabarit cible, autorisé sur toutes les lignes (excepté au Royaume-Uni, voir annexe T)
- Gabarits dont l'usage sans restriction est limité à des itinéraires spécifiés précisément : Gabarits GA, GB, GC
- Gabarits dont l'utilisation doit être convenue par un accord préalable avec les gérants de l'infrastructure concernée : gabarits G2, 3.3, GB-M6, GB1, GB2, etc.
- Charges transportés sur les wagons
Concernant les charges transportées sur les wagons, seuls les profils et méthodes de chargement décrites dans l'appendice 6 seront acceptés.
- Transport combiné
Concernant les exigences liées au trafic du transport combiné, lesquelles utilisent des unités de chargement destinées à des volumes bien définis (caisses mobiles, conteneurs et semi-remorques) sur des wagons spécifiques, voir PTU de référence, chapitre 3.2.1.
- Véhicules interopérables à grande vitesse
Les véhicules des rames à grandes vitesses, interopérables au sein de la Communauté européenne, doivent être construits selon les gabarits prescrits à l'article 4.1.4 de la STI Matériel Roulant.
- Matériel roulant équipé d'un système de compensation d'insuffisance de dévers
Ce type de matériel roulant doit être vérifié selon la méthode décrite à l'Appendice 3.
- Pantographes
L'espace enveloppe des pantographes et des équipements montés en toiture doit

¹ STI Wagons de fret – Annexe à la décision de la Commission 2006/861/CE publiée au Journal officiel de l'UE L344 le 08.12.2006 telle que modifiée par la décision de la Commission 2009/107/CE publiée au Journal officiel de l'UE L45 le 14.02.2009.

² Si aucune référence n'est indiquée, le numéro de chapitre/section est le même que dans le texte de l'OTIF.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 2 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²


vérifié conformément à l'article 4.2.2.5.

- Gabarits de l'OSSJD
Les états membres de l'OSSJD utilisent des gabarits particuliers. Aussitôt que des documents techniques ou d'application deviennent disponibles, les textes correspondants seront repris à l'appendice 7.
- Portes et marchepieds
Les règles applicables aux portes et marchepieds sont reprises à l'Appendice 1.
- Compression des suspensions pour les zones situées en dehors du polygone de sustentation B — C — D
Les règles sont décrites à l'appendice 2.
- Utilisation des marges existantes disponibles au niveau de l'infrastructure par des véhicules ayant des paramètres définis.
Ces types de matériels roulants doivent être vérifiés avec la méthode décrite à l'appendice 4.

C.2 GENERALITES

C.2.1 LISTE DES NOTATIONS UTILISEES

- A : coefficient angulaire de déplacement du bogie
a : entraxe entre les essieux d'extrémité du véhicule non équipé de bogies ou entre les pivots d'un véhicule à bogie (Voir Nota)
b : demi-largeur du véhicule (Voir le croquis repris à l'appendice 2)
b1 : demi-distance entre les ressorts de suspension primaire (Voir le croquis repris à l'Appendice 2)
b2 : demi-distance entre les ressorts de suspension secondaire (Voir le croquis repris à l'Appendice 2)
bG : demi-distance entre les glisseurs
bw : demi-largeur de l'archet
C : centre de roulis (Voir la figure 3)
d : distance extérieure aux boudins de roues, mesurée à 10 mm en dessous des cercles de roulement, avec des boudins usés à la limite d'usure admissible, la limite absolue étant de 1,410 m. Ces limites peuvent varier en fonctions des critères de maintenance du véhicule en cause.
dga : courbe extérieure du déport
dgi : courbe intérieure du déport
D : mouvement latéral
Ea : réduction extérieure
Ei : réduction intérieure
E'a : déviation extérieure par rapport au déplacement autorisé du point de vérification supérieur du pantographe (6,5 m)
E'i : déviation intérieure par rapport au déplacement autorisé du point de vérification supérieur du pantographe (6,5 m)
E"a : déviation extérieure par rapport au déplacement autorisé du point de vérification inférieur du pantographe (5,0 m)
E"i : déviation intérieure par rapport au déplacement autorisé du point de vérification inférieur du pantographe (5,0 m)
ea : réduction extérieure verticale à la partie inférieure des véhicules
ei : réduction intérieure à la partie inférieure des véhicules
f : flexibilité verticale (voir Appendice 2)
h : hauteur par rapport au plan de roulement
hc : hauteur du centre de roulis en section transversale du véhicule par rapport au plan de roulement
ht : hauteur d'installation de l'articulation inférieure du pantographe par rapport au plan de roulement
J : jeu des lisseurs
J'a, J'i : différence entre les mouvements résultants des calculs et les mouvements dus

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 3 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

	aux jeux
l :	gabarit de la voie
n :	distance entre la section considérée et l'essieu d'extrémité adjacent ou le pivot le plus proche (Voir Nota)
na :	n concernant les sections situées à l'extérieur des essieux ou des pivots de bogies
ni :	n concernant les sections situées entre les essieux ou entre les pivots de bogies
n _μ :	distance de la section considérée avec le pivot de bogie moteur d'éléments multiples (Voir Nota)
p :	empattement du bogie
p' :	empattement de bogie porteur pour les éléments multiples
q :	jeu latéral entre l'essieu et le châssis de bogie ou entre l'essieu et la caisse du véhicule dans le cas de véhicule à essieux
R :	rayon de courbe de niveau
R _v :	rayon de courbe en vertical
s :	coefficient de souplesse du véhicule
S :	projection
So :	projection maximale
t :	index de souplesse du pantographe : mouvements latéraux, exprimés en mètres, auxquels est soumis l'archet lorsqu'il est levé à une hauteur de 6,50 m et placé sous l'effet de forces latérales de 300N
w :	jeu latéral entre le bogie et la caisse du véhicule
w [∞] :	jeu latéral entre le bogie et la caisse du véhicule en alignement
wa :	jeu latéral entre le bogie et la caisse du véhicule en courbe coté extérieur
wi :	jeu latéral entre le bogie et la caisse du véhicule en courbe, coté intérieur
wa(R) :	jeu latéral entre le bogie et la caisse du véhicule dans une courbe de rayon R, coté extérieur
wi(R) :	jeu latéral entre le bogie et la caisse du véhicule dans une courbe de rayon R, coté intérieur
w [∞] — w'a — w'i — w'a(R) — w'i(R) :	sont les mêmes pour les bogies des remorques sur rame à éléments multiples.
xa :	réduction supplémentaire pour les véhicules extrêmement longs à l'extérieur des pivots de bogie
xi :	réduction supplémentaire pour les véhicules extrêmement longs entre les pivots de bogie
y :	distance entre le pivot effectif et le centre géométrique du bogie (Voir Nota)
z :	écart par rapport à l'entraxe due à l'inclinaison quasi-statique et à la dissymétrie
z' :	différence entre l'inclinaison latérale basée sur le calcul et l'inclinaison réelle du point de vérification supérieur du pantographe
z'' :	différence entre l'inclinaison latérale basée sur le calcul et l'inclinaison réelle du point de vérification inférieur du pantographe
α :	inclinaison supplémentaire de la caisse du véhicule du au jeu des glisseurs
δ :	inclinaison de voie en dévers (Voir figure 3)
η ₀ :	angle de dissymétrie du véhicule due aux tolérances de construction, au réglage de la suspension et à la répartition inégale des charges (en degrés)
θ :	tolérance de réglage de la suspension : inclinaison que la caisse du véhicule peut atteindre par suite des imperfections de réglage de la suspension lorsque le véhicule repose à vide sur une voie de niveau (en radians)
μ :	coefficient d'adhérence roue-rail
τ :	tolérance de construction et de montage du pantographe : écart accepté entre l'axe central de la caisse et le milieu de l'archet supposé être levé à 6,5 m sans aucune contrainte latérale

Nota :

Afin de déterminer les valeurs de a et de n, dans le cas de véhicules sans pivots de bogies fixes, le point de rencontre de l'axe longitudinal du bogie avec celui de la caisse du véhicule sera déterminé graphiquement et considéré comme le pivot fictif; lorsque le véhicule se trouve situé dans une courbe d'un rayon de 150 m, les effets du jeu étant

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 4 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

répartis régulièrement et les essieux centrés sur la voie, si y est la distance entre le pivot fictif et le centre géométrique du bogie (situé à distance égale des extrémités des essieux), dans les formules, p_2 sera remplacé par

$(p_2 - y_2)$ et p'^2 par $(p'^2 - y_2)$.

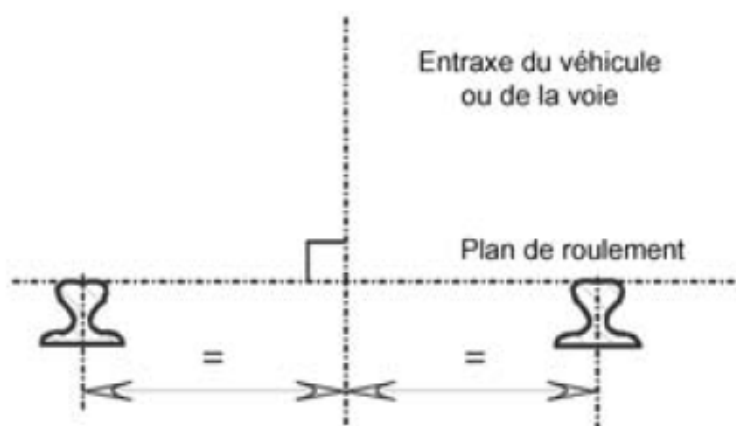
C.2.2 DEFINITIONS

C.2.2.1 Coordonnées normales

L'expression « Coordonnées normales » est utilisée pour définir un système d'axes orthogonaux dans un plan normal à l'entraxe de la voie en position nominale, l'un de ces axes, appelé parfois horizontal, est placé à l'intersection du plan spécifié et de la surface de roulement, l'autre est la perpendiculaire à cette intersection à égale distance des rails.

Pour les besoins du calcul, cet entraxe et l'entraxe du véhicule sont supposés coïncider afin de pouvoir comparer les gabarits de construction du véhicule et les gabarits représentant les limites du contour des ouvrages d'art, tous deux calculés sur les bases du contour de référence du gabarit cinématique, qui leur est commun.

Figure C1



C2.2.2 Contour de référence

Contour par rapport aux coordonnées normales, toujours accompagné des règles associées utilisées, pour le matériel roulant, pour définir le gabarit maximal de construction du véhicule.

C.2.2.3 Déport géométrique

L'expression déport géométrique signifie pour un élément d'un véhicule situé sur une courbe de rayon R , la différence entre la distance de cet élément à l'entraxe de la voie et celle qui existerait sur une voie en alignement, les essieux étant, dans les deux cas, placés sur l'entraxe de la voie, de même le jeu étant régulièrement réparti, le véhicule symétrique et non couché sur ses suspensions, en d'autres termes, c'est le déport de la partie de cet élément du véhicule du à la courbure de la voie.

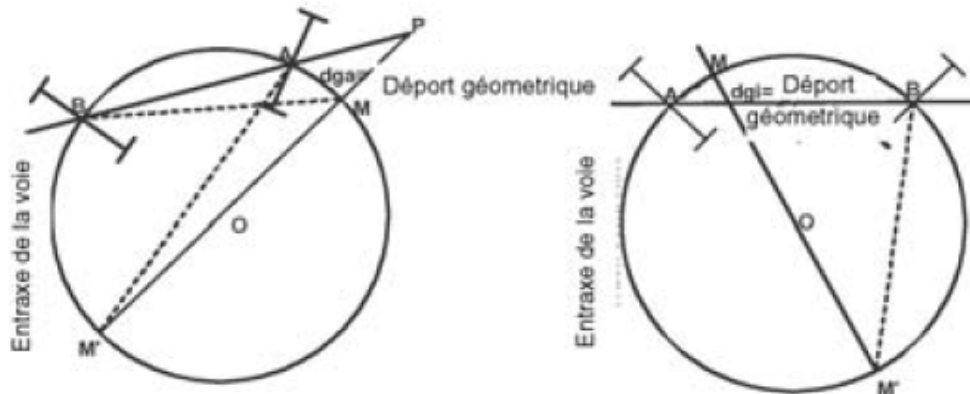
Sur un même coté de l'entraxe de la voie, tous les points d'une même section transversale de la caisse du véhicule ont le même déport géométrique.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 5 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C2



C.2.2.4 Centre de roulis C

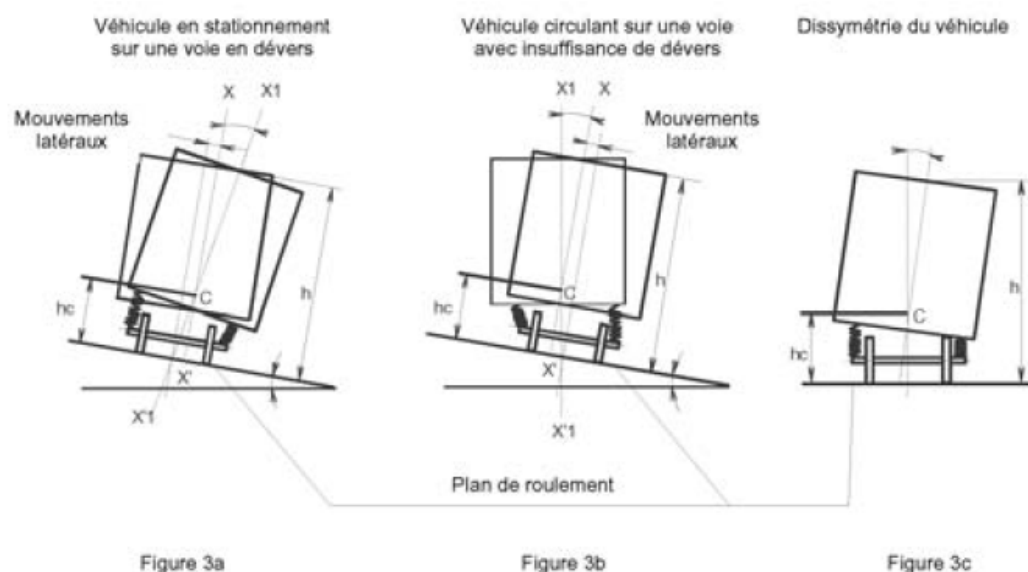
Quand la caisse du véhicule est soumise à une force latérale parallèle au plan de roulement (composante de la gravité, voir figure 3a, ou force centrifuge, voir figure 3b) elle bascule sur ses suspensions.

Si le jeu latéral du véhicule ainsi que l'effet de ses amortisseurs ont atteint leur limite, dans ces conditions, l'entraxe de la section latérale monte en position X1X'1.

Dans les cas courants des mouvements latéraux du véhicule, la position du point C est indépendante de la force latérale exercée. Le point C est réputé être le centre de roulis et sa distance h_c à la surface de roulement est la hauteur du centre de roulis.


La valeur de h_c peut être soit mesurée soit calculée. Dans le cas des positions extrêmes véhicule/bogie destinées à calculer le gabarit de construction maximal, la hauteur h_c doit être prise à l'une des butées caisse/bogie concernée (butées centrales ou butées en rotation), dans le cas où il n'est possible ni de mesurer ni de calculer h_c , il est considéré comme égal à 0,5 m.

Figure C3



C.2.2.5 Dissymétrie

La dissymétrie d'un véhicule est définie par l'angle η_0 qui sera formé entre la verticale et l'entraxe de la caisse d'un véhicule en stationnement sur une voie de niveau, en absence de tout frottement (Voir la Figure 3c).

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 6 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

La dissymétrie peut résulter de défauts de construction, d'un réglage irrégulier de la suspension (calage, glissoirs, valves de nivellement pneumatique) et d'une charge excentrée.

2.2.6 Coefficient de souplesse (Voir la figure Fig. C3)

Chaque fois qu'un véhicule en stationnement est placé sur une voie en dévers dont la surface de roulement forme un angle δ avec l'horizontale, sa caisse s'incline sur ses suspensions pour former un angle η avec la perpendiculaire au niveau du rail. La souplesse du véhicule est déterminée par le rapport :

$$s = \frac{\eta}{\delta}$$

Ce rapport peut être ou calculé ou mesuré. (Voir fiche UIC 505-5). Tout dépend en particulier de l'état de charge du véhicule.

Unités motrices avec un poids constant : Locomotives, etc. : état à vide, en ordre de marche

Véhicules avec un poids non constant : Unités multiples, voitures, fourgons, voitures à cabines de conduites, etc.

État à vide, en ordre de marche et en charge exceptionnelle (état charge maximale)

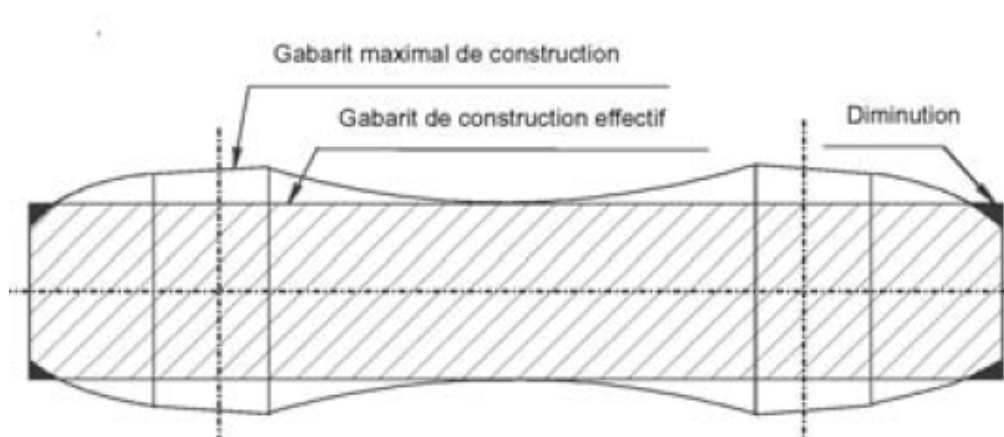
Véhicules avec un poids non constant : Wagons : état à vide, en ordre de marche et en charge maximale

C.2.2.6 Gabarit maximal de construction pour le matériel roulant

Le gabarit maximal de construction est le contour maximal obtenu en appliquant les règles donnant les réductions en rapport avec le contour de référence, que les différentes parties du matériel roulant doivent respecter. Les réductions dépendent des caractéristiques géométriques du matériel roulant en question, de la position de la section transversale par rapport au pivot du bogie ou des essieux, de la hauteur du point considéré par rapport au plan de roulement, des jeux de construction, de l'usure maximale autorisée et des caractéristiques élastiques de la suspension.


En règle générale, le gabarit effectif de construction utilise, en partie uniquement, les zones non hachurées placées dans le gabarit maximal de construction, pour le montage des marchepieds, des mains courantes etc.

Figure C4



C.2.2.7 Gabarit cinématique

Il couvre les positions les plus éloignées des centres de coordonnées normales susceptibles d'être atteintes par les différentes parties du matériel roulant, en prenant en considération les positions les plus défavorables des essieux sur les voies, le jeu latéral

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 7 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

et les mouvements quasi-statiques attribuables au matériel roulant et à la voie.

Le gabarit cinématique ne doit pas prendre en compte certains facteurs aléatoires (oscillations, dissymétrie si $\eta_0 \leq 1^\circ$) les parties suspendues des véhicules peuvent de ce fait dépasser le gabarit dynamique au cours d'une oscillation. Ce type de déplacements est pris en compte par le concepteur de l'infrastructure.

C.2.2.8 Mouvements quasi-statiques z

z est la partie des mouvements latéraux attribuables au matériel roulant (dès lors qu'il y a une insuffisance de dévers de 50 mm) et résultant de la technologie et de la souplesse des suspensions (coefficient de souplesse s), soit sous l'effet de la force centrifuge non compensée par le dévers ou soit par un dévers excessif (Voir figure 3a ou 3b) et sous l'effet de la dissymétrie η_0 (Voir Figure 3c). Cette valeur dépend de la hauteur h du point en question.

C.2.2.9 Saillies S (Figure C5)

C'est la partie située en dehors du contour de référence lorsque le véhicule est dans une courbe et/ou sur une voie avec un gabarit supérieur à 1,435 m

La demi-largeur du véhicule, ajoutée aux mouvements D, moins la demi-moitié du contour de référence au même niveau, est égale la valeur réelle de la saillie S par rapport au contour de référence.

Voir également la partie 2.3 « Saillies autorisées ».

C.2.2.10 Réductions Ei ou Ea

Pour s'assurer qu'un véhicule sur la voie ne dépasse pas «la position limite du véhicule» au regard de ses mouvements D, les dimensions de la demi largeur doivent être soumises aux réductions Ei ou Ea par rapport au contour de référence de telle façon que :

$$E_i \text{ or } E_a \geq D - S_o.$$

Avec la distinction de signification suivante :

- Ei: valeur de la réduction des dimensions de la demi-largeur du contour de référence concernant les sections situées entre les essieux d'extrémité des véhicules non équipés de bogies ou entre les pivots pour les véhicules équipés de bogies;
- Ea: valeur de la réduction des dimensions de la demi largeur du contour de référence concernant les sections situées au delà des essieux d'extrémité pour des véhicules non équipés de bogies ou au delà des pivots pour les véhicules équipés de bogies.

C.2.2.11 Contour du gabarit de l'infrastructure


Contour liés aux axes des coordonnées normales de la voie, au sein duquel aucun ouvrage ne doit pénétrer quelque soient les mouvements de la voie, élastiques ou non.

C.2.3 GENERALITES CONCERNANT LA METHODE D'OBTENTION DU GABARIT MAXIMAL DE CONSTRUCTION DU MATERIEL

L'étude du gabarit maximal de construction prend en compte les déplacements verticaux et latéraux du matériel roulant, évalués sur la base des caractéristiques géométriques du véhicule ainsi que celles de sa suspension dans différents cas de chargement.

En général, le gabarit maximal de construction d'un véhicule est déterminé pour les valeurs de n_1 et n_a , correspondant à celles situées au milieu du véhicule ainsi que de ses traverses de tête. Il est bien sûr nécessaire de vérifier tous les points de saillie, de même que ceux qui au vu de leur position, sont susceptibles de se trouver à proximité du gabarit maximal de construction du véhicule dans la section en cause.

En transversal, en prenant en compte les déplacements de la caisse du véhicule obtenus pour un point situé en section n_1 ou n_a , à une hauteur h de la surface de roulement, les demi largeurs du gabarit maximal de construction doivent être tout au plus égales aux

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 8 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

demi largeurs correspondantes du contour de référence, propre à chaque type de véhicule, diminuées des réductions E_i ou E_a .

Ces réductions doivent satisfaire à la relation E_i ou $E_a \geq D - S$ pour laquelle :

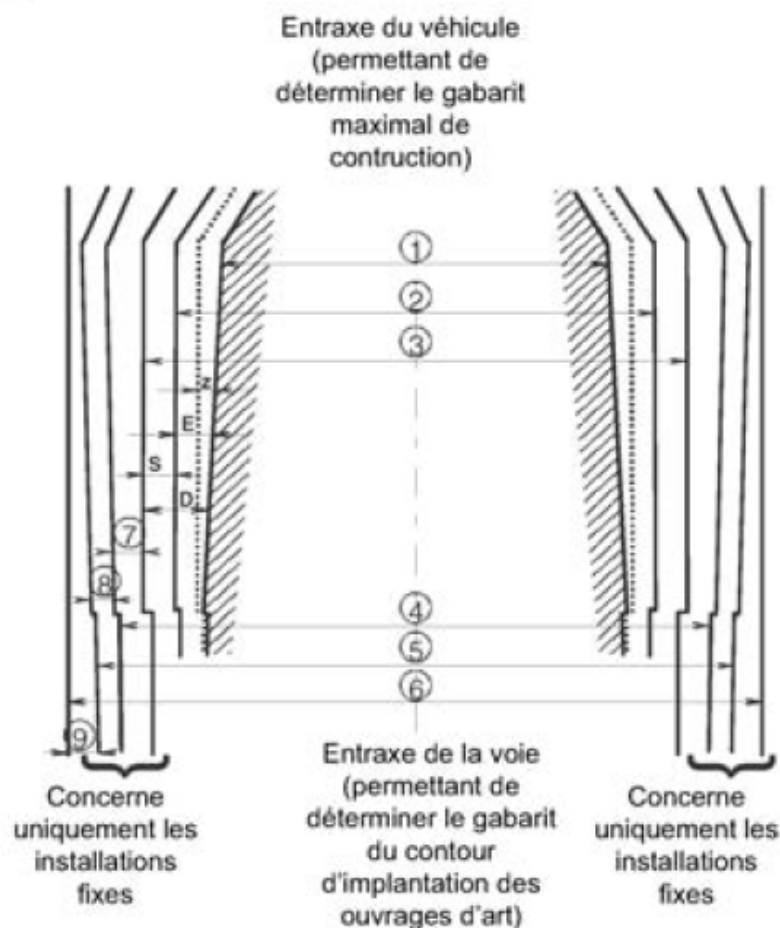
- D représente les déplacements dont les valeurs sont calculées par la formule à l'article 1.4.2.
- S représente les saillies maximales dont les valeurs sont indiquées à l'article 2.3 « Saillies autorisées ».


C.2.3.1 Positions relatives des différents gabarits

La figure C5 présente les différents gabarits les uns par rapport aux autres, ainsi que les éléments principaux impliqués dans la détermination du gabarit maximal de construction du matériel roulant.

Figure C5

Gabarits



 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 9 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C5

- ① Gabarit maximal de construction du matériel roulant
 - ② Contour de référence du gabarit cinématique
 - ③ Position limite prise par le matériel roulant dans la formule des réductions
 - ④ Gabarit cinématique du matériel roulant
 - ⑤ Gabarit de la limite des ouvrages d'art (obstacles)
 - ⑥ Gabarit d'implantation des ouvrages d'art (obstacles)
- z = mouvements quasi-statiques pris en compte dans la formule des réductions:
- pour un excès ou une insuffisance de dévers de 0,05 m,
 - pour la partie en dissymétrie dépassant 1°
 - pour un excès ou une insuffisance de dévers entre 0,05m et 0,2m au maximum qui n'est pas pris en compte par le département Voies et Travaux si $s > 0,4$ et/ou $H < 0,5m$
- E = Réduction (Ei ou Ea)
S = Saillie latérale (pour le matériel roulant S0 = saillie maximale)
D = Mouvement latéral
- ⑦ Mouvement quasi-statique du à l'excès ou à l'insuffisance de dévers dépassant 0,05m (pour $s = 0,4$, $hc = 0,5 m$)
 - ⑧ Valeur ajoutée par le département Voie et Travaux afin de prendre en compte les défauts de la voie en service, telles qu'oscillations et dissymétries supérieures ou égales à 1° et les déplacements qui en résultent .
 - ⑨ Tolérance propre à chaque réseau afin de prendre en compte des situations particulières (transports exceptionnels, marges en vue de l'augmentation de la vitesse, vents dominants traversants).

C.2.4 REGLES ASSOCIEES AU CONTOUR DE REFERENCE POUR LA DETERMINATION DU GABARIT MAXIMAL DE CONSTRUCTION DU MATERIEL ROULANT

Afin de déterminer le gabarit maximal de construction d'un véhicule, les règles associées aux contours de référence doivent prendre en compte :

- ses mouvements verticaux,
- ses mouvements transversaux.

Les tolérances de construction sont partiellement prises en compte dans le calcul de la dissymétrie.

La valeur nominale de la largeur du véhicule est obtenue en partant des dimensions du contour maximal de construction.

Les valeurs des tolérances ne doivent pas systématiquement être utilisées pour augmenter les dimensions du véhicule.

C.2.4.1 Mouvements verticaux

Pour un véhicule ou une partie donnée, ces mouvements permettent de déterminer une hauteur minimale et maximale au dessus du plan de roulement, ceci est particulièrement le cas pour :


- les parties situées autour de la section inférieure du gabarit (parties basses) ;
- le dégagement situé à 1 170 mm de la surface de roulement sur le contour de référence ;
- les parties situées sur la partie supérieure des véhicules.

Il est à noter que pour toutes les parties situées à une hauteur supérieure à 400 mm au dessus du plan de roulement, la composante verticale des mouvements quasi-statiques n'est pas prise en compte.

C.2.4.1.1 Détermination des hauteurs minimales au-dessus du plan de roulement

La hauteur minimale au-dessus du plan de roulement pour les parties situées dans la zone inférieure du gabarit (à 1 170 mm et en dessous) est déterminée en prenant en compte les mouvements verticaux décrits dans les articles ultérieurs.

