

Visas	
Rédacteur :	D Ganter / Structure et roulement
Responsable du processus / du département:	P Nardin / Structure et roulement

Indice	Objet et/ou nature de la révision	Chapitres concernés	Date
-	Création	Tous	01/2006
A	Ajout accélérations roulis et cumul des défaillances	Tous	03/2006
B	Ajout cumul des défaillances	Tous	03/2006
C	Supprime obstacle. Ajout pantographe	§4 et §10.1.1.7	04/2006
D	Modifié charge ME .Ajout précision sur marge M1 et dynamique	§5, §8.1, §8.2et §10.1.1.1	07/2007
E	Mise à jour gabarits dynamiques et GLO	§4 et §5	10/2007
F	Ajouté remarque Mise à jour valeurs roulis	§3 §7, §8 et §9	12/2007
G	Ajouté précisions sur dessin des gabarits dynamiques Précisé calcul de la marge M1	§4 §5	01/2008
H	Précisé champ d'application Ajouté méthodes calcul Ajouté calcul CDG passager	§2 Tous §10.1.1.2et §10.1.2.2	04/2010
I	Renvoi au §9 Ajouté précision défaillance de 2 soufflets Modifié calcul CDG	§4 §8.1, §8.2 et §9 §10.1.1.2	09/2010
J	Ajouté §5 Ajouté précision Ajouté interface et conclusion	§5 §3, §4,§8	10/2010
K	Ajouté interface et conclusion	§8.1.5,§8.1.6,§8.2.6 , §8.2.7 et §9.1.6, §9.1.7, §10	07/2011
L	Modifié marge de sécurité	§6	07/2014

## Table des matières

1	Eléments préliminaires .....	4
1.1	Documents cités.....	4
1.1.1	Spécifications techniques NTL .....	4
1.1.2	Normes .....	4
1.1.3	Plans NTL .....	4
1.2	Glossaire.....	4
2	Objet et domaine d'application .....	4
3	Principes .....	4
4	Gabarit dynamique .....	7
5	Gabarit dynamique porte ouverte .....	8
6	Gabarit d'Obstacle.....	9
7	Gabarit D'OBSTACLE EN partie basse .....	10
8	Interfaces caisse roulement.....	10
8.1	Module extrémité.....	11
8.1.1	Débattement total du roulement .....	12
8.1.2	Calcul hauteur soufflet.....	14
8.1.3	Calcul hauteur soufflet avec roulis.....	14
8.1.4	Calcul hauteur guidage .....	14
8.1.5	Etude des interfaces.....	16
8.1.6	Conclusion .....	19
8.2	Module intermédiaire.....	19
8.2.1	Débattement total du roulement .....	21
8.2.2	Calcul angle débattement caisse.....	23
8.2.3	Calcul hauteur soufflet.....	24
8.2.4	Calcul hauteur soufflet avec roulis.....	25
8.2.5	Calcul hauteur guidage .....	25
8.2.6	Etude des interfaces.....	27
8.2.7	Conclusion .....	30
9	Interfaces caisse -caisse .....	31
9.1.1	Débattement total des caisses .....	32
9.1.2	Calcul angle débattement caisse.....	34
9.1.3	Angle débattement caisse .....	34

9.1.4	Calcul hauteur soufflet.....	34
9.1.5	Calcul hauteur soufflet avec roulis.....	34
9.1.6	Etude des interfaces.....	34
9.1.7	Conclusion .....	35
10	Dossier de calculs et essais.....	36
10.1	Dossiers de calculs .....	36
10.1.1	Débattements du MI.....	36
10.1.2	Débattement du ME .....	42
10.2	Essais .....	48
11	Annexes.....	49

## 1 Eléments préliminaires

### 1.1 Documents cités

#### 1.1.1 Spécifications techniques NTL

D00007420 : Spécifications d'interfaces Infrastructure - Matériel roulant et installations fixes du guidage

D00006017 : Analyse qualitative de la fonction guidage du Translohr

D00006559 : Base de données fiabilité Translohr

D00006076 : Essais de type, interférences entre caisses et gabarit dynamique.

#### 1.1.2 Normes

Sans objet.

#### 1.1.3 Plans NTL

Voir annexes

### 1.2 Glossaire

Voie : Terme regroupant les installations fixes du guidage et la chaussée

Roulement : Dispositif roulant, supportant et guidant la caisse

GS : Gabarit statique du matériel roulant

GD : Gabarit Dynamique du matériel roulant

GO : Gabarit d'Obstacles

## 2 Objet et domaine d'application

Le présent document a pour but de définir la méthode d'obtention des gabarits des matériels roulants de la gamme Translohr. La présente méthode est valable pour tous les véhicules de la gamme, indépendamment du nombre de caisse, à partir du numéro chronologique P02 002 jusqu'au numéro P02 101. Pour les véhicules à partir du numéro P02 102, voir le document D00011283. Les débattements des véhicules à partir du numéro P02 102 étant moindres que ceux des véhicules compris entre les numéros P02 002 et P02 101, les gabarits construits à partir de ce document, D00007421, sont valables pour tous les véhicules.

## 3 Principes

Le Translohr, matériel roulant de transport guidé à roulement sur pneumatiques, est lié à son système de guidage fixe et à sa voie de roulement (ces deux systèmes sont regroupés sous le terme voie). Par conséquent, tous ses mouvements sont conditionnés par le tracé de la voie.

Les débattements dynamiques des véhicules Translohr dépendent de:

- L'architecture du véhicule, position des essieux, position du guidage, jeux, ...
- L'architecture du système de guidage
- Des caractéristiques des suspensions et des roues porteuses

Différents scénarios, issus de l'analyse qualitative de la fonction guidage Translohr D00006017, et de la base de données fiabilité D00006559, sont considérés en fonction de leurs occurrences.

#### Remarque :

Le Translohr est constitué de modules portés par des essieux. Il y a deux types d'essieux sur le véhicule, essieu ME en extrémité et essieu MI en intermédiaire. Dans ce document, sont étudiés les débattements des deux types de caisses. Pour simplifier la détermination des gabarits dynamiques, puis des gabarits d'obstacles, ne seront pris en compte que les débattements maxi. De même, pour permettre des évolutions possibles, on considérera que le pantographe est monté sur la caisse à plus fort débattement.

Les différents calculs sont faits à partir des caractéristiques du pneu Michelin 385/65 R 22.55 XF2.

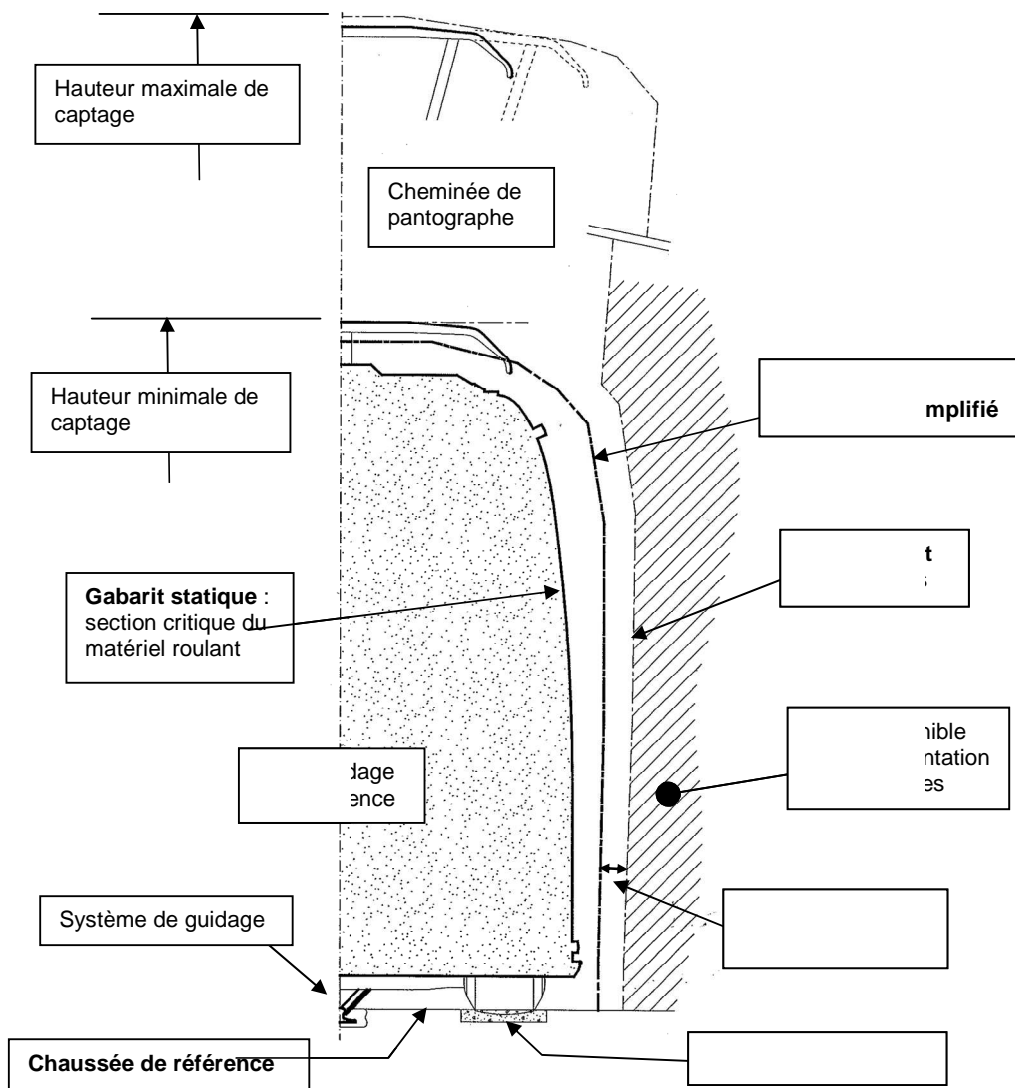
Par principe, on adoptera les règles suivantes :

- L'origine est l'intersection entre l'axe du rail et la voie de roulement, l'axe vertical est perpendiculaire à la voie qui peut être en dévers.
- Le **Gabarit nominal** est l'enveloppe réelle du véhicule vue du bout ou maître couple hors tolérances de fabrication et de montage
- Le **Gabarit statique** est le gabarit enveloppe du véhicule, vu de bout ou maître couple comprenant toutes les tolérances de fabrication et de montage, voir plan F00366387
- L'enveloppe contenant le Translohr à tout instant et en tout lieu est désignée **Gabarit Dynamique (GD)**. Il est référencé par rapport à la voie de référence (voie idéale). Le GD est indépendant de la qualité réelle de la voie.
- Le **Gabarit d'Obstacles (GO)** se construit autour du Gabarit Dynamique (GD). Entre le GO et le GD, il est réservé un espace infranchissable, désigné **marges de voie (M1) et de sécurité (M2)**, prenant en compte la qualité réelle de la voie.

En conséquence, seule la maîtrise du GD permet de définir le GO.

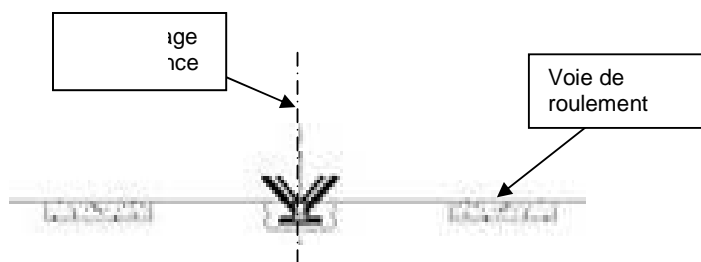
Ces règles permettent, de maîtriser les paramètres propres à chacune des parties, matériel roulant et voie/obstacles.

Toutes ces notions sont schématisées dans la figure ci-après.



La voie de référence est indépendante du lieu considéré, en alignement, en courbe, à plat, en dévers, en pente et en rampe.

Les deux gabarits GD et GO, sont toujours liés à la voie de référence.



