

II

(Actes dont la publication n'est pas une condition de leur applicabilité)

COMMISSION

DÉCISION DE LA COMMISSION

du 28 juillet 2006

relative à la spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système «Matériel roulant — wagons pour le fret» du système ferroviaire transeuropéen conventionnel

[notifiée sous le numéro C(2006) 3345]

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

(2006/861/CE)

LA COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES,

vu le traité instituant la Communauté européenne,

vu la directive 2001/16/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 mars 2001 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen conventionnel ⁽¹⁾, et notamment son article 6, paragraphe 1,

considérant ce qui suit:

- (1) Conformément à l'article 2, point c), de la directive 2001/16/CE, le système ferroviaire transeuropéen conventionnel est subdivisé en sous-systèmes de nature structurelle ou fonctionnelle.
- (2) Conformément à l'article 23, paragraphe 1, de ladite directive, le sous-système «Matériel roulant — wagons pour le fret» doit faire l'objet d'une spécification technique d'interopérabilité (STI).
- (3) Lors de la définition d'une STI, la première étape est l'élaboration d'un projet de STI par l'Association européenne pour l'interopérabilité ferroviaire (AEIF), qui a été désignée comme organisme commun représentatif.
- (4) L'AEIF a reçu mandat de rédiger un projet de STI relative au sous-système «Matériel roulant — wagons pour le fret» conformément à l'article 6, paragraphe 1, de la directive 2001/16/CE. Les paramètres fondamentaux pour ce projet de STI ont été adoptés par la décision 2004/446/CE de la Commission du 29 avril 2004 précisant les paramètres

fondamentaux des spécifications techniques d'interopérabilité concernant les sous-systèmes bruit, wagons pour le fret et applications télématiques au service du fret visées dans la directive 2001/16/CE ⁽²⁾.

- (5) Le projet de STI élaboré sur la base des paramètres fondamentaux a été assorti d'un rapport de présentation comportant une analyse des coûts et des avantages, comme prévu à l'article 6, paragraphe 5, de ladite directive.
- (6) Le projet de STI a été examiné par le comité institué par la directive 96/48/CE du Conseil du 23 juillet 1996 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse ⁽³⁾ et visé à l'article 21 de la directive 2001/16/CE, à la lumière du rapport de présentation.
- (7) La directive 2001/16/CE et les STI s'appliquent aux renouvellements mais pas à la substitution dans le cadre d'une maintenance. Les États membres sont cependant invités, lorsqu'ils sont en mesure de le faire et lorsque cela est justifié par l'ampleur des travaux de maintenance, à appliquer les STI aux substitutions dans le cadre d'une maintenance.
- (8) Lors de la mise en service de wagons neufs, réaménagés ou rééquipés, il importe de tenir pleinement compte des incidences sur l'environnement, notamment des nuisances sonores. C'est pourquoi il est important que la STI faisant l'objet de la présente décision soit mise en œuvre concurremment avec les exigences de la STI Bruit, dans la mesure où cette dernière s'applique aux wagons de fret.

⁽¹⁾ JO L 110 du 20.4.2001, p. 1. Directive modifiée par la directive 2004/50/CE du Parlement européen et du Conseil (JO L 164 du 30.4.2004, p. 114, rectifiée au JO L 220 du 21.6.2004, p. 40).

⁽²⁾ JO L 155 du 30.4.2004, p. 1, rectifiée au JO L 193 du 1.6.2004, p. 1.

⁽³⁾ JO L 235 du 17.9.1996, p. 6. Directive modifiée en dernier lieu par la directive 2004/50/CE.

- (9) La version actuelle de la STI ne traite pas intégralement tous les aspects de l'interopérabilité; les points qui ne sont pas traités sont classés comme «Points ouverts» dans l'annexe JJ de la STI. Étant donné que l'interopérabilité doit être vérifiée eu égard aux exigences des STI, conformément à l'article 16, paragraphe 2, de la directive 2001/16/CE, il est nécessaire, pendant la période de transition entre la publication de la présente décision et la pleine application de la STI jointe, de fixer les conditions à respecter en plus de celles expressément énoncées dans la STI jointe.
- (10) Chaque État membre doit fournir aux autres États membres et à la Commission des informations concernant les règles techniques nationales pertinentes en vigueur pour réaliser l'interopérabilité dans le respect des exigences essentielles de la directive 2001/16/CE, les organismes qu'il désigne pour effectuer les procédures d'évaluation de la conformité ou de l'aptitude à l'emploi, ainsi que les procédures en vigueur pour vérifier l'interopérabilité des sous-systèmes au sens de l'article 16, paragraphe 2, de la directive 2001/16/CE. Aux fins de la mise en œuvre de l'article 16, paragraphe 2, les États membres doivent appliquer, dans la mesure du possible, les principes et critères énoncés dans la directive 2001/16/CE, en recourant aux organismes notifiés en vertu de l'article 20 de la directive 2001/16/CE. La Commission doit analyser les informations transmises par les États membres concernant les règles nationales, les procédures, les organismes chargés de mettre en œuvre les procédures et la durée de ces procédures et, le cas échéant, doit discuter avec le comité de la nécessité d'adopter d'autres mesures.
- (11) La STI en question ne doit pas imposer l'utilisation de technologies ou de solutions techniques spécifiques, excepté lorsque cela est strictement nécessaire pour l'interopérabilité du réseau ferroviaire transeuropéen conventionnel.
- (12) La STI s'appuie sur les meilleures connaissances spécialisées disponibles au moment de la préparation du projet correspondant. Il est possible qu'il faille modifier ou compléter cette STI pour tenir compte de l'évolution des techniques ou des exigences sociales, de fonctionnement ou de sécurité. Le cas échéant, une procédure de révision ou de mise à jour est engagée conformément à l'article 6, paragraphe 3, de la directive 2001/16/CE.
- (13) Pour stimuler l'innovation et tenir compte de l'expérience acquise, la STI jointe doit faire l'objet d'une révision périodique.
- (14) Lorsque des solutions innovantes sont proposées, le fabricant ou l'organisme contractant indique les divergences par rapport à la partie correspondante de la STI. L'agence ferroviaire européenne finalisera les spécifications fonctionnelles et d'interface requises relativement à la solution et mettra au point les méthodes d'évaluation.
- (15) À l'heure actuelle, l'utilisation des wagons de fret est régie par des accords nationaux, bilatéraux, multinationaux ou internationaux existants. Il importe que ces accords n'entravent pas les progrès actuels et futurs vers la mise en place de l'interopérabilité. C'est pourquoi la Commission

doit étudier ces accords en vue de déterminer si la STI faisant l'objet de la présente décision doit être révisée en conséquence.

- (16) Pour éviter toute confusion, il est nécessaire de préciser que les dispositions de la décision 2004/446/CE relatives aux paramètres fondamentaux du système ferroviaire transeuropéen conventionnel ne s'appliquent plus.
- (17) Les dispositions de la présente décision sont conformes à l'avis du comité institué par l'article 21 de la directive 96/48/CE,

A ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DÉCISION:

Article premier

La spécification technique d'interopérabilité («STI») relative au sous-système «Matériel roulant — wagons pour le fret» du système ferroviaire transeuropéen conventionnel visée à l'article 6, paragraphe 1, de la directive 2001/16/CE est arrêtée par la Commission.

Cette STI figure en annexe de la présente décision.

La STI est pleinement applicable aux wagons de fret du système ferroviaire transeuropéen conventionnel définis dans l'annexe I de la directive 2001/16/CE, sous réserve des articles 2 et 3 de la présente décision.

Article 2

1. En ce qui concerne les questions classées comme «Points ouverts» dans l'annexe JJ de la STI, les conditions à respecter pour la vérification de l'interopérabilité en application de l'article 16, paragraphe 2, de la directive 2001/16/CE sont les règles techniques en vigueur dans l'État membre qui autorise la mise en service du sous-système couvert par la présente décision.
2. Chaque État membre notifie aux autres États membres et à la Commission, dans un délai de six mois à compter de la notification de la présente décision:
 - a) la liste des règles techniques applicables mentionnées au paragraphe 1;
 - b) les procédures d'évaluation de la conformité et de vérification à utiliser en ce qui concerne l'application de ces règles;
 - c) les organismes qu'il désigne pour accomplir ces procédures d'évaluation de la conformité et de vérification.

Article 3

Les États membres notifient à la Commission les accords de types suivants dans un délai de six mois à compter de l'entrée en vigueur de la STI jointe:

- a) les accords nationaux, bilatéraux ou multilatéraux, entre les États membres et les entreprises ferroviaires ou les gestionnaires d'infrastructures, conclus à titre permanent ou temporaire et rendus nécessaires par le caractère très particulier ou très local du service de transport visé;

- b) les accords bilatéraux ou multilatéraux entre des entreprises ferroviaires, des gestionnaires d'infrastructures ou des autorités compétentes en matière de sécurité, qui offrent des degrés importants d'interopérabilité au niveau local ou régional;
- c) des accords internationaux entre un ou plusieurs États membres et au moins un pays tiers, ou entre des entreprises ferroviaires ou des gestionnaires d'infrastructures des États membres et au moins une entreprise ferroviaire ou un gestionnaire d'infrastructures d'un pays tiers, qui offrent des degrés importants d'interopérabilité au niveau local ou régional.

Article 4

Les dispositions de la décision 2004/446/CE relatives aux paramètres fondamentaux du système ferroviaire transeuropéen

conventionnel ne s'appliquent plus à compter de la date d'entrée en vigueur de la présente décision.

Article 5

La présente décision entre en vigueur six mois après la date de sa notification.

Article 6

Les États membres sont destinataires de la présente décision.

Fait à Bruxelles, le 28 juillet 2006.

Par la Commission

Jacques BARROT

Vice-président

ANNEXE

Spécification technique d'interopérabilité Sous-système: Matériel roulant Domaine: Wagons de fret

1.	Introduction	19
1.1.	DOMAINE TECHNIQUE	19
1.2.	DOMAINE D'APPLICATION GÉOGRAPHIQUE	19
1.3.	OBJET DE LA STI	19
2.	Définition du sous-système/domaine d'application	19
2.1.	DÉFINITION DU SOUS-SYSTÈME	19
2.2.	FONCTIONS DU SOUS-SYSTÈME	20
2.3.	INTERFACES DU SOUS-SYSTÈME	20
3.	Exigences essentielles	21
3.1.	GÉNÉRALITÉS	21
3.2.	LES EXIGENCES ESSENTIELLES SE RAPPORTENT A:	22
3.3.	EXIGENCES GÉNÉRALES	22
3.3.1.	<i>Sécurité</i>	22
3.3.2.	<i>Fiabilité et disponibilité</i>	24
3.3.3.	<i>Santé</i>	24
3.3.4.	<i>Protection de l'environnement</i>	24
3.3.5.	Compatibilité technique	25
3.4.	EXIGENCES PARTICULIÈRES AU SOUS-SYSTÈME MATÉRIEL ROULANT	26
3.4.1.	<i>Sécurité</i>	26
3.4.2.	<i>Fiabilité et disponibilité</i>	27
3.4.3.	<i>Compatibilité technique</i>	27
3.5.	EXIGENCES SPÉCIFIQUES A LA MAINTENANCE	28
3.5.1.	<i>Santé et sécurité</i>	28
3.5.2.	<i>Protection de l'environnement</i>	28
3.5.3.	Compatibilité technique	28
3.6.	EXIGENCES SPÉCIFIQUES AUX AUTRES SOUS-SYSTÈMES CONCERNANT ÉGALEMENT LE SOUS-SYSTÈME MATÉRIEL ROULANT	28
3.6.1.	<i>Sous-système infrastructure</i>	28
3.6.1.1.	<i>Sécurité</i>	28

3.6.2.	<i>Sous-système énergie</i>	29
3.6.2.1.	Sécurité	29
3.6.2.2.	Protection de l'environnement	29
3.6.2.3.	Compatibilité technique	29
3.6.3.	<i>Contrôle-Commande et signalisation</i>	29
3.6.3.1.	Sécurité	29
3.6.3.2.	Compatibilité technique	29
3.6.4.	<i>Exploitation et gestion du trafic</i>	30
3.6.4.1.	Sécurité	30
3.6.4.2.	Fiabilité et disponibilité	30
3.6.4.3.	Compatibilité technique	30
3.6.5.	<i>Applications télématiques pour le fret et les passagers</i>	30
3.6.5.1.	Compatibilité technique	30
3.6.5.2.	Fiabilité et disponibilité	31
3.6.5.3.	Santé	31
3.6.5.4.	Sécurité	31
4.	Caractérisation du sous-système	31
4.1.	INTRODUCTION	31
4.2.	SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES AU NIVEAU DU SOUS-SYSTÈME	31
4.2.1.	<i>Généralités</i>	31
4.2.2.	<i>Structures et parties mécaniques:</i>	33
4.2.2.1.	Interface (par exemple accouplements) entre les véhicules, entre les rames et entre les trains	33
4.2.2.1.1.	Généralités	33
4.2.2.1.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	33
4.2.2.1.2.1.	Tampons	33
4.2.2.1.2.2.	Organes de traction	33
4.2.2.1.2.3.	Interactions des organes de chocs et de traction	34
4.2.2.2.	Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant	34
4.2.2.3.	Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements	35

4.2.2.3.1.	Généralités	35
4.2.2.3.2.	Charges exceptionnelles	36
4.2.2.3.2.1.	Charges longitudinales de conception	36
4.2.2.3.2.2.	Charge maximale verticale	36
4.2.2.3.2.3.	Combinaisons des charges	37
4.2.2.3.2.4.	Levage et relevage	37
4.2.2.3.2.5.	Fixation des équipements (y compris caisse/bogie)	37
4.2.2.3.2.6.	Autres charges exceptionnelles	37
4.2.2.3.3.	Charge en service (fatigue)	37
4.2.2.3.3.1.	Origines des charges.	37
4.2.2.3.3.2.	Démonstration de la résistance à la fatigue.	38
4.2.2.3.4.	Rigidité de la structure du véhicule	38
4.2.2.3.4.1.	Flexions	38
4.2.2.3.4.2.	Modes de vibration	38
4.2.2.3.4.3.	Rigidité de torsion	38
4.2.2.3.4.4.	Équipements	38
4.2.2.3.5.	Sécurisation du chargement	38
4.2.2.4.	Fermeture et verrouillage des portes	38
4.2.2.5.	Marquage des wagons de fret	39
4.2.2.6.	Marchandises dangereuses	39
4.2.2.6.1.	Généralités	39
4.2.2.6.2.	Réglementation applicable au matériel roulant pour le transport des marchandises dangereuses	39
4.2.2.6.3.	Réglementation complémentaire applicable aux réservoirs	40
4.2.2.6.4.	Fonctionnement du dépôt central	40
4.2.3.	<i>Interactions véhicule/voie et gabarit</i>	40
4.2.3.1.	Gabarit cinématique	40
4.2.3.2.	Charge à l'essieu statique et charge linéaire	41
4.2.3.3.	Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol	43
4.2.3.3.1.	Résistance électrique	43

4.2.3.3.2.	Détection de boîte chaude	43
4.2.3.4.	Comportement dynamique du véhicule	43
4.2.3.4.1.	Généralités	43
4.2.3.4.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	44
4.2.3.4.2.1.	Sécurité vis-à-vis du déraillement et de la stabilité en ligne	44
4.2.3.4.2.2.	Sécurité contre le déraillement lors de la circulation sur des voies gauches	45
4.2.3.4.2.3.	Fonctionnement du dépôt central	45
4.2.3.4.2.4.	Suspension	45
4.2.3.5.	Forces longitudinales de compression	45
4.2.3.5.1.	Généralités	45
4.2.3.5.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	46
4.2.4.	<i>Freinage</i>	47
4.2.4.1.	Performances de freinage	47
4.2.4.1.1.	Généralités	47
4.2.4.1.2.	Spécification fonctionnelle et technique	47
4.2.4.1.2.1.	Ligne de contrôle du train	47
4.2.4.1.2.2.	Puissance de freinage	47
4.2.4.1.2.3.	Composants mécaniques	52
4.2.4.1.2.4.	Stockage de l'énergie	52
4.2.4.1.2.5.	Limites d'énergie disponible	52
4.2.4.1.2.6.	Protection Anti-enrayage	53
4.2.4.1.2.7.	Alimentation en air	53
4.2.4.1.2.8.	Frein de stationnement	53
4.2.5.	<i>Communications</i>	54
4.2.5.1.	Capacité du véhicule à transmettre des informations à un autre véhicule	54
4.2.5.2.	Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol	54
4.2.5.2.1.	Généralités	54
4.2.5.2.2.	Spécification fonctionnelle et technique	54
4.2.5.2.3.	Fonctionnement du dépôt central	55

4.2.6.	<i>Conditions environnementales</i>	55
4.2.6.1.	Conditions environnementales	55
4.2.6.1.1.	Généralités	55
4.2.6.1.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	55
4.2.6.1.2.1.	Altitude	55
4.2.6.1.2.2.	Températures	55
4.2.6.1.2.3.	Humidité	56
4.2.6.1.2.4.	Déplacements d'air	56
4.2.6.1.2.5.	Pluies	56
4.2.6.1.2.6.	Neige, glace et grêle	57
4.2.6.1.2.7.	Radiation solaire	57
4.2.6.1.2.8.	Résistance à la pollution	57
4.2.6.2.	Effets aérodynamiques	57
4.2.6.3.	Vents traversiers	57
4.2.7.	<i>Systèmes de protection</i>	57
4.2.7.1.	Mesures d'urgence	57
4.2.7.2.	Sécurité incendie	57
4.2.7.2.1.	Généralités	57
4.2.7.2.2.	Spécification fonctionnelle et technique	58
4.2.7.2.2.1.	Définitions	58
4.2.7.2.2.2.	Références normatives	58
4.2.7.2.2.3.	Règles de conception	58
4.2.7.2.2.4.	Exigences relatives aux matériaux	58
4.2.7.2.2.5.	Maintenance des mesures de protection incendie	60
4.2.7.3.	Protection électrique	60
4.2.7.3.1.	Généralités	60
4.2.7.3.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	60
4.2.7.3.2.1.	Connexion des wagons de fret au rail	60
4.2.7.3.2.2.	Mise à la masse des équipements électriques des wagons de fret	60

4.2.7.4.	Fixation des porte-signaux	61
4.2.7.4.1.	Généralités	61
4.2.7.4.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	61
4.2.7.4.2.1.	Caractéristiques principales	61
4.2.7.4.2.2.	Position	61
4.2.7.5.	Dispositions relatives aux équipements hydrauliques/pneumatiques des wagons de fret	61
4.2.7.5.1.	Généralités	61
4.2.7.5.2.	Spécifications fonctionnelles et techniques	61
4.2.8.	<i>Maintenance: Plan de maintenance</i>	61
4.2.8.1.	Définition, contenu et critères du plan de maintenance	62
4.2.8.1.1.1.	Plan de Maintenance	62
4.2.8.1.2.	Gestion du plan de maintenance.	64
4.3.	SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES DES INTERFACES	65
4.3.1.	<i>Généralités</i>	65
4.3.2.	<i>Sous-système Contrôle-Commande et signalisation</i>	66
4.3.2.1.	Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire (point 4.2.3.2)	66
4.3.2.2.	Roues	66
4.3.2.3.	Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol	67
4.3.2.4.	Freinage	67
4.3.2.4.1.	Performances de freinage	67
4.3.3.	<i>Sous-système Exploitation et gestion du trafic</i>	67
4.3.3.1.	Interface entre les véhicules, entre les rames de véhicules et entre les trains	67
4.3.3.2.	Fermeture et verrouillage des portes	67
4.3.3.3.	Sécurisation du chargement	67
4.3.3.4.	Marquage des wagons de fret.	67
4.3.3.5.	Marchandises dangereuses	67
4.3.3.6.	Forces longitudinales de compression	67
4.3.3.7.	Performances de freinage	68
4.3.3.8.	Communications	68

4.3.3.8.1.	Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol	68
4.3.3.9.	Conditions environnementales	68
4.3.3.10.	Effets aérodynamiques	68
4.3.3.11.	Vents traversiers	68
4.3.3.12.	Mesures d'urgence	68
4.3.3.13	Sécurité incendie	69
4.3.4.	<i>Sous-système Applications télématiques aux services du fret</i>	69
4.3.5.	<i>Sous-système infrastructure</i>	69
4.3.5.1.	Interface entre les véhicules, entre les rames de véhicules et entre les trains	69
4.3.5.2.	Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements	69
4.3.5.3.	Gabarit cinématique	69
4.3.5.4.	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire	69
4.3.5.5.	Comportement dynamique du véhicule	69
4.3.5.6.	Forces longitudinales de compression	69
4.3.5.7.	Conditions environnementale	69
4.3.5.8.	Sécurité incendie	69
4.3.6.	<i>Sous-système énergie</i>	69
4.3.7.	<i>La directive 96/49/CE du Conseil et son annexe (RID).</i>	69
4.3.7.1.	Marchandises dangereuses	69
4.3.8.	<i>STI Rail Conventionnel «Bruit»</i>	69
4.4.	RÈGLES D'EXPLOITATION	69
4.5.	RÈGLES DE MAINTENANCE	70
4.6.	QUALIFICATIONS PROFESSIONNELLES	70
4.7.	CONDITIONS D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ	70
4.8.	REGISTRES DES INFRASTRUCTURES ET DU MATÉRIEL ROULANT	71
4.8.1.	<i>Registre de l'infrastructure</i>	71
4.8.2.	<i>Registre du matériel roulant</i>	71
5.	Constituants d'interopérabilité	71
5.1.	DÉFINITION	71

5.2.	SOLUTIONS INNOVANTES	71
5.3.	LISTE DES CONSTITUANTS	72
5.3.1.	<i>Structure et parties mécaniques</i>	72
5.3.1.1.	Tampons	72
5.3.1.2.	Organes de traction	72
5.3.1.3.	Décalcomanies pour le marquage	72
5.3.2.	<i>Interactions véhicule/voie et gabarit</i>	72
5.3.2.1.	Bogie et organes de roulement	72
5.3.2.2.	Essieux montés	72
5.3.2.3.	Roues	72
5.3.2.4.	Essieux	72
5.3.3.	<i>Freinage</i>	72
5.3.3.1.	Distributeurs	72
5.3.3.2.	Valve relais de charge variable/Frein à commutation automatique vide/chargé	72
5.3.3.3.	Dispositif d'anti-enrayage	72
5.3.3.4.	Régleur automatique du jeu	72
5.3.3.5.	Cylindre de frein/actionneur	72
5.3.3.6.	Demi accouplements pneumatiques	72
5.3.3.7.	Robinet d'arrêt	72
5.3.3.8.	Dispositif d'isolement du distributeur	72
5.3.3.9.	Garniture de frein	72
5.3.3.10.	Semelles de freins	72
5.3.3.11.	Accélérateur de vidange de la conduite générale	72
5.3.3.12.	Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé	72
5.3.4.	<i>Communications</i>	72
5.3.5.	<i>Conditions environnementales</i>	72
5.3.6.	<i>Systèmes de protection</i>	72
5.4.	PERFORMANCES ET SPÉCIFICATIONS DES CONSTITUANTS	72
5.4.1.	<i>Structure et parties mécaniques</i>	72

5.4.1.1.	Tampons	72
5.4.1.2.	Organes de traction	73
5.4.1.3.	Décalcomanies pour le marquage	73
5.4.2.	<i>Interactions véhicule/voie et gabarit</i>	73
5.4.2.1.	Bogie et organes de roulement	73
5.4.2.2.	Essieux montés	74
5.4.2.3.	Roues	74
5.4.2.4.	Essieux	74
5.4.3.	<i>Freinage</i>	74
5.4.3.1.	Constituants approuvés au moment de la publication de la présente STI	74
5.4.3.2.	Distributeurs	74
5.4.3.3.	Valve relais de charge variable/Frein à commutation automatique vide/chargé	74
5.4.3.4.	Dispositif d'anti-enrayage	74
5.4.3.5.	Régleur automatique du jeu	75
5.4.3.6.	Cylindre de frein/actionneur	75
5.4.3.7.	Demi accouplements pneumatiques	75
5.4.3.8.	Robinet d'arrêt	75
5.4.3.9.	Dispositif d'isolement du distributeur	75
5.4.3.10.	Garniture de frein	75
5.4.3.11.	Semelles de freins	75
5.4.3.12.	Accélérateur de vidange de la conduite générale	75
5.4.3.13.	Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé	75
6.	Évaluation de la conformité et/ou de l'aptitude à l'emploi des constituants et vérification du sous-système	75
6.1.	CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ	75
6.1.1.	<i>Procédures d'évaluation</i>	75
6.1.2.	<i>Modules</i>	76
6.1.2.1.	Généralités	76
6.1.2.2.	Solutions existantes pour les constituants d'interopérabilité	76
6.1.2.3.	Solutions innovantes pour les constituants d'interopérabilité	77

6.1.2.4.	Évaluation de l'aptitude à l'emploi	77
6.1.3.	<i>Spécifications pour l'évaluation des constituants d'interopérabilité</i>	77
6.1.3.1.	Structure et parties mécaniques	77
6.1.3.1.1.	Tampons	77
6.1.3.1.2.	Organes de traction	77
6.1.3.1.3.	Marquage des wagons de fret	77
6.1.3.2.	Interactions véhicule/voie et gabarit	77
6.1.3.2.1.	Bogie et organes de roulement	77
6.1.3.2.2.	Essieux montés	78
6.1.3.2.3.	Roues	79
6.1.3.2.4.	Essieux axes	79
6.1.3.3.	Freinage	79
6.2.	SOUS-SYSTÈME WAGONS DE FRET DU MATÉRIEL ROULANT DU RÉSEAU CONVENTIONNEL ..	79
6.2.1.	<i>Procédures d'évaluation</i>	79
6.2.2.	<i>Modules</i>	79
6.2.2.1.	Généralités	79
6.2.2.2.	Solutions innovantes	80
6.2.2.3.	Évaluation de la Maintenance	80
6.2.3.	<i>Spécifications d'évaluation du sous-système</i>	80
6.2.3.1.	Structure et parties mécaniques	80
6.2.3.1.1.	Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements	80
6.2.3.2.	Interactions véhicule/voie et gabarit	80
6.2.3.2.1.	Comportement dynamique du véhicule	80
6.2.3.2.1.1.	Application de la procédure d'approbation de type partiel	80
6.2.3.2.1.2.	Certification des nouveaux wagons	81
6.2.3.2.1.3.	Exemptions de l'essai de comportement dynamique pour les wagons construits ou modifiés pour porter leur vitesse de circulation à 100 km/h ou 120 km/h	81
6.2.3.2.2.	Forces longitudinales de compression pour des wagons de fret munis de tampons latéraux	81
6.2.3.2.3.	Mesurage des wagons de fret	81
6.2.3.3.	Freinage	82

6.2.3.3.1.	Performances de freinage	82
6.2.3.3.2.	Minimum d'essais du système de freinage	82
6.2.3.4.	Conditions environnementales	84
6.2.3.4.1.	Températures et autres conditions environnementales	84
6.2.3.4.1.1.	Températures	84
6.2.3.4.1.2.	Autres conditions environnementales	84
6.2.3.4.2.	Effets aérodynamiques	85
6.2.3.4.3.	Vents traversiers	85
7.	Mise en œuvre	85
7.1.	GÉNÉRALITÉS	85
7.2.	RÉVISION DES STI	85
7.3.	APPLICATION DE LA STI A UN MATÉRIEL ROULANT NOUVEAU	85
7.4.	MATÉRIEL ROULANT EXISTANT	85
7.4.1.	<i>Application de la présente STI au matériel roulant existant</i>	85
7.4.2.	<i>Réaménagement et renouvellement de wagons de fret existants</i>	86
7.4.3.	<i>Exigence supplémentaire concernant le marquage des wagons</i>	86
7.5.	WAGONS EXPLOITÉS DANS LE CADRE D'ACCORDS NATIONAUX, BILATÉRAUX, MULTILATÉRAUX OU INTERNATIONAUX	86
7.5.1.	<i>Accords existants</i>	86
7.5.2.	<i>Accords futurs</i>	87
7.6.	MISE EN SERVICE DES WAGONS	87
7.7.	CAS SPÉCIFIQUES	87
7.7.1.	<i>Introduction</i>	87
7.7.2.	<i>Liste des cas spécifiques</i>	87
7.7.2.1.	Structures et parties mécaniques:	88
7.7.2.1.1.	Interface (par exemple accouplements) entre les véhicules, entre les rames et entre les trains	88
7.7.2.1.1.1.	Écartement de voie de 1 524 mm	88
7.7.2.1.1.2.	Écartement de voie de 1 520 mm	88
7.7.2.1.1.3.	Écartement de voie de 1 520 mm /1 524 mm	91
7.7.2.1.1.4.	Écartement de voie de 1 520 mm	91

7.7.2.1.1.5.	Écartement de voie de 1 668 mm — Distance entre axes des tampons	91
7.7.2.1.1.6.	Interface entre véhicules	91
7.7.2.1.1.7.	Cas spécifique de portée générale pour les réseaux d'un gabarit de voie inférieur ou égal à 1 000 mm	91
7.7.2.1.2.	Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant	92
7.7.2.1.2.1.	Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant — Irlande et Irlande du Nord	92
7.7.2.1.3.	Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements	92
7.7.2.1.3.1.	Voie d'écartement de 1 520 mm	92
7.7.2.1.3.2.	Écartement de voie de 1 668 mm — Levage et relevage	94
7.7.2.2.	Interactions véhicule/voie et gabarit	95
7.7.2.2.1.	Gabarit cinématique	95
7.7.2.2.1.1.	Gabarit cinématique pour la Grande-Bretagne	95
7.7.2.2.1.2.	Wagons pour voies à écartement de 1 520 mm et 1 435 mm.	95
7.7.2.2.1.3.	Gabarit cinématique pour la Finlande	95
7.7.2.2.1.4.	Gabarit cinématique — Espagne et Portugal	95
7.7.2.2.1.5.	Gabarit cinématique — Irlande	96
7.7.2.2.2.	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire	96
7.7.2.2.2.1.	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire — Finlande	96
7.7.2.2.2.2.	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire — Grande-Bretagne	96
7.7.2.2.2.3.	Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire — Lituanie, Lettonie, Estonie	96
7.7.2.2.2.4.	Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire — Irlande et Irlande du Nord	96
7.7.2.2.3.	Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol	97
7.7.2.2.4.	Comportement dynamique du véhicule	97
7.7.2.2.4.1.	Liste des cas spécifiques pour les diamètres de roues en fonction des divers gabarits de voie.	97
7.7.2.2.4.2.	Matériaux utilisés pour les roues:	97
7.7.2.2.4.3.	Cas de charges particulières:	97
7.7.2.2.4.4.	Comportement dynamique des véhicules — Espagne et Portugal	97
7.7.2.2.4.5.	Comportement dynamique des véhicules — Irlande et Irlande du Nord	98
7.7.2.2.5.	Forces longitudinales de compression	98

7.7.2.2.5.1.	Forces longitudinales de compression — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie	98
7.7.2.2.6.	Bogie et organes de roulement	98
7.7.2.2.6.1	Bogie et organes de roulement — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie	98
7.7.2.2.6.2.	Bogies et organes de roulement — Espagne et Portugal	99
7.7.2.3.	Freinage	100
7.7.2.3.1.	Performances de freinage	100
7.7.2.3.1.1.	Performances de freinage — Grande-Bretagne	100
7.7.2.3.1.2.	Performances de freinage — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.	100
7.7.2.3.1.3.	Performances de freinage — Finlande	102
7.7.2.3.1.4.	Performances de freinage — Espagne et Portugal	102
7.7.2.3.1.5.	Performances de freinage — Finlande, Suède, Norvège, Estonie, Lituanie et Lettonie	102
7.7.2.3.1.6.	Performances de freinage — Irlande et Irlande du Nord	102
7.7.2.3.2.	Frein de stationnement	103
7.7.2.3.2.1.	Frein de stationnement — Grande-Bretagne	103
7.7.2.3.2.2.	Frein de stationnement — Irlande et Irlande du Nord	103
7.7.2.4.	Conditions environnementales	103
7.7.2.4.1.	Conditions environnementales	103
7.7.2.4.1.1.	Conditions environnementales — Espagne et Portugal	103
7.7.2.4.2.	Sécurité incendie	103
7.7.2.4.2.1.	Sécurité incendie — Espagne et Portugal	103
7.7.2.4.3.	Protection électrique	104
7.7.2.4.3.1.	Protection électrique — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.	104
7.7.3.	<i>Tableau des cas spécifiques prévus, par Etat membre</i>	104

Sommaire Annexes

Référence	Intitulé
A	Structure et parties mécaniques
B	Structure et parties mécaniques — Marquage des wagons de fret
C	Interactions véhicule/voie et gabarit — Gabarit cinématique
D	Interactions véhicule/voie et gabarit — Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire
E	Interactions véhicule/voie et gabarit — Dimensions des essieux montés et tolérances pour un gabarit de voie standard
F	Communication — Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol
G	Conditions environnementales, humidité
H	Registres des infrastructures et du matériel roulant — Exigences du registre pour les wagons de fret
I	Freinage — Interfaces des constituants d'interopérabilité
J	Interactions véhicule/voie et gabarit — Bogies et organes de roulement
K	Interactions véhicule/voie et gabarit — Essieux montés
L	Interactions véhicule/voie et gabarit — Roues
M	Interactions véhicule/voie et gabarit — Essieu
N	Structure et parties mécaniques — Contraintes admissibles pour des méthode d'essais statiques
O	Conditions environnementales, Exigences T_{RIV}
P	Performances de freinage — Évaluation des constituants d'interopérabilité
Q	Procédures d'évaluation des constituants d'interopérabilité
R	Interactions véhicule/voie et gabarit — Efforts longitudinaux
S	Freinage — Performances de freinage
T	Cas spécifiques, gabarit cinématique, Grande-Bretagne
U	Cas spécifiques, gabarit cinématique, gabarit de voie de 1 520 mm
V	Cas spécifiques, performances de freinage, Grande-Bretagne
W	Cas spécifiques, gabarit cinématique, Finlande, gabarit statique FIN1
X	Cas spécifiques, États membres, Espagne et Portugal
Y	Constituants — Bogies et organes de roulement
Z	Structure et parties mécaniques — Essais de chocs de tamponnement
AA	Procédures d'évaluation — Vérification des sous-systèmes
BB	Structure et parties mécaniques — Fixation des porte-signaux
CC	Structure et parties mécaniques — Sources d'efforts de fatigue
DD	Dispositions d'évaluation de la maintenance
EE	Structure et parties mécaniques — Marchepieds et mains courantes
FF	Freinage — Liste d'organes de freinage approuvés

Référence	Intitulé
GG	Cas spécifiques — Gabarit de chargement irlandais
HH	Cas spécifiques — Irlande et Irlande du Nord — Interface entre véhicules
II	Procédures d'évaluation: Limites des modifications de wagons de fret ne nécessitant pas une nouvelle approbation
JJ	Points ouverts
KK	Registre des infrastructures et du matériel roulant — Registre des infrastructures
YY	Structure et parties mécaniques — Exigences de résistance de certains types d'organes de wagons
ZZ	Structure et parties mécaniques — Contraintes admissibles sur la base de critères de limite élastique (allongement)

SYSTÈME FERROVIAIRE TRANSEUROPEËN CONVENTIONNEL**Spécification Technique d'interopérabilité Sous-système Matériel Roulant Domaine Wagons de fret****1. INTRODUCTION****1.1. DOMAINE TECHNIQUE**

Cette STI concerne le sous-système matériel roulant désigné au point 1 de la liste de l'annexe II de la directive 2001/16/CE.

Des informations complémentaires relatives au sous-système matériel roulant sont fournies au point 2.

Cette STI couvre uniquement les wagons de fret.

1.2. DOMAINE D'APPLICATION GÉOGRAPHIQUE

Le domaine géographique de la présente STI est le système ferroviaire transeuropéen tel que décrit dans l'annexe I de la directive 2001/16/CEE.

1.3. OBJET DE LA STI

Conformément à l'article 5(3) de la directive 2001/16/CE, la présente STI:

- (a) indique le champ d'application visé (partie du réseau ou du matériel roulant indiquée à l'annexe I de la directive; sous-système ou partie du sous-système indiqué à l'annexe II de la directive) — Point 2;
- (b) décrit les exigences essentielles pour chaque sous-système concerné et ses interfaces vis-à-vis des autres sous-systèmes — Point 3;
- (c) définit les spécifications fonctionnelles et techniques à respecter par le sous-système et ses interfaces vis-à-vis des autres sous-systèmes. Si nécessaire, ces spécifications peuvent varier selon l'utilisation du sous-système, par exemple vis-à-vis des catégories de ligne, nœuds et/ou du matériel roulant prévu à l'annexe I de la directive — Point 4;
- (d) détermine les constituants d'interopérabilité et les interfaces couvertes par les spécifications européennes, y compris les normes européennes, qui sont nécessaires pour obtenir l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen conventionnel — Point 5;
- (e) indique, dans chaque cas envisagé, les procédures d'évaluation de la conformité ou de l'aptitude à l'emploi. Ceci inclut notamment, les modules définis dans la décision 93/465/CEE ou, lorsque appropriées, les procédures particulières à utiliser pour l'évaluation de la conformité ou de l'aptitude à l'emploi des constituants d'interopérabilité et les vérifications «CE» des sous-systèmes — Point 6;
- (f) indique la stratégie de mise en œuvre de la STI. En particulier, il est nécessaire de spécifier les étapes à franchir en vue d'obtenir une transition graduelle depuis la situation existante jusqu'à la situation finale pour laquelle la satisfaction à la STI sera la norme — Point 7;
- (g) indique, pour le personnel concerné, les qualifications professionnelles et les conditions d'hygiène et de sécurité requises pour l'exploitation et la maintenance du sous-système concerné ainsi que la mise en œuvre de la STI — Point 4.

En outre, conformément à l'article 5(5), il peut être prévu des cas spécifiques pour chaque STI; ceux-ci sont indiqués au point 7.

Enfin, la présente STI comprend également, au point 4, les règles d'exploitation et de maintenance propres au domaine indiqué aux points 1.1 et 1.2 ci-dessus.

2. DÉFINITION DU SOUS-SYSTÈME/DOMAINE D'APPLICATION**2.1. DÉFINITION DU SOUS-SYSTÈME**

Le matériel roulant, qui fait l'objet de la présente STI, comprend les wagons de fret susceptibles de parcourir en totalité ou en partie le réseau ferroviaire transeuropéen conventionnel. Les wagons de fret incluent le matériel roulant destiné au transport de camions.

Cette STI s'applique aux wagons de fret nouveaux, améliorés ou rénovés, mis en service après l'entrée en vigueur de la présente STI.

Cette STI ne s'applique pas aux wagons faisant l'objet d'un contrat signé avant la date d'entrée en vigueur de cette STI.

Les points 7.3, 7.4, et 7.5 décrivent sous quelles conditions et avec quelles exceptions les exigences de la présente STI doivent être respectées.

Le sous-système matériel roulant des wagons de fret comprend la structure des véhicules, l'équipement de freinage, l'accouplement et les organes de roulement (bogies, essieux, etc...), la suspension, les portes et les systèmes de communication.

Les procédures de maintenance permettant la maintenance corrective obligatoire et la maintenance préventive afin d'assurer la sécurité des circulations et la performance requise sont également compris dans la présente STI. Elles sont spécifiées au point 4.2.8.

Les exigences liées au bruit généré par les wagons de fret sont exclues de la présente STI, à l'exception des exigences liées à la maintenance, du fait qu'une STI distincte traite du bruit généré par les wagons de fret, les locomotives, les automoteurs et les voitures.

2.2. FONCTIONS DU SOUS-SYSTÈME

Les wagons de fret participent aux fonctions suivantes:

«Charge de fret» — Les wagons de fret donnent les moyens d'exploiter et transporter les chargements en toute sécurité.

«Circulation du matériel roulant» — Les wagons de fret sont capables de circuler sur le réseau en toute sécurité et contribuent au freinage du train.

«Maintenir et fournir les données concernant les matériels roulants, l'infrastructure et les horaires» — La spécification du plan de maintenance et la certification des établissements de maintenance permettent de contrôler la maintenance des wagons de fret. Les données relatives aux wagons de fret sont fournies par le registre du matériel roulant, marquées sur les wagons, et éventuellement transmises par des dispositifs de communication de véhicule à véhicule et de véhicule au sol.

«Exploitation du train» — Les wagons de fret doivent être capables d'être exploités en sécurité sous toutes conditions environnementales attendues et dans certaines situations attendues.

«Fournir les services aux clients du fret» — Les données relatives au wagon de fret en vue de supporter les services destinés aux clients, sont fournies par le registre du matériel roulant, marquées sur les wagons et éventuellement transmises par des dispositifs de communication de véhicule à véhicule et de véhicule au sol.

2.3. INTERFACES DU SOUS-SYSTÈME

Le matériel roulant des wagons de fret est concerné par les interfaces suivantes:

Sous-système contrôle commande et signalisation -

- Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol
 - Détecteurs de boîtes chaudes
 - Détection électrique des essieux
 - Compteurs d'essieux
- Performances de freinage

Sous-système Exploitation et gestion du trafic

- Interface entre les véhicules, entre les rames de véhicules et entre les trains
- Fermeture et verrouillage des portes

- Sécurisation du chargement
- Règles de chargement
- Marchandises dangereuses
- Forces longitudinales de compression
- Performances de freinage
- Effets aérodynamiques
- Maintenance

Sous-système Applications télématiques

- Base de données de référence du matériel roulant
- Base de données opérationnelle de wagons et unités intermodales

Sous-système infrastructure

- Interface entre les véhicules, entre les rames de véhicules et entre les trains
- Tampons
- Gabarit cinématique
- Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire
- Comportement dynamique du véhicule
- Performances de freinage
- Sécurité incendie

Sous-système énergie

- Protection électrique

Aspects liés au bruit

- Maintenance

La directive 96/49/CE du Conseil et son annexe (RID).

- Marchandises dangereuses

3. EXIGENCES ESSENTIELLES

3.1. GÉNÉRALITÉS

Dans le champ d'application de la présente STI, la conformité aux spécifications décrites:

- au point 4 pour le sous-système
 - et au point 5 pour les constituants d'interopérabilité,
- comme démontré par un résultat positif de l'évaluation de:
- conformité et/ou aptitude à l'utilisation des constituants d'interopérabilité,
 - et de la vérification du sous-système, selon la description donnée au point 6.

assure le respect des exigences essentielles appropriées citées au point 3 de la présente STI.

Néanmoins, si les exigences essentielles sont en partie couvertes par des règles nationales, en vertu:

- de points ouverts et réservés tels que déclarés dans la présente STI,
- d'une éventuelle dérogation accordée au titre de l'article 7 de la directive 2001/16/CE,
- de cas spécifiques comme décrits au point 7.7 de la présente STI,

l'évaluation de conformité correspondante sera effectuée selon les procédures sous la responsabilité de l'État membre concerné.

Selon l'article 4, paragraphe 1 de la directive 2001/16/CE, le système ferroviaire transeuropéen conventionnel, les sous-systèmes et les constituants d'interopérabilité, y compris les interfaces doivent satisfaire les exigences essentielles appropriées reprises à l'annexe III de la directive.

3.2. *LES EXIGENCES ESSENTIELLES SE RAPPORTENT À:*

- Sécurité
- Fiabilité et disponibilité
- Santé
- Protection de l'environnement
- Compatibilité technique.

Ces exigences comprennent les exigences générales et les exigences spécifiques à chaque sous-système.

3.3. *EXIGENCES GÉNÉRALES*

3.3.1. *SÉCURITÉ*

Exigence essentielle 1.1.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

La conception, la construction ou la fabrication, la maintenance et la surveillance des composants critiques pour la sécurité et, plus particulièrement, des éléments participant à la circulation des trains doivent garantir la sécurité au niveau correspondant aux objectifs fixés pour le réseau, y compris les situations dégradées spécifiées.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.2.1 (interface entre les véhicules)
- 4.2.2.2 (Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant)
- 4.2.2.3 (résistance de la structure du véhicule)
- 4.2.2.5 (marquage des wagons de fret)
- 4.2.3.4 (comportement dynamique du véhicule)
- 4.2.3.5 (efforts de compression longitudinaux)
- 4.2.4 (freinage)
- 4.2.6 (conditions environnementales)
- 4.2.7 (système de protection), sauf 4.2.7.3 (protection électrique)
- 4.2.8 (maintenance)

Exigence essentielle 1.1.2

Les paramètres intervenant dans le contact roue/rail doivent respecter les critères de stabilité de roulement pour garantir une circulation en toute sécurité à la vitesse maximale autorisée.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.3.2 (Charge à l'essieu)
- 4.2.3.4 (comportement dynamique du véhicule)
- 4.2.3.5 (efforts de compression longitudinaux)

Exigence essentielle 1.1.3 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les composants utilisés doivent résister aux sollicitations normales ou exceptionnelles spécifiées pendant leur durée de service. Leurs défaillances fortuites doivent être limitées dans leurs conséquences sur la sécurité par des moyens appropriés.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.2.1 (interface entre les véhicules)
- 4.2.2.2 (sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant)
- 4.2.2.3 (résistance de la structure du véhicule)
- 4.2.2.4 (fermeture et verrouillage des portes)
- 4.2.2.6 (marchandises dangereuses)
- 4.2.3.3.2 (détection de boîtes chaudes)
- 4.2.4 (freinage)
- 4.2.6 (conditions environnementales)
- 4.2.8 (maintenance)

Exigence essentielle 1.1.4 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

La conception des installations fixes et des matériels roulants ainsi que le choix des matériaux utilisés doivent viser à limiter la production, la propagation et les effets du feu et des fumées en cas d'incendie.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques du point:

- 4.2.7.2 (sécurité incendie)

Exigence essentielle 1.1.5 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les dispositifs destinés à être manœuvrés par les usagers doivent être conçus de façon à ne pas compromettre l'exploitation sûre des dispositifs ou la santé et la sécurité des usagers en cas d'utilisation prévisible non conforme aux instructions affichées.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.2.1 (interface entre les véhicules)
- 4.2.2.2 (sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant)

— 4.2.2.4 (fermeture et verrouillage des portes)

— 4.2.4 (freinage)

3.3.2. FIABILITÉ ET DISPONIBILITÉ

Exigence essentielle 1.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

La surveillance et la maintenance des éléments fixes ou mobiles participant à la circulation des trains doivent être organisées, menées et quantifiées de manière à maintenir leur fonction dans les conditions prévues.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

— 4.2.2.1 (interface entre les véhicules)

— 4.2.2.2 (sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant)

— 4.2.2.3 (résistance de la structure du véhicule)

— 4.2.2.4 (fermeture et verrouillage des portes)

— 4.2.2.5 (marquage des wagons de fret)

— 4.2.2.6 (marchandises dangereuses)

— 4.2.4.1 (système de freinage)

— 4.2.7.2.2.5 (entretien des mesures de protection contre les incendies)

— 4.2.8 (maintenance)

3.3.3. SANTÉ

Exigence essentielle 1.3.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les matériaux susceptibles, dans leur mode d'utilisation, de mettre en danger la santé des personnes y ayant accès ne doivent pas être utilisés dans les trains et les infrastructures ferroviaires.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

— 4.2.8 (maintenance)

Exigence essentielle 1.3.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Le choix, la mise en œuvre et l'utilisation de ces matériaux doivent viser à limiter l'émission de fumées ou de gaz nocifs et dangereux, notamment en cas d'incendie.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

— 4.2.7.2 (sécurité incendie)

— 4.2.8 (maintenance)

3.3.4. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exigence essentielle 1.4.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les incidences sur l'environnement de l'implantation et de l'exploitation du système ferroviaire transeuropéen conventionnel doivent être évaluées et prises en compte lors de la conception de ce système selon les dispositions communautaires en vigueur.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Exigence essentielle 1.4.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les matériaux utilisés dans les trains ou les infrastructures doivent éviter l'émission de fumées ou de gaz nocifs et dangereux pour l'environnement, notamment en cas d'incendie.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.7.2 (sécurité incendie)
- 4.2.8 (maintenance)

Exigence essentielle 1.4.3 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les matériels roulants et les systèmes d'alimentation en énergie doivent être conçus et réalisés pour être compatibles en matière électromagnétique avec les installations et les équipements et les réseaux publics ou privés avec lesquels ils risquent d'interférer.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.3.3 (communication entre le véhicule et le sol)

Exigence essentielle 1.4.4 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

L'exploitation du système ferroviaire transeuropéen conventionnel doit respecter les niveaux réglementaires en matière de nuisances sonores.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.8 (maintenance)
- 4.2.3.4 (comportement dynamique du véhicule)

Exigence essentielle 1.4.5 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

L'exploitation du système ferroviaire transeuropéen conventionnel ne doit pas être à l'origine, dans le sol, d'un niveau de vibrations inadmissible pour les activités et le milieu traversé proches de l'infrastructure et en état normal d'entretien.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.3.2 (charge à l'essieu statique, charge dynamique de la roue et charge linéaire de l'essieu)
- 4.2.3.4 (comportement dynamique du véhicule)
- 4.2.8 (maintenance)

3.3.5. COMPATIBILITÉ TECHNIQUE

Exigence essentielle 1.5 de l'annexe III à la directive 2001/16/CE.

Les caractéristiques techniques des infrastructures et des installations fixes doivent être compatibles entre elles et avec celles des trains aptes à circuler sur le système ferroviaire transeuropéen conventionnel.

Lorsque le respect de ces caractéristiques se révèle difficile dans certaines parties du réseau, des solutions temporaires, garantissant la compatibilité future, pourraient être mises en œuvre.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.3.1 (gabarit cinématique)
- 4.2.3.2 (charge à l'essieu statique, charge dynamique de la roue et charge linéaire de l'essieu)

- 4.2.3.4 (comportement dynamique du véhicule)
- 4.2.3.5 (efforts de compression longitudinaux)
- 4.2.4 (freinage)
- 4.2.8 (maintenance)

3.4. EXIGENCES PARTICULIÈRES AU SOUS-SYSTÈME MATÉRIEL ROULANT

3.4.1. SÉCURITÉ

Exigence essentielle 2.4.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les structures des matériels roulants et des liaisons inter véhicules doivent être conçues de manière à protéger les passagers et les espaces de conduite en cas de collision ou de déraillement.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

«Les équipements électriques ne doivent pas compromettre la sécurité de fonctionnement des installations de contrôle-commande et de signalisation.»

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Les techniques de freinage ainsi que les efforts exercés doivent être compatibles avec la conception des voies, des ouvrages d'art et des systèmes de signalisation.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.3.5 (efforts de compression longitudinaux)
- 4.2.4 (freinage)

Des mesures doivent être prises en matière d'accès aux constituants sous tension pour ne pas mettre en danger la sécurité des personnes.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.2.5 (marquage des wagons de fret)
- 4.2.7.3 (protection électrique)
- 4.2.8 (maintenance)

En cas de danger, des dispositifs doivent permettre aux passagers d'avertir le conducteur et au personnel d'accompagnement d'entrer en contact avec celui-ci.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Les portes d'accès doivent être dotées d'un système de fermeture et d'ouverture qui garantisse la sécurité des passagers.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Des sorties d'urgence doivent être prévues et indiquées.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Des dispositions appropriées doivent être prévues pour prendre en compte les conditions particulières de sécurité dans les tunnels de grande longueur.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Un système d'éclairage de secours d'une intensité et d'une autonomie suffisante est obligatoire à bord des trains.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Les trains doivent être équipés avec un système de sonorisation permettant la transmission de messages aux passagers par le personnel de bord et de contrôle au sol.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.4.2. FIABILITÉ ET DISPONIBILITÉ

Exigence essentielle 2.4.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

La conception des équipements vitaux, de roulement, de traction et de freinage, ainsi que de contrôle-commande doit permettre, en situation dégradée spécifiée, la poursuite de la mission du train, sans conséquences néfastes pour les équipements restants en service.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.4.1.2.6 (anti-enrayage, voir également point 5.3.3.3 et annexe I)
- 5.4.1.2 (attelage à vis)
- 5.4.2.1 (bogies et organes de roulement)
- 5.4.2.2 (essieux montés)
- 5.4.3.8 (dispositif d'isolement du distributeur)

3.4.3. COMPATIBILITÉ TECHNIQUE

Exigence essentielle 2.4.3 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les équipements électriques doivent être compatibles avec le fonctionnement du contrôle-commande et de signalisation.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Dans le cas de la traction électrique, les caractéristiques des dispositifs de captage de courant doivent permettre la circulation des trains sous les systèmes d'alimentation en énergie du système ferroviaire transeuropéen conventionnel.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

Les caractéristiques du matériel roulant doivent lui permettre de circuler sur toutes les lignes sur lesquelles son exploitation est prévue.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.2.3 (résistance de la structure du véhicule)
- 4.2.3.1 (gabarit cinématique)
- 4.2.3.2 (charge à l'essieu statique, charge dynamique de la roue et charge linéaire de l'essieu)
- 4.2.3.3 (communication entre le véhicule et le sol)
- 4.2.3.4 (comportement dynamique du véhicule)
- 4.2.3.5 (efforts de compression longitudinaux)
- 4.2.4 (freinage)
- 4.2.6 (conditions environnementales)

— 4.2.8 (maintenance)

— 4.8.2 (registre du matériel roulant)

3.5. EXIGENCES SPÉCIFIQUES À LA MAINTENANCE

3.5.1. SANTÉ ET SÉCURITÉ

Exigence essentielle 2.5.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les installations techniques et les procédés utilisés dans les centres de maintenance doivent garantir une exploitation sûre du sous-système concerné et ne pas constituer un danger pour la santé ou la sécurité.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

— 4.2.8 (maintenance)

3.5.2. PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exigence essentielle 2.5.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les installations techniques et les procédés utilisés dans les centres de maintenance ne doivent pas dépasser les niveaux de nuisance admissibles pour le milieu environnant.

Cette exigence essentielle n'est pas satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques dans le cadre de la présente STI.

3.5.3. COMPATIBILITÉ TECHNIQUE

Exigence essentielle 2.5.3 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les installations de maintenance traitant le matériel roulant conventionnel doivent permettre d'effectuer les opérations de sécurité, d'hygiène et de confort sur tout matériel pour lesquelles elles ont été conçues.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

— 4.2.8 (maintenance)

3.6. EXIGENCES SPÉCIFIQUES AUX AUTRES SOUS-SYSTÈMES CONCERNANT ÉGALEMENT LE SOUS-SYSTÈME MATÉRIEL ROULANT

3.6.1. SOUS-SYSTÈME INFRASTRUCTURE

3.6.1.1. **Sécurité**

Exigence essentielle 2.1.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Des dispositions adaptées doivent être prises pour éviter l'accès ou les intrusions indésirables dans les installations.

Des dispositions doivent être prises pour limiter les dangers encourus par les personnes, notamment lorsque les trains traversent les gares.

Les infrastructures auxquelles le public a accès doivent être conçues et réalisées de manière à limiter les risques pour la sécurité des personnes (stabilité, incendie, accès, évacuation, quai, etc.).

Des dispositions appropriées doivent être prévues pour prendre en compte les conditions particulières de sécurité dans les tunnels de grande longueur.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.2. SOUS-SYSTÈME ÉNERGIE

3.6.2.1. **Sécurité**

Exigence essentielle 2.2.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Le fonctionnement des systèmes d'alimentation en énergie ne doit compromettre ni la sécurité des trains ni celles des personnes (usagers, personnel d'exploitation, riverains et tiers).

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.2.2. **Protection de l'environnement**

Exigence essentielle 2.2.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Le fonctionnement des installations d'alimentation en énergie électrique ou thermique ne doit pas perturber l'environnement au-delà des limites spécifiées.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.2.3. **Compatibilité technique**

Exigence essentielle 2.2.3 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les systèmes d'alimentation en électricité/énergie thermique utilisés doivent:

- permettre aux rames de réaliser les performances spécifiées;
- Dans le cas de systèmes en alimentation d'énergie électrique, être compatibles avec les dispositifs de captage installés sur les trains.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.3. CONTRÔLE-COMMANDE ET SIGNALISATION

3.6.3.1. **Sécurité**

Exigence essentielle 2.3.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les installations et les opérations de contrôle-commande et de signalisation utilisées doivent permettre une circulation des trains présentant le niveau de sécurité correspondant aux objectifs fixés sur le réseau. Les systèmes de contrôle-commande et de signalisation doivent continuer à permettre la circulation en toute sécurité des trains autorisés à rouler en situation dégradée spécifiée.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.3.2. **Compatibilité technique**

Exigence essentielle 2.3.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Toute nouvelle infrastructure ou tout nouveau matériel roulant construits ou développés après l'adoption de systèmes de contrôle-commande et de signalisation compatibles doivent être adaptés à l'utilisation de ces systèmes. Les équipements de contrôle-commande et de signalisation installés au sein des postes de conduite des trains doivent permettre une exploitation normale, dans les conditions spécifiées, sur le système ferroviaire transeuropéen conventionnel.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.3.3.1 (résistance électrique)
- 4.2.4 (freinage)

3.6.4. EXPLOITATION ET GESTION DU TRAFIC

3.6.4.1. **Sécurité**

Exigence essentielle 2.6.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

La mise en cohérence des règles d'exploitation des réseaux, ainsi que la qualification des conducteurs et du personnel de bord et des centres de contrôle doivent garantir une exploitation sûre, en tenant compte des exigences différentes des services transfrontaliers et intérieurs.

Les opérations et périodicités d'entretien, la formation et la qualification du personnel d'entretien et des centres de contrôle ainsi que le système d'assurance qualité mis en place dans les centres de contrôle et de maintenance des exploitants concernés doivent garantir un haut niveau de sécurité.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.2.5 (marquage des wagons de fret)
- 4.2.4 (freinage)
- 4.2.8 (maintenance)

3.6.4.2. **Fiabilité et disponibilité**

Exigence essentielle 2.6.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les opérations et périodicités d'entretien, la formation et la qualification du personnel d'entretien et des centres de contrôle ainsi que le système d'assurance qualité mis en place par les exploitants concernés dans les centres de contrôle et de maintenance doivent garantir un haut niveau de fiabilité et de disponibilité du système.

Cette exigence essentielle est satisfaite par les spécifications fonctionnelles et techniques des points:

- 4.2.8 (maintenance)

3.6.4.3. **Compatibilité technique**

Exigence essentielle 2.6.3 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

L'alignement des règles d'exploitation du réseau, des qualifications des conducteurs, du personnel de bord et des gestionnaires du trafic doit être tel qu'il assure l'efficacité de l'exploitation du système ferroviaire transeuropéen conventionnel, tout en gardant à l'esprit les différentes exigences des services nationaux ou liés au passage des frontières.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.5. APPLICATIONS TÉLÉMATIQUES POUR LE FRET ET LES PASSAGERS

3.6.5.1. **Compatibilité technique**

Exigence essentielle 2.7.1 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les exigences essentielles dans le domaine des applications télématiques garantissant une qualité de service minimale aux voyageurs et aux clients du secteur marchandises, concernent plus particulièrement la compatibilité technique.

Pour ces applications, il faut veiller à ce que:

- les bases de données, les logiciels et les protocoles de communication des données soient développés de sorte à garantir un maximum de possibilités d'échanges de données, d'une part, entre applications différentes, d'autre part, entre exploitants différents, en excluant les données commerciales confidentielles,
- les informations soient aisément accessibles aux utilisateurs.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.5.2. **Fiabilité et disponibilité**

Exigence essentielle 2.7.2 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les modes d'utilisation, de gestion, de mises à jour et de maintenance de ces bases de données, logiciels et protocoles de communication des données doivent garantir l'efficacité de ces systèmes et la qualité du service.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.5.3. **Santé**

Exigence essentielle 2.7.3:

Les interfaces de ces systèmes avec les utilisateurs doivent respecter les règles minimales en matière d'ergonomie et de protection de la santé.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

3.6.5.4. **Sécurité**

Exigence essentielle 2.7.4 de l'annexe III de la directive 2001/16/CE.

Les niveaux appropriés d'intégrité et de sécurité de fonctionnement doivent être assurés pour le stockage ou la transmission d'informations liées à la sécurité.

Cette exigence essentielle n'est pas à satisfaire dans le cadre de la présente STI.

4. **CARACTÉRISATION DU SOUS-SYSTÈME**

4.1. **INTRODUCTION**

Le système ferroviaire transeuropéen conventionnel, pour lequel la directive 2001/16/CE s'applique et pour lequel le sous-système matériel roulant, wagons de fret, en est une partie, est un système intégré dont la compatibilité doit être vérifiée. Cette compatibilité doit être contrôlée en particulier au regard des spécifications, des interfaces vis-à-vis du système auquel il est intégré, et aussi de ses règles d'exploitation et de maintenance.

Les spécifications techniques et fonctionnelles du sous-système et de ses interfaces, décrites aux points 4.2 et 4.3, n'imposent pas l'utilisation spécifique de technologies ou solutions techniques, excepté lorsqu'elle est strictement nécessaire pour l'interopérabilité du réseau ferroviaire transeuropéen. Mais des solutions innovantes pour l'interopérabilité peuvent exiger de nouvelles spécifications et/ou de nouvelles méthodes d'évaluation. Afin de permettre des innovations technologiques, ces spécifications et méthodes d'évaluation doivent être développées selon la procédure décrite aux points 6.1.2.3 et 6.2.2.2.

Le sous-système matériel roulant, wagons de fret est défini dans le présent point 4 en prenant en compte toutes les exigences essentielles applicables.

4.2. **SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES AU NIVEAU DU SOUS-SYSTÈME**

4.2.1. **GÉNÉRALITÉS**

Au vu des exigences essentielles du point 3, les spécifications fonctionnelles et techniques du sous-système matériel roulant, wagons de fret, sont réparties comme suit:

- Structure et parties mécaniques
- Interactions véhicule/voie et gabarit
- Freinage
- Communications
- Conditions environnementales
- Systèmes de protection

— Maintenance

Ces titres comprennent les paramètres fondamentaux suivants:

Structure et parties mécaniques

Interface (par exemple accouplement) entre les véhicules, entre les rames et entre les trains

Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant

Résistance de la structure du véhicule

Sécurisation du chargement

Fermeture et verrouillage des portes

Marquage des wagons de fret

Marchandises dangereuses

Interactions véhicule/voie et gabarit

Gabarit cinématique

Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire

Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol

Comportement dynamique du véhicule

Forces longitudinales de compression

Freinage

Performances de freinage

Communications

Capacité du véhicule à transmettre des informations à un autre véhicule

Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol

Conditions environnementales

Conditions environnementales

Effets aérodynamiques

Vents traversiers

Systèmes de protection

Mesures d'urgence

Sécurité incendie

Protection électrique

Maintenance

Plan de maintenance

Un paragraphe Généralités, pour chacun de ces paramètres fondamentaux, introduit les autres paragraphes.

Ces paragraphes détaillent les conditions à remplir afin de satisfaire les exigences reprises au paragraphe Généralités.

4.2.2. STRUCTURES ET PARTIES MÉCANIQUES:

4.2.2.1. **Interface (par exemple accouplements) entre les véhicules, entre les rames et entre les trains**

4.2.2.1.1. **Généralités**

Les wagons doivent être équipés à leurs deux extrémités d'organes de choc et de traction.

Les rames de wagons, qui sont toujours exploitées individuellement en service, sont considérées comme un wagon unitaire pour l'application de cette exigence. Les interfaces entre les wagons reçoivent un système d'accouplement élastique capable de résister aux efforts dus aux conditions d'exploitation prévues.

Les trains, qui sont toujours exploités individuellement en service, sont considérés comme un wagon unitaire pour l'application de cette exigence. Ils doivent intégrer un système d'accouplement élastique comme ci-dessus. S'ils ne disposent pas d'un attelage à vis standard et de tampons, ils doivent avoir la possibilité de recevoir un attelage de secours à leurs deux extrémités.

4.2.2.1.2. **Spécifications fonctionnelles et techniques**

4.2.2.1.2.1. *Tampons*

Les tampons montés à une extrémité d'un véhicule doivent être identiques. Ces tampons doivent être du type à compression. La hauteur des axes des appareils de chocs se situe entre 940 et 1065 mm au-dessus du niveau du rail dans toutes les conditions de chargement.

La distance nominale normalisée entre les axes des tampons est de 1 750 mm, répartie symétriquement par rapport à l'axe médian du wagon de fret.

Les tampons doivent être dimensionnés de telle sorte que dans les courbes horizontales et les contre-courbes, il n'est pas possible pour les véhicules d'enchevêtrer les tampons. Le chevauchement minimum acceptable doit être de 50 mm.

La STI Infrastructure spécifie les caractéristiques du rayon minimal de courbure et de la contre-courbe.

Les wagons équipés avec des tampons dont la course dépasse 105 mm, doivent être équipés de quatre tampons identiques (système d'amortissement, course) présentant les mêmes caractéristiques de conception.

Si l'interchangeabilité des tampons est exigée, un espace libre situé sur la traverse extrême est réservé pour la plaque support. Le tampon doit être fixé à la traverse extrême du wagon au moyen de quatre fixations M24 avec verrouillage d'une classe de qualité qui atteigne une limite élastique d'au moins 640 N/mm² (voir figure A1 de l'annexe A).

— Caractéristiques des organes de choc

Les tampons ont une course d'au moins 105 mm_{0,5} mm et une capacité d'absorption dynamique d'énergie d'au moins 30 kJ.

Les plateaux des tampons sont convexes avec un rayon de courbure de leur surface active sphérique égale à 2750 mm ± 50 mm.

La hauteur minimum du plateau du tampon est de 340 mm est également réparti par rapport à l'axe longitudinal.

Les tampons ont des marquages d'identification. Les marquages d'identification doivent indiquer au minimum la valeur de la course du tampon en mm et une valeur indiquant sa capacité d'absorption d'énergie.

4.2.2.1.2.2. *Organes de traction*

Les organes de traction standard entre véhicules offrent une liaison discontinue et comprennent un attelage à vis fixé de façon permanente au crochet, un crochet de traction ainsi qu'une barre d'attelage munie d'un système élastique.

La hauteur de l'axe du crochet de traction doit être comprise entre 920 mm et 1 045 mm au-dessus du niveau du rail dans toutes les conditions de chargement.

Chaque extrémité de wagon dispose de moyens pour supporter l'attelage lorsqu'il n'est pas en service. Aucune des parties de l'attelage, quand son axe est à la plus basse position permise, ne doit descendre au-dessous d'une hauteur de 140 mm par rapport au-dessus du champignon du rail.

— Caractéristiques de l'appareil de traction

Le système ressort de l'appareil de traction doit avoir une capacité d'absorption d'énergie en statique d'au moins 8 kJ.

Le crochet de traction et la barre d'attelage résistent sans rupture à un effort de 1 000 kN.

L'attelage à vis doit résister sans rupture à un effort de 850 kN. La résistance à la rupture de l'attelage à vis doit être inférieure à la résistance à la rupture des autres constituants de l'organe de traction.

L'attelage à vis doit être conçu tel que les forces s'exerçant dans le train ne peuvent pas dévisser l'attelage involontairement.

La masse maximale de l'attelage à vis ne doit pas excéder 36 kg.

Les dimensions des attelages à vis et des crochets de traction (voir figure A6, annexe A) doivent être telles qu'indiquées aux figures A2 et A3 de l'annexe A. La longueur des attelages, mesurée de l'intérieur de la manille du tendeur d'attelage à l'axe de l'articulation du tendeur d'attelage et de crochet de la traction, doit répondre aux conditions suivantes:

- 986 mm $^{+10}_{-5}$ mm avec le tendeur complètement dévissé
- 750 mm ± 10 mm avec le tendeur complètement vissé

4.2.2.1.2.3. Interactions des organes de chocs et de traction

Les caractéristiques des organes de chocs et de traction sont conçues afin de permettre une inscription en voie en toute sécurité, au passage de courbes d'un rayon de 150 m.

Deux wagons à bogies, accouplés sur une voie en alignement avec des tampons à toucher, doivent générer un effort de compression ne dépassant pas 250 kN dans une courbe d'un rayon de 150 m.

Il n'y a pas d'exigences spécifiées pour un wagon à deux essieux.

— Caractéristiques des organes de chocs et de traction

La distance entre le point d'attaque du crochet de traction et le plateau des tampons en pleine extension est de 355 mm + 45/-20 mm à l'état neuf comme indiqué dans la figure A4 de l'annexe A.

4.2.2.2. Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant

Les véhicules sont conçus pour que le personnel ne soit pas exposé à des risques inutiles pendant l'attelage ou le dételage. Si des attelages à vis et des tampons montés de chaque côté sont utilisés, les espaces exigés indiqués à la figure A5 de l'annexe A doivent être libres de toutes parties attenantes. Les câbles de connexion et les boyaux flexibles peuvent être placés dans cet espace. Il ne doit pas y avoir sous les tampons, d'appareils qui entravent l'accès à cet espace.

Le jeu au-dessus du crochet de traction est illustré sur la fig. A7 en annexe A.

Si un attelage automatique et un attelage à vis sont installés, la tête de l'attelage automatique peut enfreindre le rectangle de Berne par le côté gauche (comme présenté à la figure A5 de l'annexe A) quand il est rangé et l'attelage à vis en service.

Une main courante doit être sous chacun des tampons. Les mains courantes supportent les efforts qui sont appliqués par les attelers lors de leur accès à l'espace compris entre les tampons.

Aucune pièce fixe ne doit se trouver aux extrémités des wagons dans les 40 mm d'un plan vertical situé à l'extrémité des tampons complètement comprimés.

Exception faite des wagons utilisés uniquement dans des trains de formation fixe, il doit y avoir au moins un marchepied et une main courante pour les attelers de chaque côté du véhicule. Un espace suffisant au-dessus

et autour du marchepied est réservé pour assurer la sécurité de l'atteleur. Ces marchepieds et ces mains courantes sont conçus pour supporter les efforts appliqués par l'atteleur. Les marchepieds sont distants d'au moins 150 mm d'un plan placé verticalement à l'extrémité des tampons complètement comprimés (voir figure A5, annexe A). Les marchepieds et les zones qui permettent l'accès au service, au chargement et au déchargement ont des surfaces antidérapantes (voir annexe EE).

À l'extrémité de chaque wagon, queue de train potentielle, sont aménagés des supports destinés à recevoir un signal de queue de train. Des marchepieds et des mains courantes sont à disposition, si nécessaire, pour en faciliter l'accès.

Les mains courantes et les marchepieds sont inspectés aux périodicités normales d'entretien et si des dommages significatifs, des fissurations ou des corrosions sont décelés, des actions sont entreprises pour y remédier.

4.2.2.3. **Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements**

4.2.2.3.1. **Généralités**

La conception de la structure d'un wagon est réalisée en accord avec les exigences de l'article 3 de l'EN 12663 et sa structure doit satisfaire les critères définis aux paragraphes 3.4 et 3.6 de ladite norme.

Par rapport aux critères dès à présent identifiés, il est permis de prendre en compte la limite élastique du matériau pour la sélection du coefficient de sécurité défini au paragraphe 3.4.3 de la norme EN 12663. L'annexe ZZ définit comment le coefficient de sécurité et les contraintes acceptables sont à déterminer.

Lors des évaluations de la fatigue en service, il est important de s'assurer que les cas de charges sont représentatifs des utilisations prévues, exprimés d'une manière cohérente avec le code de conception adopté. Toutes indications concernant l'interprétation du code de conception sélectionné sont à prendre en compte.

Les contraintes acceptables pour le matériau utilisé dans la construction des wagons sont déterminées comme spécifié au point 5 de l'EN 12663.

La structure du wagon doit être inspectée aux périodicités normales d'entretien et si des dommages significatifs, des fissurations ou des corrosions sont décelés, des actions sont entreprises pour y remédier.

La partie qui suit définit les exigences structurales minimales de la structure des wagons et de ses interfaces avec ses équipements et sa charge utile.

Ces exigences comprennent:

- Les charges exceptionnelles:
 - Charges longitudinales de conception
 - Charge verticale maximale
 - Combinaisons des charges
 - Levage et relevage
 - Fixation des équipements (y compris caisse/bogie)
 - Autres charges exceptionnelles
- Les efforts en service (fatigue):
 - Causes d'application des charges
 - Spectre de la charge utile
 - Charges induites par la voie
 - Traction et freinage

- Charge aérodynamique
- Efforts de fatigue aux interfaces
- Liaison caisse/bogie
- Fixation des équipements
- Charge dues à l'accouplement
- Combinaisons des efforts de fatigue
- Rigidité de la structure du véhicule
 - Flexion
 - Mode de vibration
 - Rigidité de torsion
 - Équipements
- Sécurisation du chargement

Des mesures doivent être prises pour s'assurer que le chargement ou des parties du chargement ne quittent pas accidentellement le wagon.

Les exigences pour les systèmes de fixation ou les dispositifs tels que broches ou anneaux de sécurité ne sont pas obligatoires dans la présente STI.

4.2.2.3.2. Charges exceptionnelles

4.2.2.3.2.1. Charges longitudinales de conception

Différentes valeurs peuvent s'appliquer pour différents types de wagons de fret tels que prévu dans l'EN 12663, ce sont:

- F-I: Les wagons qui peuvent être manœuvrés sans restriction;
F-II: Les wagons interdits de passage à la bosse de gravité ou manœuvrés au lancer

Les exigences structurales de conception vérifient que les wagons des catégories ci-dessus sont équipés de tampons et d'attelages appropriés à l'exploitation.

La structure, si elle est soumise à tous les cas de charges exceptionnelles, doit être conforme aux exigences de l'article 3.4 de l'EN 12663.

La structure d'un wagon doit satisfaire aux charges longitudinales indiquées aux tableaux appropriés 1, 2, 3 et 4 de l'EN 12663, pour les cas de charge existant.

- NOTE 1: Un effort appliqué à une extrémité de la structure du wagon réagit à la position correspondante de l'extrémité opposée.
NOTE 2: Les efforts doivent être appliqués horizontalement à la structure, sur l'axe de l'attelage, ou répartis de façon égale sur les axes des emplacements latéraux des tampons.
NOTE 3: Si un essai de tamponnement (voir annexe Z) n'est pas réalisé, des calculs doivent être utilisés pour démontrer que la structure du wagon est capable de soutenir les efforts maximums de tamponnement attendus en service.

4.2.2.3.2.2. Charge maximale verticale

La caisse du wagon doit satisfaire aux exigences du tableau 8 de l'EN 12663 modifié comme indiqué dans la note 1 ci-dessous.

La caisse du wagon doit être conçue pour transporter les charges maximales prévues en fonction des modes de chargement et de déchargement. Il est permis de définir des cas de charge soit en termes d'effort, soit en termes d'accélération appliquées à la masse de la caisse, aux masses qui lui sont ajoutées plus toute charge utile existante. Les cas de l'étude doivent représenter les cas les plus défavorables associés à l'utilisation du wagon prévue par l'exploitant (y compris les abus prévisibles).

- NOTE 1: Le facteur 1,3 doit être utilisé à la place de 1,95 du tableau 8 de l'EN 12663 et la note «a» ne doit pas être appliquée.
- NOTE 2: Les charges peuvent être réparties sur la totalité de la surface utile uniformément, ou sur un espace délimité ou à des positions ponctuelles. Le(s) cas d'étude retient(ent) les utilisations les plus exigeantes.
- NOTE 3: S'il est prévu que des véhicules à roues (y compris les chariots élévateurs) interviennent sur le plancher du wagon alors l'étude doit tenir compte de la pression maximale locale de chargement liée à de telles opérations.

4.2.2.3.2.3. *Combinaisons des charges*

La structure doit aussi être conforme aux exigences de l'article 3.4 de l'EN 12663 lorsqu'elle est soumise aux combinaisons de charges les plus défavorables comme prescrit au point 4.4 de l'EN 12663.

4.2.2.3.2.4. *Levage et relevage*

La caisse du wagon prévoit des points de levage qui permettent au wagon tout entier d'être levé ou relevé en sécurité. Il doit aussi être possible de lever une extrémité du wagon (avec ses organes de roulement) avec l'autre extrémité reposant sur ses organes de roulement.

Les cas de charge spécifiés au point 4.3.2 de l'EN 12663 sont applicables pour le levage et le relevage en atelier et lors des opérations de révision..

Pour les cas de levage associés seulement aux secours suite à un déraillement ou tout autre incident anormal, dans les zones où une certaine déformation permanente de la structure est acceptable, il est admissible de réduire le facteur de charge des tableaux 9 et 10, de 1,1 à 1,0.

Si un facteur 1,0 est utilisé pour une validation de test, les flèches (déformations) mesurées doivent être extrapolées pour démontrer la conformité au facteur le plus élevé.

Le levage se fait aux points de levage indiqués. La position des points de levage est définie par les exigences d'exploitation du client.

4.2.2.3.2.5. *Fixation des équipements (y compris caisse/bogie)*

Les fixations des équipements sont conçues

- pour supporter les charges spécifiées aux tableaux 12, 13 et 14 de l'article 4.5 de l'EN 12663

ou comme alternative

- pour être validées par la réalisation d'un essai de tamponnement comme décrit à l'annexe Z.

4.2.2.3.2.6. *Autres charges exceptionnelles*

Certains éléments de structure de la caisse, tels que les structures des cloisons latérales ou d'extrémité, les portes, les rangiers ainsi que les systèmes limiteurs de charges, sont conçus avec des exigences de charge qui leur permettent de supporter les charges maximales qu'ils sont susceptibles de rencontrer tout en assurant les fonctions pour lesquelles ils sont prévus. Les cas de charges sont déterminés en utilisant les principes retenus pour la conception structurale dans l'EN 12663.

L'annexe YY fournit les exigences adéquates de conception pour des types communs de caractéristiques de wagon qui sont généralement en service. Cependant, elles doivent être utilisées seulement quand elles sont applicables.

Pour les nouveaux types de wagons, le concepteur doit déterminer les cas de charges appropriés pour satisfaire les exigences particulières en utilisant les principes donnés par l'EN 12663

4.2.2.3.3. **Charge en service (fatigue)**

4.2.2.3.3.1. *Origines des charges.*

Toutes les causes de charges cycliques qui peuvent produire des dommages par fatigue sont à identifier. En accord avec l'article 4.6 de l'EN 12663, les données d'entrée reprises dans l'annexe N doivent être prises en compte ainsi que la manière dont elles sont représentées et combinées qui doit être cohérente avec l'usage prévu du wagon et le code de conception utilisé. La définition des cas de charge doit être faite en tenant compte également des prescriptions concernant la résistance en fatigue du matériau décrit dans l'article 5.2 de l'EN 12663 et doit être validé comme prescrit par l'article 6.3. de l'EN 12663. Là où les cas de charges, causes de fatigue, agissent combinés, il faut les prendre en compte de manière cohérente avec les caractéristiques de ces charges, l'approche de l'analyse ainsi qu'avec le code de conception en fatigue, utilisé.

Pour la plupart des conceptions de wagons conventionnels, le chargement défini dans le tableau 16 de l'EN 12663 peut être considéré comme suffisant pour représenter la combinaison complète des cas de chargement.

Lorsque les données détaillées ne sont pas disponibles, l'annexe CC doit être utilisée pour déterminer les principales sources de charge en fatigue.

4.2.2.3.3.2. *Démonstration de la résistance à la fatigue.*

Conformément à l'article 5.2 de l'EN 12663, le comportement des matériaux sous un chargement de fatigue doit être basé sur une norme européenne, ou une source alternative d'une qualité équivalente, lorsque de telles sources sont disponibles. Des codes acceptables de conception de la fatigue des matériaux sont l'Eurocode 3 et l'Eurocode 9 ainsi que la méthode décrite dans l'annexe N.

4.2.2.3.4. **Rigidité de la structure du véhicule**

4.2.2.3.4.1. *Flexions*

Les flexions sous charges ou sous les combinaisons de charges ne doivent pas conduire le wagon ou sa charge utile à enfreindre l'enveloppe opérationnelle permise (voir l'annexe C et l'annexe T).

Les flexions doivent aussi ne pas compromettre la fonctionnalité du wagon dans sa globalité ou de tout composant ou système embarqué.

4.2.2.3.4.2. *Modes de vibration*

Les procédés de conception doivent prendre en compte les modes propres de vibration de la structure du wagon, dans toutes les conditions de charge y compris la tare, doivent être suffisamment séparés ou autrement dit découplés, des fréquences de suspension afin d'éviter l'apparition de réponses indésirables aux différentes vitesses d'exploitation.

4.2.2.3.4.3. *Rigidité de torsion*

La rigidité de torsion de la structure du wagon doit être cohérente avec les caractéristiques de suspension de telle sorte que les critères de déraillement sont satisfaits dans toutes les conditions de charge y compris la tare.

4.2.2.3.4.4. *Équipements*

Les modes propres de vibration des équipements, sur leurs appuis, doivent être suffisamment séparés ou autrement dit découplés des fréquences de suspension de la structure du wagon, afin d'éviter l'apparition de réponses indésirables aux différentes vitesses d'exploitation.

4.2.2.3.5. **Sécurisation du chargement**

L'annexe YY fournit les exigences adéquates de conception pour des types communs de caractéristiques qui sont en général en service. Cependant, elles doivent être utilisées seulement quand elles sont applicables.

4.2.2.4. **Fermeture et verrouillage des portes**

Les portes et les trappes des véhicules destinés au fret doivent être conçus pour être fermés et verrouillés. Ceci reste valide lorsque les véhicules sont dans un train en circulation (à moins que ceci soit repris dans un point de la procédure de déchargement de la charge utile). À cette fin, des dispositifs de verrouillage sont utilisés, indiquant leur position (ouvert/fermé) et ils doivent être visibles par un employé en dehors du train.

Les dispositifs de verrouillage sont conçus pour être protégés contre une ouverture intempestive pendant la circulation du wagon. Les systèmes de fermeture et de verrouillage sont conçus pour que les personnels exploitants ne soient pas soumis à des risques inutiles.

Des instructions adéquates et claires pour l'utilisation doivent être apposées proche du système de fermeture et doivent être visibles par l'employé.

Les dispositifs de fermeture et de verrouillage sont conçus pour résister aux efforts provoqués par la charge utile dans des conditions normales et régulières d'exploitation ainsi que lors des déplacements prévus de cette charge

Les dispositifs de fermeture et de verrouillage sont conçus pour résister dans toutes conditions, y compris dans les tunnels, aux efforts provoqués par les croisements des autres trains.

Les efforts nécessaires à la manœuvre des dispositifs de fermeture et de verrouillage, doivent être d'une intensité telle qu'ils peuvent être appliqués par un opérateur sans outils supplémentaires. Certaines exceptions sont

admissibles si des outils sont spécifiquement mis à disposition ou si la manœuvre est faite par des systèmes motorisés.

Les systèmes de fermeture et de verrouillage doivent être inspectés aux périodicités d'entretien normales et si des dommages ou des dysfonctionnements sont décelés, des actions sont alors entreprises pour y remédier.

4.2.2.5. **Marquage des wagons de fret**

Les marquages sont exigés sur les wagons pour:

- Identifier chaque wagon individuellement, par un numéro unique, comme précisé dans la STI Exploitation et gestion du trafic, et inscrit dans le registre.
- Fournir l'information requise pour constituer la composition du train, y compris la masse freinée, la longueur entre tampons, la tare, la vitesse liée au tableau des charges pour les différentes catégories de ligne.
- Identifier les restrictions d'exploitation pour le personnel, y compris les limites géographiques, et les restrictions de manœuvres en triage.
- Fournir les informations de sécurité, pertinentes pour le personnel exploitant les wagons ou présents lors des secours, y compris les signaux attirant l'attention sur les conducteurs aériens sous tension et les équipements électriques, les emplacements de levage et de relevage et les instructions de sécurité spécifiques au véhicule.

Ces indications sont listées à l'annexe B, y compris les pictogrammes lorsqu'ils sont exigés. Ces indications sont placées aussi haut que possible, sur les structures du wagon jusqu'à une hauteur de 1600 mm en partant du niveau du rail. Les signaux de danger doivent être placés dans une position qui leur permet d'être vus avant que la zone de danger soit réellement atteinte. Si le wagon ne dispose pas de parois latérales verticales de ± 10 degrés, les indications sont apposées sur des panneaux spéciaux.

Les marquages peuvent être réalisés à la peinture ou par des décalcomanies.

Les exigences relatives au marquage des marchandises dangereuses sont couvertes par la directive 96/49/CE et le RID, son annexe en vigueur.

Si des évolutions apparaissent sur un wagon qui nécessitent des modifications au niveau du marquage, ces modifications doivent être cohérentes avec les informations enregistrées au niveau du registre du matériel roulant.

Les marquages sont nettoyés ou si nécessaire remplacés, pour garantir leur lisibilité.

4.2.2.6. **Marchandises dangereuses**

4.2.2.6.1. **Généralités**

Les wagons qui transportent des marchandises dangereuses doivent satisfaire les exigences de la présente STI et, de plus, les exigences du RID.

Les évolutions dans ce domaine réglementaire sont édictées par un groupe de travail international, (Comité RID), constitués de représentants des gouvernements membres du COTIF.

4.2.2.6.2. **Réglementation applicable au matériel roulant pour le transport des marchandises dangereuses**

Matériel roulant	Directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable
Inscriptions et étiquetage	Directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable
Tampons	Directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable
Protection contre les étincelles	Directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable

Utilisation des wagons de transport de marchandises dangereuses dans les tunnels de grande longueur	En cours d'examen par le groupe de travail mandaté par la Commission européenne (AEIF et RID)
---	---

4.2.2.6.3. **Réglementation complémentaire applicable aux réservoirs**

Citernes	Directive 1999/36/CE du Conseil des équipements sous pression transportables (DESPT) dans sa version applicable
Épreuve, inspection et marquage des citernes	EN 12972 Citernes pour le transport des marchandises dangereuses, épreuve inspection et marquage des citernes métalliques d'avril 2001

4.2.2.6.4. **Fonctionnement du dépôt central**

La maintenance citerne/wagons de fret doit être conforme avec la norme européenne et la directive du Conseil suivantes:

— Épreuve et inspection	EN 12972 Citernes pour le transport des marchandises dangereuses, épreuve inspection et marquage des citernes métalliques d'avril 2001
— Maintenance des citernes et de ses équipements	Directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable
— Accords mutuels concernant les inspecteurs de citernes	Directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable

4.2.3. INTERACTIONS VÉHICULE/VOIE ET GABARIT

4.2.3.1. **Gabarit cinématique**

Ce point définit les dimensions extérieures maximales des wagons afin de s'assurer qu'ils demeurent au sein du gabarit lié aux infrastructures. Pour atteindre ce but, les valeurs maximales des déplacements du wagon sont retenues; ceci est appelé l'enveloppe cinématique.

L'enveloppe cinématique du matériel roulant est définie au moyen d'un profil de référence et ses règles associées. Elle est obtenue par application des règles donnant les réductions par rapport au profil de référence, que les différentes parties d'un matériel roulant doivent satisfaire.

Ces réductions dépendent:

- des caractéristiques géométriques du matériel roulant en question,
- de la position de sa section transversale par rapport au pivot du bogie ou de ses essieux,
- de la hauteur du point considéré avec la surface roulante,
- des tolérances de construction,
- de l'usure maximale admise,
- des caractéristiques élastiques de la suspension.

L'étude du gabarit maximal de construction prend en compte simultanément les mouvements latéraux et verticaux d'un matériel roulant, en partant des caractéristiques géométriques du véhicule ainsi que celles de sa suspension sous les différentes conditions de chargement.

Le gabarit de construction d'un matériel roulant circulant sur une section donnée de ligne doit être réduit d'une marge de sécurité appropriée par rapport au gabarit minimum de la ligne en question.

Le gabarit d'un matériel roulant est un ensemble constitué d'un contour de référence et de ses règles associées. Il permet de déterminer les dimensions maximales d'un matériel roulant et la position des installations fixes de la ligne.

Pour que le gabarit d'un matériel roulant soit applicable, les trois points suivants doivent être spécifiés:

- le profil de référence,
- les règles de détermination du gabarit maximal de construction des wagons,
- les règles de détermination des espaces libres ménagés en regard des ouvrages d'art et l'encombrement de la voie.

L'annexe C précise le profil de référence et les règles du gabarit de construction maximal des wagons.

Les règles associées à la détermination des espaces libres pour édifier les ouvrages d'art sont reprises à la STI Infrastructure.

Tous les équipements ou toutes les parties des wagons qui sont soumis à des déplacements transversaux ou verticaux doivent être vérifiés à des périodicités d'entretien appropriées.

Afin de maintenir le wagon à l'intérieur du gabarit cinématique, le plan de maintenance doit prévoir des dispositions assurant l'examen des points suivants:

- le profil de la roue et son usure,
- le châssis de bogie,
- les ressorts,
- les glisseurs,
- la structure de caisse,
- les jeux de construction,
- l'usure maximale admise,
- les caractéristiques de la suspension,
- l'usure du guidage des essieux,
- les éléments affectant le coefficient de flexibilité du véhicule,
- les éléments affectant l'axe de roulement.
- Dispositifs donnant lieu à des mouvements qui affectent le gabarit

4.2.3.2. *Charge à l'essieu statique et charge linéaire*

La charge à l'essieu et l'écartement des essieux des véhicules définissent l'application sur la voie de charges verticales quasi statiques.

Les limites de charge des wagons prennent en compte leurs caractéristiques géométriques, les poids par essieu et les poids par mètre courant.

Ils doivent être fixés conformément à la classification des lignes ou section de lignes, catégories A, B1, B2, C2, C3, C4, D2, D3, D4 comme définie dans le tableau ci-après.

Les charges à l'essieu supérieures à 22,5 tonnes ne sont pas spécifiées dans cette STI; les règles nationales existantes continuent à s'appliquer aux lignes qui sont capables d'accepter ces charges à l'essieu plus élevées.

Classification	Masse par unité de longueur = p						
	A	B	C	D	E	F	G
Masse par essieu = P	16 t	18 t	20 t	22,5 t	25,0 t	27,5 t	30 t
5,0 t/m	A	B1					

Classification	Masse par unité de longueur = p						
	A	B	C	D	E	F	G
6,4 t/m		B2	C2	D2			
7,2 t/m			C3	D3			
8,0 t/m			C4	D4	E4		
8,8 t/m					E5		
10 t/m							

p = Masse par unité de longueur, c'est-à-dire la somme de la tare du wagon et de la masse du chargement divisée par la longueur du wagon, mesurée tampons compris non serrés.

P = Masse par essieu.

L'annexe D, Tableau D.1, contient les données à partir desquelles un train composé de wagons à bogies à 2 essieux est utilisé pour déterminer la catégorie dans laquelle la ligne est classée.

Une ligne ou une section de ligne est classée dans l'une de ces catégories quand elle permet la circulation d'un nombre illimité de wagons avec ces caractéristiques de poids indiquées dans le tableau ci-dessus.

La classification selon la charge maximum par essieu P est exprimée en lettres capitales (A, B, C, D, E, F, G); la classification selon la charge maximum par unité de longueur p est exprimée avec la numérotation arabe (1, 2, 3, 4, 5, 6), sauf pour la catégorie A.

Les lignes ainsi classées permettent la circulation des wagons listés ci-dessous:

- Les wagons à 2 ou 3 essieux et les wagons à bogies à 2 essieux où les mesures a et b sont égales ou plus grandes que les valeurs indiquées dans le tableau D.1 de l'annexe D, à condition que P et p n'excèdent pas les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus.
- Les wagons à bogies à 2 essieux où les mesures a et b sont plus petites que les valeurs indiquées dans le tableau D.2 de l'annexe D, à condition qu'ils aient une masse réduite par essieu, Pr, conformément aux valeurs données dans le tableau D.3. de l'annexe D en relation avec les valeurs des mesures a et b.
- Les wagons à 2 bogies, avec 3 ou 4 essieux par bogie, à condition qu'ils aient une masse réduite par essieu, Pr, conformément aux valeurs données dans les tableaux D.4. et D.5. de l'annexe D en relation avec les valeurs des mesures a et b.
- Les wagons avec 3 ou 4 bogies à 2 essieux à condition qu'ils aient une masse réduite par essieu, Pr, n'excédant pas celles définies dans le tableau D.6. de l'annexe D en relation avec leur caractéristiques géométriques et à condition qu'ils se conforment avec les réglementations spéciales régissant ces types de wagons.

REMARQUE: En tant qu'exception pour les charges à l'essieu de 20 t, il est autorisé de dépasser cette limite de 0,5 t par essieu sur les lignes de catégorie C pour:

- les wagons à 2 essieux avec 14,10 m < longueur hors tampons < 15,50 m pour amener la charge utile à plus de 25 t;
- les wagons conçus pour des charges à l'essieu de 22,5 t afin de compenser la tare supplémentaire en les rendant adaptés à ces charges à l'essieu.

Les wagons qui ont des écartements entre essieux irréguliers, non conformes à l'annexe D (points D.3, D.4, D.5), doivent être soumis par calcul, à des vérifications supplémentaires garantissant que les moments fléchissants et les forces de cisaillement sur toute poutre, quelle que soit sa portée, ne dépassent pas les valeurs calculées pour les wagons définis à l'annexe D (au point D.1). Ceci doit être appliqué à un nombre illimité de wagons.

La charge utile maximale transportable par un wagon, vu par la voie et ses ouvrages d'art, est la valeur la plus faible résultant des formules suivantes:

$$X = n \times P - T$$

$$Y = L \times p - T$$

$$Z = n \times Pr - T$$

où:

n: nombre d'essieux du wagon
 p: masse par unité de longueur en tonnes par mètre
 L: longueur hors tout en mètres
 T: Tare du wagon en tonnes, arrondie à la décimale supérieure
 P: masse par essieu en tonnes
 Pr: masse réduite par essieu en tonnes

La tare à prendre en compte est la tare moyenne qui doit, au sein de chaque série importante en construction, être déterminée en fonction des groupes suivants:

- wagons avec frein à air,
- wagons avec frein à air et avec une passerelle équipée d'un frein à vis.

Les limites de modifications de wagons de fret ne nécessitant pas une nouvelle approbation sont énumérées à l'annexe II.

L'annexe D, points D.6 et D.7, donne par comparaison, les charges limites pour les wagons à deux essieux et les types les plus courants de wagons à deux bogies à deux essieux (a = 1,80 m, b = 1,50 m (voir définitions à l'annexe D)).

Les valeurs X, Y ou Z sélectionnées sur la base de cette comparaison sont arrondies vers le bas soit à la demi tonne inférieure ou au dixième de tonne inférieur, chacune des parties contractantes étant libre de choisir l'une de ces alternatives en fonction du type de wagon.

Cependant, pour les wagons isothermes, réfrigérants ou frigorifiques, les wagons citernes et les wagons couverts utilisés pour le transport de matières pulvérulentes, les valeurs X, Y ou Z sont arrondies au dixième de tonne inférieur.

La valeur à marquer sur le wagon n'est pas nécessairement celle définie ci-dessus. Si des valeurs de limites de charge plus basses, résultant des caractéristiques structurales du wagon ou dues à la réglementation RID (COTIF, annexe D, point D.3) existent, ce sont elles qui doivent être indiquées.

Charge à l'essieu minimale pour les wagons avec:

Généralement deux essieux ou plus	5,0 t
4 essieux et équipés de semelles de freins	4,0 t
Plus de 4 essieux et équipés de semelles de freins	3,5 t

Si permis par le registre des infrastructures (par ex. dans le cas spécifique du «rollende Landstrasse»)

8 essieux	2,0 t
12 essieux	1,3 t

4.2.3.3. Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol

4.2.3.3.1. Résistance électrique

La résistance électrique de chaque essieu monté, mesurée au travers des tables de roulement des deux roues, ne doit pas dépasser 0,01 ohm, pour des essieux montés neufs ou ré-assemblés avec des composants neufs.

Ces mesurages de résistance électrique sont faits en appliquant une tension continue comprise entre 1,8 à 2 V.

4.2.3.3.2. Détection de boîte chaude

Point ouvert à spécifier lors de la prochaine révision de la STI.

4.2.3.3.4. Comportement dynamique du véhicule

4.2.3.4.1. Généralités

Le comportement dynamique du véhicule a des effets importants sur la sécurité vis-à-vis du déraillement et de la stabilité en ligne. Le comportement dynamique du véhicule est déterminé par:

- la vitesse maximale

- les caractéristiques statiques de la voie (alignement, gabarit de voie, dévers, inclinaison du rail, irrégularités de la voie ponctuelles ou cycliques)
- les caractéristiques dynamiques de la voie (rigidité horizontale et verticale de la voie et amortissement)
- les paramètres du contact roue/rail (profils de la roue, du rail, gabarit de la voie)
- les défauts de la roue (plats, ovalisations)
- la masse et l'inertie de la caisse, des bogies et des essieux montés
- les caractéristiques de suspension des véhicules
- la répartition de la charge utile

Afin d'assurer la sécurité et la stabilité en ligne, des mesurages dans les différentes conditions d'exploitation et des études comparatives avec des conceptions ayant fait leurs preuves (ex simulation/calcul) sont à réaliser pour évaluer le comportement dynamique.