Lors de l'étude de la souplesse des caisses des véhicules (voir aussi appendice 2), il

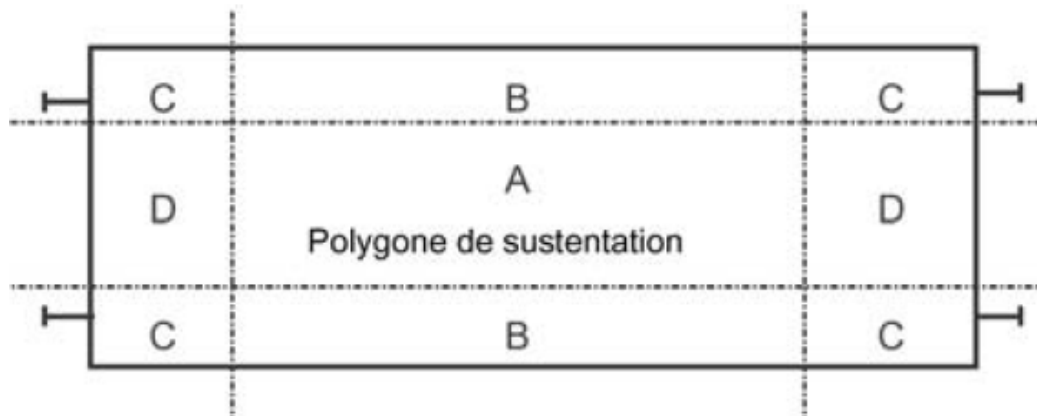
 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 10 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

convient de prendre en compte la répartition indiquée dans le diagramme ci-dessous.

Figure C6



Flexions indépendantes de la charge et de la suspension

Ces flexions doivent être prises en considération pour toutes les parties A, B, C et D du véhicule et concernent les éléments suivants :

- les roues : à usure maximale pour tous types de véhicules
- les différents éléments : à usure maximale — Par exemple : les lisseurs, la timonerie de frein, etc., pour tous les véhicules et pour chaque montage particulier
- Boîtes d'essieu : usure ignorée.
- Châssis de bogie : tolérances de fabrication par rapport aux dimensions nominales conduisant à l'augmentation de la flexion : Ignorées.
- Infrastructures de la caisse : tolérances de fabrication par rapport aux dimensions nominales conduisant à l'augmentation de la flexion : ignorées pour tous véhicules conventionnels et pour les wagons spéciaux.

Flexion dépendant de la charge et de la suspension des véhicules

1 – Distorsions structurelles : Flexions pour tous types de véhicule dans les zones A, B, C et D de sa caisse.

- | | | |
|--------------------|-----------------------|--|
| — Essieux | Flexion ignorée | |
| — Châssis de bogie | Flexion ignorée | |
| — Caisse | Flexion transversale | ignorée |
| | Gauche | Ignoré |
| | Flexion longitudinale | ignorée pour tous les véhicules, excepté les wagons pour lesquels la flexion est à prendre en compte sous l'effet de la charge maximale augmentée de 30 % pour les contraintes dynamiques. |

2 — Souplesse des suspensions

Types de ressorts

Les suspensions primaires et secondaires sont constituées de différents types de ressorts pour lesquels les flexions doivent être prises en compte :

- Ressorts en acier Flexion sous charge statique,
Flexion supplémentaire sous contrainte dynamique,
Flexion due au jeu des tolérances.
- Ressort en caoutchouc Mêmes flexions que pour les ressorts acier
- Ressort pneumatique Flexion totale avec les coussins dégonflés (y compris la suspension de secours si elle existe)
- Conditions de flexion de la suspension

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 11 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

- Égale et simultanée sur les suspensions (les zones A, B, C et D sont concernées).
- Wagons « conventionnels » : flexion totale (en talonnement).
- Wagons spéciaux : flexion sous l'effet d'une surcharge de 30 % sur la masse suspendue (afin de tirer profit au maximum du gabarit, particulièrement dans le cas de transport combiné ou de chargements encombrants) ou de la flexion totale (en talonnement).
- Autres flexions : voir appendice 3.

C.2.4.1.2 Passage en courbes de transition verticale (y compris les buttes de triages) et les appareils de frein de voie, de manœuvre ou d'arrêt

a) Véhicules avec un contour de référence (partie sous les 130 mm) en accord avec l'article C.3.2.3

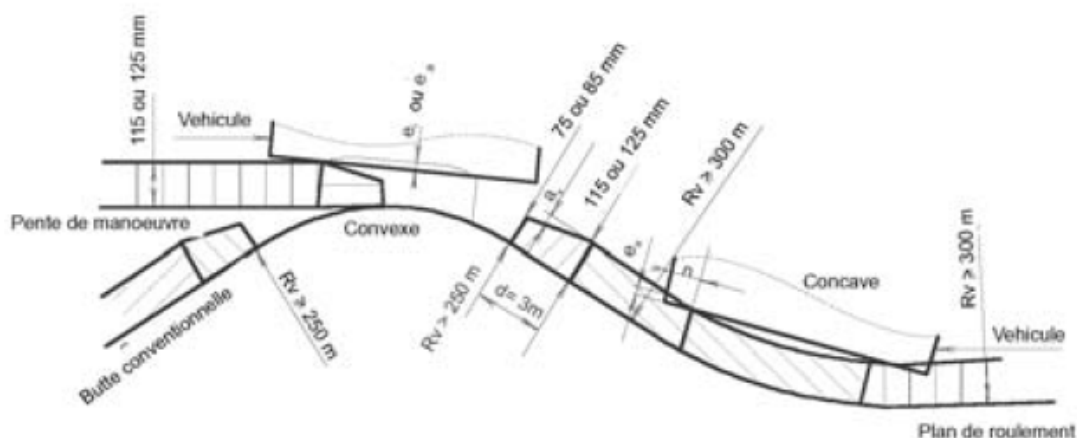
Les valeurs normales des réductions verticales e_i ou e_a doivent être prises en compte pour les voitures, à vide, pour les fourgons et les wagons à vide ou chargés.

Ces véhicules, dès lors qu'ils sont capables de passer à la butte de gravité, doivent pouvoir franchir les freins de voie en service ainsi que les autres dispositifs de manœuvre ou d'arrêt, situés sur des voies sans courbe dans le plan vertical, atteignant les hauteurs de 115 et 125 mm au dessus du plan de roulement, jusqu'à 3 m en partant de l'extrémité d'une courbe de transition convexe d'un rayon $R_v \geq 250$ m (dimension d).

Ils doivent être également capables de franchir ces mêmes installations situées à proximité ou dans des courbes de transition concaves d'un rayon $R_v \geq 300$ m.

En appliquant ces dispositions, les hauteurs inférieures de ces véhicules, en prenant en compte les mouvements verticaux, évalués tels qu'indiqué à l'article 1.4.1, doivent être, par rapport au plan de roulement, au minimum égales à 115 ou 125 mm, augmentées des quantités e_i ou e_a ci après :

Figure C7



e_i ou e_a : réductions verticales à la partie inférieure des équipements du véhicule par rapport aux dimensions de 115 ou 125 mm.

e_v : abaissement des freins de rails par rapport aux dimensions de 115 ou 125 mm.

Pour les sections placées entre les essieux d'extrémité ou les pivots de bogie (valeurs normales exprimées en mètres), l'objet de l'indexation numérique appliquée aux valeurs e_i et e_v est de permettre de distinguer les valeurs normales des valeurs réduites :

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 12 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$e_{il} = \frac{n(a-n-3)^2}{a \cdot 500} \text{ si } a \leq 17,80 \text{ m et } n < \frac{a-3}{n}$$

$$e_{il} = \frac{(a-3)^3}{3375a} \text{ wh si } a \leq 17,80 \text{ m et } n \geq \frac{a-3}{3} \text{ (1)}$$

$$e_{il} = \left[\frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-3} \right] \left[1 - \frac{n}{a-3} \right]^2 \left[\frac{a^2}{3375} - 0,04 \right] \text{ si } a > 17,80 \text{ m et } n < \frac{a-3}{3}$$

$$e_{il} = \frac{a^2}{3375} - 0,04 \text{ si } a > 17,80 \text{ m et } n \geq \frac{a-3}{3} \text{ (1)}$$

Notes :

Cette formule pour

$$n \geq \frac{a-3}{3}$$

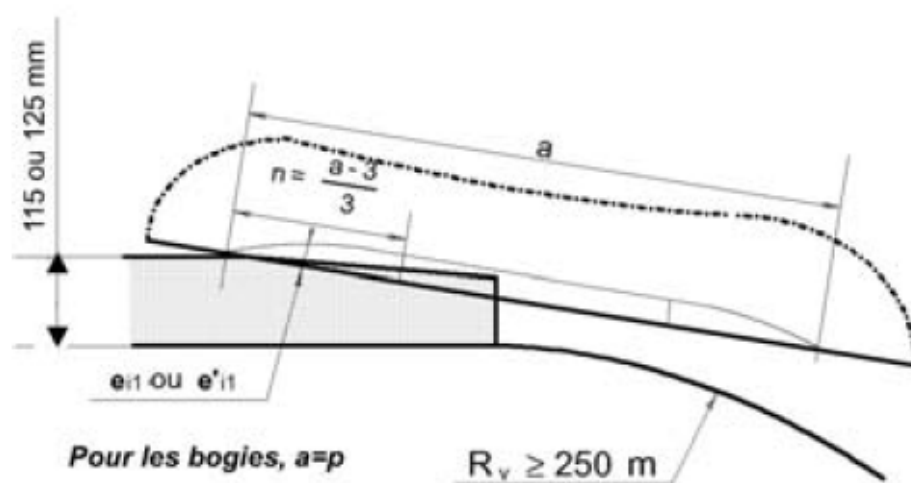
donne des réductions supérieures ou égales à celles résultant de la formule pour

$$n < \frac{a-3}{3}$$

Si les voitures, les wagons et fourgons, vides ou chargés peuvent être manœuvrés par gravité, ils doivent être également capables de franchir des courbes de transition convexes d'un rayon ≥ 250 m, sans qu'aucune autre partie que le boudin de roue ne se situe en-dessous du plan de roulement.

Cette condition, qui concerne la partie centrale du véhicule, s'ajoute à celle résultant, pour les véhicules longs, de la valeur de e_{il} issue de la formule de calcul.

Figure C8



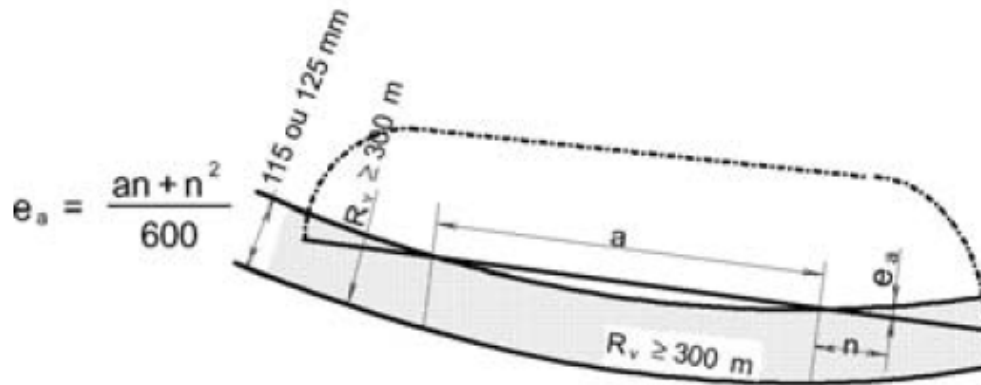
Pour les sections situées au delà des essieux d'extrémité ou des pivots de bogies (valeurs en mètres)

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 13 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C9



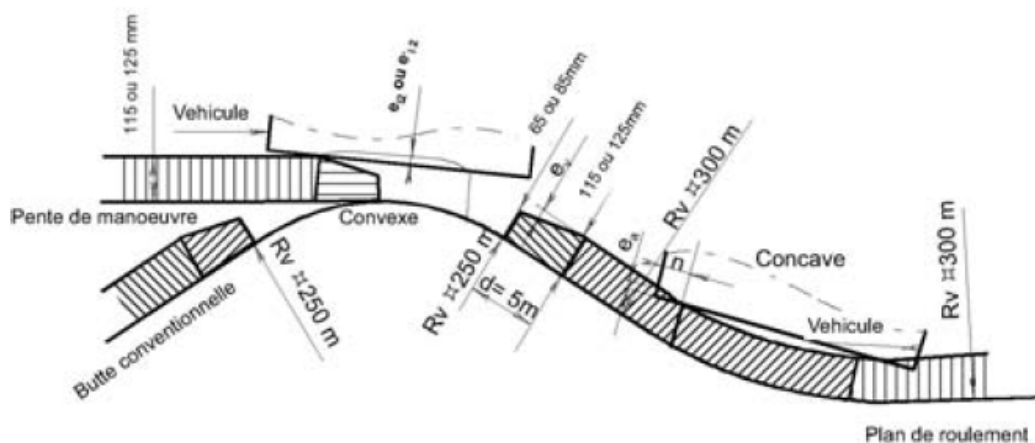
Les valeurs réduites pour l'augmentation de e_i (dans les sections situées entre les essieux d'extrémités ou les pivots de bogie) sont à prendre en compte pour certains types de véhicules lors du franchissement des courbes de transition y compris celles des buttes de manœuvre.

Ces valeurs réduites sont uniquement tolérées pour certains types de wagons, dans la mesure où elles nécessitent un espace supérieur à celui déterminé pour les valeurs normales. C'est par exemple le cas des wagons surbaissés utilisés dans le trafic combiné rail-route, et pour d'autres conceptions identiques ou similaires.

L'utilisation de ces valeurs réduites peut entraîner la prise de précautions particulières pour certaines gares de triage équipées de frein de voie au bas de la pente.

Pour ces véhicules, la valeur de la dimension d est portée à 5 m.

Figure C10



(Valeurs réduites exprimées en mètres)

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 14 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$e_{i2} = \frac{n}{a} \cdot \frac{(a-n-5)^2}{500} \text{ si } a \leq 15,80 \text{ m et } n < \frac{a-5}{3}$$

$$e_{i2} = \frac{(a-5)^3}{3375a} \text{ si } a \leq 15,80 \text{ m et } n \geq \frac{a-5}{3}$$

$$e_{i2} \left[\frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-5} \right] \left[1 - \frac{n}{a-5} \right]^2 \left[\frac{a^2}{3375} - 0,05 \right] \text{ si } a > 15,80 \text{ m et } n < \frac{a-5}{3}$$

$$e_{i2} = \frac{a^2}{3375} - 0,05 \text{ si } a > 15,80 \text{ m et } n \geq \frac{a-5}{3} \text{ (1)}$$

Notes :

(1) Cette formule pour

$$n \geq \frac{a-5}{3}$$

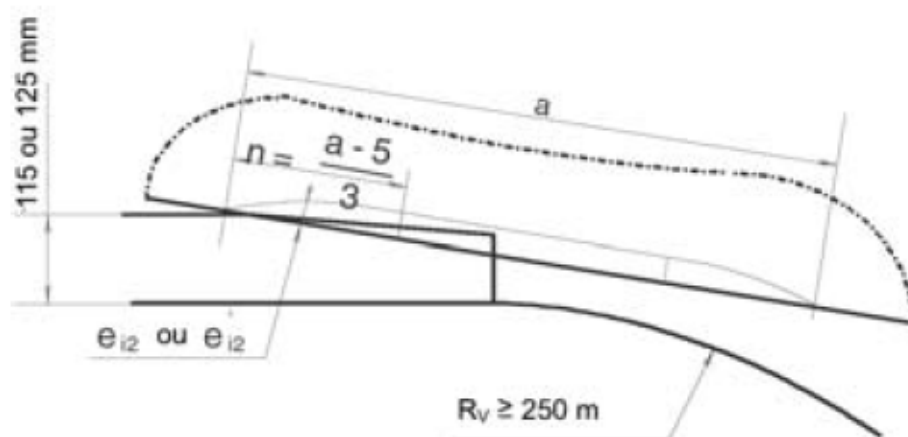
donne des réductions supérieures ou égales à celles résultant de la formule avec

$$n < \frac{a-5}{3}$$

Si les wagons peuvent être manœuvrés par gravité, ils doivent être également capables de franchir des courbes de transition convexes d'un rayon supérieur ou égal à 250 m, sans qu'aucune partie autre que le boudin de roue, ne se situe en dessous du plan de roulement.

Cette condition, qui s'applique à la partie centrale du wagon, s'ajoute à celles résultant de la valeur de e_i obtenue par la formule de calcul, pour les wagons longs.

Figure C11



Pour le cas des bogies $a = p$.

Tableau C1 indiquant les valeurs de E_i et de e_i exprimées en mm avec a et n exprimés en m.

**OTIF****MATERIEL ROULANT
WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C**PTU WAG - C
Page 15 sur 89Statut : **PROPOSITION**

Version : 01

Réf. : A 94-02-C/3.2011

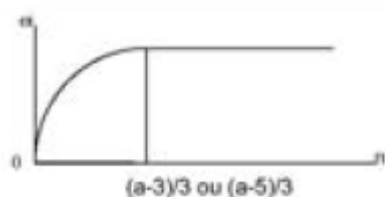
Original : EN

Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

a \ n	≥ 6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
20	79 69	78 69	78 69	76 68	73 66	69 63	63 59	57 54	49 46	39 37	28 27	15 14	0 0
19.5	73 63	73 63	72 63	71 62	68 61	65 59	60 55	54 50	46 43	37 35	26 25	14 14	0 0
19	67 57	67 57	67 57	66 57	64 56	60 54	56 51	50 46	43 40	35 33	25 24	13 13	0 0
18.5	61 51	61 51	61 51	61 51	59 51	56 49	52 47	47 43	41 37	33 30	23 22	13 12	0 0
18	56 46	56 46	56 46	56 46	54 46	52 45	48 42	44 39	38 34	31 28	22 20	12 11	0 0
17.5	52 41	52 41	52 41	51 41	50 41	48 40	45 38	41 35	36 31	29 26	21 19	11 10	0 0
17	48 36	48 36	48 36	48 36	47 36	45 35	43 34	39 31	34 28	28 23	20 17	11 9	0 0
16.5	44 31	44 31	44 31	44 31	44 31	42 30	40 30	37 28	32 25	26 20	19 15	10 8	0 0
16	41 26	41 26	41 26	41 26	41 26	40 26	38 25	34 24	30 21	25 18	18 13	10 7	0 0
15.5	37 22	37 22	37 22	37 22	37 22	37 22	35 22	32 21	28 19	23 16	17 12	9 6	0 0
15	34 20	34 20	34 20	34 20	34 20	34 20	32 20	30 19	27 17	22 14	16 11	9 6	0 0
14.5	31 18	31 18	31 18	31 18	31 18	31 18	30 17	28 17	25 16	21 13	15 10	8 6	0 0
14	28 15	28 15	28 15	28 15	28 15	28 15	27 15	26 15	23 14	19 12	14 9	8 5	0 0
13.5	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	25 13	24 13	21 13	18 11	13 8	7 5	0 0
13	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	23 12	22 12	20 11	17 10	12 8	7 4	0 0
12.5	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	20 10	18 10	15 9	12 7	7 4	0 0
12	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	16 8	14 8	11 6	6 4	0 0
11.5		16 7	16 7	16 7	16 7	16 7	16 7	16 7	15 7	13 7	10 5	6 3	0 0
11		14 6	14 6	14 6	14 6	14 6	14 6	14 6	13 6	12 6	9 5	5 3	0 0
10.5			12 5	12 5	12 5	12 5	12 5	12 5	12 5	10 5	8 4	5 2	0 0
10			10 4	10 4	10 4	10 4	10 4	10 4	10 4	9 4	7 3	4 2	0 0
9.5				9 3	9 3	9 3	9 3	9 3	9 3	8 3	6 3	4 2	0 0
9				7 2	7 2	7 2	7 2	7 2	7 2	7 2	6 2	3 1	0 0
8.5					6 1	6 1	6 1	6 1	6 1	6 1	5 1	3 1	0 0
8					5 1	5 1	5 1	5 1	5 1	5 1	4 1	3 1	0 0
7.5						4 1	4 1	4 1	4 1	4 1	3 1	2 1	0 0
7						3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	3 0	2 0	0 0
6.5							2 0	2 0	2 0	2 0	2 0	1 0	0 0
6										1 0	1 0	1 0	0 0
5.5											1 0	1 0	0 0
5												0 0	0 0
4.5													0 0




valeurs normales



valeurs réduites

b) Véhicules non autorisés à la butte de manœuvre en raison de leur longueur

Les voitures à vide et les wagons, aptes au trafic international ainsi que les fourgons vides ou chargés, qui ne sont pas autorisés à franchir les buttes de manœuvre des triages, en raison de leur longueur, doivent cependant respecter le contour repris à

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 16 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

l'article C.3.2.3 afin de permettre l'usage des dispositifs de manœuvre ou de frein lorsqu'ils se trouvent situés sur une voie sans courbure verticale.

c) Tous véhicules

Tous les véhicules doivent être capables de franchir des courbes de transition convexes ou concaves d'un rayon $R_v \geq 500$ m, sans qu'aucune partie, autre que le boudin de roue, ne se situe en dessous du plan de roulement.

Ceci concerne les véhicules destinés aux grandes lignes dont :

- l'empattement est supérieur à 17,8 m,
- le porte-à-faux est supérieur à 3,4 m.

d) Cas particuliers

Les cas particuliers suivants doivent être pris en compte :

- Courbes de transition verticale pour les véhicules équipés d'attelages automatiques.
- Angle d'inclinaison pour les véhicules embarquant sur les ferries.

C.2.4.1.3 Détermination des hauteurs maximales au dessus du plan de roulement

La valeur des mouvements verticaux qui doit être prise en compte vis à vis des parties supérieures du matériel roulant si h est $\geq 3\,250$ mm, est déterminée en considérant les mouvements dynamiques de montée du matériel roulant à vide, en ordre de marche et hors usure.

Dans cette zone, les véhicules s'approchent du contour de référence sous l'influence :

- 1) des oscillations verticales montantes,
- 2) de la composante verticale de l'inclinaison quasi-statique,
- 3) des mouvements transversaux.

En conséquence, les dimensions du contour de référence doivent être diminuées des valeurs générées par ces mouvements ξ , s'ils peuvent être calculés ou alors d'une valeur constante de 15 mm par étage de suspension.

Il doit cependant être noté, que si le véhicule est soumis à une inclinaison quasi-statique, le côté opposé à l'inclinaison se soulève mais en même s'écarte du contour de référence de telle manière qu'aucune interférence n'est à craindre.

Inversement, du côté de l'inclinaison, le véhicule s'affaisse, compensant partiellement de ce fait les mouvements de montée.

Pour une valeur d'excès ou d'insuffisance de dévers de 50 mm, la réduction verticale, $\Delta V(h)$ du contour de référence pour des hauteurs nominales supérieures à $h = 3,5$ m est par approximation, exprimée ainsi :

$$\Delta V(h) = \xi - \left\{ \frac{\left[\frac{1}{2} L_{CR}(h) - E_i \text{ or } a \right] s}{30} \right\}$$

ou

$$\frac{1}{2} L_{CR}(h)$$

représente la demi-largeur du contour de référence,

E_i ou E_a les réductions transversales,

s le coefficient de souplesse du véhicule,

ξ la résilience du véhicule (terme fixe ou calculé).

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 17 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

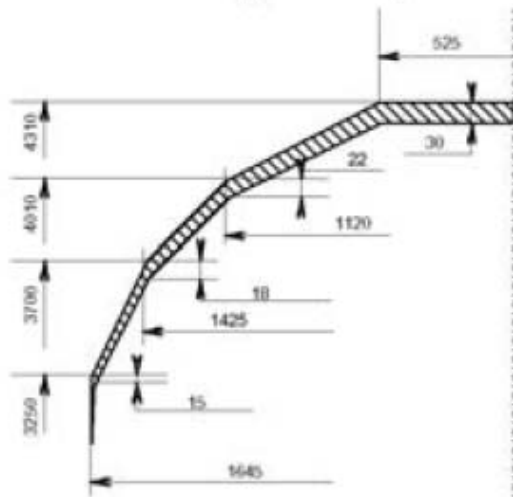
Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Exemple : Pour un véhicule avec une réduction E_i ou E_a de 217 mm basée à $h = 3,25$ m, on obtient :

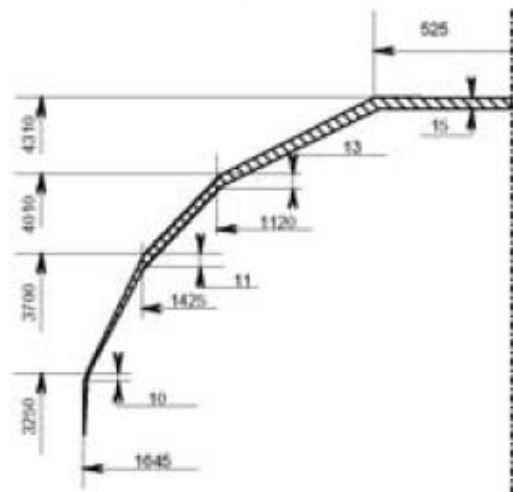
Réductions pour le chanfrein des bords de la partie supérieure du contour de référence.

Figure C12

Véhicules à 2 étages de suspension $s = 0.3$; $\xi = 30$ mm



Véhicules à 1 étage de suspension $s = 0.1$; $\xi = 15$ mm



C.2.4.2 Mouvements latéraux (D)

Ces mouvements sont la somme des mouvements suivants :

- mouvements géométriques résultant de la circulation du véhicule sur des voies en courbes et en alignement (déports, jeux latéraux, etc.) ou l'entraxe du véhicule est considéré se trouver en position verticale par rapport à la surface de roulement,
- mouvements quasi-statiques résultant de l'inclinaison des parties suspendues sous l'influence de la gravité (voie en dévers) et/ou par l'accélération centrifuge (voie en courbe).
- flexion latérale de la caisse du véhicule, elle est généralement ignorée, excepté pour des types particuliers de wagons ou pour des wagons hyper lourds pour lesquels ces valeurs sont particulièrement élevées.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 18 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

C.2.4.2.1 Position sur la voie d'un véhicule en circulation et facteur de déplacement (A)

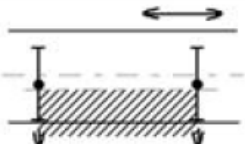



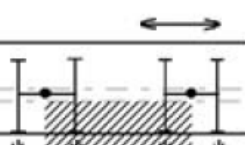

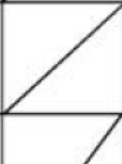


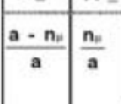


Les différentes positions sur la voie d'un véhicule en circulation dépendent du jeu transversal des différents éléments qui relient la caisse du véhicule à la voie et de la configuration des organes de roulement (essieux indépendants, bogies moteurs, bogies porteurs, etc.).

Il est cependant nécessaire de considérer les différentes positions que le véhicule peut occuper sur la voie et aussi de prendre en compte tout facteur de déplacement (A) qui doit être appliqué à certains termes de la formule de base utilisée pour le calcul des réductions internes E_i et externes E_a .

Le facteur de déplacement et la position sur la voie du véhicule en circulation sont donnés par le tableau ci dessous. Les conditions des positions en circulation, pour les cas de configuration d'essieux non repris dans le tableau qui doivent être pris en compte, sont celles les moins favorables.

Pour les véhicules articulés, il est recommandé de choisir la position en circulation des véhicules à deux bogies.