## 4 Gabarit dynamique

Plan F00325825

Le gabarit dynamique est l'enveloppe extrême des positions extérieures occupées par les modules ME ou MI du matériel roulant à tout instant et en tout lieu du réseau (alignement, courbe, station, ...) en tenant compte des débattements dus aux événements:

	ME	MI
<b>Conditions de calcul</b>		
Véhicule à vide ou en charge (pneu sous pression nominal. On considère la sous pression est négligeable)	X	X
Dévers de $\delta=2\%$	X	X
Usure maxi des pneumatiques	X	X
Accélération latérale centrifuge ( $1\text{m/s}^2$ , en extérieur courbe uniquement)	X	X
Accélération latérale dû aux effets du roulis (vent latéral 100 km/h ou effet de la chaussée $1\text{m/s}^2$ )	X	X
Différence d'usure des pneumatiques	X	X
Pantographe en position de captage maxi.	X	X
<b>Déports latéraux</b>		
Jeux rattrapés	X	X
Tolérances de montage carrosserie	X	X
Débattement latéral pantographe	<b>Section considérée</b>	
Usure maxi. des galets de guidage (déchapage d'un bandage)	X	X
Guidage en butée (sauf calcul gabarit accostage)	X	X
<b>Défaillances</b>		
Pneu crevé du côté défavorable par rapport au dévers	X	X
Suspension en position haute	X	X
Suspension en butée basse du côté défavorable par rapport au dévers	X	X
Marche en crabe (conséquence de la défaillance des limiteurs des guidages de 2 essieux)	X	X

On considère la défaillance géométriquement la plus défavorable pour le gabarit considéré : cumul d'une suspension en butée haute ou basse et d'un pneu crevé et des limiteurs de débattement (sauf pour le gabarit d'accostage). Les raideurs des butées de suspension sont prises en compte.

La défaillance du limiteur ne peut se produire qu'en bout de ligne lors du changement de sens du véhicule. Cette défaillance est prise en compte pour les gabarits dynamique hormis celui du gabarit d'accostage. Dans ce cas on considère le véhicule avec la suspension « haute », afin d'éviter toute collision entre le nez de quai et le véhicule.

La détermination est faite par simulation numérique sur la base du modèle CAO.

Les valeurs d'emprises considérées pour le GD sont données dans le plan F00325825. Elles sont données pour chaque rayon de courbure. Plusieurs situations sont traitées, à savoir, véhicule en dévers, contre dévers et à plat en alignement droit.

On trace les sections du véhicule dans les 12 cas du tableau 1 du plan F00325825. Ce tableau reprend tout les points les plus défavorables issus des ces 12 cas. Le gabarit dynamique est l'enveloppe de tous ces points. En extérieur courbe, on tient compte d'une accélération centrifuge.

Pour déterminer la trace dynamique du véhicule, on projette sur le sol les points les plus extérieurs du gabarit dynamique, seuil de porte, caméra, pantographe, caisse, ... on en trace le contour. Pour trouver le déport extérieur on déplace la caisse avant en crabe essieu ME dans un sens et essieu MI dans l'autre suivant les valeurs du tableau 2. Pour trouver le déport intérieur, on déplace dans le même sens les essieux MI et ME suivant les valeurs du tableau 2. Ce tracé est fait pour tous les rayons, à plat, en dévers de 2% et en contre-dévers de 2%.

Sur les plans, les autres points caractéristiques de la section sont donnés dans les tableaux, ils sont obtenus par déduction, en considérant des différences constantes d'un point à l'autre des sections du gabarit dynamique (section incluant les effets de roulis)

Pour le gabarit des parties basses, il convient de prendre en compte l'effet du déport du guidage pour chaque rayon considéré. Les valeurs de ce déport sont données sur le plan F00324891 (gabarit dynamique en partie basse). En station, il est admis des collisions entre le seuil de porte et le quai en cas exceptionnel. Dans ce cas le seuil se rétracte et frotte sur le bord du quai, sans détérioration. Les chants des seuils sont spécialement chanfreinés pour faciliter l'engagement du véhicule en entrée de station. On peut alors réduire au maximum la lacune d'accostage, voir plan F00326086 (gabarit d'accostage). Les débattements pris en compte sont donnés sur le plan.

Les valeurs des paramètres pris en compte pour le calcul du gabarit dynamique sont données dans le paragraphe § 10.

## 5 Gabarit dynamique porte ouverte

Plan 000000007562

Pour le calcul du gabarit dynamique porte ouverte, sont considérés les défaillances suivantes :

	ME	MI
<b>Conditions de calcul</b>		
Véhicule à vide (pneu sous pression nominal. On considère la sous pression est négligeable)	X	X
Dévers de $\delta=2\%$	X	X
Accélération latérale dû aux effets du roulis (vent latérale ou effet de la chaussée $1m/s^2$ )	X	X
Différence d'usure des pneumatiques	X	X
<b>Déports latéraux</b>		
Jeux rattrapés	X	X
Tolérances de montage carrosserie	X	X
Usure maxi. des galets de guidage (déchapage d'un bandage)	X	X
Guidage en butée	X	X

On considère uniquement la défaillance des portes ouvertes. Le véhicule est en état de marche « normal »

Les valeurs d'emprises considérées pour le GD sont données dans le plan 000000007562. Plusieurs situations sont traitées, à savoir, véhicule en dévers, contre dévers et à plat en alignement droit.

Deux cas ont été étudiés en alignement droit, l'une avec la suspension nominale et l'autre avec la suspension haute. Dans les 2 cas, nous considérons le véhicule à vide (EL0) avec pour seule



défaillance, celle de la porte ouverte. Le louvoiement de la porte pris en compte dans cette étude, est de 56+/-2.

En position nominale, le joint inférieur de la porte peut venir racler le nez de quai, avec un engagement du gabarit de 4mm en alignement droit et de 13mm en intérieur courbe

En position suspension haute, le joint inférieur de la porte passera toujours au dessus du nez de quai, avec un engagement du gabarit de 9mm en intérieur courbe

## 6 Gabarit d'Obstacle

Plan F00327799

Compte tenu des principes exposés au § 3, le GO est déduit du GD en y ajoutant les marges de voie et de sécurité

Les marges de voie, permettent les vieillissements et usures de chaussée qui conduisent à des débattements supplémentaires, comme l'apparition d'ornières dissymétriques, déplacement et tolérances de pose du rail, ... Les limites de ces événements sont des exigences exportées vers l'entretien de la voie. Les valeurs d'emprises considérées pour le GO sont données dans le plan F00327799.

La construction de la voie neuve, se fait par rapport au rail, suivant les tolérances données dans le document D00007420.

En voie unique, le GO est égal au gabarit dynamique encadré des marges de voie et de sécurité de 50mm, voir plan F00327799

Le gabarit d'obstacle s'obtient en ajoutant au gabarit dynamique, une marge de voie (M1) et une marge de sécurité (M2), tel que :  $GD + M1 + M2 = GO$ .

La marge de voie est tracée géométriquement dans les deux directions, latérale et verticale :

En latéral, cotes parallèles au plan de roulement, les paramètres pris en compte sont Ud, E, D, Td, B ; l'influence de chaque paramètre tient compte de la hauteur à laquelle sont calculées les marges,

En vertical, cotes perpendiculaires au plan de roulement, deux zones sont à considérer :

- Parties hautes, zones situées au-dessus du quai, pour lesquelles les paramètres pris en compte sont V et Fv (pour  $h > 235\text{mm}$ )
- Parties basses, zone située au niveau du et en dessous, pour lesquelles les paramètres pris en compte sont Uv, Tv et G (en dessous du quai, soit  $h < 235\text{mm}$ )

Les paramètres de la marge de voie (M1) sont définis par les tolérances de construction des voies et tiennent compte des vieillissements des infrastructures. Ces paramètres sont définis dans le document D00007420. Les valeurs de cette marge M1 sont calculées suivant la formule :

$X =$  demi-largeur au point considérée

$Y =$  Hauteur du point considérée

$$M1 = [\sqrt{((x+16)^2 + (y+61)^2) \cdot \cos(\alpha - 0.75)}] - x$$

Avec  $\alpha = \tan^{-1}((y+61)/(x+16))$

On considère une marge de sécurité (M2) de 50 mm autour du véhicule voir plan F00327799 planche 1/5

La détermination du gabarit d'obstacle est faite par simulation numérique sur la base du modèle CAO.

On prend la section du gabarit dynamique, auquel on y ajoute les valeurs de la marge M1 (calculé selon la formule précédente). A cette section, on ajoute la marge de sécurité M2 de 50mm. Cette marge est tracée en faisant une parallèle de 50mm à la droite reliant les points de la section GD+M1.

Dans le cas d'une voie double, avec un poteau en entrevoie, l'espace réservé au poteau est de 400 mm qui correspond à un poteau de 300mm auquel on ajoute une marge de sécurité de part et d'autre de 50 mm.

## 7 Gabarit D'OBSTACLE EN partie basse

Plan F00329958

Le gabarit d'obstacle en partie basse est issu du GD des parties inférieures du véhicule auxquels on a rajouté les marges de voie M1.

Les marges de voie, permettent les vieillissements et usures de chaussée qui conduisent à des débattements supplémentaires, comme l'apparition d'ornières dissymétriques, déplacement et tolérances de pose du rail. Les limites de ces événements sont des exigences exportées vers l'entretien de la voie.

Le gabarit partie basse délimite la zone de la voie où aucun appareil de voie ou de signalisation ne peut être installé.

Les paramètres et les valeurs de la marges de voie pris en comptes sont fournies aux §4.4 et 4.5 du document D00007420.

On prendra pour référence verticale la voie réelle de la chaussée, de cette façon on s'affranchit des tolérances de la voie. En dévers, il convient d'incliner le gabarit de la valeur du dévers.

Pour un virage, il convient de rajouter ou de retrancher la valeur du déport latérale du guidage pour chaque rayon considéré, suivant de sens du virage (intérieur ou extérieur)

Les valeurs d'emprises considérées sont données dans le plan F00329958.

## 8 Interfaces caisse roulement

Pour le calcul des interfaces caisse roulement, on considère la voie réelle de roulage. Tous les mouvements relatifs entre caisse et roulement sont combinés ; aucune interférence ni contrainte excessive n'est tolérée.

En état nominal tous les mouvements dynamiques du véhicule sont à prendre en compte.

## **8.1 Module extrémité**

Les paramètres pris en compte sont :

- Usures maximales des pneumatiques : 12mm
- Usure maximale des bandes de roulement du galet de guidage: 5mm
- Tolérances de montage : +/-5mm
- Tolérances de pose du rail de guidage : 20mm
- Usure et tassement de la chaussée : 15mm
- Déport géométrique vertical dû aux raccords de profil R120m en bosse et R200 en creux
- Déflexion des pneumatiques due à la charge
- Roulis dû aux accélérations latérales
- Roulis dû à la force centrifuge en virage
- Angle de rotation dû aux courbures de la voie : R10.5m
- Déport latéral du guidage : +/- 20mm
- Cas de maintenance relevage de la suspension
- Roue sur affaissement limité (une seule roue)
- Défaillance limiteur de débattement : +/-40mm
- Différentiel d'usure entre les pneumatiques d'un même essieu : 5mm
- Défaillance suspension (2 coussins en position basse)
- Dynamique du véhicule (débattement dû au défaut de la chaussée)
- Entraxe soufflet : 1470mm
- Voie pneumatique : 1500mm