Le matériel roulant doit avoir des caractéristiques qui permettent une stabilité en ligne dans la limite de la vitesse applicable.

4.2.3.4.2. Spécifications fonctionnelles et techniques

4.2.3.4.2.1. Sécurité vis-à-vis du déraillement et de la stabilité en ligne

Dans le but de garantir la sécurité vis-à-vis du déraillement et de la stabilité en ligne, les forces entre la roue et le rail doivent être limitées. En particulier, les forces concernées sont, les forces Y, forces transverses de la voie, et les forces Q, forces verticales.

— Y, Force latérale dans la voie

En vue de prévenir des glissements de la voie, le matériel roulant interopérable doit être conforme au critère de Prud'homme concernant la force transverse maximale:

$$(\Sigma Y)_{\text{lim}} = \alpha (10 + P/3), \text{ où } \alpha = 0,85 \text{ et } P = \text{charge maximale à l'essieu en statique}$$

ou

$$(H_{2m})_{\text{lim}} (H_{2m}) \text{ est la valeur moyenne flottante de la force latérale dans un essieu mesurée au-delà de 2 m)}$$

Cette valeur sera déterminée par la STI Infrastructure.

En courbe, la limite de la force latérale quasi-statique sur la roue extérieure est

$$Y_{\text{qst, lim}}$$

Cette valeur sera déterminée par la STI Infrastructure.

— Forces Y/Q

Pour limiter le risque de montée de la roue sur le rail, le quotient de la force latérale Y sur la force verticale Q, appliquée à la roue, ne doit pas excéder:

$$(Y/Q)_{\text{lim}} = 0,8 \text{ en grandes courbes } R \geq 250 \text{ m}$$

$$(Y/Q)_{\text{lim}} = 1,2 \text{ en petites courbes } R < 250 \text{ m}$$

— Force verticale

La force dynamique verticale maximale exercée sur le rail est

$$Q_{\text{max}}$$

Cette valeur sera déterminée par la STI Infrastructure.

En courbes la limite de la force verticale quasi statique sur la roue extérieure est

$$Q_{\text{qst, lim}}$$

Cette valeur sera déterminée par la STI Infrastructure.

4.2.3.4.2.2. Sécurité contre le déraillement lors de la circulation sur des voies gauches

Les wagons sont aptes à circuler pour une voie d'un gauche donné et dans une courbe d'un rayon $R=150$ m lorsque le rapport Y/Q ne dépasse pas la limite donnée au point 4.2.3.4.2.1:

pour un empattement de $1,3 \text{ m} \leq 2a^*$

- $g_{\text{lim}} = 7 \text{ ‰}$ pour $2a^* < 4\text{m}$
- $g_{\text{lim}} = 20/2a^* + 2$ pour $2a^* > 4\text{m}$
- $g_{\text{lim}} = 20/2a^* + 2$ pour $2a^* < 20\text{m}$
- $g_{\text{lim}} = 3 \text{ ‰}$ pour $2a^* > 20 \text{ m}$

L'empattement $2a^*$ représente la distance d'écartement des essieux pour les wagons à deux essieux et pour un wagon à bogies, la distance d'écartement des axes de pivot. L'empattement $2a^*$ représente la distance d'écartement des essieux pour un bogie donné.

4.2.3.4.2.3. Fonctionnement du dépôt central

Les paramètres clés repris ci-après, essentiels pour la sécurité et la stabilité en ligne, sont maintenus conformément au plan de maintenance:

- caractéristiques de suspension
- liaisons caisse-bogie
- profil de roulement

Les dimensions maximales et minimales des essieux montés et des roues pour une voie standard sont données à l'annexe E.

Les cas pour les autres gabarits de voie sont repris au point 7.

4.2.3.4.2.4. Suspension

La suspension des wagons de fret doit être conçue afin que les valeurs spécifiées au point 4.2.2.1.2.2 et au point 4.2.2.1.2.3 respectent les conditions «vide» et «chargé aux limites de charge». Le calcul de la suspension doit démontrer que la déflexion de suspension n'est pas épuisée lorsque les wagons sont à pleine charge et en considérant les influences dynamiques.

4.2.3.5. Forces longitudinales de compression

4.2.3.5.1. Généralités

Ce paramètre décrit les efforts longitudinaux de compression maximaux qui peuvent agir sur un wagon de fret interopérable ou sur un véhicule individuel, ou sur un groupe de véhicules spéciaux accouplés entre eux, ou sur une rame interopérable, lors d'un freinage ou d'une opération de pousse, sans risque de déraillement.

Lorsqu'il est soumis aux efforts de compression longitudinaux, le wagon doit continuer à circuler en toute sécurité. En vue d'assurer sa sécurité contre le déraillement, le wagon ou le système de wagons accouplés entre eux, doit être évalué via des essais, des calculs ou via des comparaisons avec les caractéristiques de wagons déjà approuvés (certifiés).

L'effort longitudinal qui peut être appliqué au véhicule sans dérailler doit être supérieur à la valeur seuil liée à la conception du véhicule (wagon à deux essieux, à bogies, composition indéformable de véhicules, Combirail, Road-Railer™, etc.) équipés d'un accouplement UIC, ou d'un accouplement central agréé, ou d'accouplements courts.

Les conditions de certification des wagons, groupes de wagons de composition indéformable, et groupes de wagons accouplés sont données au point 4.2.3.5.2.

Les conditions qui affectent l'effort longitudinal de compression maximal auquel un wagon est capable de résister sans dérailler comprennent:

- l'insuffisance de dévers
- le système de freinage du train et du wagon
- le système d'organes de traction et de chocs des wagons ou des groupes de wagons accouplés spécialement.
- les caractéristiques conceptuelles du wagon
- les caractéristiques de la ligne
- la conduite du train, particulièrement le freinage
- les paramètres du contact roue/rail (profil de la roue et du rail, gabarit de la voie)
- la répartition des charges des wagons de fret pris individuellement

Les efforts de compression longitudinaux ont un impact considérable vis-à-vis de la sécurité contre le déraillement et la stabilité en ligne du véhicule. De ce fait, des mesures dans les différentes conditions d'exploitation doivent être entreprises pour trouver les limites acceptables de l'effort de compression longitudinal qui peut être appliqué au véhicule sans risque de dérailler. Pour éviter les essais, les wagons doivent correspondre aux caractéristiques de wagons précédemment approuvées par les autorités nationales de sécurité ou pour leur compte, ou être construits selon des caractéristiques de conception de wagons approuvées et être équipés avec des composants approuvés comme des bogies certifiés.

Les essais de référence sont donnés au point 6.2. L'expérience de différents types de wagons a conduit à différentes méthodes d'acceptation telle que la tare, la longueur, l'empattement, le porte à faux, la distance entre pivots, etc.

4.2.3.5.2. Spécifications fonctionnelles et techniques

Le sous-système doit résister aux efforts de compression longitudinaux du train sans déraillement et sans endommager le véhicule. Plus particulièrement, les facteurs déterminants sont:

- les efforts transversaux roue/rail, -Y-
- les forces verticales , -Q-
- les efforts latéraux sur les boîtes d'essieux, -H_y-
- les efforts de freinage (dus au contact roue/rail, au freinage dynamique et aux différents groupes de freinage des wagons et des trains)
- les efforts en diagonal et en vertical des tampons
- les efforts d'accouplement $\pm Z$
- l'amortissement du tampon et les forces d'accouplement
- la résultante de la rigidité de l'attelage
- la résultante du jeu de l'attelage
- les à-coups résultant des mouvements longitudinaux du train et du jeu dans les attelages
- le décollage des roues
- la déflexion du guide d'essieu

Les efforts longitudinaux de compression (ELC) sont influencés par de nombreux facteurs. Les différents facteurs sont donnés dans les documents traitant de la construction et des conditions d'exploitation des wagons pour lesquelles il est nécessaire de les certifier pour un trafic courant sur différentes lignes et pour différentes conditions.

Avec l'objectif de certifier les wagons pour un trafic mixte sur le réseau européen, des essais sur une voie d'essai spéciale et sur des trains circulant sur différentes lignes ont été réalisés dans le but de s'assurer que les wagons peuvent supporter un effort longitudinal minimal sans dérailler. La définition suivante a été donnée:

Les wagons et rames de wagons (avec des attelages courts entre les wagons) équipés de tendeurs d'attelage et de tampons latéraux à leurs extrémités, doivent résister à un effort longitudinal mesuré dans les conditions de l'essai de référence à:

- 200 kN pour des wagons de fret à deux essieux avec un attelage UIC
- 240 kN pour les wagons de fret équipés de bogies à deux essieux avec un attelage UIC
- 500 kN pour les wagons de fret avec tous types d'attelages à barre centrale et sans tampons

Pour les autres systèmes d'attelage, les valeurs limites ne sont pas encore définies.

Le coefficient de frottement des plateaux des tampons doit être tel qu'il satisfait les exigences de la STI au niveau des efforts latéraux maximaux.

Règles de maintenance:

Si les plateaux du tampon doivent être graissés pour respecter le coefficient de frottement exigé, alors le plan de maintenance doit prévoir des dispositions pour maintenir le coefficient de frottement à cette valeur.

4.2.4. FREINAGE

4.2.4.1. *Performances de freinage*

4.2.4.1.1. **Généralités**

Le but du système de freinage du train est de s'assurer que la vitesse du train peut être réduite ou qu'il peut être arrêté sur la distance de freinage maximale permise. Les facteurs fondamentaux qui agissent sur le processus de freinage sont la puissance de freinage, la masse du train, la vitesse, la distance de freinage permise, l'adhérence et le profil de la voie.

Les performances de freinage d'un train ou d'un véhicule est la résultante de la puissance de freinage disponible pour retenir le train dans les limites définies et de tous les facteurs impliqués dans la conversion et la dissipation de l'énergie y compris la résistance du train à l'avancement. Les performances individuelles d'un véhicule sont définies de telle manière que les performances de freinage globales du train puissent en être dérivées.

Les véhicules sont équipés du frein continu automatique.

Un frein est continu s'il permet la transmission de signaux et d'énergie de l'unité de commande centralisée à l'ensemble du train.

Un frein est automatique, s'il devient effectif sur la totalité du train, immédiatement après toute rupture produite par inadvertance dans la ligne de contrôle du train, par exemple sur la conduite générale.

Quand il n'est pas possible de voir l'état d'un frein, un indicateur visualisant son état doit être présent sur les deux cotés du véhicule.

Le stockage de l'énergie (ex. les réservoirs d'air d'alimentation du système de frein indirect pneumatique, les conduites de frein) et l'énergie de freinage utilisée pour produire l'effort de freinage (ex. les cylindres de frein du système de frein indirect pneumatique) sont utilisés exclusivement pour la fonction frein.

4.2.4.1.2. **Spécification fonctionnelle et technique**

4.2.4.1.2.1. *Ligne de contrôle du train*

La vitesse minimale de propagation du signal de frein doit être de 250 m/s.

4.2.4.1.2.2. *Puissance de freinage*

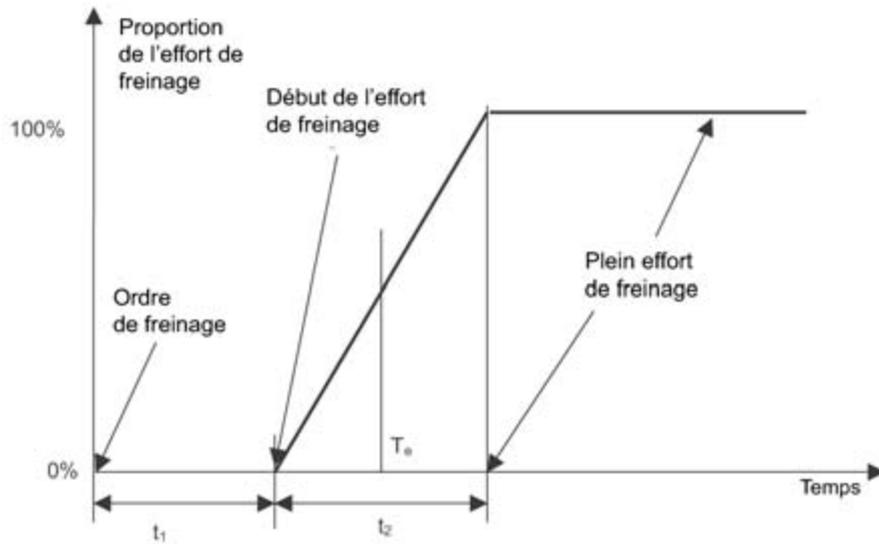
La puissance de freinage prend en compte le temps moyen d'application, la décélération instantanée, la masse et la vitesse initiale. La puissance de freinage est déterminée tant par les profils de décélération que par le pourcentage de la masse freinée.

Profil de décélération:

Le profil de décélération image la décélération instantanée prévue du véhicule (au niveau du véhicule) ou du train (au niveau du train) dans des conditions normales. La connaissance des profils individuels de décélération des véhicules permet le calcul du profil de décélération du train dans son ensemble.

Le profil de décélération comprend:

- a) le temps de réponse entre l'application de l'ordre de freinage et l'obtention du plein effort de freinage.

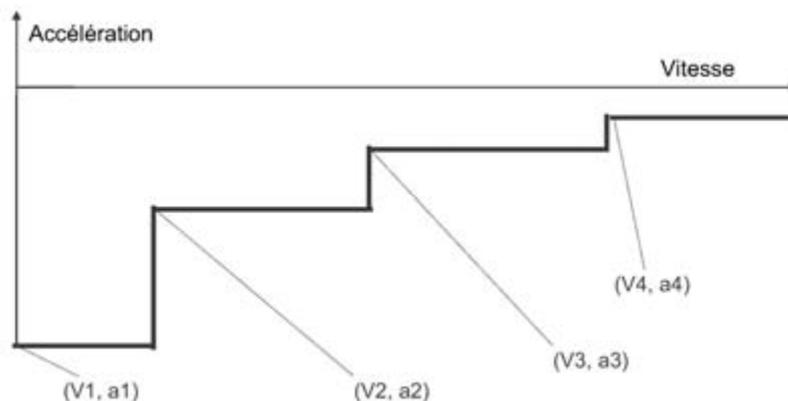


T_e est le temps équivalent d'application à la montée et est défini comme suit:

$$T_e = t_1 + (t_2/2)$$

Pour un frein pneumatique, la fin du temps, t_2 , correspond à 95 % de la pression atteinte au cylindre de frein.

- b) la fonction correspondante (**décélération = F(Vitesse)**) définie comme une succession de paliers d'une valeur de décélération constante.



NB: a indique la décélération instantanée et V la vitesse instantanée

Pourcentage de masse freinée:

Le pourcentage de masse freinée (λ) est le ratio de la somme des masses freinées divisée par la somme des masses des véhicules.

La méthode de détermination masses freinées/pourcentage de masse freinée reste applicable en plus de la méthode des profils de décélérations; le fabricant devra fournir ces valeurs. Cette information est exigée pour être inscrite au registre du matériel roulant.

La puissance de freinage d'un véhicule individuel doit être déterminée en cas de freinage d'urgence pour chaque mode de freinage (c'est-à-dire G, P, R, P + ep) disponible sur le véhicule et pour plusieurs cas de charge y compris au moins la tare et à charge pleine.

Mode de freinage G: Mode de freinage utilisé pour les trains de fret avec un temps d'application et de relâche du freinage spécifié.

Mode de freinage P: Mode de freinage pour les trains de fret avec un temps d'application et de desserrage du frein spécifié et un pourcentage de masse freinée spécifié.

Mode freinage R: Mode de freinage pour les trains de voyageurs et les trains de fret rapides avec un temps d'application et de desserrage du frein spécifié comme pour le mode P et un pourcentage minimum de masse freinée spécifié.

Frein Ep (Frein indirect Électropneumatique): Assistance au frein indirect à air qui utilise une commande électrique pour le train et des électrovalves pneumatiques sur le véhicule et de ce fait lance plus rapidement la mise en œuvre du freinage et avec moins de secousses qu'avec un frein à air.

Freinage d'urgence: Le freinage d'urgence est une commande du frein qui arrête le train pour garantir un niveau de sécurité spécifié sans dégradation quelle qu'elle soit du système de freinage.

Les performances minimales de freinage pour les modes G et P doivent être conformes à celles du tableau ci-après:

Mode de freinage — Plage (s) de T _e	Type de wagon	Équipements de commande	Charge	Exigences pour une vitesse de circulation à 100 km/h		Exigences pour une vitesse de circulation à 120 km/h	
				Maxi	Mini	Maxi	Mini
Mode de freinage «P» - 1,5 ≤ T _e ≤ 3s	Tout	Tout	VIDE	S = 480m λ = 100 % ⁽¹⁾ γ=0,91 m/s ² ⁽¹⁾	Cas A — semelles composées: S = 390m , λ = 125 %, γ=1,15m/s ² Cas B — autres cas: S = 380m , λ = 130 %, γ = 1,18m/s ²	S = 700 m λ = 100 % γ = 0,88m/s ²	Cas A — semelles composées: S = 580m , λ = 125 %, γ=1,08 m/s ² Cas B — autres cas: S = 560m , λ = 130 %, γ = 1,13 m/s ²
	«S1» ⁽²⁾	Vide/ Charge Dispositif	Charge intermédiaire	S = 810m λ = 55 % γg=0,51 m/s ²	Cas A — semelles composées: S = 390m , λ = 125 %, γ = 1,15 m/s ² Cas B — autres cas: S = 380m , λ = 130 %, γ = 1,18 m/s ²		
			CHARGE (Maximum = 22,5 t/ essieu)	S = 700 m λ = 65 % γ=0,60 m/s ²	Cas A — Frein uniquement sur les roues (semelles de frein): S = la plus grande valeur des deux (S = 480m , λ = 100 %, γ = 0,91 m/s ²) ou (S obtenu avec une force moyenne de retardement de 16,5 kN par essieu ⁽³⁾). Cas B — autres cas: S = 480m , λ = 100 %, γ = 0,91 m/s ²		
«S2» ⁽³⁾	Relais auto-variable	CHARGE (Maximum = 22,5 t/ essieu)	S = 700 m λ = 65 % γg = 0,60 m/s ²	Cas A — Frein uniquement sur les roues (semelles de frein): S = la plus grande valeur des deux (S = 480m , λ = 100 %, γ = 0,91 m/s ²) ou (S obtenu avec une force moyenne de retardement de 16,5 kN par essieu ⁽³⁾). Cas B — autres cas: S = 480m , λ = 100 %, γ = 0,91 m/s ²			

Mode de freinage — Plage (s) de T_c	Type de wagon	Équipements de commande	Charge	Exigences pour une vitesse de circulation à 100 km/h		Exigences pour une vitesse de circulation à 120 km/h	
	«SS» ⁽⁴⁾	Relais auto-variable	CHARGE (Maximum = 22,5 t/essieu)			Cas A — Frein uniquement sur les roues (semelles de frein): S = la plus grande valeur des deux ($S = 700 \text{ m}$, $\lambda = 100 \%$, $\gamma = 0,88 \text{ m/s}^2$) ou (S obtenu avec une force moyenne de retardement de 16 kN par essieu ⁽⁶⁾). Cas B — autres cas: $S = 700 \text{ m}$, $\lambda = 100 \%$, $\gamma = 0,88 \text{ m/s}^2$	
Mode de freinage «G» 9 $\leq T_c \leq 15 \text{ s}$				Il ne doit pas y avoir d'évaluation distincte de la puissance de freinage des wagons en position G. La masse freinée en position G d'un wagon sera identique à la masse freinée en position P.			

⁽¹⁾ S est obtenu selon l'annexe S, «1» = $((C/S) - D)$ selon l'annexe S, « γ » = $((\text{vitesse (km/h)}/3,6)^2)/(2 \times (S - (T_e) \times (\text{vitesse (km/h)}/3,6)))$, avec $T_e = 2 \text{ sec}$.

⁽²⁾ un wagon «S2» est un wagon muni d'un dispositif vide/chargé.

⁽³⁾ un wagon «S2» est un wagon muni d'un relais auto-variable

⁽⁴⁾ un wagon «SS» doit être muni d'un relais auto-variable.

⁽⁵⁾ la force moyenne de retardement admise (pour une vitesse de circulation de 100 km/h) est $18 \times 0,91 = 16,5 \text{ kN/essieu}$. Cette valeur vient de l'énergie maximum de freinage produite permise sur une roue à double semelle avec un diamètre nominal neuf dans la classe de [920 mm; 1 000 mm] durant le freinage (la masse freinée est limitée à 18 tonnes). Les roues d'un diamètre nominal neuf (< 920 mm) et/ou à freins à poussoir (push brakes) sont admises conformément aux règles nationales.

⁽⁶⁾ La force moyenne de retardement admise (pour une vitesse de circulation de 120 km/h) est de $18 \times 0,88 = 16 \text{ kN/essieu}$. Cette valeur vient de l'énergie maximum de freinage produite permise sur une roue à double semelle avec un diamètre nominal neuf dans la classe de [920 mm; 1 000 mm] durant le freinage (la masse freinée est limitée à 18 tonnes). Les roues d'un diamètre nominal neuf (< 920 mm) et/ou à freins à poussoir (push brakes) sont admises conformément aux règles nationales.

Ce tableau est basé sur une vitesse de référence de 100 km/h pour une charge à l'essieu de 22,5 t ainsi que sur une vitesse de référence de 120 km/h pour une charge à l'essieu de 22,5 t. Des charges à l'essieu plus importantes peuvent être acceptées conformément à des règles nationales sous conditions d'exploitation spéciales. Ces charges à l'essieu maximales admises doivent être conformes aux exigences de l'infrastructure.

Si un wagon est équipé de dispositif de protection d'anti-enrayage, les performances ci-dessus sont achevées sans l'activation de ce dispositif et conformément aux conditions de l'annexe S.

D'autres modes de freinage (ex: mode de freinage R) sont permis selon les règles nationales et avec utilisation obligatoire de dispositif de protection d'anti-enrayage comme spécifiée au point 4.2.4.1.2.6.

Accélérateur de vidange de la conduite générale

Si l'accélérateur de vidange de conduite de frein est installé séparément du wagon, un dispositif spécifique doit être capable de l'isoler de la conduite de frein. Le wagon est clairement marqué de manière à indiquer le dispositif d'isolement, ou le dispositif doit être sécurisé en position «ouverte» par un plomb.

4.2.4.1.2.3. Composants mécaniques

L'assemblage des composants de frein vise à empêcher tout détachement partiel ou complet de ces composants.

— **Régleur automatique du jeu**

Un dispositif de réglage automatique du jeu prévu de conception entre les garnitures de frein doit être fourni.

Une marge minimum de 15 mm de jeu doit se trouver entre le régleur et les autres composants.

Des dispositions doivent être prises pour le jeu nécessaire libre pour les extrémités du régleur et les connexions à maintenir à tous moments.

Pour les régleurs dans un bogie, il n'y a pas d'enveloppes spéciales. Mais, pour toutes les conditions de conception, le jeu minimum entre le régleur et les autres composants doit être assuré pour empêcher tout contact. Dans l'hypothèse d'exigence d'un jeu plus petit, les raisons qu'un contact ne peut arriver doivent être démontrées.

— **Demi accouplements pneumatiques**

L'ouverture de la tête de l'accouplement du frein à air automatique doit être orientée à gauche quand on regarde l'extrémité du véhicule. L'ouverture de la tête d'accouplement de la conduite principale doit être orientée à droite quand on regarde l'extrémité du véhicule.

Le véhicule doit être équipé de dispositifs permettant de suspendre les accouplements non utilisés au moins à 140 mm au-dessus du niveau du rail pour empêcher à la fois des dommages et, autant que possible, la pénétration de corps étrangers à l'intérieur de l'accouplement.

4.2.4.1.2.4. Stockage de l'énergie

Le stockage de l'énergie doit être suffisant pour obtenir lors d'un freinage d'urgence à la vitesse maximale, quel que soit l'état de charge du véhicule, un effort de freinage maximal sans alimentation en énergie supplémentaire (par exemple pour le système de freinage indirect à air comprimé: par la conduite de frein seulement et sans réalimentation par la conduite venant du réservoir principal). Si le véhicule est équipé de l'anti-enrayage, la condition ci-dessus reste applicable avec un anti-enrayage pleinement opérationnel (c'est-à-dire la consommation d'air de l'anti-enrayage).

4.2.4.1.2.5. Limites d'énergie disponible

Le système de freinage doit être conçu pour permettre au véhicule de circuler sur toutes les lignes existantes du système ferroviaire transeuropéen conventionnel.

Le système de freinage doit arrêter le véhicule chargé et maintenir sa vitesse sans aucun dommage mécanique ou thermique dans les conditions suivantes:

1. Réalisation de deux freinages d'urgence successifs à la vitesse maximale sur une voie en palier et en alignement avec un vent minimal et un rail sec.

2. Maintien de la vitesse à 80 km/h en pente avec une déclivité moyenne de 21 ‰ sur une distance de 46 km (La pente sud de la ligne du St Gothard entre Airolo et Biasca est la pente de référence).

4.2.4.1.2.6. Protection Anti-enrayage

Le dispositif anti-enrayage est un système conçu pour faire le meilleur usage de l'adhérence via la réduction contrôlée de l'effort de freinage et sa restauration pour éviter tout blocage et tout glissement incontrôlé des essieux, et ainsi optimiser la distance d'arrêt. Le dispositif d'anti-enrayage ne doit pas altérer les caractéristiques fonctionnelles des freins. L'équipement de production d'air est dimensionné pour que la consommation de l'anti-enrayage ne compromette pas les performances du frein pneumatique. Le processus de conception de l'anti-enrayage doit prendre en compte que l'anti-enrayage ne doit pas avoir d'effet destructif sur les pièces constitutives du véhicule (appareillage de frein, table de roulement, boîtes d'essieux, etc.).

Les types de wagons suivants doivent être équipés d'un anti-enrayage:

- a) wagons équipés de semelles de frein en fonte ou en matériau fritté, pour lesquels l'utilisation moyenne maximale de l'adhérence (δ) est supérieure à 12 ‰ ($\text{Lambda} \geq 135 \%$). L'utilisation moyenne maximale de l'adhérence est montrée en calculant l'adhérence moyenne (δ) de distances individuelles de freinage obtenues à partir d'une gamme possible de valeurs de masse de véhicules. δ est donc lié aux distances mesurées de freinage nécessaires pour déterminer les performances de freinage. ($\delta = f(V, T_e, \text{Distance d'arrêt})$).
- b) les wagons équipés uniquement de disques de frein, pour lesquels l'utilisation maximale de l'adhérence (voir ci-dessus la définition de l'utilisation maximale de l'adhérence (δ)) est supérieure à 11 ‰ et inférieure à 12 ‰ ($125 < \text{Lambda} \leq 135 \%$).
- c) les wagons ayant une vitesse maximale d'exploitation ≥ 160 km/h.

4.2.4.1.2.7. Alimentation en air

Les wagons de fret sont conçus pour fonctionner avec de l'air comprimé, conforme, au minimum, à la catégorie 4.4.5 de l'ISO 8573-1.

4.2.4.1.2.8. Frein de stationnement

Un frein de stationnement est utilisé pour se prémunir contre la mise en mouvement d'un matériel roulant garé dans des conditions spécifiées, en prenant en compte le lieu, le vent, la pente et l'état du chargement du matériel roulant, jusqu'à ce qu'il soit intentionnellement libéré.

Il n'est pas obligatoire que tous les wagons soient équipés d'un frein de parking. Les règles d'exploitation, qui prennent en compte le fait que tous les wagons d'un train ne sont pas équipés de ce frein, sont décrites dans la STI Exploitation et gestion du trafic.

Si le wagon est équipé d'un frein de stationnement il doit satisfaire aux exigences suivantes.

La source d'énergie fournissant l'effort du frein de stationnement doit être issue d'une source d'énergie différente de celle du frein de service automatique ou du frein d'urgence.

Le frein de stationnement doit agir sur au moins la moitié des essieux, avec un minimum de deux essieux par wagon.

S'il n'est pas possible de voir l'état du frein de stationnement, un indicateur visualisant son état doit être mis en place sur l'extérieur de chacun des deux cotés du véhicule.

Le frein de stationnement est accessible et manœuvrable depuis le sol ou depuis le véhicule. Des poignées ou des volants sont utilisés pour sa manœuvre, mais sa manœuvre depuis le sol se fait seulement à l'aide de volants. Les freins de parking manœuvrables depuis le sol doivent l'être des deux cotés du véhicule. Les poignées et les volants provoquent l'application du frein lorsqu'ils sont tournés dans le sens des aiguilles d'une montre.

Si les commandes du frein de stationnement sont placées dans le véhicule, elles sont accessibles des deux cotés. Si le frein de stationnement peut être appliqué conjointement avec d'autres freinages, soit en circulation, soit à l'arrêt, l'équipement du véhicule doit être capable de résister aux charges imposées, pour toute sa vie.

On peut relâcher manuellement le frein de stationnement, en situation d'urgence, véhicule à l'arrêt.

Le frein de stationnement doit être conforme au tableau ci-dessous

Wagon non spécialement repris ci-dessous.	Au minimum 20 % du parc du détenteur doit avoir un frein de stationnement manœuvrable depuis le wagon (des plates-formes ou passerelles) ou du sol.
Wagons construits spécialement pour le transport de chargements, repris ci-après ou/et selon la directive 96/49/CE (RID) du Conseil et nécessitant des précautions: Bétail; chargements fragiles; gaz comprimés ou liquéfiés; matériaux qui dégagent des gaz inflammables au contact de l'eau, entraînant leur combustion; acides; liquides corrosifs ou combustibles; chargements s'enflammant spontanément, inflammables ou facilement explosifs.	Un par wagon manœuvrable depuis le wagon (plate-forme ou passerelle).
Wagons avec des installations s'adaptant aux chargements qui doivent être maniés avec soin, par exemple wagons avec des jarres, des tonneaux, des réservoirs en aluminium, des réservoirs avec un revêtement en ébonite ou en émail, wagons grues (ou/et selon la directive 96/49/CE (RID) du Conseil)	Un par wagon manœuvrable depuis le wagon (plate-forme ou passerelle).
Wagons avec une superstructure construits spécialement pour le transport de véhicules routiers, y compris les wagons multi-ponts pour le transport des automobiles.	Un par wagon manœuvrable depuis le wagon (plate-forme ou passerelle) et 20 % de ceux disposant du frein de stationnement manœuvrables également depuis le plancher du wagon.
Wagons pour le transport de caisses mobiles démontables pour transbordement horizontal.	Un par wagon manœuvrable depuis le sol.
Wagons comprenant plusieurs éléments accouplés en permanence	Un minimum de deux essieux équipés (pour un élément)

Le frein de stationnement est conçu de telle manière que des wagons à pleine charge restent immobilisés sur une pente à 4,0 % avec une adhérence maximale à 0,15 et sans vent.

4.2.5. COMMUNICATIONS

4.2.5.1. **Capacité du véhicule à transmettre des informations à un autre véhicule**

Ce paramètre n'est pas encore applicable aux wagons de fret.

4.2.5.2. **Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol**

4.2.5.2.1. **Généralités**

L'application d'étiquettes électroniques d'identification n'est pas obligatoire. Si un wagon est équipé de dispositifs d'identification par fréquence radio (étiquette RFID), la spécification ci après est appliquée.

4.2.5.2.2. **Spécification fonctionnelle et technique**

Deux étiquettes «passives» sont installées, une de chaque coté du wagon, dans les zones indiquées à la figure F.1 de l'annexe F, de telle façon que le numéro unique d'identification du wagon puisse être lu par le dispositif situé en bord de voie (le *lecteur d'étiquette*).

Lorsqu'ils existent, les dispositifs situés en bord de voie (*lecteur d'étiquette*) sont capables de décoder les étiquettes passant à une vitesse allant jusqu'à 30 km/h et de mettre à la disposition du système de transmission des données basé au sol cette information décodée.

Les contraintes d'une installation type sont données à l'annexe F Figure F.2, où la position du lecteur est définie par un cône.

Les interactions physiques entre le lecteur et l'étiquette, les protocoles et les commandes et les schémas d'arbitrages de collision de messages doivent être conformes à l'ISO 18000-6 type A.

Lorsqu'ils sont installés, les lecteurs d'étiquette sont positionnés à l'entrée et à la sortie des sites où la formation des trains peut être modifiée.

Le lecteur d'étiquette fournit à l'interface de tout système de transmission de données au minimum les données suivantes:

- Identification sans ambiguïté du lecteur d'étiquette, parmi ceux qui peuvent être installés sur le même site, dans le but d'identifier la voie surveillée,
- Identification unique de tout wagon qui passe,
- Heure et date de passage pour chaque wagon.

Les informations relatives à l'heure et à la date doivent être suffisamment précises afin que le système de traitement ultérieur soit capable d'identifier la composition physique actuelle du train.

4.2.5.2.3. **Fonctionnement du dépôt central**

Conformément au plan de maintenance, les vérifications doivent comprendre:

- La présence des étiquettes
- La conformité de la réponse
- Les processus pour s'assurer que les étiquettes ne sont pas détériorées par les procédés de maintenance

4.2.6. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

4.2.6.1. **Conditions environnementales**

4.2.6.1.1. **Généralités**

Le processus de conception du matériel roulant, ainsi que le matériel embarqué, doit prendre en compte que ce matériel roulant doit être capable d'être mis en service et de fonctionner normalement dans les conditions et les zones climatiques pour lesquelles il est conçu et dans lesquelles il est susceptible de circuler, comme spécifié dans la présente STI.

Les conditions environnementales sont exprimées en plages de températures, etc. donnant ainsi à l'exploitant le choix pour choisir un véhicule adapté à une exploitation étendue à toute l'Europe ou à une utilisation plus limitée.

Le «registre de l'infrastructure» précise les plages de conditions environnementales susceptibles d'être rencontrées sur chacune des lignes. Ces mêmes plages seront utilisées comme références complémentaires pour les règles d'exploitation.

Les plages limites spécifiées sont celles qui ont une faible probabilité d'être dépassées. Toutes les valeurs spécifiées sont des valeurs maximales ou limites. Ces valeurs peuvent être atteintes mais ne surviennent pas en permanence. En fonction de la situation, il peut y avoir différentes fréquences d'apparition de ces valeurs dans un certain laps de temps.

4.2.6.1.2. **Spécifications fonctionnelles et techniques**

4.2.6.1.2.1. *Altitude*

Les wagons doivent fonctionner comme prévu pour des altitudes allant jusqu'à 2 000 m.

4.2.6.1.2.2. *Températures*

Tous les wagons prévus pour le trafic international doivent se conformer au minimum de la classe de température T_{RIV} .

La classe de température T_{RIV} est identique au niveau de température de conception de tous les wagons conformes au RIV existant avant la mise en œuvre de la présente STI. Le niveau de conception pour la classe T_{RIV} est donné à l'annexe O.

Les classes Ts et Tn de température externe existent en plus du niveau de conception de la classe T_{RIV}.

Classes	Niveau de conception par classes
T _{RIV}	Les sous-systèmes et composants ont différentes exigences en termes de température. Les détails sont donnés à l'annexe O.
	Classe de température de l'air à l'extérieur du véhicule [°C]
TN	- 40 + 35
Ts	- 25 + 45

Il est permis à un wagon T_{RIV} de circuler:

- en utilisation permanente sur les lignes Ts
- en utilisation permanente sur les lignes Tn pendant la période de l'année où la température devrait supérieure à — 25 °C
- en utilisation non permanente sur les lignes Tn pendant la période de l'année où la température devrait être inférieure à - 25 °C.

Remarque: Il incombe à l'entité adjudicatrice de décider de la classe supplémentaire de température en fonction de l'usage prévu (Tn, Ts, Tn + Ts, ou rien de plus que T_{RIV}).

4.2.6.1.2.3. Humidité

Les niveaux d'humidité externes suivants doivent être pris en considération:

Moyenne annuelle: ≤ 75 % d'humidité relative.

Sur 30 jours de l'année en continu: entre 75 % et 95 % d'humidité relative.

Occasionnellement, pour les autres jours: entre 95 % et 100 % d'humidité relative.

Maximum absolu d'humidité: 30 g/m³ survenant dans les tunnels.

Une légère condensation occasionnelle, due à l'exploitation, ne doit pas aboutir à un quelconque dysfonctionnement ou une quelconque défaillance.

Les chartes psychométriques des Figures G1 et G2 de l'annexe G donnent les plages de variation de l'humidité relative en fonction des différentes classes de températures, qui ne dépassent pas 30 jours par an.

Sur les surfaces refroidies, une humidité relative de 100 % peut apparaître causant de la condensation sur les pièces des équipements; elle ne doit pas provoquer un quelconque dysfonctionnement ou défaillance.

Des changements soudains de la température ambiante de l'air du véhicule, peuvent causer une condensation d'eau sur les pièces des équipements pour des taux de 3 K/s et une variation maximale de 40 K.

Ces conditions apparaissent notamment lors des entrées et sorties de tunnels, elles ne doivent pas provoquer un quelconque dysfonctionnement ou une quelconque défaillance.

4.2.6.1.2.4. Déplacements d'air

Lors de l'étude des wagons de fret, il faut se référer au point «Effets aérodynamiques», pour les vitesses de vent à prendre en considération.

4.2.6.1.2.5. Pluies

Une intensité de pluie de 6 mm/min doit être prise en compte. L'effet de la pluie est pris en considération en tenant compte, conjointement, de l'installation des équipements, du vent ainsi que du déplacement du véhicule.

4.2.6.1.2.6. *Neige, glace et grêle*

Il doit être pris en considération les effets de toutes sortes dus à la neige, la glace et/ou la grêle. Le diamètre maximal de grêlons à prendre en compte est de 15 mm, des tailles plus importantes peuvent se présenter exceptionnellement.

4.2.6.1.2.7. *Radiation solaire*

La conception de l'équipement doit permettre une exposition directe aux radiations solaires ayant une intensité de 1120 W/m² et ce pour une durée maximale de 8 h.

4.2.6.1.2.8. *Résistance à la pollution*

Les effets de la pollution sont pris en compte lors de l'étude des équipements et des composants. La sévérité de la pollution dépendra de la position des équipements. Des moyens sont mis en place pour réduire la pollution via l'utilisation de protections effectives. Les effets des différentes sortes de pollution sont à considérer:

Substances chimiques actives	Classe 5C2 de l'EN 60721-3-5:1997.
Fluides contaminant	Classe 5F2 (moteur électrique) de l'EN 60721-3-5:1997. Classe 5F3 (moteur thermique) de l'EN 60721-3-5:1997.
Substance biologiquement active	Classe 5B2 de l'EN 60721-3-5:1997.
Poussière	Définie par la classe 5S2 de l'EN 60721-3-5:1997.
Pierres et autres objets	Ballast et autres d'un diamètre maximal de 15 mm.
Herbes et feuilles, pollen, insectes volants, fibres etc.	Pour la conception des conduites de ventilations
Sable	Selon l'EN 60721-3-5:1997.
Brouillard salin	Selon l'EN 60721-3-5:1997 Classe 5C2.

4.2.6.2. **Effets aérodynamiques**

Point ouvert à spécifier lors de la prochaine révision de la STI.

4.2.6.3. **Vents traversiers**

Point ouvert à spécifier lors de la prochaine révision de la STI.

4.2.7. **SYSTÈMES DE PROTECTION**4.2.7.1. **Mesures d'urgence**

Il n'y a pas d'exigence pour les issues de secours et leur signalisation dans le cas des wagons de fret. Cependant, dans la perspective d'un accident, un plan de secours et des instructions connexes sont exigées.

4.2.7.2. **Sécurité incendie**4.2.7.2.1. **Généralités**

- La conception doit limiter l'inflammation et la propagation du feu.
- Les exigences relatives aux fumées toxiques ne sont pas décrites dans la présente STI.
- Les marchandises transportées sur les wagons de fret ne doivent pas être prises en compte en tant que sources primaires d'inflammation, ou en tant qu'éléments propagateurs du feu. Dans le cas du transport de marchandises dangereuses sur des wagons de fret, les seules exigences du RID doivent leur être appliquées pour tous les aspects de la sécurité incendie.
- Les marchandises des wagons de fret sont protégées contre les sources prévisibles d'inflammation apparaissant sur le véhicule.

- Les matériaux utilisés sur les wagons de fret limitent le départ d'un incendie et sa propagation, ainsi que la production de fumées, lorsqu'ils sont soumis à une première inflammation d'une puissance de 7 kW pendant 3 min.
- Les règles de conception sont appliquées pour tout équipement fixé au véhicule, s'il est une source potentielle d'inflammation, ex. dispositifs de refroidissement contenant des produits combustibles.
- Un État membre ne doit pas exiger l'installation de détecteurs de fumées sur des wagons de fret.
- Aucun critère d'incendie ne s'applique aux bâches souples.
- Aucun critère d'incendie ne s'applique aux matériaux des planchers s'ils sont protégés conformément aux exigences du premier alinéa du point 4.2.7.2.2.3.

4.2.7.2.2. Spécification fonctionnelle et technique

4.2.7.2.2.1. Définitions

Étanchéité au feu

Aptitude d'un élément de construction séparateur quand il est exposé au feu d'un côté, d'empêcher le passage des flammes, gaz chauds et autres effluents du feu ou l'apparition de flammes sur le côté non exposé.

Isolation thermique

Aptitude d'un élément de construction séparateur à empêcher une transmission excessive de la chaleur.

4.2.7.2.2.2. Références normatives

1	EN 1363-1 Octobre 1999	Tests de résistance au feu Partie 1: Exigences générales
2	EN ISO 4589-2 Octobre 1998	Détermination du comportement au feu au moyen de l'indice d'oxygène Partie 2: Essai à température ambiante
3	ISO 5658-2 1996-08-01	Essais de réaction au feu — Propagation du feu Partie 2: Propagation latérale sur les produits de construction en position verticale
4	EN ISO 5659-2 Octobre 1998	Plastiques — Production de fumées Partie 2: Détermination de la densité optique par un essai en enceinte unique
5	EN 50355 Novembre 2002	Applications ferroviaires — Câble à comportement au feu spécifié pour le matériel roulant ferroviaire — Isolation mince et d'épaisseur normale — Guide d'emploi

4.2.7.2.2.3. Règles de conception

Si le plancher n'offre pas de protection du chargement contre les étincelles, une protection particulière est à mettre en place.

Le dessous du plancher du véhicule, dans les endroits où il est exposé à des sources potentielles d'inflammation et, sans protection contre les étincelles, doit assurer pour une durée de 15 minutes l'isolation thermique et l'étanchéité au feu conformément à la courbe de température de l'EN 1363-1 [1].

4.2.7.2.2.4. Exigences relatives aux matériaux

Le tableau ci-après liste les paramètres utilisés pour définir les exigences et leurs caractéristiques. Il indique également si la valeur numérique de ces exigences, représente un maximum ou un minimum à respecter.

Tout résultat relevé égal aux exigences est un résultat conforme.

Méthode d'essai	Paramètre	Unités	Définition de l'exigence
EN ISO 4589-2 [2]	LOI	% oxygène	Minimum
ISO 5658 [3]	CFE	kWm ⁻²	Minimum
EN ISO 5659-2 [4]	D _{s max}	Sans unité	maximum

Une explication succincte des méthodes d'essai est donnée ci-dessous:

— **EN ISO 4589-2 [2] Détermination du comportement au feu au moyen de l'indice d'oxygène**

Cet essai spécifie la méthode permettant de déterminer la concentration minimale d'oxygène, dans un mélange d'azote, qui entretiendra la combustion de petites éprouvettes en position verticale dans des conditions d'essai spécifiées. Les résultats de l'essai définissent les valeurs de l'indice d'oxygène en fonction des pourcentages volumétriques.

— **ISO 5658 -2 [3] Essais de réaction au feu — Propagation du feu — partie 2 Propagation latérale sur les produits en position verticale**

L'essai spécifie la méthode d'essai permettant de mesurer la propagation latérale du feu le long d'une surface d'un échantillon du produit positionné verticalement. Il fournit des données appropriées pour comparer la performance de matériaux essentiellement plats, composites ou assemblés, qui sont utilisés en premier lieu comme surfaces extérieures des cloisons.

— **EN-ISO 5659-2 [4] Production de fumée partie 2 Détermination de la densité optique par un essai en enceinte unique**

L'échantillon du produit est monté horizontalement, au sein d'une enceinte et soumis à un flux thermique d'un niveau choisi d'exposition constante d'une valeur de 50 kW/m², en l'absence de flamme pilote.

Exigences minimales

Les pièces ou les matériaux qui ont une surface inférieure à celle de la classification de surface ci-dessous doivent subir des essais liés à des exigences minimales.

Méthode d'essai	Paramètre	Unité	Exigence
EN ISO 4589-2 [2]	LOI	% oxygène	≥ 26

Exigences pour des matériaux utilisés en surface

Méthode: Paramètre conditions	Paramètre	Unité	Exigence
ISO 5658-2 [3] CFE	CFE	kWm ⁻²	≥ 18
EN ISO 5659-2 [4] 50 kWm ⁻²	Ds max	Sans unité	≤ 600

Classification des surfaces

Tous les matériaux utilisés doivent satisfaire aux exigences minimales si la surface du matériau ou de l'élément est inférieure à 0,25 m² et, en plafond:

- La dimension maximale dans toute direction de cette surface est inférieure à un mètre et,
- la distance par rapport à une autre surface est supérieure à la dimension maximale de la surface (mesurée horizontalement dans toutes ses directions).

sur une paroi:

- la dimension maximale dans le sens vertical est inférieure à 1 m et,
- la distance par rapport à une autre surface est supérieure à la dimension maximale de la surface (mesurée verticalement).

Si une surface est supérieure à 0,25 m², alors les exigences pour le matériel utilisé en tant que surface s'appliquent.

Exigences pour les câbles

Les câbles utilisés dans les installations électriques des wagons de fret doivent être conformes à l'EN 50355 [5]. Pour les exigences de sécurité incendie, le niveau de risque 3 doit être pris en compte.

4.2.7.2.2.5. Maintenance des mesures de protection incendie

L'état des dispositifs d'étanchéité au feu et d'isolation thermique (ex. protection du plancher, protection contre les étincelles provenant des roues) doit être vérifié lors des grandes réparations ou lors de réparations intermédiaires, de manière adaptée par rapport aux solutions de conception et au retour d'expérience d'exploitation.

4.2.7.3. Protection électrique

4.2.7.3.1. Généralités

Toutes les parties métalliques d'un wagon de fret qui risquent d'être à des tensions excessives ou risquent de causer des accidents par leurs charges électriques de toutes origines doivent être mis au même potentiel que le rail.

4.2.7.3.2. Spécifications fonctionnelles et techniques

4.2.7.3.2.1. Connexion des wagons de fret au rail

Pour les wagons de fret, la résistance électrique entre les parties métalliques et le rail ne doit pas dépasser 0,15 ohm.

Ces valeurs doivent être mesurées en utilisant un courant continu de 50 A.

Si les matériaux, mauvais conducteurs, ne permettent pas d'obtenir les valeurs ci-dessus, les véhicules eux mêmes doivent être équipés de protections via les connexions de mises à la masse suivantes:

- La caisse doit être connectée au châssis en deux points différents au minimum;
- Le châssis doit être connecté à chaque bogie au moins en un point.

Chaque bogie doit être connecté de manière fiable, à au moins une boîte d'essieu. S'il n'y a pas de bogie, les connexions de mise à la masse ne sont pas nécessaires.

Chaque connexion de mise à la masse est réalisée au moyen d'un flexible résistant à la corrosion et ayant une section transverse conforme au matériau utilisé (la règle est de 35 mm² pour du cuivre)

Des conditions particulièrement restrictives, du point de vue de l'élimination des risques, doivent être prises dans le cas de véhicules spéciaux, par exemple des véhicules sans toits, occupés par des voyageurs installés dans leur propre voiture, des véhicules utilisés pour le transport de marchandises dangereuses (listées à la directive 96/49/CE et le RID, son annexe applicable).

4.2.7.3.2.2. Mise à la masse des équipements électriques des wagons de fret

Les wagons de fret munis d'un appareillage électrique doivent comporter une protection suffisante contre les chocs électriques. Lorsqu'un wagon de fret est équipé d'installations électriques, toutes les parties métalliques de ces équipements susceptibles d'être touchées par des personnes, doivent être reliées à la masse électriquement et de manière fiable si la tension nominale à laquelle elles peuvent être soumises est supérieure à:

- 50 V en courant continu
- 24 V en courant alternatif

- 24 V entre phases si le neutre n'est pas relié
- 42 V entre phases si le neutre est relié.

La section transversale du câble de connexion à la masse dépendra du courant de l'installation électrique, mais elle doit être de taille suffisante pour assurer un fonctionnement fiable, dans l'éventualité d'une défaillance des dispositifs de protection des circuits.

Toutes les antennes installées à l'extérieur des wagons de fret sont complètement protégées de la caténaire ou du troisième rail et le système doit constituer un élément électrique unique relié en un seul point. Une antenne installée à l'extérieur d'un wagon de fret qui ne serait pas conforme aux conditions précédentes doit être isolée.

4.2.7.4. **Fixation des porte-signaux**

4.2.7.4.1. **Généralités**

Tous les véhicules remorqués doivent avoir deux porte-signaux à chaque extrémité.

4.2.7.4.2. **Spécifications fonctionnelles et techniques**

4.2.7.4.2.1. *Caractéristiques principales*

Le porte-signaux doit avoir un point de fixation, comme défini dans la figure BB1 de l'annexe BB.

4.2.7.4.2.2. *Position*

Aux extrémités des véhicules, les porte-signaux doivent être disposés de telle manière que:

- ils sont placés, quant c'est possible, entre les tampons et les angles des véhicules
- ils sont espacés de plus de 1 300 mm l'un de l'autre
- l'axe du point de fixation est perpendiculaire à l'axe du wagon
- le côté supérieur du porte-signaux est à moins de 1 600 mm au-dessus du niveau du rail. Quand les véhicules sont équipés de lanternes de queue électriques, l'axe central de la lanterne de queue doit être à moins de 1 800 mm au-dessus du niveau du rail.
- comme cela figure sur le schéma BB2 de l'annexe BB, le gabarit général de la lanterne de queue doit s'y conformer.

Les porte-signaux sont situés dans une position telle que la lanterne, quand le support en est équipé, n'est pas cachée et est facilement accessible.

4.2.7.5. **Dispositions relatives aux équipements hydrauliques/pneumatiques des wagons de fret**

4.2.7.5.1. **Généralités**

Les équipements hydrauliques et pneumatiques doivent être conçus de manière à assurer la résistance de leur structure et permettre l'utilisation de raccords prévus pour exclure toute rupture en condition normale.

Les systèmes hydrauliques installés sur les wagons doivent être conçus de manière à empêcher tout signe visible de fuite du fluide hydraulique.

4.2.7.5.2. **Spécifications fonctionnelles et techniques**

Les mesures de protection doivent être telles qu'un actionnement involontaire des systèmes pneumatiques/hydrauliques est exclu.

Concernant les volets/tiroirs hydrauliques ou pneumatiques, un indicateur devra montrer qu'ils sont fermés correctement.

4.2.8. MAINTENANCE: PLAN DE MAINTENANCE

Toutes les activités de maintenance doivent être entreprises sur le matériel roulant conformément aux dispositions de cette STI.

Toute la maintenance sur le matériel roulant doit être entreprise conformément au plan de maintenance du matériel roulant concerné.

Le plan de maintenance doit être géré conformément aux dispositions spécifiées dans cette STI.

Après livraison par le fournisseur du matériel roulant et après son acceptation, une entité unique assumera la responsabilité de la maintenance du matériel roulant et la gestion du plan de maintenance.

Le Registre du matériel roulant, tenu par chaque État membre, devra définir l'entité responsable de la maintenance du matériel roulant et de la gestion du plan de maintenance.

4.2.8.1. **Définition, contenu et critères du plan de maintenance**

4.2.8.1.1.1. *Plan de Maintenance*

Le plan de maintenance est fourni avec le véhicule soumis au processus de vérification comme spécifié au point 6.2.2.3. de la présente STI, avant sa mise en service.

Le présent article précise les critères à utiliser pour vérifier le plan de maintenance.

Le plan de maintenance comprend:

— **Le dossier de justification de la conception.**

Le dossier de justification de la conception décrit les méthodes utilisées pour concevoir la maintenance, décrit les essais, les investigations, les calculs réalisés; donne les données pertinentes utilisées à ces fins et justifie leur provenance.

Ce dossier doit contenir:

- La description de l'organisation en charge de l'étude de la maintenance
- Les précédents, principes et méthodes utilisés dans la conception de la maintenance du véhicule.
- Les profils d'utilisation (Limites de l'utilisation courante du véhicule (km/mois, limites climatiques, types autorisés de chargement...) pris en compte pour la conception de la maintenance).
- Les essais, investigations, calculs réalisés.
- Les données afférentes utilisées pour la conception de la maintenance et la provenance de ces données (retour d'expérience, essais,...).
- La responsabilité et la traçabilité du processus de conception (nom, aptitudes, et position de l'auteur et de l'approbateur de chaque document).

— **La documentation de maintenance.**

La documentation de maintenance comprend tous les documents nécessaires pour réaliser la gestion et l'exécution de la maintenance du véhicule.

La documentation de maintenance est composée des pièces suivantes:

- Description organique/fonctionnelle (nomenclature fonctionnelle).

La nomenclature fonctionnelle définit les limites du wagon de fret en listant tous les objets appartenant à sa structure et en utilisant un numéro approprié de niveaux discrets pour distinguer les relations existant entre les différentes parties du matériel roulant. Le dernier objet identifié le long d'une branche doit être un élément remplaçable.

- Liste de pièces de rechange.

Contient les descriptions techniques des pièces de rechange (élément remplaçable) afin de permettre l'identification et l'acquisition de pièces de rechanges correctes.

- Limites pertinentes de sécurité/interopérabilité.

Pour la sécurité/interopérabilité des composants et pièces concernés, ce document doit donner les valeurs limites mesurables à ne pas dépasser en service (y compris l'exploitation en mode dégradé).

- Obligations légales.

Quelques composants ou systèmes sont soumis à des obligations légales (par exemple les réservoirs de frein, les citernes de marchandises dangereuses,...). Ces obligations doivent être listées.

- Le plan de maintenance

- liste, programme et donne les critères des opérations planifiées de maintenance préventive,

- liste et donne les critères des opérations conditionnelles de maintenance préventive,

- liste les opérations correctives de maintenance,

- donne les opérations de maintenance dépendant de conditions particulières d'utilisation.

Le niveau des opérations de maintenance doit être décrit. De même, les tâches de maintenance, réalisées par l'entreprise ferroviaire (entretien, vérifications, essais de frein, etc.) doivent être décrites.

NOTE: Quelques opérations de maintenance comme les révisions générales (niveau 4) et la remise à neuf, la transformation ou les très importantes réparations (niveau 5) peuvent ne pas être définies lors de la mise en service du véhicule. Dans ce cas, la responsabilité et les procédures destinées à définir de telles opérations de maintenance sont décrites.

- Manuels et livrets de maintenance

Le manuel explique la liste des tâches à entreprendre pour chaque opération de maintenance listée dans le plan de maintenance.

Certaines tâches de maintenance peuvent être communes à différentes opérations ou communes à différents véhicules. Ces tâches sont expliquées dans des livrets de maintenance spéciaux.

Les manuels et livrets doivent contenir les informations suivantes:

- Outillages spéciaux et aménagements

- Compétences standards ou statutairement spéciales requises pour le personnel (soudage, essais non destructifs, ...)

- Exigences générales en mécanique, électricité, fabrication et autres compétences techniques.

- Dispositions professionnelles et opérationnelles d'hygiène et de sécurité (y compris, et sans se limiter à la législation en vigueur, l'usage contrôlé des substances dangereuses pour la santé et la sécurité).

- Dispositions environnementales

- Détail de la tâche à réaliser en tant que minimum:

- Instructions de désassemblage/assemblage

- Critères de maintenance

- Contrôles et essais
- Pièces nécessaires pour réaliser la tâche
- Consommables nécessaires pour réaliser la tâche
- Essais et procédures à mettre en œuvre après chaque opération de maintenance avant de mettre en service.
- Traçabilité et enregistrements.
- Manuel de dépannage (diagnostic des défauts)

Y compris les diagrammes fonctionnels et les schémas

4.2.8.1.2. **Gestion du plan de maintenance.**

Dans le cas où les entreprises ferroviaires effectuent la maintenance sur le matériel roulant utilisé par elles, l'entreprise ferroviaire doit garantir la mise en place de processus capables de gérer la maintenance et l'intégrité opérationnelle du matériel roulant, en ce compris:

- Des informations dans le Registre du matériel roulant,
- La gestion des actifs, y compris des registres de toutes les activités de maintenance entreprises et celles restant à entreprendre sur le matériel roulant (qui seront sujettes à des délais spécifiques pour des niveaux différents d'archivage),
- Les logiciels pertinents,
- Des procédures pour la réception et le traitement d'informations particulières relatives au maintien opérationnel du matériel roulant découlant d'une circonstance quelconque y compris, sans s'y limiter, les incidents opérationnels ou liés à la maintenance pouvant affecter l'intégrité du matériel roulant au niveau de la sécurité,
- Des procédures pour l'identification, la génération et la diffusion d'informations particulières relatives au maintien opérationnel du matériel roulant découlant d'une circonstance quelconque y compris, sans s'y limiter, les incidents opérationnels ou liés à la maintenance pouvant affecter l'intégrité du matériel roulant au niveau de la sécurité et qui sont identifiés durant toute activité de maintenance,
- Les profils des services opérationnels du matériel roulant (y compris, sans s'y limiter, les tonnes kilométriques et le total kilométrique),
- Les processus pour la protection et la validation de tels systèmes.

Conformément aux dispositions énoncées à l'annexe III de la directive 2004/49/CE, le Système de gestion de la sécurité de l'entreprise ferroviaire doit démontrer que les dispositions de maintenance appropriées sont prises, assurant par conséquent le respect des exigences essentielles et des exigences de cette STI, y compris le respect des exigences du plan de maintenance.

Au cas où des entités autres que l'entreprise ferroviaire utilisant le matériel roulant seraient responsables de la maintenance du matériel roulant, l'entreprise ferroviaire utilisant le matériel roulant doit vérifier que toutes les procédures de maintenance pertinentes sont établies et réellement mises en œuvre. Cet aspect doit également être démontré de façon appropriée dans le Système de gestion de la sécurité de l'entreprise ferroviaire.

L'entité responsable de la maintenance du matériel roulant doit assurer que des informations fiables concernant les procédures de maintenance et les données spécifiées comme étant mises à disposition dans les STI, sont à la disposition de l'entreprise ferroviaire exploitante et doit démontrer la conformité du wagon avec les exigences essentielles de la directive 2004/16/CE modifiée en dernier lieu par la directive 2004/50/CE, à la demande de l'entreprise ferroviaire exploitante.

4.3. SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES DES INTERFACES

4.3.1. GÉNÉRALITÉS

Au vu des exigences essentielles du point 3, les spécifications fonctionnelles et techniques des interfaces sont ordonnées par sous-systèmes comme décrit ci-après:

- Sous-système Contrôle-Commande et signalisation
- Sous-système Exploitation et gestion du trafic
- Sous-système Applications télématiques aux services du fret
- Sous-système infrastructure
- Sous-système Énergie

Une interface supplémentaire a été identifiée avec la directive du Conseil suivante:

- la directive 96/49/CE du Conseil et son annexe (RID)

Une interface existe également avec la STI Rail Conventionnel «Bruit»

Pour chacune de ces interfaces, ces spécifications sont données dans le même ordre que dans le point 4.2, de la manière suivante:

- Structure et parties mécaniques
- Interactions véhicule/voie et gabarit
- Freinage
- Communications
- Conditions environnementales
- Systèmes de protection
- Maintenance

La liste suivante vise à indiquer quels sous-systèmes sont identifiés comme ayant une interface avec chaque paramètre fondamental de la présente STI:

Structure et parties mécaniques — (point 4.2.2):

Interface (par exemple accouplement) entre les véhicules et entre les trains *Sous-système Exploitation et gestion du trafic* et *Sous-système infrastructure*

Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant (point 4.2.2.2): *Sous-système Exploitation et gestion du trafic*

Résistance de la structure du véhicule (point 4.2.2.3.1): *Sous-système infrastructure*

Charge en service (fatigue) (point 4.2.2.3.3): Pas d'interfaces identifiées.

Rigidité de la structure du véhicule (point 4.2.2.3.4): Pas d'interfaces identifiées

Sécurisation du chargement (point 4.2.2.3.5): *Sous-système Exploitation et gestion du trafic*

Fermeture et verrouillage des portes (point 4.2.2.4): *Pas d'interfaces identifiées*

Marquage des wagons de fret (point 4.2.2.5): *Sous-système Exploitation et gestion du trafic*

Marchandises dangereuses (point 4.2.2.6): *Sous-système exploitation et gestion du trafic* et la directive 96/49/CE du Conseil ainsi que son annexe RID

Interactions véhicule/voie et gabarit (point 4.2.3):

Gabarit cinématique (point 4.2.3.1): Sous-système infrastructure

Charge à l'essieu statique, charge dynamique de la roue et charge linéaire de l'essieu (point 4.2.3.2) (Sous-système Contrôle-Commande et signalisation et sous-système Infrastructure)

Paramètres du matériel roulant agissant sur les systèmes de contrôle des trains basés au sol (point 4.2.3.3): Sous-système contrôle commande et signalisation

Comportement dynamique du véhicule (point 4.2.3.4) (Sous-système Infrastructure)

Efforts de compression longitudinaux (point 4.2.3.5): Sous-système exploitation et gestion du trafic et sous-système Infrastructure

Freinage (point 4.2.4):

Performances de freinage (point 4.2.4.1): Sous-système Contrôle commande et signalisation et Sous-système Exploitation et gestion du trafic

Communications (point 4.2.5):

Capacité du véhicule à transmettre des informations à un autre véhicule (point 4.2.5.1): Non encore applicable aux wagons de fret

Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol (point 4.2.5.2): Pas d'interfaces identifiées

Conditions environnementales (point 4.2.6)

Conditions environnementales (point 4.2.6): Sous-système Exploitation et gestion du trafic et Sous-système infrastructure

Effets aérodynamiques (point 4.2.6.2): Sous-système Exploitation et gestion du trafic

Vents traversiers (point 4.2.6.2): Sous-système Exploitation et gestion du trafic

Systèmes de protection (point 4.2.7):

Mesures d'urgence (point 4.2.7.1): Sous-système Exploitation et gestion du trafic

Sécurité incendie (point 4.2.7.2): Sous-système infrastructure

Protection électrique (point 4.2.7.3): Pas d'interfaces identifiées

Maintenance

Plan de maintenance (point 4.2.8): Sous-système Exploitation et gestion du trafic et STI Bruit

4.3.2. SOUS-SYSTÈME CONTRÔLE-COMMANDE ET SIGNALISATION

4.3.2.1. **Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire (point 4.2.3.2)**

Le point 4.2.3.2 de cette STI spécifie les charges à l'essieu minimales. Les spécifications correspondantes sont fixées à l'annexe A, appendice 1, point 3.1 de la STI «contrôle-commande et signalisation».

STI «contrôle-commande et signalisation» spécifie la distance maximum entre essieux afin de satisfaire aux exigences des circuits de voie. Les spécifications correspondantes sont fixées à l'annexe A, appendice 1, point 2.1 de la STI «contrôle-commande et signalisation».

4.3.2.2. **Roues**

Les roues sont spécifiées au point 5.4.2.3. Les spécifications correspondantes sont fixées au point 4.2.11 de la STI «contrôle-commande et signalisation».

4.3.2.3. **Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol**

- Détecteurs de boîtes chaudes (voir le point 4.2.3.3.2) (À spécifier lors d'une prochaine révision de la présente STI). Les spécifications correspondantes sont fixées au point 4.2.10 de la STI «contrôle-commande et signalisation».
- Détection électrique d'un essieu monté (point 4.2.3.3.1) Les exigences relatives à la détection électrique d'un essieu monté sont décrites dans la STI «contrôle-commande», appendice 1 de l'annexe A, point 3.5.
- Compatibilité du Matériel Roulant avec les systèmes de détection des trains

Les spécifications correspondantes sont fixées au point 4.2.11 de STI «contrôle-commande et signalisation».

4.3.2.4. **Freinage**

4.3.2.4.1. **Performances de freinage**

L'annexe A, index 4 de la STI «contrôle-commande et signalisation» pourrait préciser le nombre maximal de pas de la courbe de décélération (voir 4.2.4.1.2.2 b).

4.3.3. SOUS-SYSTÈME EXPLOITATION ET GESTION DU TRAFIC

Les interfaces avec le sous-système exploitation et gestion du trafic sont en cours d'examen (les références à la présente STI sont des points ouverts).

4.3.3.1. **Interface entre les véhicules, entre les rames de véhicules et entre les trains**

La STI Exploitation et gestion du trafic ou les Règles nationales d'exploitation pour les manœuvres spécifient les vitesses de débranchement en fonction de la capacité d'absorption d'énergie des tampons spécifiée au point 4.2.

La STI Exploitation et gestion du trafic spécifie la masse maximale du train en considérant les conditions géographiques et conformément à la résistance de l'accouplement spécifiée au point 4.2.

4.3.3.2. **Fermeture et verrouillage des portes**

Pas d'interface.

4.3.3.3. **Sécurisation du chargement**

- Les règles de chargement sont exigées pour préciser comment les wagons de fret doivent être chargés, en tenant compte de la manière dont le wagon de fret a été conçu pour transporter des marchandises particulières.

4.3.3.4. **Marquage des wagons de fret.**

La STI Exploitation et gestion du trafic établit les spécifications relatives à la numérotation des véhicules.

4.3.3.5. **Marchandises dangereuses**

Le sous-système gestion et exploitation du trafic doit préciser que lorsque des wagons de fret transportant des marchandises dangereuses sont incorporés dans la composition d'un train, sa configuration doit être conforme avec les exigences de la directive 96/49/CE du Conseil et son annexe dans leur version applicable.

4.3.3.6. **Forces longitudinales de compression**

En ce qui concerne les efforts de compression longitudinaux, la STI du Sous-système gestion et exploitation du trafic définit les exigences d'exploitation pour:

- conduire des trains
- la manœuvre des trains par les conducteurs y compris le freinage en ligne dans différentes conditions
- la pousse et débranchement des trains en fonctions des lignes et du réseau
- l'accouplement et manœuvre de types spéciaux de véhicules (Road-Railer™, Kombirail) dans les trains
- répartition des locomotives dans le train

4.3.3.7. **Performances de freinage**

La méthode de calcul de la courbe de décélération d'un nouveau wagon est décrite dans la présente STI en utilisant les paramètres techniques de chaque véhicule particulier.

La méthode de calcul de la puissance de freinage du train dans les conditions de service est décrite dans la STI Exploitation et gestion du trafic.

La STI exploitation et gestion du trafic définira les règles traitant des points ci-après:

- Classement des trains,
- Désactivation du frein, desserrage du frein et sélection du mode de freinage
- Communication à l'équipage et au personnel au sol des moyens et conditions de garer les wagons.
- Réduction de la vitesse en fonction des conditions d'adhérence en ligne du moment.
- Mettre à disposition des sabots d'arrêt le long des voies si nécessaire. Il n'est pas exigé que les wagons de fret transportent des sabots d'arrêt.
- Traiter du mode dégradé, particulièrement pour les trains courts.
- Essai de frein (contrôle en exploitation).
- Isolation du frein d'un wagon ayant un niveau de freinage supérieur au reste du train.

4.3.3.8. **Communications**

Pas d'interface.

4.3.3.8.1. **Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol**

Pas d'interface.

4.3.3.9. **Conditions environnementales**

Si la limite de conditions climatiques, définie au point 4.2.6.1.2 de la STI est dépassée, le système est en mode dégradé. Dans ce cas, des restrictions d'exploitation doivent être envisagées et des informations données à l'exploitant ou au conducteur du train. Concernant la température, le registre du matériel roulant et le registre de l'infrastructure donnent les valeurs pour une exploitation normale.

4.3.3.10. **Effets aérodynamiques**

Devant être spécifié dans la prochaine révision de la présente STI.

4.3.3.11. **Vents traversiers**

Devant être spécifié dans la prochaine révision de la présente STI.

4.3.3.12. **Mesures d'urgence**

La STI Exploitation et gestion du trafic spécifiera les dispositions d'urgence et plans de secours à mettre en place. Les instructions correspondantes doivent comprendre la description détaillée de la remise sur rails des véhicules et les procédures permettant de garantir le déplacement en toute sécurité des véhicules endommagés. Les entreprises ferroviaires doivent également examiner comment leur propre personnel et les personnels civils des secours d'urgence doivent être formés, y compris les exercices pratiques de simulation.

Les instructions traitant des situations d'urgence doivent prendre en compte les risques auxquels le personnel de secours peut être exposé en réponse, et doivent donner en détail la manière dont ces risques doivent être gérés. Les détails des risques provenant de la conception du wagon de fret et la façon dont ils peuvent être atténués doivent être donnés à l'entreprise ferroviaire afin de permettre la rédaction d'instructions intelligibles, par ou pour le compte du concepteur du wagon ou de son constructeur.

Ces instructions doivent également reprendre la liste des paramètres qu'il est nécessaire de contrôler sur les wagons de fret endommagés ou ayant déraillé dans une situation dégradée.

4.3.3.13. **Sécurité incendie**

Information aux conducteurs provenant du gestionnaire de l'infrastructure	Fournit les règles et le plan de secours à mettre en œuvre en cas d'incendie
--	--

4.3.4. SOUS-SYSTÈME APPLICATIONS TÉLÉMATIQUES AUX SERVICES DU FRET

Il n'y a pas d'interface entre les deux sous-systèmes.

4.3.5. SOUS-SYSTÈME INFRASTRUCTURE

À spécifier ultérieurement, une fois disponible la STI du sous-système «infrastructure».

4.3.5.1. **Interface entre les véhicules, entre les rames de véhicules et entre les trains**

4.3.5.2. **Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements**

4.3.5.3. **Gabarit cinématique**

4.3.5.4. **Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire**

4.3.5.5. **Comportement dynamique du véhicule**

4.3.5.6. **Forces longitudinales de compression**

4.3.5.7. **Conditions environnementales**

4.3.5.8. **Sécurité incendie**

4.3.6. SOUS-SYSTÈME ÉNERGIE

Il n'y a pas d'interface entre les deux sous-systèmes.

4.3.7. LA DIRECTIVE 96/49/CE DU CONSEIL ET SON ANNEXE (RID).

4.3.7.1. **Marchandises dangereuses**

Toute la réglementation spéciale concernant le transport des marchandises dangereuses est traitée par la directive 96/49/CE du Conseil et son annexe (RID) dans sa version applicable. Toutes dérogations, restrictions et exemptions sont également listées à la section II de la directive 96/49/CE du Conseil dans sa version en vigueur.

4.3.8. STI RAIL CONVENTIONNEL «BRUIT»

Pour assurer l'adhérence en cours avec les niveaux fixés dans la STI Rail Conventionnel «Bruit» (voir point 4.5), les wagons doivent être maintenus de manière appropriée.

Le plan de maintenance défini au point 4.2.8 doit inclure les mesures appropriées visant à traiter les défauts de surface des roues.

4.4. **RÈGLES D'EXPLOITATION**

Pour les wagons T_{RIV}, les conditions environnementales de basses températures (-25 °C to -40 °C) (voir point 4.2.6.1 de la présente STI) et/ou les conditions de neige/glace doivent être prises en compte soigneusement dans la phase de conception du matériel roulant. Même si cela est le cas, un niveau inférieur de fonctionnalité doit parfois être accepté et géré durant l'exploitation. Ceci doit être compensé par l'utilisation de procédures opérationnelles qui assurent le même niveau global de sécurité. Il est également important que les entreprises ferroviaires aient les qualifications nécessaires ou les compétences pour l'exploitation dans ces conditions.

4.5. RÈGLES DE MAINTENANCE

Au vu des exigences essentielles du point 3, les règles spécifiques à la maintenance du sous-système wagon de fret concerné par la présente STI sont celles décrites dans les points correspondants:

- 4.2.2.2 Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant
- 4.2.2.3 Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements
- 4.2.2.4 Fermeture et verrouillage des portes
- 4.2.2.6 Marchandises dangereuses
- 4.2.3.1 Gabarit cinématique
- 4.2.3.4 Comportement dynamique du véhicule
- 4.2.3.4.2.3 Règles de maintenance
- 4.2.3.5 Efforts longitudinaux de compression
- 4.2.5.2 Capacité du véhicule à échanger des informations avec le sol
- 4.2.7.2 Sécurité incendie

et notamment au point

- 4.2.8 Maintenance

Les règles de maintenance doivent être telles qu'elles permettent au wagon de satisfaire aux critères d'évaluation spécifiés au point 6 tout au long de sa durée de vie.

Le responsable de la gestion du plan de maintenance comme défini au point 4.2.8 doit définir les tolérances et les intervalles appropriés afin d'assurer une conformité continue. Il doit également décider des valeurs applicables en service lorsqu'elles ne sont pas spécifiées dans la STI.

Ceci signifie que les procédures d'évaluation décrites au point 6 de la présente STI doivent être satisfaites pour l'approbation de type, et ne sont pas nécessairement appropriées pour la maintenance. Il est possible de ne pas effectuer tous les essais à chaque événement de maintenance et ceux qui le sont peuvent faire l'objet de tolérances plus larges.

La combinaison des éléments ci-dessus assure la conformité continue aux exigences essentielles pendant toute la durée de vie du véhicule.

4.6. QUALIFICATIONS PROFESSIONNELLES

Les qualifications professionnelles exigées pour l'**exploitation** du sous-système rail conventionnel Matériel Roulant seront couvertes par la STI Exploitation et gestion du trafic.

Les exigences de compétence pour la **maintenance** du sous-système Rail conventionnel — Matériel Roulant doivent être détaillées dans le plan de maintenance (voir le point 4.2.8). Étant donné que les activités liées à la maintenance de niveau 1 ne s'inscrivent pas dans le domaine d'application de la présente STI, mais dans celui de la STI Exploitation et gestion du trafic, les qualifications professionnelles associées à ces activités ne sont pas spécifiées dans la présente STI Matériel Roulant.

4.7. CONDITIONS D'HYGIÈNE ET DE SÉCURITÉ

Mis à part les exigences précisées dans le plan de maintenance (voir point 4.2.8) de la présente STI, il n'y a pas d'exigences supplémentaires aux règles européennes applicables et aux règles nationales existantes compatibles avec les règles européennes pour l'hygiène et la sécurité du personnel de maintenance et d'exploitation.

Les activités afférentes au niveau de maintenance 1 ne rentrent pas dans le cadre de cette STI mais dans la STI Exploitation et gestion du trafic. Les conditions de santé et de sécurité au travail associées à ces activités ne sont pas spécifiées dans cette STI Matériel roulant.

4.8. REGISTRES DES INFRASTRUCTURES ET DU MATÉRIEL ROULANT

4.8.1. REGISTRE DE L'INFRASTRUCTURE

Le registre d'infrastructure doit contenir les données obligatoires suivantes comme indiqué dans l'annexe KK.

Les exigences du contenu du registre d'infrastructure rail conventionnel vis-à-vis du sous-système Matériel Roulant sont précisées dans le point 4.2.6.1 (conditions environnementales). Le gestionnaire d'infrastructure est responsable de l'exactitude des données fournies à faire figurer dans le registre d'infrastructure.

4.8.2. REGISTRE DU MATÉRIEL ROULANT

Le registre du matériel roulant doit contenir les données obligatoires suivantes pour tous les wagons de fret qui sont conformes à la présente STI comme indiqué dans l'annexe H.

Si l'État membre d'enregistrement change, le contenu du registre du matériel roulant pour le wagon concerné doit passer de l'État d'enregistrement précédent au nouvel État d'enregistrement.

Les données contenues dans le registre du matériel roulant sont exigées par:

- l'État membre pour confirmer que le wagon de fret satisfait aux exigences conformément à la présente STI,
- le gestionnaire de l'infrastructure pour confirmer que le wagon de fret est compatible avec l'infrastructure sur laquelle il devrait être exploité,
- l'entreprise ferroviaire pour confirmer que le wagon de fret est adapté aux exigences du trafic.

Sur le territoire des États membres, les exigences applicables au pays voisin tiers sont appliquées aux wagons de fret arrivant ou allant vers ces pays tiers, sous réserve des exigences supplémentaires qui définissent le critère minimum des interfaces entre les wagons de fret et l'infrastructure et les interfaces entre ces wagons de fret et les locomotives.

Quand les données qui sont disponibles pour ces wagons de fret sont moins nombreuses que celles exigées pour le registre du matériel roulant, l'entreprise ferroviaire doit mettre en place des arrangements pour assurer que ces véhicules peuvent circuler d'une manière sûre sur une infrastructure conforme aux STI.

5. CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

5.1. DÉFINITION

Au sens de l'article 2, point d) de la directive 2001/16/CE:

Les constituants d'interopérabilité sont «tout composant élémentaire, groupe de composants, sous-ensemble ou ensemble complet de matériels incorporés ou destinés à être incorporés dans un sous-système, dont dépend directement ou indirectement l'interopérabilité du système ferroviaire transeuropéen conventionnel. La notion de "constituant" recouvre des objets matériels mais aussi immatériels comme les logiciels».

Les constituants d'interopérabilité décrits au point 5.3 sont des constituants, dont la technologie, la conception, les matériaux, ainsi que les procédures de fabrication et d'évaluation sont définis et permettent leurs spécifications et leurs évaluations.

5.2. SOLUTIONS INNOVANTES

Comme annoncé au point 4.1 de la présente STI, les solutions innovantes peuvent demander des nouvelles spécifications et/ou de nouvelles méthodes d'évaluation. Ces spécifications doivent être développées selon la procédure décrite au point 6.1.2.3 (et 6.2.2.2).

5.3. LISTE DES CONSTITUANTS

Les constituants d'interopérabilité sont énoncés par les dispositions pertinentes de la directive 2001/16/CE et sont listés ci-dessous.

5.3.1. STRUCTURE ET PARTIES MÉCANIQUES

5.3.1.1. *Tampons*

5.3.1.2. *Organes de traction*

5.3.1.3. *Décalcomanies pour le marquage*

5.3.2. INTERACTIONS VÉHICULE/VOIE ET GABARIT

5.3.2.1. *Bogie et organes de roulement*

5.3.2.2. *Essieux montés*

5.3.2.3. *Roues*

5.3.2.4. *Essieux*

5.3.3. FREINAGE

5.3.3.1. *Distributeurs*

5.3.3.2. *Valve relais de charge variable/Frein à commutation automatique vide/chargé*

5.3.3.3. *Dispositif d'anti-enrayage*

5.3.3.4. *Régleur automatique du jeu*

5.3.3.5. *Cylindre de frein/actionneur*

5.3.3.6. *Demi accouplements pneumatiques*

5.3.3.7. *Robinet d'arrêt*

5.3.3.8. *Dispositif d'isolement du distributeur*

5.3.3.9. *Garniture de frein*

5.3.3.10. *Semelles de freins*

5.3.3.11. *Accélérateur de vidange de la conduite générale*

5.3.3.12. *Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé*

5.3.4. COMMUNICATIONS

5.3.5. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

5.3.6. SYSTÈMES DE PROTECTION

5.4. PERFORMANCES ET SPÉCIFICATIONS DES CONSTITUANTS

5.4.1. STRUCTURE ET PARTIES MÉCANIQUES

5.4.1.1. *Tampons*

Les spécifications du constituant d'interopérabilité «tampons» sont décrites au point 4.2.2.1.2.1 tampons, paragraphe intitulé «Caractéristiques des organes de choc».

Les interfaces relatives au constituant d'interopérabilité «tampons» sont décrites au point 4.3.3.1 pour l'exploitation et la gestion du trafic et au point 4.3.5.1 pour l'infrastructure.

5.4.1.2. **Organes de traction**

Les spécifications du constituant interopérabilité «organes de traction» sont décrites au point 4.2.2.1.2.2 Organes de traction, paragraphe intitulé «Caractéristiques de l'appareil de traction» et au point 4.2.2.1.2.3 Interactions des organes de choc et de traction, paragraphe intitulé «Caractéristiques des organes de choc et de traction».

Les interfaces relatives aux constituants d'interopérabilité «organes de traction» sont décrites au point 4.3.3.1 pour l'exploitation et la gestion du trafic et au point 4.3.5.1 pour l'infrastructure.

5.4.1.3. **Décalcomanies pour le marquage**

Si des marquages sont réalisés à l'aide de décalcomanies, ces derniers sont des constituants d'interopérabilité. Ces marquages sont spécifiés à l'annexe B.

5.4.2. INTERACTIONS VÉHICULE/VOIE ET GABARIT

5.4.2.1. **Bogie et organes de roulement**

L'intégrité de la structure des bogies et de leurs organes de roulement est importante pour l'exploitation en toute sécurité du système ferroviaire.

Les contraintes en exploitation des bogies et des organes de roulement sont déterminées par

- la vitesse maximale
- les caractéristiques statiques de la voie (alignement, gabarit de la voie, dévers, inclinaison du rail, irrégularités de la voie)
- les caractéristiques dynamiques de la voie (rigidité horizontale et verticale de la voie et amortissement)
- les paramètres du contact roue/rail (profils de la roue, du rail, gabarit de la voie)
- les défauts de la roue, (ex. plats, défauts de circularité des roues)
- la masse, l'inertie et la rigidité de la caisse, les bogies et les essieux montés,
- les caractéristiques de suspension des véhicules
- la répartition de la charge utile
- les performances de freinage.

Les spécifications des constituants d'interopérabilité «bogie et organes de roulement» sont décrites aux points 4.2.3.4.1, 4.2.3.4.2.1 et 4.2.3.4.2.2 Interactions véhicule/voie et gabarit.

Il est permis d'utiliser les bogies pour une autre exploitation, sans validation supplémentaire (essais) à condition que la gamme de paramètres applicables à cette nouvelle exploitation (y compris ceux de la caisse du véhicule) demeure inscrite dans la gamme déjà validée.

Afin d'assurer une exploitation sûre des bogies et des organes de roulement, ils doivent être conçus pour résister aux contraintes d'exploitation prévues en service. Les bogies et les organes de roulement doivent notamment satisfaire aux conditions d'essai détaillées au point 6.

La liste jointe ci-après en annexe Y donne les modèles de bogies qui, au moment où la présente STI est publiée, sont déjà considérés conformes à ses exigences pour certaines applications.

Les interfaces relatives au constituant d'interopérabilité bogie et organes de roulement avec le sous-système Contrôle-Commande et signalisation en termes d'espacement des essieux sont décrites au point 4.3.2.1 Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire.

Les wagons de fret doivent être conçus pour que leur exploitation en courbe ou sur des rampes et leur accès à des navires transbordeurs soit possible sans contact entre les bogies et la caisse. Les lisoirs des wagons à bogies doivent avoir une portée suffisante dans le plus petit rayon de courbure prévu pour la conception du wagon. Si le wagon ne peut être exploité qu'à un angle d'inclinaison pour accès aux navires transbordeurs inférieur à 2,5 degrés, il faut appliquer le marquage défini en annexe B, Fig. B 25. Si le wagon ne peut négocier que des rayons de courbure supérieurs à 35 mètres, il faut appliquer le marquage défini en annexe B, Fig. B 24.

5.4.2.2. Essieux montés

Interactions véhicule/voie et gabarit 4.2.4.1.2.5 Freinage et 4.2.7.3.2.1 Systèmes de protection.

La spécification détaillée est décrite au point 4.2.3.3.1 Résistance électrique, au point 4.2.4.1.2.5 Limites d'énergie disponible(en freinage) à l'annexe K et l'annexe E, dont certains éléments donnent des exemples de solutions.

Une spécification fonctionnelle complète du CI «essieu monté» est différée jusqu'à la prochaine révision de la présente STI.

Les interfaces relatives au constituant d'interopérabilité «essieu monté» avec le sous-système Contrôle-Commande et signalisation sont décrites au point 4.3.2.1 Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire.

5.4.2.3. Roues

La spécification détaillée est décrite à l'annexe L, dont certains éléments donnent des exemples de solutions, ainsi qu'à l'annexe E.

La publication d'une spécification fonctionnelle complète du CI roue est différée jusqu'à la prochaine révision de la présente STI.

Les interfaces relatives au constituant d'interopérabilité roue avec le sous-système Contrôle-Commande et signalisation sont décrites au point 4.3.2.1 Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire.

5.4.2.4. Essieux

La spécification détaillée est décrite à l'annexe M, dont certains éléments donnent des exemples de solutions.

La publication d'une spécification fonctionnelle complète du CI essieux est différée jusqu'à la prochaine révision de la présente STI.

Les interfaces relatives au constituant d'interopérabilité «essieu monté» avec le sous-système Contrôle-Commande et signalisation sont décrites au point 4.3.2.1 Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire.

5.4.3. FREINAGE**5.4.3.1. Constituants approuvés au moment de la publication de la présente STI**

La liste jointe ci-après en annexe FF donne les modèles de constituants «système de freinage» et «freins» qui, au moment où la présente STI est publiée, sont déjà considérés conformes à ses exigences pour certaines applications.

5.4.3.2. Distributeurs

La spécification fonctionnelle traitant du constituant d'interopérabilité distributeur est décrite aux points 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air.

Les interfaces relatives à ce constituant d'interopérabilité sont décrites au point I.1 de l'annexe I.

5.4.3.3. Valve relais de charge variable/Frein à commutation automatique vide/chargé

La spécification fonctionnelle traitant du constituant d'interopérabilité valve relais de charge variable/frein à commutation automatique vide/chargé est décrite au point 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air.

Les interfaces relatives à ce constituant d'interopérabilité sont décrites au point I.2 de l'annexe I.

5.4.3.4. Dispositif d'anti-enrayage

La spécification fonctionnelle traitant du constituant d'interopérabilité «dispositif d'anti-enrayage» est décrite aux points 4.2.4.1.2.6 Anti-enrayage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air.

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.3 de l'annexe I.

5.4.3.5. Régleur automatique du jeu

La spécification fonctionnelle du constituant d'interopérabilité Régleur automatique de jeu est décrite au point 4.2.4.1.2.3 Composants mécaniques.

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.4 de l'annexe I.

5.4.3.6. Cylindre de frein/actionneur

La spécification fonctionnelle du constituant d'interopérabilité cylindre de frein/actionneur est décrite aux points 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage, 4.2.4.1.2.8 Frein de stationnement, 4.2.4.1.2.5 Limites en énergie disponible et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air.

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.5 de l'annexe I.

5.4.3.7. Demi accouplements pneumatiques

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.6 de l'annexe I.

5.4.3.8. Robinet d'arrêt

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.7 de l'annexe I.

5.4.3.9. Dispositif d'isolement du distributeur

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.8 de l'annexe I.

5.4.3.10. Garniture de frein

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.9 de l'annexe I.

5.4.3.11. Semelles de freins

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.10 de l'annexe I.

5.4.3.12. Accélérateur de vidange de la conduite générale

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.11 de l'annexe I.

5.4.3.13. Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé

La spécification relative à ce constituant d'interopérabilité est décrite au point I.12 de l'annexe I.

6. EVALUATION DE LA CONFORMITE ET/OU DE L'APTITUDE À L'EMPLOI DES CONSTITUANTS ET VERIFICATION DU SOUS-SYSTÈME**6.1. CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ****6.1.1. PROCÉDURES D'ÉVALUATION**

Les procédures d'évaluation de la conformité ou de l'aptitude à l'emploi des constituants d'interopérabilité sont basées sur les spécifications européennes ou sur les spécifications approuvées conformément à la directive 2001/16/CE.

Dans le cas de l'aptitude à l'emploi, ces spécifications indiquent tous les paramètres qui sont à mesurer, contrôler ou observer, et décrivent les méthodes d'essais pertinentes ainsi que les procédures de mesurages, soit lors de simulations au banc d'essai, soit lors d'essais en environnement ferroviaire réel.

Le fabricant d'un Constituant d'Interopérabilité (CI) ou son mandataire établi dans la Communauté doit établir une déclaration CE de conformité ou une déclaration CE d'aptitude à l'emploi conformément à l'article 13.1 et à l'annexe IV de la directive 2001/16/CE, avant de mettre des CI sur le marché.

Les procédures d'évaluation de la conformité des CI définis au point 5 de la présente STI doivent être conduites en application des modules précisés au point 6.1.2.

L'évaluation de la conformité ou de l'aptitude à l'emploi d'un CI doit être conduite par un organisme notifié, quand spécifié dans la procédure, auprès duquel le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté a introduit une demande.

Les modules doivent être choisis pour être utilisés et associés en fonction du constituant considéré.

Les modules sont définis dans l'annexe Q de la présente STI.

Les phases prévues pour l'application des procédures d'évaluation de la conformité et de l'aptitude à l'emploi des constituants interopérabilité, définis au point 5 de la présente STI, sont précisées dans l'annexe Q, tableau Q.1 de la présente STI.

6.1.2. MODULES

6.1.2.1. *Généralités*

Pour la procédure d'évaluation de la conformité des constituants interopérabilité du sous-système Matériel Roulant, le fabricant ou son mandataire autorisé établi dans la Communauté peut choisir les modules suivants:

- a) La procédure d'examen de type (module B) pour la phase de conception et de développement, en association avec un module pour la phase de production: soit la procédure de management de la qualité de la production (module D), soit la procédure de vérification du produit (module F),

ou alternativement

- b) la procédure de management de la qualité complète avec examen de conception (module H2),

ou

- c) la procédure de management de la qualité complète (module H1).

Le module D ne peut être choisi que dans le cas où le fabricant applique un système de management de la qualité couvrant la production, l'inspection et les essais finaux des produits, approuvé et surveillé par un organisme notifié de son choix. L'évaluation des processus de soudage sera effectuée conformément à la réglementation nationale.

Les modules H1 et H2 ne peuvent être choisis que si le fabricant met en œuvre un système de management de la qualité pour la conception, la fabrication, le contrôle final des produits et les essais, approuvé et surveillé par un organisme notifié de son choix.

L'évaluation de la conformité doit couvrir les phases et les caractéristiques repérées par un «x» dans le tableau Q.1 de l'annexe Q de la présente STI.

6.1.2.2. *Solutions existantes pour les constituants d'interopérabilité*

Si une solution existante pour un constituant d'interopérabilité est déjà sur le marché européen avant l'entrée en application de la présente STI, les dispositions suivantes s'appliquent.

Le fabricant doit démontrer que des essais et vérifications des CI ont été considérés satisfaisants pour des applications précédentes dans des conditions comparables. Dans ce cas ces évaluations restent valables pour la nouvelle application.

Dans ce cas, le type peut être considéré comme déjà approuvé et une évaluation de type n'est pas nécessaire.

Conformément aux procédures d'évaluation définies pour les différents CI, le fabricant ou son mandataire autorisé établi dans la Communauté doit:

- soit appliquer la procédure de contrôle interne de la fabrication (module A),
- soit appliquer la procédure de contrôle interne de la conception avec vérification sur produit (module A1),
- soit appliquer la procédure de management de la qualité complète (module H1).

S'il n'est pas possible de démontrer que la solution a fait ses preuves de façon certaine dans le passé, le point 6.1.2.1 s'applique.

6.1.2.3. **Solutions innovantes pour les constituants d'interopérabilité**

Lorsqu'une solution proposée comme étant un constituant d'interopérabilité est innovante, telle que définie au point 5.2, le fabricant doit établir les écarts avec le paragraphe correspondant de la STI. L'Agence ferroviaire européenne doit finaliser les spécifications fonctionnelles et d'interface appropriées des constituants et développer les méthodes d'évaluations.

Les spécifications fonctionnelles et d'interface applicables et les méthodes d'évaluations seront prises en compte dans la STI au travers du processus de révision. Dès que ces documents sont publiés, la procédure d'évaluation des constituants interopérabilité peut être choisie par le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté comme indiqué au point 6.1.2.1

Consécutivement à l'entrée en vigueur d'une décision de la Commission, conformément à l'article 21, paragraphe 2 de la directive 2001/16/CE, la solution innovante peut être utilisée préalablement à son incorporation à la STI.

6.1.2.4. **Évaluation de l'aptitude à l'emploi**

Lorsqu'une procédure d'évaluation est basée sur l'expérimentation en service d'un constituant d'interopérabilité dans le sous-système Matériel Roulant, le fabricant ou son mandataire autorisé établi dans la Communauté doit appliquer la procédure de validation de type par expérimentation en service (module V).

6.1.3. SPÉCIFICATIONS POUR L'ÉVALUATION DES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

6.1.3.1. **Structure et parties mécaniques**

6.1.3.1.1. **Tampons**

Les tampons sont évalués par rapport à la spécification définie au point 4.2.2.1.2.1 tampons, paragraphe intitulé Caractéristiques des organes de choc.

6.1.3.1.2. **Organes de traction**

Les organes de traction sont évalués par rapport à la spécification définie au point 4.2.2.1.2.2 Organes de traction, paragraphe intitulé «Caractéristiques de l'appareil de traction» et au point 4.2.2.1.2.3 Interactions des organes de choc et de traction, paragraphe intitulé «Caractéristiques des organes de choc et de traction».

6.1.3.1.3. **Marquage des wagons de fret**

Les décalcomanies destinées aux marquages sont évaluées par rapport aux spécifications définies en annexe B.

6.1.3.2. **Interactions véhicule/voie et gabarit**

6.1.3.2.1. **Bogie et organes de roulement**

L'intégrité de la structure de la liaison caisse bogie, du châssis de bogie, de la boîte d'essieu ainsi que la fixation de tous les équipements doit être garantie. Cette garantie est donnée par l'utilisation de méthodes bien appropriées, telles que des démonstrations aux bancs d'essai, des validations par modélisation, des comparaisons avec des conceptions existantes approuvées par ou pour le compte d'un système d'approbation nationale et qui sont utilisées pour une exploitation similaire et dans des conditions semblables ainsi que par toute autre méthode.

Les conditions d'essai applicables aux bogies circulant sur des voies de gabarit standard dans des conditions normales de vitesse et de qualité de voie, sont définies à l'annexe J. Ils représentent uniquement la partie commune de l'ensemble total des essais qui sont à entreprendre sur tous les types de châssis de bogie.

Il n'est pas possible de spécifier la nature essentielle de tous les essais pour chacun des composants spécifiques aux bogies, notamment pour les roulements de boîte, les liaisons caisse bogie, les amortisseurs ainsi que les freins. Ces essais doivent être développés au cas par cas, en prenant pour guide les essais repris ci-dessus. Les objectifs ainsi que la définition des paramètres d'essai sont détaillés ci-dessous.

Ces observations s'appliquent également au cas des châssis de bogie prévus pour une exploitation sur une ligne avec un gabarit différent ou dans des conditions d'exploitation vraiment différentes ainsi que lorsque le bogie est de conception nouvelle.

Les trois essais décrits aux points J1, J2 et J3 de l'annexe J ont été définis pour:

- optimiser la construction du châssis de bogie (poids, vitesse),

- compléter les informations résultant des calculs,
- s'assurer que les châssis de bogies sont adaptés pour résister aux charges en service sans apparition de déformations permanentes ou de fissures qui conduiraient à une réduction de la sécurité ou à des coûts de maintenance élevés.

Si une solution comparable n'est pas disponible, l'expérience a montré que trois essais sont à exiger: deux essais statiques (points J1 et J2 de l'annexe J), et un essai dynamique (point J3 de l'annexe J).

Les deux essais statiques seront effectués en premier lieu; ils permettent, notamment, de refuser tout type de bogie qui n'atteindrait pas les exigences relatives aux efforts minimaux.

L'essai dynamique (essai de fatigue) a pour objectif de vérifier si la conception du bogie est robuste, et si des fissures de fatigue sont susceptibles d'apparaître en service.

Les valeurs des charges applicables qui ont été utilisées pour la définition des essais, résultent notamment des essais en ligne.

Les essais repris au point J1 de l'annexe J sont considérés représenter les charges maximales susceptibles d'apparaître en service, sans prendre en compte celles dues à des accidents.

Les essais des points J2 et J3 de l'annexe J sont considérés représenter, en moyenne, le total cumulé des différentes charges sollicitant le bogie, tout au long de sa durée de vie en service.

Le nombre de cycles de l'essai de fatigue a été choisi pour simuler une durée totale d'exploitation de 30 ans, au rythme de 100 000 km par an. Si ce choix n'est pas représentatif du cycle de vie prévu, les cas de charge doivent être modifiés.

La répartition de ces cycles, en trois étapes distinctes d'application de charge, a été faite en vue d'optimiser les structures du châssis de bogie. Notamment, la possibilité de voir apparaître des fissures pendant le dernier stade d'application des charges, fournit les moyens d'identifier les zones les plus contraintes, pour lesquelles un soin particulier sera apporté lors de la fabrication, lors des essais en production et au cours des opérations d'entretien.