Tableau 2 Facteur de déplacement et position du véhicule sur la voie

Calcul des réductions internes - E _i								
Position de circulation en voie	Termes pour lesquels le facteur A s'applique	$\frac{1.465 - d}{2}$	W		$\frac{p^2}{4}$ (en courbe)			
			En alignement	Fonction du rayon de courbure				
			W ₋	W' _(R)				
En alignement		Facteur de déplacement A						
1	Véhicules à deux essieux ou à bogies pris individuellement et éléments associés		1					
2	Véhicules à deux bogies exceptés ceux ci dessous		1	1				
3	Véhicule avec à une extrémité un bogie moteur et l'autre un bogie porteur ou considéré comme tel		1	W_{-} $\frac{a - n_p}{a}$	W'_{-} $\frac{n_p}{a}$			

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 19 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

En alignement			Facteur de déplacement A				
4	Véhicules à deux essieux ou à bogies pris individuellement et éléments associés		Les positions en circulation et les facteurs de déplacement sont identiques en courbe et en alignement				
5	Véhicule avec deux bogies moteurs ou considérés comme tels		1		1	1	
6	Véhicule avec à une extrémité un bogie moteur et l'autre un bogie porteur ou considéré comme tel		$\frac{a - n_p}{a}$		$W_{(R)}$	$W'_{(R)}$	$\frac{p^2}{4}$
7	Véhicule avec deux bogies porteurs ou considérés comme tels (1) Cas particulier pour les wagons		0 0(1)		1 1(1)	1 1(1)	
Calcul des réductions internes E _a							
Position de circulation en voie	Termes pour lesquels le facteur A s'applique	$\frac{1,465 \cdot d}{2}$	q	Fonction du rayon de courbure			$\frac{p^2}{4}$ (en courbe)
				En alignement			
				W_{en}	$W'_{(R)}$	$W_{d(R)}$	
En alignement			Facteur de déplacement A				
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$					
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$					
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$					
			$\frac{W_{en}}{a}$	$\frac{W'_{en}}{a}$			
			Bogie moteur en tête	$\frac{n}{a}$			
			$\frac{a}{a}$	$\frac{a}{a}$			
			Bogie porteur en tête	$\frac{n}{a}$			
			$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$			

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

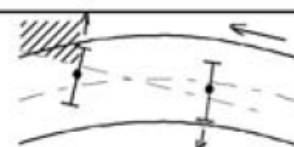
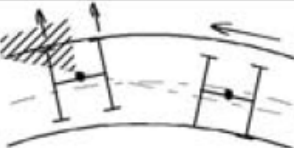

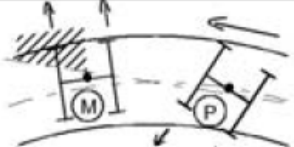



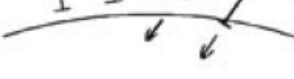
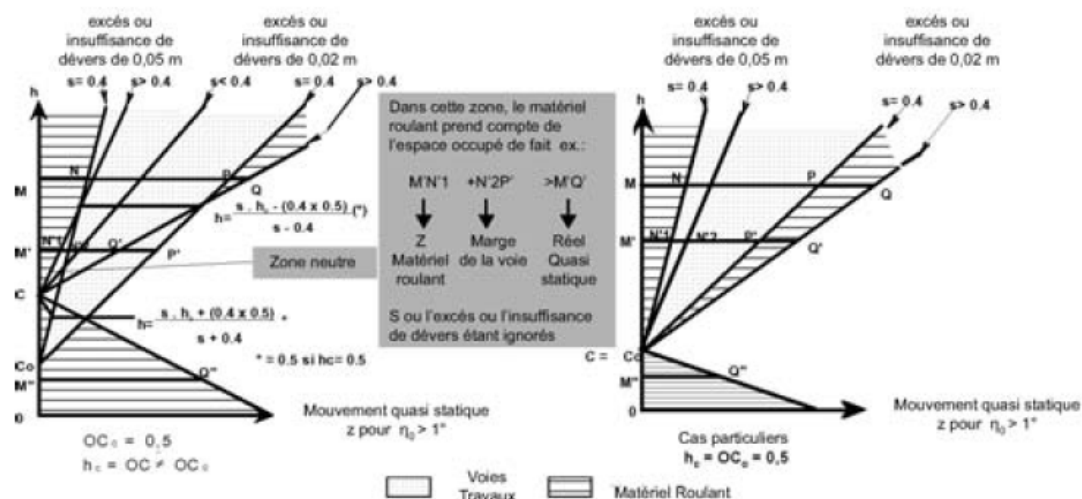
En courbes	Facteur de déplacement A					
	Les positions en circulation et les facteurs de déplacement sont identiques en courbe et en alignement					
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	1
	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{W_{(R)}}{n}$	$\frac{W'_{(R)}}{n+a}$	$\frac{p^2}{4}$
	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{n+a}{a}$
	$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$	1
	$\frac{n+a}{a}^{(1)}$	$\frac{2n+a}{a}^{(1)}$	$\frac{2n+a}{a}^{(1)}$	$1_{(1)}$		

Figure C13



C.2.4.2.2 Cas particulier des automotrices et des voitures équipées d'une cabine de conduite pour la réversibilité (remorque ayant une cabine de conduite)

Pour ce matériel roulant, les bogies sont classés selon leur coefficient d'adhésion μ au démarrage.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 21 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Si $\mu \geq 0,2$ le bogie est désigné «moteur»,

Si $0 < \mu < 0,2$ le bogie est considéré «porteur»

Si $\mu = 0$ le bogie est considéré «porteur».

C.2.4.2.3 Mouvements quasi statiques (z)

Ces mouvements sont pris en compte lors du calcul de E_i ou de E_a , selon le coefficient de souplesse s , la hauteur h au dessus de la surface de roulement du point considéré et la hauteur du centre de roulis h_c .

La direction de l'infrastructure doit définir le gabarit de contour des obstacles pour $h > 0,5$ m lorsque l'excès ou l'insuffisance de dévers sont supérieurs à 0,05 m, en calculant de manière conventionnelle l'inclinaison supplémentaire quasi statique du matériel roulant avec un coefficient de souplesse de 0,4 et une hauteur du centre de roulis de 0,5 m.

Le département matériel roulant doit déterminer E_i et E_a en prenant en compte :


- un excès ou insuffisance de dévers de 0,05 m ;
- et, si c'est approprié, un excès ou une insuffisance de dévers de 0,2 m lorsque les valeurs respectives de s et de h_c qui conduisent au gabarit défini par le département voie et travaux sont dépassées (Voir figure ci dessous et l'article 1.5.1.3).
- l'influence, au-delà de 1° , de la dissymétrie résultant de la conception et du jeu des tolérances (1) (jeu des lissiors) et de toute irrégularité dans la répartition de la charge normale. L'influence d'une dissymétrie inférieure à 1° est prise en compte dans le gabarit de contour des obstacles de même que les oscillations latérales créées de façon aléatoire en provenance tant du matériel roulant que de la voie (phénomène de résonance en particulier).

En alignement	Equation	De ces équations opposées, on déduit la longueur des segments ci dessous, ces valeurs apparaissant également dans les cas particuliers de l'article 8.1.3
CoN	$z = 0,4 \cdot 0,05 \left \frac{h - 0,5}{1,5} \right $	Excès ou insuffisance de dévers = 0,05 m
	$z = s \cdot 0,05 \left \frac{h - h_c}{1,5} \right $	$\overline{M'N'_1} = s \cdot 0,05 \frac{h - h_c}{1,5} = \frac{s}{30} h - h_c $
	$z = 0,4 \cdot 0,2 \left \frac{h - 0,5}{1,5} \right $	Excès ou insuffisance de dévers = 0,2 m
CN'1	$z = s \cdot 0,2 \left \frac{h - h_c}{1,5} \right = \frac{4s}{30} h - h_c $	$\overline{MQ} \text{ ou } \overline{M''Q''} = \left(\frac{s}{30} + \frac{s}{10} \right) h - h_c $ $= \frac{4s}{30} h - h_c $
CoP		$\overline{NP} = 0,4(0,2 - 0,05) \frac{h - 0,5}{1,5}$ $= 0,04(h - 0,5)$
CQ		
CQ'']		

(Dans les formules ci dessus, les dimensions sont exprimées en mètres)

C.2.5 DETERMINATION DES REDUCTIONS PAR LE CALCUL

Les réductions E_i et E_a sont déterminées sur la base de la relation fondamentale suivante :

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 22 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

La réduction E_i ou E_a = Déplacement D_i ou D_a - Saillie S_o

Réductions internes

$$E_i = \frac{an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{1,465 - d}{2}(A) + q + w(A) + z + x_i - S_o$$

et réductions externes

$$E_a = \frac{an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4}(A)}{2R} + \frac{1,465 - d}{2}(A) + q(A) + w(A) + z + x_a - S_o$$

Dans ces formules :

- A, facteur de déplacement, décrit la position des essieux sur la voie, les valeurs de A sont données à l'article (Voir ATMF en page 30).
- D_i ou D_a est la somme de ces mouvements défini dans le paragraphe suivant.
- S_o est la saillie maximale.

x_i et x_a sont des termes particuliers destinés au calcul des véhicules à très grand empattement.

C.2.5.1 Termes pris en compte dans le calcul des mouvements (D)

Au regard des caractéristiques particulières de chaque type de véhicule, des termes supplémentaires sont nécessaires et certains paramètres peuvent modifier les termes suivants :

C.2.5.1.1 Termes concernant la position de circulation du véhicule en courbe (déport géométrique)

$$\frac{1}{2R} \left(an_i - n_i^2 + \frac{p^2}{4} \right)$$

= déport géométrique pour une section donnée dirigée vers l'intérieur d'une courbe de rayon R (problème des sections de caisse situées entre les pivots de bogies ou les essieux).

$$\frac{1}{2R} \left(an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} \right)$$

= déport géométrique d'une section donnée dirigée vers l'extérieur d'une courbe de rayon R (problème des sections de caisse situées à l'extérieur des pivots de bogie ou des essieux)

Note :

pour les véhicules spéciaux ayant des configurations de bogies particulières, ces formules doivent être adaptées.

C.2.5.1.2 Ensemble des termes concernant le jeu latéral


La valeur de tous ces jeux est mesurée à angle droit des essieux ou des pivots, avec toutes les pièces à limite d'usure.

Les positions du véhicule en circulation sur la voie, comme indiqué à l'article 7.2.2, permettent de prendre en compte le jeu dans la formule et de déterminer la valeur du coefficient de déplacement applicable, afin de calculer leur effet sur la section considérée.

$$\frac{1,465 - d}{2}$$

= jeu de l'essieu en voie

q = jeu entre les essieux et le châssis et/ou les essieux et la caisse du véhicule. En

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 23 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

d'autres termes, le mouvement latéral entre les boîtes d'essieux et les fusées, plus le jeu entre le châssis et les boîtes d'essieux depuis leur position centrale et de chaque côté.

w = jeu des pivots de bogie ou des traverses danseuses, depuis leur position centrale et de chaque côté, ou pour des véhicules sans pivot, débattement latéral possible de la caisse du véhicule par rapport au châssis du bogie, depuis sa position centrale et, selon le rayon de courbe et la direction de leur mouvement.

Si la valeur de w varie avec le rayon de courbure :

- $w_i(R)$ signifie que w est considéré pour un rayon R à l'intérieur de la courbe ;
- $w_a(R)$ signifie que w est considéré pour un rayon R et à l'extérieur de la courbe ;
- w^∞ signifie que w est considéré dans une voie en alignement.

En fonction des caractéristiques particulières de chaque type de véhicule, ce terme peut être indicé successivement : w' , w_i , w'_i , etc. Il peut aussi être la somme de certaines de ces notations : $w_i + w_a$, etc., chacun de ces termes étant potentiellement influencé par le facteur de déplacement correspondant.

C.2.5.1.3 Mouvements quasi-statiques (terme concernant l'inclinaison du véhicule sur ses suspensions et la dissymétrie lorsqu'elle est supérieure à 1°)

L'article C.2.4.2.3. « Mouvements quasi-statiques » donne un tableau indiquant les différents composants constituant le terme z.

z = déport depuis l'entraxe de la voie. Ce déport est égal à la somme de deux termes :

$$\frac{s}{30}|h - h_c|$$

terme concernant l'inclinaison causée par la suspension (mouvement latéral du à la souplesse de la suspension, sous l'effet de l'excès ou de l'insuffisance de dévers de 0,05 m).

$$\tan[\eta_0 - 1^\circ]|h - h_c|$$

terme concernant la dissymétrie (mouvement latéral causé par la partie de la dissymétrie supérieure à 1°)

Cette somme doit être augmentée de :

$$\left[\frac{s}{10}|h - h_c| - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$$

terme intégrant l'excès ou l'insuffisance de dévers de 0,2 m et applicables dans les conditions définies à l'article 1.4.2.3.

Pour les parties suspendues situées à la hauteur h, la formule avec les termes ci dessus, donne pour z une valeur de :

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] |h - h_c| + \left[\frac{s}{10}|h - h_c| - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$$

a) Cas particuliers

– si

$$\left\{ \begin{array}{l} h > h_c \text{ and } 0,5\text{m} \\ s \leq 0,4 \\ \eta_0 \leq 1^\circ \end{array} \right\} \quad z = \frac{s}{30}(h - h_c)$$

– si

$$\left\{ \begin{array}{l} h < 0,5 \text{ m} \\ \eta_0 \leq 1^\circ \\ \text{and for any value of } h_c \text{ and } s \end{array} \right\} \quad z = \frac{4s}{30}|h_c - h|$$

– si $h = h_c$ $z = 0$

Pour les parties non suspendues $z = 0$.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 24 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

b) Influence du jeu des glisseurs pour des wagons équipés de bogies

- Pour les wagons avec des lissoirs dont le jeu est inférieur ou égal à 5 mm, l'angle de 1° de dissymétrie est considéré couvrir le jeu et la formule $\eta_0 = 1^\circ$ est utilisée de manière conventionnelle.

Le terme « z » qui prend en compte le jeu des glisseurs inférieur ou égal à 5 mm correspond à :

$$z = \left[\frac{s}{30} |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0} \right]$$

et les cas particuliers décrits ci dessus doivent être pris en compte.

- pour les wagons équipés de bogies dont le jeu des les glisseurs est supérieur à 5 mm, il faut prendre en compte l'inclinaison supplémentaire α de la caisse du véhicule, exprimée comme suit :

$$\alpha = \arctan \frac{j - 0,005}{b_G}$$

Cette inclinaison supplémentaire α conduit à comprimer la suspension qui, lorsqu'elle est multipliée par le coefficient de souplesse s, se ramène à une rotation de la caisse du véhicule αs (ou s est le coefficient de souplesse).

L'inclinaison supplémentaire totale peut être exprimée comme suit :

$$\alpha (1 + s)$$

Le terme z, prenant en compte le jeu des glisseurs supérieur à 5 mm, devient :

$$z = \left\{ \frac{s}{30} + \tan \left[\eta'_0 + \left(\arctan \frac{j - 0,005}{b_G} \right) (1 + s) - 1^\circ \right]_{>0} \right\} |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - 0,04[h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$$

Nota :

$$\|_{>0}$$

indique que l'expression entre barres doit être prise pour sa propre valeur si cette valeur est positive, sinon égale à zéro si cette valeur est négative ou nulle.

$$\eta'_0$$

= dissymétrie dans le cas ou d'un jeu des glisseurs de 5 mm.

c) Termes particuliers x_i et x_a

Il s'agit des termes représentant les corrections à réaliser dans certaines formules utilisées pour calculer les réductions E_i et E_a pour les parties distantes des pivots des véhicules présentant un très grand empattement et/ou un très grand porte à faux afin de limiter les exigences d'espace dans les courbes d'un rayon compris entre 150 et 250 m.

Il doit être noté que :

- x_i entre dans la formule uniquement si

$$\frac{a^2 + p^2}{4} > 100$$

exemple : valeur approximative pour une dimension a, de 20 m ;

- x_a s'applique uniquement si

$$an_a + n_a^2 - \frac{p^2}{4} > 120$$

(cas exceptionnel)

Condition particulière pour x_a :

Le terme x_a n'est pas utilisé dans le calcul des réductions applicables aux véhicules dont le porte-à-faux respecte les dispositions prévues pour les attelages automatiques.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 25 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

C.3 GABARIT G1

En 1991 la décision fût prise que les règles du gabarit statique ne seraient plus utilisées pour la construction des wagons.

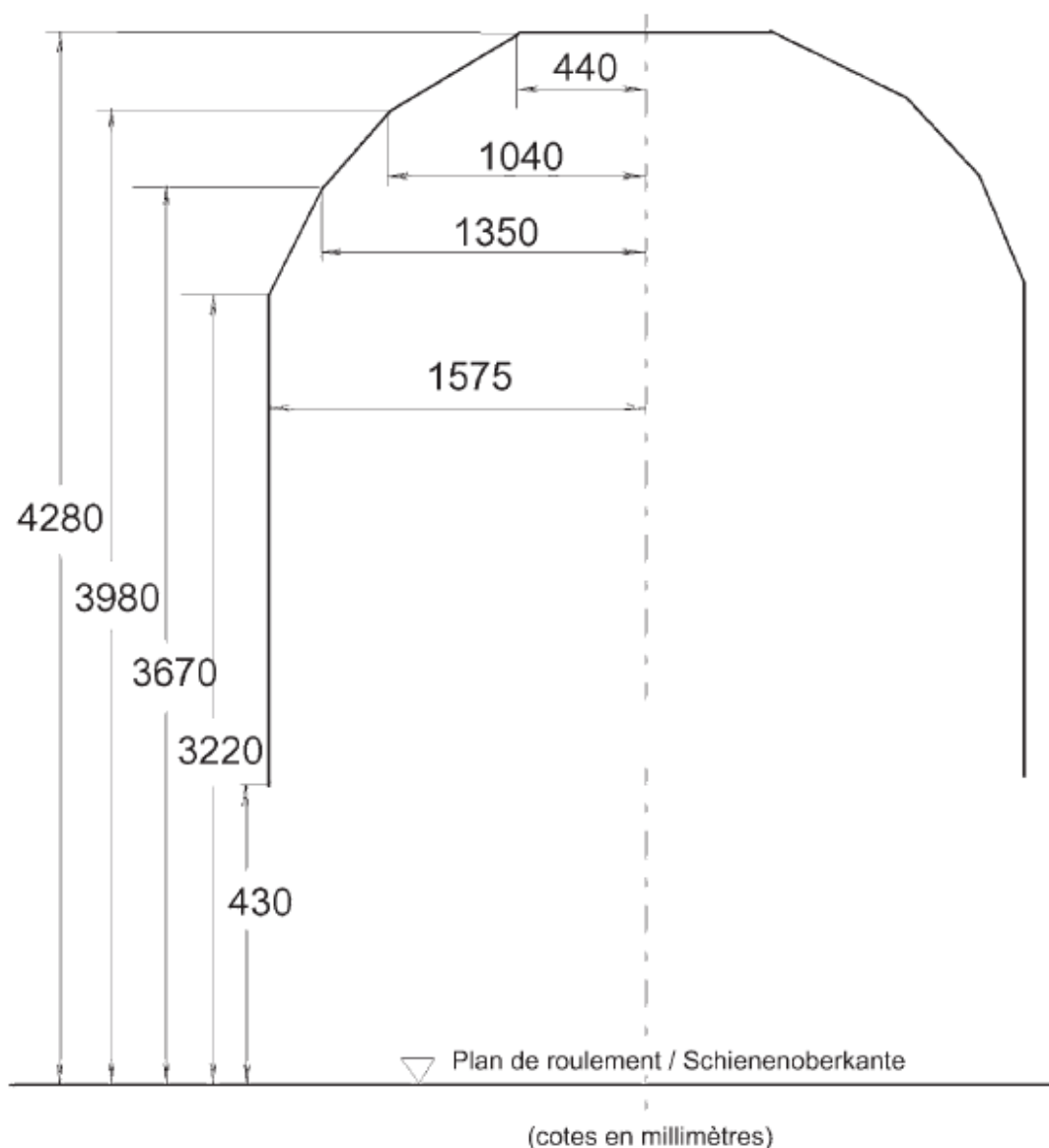
Les règles du gabarit statique restent cependant applicables uniquement pour les gabarits définis spécifiquement pour les chargements, ce qui est le cas par exemple pour les gabarits GA, GB, GB1, GB2 ainsi que GC.

Les règles du gabarit statique mentionnées ci dessous comprennent :

1. le contour de référence (sections hautes),
2. les formules de réduction associée à ce contour.

C.3.1 CONTOUR DE REFERENCE POUR LE GABARIT STATIQUE G1

Fig. C14



C.3.1.1 Formules de réduction

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 26 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

| Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Sections entre les essieux d'extrémité ou les pivots de bogie

$$E_i = \left[\frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + x_{i>0} - 0,075 \right] > 0$$

$$\text{avec: } \Delta_i = 7,5 \text{ si } \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 7,5 \right)$$

$$\Delta_i = \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) \text{ si la valeur est } > 7,5$$

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right)$$

Sections situées au delà des essieux d'extrémité ou des pivots de bogie

$$E_a = \left[\frac{D_a}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + [x_a]_{>0} - 0,075 \right] > 0$$

$$\text{avec } \Delta_a = 7,5 \text{ si } \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5$$

$$\Delta_a = \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) \text{ si la valeur est } > 7,5$$

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right)$$

C.3.2 CONTOUR DE REFERENCE POUR LE GABARIT CINEMATIQUE G1

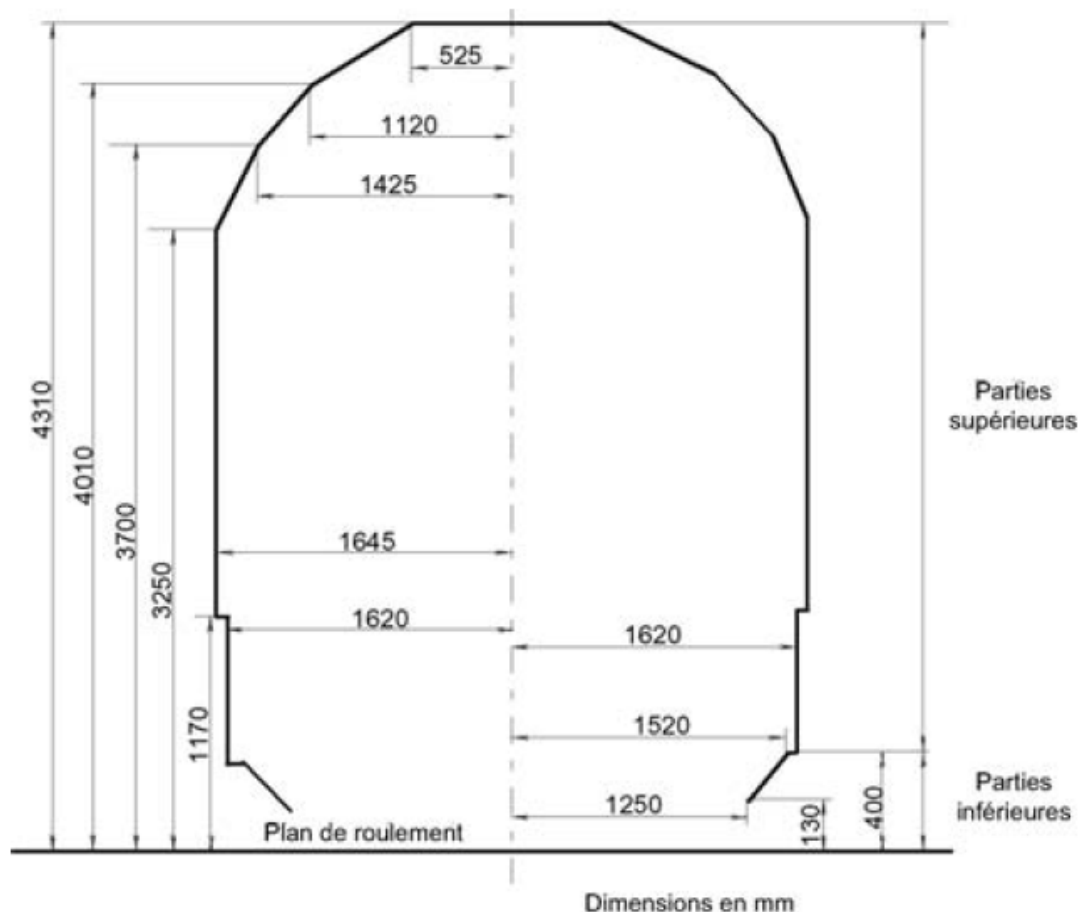
C.3.2.1 Partie commune à tous les véhicules

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 27 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C15



Le contour de référence dynamique, prend en compte les contours les plus restrictifs de position des obstacles et des distances à l'entraxe de la voie en Europe continentale.

Il est divisé en 2 parties, l'une d'elles se trouve au-dessus et l'autre en dessous de la hauteur de 400 mm, permettant le calcul des saillies comme suit

- une partie supérieure, définie comme étant au-dessus d'un plan situé à 400 mm de hauteur du plan de roulement, commune à tous les véhicules,
- une partie inférieure, située dans ou au dessous d'un plan placé à 400 mm de hauteur du plan de roulement et qui peut varier en fonction de la nécessité faite au véhicule de franchir ou non, des buttes de manœuvre, des freins de voies et d'autres dispositifs de triage ou d'arrêt en service (zone inférieure à 130 mm).

La zone située en dessous des 130 mm varie en fonction du type de véhicule.


Les voitures en charge, doivent respecter les dispositions de l'article C.3.2.2 si elles sont sur une voie sans courbe verticale.

Les fourgons et les wagons, qu'ils soient vides ou chargés, sauf pour les wagons surbaissés et certains wagons de transport combiné, doivent satisfaire à l'article C.3.2.3.

Dans le cas des wagons transitant sur le réseau finlandais, les éléments des parties inférieures doivent respecter le gabarit en accord avec les normes particulières.

Les wagons qui ne franchissent pas les buttes de manœuvre ayant un rayon de courbure de 250 mm ou les freins de voie ou les autres dispositifs de tri ou d'arrêt :

- ne doivent pas arborer l'inscription RIV, à moins qu'expressément spécifié par les normes,

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 28 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

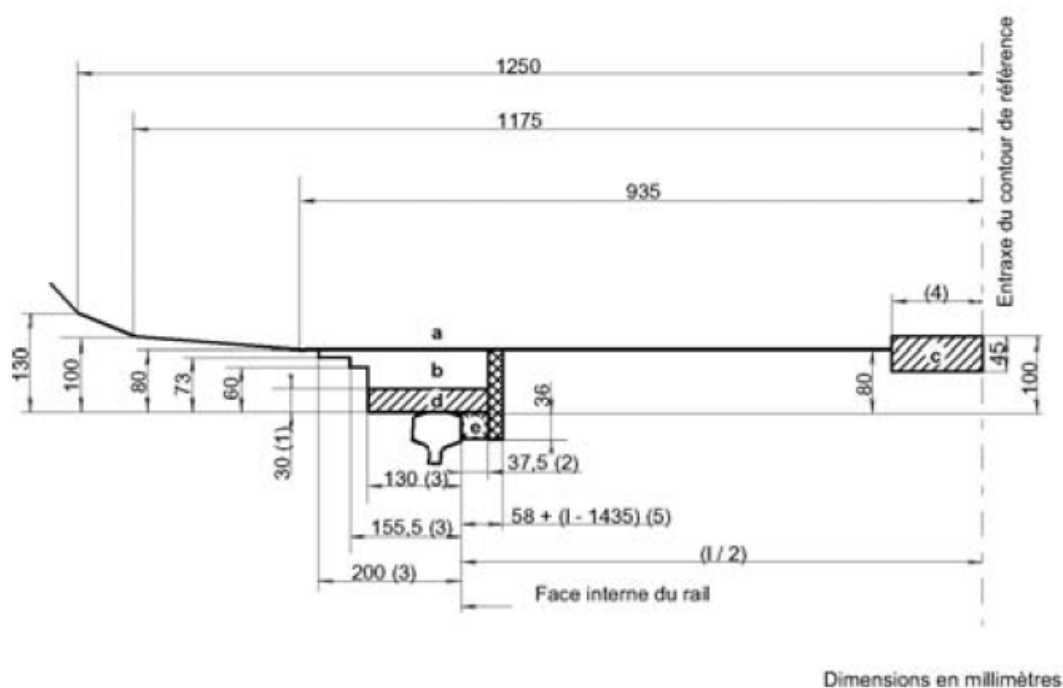
Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

— doivent porter une inscription à cet effet.

C.3.2.2 Parties en dessous de 130 mm pour les véhicules inaptes à franchir les buttes de manœuvre ou les freins de voie ou autres dispositifs de tri ou d'arrêt

Certaines restrictions de gabarit doivent être respectées à l'angle droit des essieux lorsque les véhicules sont placés sur des tours en fosse pour le reprofilage des roues.

Figure C16



Dimensions en millimètres

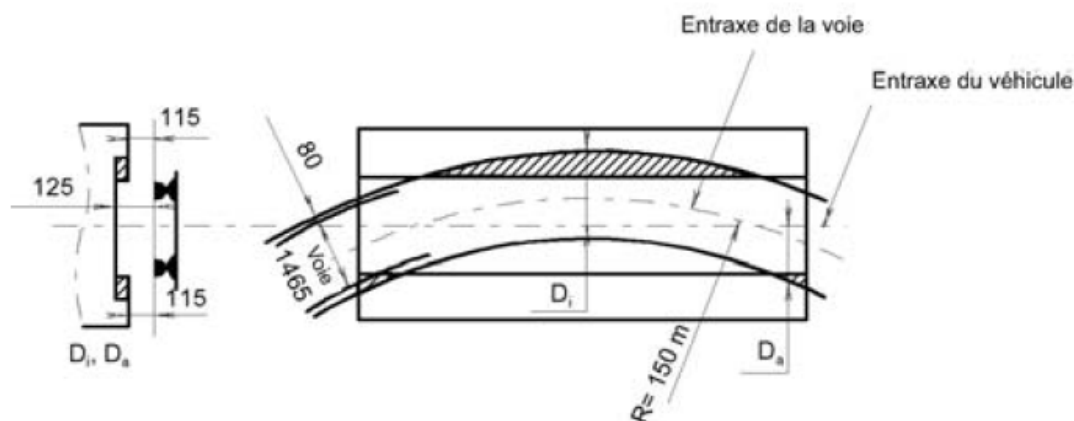
- a) zone destinée à des équipements située en dehors des roues
 - b) zone destinée à des équipements situés à proximité immédiate des roues
 - c) zone destinées aux crocodiles
 - d) zone destinée aux roues ou autres composants entrant en contact avec le rail
 - e) zone occupée exclusivement par les roues
- 1) Limites pour les composants situés à l'extérieur des extrémités d'essieux (chasse-pierres, sablières, etc.) à ne pas dépasser au risque d'écraser les pétards. Cette limite peut cependant être ignorée pour les parties situées entre les roues, sous réserve qu'elles restent au sein de la voie.
 - 2) Largeur maximale théorique des boudins en présence de contre-rails.
 - 3) Position de la limite effective du flanc extérieur de la roue ou d'autres éléments associées à cette roue.
 - 4) Lorsqu'un véhicule se trouve en quelque position d'une courbe d'un rayon $R=250$ m (rayon minimal d'installation d'un crocodile) et avec un écartement de voie de 1 465 mm, aucune de ses parties susceptibles de descendre à moins de 100 mm du plan de roulement, excepté la brosse de contact, ne doit être distante de moins de 125 mm de l'entraxe de la voie. Pour les parties situées à l'intérieur des bogies, cette dimension est de 150 mm.
 - 5) Position de la limite effective du flanc interne de la roue lorsque l'essieu est en appui sur le rail opposé. Cette dimension varie avec l'élargissement du gabarit.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 30 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C18



A moins que précisé autrement par ailleurs les dimensions sont en millimètres

En conséquence, la limite d'application pour les dimensions de 115 ou de 125 mm, qui se trouve à une distance constante du bord intérieur du rail (80 mm), se trouve à une distance variable D, de l'entraxe du véhicule, comme indiqué dans la figure 17 ci-dessus.