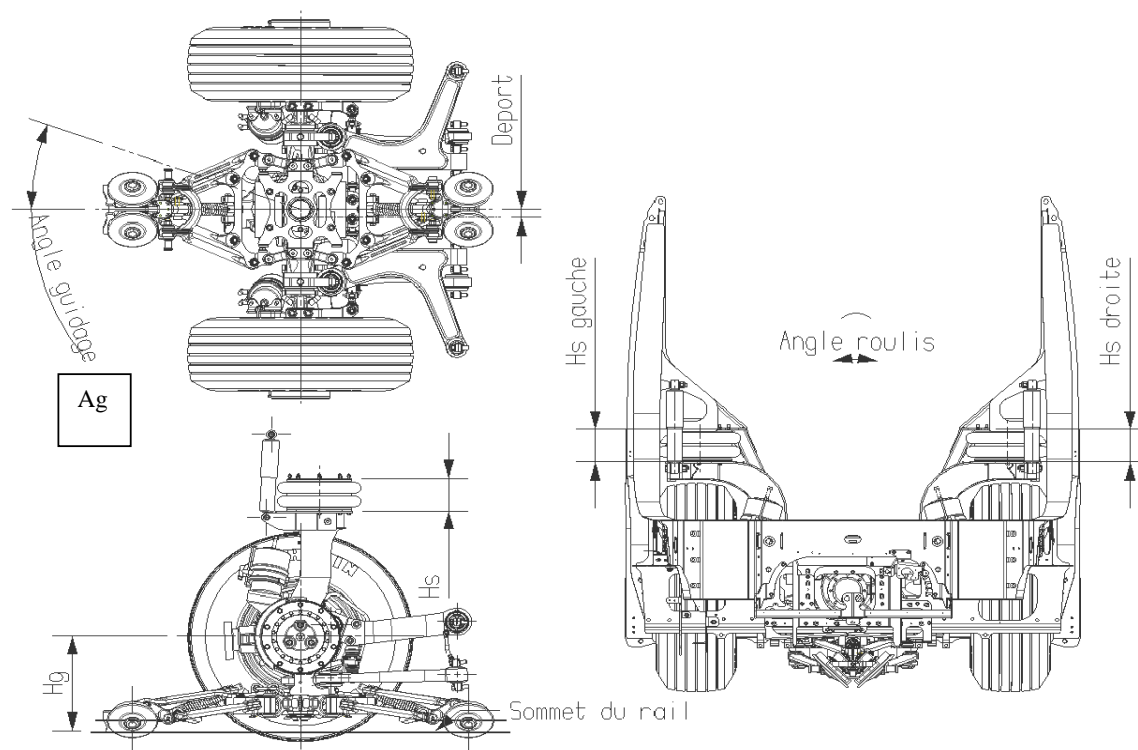
### 8.1.1 Débattement total du roulement

Hg : Hauteur axe essieu et sommet rail

Hs. : Hauteur soufflet

Ag : Angle du guidage

Plan F00326411 INTERFACE CAISSE / ROULEMENT ME





# GABARITS DU MATERIEL ROULANT TRANSLOHR ET INTERFACES CAISSE/ROULEMENT ET CAISSE/CAISSE

**D00007421/L**

Classification :

**Diffusion limitée**

Type de document :

**STD**

	CAS NOMINAL			PNEU CREVE		DEFAILLANCE SUSPENSION	DEFAILLANCE LIMITEUR	CUMUL DEFAILLANCES
	A vide	EL4	EL6	A vide	EL8	EL8	EL4	EL8
Ag (R=10.5m) Ag (R=20m)	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.2°</b> <b>+/-9.9°</b>	<b>+/-19.3°</b> <b>+/-9.9°</b>
Hs	<b>170+27/-15</b>	<b>175+27/-15</b>	<b>177+27/-15</b>	<b>170+27/-15</b>	<b>180+27/-15</b>	<b>138</b>	<b>175+27/-15</b>	<b>138</b>
Hs gauche	<b>Hs-13</b>	<b>Hs-14</b>	<b>Hs-15</b>	<b>Hs-13</b>	<b>Hs-16</b>	<b>Hs-4</b>	<b>Hs-14</b>	<b>Hs-4</b>
Hs droite	<b>Hs+13</b>	<b>Hs+14</b>	<b>Hs+15</b>	<b>Hs+13</b>	<b>Hs+16</b>	<b>Hs+4</b>	<b>Hs+14</b>	<b>Hs+4</b>
Hg avant (R>=20m) ou (R<20m)	<b>499+59/-43</b> <b>499+34/-29</b>	<b>494+59/-43</b> <b>494+34/-29</b>	<b>492+59/-43</b> <b>492+34/-29</b>	<b>486+59/-43</b> <b>486+34/-29</b>	<b>481+59/-43</b> <b>481+34/-29</b>	<b>489+59/-55</b> <b>489+34/-41</b>	<b>494+59/-43</b> <b>494+34/-29</b>	<b>481+59/-52</b> <b>481+34/-38</b>
Hg arrière (R>=20m) ou Hg (R<20m)	<b>499+45/-48</b> <b>499+34/-29</b>	<b>494+45/-48</b> <b>494+34/-29</b>	<b>492+45/-48</b> <b>492+34/-29</b>	<b>486+45/-45</b> <b>486+34/-26</b>	<b>481+45/-45</b> <b>481+34/-26</b>	<b>489+45/-60</b> <b>489+34/-41</b>	<b>494+45/-48</b> <b>494+34/-29</b>	<b>481+45/-57</b> <b>481+34/-38</b>
V*	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>+/-1.5</b>	<b>+/-0.5</b>	<b>+/-4.5</b>	<b>/</b>	<b>+5/-20</b>
Déport	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-40</b>	<b>+/-20</b>

Les valeurs sont données en prenant pour référence un véhicule en EL4

Etant donné que l'on compense l'usure des pneumatiques par la suspension, on ne tiendra pas compte de cette usure dans les débattements du guidage hormis les cas de défaillance de la suspension

\*V= Déplacement maxi vertical du guidage dû à l'inclinaison de la caisse relative au sol. Cette valeur est soit à ajouter, soit à retrancher à Hg suivant le guidage.

Hypothèse :

Empattement : 7000mm

Entraxe galet : 1600mm

Rayon rail : 10500 mm

Angle guidage  $= \sin^{-1} (3.45/\sqrt{(R^2-0.64)})$  (Rayon rail : R en m)

Pour R=10.5=>Angle guidage = 19.2°

Pour R=20m=> Angle guidage = 9.9°

### 8.1.2 Calcul hauteur soufflet

Hauteur nominale : 175mm

Hauteur maintenance : 290mm

Hauteur butée (EL8) : 138mm

	A VIDE	EL4	EL6	EL8
Déflexion pneumatique (dp)	-5	0	+2	+5
Usure pneumatique (1)	+12	+12	+12	+12
Dynamique (2)	+/-10	+/-10	+/-10	+/-10
Tolérance réglage (3)	+/-5	+/-5	+/-5	+/-5
TOTAL (175+dp+/(1+2+3))	170+27/-15	175+27/-15	177+27/-15	180+27/-15
Défaillance suspension	140	139	138.5	138

### 8.1.3 Calcul hauteur soufflet avec roulis

On considère le véhicule sur un dévers de 2%, avec une accélération latérale de 1m/s² dû à un virage et un différentiel d'usure des pneumatiques d'un même roulement de 5mm, ainsi que les paramètres de voie (Ud, D, Td)

		A VIDE		EL4		EL6		EL8	
		Hs gauche	Hs droite	Hs gauche	Hs droite	Hs gauche	Hs droite	Hs gauche	Hs droite
Dévers 2%	(1)	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5
Accélération latérale roulis 1m/s²	(2)	-5.5	+5.5	-6	+6	-6.5	+6.5	-7	+7
Accélération latérale force centrifuge 1m/s²	(3)	-5.5	+5.5	-6	+6	-6.5	+6.5	-7	+7
Différentiel d'usure et de tassement vertical entre les bandes de roulages, intégrant la tolérance sur le dévers	(4)	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5
Total	1 + 2 + 3 + 4	-13	+13	-14	+14	-15	+15	-16	+16

Les effets de roulis maximum sont obtenus le véhicule à vide.

### 8.1.4 Calcul hauteur guidage

On prend en compte les tolérances de pose du rail de guidage et l'orniérage de la chaussée.

### 8.1.4.1 Guidage arrière

		A VIDE	EL4	EL6	EL8
Déflexion pneumatique (1)		<b>+5</b>	<b>0</b>	<b>-2</b>	<b>-5</b>
Usure pneumatique (2)		<b>0/-12</b>	<b>0/-12</b>	<b>0/-12</b>	<b>0/-12</b>
Usure bandage galet (3)		<b>+3/0</b>	<b>+3/0</b>	<b>+3/0</b>	<b>+3/0</b>
Tolérance de pose du rail de guidage (4)		<b>+20/0</b>	<b>+20/0</b>	<b>+20/0</b>	<b>+20/0</b>
Orniérage de chaussée (5)		<b>0/-15</b>	<b>0/-15</b>	<b>0/-15</b>	<b>0/-15</b>
Tolérance de fabrication + déformation (6)		<b>+/-10</b>	<b>+/-10</b>	<b>+/-10</b>	<b>+/-10</b>
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R>20m) (7)		<b>+12/-20</b>	<b>+12/-20</b>	<b>+12/-20</b>	<b>+12/-20</b>
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R<20m) (8)		<b>+/-1</b>	<b>+/-1</b>	<b>+/-1</b>	<b>+/-1</b>
Dynamique (9)		<b>0/-3</b>	<b>0/-3</b>	<b>0/-3</b>	<b>0/-3</b>
TOTAL (pour virage R>20m) 2+3+4+5+6+7+9		<b>499+45/-60</b>	<b>494+45/-60</b>	<b>492+45/-60</b>	<b>489+45/-60</b>
TOTAL (pour virage R<20m) 2+3+4+5+6+8+9		<b>499+34/-41</b>	<b>494+34/-41</b>	<b>492+34/-41</b>	<b>489+34/-41</b>
Roue crevé (pour virage R<20m) 2+3+4+5+6+8		<b>486+34/-38</b>	<b>483 +34/-38</b>	<b>482+34/-38</b>	<b>481+34/-38</b>
Roue crevé (pour virage R>20m) 2+3+4+5+6+7		<b>486+45/-57</b>	<b>483 +45/-57</b>	<b>482+45/-57</b>	<b>481+45/-57</b>

### 8.1.4.2 Guidage avant

		A VIDE	EL4	EL6	EL8
Déflexion pneumatique (1)		<b>+5</b>	<b>0</b>	<b>-2</b>	<b>-5</b>
Usure pneumatique (2)		<b>0/-12</b>	<b>0/-12</b>	<b>0/-12</b>	<b>0/-12</b>
Usure bandage galet (3)		<b>+3/0</b>	<b>+3/0</b>	<b>+3/0</b>	<b>+3/0</b>
Tolérance de pose du rail de guidage (4)		<b>+20/0</b>	<b>+20/0</b>	<b>+20/0</b>	<b>+20/0</b>
Orniérage de chaussée (5)		<b>0/-15</b>	<b>0/-15</b>	<b>0/-15</b>	<b>0/-15</b>
Tolérance de fabrication + déformation (6)		<b>+/-10</b>	<b>+/-10</b>	<b>+/-10</b>	<b>+/-10</b>
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R>20m) (7)		<b>+26/-15</b>	<b>+26/-15</b>	<b>+26/-15</b>	<b>+26/-15</b>
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R<20m) (8)		<b>+/-1</b>	<b>+/-1</b>	<b>+/-1</b>	<b>+/-1</b>
Dynamique (9)		<b>0/-3</b>	<b>0/-3</b>	<b>0/-3</b>	<b>0/-3</b>
TOTAL (pour virage >20m) 2+3+4+5+6+7+9		<b>499+59/-55</b>	<b>494+59/-55</b>	<b>492+59/-55</b>	<b>489+59/-55</b>
TOTAL (pour virage <20m) 2+3+4+5+6+8+9		<b>499+34/-41</b>	<b>494+34/-41</b>	<b>492+34/-41</b>	<b>489+34/-41</b>
Roue crevé (pour virage R<20m) 2+3+4+5+6+8		<b>486+34/-38</b>	<b>483 +34/-38</b>	<b>482+34/-38</b>	<b>481+34/-38</b>
Roue crevé ((pour virage R>20m) 2+3+4+5+6+7		<b>486+59/-52</b>	<b>483 +59/-52</b>	<b>482+59/-52</b>	<b>481+59/-52</b>

## 8.1.5 Etude des interfaces

Pour définir les interfaces, il a été pris en compte toutes les variations réelles de la voie, ainsi que les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

Pour cela, 2 cas sont étudiés :

Premier cas le véhicule en courbe mini de 10.5m et les rayons de raccordement en creux et en bosse supérieurs à 2500m