Pour garantir la validité des essais définis aux points J1, J2 et J3 de l'annexe J, une attention particulière doit être accordée à la mise en œuvre pratique. Notamment: -

Les châssis de bogie doivent être équipés, lors des essais statiques des points J1 et J2 de l'annexe J, de jauges de contraintes unidirectionnelles dans les endroits où les contraintes se présentent dans une direction clairement identifiée; sinon dans les autres endroits, des jauges de contrainte tridimensionnelles (dites rosettes) doivent être utilisées.

La partie active de ces jauges ne doit pas dépasser 10 mm.

Les jauges de contrainte et les rosettes sont fixées au châssis de bogie en tous points hautement sollicités, notamment dans les zones de concentrations de contraintes.

Le support d'essai doit être conçu pour reproduire les forces agissant sur le châssis de bogie, avec ses déformations, telles qu'elles se présentent en service. Une attention particulière doit être apportée à la transmission des charges verticales et transversales qui dans certains cas sont réparties sur différents éléments (ex. le pivot, les ressorts, les butées, ...).

Les essais statiques sont réalisés sur un bogie complet, équipé de sa suspension. Dans la plupart des cas, pour des raisons pratiques, cette configuration n'est pas adaptée à la réalisation des essais de fatigue; une étude séparée doit donc être conduite pour définir le support d'essai.

Les châssis de bogie utilisés pour les trois essais doivent être complets, et équipés des éléments assurant les liaisons (des amortisseurs, des freins, etc.). Les châssis de bogie sont rigoureusement conformes aux dessins de production et fabriqués dans les mêmes conditions que ceux de la production de série.

Si des fissures ou des ruptures apparaissent lors de l'essai de fatigue, dont l'origine provient de défauts de fabrication qui n'ont pas été détectés lors du précédent essai statique appliqué au châssis de bogie, alors l'essai doit être recommencé sur un autre châssis de bogie. Si les défauts sont confirmés, la conception doit être considérée comme non satisfaisante.

6.1.3.2.2. Essieux montés

L'évaluation des essieux montés est décrite à l'annexe K.

6.1.3.2.3. Roues

L'évaluation de la conception et du produit est décrite à l'annexe L.

6.1.3.2.4. Essieux axes

L'évaluation de la conception et du produit est décrite à l'annexe M.

6.1.3.3. Freinage

Voir annexe P

6.2. SOUS-SYSTÈME WAGONS DE FRET DU MATÉRIEL ROULANT DU RÉSEAU CONVENTIONNEL**6.2.1. PROCÉDURES D'ÉVALUATION**

À la demande de l'entité adjudicatrice ou de son mandataire établi dans la Communauté, les organismes notifiés réalisent les vérifications CE conformément à l'annexe VI de la directive 2001/16/CE.

Si l'entité adjudicatrice peut démontrer que des essais ou des vérifications, se rapportant au sous-système du Matériel Roulant conventionnel, peuvent être considérés satisfaisants pour des applications précédentes, ces évaluations sont prises en compte lors de l'évaluation de la conformité.

Les wagons de fret modifiés dans les limites spécifiées à l'annexe II ne nécessiteront pas de nouvelle évaluation de conformité.

L'impact d'un changement de poids sur les composants critiques de sécurité, sur les composants liés à la sécurité, sur l'interaction entre l'infrastructure et le wagon de fret et sur la classification des catégories de lignes conformément au point 4.2.3.2 doit être étudié dans tous les cas.

Lorsque spécifié dans la présente STI, la vérification CE du sous-système Matériel Roulant conventionnel prend en compte ses interfaces avec les autres sous-systèmes du système ferroviaire conventionnel.

L'entité adjudicatrice doit établir une déclaration CE de vérification du sous-système Matériel Roulant conformément à l'Article 18, paragraphe 1 et à l'annexe V de la directive 2001/16/CE.

6.2.2. MODULES**6.2.2.1. Généralités**

Les modules à choisir pour les procédures de vérification sont définis dans l'annexe AA.

Pour la procédure de vérification des exigences des wagons fret spécifiées au point 4, l'entité adjudicatrice ou son mandataire établi dans la Communauté peut choisir les modules suivants:

- a) la procédure d'examen de type (module SB) pour la phase de conception et de développement, en association avec un module pour la phase de production:
 - Soit la procédure de management de la qualité en production (module SD),
 - Soit la procédure de vérification sur produits (module SF),ou
- b) la procédure de management de la qualité complète avec examen de conception (module SH2).

Le module SD peut être choisi quand l'entité adjudicatrice ou les contractants principaux quand ils sont impliqués mettent en œuvre un système de management de la qualité pour la fabrication, le contrôle final des produits et les essais, approuvé et surveillé par un organisme notifié de son/leur choix. L'évaluation des procédés de soudage est effectuée conformément aux dispositions nationales.

Le module SH2 peut être choisi quand l'entité adjudicatrice ou les contractants principaux quand ils sont impliqués mettent en œuvre un système de management de la qualité pour la conception, la fabrication, le contrôle final des produits et les essais, approuvé et surveillé par un organisme notifié de son/leur choix.

Les éléments complémentaires suivants doivent être pris en considération dans l'utilisation de ces modules:

- Module SB: en relation au point 4.3 du module, une revue de conception est exigée,
- Pour la phase de fabrication, modules SD, SF et SH2: l'application de ces modules doit permettre d'assurer la conformité des wagons avec le type approuvé, conformément à sa description dans le certificat d'examen de type. En particulier, l'application doit démontrer que la fabrication et l'assemblage sont réalisés avec les mêmes composants et les mêmes solutions techniques que celles du type approuvé.

6.2.2.2. **Solutions innovantes**

Quand un wagon de fret intègre une solution innovante, comme défini au point 4.1, le fabricant ou l'entité adjudicatrice doit établir les écarts avec le paragraphe correspondant de la STI.

L'Agence ferroviaire européenne doit finaliser les spécifications fonctionnelles et d'interface appropriées pour cette solution et développer les méthodes d'évaluation.

Les spécifications fonctionnelles et d'interface et les méthodes d'évaluation seront prises en compte dans la STI au travers du processus de révision. Dès que ces documents sont publiés, la procédure d'évaluation pour les wagons de fret peut être choisie par le fabricant ou l'entité adjudicatrice ou son mandataire autorisé établi dans la Communauté comme indiqué au point 6.2.2.1.

Consécutivement à l'entrée en vigueur d'une décision de la Commission, conformément à l'article 21, paragraphe 2 de la directive 2001/16/CE, la solution innovante peut être utilisée préalablement à son incorporation à la STI.

6.2.2.3. **Évaluation de la Maintenance**

Conformément à l'article 18.3 de la directive 2001/16/CE, l'organisme notifié est chargé de la constitution du dossier technique, qui inclut le dossier de maintenance.

L'évaluation de la conformité de la maintenance est la responsabilité de chaque État membre concerné. L'annexe DD (qui reste un point ouvert) décrit la procédure par laquelle chaque État membre vérifie que les dispositions de maintenance répondent aux obligations de la présente STI et assure le respect des paramètres fondamentaux et des exigences essentielles pendant la durée de vie du sous-système.

6.2.3. SPÉCIFICATIONS D'ÉVALUATION DU SOUS-SYSTÈME

6.2.3.1. **Structure et parties mécaniques**

6.2.3.1.1. **Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements**

La validation de la conception doit suivre les exigences de l'article 6 de la norme EN 12663.

Si aucune démonstration de l'intégrité structurelle n'a été réalisée par calcul, le programme d'essai peut prévoir un essai de tamponnement tel que défini dans l'annexe Z.

Si des essais ont été réalisés sur des composants ou des sous-systèmes similaires, il n'est pas nécessaire de les répéter, pourvu qu'une justification claire et sûre indiquant que les essais précédents sont applicables au cas concerné puisse être fournie.

6.2.3.2. **Interactions véhicule/voie et gabarit**

6.2.3.2.1. **Comportement dynamique du véhicule**

6.2.3.2.1.1. *Application de la procédure d'approbation de type partiel*

Quand le type d'un wagon a déjà été approuvé, des modifications de certaines caractéristiques (voir point 4.2.3.4.1) ou des conditions de son exploitation qui affectent son comportement dynamique, peuvent nécessiter des essais complémentaires.

6.2.3.2.1.2. Certification des nouveaux wagons

Quand des nouveaux wagons doivent être approuvés lors des essais de réception, ces essais peuvent être réalisés soit:

- 1) Par mesurages des efforts roues/rail

ou

- 2) Par mesurage des accélérations

ou

- 3) Par une modélisation validée

ou

- 4) Par comparaison à des véhicules existants

La limite précise des valeurs peut varier selon les méthodes d'essai et d'analyse utilisées.

6.2.3.2.1.3. Exemptions de l'essai de comportement dynamique pour les wagons construits ou modifiés pour porter leur vitesse de circulation à 100 km/h ou 120 km/h

Les wagons de fret sont autorisés à circuler jusqu'aux vitesses de 100 km/h ou de 120 km/h sans avoir à réaliser l'essai de comportement dynamique s'ils satisfont aux conditions reprises dans les points suivants:

- Forces de compressions longitudinales 4.2.3.5
- Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire 4.2.3.2

et s'ils sont équipés d'une suspension ou d'un bogie du type énuméré ci-dessous.

Wagons à deux essieux

Ces wagons sont équipés avec les types de suspension listés au tableau relatif aux wagons à deux essieux de l'annexe Y.

Wagons à bogies à deux essieux

Les wagons de fret sont équipés de types de bogies ou leurs variantes, sous réserve que les modifications effectuées par rapport au type original n'affectent que des éléments n'ayant pas d'influence sur leur comportement dynamique. Ces bogies sont listés dans les deux tableaux relatifs aux wagons à bogies de l'annexe Y.

Wagons à bogies à trois essieux

Les wagons de fret sont équipés de types de bogies ou leurs variantes, sous réserve que les modifications effectuées par rapport au type original n'affectent que des éléments n'ayant pas d'influence sur leur comportement dynamique. Ces bogies sont listés dans le tableau relatif aux wagons à bogies à trois essieux de l'annexe Y.

6.2.3.2.2. Forces longitudinales de compression pour des wagons de fret munis de tampons latéraux

S'il est nécessaire d'exiger la certification des forces de compression longitudinales admissibles par des essais, alors ces essais doivent être conduits selon la méthode décrite dans l'annexe R, au minimum avec les zones de mesurage indiquées dans cette annexe.

6.2.3.2.3. Mesurage des wagons de fret

La preuve que les déviations par rapport aux dimensions nominales restent dans les tolérances admises (EN 13775 parties 1 à 3 et prEN 13775 parties 4 à 6) doit découler du mesurage des châssis de wagon de fret et des bogies.

6.2.3.3. **Freinage**6.2.3.3.1. **Performances de freinage**

Les méthodes utilisées pour déterminer la puissance de freinage sont décrites à l'annexe S.

6.2.3.3.2. **Minimum d'essais du système de freinage**

Les essais et valeurs limites reprises ci-dessous s'appliquent aux wagons équipés de freins pneumatiques conventionnels pour trains de fret.

Ces essais ne doivent être réalisés qu'avec une seule conduite en service (la conduite générale). Des essais avec le réservoir auxiliaire rempli en permanence par le réservoir principal de la conduite principale doivent aussi être conduits pour démontrer le bon fonctionnement du système de freinage dans cette configuration.

La pression normale de fonctionnement de la conduite générale (pression de régime) du frein à air conventionnel est de 5 bars. Ces essais doivent être réalisés à cette pression. En outre des essais aléatoires doivent être réalisés pour assurer que le fonctionnement du frein n'est pas négativement affecté par une diminution ou une augmentation de la pression de service n'excédant pas 1 bar.

Les essais doivent être réalisés en mode de freinage «P» et en mode de freinage «G», quand le dispositif correspondant est installé. Lorsque des systèmes de freinage variable ou vide/chargé sont installés, les essais doivent être effectués en configurations «vide» et «chargé» pour s'assurer que le fonctionnement du frein n'est pas affecté de manière préjudiciable et qu'il est conforme aux dispositions de la présente STI.

L'utilisation de système électrique ou d'autres moyens pour commander le frein est admise sous réserve que les principes de la présente STI soient maintenus. Le niveau équivalent de sécurité doit être démontré.

Les essais listés dans le tableau ci dessous sont basés sur un véhicule indépendant à l'arrêt ou sur un train à l'arrêt

L'évaluation de la conception et de la fabrication des constituants d'interopérabilité considérés individuellement est décrite à l'annexe P.

Caractéristiques du frein pneumatique		
N°	Caractéristique	Valeur limite
1	Temps d'alimentation du cylindre de frein à 95 % de sa pression maximale	<i>Réglage P</i> 3 -5 secondes (3-6 secondes dans le cas d'un système vide/chargé) <i>Réglage G</i> 18-30 secondes
2	Temps de desserrage du cylindre de frein à une pression de 0,4 bar	<i>Réglage P</i> 15-20 secondes Pour un poids total de 70 tonnes ou plus, il est admis que le temps de desserrage soit de 15 à 25 secondes. <i>Réglage G</i> 45-60 secondes. Dans le cas de freins munis d'une commande pneumatique à variation de charge, le temps de desserrage est le temps devant s'écouler avant que n'apparaisse une pression de 0,4 bar dans la chambre de commande de valve (pression pilote).
3	Diminution de pression nécessaire dans la conduite de frein pour obtenir une pression maximale au cylindre de frein	1,5 ± 0,1 bar
4	Pression maximale au cylindre de frein	3,8 ± 0,1 bar

Caractéristiques du frein pneumatique		
N°	Caractéristique	Valeur limite
5	Sensibilité/Insensibilité L'insensibilité du frein à des lentes diminutions de la pression dans la conduite de frein doit être telle que le frein n'est pas activé si la pression normale de fonctionnement tombe de 0,3 bar en une minute. La sensibilité du frein à des diminutions de la pression dans la conduite de frein, doit être telle que le frein est activé en 1,2 seconde si la pression normale de fonctionnement tombe de 0,6 bar en 6 secondes.	Le frein ne doit pas être activé avec une chute de pression de 0,3 bar en une minute. Le frein est activé en 1,2 seconde avec une chute de pression de 0,6 bar en 6 secondes.
6	Fuite à la conduite de frein à partir d'une pression initiale de 5 bars	perte de pression de 0,2 bar maximum en 5 minutes
7	Étanchéité des cylindres de frein, des réservoirs auxiliaires et des réservoirs de commande réalisée à partir d'une pression initiale de $3,8 \pm 0,1$ bar aux cylindres de freins et d'une pression de 0 bar dans la conduite générale	0,15 bar maximum de pression perdue en 5 minutes, mesurée au réservoir auxiliaire
8	Desserrage manuel du frein à air automatique	Frein desserré
9	Progressivité dans les variations de serrage et de desserrage dans la conduite de freins	Inférieur ou égal à 0,1 bar
10	Pression correspondant au retour à la position d'alimentation au moment du desserrage	Conduite générale: 0,15 bar sous la pression en cours Cylindre de frein: 0,3 bar
11	Indicateur de frein à air automatique	S'assurer que l'indicateur reflète l'état du frein — appliqué ou desserré
12	Régleur du jeu à tester en créant un jeu excessif anormal entre les organes en frottement du système de freinage ((garniture/disque) ou (semelle/roue)) et en s'assurant que le jeu normal de conception est restauré après des cycles répétés de serrage/desserrage	Conception du jeu des garnitures/semelles de frein
13	Conformité à l'étude des efforts appliqués aux garnitures/sabots	L'effort appliqué aux garnitures/sabots correspond aux valeurs de conception
14	La timonerie de frein doit être libre dans ses déplacements et permettre aux garnitures/semelles, à l'état desserré, de dégager les disques de frein/roues et ne pas réduire les forces de serrage des freins en dessous les valeurs de conception.	La timonerie de frein est libre
15	Les composants du frein de stationnement doivent être libres de fonctionnement et lubrifiés si demandé.	Liberté de fonctionnement: assure que le frein de stationnement se serre et se desserre sans gripper
16	La commande et les performances du frein de stationnement doivent être telles qu'en appliquant une force de 500 N à l'extrémité du levier du frein ou tangentiellement à la couronne d'un volant de manœuvre, le frein de stationnement est complètement appliqué	Force appliquée de 500 N
17	Desserrage manuel du frein de stationnement	Le frein de stationnement desserre
18	L'indicateur du frein de stationnement doit refléter l'état du frein	L'indicateur de frein montre fidèlement l'état du frein — serré ou desserré

Notes relatives au tableau ci-dessus

- N1. Les durées doivent être obtenues à partir d'une application d'urgence sur un seul véhicule. Suite au premier temps de 10 % de la pression finale au cylindre de frein, l'augmentation de pression doit être progressive. Le temps de remplissage commence à partir de l'instant où l'air commence à remplir le cylindre et se termine au moment où la pression atteint 95 % de la valeur finale.
- N2. Au moment d'un desserrage complet et continu du frein sur un véhicule isolé suite à une application d'urgence, la pression dans le cylindre de frein doit baisser progressivement. Le temps de desserrage mesuré doit être établi à partir de l'instant où l'air commence à s'évacuer du cylindre jusqu'au moment où la pression atteint 0,4 bar.

- N3. Afin d'obtenir la pression maximale dans les cylindres de frein, la dépression dans la conduite générale doit être comprise entre 1,4 et 1,6 bar à partir de la pression de régime.
- N4. La pression maximale au cylindre de frein obtenue à partir d'une chute de 1,4 à 1,6 bar de la pression de la conduite de frein, doit être de 3,7 à 3,9 bars.
- N5. L'insensibilité du frein à de lentes diminutions de la pression dans la conduite de frein, doit être telle que le frein n'est pas activé si la pression normale de fonctionnement tombe de 0,3 bar en une minute.
- La sensibilité du frein à des diminutions de la pression dans la conduite de frein, doit être telle que le frein est activé en 1,2 seconde si la pression normale de fonctionnement tombe de 0,6 bar en 6 secondes.
- N6. Après le chargement de la conduite de frein à 5 bars, isoler la conduite, prévoir un temps de stabilisation et s'assurer ensuite que la fuite n'excède pas la valeur fixée.
- N7. Après un freinage d'urgence, avec une pression de la conduite de frein à 0 bar, commencer la mesure après la période de stabilisation et s'assurer que la fuite globale n'excède pas la valeur fixée.
- N8. Le frein doit être muni d'un dispositif permettant le desserrage manuel du frein.
- N9. Le frein doit être tel que la pression dans le cylindre de frein varie en continu en fonction des variations de pression dans la conduite générale. Une variation de pression de $\pm 0,1$ bar dans la conduite générale doit amener le distributeur à modifier de façon correspondante la pression dans le cylindre de frein.
- Pour une valeur donnée de la pression dans la conduite générale, la variation de la pression dans le cylindre de frein ne doit pas dépasser 0,1 bar pendant le serrage et le desserrage. (Pour les freins à commande pneumatique par valve relais à variation de charge, la valeur de 0,1 bar s'applique à la pression pilote).
- N10. Dans le cas de freins avec des valves relais à variation de charge, la pression de 0,3 bar correspond à la pression présente à la commande pneumatique de relais (réservoir pilote).
- N11. Les wagons où l'état serrage/desserrage du frein à air automatique ne peut pas être vérifié sans être sous le wagon (par exemple ceux équipés avec des disques de frein montés sur l'axe) doivent être munis d'un indicateur montrant l'état du frein pneumatique.
- N12. Le bon fonctionnement du régulateur automatique de jeu est à vérifier en générant un jeu anormalement excessif entre les organes en frottement du système de freinage (garniture/disque ou semelle/roue) et en s'assurant que le jeu correct est rétabli après des cycles répétés de serrage/desserrage.
- N13. Sur le premier d'une série de wagons, la force de serrage des garnitures de frein ou des sabots/semelles doit être mesurée pour confirmer qu'elle est conforme à la conception.
- N14. La timonerie de frein doit être libre de façon à permettre aux garnitures/semelles, à l'état desserré, de dégager les disques de frein/roues et de ne pas réduire les forces de serrage en dessous des valeurs de conception.
- N15. Les composants du frein de stationnement, timonerie, vis, écrous, etc. doivent être libres de se mouvoir et être lubrifiés si la conception l'exige.
- N16. Sur le premier d'une série de wagons, l'effort retardateur du véhicule doit être mesuré en appliquant une force de 500 N à l'extrémité d'un levier de frein de stationnement ou tangentiellement à la couronne d'un volant de manœuvre. La force mesurée doit être conforme à la valeur de conception.
- N17. Le frein de stationnement doit être serré et desserré manuellement, sans affecter défavorablement en position desserrée.
- N18. Un indicateur de frein doit être monté et refléter fidèlement l'état du frein de stationnement — serré ou desserré.

Les procédures d'essais doivent être conformes aux normes européennes.

Pour les wagons de fret équipés d'un mode de freinage «R» des essais spécifiques doivent être réalisés. Ces essais seront conformes aux normes européennes.

6.2.3.4. **Conditions environnementales**

6.2.3.4.1. **Températures et autres conditions environnementales**

6.2.3.4.1.1. *Températures*

Tous les composants et groupes de composants sont à tester conformément aux exigences définies dans les points 4.2 et 6 et aux normes européennes référencées, en prenant en compte la classe de températures spécifiée au point 4.2.6.1.2.2 pour laquelle le wagon est approuvé.

6.2.3.4.1.2. *Autres conditions environnementales*

L'établissement par le fournisseur d'une déclaration de conformité est suffisante si elle présente la manière dont les conditions environnementales des points ci-dessous ont été prises en compte pour la conception du wagon:

4.2.6.1.2.1 Altitude

4.2.6.1.2.3 Humidité

4.2.6.1.2.5 Pluie

4.2.6.1.2.6 Neige, glace et grêle

4.2.6.1.2.7 Radiation solaire

4.2.6.1.2.8 Résistance à la pollution

L'organisme notifié doit vérifier que la déclaration existe et que son contenu est correct.

Ceci n'affecte pas les exigences spécifiques d'essais concernant les conditions environnementales définies aux points 4 et 6. Elles doivent être réalisées et vérifiées. Ces essais seront référencés dans la déclaration.

6.2.3.4.2. Effets aérodynamiques

Point ouvert à spécifier lors de la prochaine révision de la STI

6.2.3.4.3. Vents traversiers

Point ouvert à spécifier lors de la prochaine révision de la STI

7. MISE EN ŒUVRE

7.1. GÉNÉRALITÉS

La mise en œuvre des STI doit tenir compte de la migration générale du réseau ferroviaire conventionnel vers une interopérabilité totale.

Afin de soutenir cette migration, les STI prévoient une application par étapes et graduelle ainsi qu'une mise en œuvre coordonnée avec d'autres STI.

Cette STI devra être mise en œuvre en étroite coordination avec la STI Bruit.

7.2. RÉVISION DES STI

Conformément à l'article 6, paragraphe 3 de la directive 2001/16/CE, telle que modifiée par la directive 2004/50/CE, l'Agence sera chargée de préparer la révision et la mise à jour des STI et de faire toute recommandation utile au comité visé à l'article 21 de cette directive afin de tenir compte de l'évolution des techniques ou des exigences sociales. En outre, l'adoption et la révision d'autres STI pourront également avoir une influence sur cette STI. Les modifications proposées à cette STI seront soumises à une révision minutieuse et les STI mises à jour seront publiées environ tous les 3 ans.

L'Agence se verra notifier toute solution innovante à l'étude afin de déterminer son inclusion future dans le cadre de la STI.

7.3. APPLICATION DE LA STI À UN MATÉRIEL ROULANT NOUVEAU

Les points 2 à 6 ainsi que toutes les dispositions particulières du point 7.7 ci-dessous s'appliquent en totalité aux nouveaux wagons de fret mis en service, avec les exceptions suivantes:

- les dispositions du point 4.2.4.1.2.2 (Éléments de puissance de freinage) sur le profil de décélération dans la puissance de freinage, pour lequel une date de mise en œuvre sera donnée lors des révisions futures de la STI.

Cette STI ne s'applique pas aux wagons faisant l'objet d'un contrat signé ou d'une procédure d'adjudication en phase finale avant la date d'entrée en vigueur de cette STI.

7.4. MATÉRIEL ROULANT EXISTANT

7.4.1. APPLICATION DE LA PRÉSENTE STI AU MATÉRIEL ROULANT EXISTANT

Les wagons de fret existants sont des wagons de fret qui sont déjà en service avant l'entrée en vigueur de cette STI.

Cette STI ne s'applique pas au matériel roulant existant aussi longtemps qu'il n'est pas renouvelé ou réaménagé.

7.4.2. RÉAMÉNAGEMENT ET RENOUVELLEMENT DE WAGONS DE FRET EXISTANTS

Les wagons de fret réaménagés ou renouvelés requérant une nouvelle autorisation de mise en service conformément à l'article 14, paragraphe 3 de la directive 2001/16/CE, devront se conformer aux:

- points 4.2, 5.3, 6.1.1 et 6.2 et toute disposition particulière contenue au paragraphe 7.7 ci-dessous, dès que cette STI entrera en vigueur et

Les exceptions suivantes s'appliquent:

- 4.2.3.3.2 Détection de boîte chaude (À spécifier lors d'une prochaine révision de la présente STI).
- 4.2.4.1.2.2 Profil de la décélération en freinage.
- 4.2.6 Conditions environnementales.
- 4.2.6.2 Effets aérodynamiques (À spécifier lors d'une prochaine révision de la présente STI).
- 4.2.6.3 Vents traversiers (À spécifier lors d'une prochaine révision de la présente STI).
- 4.2.8 Plan de maintenance

Les règles nationales s'appliquent pour ces exceptions.

En ce qui concerne les wagons exploités en fonction des accords spécifiés au point 7.5 ci-dessous, les conditions à appliquer lors du renouvellement ou réaménagement de ces wagons seront celles mentionnées dans les accords pertinents, le cas échéant. En l'absence de telles conditions, cette STI sera applicable.

7.4.3. EXIGENCE SUPPLÉMENTAIRE CONCERNANT LE MARQUAGE DES WAGONS

En plus du cas général ci-dessus pour les wagons de fret réaménagés ou renouvelés, tous les wagons de fret existants interopérables doivent se conformer aux exigences de la présente STI pour ce qui est de la conception des marquages des wagons à partir du moment où ces derniers sont entièrement repeints sans l'intervention d'un organisme notifié. Un État membre est autorisé à définir une date de conformité aux STI plus récente.

7.5. WAGONS EXPLOITÉS DANS LE CADRE D'ACCORDS NATIONAUX, BILATÉRAUX, MULTILATÉRAUX OU INTERNATIONAUX

7.5.1. ACCORDS EXISTANTS

Les États membres devront notifier la Commission, dans les 6 mois à dater de l'entrée en vigueur de cette STI, des accords en vertu desquels sont exploités les wagons de fret relatifs au domaine d'application de cette STI (construction, renouvellement, réaménagement, mise en service, exploitation et gestion des wagons, tels que définis au chapitre 2 de cette STI):

- les accords nationaux, bilatéraux ou multilatéraux entre les États membres et les entreprises ferroviaires ou les gestionnaires d'infrastructure, convenus de manière permanente ou temporaire et requis en raison de la nature très spécifique ou locale du service de transports visé;
- les accords bilatéraux ou multilatéraux entre les entreprises ferroviaires, les gestionnaires d'infrastructure ou entre les autorités de sécurité, qui fournissent des niveaux importants d'interopérabilité locale ou régionale;
- les accords internationaux entre un ou plusieurs États membres et au moins un pays tiers ou entre les entreprises ferroviaires ou les gestionnaires d'infrastructure des États membres et au moins une entreprise ferroviaire ou gestionnaire d'infrastructure d'un pays tiers, qui fournissent des niveaux importants d'interopérabilité locale ou régionale.

L'exploitation et la maintenance continues des wagons couverts par ces accords seront autorisées dans la mesure où ils respectent la législation communautaire.

La compatibilité de ces accords avec la législation communautaire en comprenant leur caractère non discriminatoire et, en particulier, avec cette STI, sera évaluée et la Commission prendra les mesures qui s'imposent telles que, par exemple, la révision de cette STI pour inclure les éventuels cas spécifiques ou les mesures de transition.

L'accord RIV et les instruments de la COTIF ne devront pas être notifiés.

7.5.2. ACCORDS FUTURS

Tout accord futur ou amendement aux accords existants devra tenir compte de la législation communautaire et plus particulièrement de cette STI. Les États membres sont tenus de notifier ces accords/amendements à la Commission. La même procédure que celle décrite au § 7.5.1 s'applique alors.

7.6. MISE EN SERVICE DES WAGONS

Conformément à l'article 16, paragraphe 1 de la directive 2001/16/CE, lorsque la conformité par rapport aux STI est vérifiée et qu'une déclaration «CE» de vérification est accordée au sein d'un État membre pour les wagons de fret, ceci sera mutuellement reconnu par tous les États membres.

En sollicitant le certificat de sécurité prévu à l'article 10 de la directive 2004/49 (Partie B du certificat) ou une autorisation de mise en service en vertu de l'article 14, paragraphe 1 de la directive 2001/16, les entreprises ferroviaires pourront solliciter un certificat/autorisation de mise en service pour des wagons groupés. Les wagons peuvent être groupés en fonction de la série ou du type.

Lorsque le certificat de sécurité ou l'autorisation de mise en service est accordé pour des wagons groupés dans un État membre, ceci sera mutuellement reconnu par tous les États membres afin d'éviter les doubles vérifications de sécurité/interopérabilité par les autorités de sécurité.

Dans la mesure où cette STI contient des points ouverts, une autorisation de mise en service fera l'objet d'un accord mutuel, à l'exclusion des points indiqués dans l'annexe JJ.

Cependant, il conviendra de vérifier que les wagons sont exploités sur des infrastructures compatibles; ceci pourra se faire en utilisant les registres des infrastructures et du matériel roulant.

7.7. CAS SPÉCIFIQUES

7.7.1. INTRODUCTION

Les dispositions particulières suivantes sont autorisées dans les cas spécifiques ci-dessous.

Ces cas spécifiques appartiennent à deux catégories: les dispositions s'appliquent soit de manière permanente (cas «P»), soit de manière temporaire (cas «T»). Pour les cas temporaires, il est recommandé que les États membres concernés puissent se mettre en conformité avec le sous-système pertinent, soit en 2010 (cas «T1»), objectif fixé par la décision n° 1692/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 Juillet 1996 concernant les recommandations communautaires pour le développement d'un réseau de transport transeuropéen, soit en 2020 (cas «T2») .

7.7.2. LISTE DES CAS SPÉCIFIQUES

Cas spécifique de portée générale concernant le réseau de 1 524 mm

État membre: Finlande

Cas «P»:

Sur le territoire finlandais et à la gare frontière suédoise de Haparanda (1524 mm), les bogies, essieux montés et autres interfaces de gabarit de voie liés à des constituants d'interopérabilité ou/et à des sous-systèmes construits pour des réseaux d'un écartement de rail de 1 524 mm, sont acceptés uniquement s'ils répondent aux cas spécifiques finlandais mentionnés ci-dessous pour des interfaces de gabarit de voie. Sans préjudice de la restriction mentionnée plus haut (gabarit de 1 524 mm), les constituants d'interopérabilité et/ou les sous-systèmes conformes aux exigences des STI en ce qui concerne le gabarit de voie de 1 435 mm sont acceptés sur les voies de gabarit de 1 435 mm à la gare du poste frontière de Tornio ainsi qu'aux ports accueillants des ferries.

7.7.2.1. Structures et parties mécaniques:

7.7.2.1.1. **Interface (par exemple accouplements) entre les véhicules, entre les rames et entre les trains**

7.7.2.1.1.1. *Écartement de voie de 1 524 mm*

État membre: Finlande

Cas «P»

Pour les véhicules qui sont destinés à la circulation en Finlande, la distance permise est de 1 830 mm entre les axes des tampons. Si ce n'est pas le cas, il est permis que ces wagons soient équipés d'un système d'accouplement SA-3, ou de systèmes d'accouplement compatibles SA-3, avec ou sans tampons latéraux.

Pour des véhicules destinés au trafic ferroviaire finlandais, il est exigé que la distance entre les axes des tampons soit de 1 790 mm; la largeur des supports de tampons doit être augmentée de 40 mm vers l'extérieur.

7.7.2.1.1.2. *Écartement de voie de 1 520 mm*

États membres: Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie, Estonie et Hongrie

Cas «P»

Tous les wagons prévus pour une exploitation permanente ou occasionnelle sur un gabarit de voie de 1 520 mm en Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées de gabarit de voie de 1 520 mm, ainsi qu'en Lituanie, Lettonie et Estonie doivent satisfaire aux exigences ci-après:

Chaque wagon conforme à la présente STI pour des gabarits de voie de 1 520 mm et 1 435 mm doit être équipé d'un système d'accouplement automatique ou à vis selon l'une ou l'autre des solutions suivantes:

— le type d'attelage peut être changé à la frontière entre les réseaux de 1 435 mm et 1 520 mm

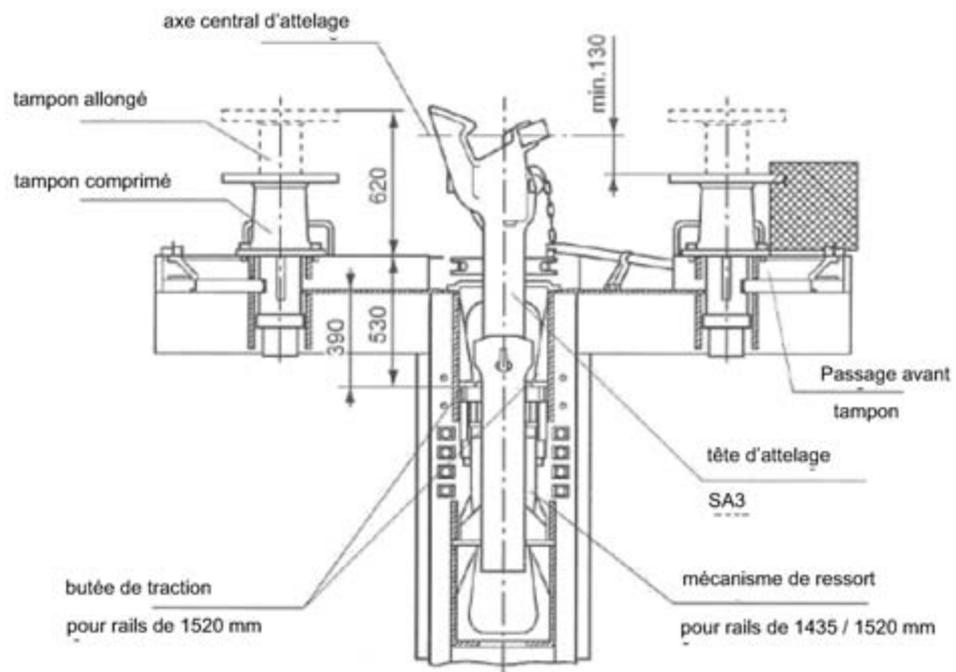
ou

— le wagon peut être équipé de tampons et d'un attelage automatique de type SA-3 et d'un attelage intermédiaire

ou

— le wagon peut être équipé de tampons cachés et d'un attelage automatique; les tampons situés en position avant doivent alors permettre d'exploiter un wagon équipé d'un attelage à vis ou d'un attelage intermédiaire.

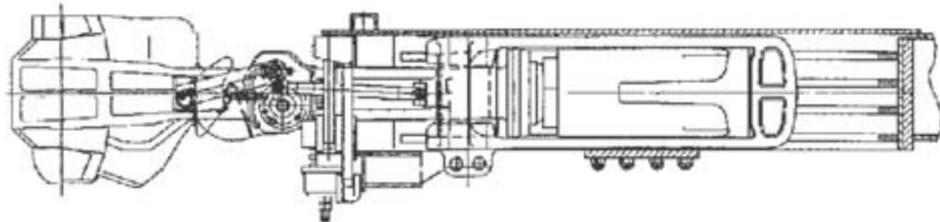
Tampons et attelages — version C

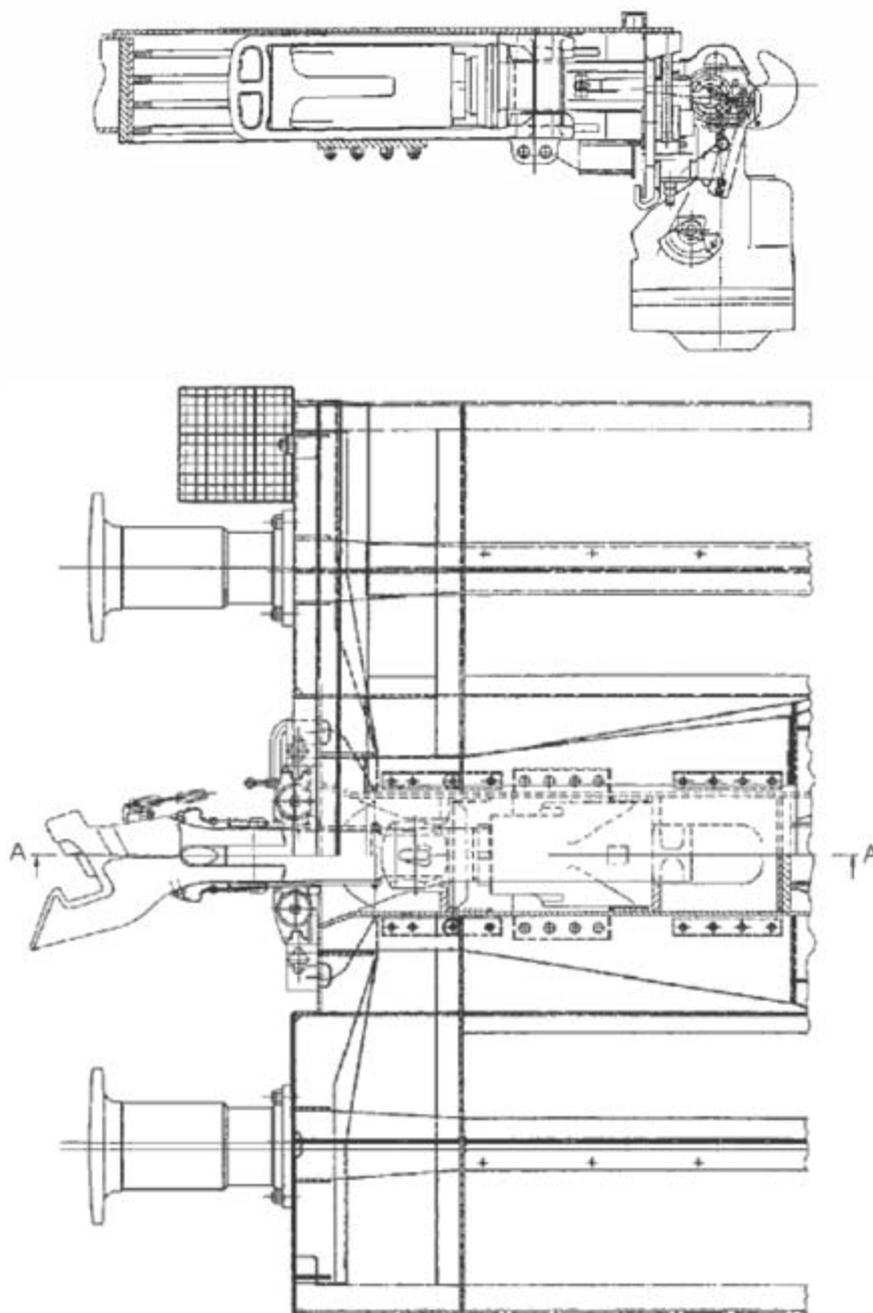


Attelage version D

Stellung Automatische Kupplung

A - A



Stellung Zughaken (Automatische Kupplung abgeklappt)**Tampon et attelage version D**

Les wagons citernes transportant des marchandises dangereuses doivent être munis d'accouplements absorbant les chocs conformes aux valeurs suivantes:

- absorption dynamique minimale de 130 kJ
- force finale sous charge quasi statique, minimum 1 000 kN.

7.7.2.1.1.3. *Écartement de voie de 1 520 mm/1 524 mm*

États membres: Lituanie, Lettonie, Estonie, Finlande et Pologne

Cas «P»

En ce qui concerne les wagons en service ou destinés au service en trafic bilatéral de façon permanente sur des lignes de 1 520 mm/1 524 mm entre des États membres et des pays tiers, les points 4 et 5 de cette STI ne s'appliquent pas.

7.7.2.1.1.4. *Écartement de voie de 1 520 mm*

États membres: Lituanie, Lettonie et Estonie

Cas «T»

Pour les wagons en service permanent sur des lignes de 1 520 mm entre des États membres, les points 4 et 5 de cette STI ne sont pas applicables jusqu'à la prochaine révision de celle-ci. La prochaine révision devra prendre en compte les cas spécifiques tels qu'identifiés à partir de la procédure au point 7.5.1 de cette STI.

7.7.2.1.1.5. *Écartement de voie de 1 668 mm — Distance entre axes des tampons*

États membres: Espagne et Portugal

Cas «P»

Pour les véhicules destinés au trafic vers l'Espagne ou le Portugal, la distance entre les axes de tampons peut être de 1 850 mm (\pm 10 mm). Dans ce cas, la compatibilité avec la configuration normale doit être démontrée.

Dimensions des supports de tampons pour les wagons à double essieu et les wagons bogies:

La largeur unifiée des supports de tampons pour des wagons destinés à la circulation en Espagne et au Portugal (distance entre les axes: 1 850 mm) doit être de 550 mm ou de 650 mm selon les caractéristiques des wagons définies dans les règles nationales applicables.

7.7.2.1.1.6. *Interface entre véhicules*

États membres: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

Pour l'Irlande, les axes des tampons sont séparés de 1 905 mm, et les hauteurs des axes des tampons et des appareils de traction au-dessus du rail doivent être comprises entre 1 067 mm au minimum et 1 092 mm au maximum, le wagon étant à vide. Pour faciliter les opérations d'attelage et de dételage en manœuvre, il est admis d'utiliser sur les wagons de fret des chapes d'attelage de type «instantor» (voir l'annexe HH).

7.7.2.1.1.7. *Cas spécifique de portée générale pour les réseaux d'un gabarit de voie inférieur ou égal à 1 000 mm*

État membre: Grèce

Cas «T1»:

Les règles nationales s'appliquent au gabarit isolé existant de 1 000 mm, qui ne s'inscrit pas dans le domaine d'application de la présente STI.

7.7.2.1.2. Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant

7.7.2.1.2.1. Sécurité d'accès et de sortie du matériel roulant — Irlande et Irlande du Nord

État membre: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

Pour l'Irlande, l'exigence sera que «les marchepieds et les mains courantes, lorsqu'ils sont fournis, seront uniquement utilisés pour entrer et sortir des wagons, et ne permettront pas aux attelers de rester hors du véhicule en circulation».

L'annexe EE n'est pas applicable dans l'Irlande et l'Irlande du Nord.

7.7.2.1.3. Résistance de la structure du véhicule et sécurisation des chargements

7.7.2.1.3.1. Voie d'écartement de 1 520 mm

États membres: Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie, Estonie et Hongrie

Cas «P»

Tous les wagons prévus pour circuler de manière permanente ou occasionnelle sur des voies avec un écartement à 1 520 mm doivent satisfaire les exigences suivantes:

Charges au niveau de la conception

Charges longitudinales de conception

Catégorie	Valeurs minimales [kN]
Effort de compression au niveau de l'attelage automatique	3 000
Effort de traction au niveau de l'attelage automatique	2 500
Effort de compression au niveau de l'axe de chaque tampon	1 000
Effort de compression appliqué excentré de 50 mm depuis l'axe de chaque tampon	750
Effort de compression appliqué en diagonal via les tampons latéraux (si équipé)	400

Les véhicules satisfaisants ces exigences peuvent être passés en triage sans restriction.

— Charge maximale verticale

La charge appliquée au wagon, de conception aux limites et ayant pour valeur limite 150 % de la charge maximale ne doit pas causer de déformations plastiques.

À l'arrêt, la flexion du châssis de wagon ne doit pas être supérieure à 3 ‰ par rapport l'axe des pivots de bogie.

— Combinaisons des charges

La structure doit respecter les combinaisons de charges en partant du cas le plus nuisible de charge verticale combinée à un effort de compression de 3000 kN au niveau de l'attelage automatique et des forces appliquées à l'axe de chacun des tampons.

Un surplus vertical dynamique résultant de la force d'inertie réagissant à la charge appliquée à la caisse du wagon ainsi que de ses composants horizontaux réagissant transversalement à la voie doit être pris en compte dans les calculs.

Pour les wagons citernes, on doit en plus examiner la pression interne, le vide partiel et la pression provenant des chocs hydrauliques.

— **Charges lors du levage**

Les wagons doivent supporter les forces exercées lors des levages sans déformations permanentes. Des points d'appui supplémentaires à ceux des normes du 1 520 mm sont à prendre en considération.

Exigences relatives aux efforts appliqués à l'attelage automatique

— **Généralités**

Le wagon chargé et déchargé doit résister en alignement à un essai d'impact d'une rame de wagons. Ceci doit être démontré par un essai sur une voie en alignement. Le poids de la rame de wagons doit être égal au minimum au poids du wagon testé. Pour les essais de wagons à deux essieux, une rame de wagons d'une masse de 100 ± 3 tonnes est recommandée.

Une rame de wagons doit être équipée avec l'attelage automatique de type SA3 et absorbeur de choc d'attelage. La différence entre les axes des attelages automatiques ne doit pas dépasser 50 mm.

Le test doit s'appliquer avec les spécifications suivantes:

- un wagon seul non freiné;
- avec une contre-rame de 3 ou 4 wagons formés en un groupe d'une masse minimale de 300 tonnes.

À l'état chargé, l'effort maximal appliqué doit être de 3 000 kN ± 10 %.

Le groupe de contre-rame de wagons doit être protégé de sa mise en mouvement au moyen de ses freins à main ou calé avec des sabots.

— **Impact à l'état vide**

La vitesse de la rame de wagons sera de 12 km/h. Le wagon testé sera non freiné.

Les charges ne doivent causer aucune déformation plastique. Les contraintes apparaissant dans des points critiques tels que liaisons bogie et son châssis, châssis/caisse du wagon et sa superstructure doivent être enregistrées.

— **Impact à l'état chargé**

Le wagon lors de l'essai est chargé à sa valeur maximale.

La vitesse maximale de la rame de wagons sera de 12 km/h. Les essais d'impacts débiteront progressivement à partir de 2 à 3 km/h.

Les essais sont réalisés dans les plages suivantes:

- jusqu'à 5 km/h,
- de 5 à 10 km/h,
- au-dessus de 10 km/h.

Dans chaque plage de vitesse, il doit être réalisé au moins cinq essais d'impact. En outre, il doit être réalisé 3 essais d'impact d'une force de compression égale à 3 000 kN. Cette force d'impact doit être justifiée par calcul.

Lors des essais, les forces de compression admises à l'impact ne doivent pas dépasser de plus de 10 % la limite. Si la valeur limite de 3 000 kN ± 10 % est atteinte juste en dessous de 12 km/h, la vitesse limite ne doit plus être augmentée au-delà de cette valeur.

Pour prouver une résistance durable, 40 impacts doivent être réalisés à la vitesse de 12 km/h ou avec une force de compression en impact de 3 000 kN.

Les charges ne doivent causer aucune déformation plastique.

— **Efforts dynamiques lors de la circulation des wagons**

Les wagons doivent résister à des forces longitudinales de compression et de traction de 1 000 kN à la vitesse de 120 km/h.

7.7.2.1.3.2. *Écartement de voie de 1 668 mm — Levage et relevage*

État membre: Espagne et Portugal

Cas «P»

Pour un wagon à deux essieux:

- Des dispositions doivent être prises pour limiter l'abaissement du ressort lorsque le wagon est soulevé.

Un exemple de solution est indiqué dans l'annexe X, planche 3.

- Pour le levage par vérin (limité au maximum aux «couplages»), chaque wagon doit être pourvu de quatre supports; deux sous chaque longeron du châssis, situés symétriquement par rapport à l'axe transversal du wagon.

Cette disposition peut également convenir au nouveau chantier d'échange en fosse de l'essieu (y compris pour les wagons multiples ou articulés sans limitation du nombre d'éléments).

Les supports doivent répondre aux dimensions suivantes:

- Dans le sens longitudinal du wagon: 150 mm au maximum.
- Dans le sens transversal du wagon: 100 mm.
- Épaisseur: 15 mm.

Ils doivent être munis de rainures croisées, parallèles et perpendiculaires à l'axe longitudinal des wagons:

- Profondeur des rainures: environ 5 à 7 mm.
- Largeur des rainures: environ 4 à 6 mm.

La structure du wagon doit pouvoir accepter des essieux montés lorsque les supports, quand ils sont en position levée (course normale de levage par vérin de 800 mm), atteignent une hauteur maximale de 1 550 mm par rapport au niveau du rail.

La planche 6 de l'annexe X présente les dégagements à prévoir sur les wagons pour l'insertion des têtes de vérins.

Pour un wagon à bogies

- Les bogies munis d'essieux interchangeables doivent être équipés d'un dispositif destiné à limiter la pression des ressorts sur les wagons lors de leur levage avec les bogies.

On recommande l'adoption de ce dispositif qui figure dans l'annexe X, planche 10.

- La longueur maximale du wagon au-dessus des absorbeurs ne peut dépasser 24,486 m. Le cadre de la structure inférieure doit être capable de supporter la masse des châssis de bogies durant le levage dans des conditions qui sont définies dans le paragraphe suivant.
- Le positionnement des vérins de levage sur les sites de travail doit être conforme au diagramme qui figure dans l'annexe X, planche 13.

Les dispositions adoptées conviennent pour la manutention de tous les wagons ayant une largeur ne dépassant pas 24,480 m.

Les opérations de levage de wagon devront être effectuées par l'élévation simultanée de la structure inférieure et des châssis de bogie. Les wagons doivent être munis de câbles destinés à protéger le châssis de bogie de la caisse pendant les opérations. L'annexe X, planche 14 indique les dispositifs adaptés aux 4

points d'accrochage aux bogies et aux 8 points d'accrochage à la caisse du wagon pour permettre une manipulation sûre lors du levage et aux câbles d'être placés en position relâchée lorsqu'ils ne sont pas en action.

Le châssis doit être pourvu de supports répondant aux dimensions suivantes:

- Longueur dans le sens longitudinal du wagon: 250 mm au minimum.
- Largeur dans le sens transversal du wagon: 100 mm.
- Épaisseur: 15 mm.

La surface de contact des supports doit être rainurée selon les indications données dans le paragraphe portant sur les wagons à deux essieux.

La position des supports sur la structure inférieure du wagon et les tolérances nécessaires pour insérer les becs de vérin figurent dans l'annexe X, planche 15. La position convient au nouveau chantier d'échange en fosse de l'essieu (y compris pour les wagons multiples ou articulés sans limitation du nombre d'éléments).

La structure du wagon doit pouvoir accepter des essieux montés lorsque les supports, quand ils sont en position levée (avec un mouvement de levage par vérin de 900 mm), atteignent une hauteur maximale 1 650 mm par rapport au niveau du rail.

7.7.2.2. **Interactions véhicule/voie et gabarit**

7.7.2.2.1. **Gabarit cinématique**

7.7.2.2.1.1. *Gabarit cinématique pour la Grande-Bretagne*

État membre: Grande-Bretagne

Cas «P»

Pour les wagons prévus pour la circulation sur le réseau britannique, voir l'annexe T.

7.7.2.2.1.2. *Wagons pour voies à écartement de 1 520 mm et 1 435 mm.*

États membres: Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie

Cas «P»

Pour les wagons prévus pour la circulation sur les voies d'un gabarit de 1 520 mm et d'un gabarit de 1 435 mm, voir l'annexe U.

7.7.2.2.1.3. *Gabarit cinématique pour la Finlande*

État membre: Finlande

Cas «P»

Pour les wagons destinés à une exploitation en Finlande et, en provenance de pays tiers, à la gare frontière suédoise de Haparanda (1 524 mm), le gabarit du véhicule ne doit pas dépasser le gabarit FIN 1 comme indiqué à l'annexe W.

7.7.2.2.1.4. *Gabarit cinématique — Espagne et Portugal*

États membres: Espagne et Portugal

Cas «P»

Passage en courbes de transition verticale (y compris les buttes de triage) et dispositifs de freinage, de manœuvre ou d'arrêt.

Les bogies doivent être capables de négocier un angle d'inclinaison pour l'accès aux navires transbordeurs, dont l'angle maximal de la travée de liaison est à 2° 30' sur les courbes de 120 m.

Passage en courbes

Les wagons doivent être en mesure de franchir des courbes de 60 m de rayon pour les wagons plats et de 75 m pour les autres types de wagons sur des voies à écartement standard et pour des courbes de 120 m sur des voies à écartement large.

7.7.2.2.1.5. *Gabarit cinématique — Irlande*

États membres: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

Gabarit de chargement dynamique des wagons:

Les wagons de fret exploités entre l'Irlande et l'Irlande du Nord doivent être conformes au gabarit de chargement dynamique des wagons Iarnród Éireann et au gabarit de chargement dynamique des wagons de l'Irlande du Nord (GNR) illustrés sur le schéma de gabarit mixte n° 07000/121 en annexe HH. Les dimensions du gabarit statique des wagons indiquées sur ce schéma doivent également être respectées.

Construction des wagons:

Le gabarit de construction maximal des wagons doit être déterminé conformément aux règles nationales

7.7.2.2.2. **Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire**

7.7.2.2.2.1. *Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire — Finlande*

État membre: Finlande

Cas «P»

Pour les véhicules destinés à une exploitation en Finlande, la charge maximale à l'essieu est de 22,5 à la vitesse maximale de 120 km/h ou 25 tonnes à la vitesse maximale de 100 km/h lorsque le diamètre des roues est compris entre 840 mm et 920 mm.

7.7.2.2.2.2. *Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire — Grande-Bretagne*

État membre: Grande-Bretagne

Cas «P»

La classification des lignes et des sections de lignes en Grande-Bretagne est réalisée conformément au «Notified National Standard» («Railway Group Standard GE/RT8006» Interfaces entre le Rail et les Véhicules — Poids et Ponts ferroviaires). Les véhicules prévus pour être exploités en Grande-Bretagne doivent obtenir une classification relative à ce document.

La classification du wagon est déterminée en fonction de la position et de la charge de chaque essieu.

7.7.2.2.2.3. *Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire — Lituanie, Lettonie, Estonie*

États membres: Lituanie, Lettonie, Estonie

Cas «P»

Les règles nationales s'appliquent pour le gabarit des véhicules.

7.7.2.2.2.4. *Charge statique par essieu, charge dynamique par roue et charge linéaire — Irlande et Irlande du Nord*

États membres: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

La limite de charge statique à l'essieu des wagons est de 15,75 tonnes pour le réseau irlandais; cependant l'exploitation de wagons à bogies d'une charge à l'essieu de 18,8 tonnes est admise sur certains itinéraires.

7.7.2.2.3. Paramètres du matériel roulant qui agissent sur les systèmes de surveillance basés au sol

7.7.2.2.4. Comportement dynamique du véhicule

Catégorie «P» — permanente

7.7.2.2.4.1. Liste des cas spécifiques pour les diamètres de roues en fonction des divers gabarits de voie.

Désignation	Diamètre de la roue (mm)	Écartement (mm)	Valeur Minimale (mm)	Valeur Maximale (mm)
Distance entre les bords extérieurs des boudins (S_R)	≥ 840	1 520	1 487	1 509
		1 524	1 487	1 514
		1 602		
		1 668	1 643	1 659
Distance entre les bords intérieurs des boudins (A_R)	≥ 840	1 520	1 437	1 443
		1 524	1 442	1 448
		1 602		
		1 668	1 590	1 596
Épaisseur de la jante (B_R)	≥ 330	1 520	133	140 ⁽¹⁾
Épaisseur du boudin (S_d)	≥ 840	1 520	24	33
	< 840 et ≥ 330	autres	27,5	33
Hauteur du boudin (S_h)	≥ 760		28	36
	< 760 et ≥ 630		30	36
	< 630 et ≥ 330		32	36
Bord du boudin	≥ 330		6.5	

Les dimensions indiquées ci-dessus sont exprimées par rapport au niveau supérieur du rail et doivent rester constantes que les wagons soient vides ou chargés.

⁽¹⁾ Valeur de bavure y compris.

Les roues des wagons de fret roulant de manière permanente sur un écartement de voie de 1 520 mm devront être mesurées conformément à la procédure de mesurage des roues spécifiée pour les wagons de fret de 1 520 mm.

7.7.2.2.4.2. Matériaux utilisés pour les roues:

Tenant compte des conditions climatiques nordiques, un matériau spécifique à la roue est utilisé en général en Finlande et en Norvège. Il est similaire à l'ER8 avec des niveaux de manganèse supérieurs pour améliorer la résistance à l'écaillage. Pour le trafic intérieur ce matériau peut être utilisé s'il y a accord entre les parties.

7.7.2.2.4.3. Cas de charges particulières:

Les efforts supplémentaires doivent être pris en compte si les paramètres de la ligne engendrent des efforts plus importants.

(ex.: courbes de faible rayon...)

7.7.2.2.4.4. Comportement dynamique des véhicules — Espagne et Portugal

États membres: Espagne et Portugal

Cas «P»

Largeur des jantes.

Dans le cas d'essieu conçu pour des charges de 22,5 tonnes, il peut être fait usage des dessins figurant à l'annexe X, planche 1 et qui sont dérivés de la conception des essieux standards réalisée par l'ERRI. Des

dispositions supplémentaires peuvent être apportées dans certains cas de façon à se conformer aux gabarits des surfaces actives des boudins de roues concernant l'essieu inclus dans la STI actuelle.

7.7.2.2.4.5. Comportement dynamique des véhicules — Irlande et Irlande du Nord

États membres: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

Il convient que le matériel roulant soit conçu pour une exploitation en toute sécurité avec une limite de gauche de la voie allant jusqu'à 17 ‰ sur une base de 2,7 m et jusqu'à 4 ‰ sur une base de 11,2 m.

Les valeurs maximales et minimales de S_R et A_R sont définies comme suit:

S_R	Tous diamètres de roues	1 571 mm min.	1 588 mm max.
A_R	Tous diamètres de roues	1 523 mm min	1 524 mm max.
B_R	Tous diamètres de roues	127 mm min.	135 mm max.
S_d	Tous diamètres de roues	24 mm min	32 mm max.
S_h	Tous diamètres de roues	30,5 mm min.	38 mm max.
Q_R	Tous diamètres de roues	6,5	

7.7.2.2.5. Forces longitudinales de compression

7.7.2.2.5.1. Forces longitudinales de compression — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie

États membres: Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.

Cas «P»

Exigences pour que les wagons d'écartement de voie de 1 435 mm soient exploitables sur un réseau d'écartement de voie de 1 520 mm.

Pays: Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.

Les wagons équipés d'attelages automatiques doivent résister à des forces longitudinales de compression et de traction de 1 000 kN à la vitesse de 120 km/h.

7.7.2.2.6. Bogie et organes de roulement

7.7.2.2.6.1. Bogie et organes de roulement — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie

États membres: Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.

Cas «P»

En Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, ainsi qu'en Lituanie, Lettonie et Estonie, les exigences pour les wagons équipés d'organes de roulement à écartement variable, allant de 1 435 mm à 1 520 mm, pour être exploités sur le réseau à 1 520 mm sont les suivantes:

a) Généralités

Pour les bogies à deux essieux, l'empattement admis doit être compris entre 1 800 mm et 2400 mm.

Les organes de roulement prévus pour être utilisés sur les réseaux ferroviaires européens d'écartement de voie de 1 520 mm doivent être capables de supporter une gamme de températures en conditions de service allant de -40 °C à $+40\text{ °C}$. Pour les réseaux d'Asie d'écartement de voie de 1 520 mm, les organes de roulement doivent être adaptés à une gamme de température allant de -60 °C à $+45\text{ °C}$ avec une humidité relative de 0 à 100 %.

b) Châssis destinés aux organes de roulement

Les châssis destinés aux organes de roulement peuvent être obtenus par soudage ou fonderie. L'acier utilisé doit être soudable sans préchauffage avec une valeur de limite élastique minimale de 370 N/mm². Les valeurs minimales qui sont à obtenir sur les barreaux avec entaille lors de l'essai de résilience (entaille en V comme précisé pour l'essai ISO) sont reprises au tableau ci-après:

Essai de résilience sur barreau avec entaille [J]		
- 20 °C	- 40 °C	- 60 °C
27	27	21

Essais exigés pour la circulation sur le réseau à écartement de voie de 1 520 mm uniquement.

7.7.2.2.6.2. *Bogies et organes de roulement — Espagne et Portugal***États membres: Espagne et Portugal****Cas «P»****Dimensions générales du bogie**

Les bogies avec des essieux interchangeables doivent avoir un empattement de 1,80 m au minimum et une distance entre plans de suspension de 2,170 m. Les dimensions générales du bogie figurent à l'annexe X, planche 7. Les dimensions générales ainsi définies s'appliquent à un bogie répondant aux conditions de freinage de type S. Les autorités nationales françaises et espagnoles doivent être consultées pour l'application des conditions de freinage de type SS.

La hauteur du point pivot doit être de 925 mm au-dessus du niveau du rail et la surface de pivot doit être de 190 mm comme pour un bogie à écartement normal. Le pivot doit être conforme à l'annexe X, planche 8.

Boîte d'essieux pour les wagons à bogie

Les boîtes d'essieux doivent se conformer à l'annexe X, planche 9.

Dispositif de sécurité rabattable reliant l'essieu au châssis du bogie.

Les boîtes d'essieux doivent inclure un système de sécurité permettant aux essieux d'être asservis au châssis du bogie. Un tel dispositif, tel qu'il figure à l'annexe X, planche 11 doit être rabattable durant les opérations d'adaptation des essieux.

Roues

Pour un wagon à deux essieux:

Le diamètre de la table de roulement doit être de 1 000 mm maximum pour les nouvelles roues.

Pour un wagon à bogies

Le diamètre de la table de roulement doit être de 920 mm maximum pour les nouvelles roues.

Essieux montés

Sur les essieux montés doivent figurer un numéro de série, un numéro de type et la marque du propriétaire.

Ces indications, ainsi que la date (le mois et l'année) de la dernière révision générale de l'essieu monté, le code de l'entreprise ferroviaire propriétaire ou chargée de l'immatriculation et le code du lieu où la révision générale a été effectuée doivent apparaître sur un collier fixé librement à l'arbre de l'essieu.

Le code du propriétaire ou de l'entreprise ferroviaire enregistreuse ainsi que la date (mois et année) de la dernière révision devront être reproduits à la peinture blanche sur la face de chaque boîte d'essieu.

Boîtes d'essieux et contre-plaques.

Les boîtes d'essieux, les contre-plaques et les brides à ressort doivent être conçues pour permettre de respecter les indications figurant sur la planche 2 (le diamètre du trou sur la partie supérieure de la boîte d'essieu doit permettre l'utilisation d'un anneau ou d'un dispositif d'arrêt pour ajuster la suspension, tel que décrit dans l'annexe X).

Les roues d'essieu à écartement large étant proches de la structure inférieure du wagon, un étrier de boîte muni d'une plaque de garde de 14 ou 10 mm doit être utilisé: Voir la planche 18.

Il est recommandé d'utiliser les entretoises de plaque de garde qui puissent être retirées et remontées rapidement. Elles doivent être fixées au moyen de 2 boulons M-20 x 50 pourvus de rondelles rainurées. À la construction, la distance entre les centres de trous doit être de 483 +1/0 mm.

Surface d'enveloppe des essieux montés.

Les châssis des véhicules devront présenter une surface entièrement non obstruée, à niveau avec chaque roue comme cela figure sur la planche 4.

Conception des essieux.

Les essieux devront supporter une charge maximale conçue pour les lignes compatibles avec une charge de 20 tonnes à l'essieu (lignes catégorie C) ou pour une charge de 22,5 tonnes à l'essieu (lignes de catégorie D). Ils doivent être équipés de boîtes de roulement d'essieux et être interchangeables avec les essieux existants. Les nouveaux essieux doivent être conçus selon les dispositions figurant dans la présente STI. L'utilisation d'essieux montés à changement d'écartement automatique, qui sont aptes à la circulation tant sur des lignes d'écartement de voie de 1 435 mm que sur des lignes d'écartement de voie de 1 668 mm, n'est autorisée qu'avec l'agrément des autorités nationales espagnoles et des autorités nationales françaises compétentes en matière de transport international dans ce dernier État membre.

7.7.2.3. Freinage**7.7.2.3.1. Performances de freinage****7.7.2.3.1.1. Performances de freinage — Grande-Bretagne****État membre: Grande-Bretagne****Cas «P»**

Pour les wagons destinés à une exploitation sur le réseau britannique voir annexe V, point V2.

7.7.2.3.1.2. Performances de freinage — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.**États membres: Pays: Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.****Cas «P»****— Distributeurs**

Les wagons interopérables sur les voies d'écartement de 1 435 mm exploités sur le réseau d'écartement de voie de 1 520 mm doivent être équipés d'un système de freinage supplémentaire conforme à ce qui suit:

Option 1: être équipés de deux distributeurs avec un mécanisme de changement

— pour l'écartement de voie de 1 435 mm: distributeur conforme à l'annexe I

— pour l'écartement de voie de 1 520 mm: distributeur de type 483

Option 2: être équipés d'un distributeur standard ou d'une combinaison de distributeur KE/483 approuvée répondant aux conditions de freinage technique tant pour un écartement de voie de 1 435 mm que de 1 520 mm, avec un mécanisme de changement permettant au système de passer au régime d'exploitation désiré.

Dans le cadre de l'option 1, le dispositif de freinage du wagon doit inclure des mécanismes d'activation/désactivation des systèmes de freinage et changement fret/passager ainsi qu'un mécanisme de changement de régime vidé/chargé s'il n'y a pas de dispositif de freinage proportionnel automatique conformément à l'annexe I et un mécanisme d'activation/désactivation du système de freinage et un

mécanisme de changement de régime «vidé-partiellement chargé-chargé» requis par les normes pour l'écartement de voie de 1 520 mm et les «Exigences techniques pour le dispositif de freinage des wagons construits en ateliers RF».

Chaque distributeur doit avoir sa propre soupape d'échappement avec une corde à tirer et des poignées aux deux côtés du wagon.

Pour l'option de freinage 2, un distributeur doit de préférence être utilisé avec un système de freinage automatique proportionnel à la charge. Lorsque la position de freinage est commutée manuellement en fonction de la charge, il doit y avoir au minimum deux positions graduées pour la force de freinage.

— **Freinage proportionnel à la charge, puissance de freinage et performance de freinage**

Les freins des wagons doivent s'assurer que les valeurs prescrites pour la masse freinée et les coefficients de frottement théoriques des efforts de freinage sont garantis tant pour l'écartement de voie de 1 435 mm que l'écartement de 1 520 mm, aux vitesses maximales respectives.

Pour une exploitation sur un écartement de voie de 1 435 mm, les wagons devront être équipés d'un mécanisme de changement de charge manuel ou d'un système de freinage automatique proportionnel à la charge répondant aux exigences de l'annexe I.

Pour une exploitation sur un écartement de voie de 1 520 mm, les wagons devront être équipés d'un système de freinage automatique proportionnel à la charge ou d'un mécanisme de changement de charge manuel proposant au moins deux positions. L'usage du système automatique et sa configuration pour l'écartement de voie de 1 520 mm devront tenir dûment compte de la conception du bogie utilisé et du type de transition d'un écartement de voie à un autre.

Les performances de freinage seront calculées en fonction du «calcul de freinage standard pour les wagons de fret et réfrigérés». Ici, le coefficient théorique calculé pour la force des semelles de frein du wagon lorsque le système de freinage est commuté pour un écartement de voie de 1 520 mm devra satisfaire aux valeurs suivantes:

- pour les semelles de frein K (en matériau composite): au moins 0,14 jusqu'à maximum 0,31 pour un wagon totalement chargé et au moins 0,22 jusqu'à maximum 0,37 pour un wagon vide.
- pour les semelles de frein GC (en fonte): au moins 0,36 jusqu'à maximum 0,70 pour un wagon totalement chargé et au moins 0,62 jusqu'à maximum 0,81 pour un wagon vide.

Les différentes forces de freinage des wagons spécifiées dans les normes de fonctionnement sur des écartements de voie de 1 435 mm et de 1 520 mm peuvent être ajustées par un réglage approprié à la timonerie de frein ou au cylindre de frein.

— **Mécanisme de changement pour passer d'un écartement de voie de 1 435 mm à un écartement de 1 520 mm**

Le changement d'un distributeur à un autre devra avoir lieu lors du changement d'écartement de voie en utilisant le mécanisme de changement 1 435 mm/1520 mm. La manipulation de ce mécanisme devra impliquer un minimum d'effort et le mécanisme devra s'enclencher de manière fiable dans sa position finale. La position finale sélectionnée doit correspondre à un système de freinage et doit rendre le second système de freinage non opérationnel. Lorsqu'un système de freinage est défaillant, l'autre doit rester opérationnel, en partant du principe que le wagon possède deux distributeurs séparés.

Le passage d'un système de freinage à un autre ne peut être effectué que dans une station de changement d'écartement de voie, soit manuellement (en utilisant un dispositif spécial), soit automatiquement.

Le système de freinage sélectionné doit être clairement indiqué, même lorsque le changement est automatique.

Lorsque le changement se fait automatiquement, un système de freinage automatique proportionnel à la charge devrait de préférence être utilisé.

7.7.2.3.1.3. Performances de freinage — Finlande

État membre: Finlande

Cas «P»

Pour les véhicules à gabarit de 1 524 mm uniquement, la puissance de freinage doit être déterminée en fonction de la distance minimale de 1 200 m entre les signaux sur le réseau finlandais. Le pourcentage minimum de masse freinée est de 55 % pour 100 km/h et de 85 % à 120 km/h.

Les exigences en matière de limites d'énergie disponible en ce qui concerne une pente avec une déclivité moyenne de 21 % et d'une longueur de 46 km (pente de la ligne du St Gothard) ne sont pas valables pour les véhicules destinés au gabarit de 1 524 mm.

Pour les véhicules à gabarit de 1 524 mm uniquement, le frein de stationnement doit être conçu de telle manière que les wagons pleinement chargés sont maintenus à l'arrêt sur une pente de 2,5 % avec une adhérence maximale de 0,15 en l'absence de vent. Dans les wagons construits pour le transport de véhicules routiers, le frein de stationnement est actionné depuis le sol.

7.7.2.3.1.4. Performances de freinage — Espagne et Portugal

États membres: Espagne et Portugal

Cas «P»

Disposition des semelles de frein.

Pour un wagon à deux essieux:

Les semelles de frein doivent être assemblées selon les exigences indiquées à la planche 5. L'assemblage de la planche 12 pour les wagons à bogies peut également être utilisé

Pour un wagon à bogies

Les semelles de frein doivent être assemblées selon les exigences indiquées sur la planche 12.

7.7.2.3.1.5. Performances de freinage — Finlande, Suède, Norvège, Estonie, Lituanie et Lettonie

États membres: Finlande, Suède, Norvège, Estonie, Lituanie, Lettonie

Cas «T1»

Les exigences de la présente STI concernant l'utilisation des semelles composites approuvées, basées sur les spécifications existantes de l'UIC et les méthodes existantes d'essai, ne sont en général pas valables pour la Finlande, la Norvège, la Suède, l'Estonie, la Lituanie et la Lettonie.

Les semelles de frein en matériau composite seront évaluées à l'échelle nationale et devront tenir compte des conditions météorologiques hivernales.

Ce cas spécifique est valable jusqu'à ce que des spécifications et des méthodes d'évaluation soient développées et démontrées comme suffisantes pour les conditions d'hiver nordique.

Cela n'exclut pas l'exploitation des wagons de fret des autres États membres dans les États nordiques et baltes.

7.7.2.3.1.6. Performances de freinage — Irlande et Irlande du Nord

États membres: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

Freinage de service: La distance d'arrêt d'un wagon neuf circulant sur une voie en palier et en alignement du réseau ferroviaire irlandais ne doit pas dépasser les valeurs suivantes:

Distance d'arrêt = $(v^2 / (2 * 0,55))$ m

(où v = est la vitesse maximale d'exploitation du wagon sur le réseau ferroviaire irlandais exprimée en m/s)

La vitesse d'exploitation maximale doit être inférieure ou égale à 120 km/h. Ces exigences doivent être satisfaites quelles que soient les conditions de chargement.

7.7.2.3.2. **Frein de stationnement**

7.7.2.3.2.1. *Frein de stationnement — Grande-Bretagne*

État membre: UK

Cas «P»

Pour les wagons prévus pour la circulation sur le réseau britannique, voir annexe V, point V1.

7.7.2.3.2.2. *Frein de stationnement — Irlande et Irlande du Nord*

États membres: Irlande et Irlande du Nord

Cas «P»

Pour les wagons neufs utilisés uniquement sur le réseau ferroviaire irlandais, chaque wagon doit être équipé d'un frein de stationnement qui doit être capable de maintenir à l'arrêt un wagon pleinement chargé sur une pente de 2,5 % avec une adhérence maximale de 0,15 et en l'absence de vent.

L'Irlande demande une dérogation à l'exigence selon laquelle le frein de stationnement doit être manœuvrable «depuis le véhicule» en faveur d'une exigence selon laquelle «le frein de stationnement doit être manœuvrable depuis le véhicule ou depuis le sol».

7.7.2.4. **Conditions environnementales**

7.7.2.4.1. **Conditions environnementales**

7.7.2.4.1.1. *Conditions environnementales — Espagne et Portugal*

États membres: Espagne et Portugal

Cas «P»

En Espagne et au Portugal, la limite supérieure de température externe est de + 50 au lieu de + 45 indiqué dans la classe Ts de température du point 4.2.6.1.2.2.

7.7.2.4.2. **Sécurité incendie**

7.7.2.4.2.1. *Sécurité incendie — Espagne et Portugal*

États membres: Espagne et Portugal

Cas «P»

Pare-étincelles

Catégorie «P» — permanente

Pour un wagon à deux essieux:

Les écrans pare-étincelles doivent être construits et disposés selon la planche 16.

Les parties externes de ces panneaux doivent être dirigées vers le bas et leur parties supérieures doivent être incurvées.

La largeur de ces parties supérieures doit être de $415 + 5/0$ mm; la distance entre les arêtes intérieures doit être de 1 120 mm.

La partie verticale de ces écrans doit atteindre la hauteur de 115 mm et la partie dirigée vers le bas 32 mm à 30°. La distance entre ces écrans par rapport au plancher doit être de 20 mm, et le rayon de la partie incurvée 1 800 mm. Les wagons à essieux acceptés pour le transit entre la France et l'Espagne, qui transportent des

marchandises dangereuses appartenant aux classes RID 1a et 1b doivent posséder lors de leur circulation des freins munis d'une isolation.

Pour un wagon à bogies

- L'écran pare-étincelles doit être construit et disposé selon la planche 17.
- Ils doivent être lisses et d'une largeur de 500 mm.
- La distance entre les arêtes intérieures doit être de 1 100 mm \pm 10.
- Par rapport au plancher, la distance minimum entre les écrans est de 80 mm.

7.7.2.4.3. **Protection électrique**

7.7.2.4.3.1. *Protection électrique — Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.*

États membres: Pologne et Slovaquie sur des lignes sélectionnées d'écartement de voie de 1 520 mm, Lituanie, Lettonie et Estonie.

Cas «P»

Exigences supplémentaires pour les wagons d'écartement de voie de 1 520 mm et de 1 435 mm exploités sur le réseau d'écartement de voie 1 520 mm.

7.7.3. TABLEAU DES CAS SPÉCIFIQUES PRÉVUS, PAR ÉTAT MEMBRE

Pays	Article	Paramètre	Cas particulier	Catégorie
Tous pays	4.2.3.4	Comportement dynamique du véhicule	7.7.2.2.4.1.	P
Finlande	4.2.2.1	Interfaces (ex. accouplement) entre véhicules	7.7.2.1.1.1	P
Finlande	4.2.3.1	Gabarit cinématique	7.7.2.2.1.3	P
Finlande	4.2.3.2	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire	7.7.2.2.2.1	P
Finlande	4.2.4.1	Performances de freinage	7.7.2.3.1.3	P
Finlande, Suède, Norvège, Estonie, Lettonie, Lituanie	6.2.3.3 (annexe P)	Performances de freinage	7.7.2.3.1.5	T1
Finlande, Estonie, Lettonie, Lituanie et Pologne	Sections 4 et 5	Caractérisation du sous-système et constituants d'interopérabilité	7.7.2.1.1.3	P
Finlande et Norvège	5.3.2.3	Roues	7.7.2.2.4.2	P
Grande-Bretagne	4.2.3.1	Gabarit cinématique	7.7.2.2.1.1	P
Grande-Bretagne	4.2.3.2	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire	7.7.2.2.2.2	P
Grande-Bretagne	4.2.4.1.2.2	Performances de freinage	7.7.2.3.1.1	P
Grande-Bretagne	4.2.4.1.2.8	Frein de stationnement	7.7.2.3.2	P
Grèce	4.2.3.4	Comportement dynamique du véhicule	7.7.2.1.1.6	T1
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.2.1	Interfaces (ex. accouplement) entre véhicules	7.7.2.1.1.2	P

Pays	Article	Paramètre	Cas particulier	Catégorie
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.2.3	Résistance de la structure du véhicule	7.7.2.1.3.1	P
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.3.1	Gabarit cinématique	7.7.2.2.1.2	P
Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.3	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire	7.7.2.2.2.3	P
Lituanie, Lettonie et Estonie	Sections 4 et 5	Caractérisation du sous-système et constituants d'interopérabilité	7.7.2.1.1.4	T
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.3.4	Comportement dynamique du véhicule	7.7.2.2.4	P
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.3.5	Forces longitudinales de compression	7.7.2.2.5.1	P
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	5.3.2.1	Bogies et organes de roulement	7.7.2.2.6.1	P
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.4.1	Performances de freinage	7.7.2.3.1.2	P
Pologne, Slovaquie, Lituanie, Lettonie et Estonie	4.2.7.3	Protection électrique	7.7.2.4.3.1	P
Irlande et Irlande du Nord	4.2.1	Interfaces (ex. accouplement) entre véhicules	7.7.2.1.1.5	P
Irlande et Irlande du Nord	4.2.2.2	Sécurité d'accès et de sortie	7.7.2.1.2.1	P
Irlande et Irlande du Nord	4.2.3	Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire	7.7.2.2.2.4	P
Irlande et Irlande du Nord	4.2.3.4	Comportement dynamique du véhicule	7.7.2.2.4.5	P
Irlande et Irlande du Nord	4.2.4.1	Performances de freinage	7.7.2.3.1.5	P
Irlande et Irlande du Nord	4.2.4.1.2.8	Frein de stationnement	7.7.2.3.2.2	P
Espagne et Portugal	4.2.2.1	Interfaces (ex. accouplement) entre véhicules	7.2.1.1.4	P
Espagne et Portugal	4.2.2.3	Résistance de la structure du véhicule	7.7.2.1.3.2	P
Espagne et Portugal	4.2.3.1	Gabarit cinématique	7.7.2.2.1.4	P
Espagne et Portugal	4.2.3.4	Comportement dynamique du véhicule	7.7.2.2.4.4	P
Espagne et Portugal	5.3.2.1	Bogies et organes de roulement	7.7.2.2.6.2	P
Espagne et Portugal	4.2.4.1	Performances de freinage	7.7.2.3.1.4	P
Espagne et Portugal	4.2.6.1.2.2	Conditions environnementales	7.7.2.4.1.1	P
Espagne et Portugal	4.2.7.2	Sécurité incendie	7.7.2.4.2.1	P

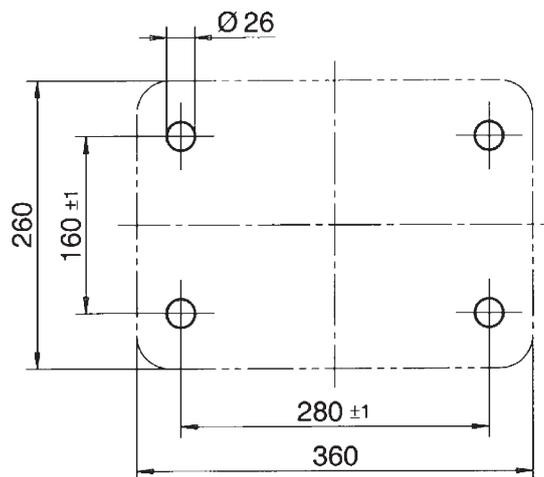
ANNEXE A

INFRASTRUCTURES ET PARTIES MÉCANIQUES

A.1. Tampons

Figure A1

Plaque support de tampon



A.2. Organe de traction

Figure A2

Crochet de traction — dimensions

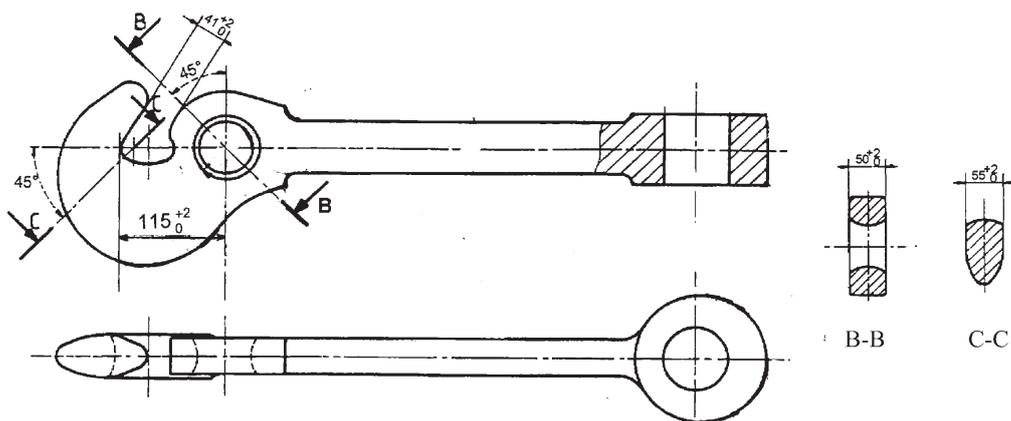


Figure A3

D-manille d'attelage à vis

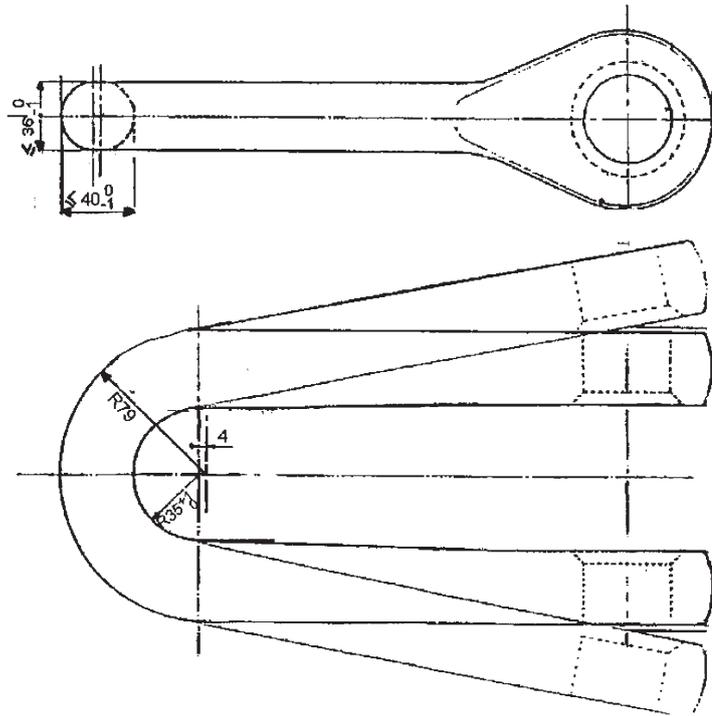


Figure A4

Crochet et organes de choc

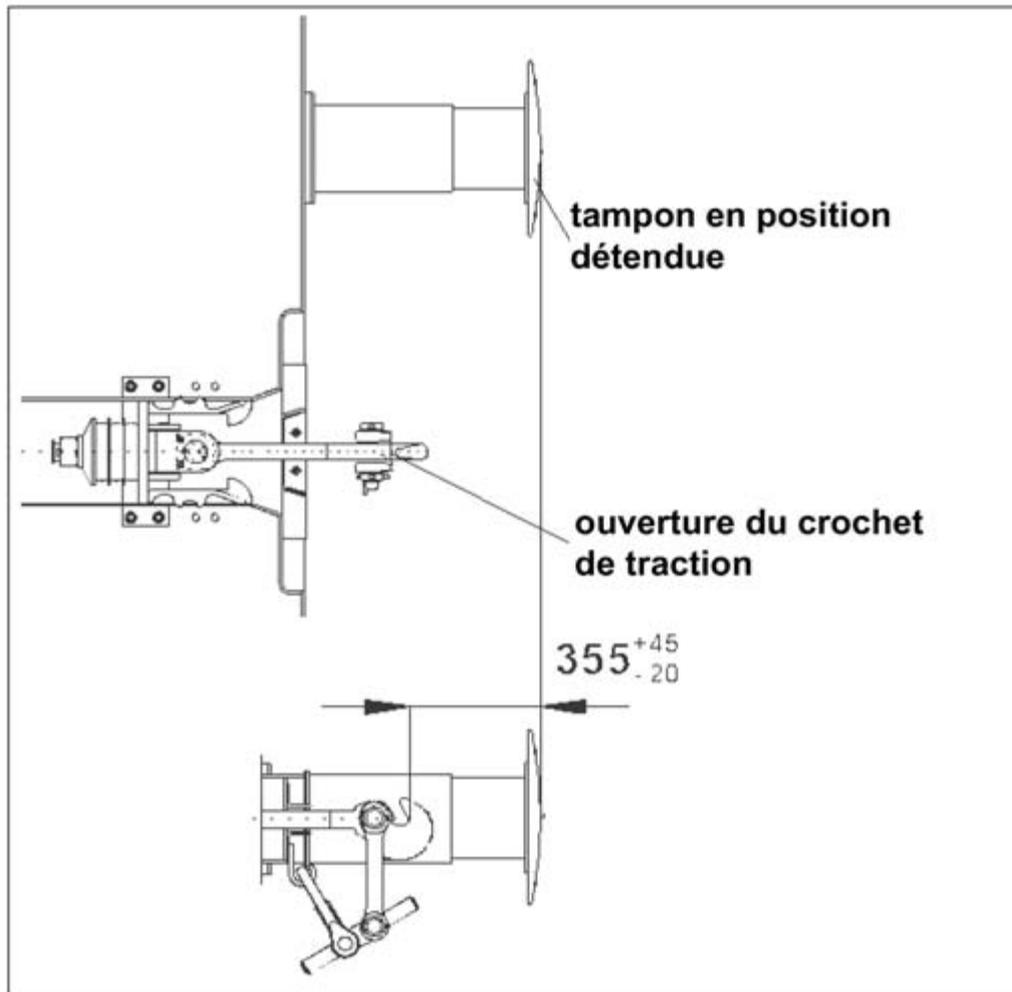
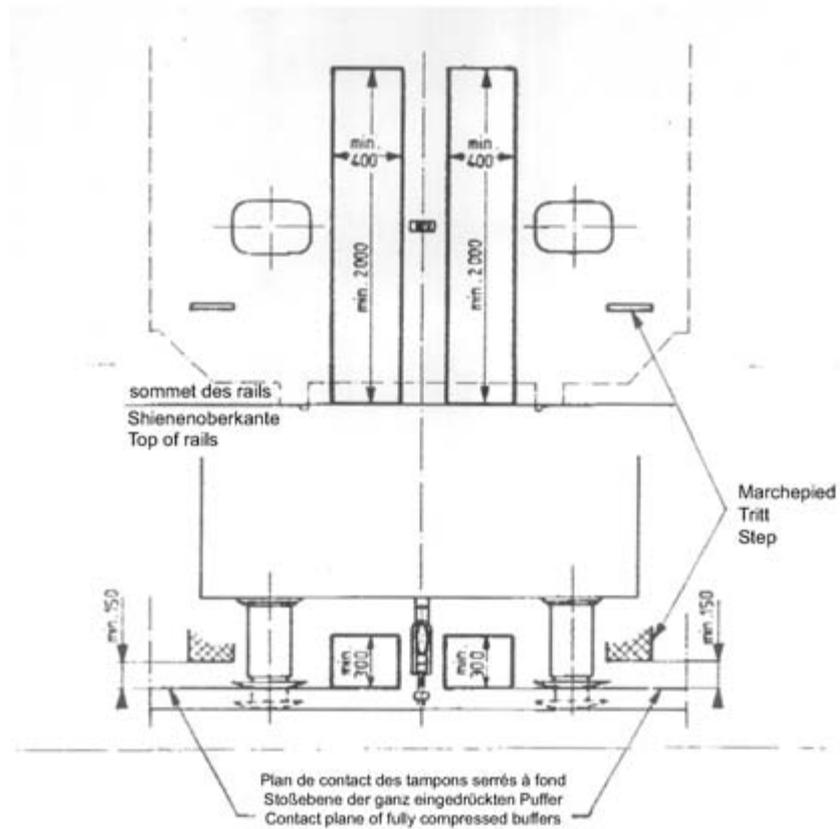


Figure A5

Rectangle de Berne



ESPACES LIBRES A RESERVER AUX EXTREMITES DES VEHICULES

FREIZUHALTENDE RÄUME AN DEN WAGENENDEN

CLEARANCES TO BE PROVIDED AT VEHICLE EXTREMITIES

Figure A6

Attelage à vis et crochet de traction

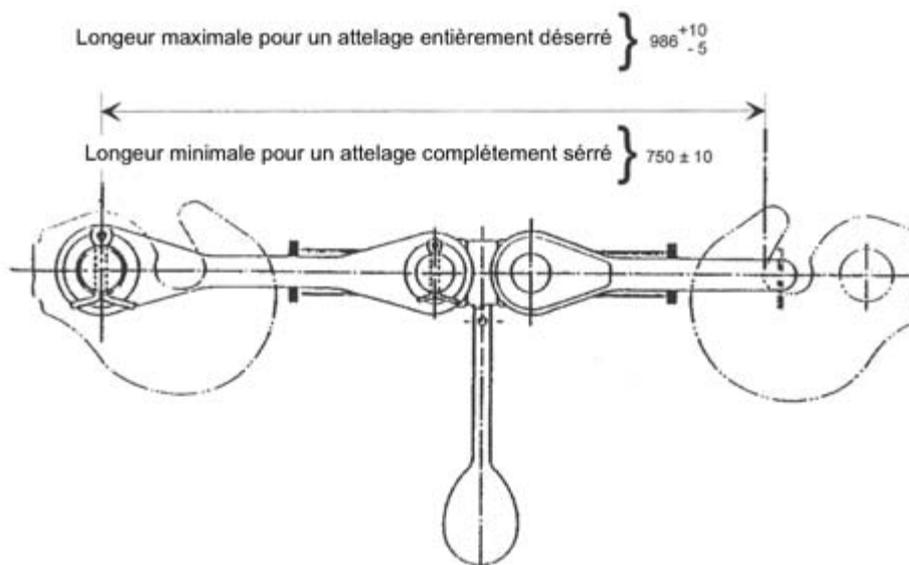
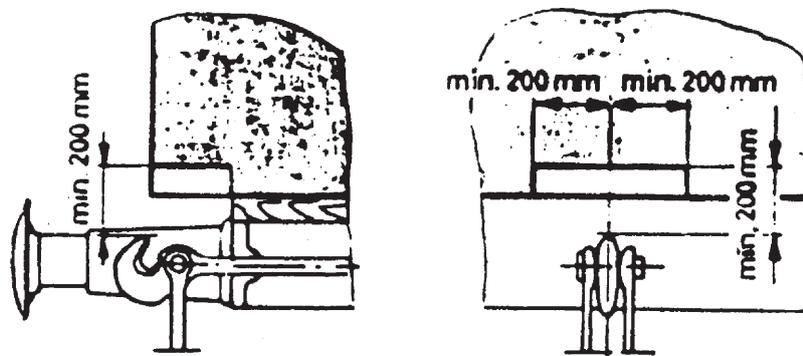


Figure A7

Tolérance à observer à l'extrémité des wagons située au dessus des crochets de traction



ANNEXE B

STRUCTURES ET PARTIES MÉCANIQUES**MARQUAGE DES WAGONS DE FRET**

B.1.	NUMÉRO UNIQUE DE VÉHICULE	113
B.2.	TARE DU VÉHICULE	113
B.3.	TABLEAU DES CHARGES DU VÉHICULE	113
B.4.	LONGUEUR ENTRE TAMPONS	115
B.5.	SYMBOLES POUR L'EXPLOITATION EN GRANDE BRETAGNE	115
B.6.	WAGONS CONSTRUITS POUR CIRCULER ENTRE DES PAYS AYANT DES GABARITS DE VOIE DIFFÉRENTS	116
B.7.	CHANGEMENT AUTOMATIQUE DE L'ÉCARTEMENT DES ROUES DES ESSIEUX MONTÉS	116
B.8.	TRIAGE À LA BUTTE INTERDIT POUR CELLES RÉALISÉES AVEC UN RAYON DE COURBE INFÉRIEUR À CELUI REPRIS AU CROQUIS CI DESSOUS	116
B.9.	WAGONS À BOGIES ACCEPTÉS AU PASSAGE À LA BUTTE ET AYANT UN ÉCARTEMENT ENTRE LEURS ESSIEUX SUPÉRIEUR À 14 000 MM	117
B.10.	WAGONS AYANT INTERDICTION DE PASSER DANS LES FREINS DE VOIE OU TOUT AUTRE DISPOSITIF D'ARRÊT EN ACTION	117
B.11.	TABLEAU DES DATES D'ENTRETIEN	117
B.12.	SIGNALISATION DE MISE EN GARDE CONTRE LA HAUTE TENSION	118
B.13.	EMPLACEMENT DES POINTS DE LEVAGE ET PRISES DE VÉRINS	119
B.14.	CHARGE MAXIMALE DU WAGON	120
B.15.	CAPACITÉ DES WAGONS CITERNES	120
B.16.	HAUTEUR DU PLANCHER DES WAGONS PORTE CONTENEUR	120
B.17.	RAYON DE COURBE MINIMAL	121
B.18.	SIGNALISATION POUR LES WAGONS À BOGIE AUTORISÉS À FRANCHIR LES RAMPES DE FERRY BOAT AYANT UN ANGLE MAXIMAL DE 2°30'	121
B.19.	MARQUAGE DES WAGONS DE PROPRIÉTAIRES PRIVÉS	121
B.20.	MARQUAGES DES WAGONS DE FRET LIÉS AUX RISQUES PARTICULIERS ASSOCIÉS AVEC LE WAGON	121
B.21.	POSITION DES CHARGES: PLATEFORMES DES WAGONS	122
B.22.	DISTANCES ENTRE LES ESSIEUX D'EXTRÉMITÉ OU LES CENTRES DE BOGIES	125
B.23.	WAGONS EXIGEANT UN SOIN PARTICULIER LORS DES MANŒUVRES (PAR EXEMPLE UNITÉS BI-MODALES)	126
B.24.	FREIN DE STATIONNEMENT APPLIQUÉ MANUELLEMENT 23	126
B.25.	INSTRUCTIONS ET CONSIGNES DE SÉCURITÉ POUR LES ÉQUIPEMENTS SPÉCIAUX	126
B.26.	NUMÉROTATION DES ESSIEUX MONTÉS	126

B.27.	MARQUAGES RELATIFS AU FREINAGE SUR LES WAGONS	127
B.27.1.	<i>Inscriptions permettant de repérer les types de frein pneumatique</i>	127
B.27.2.	<i>Marquage de la masse freinée sur les véhicules</i>	127
B.27.2.1.	Véhicules non équipés de système de changement de masse freinée	127
B.27.2.2.	Véhicules équipés d'un dispositif de changement manuel	127
B.27.2.3.	Véhicules ayant au moins deux systèmes de freinage avec des dispositifs «Vide-Chargé» distincts	128
B.27.2.4.	Véhicules équipés d'un dispositif de freinage ajusté automatiquement et progressivement au changement de charge	128
B.27.2.5.	Wagons munis de dispositifs de contrôle automatique de l'appareillage du système «Vide-chargé»	129
B.27.3.	<i>Autres marquages concernant le freinage</i>	130
B.27.3.1.	Marquage indiquant l'installation d'un frein haute puissance de type «R» avec mode de freinage «R»	130
B.27.3.2.	Marquage indiquant la présence de garnitures de frein composites	130
B.27.3.3.	Marquage indiquant la présence de freins à disques	131
B.28.	WAGON AVEC UN COUPLEUR AUTOMATIQUE DE TYPE OSSHD	131
B.29.	PLAQUE «AUTORISATION DE CIRCULER SUR DES VOIES DE 1 520 MM»	132
B.30.	WAGON AVEC ESSIEUX À ÉCARTEMENT VARIABLE (1 435 MM/1 520 MM)	132
B.31.	MARQUAGE DES BOGIES AVEC ESSIEUX À ÉCARTEMENT VARIABLE (1 435 MM/1 520 MM)	132
B.32.	MARQUAGE DES WAGONS ET VOITURES CONSTRUITS POUR DES GABARITS GA, GB OU GC	132

Figure B4

		A	B	C	D	
1)	S	00,0	00,0	00,0	00,0	★ ★ 5)
3)	120	00,0				

Figure B5

		A	B ₁	B ₂	C ₂	C ₃	C ₄
2)	SS	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0	00,0

Signification des renvois des différentes figures:

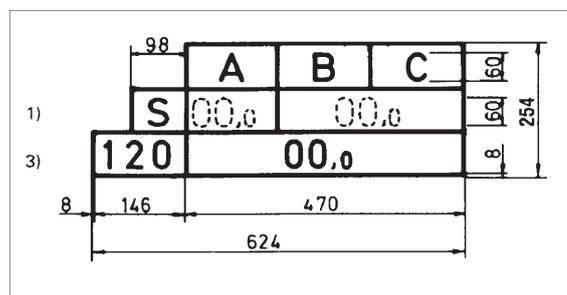
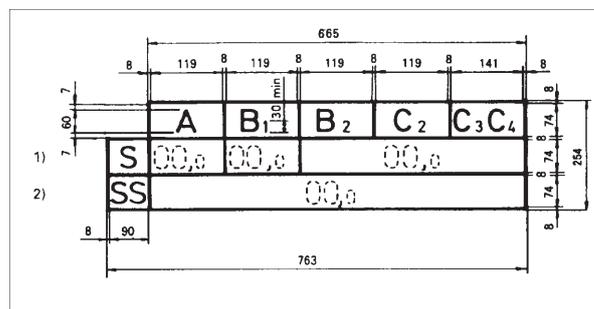
- 1) Charges maximales en tonnes pour les wagons acheminés par des trains dont la vitesse ne dépasse pas 100 km/h;
- 2) Charges maximales en tonnes pour les wagons acheminés par des trains dont la vitesse ne dépasse pas 120 km/h;
- 3) Pour les wagons capables de circuler à la vitesse maximale de 120 km/h uniquement à vide (le marquage « km/h » doit toujours apparaître sur les wagons existants);
- 4) Les wagons qui peuvent être acheminés avec les mêmes charges que pour le trafic S à 120 km/h doivent présenter le signe « * » placé à la droite des marquages relatifs aux charges maximales. Le champ d'application du marquage « ** » (seulement wagons améliorés/rénovés ou wagons neufs et améliorés/rénovés) reste un point ouvert.