Ce qui donne (1) (les valeurs sont données en mètres)

$$D_i = 0,008 + 1,465 - \frac{1,410}{2} + \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{300} = 0,840 + \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{300}$$

$$D_a = 0,008 + 1,465 - \frac{1,410}{2} + \frac{an - n^2 - \frac{p^2}{4}}{300} = 0,840 + \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{300}$$

Nota :

(1) Dans le cas particulier impliquant l'usage d'appareils destinés à la manœuvre, l'influence des jeux q + w peut être considéré comme négligeable.

C.3.3 SAILLIES AUTORISEES S₀ (S)

Les saillies effectives S, ne doivent pas excéder S₀, dont les valeurs sont reprises au tableau ci-dessous.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 31 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Valeurs des Saillies S_0 ⁽¹⁾

Types de véhicules	Voies	Calcul de E_i ⁽³⁾		Calcul de E_a ⁽³⁾	
		Sections situées entre les essieux d'extrémité des véhicules non équipés de bogies ou entre les pivots de bogies du véhicule		Sections au delà des essieux d'extrémité des véhicules non équipés de bogies ou au delà des pivots de bogie du véhicule	
		$h \leq 0,400$	$h > 0,400$	$h \leq 0,400$	$h > 0,400$
Tous véhicules moteurs ou remorqués	En alignement	0,015	0,015	0,015	0,015
Véhicules moteurs et essieux de véhicules remorqués Bogie pris individuellement avec ses composants	En courbe de 250	0,025	0,030	0,025	0,030
	En courbe de 150	$0,025 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1583	$0,030 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1633	$0,025 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,185	$0,030 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,190
Types de véhicules	Voies	Calcul de E_i ⁽³⁾		Calcul de E_a ⁽³⁾	
		Sections situées entre les essieux d'extrémité des véhicules non équipés de bogies ou entre les pivots de bogies du véhicule		Sections au delà des essieux d'extrémité des véhicules non équipés de bogies ou au delà des pivots de bogie du véhicule	
		$h \leq 0,400$	$h > 0,400$	$h \leq 0,400$	$h > 0,400$
Bogie de matériel remorqué ou équivalent	En courbe de 250	0,010	0,015	0,025	0,030
	En courbe de 150	$0,010 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1433	$0,015 + \frac{100^{(2)}}{750}$ = 0,1483	$0,025 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,185	$0,030 + \frac{120^{(2)}}{750}$ = 0,190
⁽¹⁾ Ces valeurs ont été calculées avec un gabarit de voie l qui conduit à la réduction E la plus restrictive. Cette valeur est $L = l_{\max} = 1,465$ m dans tous les cas, exception faite de la réduction internationale E_i pour les bogies du matériel remorqué ou pour les véhicules équivalents pour lesquels il est nécessaire de prendre $l_{\min} = 1,435$ m. De plus, pour les automotrices et les autorails équipés d'un bogie «moteur» et d'un bogie «porteur» (Voir article 7.2.2.1), la largeur de la voie prise en compte dans la formule relative aux réductions internes E_i doit être de 1 435 mm pour le bogie porteur et de 1 465 pour le moteur. Cependant, dans l'intérêt de la simplification du calcul graphique de ces réductions les valeurs suivantes peuvent être prises pour les deux bogies: $l = 1,435$ m sur voie en alignement, 1,465 m sur celles en courbe de 250 m. Dans ce dernier cas, la largeur de la caisse du véhicule se trouve pénalisée au droit du bogie porteur. ⁽²⁾ Termes x_i ou x_a i utilisés dans les formules de réduction. ⁽³⁾ Ces valeurs ne s'appliquent pas au contour de référence pour les parties situées en toiture.					

C.3.4 FORMULES DE REDUCTION

Remarque :

Les formules ci dessous doivent être utilisées pour calculer le gabarit des véhicules articulés dont les entraxes des essieux montés ou des pivots de bogie coïncident avec les entraxes de leur caisse. Pour les autres architectures de véhicules articulés les formules doivent être adaptées aux dispositions géométriques réelles.

C.3.4.1 Formules de réductions applicables aux véhicules motorisés (dimensions en mètres)

Véhicules motorisés pour lesquels le jeu w est indépendant de la position en voie ou varie de façon linéaire avec la courbure.

Réductions internes E_i (où $n = n_i$)

Sections situées entre les essieux d'extrémité de véhicules motorisés non équipés de bogie ou entre les pivots pour les véhicules avec bogie moteur.

si

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 32 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) \leq \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

position sur voie en alignement prépondérante :

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (101)$$

si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) > \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

position sur voie en courbe prépondérante :

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \begin{matrix} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{matrix} \quad (102)$$

avec

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (103)$$

Réductions internes E_a (où $n = n_a$)

Sections situées au delà des essieux d'extrémité pour les véhicules motorisés non équipés de bogie ou entre les pivots pour les véhicules avec bogie moteur.

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

position sur voie en alignement prépondérante :

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (106)$$

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > \begin{matrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{matrix}$$

position en voie en courbe prépondérante :

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{a} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \begin{matrix} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{matrix} \quad (107)$$

avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an - n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (108)$$

Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 33 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernée par la note (1) reprise ci dessus.

Pour les éléments motorisés pour lesquels le jeu W varie de façon non linéaire par rapport à la courbure de la voie (cas exceptionnel)

- Autres que pour les courbes de rayon de 150 ou de 250 m pour lesquelles les formules (104), (105) et (109), (110) sont respectivement identiques aux formules (101), (102) et (106), (107). Les formules (104), (105), (109) et (110) doivent être

appliquées pour la valeur de R pour laquelle la variation de w fonction de $\frac{1}{R}$ présente une discontinuité, en d'autres termes, pour la valeur de R au delà de laquelle cette variable arrête d'entrer en jeu.

- Pour chaque section de l'élément motorisé, la réduction à prendre en compte est celle qui est la plus élevée de celles obtenues par l'application des formules, et dans lesquelles la valeur de R à utiliser est celle qui donne la valeur la plus élevée pour les parties placées entre crochets.

Réductions internes E_i (où $n = n_i$)

si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (104)$$

si

$$250 > R \geq 150$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z + \left| \begin{smallmatrix} 0,175(1) \\ 0,170(2) \end{smallmatrix} \right| \quad (105) \quad (3)$$

Réductions externes E_a (où $n = na$)

si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (109)$$

si

$$250 > R \geq 150$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z + \left| \begin{smallmatrix} 0,215(1) \\ 0,210(2) \end{smallmatrix} \right| \quad (110) \quad (3)$$

Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux attendus.

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

(3) En pratique, les formules (205) et (210) sont sans effet, puisque la variation du jeu w,

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 34 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

résultant du fait de l'arrêt de l'action de la variable, prend naissance lorsque $R > 250$.

C.3.4.2 Formules de réductions applicables aux automotrices (dimensions en mètres)

Pour automotrices avec un bogie moteur et un bogie porteur (voir tableau ci dessous)

Automotrices équipées de:	Valeurs de μ pour chacun des bogies	Position en circulation § 2.4.2.2	Formules de réduction
2 bogies moteurs	$\mu \geq 0,2$	cas 2 et 5	§ 3.4.1
2 bogies considérés comme bogie porteur	$0 < \mu < 0,2$	cas 2 et 7	§ 3.4.3
un bogie considéré porteur et un bogie porteur	$0 < \mu < 0,2$ $\mu = 0$		
Un bogie moteur et un bogie porteur ou considéré comme bogie porteur	$\mu \geq 0,2$ $\mu = 0$ $0 < \mu < 0,2$	cas 3 et 6	§ 3.4.2 ⁽³⁾ ou § 3.4.1 ⁽³⁾

Réductions internes E_i (4)

Sections entre les pivots de bogies

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \frac{a - n_{\mu}}{a} + w'_{\infty} \frac{n_{\mu}}{a} + z - 0,015 \quad (101a)$$

$$E_i = \frac{an_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_{\mu}}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{a - n_{\mu}}{a} + q + w_{i(250)} \frac{a - n_{\mu}}{a} + w'_{i(250)} \frac{n_{\mu}}{a} + z + [x_i]_{>0} - \frac{0,010(1)}{0,015(2)} - 0,015 \frac{a - n_{\mu}}{a} \quad (102a)$$

$$\text{avec } x_i = \frac{1}{750} \left[an - n^2 - \frac{p^2 a - n}{4} \frac{a}{a} + \frac{p^2 n}{4} \frac{n}{a} - 100 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{a - n}{a} + (w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n}{a} \quad (103a)$$

Notes :

(3) Les résultats des formules des articles 3.4.1 et 3.4.2 sont très similaires, en conséquence, les formules de l'article 2.4.1 sont généralement utilisées, celles de l'article 3.4.2 étant réservées aux cas où l'augmentation de réduction obtenue sur la demi largeur du gabarit maximal de construction est particulièrement significative (de 0 à 12,5 mm en fonction de la section du véhicule considérée).

(4) La réduction applicable à une valeur donnée de n est la plus grande réduction obtenue par les formules suivantes:

- (101 a) ou (102 a) et (103 a);
- (106 a) ou (107 a) et (108 a);
- (106 b) ou (107 b) et (108 b).

Réductions externes E_a (4) au niveau du bogie moteur de tête (En tête dans le sens de la marche)

Sections situées au delà des pivots de bogie (où $n = n_a$)

$$E_a = \left[\frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_{\infty} \frac{n + a}{a} + w'_{\infty} \frac{n}{a} + z - 0,015 \quad (106a)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a} + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w'_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \frac{0,025(1)}{0,030(2)} \quad (107a)$$

$$\text{avec } x_a = \frac{1}{750} \left[an + n^2 - \frac{p^2 n + a}{4} \frac{a}{a} + \frac{p^2 n}{4} \frac{n}{a} - 120 \right] + (w'_{i(150)} - w'_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n + a}{a} \quad (108a)$$

Réductions externes E_a (4) au niveau du bogie porteur de tête (En tête dans le sens de la

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 35 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

marche)

Sections situées au delà des pivots de bogies (où $n = n_a$)

$$E_a = \left[\frac{1,465 - d}{2} + q \right] \frac{2n + a}{a} + w_{\infty} \frac{n}{a} + w'_{\infty} \frac{n + a}{a} + z - 0,015 \quad (106b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4} \frac{n + a}{a}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z +$$

$$[x_a]_{>0} - \begin{cases} 0,025^{(1)} \\ 0,030^{(2)} \end{cases} \quad (107b)$$

$$\text{avec } x_a = \frac{1}{750} \left[an + n^2 + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4} \frac{n + a}{a} - 120 \right] + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} +$$

$$(w'_{a(250)} - w'_{a(150)}) \frac{n + a}{a} \quad (108b)$$

Notes :

(4) La réduction applicable à une valeur donnée de n est la plus grande réduction obtenue par les formules suivantes :

- (101 a) ou (102 a) et (103 a);
- (106 a) ou (107 a) et (108 a);
- (106 b) ou (107 b) et (108 b).

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

C.3.4.3 Réductions applicables aux voitures et véhicules à voyageurs (dimensions en mètres)

a) Pour les voitures à bogies, à l'exception des bogies eux-mêmes et de leurs éléments associés.

Les voitures pour lesquelles le jeu w est indépendant du rayon de position en voie ou varie linéairement avec la courbure de la voie.

Nota :

Les formules ci dessous doivent aussi être utilisées pour le calcul du gabarit des voitures à essieux.

Réductions internes E_i

Sections entre les pivots de bogie (où $n = n_i$)


si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) - \begin{cases} 25^{(1)} \\ 0^{(2)} \end{cases}$$

La position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (201)$$

si

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 36 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) - \left| \frac{2,5(1)}{0(2)} \right|$$

La position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - \left| \frac{0,010(1)}{0,015(2)} \right| \quad (202)$$

avec

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (203)$$

Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

Réductions externes E_a

Sections situées au delà des pivots de bogies (où $n = n_a$)

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \frac{5(1)}{7,5(2)} \right|$$

La position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015$$

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \frac{5(1)}{7,5(2)} \right|$$

La position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} - \left| \frac{0,025(1)}{0,030(2)} \right|$$

avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n + a}{a}$$

Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m de hauteur du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

Voitures pour lesquelles le jeu w varie de façon non linéaire avec la courbure

En alignement les réductions sont calculées en utilisant les formules 201 et 206.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 37 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

En courbes, les réductions sont calculées pour R = 150 m et R = 250 m en utilisant les formules (204), (205), (209) et (210).

Il faut remarquer que pour un rayon R = 250 m, les formules (204) et (209) sont respectivement identiques aux formules (202) et (207).

Par ailleurs, les formules (204), (205) et (209), (210) doivent être appliquées pour des

valeurs de R pour lesquelles la variation de w, fonction de $\frac{1}{R}$, présente une discontinuité (un saut), par exemple la valeur de R à partir de laquelle la variable arrête d'entrer en jeu.

Pour chaque section de la voiture, la réduction qui doit être choisie est la plus grande de celles résultant de l'application des formules mentionnées ci-dessus, pour lesquelles la valeur de R à utiliser est celle qui la plus grande valeur pour la partie située entre crochets.

Réductions internes E_i (où $n = n_i$)

Si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (204)$$

Si $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z + \left| \begin{smallmatrix} 0,190(1) \\ 0,185(2) \end{smallmatrix} \right| \quad (205)^{(3)}$$

Réductions externes E_a (où $n = n_a$)

Si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (209)$$

Si $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z + \left| \begin{smallmatrix} 0,215(1) \\ 0,210(2) \end{smallmatrix} \right| \quad (210)^{(3)}$$

Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m de hauteur du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 38 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

(3) En pratique, les formules (205) et (210) sont sans effet, puisque la variation du jeu w , résultant du fait de l'arrêt de l'incidence de la variable, prend naissance lorsque $R > 250$.

b) Pour les bogies et leurs éléments associés

Les formules de réduction à appliquer sont celles données à l'article 4.2.1.8.2. Néanmoins, la distance entre les essieux d'extrémité des bogies est dans la plupart des cas telle que les formules (201) et son opposée la (206), identiques aux formules (101) et (106), sont applicables.

C.3.4.4 Formules de réductions applicables aux wagons (dimensions en mètres)

a) Pour les wagons à essieux et pour les bogies eux mêmes ainsi que leurs éléments associés ($w=0$)

Pour des wagons à deux essieux, et uniquement pour les parties situées en dessous de 1,17 m de hauteur du plan de roulement, le terme Z dans les formules (301) et (307) doit être réduit de 0,005 m si $(z-0,005) > 0$. Il doit être considéré comme nul si $(z-0,005) \leq 0$.

1) Réductions internes E_i - Sections placées entre les essieux d'extrémité (où $n = n_i$)

Si

$$an - n^2 \leq \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|$$

la position sur voie en alignement est prépondérante :

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (301)$$

Si

$$an - n^2 > \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|$$

la position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - \left| \begin{smallmatrix} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{smallmatrix} \right| \quad (302)$$

2) Réductions internes E_a - Sections au delà des essieux d'extrémité (où $n = n_a$)

Si

$$an + n^2 \leq \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (306)$$

si

$$an + n^2 > \left| \begin{smallmatrix} 5(1) \\ 7,5(2) \end{smallmatrix} \right|$$

la position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_a = \frac{an + n^2}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + z - \left| \begin{smallmatrix} 0,025(1) \\ 0,030(2) \end{smallmatrix} \right| \quad (307)$$

Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m de hauteur du plan de

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 39 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

b) pour les wagons à bogies

Pour les wagons à bogie dont le jeu est considéré être constant, excepté pour les bogies eux mêmes ainsi que leurs éléments associés.

Remarque particulière pour le calcul de z voir l'article 1.5.1.3.

1) – Réductions internes E_i - Sections entre les pivots de bogie (où $n = n_i$)

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) - \left| \begin{smallmatrix} 2,5 \\ 0 \end{smallmatrix} \right|^{(1)}_{(2)}$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (311)$$

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) - \left| \begin{smallmatrix} 2,5 \\ 0 \end{smallmatrix} \right|^{(1)}_{(2)}$$

la position sur voie en courbe est prépondérante :

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w + z + [x_i]_{>0} - \left| \begin{smallmatrix} 0,010 \\ 0,015 \end{smallmatrix} \right|^{(1)}_{(2)} \quad (312)$$

avec

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) \quad (313)$$

2) Réductions externes E_a - Sections au delà des pivots de bogie (où $n = n_a$)

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{smallmatrix} 5 \\ 7,5 \end{smallmatrix} \right|^{(1)}_{(2)}$$

la position sur la voie en alignement est prépondérante :

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (316)$$

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left| \begin{smallmatrix} 5 \\ 7,5 \end{smallmatrix} \right|^{(1)}_{(2)}$$

la position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + (q + w) \frac{2n + a}{a} + z + [x_a]_{>0} + \left| \begin{smallmatrix} 0,025 \\ 0,030 \end{smallmatrix} \right|^{(1)}_{(2)} \quad (317)$$

avec

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 40 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) \quad (318)$$

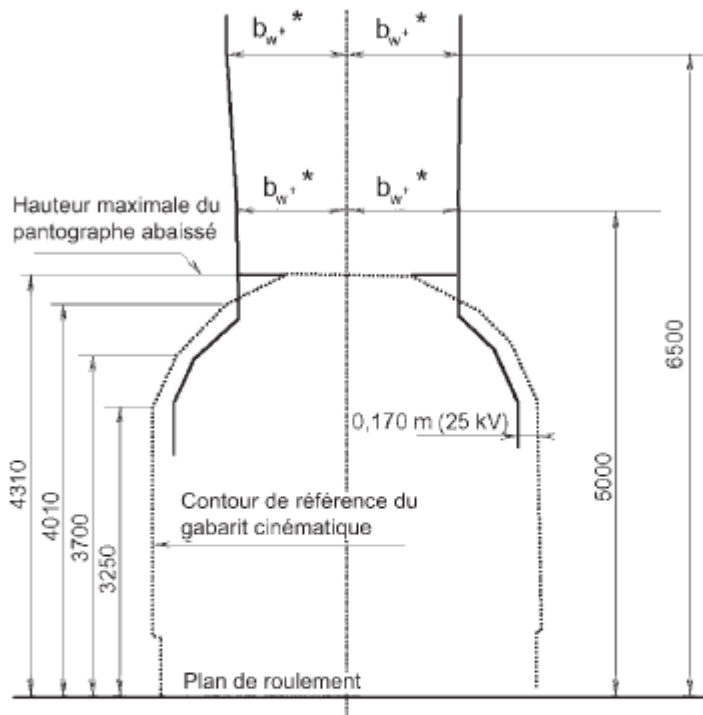
Notes :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m de hauteur du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

(2) Cette valeur s'applique aux parties situées au dessus de 0,4 m de hauteur du plan de roulement, excepté pour celles concernées par la note (1) reprise ci dessus.

C.3.5 CONTOUR DE REFERENCE POUR LES PANTOGRAPHES AINSI QUE POUR LES PARTIES SOUS TENSION NON ISOLEES SITUEES EN TOITURE


Figure 19



Sauf indication contraire, cotes exprimées en millimètres

b_w = demi largeur de l'archet


* = déplacements autorisés. Ces déplacements sont respectés lorsque les conditions des formules (111) (112) (113) ou (114) pour $h = 6,5$ m et (115) (116) (117) ou (118) pour $h = 5$ m, sont remplies

 Espaces dans lesquels ne doivent pas pénétrer les organes non isolés susceptibles de rester sous tension

Nota :

Pour les véhicules opérant sur des voies électrifiées, les zones ombrées peuvent être utilisées pour le gabarit des archets de pantographes en position abaissée.

Pour les voies non électrifiées, des possibilités identiques sont autorisées sous réserve

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 41 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

d'études particulières par les réseaux.

C.3.6 REGLES CONCERNANT LE CONTOUR DE REFERENCE POUR LA DETERMINATION DU GABARIT MAXIMAL DE CONSTRUCTION DU MATERIEL ROULANT

C.3.6.1 Éléments moteurs équipés de pantographes

Pantographe en position de captage du courant

La présente norme est basée sur les caractéristiques de pantographes équipant des éléments moteurs de gabarit standard.

Afin que les éléments moteurs équipés de pantographes respectent la position limite résultant du contour de référence, les caractéristiques de ces véhicules (jeu et coefficient de souplesse du pantographe dans la section porteuse) et la position du pantographe par rapport aux essieux, doivent être telles que les valeurs E'_i et E'_a (avec les pantographes levés à 6,5 m au dessus du plan de roulement) et E''_i et E''_a (pantographes levés à 5 m au dessus du plan de roulement) soient négatives ou nulles.

Cette condition est satisfaite si la section dans laquelle l'archet du pantographe se déplace est proche de l'entraxe transversale des bogies, par exemple si n est très petit voire nul.

La limite de position est donc définie par le contour de référence des équipements montés en toiture indiqué à l'article 2.5. Elle correspond à une saillie géométrique

maximale de l'archet du pantographe de $\frac{2,5}{R}$

a) Calculs préliminaires

Pour la détermination de E'_i , E'_a , E''_i et E''_a , les calculs préliminaires suivants sont nécessaires (1) :³

$$j'_i = q + w_i - 0,0375 \left(\frac{t}{a} \right)^2 \quad (2)_4$$

$$j'_a = q \frac{2n+a}{a} + w_a \frac{n+a}{a} + w_i \frac{n}{a} - 0,0375 \left(\frac{t}{a} \right)^2$$

si $s \leq 0,225$ (cas général)

$$z' = \frac{8}{30}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\vartheta - 0,005)$$

mais si $s > 0,225$, ceci implique une valeur

$$z' = \frac{8}{10}(s - 0,225) + (t - 0,03) + (\tau - 0,01) + 6(\vartheta - 0,005)$$


si $s \leq 0,225$ (cas général)

$$z'' = \frac{6}{30}s + \sqrt{\left(t \frac{h-h_t}{6,5-h_t} \right)^2 + \tau^2 + (\vartheta(h-h_c))^2} - 0,0925$$

mais si $s > 0,225$, ceci implique une valeur

³ Pour les éléments moteurs sans pivots de bogie fixes, voir le nota de l'article 1.1.

⁴ Si le jeu varie en fonction du rayon de position de la voie, la valeur maximale de w_i au niveau du pivot (réelle ou théorique) doit être tirée de j'_i , et la valeur maximale de w_a et sa valeur correspondante w_i , tirées de j'_a .

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 42 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$z'' = \frac{6}{10}s + \sqrt{\left(t \frac{h-h_c}{6,5-h_c}\right)^2 + \tau^2 + (\vartheta(h-h_c))^2} - 0,1825$$

b) pour les sections entre les essieux d'extrémité ou les pivots de bogies

Expressions pour E'_i et E''_i (où n = n_i)

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 5$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_i = j'_i + z' \quad (111)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_i = j'_i + z'' \quad (115)$$

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 5$$

la position en voie en courbe est prépondérante :

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_i + z' \quad (112)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_i + z'' \quad (116)$$

c) Pour les sections situées au delà des essieux d'extrémité ou des pivots de bogie

Expressions pour E'_a et E''_a (où n = n_a)

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 5$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_a = j'_a + z' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (113)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_a = j'_a + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (117)$$

si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 5$$


la position sur voie en courbe est prépondérante :

$$h = 6,5 \text{ m} \quad E'_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_a + z' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (114)$$

$$h = 5 \text{ m} \quad E''_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 5}{300} + j'_a + z'' + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{2n}{a} \quad (118)$$

C.3.6.2 Automotrices équipées de pantographes

La position limite pour les pantographes placés sur un automoteur équipé d'un bogie moteur et d'un bogie porteur doit être déterminée comme si les deux bogies étaient identiques à celui au dessus duquel se trouve le pantographe.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 43 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

C.3.6.3 Pantographes en position abaissée

Soumis si nécessaire à l'application des dispositions d'isolement, le pantographe abaissé doit retomber en totalité dans le gabarit défini.

C.3.6.4 Marges d'isolement pour le 25 kV

Sur les véhicules susceptibles d'utiliser une alimentation en 25 kV, toutes les parties non isolées pouvant rester sous tension doivent être ainsi disposées qu'elles se situent du côté intérieur et à 0,170 m du contour de référence.

C.4 GABARITS DE VÉHICULES GA, GB, GC

Par comparaison avec le gabarit G1, les gabarits GA, GB et GC sont plus larges dans leur partie supérieure.

Les chargements et les véhicules en conformité aux gabarits élargis GA, GB ou GC sont autorisés uniquement aux lignes élargies à ces gabarits. Les lignes en question sont listées dans le Registre d'Infrastructure. Toutes les circulations GA, GB et GC sur des lignes qui n'appartiennent à ce registre doivent être traitées comme des consignations spéciales.

Les wagons et les voitures construits pour les gabarits GA, GB ou GC doivent être identifiés par des inscriptions du type de celle décrite dans l'annexe B. 32.

C.4.1 CONTOURS DE REFERENCE DES GABARITS STATIQUES ET REGLES ASSOCIEES

Le contour de référence des gabarits statiques GA GB et GC (voir en figure 20), avec leurs règles associées, s'applique exclusivement à la détermination du contour maximal des chargements et à condition que le coefficient de souplesse du wagon plus son chargement ne soit pas supérieur à celui pour la charge type considérée ayant les caractéristiques suivantes :

$q+w=0,023\text{m}$; $p = 1,8\text{m}$; $d = 1,41\text{m}$;

$J = 0,005\text{m}$ $\eta_0 < 1^\circ$ $h_c = 0,5\text{m}$

$s = 0,3$

oscillations verticales : 0,03 m pour (GA, GB); 0,05 m pour (GC)

Au vu des tolérances de centrage, les demi-largeurs doivent être au plus égales aux contours de référence réduites des valeurs E_i et E_a suivantes :

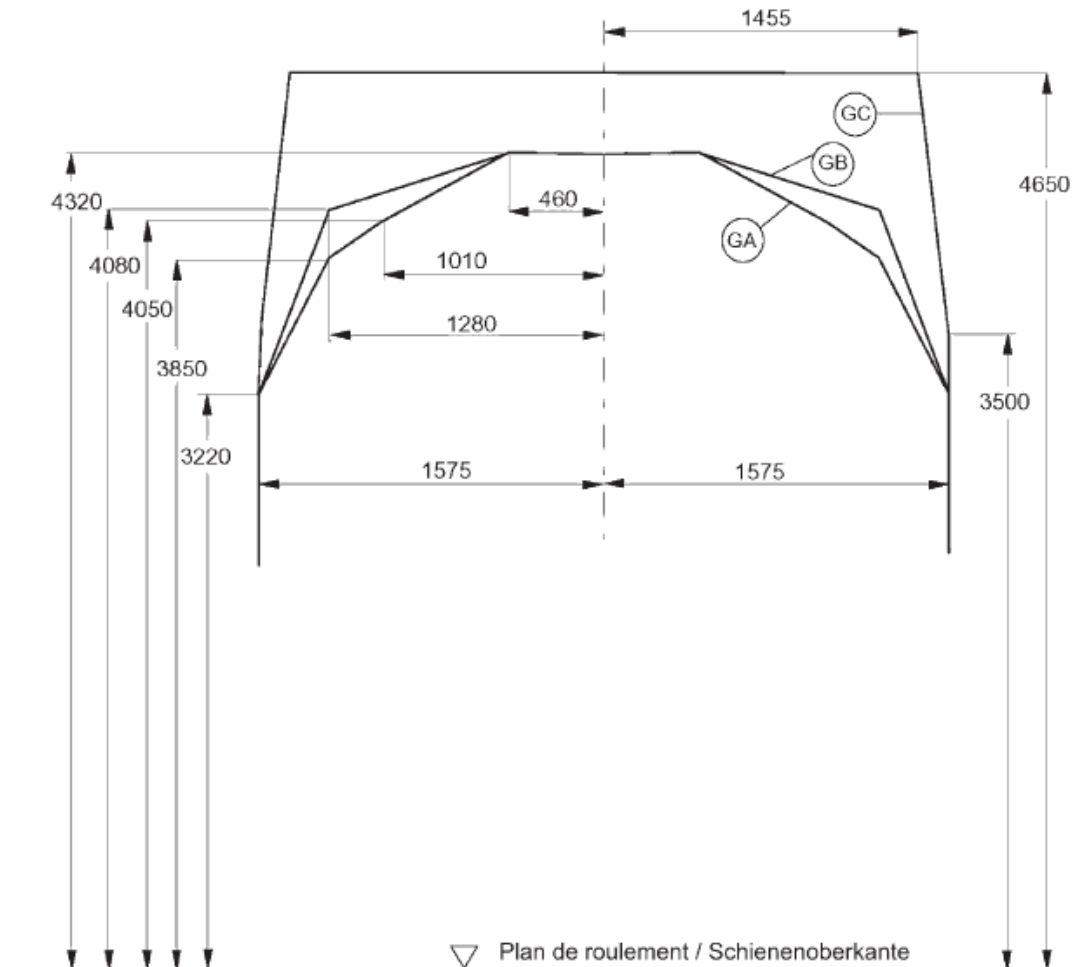
CONTOUR DE REFERENCE POUR LES GABARITS STATIQUES GA, GB et GC (gabarits de chargement)

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 44 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Fig. C20



Nota : Jusqu'à la hauteur de 3 220 mm, le contour de référence des gabarits GA, GB et GC est identique à celui du gabarit G1.