Deuxième cas le véhicule en courbe supérieur ou égal à 20m et les rayons de raccordement en creux de 200m et en bosse de 120m

Plusieurs zones critiques ont été relevées, elles sont matérialisées sur le plan F00326411. A savoir :

### 8.1.5.1 Interfaces guidage

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Pneus usés
- Tassement et usure chaussée
- Tolérances de fabrication
- Raccordement profil
- Pneu sur affaissement limité (1 seul coté)
- Défaillance suspensions (essieu avant en butée basse et arrière en butée haute)
- En courbe de 10.5m ou de 20m

Zones critique relevées :

#### 8.1.5.1.1 Guidage avant

Cas 1 (en courbe mini  $R=10.5m$  et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant  $=481 +34/-38$  (tableau §8.1.1)

Déplacement verticale  $V=+5/-20$  (tableau §8.1.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g=481-38-20=423mm$

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

$A_g=19.3^\circ$  (tableau §8.1.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s=138mm$  (tableau §8.1.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.1.1)

**Jeu mini 10mm entre le bras du guidage et la structure du châssis (détail G plan F00326411 pl 1/2)**



Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant = 481 + 59/-52 (tableau §8.1.1)

Déplacement verticale  $V = +5/-20$  (tableau §8.1.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g = 481 - 52 - 20 = 409\text{mm}$

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

$A_g = 9.9^\circ$  (tableau §8.1.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s = 138\text{mm}$  (tableau page 13)

Déport guidage 20mm (tableau §8.1.1)

#### **Jeu mini 11mm entre le bras du guidage et la structure du châssis (détail K plan F00326411 pl 2/2)**

##### 8.1.5.1.2 Guidage arrière

Cas 1 (en courbe mini  $R = 10.5\text{m}$  et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant = 481 + 34/-38 (tableau §8.1.1)

Déplacement verticale  $V = +5/-20$  (tableau §8.1.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g = 481 - 38 + 5 = 448\text{mm}$

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

$A_g = 19.3^\circ$  (tableau §8.1.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s = 138\text{mm}$  (tableau §8.1.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.1.1)

#### **Jeu mini 10mm entre le bras du guidage et le bras de suspension (détail F plan F00326411 pl 1/2)**

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant = 481 + 45/-57 (tableau §8.1.1)

Déplacement verticale  $V = +5/-20$  (tableau §8.1.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g = 481 - 57 + 5 = 429\text{mm}$

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

$A_g = 9.9^\circ$  (tableau §8.1.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s = 138\text{mm}$  (tableau §8.1.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.1.1)

#### **Jeu mini 10mm entre le galet de guidage et la structure du châssis (détail R plan F00326411 pl 2/2)**

### 8.1.5.2 Interfaces roue

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Suspension en butée basse
- En courbe de 10.5m ou de 20m

Zones critique relevées :

Cas 1 (en courbe mini R=10.5m et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=138 (tableau §8.1.1)

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

Ag=19.3° (tableau §8.1.1)

- Jeu mini 20mm entre la roue et la potence de l'essieu (coupe C-C plan F00326411 pl 1/2)
- Jeu mini 24mm entre la roue et l'habillage de roue (coupe B-B plan F00326411 pl 1/2)
- Jeu mini 21mm entre la roue et le châssis (coupe D-D plan F00326411 pl 1/2)
- Jeu mini 29mm entre la roue et le flanc de la barre anti roulis (coupe D-D plan F00326411 pl 1/2)
- Jeu mini 37mm entre la roue et le garde boue arrière (coupe D-D plan F00326411 pl 1/2)

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=138 (tableau §8.1.1)

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

Ag=9.9° tableau §8.1.1)

- Jeu mini 18mm entre la roue et la potence de l'essieu (coupe N-N plan F00326411 pl 2/2)
- Jeu mini 83mm entre la roue et l'habillage de roue (coupe J-J plan F00326411 pl 2/2)
- Jeu mini 49mm entre la roue et le châssis (coupe M-M plan F00326411 pl 2/2)
- Jeu mini 108mm entre la roue et le flanc de la barre anti roulis (coupe M-M plan F00326411 pl 2/2)
- Jeu mini 70mm entre la roue et le garde boue arrière (coupe M-M plan F00326411 pl 2/2)

### 8.1.5.3 Interfaces essieu

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Suspension en butée basse
- Freins usées
- En courbe de 10.5m ou de 20m

Zones critique relevées :

Cas 1 (en courbe mini R=10.5m et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=138 (tableau §8.1.1)

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

Ag=19.3° (tableau §8.1.1)

- **Jeu mini 10mm entre l'essieu et la structure du châssis (coupe C-C plan F00326411 pl 1/2)**
- **Jeu mini 14mm entre l'essieu et la cabine (coupe A-A plan F00326411 pl 1/2)**
- **Jeu mini 16mm entre cylindre de frein et cabine (coupe H-H plan F00326411 pl 1/2)**

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=138 (tableau §8.1.1)

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

Ag=9.9° (tableau §8.1.1)

- **Jeu mini 10mm entre l'essieu et la structure du châssis (coupe N-N plan F00326411 pl 2/2)**
- **Jeu mini 14mm entre l'essieu et la cabine (coupe L-L plan F00326411 pl 2/2)**
- **Jeu mini 32mm entre cylindre de frein et cabine (coupe P-P plan F00326411 pl 2/2)**

### **8.1.6 Conclusion**

Les zones critiques sont représentées sur le plan F00326411.

Tous les jeux étudiés sont supérieur à 10mm. On peut ainsi affirmer que sur notre véhicule tous les mouvements relatifs caisse-roulement n'entraînent aucune interférence conformément à la spécification ST-EM.4-70044.

## **8.2 Module intermédiaire**

Les paramètres pris en compte sont :

- **Usures maximales des pneumatiques : 12mm**

- Usure maximale des bandes de roulement du galet de guidage : 5mm
- Tolérances de montage : +/-5mm
- Tolérances de pose du rail de guidage : 20mm
- Usure et tassement de la chaussée : 15mm
- Déport géométrique vertical du au raccordement de profil R120m en bosse et R200 en creux
- Déflexion des pneumatiques due à la charge
- Roulis dû aux accélérations latérales
- Roulis dû à la force centrifuge en virage
- Angle de lacet dû aux courbures de la voie : R10.5m
- Déport latéral du guidage : +/- 20mm
- Cas de maintenance relevage de la suspension
- Roue sur affaissement limité (une seule roue)
- Défaillance limiteur de débattement : +/-40mm
- Différentiel d'usure entre les pneumatiques d'un même essieu : 5mm
- Angle de caisse (tangage, roulis)
- Dynamique du véhicule (débattement dû au défaut de la chaussée)
- Entraxe soufflet : 1777mm
- Voie pneumatique 1750mm
- Défaillance suspension (2 coussins en position basse)

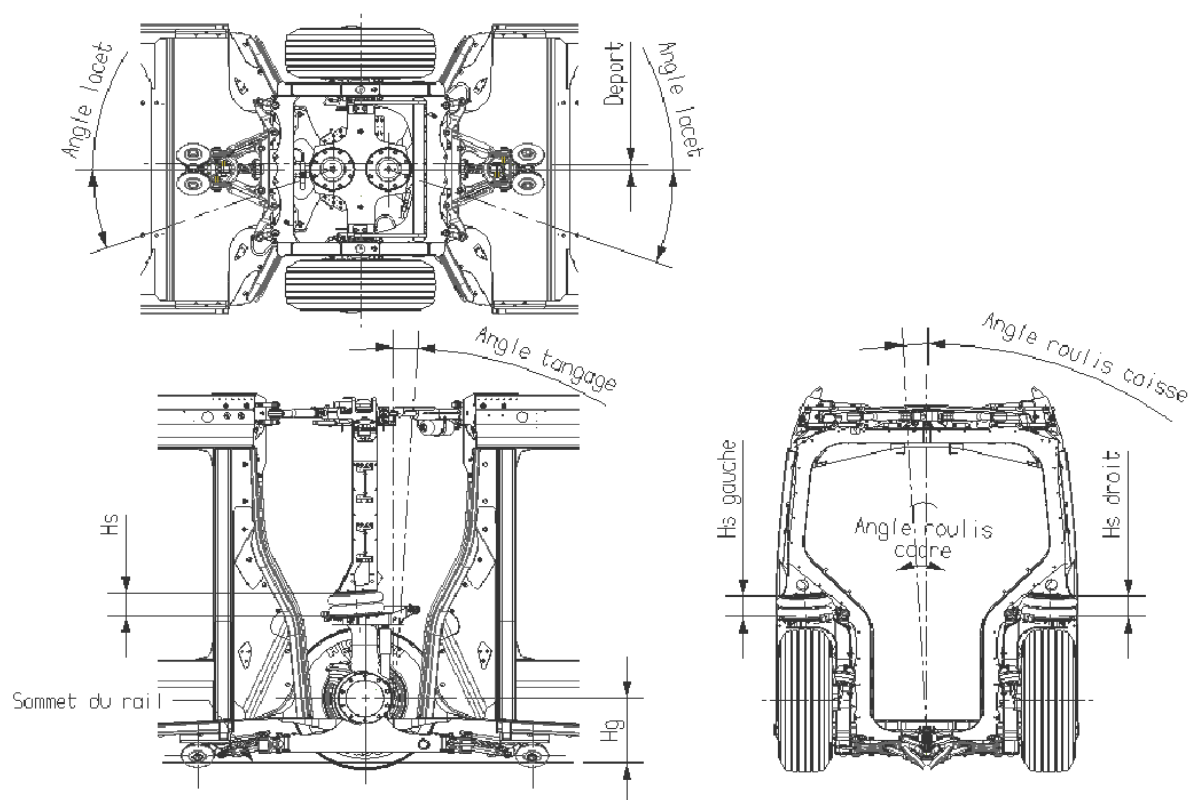
### 8.2.1 Débattement total du roulement

Hg : Hauteur axe essieu et sommet rail

Hs : Hauteur soufflet

Ag : Angle guidage

F00326475 INTERFACE CAISSE / ROULEMENT MI





GABARITS DU MATERIEL ROULANT TRANSLOHR  
ET INTERFACES CAISSE/ROULEMENT ET  
CAISSE/CAISSE

**D00007421/L**

Classification :

**Diffusion limitée**

Type de document :

**STD**

	CAS NOMINAL			PNEU CREVE		DEFAILLANCE SUSPENSION	DEFAILLANCE LIMITEUR	CUMUL DEFAILLANCE
	A vide	EL4	EL6	A vide	EL8	EL8	EL6	EL8
Lacet (R=10.5m)	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>
Lacet (R=20m)	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>	<b>+/-10.1°</b>
Angle tangage (R>20m)	<b>+2.2°/-3.5°</b>	<b>+2.2°/-3.5°</b>	<b>+2.2°/-3.5°</b>	<b>+2.4°/-3.7°</b>	<b>+2.4°/-3.7°</b>	<b>+3.3°/-4.6°</b>	<b>+2.2°/-3.5°</b>	<b>+3.45°/-4.9°</b>
Ou (R<20m)	<b>+/-0.4°</b>	<b>+/-0.4°</b>	<b>+/-0.4°</b>	<b>+/-0.6°</b>	<b>+/-0.6°</b>	<b>+/-1.6°</b>	<b>+/-0.4°</b>	<b>+/-2°</b>
Angle roulis	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-3.2°</b>	<b>+/-3.2°</b>	<b>+/-0.5°</b>	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-2.8°</b>
Compression rotule	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-1.5</b>	<b>0</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2</b>
Fluage rotule	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2</b>
Hs	<b>170+27/-15</b>	<b>180+27/-15</b>	<b>186+27/-15</b>	<b>170+27/-15</b>	<b>191+27/-15</b>	<b>130</b>	<b>186+27/-15</b>	<b>130</b>
Hs gauche	<b>Hs-14</b>	<b>Hs-17</b>	<b>Hs-19</b>	<b>Hs-14</b>	<b>Hs-21</b>	<b>/</b>	<b>Hs-19</b>	<b>/</b>
Hs droite	<b>Hs+14</b>	<b>Hs+17</b>	<b>Hs+19</b>	<b>Hs+14</b>	<b>Hs+21</b>	<b>/</b>	<b>Hs+19</b>	<b>/</b>
Hg avant (R>=20m) ou	<b>499+74/-49</b>	<b>489+74/-49</b>	<b>484+74/-49</b>	<b>486+74/-46</b>	<b>475.5+74/-46</b>	<b>478+74/-61</b>	<b>484+74/-49</b>	<b>475.5+74/-58</b>
Hg avant (R<20m)	<b>499+35/-30</b>	<b>489+35/-30</b>	<b>484+35/-30</b>	<b>486+35/-27</b>	<b>475.5+35/-27</b>	<b>478+35/-42</b>	<b>484+35/-30</b>	<b>475.5+35/-39</b>
Hg arrière (R>=20m) ou	<b>499+50/-57</b>	<b>489+50/-57</b>	<b>484+50/-57</b>	<b>486+50/-57</b>	<b>475.5+50/-57</b>	<b>478+50/-69</b>	<b>484+50/-57</b>	<b>475.5+50/-66</b>
Hg arrière (R<20m)	<b>499+35/-30</b>	<b>489+35/-30</b>	<b>484+35/-30</b>	<b>486+35/-27</b>	<b>475.5+35/-27</b>	<b>478+35/-42</b>	<b>484+35/-30</b>	<b>475.5+35/-39</b>
V*	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>+2.5</b>	<b>+1</b>	<b>+8.5</b>	<b>/</b>	<b>+8.5</b>
Déport	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-20</b>	<b>+/-40</b>	<b>+/-20</b>