NOTA:

Les marquages de la colonne de la catégorie D, doivent être inscrits uniquement sur les wagons qui acceptent une charge à l'essieu plus élevée pour la catégorie D que pour celle de la catégorie C.

Figure B6

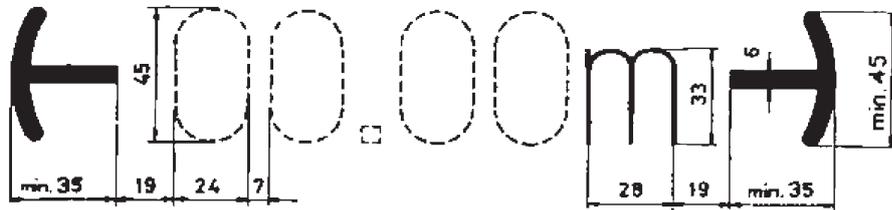
Dimensions du tableau des charges



B.4. LONGUEUR ENTRE TAMPONS

(Emplacement: à gauche, de chaque côté)

Figure B7



B.5. SYMBOLES POUR L'EXPLOITATION EN GRANDE BRETAGNE

(Emplacement: à gauche, de chaque côté)

Figure B8

Pour wagons admis sur les ferry boat

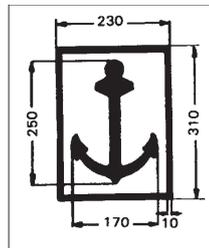


Figure B9

Pour wagons admis dans le tunnel sous la Manche

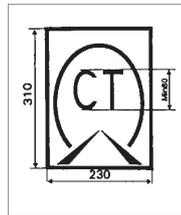
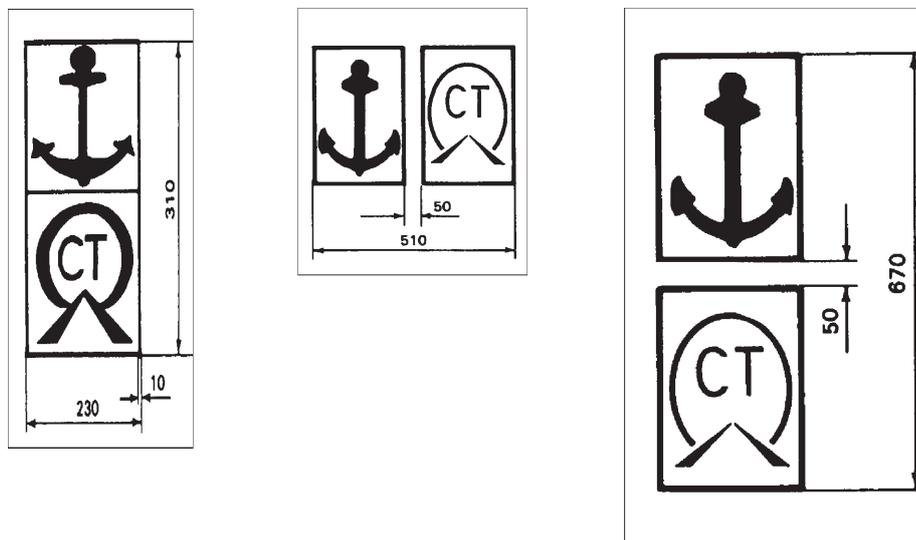


Figure B10

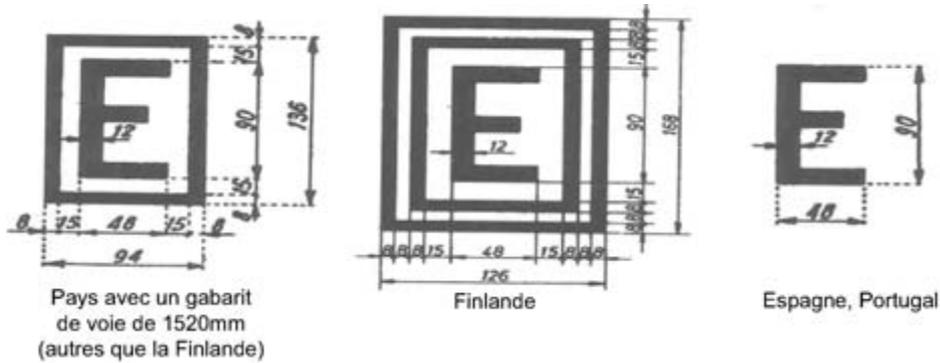
Pour wagons admis sur les ferry boat et dans le tunnel sous la manche



B.6. WAGONS CONSTRUITS POUR CIRCULER ENTRE DES PAYS AYANT DES GABARITS DE VOIE DIFFÉRENTS

(Emplacement: à droite, de chaque côté)

Figure B11

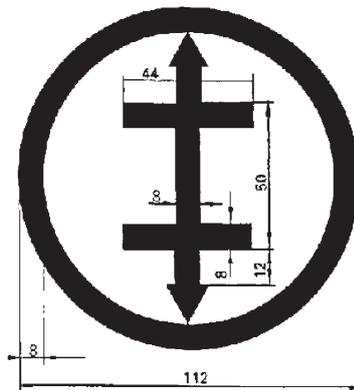


B.7. CHANGEMENT AUTOMATIQUE DE L'ÉCARTEMENT DES ROUES DES ESSIEUX MONTÉS

(Emplacement: à droite, de chaque côté)

Pour des organes de roulement ayant un changement automatique du gabarit de voie pour une valeur comprise entre 1 435 mm et 1 668 mm

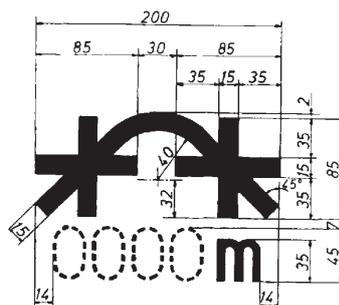
Figure B12



B.8. TRIAGE À LA BUTTE INTERDIT POUR CELLES RÉALISÉES AVEC UN RAYON DE COURBE INFÉRIEUR À CELUI REPRIS AU CROQUIS CI DESSOUS

(Emplacement: sur la gauche de chaque longeron du châssis)

Figure B13



Ce marquage indique la valeur minimale du rayon de courbe verticale franchissable par les wagons qui en raison de leur conception doivent être aptes à résister au passage des buttes ayant une courbe d'un rayon de 250 m.

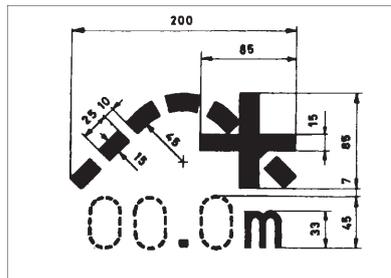
B.9. WAGONS À BOGIES ACCEPTÉS AU PASSAGE À LA BUTTE ET AYANT UN ÉCARTEMENT ENTRE LEURS ESSIEUX SUPÉRIEUR À 14 000 MM

(Emplacement: sur la gauche de chaque longeron du châssis)

Ce marquage est destiné aux wagons à bogies dont la distance entre deux essieux consécutifs est supérieure à 14 000 mm.

Il indique la plus grande des valeurs d'écartement entre deux essieux consécutifs;

Figure B14



B.10. WAGONS AYANT INTERDICTION DE PASSER DANS LES FREINS DE VOIE OU TOUT AUTRE DISPOSITIF D'ARRÊT EN ACTION

(Emplacement: sur la gauche de chaque longeron du châssis)

Figure B15



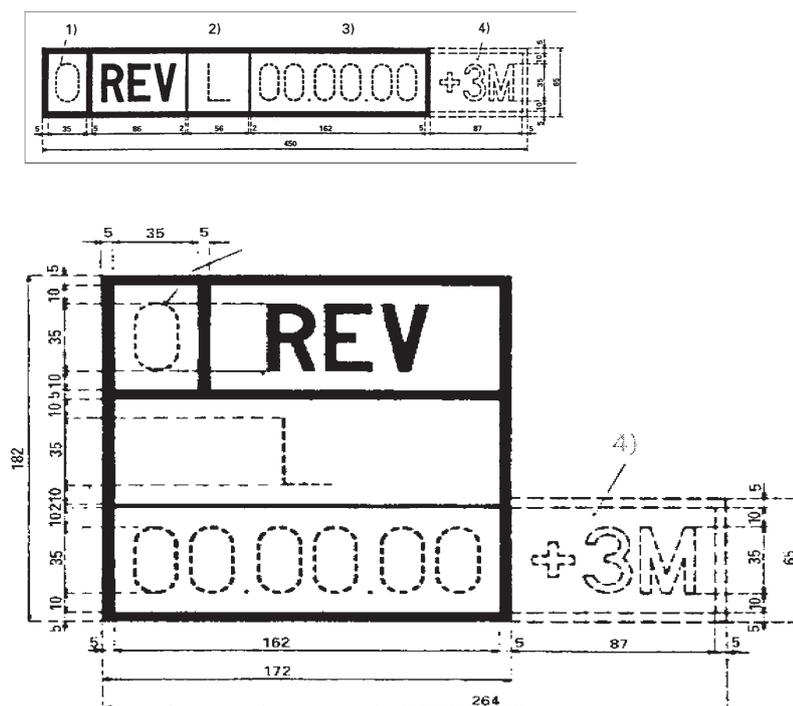
Ce marquage est destiné aux wagons qui, en raison de leur construction, ne doivent pas passer dans les freins de voie, les dispositifs de triage ou de freinage en action.

B.11. TABLEAU DES DATES D'ENTRETIEN

(Emplacement: sur la gauche de chaque longeron du châssis)

Il doit être possible au regard du système de maintenance mis en place de démontrer la validité des données indiquées sur la plaque d'entretien.

Figure B16

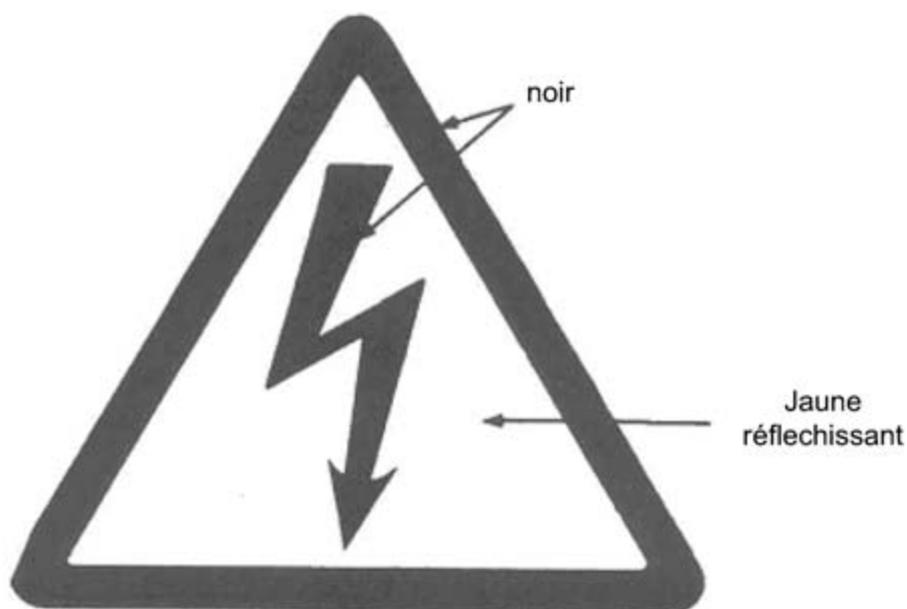


- 1) Période de validité reprise à la plaque d'entretien;
- 2) Marquage de l'atelier prenant la responsabilité du travail de maintenance permettant ainsi la mise à jour de la période de validité;
- 3) Date des travaux entrepris (jour, mois, année);
- 4) Marquage complémentaire. Peut être appliqué uniquement par le RU propriétaire.

B.12. SIGNALISATION DE MISE EN GARDE CONTRE LA HAUTE TENSION

Figure B17

Pour les véhicules construits après le 1.1.1987



Ce marquage est placé sur les wagons équipés de marchepieds à une hauteur de 2 000 mm au dessus du niveau du rail ou avec des marchepieds dont une extrémité dépasserait cette valeur. Ce marquage est placé de telle manière qu'il soit visible avant que la zone de danger ne soit effectivement atteinte.

B.13. EMBLACEMENT DES POINTS DE LEVAGE ET PRISES DE VÉRINS

Ce marquage est situé à gauche et à droite de chaque longeron du châssis, à une hauteur au niveau des points de levage.

Figure B18

Levage en atelier sans les organes de roulement

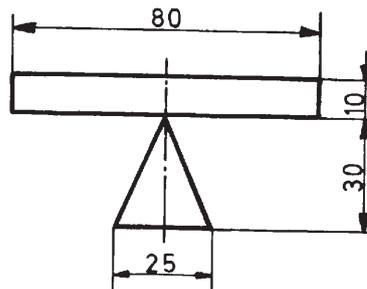


Figure B19

Levage en 4 points avec ou sans organes de roulement

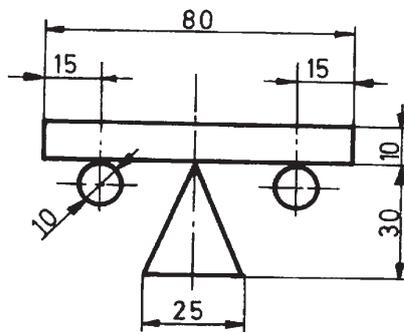
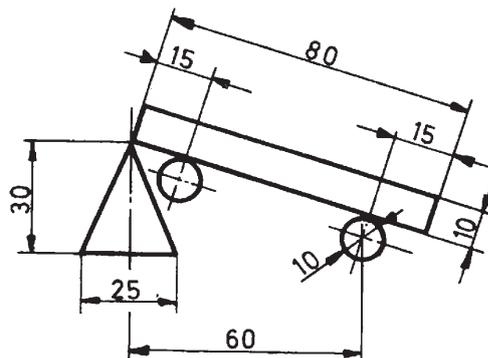


Figure B20

Levage avec ou sans organes de roulement ou remise sur rail par une seule extrémité ou proche de l'extrémité

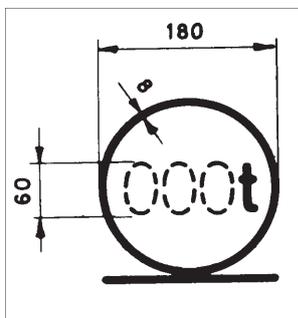


B.14. CHARGE MAXIMALE DU WAGON

(Emplacement: sur la droite de chaque longeron du châssis)

Ce marquage est destiné aux wagons ayant une capacité de chargement supérieure à la charge maximale marquée ainsi que pour les wagons sans marquage de leur charge maximale. Il indique la charge maximale autorisée pour le wagon en cause.

Figure B21

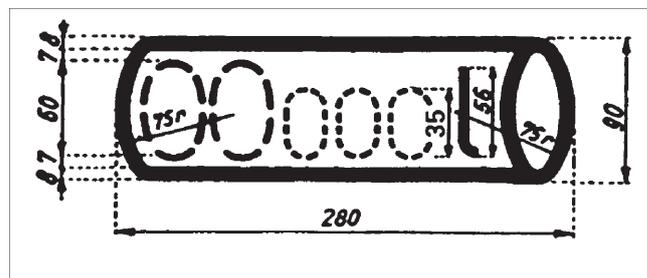


B.15. CAPACITÉ DES WAGONS CITERNES

(Emplacement: à gauche, de chaque côté)

Dans le cas de wagons citernes, etc., la capacité en mètres cubes, en hectolitres ou en litres est indiquée en utilisant le marquage présenté ci dessous.

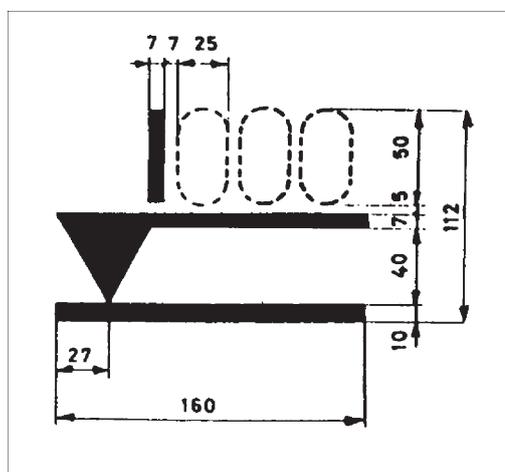
Figure B22



B.16. HAUTEUR DU PLANCHER DES WAGONS PORTE CONTENEUR

(Emplacement: à droite, de chaque côté)

Figure B23



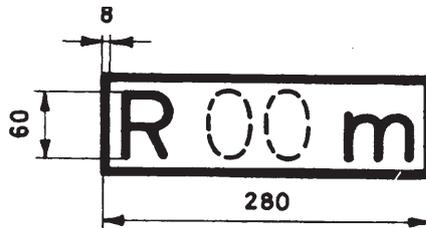
Ce signe est situé sur les wagons porte conteneurs équipés pour le transport des grands conteneurs ou des caisses mobiles, il indique la hauteur en mm de la surface de chargement du wagon lorsque ce dernier est à vide.

B.17. RAYON DE COURBE MINIMAL

(Emplacement: à gauche sur chaque longeron du châssis)

Ce marquage est destiné aux wagons à bogies aptes à franchir uniquement des courbes de plus de 35 m de rayon, l'indication donne le rayon minimal de courbe autorisée.

Figure B24

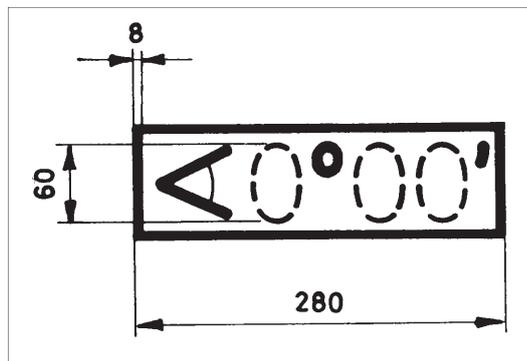


B.18. SIGNALISATION POUR LES WAGONS À BOGIE AUTORISÉS À FRANCHIR LES RAMPES DE FERRY BOAT AYANT UN ANGLE MAXIMAL DE 2°30'

(Emplacement: à gauche sur chaque longeron du châssis)

Ce marquage est destiné aux wagons à bogies qui ne peuvent accéder à des rampes de ferry boat que si elles sont d'un angle inférieur à 2°30', l'indication donne la valeur maximale de l'angle de rampe autorisé pour le wagon en cause.

Figure B25



B.19. MARQUAGE DES WAGONS DE PROPRIÉTAIRES PRIVÉS

(Emplacement: à gauche de chaque côté)

Les wagons de propriétaires privés doivent être marqués du nom et de l'adresse du détenteur enregistré.

B.20. MARQUAGES DES WAGONS DE FRET LIÉS AUX RISQUES PARTICULIERS ASSOCIÉS AVEC LE WAGON

- (a) Dans le cas où les caisses des wagons (superstructures) sont susceptibles de se déplacer par rapport au châssis (wagons équipés d'absorbeurs de chocs, etc.) les parties pouvant être recouvertes lors de l'impact doivent être peintes de bandes noires diagonales sur un fond jaune afin d'attirer l'attention sur ces zones dangereuses.
- (b) Pour éviter tout accident possible provenant des capuchons de câble débordant de plus de 150 mm, ces derniers doivent être peints comme suit:
 - Capuchon du câble et son dispositif de protection: en jaune,
 - Reposoirs pour les crochets de câbles,
 - dépassement inférieur à 250 mm: en jaune,
 - dépassement supérieur à 250 mm: bandes noires placées en diagonales sur un fond jaune.

B.21. POSITION DES CHARGES: PLATEFORMES DES WAGONS

(Emplacement: au centre de chaque longeron du châssis).

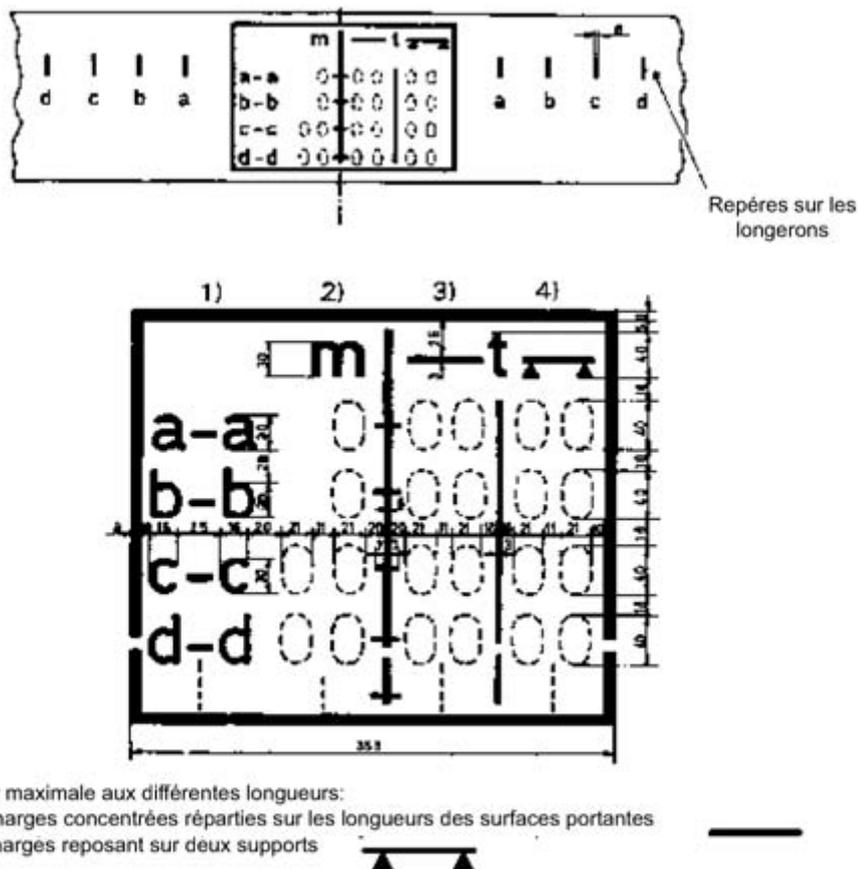
Les wagons plats ayant un plancher utile d'une longueur dépassant 10 m ainsi que les tombereaux construits après le 1^{er} janvier 1968, doivent présenter le marquage indiqué aux figures B28 ou B29, vis à vis de charges individuelles de hauteur maximale, réparties au minimum sur la longueur en trois zones différentes de la surface d'appui.

Cette information est optionnelle pour tous les autres types de wagons.

Cette signalisation est optionnelle pour les autres types de wagons, sur lesquelles cette signalisation peut être apposée, comme cela figure sur B26 ou B27 ou B28 ou B29.

Figure B26

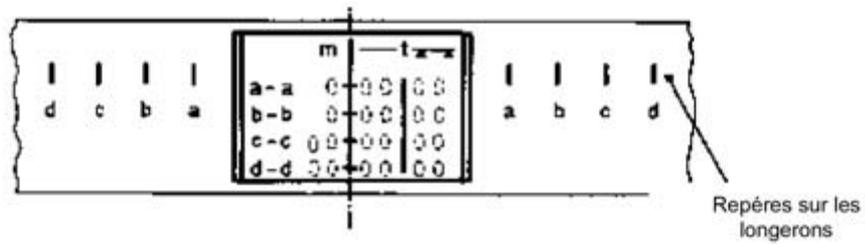
Exemple indiquant les charges concentrées réparties sur différentes longueurs de la surface d'appui et de charges reposant sur deux supports distincts (écartement supérieur ou égal à 2 mm)



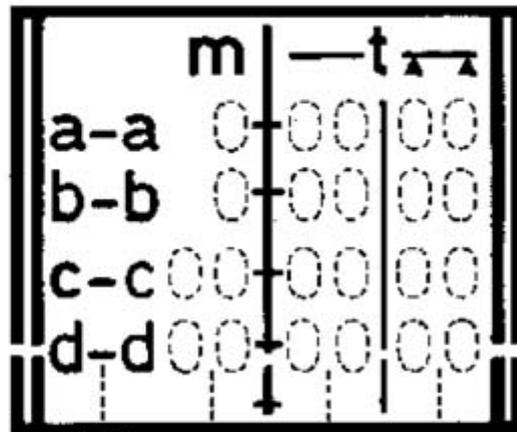
- 1) Indications précisant la longueur des surfaces d'appui de charges concentrées, ou la distance entre supports
- 2) Distances en mètres en regard des repères de longueur
- 3) Tonnages maximaux des charges concentrées
- 4) Tonnages maximaux des charges reposant sur deux supports

Figure B27

Exemple indiquant les charges concentrées réparties sur différentes longueurs de la surface d'appui et de charges reposant sur deux supports distincts (écartement supérieur ou égal à 1,20 m)



1) 2) 3) 4)



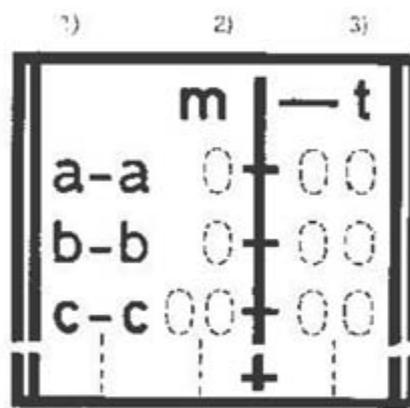
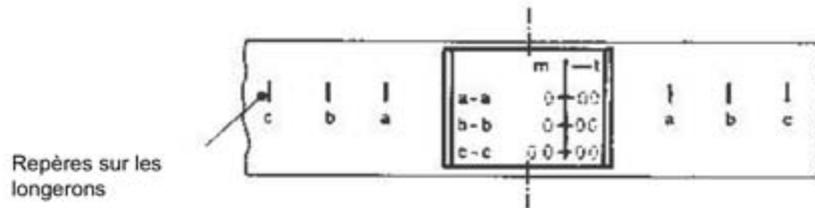
Valeur maximale aux différentes longueurs:
 - de charges concentrées réparties sur les longueurs des surfaces portantes
 - de charges reposant sur deux supports



- 1) Indications précisant la longueur des surfaces d'appui de charges concentrées, ou la distance entre supports
- 2) Distances en mètres en regard des repères de longueur
- 3) Tonnages maximaux des charges concentrées
- 4) Tonnages maximaux des charges reposant sur deux supports

Figure B29

Exemple indiquant les charges concentrées réparties sur différentes longueurs de la surface d'appui (écartement supérieur ou égal à 1,20 m)



Valeur maximale aux différentes longueurs de charges concentrées réparties sur les longueurs des surfaces portantes **—**

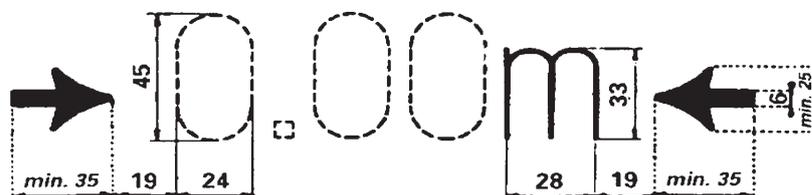
- 1) Indications précisant la longueur des surfaces d'appui de charges concentrées, ou la distance entre supports
- 2) Distances en mètres en regard des repères de longueur
- 3) Tonnages maximaux des charges concentrées
- 4) Tonnages maximaux des charges reposant sur deux supports

B.22. DISTANCES ENTRE LES ESSIEUX D'EXTRÉMITÉ OU LES CENTRES DE BOGIES

(Emplacement: à droite sur chaque longeron du châssis)

La distance entre les essieux extrêmes pour les wagons dépourvus de bogie ainsi que la distance entre centres des bogies pour les wagons à bogies, doit être indiquée en utilisant le marquage repris ci dessous.

Figure B30

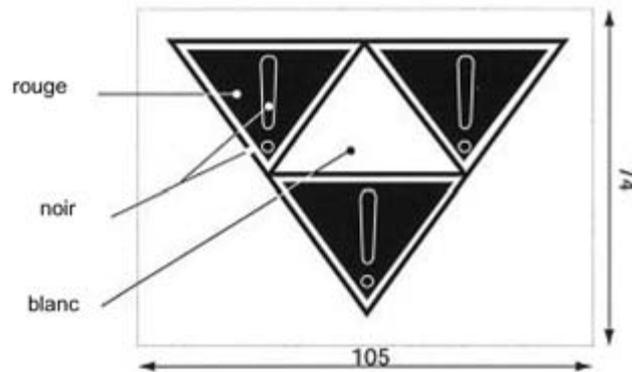


B.23. WAGONS EXIGEANT UN SOIN PARTICULIER LORS DES MANŒUVRES (PAR EXEMPLE UNITÉS BIMODALES)

Pour les wagons nécessitant des soins particuliers lors des manœuvres, ou les bogies utilisés en trafic intermodal, le marquage présenté ci-dessous signifie:

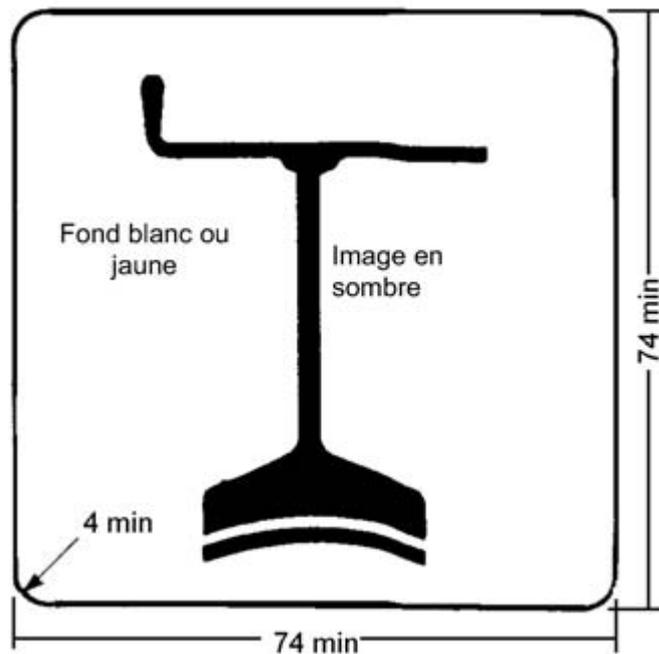
- La manœuvre au lancer ou par gravité n'est pas autorisée,
- L'accompagnement par un véhicule de traction est nécessaire,
- La manœuvre avec attelage desserré n'est pas autorisée.

Figure B31



B.24. FREIN DE STATIONNEMENT APPLIQUÉ MANUELLEMENT

Figure B32



B.25. INSTRUCTIONS ET CONSIGNES DE SÉCURITÉ POUR LES ÉQUIPEMENTS SPÉCIAUX

Les wagons munis d'équipements particuliers (déchargement automatique, toit ouvrant, etc.) doivent disposer des instructions concernant le maniement de ces équipements ainsi que les consignes de sécurité devant être prises. Ces instructions, qui peuvent être accompagnées des pictogrammes appropriés, doivent être placées bien en vue et si possible en différentes langues.

B.26. NUMÉROTATION DES ESSEUX MONTÉS

Une référence numérique de l'essieu doit être indiquée au-dessus de chaque boîte d'essieu, inscrite sur le longeron du châssis du wagon, correspondant à la position de l'essieu, comptée par ordre croissant en partant d'une extrémité préalablement choisie.

B.27. MARQUAGES RELATIFS AU FREINAGE SUR LES WAGONS

B.27.1. Inscriptions permettant de repérer les types de frein pneumatique

Les inscriptions indiquant les types de frein continu qui doivent être apposées sur les véhicules doivent être en conformité avec les descriptions abrégées reproduites ci-dessous. Pour la signification de ces modes de freinage voir la STI, section 4.2.1.4.2.2.

Mode de freinage	G
Mode de freinage	P
Mode de freinage	R
Système (ou dispositif) de changement GP	GP
Système (ou dispositif) de changement PR	PR
Système (ou dispositif) de changement G/P/R	GPR
Dispositif de freinage ajusté automatiquement et progressivement à la charge	A

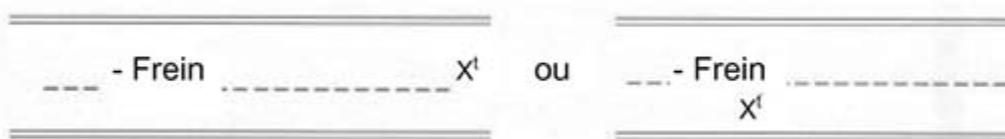
B.27.2. Marquage de la masse freinée sur les véhicules

Dans les figures suivantes, la lettre «x» correspond à la masse freinée et la lettre «y» la masse freinée liée au changement de charge. La lettre x dans un encadrement correspond à la masse freinée variable qui est indiquée dans des fenêtres.

B.27.2.1. Véhicules non équipés de système de changement de masse freinée

La masse freinée doit être inscrite sur les longerons du châssis, à proximité de l'inscription relative au dispositif de frein comme indiqué à la figure B33.

Figure B33



B.27.2.2. Véhicules équipés d'un dispositif de changement manuel

— Système de changement «Marchandises- Voyageurs»

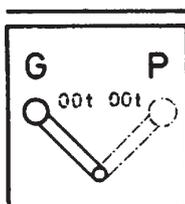
Dans le cas des véhicules dotés d'un système de changement «Marchandises-Voyageurs» (G/P), le basculement d'un système vers l'autre est fait en utilisant un levier muni d'un bouton comme présenté à la figure B34.

En mode «Marchandises», le levier doit être incliné vers la gauche par le haut.

En mode «Voyageurs», le levier doit être incliné vers la droite par le haut.

Les masses freinées sont inscrites sur la plaque derrière le levier basculant, en regard de chacune des positions du levier, «Marchandises» (G) ou «Voyageurs» (P).

Figure B34



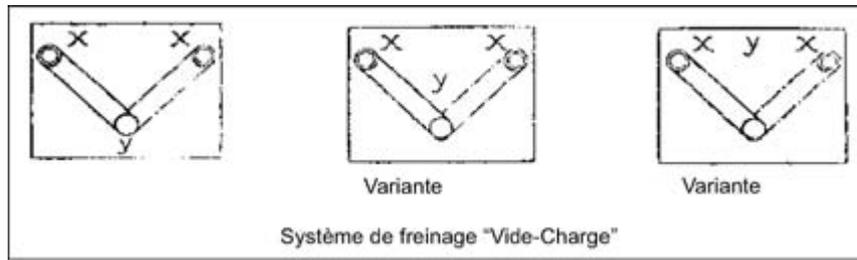
— Véhicules équipés du dispositif «Vide-Chargé».

Les masses freinées et celles liées à ce dispositif doivent être inscrites sur la plaque du dispositif de basculement «Vide-Chargé». Les masses freinées ne doivent pas être inscrites à proximité de leviers concernant d'autres dispositifs de changement.

S'il y a un système de changement «Vide-Chargé» seul et seulement deux positions au basculement du levier (mode de freinage «Vide» et un seul mode de freinage «Chargé»), les masses freinées doivent être indiquées sur la plaque devant laquelle le levier bascule, à droite et à gauche de l'axe de la plaque, en regard de la position correspondante du levier. La masse du

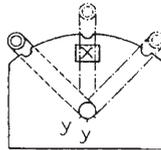
chargement conduisant au changement doit être indiquée sous l'axe du levier ou entre les deux masses freinées mentionnées ci dessus. (Voir figure B35).

Figure B35



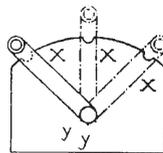
S'il existe un système «Vide-Chargé» seul et différentes positions du levier (mode de freinage «Vide» et plusieurs modes de freinage «Chargé»), la masse freinée correspondante à chaque position du levier est indiquée dans une fenêtre, disposée en partie haute et centrale de la plaque derrière laquelle le levier bascule (Voir Fig. B36).

Figure B36



Il est également possible d'utiliser le dispositif de la figure B37, pour laquelle les masses freinées sont affichées de façon permanente au regard de chaque position du levier.

Figure B37



Les masses liées au changement de chargement doivent être inscrites sur la plaque, sous l'axe du levier. Un pointeur fixé au levier, basculant devant la plaque, indique, pour chaque position du levier, la masse liée au changement de chargement correspondant (Voir figures B36 et B37).

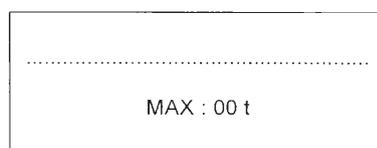
B.27.2.3. Véhicules ayant au moins deux systèmes de freinage avec des dispositifs «Vide-Chargé» distincts

Sur les deux plaques des dispositifs «Vide-Chargé», la masse freinée relative aux équipements contrôlés par ces derniers et la masse liée au changement de charge relative à tout le véhicule conformément au paragraphe B.27.2.2 doivent être inscrites.

B.27.2.4. Véhicules équipés d'un dispositif de freinage ajusté automatiquement et progressivement au changement de charge

Ces véhicules doivent porter une inscription semblable à celle indiquée à la figure 38 à proximité de chaque levier.

Figure B38



Sur les véhicules munis de plus d'un distributeur (ex. wagons multiples), la masse freinée obtenue pour chacun des distributeurs doit être indiquée entre parenthèses après la valeur de la masse freinée totale (exemple pour trois distributeurs: MAX: 203t (80t + 43t + 80t)).

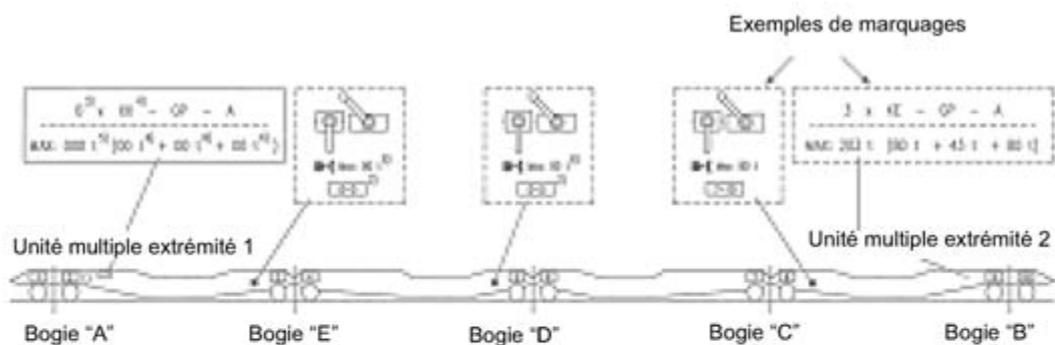
Chaque robinet d'isolement de distributeur doit présenter les détails de la masse freinée correspondant au distributeur en cause ainsi que le symbole indiquant «Frein pneumatique en service», voir figure B39.

Figure B39



De plus, les numéros des essieux freinés assignés au robinet d'isolement du distributeur doivent être indiqués dans un encadrement, voir la figure B40.

Figure B40



- 1) Marquage du numéro d'essieu au dessus de l'essieu sur le longeron et de chaque côté du véhicule
- 2) Marquage des essieux assignés à ce système de freinage immédiatement sous l'inscription de la masse freinée par ce système
- 3) Nombre de distributeurs pour la totalité de l'unité multiple
- 4) Optionnel
- 5) Masse freinée totale possible (somme de toutes les masses freinées)
- 6) Masse freinée par système de freinage

B.27.2.5. Wagons munis de dispositifs de contrôle automatique de l'appareillage du système «Vide-chargé»

Les masses freinées et les masses liées aux charges doivent être inscrites soit sur un tableau particulier soit sur le longeron du châssis:

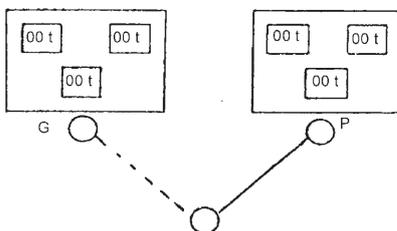
en partie haute, à gauche la masse freinée du wagon à vide,

en partie haute, à droite la masse freinée du wagon chargé,

à la base, au milieu, la masse de chargement liée au changement.

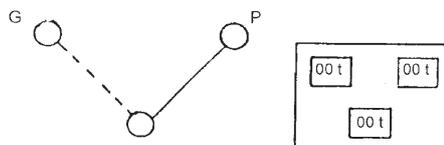
Les masses freinées des wagons en position G «Marchandises» qui diffèrent de celles en position P «Voyageurs», doivent porter des indications complètes à proximité des deux positions du levier de changement de régime «G-P»; voir la figure B41.

Figure B41



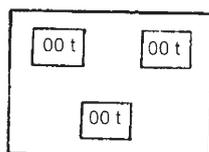
Les wagons ayant des masses freinées identiques dans la position G «Marchandises» ou dans la position P «Voyageurs», doivent porter des inscriptions comme indiqué à la figure B42 à proximité du levier de changement de régime «G-P».

Figure B42



Les wagons ayant une seule position «Marchandises» ou une seule position «Voyageurs» doivent être marqués comme indiqué à la figure B43.

Figure B43

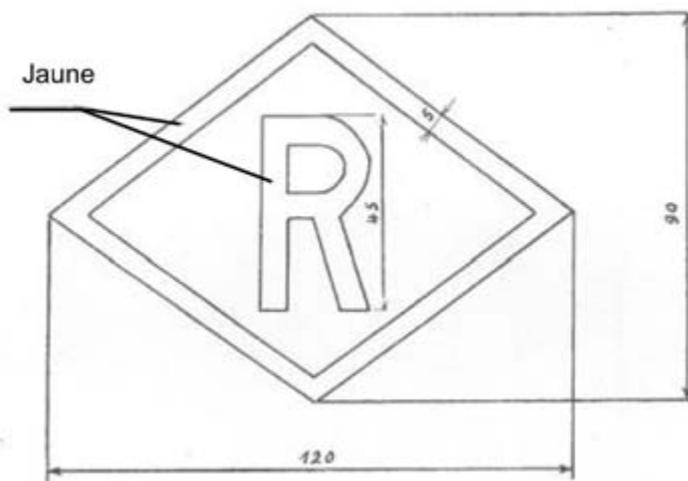


B.27.3. Autres marquages concernant le freinage

Les marquages ci après doivent être placés au centre de chaque longeron de châssis.

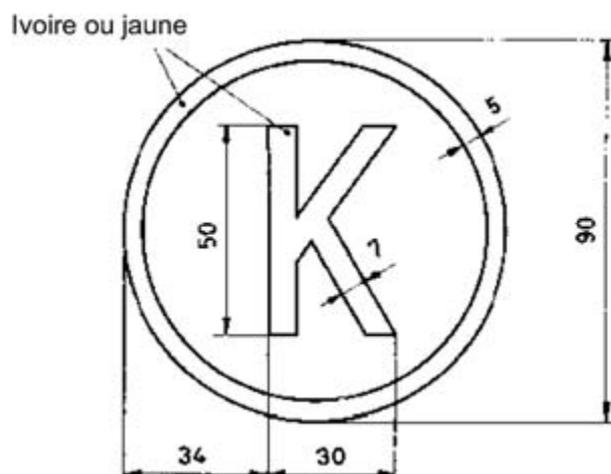
B.27.3.1. Marquage indiquant l'installation d'un frein haute puissance de type «R» avec mode de freinage «R»

Figure B44



B.27.3.2. Marquage indiquant la présence de garnitures de frein composites

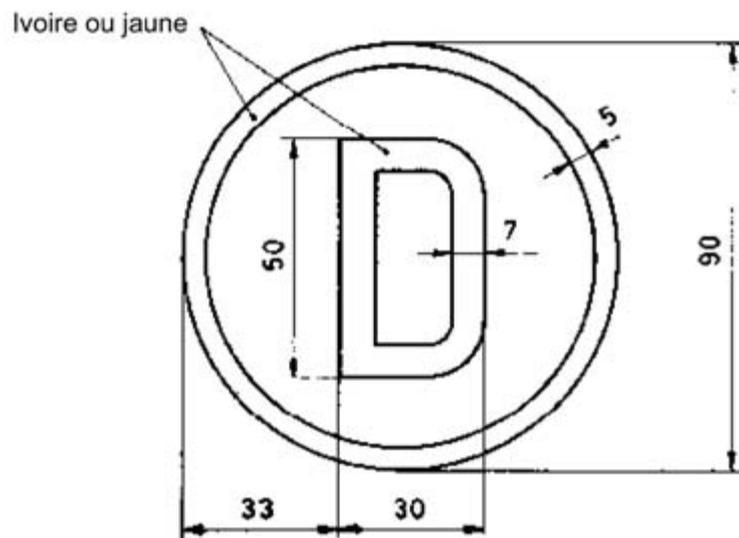
Figure B45



B.27.3.3. Marquage indiquant la présence de freins à disques

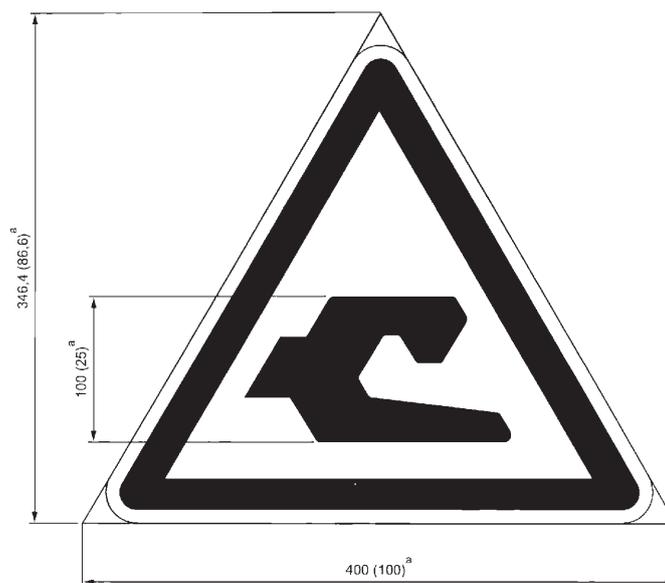
Les instructions pour vérifier l'état des freins doivent être indiquées.

Figure B46



B.28. WAGON AVEC UN COUPLEUR AUTOMATIQUE DE TYPE OSSHD

Figure B47



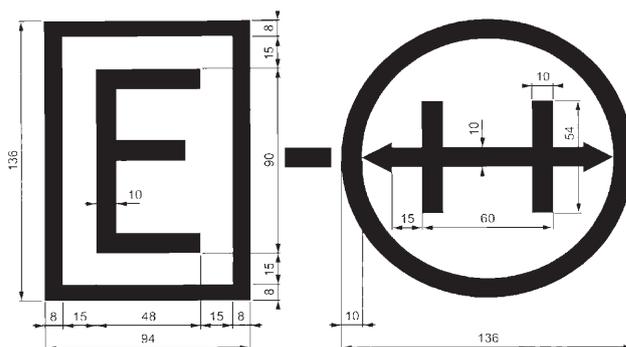
B.29. PLAQUE «AUTORISATION DE CIRCULER SUR DES VOIES DE 1 520 MM»

Figure B48



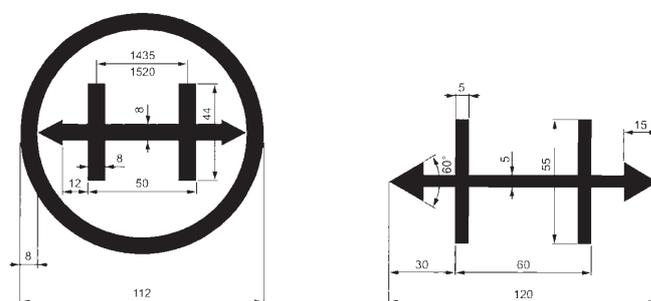
B.30. WAGON AVEC ESSIEUX À ÉCARTEMENT VARIABLE (1 435 MM/1 520 MM)

Figure B49



B.31. MARQUAGE DES BOGIES AVEC ESSIEUX À ÉCARTEMENT VARIABLE (1 435 MM/1 520 MM)

Figure B50



B.32. MARQUAGE DES WAGONS ET VOITURES CONSTRUITS POUR DES GABARITS GA, GB OU GC

Ce point reste ouvert.

ANNEXE C

Gabarit cinématique

C.1.	DOMAINE D'APPLICATION	138
C.2.	GENERALITES	138
C.2.1.	Liste des notations utilisées	138
C.2.2.	Définitions	140
C.2.2.1.	Coordonnées normales	140
C.2.2.2.	Contour de référence	140
C.2.2.3.	Déport géométrique	140
C.2.2.4.	Centre de roulis C	140
C.2.2.5.	Assymétrie	141
C.2.2.6.	Gabarit maximal de construction pour le matériel roulant	141
C.2.2.7.	Gabarit cinématique	142
C.2.2.8.	Mouvements quasi-statiques z	142
C.2.2.9.	Saillies S (Figure.C5)	142
C.2.2.10.	Réductions E_i ou E_a	142
C.2.2.11.	Contour du gabarit de l'infrastructure	143
C.2.3.	Commentaires de portée générale concernant la méthode d'obtention du gabarit maximal de construction du matériel	143
C.2.3.1.	Positions relatives des différents gabarits	144
C.2.4.	Règles associées au contour de référence pour la détermination du gabarit maximal de construction du matériel roulant	145
C.2.4.1.	Mouvements verticaux	145
C.2.4.1.1.	Détermination des hauteurs minimales au dessus du plan de roulement	145
C.2.4.1.2.	Passage en courbes de transition verticale (y compris les buttes des triages) et les appareils de frein de voie, de manœuvre ou d'arrêt.	146
C.2.4.1.3.	Détermination des hauteurs maximales au dessus du plan de roulement	151
C.2.4.2.	Mouvements latéraux (D)	152
C.2.4.2.1.	Position sur la voie d'un véhicule en circulation et facteur de déplacement (A)	152
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)	155
C.2.4.2.3.	Mouvements quasi-statiques (z)	155

C.2.5.	Détermination des réductions par le calcul	156
C.2.5.1.	Termes pris en compte dans le calcul des mouvements (D)	156
C.2.5.1.1.	Termes concernant la position de circulation du véhicule en courbe (déport géométrique)	156
C.2.5.1.2.	Ensemble des termes concernant le jeu latéral	157
C.2.5.1.3.	Mouvements quasi-statiques (terme concernant l'inclinaison du véhicule sur ses suspensions et sa dissymétrie lorsqu'elle est supérieure à 1°)	157
C.3.	GABARIT G1	158
C.3.1.	Contour de référence pour le gabarit statique G1	159
C.3.1.1.	Formules de réduction	159
C.3.2.	Contour de référence pour le gabarit cinématique G1	160
C.3.2.1.	Partie commune à tous les véhicules	160
C.3.2.2.	Parties en dessous de 130mm pour les véhicules inaptes à franchir les buttes de manœuvre ou les freins de voie ou autres dispositifs de tri ou d'arrêt.	161
C.3.2.3.	Partie en dessous de 130 mm pour les véhicules aptes à franchir les buttes de manœuvre et les freins de voie et autres dispositifs de tri ou d'arrêt en service.	162
C.3.2.3.1.	Utilisation des appareils de manœuvre sur des sections de voies en courbe	162
C.3.3.	Saillies autorisées S_o (S)	163
C.3.4.	Formules de réduction	164
C.3.4.1.	Formules de réductions applicables aux véhicules motorisés (dimensions en mètres)	164
C.3.4.2.	Formules de réductions applicables aux automotrices (dimensions en mètres)	166
C.3.4.3.	Réductions applicables aux voitures et véhicules à voyageurs (dimensions en mètres)	167
C.3.4.4.	Formules de réductions applicables aux wagons (dimensions en mètres)	169
C.3.5.	Contour de référence pour les pantographes ainsi que pour les parties sous tension non isolées situées en toiture.	171
C.3.6.	Règles concernant le contour de référence pour la détermination du gabarit maximal de construction du matériel roulant.	171
C.3.6.1.	Éléments moteurs équipés de pantographes	171
C.3.6.2.	Automotrices équipées de pantographes	173
C.3.6.3.	Pantographes en position abaissée	173
C.3.6.4.	Marges d'isolement pour le 25kV	173
C.4.	GABARITS DE VEHICULES GA, GB, GC	173
C.4.1.	Contours de référence des gabarits statiques et règles associées.	173
C.4.1.1.	Gabarits statiques GA et GB	174

C.4.1.2.	Gabarit statique GC	175
C.4.2.	Contours de référence cinématiques et règles associées.	175
C.4.2.1.	Engins de traction (excepté les automotrices et éléments multiples avec voitures motorisées)	176
C.4.2.1.1.	Gabarits cinématiques GA et GB	176
C.4.2.1.2.	Gabarit cinématique GC	178
C.4.2.2.	Automotrices et éléments multiples avec voitures motorisées	178
C.4.2.2.1.	Gabarits cinématiques GA et GB	178
C.4.2.2.2.	Gabarit cinématique GC	179
C.4.2.3.	Voitures à voyageurs et fourgons à bagages	179
C.4.2.3.1.	Gabarits cinématiques GA et GB	179
C.4.2.3.2.	Gabarit cinématique GC	181
C.4.2.4.	Wagons	181
C.4.2.4.1.	Gabarits cinématiques GA et GB	181
C.4.2.4.2.	Gabarit cinématique GC	183
C.5.	GABARITS EXIGEANT DES ACCORDS BI OU MULTILATERAUX	183
C.5.1.	Gabarit G2	183
C.5.1.1.	Contour de référence du gabarit statique G2	183
C.5.1.2.	Contour de référence du gabarit cinématique G2	185
C.5.2.	Gabarits GB1 et GB2	185
C.5.2.1.	Généralités	185
C.5.2.2.	Contours de référence statiques GB1 et GB2 (gabarits de chargement)	186
C.5.2.3.	Règles pour les contours de référence statiques des gabarits GB1 et GB2	187
C.5.2.4.	Contours de référence cinématiques GB1 et GB2	187
C.5.2.5.	Règles pour les contours de référence cinématiques GB1 et GB2	188
C.5.3.	Gabarit 3.3	188
C.5.3.1.	Généralités	188
C.5.3.2.	Contour de référence du gabarit cinématique 3.3	189

C.5.3.3.	Règles du contour de référence pour la détermination du gabarit maximal de construction	189
C.5.3.3.1.	Saillies autorisées S_0 (S)	189
C.5.3.3.2.	Déplacements quasi-statiques z	190
C.5.3.4.	Formules de réduction	190
C.5.3.4.1.	Formules de réduction applicables aux engins de traction (dimensions en mètres)	190
C.5.3.4.2.	Formules de réductions applicables aux automotrices (dimensions en mètres)*	191
C.5.3.4.3.	Formules de réduction applicables aux voitures et aux véhicules à voyageurs (dimensions en mètres)	192
C.5.4.	Gabarit GB-M6	194
C.5.4.1.	Généralités	194
C.5.4.2.	Contour de référence du gabarit cinématique GB-M6	195
C.5.4.3.	Formules de réduction	195
C.5.4.3.1.	Engins de traction	195
C.5.4.3.2.	Véhicules remorqués	197
C.6.	APPENDICE 1	198
C.6.1.	Gabarit de chargement du matériel roulant	198
C.6.1.1.	Dispositions concernant les portes, les marches et les marche pieds	198
C.7.	APPENDICE 2	199
C.7.1.	Gabarit de chargement du matériel roulant	199
C.7.1.1.	Compression des suspensions dans des zones situées en dehors du polygone de sustentation B, C et D	199
C.8.	APPENDICE 3 GABARIT DE CHARGEMENT DU MATERIEL ROULANT	201
C.8.1.	Calculs du gabarit de chargement des véhicules pendulaires	201
C.8.1.1.	Généralités	201
C.8.1.2.	Objet	201
C.8.1.3.	Domaine d'application	202
C.8.1.4.	Rappel	202
C.8.1.5.	Dispositions relatives à la sécurité	202
C.8.1.6.	Symboles utilisés	202
C.8.2.	Conditions fondamentales permettant la détermination du gabarit de chargement des rames VCP ...	202
C.8.2.1.	Types de systèmes de pendulation des caisses	203

C.8.3.	Analyse des formules	204
C.8.3.1.	Formules fondamentales	204
C.8.3.2.	Modifications des formules pour les VCP	204
C.8.3.2.1.	Expression des valeurs de jeux latéraux avec une caisse pendulaire	204
C.8.3.2.2.	Déplacements quasi-statiques d'un VCP	205
C.8.3.2.2.1.	Expression des déplacements quasi-statiques z_p pour les réductions situées à l'intérieur de la courbe	205
C.8.3.2.2.2.	Expression des déplacements quasi-statiques z_p , pour des réductions situées à l'extérieur de la courbe	206
C.8.3.2.3.	Systèmes ACTIFS: déplacements dus à la rotation de la caisse	208
C.8.4.	Règles associées	209
C.8.5.	Commentaires	209
C.8.5.1.	Condition relative au réglage de l'inclinaison (rames VCP avec un système actif)	209
C.8.5.2.	Condition concernant la vitesse des rames VCP	210
C.8.6.	Appendice 4 Gabarit de chargement du matériel roulant	210

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 transportés 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 destinés à des volumes bien définis (caisses mobiles, conteneurs et semi-remorques) sur des wagons spécifiques, voir Ref. PTU Chapter 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 vérifié selon la méthode décrite à l'Appendice 3.
- Pantographes
L'espace enveloppe des pantographes et des équipements montés en toiture doit 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 utilisées

- 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 10mm 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 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
Rv	: 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
w _i	: 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
w _i (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)	ont 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
x _i	: 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 due 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 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).

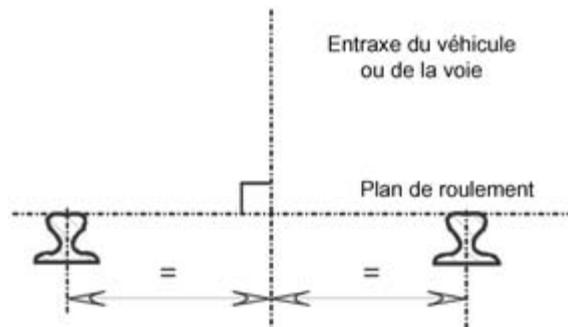
C.2.2. Définitions

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



C.2.2.2. Contour de référence

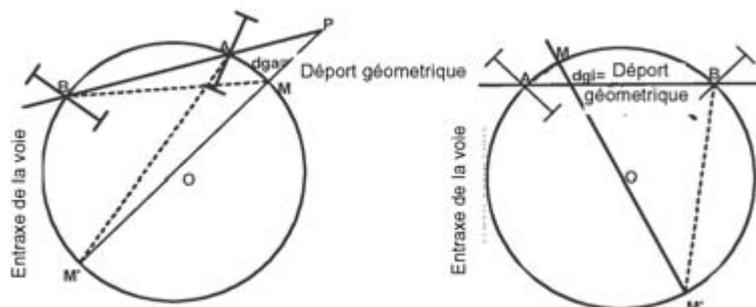
Contour par rapport aux coordonnées normales, toujours accompagné des règles associées utilisées, pour le matériel roulant, pour définir le gabarit maximal de construction du véhicule.

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

Figure C2



C.2.2.4. Centre de roulis C

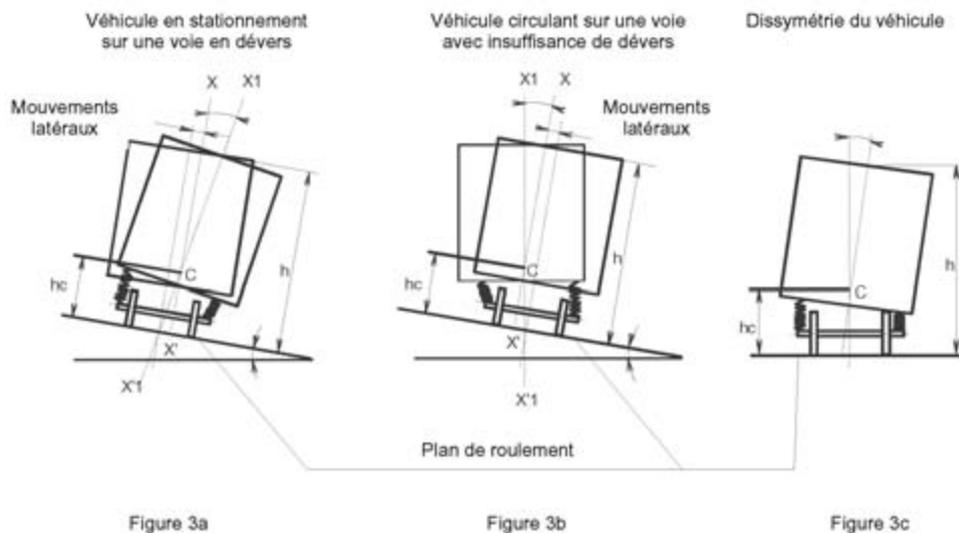
Quand la caisse du véhicule est soumise à une force latérale parallèle au plan de roulement (composante de la gravité, voir figure 3a, ou force centrifuge, voir figure 3b) elle bascule sur ses suspensions.

Si le jeu latéral du véhicule ainsi que l'effet de ses amortisseurs ont atteint leur limites, 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).

La dissymétrie peut résulter de défauts de construction, d'un réglage irrégulier de la suspension (calage, glissiers, 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.

Etat 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

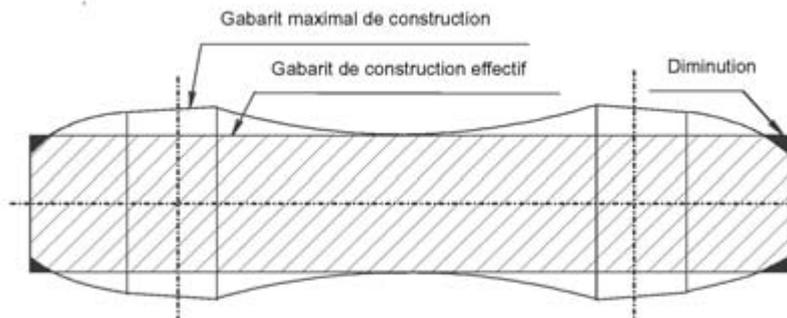
C.2.2.6. Gabarit maximal de construction pour le matériel roulant

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 marche-pieds, 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 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 E_i ou E_a

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 E_i ou E_a par rapport au contour de référence de telle façon que:

$$E_i \text{ ou } E_a \geq D - S_0.$$

Avec la distinction de signification suivante:

- E_i : 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;
- E_a : 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. **Généralités concernant la méthode d'obtention du gabarit maximal de construction du matériel**

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 demi largeurs correspondantes du contour de référence, propre à chaque type de véhicule, diminuées des réductions E_1 ou E_a .

Ces réductions doivent satisfaire à la relation E_i ou $E_a \geq D - S_0$ pour laquelle:

- D représente les déplacements dont les valeurs sont calculées par la formule à l'article 1.4.2.
- S_0 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

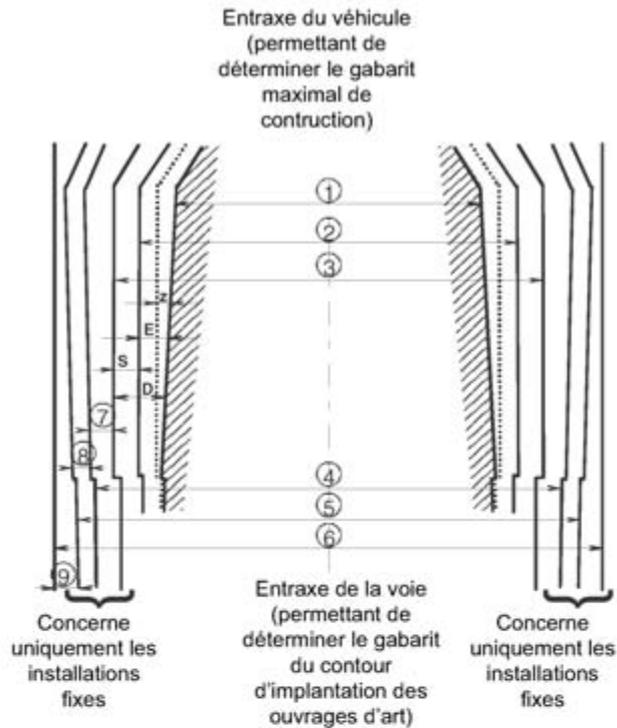


Figure C5

- 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 $H < 0,5$ m

E = Réduction (E_i ou E_a)

S = Saillie latérale (pour le matériel roulant S_0 = saillie maximale)

D = Mouvement latéral

- ⑦ Mouvement quasi-statique du à l'excès ou à l'insuffisance de dévers dépassant 0,05m (pour $s = 0,4$, $h_c = 0,5$ 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. Règles associées au contour de référence pour la détermination du gabarit maximal de construction du matériel 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 gabarits (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.

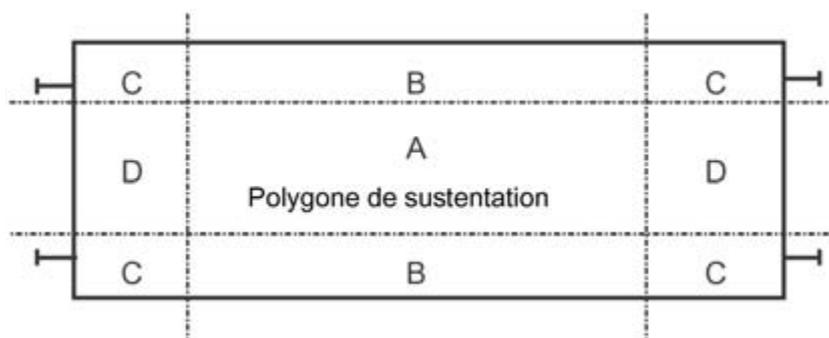
Il est à noter que pour toutes les parties situées à une hauteur supérieure à 400 mm au dessus du plan de roulement, la composante verticale des mouvements quasi-statiques n'est pas prise en compte.

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 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,
- Ressort en caoutchouc Flexion due au jeu des tolérances.
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
 - Egale 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

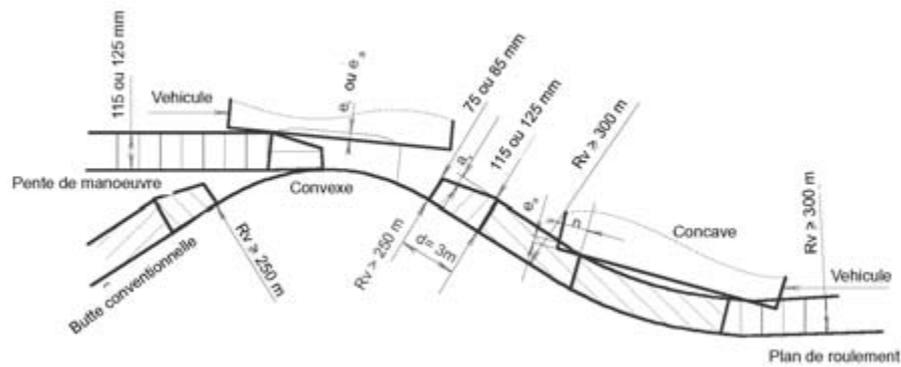
Les valeurs normales des réductions verticales e_i ou e_a doivent être prises en compte pour les voitures, à vide, pour les fourgons et les wagons à vide ou chargés.

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_i' est de permettre de distinguer les valeurs normales des valeurs réduites:

$$e_{i1} = \frac{n(a-n-3)^2}{a \cdot 500} \text{ si } a \leq 17,80 \text{ m et } n < \frac{a-3}{n}$$

$$e_{i1} = \frac{(a-3)^3}{3375a} \text{ si } a \leq 17,80 \text{ m et } n \geq \frac{a-3}{3} \text{ (1)}$$

$$e_{i1} = \left[\frac{27}{4} \cdot \frac{n}{a-3} \right] \left[1 - \frac{n}{a-3} \right]^2 \left[\frac{a^2}{3375} - 0,04 \right] \text{ si } a > 17,80 \text{ m et } n < \frac{a-3}{3}$$

$$e_{i1} = \frac{a^2}{3375} - 0,04 \text{ si } a > 17,80 \text{ m et } n \geq \frac{a-3}{3} \text{ (1)}$$

NOTES

(1) 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_i issue de la formule de calcul.

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

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

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

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

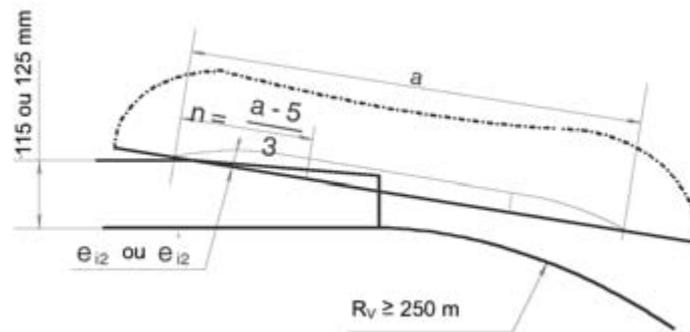
NOTES

- (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.

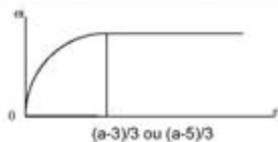
Figure C11



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.

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 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 15mm par étage de suspension.

Il doit cependant être noté, que si le véhicule est soumis à une inclinaison quasi-statique, le coté 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:

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

ou:

$\frac{1}{2} LCR(h)$ représente la demi largeur du contour de référence,

E_i ou E_a les réductions transversales,

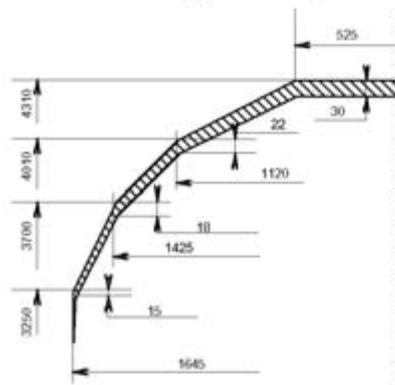
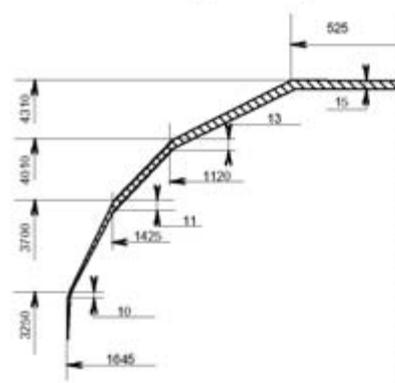
s le coefficient de souplesse du véhicule,

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

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 $s = 0.3; \xi = 30 \text{ mm}$ Véhicules à 1 étage de suspension $s = 0.1; \xi = 15 \text{ mm}$ 

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.

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

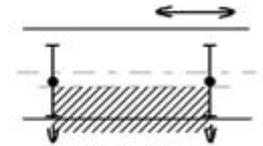
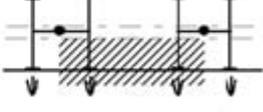
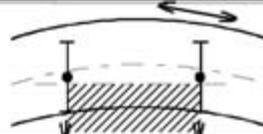
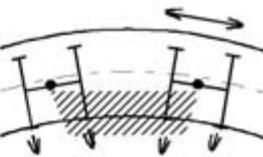
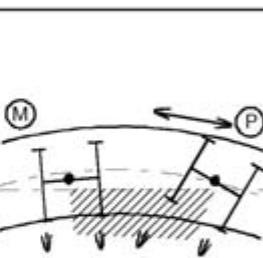
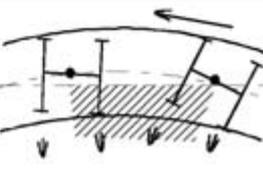
Les différentes positions sur la voie d'un véhicule en circulation dépendent du jeu transversal des différents éléments qui relie la caisse du véhicule à la voie et de la configuration des organes de roulement (essieux indépendants, bogies moteurs, bogies porteurs, etc.).

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.

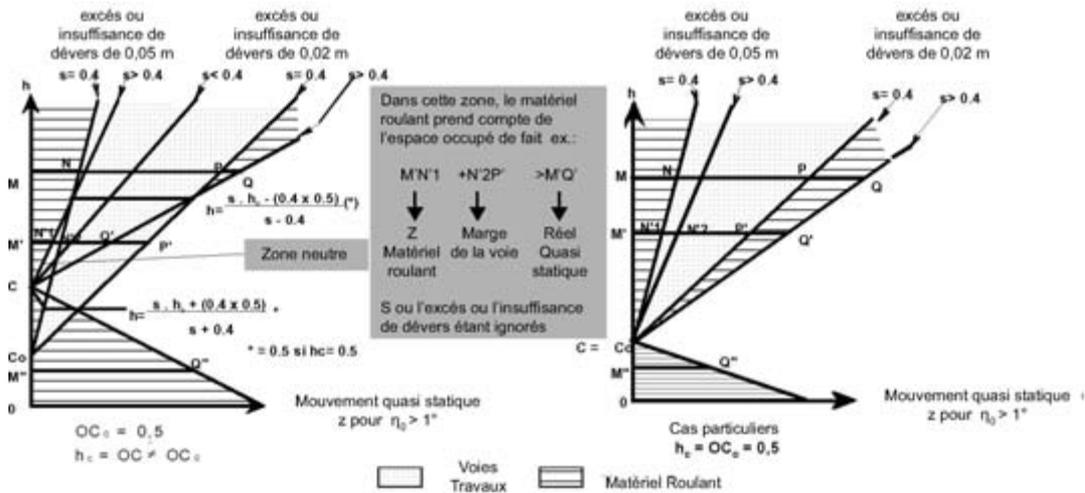
Pour les véhicules articulés, il est recommandé de choisir la position en circulation des véhicules à deux bogies.

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

Calcul des réductions internes E_1							
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	$\frac{p^2}{4}$	$\frac{p^2}{4}$	
			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	$\frac{W_{-}}{a - n_1}$	$\frac{W'_{-}}{n_2}$			
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 	$\frac{a - n_1}{a}$		$\frac{W_{(R)}}{a - n_1}$	$\frac{W'_{(R)}}{a - n_2}$	$\frac{p^2}{4}$	$\frac{p^2}{4}$
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	$\frac{1,465-d}{2}$	q	Fonction du rayon de courbure				$\frac{p^2}{4}$ (en courbe)	
				En alignement		Fonction du rayon de courbure			
				W_{al}	$W'_{al(R)}$	$W'_{al(R)}$	$W'_{al(R)}$		
En alignement		Facteur de déplacement A							
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$						
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$					
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{W_{al}}{n+a}$	$\frac{W'_{al}}{n}$				
				Bogie moteur en tête					
				Bogie porteur en tête					
				$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$				
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
		$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{W'_{al(R)}}{n}$	$\frac{W'_{al(R)}}{n+a}$	$\frac{W'_{al(R)}}{n}$	$\frac{W'_{al(R)}}{n+a}$	$\frac{p^2}{4}$
					$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$			$\frac{p^2}{4}$
		$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$			$\frac{n+a}{a}$
		$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$		$\frac{n}{a}$	$\frac{n+a}{a}$			1
		$\frac{n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$	$\frac{2n+a}{a}$					$1_{(1)}$

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.

- 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 dessus 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 lissoirs) 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 = 0,4.0,05 \left \frac{h-0,5}{1,5} \right $ $z = s.0,05 \left \frac{h-h_c}{1,5} \right $ $z = 0,4.0,2 \left \frac{h-0,5}{1,5} \right $	Excès ou insuffisance de dévers = 0,05 m $\overline{M'N'_1} = s.0,05 \frac{h-h_c}{1,5} = \frac{s}{30} h-h_c $
CN'1	$z = s.0,2 \left \frac{h-h_c}{1,5} \right = \frac{4s}{30} h-h_c $	Excès ou insuffisance de dévers = 0,2 m $\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. Détermination des réductions par le calcul

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

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).

$\frac{1}{2R} \left(a n_a + n_a^2 - \frac{P^2}{4} \right)$ = 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.

$$\frac{1,465 - d}{2} = \text{jeu de l'essieu en voie}$$

- q = jeu entre les essieux et le châssis et/ou les essieux et la caisse du véhicule. En 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 sa 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 dû à la souplesse de la suspension, sous l'effet de l'excès ou de l'insuffisance de dévers de 0,05 m).

$\text{tg}[\eta_0 - 1^\circ] |h - h_c|$: 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:

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

a) Cas particuliers

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

- si $\left\{ \begin{array}{l} h < 0,5 \text{ m} \\ \eta_0 \leq 1^\circ \\ \text{et pour toute valeur de } h_c \text{ et } s \end{array} \right\} z = \frac{4s}{30} |h_c - h|$
- si $h = h_c$ $z = 0$

Pour les parties non suspendues $z = 0$.

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

- Pour les wagons avec des lisseurs 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:

$$\alpha = \arctg \frac{J - 0,005}{b_G}$$

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:

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

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.

η'_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.

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.

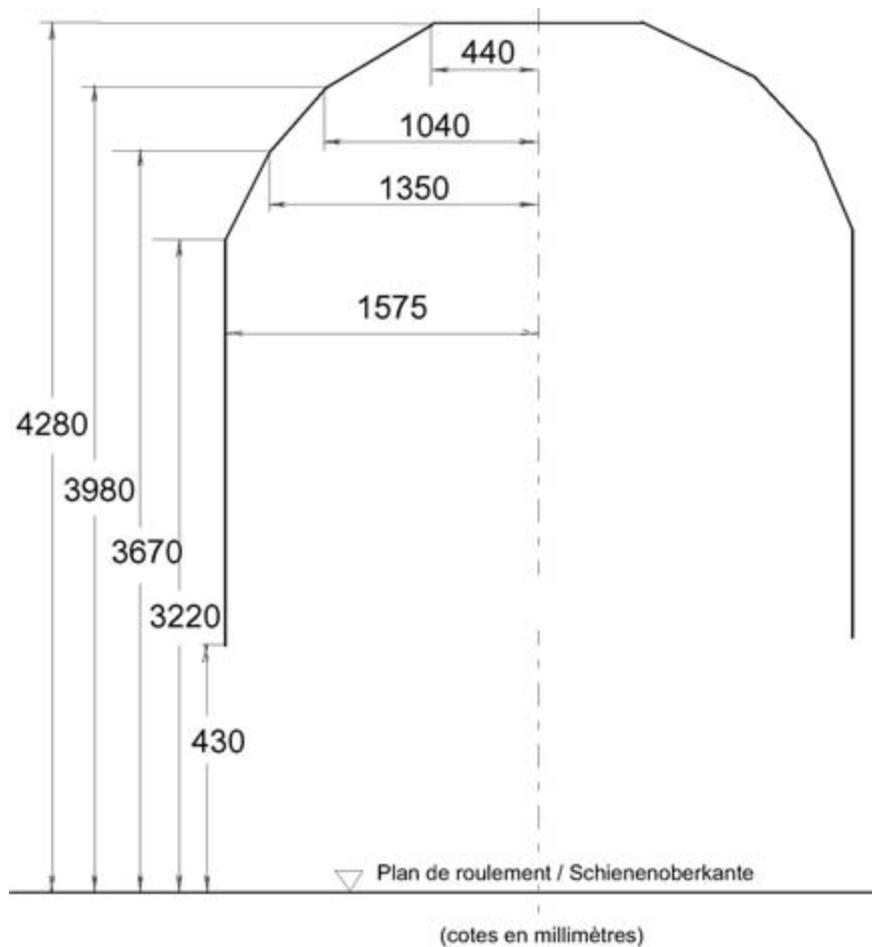
Les règles du gabarit statique restent cependant applicables uniquement pour les gabarits définis spécifiquement pour les chargements, ce qui est le cas par exemple pour les gabarits GA, GB, GB1, GB2 ainsi que GC.

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 référence pour le gabarit statique G1

Figure C14



C.3.1.1. Formules de réduction

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

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

avec: $\Delta_i = 7,5$ 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

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

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

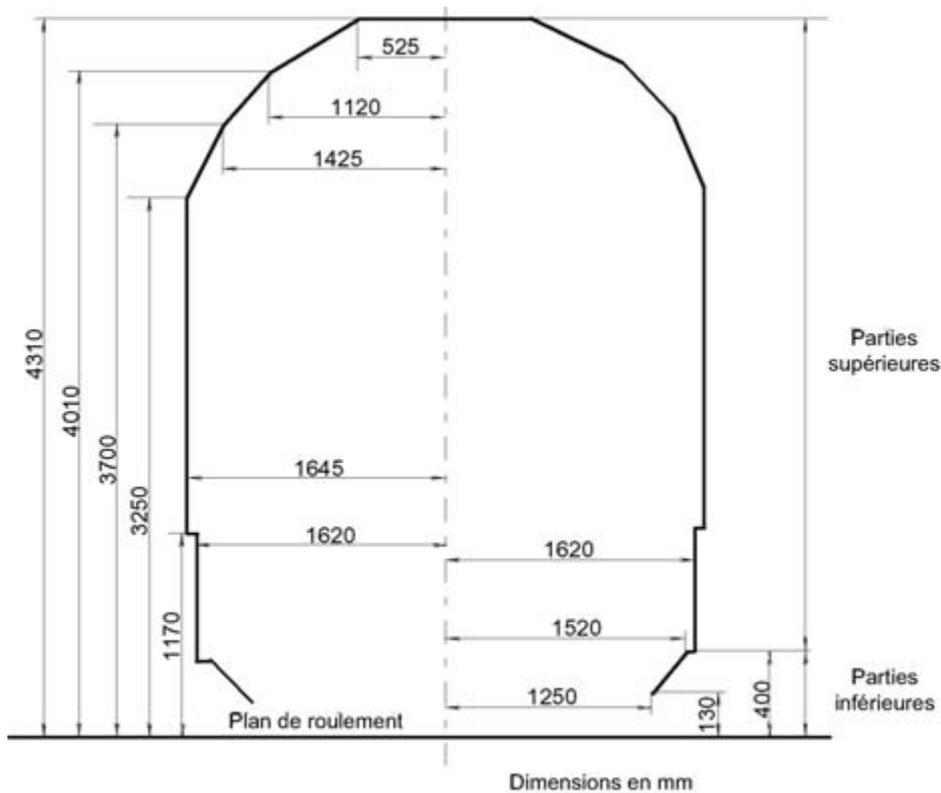
$\Delta_a = \left(an + n^2 - \frac{p^2}{4} \right)$ si la valeur est $> 7,5$

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

C.3.2. Contour de référence pour le gabarit cinématique G1

C.3.2.1. Partie commune à tous les véhicules

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'il 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.

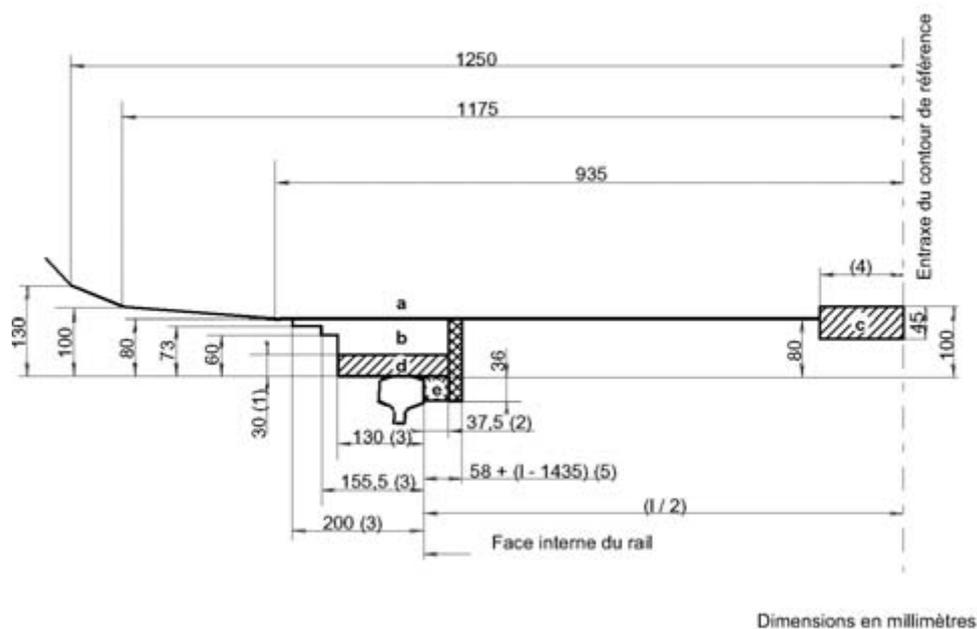
Les wagons qui ne franchissent pas les buttes de manœuvre ayant un rayon de courbure de 250 mm ou les freins de voie ou les autres dispositifs de tri ou d'arrêt:

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

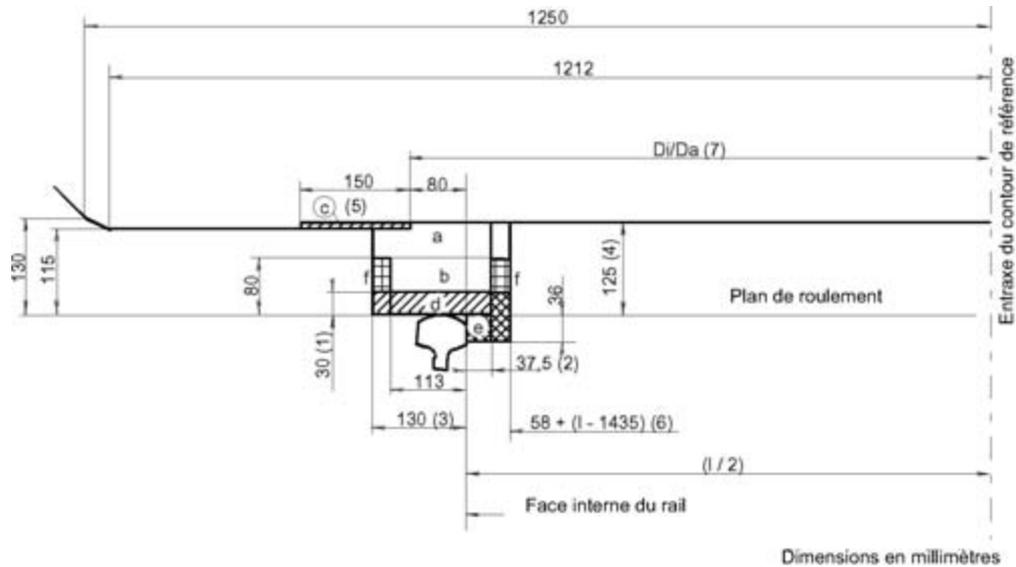
Figure C16



- a) zone destinée à des équipements situés en dehors des roues
- b) zone destinée à des équipements situés à proximité immédiate des roues
- c) zones 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.

C.3.2.3. Partie en dessous de 130 mm pour les véhicules aptes à franchir les buttes de manœuvre et les freins de voie et autres dispositifs de tri ou d'arrêt en service.

Figure C17

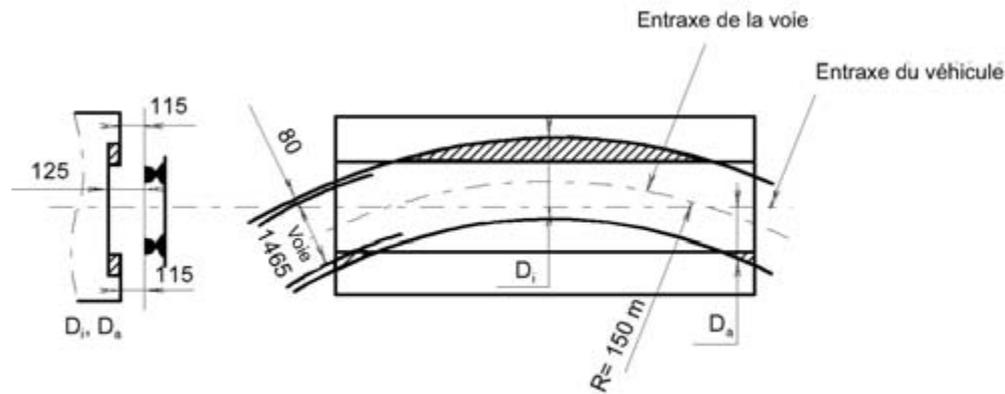


- a) zone destinée à des équipements situés en dehors des roues
 - b) zone destinée à des équipements situés à proximité immédiate des roues
 - c) zone destinée à l'éjection du sabot d'enrayage
 - d) zone destinée aux roues ou autres composants entrant en contact avec le rail
 - e) zone occupée exclusivement par les roues
 - f) zone pour les freins de voie en position desserrée
- (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.
 - (2) Largeur maximale fictive des boudins en présence de contre-rails.
 - (3) Position de la limite effective du flanc extérieur de la roue ou d'autres éléments associés à cette roue.
 - (4) Cette dimension précise la hauteur maximale pour les sabots d'enrayages standards utilisés pour caler ou réduire la vitesse du matériel roulant.
 - (5) Aucun équipement de matériel roulant ne doit pénétrer dans cette zone.
 - (6) Position de la limite effective du flanc intérieur de la roue lorsque l'essieu est en appui sur le rail opposé. Cette dimension varie avec l'élargissement du gabarit.
 - (7) Voir l'article «Utilisation des appareils de manœuvre sur des sections de voies en courbe».

C.3.2.3.1. Utilisation des appareils de manœuvre sur des sections de voies en courbe

Les freins de voie et les autres dispositifs de tri ou d'arrêt lorsqu'ils sont en service peuvent atteindre les dimensions de 115 ou 120 mm, en particulier les sabots d'enrayage hauts de 125 mm, peuvent être placés dans des courbes d'un rayon $R \geq 150$ m.

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 les 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 autorisées S_0 (S)

Les saillies effectives S , ne doivent pas excéder S_0 , dont les valeurs sont reprises au tableau ci-dessous.

Valeurs des Saillies S_0 (1)

Types de véhicules	Voies	Calcul de E_i (2)		Calcul de E_a (2)	
		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	$0,025 + \frac{100}{750}$ = 0,1583	$0,030 + \frac{100}{750}$ = 0,1633	$0,025 + \frac{120}{750}$ = 0,185	$0,030 + \frac{120}{750}$ = 0,190

Types de véhicules	Voies	Calcul de E_i ⁽¹⁾		Calcul de E_a ⁽²⁾	
		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	$0,010 + \frac{100}{750}$ = 0,1433	$0,015 + \frac{100}{750}$ = 0,1483	$0,025 + \frac{120}{750}$ = 0,185	$0,030 + \frac{120}{750}$ = 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 réduction

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.

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

position sur voie en alignement prépondérante:

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

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

position sur voie en courbe prépondérante:

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

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

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.

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

position sur voie en alignement prépondérante:

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

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

position en voie en courbe prépondérante:

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

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

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.
- (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.

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 250m 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 $\infty > R \geq 250$

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

Si $250 > R \geq 150$

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

Réductions externes E_a (où $n = na$)

Si $\infty > R \geq 250$

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

Si $250 > R \geq 150$

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

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 , 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

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

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

$$[x_i]_{>0} = \begin{matrix} 0,010(1) \\ 0,015(2) \end{matrix} - 0,015 \frac{a - n_{\mu}}{a}$$

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

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 $n = n_a$)

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

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

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

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

$$(w_{a(250)} - w_{a(150)}) \frac{n+a}{a} \quad (108a)$$

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

$$\text{Si } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) \leq 250(1,465 - d) - \begin{cases} 2,5 & (1) \\ 0 & (2) \end{cases}$$

La position en voie en alignement est prépondérante:

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

$$\text{Si } an - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500(w_{\infty} - w_{i(250)}) > 250(1,465 - d) - \begin{cases} 2,5 & (1) \\ 0 & (2) \end{cases}$$

La position en voie en courbe est prépondérante:

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

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

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 $n = n_a$)

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

La position en voie en alignement est prépondérante:

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

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

La position en voie en courbe est prépondérante:

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

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.

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 $\infty > R \geq 250$

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

Si $250 > R \geq 150$

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

Réductions externes E_a (où $n = n_a$)Si $\infty > R \geq 250$

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

Si $250 > R \geq 150$

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

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.
- (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 $an - n^2 \leq \left|_{7,5(2)}^{5(1)} \right.$ la position sur voie en alignement est prépondérante:

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

Si $an - n^2 > \left|_{7,5(2)}^{5(1)} \right.$ la position en voie en courbe est prépondérante:

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

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

Si $an + n^2 \leq \left|_{7,5}^{5(1)}\right.$ 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 $an + n^2 > \left|_{7,5}^{5(1)}\right.$ la position en voie en courbe est prépondérante:

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

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.

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 $an - n^2 + \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) - \left|_0^{2,5(1)}\right.$ la position en voie en alignement est prépondérante:

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

Si $an - n^2 + \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) - \left|_0^{2,5(1)}\right.$ la position sur voie en courbe est prépondérante:

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

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

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

Si $an + n^2 - \frac{p^2}{4} \leq 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left|_{7,5}^{5(1)}\right.$ 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 $an + n^2 - \frac{p^2}{4} > 250(1,465 - d) \frac{n}{a} + \left|_{7,5}^{5(1)}\right.$ la position en voie en courbe est prépondérante:

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

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

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 référence pour les pantographes ainsi que pour les parties sous tension non isolées situées en toiture.**

Figure 19



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 d'études particulières par les réseaux.

C.3.6. **Règles concernant le contour de référence pour la détermination du gabarit maximal de construction du matériel 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'_1 et E'_a (avec les pantographes levés à 6,5 m au dessus du plan de roulement) et E''_1 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⁾:

$$j'_i = q + w_i - 0,0375 \text{ (}^2\text{)}$$

$$j'_a = q \frac{2n+a}{a} + w_a \frac{n+a}{a} + w_i \frac{n}{a} - 0,0375 \text{ (}^2\text{)}$$

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

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

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 $n = n_a$)

⁽¹⁾ Pour les éléments moteurs sans pivots de bogie fixes, voir le nota de l'article 1.1.

⁽²⁾ 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 .

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.

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 référence des gabarits statiques et règles associées.