C.4.1.1 Gabarits statiques GA et GB

- **Hauteur h 3,22 m.** Les formules de réductions relatives à Ei et Ea qui doivent être appliquées sont celles associées au gabarit statique G1.
- **Hauteur h 3,22 m.** Les formules de réduction relatives à Ei et Ea qui doivent être appliquées sont les suivantes:

a) Pour les sections situées entre les pivots de bogie ou entre les essieux d'extrémité des véhicules non équipés de bogies

Si

$$\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5 + 32,5k \quad \Delta_i = 7,5 + 32,5k$$

Si

$$\left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} \right) > 7,5 + 32,5k \quad \Delta_i = an - n^2 + \frac{p^2}{4}$$

$$E_i = \left[\frac{\Delta_i}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + x_{i>0} - 0,075 - 0,065k \right]_{>0} \quad (601)$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 45 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Avec

$$x_1 = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right);$$

k = (voir Tableau 1)

b) Pour les sections situées au delà des pivots de bogie ou delà des essieux d'extrémité pour les véhicules non équipés de bogies

Si

$$\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) \leq 7,5 + 32,5k \quad \Delta_a = 7,5 + 32,5k$$

Si

$$\left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right) > 7,5 + 32,5k \quad \Delta_a = an + n^2 - \frac{p^2}{4}$$

$$E_a = \left[\frac{\Delta_a}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + x_{a>0} - 0,075 - 0,065k \right]_{>0} \quad (602)$$

Avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 100 \right);$$

k = (Voir Tableau 1)

TABLEAU 1

GABARIT GA

Si

$$3,22 < h < 3,85 \text{ m}, k = \frac{h - 3,22}{0,63}$$

si

$$h \geq 3,85 \text{ m}, k = 1$$

GABARIT GB

si

$$3,22 < h < 4,08 \text{ m}, k = \frac{h - 3,22}{0,86}$$

si

$$h \geq 4,08 \text{ m}, k = 1$$

C.4.1.2 Gabarit statique GC

Les formules de réduction à appliquer sont celles associées au gabarit statique G1 sans tenir compte de la valeur de h .

C.4.2 CONTOURS DE REFERENCE CINEMATQUES ET REGLES ASSO-CIEES

Les contours de références des gabarits cinématiques GA, GB et GC (Voir figure 21) pris avec leurs règles associées permettent de déterminer le gabarit maximal de construction des véhicules de la même façon que lors de l'utilisation du gabarit G1.

Les règles concernant les calculs du gabarit cinématique doivent être appliquées pour

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 46 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

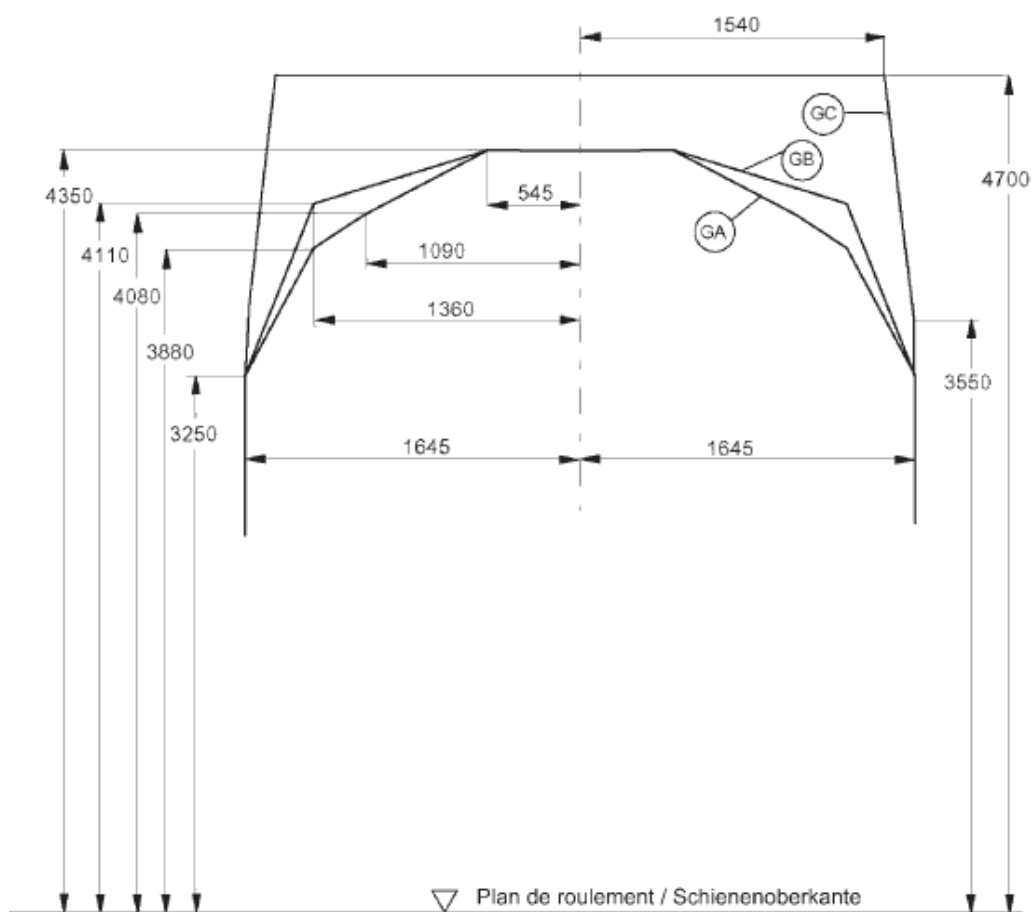
des chargements clairement définis.

Le terme « clairement définis » doit être compris comme signifiant des chargements élémentaires de géométrie connue, ex: des conteneurs et des caisses mobiles convoyés sur des wagons porteurs équipés de dispositifs de positionnement de la charge, ou des remorques routières ayant une suspension pneumatique dégonflée ou mécanique, avec un coefficient de souplesse connu et convoyés sur des wagons surbaissés.

Dans ces conditions, la combinaison du wagon et de son chargement, peut être traitée comme un simple wagon normal.

Contours de référence pour les gabarits cinématiques GA, GB et GC

Fig. C21



Nota : Jusqu'à la hauteur de 3 220 mm, le contour de référence des gabarits GA, GB et GC est identique à celui du gabarit G1.

C.4.2.1 Engins de traction (excepté les automotrices et éléments multiples avec voitures motorisées)

C.4.2.1.1 Gabarits cinématiques GA et GB

- **Hauteur $h \leq 3,25$ m.** Les formules à appliquer sont celles associées au contour G1.
- **Hauteur $h > 3,25$ m.** Les formules à appliquer sont celles associées au contour G1, à l'exception des formules données dans les cas a) et b) ci-dessous.

a) Véhicules pour lesquels le jeu w est indépendant du rayon de position en voie ou varie linéairement avec la courbure de la voie

1) Pour les sections situées **entre** les pivots de bogie ou entre les essieux d'extrémité pour les véhicules non équipés de bogies

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 47 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) \leq 7,5 + 32,5k$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (603)$$

si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) > 7,5 + 32,5k$$

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + x_{i>0} - 0,030 - 0,065k \quad (604)$$

avec

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

k et z= (voir au tableau 2)

2) Pour les sections situées **au-delà** des pivots de bogie ou des essieux d'extrémité pour des véhicules non équipés de bogies

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 7,5 + 32,5k$$

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + W_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (605)$$

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(W_{\infty} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{i(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 7,5 + 32,5k$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + x_{a>0} - 0,030 - 0,065k \quad (606)$$

Avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k) \right) + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{a(150)} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a}$$

k et z= (voir au tableau 2)

b) Véhicules pour lesquels le jeu w ne varie pas linéairement avec la courbure de la voie

1) Pour les sections **entre** les pivots de bogie ou entre les essieux d'extrémité pour les véhicules non équipés de bogies.

Pour chacun des points du véhicule, la valeur de E_i à prendre est :

La plus grande obtenue par l'application de :

- la formule (603) ci dessus
- les formules (607) et (608) ci dessous pour lesquelles la valeur de R à prendre en compte est celle qui donne la valeur maximale à la partie placée entre crochets.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 48 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - (7,5 + 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (607)$$

avec

$$\infty > R \geq 250 \text{ m}$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,170 - 0,065k \quad (608)$$

Avec $250 > R \geq 150 \text{ m}$

k et z = (voir au tableau 2)

2) Pour les sections situées **au-delà** des pivots de bogies ou des essieux d'extrémité pour des véhicules non équipés de bogies.

Pour chacun des points du véhicule, la valeur de E_a à prendre est la plus grande obtenue par l'application de :

- la formule (605) ci dessus
- les formules (609) et (610) ci dessous dans lesquelles la valeur de R à prendre en compte est celle qui donne la valeur maximale à la partie placée entre crochets.

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (7,5 + 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (609)$$

Avec

$$\infty > R \geq 250 \text{ m}$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,210 - 0,105k \quad (610)$$

avec $250 > R \geq 150 \text{ m}$

k et z = (voir tableau 2)

TABLEAU 2 :

GABARIT GA

Si

$$3,25 < h < 3,38, k = \frac{h - 3,25}{0,63}$$

Si

$$h \geq 3,38 \text{ m}, k = 1$$

GABARIT GB

si

$$3,25 < h < 4,11, k = \frac{h - 3,25}{0,86}$$

Si

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 49 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$h \geq 4,11 \text{ m}, k = 1$$

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan(\eta_0 - 1^\circ) \right]_{>0} (h - h_c) + \left[\frac{s}{10} (h - h_c) - (0,04 - 0,01k)(h - 0,5) \right]_{>0}$$

C.4.2.1.2 Gabarit cinématique GC

Les formules à appliquer sont celles associées au contour G1, sans tenir compte de la valeur de h.

C.4.2.2 Automotrices et éléments multiples avec voitures motorisées

Nota :

Les caractéristiques de gabarit des automotrices et des éléments multiples avec voitures motorisées dont les bogies peuvent être considérés comme des bogies moteurs ou des bogies porteurs sont décrites dans l'article 3.4.2.

C.4.2.2.1 Gabarits cinématiques GA et GB

- **Hauteur $h \leq 3,25 \text{ m}$** Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1.
- **Hauteur $h > 3,25 \text{ m}$** Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1 à l'exception des formules suivantes :
- Automotrices et éléments multiples avec voitures (remorques) motorisées dont tous les bogies sont considérés motorisés, la formule est celle donnée à l'article 3.4.1 (engins de traction).
- Automotrices et éléments multiples avec voitures motorisées dont tous les bogies sont considérés uniquement porteurs, les formules sont celles données à l'article 3.4.3 (Voitures à voyageurs et fourgons à bagages)
- Automotrices avec un bogie moteur et un bogie porteur : les formules de réduction données à l'article 3.4.1, peuvent soit être appliquées telles qu'elles sont, soit remplacées par les formules suivantes qui offrent aux fabricants de légers avantages en partie centrale et à l'extrémité de la caisse du véhicule.

a) Entre les pivots (_i)⁵

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \frac{a - n_\mu}{a} + w'_\infty \frac{n_\mu}{a} + z - 0,015 \quad (603a)$$

$$E_i = \frac{an_\mu + n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_\mu}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{a - n_\mu}{a} + q + w_{i(250)} \frac{a - n_\mu}{a} + w'_{i(250)} \frac{n_\mu}{a} + z + x_{i>0} - 0,015 - 0,015 \frac{a - n_\mu}{a} - 0,065k \quad (604a)$$

avec

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an_\mu - n_\mu^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a - n_\mu}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_\mu}{a} - 100 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{a - n_\mu}{a} + (w'_{i(250)} - w'_{i(150)}) \frac{n_\mu}{a}$$

k et z= (Voir le tableau 2)

b) Au delà des pivots du côté du bogie moteur (_i)

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (605b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n + a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + q \frac{2n + a}{a} + w'_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + x_{i>0} - 0,030 - 0,065k \quad (606b)$$

Avec

⁵ La réduction à appliquer pour la même valeur de n, est celle obtenue avec les formules (603a) et (604a) qui est la plus élevée

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 50 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 + \frac{p^2}{4} \frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4} \frac{n+a}{a} - (120 - 20k) \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w'_{a(150)} - w'_{a(250)}) \frac{n+a}{a}$$

k et z= (Voir le tableau 2)

Note :

(1) Cette valeur s'applique aux parties situées à moins de 0,4 m du plan de roulement et à celles qui peuvent descendre en dessous de ce niveau par suite des usures et des mouvements verticaux.

C.4.2.2.2 Gabarit cinématiques GC

Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1, sans tenir compte de la valeur de h.

C.4.2.3 Voitures à voyageurs et fourgons à bagages

C.4.2.3.1 Gabarits cinématiques GA et GB

- **Hauteur h ≤ 3,25 m.** Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1.
- **Hauteur h > 3,25 m.** Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1, à l'exception des formules données dans les cas a) et b) ci-dessous.

a) Véhicules pour lesquels le jeu w est indépendant du rayon de position en voie ou varie linéairement avec la courbure de la voie

1) Pour les sections situées **entre** les pivots de bogies

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,015 \right) \quad (611)$$

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + x_{i>0} - 0,015 - 0,065k \quad (612)$$

Avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

k et z= (voir au tableau 3)

2) Pour les sections situées au-delà des pivots de bogie

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (613)$$

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 51 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{0,030 - 0,065k} + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + q \cdot \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + z + x_{a>0} - \quad (614)$$

Avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k) \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n + a}{a}$$

k et z= (voir au tableau 3)

b) Véhicules pour lesquels le jeu w varie de façon non linéaire avec la courbure de la voie

1) Pour les sections situées **entre** les pivots de bogie

Pour chacun des points du véhicule, la valeur de E_i qui doit être prise est celle qui est la plus élevée en application de :

- la formule (611) ci dessus
- les formules (615) et (616) ci dessous dans lesquelles la valeur de R à prendre en compte est celle qui donne la valeur maximale à la partie placée entre crochets.

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - (7,5 + 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (615)$$

Avec

$$\infty > R \geq 250 \text{ m}$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z + 0,185 - 0,065k \quad (616)$$

avec $250 > R \geq 150 \text{ m}$

k et z = (voir le tableau 3)

2) Pour les sections situées **au-delà** des pivots de bogie

Pour chacun des points du véhicule, la valeur de E_a à prendre est celle qui la plus élevée par l'application de :

- la formule (613) ci dessus
- les formules (617) et (618) ci dessous dans lesquelles la valeur de R à prendre en compte est celle qui donne la valeur maximale à la partie placée entre crochets.

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (7,5 - 32,5k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n + a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + q \cdot \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (617)$$

Avec

$$\infty > R \geq 250 \text{ m}$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k)}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n + a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{a} + q \cdot \frac{2n + a}{a} + z - 0,120 - 0,105k \quad (618)$$

avec $250 > R \geq 150 \text{ m}$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 52 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

k et z = (Voir au tableau 3)

TABLEAU 3 :

GABARIT GA

Si

$$3,25 < h < 3,88 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,63}$$

si $h \geq 3,88 \text{ m, } k = 1$

GABARIT GB

si

$$3,25 < h < 4,11 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,86}$$

si $h \geq 4,11 \text{ m, } k = 1$

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan(\eta_0 - 1^\circ) \right]_{>0} (h - h_c) + \left[\frac{s}{10} (h - h_c) - (0,04 - 0,01k)(h - 0,5) \right]_{>0}$$

C.4.2.3.2 Gabarit cinématiques GC

Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1, sans tenir compte de la valeur de h .

C.4.2.4 Wagons

C.4.2.4.1 Gabarits cinématiques GA et GB

- **Hauteur $h \leq 3,25 \text{ m}$.** Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1.
- **Hauteur $h > 3,25 \text{ m}$.** Les formules à appliquer sont celles associées avec le contour G1, à l'exception des formules données pour les cas a) et b) ci-dessous :

a) Véhicules non équipés de bogies

Pour les sections situées **entre** les essieux d'extrémité

Si

$$an - n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015 \quad (619)$$

Si

$$an - n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,030 - 0,065k \quad (620)$$

avec k et z = (voir au tableau 4)

Pour les sections **au-delà** des essieux d'extrémité


Si

$$an + n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (621)$$

Si

$$an + n^2 > 7,5 + 32,5 k$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 53 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$E_i = \frac{an - n^2}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,030 - 0,065k \quad (622)$$

avec k et z = (Voir au tableau 4)

b) Véhicule à bogie

Pour les sections situées **entre** les pivots de bogie

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w + z - 0,015 \quad (623)$$

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) + 32,5k$$

$$E_i = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + x_{i>0} - 0,015 - 0,065k \quad (624)$$

avec

$$x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)}$$

k et z = (Voir au tableau 4)

Pour les sections situées **au-delà** des pivots de bogie

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n + a}{a} + z - 0,015 \quad (625)$$

si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + (7,5 + 32,5k)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n + a}{a} + (q + w) \frac{2n + a}{a} + z + x_{a>0} - 0,030 - 0,065k \quad (614)$$

Avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - (120 - 20k) \right)$$

k et z = (voir au tableau 4)


TABLEAU 4 :

GABARIT GA

Si

$$3,25 < h < 3,88 \text{ m}, k = \frac{h - 3,25}{0,63}$$

Si $h \geq 3,88$ m, $k=1$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 54 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

GABARIT GB

Si

$$3,25 < h < 4,11 \text{ m } k = \frac{h - 3,25}{0,86}$$

si $h \geq 4,11 \text{ m}$, $k=1$

$$z = \left[\frac{s}{30} + \tan \left(\eta_0 + \arctan \frac{(j - 0,005) > 0}{b_g} \right) (1 + s) - 1^* \right]_{>0} (h - h_c)^{>0} + \left[\frac{s}{10} (h - h_c) - (0,04 - 0,01k)(h - 0,05) \right]_{>0}$$

C.4.2.4.2 Gabarits cinématique GC

Les formules à appliquer sont celles associées au contour G1, sans tenir compte de la valeur de h.

C.5 GABARITS EXIGEANT DES ACCORDS BI- OU MULTILATÉRAUX

Les gestionnaires d'infrastructure des différents pays sont libres de conclure des accords bi- ou multilatéraux entre eux, dans le but d'autoriser la circulation des véhicules autres que ceux construits conformément aux contours G1, GA, GB ou GC, sur tout ou partie de leurs lignes respectives.

Pour la réalisation de tels accords, il est suffisant de définir un contour cinématique de référence ainsi que ses règles associées.

C.5.1 GABARIT G2

C.5.1.1 Contour de référence du gabarit statique G2

Certains chemins de fer ⁶ autorisent les trains à circuler sur leurs lignes avec des chargements en accord avec le contour de référence indiqué ci dessous, pour lequel les règles définies pour le gabarit statique s'appliquent.

⁶ Autorisé par les: HSH, GySEV, BHEV, PKP, BDZ, CFR, CD, ZSR, MAV, JZ, CH, TCDD, DB, ÖBB, CFL, NS, DSB, CFS, BV et les IRR, excepté pour les gares suivantes:

JZ: Divaca, Sezana, Hrpelje-Kozina, Koper, Kilovce, Ilirska, Bistrica, Sapljane, Jurdani, Opatija-Matulji, Rijeka,

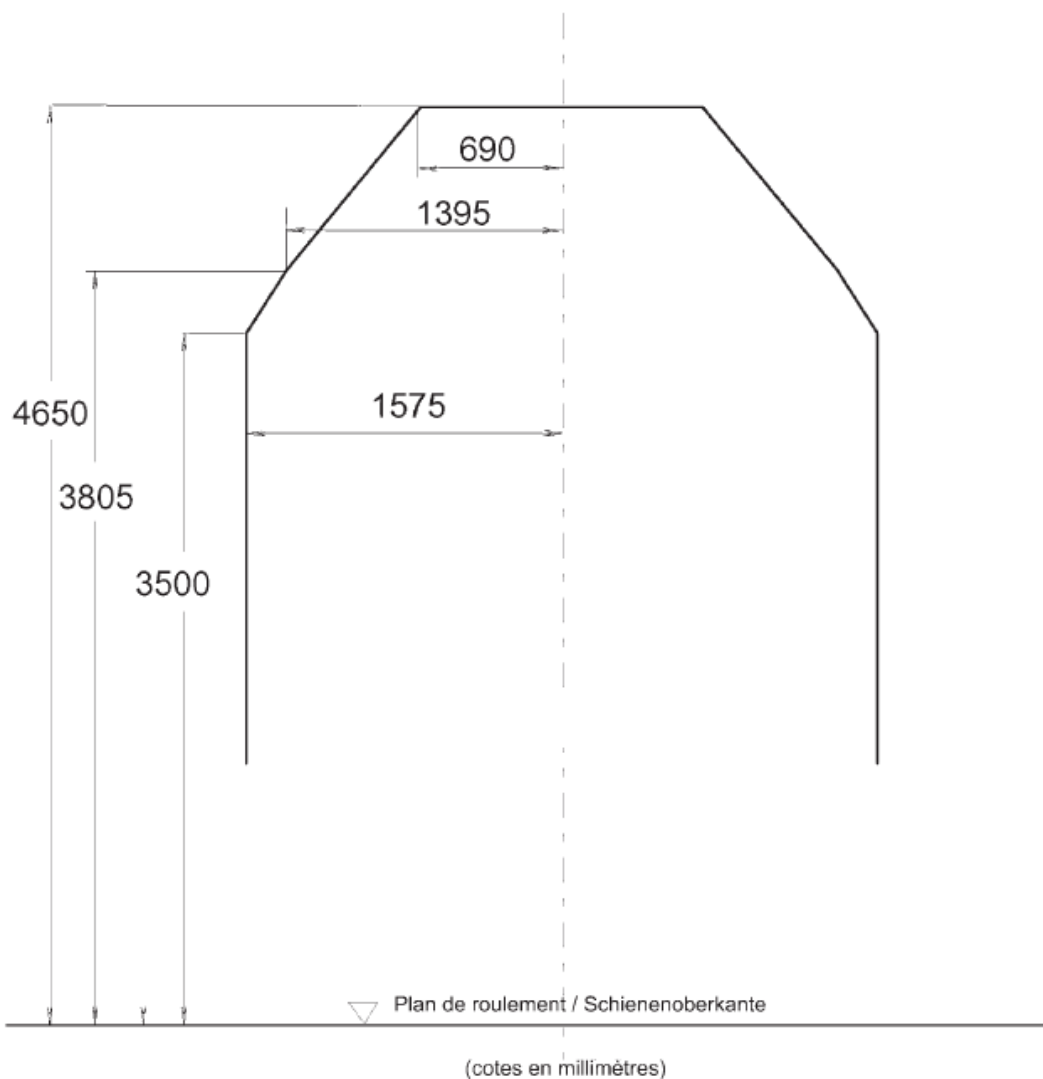
MAV: Budapest-Deli pu.-Budapest.Kelenföld

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 55 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²


Fig. C22



Les règles pour le gabarit statique G1 sont applicables.

C.5.1.2 Contour de référence du gabarit cinématique G2

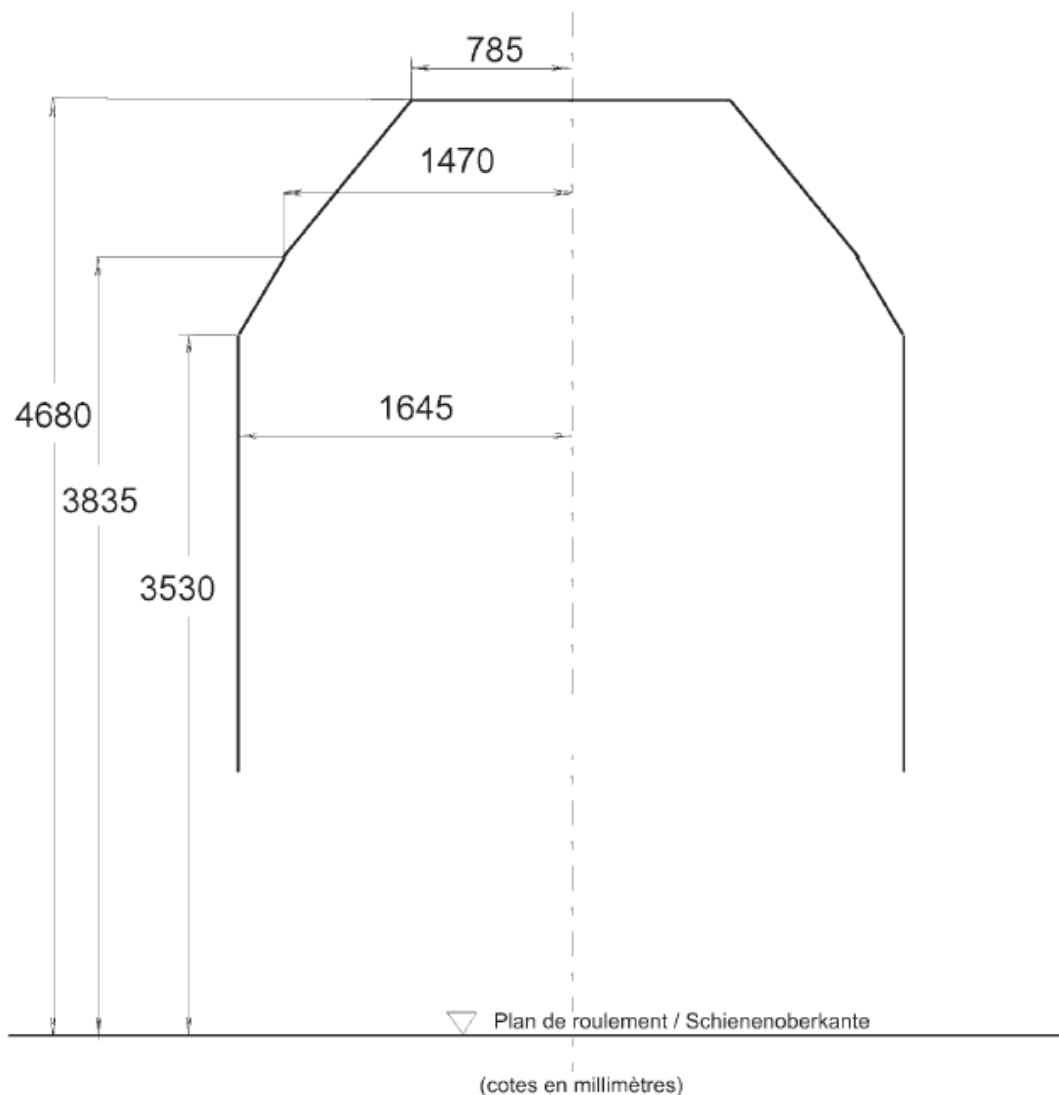
Le contour de référence cinématique suivant peut être considéré comme équivalent, dans le but de lui appliquer les normes appartenant aux contours cinématiques.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 56 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Fig. C23



C.5.2 GABARITS GB1 ET GB2

C.5.2.1 Généralités

Les gabarits GB1 et GB2 furent érigés sur la base de certaines exigences du transport combiné qui émergèrent au début de 1989.