Les valeurs sont données en prenant en référence un véhicule en EL4. L'usure des pneumatiques est compensée par la suspension. De ce faite, on ne tiendra pas compte de cette usure dans les débattements du guidage hormis les cas de défaillance de la suspension

\*V= Déplacement maxi vertical du guidage dû à l'inclinaison de la caisse relative au sol. Cette valeur est à ajouter à Hg

## 8.2.2 Calcul angle débattement caisse

### 8.2.2.1 Lacet

#### Hypothèse :

Empattement : 7000mm

Entraxe galet : 2400mm

Rayon rail : 10500 mm

Rayon rail : R en m

Angle guidage =  $\text{Arc sin} (3.34/\sqrt{(R^2-1.4)}) + \text{Arc sin} (0.2/\sqrt{(R^2-1.4)})$

Pour R=10.5=>Angle lacet caisse = 19.8°

Pour R=20m=> Angle lacet caisse = 10.2 °

### 8.2.2.2 Tangage

Angle tangage	NOMINAL	ROUE SUR AFFAISSEMENT	DEFAILLANCE SOUFFLET ET PNEU CREVE
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R>20m) (1)	+2 /-3.35°	+2/-3.35°	+2/-3.35°
Dynamique (2)	+/-0.15°	+/-0.15°	/
Défaillance suspension (3)	/	/	+/-1.25°
Roue sur affaissement limité (un seul coté) (4)	/	+/-0.2°	+/-0.2°
Total 1+2+3+4	+2.15/-3. 5°	+2.35/-3.7°	+3.45/-4.9°

Pour l'angle de tangage, on prendra pour le cas de défaillance soufflet, une suspension basse cumulé à une suspension haute

### 8.2.2.3 Roulis

Dans ce chapitre, on ne traite que du roulis entre la caisse et l'essieu. Celui-ci est dû à l'inclinaison de la suspension, de la caisse et de l'inclinaison de l'essieu dû à une roue sur affaissement limité. Les angles sont déterminées en fonction du tableau §7.2.4.

Angle roulis		NOMINAL	ROUE SUR AFFAISSEMENT	DEFAILLANCE SOUFFLET ET PNEU CREVE	
Effet roulis 1m/s <sup>2</sup>	(1)	0.4°	0.4°	0.3°	Angle inclinaison suspension
Accélération latérale 1m/s <sup>2</sup> (uniquement courbe)	(2)	0.4°	0.4°	0.3°	
Influence devers	(3)	0.1°	0.1°	/	
Roue sur affaissement limité (un seul coté) et sur un seul essieu	(4)	/	0.9°	0.9°	Angle inclinaison caisse
Différentiel d'usure et de tassement vertical entre les bandes de roulages, (différentiel en opposition)	(5)	1°	1°	1°	
Différentiel d'usure entre les pneumatiques (en opposition)	(6)	0.3°	0.3°	0.3°	
Total	1+2+3+4+5+6	2.2°	3.1°	2.8°	Angle inclinaison caisse/essie

### 8.2.3 Calcul hauteur soufflet

Hauteur nominale : 180mm

Hauteur maintenance : 290mm

Hauteur butée : 138mm

	A VIDE	EL4	EL6	EL8
Déflexion pneumatique (dp)	-10	0	+6	+11
Usure pneumatique (1)	+12	+12	+12	+12
Dynamique (2)	+/-10	+/-10	+/-10	+/-10
Tolérance réglage (3)	+/-5	+/-5	+/-5	+/-5
TOTAL (180+dp+/(1+2+3))	170+27/-15	180+27/-15	186+27/-15	191+27/-15
Défaillance suspension	132	131	130.5	130



### 8.2.4 Calcul hauteur soufflet avec roulis

On considère le véhicule sur un dévers de 2%, avec les accélérations latérales dues à un virage et aux roulis, ainsi qu'un différentiel d'usure des pneumatiques d'un même roulement de 5mm et les paramètres de voie (Ud, D, Td).

		A VIDE		EL4		EL6		EL8	
		Hs gauche	Hs droite	Hs gauche	Hs droite	Hs gauche	Hs droite	Hs gauche	Hs droite
Dévers 2%	(1)	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5
Accélération latérale roulis 1m/s <sup>2</sup>	(2)	-6	+6	-7.5	+7.5	-8.5	+8.5	-9.5	+9.5
Accélération latérale force centrifuge 1m/s <sup>2</sup>	(3)	-6	+6	-7.5	+7.5	-8.5	+8.5	-9.5	+9.5
Différentiel d'usure et de tassement vertical entre les bandes de roulages, intégrant la tolérance sur le dévers	(4)	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5	-0.5	+0.5
Total	1+2+3+4	-14	+14	-17	+17	-19	+19	-21	+21

Les effets de roulis maximum sont obtenus le véhicule à vide.

### 8.2.5 Calcul hauteur guidage

On prend en compte les tolérances de pose du rail de guidage et l'orniérage de la chaussée

### 8.2.5.1 Guidage avant

	A VIDE	EL4	EL6	EL8
Déflexion pneumatique (1)	+10	0	-5	-11
Usure pneumatique (2)	0/-12	0/-12	0/-12	0/-12
Usure bandage galet (3)	+3/0	+3/0	+3/0	+3/0
Tolérance de pose du rail de guidage (4)	+20/0	+20/0	+20/0	+20/0
Orniérage de chaussée (5)	0/-15	0/-15	0/-15	0/-15
Tolérance de fabrication + déformation (6)	+/-10	+/-10	+/-10	+/-10
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R>20m) (7)	+41/-21	+41/-21	+41/-21	+41/-21
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R<20m) (8)	+/-2	+/-2	+/-2	+/-2
Dynamique (9)	0/-3	0/-3	0/-3	0/-3
TOTAL 2+3+4+5+6+7+9	499+74/-61	489+74/-61	484+74/-61	478+74/-61
TOTAL 2+3+4+5+6+8+9	499+35/-42	489+35/-42	484+35/-42	478+35/-42
Roue crevé (pour virage R>20m) 2 +3+4+5+6+7	486+74/-58	481+74/-58	478.5+74/-58	475.5+74/-58
Roue crevé (pour virage R<20m) 2 +3+4+5+6+8	486+35/-39	481+35/-39	478.5+35/-39	475.5+35/-39

### 8.2.5.2 Guidage arrière

	A VIDE	EL4	EL6	EL8
Déflexion pneumatique (1)	+10	0	-5	-11
Usure pneumatique (2)	0/-12	0/-12	0/-12	0/-12
Usure bandage galet (3)	+3/0	+3/0	+3/0	+3/0
Tolérance de pose du rail de guidage (4)	+20/0	+20/0	+20/0	+20/0
Orniérage de chaussée (5)	0/-15	0/-15	0/-15	0/-15
Tolérance de fabrication + déformation (6)	+/-10	+/-10	+/-10	+/-10
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R>20m) (7)	+17/-29	+17/-29	+17/-29	+17/-29
Déport vertical dû aux raccordements de profil Bosse 120m et creux 200m (pour virage R<20m) (8)	+/-2	+/-2	+/-2	+/-2
Dynamique (9)	0/-3	0/-3	0/-3	0/-3
TOTAL 2+3+4+5+6+7+9	499+50/-69	489+50/-69	484+50/-69	478+50/-69
TOTAL 2+3+4+5+6+8+9	499+35/-42	489+35/-42	484+35/-42	478+35/-42
Roue crevé (pour virage R>20m) 2 +3+4+5+6+7	486+50/-66	481+50/-66	478.5+50/-66	475.5+50/-66
Roue crevé (pour virage R>20m) 2 +3+4+5+6+8	486+35/-39	481+35/-39	478.5+35/-39	475.5+35/-39

## 8.2.6 Etude des interfaces

Pour définir les interfaces, il a été pris en compte toutes les variations réelles de la voie, ainsi que les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

Pour cela, 2 cas sont étudiés :

Premier cas le véhicule en courbe mini de 10.5m et les rayons de raccordement en creux et en bosse supérieurs à 2500m

Deuxième cas le véhicule en courbe supérieur ou égal à 20m et les rayons de raccordement en creux de 200m et en bosse de 120m

Plusieurs zones critiques ont été relevées, elles sont matérialisées sur le plan F00326475.

### 8.2.6.1 Interfaces guidage

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Pneus usés
- Tassement et usure chaussée
- Tolérances de fabrication
- Raccordement profil creux
- Pneu sur affaissement limité (1 seul coté)
- Défaillance suspensions (essieu avant en butée basse et arrière en butée haute)
- En courbe de 10.5m ou de 20m

Zones critique relevées :

#### 8.2.6.1.1 Guidage avant

Cas 1 (en courbe mini  $R=10.5m$  et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant  $=475.5 +35/-39$  (tableau §8.2.1)

Déplacement verticale  $V=+8.5/0$  (tableau §8.2.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g=475.5-39+8.5=445mm$

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

$A_g=19.8^\circ$  (tableau §8.2.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s=130mm$  (tableau §8.2.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.2.1)

**Jeu mini 57mm entre le bras du guidage et la caisse (coupe A-A plan F00326475 pl 1/2)**

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant = 475.5 + 74/-58 (tableau §8.2.1)

Déplacement verticale  $V = +8.5/0$  (tableau §8.2.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g = 475.5 - 58 + 8.5 = 426\text{mm}$

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

$A_g = 10.1^\circ$  (tableau §8.2.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s = 130\text{mm}$  (tableau §8.2.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.2.1)

**Jeu mini 59mm entre la tige du ressort de charge du guidage et la caisse (coupe E-E plan F00326475 pl 2/2)**

8.2.6.1.2 Guidage arrière

Cas 1 (en courbe mini  $R = 10.5\text{m}$  et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m) :

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant = 475.5 + 35/-39 (tableau §8.2.1)

Déplacement verticale  $V = +8.5/0$  (tableau §8.2.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g = 475.5 - 39 + 8.5 = 445\text{mm}$

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

$A_g = 19.8^\circ$  (tableau §8.2.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s = 130\text{mm}$  (tableau §8.2.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.2.1)

**Jeu mini 33mm entre le galet du guidage et la caisse (coupe A-A plan F00326475 pl 1/2)**

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Position mini du galet par rapport à l'essieu :

Hauteur guidage avant = 475.5 + 50/-66 (tableau §8.2.1)

Déplacement verticale  $V = +8.5/0$  (tableau §8.2.1)

Il en résulte une distance axe de l'essieu / galet de :

$H_g = 475.5 - 66 + 8.5 = 418\text{mm}$

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

$A_g = 10.1^\circ$  (tableau §8.2.1)

Une hauteur de suspension affaissée de :