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:

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

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

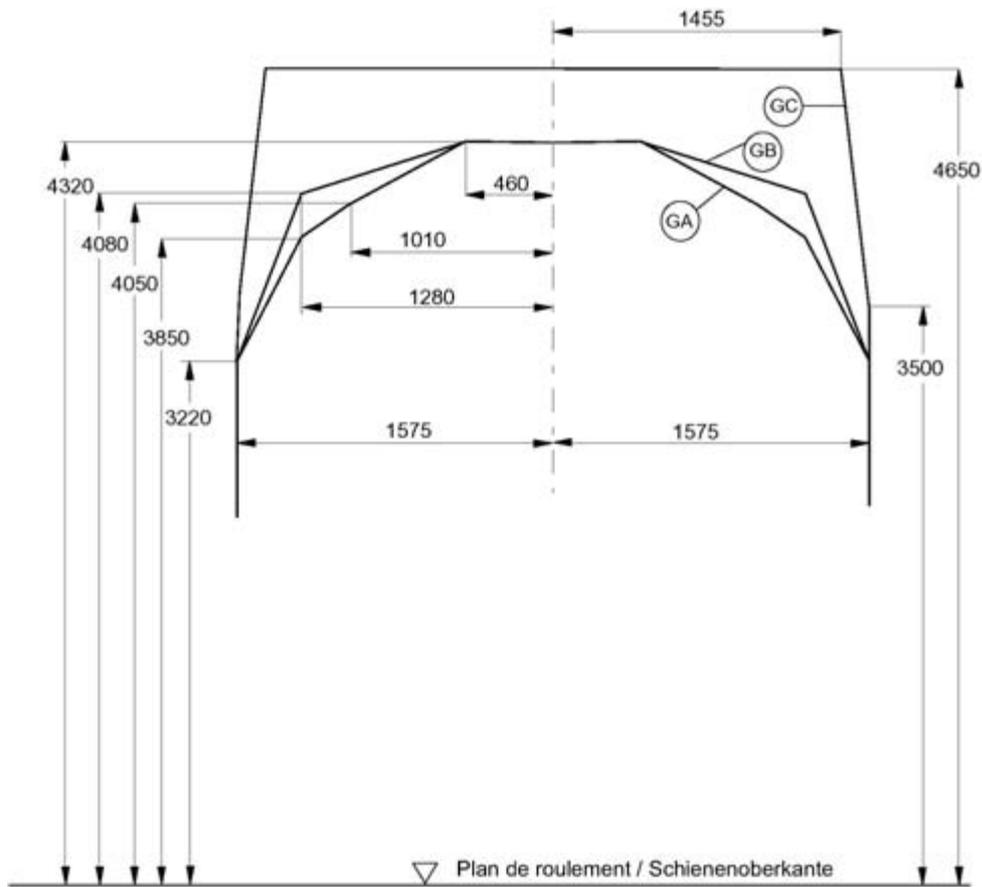
$$s = 0,3$$

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)

Figure 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 E_i et E_a qui doivent être appliquées sont celles associées au gabarit statique G1.
 - **Hauteur h 3,22 m.** Les formules de réduction relatives à E_i et E_a 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**

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

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

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

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

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**

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

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

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

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

$k =$ (Voir Tableau 1)

TABLEAU 1

GABARIT GA

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

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

GABARIT GB

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

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

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 référence cinématiques et règles associées.**

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.

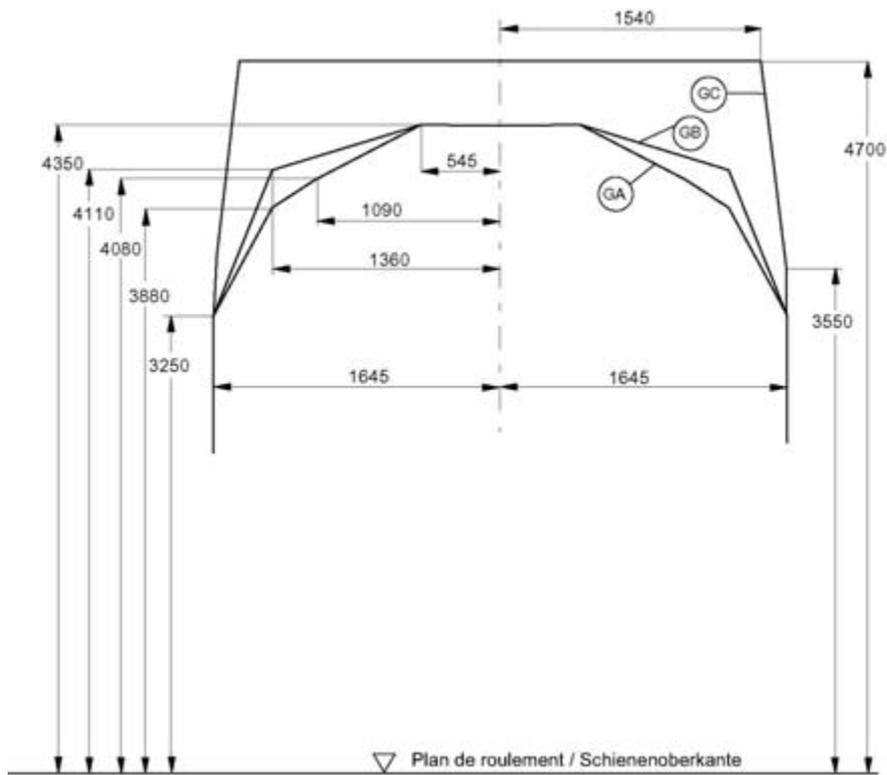
Les règles concernant les calculs du gabarit cinématique doivent être appliquées pour des chargements clairement définis.

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

Figure 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

avec $\infty > R \geq 250$ 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 $250 > R \geq 150$ 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.

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

$z - 0,015$

avec $\infty > R \geq 250$ m

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

$z - 0,210 - 0,105k$

avec $250 > R \geq 150$ m

k et z= (voir tableau 2)

TABLEAU 2:

GABARIT GA

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

si $h \geq 3,38$ m, $k = 1$

GABARIT GB

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

si $h \geq 4,11$ 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 ≤ 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 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 ⁽¹⁾

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

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

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

k et z= (Voir le tableau 2)

b) Au delà des pivots du coté du bogie moteur ⁽¹⁾

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

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

avec

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

k et z= (Voir le tableau 2)

C.4.2.2.2. Gabarit cinématique 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

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

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

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

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

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

⁽¹⁾ La réduction à appliquer pour la même valeur de n, est celle obtenue avec les formules (603a) et (604a) qui est la plus élevée

k et z= (voir au tableau 3)

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

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

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

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

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{a} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + x_a > 0 - 0,030 - 0,065k \quad (614)$$

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

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 $\infty > R \geq 250$ 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 $250 > R \geq 150$ 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.

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

avec $\infty > R \geq 250$ m

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

avec $250 > R \geq 150$ m

k et z = (Voir au tableau 3)

TABLEAU 3:

GABARIT GA

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

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

GABARIT GB

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

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

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

C.4.2.3.2. Gabarit cinématique 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 $h \leq 3,25$ 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 pour les cas a) et b) ci dessous:

a) Véhicules non équipés de bogies

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

$$\text{Si } an - n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

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

$$\text{Si } an - n^2 \leq 7,5 + 32,5 k$$

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

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

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

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

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

GABARIT GB

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

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

$$z = \left[\frac{s}{30} + \text{tg} \cdot \left(\eta_0 + \text{arctg} \cdot \frac{(J - 0,005) > 0}{b_G} \right) (1 + s) - 1^\circ \right] > {}_0|h - h_c| + \left[\frac{s}{10} |h - h_c| - (0,04 - 0,01k) |h - 0,05| \right]_{>0}$$

C.4.2.4.2. Gabarit 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

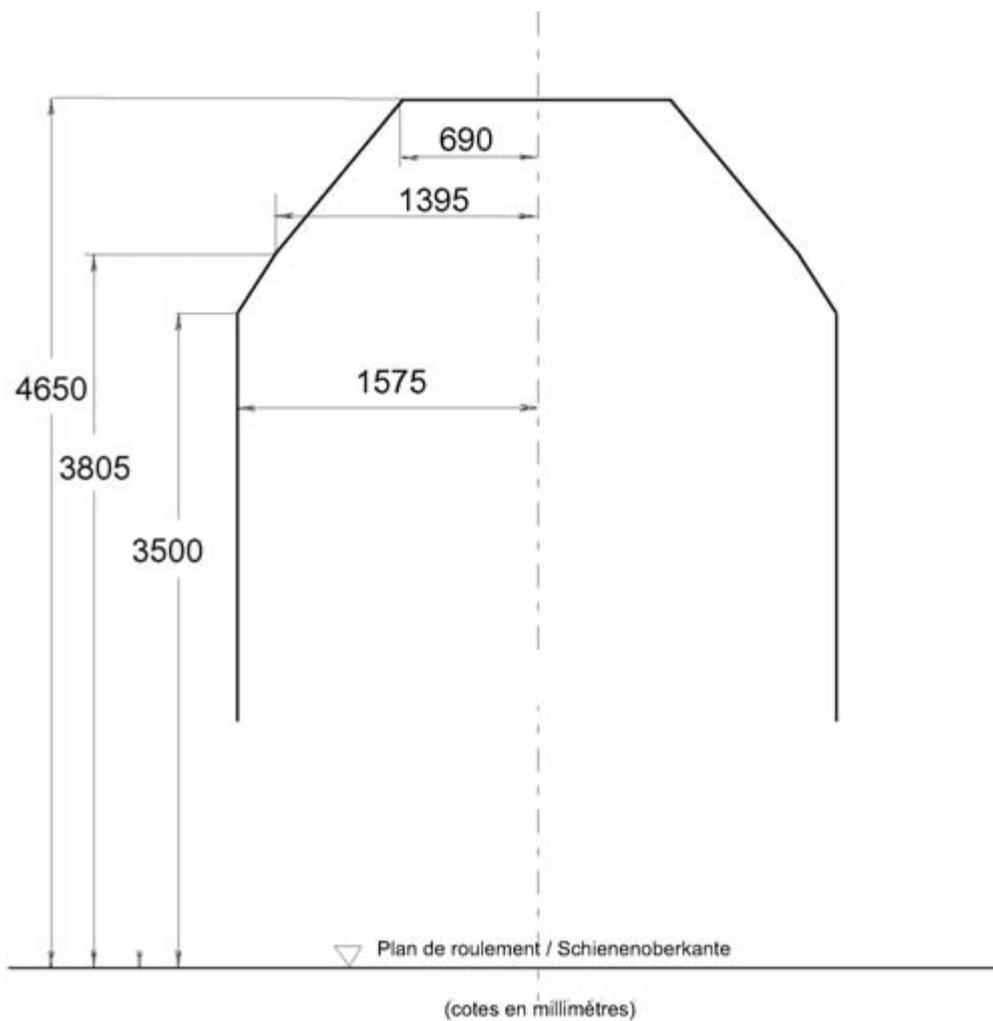
C.5.1.1. Contour de référence du gabarit statique G2

Certains chemins de fer ⁽¹⁾ 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.

⁽¹⁾ 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, Jurđani, Opatija-Matulji, Rijeka,
MAV: Budapest-Deli pu.-Budapest.Kelenföld

Figure C22

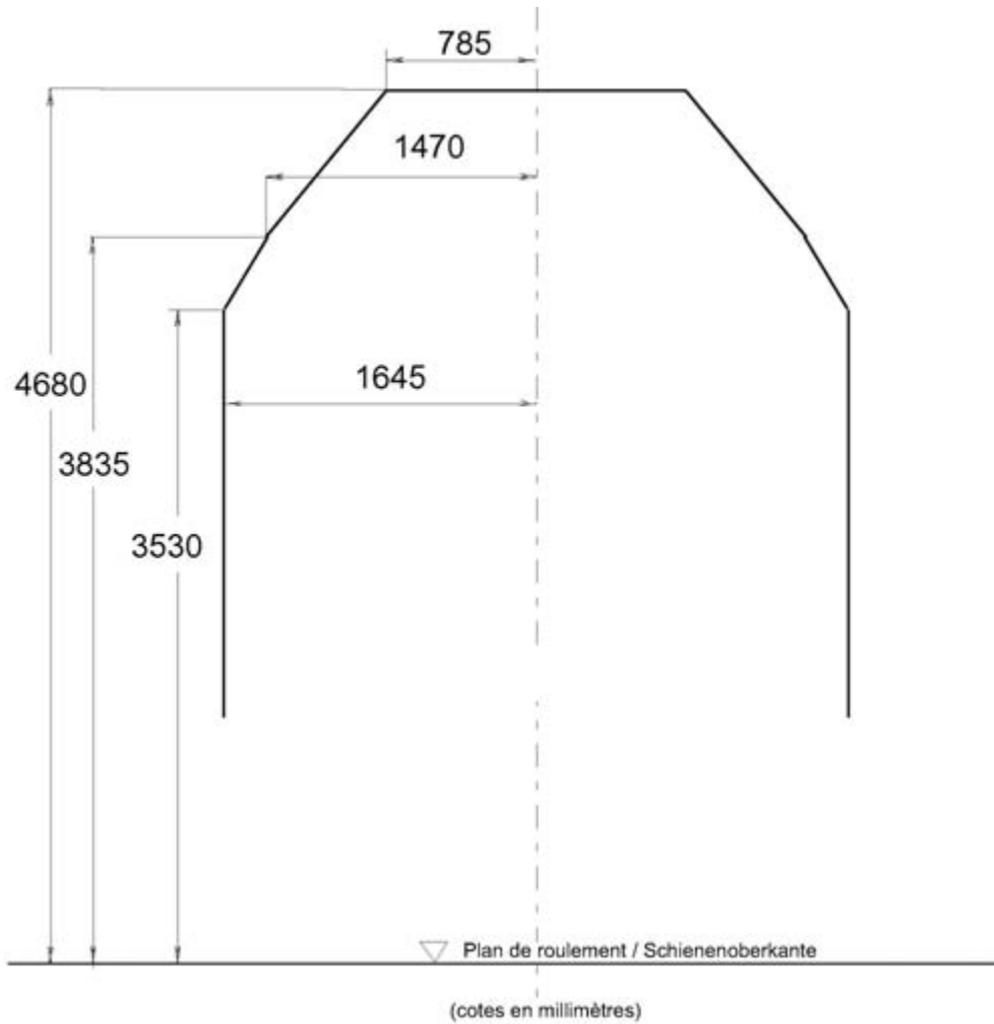


Les règles pour le gabarit statique G1 sont applicables.

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.

Figure C23



C.5.2. Gabarits GB1 et GB2

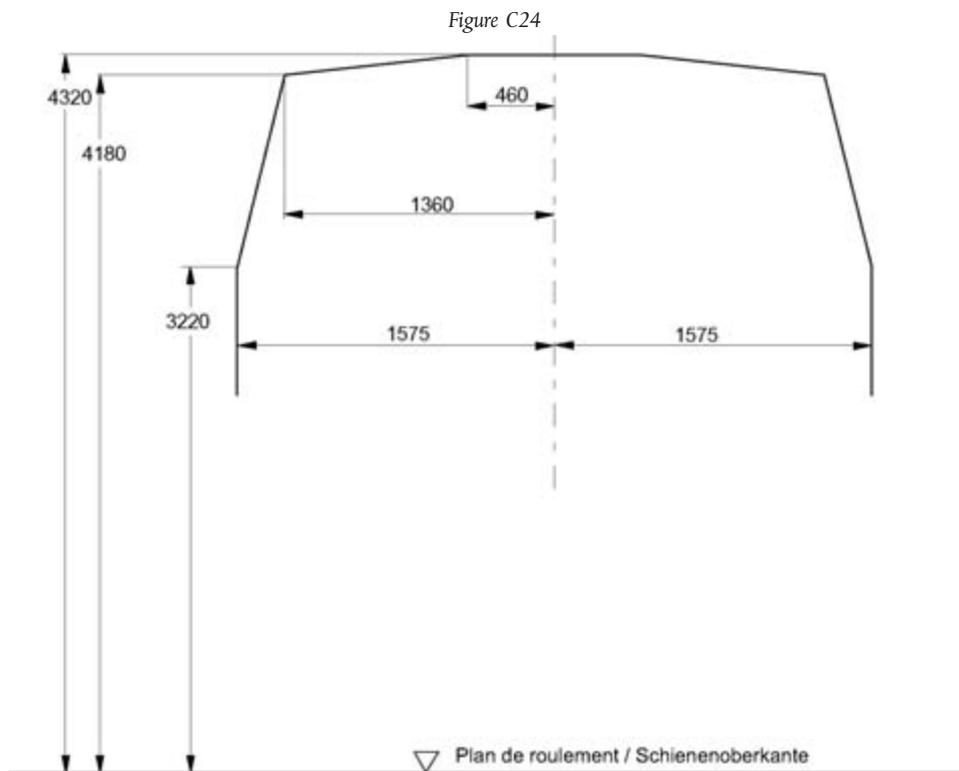
C.5.2.1. Généralités

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

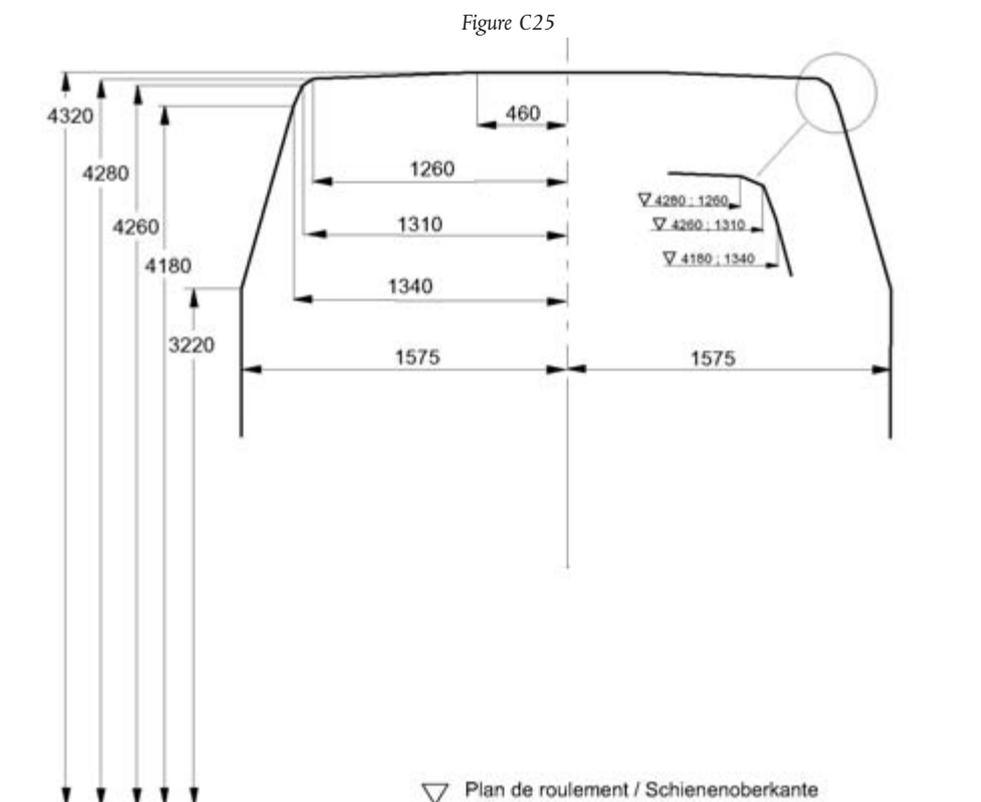
L'utilisation des gabarits GB1 et GB2 est soumise à des accords bi- ou multilatéraux réalisés entre les gestionnaires d'infrastructure.

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

GB1 Contour de référence statique



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



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

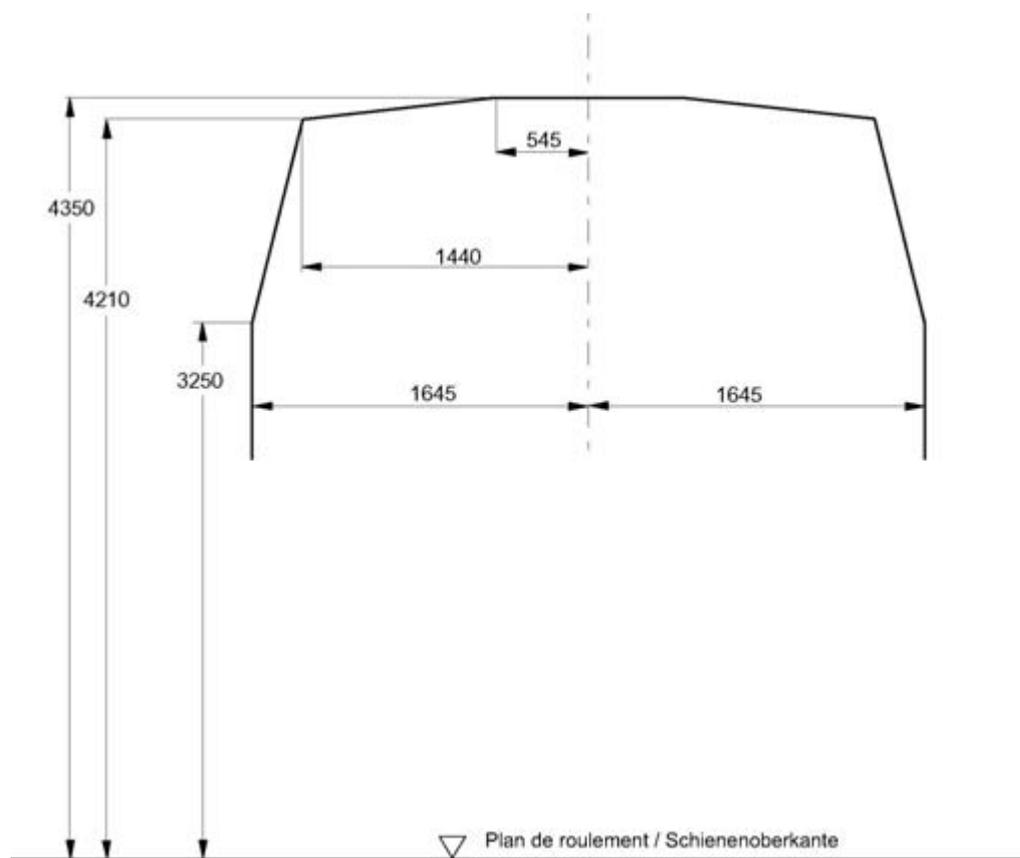
$$\text{si } 3,22 < h < 4,18 \text{ m, } k = \frac{h - 3,22}{0,96}$$

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

C.5.2.4. Contours de référence cinématiques GB1 et GB2

Contour de référence GB1

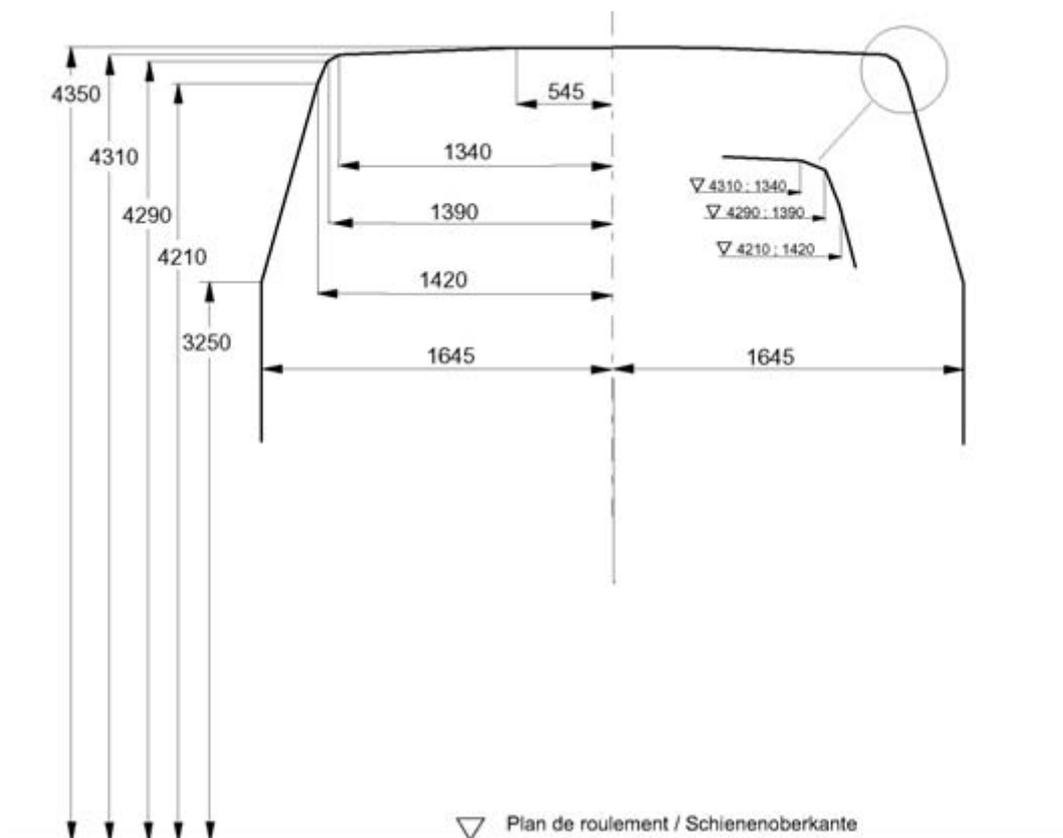
Figure C26



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

Figure 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

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

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

C.5.3. Gabarit 3.3

C.5.3.1. Généralités

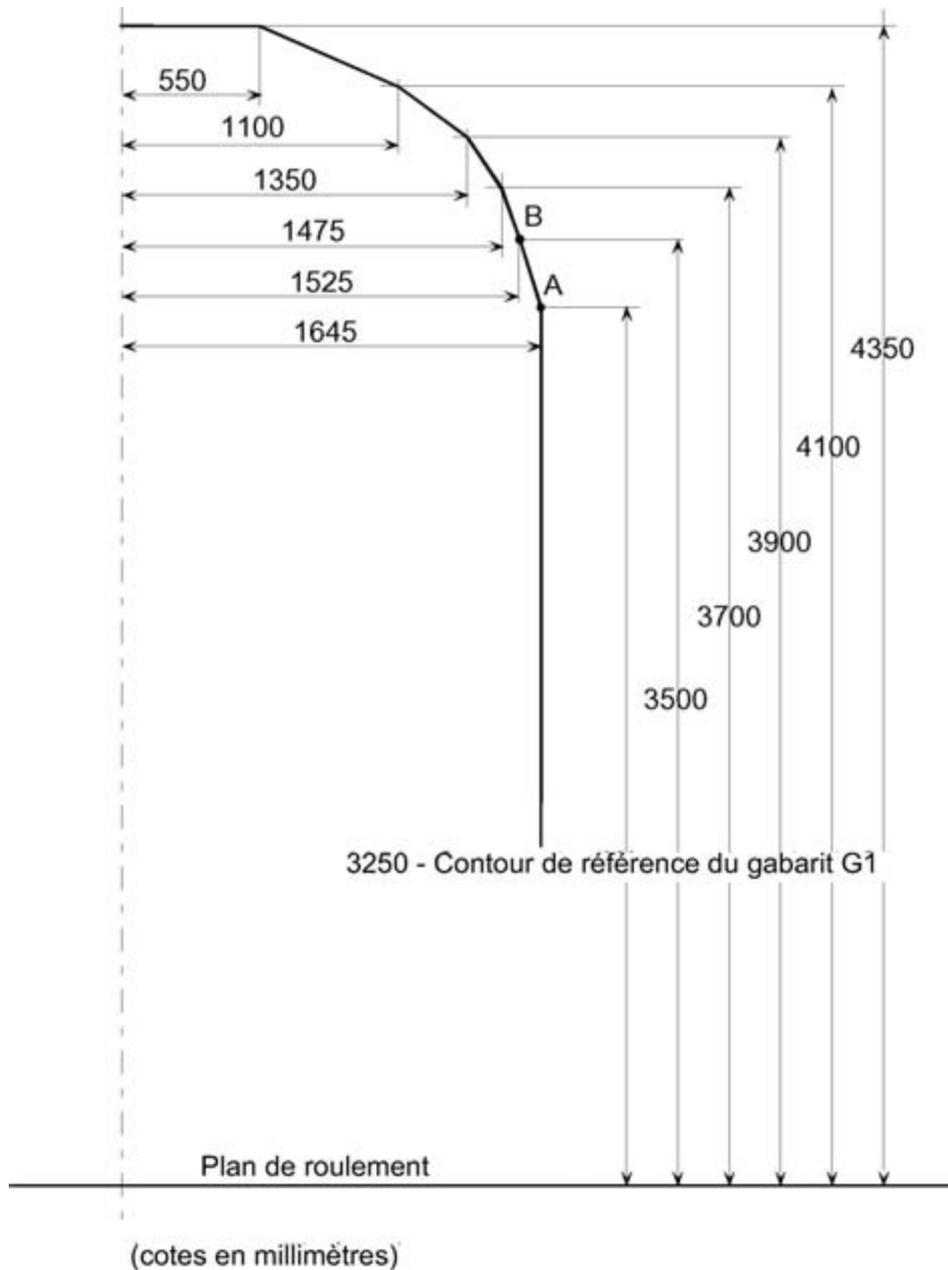
Le gabarit cinématique 3.3 peut être utilisé pour les circulations en service sur le réseau français (Réseau Ferré National — RFN).

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 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

Figure 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:

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

C.5.3.3.1. Saillies autorisées S_o (S)

- Pour les parties situées à plus de 3,50 m de hauteur du plan de roulement, la valeur S_o de la saillie qui doit être prise en compte en fonction de la courbe pour calculer les réductions 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 aux 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:

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

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 de traction (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:

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

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:

$$E_a = \frac{an + n_2 - \frac{p^2}{4}}{500} + \left(\frac{1,465 - d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + W_{i(250)} \frac{n}{a} + W_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,150 \quad (107)$$

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

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 , 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 $n = n_a$)

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

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

avec

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

(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 $n = n_a$)

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

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

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

(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 mètres)

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 $n = n_i$)

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

la position en voie en alignement est prépondérante:

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

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

la position en voie en courbe est prépondérante:

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

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

Réductions externes E_a

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

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

La position en voie en alignement est prépondérante:

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

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

la position en voie en courbe est prépondérante:

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

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

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 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.

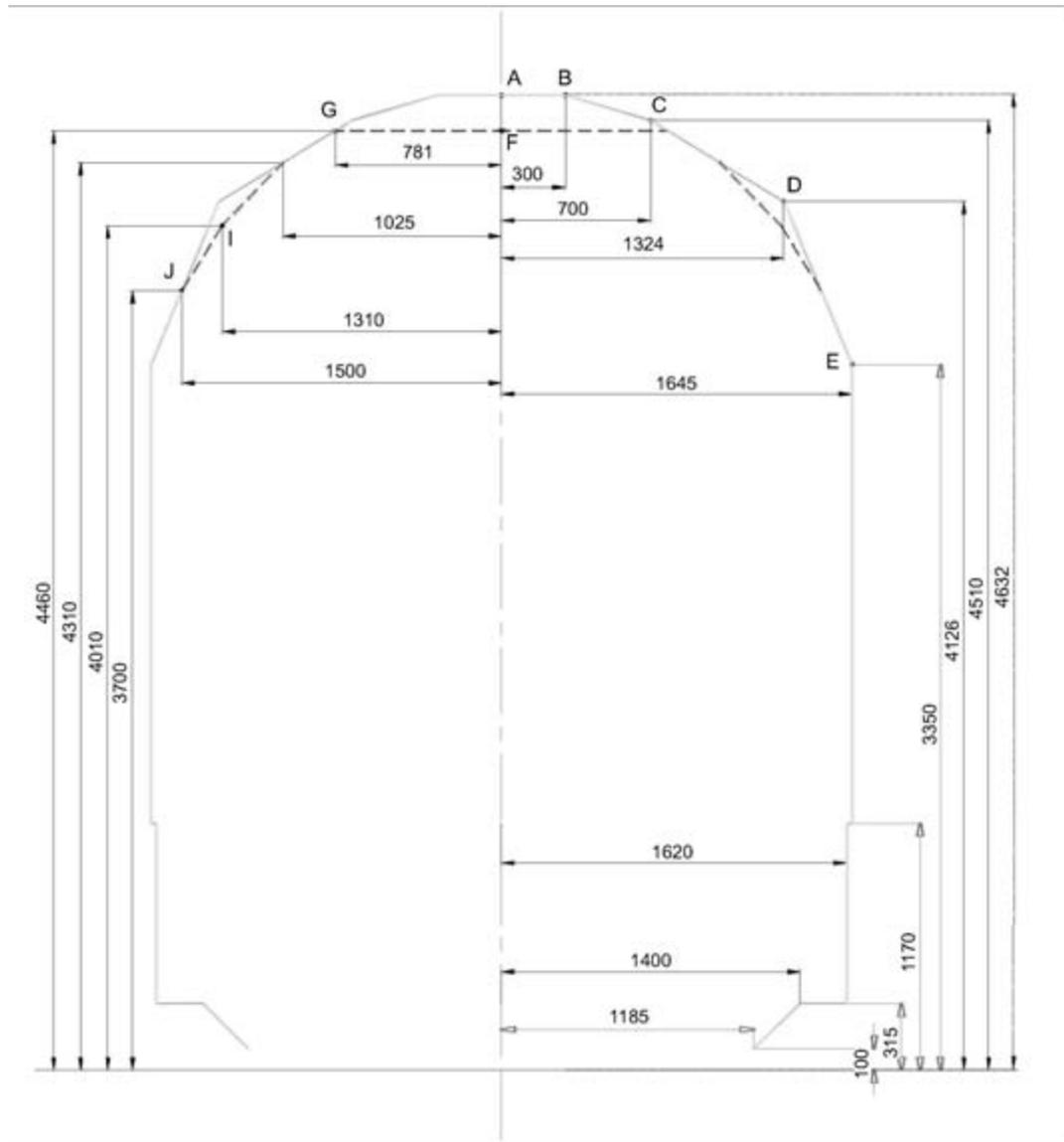
Les parties suspendues situées au niveau (ou susceptibles de descendre à un niveau inférieur à 100 mm de hauteur du plan de roulement en raison des déplacements verticaux), sont calculées en accord avec les règles du gabarit G1.

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

Figure C29



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sections **entre** pivots de bogie

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

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

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

$$E_1 = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} + \frac{1,465-d}{2} + q + W_{i(1000)} + z + [x_1]_{>0} - 0,020$$

$$\text{avec } x_1 = \frac{17}{3} \left[\frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{2000} \right] - 0,150 - (W_{i(1000)} - W_{i(150)})$$

Sections **au delà** des pivots de bogies

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

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

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

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

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

C.5.4.3.2. Véhicules remorqués

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

Sections entre les pivots de bogie

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

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

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

$$E_i = \frac{n(a-n) + \frac{p^2}{4}}{800} + q + w_{i(400)} + z + [x_i + (y_i)_{>0}]_{>0} - 0,015$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

b) **Formules de réduction pour les hauteurs 100 < h ≤ 1 170 mm.**

Sections **entre** les pivots de bogie

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 matériel 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 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:

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

C.7. APPENDICE 2

C.7.1. Gabarit de chargement du matériel roulant

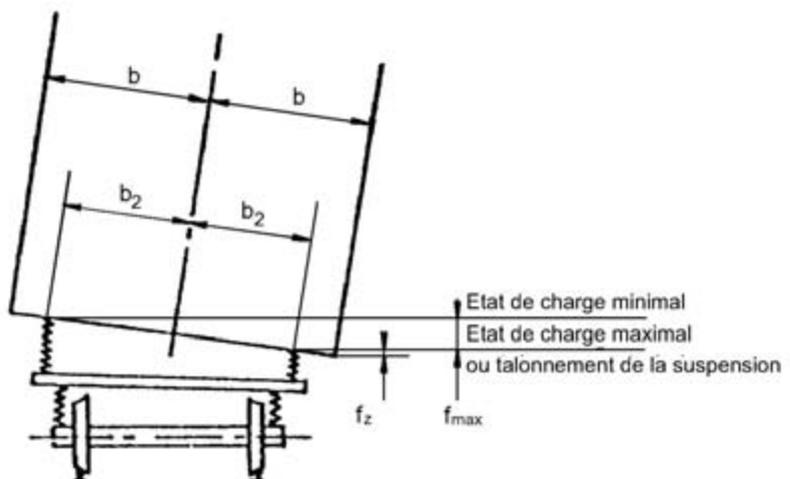
C.7.1.1. Compression des suspensions dans des zones situées en dehors du polygone de sustentation B, C et D

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

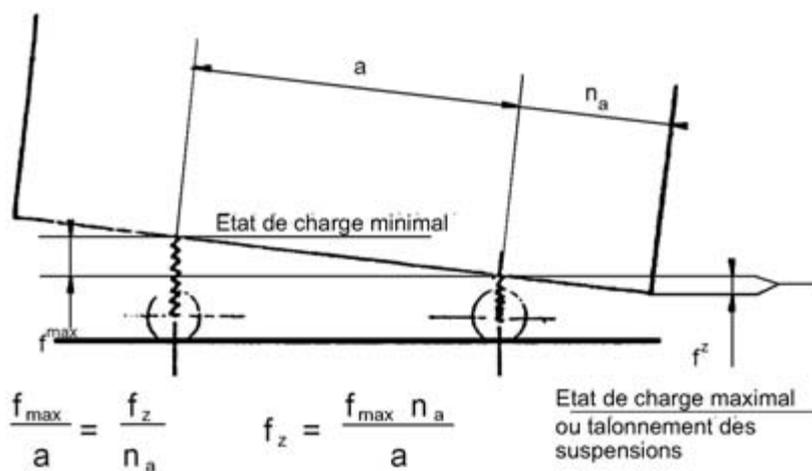
Compressions en phase sur deux bogies et sur un rail uniquement.



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

- en longitudinal: zones concernées, C et D

Compression sur un seul bogie ou essieu.

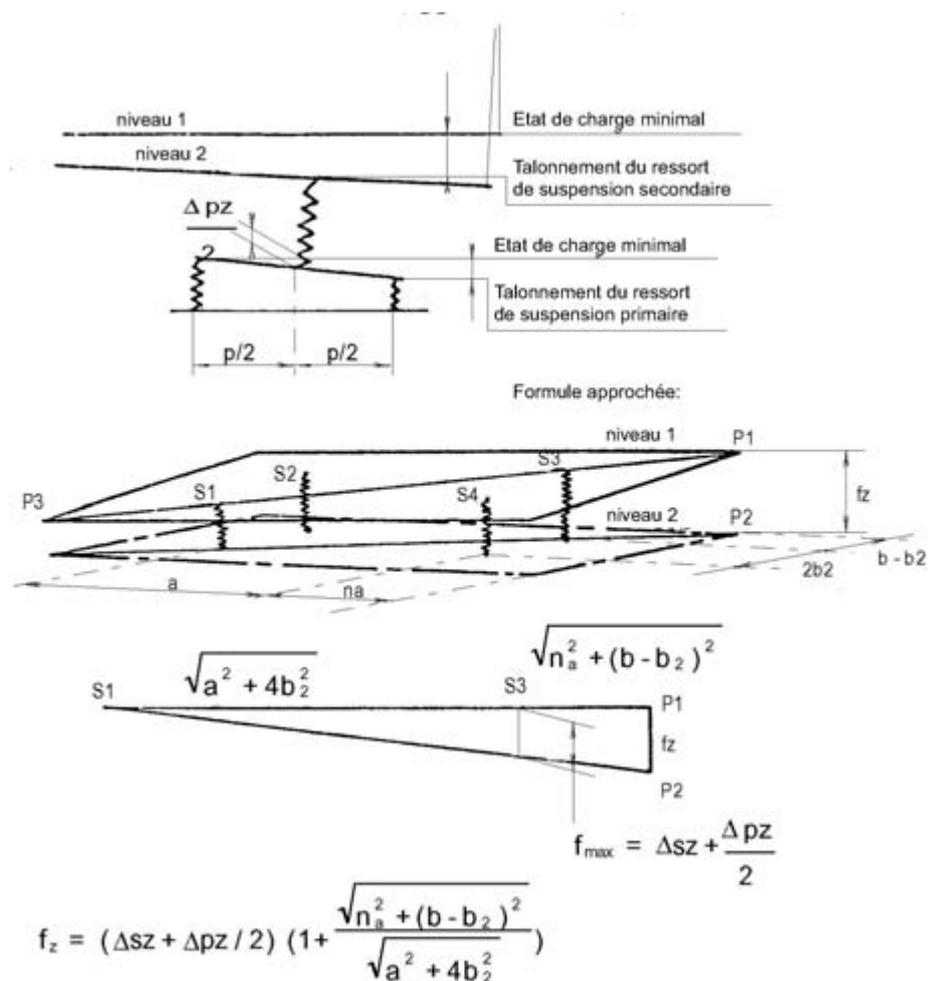


$$\frac{f_{\max}}{a} = \frac{f_z}{n_a} \quad f_z = \frac{f_{\max} n_a}{a}$$

- 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).



Légende:

Niveau 1:

Etat 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 véhicules 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.

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 traitent 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 aux 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,
IC	= valeur maximale de l'insuffisance de dévers autorisée par le département ferroviaire de la voie ⁽¹⁾
E	= valeur du dévers
zP	= déplacements quasi statiques déterminés en fonction des besoins des rames VCP

C.8.2. **Conditions fondamentales permettant la détermination 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.

⁽¹⁾ 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.

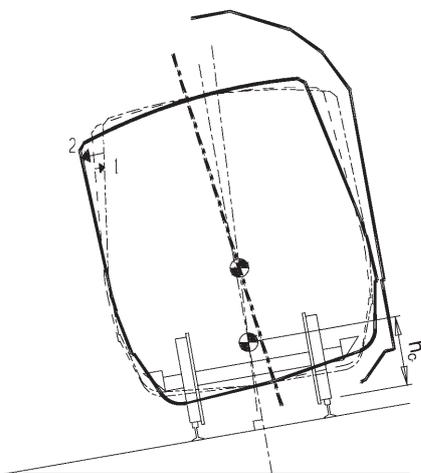
C.8.2.1. Types de systèmes de pendulation des caisses

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.

Figure C30

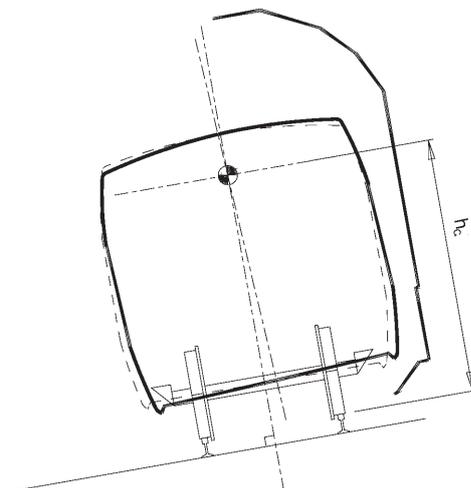


Les mouvements réels peuvent être décomposés en une rotation due au roulis (mouvement 1) et une rotation qui lui est superposée par le système actif (mouvement 2).

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.

Figure C31



C.8.3. Analyse des formules

C.8.3.1. Formules fondamentales

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 (Ic), 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.

⁽¹⁾ Pour le calcul concernant les VCP, ce terme doit être mesuré à la hauteur h_c au dessus du plan de roulement. Il peut avoir différentes valeurs pour un même véhicule donné, en fonction de sa configuration, selon sa technologie de pendulation et le recentrage possible de sa caisse.

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:

$$\frac{0,4}{1,5} [E_{\text{ou}} I - 0,05]_{>0} \cdot (h - 0,5)_{>0}$$

La valeur maximale admissible pour E ou I est de 200 mm.

Chaque gérant d'infrastructure fixe pour ses lignes sa propre valeur maximale de I. Les valeurs généralement utilisées sont comprises entre 90 et 180 mm.

Cette valeur maximale de I ne doit pas être dépassée par les véhicules en circulation.

D'un autre coté, 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 I_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 I_p , en fonction de ce qui est pris en considération par le service des infrastructures, I_c . (voir article 3.2.2.1 et 3.2.2.2.)

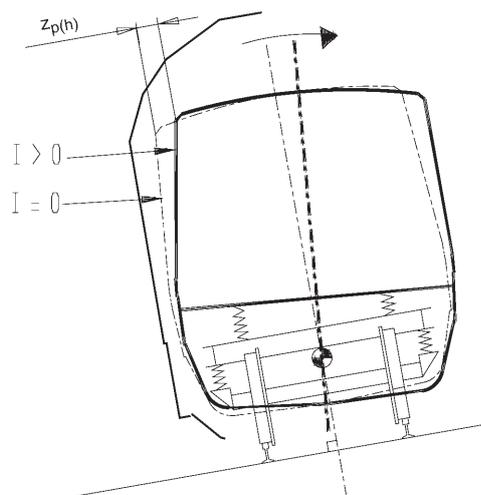
D'ailleurs, pour les systèmes à pendulation active, il est nécessaire de prendre en compte un terme supplémentaire (voir 3.2.3) parce que la pendulation de la caisse pour compenser l'accélération centrifuge devient indépendante de la pendulation due au roulis.

C.8.3.2.2.1. Expression des déplacements quasi statiques z_p pour les réductions situées à l'intérieur de la courbe

Sous l'effet de l'accélération latérale associée à des valeurs de I_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 $I = 0$. 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.

Figure C32:

Système ACTIF

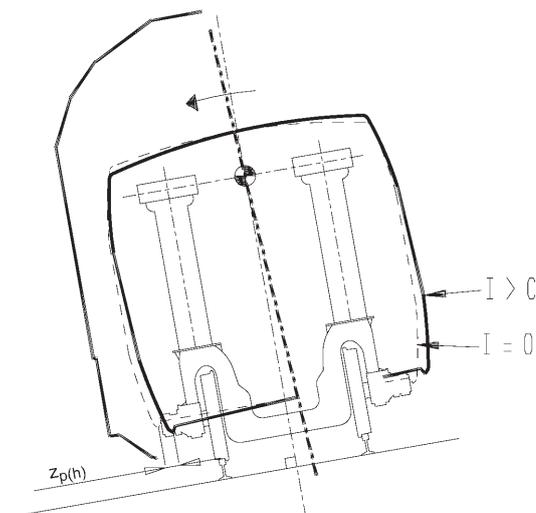


Nota: La pendulation provoquée par le système n'est pas représentée.

— 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 $h < h_c$.

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 indiquées 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:

$$Z_p = \frac{S}{1,5} \cdot I_p \cdot (h - h_c) \text{ avec } \eta_0 < 1^\circ$$

Pour une rame VCP avec un système passif soumise à une insuffisance de dévers I_p , les déplacements quasi statiques sont:

$$Z_p = \frac{S}{1,5} \cdot I_p \cdot (h - h_c) \text{ avec } \eta_0 < 1^\circ$$

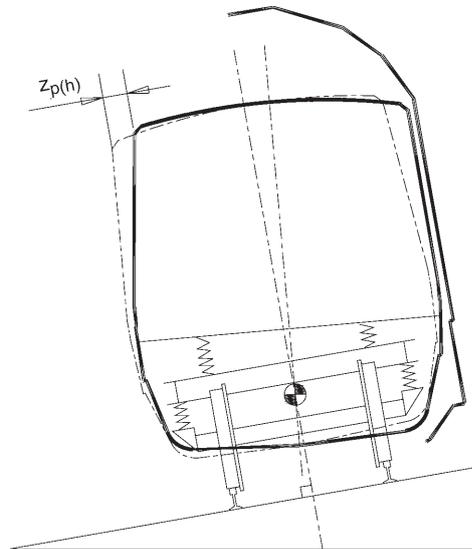
Il est nécessaire d'attirer l'attention sur le fait que la valeur de s est propre à la situation calculée et peut, cependant, être influencée par l'action du système de pendulation de la caisse.

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 $I = 0$.

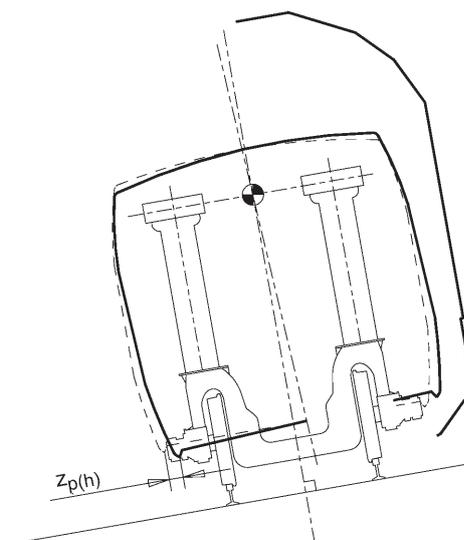
Figure C34:

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 $h < h_c$.

Figure C35:

système 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 coté 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 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.

Figure C36

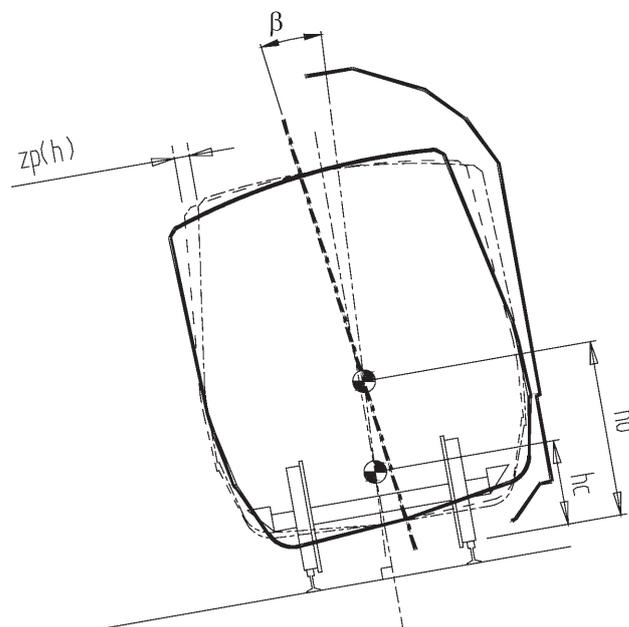


Figure 4 les valeurs suivantes sont représentées:

- 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:

$$\operatorname{tg}\beta (h - h_0)$$

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. Règles associées

- 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, h_c 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 I_p, I_c (et par l'angle β pour les VCP actifs voir article 3.2.3) A 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: $\frac{S}{1,5}(I_p - I_c)(h - h_c)$

De plus, on ne doit pas tenir compte du terme $\operatorname{tg}\beta (h - h_0)$ 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. A 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.

Afin que les caisses ne dépassent pas le contour spécifié, ces valeurs doivent satisfaire les conditions suivantes:

- a) Les valeurs intermédiaires de I_P , I_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 z_p), la condition suivante, relative à la valeur de β , doit être satisfaite:

$$\text{tg}\beta (h - h_0) \geq z_p$$

En d'autres termes, l'effet du système doit être supérieur ou égal à l'effet quasi statique.

C.8.5.2. 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:

$$I_{\text{PorC}} = 0,01186 \frac{V_{\text{PorC}}^2}{R} - E$$

Les vitesses v_P et v_C 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.

$$\text{De ce fait: } V_P \leq \sqrt{\frac{I_P + E}{I_C + E}} V_C$$

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 matériel 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).

$$D = \sqrt{d_i^2 + d_a^2}$$

$$d_{i,a} = 1,2 \sqrt{\sum t_{i,a}^2}$$

$$t_{i=1}^{i=5}$$

$$t_{a=1}^{a=5}$$

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 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.

ANNEXE D

Charge statique à l'essieu, charge dynamique de la roue et charge linéaire

D.1. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

Caractéristiques des wagons à prendre en compte pour la détermination de la catégorie de la ligne

a = distance entre les pivots de bogie

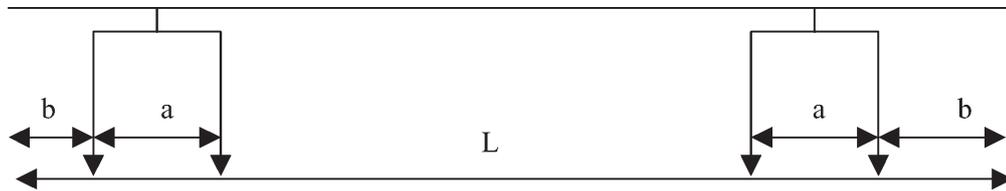
b = distance entre le premier essieu et l'extrémité du tampon le plus proche

c = écartement entre deux essieux intérieurs

Catégorie	Masse par essieu	Masse par unité de longueur	Diagramme de charge				
			b	A	C	a	b
			L				
A	P=16 t	p=5,0 t/m	1,50	1,80	6,20	1,80	1,50
			12,80				
B1	P=18 t	p=5,0 t/m	1,50	1,80	7,80	1,80	1,50
			14,40				
B2	P=18 t	p=6,4 t/m	1,50	1,80	4,65	1,80	1,50
			11,25				
C2	P=20 t	p=6,4 t/m	1,50	1,80	5,90	1,80	1,50
			12,50				
C3	P=20 t	p=7,2 t/m	1,50	1,80	4,50	1,80	1,50
			11,10				
C4	P=20 t	p=8,0 t/m	1,50	1,80	3,40	1,80	1,50
			10,00				
D2	P=22,5 t	p=6,4 t/m	1,50	1,80	7,45	1,80	1,50
			14,05				
D3	P=22,5 t	p=7,2 t/m	1,50	1,80	5,90	1,80	1,50
			12,50				
D4	P=22,5 t	p=8,0 t/m	1,50	1,80	4,65	1,80	1,50
			11,25				

Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

D.2. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

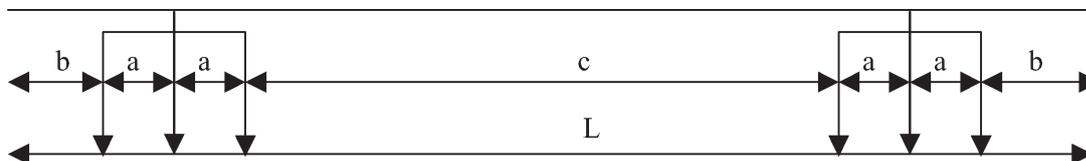
WAGONS A BOGIES A 2 ESSIEUXMasse maximale autorisée pour P_r sur les différentes catégories de lignes en fonction des dimensions de a et de b

Valeurs des dimensions		Catégories des lignes			
A	b	D4 D3 D2	C4 C3 C2	B2 B1	A
M	m	t	t	T	t
1,80	1,50	22,5	20	18	16
	1,40	21,5	19	17	15
	1,30	20,5	18,5	16,5	15
	1,20	20	18	16	14
1,70	1,50	22	19,5	17,5	15,5
	1,40	21	19	17	15
	1,30	20	18	16	14
	1,20	19,5	17,5	15,5	14
1,60	1,50	21	19	17	15
	1,40	20	18,5	16,5	14,5
	1,30	19	17,5	15,5	14
	1,20	18,5	17	15	13,5
1,50	1,50	20	18,5	16,5	14,5
	1,40	19,5	18	16	14
	1,30	19	17,5	15,5	13,5
	1,20	18	17	14,5	13
1,40	1,50	19	17	15,5	13,5
	1,40	18	17	15,5	13,5
	1,30	18,5	16,5	15	13
	1,20	17,5	15,5	14	12
1,30	1,50	18,5	16,5	15	13
	1,40	18,5	16,5	15	13
	1,30	18	16,5	14,5	12,5
	1,20	17	15,5	13,5	11,5

NOTA IMPORTANT: La masse par essieu indiquée dans le tableau ci dessus n'est valide que si la longueur L du wagon, prise entre tampons est telle que la masse par unité de longueur se situe dans celle de la catégorie de ligne en cause. Sinon la masse par essieu autorisée est inférieure et doit être égale à $\frac{pL}{4}$.

Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

D.3. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

WAGONS A BOGIES A 3 ESSIEUXMasse maximale autorisée pour P_r sur les différentes catégories de lignes en fonction des dimensions de a et de b

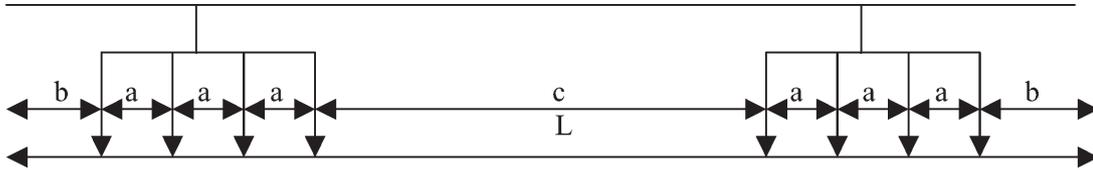
Valeurs des dimensions		Catégories de lignes								
A	b	D 4	D 3	D 2	C 4	C 3	C 2	B 2	B 1	A
M	m	t	t	t	t	t	t	T	t	t
1,80	1,50	18	18	18	16,5	16,5	16,5	15	14,5	13
	1,40	18	18	17,5	16	16	16	14,5	14	12,5
	1,30	18	17,5	17	16	16	15,5	14,5	13,5	12
	1,20	18	17	16	16	16	15	14,5	13	12
1,70	1,50	17,5	17,5	17,5	16	16	16	14,5	14	12,5
	1,40	17,5	17,5	17	15,5	15,5	15,5	14	13,5	12
	1,30	17,5	17	16	15,5	15,5	15	14	13	12
	1,20	17,5	16,5	16	15,5	15,5	14,5	14	13	12
1,60	1,50	17	17	17	15,5	15,5	15,5	14	13,5	12
	1,40	17	17	16	15	15	15	13,5	13	12
	1,30	17	16,5	16	15	15	14,5	13,5	13	11,5
	1,20	17	16	15,5	15	15	14	13,5	12,5	11,5
1,50	1,50	16,5	16,5	16	15	15	15	13,5	13	12
	1,40	16,5	16,5	16	14,5	14,5	14,5	13	13	11,5
	1,30	16,5	16,5	15,5	14,5	14,5	14,5	13	12,5	11,5
	1,20	16,5	16	15,5	14,5	14,5	14	13	12,5	11,5
1,40	1,50	15,5	15,5	15,5	14	14	14	12,5	12,5	11,5
	1,40	15,5	15,5	15,5	14	14	14	12,5	12,5	11,5
	1,30	15,5	15,5	15,5	14	14	14	12,5	12,5	11,5
	1,20	15,5	15,5	15,5	14	14	14	12,5	12,5	11,5
1,30	1,50	15	15	15	13,5	13,5	13,5	12	12	11
	1,40	15	15	15	13,5	13,5	13,5	12	12	11
	1,30	15	15	15	13,5	13,5	13,5	12	12	11
	1,20	15	15	15	13,5	13,5	13,5	12	12	11

NOTA IMPORTANT: Les masses par essieu indiquées dans le tableau ci dessus sont valides uniquement:

- 1) si la dimension c est $> 2b$, sinon la valeur de b ne doit pas être exprimée en fonction de la dimension b, mais de $\frac{c}{2}$ ou de la valeur inférieure la plus proche indiquée dans la table;
- 2) si la longueur L du wagon prise entre tampons est telle que la masse par unité de longueur se situe dans celle de la catégorie de ligne en cause. Sinon la masse par essieu autorisée est inférieure et doit être égale à $\frac{pL}{6}$.

Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

D.4. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

WAGONS A BOGIES A 4 ESSIEUXMasse maximale autorisée pour P_r sur les différentes catégories de lignes en fonction des dimensions de a et de b

Valeurs des dimensions		Catégories de lignes								
A	b	D 4	D 3	D 2	C 4	C 3	C 2	B 2	B 1	A
M	m	t	t	t	t	t	t	T	t	t
1,80	1,50	17,5	16,5	15,5	16	16	15	14,5	13	11,5
	1,40	17	16,5	15	16	15,5	14,5	13,5	12,5	11
	1,30	17	16	15	16	15	14	13,5	12	10,5
	1,20	16,5	15	14,5	16	15	13,5	13	11,5	10,5
1,70	1,50	17,5	16	15	15,5	15,5	14,5	14	12,5	11
	1,40	17	16	15	15,5	15	14	13,5	12	10,5
	1,30	16,5	15	14,5	15,5	14,5	13,5	13	11,5	10,5
	1,20	15,5	15	14	15,5	14,5	13,5	12,5	11	10
1,60	1,50	16,5	15,5	15	15	15	14	13,5	12	10,5
	1,40	16	15	14,5	15	14,5	13,5	13	11,5	10
	1,30	15,5	14,5	14	14,5	14	13	12,5	11	10
	1,20	15	14,5	14	14,5	14	13	12	11	10
1,50	1,50	16	15	14,5	14,5	14,5	13,5	13	11,5	10,5
	1,40	15,5	14,5	14	14,5	14	13	12,5	11	10
	1,30	15	14	13	14	13,5	12,5	12	10,5	9,5
	1,20	15	14	13	14	13	12,5	12	10,5	9,5
1,40	1,50	15	14,5	13	13	13	13	12	10,5	10
	1,40	15	14	13	13	13	12,5	12	10,5	10
	1,30	15	13,5	12,5	13	13	12	12	10	9,5
	1,20	14,5	13	12,5	13	12,5	11,5	11,5	10	9,5
1,30	1,50	14,5	14	13	12,5	12,5	12,5	11,5	10,5	9,5
	1,40	14,5	13,5	13	12,5	12,5	12	11,5	10,5	9,5
	1,30	14,5	13	12,5	12,5	12,5	11,5	11,5	10	9
	1,20	14	13	12,5	12,5	12	11,5	11	10	9

NOTA IMPORTANT: Les masses par essieu indiquées dans le tableau ci dessus sont valides uniquement:

- 1) si la dimension c est supérieure à 2b, sinon la valeur de b ne doit pas être exprimée en fonction de la dimension b, mais de $\frac{c}{2}$ ou de la valeur inférieure la plus proche indiquée dans le tableau (1);
- 2) si la longueur L du wagon prise entre les tampons est telle que la masse par unité de longueur p se situe dans celle de la de la catégorie de ligne en cause, sinon la masse autorisée est inférieure et doit être égale à $\frac{pL}{8}$.

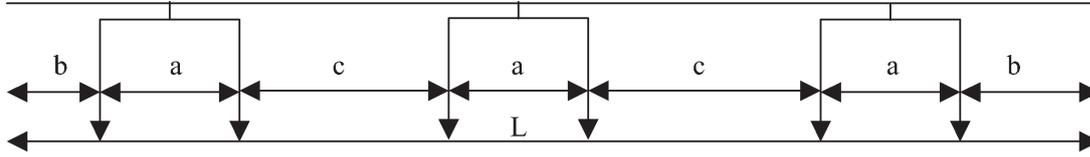
Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

(1) Si $\frac{c}{2} < 1,20$ m, une étude particulière est exigée.

D.5. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

WAGONS A 3 OU 4 BOGIES A DEUX ESSIEUXMasse maximale autorisée pour P_r sur les différentes catégories de lignes en fonction des dimensions de a et de b

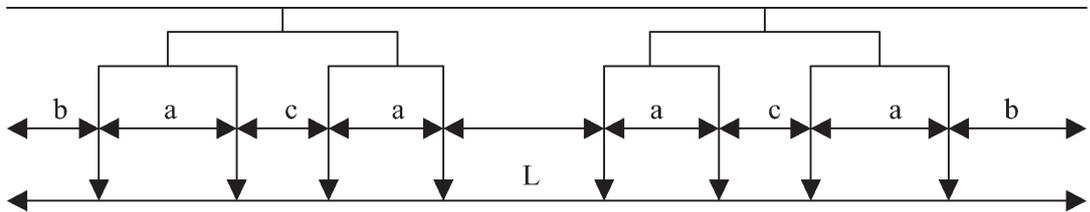
D.5.1. Wagons à trois bogies à 2 essieux



Si $c \geq 2b$: les valeurs indiquées en D.2 doivent être prises.

si $c < 2b$: les valeurs en D.2 sont prises mais la valeur de b ne doit pas être exprimée en fonction de la dimension b mais de $\frac{c}{2}$ ou la valeur inférieure la plus proche reprise au tableau (!).

D.5.2. Wagons à quatre bogies à 2 essieux



si $2,40 \leq c < 2b$: les valeurs en D2 doivent être prises mais la valeur de b ne doit pas être exprimée en fonction de la dimension b mais de $\frac{c}{2}$ ou de la plus proche valeur inférieure indiquée en D.2.

si $c < 2,40$ m: les valeurs indiquées en D4 sont prises et la plus petite des dimensions a ou c est prise pour valeur de a.

NOTA IMPORTANT: Les masses par essieu indiquées dans le tableau ci dessus sont valides uniquement si la longueur L du wagon, prise entre les tampons, est telle que la masse par unité de longueur p se situe dans celle de la catégorie de ligne en cause, sinon la masse autorisée par essieu est égale à:

$\frac{pLc}{6}$ pour les wagons à trois bogies à 2 essieux,

$\frac{pL}{8}$ pour les wagons à quatre bogies à 2 essieux.

Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

(!) Si $\frac{c}{2} < 1,20$ m, une étude particulière est exigée

D.6. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

CHARGE LIMITE POUR LES WAGONS A DEUX ESSIEUX

Le tableau ci dessous donne des résultats comparatifs par rapport à la longueur L entre tampons pour les wagons d'usage courant, par exemple pour des charges maximales par essieu de 22,5t , 20t, 18t et 16t.

Cependant, comme indiqué dans ce livret, si des restrictions supplémentaires sont requises en raison des caractéristiques particulières du wagon ou de son chargement ou de conditions d'acheminement rapide, des valeurs plus strictes sont applicables au lieu de celles indiquées dans le tableau ci dessous.

Charges limites pour les wagons à deux essieux

Caractéristiques du wagon		Catégories de ligne				
L (m)	P (t)	A	B1	B2	C	D
L>7,20	22,5	32-T	36-T		40-T	45-T
	20	32-T	36-T		40-T	
	18	32-T	36-T			
	16	32-T				

Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

Nota: Les exigences relatives aux wagons d'une longueur inférieure à 7,2m ne sont pas reprises du fait qu'aucun de ces wagons n'a été construit.

D.7. CHARGES LIMITES DES WAGONS EN FONCTION DU CLASSEMENT DES LIGNES.

CHARGES LIMITES POUR LES WAGONS A DEUX BOGIES A 2 ESSIEUX

Le tableau ci dessous donne des résultats comparatifs par rapport à la longueur L entre tampons pour des wagons d'usage courant, par exemple pour des charges maximales par essieu de 22,5t , 20t, 18t et 16t.

Cependant, comme indiqué dans ce livret, si des restrictions supplémentaires sont requises en raison des caractéristiques particulières du wagon ou de son chargement ou de conditions d'acheminement rapide, des valeurs plus strictes sont applicables au lieu de celles indiquées dans le tableau ci dessous.

Charges limites pour les wagons à deux bogies à 2 essieux

Caractéristiques du wagon		Catégories de lignes									
L	P	A	B1	B2	C2	C3	C4	D2	D3	D4	
L>14,40	22,5	64-T	72-T		80-T			90-T			
	20	64-T	72-T		80-T						
	18	64-T	72-T								
	16	64-T									
14,06<L<14,40	22,5	64-T	5L-T	72-T	80-T			90-T			
	20	64-T	5L-T	72-T	80-T						
	18	64-T	5L-T	72-T							
	16	64-T									
12,80<L<14,06	22,5	64-T	5L-T	72-T	80-T			6,4L-T	90-T		
	20	64-T	5L-T	72-T	80-T						
	18	64-T	5L-T	72-T							
	16	64-T									

Caractéristiques du wagon		Catégories de lignes								
L	P	A	B1	B2	C2	C3	C4	D2	D3	D4
12,50<L<12,80	22,5	5L-T	5L-T	72-T	80-T			6,4L-T	90-T	
	20	5L-T	5L-T	72-T	80-T					
	18	5L-T	5L-T	72-T						
	16	5L-T	5L-T	64-T						
11,25<L<12,50	22,5	5L-T	5L-T	72-T	6,4L-T	80-T	6,4L-T	7,2L-T	90-T	
	20	5L-T	5L-T	72-T	6,4L-T	80-T	6,4L-T	80-T		
	18	5L-T	5L-T	72-T						
	16	5L-T	5L-T	64-T						
11,10<L<11,25	22,5	5L-T	5L-T	6,4L-T		80-T	6,4L-T	7,2L-T	8L-T	
	20	5L-T	5L-T	6,4L-T		80-T	6,4L-T	80-T		
	18	5L-T	5L-T	6,4L-T		72-T	6,4L-T	72-T		
	16	5L-T	5L-T	64-T						

Caractéristiques du wagon		Catégories de lignes								
L	P	A	B1	B2	C2	C3	C4	D2	D3	D4
10,00<L<11,10	22,5	5L-T	5L-T	6,4L-T		7,2L-T	80-T	6,4L-T	7,2L-T	8L-T
	20	5L-T	5L-T	6,4L-T		7,2L-T	80-T	6,4L-T	7,2L-T	80-T
	18	5L-T	5L-T	6,4L-T		72-T		6,4L-T	72-T	
	16	5L-T	5L-T	64-T						

NOTA: Les wagons à bogie avec une longueur entre tampons L inférieure à 10m, en pratique, n'existent pas et n'ont pas de ce fait été pris en compte.

Ouvert pour les lignes E, F et G et pour les catégories 5 et 6

ANNEXE E

Dimensions des essieux montés et tolérances du gabarit standard

Tableau E1

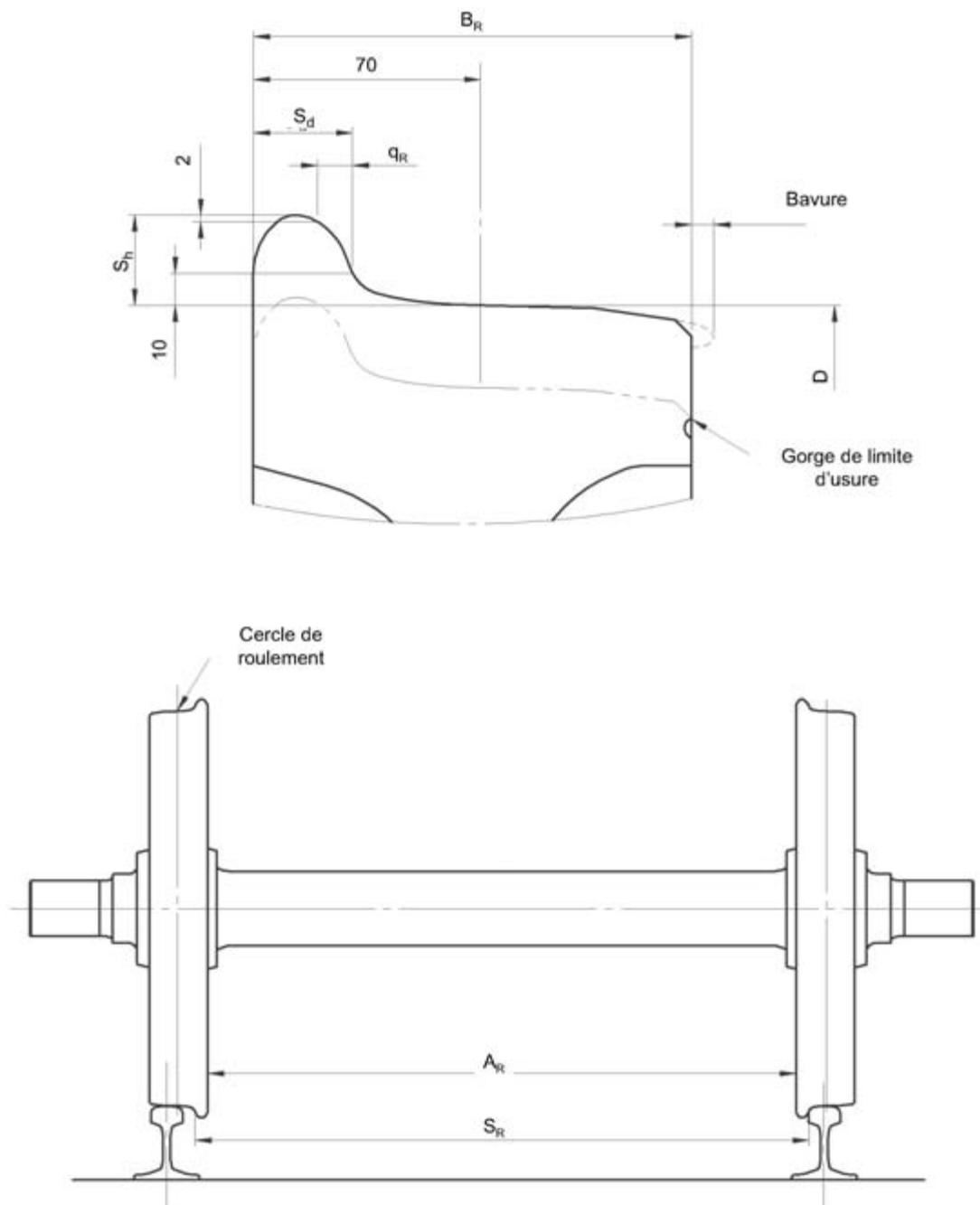
Désignation	Diamètre de la roue (mm)	Valeur minimale (mm)	Valeur maximale (mm)
Ecartement au point de contact avec le boudin (S_R) $S_R = A_R + S_d(\text{Roue gauche}) + S_d(\text{Roue droite})$	≥ 840	1 410	1 426
	< 840 and ≥ 330	1 415	1 426
Ecartement interne des roues (A_R)	≥ 840	1 357	1 363
	< 840 and ≥ 330	1 359	1 363
Largeur de la jante (B_R)	≥ 330	133	140 ⁽¹⁾
Epaisseur du boudin (S_d)	≥ 840	22	33
	< 840 and ≥ 330	27,5	33
Hauteur du boudin (S_h)	≥ 760	28	36
	< 760 and ≥ 630	30	36
	< 630 and ≥ 330	32	36
Profil du boudin (q_R)	≥ 330	6,5	
Défauts de la table de roulement, <i>ex. plats, écaillages, fissures, rayures, exfoliations etc.</i>	La réglementation nationale s'applique jusqu'à la publication de la norme EN		

⁽¹⁾ Y compris la bavure

Les dimensions S_R et A_R sont mesurées au contact du champignon et doivent être conformes sous des wagons chargés ou sous tare ou pour des essieux non montés. Pour un véhicule particulier des tolérances plus faibles prises dans les limites ci dessus peuvent être prescrites par son constructeur.

Fig. E1

Descriptif symbolique

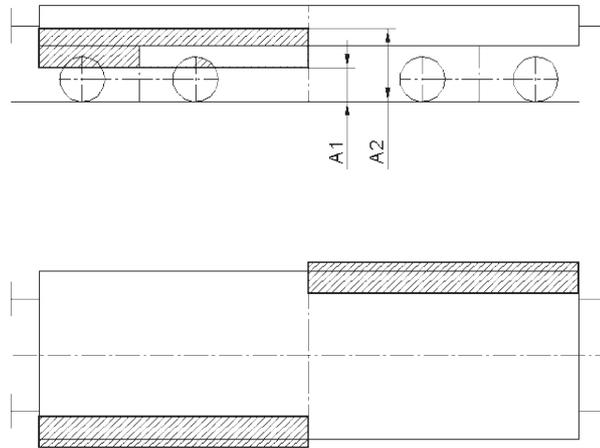


ANNEXE F

Capacité du véhicule à transmettre des informations avec le sol

Fig. F1

Position de l'étiquette sur le wagon.



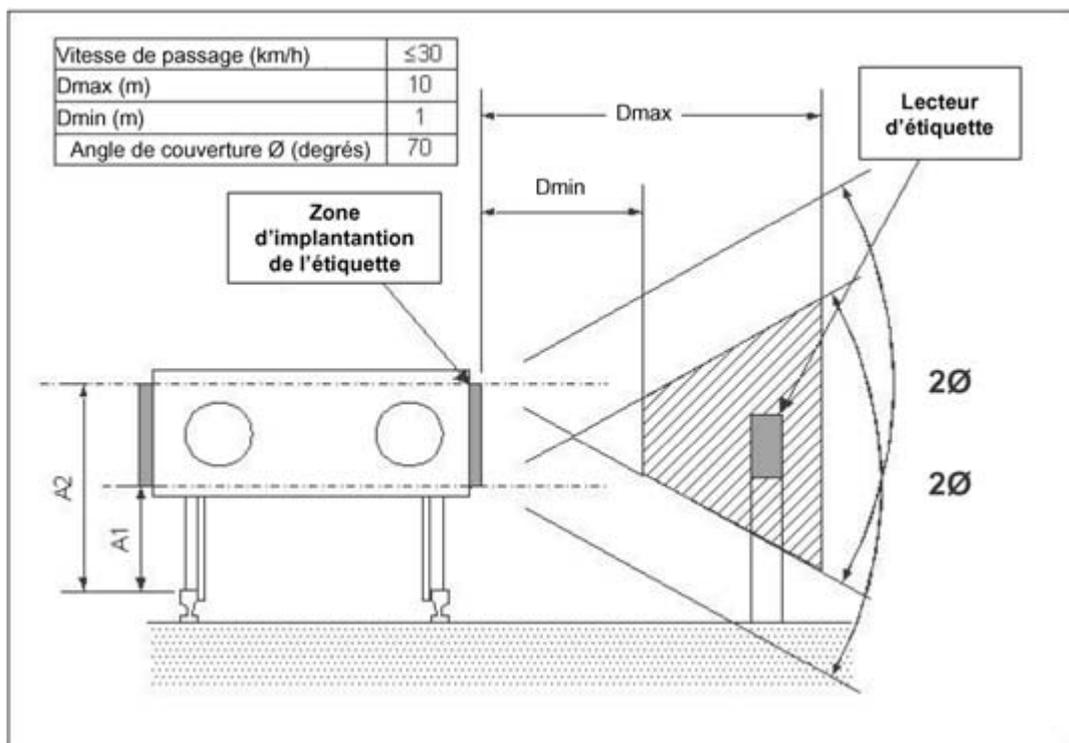
Dans la figure 1 (ci-dessus), A1 et A2 sont respectivement les hauteurs minimales et maximales situées au dessus du rail pour positionner le centre des étiquettes de données dans toutes les positions de charge du wagon et de mouvements de suspension:

A1 = 500 mm

A2 = 1100 mm

Fig. F2

Contraintes d'installation pour les lecteurs d'étiquettes



ANNEXE G

CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Humidité

Figure G1

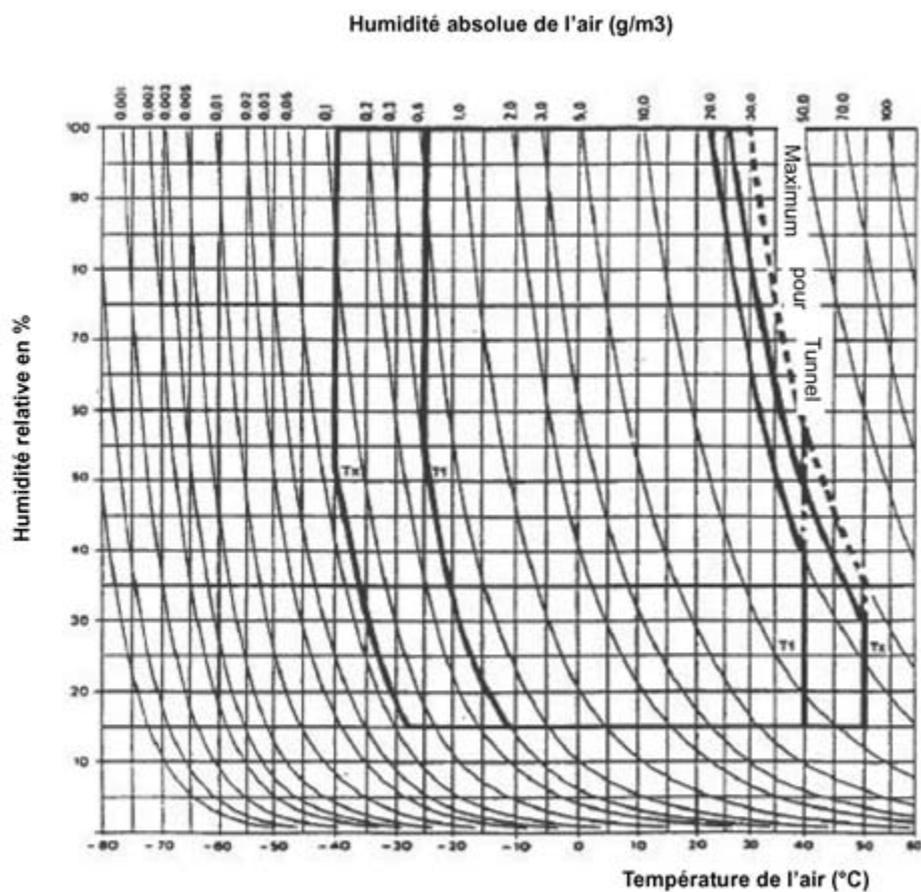
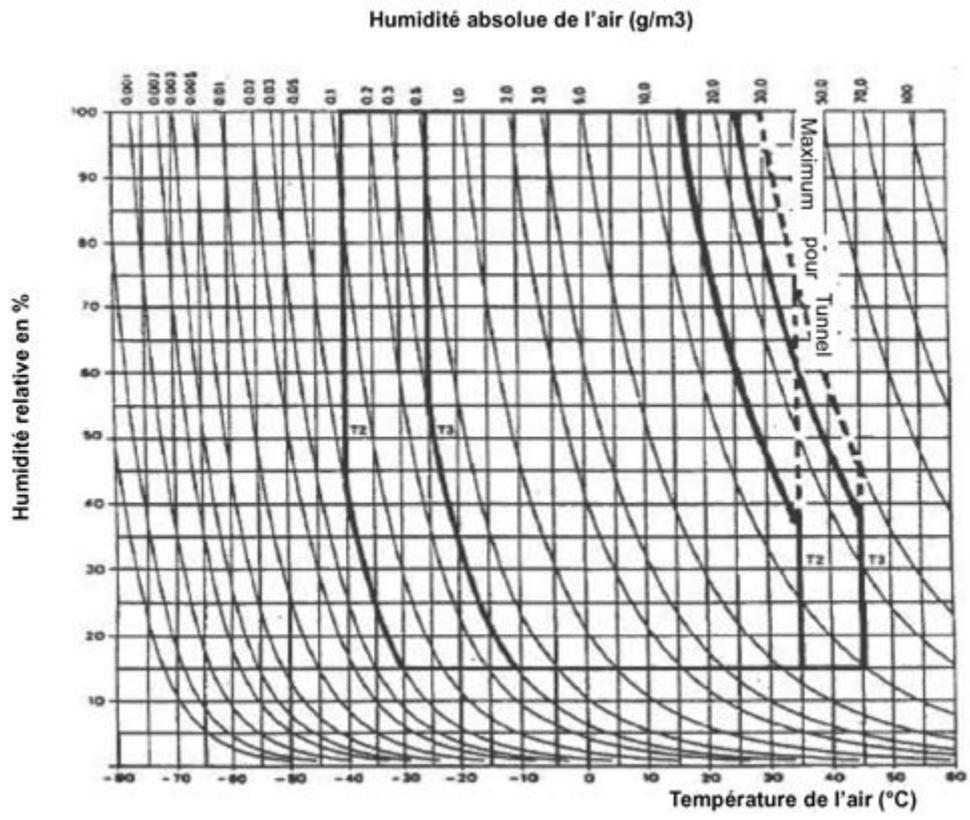


Figure G2



ANNEXE H

REGISTRES DES INFRASTRUCTURES ET DU MATÉRIEL ROULANT

Registre du Matériel Roulant

Exigences relatives au Registre des Wagons de Fret

Objet des données	Critique au niveau Interopérabilité	Critique au niveau Sécurité	Fréquence de mise à jour
Données fondamentales			
Numéro du véhicule	√	√	
Propriétaire			
Détenteur	√	√	
Type de véhicule (Selon UIC 438-2)	√	√	
Informations techniques			
Longueur entre tampons	√	√	
Tare	√	√	
Type d'accouplement	√	√	
Gabarit du véhicule	√	√	
Gabarit d'essieu monté	√	√	
Diamètre de roue	√	√	
Nombre d'essieux et disposition	√	√	
Position des essieux montés/Entraxe des essieux internes/Entraxe des pivots	√	√	
Empattement du bogie (Entraxe essieux de bogie)	√	√	
Informations critiques de sécurité			
Type de frein	√	√	
Masse freinée/ % de masse freinée	√	√	
Courbe de décélération	√	√	
Type de frein à main	√	√	
Vitesse maximale (à charge)	√	√	
Vitesse maximale (à vide)	√	√	
Charge maximale	√	√	
Charge à l'essieu maxi	√	√	
Information relatives aux marchandises dangereuses (différents domaines)	√	√	
Informations nécessaire au chargement du véhicule			
Tableau de charges limites	√	√	

Objet des données	Critique au niveau Interopérabilité	Critique au niveau Sécurité	Fréquence de mise à jour
Hauteur de la plate-forme de chargement (pour les wagons plats et le transport combiné)	√	√	
Restrictions de chargement (ex. Répartition des masses)	√	√	
Données relatives à l'enregistrement			
Situation de l'enregistrement	√		
Date de mise en service	√		
Date et signataire de la déclaration CE de vérification et Organisme Notifié	√		
Liste des constituants d'interopérabilité (CI) équipant le wagon, Identification des CI et déclarations CE de conformité des IC et leurs dates de déclaration, et Organismes notifiés.	√	(√)	
Certification complémentaire exigée pour les cas particuliers		(√)	
Numéros de véhicules antérieurs et dates d'enregistrement correspondantes	√	√	
Informations concernant la maintenance			
Référence du plan de maintenance	√	√	
Restrictions			
Limitations géographiques	√	√	
Limitations environnementales — Classes de température T(n), T(s), T(RIV), T(n)+T(s)	√	√	
Restriction de manœuvre à la butte	√	√	
Rayon de courbe minimal	√	√	
Restriction sur le rayon de courbe en vertical	√	√	
Autorisation de chargement sur Ferry Boat	√	√	
Restriction calendaire	√	√	
Étiquettes			
Si équipé	√	√	

Nota: Une (ou des) base de données distincte des propriétaires/détenteurs/RU est nécessaire, identifiée(s) depuis le Registre du Matériel Roulant par numéros de codes.

ANNEXE I

INTERFACES DES CONSTITUANTS D'INTEROPERABILITE DU FREIN

I.1. DISTRIBUTEUR

La spécification du distributeur, constituant d'interopérabilité est décrite aux points 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air

I.1.1. Interfaces du distributeur

I.1.1.1. Le distributeur

Un distributeur est une valve de commande pneumatique. Sa fonction est de commander la pression de sortie en fonction inverse de la variation de sa pression d'entrée. Voir figures I1 et I2. Les performances d'un distributeur sont spécifiées par les caractéristiques suivantes :

- Progressivité de serrage et desserrage des freins,
- Temps de serrage des freins,
- Temps de desserrage des freins,
- Valve de desserrage manuel du distributeur,
- Fonctionnement automatique,
- Degré de sensibilité et d'insensibilité.

Figure I.1

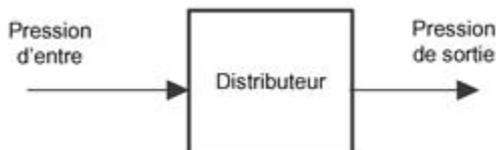
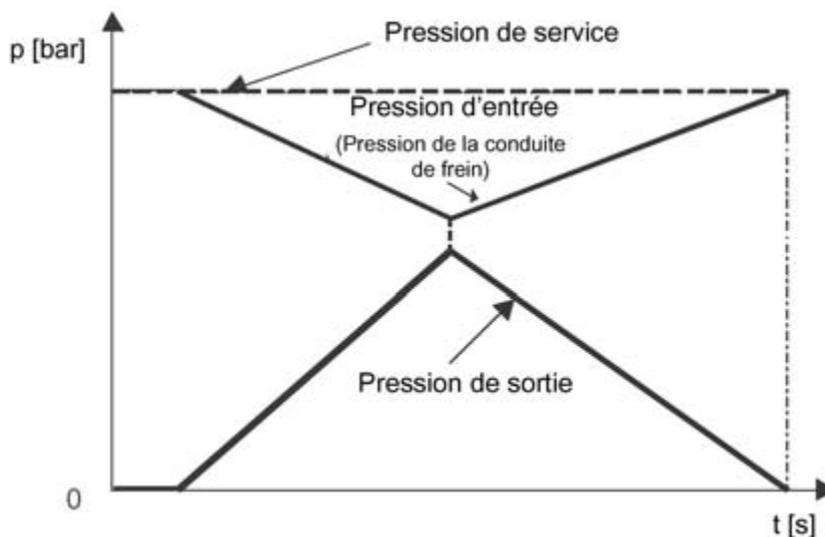
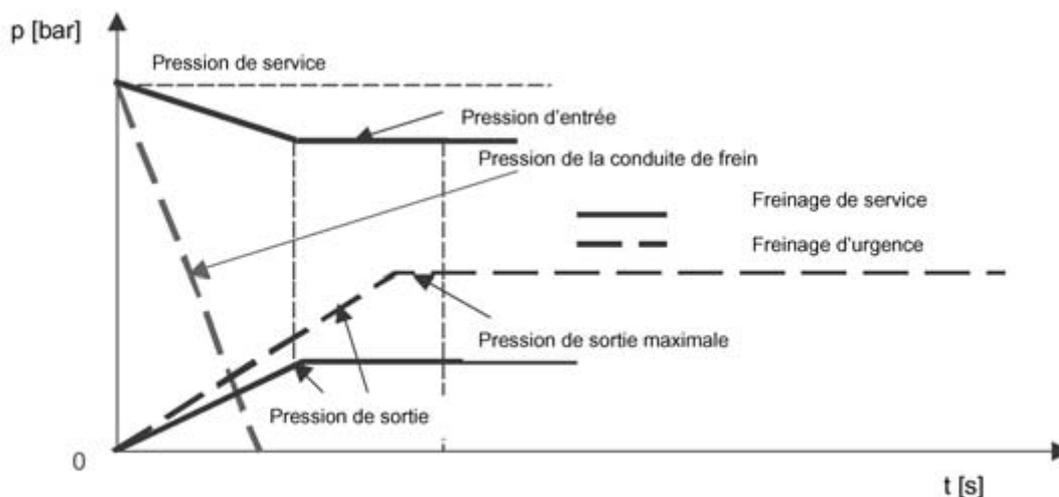


Figure I.2



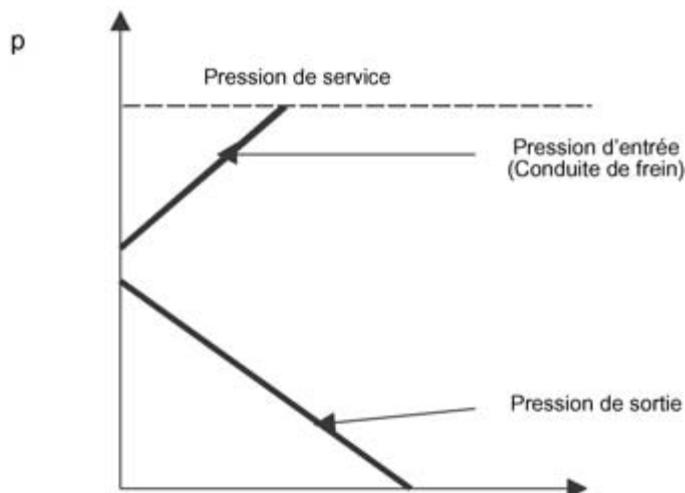
Le distributeur est commandé par la pression de la conduite générale. La pression normale de service de la conduite générale d'un train doit être de 5 bars avec le robinet de commande de frein du mécanicien en position «Alimentation — Desserrage»; pour autant, le distributeur doit être capable de fonctionner normalement avec une pression de la conduite générale comprise entre 4 et 6 bars. La baisse de pression dans la conduite générale pour obtenir un serrage complet doit être de $1,5 \text{ bar} \pm 0,1$. La pression maximale obtenue en sortie avec cette dépression est de $3,8 \text{ bars} \pm 0,1$. La pression de sortie est généralement limitée à une valeur maximale. La pression normale de service de la conduite générale est de 5 bars, mais le distributeur doit être capable de fonctionner normalement pour une pression de la conduite générale comprise entre 4 et 6 bars. Le niveau de la variation de la pression de sortie du distributeur doit être déterminé par le niveau de la variation de sa pression d'entrée. (Voir figure I.3).

Figure I.3



Le distributeur doit provoquer le desserrage des freins du wagon, par vidange de la conduite du cylindre de frein à l'atmosphère, en réponse à une augmentation de la pression de la conduite générale et à la suite d'un serrage, voir figure I.4.

Figure I.4



Il doit être possible de faire de faibles serrages et desserrages via la pression de sortie en modifiant la pression d'entrée et une variation de 0,1 bar de sa pression d'entrée provoque une variation sur sa pression de sortie. La variation de la pression de sortie pour une même pression d'entrée ne doit pas être supérieure à 0,1 bar entre le serrage et le desserrage.

Le distributeur ne doit pas raccorder la conduite générale avec le réservoir de commande, servant de référence, tant que la pression de sortie n'est pas inférieure à 0,3 bar. Ce raccordement doit être autorisé lorsque la pression de la conduite générale est remontée à 0,15 bar de la pression de service.

Le temps de serrage du frein est le temps mis pour augmenter sa pression de sortie de 0 bar à 95 % de sa pression maximale et, lorsque la pression d'entrée tombe à 0 bar en moins de 2 secondes. Ce temps est de 3 à 5 secondes en mode «P», en mode unique ou de 3 à 6 secondes en mode «P» avec un système vide/chargé ou un système à freinage autovariable, et de 18 à 30 secondes en mode «G» en une seule application.

Le temps de desserrage est le temps mis pour ramener la pression de sortie, depuis sa valeur maximale, en partant du début de sa chute jusqu'à une valeur de 0,4 bar et, lorsque la pression d'entrée est remontée en moins de 2 secondes à la pression de service en partant d'une valeur qui lui était inférieure de 1,5 bar. Il est de 15 à 20 secondes en mode «P» et de 45 à 60 secondes en mode «G». Pour les wagons de fret ayant un poids frein total supérieur à 70 tonnes, le temps en mode «P» peut être de 15 à 25 secondes.

Le distributeur doit pouvoir être utilisé soit en mode «G», soit en mode «P», soit en «P/G» et dans ce dernier cas, il y a un dispositif de changement permettant le basculement entre les modes.

Il y doit y avoir une fonction de desserrage manuel qui nécessite une action manuelle délibérée et intentionnelle afin de supprimer l'application des freins (desserrage par la valve de purge du distributeur).

Le distributeur doit être automatique et présenter la capacité de garantir une pression de sortie maximale en cas de perte de la pression d'entrée.

Le distributeur doit être inépuisable et avoir la capacité de donner en cas de freinage d'urgence, et quelles que soient les conditions d'exploitation, au moins 85 % de la pression de sortie maximale. Le distributeur doit permettre de maintenir la pression de sortie par compensation des fuites des volumes de sortie, tout le temps qu'il y a de l'air dans le réservoir auxiliaire.

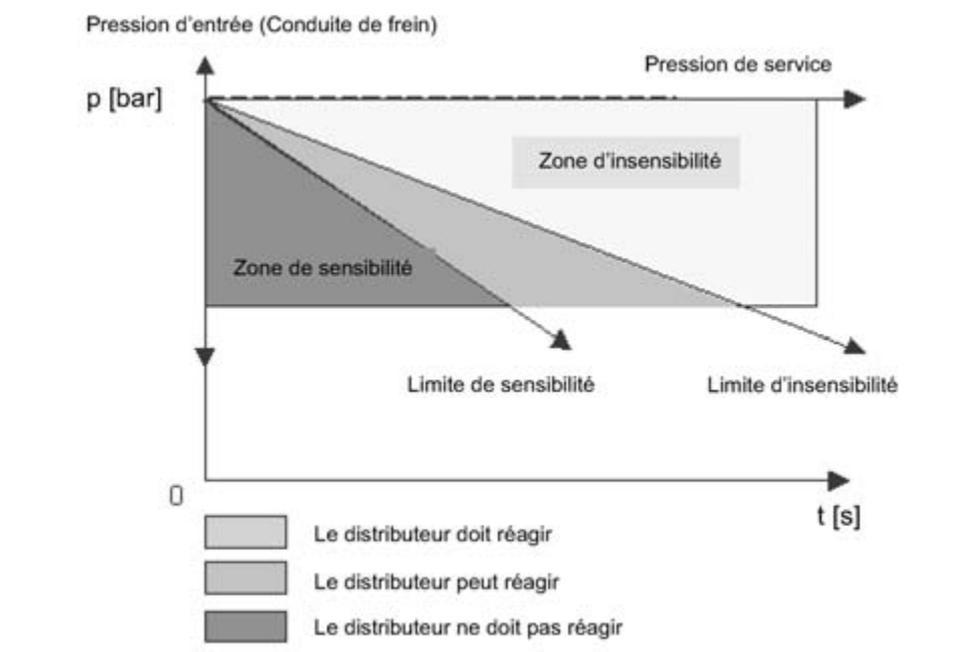
Le remplissage des réservoirs auxiliaire et de commande, sur un seul véhicule doit être réalisé sans que la vidange ou le remplissage des réservoirs situés à l'arrière du train en soient empêchés. Il doit aussi être réalisé sans qu'il y ait des variations de pression significatives dans la conduite générale susceptibles de provoquer le fonctionnement des freins sur les véhicules proches.

Le distributeur doit fonctionner normalement et répondre à la pression d'entrée lorsque des distributeurs adjacents sont isolés ou ne fonctionnent pas.