L'utilisation des gabarits GB1 et GB2 est soumise à des accords bi- ou multilatéraux réalisés entre les gestionnaires d'infrastructure.

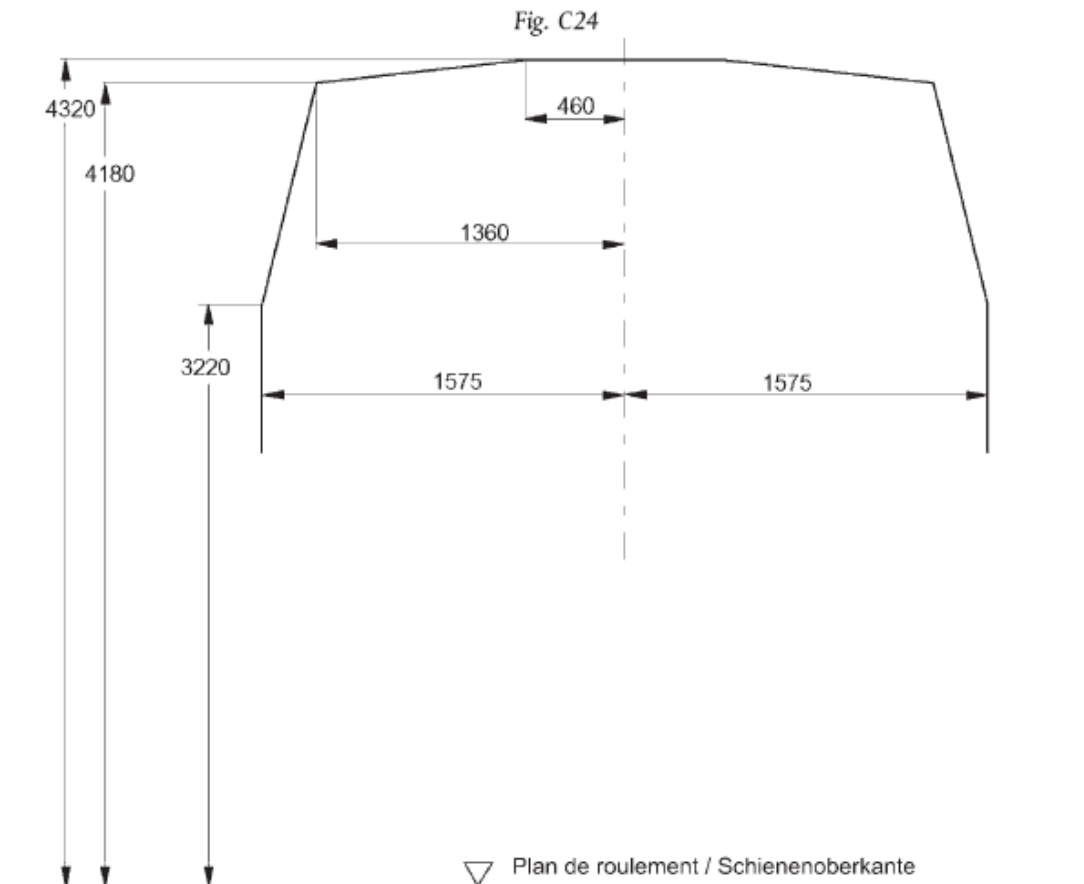
C.5.2.2 Contours de référence statiques GB1 et GB2 (gabarits de chargement)

GB1 Contour de référence statique

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 57 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²



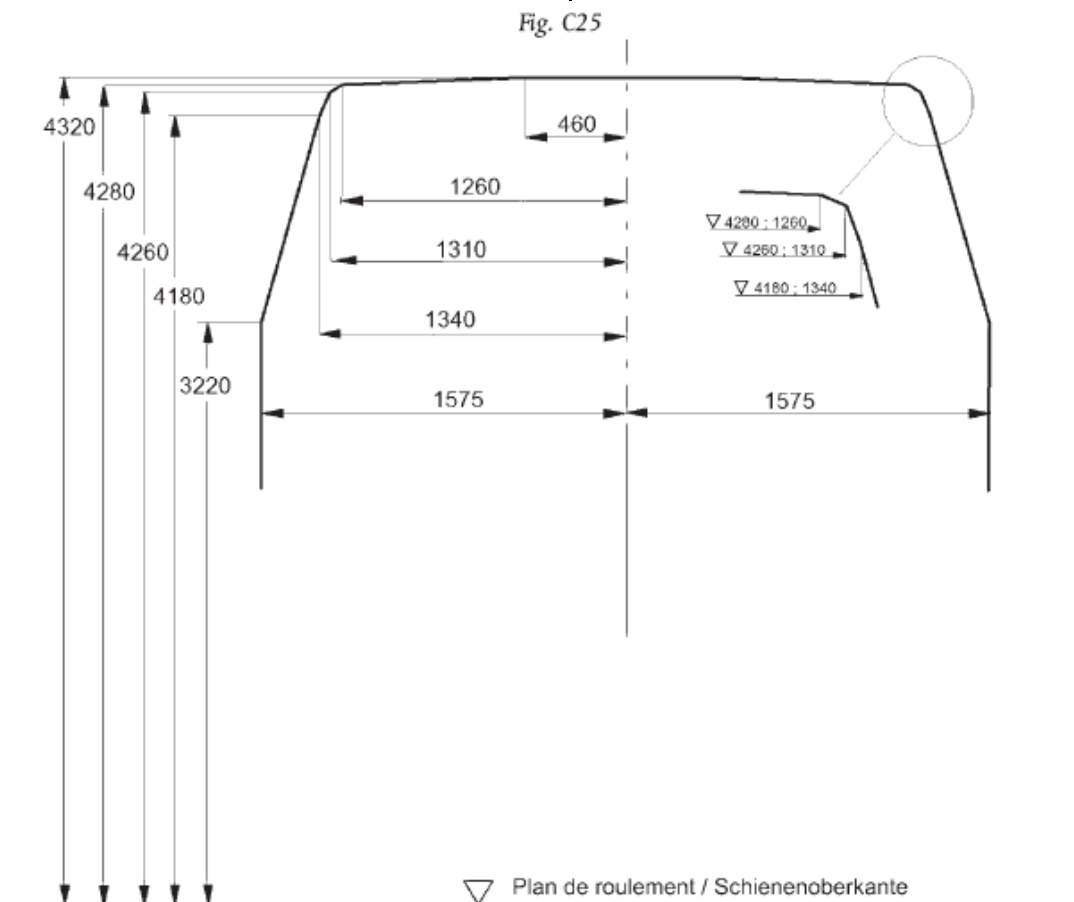
Nota :

Jusqu'à la hauteur de 3 220 mm, le contour de référence du gabarit GB1 est identique au gabarit G1. Contour de référence statique GB2

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 58 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²



Nota :

Jusqu'à la hauteur de 3 220 mm, le contour de référence du gabarit GB2 est identique à celui du gabarit G1.

C.5.2.3 Règles pour les contours de référence statiques des gabarits GB1 et GB2

Les règles applicables sont celles du gabarit GB, excepté pour le coefficient k donné au tableau 1, pour lequel la valeur applicable est donnée au tableau ci-dessous :

GABARITS GB1 et GB2

Si

$$3,22 < h < 4,18 \text{ m, } k = \frac{h - 3,22}{0,96}$$

si $h \geq 4,18 \text{ m, } k = 1$

C.5.2.4 Contours de référence cinématiques GB1 et GB2

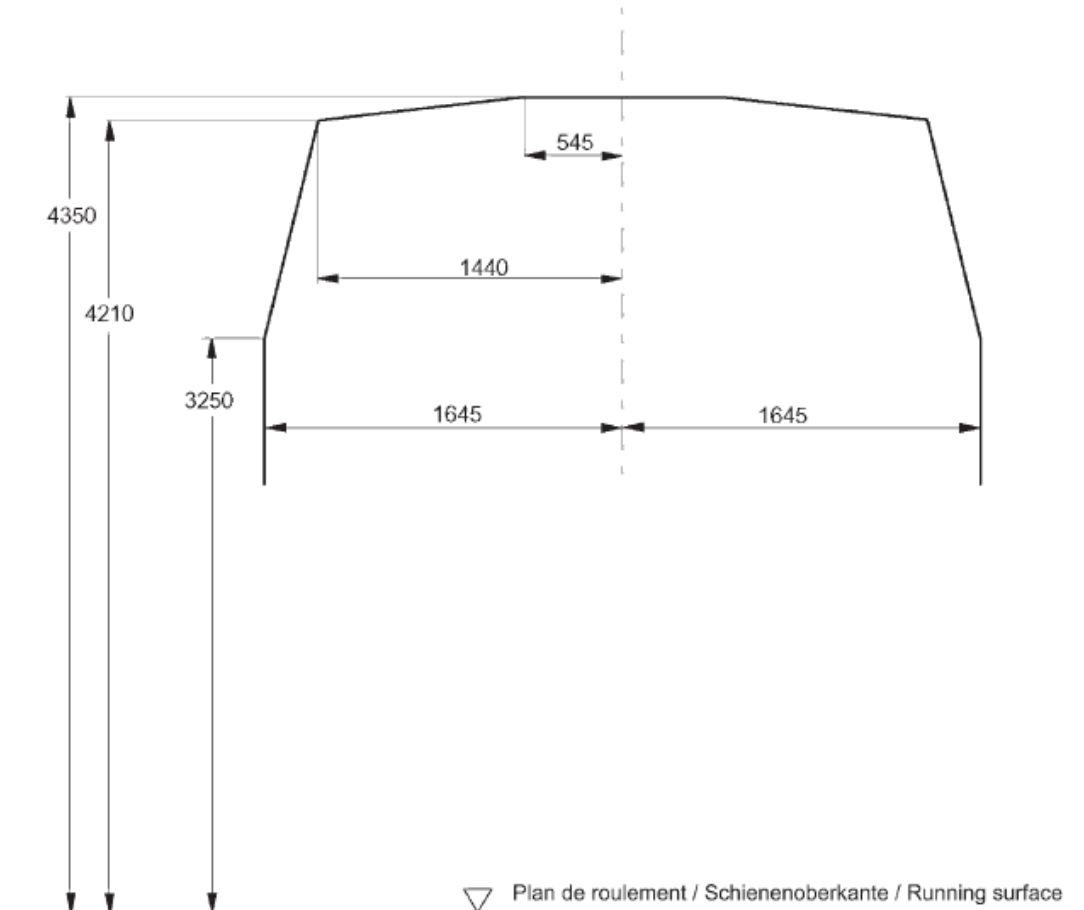
Contour de référence GB1

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 59 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF


Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Fig. C26



Nota :

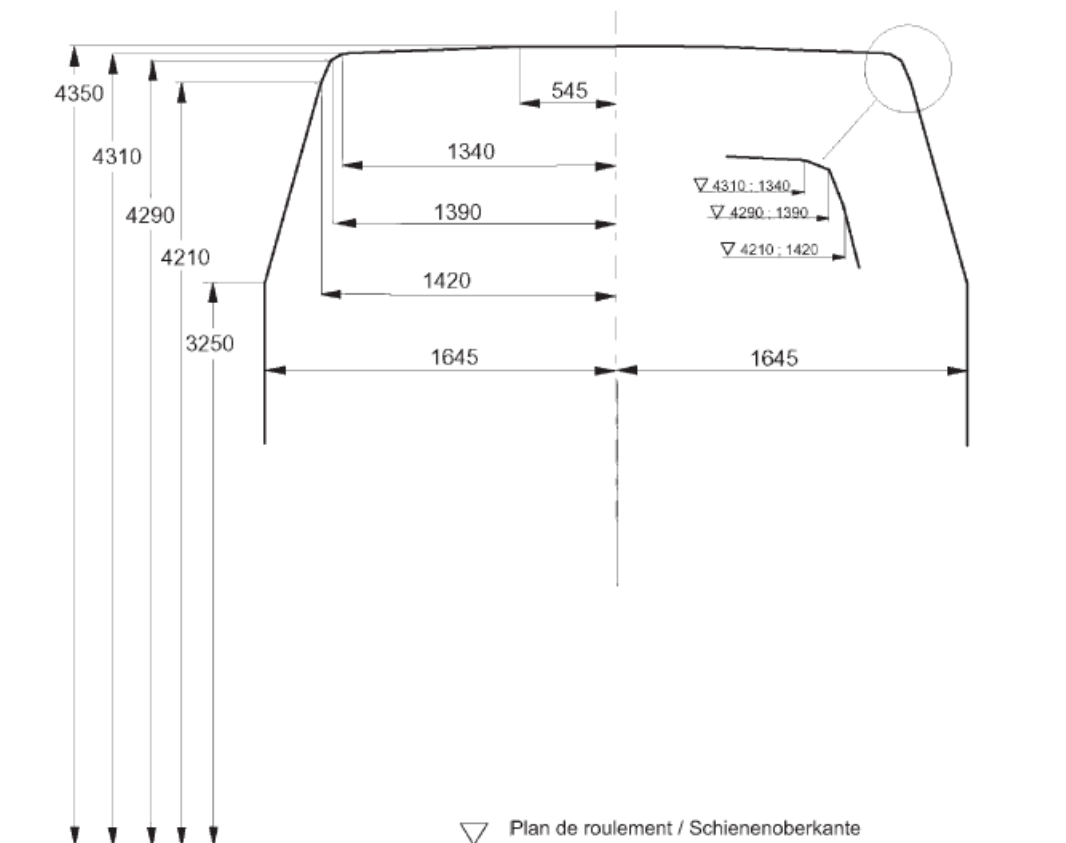
Jusqu'à la hauteur de 3 220 mm, le contour de référence du gabarit GB1 est identique à celui du gabarit G1. Contour de référence cinématique GB2

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 60 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Fig. C27



Nota :

Jusqu'à la hauteur de 3 220 mm, le contour de référence du gabarit GB2 est identique à celui du gabarit G1.

C.5.2.5 Règles pour les contours de référence cinématiques GB1 et GB2

Les règles applicables sont celles du gabarit GB, excepté pour le coefficient k donné dans les tableaux 2, 3 et 4, dont la valeur qui doit être appliquée est donnée dans le tableau ci-dessous :

GABARITS GB1 et GB2

Si

$$3,25 < h < 4,21 \text{ m, } k = \frac{h - 3,25}{0,96}$$

si $h \geq 4,21 \text{ m, } k = 1$

C.5.3 GABARIT 3.3

C.5.3.1 Généralités

Le gabarit cinématique 3.3 peut être utilisé pour les circulations en service sur le réseau français (Réseau Ferré National — RFN).

Ce gabarit offre un espace supplémentaire vers le haut comparé avec le gabarit G1. Il est applicable aux véhicules (par exemple les voitures à deux niveaux), qui circulent exclusivement sur des lignes ayant les dégagements du gabarit 3.3.

Le gabarit 3.3 concerne uniquement la partie haute du contour de référence, située au

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 61 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

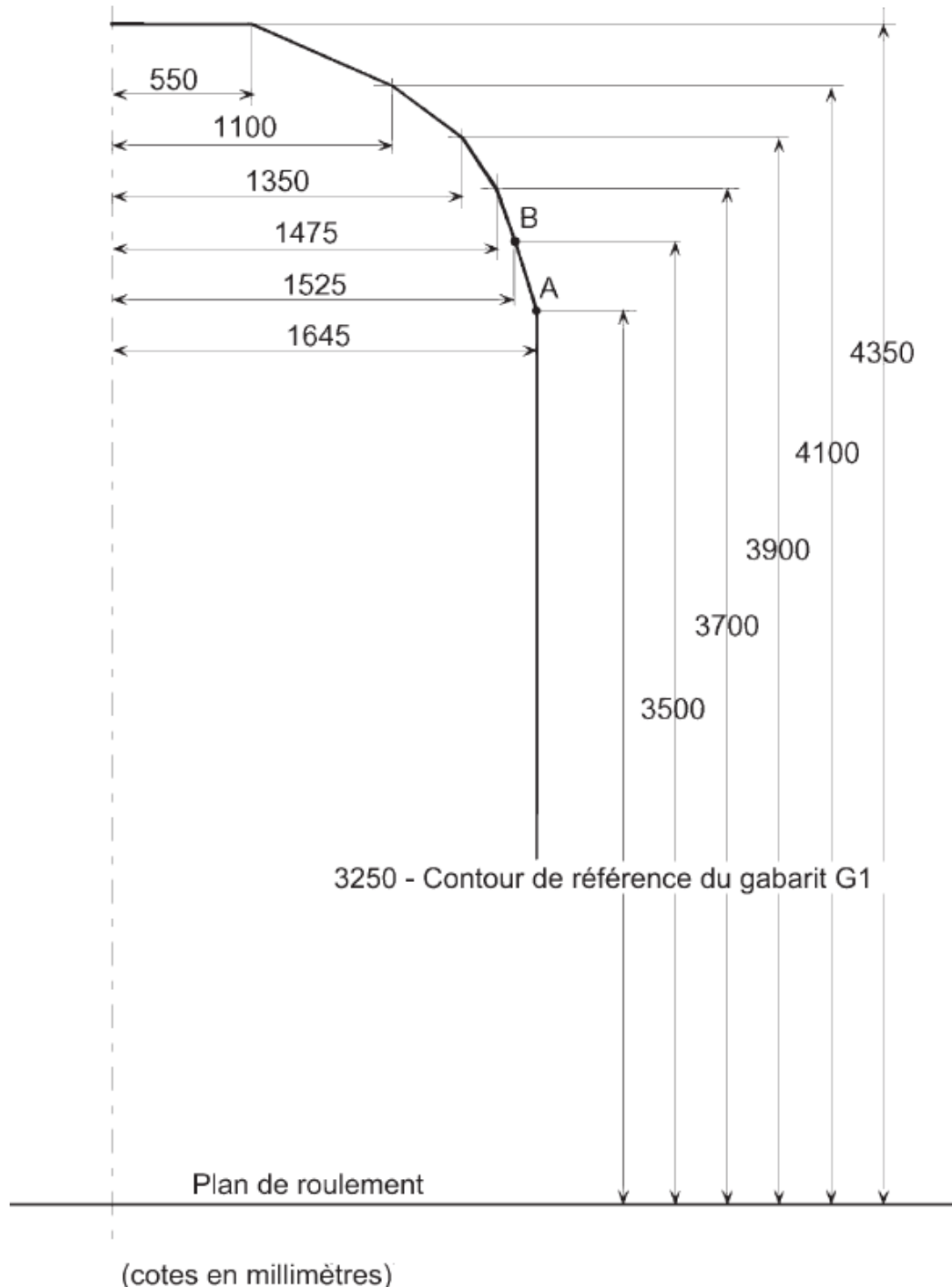
PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

dessus de 3,25 m, le dessus du contour étant commune au gabarit G1. Comme chacun des autres gabarits il est rattaché à un contour de référence et ses règles associées.


C.5.3.2 Contour de référence du gabarit cinématique 3.3

Fig. C28



C.5.3.3 Règles du contour de référence pour la détermination du gabarit maximal de construction

Les règles du contour de référence du gabarit 3.3 sont identiques à celles du gabarit G1, excepté pour les détails particuliers suivants :

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 62 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

- saillies autorisées S_0 (S)
- déplacements quasi-statiques z .

C.5.3.3.1 Saillies autorisées S_0 (S)

Pour les parties situées à plus de 3,500 m de hauteur du plan de roulement, la valeur S_0 de la saillie qui doit être prise en compte en fonction de la courbe pour calculer les

réduction E_i et E_a est $\frac{37,5}{R}$, indépendamment du type de véhicule.

- De ce fait, les saillies effectives S ne doivent pas dépasser les valeurs de S_0 suivantes :
- 0,15 m en courbes de 250 m de rayon
- 0,15 m en courbes de 150 m de rayon.

De plus, en voie en alignement (tangentielle), S_0 est fixé égal à 0,015 m.

- Pour les parties situées entre 3,250 m et 3,000 m de hauteur par rapport au plan de roulement, ce qui représente les parties entre les niveaux A et B du contour de référence, il n'existe pas de règles pour déterminer la valeur S_0 de la saillie maximale. La détermination du gabarit maximal de construction entre ces deux niveaux est faite en joignant le point du gabarit maximal de construction correspondant au niveau A, trouvé par le calcul des réductions par rapport aux saillies conformes aux règles applicables au gabarit G1, au point du gabarit maximal de construction correspondant au niveau B, trouvé par le calcul des réductions issues des saillies précisées ci-dessus.
- Pour les parties situées à moins de 3,250 m de hauteur du plan de roulement, la règle générale relative au gabarit G1 doit être appliquée.

C.5.3.3.2 Déplacements quasi-statiques z

Pour les éléments suspendus, situés à une hauteur h , la valeur de z est donnée par la formule :

$$Z = \left[\frac{S}{30} + \tan[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] [h - h_c] + \left[\frac{S}{10} [h - h_c] - 0,03 [h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}$$

C.5.3.4 Formules de réduction

Les formules de réductions sont applicables aux:

- engins de traction (locomotives, motrices) voir article C.5.3.4.1
- automotrices voir article C.5.3.4.2
- voitures voir article C.5.3.4.3

C.5.3.4.1 Formules de réduction applicables aux engins moteurs (dimensions en mètres)

Engins de traction pour lesquels le jeu w est indépendant du rayon de position en voie ou varie linéairement avec la courbure de la voie

Réductions internes E_i (où $n = n_i$)

Sections situées **entre** les essieux d'extrémité des engins de traction non équipés de bogie ou entre les pivots de bogie.

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500 (W_\infty - W_{i(250)}) \leq 67,5$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + W_\infty + z - 0,015 \quad (101)$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 63 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(W_{\infty} - W_{i(250)}) > 67,5$$

la position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{i(250)} + Z + [x_i]_{>0} - 0,150 \quad (102)$$

$$\text{avec } x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75 \right) + W_{i(150)} - W_{i(250)} \quad (103)$$

Réductions externes E_a (où $n = n_a$)

Sections situées **au-delà** des essieux d'extrémité de véhicules non équipés de bogie ou au-delà des pivots de bogies moteurs.

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(W_{\infty} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 67,5$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + W_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (106)$$

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(W_{\infty} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 67,5,$$

la position sur voie en courbe est prépondérante :

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + W_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107)$$

$$\text{mit } x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 75 \right) + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{n}{a} + (W_{a(150)} - W_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (108)$$

Engins de traction pour lesquels le jeu w varie non linéairement avec la courbure de la voie (cas exceptionnel)

Pour chacune des sections de l'engin de traction, la réduction à prendre est la plus grande de celles résultant des formules données ci dessus, dans lesquelles la valeur de R à utiliser est celle qui donne la valeur la plus élevée à la partie située entre crochets ainsi que dans les formules (101) ou (106).

Réductions internes E_i (avec $n = n_i$)

Si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z - 0,015 \quad (104)$$

Si $250 > R \geq 150$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \right] + \frac{1,465 - d}{2} + q + z \quad (105)$$

En pratique, les formules (105) et (110) sont sans effet, puisque la variation du jeu w ,

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 64 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

résultant du fait de l'arrêt de l'incidence de la variable, prend naissance lorsque $R > 250$ m.

Si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Si $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z$$

Réductions externes E_a (où $n = n_a$)

Si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (109)$$

Si $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \frac{n}{a} + w_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + z \quad (110)$$

C.5.3.4.2 Formules de réductions applicables aux automotrices (dimensions en mètres)

Pour les automotrices ayant un bogie moteur et un bogie porteur (voir le tableau pour le gabarit G1) :

Réductions internes E_i (1)

Sections entre les **pivots** de bogies

$$E_i = \frac{1,465-d}{2} + q + W_{\infty} \frac{a-n_{\mu}}{a} + W'_{\infty} \frac{n_{\mu}}{a} + z - 0,015 \quad (101a)$$

$$E_i = \frac{an_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a-n_{\mu}}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a}}{500} + \frac{1,465-d}{2} \frac{a-n_{\mu}}{a} + q + W_{i(250)} \frac{a-n_{\mu}}{a} + W'_{i(250)} \frac{n_{\mu}}{a} + z + [x_i]_{>0} - 0,150 \quad (102a)$$

Avec


$$x_i = \frac{1}{750} \left[an_{\mu} - n_{\mu}^2 + \frac{p^2}{4} \frac{a-n_{\mu}}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n_{\mu}}{a} - 75 \right] + (W_{i(150)} - W_{i(250)}) \frac{a-n_{\mu}}{a} + (W'_{i(150)} - W'_{i(250)}) \frac{n_{\mu}}{a} \quad (103a)$$

Réductions externes E_a (2) bogie d'extrémité moteur (en tête, dans le sens de la marche)

Sections au delà des pivots de bogie (où $n = n_a$)

$$E_a = \left[\frac{1,465-d}{2} + q \right] \frac{2n+a}{a} + W_{\infty} \frac{n+a}{a} + W'_{\infty} \frac{n}{a} + z - 0,015 \quad (106a)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} \frac{n+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \frac{n}{a}}{500} + \frac{1,465-d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + W'_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107a)$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 65 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Avec

$$x_a = \frac{1}{750} \left[an + n^2 - \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n+a}{a} + \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n}{a} - 75 \right] + \left(w'_{i(150)} - w'_{i(250)} \right) \frac{n}{a} + \left(w'_{a(150)} - w'_{a(250)} \right) \frac{n+a}{a} \quad (108a)$$

(1), (2) La réduction à appliquer pour une valeur donnée de n est celle qui est la plus grande résultant des formules :

- (101 a) ou (102 a) ainsi que (103 a);
- (106 a) ou (107 a) ainsi que (108 a).

Réduction externe $E_{a(1)}$ bogie d'extrémité porteur (en tête, dans le sens de la marche)

Sections au delà des pivots de bogie (où $n = n_a$)

$$E_a = \left[\frac{1,465-d}{2} + q \right] \frac{2n+a}{a} + w_{\infty} \frac{n}{a} + w'_{\infty} \frac{n+a}{a} + z - 0,015 \quad (106b)$$

$$E_a = \frac{an + n^2 + \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n+a}{a}}{500} + \left(\frac{1,465-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w'_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107b)$$

$$x_a = \frac{1}{750} \left[an + n^2 + \frac{p^2}{4} \cdot \frac{n}{a} - \frac{p'^2}{4} \cdot \frac{n+a}{a} - 75 \right] + \left(w_{i(150)} - w_{i(250)} \right) \frac{n}{a} + \left(w'_{a(150)} - w'_{a(250)} \right) \frac{n+a}{a} \quad (108b)$$

(1) La réduction à appliquer pour une valeur donnée de n est celle qui est la plus grande résultant des formules :

(106 b) ou (107 b) ainsi que (108 b).

C.5.3.4.3 Formules de réduction applicables aux voitures et aux véhicules à voyageurs (dimensions en mètre)

Pour les voitures à bogies, excepté pour les bogies eux mêmes et leurs composants associées.

Voitures pour lesquelles le jeu w est indépendant de la courbe de position en voie ou qui varie linéairement avec la courbure de la voie.

Réductions internes E_i

Sections **entre** les pivots de bogie (où $n = n_i$)

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) + 67,5$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_a = \frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015 \quad (201)$$

Si

$$an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) + 67,5$$


la position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_i = \frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - 0,150 \quad (202)$$

$$\text{with } x_i = \frac{1}{750} \left(an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)} \quad (203)$$

Réductions externes E_a

Sections **au-delà** des pivots de bogie (où $n = n_a$)

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 66 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + 67,5$$

la position en voie en alignement est prépondérante :

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015 \quad (206)$$

Si

$$an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \left[(w_{\infty} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + 67,5$$

la position en voie en courbe est prépondérante :

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (207)$$

$$\text{with } x_a = \frac{1}{750} \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 75 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \quad (208)$$

Voitures pour lesquelles le jeu w varie de façon non linéaire avec la courbure de la voie.

Pour chacune des sections de la voiture, la réduction à prendre en compte est la plus élevée de celles résultant de l'application des formules ci-dessus, dans lesquelles la valeur de R à utiliser est celle qui donne la valeur maximale à la partie placée entre crochets ainsi que la formule (201) ou (206).

Réductions internes E_i (où $n = n_i$)

Si

$$\infty > R \geq 150$$

$$E_i = \left[\frac{an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + w_{i(R)} \right] + q + z \quad (204)$$

Réductions externes E_a (où $n = n_a$)

si

$$\infty > R \geq 250$$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 67,5}{2R} + W_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Si $250 > R \geq 150$

$$E_a = \left[\frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4} - 75}{2R} + W_{i(R)} \frac{n}{a} + W_{a(R)} \frac{n+a}{a} \right] + \frac{1,465 - d}{2} \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + z$$

C.5.4 GABARIT GB-M6

C.5.4.1 Généralités

Le gabarit cinématique GB-M6 peut être utilisé sur le réseau belge (SNCB).