$H_s = 130\text{mm}$  (tableau §8.2.1)

Déport guidage 20mm (tableau §8.2.1)

**Jeu mini 10mm entre le bras de guidage et la caisse (coupe E-E plan F00326475 pl 2/2)**

### **8.2.6.2 Interfaces roue**

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Suspension en butée basse

Zones critique relevées :

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=130 (tableau §8.2.1)

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

Ag=19.8° (tableau §8.2.1)

**Jeu mini 12mm entre la roue et la potence de l'essieu (coupe D-D plan F00326475 pl 1/2)**

### **8.2.6.3 Interfaces essieu**

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Suspension en butée basse
- En courbe de 10.5m ou de 20m

Zones critique relevées :

Cas 1 (en courbe mini R=10.5m et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=130 (tableau §8.2.1)

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

Ag=19.8° (tableau §8.2.1)

- **Jeu mini 12mm entre la potence de l'essieu et la caisse du châssis (coupe C-C plan F00326475 pl 1/2)**
- **Jeu mini 13mm entre l'essieu et la caisse du châssis (coupe B-B plan F00326475 pl 1/2)**
- **Jeu mini 59mm entre le garde boue et la caisse avant (coupe B-B plan F00326475 pl 1/2)**
- **Jeu mini 63mm entre le garde boue et la caisse arrière (coupe B-B plan F00326475 pl 1/2)**

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=130 (tableau §8.2.1)

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

Ag=10.1° (tableau §8.2.1)

- **Jeu mini 12mm entre la potence de l'essieu et la caisse du châssis (coupe H-H plan F00326475 pl 2/2)**
- **Jeu mini 33mm entre l'essieu et la caisse du châssis (coupe G-G plan F00326475 pl 2/2)**
- **Jeu mini 187mm entre le garde boue et la caisse avant (coupe G-G plan F00326475 pl 2/2)**
- **Jeu mini 211mm entre le garde boue et la caisse arrière (coupe G-G plan F00326475 pl 2/2)**

#### 8.2.6.4 Interfaces caisse

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- Suspension en butée basse
- En courbe de 10.5m ou de 20m

Zones critique relevées :

Cas 1 (en courbe mini  $R=10.5m$  et raccordement en profil creux et bosse supérieur à 2500m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=130 (tableau §8.2.1)

Angle du guidage pour une courbe de 10.5m de :

Ag=19.8° (tableau §8.2.1)

#### Jeu mini 132mm entre le cadre porteur et la caisse du châssis (coupe B-B plan F00326475 pl 1/2)

Cas 2 (en courbe supérieur ou égal à 20m et en raccordement de profil en creux de 200m et en bosse de 120m):

Une hauteur de suspension affaissée de :

HS=130 (tableau §8.2.1)

Angle du guidage pour une courbe de 20m de :

Ag=10.1° (tableau §8.2.1)

#### Jeu mini 206mm entre le cadre porteur et la caisse du châssis (coupe G-G plan F00326475 pl 2/2)

### 8.2.7 Conclusion

Les zones critiques sont représentées sur le plan F00326475.

Tous les jeux étudiés sont supérieur à 10mm. On peut ainsi affirmer que sur notre véhicule tous les mouvements relatifs caisse-roulement n'entraînent aucune interférence conformément à la spécification ST-EM.4-70044.

## 9 Interfaces caisse -caisse

Pour le calcul des interfaces caisse- caisse, on considère la voie réelle de roulage. Tous les mouvements relatifs entre caisse et caisse sont combinés ; aucune interférence ni contrainte excessive n'est tolérée.

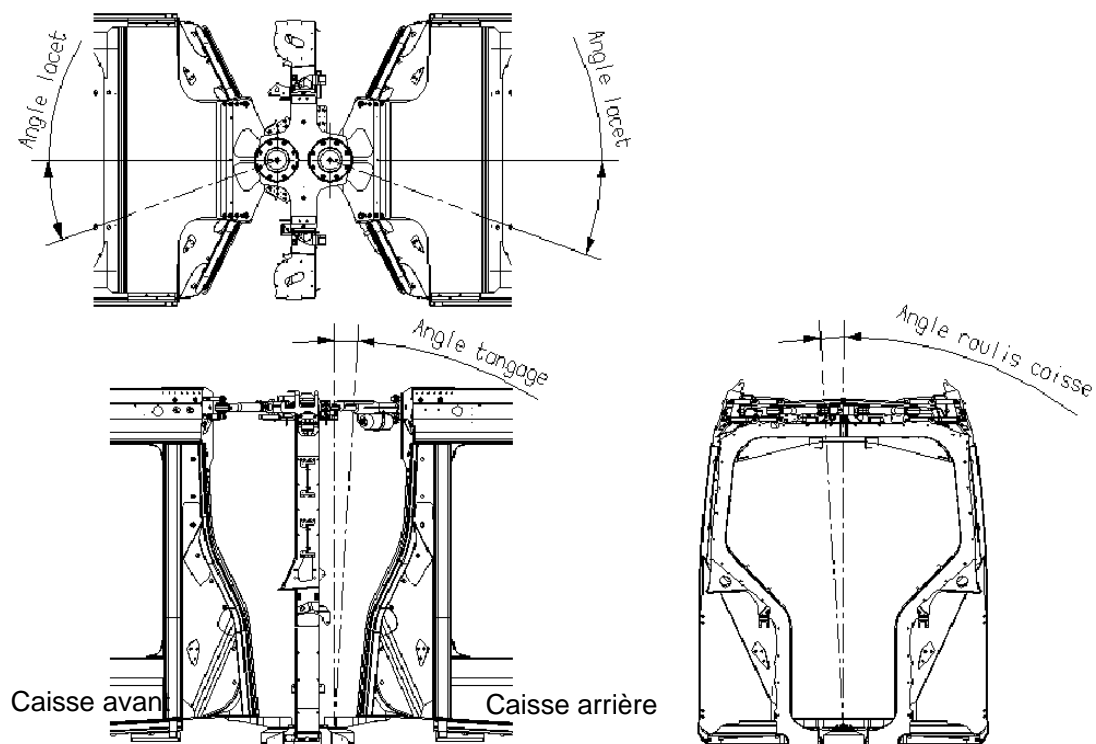
En état nominal tous les mouvements dynamiques du véhicule sont à prendre en compte.

Les paramètres pris en compte sont :

- Usure et tassement de la chaussée : 15mm
- Déport géométrique vertical du aux raccordements de profil R120m en bosse et R200 en creux
- Roulis dû aux accélérations latérales
- Angle de rotation dû aux courbures de la voie : R10.5m
- Cas de maintenance
- Roue sur affaissement limité
- Différentiel d'usure entre les pneumatiques d'un même roulement : 5mm
- Angle de caisse (tangage, roulis)
- Défaillance suspension (2 coussins en position basse)

### 9.1.1 Débattement total des caisses

F00326497 INTERFACE CAISSE / CAISSE







GABARITS DU MATERIEL ROULANT TRANSLOHR  
ET INTERFACES CAISSE/ROULEMENT ET  
CAISSE/CAISSE

**D00007421/L**

Classification :

**Diffusion limitée**

Type de document :

**STD**

	CAS NOMINAL			PNEU CREVE		DEFAILLANCE SUSPENSION	DEFAILLANCE LIMITEUR	CUMUL DEFAILLANCES
	A vide	EL4	EL6	A vide	EL8	EL8	EL4	EL8
Angle lacet	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>	<b>+/-19.8°</b>
Angle tangage (R>20m) ou (R<20m)	<b>+2.2°/-3.5° +/-0.4°</b>	<b>+2.2°/-3.5° +/-0.4°</b>	<b>+2.2°/-3.5° +/-0.4°</b>	<b>+2.4°/-3.7° +/-0.6°</b>	<b>+2.4°/-3.7° +/-0.6°</b>	<b>+3.3°/-4.6° +/-1.6°</b>	<b>+2.2°/-3.5° +/-0.4°</b>	<b>+3.45°/-4.9° +/-2°</b>
Angle roulis	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-3.2 °</b>	<b>+/-3.2°</b>	<b>+/-0.5°</b>	<b>+/-2.3°</b>	<b>+/-2.8°</b>
Compression rotule	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-1.5</b>	<b>0</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2</b>
Fluage rotule	<b>-1</b>	<b>-1</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-2</b>	<b>-1.5</b>	<b>-2</b>

## **9.1.2 Calcul angle débattement caisse**

## **9.1.3 Angle débattement caisse**

### **9.1.3.1 Lacet**

#### **IDEM § 8.2.2.1**

### **9.1.3.2 Tangage**

#### **IDEM § 8.2.2.2**

### **9.1.3.3 Roulis**

#### **IDEM § 8.2.2.3**

## **9.1.4 Calcul hauteur soufflet**

#### **IDEM § 8.2.3**

## **9.1.5 Calcul hauteur soufflet avec roulis**

#### **IDEM § 0**

## **9.1.6 Etude des interfaces**

Pour définir les interfaces, il a été pris en compte toutes les variations réelles de la voie, ainsi que les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

Une zone critique a été relevée, elle est matérialisée sur le plan F00326497.

Paramètres pris en compte :

- En charge EL8
- En courbe de 10.5m ou de 20m
- En roulis
- En Tangage

Les Angles et débattements caisse résultant du tableau §9.1.1 étant inférieurs ou égaux aux débattements maximums autorisés de construction (valeurs définies par LOHR industrie pour répondre à tous les cas d'exploitation), on prendra ces angles pour définir les interfaces caisse / caisse.

Angle caisse 22° (maxi autorisé par construction)

Angle roulis 3.5° (maxi autorisé par construction)

Angle tangage 3.5° (maxi autorisé par construction)

Zone critique relevée :

**Jeu mini 112mm entre la caisse et le cadre porteur (vue de face plan F00326497)**

### **9.1.7 Conclusion**

Les zones critiques sont représentées sur le plan F00326497.

Tous les jeux étudiés sont supérieur à 10mm. On peut ainsi affirmer que sur notre véhicule tous les mouvements relatifs caisse-roulement n'entraînent aucune interférence conformément à la spécification ST-EM.4-70044.

## 10 Dossier de calculs et essais

### 10.1 Dossiers de calculs

#### 10.1.1 Débattements du MI

##### 10.1.1.1 Charges

On distingue la charge des masses suspendues (caisse) et non suspendues (essieu)

	Masses passagers (G1)	Masses suspendues (G2)	Masses non suspendues (G3)	Pré charge galets	total
<b>A vide</b>	0kg	4762 kg	1158 kg	- 300 kg	5620 kg
<b>EL8</b>	4970kg	4762kg	1158 kg	- 300 kg	10590 kg

Masses issues du document D00007400

##### 10.1.1.2 Hauteur centre de gravité passager

Calcul suivant NF X 35-002

Nombre de passager assis : 10 personnes

Nombre de passager debout : 61 personnes

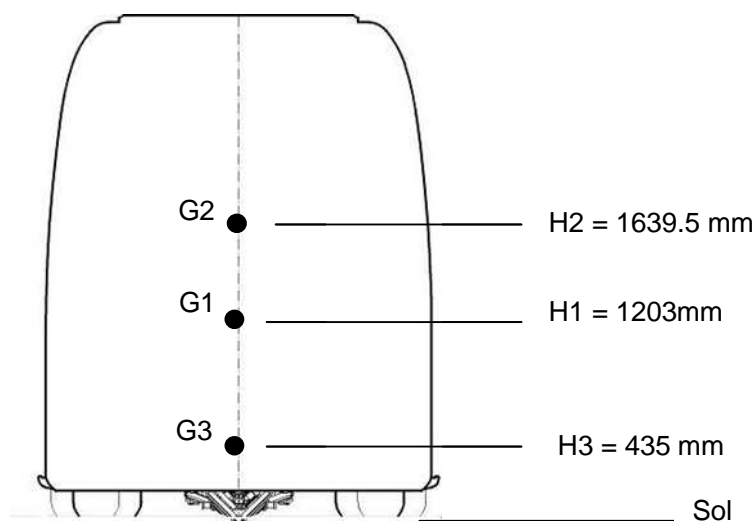
Masse passager 70kg

Hauteur CDG homme moyen debout : 1001mm

Hauteur CDG homme moyen assis :  $H_{si} + 225 = 440 + 225 = 665\text{mm}$

Hauteur plancher : 250mm

$H1 = 250 + (10 \times 70 \times 665 + 61 \times 70 \times 1001) / 4970 = 1203\text{mm}$