La sensibilité du distributeur doit lui permettre de fonctionner en 1,2 secondes lors d'une baisse de pression d'entrée de 0,6 bar en 6 secondes en partant de la pression normale de service.

L'insensibilité du distributeur doit lui permettre d'éviter de fonctionner lors d'une baisse de la pression normale de service de 0,3 bar en 60 secondes.

Figure I.5

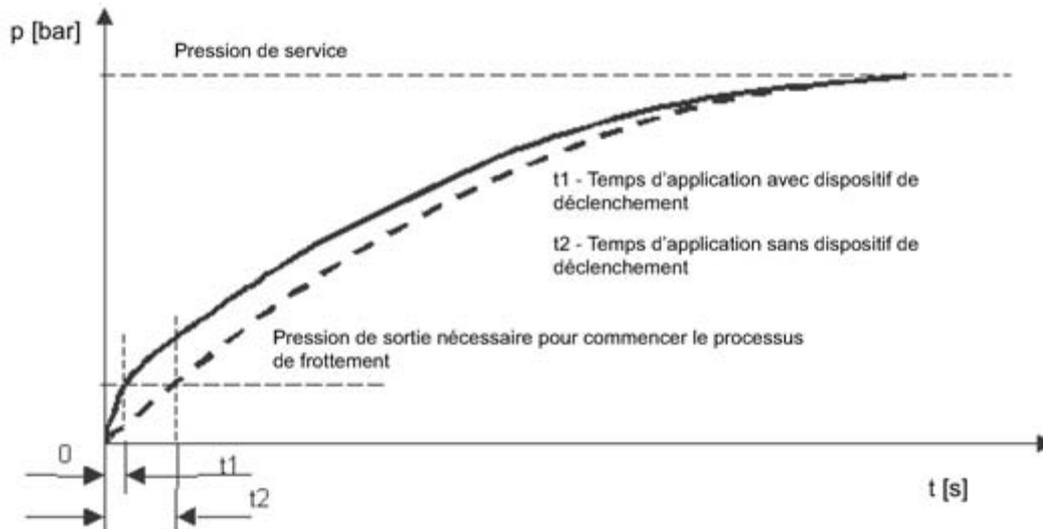


Il doit y avoir une fonction de mise en service rapide (accélérateur) dans le distributeur qui permet, lors de la première application du frein, depuis sa position de desserrage, une évacuation locale rapide de l'air de la conduite générale baissant la pression au plus de 0,4 bar lorsque la pression en tête du train descend de 0,3 bar. Ceci est destiné à générer la transmission d'un signal pneumatique au travers du train.

Il peut y avoir une pression de surcharge en service qui permet un renforcement de la pression de la conduite générale au dessus de la pression normale de service jusqu'à 6 bars afin de réduire le temps de desserrage et qui peut durer 40 secondes en mode «G» et 10 secondes en mode «P». Le distributeur ne doit pas surcharger le réservoir de commande durant cette période de surcharge de la conduite générale. Après un desserrage complet des freins le distributeur ne doit pas entrer en fonctionnement si la conduite générale est portée à 6 bars pendant deux secondes, puis réduite à 5,2 bars en une seconde, puis ramenée à la pression normale de service.

Le distributeur doit disposer d'une fonction de déclenchement qui permet, lors d'une exploitation en mode «G», une augmentation plus rapide de la pression de sortie au début de l'application des freins. Celle-ci est de l'ordre de 10 % de la pression maximale de sortie. L'objectif est d'obtenir une élévation rapide de la pression nécessaire à l'initiation du processus de frottement lié au freinage.

Figure I.6



I.2. VALVE RELAIS DE CHARGE VARIABLE/FREIN A COMMUTATION AUTOMATIQUE VIDE/CHARGE

I.2.1. Valve relais de charge variable

Une valve relais est un dispositif qui ajuste la force d'application du système de frein en fonction de la masse du wagon. Les changements de masses du wagon provoquent automatiquement et de manière continue des variations dans l'effort de freinage sans retard significatif. Il ne doit pas réagir à des chocs rapides ou de courtes variations des charges sur les roues. Il ne doit pas dégrader les performances du frein pneumatique (Voir STI point 5.3.3.1) excepté dans le cas de freins munis d'une commande pneumatique à variation de charge, le temps de desserrage est le temps devant s'écouler avant que n'apparaisse une pression de 0,4 bar dans la chambre de commande de valve (pression pilote). Pendant le freinage, le dispositif ne doit pas provoquer de variation de la force de freinage obtenue. Il doit fournir, en service, dans tous les cas, un minimum de 5 paliers de freinage répartis entre le minimum et le maximum de l'effort du frein selon que le wagon est vide ou chargé. Toute consommation d'air de ce dispositif doit être aussi faible que possible et n'engendrer aucun effet sur le système de freinage du véhicule.

I.2.2. Valve relais à changement automatique vide/chargé

Une valve relais vide/chargé est un dispositif qui modifie la force d'application du système de frein en un seul point de la gamme des masses d'un wagon. La position vide ou chargé de cette valve relais est obtenue automatiquement lorsque la masse du wagon devient respectivement plus basse ou plus élevée que la masse de changement. Ses performances ne doivent pas être affectées par les chocs et les vibrations. Une valve relais vide/chargé ne doit pas dégrader les performances du frein pneumatique (Voir STI point 5.3.3.1).

I.3. DISPOSITIF D'ANTI-ENRAYAGE

Le dispositif d'anti-enrayage fait partie d'un système conçu pour faire le meilleur usage de l'adhérence au travers du pilotage de la réduction ou de la reprise de la force de freinage afin de se prémunir contre le blocage des roues et contre un enrayage incontrôlé, optimisant de ce fait la distance d'arrêt. Le dispositif d'anti-enrayage ne doit pas dégrader les caractéristiques fonctionnelles des freins.

La vitesse de rotation des essieux montés est calculée et surveillée par un système automatique de commande, sur la base des informations fournies par des capteurs. Ce système transmet les ordres aux soupapes de décharge de l'anti-enrayage pour réduire ou restaurer, la puissance de freinage en tout ou en partie.

Le système prend en compte, pour l'évaluation de la vitesse, les différences de diamètre de roues autorisées pour un véhicule donné..

L'alimentation en courant de l'anti-enrayage doit être conçue de manière à garantir la mise sous tension de l'anti-enrayage et la disponibilité de son alimentation lorsque le véhicule est en mouvement. Le fonctionnement de l'anti-enrayage nécessite une alimentation qui peut être fournie par les véhicules ou par l'anti-enrayage proprement dit.

L'anti-enrayage doit être conçu de manière à fonctionner correctement en cas de variations de tension de $\pm 30\%$. Si les variations de tension dépassent cette limite, l'anti-enrayage doit se couper sans perturber le système de freinage. Aussitôt que la tension d'alimentation revient dans la plage autorisée, l'anti-enrayage se remet automatiquement en fonctionnement normal.

L'installation d'anti-enrayage doit avoir ses propres circuits de protection. Les fusibles et les disjoncteurs de l'anti-enrayage doivent être séparés des autres dispositifs similaires du véhicule, afin qu'ils ne soient ni confondus ni actionnés de la même manière que ces derniers. A chaque fois que l'alimentation est disponible, l'anti-enrayage doit être alimenté. La coupure automatique de l'alimentation est admissible uniquement en mode veille (sans circulation) et en mode de protection batterie pour des raisons de sécurité (en situation de batterie dégradée et ou de basse tension due à une absence d'alimentation de longue durée).

L'anti-enrayage doit être conçu afin de minimiser la consommation d'air.

D'autres spécifications de ce constituant d'interopérabilité qu'est le dispositif d'anti-enrayage sont décrites au sein de la STI aux points 4.2.4.1.2.6 et 4.2.4.1.2.7.

I.4. REGLEUR AUTOMATIQUE DE JEU

Des régleurs de jeu sont nécessaires pour maintenir automatiquement un espace libre nominal dans le couple en frottement (roue et semelles de frein ou disque et garnitures de frein) afin de maintenir les caractéristiques du freinage et de garantir ses performances.

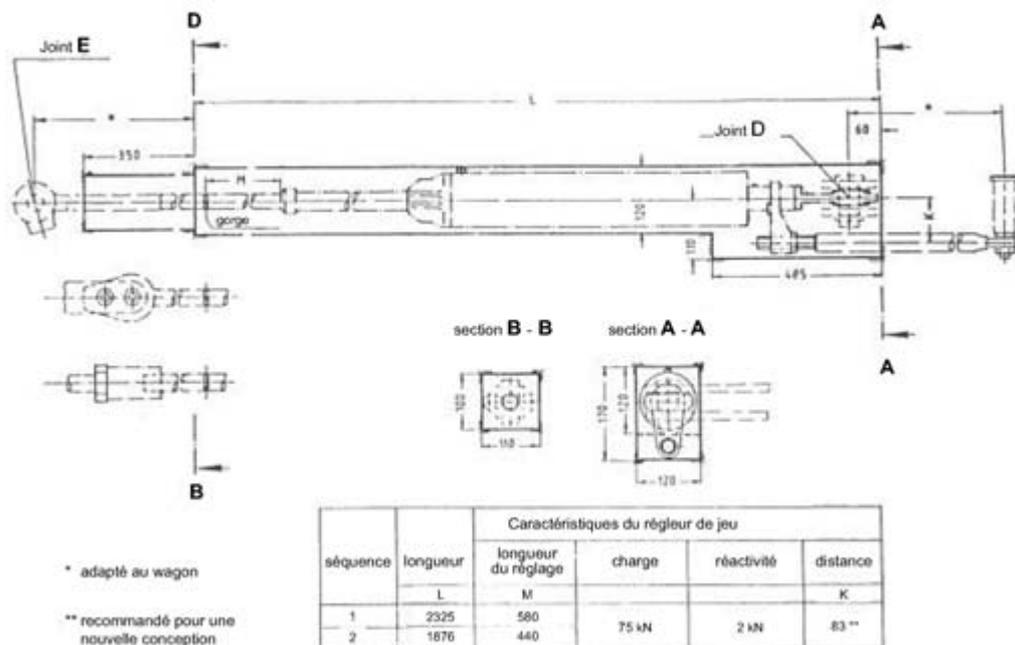
Le régleur ne doit pas absorber plus de 2 kN de la force d'application du frein. Les performances du régleur de jeu ne doivent pas varier en fonction des conditions d'environnement (vibrations, conditions hivernales, etc.).

Il n'y a pas d'obligation en terme d'interchangeabilité pour le régleur de jeu, mais s'il doit être interchangeable, l'enveloppe d'engorgement ci-après est applicable (seules les valeurs données dans le tableau sont requises).

Les régleurs interchangeables qui sont placés sous le châssis ne doivent pas dépasser la courbe enveloppe suivante :

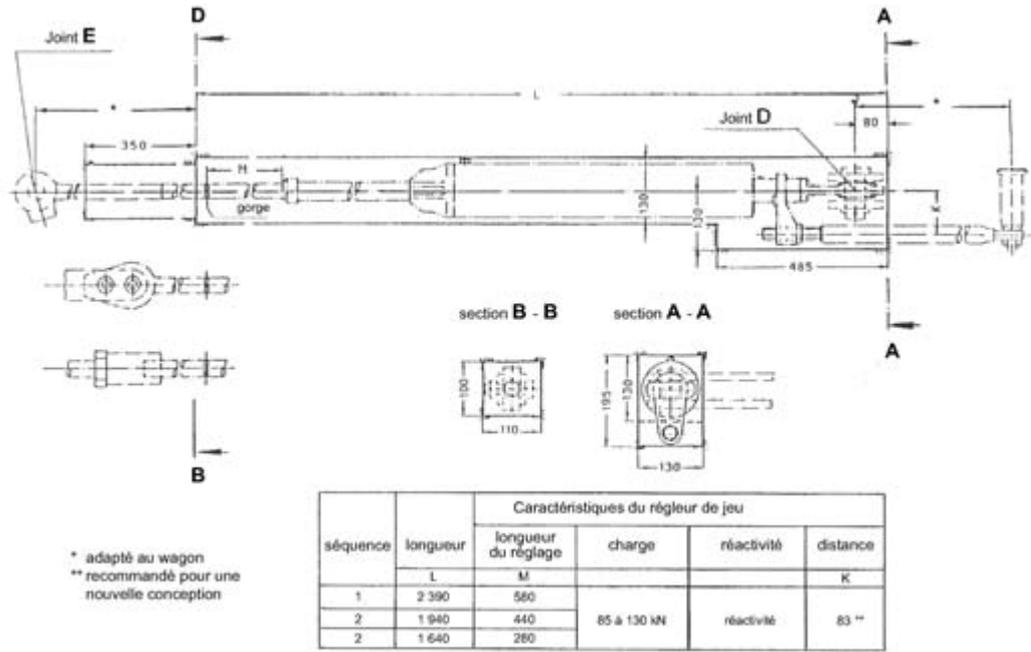
- pour des charges allant jusqu'à un maximum de 75 kN.

Figure I.7



— pour des charges supérieures à 75 kN.

Figure I.8

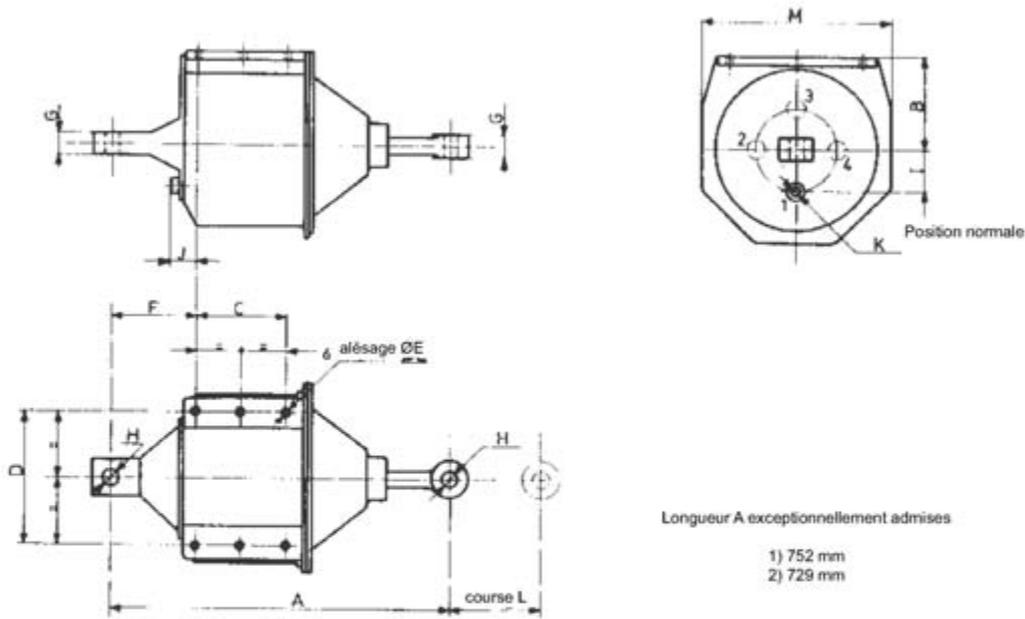


I.5. CYLINDRE DE FREIN/ACTIONNEUR

Il n'y a pas d'exigences d'interchangeabilité pour ce qui concerne les cylindres de frein, mais s'ils doivent être interchangeables, les dispositions ci-après sont applicables (seules les valeurs données dans le tableau sont requises).

Les cylindres de frein interchangeables montés avec une chape, qui sont placés sous le châssis ou au sein du bogie doivent avoir les dimensions de montage suivantes (cf. figure I.9.1):

Figure I.9.1



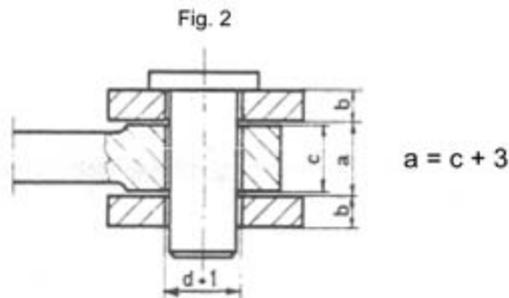
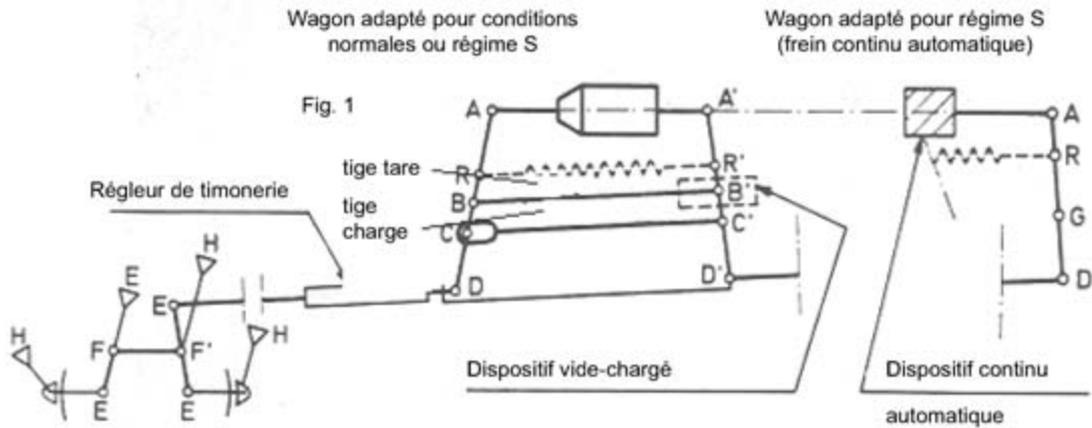
Cylindre de frein Ensemble	Dimensions												
	¹⁾ A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Ø 406 (16")	²⁾ 890	224	228	334	27	207	40	31	100	68	1**	230	(476)
Ø 300/305 (12")	814	170	228	254	18	182	30	31	90	44	1**	220	(364)

* Perçage cylindrique GAZ - G 1 H

Les diamètres des timons et des douilles des joints articulés des colonnes de freins interchangeables doivent se conformer à la figure I.9.2.

Figure I.9.2

**WAGONS À BOGIES À 2 ESSIEUX ADAPTÉS POUR DES CONDITIONS NORMALES, POUR LE RÉGIME S ET LE RÉGIME SS (20 T PAR ESSIEU)
UNIFORMISATION DES DIMENSIONS DES JOINTS ARTICULÉS DE TIMONERIE**



		Diamètre "d" de l'axe (1)									b	c
		Joints articulés										
		A	B	C	D	E	F	G	H	R ₍₄₎		
Conditions normales et régime S	Levier horizontal (2)	30	36	50	36	-	-	-	-	30	15	30 ou 40 (6)
	Levier vertical (2)	-	-	-	-	36	50	-	24	-	20	40
Régime S	Levier horizontal (2)	36	-	-	40	-	-	60	-	30	20	40
	Levier vertical (2)	-	-	-	-	40	60	-	24	-	20 (5)	40

(1) Acier R_m ≥ 370 N/mm² soumis à un traitement de durcissement en surface approprié.
 (2) Acier R_m ≥ 370 N/mm².
 (3) Acier R_m ≥ 520 N/mm².
 (4) Dans le cas d'un ressort de rappel externe.
 (5) Epaisseur augmentée jusqu'à 30 mm dans la partie centrale.
 (6) 30 mm pour wagons à deux essieux (cylindre 12"); 40 mm pour wagons à bogie (cylindre 16").

I.6. DEMI ACCOUPLEMENTS PNEUMATIQUES

Les demi-accouplements pneumatiques destinés aux conduites générales, doivent être conformes soit aux figures I.10, I.12 soit aux figures I.13 ou I.15. Le mamelon permettant de se connecter au robinet d'arrêt doit être comme indiqué à la figure I.10 et doit avoir un filetage trapézoïdal intérieur de type Whitworth (BSPP) G 1 1/4".

Les demi-accouplements destinés à la conduite principale et ses réservoirs, doivent être conformes soit aux figures I.11, I.14 soit I.13 ou I.15. Le mamelon permettant le raccordement au robinet d'arrêt doit être comme indiqué à la figure I.10 (et est identique à celle de la conduite générale) et doit avoir un filetage trapézoïdal intérieur de type Whitworth (BSPP) G 1 1/4".

Les diamètres intérieurs des têtes d'accouplement pour les deux conduites doivent être entre 25 et 30 mm. Leur longueur doit être comme repris aux figures I.10 & I.11. La longueur de ces têtes quand utilisées avec un accouplement automatique à tête basculante doit être augmentée à 1080 mm pour les conduites générales et à 930 mm pour la conduite principale au lieu des dimensions indiquées en I.10 et I.11. Des boyaux en caoutchouc sont généralement utilisés pour ces accouplements, mais des boyaux métalliques peuvent être utilisés s'ils sont suffisamment flexibles.

Les têtes d'accouplement des conduites du frein automatique, conduites générales, doivent être conformes à la figure I.12. La tête d'accouplement pour la conduite principale doit être conforme à la figure I.13. Les deux figures indiquent les dimensions obligatoires pour garantir l'accouplement, mais la forme ainsi que les autres dimensions peuvent être variables pourvu que leurs têtes soient conçues pour offrir le moins de résistance possible à la circulation de l'air. Les têtes d'accouplement peuvent être réalisées d'une seule pièce ou en deux pièces comme indiqué par l'astérisque * des figures I.12 & I.14. Si la tête d'accouplement est faite d'une seule pièce, le joint d'étanchéité présenté en figure I.13 doit être utilisé, sinon c'est celui indiqué en figure I.15.

Figure I.10

Nota : Signification des symbolisations utilisées dans les figures.

- Dimensions obligatoires
-)... (Dimensions minimales
- (....) Dimensions maximales
- * Dimensions recommandées

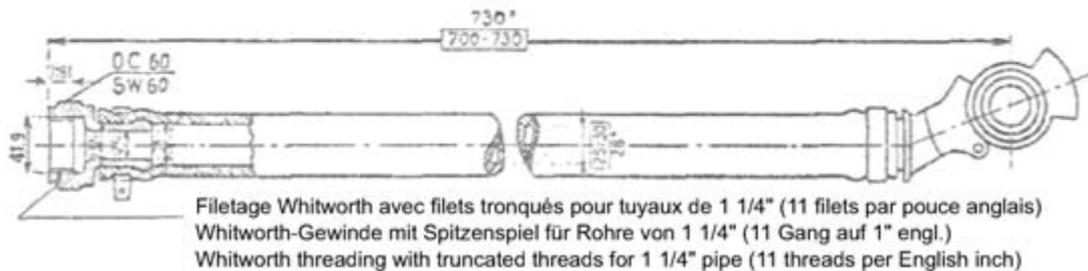


Figure I.11

Demi accouplements pneumatiques — Conduite principale

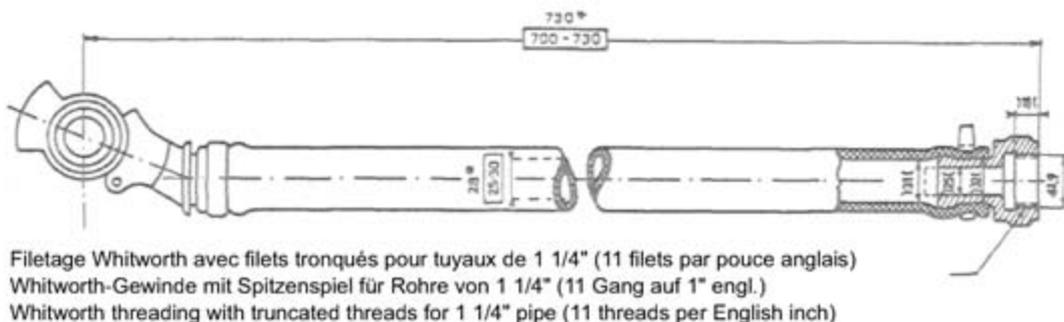


Figure I.12

Tête d'accouplement — Conduite générale

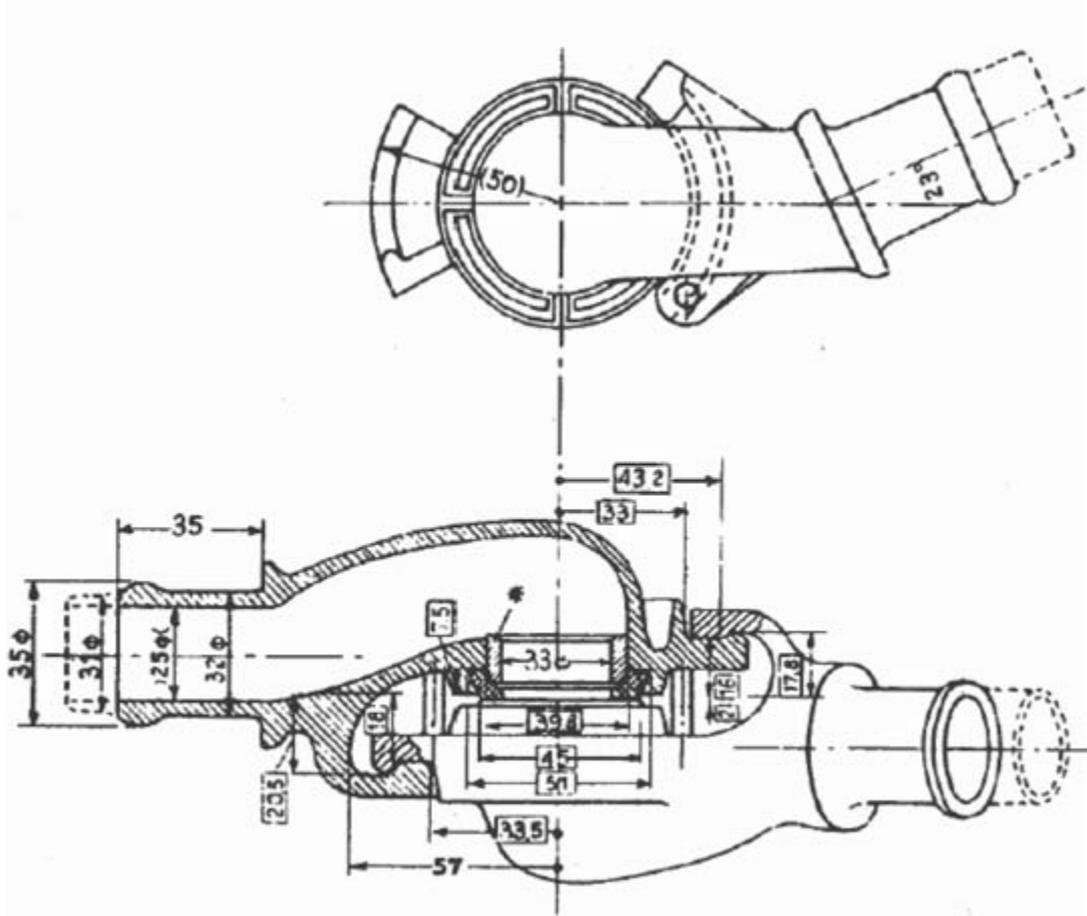


Figure I.13

Joint d'étanchéité — Tête d'accouplement en une seule pièce

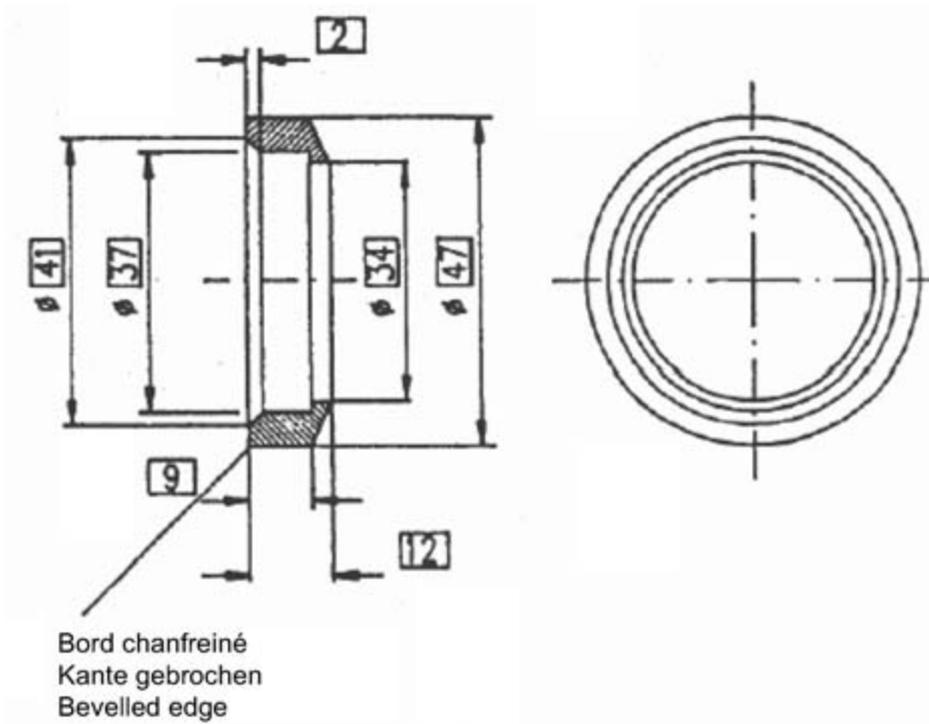


Figure I.14

Tête d'accouplement — Conduite principale

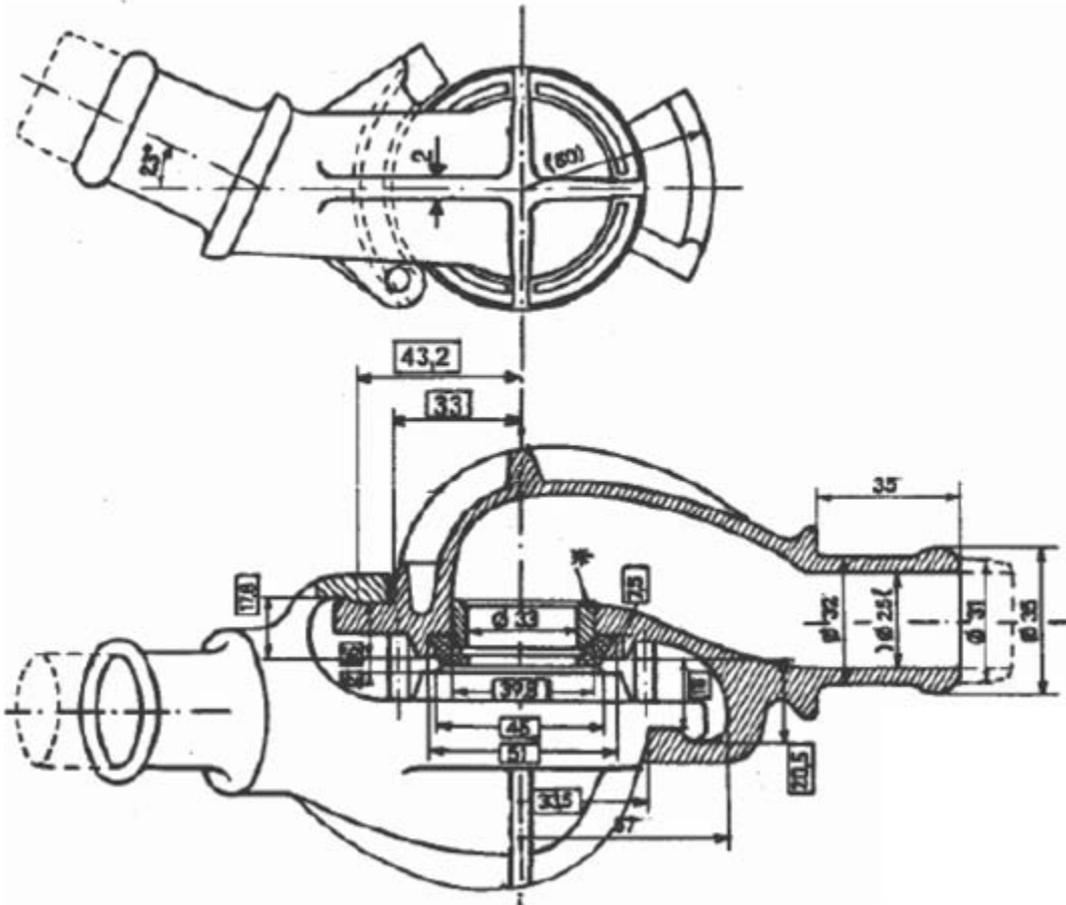
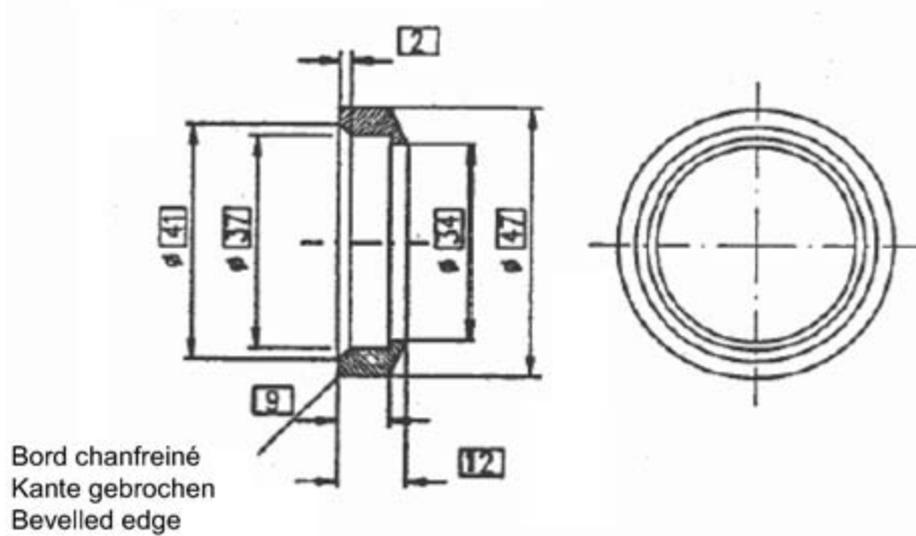


Figure I.15

Joint d'étanchéité — Tête d'accouplement en deux parties



I.7. ROBINET D'ARRÊT

Un robinet d'arrêt est un robinet monté dans une conduite et qui permet à l'air de circuler lorsque le robinet est en position d'ouverture. S'il est placé en position de fermeture, il interdit à l'air de s'écouler au travers de la conduite et met à l'atmosphère la conduite placée sur l'un des cotés du robinet d'arrêt.

Les exigences fonctionnelles suivantes sont définies pour qu'un robinet d'arrêt garantisse la circulation d'air dans la conduite générale, et dans la conduite principale. L'ensemble des dimensions des robinets d'arrêt doit être conforme aux figures I.17 & I.18 ou I.19 & I.20, selon l'équipement ou non du véhicule avec un accouplement automatique.

Positions «Ouvert» et «Fermé» : La position de la poignée est identique pour tout véhicule, ainsi l'ouverture et la fermeture du robinet peuvent être faites en tournant son axe au minimum de 90° et au plus de 100°, bien qu'un angle de rotation de 125° soit acceptée pour des robinets équipant les wagons non munis d'attelages automatiques. Des butées doivent être prévues aux points limites de la rotation, afin que les positions d'ouverture et de fermeture soient connues avec certitude. La position fermée est lorsque le cheminement d'air entre l'entrée et la sortie est fermé et le passage de mise à l'atmosphère ouvert, raccordé à la conduite par le boyau, coté accouplement du robinet d'arrêt. La poignée de frein est fermée en position relevée, verticalement sur le véhicule. La position ouverte est lorsque le cheminement d'air entre l'entrée et la sortie est totalement libre, et l'orifice de mise à l'atmosphère fermé. La poignée de frein est ouverte en position pratiquement horizontale.

Quand un arbre de commande est utilisé pour manipuler le robinet d'arrêt, il doit être possible d'équiper le tournant d'un levier à fourche, de telle sorte que l'angle de rotation entre les positions extrêmes du robinet soit symétrique par rapport à la droite perpendiculaire à l'axe longitudinal du robinet (Voir figure I.20).

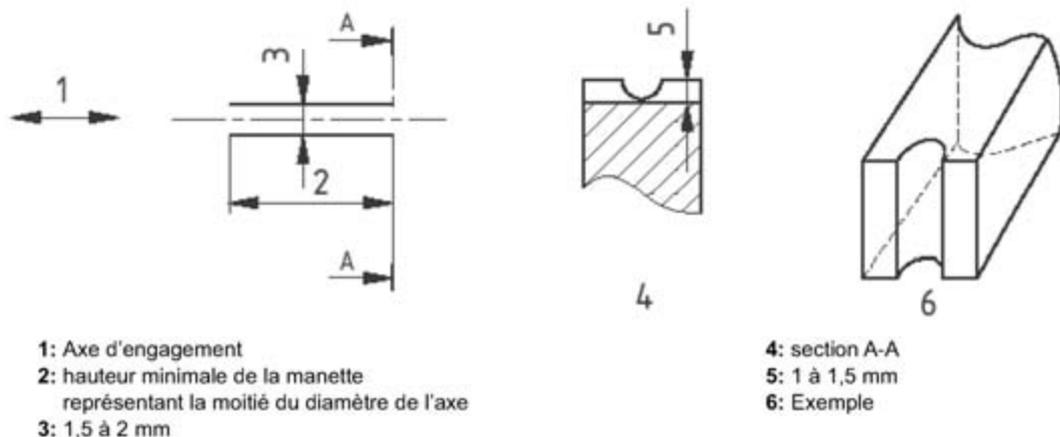
Orifice de purge : Le robinet d'arrêt doit comprendre un orifice de purge présentant une section minimale de 80 mm², disposé de telle façon que lorsque le robinet est fermé l'air comprimé provenant de l'extrémité du boyau d'accouplement du robinet (connexion d'entrée au véhicule) soit déchargé à l'atmosphère. La mise à l'atmosphère doit commencer lorsque la manipulation du robinet d'arrêt a provoqué une réduction de la section transverse de l'alésage du robinet d'arrêt d'un tiers. L'orifice de purge ne doit pas se trouver obstrué lorsque le robinet est monté sur le véhicule. On évitera de concevoir un système de purge par déplacement axial.

Couple : Tous les robinets d'arrêt ayant un mécanisme à ressort, ou ayant un système à enclenchement ne doivent pas être actionnés lors de vibrations ou de chocs. Le robinet d'arrêt doit pouvoir se manœuvrer à la main et donc le couple doit atteindre une valeur comprise dans une gamme de 9 Nm à 20 Nm pour les robinets d'arrêt avec ressort et un maximum de 6 Nm pour les robinets avec enclenchement.

Manette de commande des robinets d'arrêt : Si le levier est détachable et que la position angulaire unique, entre lui et son axe n'est pas garantie de construction, il ne doit pas être possible de le placer sur son axe sauf lorsque ce levier et la marque portée en diamétrale sur l'axe sont alignées, et ce marquage doit être conforme à celui de la figure I.16 ou alors selon ce qui a été précisé par l'acheteur. La position relative de cette manette et de son axe, lorsqu'ils sont assemblés, doit, dans toutes conditions d'exploitation ou d'environnement, demeurer inchangée. Lorsque la manette de commande du robinet d'arrêt est amovible sa position doit être localisée avec certitude.

Figure I.16

Marquage sur l'extrémité de l'axe



Durée de chute : Les passages d'air doivent être conçus pour minimiser les pertes au sein des robinets d'arrêt et la section transverse ne doit pas être inférieure à celle d'une canalisation tubulaire d'un diamètre interne de 25 mm. La durée de la chute de pression à l'ouverture du robinet d'arrêt ne doit pas être supérieure à celle d'une conduite équivalente présentant le même diamètre nominal.

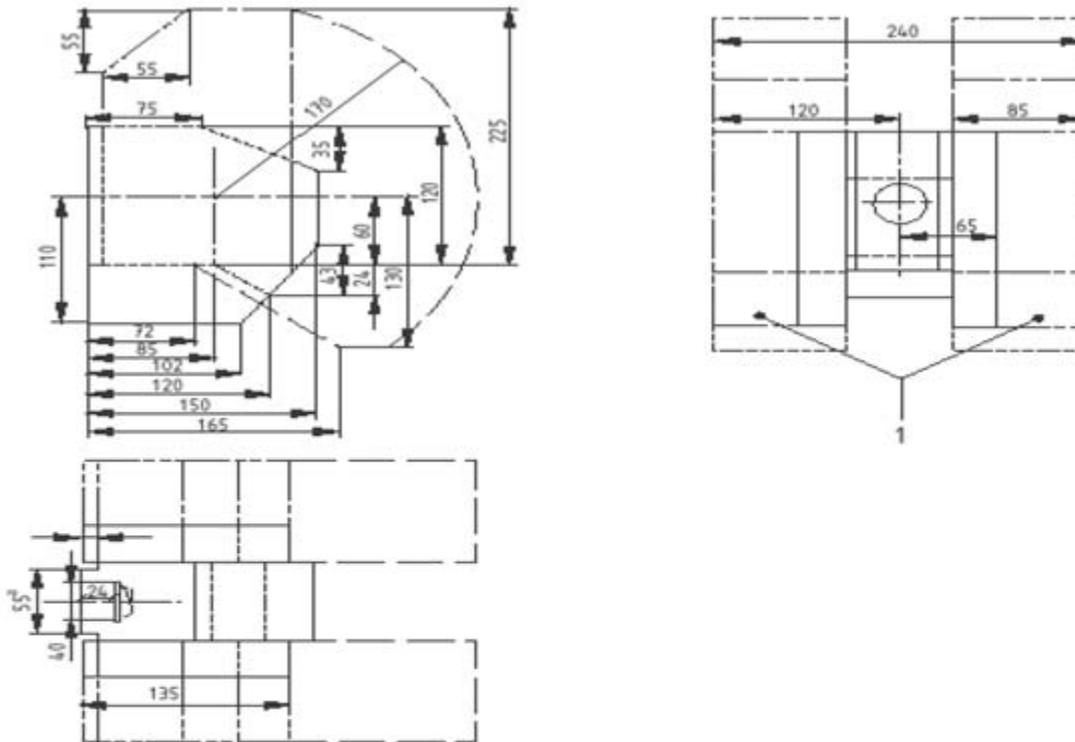
Chocs pneumatiques : Les composants doivent pouvoir résister aux chocs pneumatiques subis par le robinet lorsqu'il s'ouvre rapidement.

Raccords : Le corps du robinet d'arrêt doit comporter un filetage interne Whitworth (BSPP) G1«ou G1.1/4», pour assurer le raccordement à la conduite générale ou à la conduite principale. L'extrémité du corps, adjacente au filetage interne, doit être de forme hexagonale ou présenter des plats (Voir figure I.17). Si l'acheteur l'exige, l'extrémité du corps peut présenter une surface de joint plane pour des raccords de type à collerette. Le corps du robinet d'arrêt doit posséder un filetage externe pour se raccorder au demi-accouplement conformément à la figure I.18.

Figure I.17

Croquis indiquant l'ensemble des dimensions d'un robinet d'arrêt

(L'unité de longueur dimensionnelle est le millimètre.)



1: Espace nécessaire à la manoeuvre du levier du robinet d'arrêt uniquement sur la droite ou sur la gauche.

R=1" ou R=1¼"

11 filets par pouce

Nota: La ligne en interrompu court ----- indique le rayon maximal au sein duquel la manette peut être manoeuvrée.

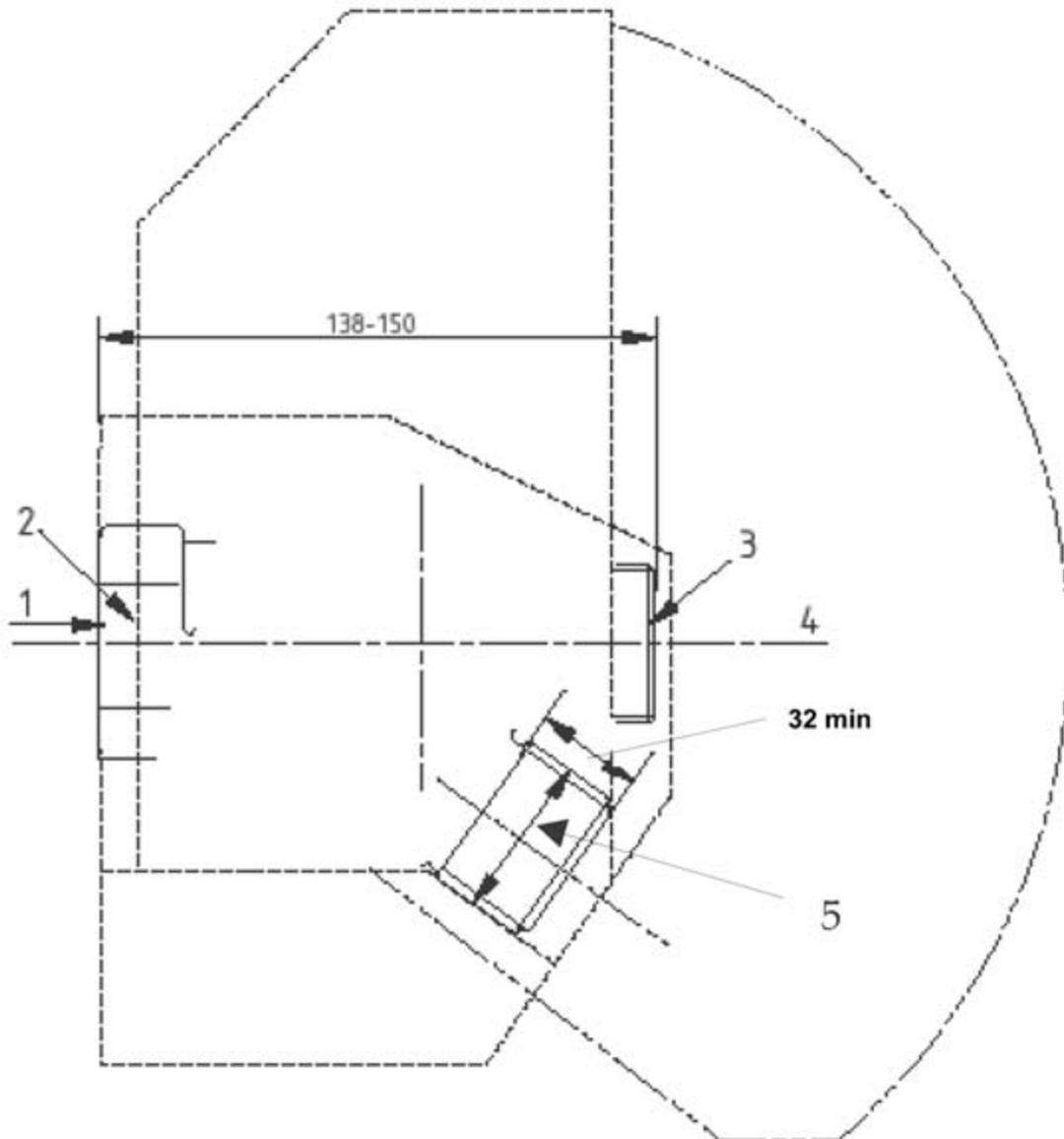
)---(plus petite dimension admissible

^(a) 60mm peut être utilisé comme alternative.

Figure I.18

Robinet d'arrêt équipé d'un système de verrouillage à ressort pour les positions extrêmes

(L'unité de longueur dimensionnelle est le millimètre.)

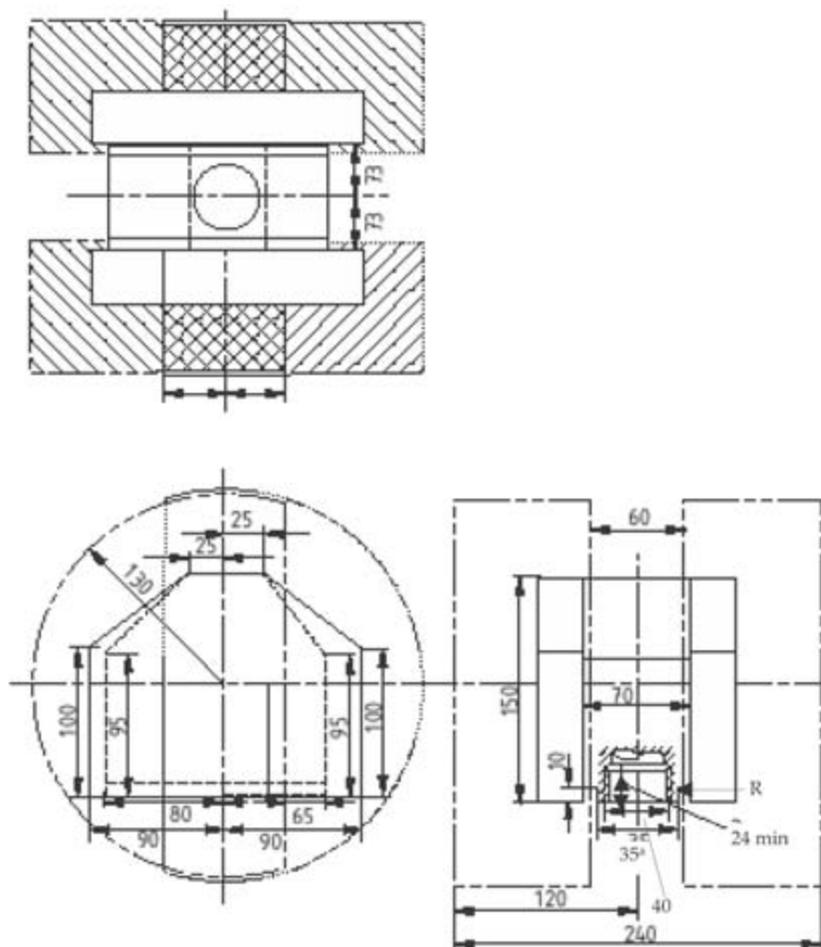


- 1: R = 1" or 1 1/4" à 11 filets par pouce
- 2: Ouverture de la clé à 55 mm
La largeur d'ouverture de clé de 55 mm est une valeur standart.
Une ouverture de 60 mm est acceptable en alternative.
- 3: Robinet d'arrêt en position horizontale
- 4: Axe longitudinal
- 5: Filetage de type Whitworth avec des filets trapézoïdaux pour tubes 1 1/4"

Figure L19

Croquis indiquant l'ensemble des dimensions d'un robinet sur véhicules équipés d'attelages automatiques

(L'unité de longueur dimensionnelle est le millimètre.)



1: Espace nécessaire à la manoeuvre du levier du robinet d'arrêt uniquement sur la droite ou sur la gauche.

R=1" ou R=1¼"

11 filets par pouce

Nota: La ligne en interrompu court ----- indique le rayon maximal au sein duquel la manette peut être manoeuvrée.

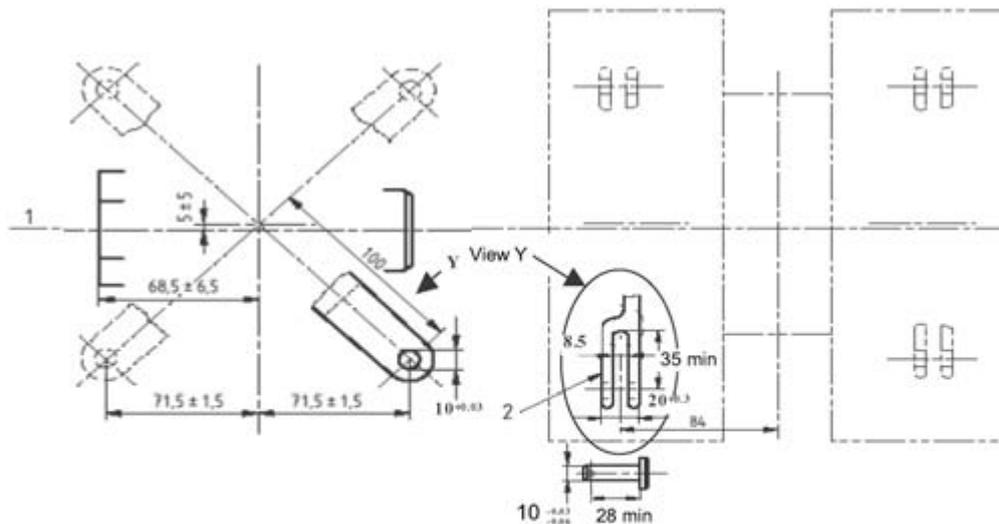
)----(plus petite dimension admissible

(*) 60mm peut être utilisé comme alternative.

Figure I.20

Dimensions pour raccordement du levier de commande des robinets d'arrêt pour les véhicules équipés de l'attelage automatique

(L'unité de longueur dimensionnelle est le millimètre.)

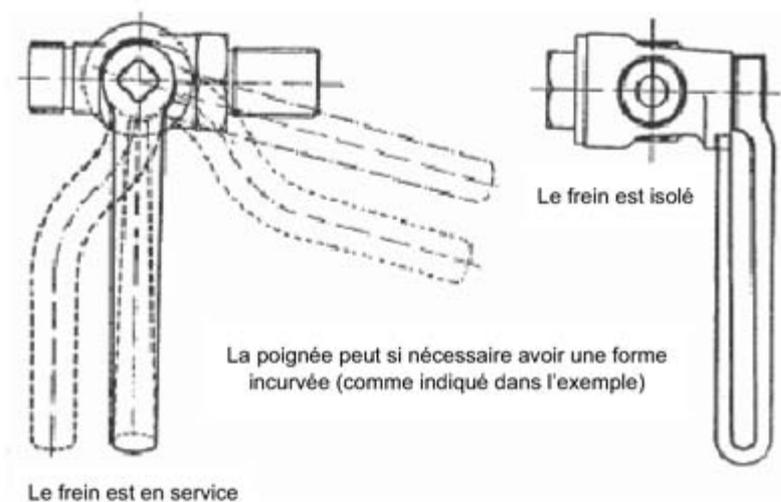


1:	Robinet d'arrêt
2:	Levier à fourche en position verticale
X:	Le levier à fourche peut être de forme différente dans les zones repérées X si cela s'avère nécessaire pour garantir la distance par rapport à l'axe du robinet d'arrêt (84 mm). L'autre extrémité du levier doit être adaptée au robinet d'arrêt utilisé
)--(Dimension minimale permise

I.8. DISPOSITIF D'ISOLEMENT DU DISTRIBUTEUR

La poignée du dispositif d'isolement doit être abaissée en position verticale lorsque le frein est en service. La rotation de la poignée d'un angle maximal de 90° doit conduire à l'isolement du frein. La forme de la poignée de frein doit être conforme à la figure I.21.

Figure I.21



Le dispositif d'isolement doit être installé sur le véhicule de telle façon que les positions isolées (fermé) et en service (ouvert) soient clairement visibles et aisément manœuvrables depuis un côté du véhicule.

Il est recommandé de fixer ce robinet sur le distributeur ou dans sa proximité immédiate.

I.9. GARNITURE DE FREIN

I.9.1. Objet

Pour un véhicule, la garniture est utilisée comme constituant d'un système de freinage par frottement. Elle est capable de fournir des niveaux prédéfinis d'efforts retardateurs comme cela est spécifié par l'acheteur, et ce par son application sur la surface de frottement d'un disque de frein. La garniture doit satisfaire aux exigences suivantes :

- permettre à un moment ou un couple de freinage d'être généré,
- permettre, par son action de frottement avec la surface de frottement du disque de frein la conversion en chaleur de l'énergie cinétique et potentielle dégagée lors du ralentissement du ou des véhicules qui disposent de l'utilisation du frein à disque,
- agir comme constituant d'un frein de retenue ou de parking par son action de frottement sur le disque de frein

I.9.2 Fonctionnement

En vue des conditions d'exploitation envisagées, la conception et la fabrication des garnitures doivent prendre en compte les critères suivants.

Performances

- le ralentissement maximal spécifié devant être atteint dans des conditions de freinage de service et de freinage d'urgence,
- la plage des vitesses de rotation du frein à disques,
- les exigences spécifiées pour toute installation de frein de retenue ou de stationnement,
- la plage des pressions particulières pour l'application de la surface de la garniture de frein sur la surface de frottement du disque,
- le type de matériau utilisé dans la fabrication de la garniture de frein à disque,
- la quantité d'énergie de freinage convertie et son intensité en termes de conversion et de dissipation,
- la température de la surface de garniture de frein à disque.

Exploitation et coûts liés au cycle de vie

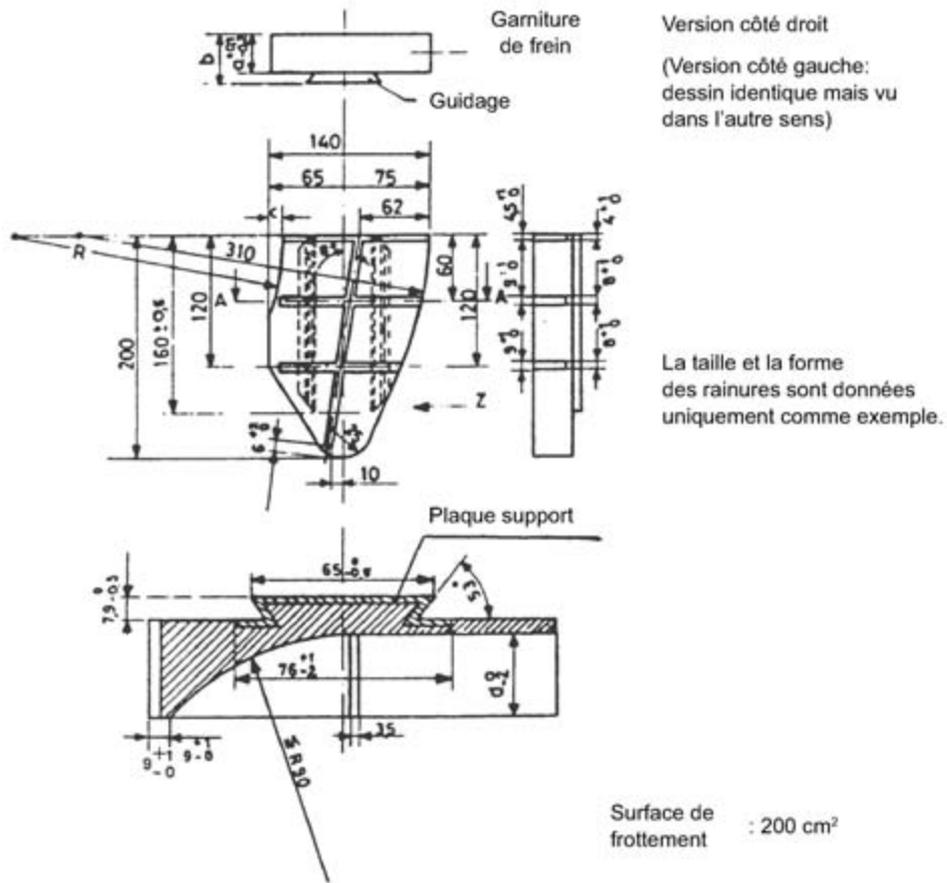
- l'intégrité et le taux d'usure du matériau constituant la garniture de frein ainsi que celui de la surface du frein à disque,
- la nécessité de se prémunir contre le détachement de la garniture, de toute partie du matériau de friction, via son épaisseur limite utilisable,
- la nécessité de se prémunir contre toute déformation du support de garniture dans tous ses plans, sur toute l'épaisseur utile du matériau de friction.

I.9.3. Conception de la garniture

Les dimensions relatives aux interfaces du constituant d'interopérabilité qu'est la garniture de frein doivent être conformes aux figures I.9.3.1 et I.9.3.2 pour des garnitures de frein avec des surfaces de 175 cm² et 250 cm².

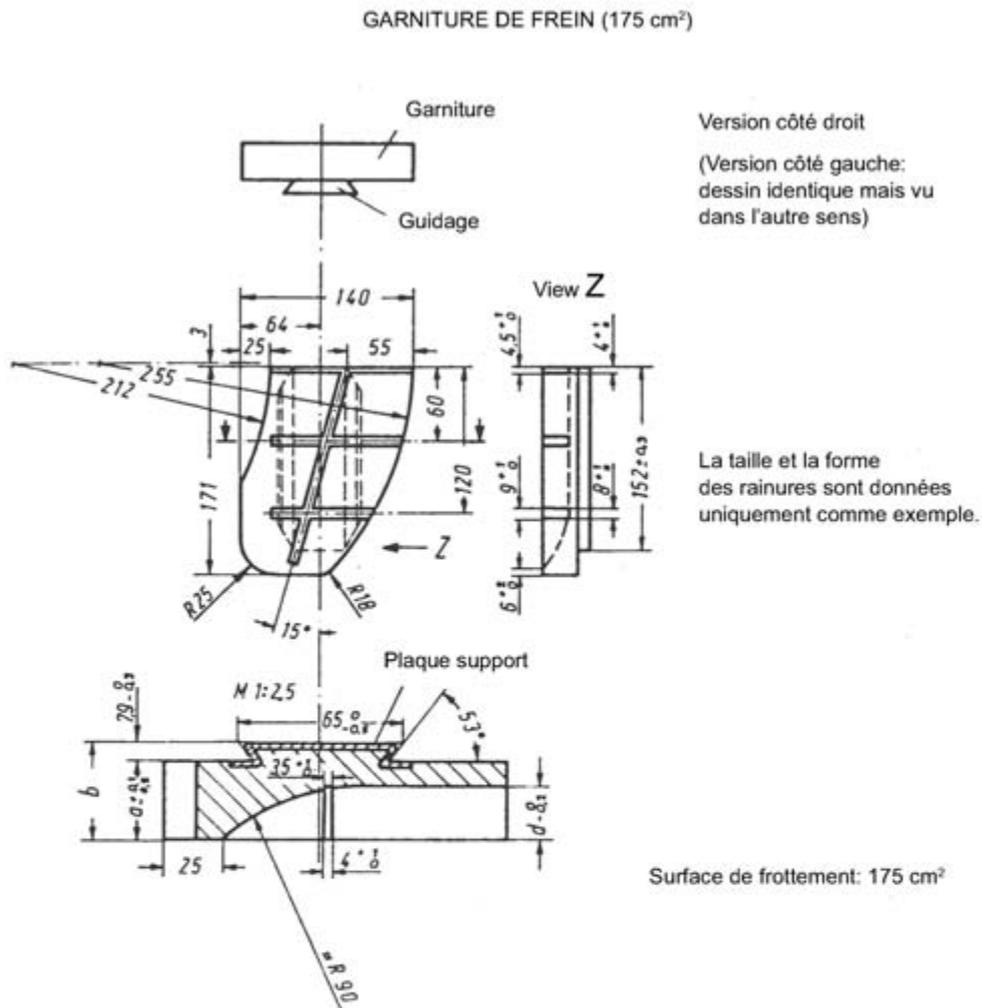
Figure 9.3.1

GARNITURE DE FREIN (200 cm²)



24	31,9	19	7,5	232,5
35	42,9	30	7,5	232,5
24	31,9	19	15	240
35	42,9	30	15	240
a	b	d	c	R

Figure 9.3.2



24	31,9	19
35	42,9	30
a	b	d

1.9.4. Performances de frottement

Exigences générales

Les garnitures de taille identique, ayant le même coefficient de frottement et utilisées dans la même application, peuvent engendrer des caractéristiques de frottement différentes en fonction de leur type de matériau et de sa composition.

Autant qu'il est possible, le coefficient de frottement doit être indépendant de la vitesse initiale au moment du freinage, de la pression spécifique sur la surface de frottement du frein à disque, et des conditions atmosphériques. Le coefficient de frottement devrait aussi être indépendant du degré d'incrustation de la surface de la garniture de frein sur la surface de frottement du disque.

Exigences spécifiques

L'acheteur doit donner les détails concernant le niveau de puissance (vitesse maximale/masse freinée par disque/décélération/ type de disque et matériau/et toute autre exigence particulière) que la garniture doit être capable de fournir.

I.10. SEMELLES DE FREIN

I.10.1. **Objet**

La semelle de frein est utilisée comme un constituant du système de freinage par frottement d'un véhicule, elle est capable de fournir des niveaux prédéfinis d'efforts retardateurs comme spécifié par l'acheteur, et ce par son application sur la surface de roulement de la roue. La semelle doit satisfaire aux exigences suivantes :

- permettre à un moment ou un couple de freinage d'être généré,
- permettre, par son action de frottement avec la surface de roulement de la roue la conversion en chaleur de l'énergie cinétique et potentielle dégagée lors du ralentissement du ou des véhicules qui disposent du frein sur les roues,
- agir comme constituant d'un frein de retenue ou frein de parking par l'action de frottement sur la surface de roulement de la roue.

I.10.2. **Matériaux**

Les semelles de frein, seulement dans le cas d'un remplacement lié à la manutention, peuvent être fabriquées en fonte ou en matériau fritté. Pour les semelles en matériau fritté, le coefficient de frottement doit, autant que possible, être indépendant de la vitesse initiale du freinage, de la pression spécifique sur la table de roulement, de la température de la surface de frottement ainsi que des conditions atmosphériques. Le coefficient de frottement devrait aussi être indépendant du degré d'incrustation de la surface frottante de la semelle sur la table de roulement.

Cette annexe ne fournit aucune prescription relativement aux semelles composites.

I.10.3. **Interface avec le porte semelle**

Les cotes d'interfaces pour les porte-semelles simples et doubles ainsi que la clavette destinée à les maintenir doivent être conformes à la figure I.10.3.1 pour les semelles en fonte d'une longueur de 320 mm et à la figure I.10.3.2 pour les semelles doubles d'une longueur de 250 mm long. La figure I.10.3.3 montre les caractéristiques spécifiques qui doivent être respectées afin d'assurer l'interchangeabilité avec des semelles composites du même type et l'impossibilité d'interchangeabilité avec des semelles en fonte pour la longueur de 320 mm. La figure I.10.3.4 montre les caractéristiques équivalentes pour des semelles composites doubles d'une longueur de 250 mm.

Voir les figures ci-dessous.

Figure L10.3.1

Partie 1

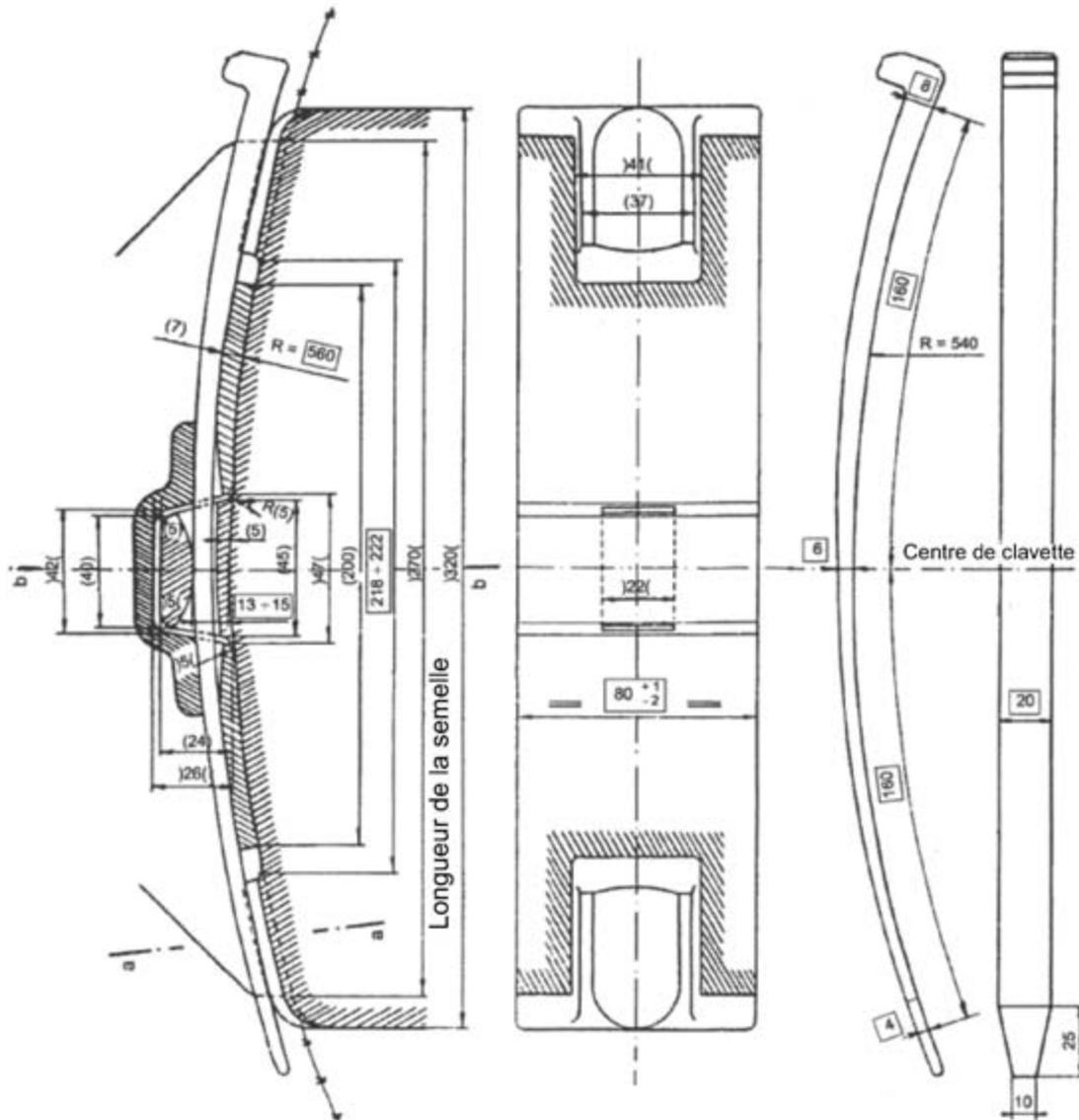
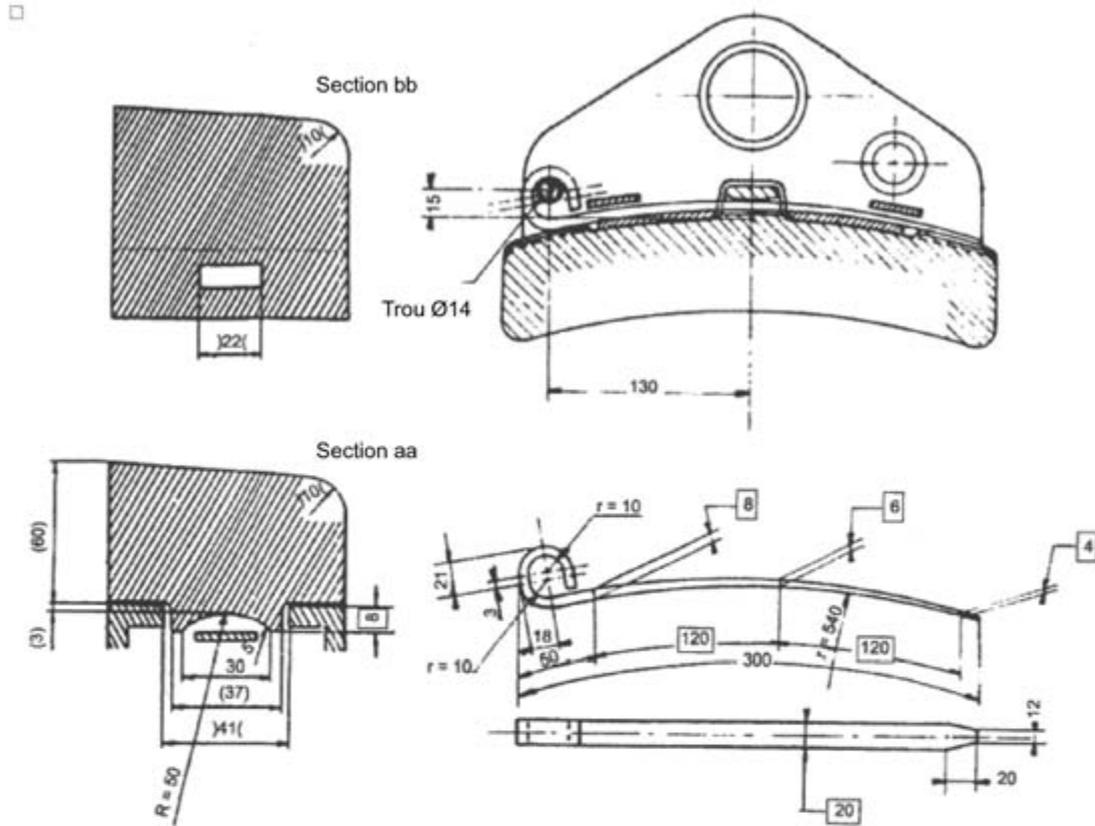


Figure I.10.3.1

Partie 2



Type de clavette pour wagon à benne basculante

	Surface portante minimale du porte-semelle et semelle
	Ni le porte-semelle ni la semelle ne doivent passer cette ligne où les surfaces de contact font leur office.
	Dimensions obligatoires
	Dimensions minimales
	Dimensions maximales
	Dimensions identiques
NB:	Autres dimensions recommandées

Figure I.10.3.2

Partie 1

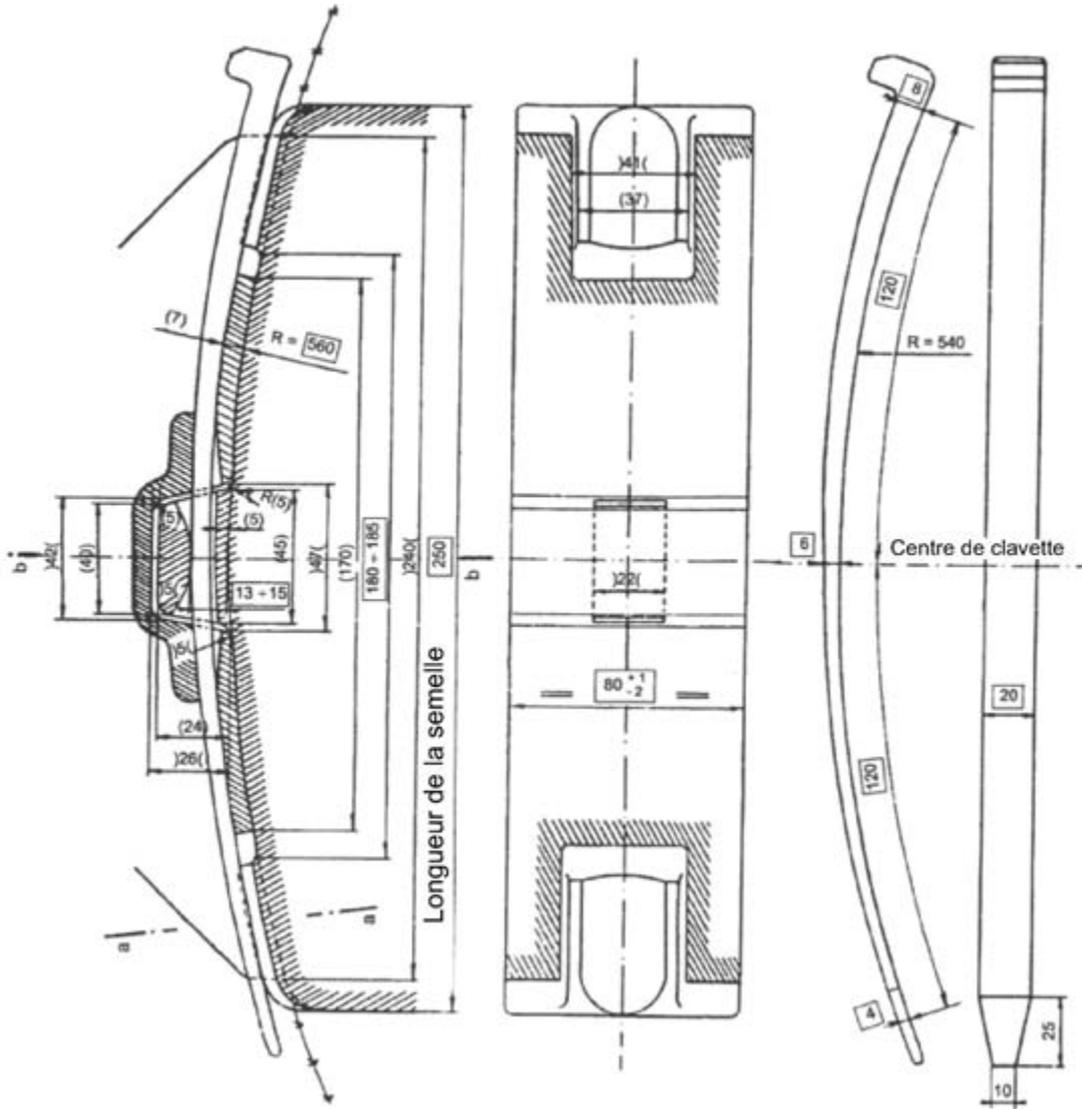
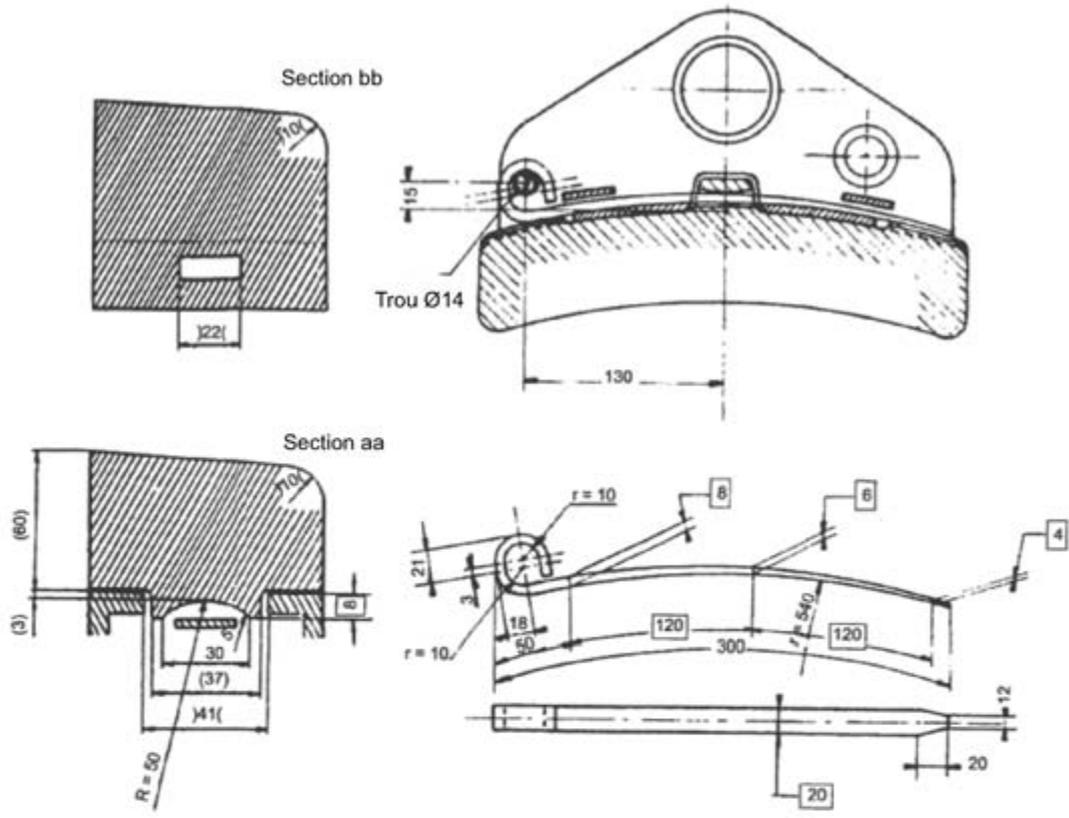


Figure I.10.3.2

Partie 2



Type de clavette pour wagon à benne basculante

	Surface portante minimale du porte-semelle et semelle
	Ni le porte-semelle ni la semelle ne doivent passer cette ligne où les surfaces de contact font leur office.
	Dimensions obligatoires
	Dimensions minimales
	Dimensions maximales
	Dimensions identiques
NB:	Autres dimensions recommandées

Figure I.10.3.3

Toutes dimensions autres que celles de la Figure I.10.3.1

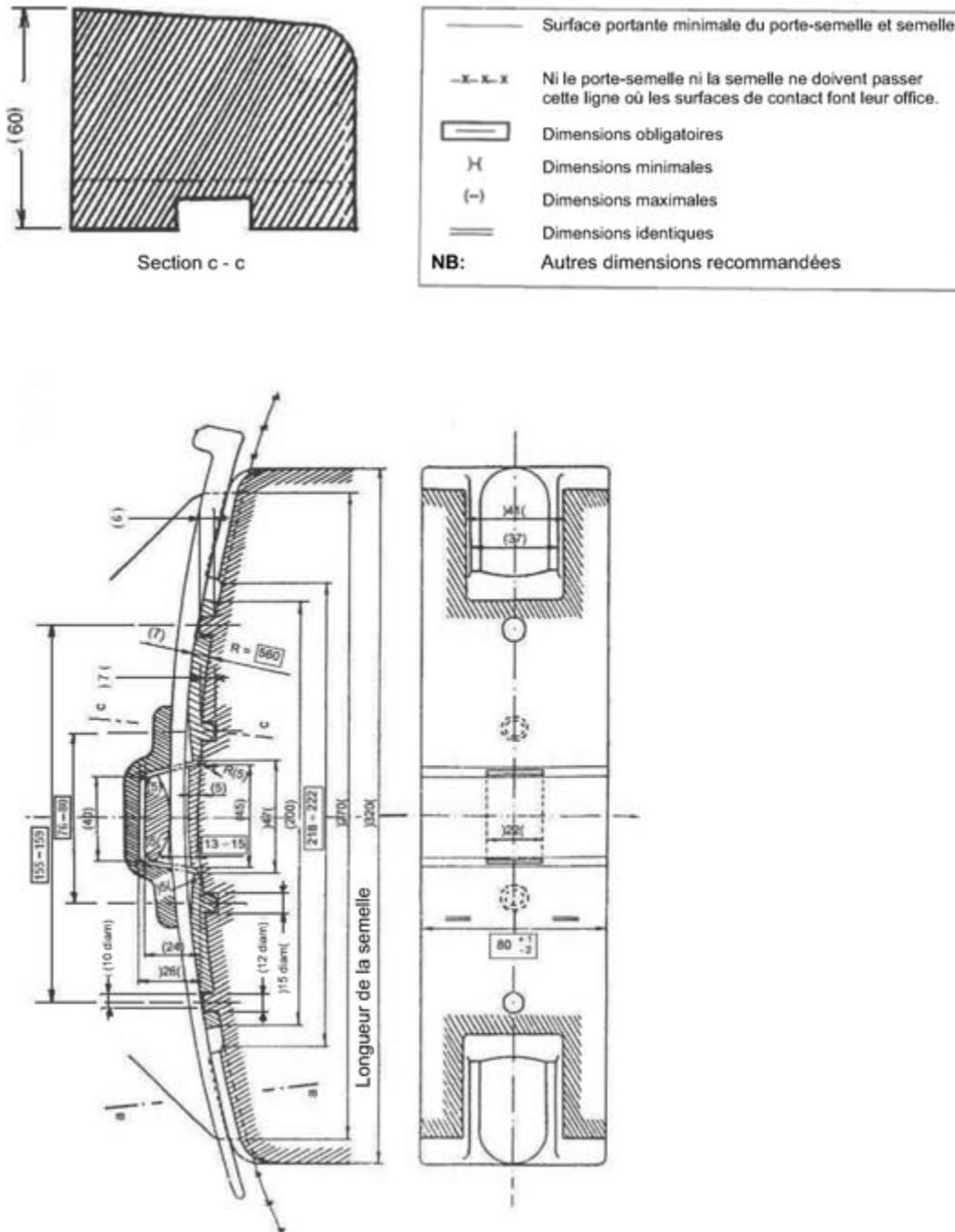
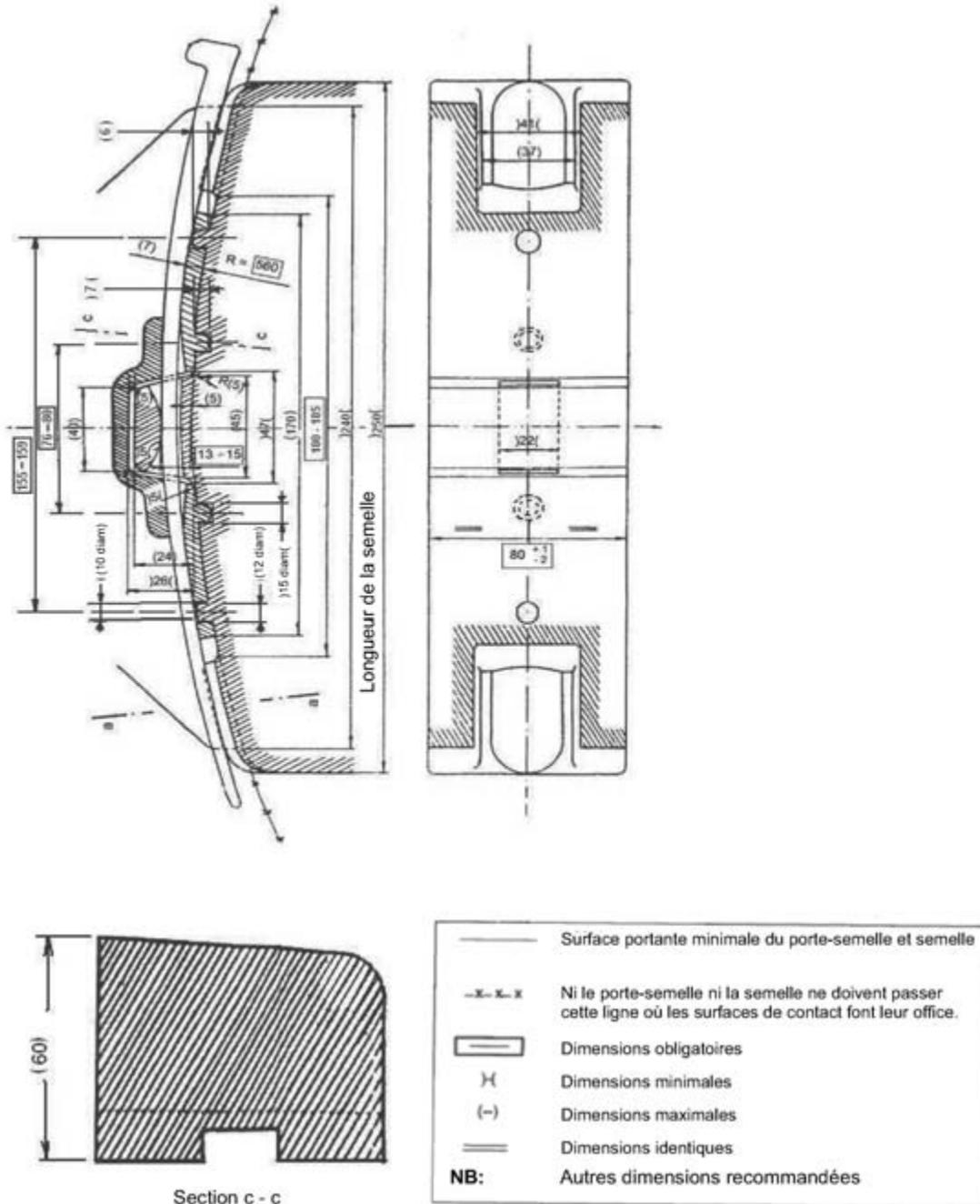


Figure I.10.3.4

Toutes dimensions autres que celles de la Fig I.10.3.2



I.11. ACCÉLÉRATEUR DE VIDANGE DE LA CONDUITE GÉNÉRALE

L'accélérateur de vidange de conduite générale est un dispositif raccordé à la conduite générale du véhicule, qui agit au vu d'une chute de pression dans la conduite et garantit une décélération rapide jusqu'à moins de 2,5 bars.

Les accélérateurs de vidange doivent être capables de fonctionner avec tous les distributeurs interopérables et avec tous les accélérateurs de vidange interopérables actuellement existants. L'accélérateur de vidange doit être prêt à fonctionner lorsque la conduite générale a atteint sa pression de service. Les dispositions de fonctionnement reprises ci après sont définies par rapport à une pression de service de la conduite générale de 5 bars, mais aucune défaillance fonctionnelle ne doit apparaître avec les accélérateurs de vidange en fonction, à des pressions de service comprises entre 4 et 6 bars.

Si un freinage d'urgence se produit, l'accélérateur de vidange doit provoquer une réduction de pression suffisamment rapide de la conduite générale pour garantir une augmentation rapide de la pression du cylindre de frein pour chacun des véhicules de la rame. Si la pression dans la conduite générale est tombée rapidement en dessous de 2,5 bars, et ce dans un délai qui n'est pas supérieur à 4 secondes depuis le moment où l'accélérateur de vidange a commencé à agir, il doit arrêter de vider l'air de telle façon que la conduite générale puisse rapidement à nouveau être remplie.

L'accélérateur de vidange doit vidanger l'air de la conduite générale, sans effets préjudiciables sur le comportement du véhicule et du train.

L'accélérateur de vidange ne doit pas entrer en action en raison de l'effet de la pression de surcharge, qui permet une augmentation de la pression de la conduite générale au delà de la pression normale de service et ce jusqu'à 6 bars et qui peut être appliquée jusqu'à 40 secondes en mode «G» et 10 secondes en mode «P». L'accélérateur de vidange ne doit pas entrer en action si, après un desserrage complet, la pression de la conduite générale est portée à 6 bars pendant 2 secondes et réduite à 5,2 bars en 1 seconde, suivi par un retour à la pression normale de service.

Le fonctionnement de l'accélérateur de vidange ne doit pas être affecté par un véhicule particulier non équipé d'un accélérateur de vidange ou dont le frein a été isolé. Ceci reste applicable quelle que soit la position du véhicule dans le train et quelle que soit la composition de ce dernier.

L'accélérateur de vidange ne doit pas entrer en action lorsqu'un freinage d'urgence est réalisé après un freinage de service complet.

L'accélérateur de vidange doit entrer en action moins de deux secondes après que la pression dans la conduite générale soit tombée de 5 à 3,2 bars en 3 secondes.

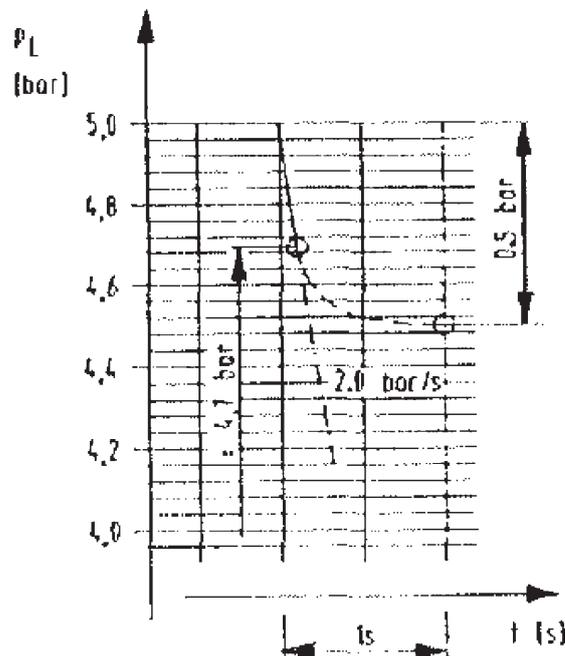
L'accélérateur de vidange ne doit pas entrer en action lorsque la pression dans la conduite générale chute régulièrement de 5 bars à 3,2 bars en 6 secondes avec un frein inactif. Si le frein est actif c'est que la pression a chuté dans la conduite générale à la même vitesse (de 5 bars à 3,2 bars en 6 secondes), mais en poursuivant sa chute jusqu'à 2,5 bars et ce sans la mise en action de l'accélérateur de vidange.

L'accélérateur de vidange ne doit pas entrer en action lors de l'étape initiale du freinage de service en raison de l'action de la valve accélératrice interne au distributeur. Cet essai est réalisé sur un banc de test provoquant une chute de pression dans la conduite générale comme indiqué à la figure I.22. Le banc de test doit abaisser la pression de la conduite générale de 5 à 4,5 bars en une seconde, avec un taux initial de 2 bars par seconde de 5 à 4,7 bars. L'accélérateur de vidange ne doit pas entrer en action pendant cet essai.

Si le l'accélérateur de vidange est incorporé au distributeur, il doit être inopérant après que le frein ait été isolé.

Figure I.22

Dispositions pour la vérification de l'insensibilité



I.12. DÉTECTEUR AUTOMATIQUE DE CHARGE ET MÉCANISME DE CHANGEMENT DE RÉGIME VIDE/CHARGÉ

I.12.1. Dispositif de détection continue de la charge

La transmission de la variation de la charge au système de commande du frein (valve relais autovariable) peut être purement mécanique ou purement pneumatique. La méthode permettant de produire le signal pneumatique peut être faite par un dispositif pneumatique activé mécaniquement, un dispositif de conversion hydraulique/pneumatique ou un dispositif de conversion élastométrique/pneumatique. La pression de commande maximale produite par tout dispositif pneumatique lorsque le wagon est complètement chargé ne doit pas dépasser 4,6 bars.

I.12.2. Dispositif de changement vide/chargé

La transmission de la variation de charge (vide ou chargé) au système de commande du freinage peut être purement mécanique ou purement pneumatique. La méthode permettant de produire le signal pneumatique peut être faite par un dispositif pneumatique activé mécaniquement, un dispositif de conversion hydraulique/pneumatique ou un dispositif de conversion élastométrique/pneumatique. Si le dispositif pneumatique est de ceux qui produisent un palier dans la pression du signal entre vide et chargé, le dispositif automatique de changement vide/chargé doit fonctionner correctement, en toute sécurité et, avec un minimum de pression de commande à 3 bars en position «chargé».

ANNEXE J

INTERACTION VOIE VÉHICULE ET GABARIT

Bogie et organes de roulement

J.1. ESSAIS STATIQUES AVEC DES CHARGES EXCEPTIONNELLES EN SERVICE

Définition des charges appliquées

Les charges appliquées comprennent:

- charges verticales et transversales,
- charges dues au roulis,
- charges dues au freinage,
- charges de torsion.

Charges verticales et transversales

Les charges transversales et verticales sont calculées par rapport à la charge nominale du bogie (par exemple: bogie ayant sur rail, une charge à l'essieu de 20 ou de 22,5 t).

Afin de prendre en compte la charge dynamique maximale:

- La charge verticale qui doit s'appliquer au pivot porteur est de :
- $F_z \text{ max} = 1,5 F_z$, avec $F_z = 4Q_0 - m^+g$ (pour des bogies à 2 essieux)
- $F_z \text{ max.} = 1,5 F_z$, avec $F_z = 6Q_0 - m^+g$ (pour des bogies à 3 essieux)

S'il convient uniquement de simuler la charge verticale due au galop, l'application de l'effort sur le pivot porteur est limitée à $2 F_z$.

L'effort transversal à appliquer au bogie doit être de :

- $F_y \text{ max.} = 2 \left(10 + \frac{2Q_0}{3} \right)$ kN (pour des bogies à deux essieux)
- $F_x \text{ max.} = \frac{8}{3} \left(10 + \frac{2Q_0}{3} \right)$ kN (pour des bogies à trois essieux)

NB: Les charges transversales données pour les bogies à trois essieux, sont basées sur la répartition de la charge enregistrée lors des essais de circulation en ligne pour la qualification d'un bogie de type 714. Pour un bogie d'un type différent, c'est la répartition de la charge enregistrée lors des essais en circulation qui doit être utilisée.

Efforts dus au roulis

Le coefficient de roulis α est pris égal à 0,3 pour un écartement entre les garnitures des glisseurs de 1 700 mm (valeur standard pour des bogies à deux essieux).

Si l'écartement entre les garnitures des glisseurs ($2b_g$), est différent de 1 700 mm, la valeur de α est de:

$$\alpha = 0,3 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$$

Charges dues au freinage

Les charges F_B dues au freinage correspondent à 120 % des forces résultant d'un freinage d'urgence.

Sur le bogie soumis à l'essai, ces charges dues au freinage F_B se composent de:

- charges dues à la décélération,
- efforts de contact,
- efforts appliqués aux liaisons de frein.

Charges de torsion

C'est les charges appliquées au châssis de bogie, lorsque ce dernier en appui sur ses suspensions, se trouve sur une voie présentant un gauchissement maximal de 10 %.

Procédure d'essai

Des jauges de contraintes ainsi que des rosettes sont fixées au châssis dans tous les points hautement sollicités, en particulier dans les zones présentant des concentrations de contraintes. Le positionnement de ces jauges doit être prédéterminé, par exemple au moyen des indications d'un vernis craquelant.

L'essai doit être conduit conformément à la figure 1 et au tableau J5 (pour les bogies à 2 essieux) ou à la figure 2 et un tableau J6 (pour les bogies à 3 essieux).

Les charges d'essai doivent être appliquées par étapes. Des charges équivalentes à 50 % et 75 % des valeurs maximales doivent être appliquées avant de mettre en place la configuration de pleine charge.

Résultats à obtenir

La limite élastique du matériau ne doit pas être dépassée quelque soit le cas de charge.

Après retrait de la charge d'essai on ne doit constater aucun signe de déformation permanente.