Le gabarit cinématique GB-M6 est basé sur les mêmes principes que le gabarit G1, il est

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 67 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

adapté aux infrastructures de la SNCB et ses formules de réduction sont de même adaptées pour ce qui concerne les vérifications des rayons et des saillies autorisées en courbes.

Les saillies autorisées sont plus conséquentes que celles du gabarit G1 et de ce fait permettent la circulation de véhicules plus larges.

Pour ce qui concerne les pantographes, en plus des règles de l'UIC 505-1 autorisant la circulation de véhicules équipés de pantographes d'une largeur de 1 950 mm, les infrastructures de la SNCB acceptent également des pantographes d'une largeur de 1 760 mm, équipant des véhicules de plus grande souplesse, ayant les caractéristiques suivantes : $s \leq 0,4$ et $(q + w) \leq 0,065$ m.

Les bogies ainsi que les éléments auxiliaires équipant les véhicules construits selon ce gabarit respectent strictement les règles du gabarit G1.

Les parties suspendues situées au niveau (ou susceptibles de descendre à un niveau inférieur à 100 mm de hauteur du plan de roulement en raison des déplacements verticaux), sont calculées en accord avec les règles du gabarit G1.

Si, en raison des mouvements verticaux, un point situé à proximité de 1 170 mm de hauteur peut monter ou descendre par rapport à ce niveau, il est nécessaire d'examiner la largeur minimale autorisée, en utilisant soit les formules qui régissent les parties situées au-dessus de 1 170 mm de hauteur, soit les formules qui régissent les parties situées au-dessous de 1 170 mm de hauteur.

Le choix entre les formules de réduction pour les engins de traction ou les éléments remorqués, est fait de la même façon que pour le gabarit G1, basé sur le coefficient d'adhérence au démarrage.

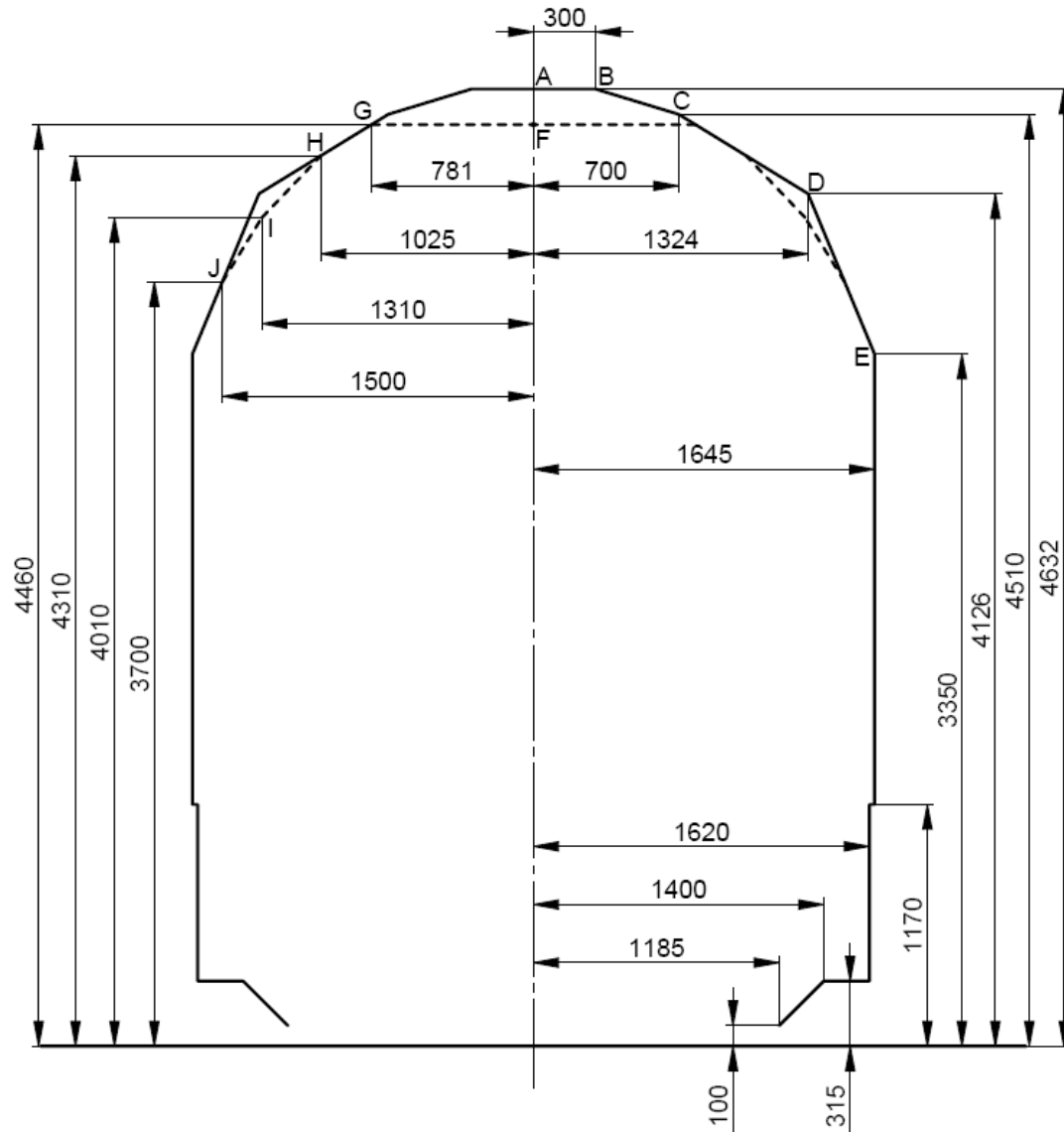
C.5.4.2 Contour de référence du gabarit cinématique GB-M6

Fig. C29

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C		PTU WAG - C Page 68 sur 89	
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²



C.5.4.3 Formules de réduction

C.5.4.3.1 Engins de traction

a) Formule de réduction pour $h > 1\,170$ mm.

Sections **entre** les pivots de bogie

Si

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{i(400)}) \leq 0,015$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{i(400)}) > 0,015$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 69 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} + w_{i(400)} + \frac{1,465-d}{2} + q + z + [x_i + (y_i)_{>0}]_{>0} - 0,030$$

Avec

$$x_i = \frac{6}{10} \left[\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,042 - (w_{i(400)} - w_{i(250)})$$

Avec

$$y_i = \frac{16}{15} \left[\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,108 - (w_{i(250)} - w_{i(150)})$$

Sections **au-delà** des pivots de bogie

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[(w_{\infty} - w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 0,015$$

$$E_a = \left(\frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[(w_{\infty} - w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] > 0,015$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} + (q + w_{i(400)}) \frac{n}{a} + (q + w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} + \left(\frac{1,465-d}{2} \right) \frac{2n+a}{a} + z + [x_a + (y_a)_{>0}]_{>0} - 0,030$$

Avec

$$x_a = \frac{6}{10} \left[\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,042 - \left[(w_{i(400)} - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(400)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

Avec

$$y_a = \frac{16}{15} \left[\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,108 - \left[(w_{i(250)} - w_{i(150)}) \frac{n}{a} + (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

c) Formules de réduction pour des hauteurs telles que $100 < h \leq 170$ mm.

Sections **entre** pivots de bogie

Si

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (W_{\infty} - W_{i(1000)}) \leq 0,005$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 70 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$E_1 = \frac{1,465 - d}{2} + q + W_{\infty} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (W_{\infty} - W_{i(1000)}) > 0,005$$

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} + \frac{1,465 - d}{2} + q + W_{i(1000)} + z + [x_i]_{>0} - 0,020$$

Avec

$$x_i = \frac{17}{3} \left[\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} \right] - 0,150 - (W_{i(1000)} - W_{i(150)})$$

Sections **au-delà** des pivots de bogies

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[(W_{\infty} - W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq 0,005$$

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + W_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[(W_{\infty} - W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] > 0,005$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{2n+a}{a} + (q + W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (q + W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,020$$

Avec

$$x_a = \frac{17}{3} \left[\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} \right] - 0,150 - \left[(W_{i(1000)} - W_{i(150)}) \frac{n}{a} + (W_{a(1000)} - W_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

C.5.4.3.2 Véhicules remorqués

a) Formules de réduction pour une hauteur h > 1 170 mm.


Sections entre les pivots de bogie

Si

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{i(400)}) \leq \frac{1,465 - d}{2}$$

$$E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015$$

Si

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 71 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} - (w_{\infty} - w_{l(400)}) > \frac{1,465 - d}{2}$$

$$E_l = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} + q + w_{l(400)} + z + [x_l + (y_l)_{>0}]_{>0} - 0,015$$

Avec

$$x_l = \frac{6}{10} \left[\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,042 - (w_{l(400)} - w_{l(250)})$$

Avec

$$y_l = \frac{16}{15} \left[\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} \right] - 0,108 - (w_{l(250)} - w_{l(150)})$$

Sections **au-delà** des pivots de bogies

si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[(w_{\infty} - w_{l(400)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,015$$

$$E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} - \left[(w_{\infty} - w_{l(400)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} \right] > \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,015$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} + (q + w_{l(400)}) \frac{n}{a} + (q + w_{a(400)}) \frac{n+a}{a} + \left(\frac{1,465 - d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + z + [x_a + (y_a)_{>0}]_{>0} - 0,030$$

Avec

$$x_a = \frac{6}{10} \left(\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right) - 0,042 - \left[(w_{l(400)} - w_{l(250)}) \frac{n}{a} + (w_{a(400)} - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

Avec

$$y_a = \frac{16}{15} \left(\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{800} \right) - 0,108 - \left[(w_{l(250)} - w_{l(150)}) \frac{n}{a} + (w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

b) Formules de réduction pour les hauteurs $100 < h \leq 170$ mm.

Sections **entre** les pivots de bogie

Avec

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 72 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (w_{\infty} - w_{i(1000)}) \leq \frac{1,465-d}{2} - 0,010$$

$$E_i = \frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} - (w_{\infty} - w_{i(1000)}) > \frac{1,465-d}{2} - 0,010$$

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} + q + w_{i(1000)} + z + [x_i]_{>0} - 0,005$$

Avec

$$x_i = \frac{17}{3} \left(\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} \right) - 0,150 - (w_{i(1000)} - w_{i(150)})$$

Sections **au-delà** des pivots de bogies

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[(w_{\infty} - w_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (w_{\infty} - w_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] \leq \left(\frac{1,465-d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,005$$

$$E_a = \left(\frac{1,465-d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015$$

Si

$$\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} - \left[(W_{\infty} - W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (W_{\infty} - W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} \right] > \left(\frac{1,465-d}{2} \right) \frac{n}{a} + 0,005$$

$$E_a = \frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} + \left(\frac{1,465-d}{2} \right) \frac{n+a}{a} + (q + W_{i(1000)}) \frac{n}{a} + (q + W_{a(1000)}) \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,020$$

Avec

$$x_a = \frac{17}{3} \left(\frac{n(a+n) - \frac{p^2}{4}}{2000} \right) - 0,050 - \left[(W_{i(1000)} - W_{i(150)}) \frac{n}{a} + (W_{a(1000)} - W_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \right]$$

C.6 APPENDICE 1

C.6.1 GABARIT DE CHARGEMENT DU MATERIEL ROULANT

C.6.1.1 Dispositions concernant les portes, les marches et les marchepieds

1. Portes des voitures

a) En position ouverte, lorsque les voitures se trouvent dans la position la plus basse

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 73 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

possible acceptable par les tampons, leurs portes dont l'essentiel de la partie basse se situe à au moins 1 050 mm au-dessus du champignon du rail, peuvent saillir au-delà du gabarit réduit, tout au plus de 200 mm.

Sur les véhicules construits après le 1.1.1986, les portes de voitures, doivent satisfaire à cette exigence même lors de leur ouverture.

Cette exigence ne s'applique pas aux portes à charnières montées sur les voitures avant le 1.1.1980.

b) En vitesse de manœuvre, allant jusqu'à environ 30 km/h, le jeu latéral ne dépasse généralement pas 0,02 m.

Pour les portes latérales des caisses situées au-delà des pivots de bogie et dont les bords inférieurs sont situés à moins de 1 050 mm au dessus du champignon du rail, la réduction nécessaire du gabarit, dans la position la plus basse possible de 980 mm acceptable par les tampons, peut être diminuée :

- lors de l'ouverture et,
- en position ouverte

d'un maximum de

$$\frac{(w_a - 0,02)(n + a)}{a}$$

Ceci s'applique exclusivement si $w_a > 0,02$ m

Il est autorisé d'utiliser des portes qui satisfont aux exigences des points a) et b) ci-dessus. Dans ce cas, les exigences du point a) doivent aussi être satisfaites lors de l'ouverture de la porte.

2. Marches et marchepieds

Si la marche inférieure est rétractable, la réduction nécessaire du gabarit de chargement pour circuler avec la marche abaissée peut être réduite au plus de la valeur de :

$$w_1 \frac{n}{a} + w_a \frac{n + a}{a}$$

C.7 APPENDICE 2

C.7.1 GABARIT DE CHARGEMENT DU MATERIEL ROULANT

C.7.1.1 Compression des suspensions dans des zones situées en dehors du polygone de sustentation B, C et D

1. Pour tous les véhicules, et les wagons en particulier, il peut être nécessaire de prendre en compte des mouvements verticaux supplémentaires, fz, dus à l'inclinaison de la caisse du véhicule (roulis, tangage) par suite, par exemple, d'une excentration de la charge ou du dégonflage d'une suspension pneumatique.

La formule simplifiée suivante peut être utilisée pour ces compressions supplémentaires :

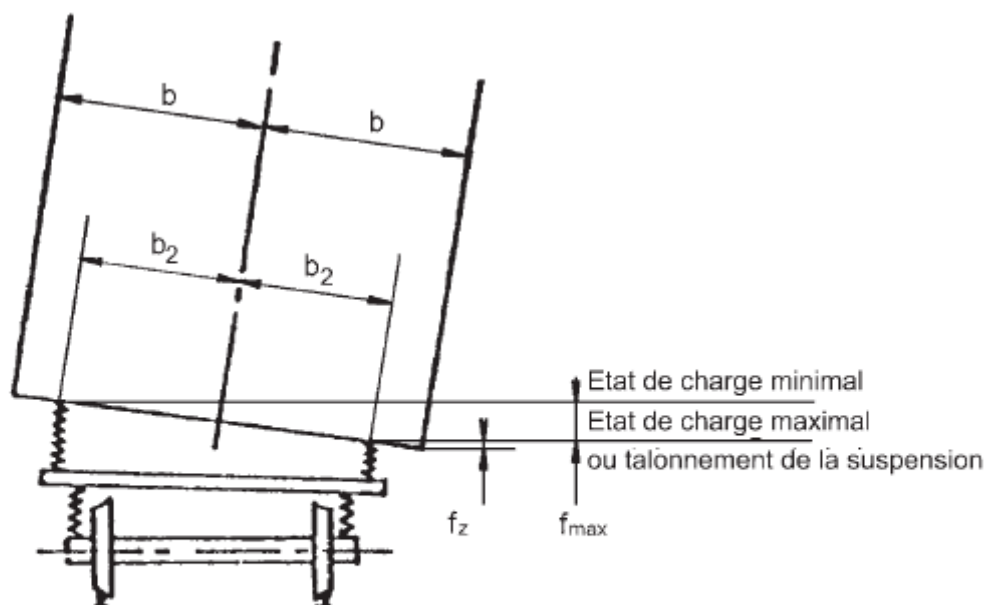
- en latéral : zones concernées B et C

Compressions en phase sur deux bogies et sur un rail uniquement.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 74 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

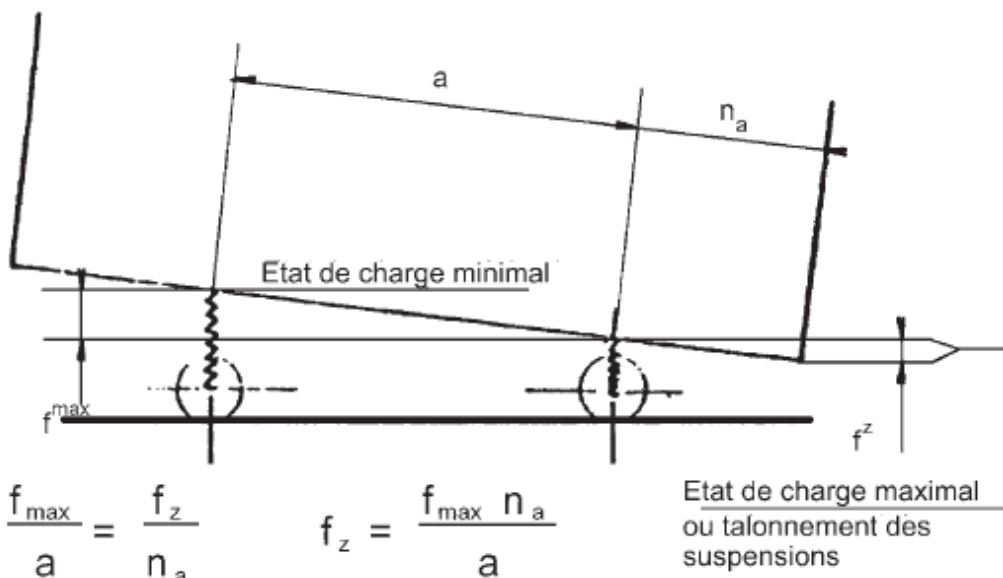


$$\frac{f_{\max}}{2b_2} = \frac{f_z}{b - b_2}$$

$$f_z = \frac{f_{\max}(b - b_2)}{2b_2}$$

— en longitudinal : zones concernées, C et D

Compression sur un seul bogie ou essieu.



$$\frac{f_{\max}}{a} = \frac{f_z}{n_a}$$

$$f_z = \frac{f_{\max} n_a}{a}$$

— Affaissement d'un ressort de suspension primaire et d'un ressort de suspension secondaire ou dégonflage d'une suspension pneumatique

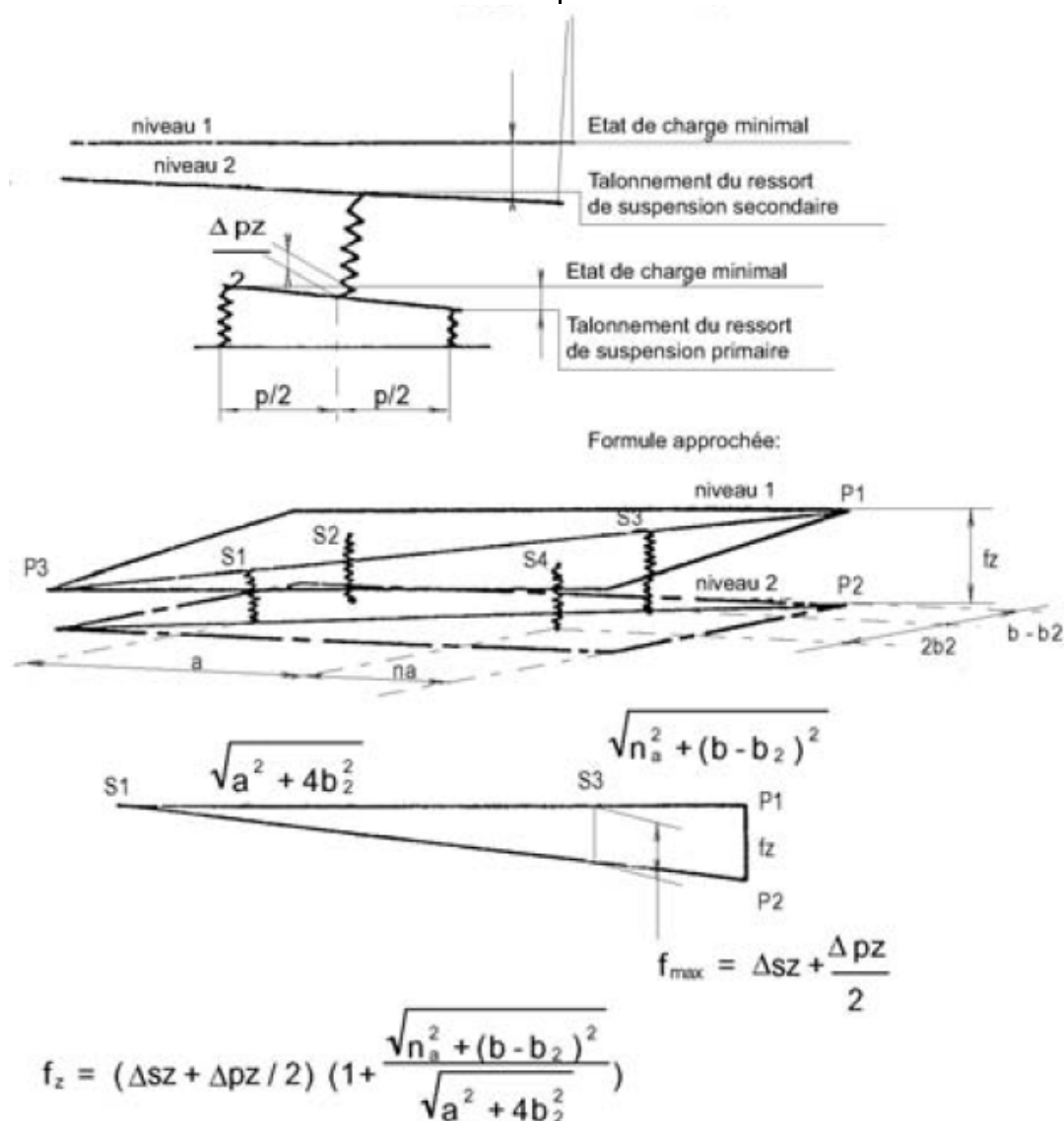
(calculs de principe en zone C).

Flexion (approche initiale).

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 75 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²



Légende :

Niveau 1 :

État de charge minimal :

Talonnement du ressort de suspension primaire/secondaire :

Formule approchée

C.8 APPENDICE 3 GABARIT DE CHARGEMENT DU MATÉRIEL ROULANT

C.8.1 CALCULS DU GABARIT DE CHARGEMENT DES VEHICULES PENDULAIRES

C.8.1.1 Généralités

L'acceptation en trafic international de matériel roulant équipé de système à caisses pendulaires doit être soumise à des accords bi- ou multilatéraux entre les différents chemins de fer concernés.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 76 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

C.8.1.2 Objet

Cet appendice traite de la méthode de calcul du gabarit de chargement des véhicules à caisses pendulaires, désignées ci-après par l'abréviation **VCP**.

Les paragraphes 2, 3 et 4 traite de l'analyse technique pour les calculs du gabarit de chargement des VCP.

Le paragraphe 5 commente les dispositions de la pendulation et la vitesse des VCP.

C.8.1.3 Domaine d'application

Un VCP est défini comme un véhicule pour lequel la caisse peut réaliser un mouvement de roulis par rapport aux organes de roulement lorsque le véhicule circule en courbe, avec pour objectif de compenser l'accélération centrifuge.

L'apparition et l'introduction de rames en service international constituées de véhicule équipés de systèmes à caisses pendulaires nécessitaient de faire certaines modifications aux règles relatives aux calculs des gabarits de chargement applicables aux véhicules conventionnels.

L'appendice traite des règles de calcul appliquées aux VCP afin d'obtenir le gabarit de chargement maximal pour la construction des véhicules.

C.8.1.4 Rappel

Le concept du VCP, commença à se développer dans les années 1970-80 dans plusieurs pays d'Europe, en vue de circuler avec des vitesses plus élevées sur les lignes existantes, sans diminuer le confort des voyageurs.

La vitesse est limitée en courbes pour les véhicules ferroviaires en raison de l'accélération latérale qui agit sur les voyageurs : la limite de l'accélération non compensée est de l'ordre de 1 à 1,3 ms⁻².

Les rames VCP, en particulier celles qui sont équipées de systèmes actifs, peuvent circuler avec des valeurs d'accélération non compensées plus élevées (par exemple 1,82 ms⁻² pour la rame ETR 450 de chez FIAT, soit une insuffisance de dévers équivalant à 278 mm) en raison de la pendulation des caisses qui permet de réduire les valeurs de l'accélération latérale ressentie par les voyageurs.

C.8.1.5 Dispositions relatives à la sécurité

Les constructeurs de rames VCP doivent fournir les preuves que les véhicules satisfont le gabarit de chargement dans tous les cas d'exploitation envisagés.

En plus des calculs du gabarit, le constructeur doit fournir un rapport concernant les critères adoptés et les dispositifs de sécurité dont dépend la sécurité, ces dispositifs doivent être en « sécurité par défaut ».

Les cas de défaillances qui peuvent provoquer des dépassements du gabarit des rames VCP doivent être investigués par le constructeur. Selon la gravité de leurs effets, des mesures particulières doivent être prises par les exploitants, qui peuvent concerner l'exploitation ferroviaire, les alertes, avertissements au conducteur, etc.

Le constructeur doit également garantir que le système de pendulation est conçu de telle façon que s'il vient à défaillir la rame ne circule pas à des vitesses sans compensation de dévers, supérieures à celles autorisées pour des véhicules conventionnels.

C.8.1.6 Symboles utilisés

Les symboles supplémentaires suivants sont utilisés dans cet appendice :

IP = valeur d'insuffisance de dévers pour le VCP concerné,

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 77 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

IC = valeur maximale de l'insuffisance de dévers autorisée par le département ferroviaire de la voie (1)⁷

E = valeur du dévers

zP = déplacements quasi statiques déterminés en fonction des besoins des rames VCP

C.8.2 CONDITIONS FONDAMENTALES PERMETTANT LA DETERMINATION DU GABARIT DE CHARGEMENT DES RAMES VCP

Toutes les conditions de circulation doivent être examinées pour calculer le gabarit de chargement des rames VCP, tant avec le système actif qu'avec le système inactif.

Les pires cas doivent être examinés, en particulier :

SITUATION 1 : Cas du véhicule circulant en courbe avec le maximum d'insuffisance de dévers (pendulation maximale de la caisse),

SITUATION 2 : Cas d'un véhicule en stationnement et en courbe. Si un VCP actif est arrêté dans une courbe, sa position ne se différencie pas de celle d'un véhicule conventionnel et de ce fait, peut être traitée avec les principes et les formules applicables à un véhicule conventionnel.

A noter également que pour certains types de rames VCP, tels que le TALGO, il n'y a pas d'inclinaison quasi-statique z due à la flexibilité, ex s = 0.

C.8.2.1 Types de systèmes de pendulation des caisses

En dépit de ce qui est évoqué ci-dessus, les différentes conceptions de systèmes pendulaires peuvent être regroupées selon la méthode de pendulation de leurs caisses. Cette pendulation peut être obtenue soit naturellement, soit par un mouvement équivalent (pendulation passive), lorsque le centre de rotation de la caisse est au dessus de la position de son centre de gravité, comme dans le système du TALGO, soit par des vérins qui pendulent la caisse en fonction du rayon de la courbe et de la vitesse (via un mouvement de pendulation actif, comme dans le système FIAT).

Examinons l'inclinaison de la caisse permise par les différents systèmes de pendulation :

Dans le cas de VCP équipés de systèmes ACTIFS, les caisses sont soumises à une pendulation quasi statique provoquée par l'accélération non compensée: celle-ci n'est cependant pas la même que la pendulation de caisse transmise indépendamment par le système. La **Figure 1a** présente le principe d'inclinaison du véhicule avec un système de pendulation actif.

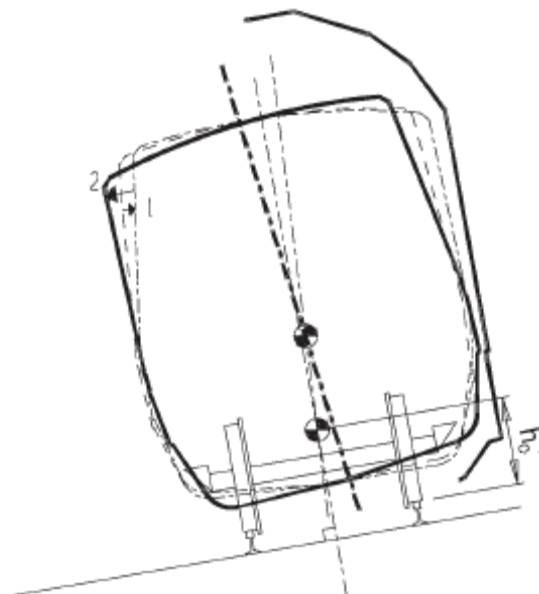
⁷ La justification de la nécessité de prendre en compte ce paramètre, fixé par le service des infrastructures, dans les calculs dimensionnels du matériel roulant, est donnée à l'article 3.2.2 de cet appendice.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 78 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Fig. C30

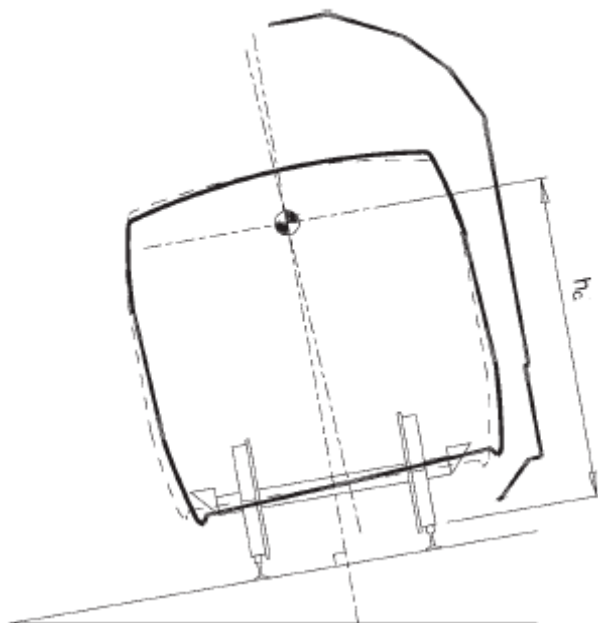


Les mouvements réels peuvent être décomposés en une rotation due au roulis (mouvement 1) et une rotation qui lui est superposée par le système actif (mouvement 2).