### 10.1.1.3 Pneumatiques

Pour définir l'angle de l'essieu par rapport au sol, il a été pris en compte tous les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

L'inclinaison de l'essieu est principalement due au différentiel de hauteur des pneumatiques. Cette hauteur est en fonction de la charge à la roue (état de charge et report de charge) et au roulage sur affaissement limité. Le différentiel de hauteur entre les pneumatiques gauche et droite résulte aux accélérations latérales (en courbe ou effet de roulis et aux différentiel d'usure des pneumatiques)

Paramètre pris en compte:

- Voie MI : 1750 mm
- Rayon à vide : 536 mm
- Pression pneus Translohr : 7.5 bars
- Rayon de l'affaissement limité : 442 mm
- Epaisseur de gomme max. : 37 mm (rayon pneu en butée : 478 mm)
- Epaisseur de gomme usure max. : 12 mm
- Probabilité pneu crevé :  $10 \text{ pneus} * 2,00^E-07 = 2,00^E-06$  occurrences par heure d'exploitation
- Différence d'usure entre le pneumatique G et D : Difusp= 5mm

Angle essieu avec différentiel usure $\alpha 1 = \tan^{-1} \left( \frac{Difusp}{voie} \right)$	0.16°
--	-------

Avec report de charge	EL0		EL8	
	En alignement droit	En courbe extérieur	En alignement droit	En courbe extérieur
R/charge roue gauche (Rg)	500	496	478	478
R/charge roue droite (Rd)	508	512	490	499
R/affaissement limité (Raff)	478	478	478	478
Angle essieu/sol				
Angle sous charge $\alpha 2 = \tan^{-1} \left( \frac{Rd - Rg}{voie} \right)$	0.26°	0.52°	0.4°	0.68°
Angle sous affaissement $\alpha 2 = \tan^{-1} \left( \frac{Rd - Raff}{voie} \right)$	0.98°	1.11°	0.4°	0.68°

### 10.1.1.4 Dévers

Véhicule incliné de 2% par rapport au centre de voie. Influence sur les répartitions de charges.

	EL0	EL8
Influence roulis	3.5%	3%

### 10.1.1.5 Suspensions

Pour définir l'angle de la suspension par rapport à l'axe de l'essieu, il a été pris en compte tous les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

L'inclinaison de la suspension est principalement due aux accélérations latérales en courbe ou en effets de roulis. La raideur de la suspension augmente en fonction de la charge.

Paramètres pris en compte:

- Voie des suspensions : 1777 mm
- Hauteur par rapport au sol : 1130 mm
- Soufflet non défailant
- Raideur suspension à vide: 15000Nm/°
- Raideur suspension en charge EL8: 15500Nm/°
- Raideur suspension défailante : 30000Nm/°

Probabilité suspension défailante : 10 soufflets \* 5,00<sup>E-07</sup> = 5,00<sup>E-06</sup> occurrences par heure d'exploitation (STE4)

Nominal	EL0	EL8
<b>Raideur suspension (Rsusp)</b>	15000 Nm/°	15500 Nm/°
<b>Angle effet roulis 1m/s<sup>2</sup> (ac)</b> $\beta = \frac{1}{R_{susp}} \left( (G1 \cdot (H1 - H3) + G2 \cdot (H2 - H3)) \cdot ac \right)$	0.39°	0.6°
<b>Angle accélération latérale ac=1m/s<sup>2</sup></b> $\beta = \frac{1}{R_{susp}} \left( (G1 \cdot (H1 - H3) + G2 \cdot (H2 - H3)) \cdot ac \right)$	0.39°	0.6°
<b>Angle accélération latérale ac=0.2m/s<sup>2</sup></b> $\beta = \frac{2}{R_{susp}} \left( (G1 \cdot (H1 - H3) + G2 \cdot (H2 - H3)) \cdot ac \right)$	0.08°	0.12°

Cas défailance	EL0	EL8
<b>Raideur suspension (Rsuspdef)</b>	30000Nm/°	30000 Nm/°
<b>Angle effet roulis ac=1m/s<sup>2</sup></b>	0.2°	0.3°
<b>Angle accélération latérale ac=1m/s<sup>2</sup></b> $\beta = \frac{1}{R_{suspdef}} \left( (G1 \cdot (H1 - H3) + G2 \cdot (H2 - H3)) \cdot ac \right)$	0.2°	0.3°
<b>Angle accélération latérale 0.2m/s<sup>2</sup></b> $\beta = \frac{2}{R_{suspdef}} \left( (G1 \cdot (H1 - H3) + G2 \cdot (H2 - H3)) \cdot ac \right)$	0.04°	0.06°

#### 10.1.1.6 Déports latéraux

Pour définir les déports latéraux de l'essieu par rapport à l'axe de la voie, il a été pris en compte tous les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

Les déports latéraux sont dus aux tolérances de montage (pour la détermination du gabarit statique), aux jeux du train roulant, aux effets de cornes, à la défaillance des limiteurs de débattement, aux jeux du galet dans le rail)

Paramètres pris en compte :

- |   |           |   |
|---|-----------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usure galets de guidage : 5 mm</li> <li>• Tolérance montage carrosserie : 20mm (pris en compte dans le gabarit statique plan F00366387)</li> <li>• Jeux rattrapés : 10 mm</li> <li>• Effet de corne (véhicule en « crabe ») : 2mm</li> </ul> | <b>OU</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Défaillance guidage : 40 mm</li> <li>• Porte à faux panneau MI : 0 mm</li> </ul> |
|---|-----------|---|

#### 10.1.1.7 Pantographe

Largeur pantographe : 1605 mm.

Hauteur pantographe en ordre de marche 6500mm

### 10.1.1.8 Angle roulis en alignement droit et virage intérieur

									SANS DEVERS		DEVERS		CONTRE DEVERS	
	EL0	EL8	Défaillance soufflet	Angle suspension Effet roulis 1m/s² (β1) §10.1.1.5	Angle suspension Accélération latérale 0.2m/s² (β2) §10.1.1.5	Angle différentiel usure  (α1) §10.1.1.3	Roue sur affaissement	Angle essieu / sol  (α2) §10.1.1.3	Angle suspension β <i>β = β1 + β2</i>	Angle essieu α <i>α = α1 + α2</i>	Angle suspension βd <i>βd = β. 1,035</i>	Angle essieu αd <i>αd = α. 1,035</i>	Angle suspension βcd <i>βd = β. 0,965</i>	Angle essieu αcd <i>αd = α. 0,965</i>
Cas 1	Oui	Non	Non	0.39°	0.08°	0.16°	Non	0.26°	0,47°	0,42°	0,49°	0,44°	0,45°	0,40°
Cas 2	Non	Oui	Non	0.6°	0.12°	0.16°	Non	0.4°	0,72°	0,56°	0,75°	0,58°	0,69°	0,54°
Cas 3	Oui	Non	Non	0.39°	0.08°	0.16°	Oui	0.98°	0,47°	1,14°	0,49°	1,19°	0,45°	1,09°
Cas 4	Non	Oui	Non	0.6°	0.12°	0.16°	Oui	0.4°	0,72°	0,56°	0,75°°	0,58°	0,69°	0,54°
Cas 5	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.04°	0.16°	Non	0.26°	0,24°	0,42°	0,25°	0,44°	0,23°	0,40°
Cas 6	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.06°	0.16°	Non	0.4°	0,36°	0,56°	0,37°	0,58°	0,35°	0,54°
Cas 7	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.06°	0.16°	Oui	0.4°	0,36°	0,56°	0,37°	0,58°	0,35°	0,54°
Cas 8	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.04°	0.16°	Oui	0.98°	0,24°	1,14°	0,25°	1,19	0,23°	1,09°
Cas 9	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Oui	0.98°	0°	1,14°	0°	1,19	0°	1,09°
Cas 10	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Oui	0.4°	0°	0,56°	0°	0,58°	0°	0,54°
Cas 11	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Non	0.26°	0°	0,42°	0°	0,44°	0°	0,40°
Cas 12	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Non	0.4°	0°	0,56°	0°	0,58°	0°	0,54°



### 10.1.1.9 Angle roulis en courbe extérieur

									SANS DEVERS		DEVERS		CONTRE DEVERS	
	EL0	EL8	Défaillance soufflet	Angle suspension Effet roulis 1m/s <sup>2</sup> (β1) §10.1.1.5	Angle suspension Accélération latérale 1m/s <sup>2</sup> (β2) §10.1.2.5	Angle différentiel usure (α1) §10.1.1.3	Roue sur affaissement	Angle essieu / sol (α2) §10.1.1.3	Angle suspension β $\beta = \beta1 + \beta2$	Angle essieu α $\alpha = \alpha1 + \alpha2$	Angle suspension βd $\beta d = \beta \cdot 1,035$	Angle essieu αd $\alpha d = \alpha \cdot 1,035$	Angle suspension βcd $\beta d = \beta \cdot 0,965$	Angle essieu αcd $\alpha d = \alpha \cdot 0,965$
Cas 1	Oui	Non	Non	0.39°	0.39°	0.16°	Non	0.52°	0,78°	0,68°	0,81°	0,71°	0,75°	0,65°
Cas 2	Non	Oui	Non	0.6°	0.6°	0.16°	Non	0.68°	1,20°	0,84°	1,25°	0,87°	1,15°	0,81°
Cas 3	Oui	Non	Non	0.39°	0.39°	0.16°	Oui	1.11°	0,78°	1,27°	0,81°	1,32°	0,75°	1,22°
Cas 4	Non	Oui	Non	0.6°	0.6°	0.16°	Oui	0.68°	1,20°	0,84°	1,25°	0,87°	1,15°	0,81°
Cas 5	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.2°	0.16°	Non	0.52°	0,40°	0,68°	0,42	0,71°	0,38°	0,65°
Cas 6	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.3 °	0.16°	Non	0.68°	0,60°	0,84°	0,62°	0,87°	0,58°	0,81°
Cas 7	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.3°	0.16°	Oui	0.68°	0,60°	0,84°	0,62°	0,87°	0,58°	0,81°
Cas 8	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.2°	0.16°	Oui	1.11°	0,40°	1,27°	0,42°	1,32°	0,38°	1,22°
Cas 9	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Oui	1.11°	0°	1,27°	0°	1,32°	0°	1,22°
Cas 10	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Oui	0.68°	0°	0,84°	0°	0,87°	0°	0,81°
Cas 11	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Non	0.52°	0°	0,68°	0°	0,71°	0°	0,65°
Cas 12	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.16°	Non	0.68°	0°	0,84°	0°	0,87°	0°	0,81°

## 10.1.2 Débattement du ME

### 10.1.2.1 Charges

On distingue la charge des masses suspendues (caisse) et non suspendues (essieu)

	Masse des passagers (G1)	Masses suspendues (G2)	Masses non suspendues (G3)	Pré charge galets	total
<b>A vide</b>	0	4588 kg	1312 kg	- 300 kg	5600 kg
<b>EL8</b>	2450	4588 kg	1312 kg	- 300 kg	8050 kg

Masse des passagers (**G1**) pour EL8 (8 pers/m<sup>2</sup>) : 2450 kg

Masses issues du document D00007400

### 10.1.2.2 Hauteur centre de gravité des passager

Nombre de passager assis : 5 personnes

Nombre de passager debout : 30 personnes

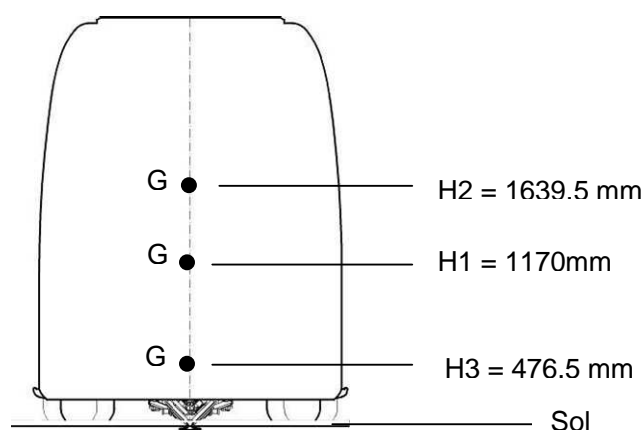
Masse passager 70kg

Hauteur CDG homme moyen debout : 1001mm

Hauteur CDG homme moyen assis :  $H_{si}+225=440+225=665\text{mm}$

Hauteur plancher : 250m

$$H1=250+(5 \times 70 \times 665 + 30 \times 70 \times 1001) / 2450 = 1203\text{mm}$$