Essais statiques avec charges exceptionnelles en service — Bogies à deux essieux

Figure J1

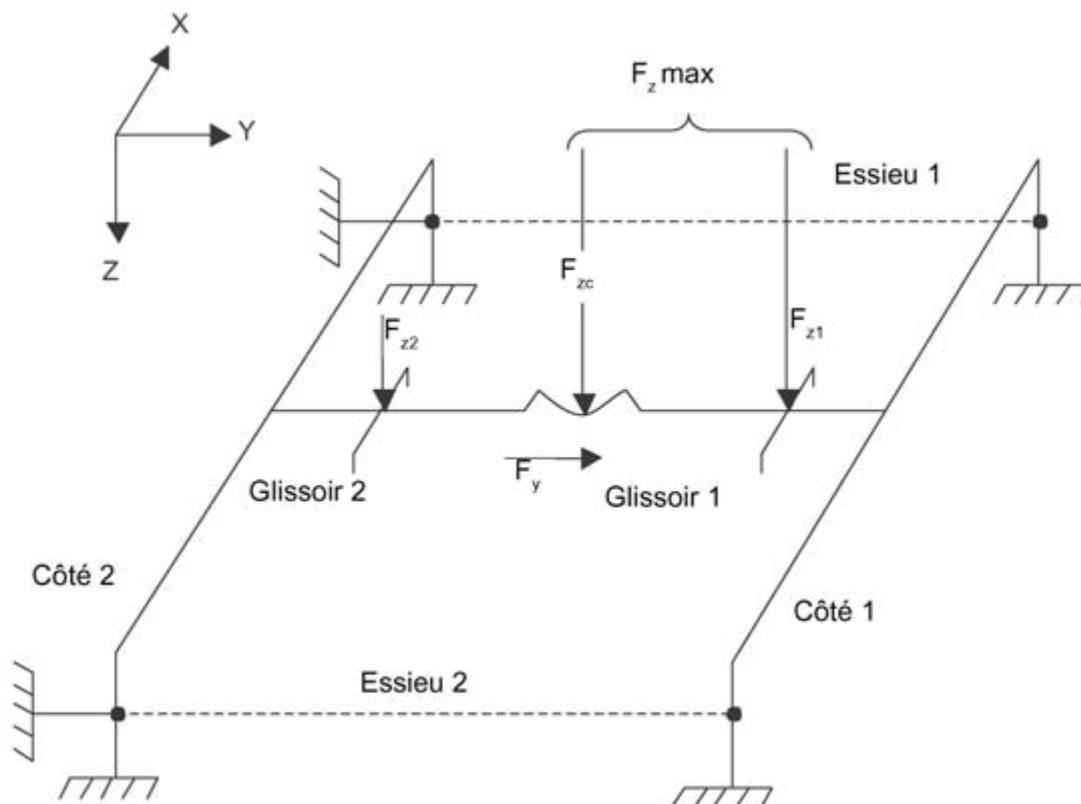


Tableau J5

Cas de charge	Charges				Gauche de voie g^+	Charges de freinage
	Verticales			Transversales		
	Glissoir 2 F_{z2}	Pivot porteur F_{zc}	Glissoir 1 F_{z1}	F_y		
1		$2F_z$				
2	0	$(1-\alpha) F_z \text{ max}$	$\alpha F_z \text{ max}$		10 ‰	
3	0	$(1-\alpha) F_z \text{ max}$	$\alpha F_z \text{ max}$	$F_y \text{ max}$		
4	$\alpha F_z \text{ max}$	$(1-\alpha) F_z \text{ max}$	0	$-F_y \text{ max}$		
5	0	$1,2 F_z$	0			F_B

$$F_z = 4Q_0 - m^+g$$

$$F_{z \text{ max}} = 1,5F_z$$

$$\alpha = 0,3 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$$

$$F_{y \text{ max}} = 2 \left(10 + 2 \frac{Q_0}{3} \right)$$

$$F_B = \text{Efforts de freinage}$$

Essais statiques avec charges exceptionnelles en service — Bogies à trois essieux

Figure. J2

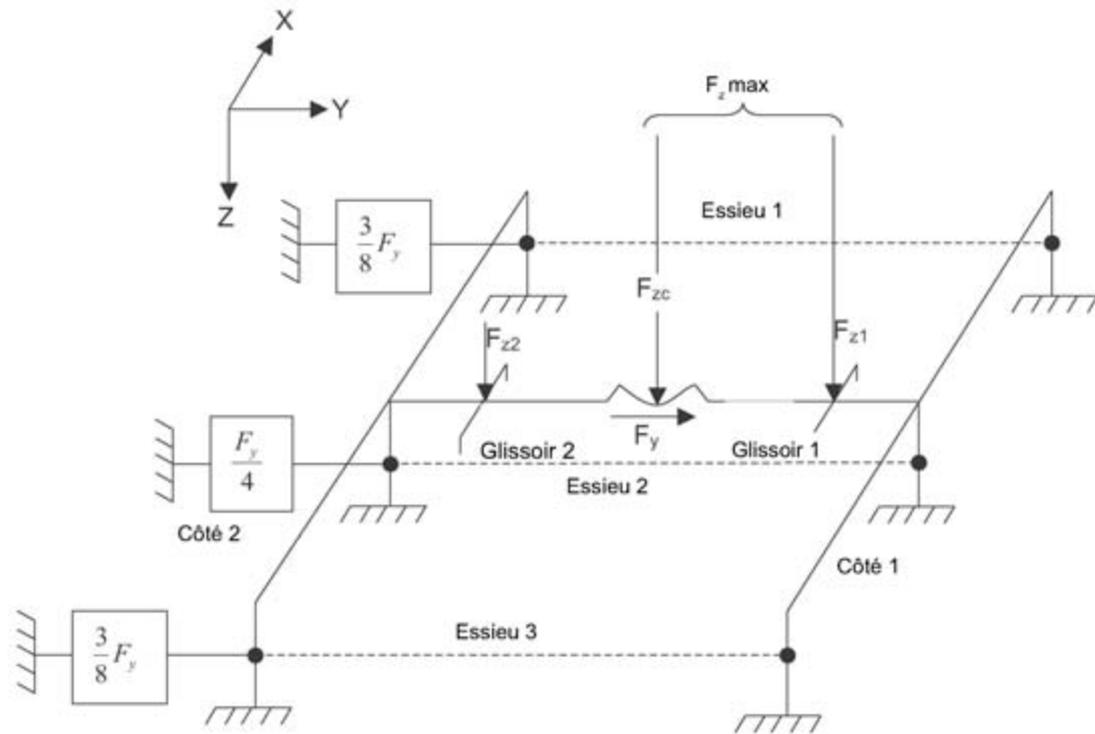


Tableau 6

Cas de charge	Charges				Gauche de la voie	Effort de freinage
	Verticales			Transversales		
	Glissoir 2 F_{z2}	Pivot porteur F_{zc}	Glissoir 1 F_{z1}	F_y		
1		$2 F_z$				
2	0	$(1-\alpha) F_z \text{ max}$	$\alpha F_z \text{ max}$		10 ‰	
3	0	$(1-\alpha) F_z \text{ max}$	$\alpha F_z \text{ max}$	$F_y \text{ max}$		
4	$\alpha F_z \text{ max}$	$(1-\alpha) F_z \text{ max}$	0	$-F_y \text{ max}$		
5	0	$1,2 F_z$	0			F_B

$$F_z = 6Q_0 - m^+g$$

$$F_z \text{ max} = 1,5 F_z$$

$$\alpha = 0,3 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$$

$$F_y \text{ max} = \frac{8}{3} \left(10 + 2 \frac{Q_0}{3} \right)$$

$$F_B = \text{Efforts de freinage}$$

J.2. ESSAIS STATIQUES AVEC DES CHARGES NORMALES EN SERVICE

Définition des charges appliquées

Les charges appliquées comprennent:

- les charges verticales appliquées sur le pivot et sur les glisseurs,
- la charge transversale,
- les charges dues au freinage,
- les charges de torsion.

Charges verticales et charges dues au roulis

Les charges verticales sur le pivot et sur les glisseurs doivent être calculées en fonction de la charge nominale du bogie. Elle dépendent de :

- F_z , la charge statique exercée par la caisse du wagon sur chacun des bogies
- α , le coefficient de roulis,
- β , le coefficient de galop

Le coefficient de roulis α est pris égal à 0,2 pour un écartement entre les glisseurs de 1 700 mm (standard pour un bogie à 2 essieux).

Si l'écartement entre les glisseurs ($2b_g$) est différent de 1 700 mm, la valeur de α doit être de:

$$\alpha = 0,2 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$$

Le coefficient de galop β qui caractérise le comportement dynamique du bogie doit être pris égal à 0,3 (la valeur normale pour les bogies de wagon).

Charge transversale

La charge transversale doit être égale à:

- $F_y = 0,4 \times 0,5 (F_z + m^+g)$ (pour des bogies à 2 essieux)
- $F_y = 0,53 \times 0,5 (F_z + m^+g)$ (pour des bogies à 3 essieux)

Charges dues au freinage

Les charges dues au freinage correspondent à 100 % de celles résultant d'un freinage d'urgence.

Sur le bogie soumis à l'essai, ces charges dues au freinage F_B se composent :

- des charges dues à la décélération,
- des efforts de contact,
- des efforts appliqués aux liaisons de frein.

Charges de torsion

Le gauchissement de la voie, par rapport à l'empattement du bogie, est pris égal à 5 %.

Le gauchissement g^+ doit être simulé au moyen d'un déplacement des supports ou par application de forces de réaction calculées correspondantes.

Procédure d'essai

Des jauges de contraintes doivent être fixées au châssis de bogies dans tous les points hautement sollicités, en particulier dans les zones de concentration de contraintes.

L'essai consiste en l'application au châssis de bogie des différentes configurations de charges pour simuler:

- la circulation en alignement,
- la circulation en courbe,
- les variations de charges dynamiques simulant le roulis et le galop,
- le freinage,
- le gauchissement de la voie.

Les différents cas de charges à appliquer sont décrits à la figure 3 et au tableau 7 (pour les bogies à 2 essieux) et à la figure 4 et au tableau 8 (pour les bogie à 3 essieux).

Après application des sept premiers cas de charges sans simulation du gauche de la voie, quatre autres essais doivent être réalisés en répétant les cas de charge 4,5,6 et 7, en superposant le gauche de la voie (à la valeur spécifiée pour le bogie équipé de sa suspension).

Pour chacun de ces quatre nouveaux cas de charge, les charges dues au gauche doivent être appliquées tout d'abord dans un sens puis dans l'autre.

L'introduction du gauche de la voie ne doit pas modifier la valeur de la somme des efforts verticaux.

Les essais avec application des charges correspondant à celles du freinage ne doivent être entrepris que si les résultats des essais, conformément à l'annexe A, indiquent qu'ils sont nécessaires (limite élastique dépassée au cours de ces essais).

Résultats à obtenir

A chaque point de mesure, les contraintes $\sigma_1 \dots \sigma_n$ doivent être enregistrées pour chacun des cas de charges définies ci dessus.

De ces n valeurs, la valeur minimale σ_{\min} , et la valeur maximale σ_{\max} sont relevées afin de déterminer:

$$\sigma_{\text{moyen}} = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

Le comportement en fatigue des matériaux, y compris les joints soudés ainsi que les autres types de fixations, doit être basé sur les normes nationales ou internationales actuelles, ou alors provenant d'autres origines, de réputation équivalente, comme celle basée sur la rapport RP17 du comité B12 de l'ERRI, où celui ci est disponible.

Des données appropriées, présentent en général les caractéristiques suivantes:

une probabilité de survie élevée (ex. : de préférence 97,5 %, mais au moins 95 %),

une classification des détails en fonction du composant ou de la géométrie des joints (incluant les concentrations de contraintes),

une interprétation des valeurs limites, obtenue en utilisant une technique d'essai portant sur des échantillons d'échelle réduite qui, associée à l'expérience, permet de garantir l'applicabilité aux composants de taille réelle,

Si les limites de contraintes à respecter sont celles données dans les diagrammes de fatigue du rapport RP17 du comité B12 de l'ERRI, il est accepté de dépasser ces contraintes de fatigue jusqu'à 20 %, pour un nombre limité de points de mesure, qui doivent alors être surveillés avec une attention particulière pendant les essais de fatigue. Si aucune fissure de fatigue naît et apparaît lors de l'essai, les contraintes qui dépassaient la limite, enregistrées lors de l'essai statique, sont acceptées et le bogie est approuvé.

Essais statiques avec des charges normales en service — Bogies à deux essieux

Figure J3

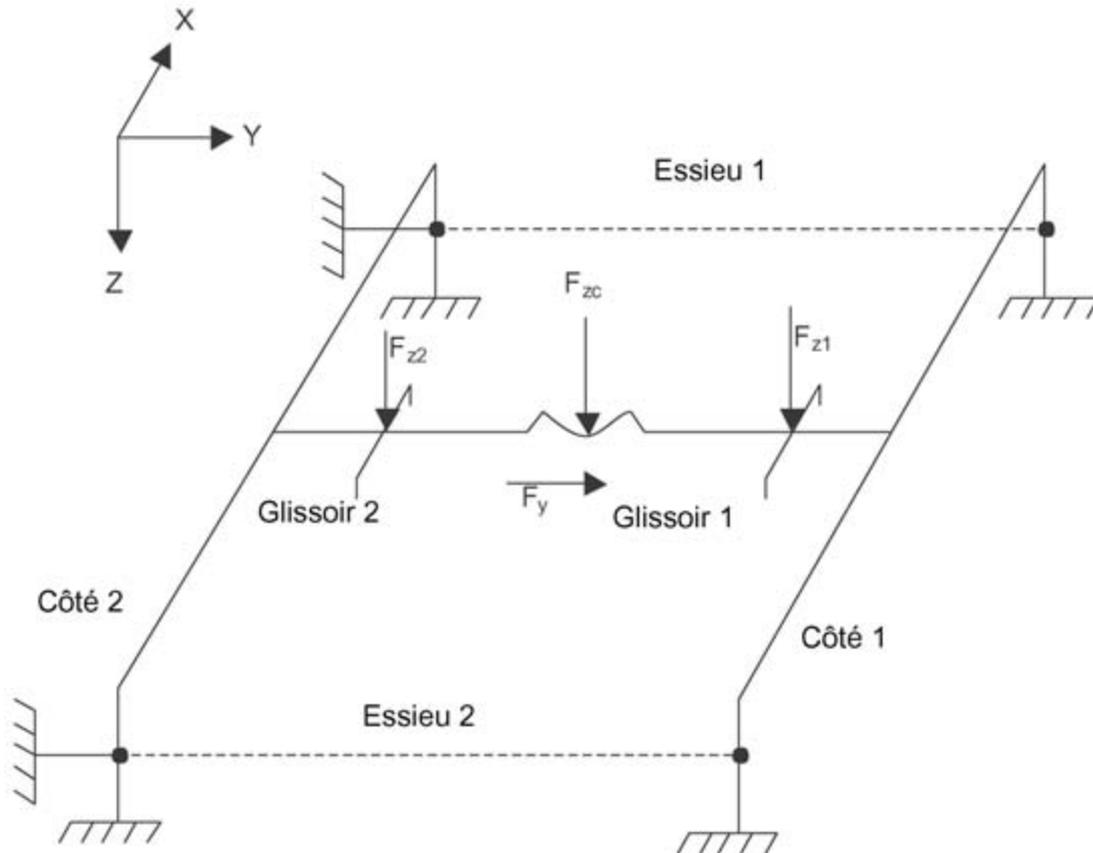


Tableau J7

Cas de charges	Charges				Efforts de freinage
	Verticales			Transversales	
	Glissoir 2 F_{z2}	Pivot porteur F_{zc}	Glissoir 1 F_{z1}	F_y	
1	0	F_z	0		
2	0	$(1+\beta)F_z$	0		
3	0	$(1-\beta)F_z$	0		
4	0	$(1-\alpha)(1+\beta) F_z$	$\alpha(1+\beta)F_z$	F_y	
5	$\alpha(1+\beta)F_z$	$(1-\alpha)(1+\beta) F_z$	0	$-F_y$	
6	0	$(1-\alpha)(1-\beta) F_z$	$\alpha(1-\beta)F_z$	F_y	
7	$\alpha(1-\beta)F_z$	$(1-\alpha)(1-\beta) F_z$	0	$-F_y$	
8	0	F_z	0		F_B

$$F_z = 4Q_0 - m^+g$$

$$\beta=0,3$$

$$\alpha = 0,2 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$$

$$F_y = 0,4 \times 0,5 (F_z + m^+g)$$

Essais statiques avec des charges normales en service- Bogie à trois essieux

Figure J4

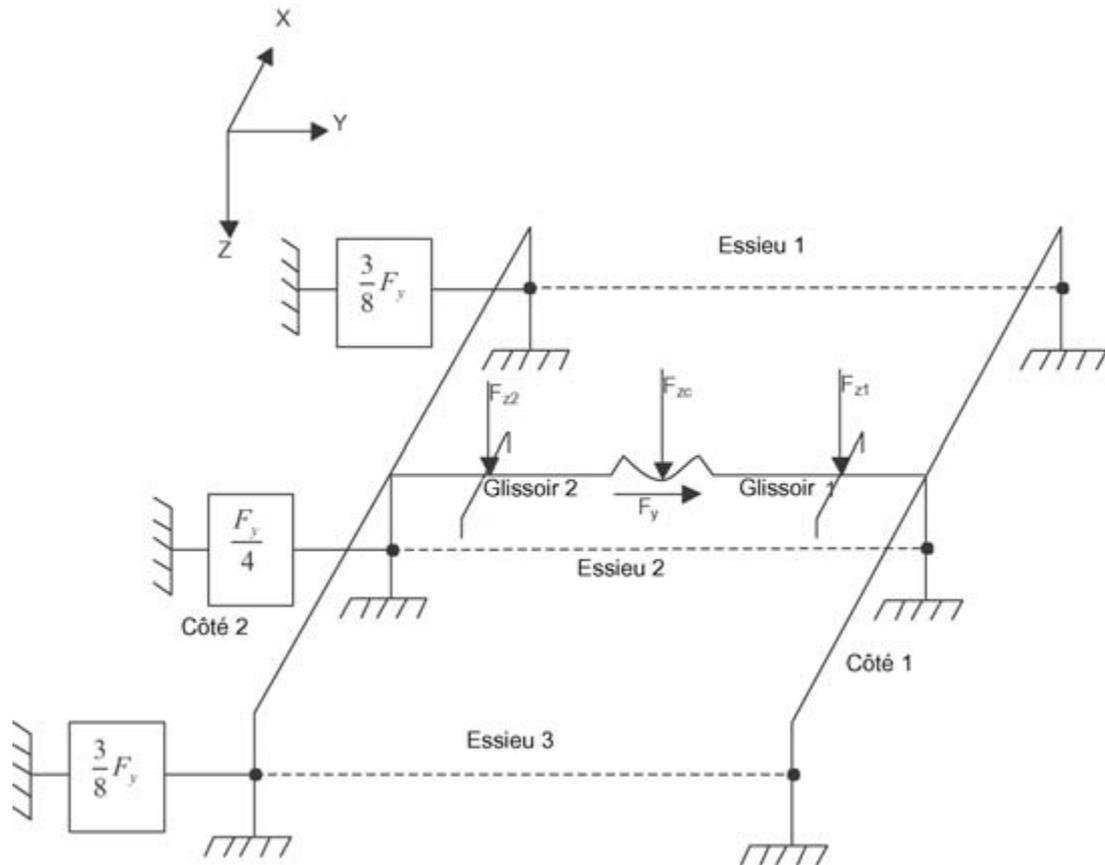


Tableau J8

Cas de charges	Charges				Efforts de freinage
	Verticales			Transversales	
	Glissoir 2 F_{z2}	Pivot F_{zc}	Glissoir 1 F_{z1}	F_y	
1	0	F_z	0		
2	0	$(1+\beta) F_z$	0		
3	0	$(1-\beta) F_z$	0		
4	0	$(1-\alpha)(1+\beta)F_z$	$\alpha(1+\beta) F_z$	F_y	
5	$\alpha(1+\beta) F_z$	$(1-\alpha)(1+\beta)F_z$	0	$-F_y$	
6	0	$(1-\alpha)(1-\beta)F_z$	$\alpha(1-\beta) F_z$	F_y	
7	$\alpha(1-\beta) F_z$	$(1-\alpha)(1-\beta)F_z$	0	$-F_y$	
8	0	F_z	0		F_B

$F_z = 6Q_0 - m^+g$

$\beta=0,3$

$\alpha = 0,2 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$

$F_y = 0,53 \times 0,5(F_z + m^+g)$

J.3. ESSAIS DE FATIGUE

Définitions des charges appliquées

Les charges appliquées comprennent:

- les charges verticales appliquées sur le pivot et sur les glisseurs,
- la charge transversale,
- les charges dues au freinage,
- les charges de torsion.

Charges verticales et charges dues au roulis

- Les charges verticales appliquées sur le pivot et les glisseurs doivent être calculées par rapport à la charge nominale du bogie. Elles dépendent de:
 - F_z , la charge statique exercée par la caisse du wagon sur chaque bogie,
 - α , le coefficient de roulis = 0,2
 - β , le coefficient de galop = 0,3

F_z est une charge statique. Les charges dues au coefficient α sont considérées «quasi statiques». Les charges dues au coefficient β sont considérées comme «dynamiques».

Le coefficient de roulis est pris avec une valeur de 0,2 pour un écartement entre les glisseurs de 1 700 mm (standard pour des bogies à deux essieux. Si l'écartement entre les glisseurs ($2b_g$) est différent de 1 700 mm la valeur pour α est de :

$$\alpha = 0,2 \left(\frac{1700}{2b_g} \right)$$

Charges transversales

Les charges transversales comprennent deux configurations:

- Bogies à deux essieux:
 - charge quasi statique: $F_{yq} = 0,1 (F_z + m^+g)$
 - charge dynamique: $F_{yq} = 0,1 (F_z + m^+g)$
- Bogies à trois essieux:
 - charge quasi statique: $F_{yq} = 0,133 (F_z + m^+g)$
 - Charge dynamique: $F_{yd} = 0,133 (F_z + m^+g)$

Charges dues au freinage

Les charges dues au freinage correspondent à 100 % de celles résultant d'un freinage d'urgence.

Sur le bogie soumis à l'essai, ces charges dues au freinage ont pour résultat l'application des charges suivantes:

- charges dues à la décélération,
- efforts de contact,
- efforts appliqués aux liaisons de frein.

Charges de torsion

Le gauche de la voie, par rapport à l'empattement du bogie, doit être de 5 %.

Procédure d'essai

L'essai de fatigue consiste en l'application de séquences de charges alternées quasi statiques et dynamiques qui représentent une circulation en courbes orientées à droite et à gauche.

Si les essais statiques définis à l'annexe B ont montré que le gauche en voie induisait uniquement des contraintes dans des zones limitées du châssis de bogie, là où les contraintes provoquées par les charges verticales et transversales sont mineures, l'essai de fatigue en première phase, peut être réalisé uniquement avec ces charges verticales et transversales.

Dans ce cas, les charges verticales et transversales quasi statiques et dynamiques peuvent varier en durée comme indiqué aux diagrammes des figures 3, 5, 6 et 7 (pour les bogies à deux essieux) ou dans les figures 5, 6, 7 et 8 (pour les bogies à trois essieux).

Pour chaque séquence correspondant à une courbe à droite ou à gauche, le nombre de cycles en dynamique, verticalement et transversalement, doit être de 20.

Les variations verticales et transversales des charges doivent être de même fréquence et en phase, comme indiqué dans les diagrammes. Les nombres de séquences simulant les courbes droites et gauches, doivent pour l'essai être les mêmes.

Dans cette première phase d'essai, le nombre de cycles de variations des contraintes dynamiques doit être de 6×10^6 .

La deuxième phase de l'essai est constituée de 2×10^6 cycles, avec les efforts statiques inchangés et les efforts quasi- statiques et dynamiques multipliés par 1,2.

La troisième phase d'essai se constitue également de 2×10^6 cycles et est réalisée comme la seconde phase, mais avec le facteur 1,2 remplacé par le facteur 1,4.

Des essais avec application des charges correspondant à celles du freinage sont réalisés si les résultats des essais montrent qu'ils se révèlent nécessaires conformément à l'article 2 (limite élastique dépassée au cours de ces essais).

Charges de torsion

Un total de 10^6 cycles de charges alternées de torsion doit être appliqué en tout, soit:

- 6×10^5 pendant la première phase d'essai,
- 2×10^5 pendant chacune des deux autres phases.

Lors de la spécification des essais de torsion, les résultats des essais statiques ainsi que les capacités des installations d'essais existantes doivent être prises en compte.

Si les essais statiques ont montré que le châssis de bogie n'est pas affecté par le gauche de la voie, il n'est pas à prendre en compte.

Si les essais statiques de l'annexe B indiquent que les effets des charges dues au gauche de la voie sont clairement différents de ceux résultant des forces verticales et transversales, (ex. parce que les contraintes apparaissent en des zones différentes), les 6×10^5 plus les deux 2×10^5 cycles de charges de torsion peuvent être appliquées séparément des charges verticales et transversales. Sinon le banc d'essai doit être adapté afin d'appliquer simultanément les charges verticales, transversales ainsi que de torsion.

Les charges qui simulent l'effet du gauche de la voie doivent correspondre à celles qui apparaissent lorsque la suspension est en fonctionnement avec ses amortisseurs.

Résultats à obtenir

Aucune fissure ne doit être découverte après l'application des 6×10^6 cycles de la première phase. Ceci doit être confirmé par un contrôle non destructif (essai par particules magnétique ou par ressuage) à l'issue de chacun des 1×10^6 cycles.

A l'issue de la seconde phase d'essai, il est uniquement accepté que de petites fissures, qui ne nécessiteraient pas de réparations immédiates si elles survenaient en service, apparaissent.

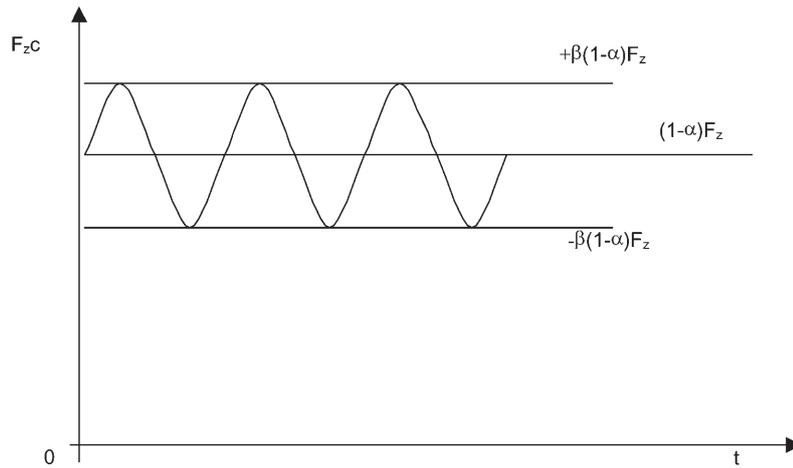
L'évolution des contraintes à des endroits hautement sollicités mis en évidence lors de l'essai statique (voir paragraphe 6.1.1.2.1.3) doit être surveillée au moyen de jauges de contraintes lors de l'essai de fatigue, et en particulier là où les contraintes dépassant la contrainte limite ont été tolérées en accord avec l'article 6.1.1.2.1.3

Essais de fatigue concernant des bogies à deux essieux

Se référer à la figure J3.

Charge sur le pivot

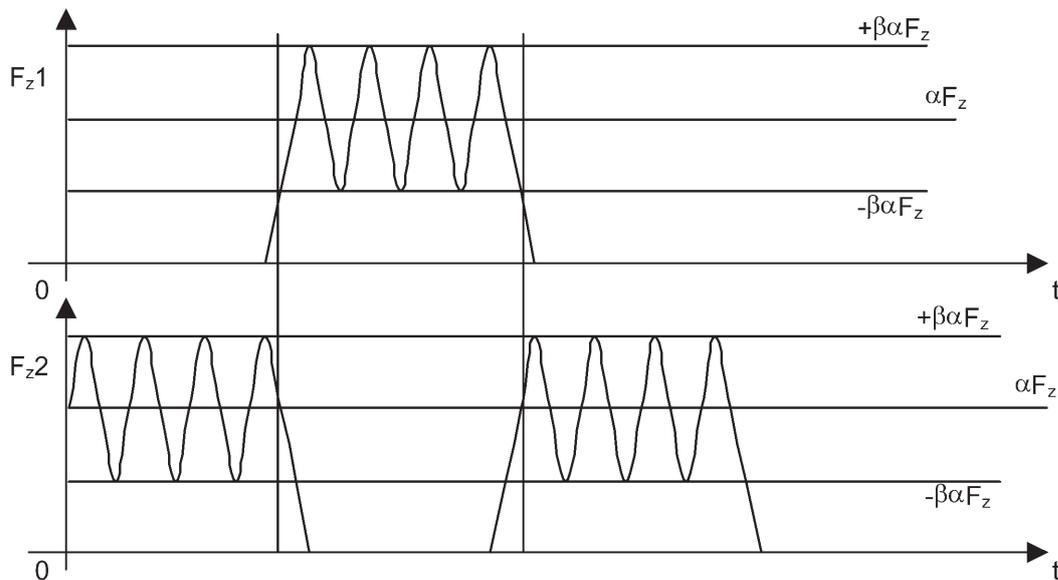
Figure J5



$$\left\{ \begin{array}{l} F_z = 4Q_0 - m^+g \\ \alpha = 0,2 \left(\frac{1700}{2b_g} \right) \\ \beta = 0,3 \\ F_{zc} = (1-\alpha) F \pm \beta (1-\alpha) F_z \end{array} \right.$$

Charges sur les garnitures des glisseurs

Figure. J6

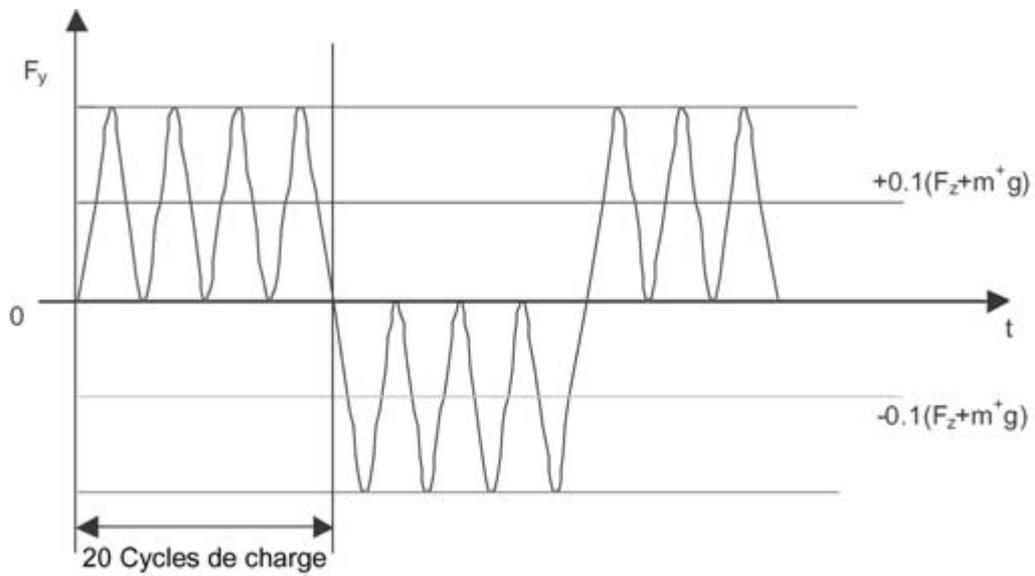


$$\{F_{z1} = \alpha F_z \pm \beta \alpha F_z$$

$$\{F_{z2} = \alpha F_z \pm \beta \alpha F_z$$

Charge transversale agissant sur le pivot

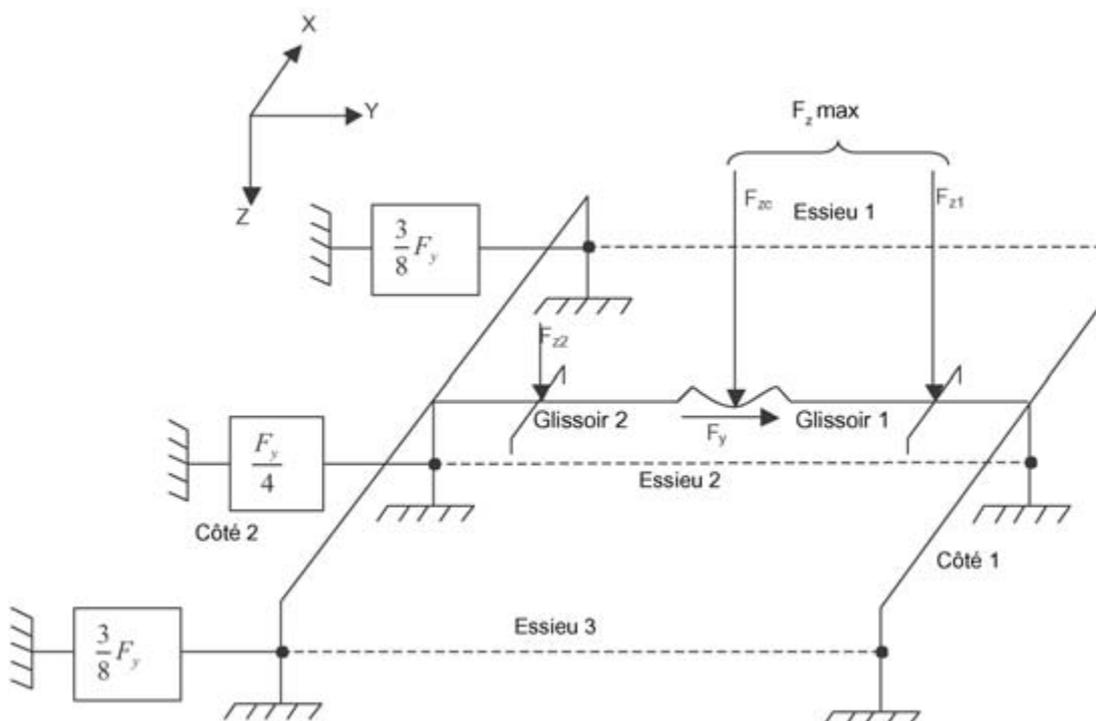
Figure. J7



$$\{F_y = \pm[0,1(F_z \pm m^+g) \pm 0,1(F_z + m^+g)]\}$$

Essai de Fatigue — Bogies à trois essieux

Figure. J8



Charges au pivot

Se référer à la figure J5.

$$\left\{ \begin{array}{l} F_z = 6Q_0 - m^+g \\ \alpha = 0,2 \left(\frac{1700}{2b_g} \right) \\ \beta = 0,3 \\ F_{zc} = (1 - \alpha) F \pm \beta (1 - \alpha) F_z \end{array} \right.$$

Charges aux garnitures des glisseurs

Se référer à la figure J6.

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{z1} = \alpha F_z \pm \beta \alpha F_z \\ F_{z2} = \alpha F_z \pm \beta \alpha F_z \end{array} \right.$$

Charge transversale agissant sur le pivot

Se référer à la figure J7

$$F_y = \pm [0,133(F_z + m^+g) + 0,133(F_z + m^+g)]$$

J.4. NOTES

Q_0 = Force statique verticale pour un wagon chargé (kN)

m^+ = Masse du bogie (t)

F_z = Force statique verticale agissant sur un wagon chargé (kN)

$F_z = 4Q_0 - m^+g$ (pour les bogies à deux essieux)

$F_z = 6Q_0 - m^+g$ (pour les bogies à trois essieux)

g = Accélération due à la pesanteur (9,8 m/s²)

F_y = Force transversale (kN)

F_B = Efforts de freinage (kN)

g^+ = Gauche de la voie à appliquer au niveau des essieux du bogie (%)

α = Coefficient correspondant à l'effet du roulis

Ce coefficient est fonction de l'écartement $2b_g$

β = Coefficient correspondant à l'effet du galop

$2b_g$ = Ecartement des garnitures des glisseurs (mm)

J.5. GÉNÉRALITÉS/RECOMMANDATIONS

Les essais peuvent être répartis en trois groupes:

— Essais statiques avec charges exceptionnelles en service

Ces essais vérifient qu'il n'y a pas de risque de déformation permanente et visible du châssis de bogie due à la superposition des charges maximales qui peuvent apparaître en service.

- Essais statiques de simulation des charges dynamiques normales en service

Ces essais vérifient qu'il n'y a pas de risque de fissurations de fatigue apparaissant suite à la superposition des charges en service.

- Essais de fatigue

Le but de ces essais est de déterminer la vie en service du châssis de bogie, de détecter les points faibles potentiels cachés, en particulier les zones où il n'est pas possible de fixer des jauges de contraintes, et d'évaluer la marge de sécurité.

Conditions communes relatives aux bancs d'essai

Les essais doivent être réalisés en utilisant un banc d'essai qui permet d'appliquer et de répartir les charges exactement aux mêmes endroits qu'elles apparaissent en service, et de simuler en même temps, correctement le jeu et les degrés de liberté associés à la suspension ainsi qu'aux éléments raccordant le bogie à la caisse.

Les essais peuvent être réalisés avec ou sans la suspension.

Les dispositifs d'amortissement de la suspension doivent être activés afin de se prémunir des frottements.

Les caractéristiques de construction du bogie doivent être prises en compte lors de la détermination de la manière par laquelle les charges et les forces de réaction qui en résultent seront appliquées au châssis de bogie. Le croquis ci-dessous montre un exemple d'application des charges à des bogies à deux essieux.

Les charges à appliquer sont détaillées dans les annexes A, B et C.

ANNEXE K

INTERACTION VOIE VÉHICULE ET GABARIT

Essieux montés

K.1. ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS	268
K.1.1. Généralités	268
K.1.2. Interférence entre la portée de calage de l'essieu et l'alésage de la roue	268
K.1.3. Diagramme de calage à la presse	268
K.2. CARACTERISTIQUES DES ESSIEUX MONTES	269
K.2.1. Résistance mécanique des assemblages	269
K.3. DIMENSIONS ET TOLERANCES	269
K.3.1. Généralités	269
K.3.2. Caractéristiques des roues montées	269
K.3.3. Porte à faux de la roue	270
K.4. PROTECTION CONTRE LA CORROSION	270

K.1. ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

K.1.1. Généralités

Avant assemblage, tous les éléments qui comprennent un essieu monté, doivent être conformes aux exigences géométriques reprises dans les documents qui les définissent. Les roues et l'essieu sont prêts pour l'assemblage.

Il est admis de monter les éléments qui constituent l'essieu monté par emmanchement à chaud ou à la presse. Les roulements de fusées d'essieu doivent être montés conformément aux instructions du fabricant.

Le balourd statique des deux roues de chaque essieu monté doit se situer dans un même plan diamétral et d'un même côté de l'essieu.

K.1.2. Interférence entre la portée de calage de l'essieu et l'alésage de la roue

Lorsqu'aucun ajustement de serrage n'a été précisé, la valeur de calage «j» (en mm) doit être de :

- pour le montage à chaud : $0,0009 \text{ dm} \leq j \leq 0,0015 \text{ dm}$
- pour le calage à la presse : $0,0010 \text{ dm} \leq j \leq 0,0015 \text{ dm} + 0,06$

où dm est le diamètre moyen de la portée de calage de roue en mm.

K.1.3. Diagramme de calage à la presse

Pour les calages à la presse, une courbe effort-déplacement apporte la garantie que les surfaces de calage ne sont pas endommagées et que l'interférence spécifiée a bien été obtenue.

La plage d'efforts de fin de calage dépend de la force F définie en K.2.1 et doit être telle que :

$$0,85 F < \text{Force de fin de calage} < 1,45 F$$

K.2. CARACTÉRISTIQUES DES ESSIEUX MONTÉS

K.2.1. Résistance mécanique des assemblages

Les essieux montés doivent être soumis à des essais afin de démontrer le calage correct des roues, au moyen d'une presse comportant un dispositif d'enregistrement des forces. Une poussée d'épreuve F doit être graduellement et uniformément appliquée autour de la roue et maintenue pendant 30 secondes. Sauf spécification contraire du concepteur, la valeur de la force F doit être la suivante :

$$F = 4 \times 10^{-3} dm \text{ MN}$$

où $0,8 \text{ dm} < L < 1,1 \text{ dm}$

et dm est le diamètre moyen de la portée de calage de roue en mm. L est la longueur du moyeu (en mm).

Résultats à obtenir.

Il ne doit pas y avoir de déplacement de la roue par rapport à l'essieu après application de la poussée d'épreuve.

K.3. DIMENSIONS ET TOLÉRANCES

K.3.1. Généralités

Les dimensions de l'essieu monté doivent être conformes aux plans de conception. Les tolérances dimensionnelles et géométriques à appliquer pour l'assemblage des différentes pièces constituant de l'essieu monté sont données dans les clauses ci après.

Les mesures doivent être effectuées sans aucune charge sur l'essieu monté.

K.3.2. Caractéristiques des roues montées

Fig. K6

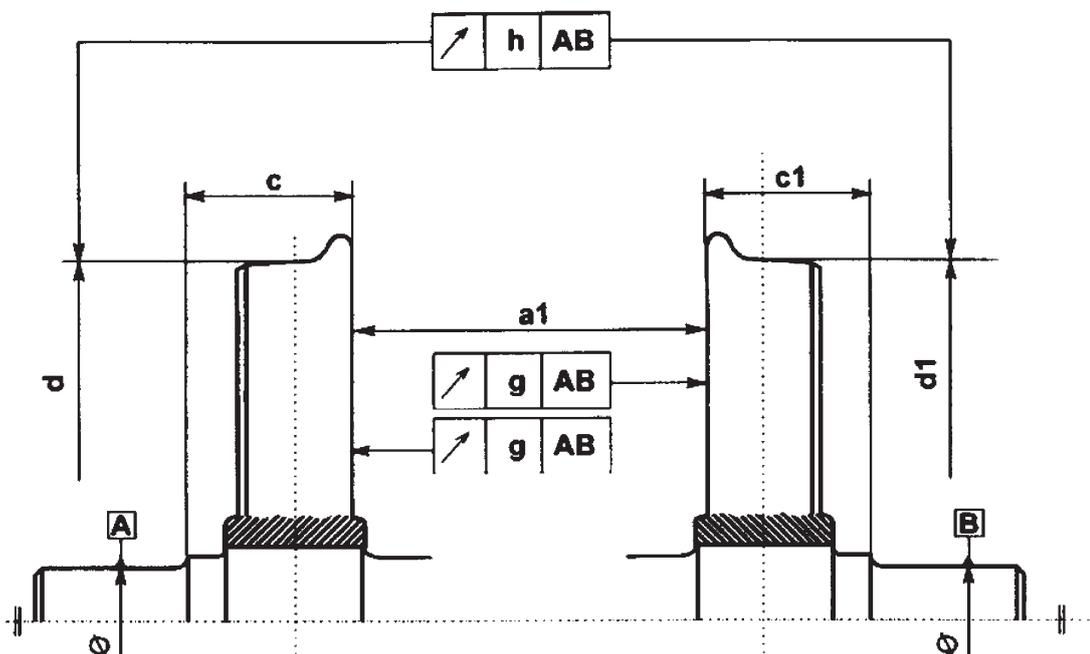


Tableau K18

Description	Symbole	Tolérance (en mm)	
		≤ 120 km/h	> 120 km/h
Distance entre les faces internes des roues ⁽¹⁾ (écartement entre les faces intérieures des boudins)	a ₁	+ 2 ⁽²⁾ 0	
Distance entre la face interne du boudin et, du côté de la fusée, le plan indiquant la portée du collet correspondant	c - c ₁ ou c ₁ - c	≤ 1	
Différence de diamètre du cercle de roulement.	d - d ₁ ou d ₁ - d	≤ 0,5	≤ 0,3
Saut radial au cercle de roulement	h	≤ 0,5	≤ 0,3
Déport axial des faces internes des boudins ⁽¹⁾	g	≤ 0,8	≤ 0,5

⁽¹⁾ La mesure est effectuée à 60 mm sous l'extrémité supérieure du boudin.

⁽²⁾ Les tolérances peuvent changer pour des conceptions particulières d'essieux montés.

K.3.3. Porte à faux de la roue

Les longueurs de la portée de calage et du moyeu de roue sont choisies de telle sorte que le moyeu dépasse légèrement la portée de calage, particulièrement du côté du corps de l'essieu. La longueur de ce déport doit être comprise entre 2 et 7 mm.

K.4. PROTECTION CONTRE LA CORROSION

Les constituants des essieux montés doivent être protégés selon les exigences de leur spécification de conception.

Il est admis que les cavités provoquées par le porte à faux du moyeu de roue par rapport à la portée de calage soient comblées par un produit anticorrosion.

ANNEXE L

INTERACTION VOIE VÉHICULE ET GABARIT

Roues

L.1.	Évaluation de la conception	273
L.1.1.	Généralités	273
L.1.2.	Paramètres de conception à évaluer	273
L.1.2.1.	Paramètres de compatibilité géométrique	273
L.1.2.2.	Paramètres de compatibilité thermomécanique	274
L.1.2.3.	Paramètres d'évaluation mécanique	274
L.1.3.	Evaluation de la compatibilité géométrique	274
L.1.4.	Evaluation de la compatibilité thermomécanique	274
L.1.4.1.	Procédure générale	274
L.1.4.2.	Première étape: Essai de freinage au banc	274
L.1.4.2.1.	Procédure d'essai	274
L.1.4.2.2.	Critères de décision	275
L.1.4.3.	Deuxième étape: Essai de rupture de la roue au banc	275
L.1.4.3.1.	Généralités	275
L.1.4.3.2.	Essai de rupture de la roue au banc	275
L.1.4.3.3.	Critères de décision	275
L.1.4.4.	Troisième étape: Essai de freinage en ligne	275
L.1.4.4.1.	Généralités	275
L.1.4.4.2.	Procédure d'essai	275
L.1.4.4.3.	Critères de décision	275
L.1.5.	Évaluation de la compatibilité mécanique	276
L.1.5.1.	Procédure générale	276
L.1.5.2.	Première étape: Calcul	276
L.1.5.2.1.	Forces appliquées	276
L.1.5.2.2.	Procédure de calcul	277
L.1.5.2.3.	Critères de décision	277

L.1.5.3.	Deuxième étape: Essai au banc	277
L.1.5.3.1.	Généralités	277
L.1.5.3.2.	Définitions de charge au banc et de la procédure d'essai	277
L.1.5.3.3.	Critères de décision	277
L.2.	Evaluation du produit	278
L.2.1.	Caractéristiques mécaniques liées à l'usure:	278
L.2.1.1.	Caractéristiques de traction	278
L.2.1.2.	Caractéristiques de dureté dans la jante	279
L.2.1.3.	Traitement thermique d'homogénéisation	279
L.2.2.	Caractéristiques mécaniques liées à la sécurité:	279
L.2.2.1.	Caractéristiques de l'essai de résilience	279
L.2.2.2.	Caractéristique de ténacité de la jante	279
L.2.3.	Propreté du matériau	280
L.2.3.1.	Propreté micrographique	280
L.2.3.2.	Santé interne	280
L.2.4.	Etat de surface	280
L.2.4.1.	Caractéristiques à obtenir	280
L.2.5.	Santé en surface	281
L.2.6.	Tolérances géométriques	281
L.2.7.	Balourd Statique	284
L.2.8.	Protection contre la corrosion	284

L.1. ÉVALUATION DE LA CONCEPTION

L.1.1. Généralités

Ce chapitre décrit les méthodes d'évaluation de la conception des roues afin de satisfaire aux exigences de performance. Il y a trois aspects principaux dans les performances des roues, qui pour chacun d'entre eux vise différents objectifs:

- Géométrie:
 - pour assurer la compatibilité avec la voie
 - pour assurer la compatibilité avec l'essieu
- Thermomécanique:
 - pour gérer les déformations de la roue
 - pour s'assurer que le freinage n'entraîne pas de rupture de roue
- Mécanique:
 - pour assurer la compatibilité avec la charge à l'essieu prévue
 - pour s'assurer qu'il n'y a pas de rupture de roue due à la fatigue.

L.1.2. Paramètres de conception à évaluer

L.1.2.1. Paramètres de compatibilité géométrique

Il y a trois jeux de paramètres qui sont liés à des impératifs de fonctionnement, d'assemblage et de maintenance.

- Impératifs fonctionnels
 - Diamètre nominal de la bande de roulement: il affecte la hauteur des tampons et le gabarit de chargement.
 - Largeur de la jante: en interface avec les appareils de voie.
 - Angle conique du cercle de roulement: il affecte la stabilité du véhicule
 - Profil de la table de roulement en dehors de sa partie conique.
 - Hauteur, épaisseur et angle du boudin
 - Transition entre le boudin et la partie active du cercle de roulement
 - Position de la jante par rapport à la portée de calage sur l'essieu
 - Cylindricité de l'alésage du moyeu
- Impératifs liés à l'assemblage
 - Diamètre de l'alésage
 - Longueur du moyeu afin de garantir un débord approprié par rapport à la portée de calage de l'essieu.
- Impératifs liés à la maintenance
 - Diamètre de roulement à limite d'usure.
 - Forme de la gorge de limite d'usure.
 - Géométrie de la jante sur zone de serrage de la roue par les mors des tours à reprofiler
 - Position de l'orifice d'injection d'huile pour le décalage.
 - Forme globale de la jante pour les mesurages aux ultrasons des contraintes résiduelles de roues à freinage par la surface de roulement.

L.1.2.2. Paramètres de compatibilité thermomécanique

Les roues doivent pouvoir absorber l'énergie thermique dissipée en service. Cette génération d'énergie dépend quantitativement:

- de l'énergie générée par le frottement des semelles de frein sur la table de roulement
- du type de semelles de frein (nature, dimensions et nombre).

L.1.2.3. Paramètres d'évaluation mécanique

- Charge maximale à l'essieu,
- Nature du cycle de service
 - description des lignes: qualité géométrique de la voie, paramètres des courbes, vitesse maximale,...
 - proportion du temps de circulation sur ces différentes lignes
- Distance parcourue pendant toute la durée de vie de la roue.

L.1.3. Evaluation de la compatibilité géométrique

Le plan de la roue doit être conforme aux exigences définies au paragraphe ci-dessus: Paramètres de compatibilité géométrique

L.1.4. Evaluation de la compatibilité thermomécanique

L.1.4.1. Procédure générale

Toutes nouvelles conceptions d'essieux montés doivent être évaluées en totalité en utilisant des méthodes appropriées à leur application afin de démontrer qu'elles satisfont aux exigences indiquées dans cette annexe.

Cette évaluation comporte trois étapes. En cas de réussite de l'étape 1, aucune autre évaluation n'est nécessaire. En cas d'échec de l'étape 1, il faut exécuter l'étape 2. En cas de réussite de l'étape 2, aucune autre évaluation n'est nécessaire. L'étape 3 est utilisée pour évaluer un échec des étapes 1 et 2. En cas d'échec de l'étape 3, la roue doit être considérée non-conforme. Pour chaque étape, des essais sont effectués sur une roue munie d'une jante neuve (bande de roulement à son diamètre nominal) et sur une roue munie d'une jante usée (diamètre de la bande de roulement à sa limite d'usure).

Dans chaque cas, la roue choisie pour l'essai doit avoir la géométrie de jante la plus défavorable en termes de comportement thermomécanique; le choix doit être confirmé par une modélisation numérique validée. Lorsqu'il n'est pas possible de soumettre à l'essai la roue présentant les conditions les plus défavorables, les résultats doivent être extrapolés vers le cas le plus défavorable en utilisant la même modélisation numérique.

L.1.4.2. Première étape: Essai de freinage au banc

L.1.4.2.1. Procédure d'essai.

La puissance à appliquer pendant 45 minutes lors de cet essai doit être égale à $1,2 P_a$

$$P_a = m \cdot g \cdot V_a \text{ pente} + m \cdot \gamma \cdot v_a$$

m = masse par roue du véhicule sur rail (kg)
 g = accélération gravitationnelle (m/s^2)
 pente: pente moyenne de la ligne (pente en ‰/pour 1 000)
 γ = décélération du train (m/s^2)
 V_a = vitesse du véhicule (m/s)

Se reporter à la même pente qu'en 4.2.4.1.2.5 pente du Saint Gothard, un calcul en prenant le freinage d'urgence en descendant le Saint Gothard à partir de 80 km/h.

Si elle doit être définie par d'autres paramètres (par exemple pour une distance d'arrêt), d'autres valeurs peuvent être convenues entre les parties.

L.1.4.2.2. Critères de décision.

Trois critères doivent être satisfaits simultanément tant pour la roue neuve que pour la roue usée.

Pour la roue neuve:

1. déjettement maximal de la jante au cours du freinage + 3/-1 mm
2. contraintes résiduelles dans la jante après refroidissement:
 - $\sigma_{rn} \leq +\Sigma_r \text{ N/mm}^2$ en tant que moyenne sur trois mesures
 - $\sigma_{in} \leq +(\Sigma_r + 50) \text{ N/mm}^2$ pour chacune des mesures
3. déjettement maximal de la jante après refroidissement + 1,5/-0,5 mm.

Le déjettement latéral est considéré positif lorsque la distance entre les faces internes des boudins augmente.

Pour la roue usée:

1. déjettement maximal de la jante au cours du freinage + 3/-1mm
2. contraintes résiduelles dans la jante après refroidissement:
 - $\sigma_{rw} \leq +(\Sigma_r + 75) \text{ N/mm}^2$ en tant que moyenne sur trois mesures
 - $\sigma_{iw} \leq +(\Sigma_r + 100) \text{ N/mm}^2$ pour chacune des mesures
3. déjettement maximal de la jante après refroidissement + 1,5/-0,5 mm

La valeur de Σ_r est déterminée en fonction des exigences de la nuance d'acier de la jante de la roue. Pour les nuances ER6 et ER7 de l'EN13262, $\Sigma_r = 200 \text{ N/mm}^2$.

Pour d'autres nuances, une autre valeur de Σ_r peut être convenue.

L.1.4.3. Deuxième étape: Essai de rupture de la roue au banc.

L.1.4.3.1. Généralités.

Cette deuxième étape doit être mise en œuvre si les contraintes résiduelles mesurées lors de la première étape dépassent les critères de décision.

L.1.4.3.2. Essai de rupture de la roue au banc

La procédure d'essai de rupture de la roue au banc doit être conforme à l'annexe A.3 de l'EN13979-1.

L.1.4.3.3. Critères de décision.

La roue doit satisfaire à l'essai sans rupture.

L.1.4.4. Troisième étape: Essai de freinage en ligne.

L.1.4.4.1. Généralités.

Cette troisième étape doit être mise en œuvre si l'un des résultats de la première étape dépasse un critère de décision donné et si la roue n'est pas refusée au terme de la deuxième étape.

L.1.4.4.2. Procédure d'essai.

La puissance à appliquer lors de cet essai doit être telle que définie à l'étape 1 de la présente évaluation.

L.1.4.4.3. Critères de décision.

Trois critères doivent être satisfaits simultanément tant pour la roue neuve que pour la roue usée.

Pour la roue neuve:

1. déjettement maximal de la jante au cours du freinage + 3/-1mm
2. contraintes résiduelles dans la jante après refroidissement:
 - $\sigma_m \leq +(\Sigma_r - 50) \text{ N/mm}^2$ en tant que moyenne sur trois mesures
 - $\sigma_{in} \leq +\Sigma_r \text{ N/mm}^2$ pour chacune des mesures
3. déjettement maximal de la jante après refroidissement + 1,5/-0,5 mm.

Pour la roue usée:

1. déjettement maximal de la jante au cours du freinage + 3/-1mm
2. contraintes résiduelles dans la jante après refroidissement:
 - $\sigma_{rw} \leq +\Sigma_r \text{ N/mm}^2$ en tant que moyenne sur trois mesures
 - $\sigma_{iw} \leq +(\Sigma_r + 50) \text{ N/mm}^2$ pour chacune des mesures
3. déjettement maximal de la jante après refroidissement + 1,5/-0,5 mm

La valeur de Σ_r est celle fixée en fonction des exigences de la nuance d'acier de la jante de la roue.

Pour les nuances ER6 et ER7 du EN13262, $\Sigma_r = 200 \text{ N/mm}^2$.

Pour d'autres nuances, une autre valeur de Σ_r peut être convenue.

L.1.5. Evaluation de la compatibilité mécanique

L.1.5.1. Procédure générale

Cette évaluation comporte deux étapes. En cas de réussite de l'étape 1, aucune autre évaluation n'est nécessaire. En cas d'échec de l'étape 1, il faut exécuter l'étape 2. En cas d'échec de l'étape 2, la roue doit être considérée non conforme. L'objectif de cette évaluation est de vérifier qu'aucune de fissure de fatigue n'apparaîtra pendant toute la durée de vie de la roue.

La géométrie de la roue présentant les conditions les plus défavorables au niveau du comportement mécanique doit être évaluée. Lorsque la roue d'essai au banc ne représente pas le cas le plus défavorable, les paramètres d'essai doivent être extrapolés vers le cas le plus défavorable en utilisant une modélisation numérique validée.

L.1.5.2. Première étape: Calcul.

L.1.5.2.1. Forces appliquées.

Les forces à appliquer doivent utiliser la force P comme base.

P est égale à la moitié de la force verticale appliquée par essieu au niveau du rail.

Trois cas de charge sont à considérer (voir figure L.1):

- cas 1: en alignement

$$F_z = 1,25 P$$

$$F_{y1} = 0$$

- cas 2: en pleine courbe

$$F_z = 1,25 P$$

$$F_{y2} = 0,6 P \text{ pour les essieux non directeurs,}$$

$$F_{y2} = 0,7 P \text{ pour les essieux directeurs,}$$

— cas 3: sur appareils de voie

$$F_z = 1,25 P$$

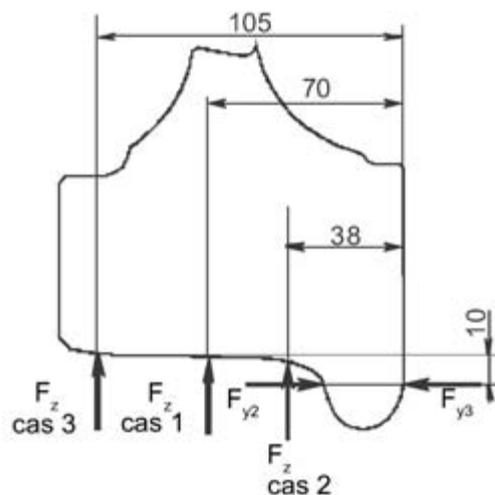
Pour les essieux non directeurs

$$F_{y2} = 0,36 P \quad F_{y3} = 0,6$$

Pour les essieux directeurs

$$F_{y2} = 0,42 P \quad F_{y3} = 0,6$$

Figure. L1



L.1.5.2.2. Procédure de calcul.

Une analyse par éléments finis validée doit être utilisée pour calculer les contraintes subies par la roue.

L.1.5.2.3. Critères de décision.

La plage de contraintes dynamiques $\Delta\sigma$ doit être inférieure aux contraintes admissibles en tous points de la toile.

Les plages admissibles de contraintes dynamiques, A, sont les suivantes:

- pour les roues à toile usinée, $A = 360 \text{ N/mm}^2$
- pour les roues à toile brute, $A = 290 \text{ N/mm}^2$

L.1.5.3. Deuxième étape: Essai au banc.

L.1.5.3.1. Généralités.

Cette seconde étape doit être mise en œuvre si le résultat de la première étape dépasse un critère de décision donné.

L.1.5.3.2. Définitions de charge au banc et de la procédure d'essai.

Ils doivent faire l'objet d'un accord entre le concepteur de la roue et l'organisme notifié.

L.1.5.3.3. Critères de décision.

Quatre roues sont à essayer.

Aucune fissure de fatigue $\geq 1 \text{ mm}$ ne doit apparaître à l'issue de l'essai.

L.2.1.2. Caractéristiques de dureté dans la jante

Les valeurs minimales de dureté Brinell applicable à la totalité de la zone d'usure de la jante doivent être \geq aux valeurs du tableau L.3 pour chacune des mesures. Ces valeurs doivent être obtenues jusqu'à une profondeur maximale de 35 mm sous la table de roulement nominale, même dans le cas où l'usure est supérieure à 35 mm.

Il convient que les valeurs de dureté dans la zone de raccordement jante-toile soient inférieures d'au minimum 10 points aux valeurs limites de la zone d'usure.

Tableau L.3

Nuance d'acier	Valeur minimale de dureté Brinell
ER6	225
ER7	235
ER8	245

L.2.1.3. Traitement thermique d'homogénéisation

Les valeurs de dureté mesurées sur la jante doivent s'inscrire dans une plage de 30 HB.

L.2.2. Caractéristiques mécaniques liées à la sécurité:

L.2.2.1. Caractéristiques de l'essai de résilience

Deux jeux d'essais de résilience doivent être effectués; un jeu d'essai avec des éprouvettes à + 20 °C et l'autre avec des éprouvettes à -20 °C. Trois éprouvettes (repérées par le chiffre 3 en Figure L.2) sont soumises aux essais pour chaque jeu. Le tableau 4 indique les valeurs à obtenir. Le marquage des échantillons d'essai doit permettre l'identification des surfaces longitudinales qui sont parallèles à la section AA. Les éprouvettes doivent être préparées conformément à l'EN 10045-1. L'axe du fond de l'entaille doit être parallèle à la section A-A de la figure L.1. On utilise des éprouvettes à entaille en U pour les essais à 20 °C. A - 20 °C, des éprouvettes à entaille en V sont à utiliser.

Tableau L.4

Nuance d'acier	KU (en joules) à + 20 ° C		KV (en joules) à - 20 ° C	
	Moyenne	Minimum	Moyenne	Minimum
ER6	17	12	12	8
ER7	17	12	10	7
ER8	17	12	10	5

L.2.2.2. Caractéristique de ténacité de la jante

Cette caractéristique nécessite d'être vérifiée uniquement sur des roues freinées par la bande de roulement (frein de service et frein de parking). Le tableau L.5 indique les valeurs minimales à obtenir.

Tableau L.5

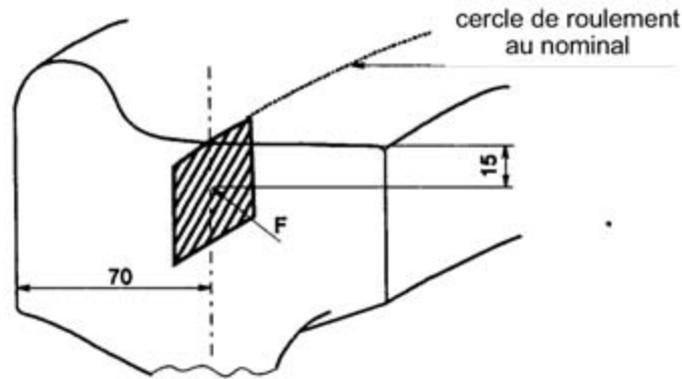
Nuance d'acier	Moyenne (sur 6 éprouvettes d'essai)	Une seule éprouvette d'essai minimum
	N/mm ² √m	N/mm ² √m
ER6	100	80
ER7	80	70
ER8	70	60

L.2.3. Propreté du matériau

L.2.3.1. Propreté micrographique

La propreté du matériau doit être mesurée par examen micrographique (ISO 4967 méthode A). Les positions de prélèvement sont indiquées en figure L.3.

Figure L.3



Les valeurs à obtenir sont données dans le tableau L.6.

Tableau L.6

Type d'inclusions	Séries épaisses (maximum)	Séries fines (maximum)
A (Sulfures)	1,5	2
B (Aluminates)	1,5	2
C (Silicates)	1,5	2
D (Oxydes globulaires)	1,5	2
B + C + D	3	4

L.2.3.2. Santé interne

La santé interne de toutes les roues doit être déterminée par un contrôle automatique aux ultrasons. Les défauts étalons sont des trous à fond plat de différents diamètres.

La jante ne doit pas présenter de défauts internes qui donnent des échos d'une magnitude supérieure ou égale à celle obtenue avec un défaut étalon situé à la même profondeur. Le diamètre du défaut étalon est de 3 mm.

Il ne doit pas y avoir d'atténuation de l'écho de fond supérieur à 4 dB lors de l'examen axial.

L.2.4. Etat de surface

L.2.4.1. Caractéristiques à obtenir.

En fonction de leur utilisation, les roues peuvent être usinées en partie ou en totalité. Leur surface ne doit pas présenter de marques autres que celles stipulées dans les présentes.

Les parties restant brutes (non usinées) doivent être grenillées pour un $Ra < 25 \mu m$, parfaitement parées et soigneusement raccordées aux zones usinées.

La rugosité moyenne de surface (Ra) des roues «finies» ou «prêtes à monter» est donnée au tableau L.8.

Tableau L.8

Zone de la roue	Etat de livraison	Rugosité type R_a (μm)
Alésage	Fini	$\leq 12,5$
	Prêt à monter ⁽¹⁾	0,8 à 3,2
Toile et moyeu	Fini ⁽²⁾	$\leq 12,5$
Table de roulement	Fini	$\leq 12,5$ ⁽³⁾
Faces de la jante	Fini	$\leq 12,5$ ⁽³⁾

⁽¹⁾ Si la roue est destinée à équiper un essieu creux, d'autres valeurs peuvent être exigées pour la réalisation du contrôle aux ultrasons en service.

⁽²⁾ Si elle est ainsi définie, cette zone de la roue peut rester non usinée, à condition de respecter les tolérances indiquées dans ce tableau.

⁽³⁾ $\leq 6,3$, si un défaut étalon de 2 mm est exigé.

L.2.5. Santé en surface

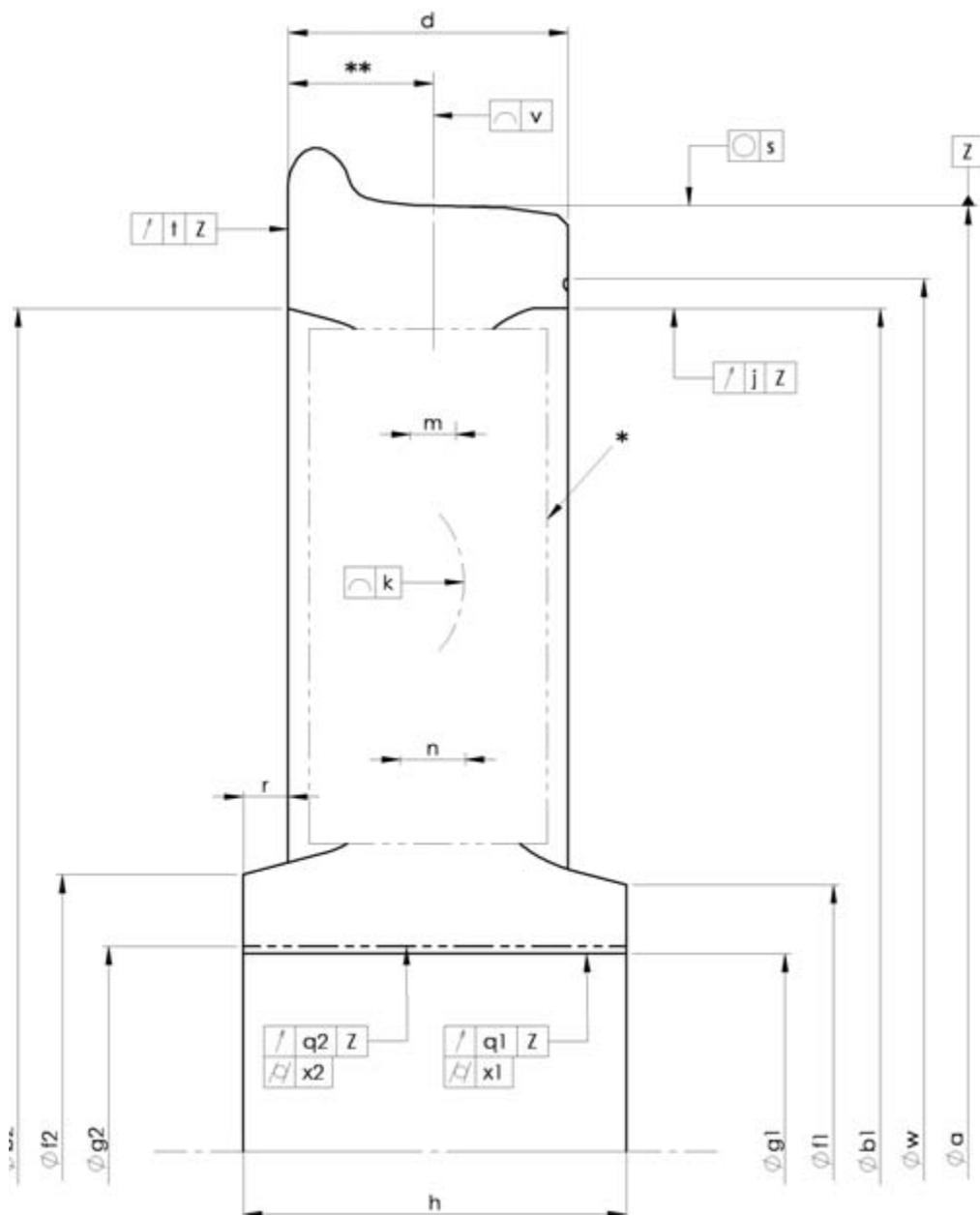
La santé de la toile en surface doit être confirmée par un essai magnétoscopique ou autre processus similaire ayant une sensibilité au moins équivalente. Dans le cas d'une toile usinée, le défaut limite doit être égal à 2 mm.

L.2.6. Tolérances géométriques

La géométrie et les dimensions des roues sont définies sur plan. Les tolérances géométriques doivent être conformes à celles du tableau L.9. Les symboles utilisés sont illustrés en figure. L.4.

Figure L.4

Symboles



** Dimension définie par le plan.

* Cette zone doit être définie de manière à satisfaire aux exigences d'un constituant d'interopérabilité.

Tableau L.9

Tolérances (en mm)					
Désignation		Symboles (voir figure L.4)		Valeurs	
		Dimensions	Géométriques ⁽¹⁾	Non usiné	Usiné
Jante	Diamètre extérieur	a			0/+4
	Diamètre intérieur (coté extérieur)	b ₁			0/-4
	Diamètre intérieur (coté intérieur)	b ₂		0/-6	0/-4
	largeur	d			± 1
	Profil de la table de roulement ⁽³⁾		v		≤ 0,5
	Circularité du cercle de roulement		s		≤ 0,2
	Battement axial		t		≤ 0,3
	Battement de la jante		j		≤ 0,2
	Diamètre extérieur de la gorge de limite d'usure	w			0/+2
Moyeu	Diamètre extérieur (coté externe)	f ₁		0/+10	0/+5
	Diamètre extérieur (coté interne)	t ₂		0/+10	0/+5
	Diamètre interne de l'alésage:				
	«état fini»	g ₁			0/-2
	«état fini prêt pour assembler»	g ₂		Voir annexe K ou selon le plan	
	Cylindricité du diamètre de l'alésage interne au moyeu:				
	«état fini»		x ₁		≤ 0,2
	«fini prêt pour assembler»		x ₂		≤ 0,02 ⁽²⁾
	Longueur	h			0/+2
	Débordement du moyeu sur la jante	r			0/+2
	Battement de l'alésage:				
	«état fini»		q ₁		≤ 0,2
«fini prêt pour assembler»		q ₂		≤ 0,1	
Toile	Position de la toile à sa liaison à la jante et au moyeu		k	≤ 8	≤ 8
	Épaisseur à la liaison avec la jante	m		+8/0	+5/0
	Épaisseur à la liaison avec le moyeu	n		+10/0	+5/0

⁽¹⁾ Voir ISO 1101⁽²⁾ Toute légère conicité dans la limite de tolérance admise doit être telle que le diamètre «le plus grand» se trouve du côté entrée de l'alésage de l'essieu au montage.⁽³⁾ Depuis le dessus du boudin et jusqu'au chanfrein extérieur.

L.2.7. Balourd Statique

Le balourd statique maximal d'une roue finie aux conditions de livraison est défini au tableau L.10.

Les méthodes et moyens de mesurage doivent être définis entre le client et son fournisseur.

Tableau L.10

Pour véhicules circulant à des vitesses v en km/h	Balourd Statique g . m	Symbole
$v \leq 120$	≤ 125	E3
$120 < v \leq 200$	≤ 75	E2

L.2.8. Protection contre la corrosion

La protection doit être assurée conformément à la spécification de conception de la roue.

ANNEXE M

INTERACTION VOIE VÉHICULE ET GABARIT

Essieu

M.1. EVALUATION DE LA CONCEPTION

M.1.1. Généralités

Les principales phases de définition d'un essieu sont les suivantes :

- a) Identification des efforts qui doivent être pris en compte et calculs des moments relatifs aux différentes sections de l'essieu.
- b) Sélection des diamètres du corps de l'essieu et de ses fusées. Sur la base de ces diamètres, calcul du diamètre des autres sections.
- c) Les choix doivent être vérifiés par :
 - calcul des contraintes pour chacune des sections,
 - comparaison des contraintes obtenues avec les contraintes maximales admissibles.

Les contraintes admissibles sont essentiellement définies par :

- la nuance de l'acier,
- le fait que l'essieu soit plein ou creux.

M.1.2. Identification des efforts et calcul des moments.

Deux types de forces doivent être pris en compte:

- celles relatives aux masses en mouvement,
- celles relatives au freinage.

M.1.3. Tolérances géométriques et dimensionnelles

M.1.3.1. Sélection des diamètres des fusées et du corps de l'essieu.

Lors de la sélection des diamètres des fusées et du corps de l'essieu, il doit être fait référence dès le départ aux dimensions des composants associés, par exemple, les paliers.

La sélection des diamètres doit être vérifiée en comparant les contraintes calculées aux contraintes maximales admissibles. Une gorge très superficielle (de 0,1 à 0,2 mm) doit être prévue, afin que l'extrémité de la bague intérieure du palier ne provoque aucun effet d'entaille sur la fusée.

M.1.3.2. Sélection des diamètres des différentes portées à partir du diamètre du corps d'essieu et des fusées.

M.1.3.2.1. Portée de collerette.

Par souci de standardisation, autant que possible, le diamètre de la portée de collerette doit être supérieur de 30 mm à celui de la fusée. Le raccordement entre la fusée et la portée de collerette doit être réalisé comme illustré à la figure M3 (détail V).

M.1.3.2.2. Raccordement entre la collerette et la portée de calage.

Par souci de standardisation, autant que possible, le raccordement est uniquement réalisé avec congé d'un rayon de 25 mm.

Si cette valeur n'est pas atteinte, la valeur la plus grande possible doit être sélectionnée afin de minimiser les concentrations de contraintes dans cette zone.

M.1.3.2.3. Portée de calage de la roue

Le rapport entre les diamètres de la portée de calage de la roue et du corps de l'essieu doit être au moins égal à 1,12 à la limite d'usure de la portée de calage. Il est recommandé que ce rapport soit au moins de 1,15 à l'état neuf.

Le raccordement entre ces deux zones doit être fait de telle manière que les concentrations de contraintes restent à un niveau aussi faible que possible.

La valeur du plus grand congé de raccordement coté du corps doit être d'au moins 75 mm, de manière à obtenir, au niveau du raccordement entre le corps de l'essieu et la portée de calage, la valeur la plus faible du facteur de concentration des contraintes.

M.1.4. Contraintes maximales admissibles.

Les contraintes maximales admissibles doivent être déduites de :

- la limite de fatigue en flexion rotative pour les différentes parties de l'essieu,
- la valeur d'un coefficient de sécurité «S» qui varie en fonction de la nuance de l'acier.

M.1.4.1. Nuance d'acier EA1N

Les valeurs suivantes doivent être utilisées :

- Pour un essieu plein :
 - 200 N/mm² sans montage à la presse.
 - 120 N/mm² avec montage à la presse.
- Pour un essieu creux :
 - 200 N/mm² sans montage à la presse.
 - 110 N/mm² avec montage à la presse (hormis les fusées).
 - 94 N/mm² avec montage à la presse sur les fusées.
 - 80 N/mm² pour la surface de l'alésage.

Pour un essieu plein ou creux, la valeur du coefficient de sécurité «S», par lequel les limites de fatigue doivent être divisées pour obtenir les contraintes maximales admissibles, est de 1,2.

Pour des essieux creux, ces contraintes admissibles sont applicables si le rapport des diamètres fusée/alésage est inférieur à 3 ou si le rapport des diamètres de portée de calage de roue/alésage de l'essieu est inférieur à 4.

M.1.4.2. Nuances d'acier autres que l'EA1N.

La limite de fatigue doit être déterminée pour les parties suivantes de l'essieu :

- à la surface du corps de l'essieu,
- aux portées avec des conditions de serrage égales au niveau des portées de calage.

Dans le cas d'un essieu creux, la limite de fatigue doit également être déterminée pour la surface du palier à un état équivalent de calage entre paliers et essieux.

- à la surface de l'alésage.

La valeur du coefficient de sécurité «S» doit être déterminée en tenant compte de la sensibilité de la nuance d'acier à l'effet d'entaille.

M.2. EVALUATION DU PRODUIT

M.2.1. Caractéristiques mécaniques :

M.2.1.1. Caractéristiques de traction

Les valeurs obtenues à mi rayon des essieux pleins ou à mi distance des surfaces internes et externes des essieux creux sont données au tableau M1.

Tableau M1

R_{eH} (N/mm ²) ⁽¹⁾	R_m (N/mm ²)	A_5 %
≥ 320	≥ 550	≥ 22

⁽¹⁾ Si on ne peut pas distinguer la limite élastique apparente, la limite élastique conventionnelle $R_{p0,2}$ est à déterminer.

M.2.1.2. Caractéristiques des essais de résilience

Les caractéristiques des essais de résilience sont déterminées à 20 °C dans les sens longitudinal et transversal. Trois échantillons d'essais sont prélevés en positions adjacentes pour chacune des sections essayées. Les échantillons d'essai sont prélevés aux positions indiquées en figure M1. Les valeurs obtenues à mi rayon des essieux pleins ou à mi distance des surfaces internes et externes des essieux creux sont données au tableau M1.

Aucune valeur individuelle ne doit être inférieure à 70 % des valeurs reprises au tableau M2.

Figure M1

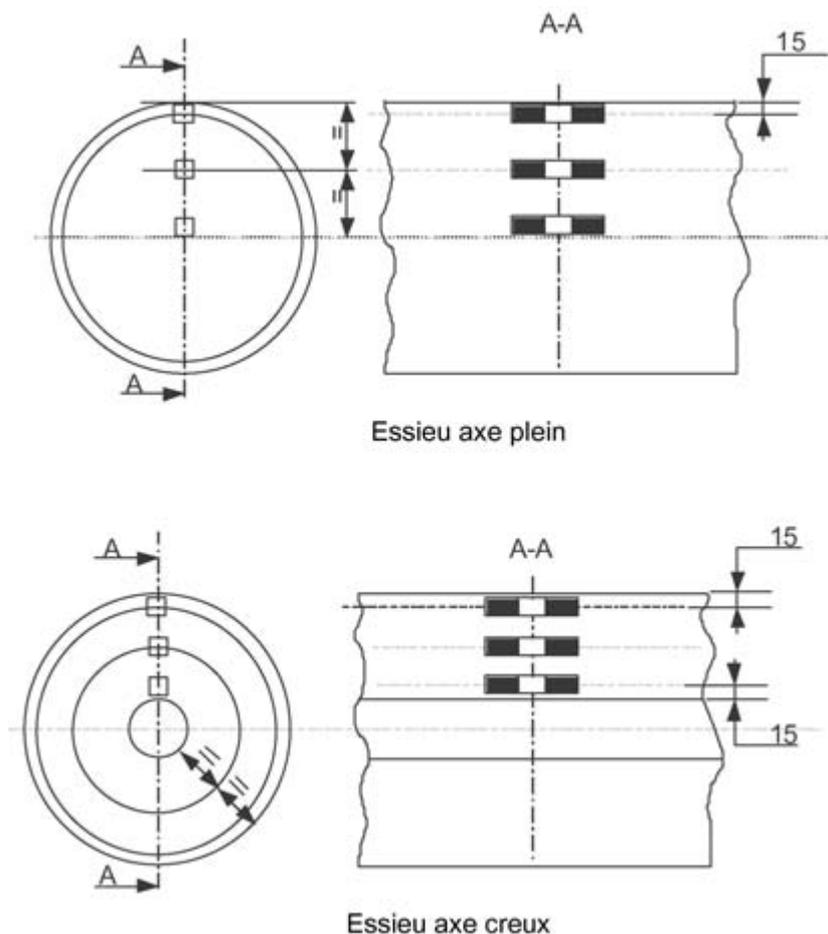


Tableau M2

KU longitudinale (j)	KU transversale (j)
≥ 30	≥ 20

M.2.2. Caractéristiques de la microstructure

La microstructure doit être composée de ferrite et de perlite. La granulométrie ne doit pas être supérieure à celle définie par le schéma de référence de type V de l'ISO 643.

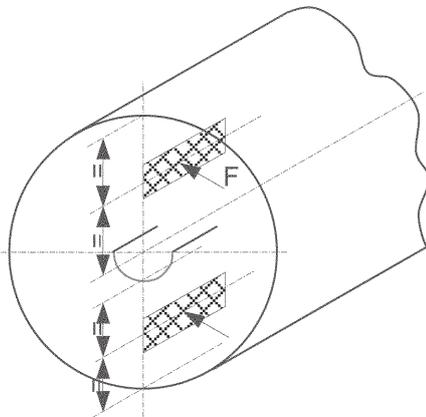
M.2.3. Propreté micrographique du matériau

La propreté du matériau doit être mesurée par examen micrographique (ISO 4967 méthode A). La position de prélèvement des échantillons est indiquée à la figure M2. Les valeurs maximales à obtenir pour les inclusions de séries épaisses sont données dans le tableau M3.

Tableau M3

Type d'inclusions	Séries épaisses (maximum)	
A (Sulfures)	1,5	
B (Aluminates)	1,5	
C (Silicates)	1,5	
D (Oxydes globulaires)	1,5	
B + C + D	3	

Figure M2



M.2.4. Santé interne

La santé interne doit être déterminée avec un contrôle aux ultrasons.

Les essieux ne doivent pas présenter de défauts internes qui donnent des échos d'une magnitude supérieure ou égale à celle obtenue avec un défaut étalon situé à la même profondeur. Pour cet essai, un défaut étalon doit être un trou à fond plat de 3 mm de diamètre.

Il ne doit pas y avoir d'atténuation de l'écho de fond supérieure à 4 dB due à des inclusions ou à des défauts internes.

M.2.5. Perméabilité aux ultrasons

Les essieux doivent être perméables aux ultrasons. Cette perméabilité doit être vérifiée par un essai aux ultrasons enregistré.

L'écho obtenu sur les essieux soumis à l'essai doit présenter une amplitude supérieure ou égale à 50 % de la hauteur totale à l'écran après un étalonnage préliminaire de l'appareil sur une cale étalon. La hauteur de niveau du bruit de fond doit être inférieure à 10 % de celle de plein écran.

M.2.6. Caractéristiques des surfaces

M.2.6.1. Surface à l'état fini

La surface de l'essieu ne doit pas présenter de marques en des emplacements autres que ceux stipulés dans la présente annexe.

La rugosité de surface admissible (R_a) des pièces à l'état fini ou prêt à monter est donnée dans le tableau M4. Les symboles utilisés sont illustrés en figure M3.

Tableau M4

Désignation	Symbole	Rugosité de surface ⁽¹⁾ R_a (μm)	
		Ebauché	Fini ou prêt à monter
Extrémité de l'essieu			
extrémité de l'essieu et chanfrein	a	—	6,3
centrages d'extrémité (essieux plein et creux)	Voir détails R1 et R2	—	3,2
Fusée			
diamètre de la fusée	b	12,5	0,8
gorge de décharge	c (détail V)		0,8
Collerette			
Diamètre de la collerette	d	12,5	1,6
Portée de calage de la roue			
Diamètre de la portée de calage de la roue	e	12,5	0,8/1,6 ⁽³⁾
Entrée conique	f (détail U)		1,6
Corps			
congé de raccordement interne à la portée de calage	g (détail T)	—	1,6
diamètre du corps d'essieu	l		3,2 ⁽²⁾
diamètre de portée de disque de frein	h	12,5	0,8/1,6 ⁽³⁾
diamètre des portées de palier et d'obturateur	j	12,5	0,8
Congé de raccordement entre deux portées	k (détail S)		1,6
Alésage			
diamètre	m (détail R1)		3,2

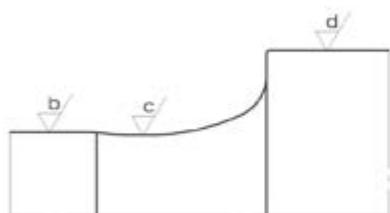
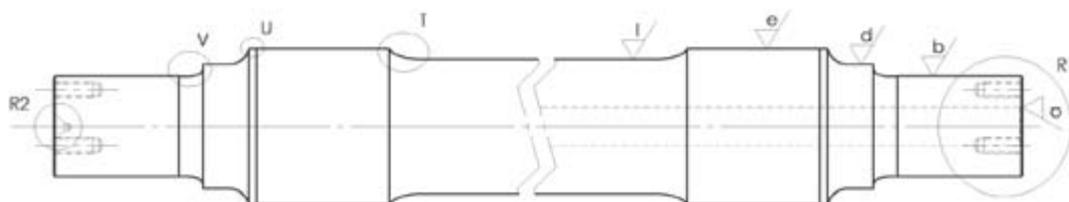
⁽¹⁾ Pour les anciens types d'essieux avec des fusées à coussinets, les prescriptions sont dans les normes qui régissent ces produits.

⁽²⁾ 6,3 peut être convenu si à la fois les limites de fatigue F1 ou F2 définies en 5.5.2.1.4. et la sensibilité exigée pour le contrôle en service aux ultrasons sont obtenues.

⁽³⁾ Les contrôles non destructifs en service des essieux peuvent nécessiter des valeurs d'états de surfaces plus faibles.

Figure M3

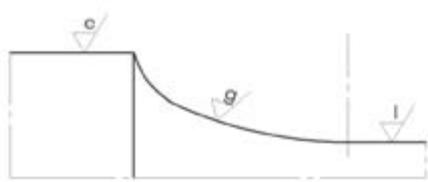
Symbolisation relative à la rugosité



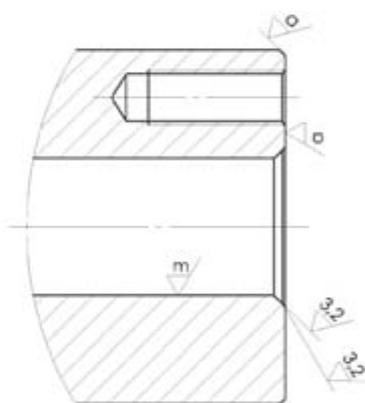
Détail V



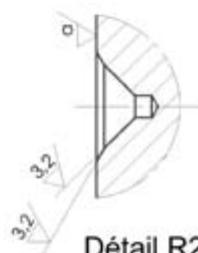
Détail U



Détail T



Détail R1



Détail R2

M.2.6.2. Santé en surface

La santé en surface est déterminée, pour tous les essieux, par un essai magnétoscopique portant sur les surfaces externes et, en supplément pour les essieux creux, par un contrôle aux ultrasons ou par une méthode équivalente portant sur la surface de l'alésage. Sur la surface externe les défauts transversaux ne sont pas admissibles.

M.2.6.3. Tolérances géométriques et dimensionnelles

Les tolérances géométriques exigées sont données au tableau M5. Les symboles utilisés sont illustrés en figure M4.

Les tolérances dimensionnelles exigées sont données au tableau M6. Les symboles utilisés sont illustrés en figure M5.

Tableau M5

Désignation	Symbole	Tolérances géométriques ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (mm)	
		Ebauché	Prêt à monter
Fusée et portée de collerette			
Cylindricité de la fusée	n		0,015
Battement de la face verticale de la collerette par rapport à la référence Y-Z	o ₁		0,03
Battement de la portée de collerette par rapport à la référence Y-Z	o ₂		0,03
Portée de calage de la roue			
Battement par rapport à la référence Y-Z	p	1,5	0,03
Cylindricité		0,1	0,015
Corps d'essieu			
Battement par rapport à la référence Y-Z	t		0,5
Alésage			
Concentricité par rapport à la référence Y-Z	u		0,5
Trous de fixations des couvercles			
Concentricité par rapport à la référence Y-Z	v		0,5
Battement des trous de centrage pour usinage par rapport à la référence Y-Z (détails R1/R2)	w ₁ w ₂		0,02 0,03

⁽¹⁾ Pour les paramètres qui n'ont pas de tolérances définies dans ce tableau, les tolérances générales de l'EN 22768-2 doivent être appliquées.

⁽²⁾ Pour les anciens types d'essieux avec des fusées à coussinets, les prescriptions sont dans les normes qui régissent ces produits.

Figure M4

Symboles géométriques

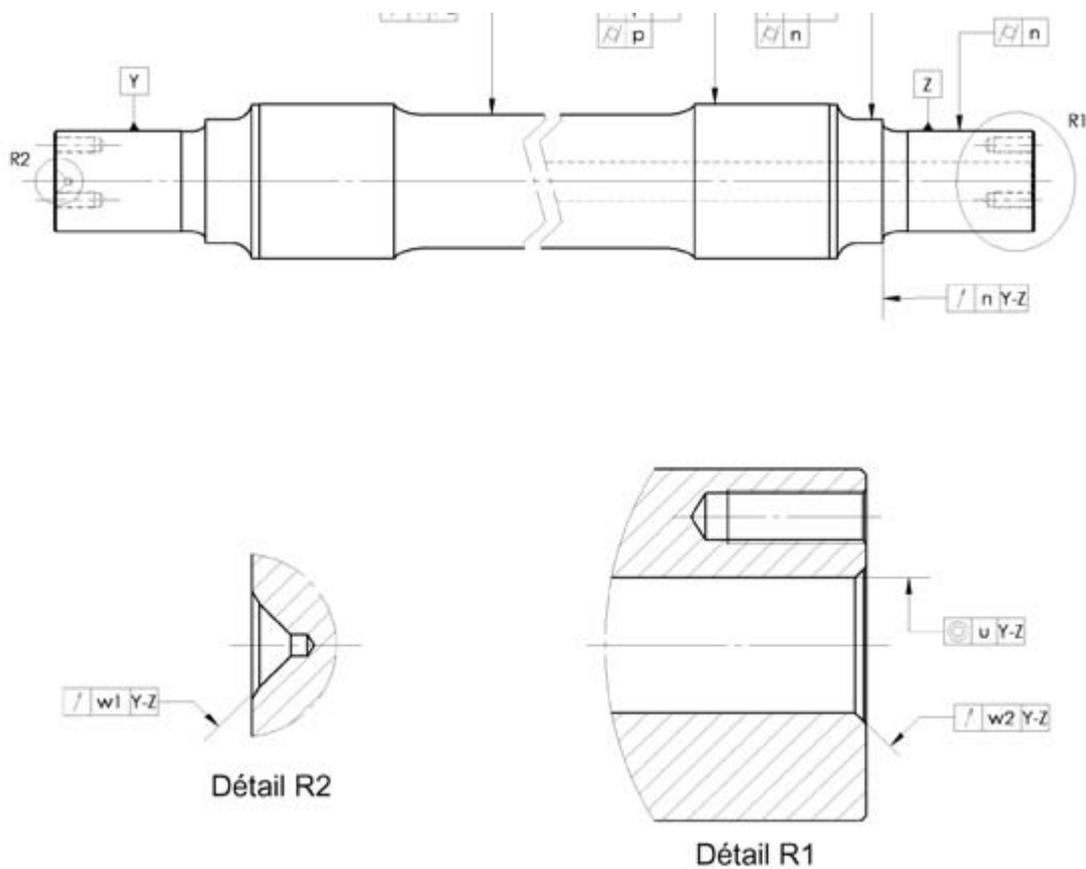


Tableau M6

Désignation	Symbole	Tolérances dimensionnelles ⁽¹⁾ (mm)
		Prêt à monter
Dimensions longitudinales.		
Longueur de l'essieu ⁽²⁾	A	± 1
Longueur de la portée de calage de la roue (y compris la collerette)	B	0/- 0,5
Longueur entre collerette (entre plans de référence)	C	± 0,5 ⁽⁵⁾
Longueur de la portée de palier sur fusée	D	⁽³⁾
Longueur de la collerette	E	+1/0
Profondeur de la gorge de la fusée		Voir détail V
Longueur de la gorge de la fusée	G	détail V ⁽³⁾
Diamètres		
Diamètre de la fusée	h	⁽³⁾
Diamètre de la portée de calage de la roue	I	
Diamètre de la collerette	N ⁽³⁾	⁽³⁾
Diamètre du corps	P	+2/0
Dimensions des autres parties de l'essieu		
Trous de centrage pour usinage de l'essieu		
Essieux pleins		Voir détail R2 ⁽⁴⁾
Essieux creux		Voir détail R1 ⁽⁴⁾
Trous de fixations des couvercles	Voir détail R1 ⁽⁴⁾	
Concentricité du perçage		0,5
Profondeur du perçage		+2/0
Profondeur du filetage		+2/0
Différence entre les longueurs de perçage et de filetage		≥10
Entrée conique		
Longueur de la conicité de la portée de calage de roue	K (détail U) ⁽³⁾	0/-3
Hauteur de la conicité de la portée de calage de roue	L (détail U) ⁽³⁾	0,1
Diamètre de l'alésage	O (détail R1)	1
Congé de raccordement portée de calage de roue et corps d'essieu		Voir détail T ⁽³⁾

⁽¹⁾ Pour les paramètres qui n'ont pas de tolérances définies dans ce tableau, les tolérances générales de l'EN 22768-2 doivent être appliquées.

⁽²⁾ L'attention est attirée sur le fait que la conformité aux tolérances sur la longueur totale de A, ne doit pas permettre une application cumulative de toutes les tolérances individuelles aux dimensions particulières.

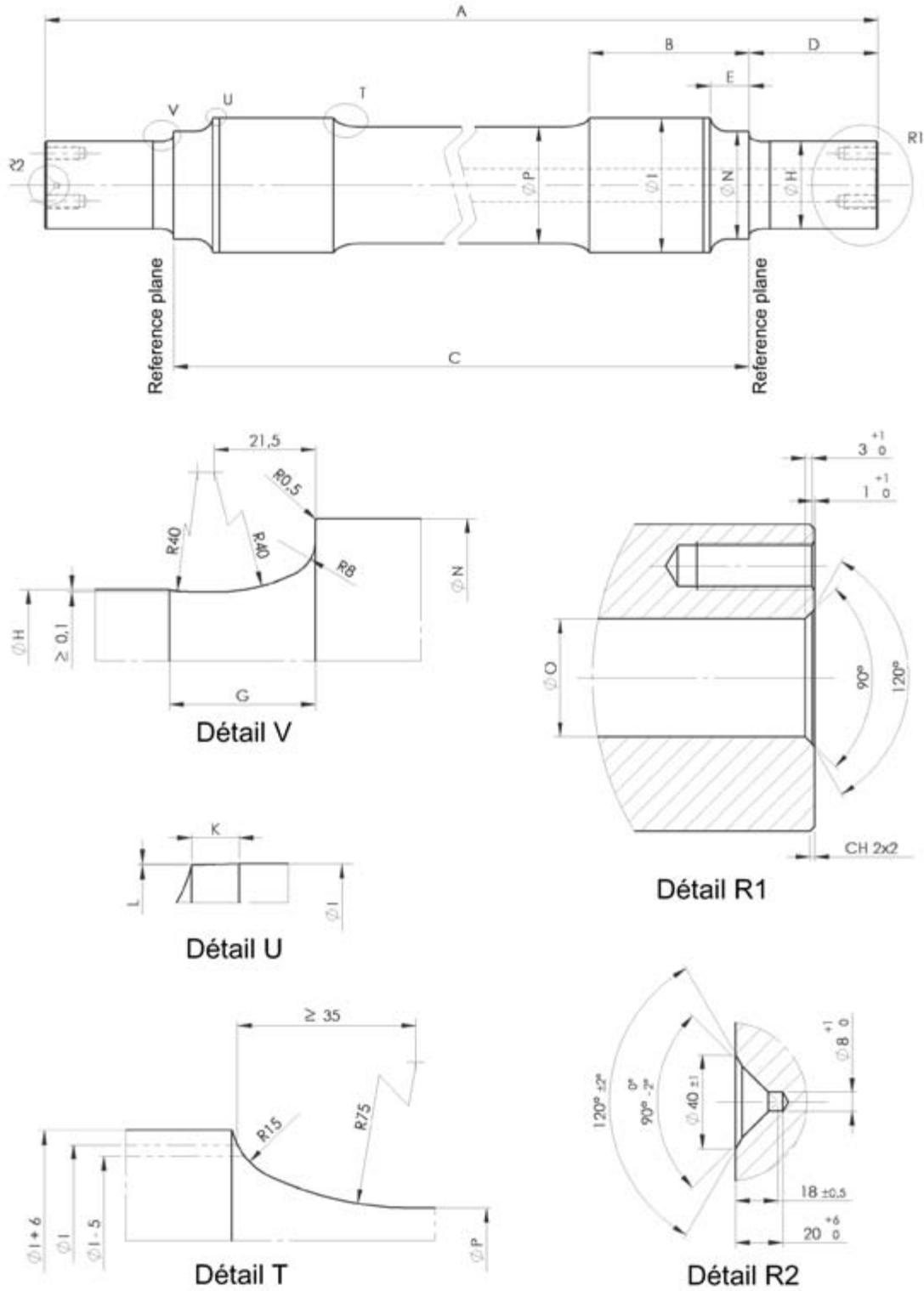
⁽³⁾ Conformément aux prescriptions du dessin ou aux documents accompagnant la commande.