Dans le cas de systèmes PASSIFS, la caisse pendule naturellement sous l'effet de l'application de la force centrifuge, qui est proportionnelle à l'insuffisance de dévers.

La figure 1b présente le principe de l'inclinaison d'un véhicule avec une pendulation naturelle, dite passive.

Fig. C31



C.8.3 ANALYSE DES FORMULES

C.8.3.1 Formules fondamentales

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 79 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Selon les différents types de VCP à investiguer (voitures, motrices ou automotrices) les formules correspondantes du gabarit G1 doivent être utilisées, auxquelles sont ajoutées les modifications de cet appendice.

C.8.3.2 Modifications des formules pour les VCP

Pour les VCB, la pendulation maximale de la caisse correspondant à l'insuffisance de vers maximale I_p , doit être prise en compte. Au vu de cette exigence, les termes ci après relatifs aux formules de réduction doivent être reconsidérés :

a) Jeux latéraux : $(1,465-d)/2$, q et w (₁)

Le signe des déplacements latéraux, en général doit prendre en compte l'effet centrifuge.

Les changements nécessaires sont évoqués à l'article 8.3.2.1.

b) Déplacements quasi statiques « z »

Le terme z reste valide sous réserve que les véhicules ne dépassent pas en circulation la valeur de l'insuffisance de dévers $IP = 200$ mm.

Comme les VCP peuvent dépasser cette valeur et, en général, en raison du fait qu'ils peuvent circuler avec des valeurs d'insuffisance de dévers IP supérieures à celles spécifiées par le service des infrastructures (I_c), la formule nécessite quelques modifications qui sont évoquées à l'article 8.3.2.2

c) Pour certains types de VCP, en particulier les actifs, il est nécessaire d'ajouter aux formules de calcul des réductions, un autre terme qui prend en compte la pendulation de la caisse imposée par le système (voir 8.3.2.3).

C.8.3.2.1 Expression des valeurs de jeux latéraux avec une caisse pendulaire

La condition de pendulation maximale de la caisse apparaît lorsque le véhicule circule en courbe avec une valeur maximale de I_p .

Comme le véhicule est soumis à une force centrifuge très élevée vers l'extérieur de la courbe, les termes relatifs aux déplacements latéraux doivent être reconsidérés :

- le jeu w doit être pris vers l'extérieur de la courbe.
- pour les jeux $(1,465 - d)/2$ et q , il est nécessaire de distinguer les véhicules à bogies et les véhicules avec roues indépendantes.

Véhicules à bogie, calcul du jeu à l'intérieur de la courbe :

Les essais en situation réelle ont montré que pour les véhicules à bogies, certains essieux roulent dans la courbe avec leur boudin en contact avec le rail extérieur, alors que d'autres ne maintiennent pas ce contact permanent. Le résultat, et pour des raisons de sécurité, est que les jeux mentionnés ci-dessus doivent être pris égaux à zéro.

Véhicules à bogies, calcul du jeu du côté extérieur à la courbe :

Les jeux $(1,465 - d)/2$ et q doivent être pris, pour des raisons similaires de sécurité, à l'extérieur de la courbe.

Véhicules à roues indépendantes :


Les essais ont confirmé que les jeux $(1,465 - d)/2$ et q apparaissent vers l'extérieur de la courbe.

C.8.3.2.2 Déplacements quasi-statiques d'un VCP

Pour définir les espaces libres avec les ouvrages d'art (les obstacles), le service des infrastructures, doit ajouter certains termes à la dimension du contour de référence. Les déplacements quasi statiques sont calculés avec la formule ci-dessous :

$$\frac{0,4}{1,5} [E_{ou} I - 0,05]_{>0} \cdot (h - 0,5)_{>0}$$

La valeur maximale admissible pour E ou I est de 200 mm.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 80 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Chaque gérant d'infrastructure fixe pour ses lignes sa propre valeur maximale de l . Les valeurs généralement utilisées sont comprises entre 90 et 180 mm.

Cette valeur maximale de l ne doit pas être dépassée par les véhicules en circulation.

D'un autre côté, les VCP atteignent des valeurs plus élevées. Ce qui signifie que leurs dimensions nécessitent, pour leurs déplacements quasi statiques, d'être vérifiées par calcul différemment.

De même que pour les véhicules conventionnels, l'effet de l'insuffisance de dévers provoque, sur les rames VCP, une pendulation de la caisse autour de son axe longitudinal, rotation qui est due à la souplesse du système de suspension. Dans les formules, les déplacements quasi statiques correspondants à cette rotation sont pris en compte par le terme « z ». Comme les VCP peuvent circuler avec des insuffisances de dévers aussi élevées que l_p , il est nécessaire de réviser le calcul de ce terme (z_p).

Il devient approprié d'introduire ce nouveau terme, z_p , dont la formulation prend en compte la totalité de la pendulation quasi statique due à l_p , en fonction de ce qui est pris en considération par le service des infrastructures, l_c . (voir article 3.2.2.1 et 3.2.2.2.)

D'ailleurs, pour les systèmes à pendulation active, il est nécessaire de prendre en compte un terme supplémentaire (voir 3.2.3) parce que la pendulation de la caisse pour compenser l'accélération centrifuge devient indépendante de la pendulation due au roulis.

C.8.3.2.2 Expression des déplacements quasi statiques z_p pour les réductions situées à l'intérieur de la courbe

.1

Sous l'effet de l'accélération latérale associée à des valeurs de l_p supérieures à zéro, la caisse du véhicule, en raison de la souplesse de ses suspensions, pendule vers l'extérieur de la courbe si une pendulation active est utilisée et, vers l'intérieur de la courbe si une pendulation passive est utilisée. Les figures ci après montrent ce type de déplacement depuis la position $l = 0$. En raison des différents modes de pendulation, avec un système actif les déplacements sont plus amples à la partie supérieure de la caisse du véhicule, alors qu'avec un système passif, ils sont plus amples à la partie inférieure de la caisse du véhicule.

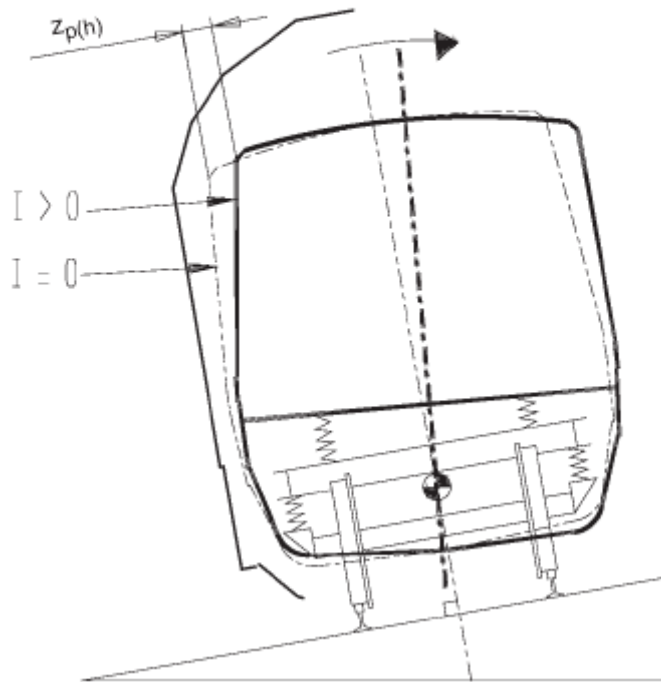
 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 81 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C32:

Système ACTIF



Nota :

La pendulation provoquée par le système n'est pas représentée.

- Comme le contour de référence est considéré sur une position située à l'intérieur de la courbe, les points du véhicule situés à une hauteur $h > h_c$, s'écartent du contour. La valeur de ce déplacement dans les calculs portera le signe moins.

L'opposé reste vrai pour les points situés à une hauteur $h < h_c$.

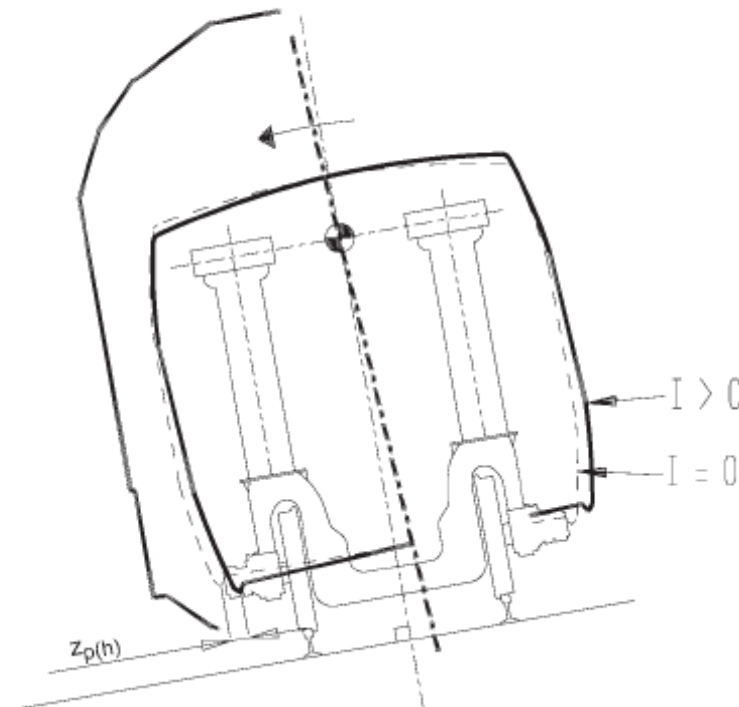
 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 82 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C33:

Système PASSIF



- Comme le contour de référence est considéré sur une position située à l'intérieur de la courbe, les points du véhicule situés à une hauteur $h < h_c$, s'écartent du contour. La valeur de ce déplacement dans les calculs portera le signe moins.
- L'opposé reste vrai pour les points situés à une hauteur $h > h_c$.

Les déplacements correspondants résultant des différentes pendulations présentées dans les figures 2a et 2b sont indiqués ci-dessous.

Pour une rame VCP avec un système actif circulant en courbe avec une insuffisance de dévers I_p les déplacements quasi statiques sont :

$$Z_p = \frac{S}{1,5} I_p (h - h_c) \text{ with } \eta_0 < 1^\circ$$

Pour une rame VCP avec un système passif soumise à une insuffisance de dévers I_p , les déplacements quasi statiques sont :


$$Z_p = \frac{S}{1,5} I_p (h - h_c) \text{ with } \eta_0 < 1^\circ$$

Il est nécessaire d'attirer l'attention sur le fait que la valeur de s est propre à la situation calculée et peut, cependant, être influencée par l'action du système de pendulation de la caisse.

C.8.3.2.2 Expression des déplacements quasi statiques z_p , pour des réductions situées à l'extérieur de la courbe

Sous l'effet de l'accélération latérale (correspondant à des valeurs de $I_p > 0$), les caisses d'une rame VCP active pendulent vers l'extérieur de la courbe en raison de la souplesse du système de suspension et vers l'intérieur de la courbe pour une rame VCP passive.

De façon similaire aux figures 2a et 2b, les figures 3a et 3b représentent ce type de déplacements, depuis la position $I = 0$.

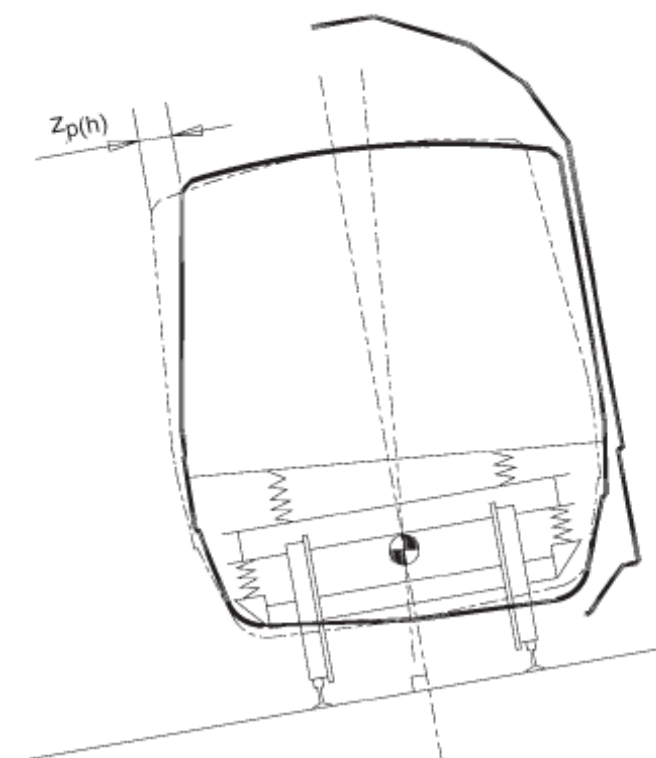
 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 83 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C34:

Système ACTIF



Nota :

La pendulation provoquée par le système n'est pas représentée.

- Comme le contour de référence est considéré sur une position située à l'extérieur de la courbe, les points du véhicule situés à une hauteur $h > h_c$, s'approchent du contour. La valeur de ce déplacement dans les calculs portera un signe plus.
- L'opposé reste vrai pour les points situés à une hauteur $h < h_c$.

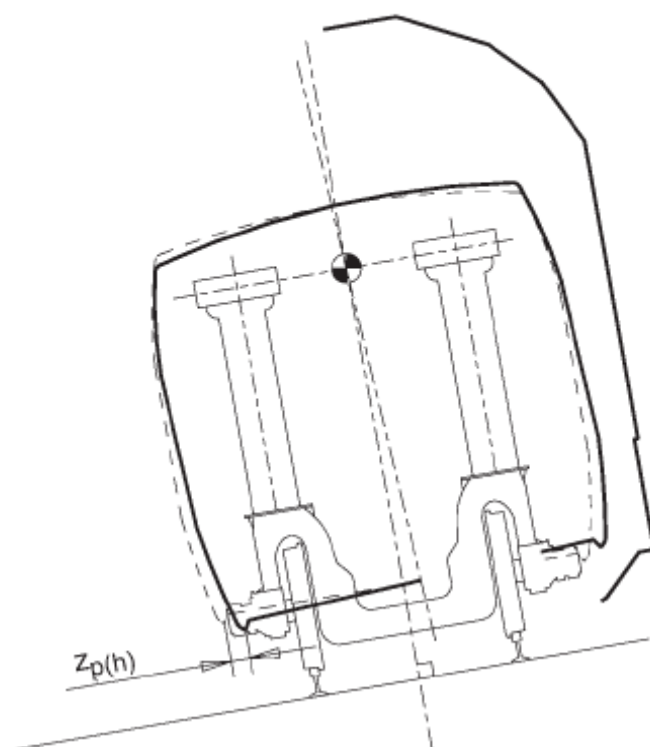
 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 84 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Figure C35:

systeme PASSIF



- Comme le contour de référence est considéré sur une position située à l'extérieur de la courbe, les points du véhicule situés à une hauteur $h < h_c$, s'approchent du contour. La valeur de ce déplacement dans les calculs portera le signe plus.
- L'opposé reste vrai pour les points situés à une hauteur $h > h_c$.

Quand les véhicules circulent en courbe, ils se déplacent plus près du contour de référence (sur le côté extérieur) en fonction de la valeur de I_p . Si la condition $I_p < I_c$ vient à se présenter, les distances prises en compte par les services de l'infrastructure pour le positionnement des obstacles ne seront pas suffisantes. Comme la position des obstacles (ouvrages d'art) ne peut être remise en question, les réductions calculées pour les véhicules devront, si nécessaire, être augmentées d'une valeur correspondant à la différence entre les déplacements quasi-statiques provenant de I_p et de ceux pris en compte par les services de l'infrastructure ou:

Pour un système actif

$$z = \left[\frac{s}{1,5} \cdot I_p \cdot (h - h_c) - \frac{0,4}{1,5} \cdot (I_c - 0,05) \cdot (h - 0,5) \right]_{>0}$$

Pour un système passif

$$z = \left[-\frac{s}{1,5} \cdot I_p \cdot (h - h_c) - \frac{0,4}{1,5} \cdot (I_c - 0,05) \cdot (h - 0,5) \right]_{>0}$$

On doit garder à l'esprit que :

- les formules sont applicables là où $I_p > I_c$,
- il sera nécessaire de trouver en phase d'application correspondant au cas réel, par la combinaison des valeurs de I_p et de I_c , une valeur, z_p qui donne le maximum de

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 85 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

réduction,

- le système de pendulation du véhicule, pour les valeurs intermédiaires de I_p (désignées I'_p), auxquelles correspondent les valeurs intermédiaires d'insuffisance de dévers I'_c doit garantir :

$$I'_p \leq \frac{I_p}{I_c} \cdot I'_c$$

De plus, les conditions données en 5.1 doivent être satisfaites.

C.8.3.2.3 Systèmes ACTIFS : déplacements dus à la rotation de la caisse

Lorsqu'un VCP à système actif circule dans une courbe à une vitesse telle que $I_p > 0$, sur la base des mesures de la valeur de certains paramètres (vitesse, dévers, rayon de courbe), le système de pendulation établit un angle β de pendulation de la caisse.

L'angle β est indépendant de la pendulation résultant de la souplesse des suspensions.

Fig. C36

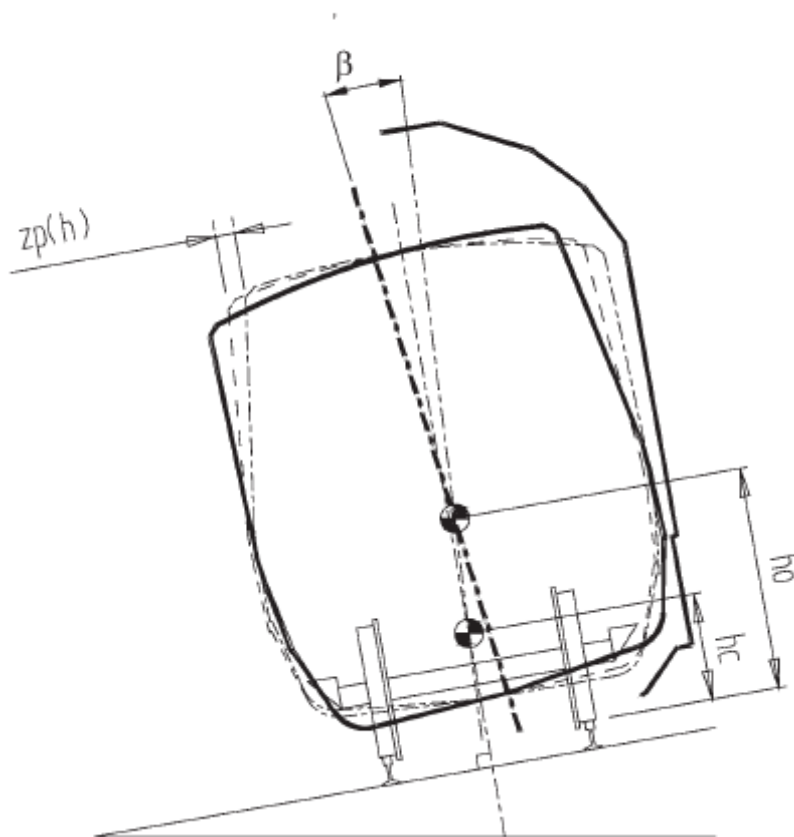


Figure 4 les valeurs suivantes sont représentées :

h₀ : hauteur du centre de rotation de la caisse imposée par le système.

β : valeur de l'angle de pendulation de la caisse par rapport au plan porteur du système, cet angle imposé par le système est fonction de l'insuffisance de dévers.

Comme l'angle β peut atteindre 10°, la composante verticale du déplacement ne doit pas être ignorée et doit être prise en compte dans les calculs en cas réels.

Si les déplacements latéraux sont les seuls pris en compte, les valeurs approximatives peuvent être calculées par la formule suivante :

$$\text{tg} \beta (h - h_0)$$

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 86 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Ce terme, au vu de la direction de la rotation imposée par le système :

- doit être de signe positif, pour les calculs relatifs à l'intérieur de la courbe,
- doit être de signe négatif, pour les calculs à l'extérieur de la courbe.

C.8.4 REGLES ASSOCIEES

- Les formules sont applicables pour $IP > IC$.
- L'expression du terme zP doit être détaillée et expliquée, cas par cas, lors de l'application des formules à chaque type de système, en gardant à l'esprit les différentes butées, le centre du roulis, etc.
- Il doit être rappelé que les paramètres, s , hc et w , en accord avec les principes techniques de la rame VCP, pour chaque véhicule donné, ont des valeurs différentes selon les cas de calcul en cause.
- Les valeurs maximales des réductions doivent être calculées en fonction des différentes valeurs susceptibles d'être prises par Ip , IC (et par l'angle β pour les VCP actifs voir article 3.2.3) À cet fin, le constructeur de VCP doit garder à l'esprit, les zones les plus saillantes autorisées sur les caisses lors des circulations sur les différentes sections de ligne (voie en alignement, transitions, courbes, etc.) et les tolérances possibles eu égard à la position effective du véhicule (en raison des délais dans l'activation du système, l'inertie, les frottements, etc.)
- Les parties du VCP qui ne sont pas liées à la caisse et, qui de ce fait, ne pendulent pas, restent toujours soumises à une valeur d'accélération non compensée supérieure à celle qui serait normalement acceptée. Pour ces éléments (tels que les bogies et parfois le pantographe) un terme supplémentaire, tenant compte de la réduction, doit être utilisé lors de la vérification de la pendulation de la caisse.

Ce terme est de la forme

$$\frac{s}{1,5}(Ip - Ic)(h - hc)$$

De plus, on ne doit pas tenir compte du terme $tg\beta (h - h_0)$ pour ces éléments (voir article 3.2.3).

- Cet appendice a été rédigé sur la base des informations relatives aux rames VCP actuellement en service. À l'avenir, après le développement de nouveaux types de rames VCP, d'autres hypothèses et modifications de formules pourront être entreprises.
- Lorsque l'examen de tous les cas, considérés comme critiques est terminé, une comparaison doit être faite entre les dimensions des différentes demi-largeurs admissibles et, la plus petite des valeurs de chacune des hauteurs h en cause, doit être sélectionnée.


C.8.5 COMMENTAIRES

C.8.5.1 Condition relative au réglage de l'inclinaison (rames VCP avec un système actif)

Afin que les formules pour le calcul du gabarit de chargement des rames VCP données dans cet appendice restent valides, il est nécessaire que le système de pendulation de la caisse garantisse que la caisse est inclinée de manière proportionnelle à la variation de l'insuffisance de dévers.

Pour les systèmes passifs, cette condition est évidemment satisfaite puisque la pendulation est causée par le dévers bas.

D'un autre côté, en ce qui concerne rames VCP équipées d'un système de pendulation actif, les valeurs que le système impose aux composants sont fixées par la conception ou l'ajustement du système.

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 87 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

Afin que les caisses ne dépassent pas le contour spécifié, ces valeurs doivent satisfaire les conditions suivantes :

a) Les valeurs intermédiaires de l'P, l'C et E' comprises entre 0 et la valeur maximale de leur taille respective, du point de vue du réglage du système de pendulation doivent satisfaire à la condition suivante :

$$\frac{I'_P}{I_P} = \frac{I'_C}{I_C} = \frac{E'}{E}$$

b) De plus, lors de la vérification faite côté extérieur à la courbe, et en raison de l'inclinaison du véhicule par la force centrifuge vers l'extérieur (mouvements quasi statiques zp), la condition suivante, relative à la valeur de β, doit être satisfaite :

$$\tan \beta (h - h_0) \geq z_p$$

En d'autres termes, l'effet du système doit être supérieur ou égal à l'effet quasi statique.

C.8.5.4 Condition concernant la vitesse des rames VCP

Pour les VCP, il est permis de calculer une vitesse maximale en partant du gabarit de chargement d'autres véhicules.

On doit se rappeler l'expression qui lie l'insuffisance de dévers à la vitesse :

$$I_{PorC} = 0,01186 \frac{V_{PorC}^2}{R} - E$$

Les vitesses vP et vC sont les valeurs respectivement prises par le VCP et la valeur correspondante autorisée pour la voie, en accord avec la vitesse réglementaire de la ligne.

$$\text{Thus: } V_P \leq \sqrt{\frac{I_P + E}{I_C + E}} V_C$$

De cette formule, il est possible de déduire la vitesse maximale que ne doit pas dépasser le VCP, en utilisant la formule suivante :

$$V_P \leq \sqrt{\frac{I_P + E}{I_C + E}} V_C$$

C.8.6 APPENDICE 4 GABARIT DE CHARGEMENT DU MATERIEL ROULANT

Utilisation des espaces libres existants (marges) sur l'infrastructure par des véhicules ayant des paramètres définis.

Un accord bilatéral devra être signé avant l'application de cet appendice.

Exemple :

Sur une voie droite, en bon état d'entretien, présentant des défauts courants au niveau de la géométrie de voie, le critère décisif sera la distance maximale entre les entraxes de la voie ; celui-ci est égal à la largeur du contour de référence plus les marges dues aux mouvements aléatoires du véhicule en raison des défauts de géométrie de la voie (D).

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 88 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

$$D = \sqrt{d_i^2 + d_a^2}$$

$$d_{i,a} = 1,2 \sqrt{\sum t_{ia}^2}$$

$$t_i \Big|_{i=1}^{i=5}$$

$$t_a \Big|_{a=1}^{a=5}$$

t_1 = mouvement latéral de la voie

t_2 = impact du dévers ou de défauts de nivellement transversaux de 0,015 m

t_{3ia} = oscillations vers l'intérieur ou l'extérieur

t_4 et t_5 = impact de la répartition inégale de la charge et des dissymétries

$$t_1 = 0,025$$

$$t_2 = 0,15 \frac{h}{1,5} + 0,015(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_{3,i} = 0,007(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_{3,a} = 0,039(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_4 = 0,05(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

$$t_5 = 0,015(h - h_c) \frac{S}{1,5}$$

Les paramètres suivants sont à utiliser pour déterminer les marges (espaces libres) à ajouter au contour de référence G1 :

$$h = 3,25 \text{ m}$$

$$h_c = 0,5 \text{ m}$$

$$s = 0,4$$

Les paramètres définis du véhicule en examen peuvent être utilisés, par exemple :

$$h = 1,8 \text{ m (hauteur au-dessus du plan de roulement pour une certaine section de caisse)}$$

$$h_c = 0,7 \text{ m}$$

$$s = 0,24$$

En s'appuyant sur les paramètres ci dessus, les valeurs suivantes peuvent être obtenues :

— pour le contour G1 $D = 0,113 \text{ m}$

— pour le véhicule ayant les paramètres définis $D' = 0,058 \text{ m}$

La différence $D - D' = 0,055 \text{ m}$ peut être utilisée comme base d'élargissement du véhicule avec les paramètres définis.

Si l'espace libre supplémentaire couvrant les mouvements aléatoires n'est pas calculé

 OTIF	MATERIEL ROULANT WAGONS DE MARCHANDISE – ANNEXE C			PTU WAG - C Page 89 sur 89
Statut : PROPOSITION	Version : 01	Réf. : A 94-02-C/3.2011	Original : EN	Date : 15.09.2011

PTU de l'OTIF

| Texte correspondant des réglementations de l'UE¹ Réf. UE²

comme décrit, mais qu'une valeur unique est définie, et si celle ci conduit à des dimensions plus petites, celle-ci doit être prise en considération pour le calcul de D-D'.

Exemple : SNCF, $V \leq 120 \text{ km/h}$: $D_{\text{SNCF}} = 0,05 + 0,03 = 0,08 \text{ m}$.

Le véhicule avec des paramètres définis pourrait être élargi de 0,022 m à la hauteur de 1,8 m.