### 10.1.2.3 Pneumatiques

Pour définir l'angle de l'essieu par rapport au sol, il a été pris en compte tous les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

L'inclinaison de l'essieu est principalement due au différentiel de hauteur des pneumatiques. Cette hauteur est en fonction de la charge à la roue (état de charge et report de charge) et au roulage sur affaissement limité. Le différentiel de hauteur entre les pneumatiques gauche et droite résulte aux accélérations latérales (en courbe ou effet de roulis et aux différentiel d'usure des pneumatiques)

Paramètre pris en compte:

- IDEM § 10.1.1.3 sauf :
- Voie ME : voie=1500 mm

Angle essieu avec différentiel usure $\alpha 1 = \tan^{-1} \left( \frac{Dif_{usp}}{voie} \right)$	0.19°
--	-------

Avec report de charge	EL0		EL8	
	En alignement droit	En courbe extérieur	En alignement droit	En courbe extérieur
R/charge roue gauche (Rg)	500	495	487	482
R/charge roue droite (Rd)	508	513	501	508
R/affaissement limité (Raff)	478	478	478	478
Angle essieu/sol				
Angle sous charge $\alpha 2 = \tan^{-1} \left( \frac{Rd - Rg}{voie} \right)$	0.3°	0.68°	0.53°	0.99°
Angle sous affaissement $\alpha 2 = \tan^{-1} \left( \frac{Rd - Raff}{voie} \right)$	1.14 °	1.33°	0.88°	1.14°

### 10.1.2.4 Dévers

Véhicule incliné de 2% par rapport au centre de voie. Influence sur les répartitions de charges.

	EL0	EL8
Influence roulis	4%	4%

### 10.1.2.5 Suspensions

Pour définir l'angle de la suspension par rapport à l'axe de l'essieu, il a été pris en compte tous les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

L'inclinaison de la suspension est principalement due aux accélérations latérales en courbe ou en effets de roulis. La raideur de la suspension augmente en fonction de la charge.

Paramètres pris en compte:

- Voie des suspensions : 1470 mm
- Hauteur par rapport au sol : 1039.5 mm
- Raideur suspension à vide: 12500Nm/°
- Raideur suspension en charge EL8: 13000Nm/°
- Raideur suspension défaillante : 25000Nm/°

Probabilité suspension défaillante : 10 soufflets \* 5,00<sup>E-07</sup> = 5,00<sup>E-06</sup> occurrences par heure d'exploitation (STE4)

Nominal	EL0	EL8
<b>Raideur suspension (Rsusp)</b>	12500 Nm/°	13000 Nm/°
<b>Angle effet roulis ac=1m/s<sup>2</sup></b> $\beta_1 = \left( \frac{(G1. (H1 - H3) + G2. (H2 - H3)). ac}{Rsusp} \right)$	0.43°	0.54°
<b>Angle accélération latérale ac=1m/s<sup>2</sup></b> $\beta_1 = \left( \frac{(G1. (H1 - H3) + G2. (H2 - H3)). ac}{Rsusp} \right)$	0.43°	0.54°
<b>Angle accélération latérale ac=0.15m/s<sup>2</sup></b> $\beta_2 = \left( \frac{(G1. (H1 - H3) + G2. (H2 - H3)). ac}{Rsusp} \right)$	0.06°	0.08°

Cas défaillance	EL0	EL8
Raideur total suspension (Rsuspdef)	25000Nm/°	25000 Nm/°
Angle effet roulis $ac=1m/s^2$ $\beta^1 = \left( \frac{(G1.(H1 - H3) + G2.(H2 - H3)).ac}{Rsuspdef} \right)$	0.2°	0.3°
Angle accélération latérale $ac=1m/s^2$ $\beta^1 = \left( \frac{(G1.(H1 - H3) + G2.(H2 - H3)).ac}{Rsuspdes} \right)$	0.2°	0.3°
Angle accélération latérale $ac=0.15m/s^2$ $\beta^2 = \left( \frac{(G1.(H1 - H3) + G2.(H2 - H3)).ac}{Rsuspdef} \right)$	0.03°	0.04°

#### 10.1.2.6 Déports latéraux

Pour définir les déports latéraux de l'essieu par rapport à l'axe de la voie, il a été pris en compte tous les mouvements dynamiques nominal et exceptionnel du véhicule.

Tous les mouvements dans les situations extrêmes, en exploitation, en maintenance et pendant les opérations de transport, ont été pris en compte.

Les déports latéraux sont dus aux tolérances de montage (pour la détermination du gabarit statique), aux jeux du train roulant, aux effets de cornes, à la défaillance des limiteurs de débattement, aux jeux du galet dans le rail)

Paramètres pris en compte :

- Usure galets de guidage : 5 mm
- Tolérance montage carrosserie : 20 mm (pris en compte dans le gabarit statique plan F00366387)
- Jeux rattrapés : 10 mm
- Effet de corne (véhicule en « crabe »): 2mm
- Défaillance guidage : 20 mm
- Porte à faux bout ME : 0 mm
- Défaillance guidage : 40 mm
- Porte à faux bout ME : 0 mm

#### 10.1.2.7 Accélération latérale

Pour le calcul du gabarit dynamique, on prendra l'accélération due aux effets de roulis dans tous les cas de figure.

On lui rajoutera l'accélération latérale de la force centrifuge pour le calcul du gabarit dynamique en courbe.

En alignement droit, pour couvrir le passage de grands rayons à vitesses élevées, on prendra une accélération latérale de 0.8m/s².

#### 10.1.2.8 Pantographe

Largeur pantographe : 1605 mm

Hauteur pantographe en ordre de marche 6500mm

### 10.1.2.9 Angle roulis en alignement droit et courbe intérieur

									SANS DEVERS		DEVERS		CONTRE DEVERS	
	EL0	EL8	Défaillance soufflet	Angle suspension Effet roulis 1m/s² (β1) §10.1.2.5	Angle suspension Accélération latérale 0.15m/s² (β2) §10.1.2.5	Angle différentiel usure (α1) §10.1.2.3	Roue sur affaissement	Angle essieu / sol (α2) §10.1.2.3	Angle suspension β β = β1 + β2	Angle essieu α α = α1 + α2	Angle suspension βd βd = β. 1,035	Angle essieu αd αd = α. 1,035	Angle suspension βcd βd = β. 0,965	Angle essieu αcd αd = α. 0,965
Cas 1	Oui	Non	Non	0.43°	0.06°	0.19°	Non	0.3°	0,49°	0,49°	0,51°	0,51°	0,47°	0,47°
Cas 2	Non	Oui	Non	0.54°	0.08°	0.19°	Non	0.53°	0,62°	0,72°	0,64°	0,75°	0,60°	0,69°
Cas 3	Oui	Non	Non	0.43°	0.06°	0.19°	Oui	1.14 °	0,49°	1,33°	0,51°	1,38°	0,47°	1,28°
Cas 4	Non	Oui	Non	0.54°	0.08°	0.19°	Oui	0.88°	0,62°	1,07°	0,64°	1,11°	0,60°	1,03°
Cas 5	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.03°	0.19°	Non	0.3°	0,23°	0,49°	0,24°	0,51°	0,22°	0,47°
Cas 6	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.04°	0.19°	Non	0.53°	0,34°	0,72°	0,35°	0,75°	0,33°	0,69°
Cas 7	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.04°	0.19°	Oui	0.88°	0,34°	1,07°	0,35°	1,11°	0,33°	1,03°
Cas 8	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.03°	0.19°	Oui	1.14°	0,23°	1,33°	0,24°	1,38°	0,22°	1,28°
Cas 9	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Oui	1.14°	0°	1,33°	0°°	1,38°	0°	1,28°
Cas 10	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Oui	0.88°	0°	1,07°	0°	1,11°	0°	1,03°
Cas 11	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Non	0.3°	0°	0,49°	0°	0,51°	0°	0,47°
Cas 12	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Non	0.53°	0°	0,72°	0°	0,75°	0°	0,69°

### 10.1.2.10 Angle roulis en courbe extérieure

									SANS DEVERS		DEVERS		CONTRE DEVERS	
	EL0	EL8	Défaillance soufflet	Angle suspension Effet roulis 1m/s <sup>2</sup> (β1) §10.1.2.5	Angle suspension Accélération latérale 1m/s <sup>2</sup> (β2) §10.1.2.5	Angle différentiel usure (α1) §10.1.2.3	Roue sur affaissement	Angle essieu / sol (α2) §10.1.2.3	Angle suspension β $\beta = \beta1 + \beta2$	Angle essieu α $\alpha = \alpha1 + \alpha2$	Angle suspension βd $\beta d = \beta \cdot 1,035$	Angle essieu αd $\alpha d = \alpha \cdot 1,035$	Angle suspension βcd $\beta d = \beta \cdot 0,965$	Angle essieu αcd $\alpha d = \alpha \cdot 0,965$
Cas 1	Oui	Non	Non	0.43°	0.43°	0.19°	Non	0.68°	0,86°	0,77°	0,89°	0,80°	0,83°	0,74°
Cas 2	Non	Oui	Non	0.54°	0.54°	0.19°	Non	0.99°	1,08°	1,18°	1,12°	1,23°	1,04°	1,13°
Cas 3	Oui	Non	Non	0.43°	0.43°	0.19°	Oui	1.33°	0,86°	1,52°	0,89°	1,58°	0,83°	1,46°
Cas 4	Non	Oui	Non	0.54°	0.54°	0.19°	Oui	1.14°	1,08°	1,33°	1,12°	1,38°	1,04°	1,28°
Cas 5	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.2°	0.19°	Non	0.68°	0,40°	0,87°	0,42°	0,90°	0,38°	0,84°
Cas 6	Non	Oui	(suspension basse)	0.3 °	0.3 °	0.19°	Non	0.99°	0,60°	1,18°	0,62°	1,23°	0,58°	1,13°
Cas 7	Non	Oui	(suspension basse)	0.3°	0.3°	0.19°	Oui	1.14°	0,60°	1,33°	0,62°	1,38°	0,58°	1,28°
Cas 8	Oui	Non	(suspension basse)	0.2°	0.2°	0.19°	Oui	1.33°	0,40°	1,52°	0,42°	1,58°	0,38°	1,46°
Cas 9	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Oui	1.33°	0°	1,52°	0°	1,58°	0°	1,46°
Cas 10	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Oui	1.14°	0°	1,33°	0°	1,38°	0°	1,28°
Cas 11	Oui	Non	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Non	0.68°	0°	0,87°	0°	0,90°	0°	0,84°
Cas 12	Non	Oui	(suspension haute)	0°	0°	0.19°	Non	0.99°	0°	1,18°	0°	1,23°	0°	1,13°

## 10.2 Essais

Les essais de type de vérifications des interférences entre caisses et de gabarit sont définis et notifiés dans le document D00006076



## **11 Annexes**

- F00366387 GABARIT STATIQUE
- F00325825 GABARIT DYNAMIQUE
- F00327799 GABARIT D'OBSTACLE
- F00324891 GABARIT DYNAMIQUE PARTIES BASSES
- F00329958 GABARIT OBSTACLE PARTIES BASSES
- F00326086 GABARIT ACCOSTAGE
- F00326411 INTERFACE CAISSE / ROULEMENT ME
- F00326475 INTERFACE CAISSE / ROULEMENT MI
- F00326497 INTERFACE CAISSE / CAISSE
- 000000007562 GABARIT PORTE OUVERTE