⁽⁴⁾ D'autres géométries peuvent être proposées et définies à la commande.

⁽⁵⁾ D'autres valeurs peuvent être convenues pour des applications particulières.

Figure M5

Symboles dimensionnels



M.2.7. Protection finale contre la corrosion**M.2.7.1. Généralités**

Toutes les surfaces exposées de l'essieu doivent être protégées comme défini dans la spécification de conception de l'essieu monté.

M.2.7.2. Résistance à des produits corrosifs particuliers

). Les systèmes de protection appliqués aux surfaces exposées de l'essieu doivent tenir compte des facteurs environnementaux, des matériaux corrosifs, de la charge des véhicules, des dommages mécaniques, etc.

ANNEXE N

STRUCTURE ET PARTIES MECANIQUES:

Contraintes admissibles pour les méthodes d'essais statiques

N.1. METHODES D'ESSAIS STATIQUES

N.1.1. Valeurs limites pour des essais statiques de vérification de la résistance aux efforts répétés

Définition des cas d'entailles

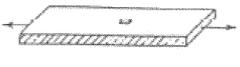
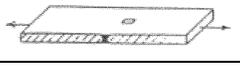
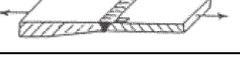
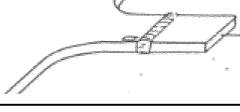
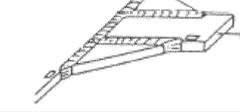
Les contraintes limites à utiliser pour des essais de caisses de wagons sont indiquées pour trois nuances d'acier ayant une résistance minimale à la traction de 370, 420 et 570 MPa, ainsi que cinq cas d'entailles généralement définis de la manière suivante :

- Cas A: métal de base,
- Cas B: soudure en bout,
- Cas C: soudure en bout avec modification de l'inertie,
- Cas D: soudure d'angle,
- Cas E: soudure par bossages.

Ces cinq cas d'entaille ne couvrent pas l'ensemble de la gamme de structures existantes et dans la pratique, il faut choisir le cas d'entaille le plus approprié pour chaque zone soudée soumise aux essais.

Pour faciliter et normaliser ces choix, les figures du Tableau Nx donnent des exemples pratiques de joints soudés couramment utilisés sur les structures de caisses des véhicules et les châssis de bogies.

Fig. N1

Cas	Croquis	Description	Commentaires
A		Loin de la soudure	Loin de la soudure
		Soudure en bout usinée	Soudure en bout usinée
B		Soudure en bout	Soudure en bout
		Soudure en bout avec chanfrein	
B		Joint usiné et soudé	
C		Joint d'angle avec tôles à gousset	Soudure en bout de pièces en angle les unes par rapport aux autres

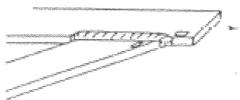
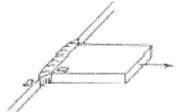
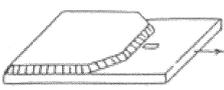
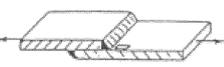
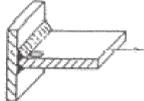
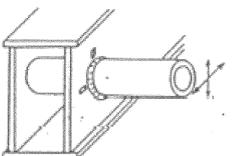
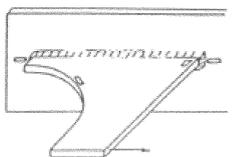
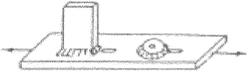
Cas	Croquis	Description	Commentaires
C		Joint incliné	
D		Joint d'angle	Soudure en bout à 90°
D		Tôle renforcée	Joints à recouvrement
D		Joint à recouvrement soudé en bout	
D		Joint d'angle	Soudures d'angle
D		Joint entre tube et pièce droite	
D		Joint entre tôle et tube	
D		Joint entre tôle et âme	
E		Patte de fixation soudée Goujon de fixation soudé	

Tableau N.1

		$2\sigma_{A_{lim}}$ [N/mm ²]			$\Sigma_{m_{lim}}$ [N/mm ²]			$\sigma_{max_{lim}}$ [N/mm ²]		
Nuance d'acier ⁽¹⁾					K = 0.3			K = 0.3		
		370	420	520	370	420	520	370	420	520
Cas d'en-taille	A	110	118	166	183	197	277	238	258	360
	B	90	90	90	150	150	150	195	195	195
	C	80	80	80	133	133	133	173	173	173
	D	66	66	66	110	110	110	143	143	143
	E	54	54	54	90	90	90	117	117	117

⁽¹⁾ Résistance caractéristique à la traction R_m selon la norme du matériau.

⁽²⁾ La contrainte est déterminée par la limite d'élasticité R_p ou R_p' .

ANNEXE O

CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Niveaux retenus en conception pour la classe de température T_{RIV}

Ce tableau précise les gammes de température pour les composants utilisés sur les wagons de fret inter opérable en service avant la mise en application de cette STI.

Composant	Spécification
Tampons ayant une course de 105 mm	Dans la gamme des températures allant de - 25 jusqu'à + 50 °C les valeurs techniques ne doivent pas différer de plus de 20 % de la valeur de la «température de salle»
Tampons ayant une course comprise entre 130 et 150 mm	Dans la gamme des températures allant de - 25 à +50 °C les valeurs techniques ne doivent pas différer de plus de 20 % de la «température de salle».
Freins – Réglementation concernant la construction des différents appareillages de frein — Récipient à simple pression en acier, non feu, pour les équipements pneumatiques de freinage et les équipements pneumatiques auxiliaires du matériel roulant	Gamme de températures pour les récipients à pression: -40 °C à + 100 °C
Freins – Réglementation concernant la fabrication des différentes pièces du frein Détecteurs de déraillement destinés aux wagons	Gamme de températures comprise entre - 40 °C à + 70 °C
Dimensions des têtes de raccords (boyaux de frein) et des câbles électriques; types de raccords pneumatiques et électriques et leur position sur les wagons et voitures équipés de l'attelage automatique UIC ou des membres des chemins de fer de l'OSJD	Gamme de températures comprise entre - 40 °C à + 70 °C
Spécification technique pour l'essai officiel et la fourniture des graisses destinées à la lubrification des roulements de boîte d'essieu.	Température minimale d'essai : - 20 °C

ANNEXE P

PERFORMANCES DE FREINAGE

Évaluation des constituants d'interopérabilité

P.1. ÉVALUATION DE LA CONCEPTION

Les listes qui suivent traitent de la conception des systèmes de freins ainsi que de leurs constituants qui, au moment de la publication, sont déjà considérés comme conformes aux exigences de cette STI pour certaines applications. On trouve cette liste dans l'annexe FF.

P.1.1. Distributeur

Point ouvert

La procédure d'essai relative à l'évaluation de la conception du distributeur, produit utilisé en tant que constituant d'interopérabilité, doit être conforme à cette STI.

P.1.2. Valve relais de charge variable et dispositif vide/chargé

Point ouvert

P.1.2.1. Valve relais de charge variable

L'évaluation de la conception du constituant d'interopérabilité qu'est la valve relais autovariable est décrite ci après, sa spécification étant décrite dans la STI aux points 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air et ses caractéristiques étant décrites à l'annexe I, point I.2.1.

Le relais doit être soumis aux essais en fonctionnement à des températures comprises entre - 25 à + 45 °C, en tant que composant individuel et pour les caractéristiques suivantes:

- temps de serrage et de desserrage portant sur la gamme complète des charges et conformes au point 4.2.4.1.2.2 de cette STI,
- serrage et desserrage graduels des freins (au minimum 5 paliers),
- variations de la pression de sortie en fonction de la variation du signal représentant la charge,
- temps de réponse suite à variation du signal représentant la charge. Changement dans la minute,
- absence de fuites à des températures en fonctionnement allant de — 25 à + 45 °C.

Les résultats d'essais à des températures de - 25 à + 45 °C ne doivent pas affecter le fonctionnement du véhicule ou du train.

La valve relais doit être soumise aux essais à des températures extrêmes de - 40 à - 25 °C et/ou + 45 à + 70 °C en tant que composant individuel et pour les caractéristiques ci-dessus. Les résultats d'essais à ces températures extrêmes peuvent être différents de ceux obtenus à des températures de - 25 °C à + 45 °C mais ne doivent pas affecter l'exploitabilité du train.

L'évaluation de la valve relais autovariable dans le système est réalisée lorsqu'elle est incorporée dans un système de freinage disposant d'un distributeur de frein interopérable.

Les essais suivants doivent porter sur un wagon choisi au hasard, équipé avec au moins une valve relais autovariable. Les changements de charge doivent être faits tant à la montée qu'à la descente et sur la totalité de la plage, en déplaçant le véhicule avant chaque ensemble de mesures qui succède à un changement de charge.

- vérification des pourcentages de masses freinées pour une vitesse de circulation à 120 km/h. Une dégradation progressive allant de 100 % à 90 % de la masse freinée est autorisée pour des wagons freinés par semelles pour une augmentation de la charge par essieu de 18 à 20 tonnes conformément à cette STI,
- vérification des pourcentages de masses freinées pour une vitesse de circulation à 100 km/h. Une dégradation progressive du pourcentage de la masse freinée de 100 % à 65 % est autorisée pour les wagons au fur et à mesure que leur charge augmente depuis 65 % du poids maximal autorisé (14,5 tonnes de charge à l'essieu pour un wagon conçu pour une charge à l'essieu à 22,5 tonnes) jusqu'au poids maximal conformément à cette STI. La masse freinée d'un wagon équipé de semelles de frein en fonte ne doit pas dépasser 18 tonnes conformément à la réglementation technique internationale recouvrant actuellement les états membres,

- temps de serrage et de desserrage dans la gamme complète des charges,
- serrage et desserrage graduels des freins (au minimum 5 paliers),
- variations de la pression de sortie en fonction des variations du signal représentant la charge,
- temps de réponse suite à une variation du signal représentant la charge,
- impact et variation de la charge sur de brèves périodes n'affectant pas un réajustement de la charge,
- fuites.

Des essais de circulation en ligne doivent être réalisés pour vérifier que:

- l'équipement est insensible à des variations de charge aléatoires résultant de la circulation du véhicule,
- les pourcentages de masses freinées pour (i) à vide, (ii) à demi chargé, (iii) chargé, correspondant à un pourcentage de masse freinée de 100 % et (iv) à pleine charge. Le pourcentage de masse freinée ne doit pas dépasser 130 % indépendamment de la valeur de la charge, et les wagons freinés par des semelles, circulant à 120 km/h en condition de pleine charge ne doivent pas dépasser 105 %.

P.1.2.2. Valve relais automatique vide/chargé

L'évaluation de la conception de la valve relais automatique vide/chargé comme constituant d'interopérabilité, est décrite ci après alors que sa spécification se trouve décrite dans la STI, aux points 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air et pour ses caractéristiques à l'annexe I, point I.2.2.

Le relais sera soumis aux essais en fonctionnement à des températures comprises entre - 25 et + 45 °C, en tant que composant individuel et pour les caractéristiques suivantes:

- temps de serrage et de desserrage dans la gamme complète des charges,
- serrage et desserrage graduels des freins (au minimum 5 paliers),
- variations de la pression de sortie en fonction des variations du signal représentant la charge,
- temps de réponse suite à variation du signal représentant la charge,
- absence de fuites en fonctionnement à des températures de - 25 à + 45 °C.

Les résultats d'essai à des températures de - 25 à + 45 °C ne doivent pas affecter l'exploitation du train.

La valve relais doit être soumise aux essais à des températures extrêmes de - 40 à - 25 °C et/ou + 45 à + 70 °C en tant que composant individuel et pour les caractéristiques ci-dessus. Les résultats d'essais à ces températures extrêmes peuvent être différents de ceux obtenus à des températures de - 25 °C à + 45 °C mais ne doivent pas affecter l'exploitabilité du train.

L'évaluation de la valve relais automatique vide/chargé dans le système doit être réalisée lorsqu'elle est incorporée dans un système de freinage disposant d'un distributeur de frein interopérable. Les essais sont réalisés sur un wagon individuel équipé d'au moins une valve relais automatique vide/chargé. Les essais sont réalisés dans les conditions à vide et chargé. Le véhicule est progressivement chargé et déchargé afin de s'assurer que le mécanisme de changement fait le transfert du mode «chargé» au mode «vide», à la montée et à la descente, dans une plage de ± 5 % du poids de transition. Pour les cas où les équipements sont conçus pour fonctionner avec des charges variables avec le dispositif vide/chargé, des essais en ligne seront faits avec des charges variant aux alentours du poids de transition pour s'assurer que le mécanisme n'est pas affecté par des variations de charges aléatoires en service normal. Les essais statiques sont réalisés sur un véhicule individuel dans un train dont la composition est de 15 wagons à 4 essieux, tous équipés de distributeurs interopérables. Si les résultats d'essai sont conformes aux exigences ci dessus, alors les essais dynamiques peuvent être entrepris sur un véhicule individuel. Ces essais comprennent:

- temps de serrage et de desserrage dans les deux modes,
- serrage et desserrage graduels des freins (au minimum 5 paliers),
- temps d'application du frein dans les deux modes,
- temps de relâche du frein dans les deux modes,
- variations de la pression de sortie en fonction des variations du signal représentant la charge,

- temps de réponse suite à variation du signal représentant la charge,
- fuites.

Des essais en ligne peuvent être réalisés s'ils sont exigés par l'organisme notifié.

P.1.3. Dispositif de protection anti-enrayage

Point ouvert

L'évaluation de la conception du constituant d'interopérabilité qu'est le dispositif d'anti-enrayage est décrite ci-après alors que sa spécification est décrite à la STI aux points 4.2.4.1.2.6 Protection anti-enrayage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air et que ses caractéristiques sont décrites à l'annexe I, point I.3.

Les essais de l'anti-enrayage sont réalisés soit sur un véhicule moderne à 4 essieux, soit sur un banc d'essai validé, qui représente fidèlement la géométrie de la voie, les conditions d'adhérence, les paramètres du véhicule, etc. et, validé par rapport à un véhicule moderne à quatre essieux.

Si le véhicule d'essai est équipé de quelconques types de freins indépendants de l'adhérence, ils doivent être isolés. Lorsque ces freins sont activés, l'anti-enrayage doit fonctionner correctement: des essais sont exigés pour confirmer ce point. Le véhicule d'essai doit avoir un système de freins représentatif du système pour lequel l'anti-enrayage a été conçu (pour des disques et/ou des semelles).

Au minimum, les grandeurs suivantes doivent être mesurées et enregistrées tout au long de l'essai du dispositif d'anti-enrayage:

- la vitesse du véhicule,
- la vitesse des essieux pris individuellement,
- les pressions au cylindre de frein,
- la décélération du véhicule,
- la pression au réservoir auxiliaire,
- les temps,
- le début du freinage,
- l'activation des valves de purge,
- la distance d'arrêt,
- le temps d'arrêt.

La réalisation des essais doit être conduite conformément à cette STI.

P.1.4. Régleur du jeu

L'évaluation du composant d'interopérabilité qu'est le régleur du jeu doit être fait pour s'assurer que sa résistance mécanique est adaptée à la charge à transmettre. Des régleurs du jeu interopérables sont représentés en annexe I, point I.4 avec leurs charges autorisées maximales. L'évaluation doit aussi garantir que la distance entre parties du couple de frottement est préservée dans des limites raisonnables afin que ces parties ne viennent pas en contact sans freinage, que les caractéristiques de freinage sont conservées et que la performance de freinage est garantie.

Un essai d'endurance doit être entrepris pour démontrer l'adéquation du composant dans son exploitation sur des véhicules ferroviaires et pour vérifier les exigences de la maintenance par rapport à la vie opérationnelle prévue. Il est réalisé à la charge réglée au maximum en parcourant cycliquement la plage totale des réglages.

P.1.5. Cylindre de frein/actionneur

L'évaluation de la conception du composant d'interopérabilité qu'est le cylindre de frein/actionneur est décrite ci-après alors que sa spécification est décrite à la STI aux points 4.2.4.1.2.2 Puissance de freinage, 4.2.4.1.2.8 Frein de stationnement, 4.2.4.1.2.5 Limites d'énergie disponible et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air et que ses caractéristiques sont décrites à l'Annexe I, point I.5.

La résistance mécanique doit être évaluée pour s'assurer qu'il est adapté pour ce qui concerne la charge mécanique qu'il doit transmettre, ses fixations mécaniques et les pressions d'air employées, y compris en situation de surcharges de pression dues à des anomalies. Un contrôle dimensionnel complet est réalisé. Des cylindres de frein interchangeables sont représentés en annexe I, point I.5 avec leurs dimensions acceptables.

Le cylindre de frein/actionneur doit être essayé. Les caractéristiques soumises à essai sont:

- absence de fuite en position de course minimale et maximale, avec une basse pression d'entrée (environ 0,35 bar) pour des températures de - 25 à + 45 °C,
- absence de fuite en position de course minimale ou maximale, avec une pression d'entrée élevée (au minimum 3,8 bars) pour des températures de - 25 à + 45 °C,
- course maximale prévue au plan,
- pression nécessaire pour déplacer la tige assurant l'effort, au commencement du déplacement et au point où la pleine course est atteinte.

Les résultats d'essai à des températures de - 25 à + 45 °C ne doivent pas affecter l'exploitation du train.

Le cylindre de frein doit être soumis aux essais en fonctionnement à des températures extrêmes de - 40 à 25 °C et de + 45 à + 70 °C, en tant que composant individuel et pour les caractéristiques ci dessus. Les résultats d'essais à ces températures extrêmes peuvent être différents de ceux obtenus à des températures de - 25 °C à + 45 °C mais ne doivent pas affecter l'exploitabilité du train.

Si le cylindre de frein est muni d'un régleur de jeu, alors les caractéristiques énumérées en P1.4 doivent être évaluées.

Un essai d'endurance doit être entrepris pour démontrer l'adéquation du cylindre de frein ou actionneur à son exploitation sur un véhicule ferroviaire et pour vérifier les exigences de la maintenance par rapport à la vie opérationnelle prévue. Il est réalisé avec la charge réglée à son maximum en parcourant cycliquement la plage totale des courses (et gamme de réglages pour ceux qui sont munis d'un régleur de jeu).

P.1.6. Demi accouplement pneumatique

Le demi accouplement pneumatique doit être contrôlé totalement au niveau dimensionnel pour s'assurer de sa conformité avec les détails repris à l'annexe I, point I.6, et avec les dessins du constructeur. Un échantillon représentatif de 10 individus issus d'un lot minimal de 25, est soumis aux essais en fonctionnement à des températures de - 25 et de + 45 °C, au niveau de l'accouplement ainsi que pour s'assurer de l'absence de fuites sous une pression de 10 bars.

Le demi accouplement pneumatique doit être soumis aux essais en fonctionnement à des températures extrêmes de - 40 à - 25 °C et/ou + 45 à + 70 °C, en tant que composant individuel et pour les caractéristiques ci dessus. Les résultats d'essais à ces températures extrêmes peuvent être différents de ceux obtenus à des températures de - 25 °C à + 45 °C mais ne doivent pas affecter l'exploitabilité du train.

P.1.7. Robinet d'arrêt

Point ouvert

L'évaluation de la conception des robinets d'arrêt est décrite ci après, les caractéristiques sont décrites à l'annexe I, point I.7.

Contrôle des caractéristiques physiques et géométriques: Les exigences de l'annexe I, points I.7.4, I.7.7 ainsi que les figures I.7.2 à I.7.5 doivent, le cas échéant, être vérifiées.

La réalisation des essais doit être conduite conformément à cette STI.

P.1.8. Dispositif d'isolement du distributeur

L'évaluation de la conception du composant d'interopérabilité qu'est le dispositif d'isolement du distributeur est décrite ci après alors que ses caractéristiques sont décrites à l'annexe I, point I.8.

Le dispositif d'isolement doit être essayé et contrôlé comme suit:

- mouvement de la poignée,
- absence de fuite du robinet lorsqu'il est fermé et en fonctionnement à des températures comprises entre - 25 à + 45 °C,
- absence de fuite à l'atmosphère en provenance du robinet lorsqu'il est ouvert ou fermé avec une faible pression d'entrée d'une valeur de 0,35 bar,

- absence de fuite à l'atmosphère en provenance du robinet lorsqu'il est ouvert ou fermé avec une pression d'entrée élevée d'une valeur de 7 bars.

Le dispositif d'isolement du distributeur doit être soumis aux essais à des températures extrêmes de - 40 à - 25 °C et/ou + 45 à + 70 °C en tant que composant individuel et pour les caractéristiques ci dessus. Les résultats d'essais en fonctionnement à ces températures extrêmes peuvent être différents de ceux obtenus à des températures de - 25 °C à + 45 °C mais ne doivent pas affecter l'exploitabilité du train.

P.1.9. Garnitures de frein

Les procédures d'essais destinées à être utilisées pour l'évaluation de la conception des composants d'interopérabilité que sont les garnitures de freins et les disques doivent être rédigées en accord avec cette STI.

P.1.10. Semelles de frein

La procédure d'essai destinée à être utilisée pour l'évaluation de la conception des composants d'interopérabilité que sont les semelles de freins doit être rédigée en accord avec la spécification des exigences énoncées à l'annexe I, point I.10.2. Cette spécification reste un point ouvert en ce qui concerne les semelles en matériaux composites.

Les semelles de frein en matériaux composites qui sont déjà en service, ont subi avec succès l'évaluation selon le paragraphe P.2.10.

L'UIC maintient la liste de semelles composites approuvées (y compris les restrictions géographiques et conditions d'utilisation visées aux paragraphes P.1.10 et P.2.10).

P.1.11. Valve accélératrice

Point ouvert

Les procédures d'essais destinées à être utilisées pour l'évaluation de la conception du composant d'interopérabilité qu'est la valve accélératrice doivent être rédigées conformément à cette STI.

P.1.12. Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé

Point ouvert

P.1.12.1. Détecteur automatique de charge

L'évaluation de la conception du détecteur automatique de charge est décrite ci-après, les caractéristiques de la valve sont précisées à l'annexe I, point I.12.1. Les essais qui doivent démontrer la conformité sont énumérés ci-dessous:

- essai statique de pression de sortie avec des montées et des descentes de la charge,
- essai en circulation pour démontrer que des chocs ou des variations n'affectent pas l'effort de freinage en sortie,
- essai en circulation pour démontrer que la consommation d'air n'est pas excessive et n'affecte pas le fonctionnement normal du système de freinage.

La réalisation des essais doit être conduite conformément à cette STI.

P.1.12.2. Dispositif de changement de régime vide/chargé

L'évaluation de la conception du dispositif de changement de régime vide/chargé est décrite ci après, les caractéristiques de la valve sont décrites dans l'annexe I, point I.12.2. Les essais qui doivent démontrer la conformité sont énumérés ci dessous:

- essai statique indiquant le changement en sortie, en relation avec le dispositif de mesure du déplacement ou de variation de la charge,
- essai statique indiquant le temps de réponse du signal de sortie provoqué par le dispositif de mesure du déplacement, qui doit provoquer une modification en sortie s'il y a plus que 3 secondes,
- essai en circulation pour démontrer que les chocs et les variations n'affectent pas le signal de sortie,

- essai en circulation pour démontrer que la consommation d'air n'est pas excessive et n'affecte pas le fonctionnement normal du système de freinage.

La réalisation des essais doit être conduite conformément à cette STI.

P.2. ÉVALUATION DU PRODUIT

P.2.1. Distributeur

Chaque distributeur doit être essayé. Ses caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I.1 et celles devant être soumises aux essais sont énumérées ci dessous:

- la progressivité du serrage et du desserrage des freins,
- le temps de serrage des freins,
- le temps de desserrage des freins,
- la valve de desserrage manuel du distributeur
- le fonctionnement automatique,
- le degré de sensibilité et d'insensibilité,
- les fuites,
- le temps de remplissage du réservoir (auxiliaire),
- le temps de remplissage du réservoir de commande (ne s'applique pas aux distributeurs commandés électriquement ou électroniquement).

P.2.2. Valve relais autovariable et dispositif vide/chargé

Chaque valve doit être essayée. Les caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I.2 et celles devant être soumises aux essais sont énumérées ci dessous:

- le serrage et desserrage graduels des freins (au minimum 5 paliers),
- le temps de serrage des freins,
- le temps de desserrage des freins,
- les variations de la pression de sortie en fonction des variations du signal représentant la charge,
- le temps de réponse suite à variation du signal représentant la charge,
- l'absence de changement en pression de sortie lors de variations du signal de charge pendant un freinage (uniquement sur charge variable),
- les fuites.

P.2.3. Dispositif de protection anti-enrayage

Chaque unité de commande de l'anti-enrayage, ses capteurs et ses valves de purge doivent être essayés. Les caractéristiques du dispositif d'anti-enrayage sont décrites en 4.2.4.1.2.6 Protection anti-enrayage et 4.2.4.1.2.7 Alimentation en air et spécifiées à l'annexe I, point I.3. Ces caractéristiques peuvent être essayées via un programme d'autotest qui assure la présentation des anomalies diagnostiquées pour identifier toute défaillance. Des défaillances aléatoires peuvent être introduites pour contrôler l'autotest.

P.2.4. Régleur du jeu

Chaque régleur de jeu doit être essayé. Les caractéristiques soumises à essai sont:

- le rattrapage de jeu maximal,

- le maintien de la valeur du jeu,
- le rattrapage incrémental,
- le débattement lorsqu'il n'y a plus d'espace libre pour obtenir la valeur du jeu (uniquement sur les unités à double action),
- la capacité à remettre à la longueur minimale (par contraction du régleur) ou maximale (par extension du régleur).

P.2.5. Cylindre de frein/actionneur

Chaque cylindre de frein doit être essayé. Les caractéristiques soumises à essai sont:

- l'absence de fuite au maximum ou au minimum de la course avec pression d'entrée basse,
- l'absence de fuite au minimum et au maximum de la course avec pression d'entrée élevée,
- la course maximale,
- pression nécessaire pour déplacer la tige de commande,

Si le cylindre de frein/actionneur est muni d'un régleur du jeu alors les caractéristiques énumérées en P.2.4 doivent être essayées.

P.2.6. Demi accouplement pneumatique

Chaque demi accouplement pneumatique doit être essayé pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuite à 10 bars.

P.2.7. Robinet d'arrêt

Chaque robinet d'arrêt doit être essayé. Les caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I.7 et celles soumises à l'essai sont énumérées ci dessous:

- le mouvement de la poignée,
- le couple,
- l'absence de fuite en provenance du robinet lorsqu'il est fermé,
- l'absence de fuite provenant du robinet à l'atmosphère lorsque le robinet est ouvert ou fermé avec une basse pression d'entrée,
- l'absence de fuite provenant du robinet à l'atmosphère lorsque le robinet est ouvert ou fermé avec une pression d'entrée de 10 bars,
- la mise à l'atmosphère par le robinet du côté du boyau de frein.

P.2.8. Dispositif d'isolement du distributeur

Chaque dispositif d'isolement doit être essayé. Leurs caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I.8 et celles soumises à essai sont énumérées ci dessous:

- le mouvement de la poignée,
- l'absence de fuite en provenance du robinet lorsqu'il est fermé,
- l'absence de fuite à l'atmosphère lorsque le robinet est ouvert ou fermé avec une pression basse en entrée,
- l'absence de fuite à l'atmosphère provenant du robinet lorsqu'il est ouvert ou fermé avec une pression d'entrée élevée.

P.2.9. Garnitures de freins

Des échantillons provenant de chaque lot de garnitures doivent être vérifiés en dimensionnel.

P.2.10. Semelles de frein

- Évaluation de la géométrie

Des échantillons de chaque lot de semelles doivent être vérifiés du point de vue dimensionnel.

- Procédure d'évaluation des semelles en matériaux composites.

La procédure d'essai est un point ouvert.

Les essais réalisés par l'UIC pour l'évaluation pendant la période transitoire doivent comprendre au moins:

Des essais au banc et l'analyse correspondante

Les semelles de freins en matériaux composites doivent être évaluées sur la base d'une procédure d'essai normalisée et au moyen d'un banc d'essai également normalisé (ERRI B126/RP 18, 2. version, mars 2001). Les critères suivants doivent être vérifiés:

- la performance de la semelle de frein à l'état sec et humide ainsi qu'en freinage de maintien,
- la probabilité d'enlèvement de métal de la roue,
- la performance dans des conditions météorologiques hivernales défavorables (par exemple, neige, givre, basses températures),
- la performance en cas de défaillance des freins (freins bloqués),
- l'évaluation des effets sur la résistance électrique de l'essieu monté (y compris un essai spécifique de compatibilité avec les circuits de voie des divers pays où le véhicule peut être appelé à circuler).

Évaluation en chambre d'essai climatique

Avant de procéder aux essais de performance des freins sur le véhicule, les semelles de freins en matériaux composites doivent satisfaire à un programme d'essais au banc tel que décrit ci-dessus.

Des essais de performances des freins sur le sous-système:

Les semelles de freins en matériaux composites doivent être:

- évaluées selon l'annexe S de cette STI,
- éprouvées en exploitation sur les réseaux d'Europe du Nord sur une période hivernale complète,
- évaluées en termes de rugosité de surface des roues pour la conformité aux niveaux des bruits prescrits par la STI,
- évaluées en termes d'effets sur la résistance électrique de l'essieu monté.

L'évaluation en service des produits innovants doit être réalisée conformément au point 6 et à l'annexe Q.

P.2.11. Valve accélératrice

Chaque valve accélératrice doit être essayée. Les caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I.11.

P.2.12. Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé**P.2.12.1. Détecteur automatique de charge**

Chaque détecteur doit être essayé. Ses caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I.12.1 et celles soumises à essais sont énumérées ci-dessous:

- la pression de sortie avec charges montantes et descendantes,
- l'absence de fuites.

P.2.12.2. Dispositif de changement vide/chargé

Chaque dispositif de changement doit être essayé. Ses caractéristiques sont précisées à l'annexe I, point I 12.2 et celles soumises à essai sont énumérées ci dessous:

- le changement en sortie en relation avec le dispositif de mesure du déplacement ou de la variation de la charge,
- le temps de réponse du signal de sortie provoqué par le dispositif de mesure du déplacement, qui doit conduire à un changement en sortie pour un délai de plus de 3 secondes,
- l'absence de fuite.

P.3. CARACTÉRISTIQUE DE LA PROCÉDURE D'ESSAI

Caractéristiques de la procédure d'essai		
No	Caractéristiques	Valeur limite
	Première course en pourcentage de la pression maximale de la semelle pour des freins «marchandises».	Environ 10 %
	Une surpression à 6 bars de la conduite générale suite à un freinage de service complet, ne doit pas déclencher un serrage des freins si cette pression est maintenue pendant:	Réglage train de voyageurs jusqu'à 40 secondes <u>Réglage train de marchandises</u> jusqu'à 10 secondes
	Vitesse de réaction en cas de freinage d'urgence.	Supérieure ou égale à 250 m/s
	Temps de serrage après un freinage complet.	Réglage train de voyageurs jusqu'à 25 secondes <u>Réglage train de marchandises</u> jusqu'à 70 secondes
	Remplissage inégal, les freins étant desserrés.	6 bars pendant 2 secondes. (minimum). Retour de 6 bars à 5,2 bars en 1 seconde: les freins ne doivent pas être en fonctionnement au cours de cet essai.
	Inépuisabilité. Pourcentage de réduction de la pression moyenne dans le cylindre de frein.	Maximum 15 %
	Le fonctionnement du frein sans perturbations et conforme à cette STI: serrage d'urgence, serrage complet, serrage gradué, desserrage graduable.	L'essai doit démontrer l'absence de perturbations et la conformité aux différentes configurations de freinage.
	Compensation automatique des fuites au niveau des cylindres de frein.	En freinage de service et d'urgence, une fuite de 1 mm de diamètre doit être compensée sans délai.

ANNEXE Q

PROCÉDURES D'ÉVALUATION

des constituants d'interopérabilité

Modules pour les constituants d'interopérabilité:

- Caractéristiques
- Module A: Contrôle interne de la fabrication
- Module A1: Contrôle interne de la conception avec vérification sur produits
- Module B: Examen de type
- Module C: Conformité au type
- Module D: Système de gestion de la qualité de la production
- Module F: Vérification sur produits
- Module H1: Système de gestion de la qualité complet
- Module H2: Système de gestion de la qualité complet avec contrôle de la conception
- Module V: Validation de type par expérimentation en service (aptitude à l'emploi)

Caractéristiques

Les caractéristiques des constituants interopérabilité à évaluer dans les phases correspondantes de conception et de production sont repérées par un «X» dans le tableau Q.1.

Tableau Q.1

Caractéristiques à évaluer	Évaluation dans la phase suivante					
	Phase de conception et de développement				Phase de production	Modules
	Revue de conception	Revue du processus de production	Essais du type	Expérimentation en service (Module V)	Séries	
Tampons conventionnels					X	A, H1
Tampons de conception nouvelle	X	X	X		X	B + F, B + D, H1
Attelage à vis conventionnel			X		X	A, H1
Décalcomanies pour le marquage			X		X	A, B + C, H1
Bogie et organes de roulements conventionnels					X	A1, H1,
Bogie et organes de roulement de conception nouvelle	X	X	X	X	X	B + D, B + F, H2, V
Essieux montés conventionnels					X	A1, H1,
Essieux montés de conception nouvelle	X	X	X	X	X	B + D, B + F, H2, V
Roues conventionnelles					X	A1, H1,

Caractéristiques à évaluer	Évaluation dans la phase suivante					
	Phase de conception et de développement				Phase de production	Modules
	Revue de conception	Revue du processus de production	Essais du type	Expérimentation en service (Module V)	Séries	
Roues de conception nouvelle	X	X	X	X	X	B + D, B + F, H2, V
Axes conventionnels					X	A1, H1,
Axes de conception nouvelle	X	X	X	X	X	B + D, B + F, H2, V
Roulements conventionnels					X	A1, H1,
Roulements de conception nouvelle	X	X	X	X	X	B + D, B + F, H2
Distributeur ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois après modification d'un modèle existant ou 24 mois pour les autres cas		B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Valve relais de charge variable ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Dispositif d'anti-enrayage ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Régleur automatique du jeu ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Cylindre de frein/actionneur ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Valve relais pour changement automatique vide/chargé ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Demi accouplements pneumatiques ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Robinet d'arrêt ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Dispositif d'isolement du distributeur ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Disque et garniture de frein ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Semelles de frein ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Accélérateur de vidange de la conduite générale ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Détecteur automatique de charge ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾
Mécanisme de changement de régime vide/chargé ⁽¹⁾	X	X	X	12 mois	X	B + D, B + F, H2, V ⁽²⁾

⁽¹⁾ Pour un constituant d'interopérabilité déjà admis, l'évaluation est limitée au test d'intégration quand il est monté sur le sous-système (nouveau wagon) et aux essais de série durant la phase de production.

⁽²⁾ Quand un résultat pour un module est valable pour un autre module, il n'est pas nécessaire de répéter le test.

⁽³⁾ L'évaluation du processus de fabrication n'est pas nécessaire pour un nouveau constituant d'interopérabilité ou pour un type différent de constituant s'il n'y a qu'une petite ou aucune différence par rapport à un processus de fabrication existant déjà évalué, par exemple pour un distributeur et un dispositif de changement de régime vide/chargé.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ**Module A: Contrôle interne de la fabrication**

1. Ce module décrit la procédure par laquelle le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté qui remplit les obligations prévues au point 2, assure et déclare que le constituant d'interopérabilité concerné satisfait aux exigences de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant établit la documentation technique décrite au point 3.
3. La documentation technique doit permettre l'évaluation de la conformité du constituant d'interopérabilité aux exigences de la présente STI. Elle devra couvrir, dans la mesure nécessaire à cette évaluation, la conception, la fabrication, la maintenance et le fonctionnement du constituant d'interopérabilité. Elle contient, dans la mesure nécessaire à l'évaluation:
 - une description générale du constituant d'interopérabilité,
 - les éléments de conception et de fabrication, par exemple les dessins et schémas des composants, sous-ensembles, circuits, etc.,
 - les descriptions et explications nécessaires à la compréhension de l'étude et des données de fabrication, de la maintenance et du fonctionnement du constituant d'interopérabilité,
 - les spécifications techniques, y compris les spécifications européennes ⁽¹⁾ avec les clauses correspondantes, appliquées en tout ou partie,
 - une description des solutions adoptées pour satisfaire aux exigences de la présente STI lorsque les spécifications européennes n'ont pas été appliquées dans leur totalité,
 - les résultats des calculs de conception, les contrôles effectués, etc.,
 - les rapports d'essais.
4. Le fabricant prend toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication assure la conformité de chaque constituant d'interopérabilité fabriqué avec la documentation technique visée au point 3 et avec les exigences de la STI qui lui sont applicables.
5. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration de conformité écrite pour le constituant d'interopérabilité. Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'article 13, point 3 et à l'annexe IV, point 3 de la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés. La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:
 - les références de la directive (directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
 - le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
 - la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
 - l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
 - toutes les impositions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
 - la référence à la présente STI ainsi qu'aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes,
 - l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

6. Le fabricant ou son mandataire conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité avec la documentation technique pendant une durée de dix ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

7. Si, en plus de la déclaration «CE» de conformité, une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est requise par la STI, cette déclaration devra être ajoutée après avoir été établie par le fabricant dans les conditions du module V.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

Module A1: Contrôle interne de la conception avec vérification sur produits

1. Ce module décrit la procédure par laquelle le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté qui remplit les obligations prévues au point 2, assure et déclare que le constituant d'interopérabilité concerné satisfait aux exigences de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant établit la documentation technique décrite au point 3.
3. La documentation technique doit permettre l'évaluation de la conformité du constituant d'interopérabilité aux exigences de la présente STI.

La documentation technique devra fournir la démonstration que l'étude du constituant interopérabilité, déjà acceptée avant la mise en œuvre de la présente STI, est en conformité avec la STI et que le constituant d'interopérabilité a été utilisé en service dans le même domaine d'utilisation.

Elle couvre, dans la mesure nécessaire à cette évaluation, la conception, la fabrication, la maintenance et le fonctionnement du constituant d'interopérabilité. Elle contient, dans la mesure nécessaire à l'évaluation:

- une description générale du constituant d'interopérabilité et ses conditions d'utilisation,
 - les éléments de conception et de fabrication, par exemple les dessins et schémas des composants, sous-ensembles, circuits, etc.,
 - les descriptions et explications nécessaires à la compréhension de l'étude et des données de fabrication, de la maintenance et du fonctionnement du constituant d'interopérabilité,
 - les spécifications techniques, y compris les spécifications européennes ⁽¹⁾ avec les clauses correspondantes, appliquées en tout ou partie,
 - une description des solutions adoptées pour satisfaire aux exigences de la présente STI lorsque les spécifications européennes rappelées dans les STI n'ont pas été appliquées dans leur totalité,
 - les résultats des calculs de conception, les contrôles effectués, etc.,
 - les rapports d'essais.
4. Le fabricant prend toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication assure la conformité de chaque constituant d'interopérabilité fabriqué avec la documentation technique visée au point 3 et avec les exigences de la STI qui lui sont applicables.
 5. L'organisme notifié, choisi par le fabricant, effectue les examens et essais appropriés afin de vérifier la conformité des constituants d'interopérabilité fabriqués avec le type décrit dans la documentation technique visée au point 3 et avec les exigences de la STI. Le fabricant ⁽²⁾ peut choisir une des procédures suivantes:
 - 5.1. Vérification par contrôle et essai de chaque constituant d'interopérabilité.
 - 5.1.1. Tous les produits doivent être examinés individuellement et des essais appropriés doivent être effectués afin de vérifier la conformité des produits avec la documentation technique et avec les exigences de la STI qui leur sont applicables. Lorsqu'un essai n'est pas défini dans la STI (ou dans une norme européenne, rappelée dans la STI), les spécifications européennes pertinentes, ou des essais équivalents, sont applicables.
 - 5.1.2. L'organisme notifié établit pour les produits approuvés un certificat de conformité écrit relatif aux essais effectués.

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

⁽²⁾ Au besoin, la diligence du fabricant peut être limitée à des constituants spécifiques. Dans ce cas, le processus correspondant de vérification requis pour le constituant d'interopérabilité est spécifié dans la STI (ou dans ses annexes).

5.2. Vérification statistique.

- 5.2.1. Le fabricant présente ses constituants d'interopérabilité sous la forme de lots homogènes et prend toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication assure l'homogénéité de chaque lot produit.
 - 5.2.2. Tous les constituants d'interopérabilité doivent être disponibles à des fins de vérification sous la forme de lots homogènes. Un échantillon est prélevé au hasard sur chaque lot. Tous les constituants d'interopérabilité formant un échantillon sont examinés individuellement, et des essais appropriés sont effectués pour vérifier la conformité des produits avec le type décrit dans la documentation technique et avec les exigences de la STI qui leur est applicables et pour déterminer l'acceptation ou le rejet du lot. Lorsqu'un essai n'est pas défini dans la STI (ou dans une norme européenne, rappelée dans la STI), les spécifications européennes pertinentes, ou des essais équivalents, sont applicables.
 - 5.2.3. La procédure statistique doit utiliser les éléments appropriés (méthode statistique, plan d'échantillonnage, etc.) en fonction des caractéristiques à évaluer qui sont spécifiées dans la STI.
 - 5.2.4. Pour les lots acceptés, l'organisme notifié établit un certificat écrit de conformité relatif aux essais effectués. Tous les constituants d'interopérabilité du lot peuvent être mis sur le marché, à l'exception des constituants d'interopérabilité de l'échantillon dont on a constaté qu'ils n'étaient pas conformes.
 - 5.2.5. Si un lot est rejeté, l'organisme notifié ou l'autorité compétente prend les mesures appropriées pour empêcher la mise sur le marché de ce lot. En cas de rejet fréquent de lots, l'organisme notifié peut suspendre la vérification statistique.
6. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit la déclaration «CE» de conformité pour le constituant d'interopérabilité.

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3 de la directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
- le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
- la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
- l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
- toutes les impositions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
- le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie en ce qui concerne la conformité et la date des certificats d'examen avec indication de la durée et des conditions de validité de ces certificats,
- la référence à la présente STI ainsi qu'aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes,
- l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.

Le certificat visé est le certificat de conformité mentionné au point 5. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté doit être en mesure de présenter sur demande les certificats de conformité de l'organisme notifié.

7. Le fabricant ou son mandataire conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité avec la documentation technique pendant une durée de dix ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

8. Si, en plus de la déclaration «CE» de conformité, une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est requise par la STI, cette déclaration devra être ajoutée après avoir été établie par le fabricant dans les conditions du module V.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ**Module B: Examen de type**

1. Ce module décrit la partie de la procédure par laquelle un organisme notifié constate et atteste qu'un type, représentatif de la production considérée, satisfait aux dispositions de la STI qui s'y appliquent.
2. La demande «CE» d'examen de type doit être introduite par le fabricant ou par son mandataire établi dans la Communauté.

La demande doit comprendre:

- le nom et l'adresse du fabricant, ainsi que le nom et l'adresse du mandataire si la demande est introduite par celui-ci,
- une déclaration écrite précisant que la même demande n'a pas été introduite auprès d'un autre organisme notifié,
- la documentation technique décrite au point 3.

Le demandeur met à la disposition de l'organisme notifié un spécimen représentatif de la production en question, ci-après dénommé «type».

Un type peut couvrir plusieurs versions du constituant d'interopérabilité à la condition que les différences entre les versions ne mettent pas en cause les dispositions de la STI.

L'organisme notifié peut demander d'autres spécimens si le programme d'essai le requiert.

Si la procédure de l'examen de type ne demande pas d'essais de type et si le type est suffisamment défini par la documentation technique visée au point 3, l'organisme notifié peut accepter qu'il n'y ait pas de spécimens mis à sa disposition.

3. La documentation technique doit permettre l'évaluation de la conformité du constituant d'interopérabilité avec les exigences de la STI. Elle doit couvrir, dans la mesure nécessaire à cette évaluation, la conception, la fabrication, la maintenance et le fonctionnement du constituant d'interopérabilité.

La documentation technique contient:

- une description générale du type;
- les éléments de conception et de fabrication, par exemple les dessins, les schémas des composants, sous-ensembles, circuits, etc.,
- les descriptions et explications nécessaires à la compréhension de l'étude et des données de fabrication, de la maintenance et du fonctionnement du constituant d'interopérabilité,
- les conditions d'intégration du constituant d'interopérabilité dans son environnement fonctionnel (sous-ensemble, ensemble, sous-système) et les conditions d'interface nécessaires,
- les conditions d'utilisation et de maintenance du constituant d'interopérabilité (restrictions de fonctionnement en durée ou en distance, limites d'usure, etc.),
- les spécifications techniques, y compris les spécifications européennes ⁽¹⁾ avec les clauses correspondantes, appliquées en tout ou en partie,
- une description des solutions adoptées pour satisfaire aux exigences de la présente STI lorsque les spécifications européennes n'ont pas été appliquées dans leur totalité,
- les résultats des calculs de conception, les contrôles effectués, etc.,
- les rapports d'essais.

4. L'organisme notifié doit effectuer les tâches suivantes:

- 4.1. examiner la documentation technique;

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

- 4.2. vérifier que le ou les spécimens nécessaire(s) aux essais ont été fabriqués conformément à la documentation technique et il effectue ou fait effectuer les essais de type conformément aux dispositions de la STI et/ou des spécifications européennes pertinentes;
 - 4.3. si une revue de conception est prévue dans la STI, il examine les méthodes, outils et résultats de la conception afin d'évaluer leur capacité à satisfaire les exigences de conformité du constituant d'interopérabilité à la fin du processus de conception;
 - 4.4. si une revue du processus de fabrication est prévue dans la STI, il examine le processus de fabrication prévu pour la réalisation du constituant d'interopérabilité afin d'évaluer sa contribution à la conformité du produit et/ou il examine la revue effectuée par le fabricant à la fin du processus de conception;
 - 4.5. identifier les éléments qui ont été conçus conformément aux dispositions applicables de la STI et des spécifications européennes ainsi que les éléments dont la conception ne s'appuie pas sur les dispositions appropriées desdites spécifications européennes;
 - 4.6. effectuer ou faire effectuer les contrôles appropriés et les essais nécessaires conformément aux points 4.2, 4.3 et 4.4 pour vérifier si, dans le cas où le fabricant a choisi d'appliquer les spécifications européennes entrant en ligne de compte, celles-ci ont été réellement appliquées;
 - 4.7. effectuer ou faire effectuer les contrôles appropriés et les essais nécessaires conformément aux points 4.2, 4.3 et 4.4 pour vérifier si les solutions adoptées par le fabricant satisfont aux exigences de la STI lorsque les spécifications européennes pertinentes n'ont pas été appliquées;
 - 4.8. convenir avec le demandeur de l'endroit où les contrôles et les essais nécessaires seront effectués.
5. Lorsque le type satisfait aux dispositions de la STI, l'organisme notifié délivre un certificat d'examen de type au demandeur. Le certificat comporte le nom et l'adresse du fabricant, les conclusions du contrôle, les conditions de validité du certificat et les données nécessaires à l'identification du type approuvé.

La durée de validité ne peut pas excéder 5 ans.

Une liste des parties significatives de la documentation technique est annexée au certificat et une copie est conservée par l'organisme notifié.

Si l'organisme refuse de délivrer un certificat d'examen de type au fabricant ou à son mandataire établi dans la Communauté, l'organisme notifié motive d'une façon détaillée ce refus.

Une procédure de recours doit être prévue.

6. Le demandeur avise l'organisme notifié qui détient la documentation technique relative au certificat d'examen de type de toutes les modifications au produit approuvé qui nécessitent une nouvelle approbation, lorsque ces modifications peuvent remettre en cause la conformité aux exigences de la STI ou aux conditions d'utilisation prévues du produit. Dans ce cas, l'organisme notifié ne réalisera que les contrôles et essais nécessaires et appropriés à ces modifications. La nouvelle approbation est délivrée sous la forme d'un complément au certificat initial d'examen de type ou bien un nouveau certificat est délivré après retrait de l'ancien certificat.
7. Si aucune modification relevant du point 6 n'a été apportée, la validité d'un certificat arrivant à expiration peut être reconduite pour une nouvelle période. Le demandeur demande la reconduction en donnant confirmation écrite qu'aucune modification n'a été faite et, en l'absence d'information contraire, l'organisme notifié peut proroger la validité de la durée visée au point 5. Cette procédure est renouvelable.
8. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations pertinentes concernant les certificats d'examen de type et les compléments qu'il a délivrés, retirés ou refusés.
9. Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie des certificats d'examen de type et/ou de leurs compléments. Les annexes des certificats (voir § 5) sont tenues à la disposition des autres organismes notifiés.
10. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve avec la documentation technique une copie des certificats d'examen de type et de leurs compléments pendant une durée de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant interopérabilité. Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ**Module C: Conformité au type**

1. Ce module décrit la partie de la procédure par laquelle le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté assure et déclare que le constituant d'interopérabilité concerné est conforme au type décrit dans le certificat d'examen de type et satisfait aux exigences et de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant prend toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication assure la conformité des constituants d'interopérabilité fabriqués avec le type décrit dans le certificat «CE» d'examen de type et avec les exigences de la STI qui leur sont applicables.
3. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3 de la directive 96/48/CE ou de la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
 - le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
 - la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
 - l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
 - toutes les impositions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
 - le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie pour la vérification de conformité au type et la date du certificat «CE» d'examen de type (et de ses compléments) avec indication de la durée et des conditions de validité de ce certificat,
 - la référence à la présente STI et aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes ⁽¹⁾,
 - l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.
4. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité pendant une période de dix ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

5. Si, en plus de la déclaration «CE» de conformité, une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est requise par la STI, cette déclaration devra être ajoutée après avoir été établie par le fabricant dans les conditions du module V.

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ**Module D: Système de gestion de la qualité de la production**

1. Ce module décrit la procédure par laquelle le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté qui remplit les obligations prévues au point 2 assure et déclare que le constituant d'interopérabilité concerné est conforme au type décrit dans le certificat «CE» d'examen de type et satisfait aux exigences de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant applique un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la fabrication et l'inspection et les essais finals du produit, comme spécifié au point 3, et qui sera soumis à la surveillance visée au point 4.
3. Système de gestion de la qualité
- 3.1. Le fabricant introduit une demande d'évaluation de son système de gestion de la qualité auprès d'un organisme notifié de son choix, pour les constituants d'interopérabilité concernés.

La demande doit comprendre:

- toutes les informations pertinentes pour la catégorie de produits représentative des constituants d'interopérabilité concernés,
 - la documentation relative au système de gestion de la qualité,
 - la documentation technique relative au type approuvé et une copie du certificat d'examen de type délivrée à la fin de la procédure d'examen de type définie dans le module B,
 - une déclaration écrite précisant que la même demande n'a pas été introduite auprès d'un autre organisme notifié.
- 3.2. Le système de gestion de la qualité doit garantir la conformité des constituants d'interopérabilité avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI qui leur sont applicables. Tous les éléments, les exigences et les dispositions adoptés par le fabricant doivent être réunis de manière systématique et ordonnée dans une documentation sous la forme de politiques, de procédures et d'instructions écrites. Cette documentation relative au système de gestion de la qualité doit permettre une interprétation uniforme des programmes, des plans, des manuels et des dossiers de qualité.

Elle comprend, en particulier, une description adéquate:

- des objectifs et la structure organisationnelle de la qualité,
 - des responsabilités et pouvoirs dont dispose la direction pour assurer la qualité des produits,
 - des techniques, des processus et des actions systématiques correspondants qui seront utilisés pour la fabrication, le contrôle et la gestion de la qualité,
 - des contrôles, vérifications et essais qui seront effectués avant, pendant et après la fabrication et la fréquence à laquelle ils auront lieu,
 - des dossiers de qualité tels que les rapports d'inspection et données des essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.,
 - des moyens de surveillance permettant de contrôler l'obtention de la qualité requise des produits et le fonctionnement efficace du système de gestion de la qualité.
- 3.3. L'organisme notifié évalue le système de gestion de la qualité pour déterminer s'il satisfait aux exigences visées au point 3.2. Il présume la conformité avec ces exigences si le fabricant met en œuvre un système de gestion de la qualité pour la production, l'inspection et les essais finals en accord avec la norme EN/ISO 9001-2000, qui tient compte de la spécificité du constituant d'interopérabilité pour lequel elle est mise en œuvre.

Dans le cas où le fabricant applique un système de gestion de la qualité, l'organisme notifié en tient compte dans l'évaluation.

L'audit doit être spécifique à la catégorie de produits qui est représentative du constituant d'interopérabilité. L'équipe d'auditeurs comportera au moins un membre expérimenté dans l'évaluation de la technologie du produit concerné. La procédure d'évaluation comporte une visite d'inspection chez le fabricant.

La décision est notifiée au fabricant. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

- 3.4. Le fabricant s'engage à remplir les obligations découlant du système de gestion de la qualité tel qu'il est approuvé et à le maintenir de sorte qu'il demeure adéquat et efficace.

Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté informe l'organisme notifié qui a approuvé le système de gestion de la qualité de toute adaptation envisagée du système de gestion de la qualité.

L'organisme notifié évalue les changements proposés et décide si le système modifié de gestion de la qualité continuera à répondre aux exigences visées au point 3.2 ou s'il y a lieu de procéder à une nouvelle évaluation.

Il notifie sa décision au fabricant. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

4. Surveillance du système de gestion de la qualité sous la responsabilité de l'organisme notifié.
- 4.1. Le but de la surveillance est d'assurer que le fabricant remplit correctement les obligations découlant du système approuvé de gestion de la qualité.
- 4.2. Le fabricant accorde à l'organisme notifié l'accès, à des fins d'inspection, aux lieux de fabrication, d'inspection, d'essais et de stockage et lui fournit toutes les informations nécessaires notamment:
- la documentation relative au système de gestion de la qualité,
 - les dossiers de qualité tels que les rapports d'inspection et données des essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.
- 4.3. L'organisme notifié effectue périodiquement des audits afin de s'assurer que le fabricant maintient et applique le système de gestion de la qualité. Il fournit un rapport d'audit au fabricant.

Les audits sont menés au moins une fois par an.

Dans le cas où le fabricant applique un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte pour la surveillance.

- 4.4. En outre, l'organisme notifié peut effectuer des visites inopinées chez le fabricant. À l'occasion de ces visites, l'organisme notifié peut effectuer ou faire effectuer des essais pour vérifier le bon fonctionnement du système de gestion de la qualité, si nécessaire. Il fournit au fabricant un rapport de la visite et, s'il y a eu essai, un rapport d'essai.
5. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations pertinentes concernant les approbations qu'il a retirées ou refusées pour les systèmes de gestion de la qualité.

Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie des approbations délivrées pour les systèmes de gestion de la qualité.

6. Le fabricant tient à la disposition des autorités nationales pendant une durée de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du produit:
- la documentation visée au point 3.1, deuxième tiret;
 - les adaptations visées au point 3.4, deuxième alinéa;
 - les décisions et les rapports de l'organisme notifié visés au dernier alinéa des points 3.4, 4.3 et 4.4.

7. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité.

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3 de la directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
- le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
- la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
- l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
- toutes les descriptions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
- le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie en ce qui concerne la conformité et la date des certificats d'examen avec indication de la durée et des conditions de validité de ces certificats,
- la référence à la présente STI et aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes ⁽¹⁾,
- l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.

Les certificats visés sont:

- le rapport d'approbation du système de gestion de la qualité indiqué au point 3,
 - le certificat d'examen de type et ses compléments.
8. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité pendant une période de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

9. Si une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est demandée dans la STI en plus de la déclaration «CE» de conformité, cette déclaration doit être ajoutée après avoir été délivrée par le fabricant aux conditions énoncées dans le Module V.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

Module F: Vérification sur produits

1. Ce module décrit la procédure par laquelle un fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté vérifie et déclare que le constituant d'interopérabilité concerné, sous réserve des dispositions du point 3, est conforme au type décrit dans le certificat «CE» d'examen de type et satisfait aux exigences de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant doit prendre toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication assure la conformité de tous les constituants d'interopérabilité avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI qui s'y appliquent.
3. L'organisme notifié effectue les examens et essais appropriés afin de vérifier la conformité du constituant d'interopérabilité avec le type décrit dans le certificat «CE» d'examen de type et avec les exigences de la STI. Le fabricant ⁽²⁾ peut choisir soit la vérification par contrôle et essai de chaque constituant d'interopérabilité comme spécifié au point 4, soit la vérification par contrôle et essai des constituants d'interopérabilité sur une base statistique comme spécifié au point 5.

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

⁽²⁾ La diligence du fabricant peut être limitée dans des STI spécifiques.

4. Vérification par contrôle et essai de chaque constituant d'interopérabilité
 - 4.1. Tous les produits doivent être examinés individuellement et des essais appropriés doivent être effectués afin de vérifier la conformité des produits avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI qui leur sont applicables. Lorsqu'un essai n'est pas défini dans la STI (ou dans une norme européenne, rappelée dans la STI), les spécifications européennes ⁽¹⁾ pertinentes, ou des essais équivalents, sont applicables.
 - 4.2. L'organisme notifié établit pour les produits approuvés un certificat de conformité écrit relatif aux essais effectués.
 - 4.3. Le fabricant ou son mandataire est en mesure de présenter sur demande les certificats de conformité de l'organisme notifié.
5. Vérification statistique
 - 5.1. Le fabricant présente ses constituants d'interopérabilité sous la forme de lots homogènes et prend toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication assure l'homogénéité de chaque lot produit.
 - 5.2. Tous les constituants d'interopérabilité doivent être disponibles à des fins de vérification sous la forme de lots homogènes. Un échantillon est prélevé au hasard sur chaque lot. Tous les constituants d'interopérabilité formant un échantillon sont examinés individuellement, et des essais appropriés sont effectués pour vérifier la conformité des produits avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI qui leur est applicable et pour déterminer l'acceptation ou le rejet du lot. Lorsqu'un essai n'est pas défini dans la STI (ou dans une norme européenne, rappelée dans la STI), les spécifications européennes pertinentes, ou des essais équivalents, sont applicables.
 - 5.3. La procédure statistique doit utiliser les éléments appropriés (méthode statistique, plan d'échantillonnage, etc.) en fonction des caractéristiques à évaluer qui sont spécifiées dans la STI.
 - 5.4. Pour les lots acceptés, l'organisme notifié établit un certificat écrit de conformité relatif aux essais effectués. Tous les constituants d'interopérabilité du lot peuvent être mis sur le marché, à l'exception des constituants d'interopérabilité de l'échantillon dont on a constaté qu'ils n'étaient pas conformes.

Si un lot est rejeté, l'organisme notifié ou l'autorité compétente prend les mesures appropriées pour empêcher la mise sur le marché de ce lot. En cas de rejet fréquent de lots, l'organisme notifié peut suspendre la vérification statistique.
 - 5.5. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté doit être en mesure de présenter sur demande les certificats de conformité de l'organisme notifié.
6. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité.

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3 de la directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
- le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
- la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
- l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
- toutes les descriptions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
- le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie en ce qui concerne la conformité et la date des certificats d'examen avec indication de la durée et des conditions de validité de ces certificats,

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

- la référence à la présente STI et aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes,
- l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.

Les certificats visés sont:

- le certificat d'examen de type et ses compléments,
 - le certificat de conformité mentionnée au point 4 ou 5.
7. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité pendant une période de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

8. Si une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est demandée dans la STI en plus de la déclaration «CE» de conformité, cette déclaration doit être ajoutée après avoir été délivrée par le fabricant aux conditions énoncées dans le Module V.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

Module H 1: Système de gestion de la qualité complet

1. Ce module décrit la procédure par laquelle le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté qui remplit les obligations du point 2 assure et déclare que le constituant d'interopérabilité considéré satisfait aux exigences et de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant met en œuvre un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la conception, la fabrication et l'inspection et les essais finals des produits, comme spécifié au point 3, et qui sera soumis à la surveillance visée au point 4.
3. Système de gestion de la qualité
- 3.1. Le fabricant introduit une demande d'évaluation de son système de gestion de la qualité auprès d'un organisme notifié de son choix, pour les constituants d'interopérabilité concernés.

La demande doit comprendre:

- Toutes les informations pertinentes pour la catégorie de produits représentative des constituants d'interopérabilité concernés,
 - La documentation relative au système de gestion de la qualité.
 - Une déclaration écrite précisant que la même demande n'a pas été introduite auprès d'un autre organisme notifié
- 3.2. Le système de gestion de la qualité doit garantir la conformité du constituant d'interopérabilité avec les exigences de la STI qui s'y appliquent. Tous les éléments, les exigences et les dispositions adoptés par le fabricant doivent être réunis de manière systématique et ordonnée dans une documentation sous la forme de politiques, de procédures et d'instructions écrites. Cette documentation relative au système de gestion de la qualité doit permettre une interprétation uniforme des politiques et des procédures de qualité telles que les programmes, plans, manuels et dossiers de qualité.

Elle comprend, en particulier, une description adéquate:

- des objectifs et de la structure organisationnelle de la qualité;
- des responsabilités et pouvoirs dont dispose la direction en matière de qualité de la conception et de qualité des produits;

- des spécifications techniques de conception, y compris les spécifications européennes ⁽¹⁾ qui seront appliquées et, lorsque les spécifications européennes ne sont pas appliquées entièrement, des moyens qui seront utilisés pour que les exigences de la STI qui s'appliquent au constituant d'interopérabilité soient respectées;
- des techniques, des processus et des actions systématiques de maîtrise et de vérification de la conception, qui seront utilisés lors de la conception des constituants d'interopérabilité en ce qui concerne la catégorie de produits couverte;
- des techniques, ses processus et des actions systématiques correspondants qui seront utilisés pour la fabrication, la maîtrise de la qualité et la gestion de la qualité;
- des contrôles, vérifications et essais qui seront effectués avant, pendant et après la fabrication et de la fréquence à laquelle ils auront lieu;
- des dossiers de qualité tels que les rapports d'inspection et données des essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.;
- des moyens permettant de vérifier l'obtention de la qualité requise en matière de conception et de produit ainsi que le fonctionnement efficace du système de gestion de la qualité.

Les politiques et procédures de qualité doivent couvrir en particulier les phases d'évaluation, telles que revue de la conception, revue du procédé de fabrication et essais de type, spécifiées dans la STI pour les différentes caractéristiques et les performances du constituant d'interopérabilité.

- 3.3 L'organisme notifié évalue le système de gestion de la qualité pour déterminer s'il satisfait aux exigences visées au point 3.2. Il présume la conformité avec ces exigences si le fabricant met en œuvre un système de gestion de la qualité pour la conception, la production, l'inspection et les essais finals en accord avec la norme EN/ISO 9001-2000, qui tient compte de la spécificité du constituant d'interopérabilité pour lequel elle est mise en œuvre.

Dans le cas où le fabricant applique un système de gestion de la qualité, l'organisme notifié en tient compte dans l'évaluation.

L'audit doit être spécifique à la catégorie de produits qui est représentative du constituant d'interopérabilité. L'équipe d'auditeurs comportera au moins un membre expérimenté dans l'évaluation de la technologie du produit concerné. La procédure d'évaluation comporte une visite d'évaluation chez le fabricant.

La décision est notifiée au fabricant. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

- 3.4. Le fabricant s'engage à remplir les obligations découlant du système de gestion de la qualité tel qu'il est approuvé et à le maintenir de sorte qu'il demeure adéquat et efficace.

Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté fait connaître à l'organisme notifié qui a approuvé le système de gestion de la qualité toute adaptation envisagée du système de gestion de la qualité.

L'organisme notifié évalue les changements proposés et décide si le système modifié de gestion de la qualité continuera à répondre aux exigences visées au point 3.2 ou s'il y a lieu de procéder à une nouvelle évaluation.

Il notifie sa décision au fabricant. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

4. Surveillance du système de gestion de la qualité sous la responsabilité de l'organisme notifié.

- 4.1. Le but de la surveillance est d'assurer que le fabricant remplit correctement les obligations découlant du système approuvé de gestion de la qualité.

- 4.2. Le fabricant accorde à l'organisme notifié l'accès, à des fins d'inspection, aux lieux de conception, de fabrication, d'inspection, d'essais et de stockage et lui fournit toutes les informations nécessaires, notamment:

- la documentation relative au système de gestion de la qualité;

(¹) La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

- les dossiers de qualité prévus dans la partie du système de gestion de la qualité consacrée à la conception, tels que les résultats des analyses, des calculs, des essais, etc.;
 - les dossiers de qualité prévus dans la partie du système de gestion de qualité consacrée à la fabrication, tels que les rapports d'inspection et données d'essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc..
- 4.3. L'organisme notifié effectue périodiquement des audits afin de s'assurer que le fabricant maintient et applique le système de gestion de la qualité. Il fournit un rapport d'audit au fabricant. Dans le cas où le fabricant applique un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte pour la surveillance. Les audits sont menés au moins une fois par an.
- 4.4. En outre, l'organisme notifié peut effectuer des visites inopinées chez le fabricant. À l'occasion de ces visites, l'organisme notifié peut effectuer ou faire effectuer des essais pour vérifier le bon fonctionnement du système de gestion de la qualité là où il le juge nécessaire. Il fournit au fabricant un rapport de la visite et, s'il y a eu essai, un rapport d'essai.
5. Le fabricant tient à la disposition des autorités nationales pendant une durée de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du produit:
- la documentation visée au point 3.1, deuxième alinéa, deuxième tiret,
 - les adaptations visées au point 3.4, deuxième alinéa,
 - les décisions et les rapports de l'organisme notifié visés au dernier alinéa des points 3.4, 4.3 et 4.4.
6. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations pertinentes concernant les approbations du système de gestion de la qualité qui ont été délivrés, retirés ou refusés.

Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie des approbations de systèmes de gestion de la qualité et des approbations complémentaires délivrées.

7. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité.

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3 de la directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
- le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
- la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
- l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
- toutes les descriptions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
- le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie en ce qui concerne la conformité et la date des certificats avec indication de la durée et des conditions de validité de ces certificats,
- la référence à la présente STI et aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes,
- l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.

Le certificat visé concerne:

- les approbations de systèmes de gestion de la qualité indiqués au point 3.

8. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité pendant une période de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

9. Si une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est demandée dans la STI en plus de la déclaration «CE» de conformité, cette déclaration doit être ajoutée après avoir été délivrée par le fabricant aux conditions énoncées dans le Module V.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

Module H2: Système de gestion de la qualité complet avec contrôle de la conception

1. Ce module décrit la procédure par laquelle un organisme notifié effectue un contrôle de la conception d'un constituant d'interopérabilité et par laquelle le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté qui remplit les obligations du point 2 assure et déclare que le constituant d'interopérabilité considéré satisfait aux exigences et de la STI qui lui sont applicables.
2. Le fabricant met en œuvre un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la conception, la fabrication et l'inspection et les essais finals des produits, comme spécifié au point 3, et qui sera soumis à la surveillance visée au point 4.
3. Système de gestion de la qualité
- 3.1. Le fabricant introduit une demande d'évaluation de son système de gestion de la qualité auprès d'un organisme notifié de son choix, pour les constituants d'interopérabilité concernés.

La demande doit comprendre:

- Toutes les informations pertinentes pour la catégorie de produits représentative des constituants d'interopérabilité concernés,
- La documentation relative au système de gestion de la qualité.
- Une déclaration écrite précisant que la même demande n'a pas été introduite auprès d'un autre organisme notifié.

- 3.2. Le système de gestion de la qualité doit garantir la conformité du constituant d'interopérabilité avec les exigences de la STI qui s'y appliquent. Tous les éléments, les exigences et les dispositions adoptés par le fabricant doivent être réunis de manière systématique et ordonnée dans une documentation sous la forme de politiques, de procédures et d'instructions écrites. Cette documentation relative au système de gestion de la qualité doit permettre une interprétation uniforme des politiques et des procédures de qualité telles que les programmes, plans, manuels et dossiers de qualité.

Elle comprend, en particulier, une description adéquate:

- des objectifs et de la structure organisationnelle de la qualité,
- des responsabilités et pouvoirs dont dispose la direction en matière de qualité de la conception et de qualité des produits,
- des spécifications techniques de conception, y compris les spécifications européennes ⁽¹⁾ qui seront appliquées et, lorsque les spécifications européennes ne sont pas appliquées entièrement, des moyens qui seront utilisés pour que les exigences de la STI qui s'appliquent au constituant d'interopérabilité soient respectées,
- des techniques, des processus et des actions systématiques de maîtrise et de vérification de la conception, qui seront utilisés lors de la conception des constituants d'interopérabilité en ce qui concerne la catégorie de produits couverte,
- des techniques, des processus et des actions systématiques correspondants qui seront utilisés pour la fabrication, la maîtrise de la qualité et la gestion de la qualité,

(1) La définition d'une spécification européenne est donnée dans la directive 96/48/CE et la directive 2001/16/CE. Le guide pour l'application des STI grande vitesse explique comment utiliser les spécifications européennes.

- des contrôles, vérifications et essais qui seront effectués avant, pendant et après la fabrication et de la fréquence à laquelle ils auront lieu,
- des dossiers de qualité tels que les rapports d'inspection et données des essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.,
- des moyens permettant de vérifier l'obtention de la qualité requise en matière de conception et de produit ainsi que le fonctionnement efficace du système de gestion de la qualité.

Les politiques et procédures de qualité doivent couvrir en particulier les phases d'évaluation, telles que revue de la conception, revue du procédé de fabrication et essais de type, spécifiées dans la STI pour les différentes caractéristiques et les performances du constituant d'interopérabilité.

- 3.3. L'organisme notifié évalue le système de gestion de la qualité pour déterminer s'il satisfait aux exigences visées au point 3.2. Il présume la conformité avec ces exigences si le fabricant met en œuvre un système de gestion de la qualité pour la conception, la production, l'inspection et les essais finals en accord avec la norme EN/ISO 9001-2000, qui tient compte de la spécificité du constituant d'interopérabilité pour lequel elle est mise en œuvre.

Dans le cas où le fabricant applique un système de gestion de la qualité, l'organisme notifié en tient compte dans l'évaluation.

L'audit doit être spécifique à la catégorie de produits qui est représentative du constituant d'interopérabilité. L'équipe d'auditeurs comportera au moins un membre expérimenté dans l'évaluation de la technologie du produit concerné. La procédure d'évaluation comporte une visite d'évaluation chez le fabricant.

La décision est notifiée au fabricant. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

- 3.4. Le fabricant s'engage à remplir les obligations découlant du système de gestion de la qualité tel qu'il est approuvé et à le maintenir de sorte qu'il demeure adéquat et efficace.

Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté fait connaître à l'organisme notifié qui a approuvé le système de gestion de la qualité toute adaptation envisagée du système de gestion de la qualité.

L'organisme notifié évalue les changements proposés et décide si le système modifié de gestion de la qualité continue à répondre aux exigences visées au point 3.2 ou s'il y a lieu de procéder à une nouvelle évaluation.

Il notifie sa décision au fabricant. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

4. Surveillance du système de gestion de la qualité sous la responsabilité de l'organisme notifié.

- 4.1. Le but de la surveillance est d'assurer que le fabricant remplit correctement les obligations découlant du système approuvé de gestion de la qualité.

- 4.2. Le fabricant accorde à l'organisme notifié l'accès, à des fins d'inspection, aux lieux de conception, de fabrication, d'inspection, d'essais et de stockage et lui fournit toutes les informations nécessaires, notamment:

- la documentation relative au système de gestion de la qualité,
- les dossiers de qualité prévus dans la partie du système de gestion de la qualité consacrée à la conception, tels que les résultats des analyses, des calculs, des essais, etc.,
- les dossiers de qualité prévus dans la partie du système de gestion de la qualité consacrée à la fabrication, tels que les rapports d'inspection et données d'essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.

- 4.3. L'organisme notifié effectue périodiquement des audits afin de s'assurer que le fabricant maintient et applique le système de gestion de la qualité. Il fournit un rapport d'audit au fabricant. Dans le cas où le fabricant applique un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte pour la surveillance.

Les audits sont menés au moins une fois par an.

- 4.4. En outre, l'organisme notifié peut effectuer des visites inopinées chez le fabricant. À l'occasion de ces visites, l'organisme notifié peut effectuer ou faire effectuer des essais pour vérifier le bon fonctionnement du système de gestion de la qualité là où il le juge nécessaire. Il fournit au fabricant un rapport de la visite et, s'il y a eu essai, un rapport d'essai.

5. Le fabricant tient à la disposition des autorités nationales pendant une durée de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du produit:
- la documentation visée au point 3.1, deuxième alinéa, deuxième tiret,
 - les adaptations visées au point 3.4, deuxième alinéa,
 - les décisions et les rapports de l'organisme notifié visés au dernier alinéa des points 3.4, 4.3 et 4.4.

6. Contrôle de la conception

- 6.1. Le fabricant introduit une demande de contrôle de la conception du constituant d'interopérabilité auprès d'un organisme notifié de son choix.
- 6.2. La demande permet de comprendre la conception, la fabrication, la maintenance et le fonctionnement du constituant d'interopérabilité et permet d'évaluer la conformité aux exigences de la STI.

Cette demande doit comprendre:

- une description générale du type,
 - les spécifications techniques de conception, y compris les spécifications européennes avec les clauses correspondantes, appliquées en tout ou en partie,
 - les preuves de leur adéquation, en particulier lorsque les spécifications européennes et les clauses correspondantes n'ont pas été appliquées,
 - le programme d'essais,
 - les conditions d'intégration du constituant d'interopérabilité dans son environnement fonctionnel (sous-ensemble, ensemble, sous-système) et les conditions d'interface nécessaires,
 - les conditions d'utilisation et de maintenance du constituant d'interopérabilité (restrictions de fonctionnement en durée ou en distance, limites d'usure, etc.),
 - une déclaration écrite précisant que la même demande n'a pas été introduite auprès d'un autre organisme notifié.
- 6.3. Le demandeur doit présenter les résultats des essais ⁽¹⁾, comprenant les essais de type quand requis, réalisés dans son propre laboratoire ou pour son compte.
- 6.4. L'organisme notifié doit examiner la demande et évaluer les résultats des essais. Lorsque la conception est conforme aux dispositions applicables de la STI, l'organisme notifié délivre un certificat d'examen de la conception au demandeur. Le certificat contient les conclusions de l'examen, les conditions de sa validité, les données nécessaires à l'identification de la conception approuvée et, le cas échéant, une description du fonctionnement du produit.

La durée de validité ne peut pas excéder 5 ans.

- 6.5. Le demandeur avise l'organisme notifié qui a délivré le certificat «CE» d'examen de la conception de toute modification apportée à la conception approuvée. Ces modifications reçoivent une approbation complémentaire de l'organisme notifié qui a délivré le certificat «CE» d'examen de la conception lorsqu'elles peuvent remettre en cause la conformité aux exigences essentielles de la STI ou aux conditions prescrites pour l'utilisation du produit. Dans ce cas, l'organisme notifié ne réalisera que les contrôles et essais nécessaires et appropriés à ces modifications. La nouvelle approbation est donnée sous la forme d'un complément au certificat «CE» initial d'examen de la conception.
- 6.6. Si aucune modification relevant du point 6.4 n'a été apportée, la validité d'un certificat arrivant à expiration peut être reconduite pour une nouvelle période. Le demandeur demande la reconduction en donnant confirmation écrite qu'aucune modification n'a été faite et, en l'absence d'information contraire, l'organisme notifié peut proroger la validité de la durée visée au point 6.3. Cette procédure est renouvelable.
7. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations pertinentes concernant les approbations du système de gestion de la qualité et les certificats d'examen de conception qui ont été délivrés, retirés ou refusés.

⁽¹⁾ La présentation des résultats d'essais peut être faite en même temps que la demande ou ultérieurement.

Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie:

- des approbations de systèmes de gestion de la qualité et des approbations complémentaires délivrées, et
- des certificats «CE» d'examen de la conception et des compléments délivrés.

8. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration «CE» de conformité du constituant d'interopérabilité.

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3 de la directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» de conformité et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou directive 2001/16/CE et autres directives pouvant s'appliquer au constituant d'interopérabilité),
- le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
- la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
- l'indication de la procédure suivie (module) pour déclarer la conformité,
- toutes les descriptions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
- le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie en ce qui concerne la conformité et la date des certificats d'examen avec indication de la durée et des conditions de validité de ces certificats,
- la référence à la présente STI et aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes,
- l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.

Les certificats visés sont:

- les rapports d'approbation et de surveillance du système de gestion de la qualité indiqués aux points 3 et 4,
- le certificat «CE» d'examen de la conception et ses compléments.

9. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve une copie de la déclaration «CE» de conformité pendant une période de 10 ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité.

Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

10. Si une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité est demandée dans la STI en plus de la déclaration «CE» de conformité, cette déclaration doit être ajoutée après avoir été délivrée par le fabricant aux conditions énoncées dans le Module V.

MODULES POUR LES CONSTITUANTS D'INTEROPÉRABILITÉ

Module V: Validation de type par expérimentation en service (aptitude à l'emploi)

1. Ce module décrit la partie de la procédure par laquelle un organisme notifié constate et atteste qu'un spécimen représentatif de la production considérée satisfait aux dispositions et de la STI visant son aptitude à l'emploi, la démonstration étant faite par la validation d'un type par expérimentation en service ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pendant la durée de l'expérience en service, le constituant d'interopérabilité n'est pas mis sur le marché. et le fabricant ne peut pas le fournir à ses clients.

2. Le fabricant, ou son mandataire établi dans la Communauté, introduit la demande de validation de type par expérimentation en service auprès d'un organisme notifié de son choix.

La demande comporte:

- le nom et l'adresse du fabricant, ainsi que le nom et l'adresse du mandataire si la demande est introduite par celui-ci,
- une déclaration écrite précisant que la même demande n'a pas été introduite auprès d'un autre organisme notifié,
- la documentation technique décrite au point 3,
- le programme de la validation par expérimentation en service visé au point 4,
- le nom et l'adresse de la ou des sociétés (gestionnaires d'infrastructure et/ou entreprises ferroviaires) avec lesquelles le demandeur a obtenu un accord pour collaborer à une évaluation de l'aptitude à l'emploi par une expérimentation en service:
 - en exploitant le constituant d'interopérabilité en service,
 - en surveillant le comportement en service, et
 - en établissant un rapport sur l'expérimentation en service,
- le nom et l'adresse de la société qui assurera la maintenance du constituant d'interopérabilité pendant la durée ou pour la distance de fonctionnement prévue pour l'expérimentation en service,
- une déclaration «CE» de conformité pour le constituant d'interopérabilité, et:
 - si le module B est requis par la STI, un certificat «CE» d'examen de type,
 - si le module H2 est requis par la STI, un certificat «CE» d'examen de la conception.

Le demandeur met à la disposition de la ou des sociétés assurant l'utilisation en service du constituant d'interopérabilité, un spécimen ou un nombre suffisant de spécimens représentatifs de la production considérée, ci-après appelé «type». Un type peut couvrir plusieurs versions du constituant d'interopérabilité à la condition que les différences entre les versions soient toutes couvertes par les déclarations «CE» de conformité et les certificats susmentionnés.

L'organisme notifié peut demander que des spécimens supplémentaires soient mis en service si cela est nécessaire pour les besoins de la validation par expérimentation en service.

3. La documentation technique doit permettre l'évaluation du produit par rapport aux exigences de la STI. Elle doit couvrir le fonctionnement du constituant d'interopérabilité et, dans la mesure nécessaire à cette évaluation, sa conception et sa fabrication et sa maintenance.

La documentation technique contient:

- une description générale du type,
- la(es) spécification(s) technique(s) par rapport à laquelle les performances et le comportement en service du constituant d'interopérabilité sont à évaluer (la STI applicable et/ou les spécifications européennes contenant les dispositions applicables),
- les conditions d'intégration du constituant d'interopérabilité dans son environnement fonctionnel (sous-ensemble, ensemble, sous-système) et les conditions d'interface nécessaires,
- Les conditions d'utilisation et de maintenance du constituant d'interopérabilité (restrictions de durée ou de distance, limites d'usure, etc.),
- les descriptions et explications nécessaires à la compréhension de la conception, de la fabrication et du fonctionnement du constituant d'interopérabilité,

et, pour autant que nécessaire à l'évaluation:

- les dessins de conception et de fabrication,

- les résultats des calculs de conception et les contrôles effectués,
- les rapports d'essais.

Si la STI exige que la documentation technique comporte d'autres informations, celles-ci doivent être incluses. Une liste des spécifications européennes citées dans la documentation technique, appliquées dans leur totalité ou partiellement, doit être jointe.

4. Le programme de la validation par expérimentation en service doit préciser:

- les performances ou le comportement en service que doit présenter le constituant d'interopérabilité en essai,
- les dispositions de montage,
- l'amplitude du programme — en durée ou en distance,
- les conditions de fonctionnement et le service programmé prévus,
- le programme de maintenance,
- éventuellement, les essais spéciaux à effectuer en service,
- la taille du lot de spécimens — s'il ne s'agit pas d'un spécimen unique,
- le programme d'inspection (nature, nombre et fréquence des inspections, documentation),
- les critères relatifs aux défauts admissibles et les répercussions sur le programme,
- les informations devant figurer dans le rapport établi par la société ayant utilisé le constituant d'interopérabilité en service (voir point 2).

5. L'organisme notifié:

- 5.1. examine la documentation technique et le programme de la validation par expérimentation en service,
 - 5.2. vérifie que le type est représentatif et a été fabriqué conformément à la documentation technique,
 - 5.3. vérifie que le programme de la validation par expérimentation en service est bien adapté à l'évaluation des performances et du comportement en service que doit présenter le constituant d'interopérabilité,
 - 5.4. arrête, en accord avec le demandeur, le programme et le lieu d'exécution des inspections et des essais nécessaires et choisit l'organisme qui procédera aux essais (organisme notifié ou autre laboratoire compétent),
 - 5.5. surveille et inspecte la marche en service, le fonctionnement et la maintenance du constituant d'interopérabilité,
 - 5.6. évalue le rapport établi par la ou les sociétés (gestionnaires d'infrastructure et/ou entreprises ferroviaires) ayant fait fonctionner le constituant d'interopérabilité ainsi que toutes autres documentations et informations obtenues durant la procédure (rapports d'essais, expérience de maintenance, etc.),
 - 5.7. évalue si le comportement en service répond aux exigences de la STI.
6. Si le type satisfait aux dispositions de la STI, l'organisme notifié délivre un certificat d'aptitude à l'emploi au demandeur. Le certificat comporte le nom et l'adresse du fabricant, les conclusions de la validation, les conditions de validité du certificat et les données nécessaires à l'identification du type approuvé.

La durée de validité ne peut pas excéder 5 ans.

Une liste des parties pertinentes de la documentation technique est annexée au certificat et une copie est conservée par l'organisme notifié.

S'il refuse de délivrer un certificat d'aptitude à l'emploi au fabricant, l'organisme notifié motive d'une façon détaillée ce refus.

Une procédure de recours doit être prévue.

7. Le demandeur avise l'organisme notifié qui détient la documentation technique relative au certificat d'aptitude à l'emploi de toutes les modifications au produit approuvé qui nécessitent une nouvelle approbation, lorsque ces modifications peuvent remettre en cause l'aptitude à l'emploi ou les conditions d'utilisation prévues du produit. Dans ce cas, l'organisme notifié ne réalisera que les contrôles et essais nécessaires et appropriés à ces modifications. La nouvelle approbation est délivrée sous la forme d'un complément au certificat initial d'aptitude à l'emploi ou bien un nouveau certificat est délivré après retrait de l'ancien.
8. Si aucune modification relevant du point 7 n'a été apportée, la validité d'un certificat arrivant à expiration peut être reconduite pour une nouvelle période. Le demandeur sollicite la reconduction en donnant confirmation écrite qu'aucune modification n'a été faite et, en l'absence d'information contraire, l'organisme notifié proroge la validité de la durée visée au point 6. Cette procédure est renouvelable.
9. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations utiles concernant les certificats d'aptitude à l'emploi qu'il a délivrés, retirés ou refusés.
10. Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie des certificats d'aptitude à l'emploi et/ou de leurs compléments. Les annexes des certificats sont tenues à la disposition des autres organismes notifiés.
11. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté établit une déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi du constituant d'interopérabilité.

Le contenu de cette déclaration doit inclure au moins les informations indiquées à l'annexe IV, point 3, de directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE. La déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre les éléments suivants:

- les références de la directive (directive 96/48/CE ou la directive 2001/16/CE),
 - le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans la Communauté (indiquer la raison sociale et l'adresse complète; en cas de mandataire, indiquer également la raison sociale du fabricant ou constructeur),
 - la description du constituant d'interopérabilité (marque, type, etc.),
 - toutes les descriptions pertinentes auxquelles doit répondre le constituant d'interopérabilité et en particulier les conditions d'utilisation,
 - le nom et l'adresse du ou des organismes notifiés impliqués dans la procédure suivie en ce qui concerne l'aptitude à l'emploi et la date du certificat d'aptitude à l'emploi avec indication de sa durée et de ses conditions de validité,
 - la référence à la présente STI et aux autres STI applicables et, le cas échéant, aux spécifications européennes,
 - l'identification du signataire ayant reçu pouvoir d'engager le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté.
12. Le fabricant ou son mandataire établi dans la Communauté conserve une copie de la déclaration «CE» d'aptitude à l'emploi pendant une période de dix ans à compter de la date de la dernière fabrication du constituant d'interopérabilité. Lorsque ni le fabricant ni son mandataire ne sont établis dans la Communauté, cette obligation de tenir la documentation technique à disposition incombe à la personne responsable de la mise du constituant d'interopérabilité sur le marché communautaire.

ANNEXE R

INTERACTION VOIE VEHICULE ET GABARIT

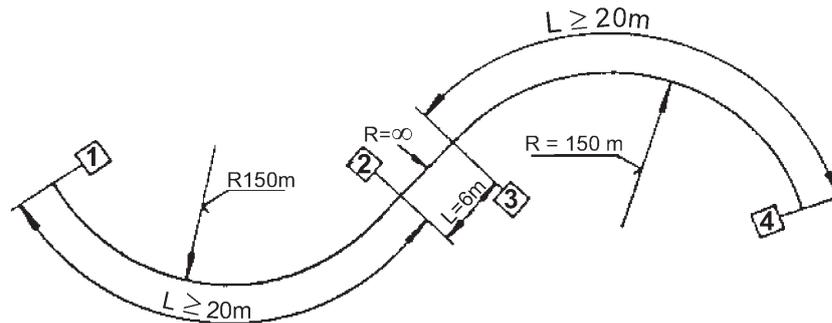
Forces longitudinales de compression

R.1. CONDITIONS D'ESSAI

R.1.1. Voie

La voie destinée aux essais a une forme en S avec des courbes de 150 m de rayon. Les courbes sont séparées par une section en alignement d'une longueur de 6 m.

Figure R1



Le dévers de la voie destinée aux essais doit être nul. Le gabarit moyen est compris entre 1,450 et 1,465 mm.

R.1.2. Train d'essai

— Configuration standard

Utilisation de wagons asservis avec les caractéristiques suivantes:

	Wagon de tête	Wagon de queue
Type	Fcs or Tds	Rs
Longueur entre tampons:	9,64 m	19,90 m
Empattement:	6,00 m	13,00 m

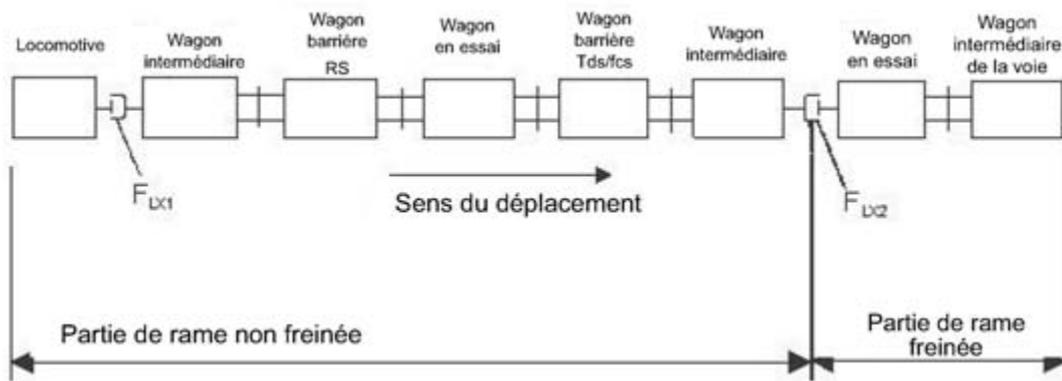
La figure R2 donne l'exemple d'un train d'essai avec la configuration standard mentionnée ci-dessus.

Le wagon asservi doit être chargé (20 t à l'essieu) alors que le wagon test doit être vide.

— Configuration complète:

Lors d'un essai spécifique, il est nécessaire de disposer d'un train muni de trois wagons (wagons de fret à deux essieux (LoB ≥ 15,75 m), une voiture d'essai et deux wagons asservis avec les mêmes paramètres géométriques).

Figure. R2



Pour calculer la force de compression longitudinale, on doit utiliser des wagons intermédiaires à deux ou quatre essieux équipés à une extrémité d'un accouplement à tampon central (incluant un enregistreur d'effort) ⁽¹⁾.

R.1.3. Type de tampon

Les wagons asservis doivent être équipés de tampons non pivotant de catégorie A (d'une force de 590 kN en fin de course) qui ont déjà été utilisés en service commercial. Les tampons des wagons asservis doivent avoir des surfaces d'appui sphériques dont le rayon est de 1 500 mm. Le wagon en essai doit être équipé du même type de tampon que le modèle qui sera utilisé pour son exploitation ultérieure.

Au démarrage des essais, les surfaces d'appui des tampons ne doivent pas présenter de traces d'usure.

R.1.4. Réalisation des essais

Les attelages à vis entre le wagon en essai et les wagons asservis sont liés de telle manière que lorsqu'ils sont en alignement les plateaux des tampons sont en contact sans précontrainte.

Le décalage vertical des axes de tampon entre les wagons asservis et le wagon en essai nécessitent de se tenir dans les 80 mm environ ⁽²⁾.

Les plateaux des tampons doivent présenter des surfaces ayant un faible frottement, comme avec un acier légèrement graissé. Toute accumulation de matériau, résultat d'arrachements doit être enlevée après chaque essai. Les paires de plateaux doivent être remplacées si, à la suite d'arrachements ou de déformations, les résultats obtenus diffèrent considérablement de ceux déjà enregistrés.

Le train d'essai doit refouler sur la voie en S à une vitesse comprise entre 4 et 8 km/h en conservant une force de compression longitudinale pratiquement constante. La force de compression longitudinale doit augmenter régulièrement jusqu'à ce qu'elle atteigne ou dépasse l'un des critères d'évaluation mentionnés au point 4. Avant 280 kN elle n'atteint aucun critère d'évaluation et donc elle n'a pas besoin d'être augmentée.

Afin de déterminer la comparaison linéaire, 20 essais au minimum doit être réalisés pour l'analyse, avec différentes forces de compression longitudinales. A cette occasion, la force moyenne de compression longitudinale (200 kN pour les wagons de marchandises à deux essieux et 240 kN pour les wagons à bogie) devrait, sur au moins 10 des essais, être dépassée d'environ 10 %.

Au cours de ces 20 essais, 5 essais consécutifs doivent être réalisés sans changement des tampons ou des plateaux de tampons. Conformément au point 4, aucun critère d'évaluation ne doit être dépassé.

R.2. OBJET DES MESURES

R.2.1. Mesurages faites au cours des essais

Au minimum, les grandeurs suivantes sont mesurées et enregistrées au cours des essais:

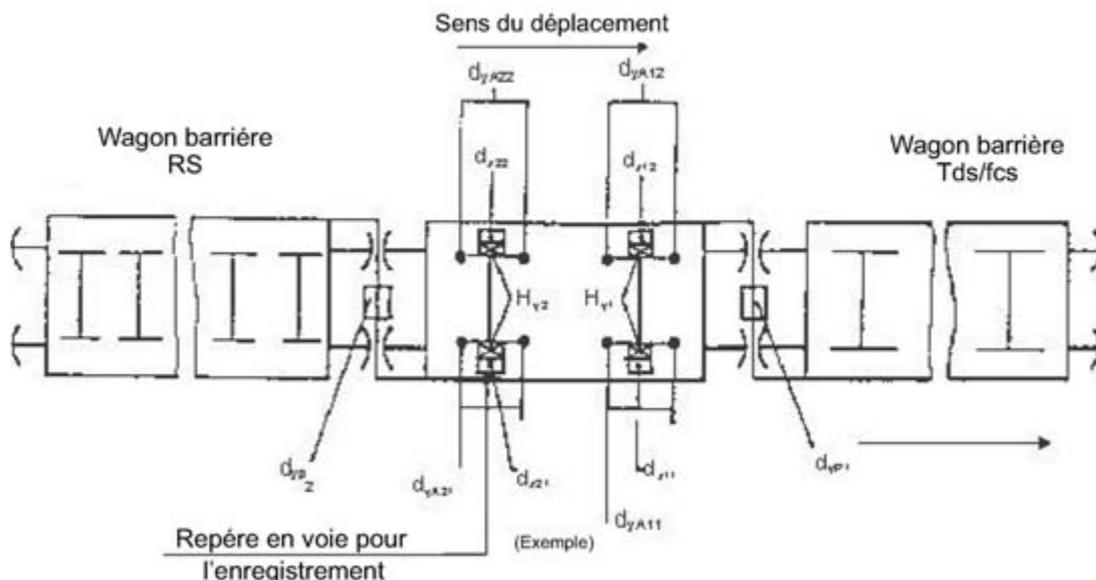
- Force de compression longitudinale F_{Lxi}
- Elévation de roue d_{zji} sur toutes les roues

⁽¹⁾ D'autres systèmes de mesures donnant de mêmes résultats peuvent être utilisés.

⁽²⁾ Des conditions types de tolérances de construction sont autorisées.

- Forces latérales agissant sur les boîtes d'essieu, H_{yj} , pour toutes les roues,
- Déformation des plaques de garde d_{Aijy} pour toutes les roues (uniquement pour les wagons de marchandises équipés de plaques de garde)
- Déplacement latéraux dy_{p1} , dy_{p2} entre les tampons des wagons esclaves et du wagon en essai .
- Enregistrement des repères portés sur la voie (Figure. R1)
- Distance couverte (ex. entre repères un mètre)

Figure R3



R.2.2. Mesures/Calculs à réaliser

- Calcul de la raideur de torsion (c_t^*) des wagons esclaves wagon en essai.
- Calcul de la caractéristique statique en courbe aux tampons des wagons esclaves et wagon en essai.
- Mesurages de la géométrie de la voie avant et après essais
- Mesurages des jeux longitudinal et latéral entre boîte d'essieu et plaque de garde sur le wagon en essai avant et après les essais.
- Mesurages de la hauteur des tampons au dessus du niveau supérieur du rail sur les wagons esclaves et sur le wagon en essai.

R.3. CRITÈRES D'ÉVALUATION UTILISÉS POUR CALCULER LA FORCE DE COMPRESSION LONGITUDINALE AUTORISÉE

- Evaluation de $d_{z,ij} \geq 50$ mm sur roue non guidée sur une distance supérieure ou égale à 2m
- Montée de la roue guidée, $d_{z,ij} \leq 5$ mm, pour une charge $Q_{ij} < 0$; les roues guidées sont les roues 11 et 12 des wagons de marchandises à deux essieux. Ce critère est à vérifier dans le cas où la formation des trains d'essai est complète.
- Déformation de la plaque de garde, $d_{y,Aij} \geq 22$ mm (1), mesurée à 380mm depuis le bord inférieur du longeron.
- Contrainte en voie stabilisée $H_{lim}(2m) = 25 + 0,6 \times 2 \times Q_0$ (kN)
 $Q_0 =$ Effort sur le rail de la roue médiane
- Chevauchement minimal des plateaux de tampons ≥ 25 mm.

R.4. ANALYSE

Pour chacun des essais, il est nécessaire de calculer:

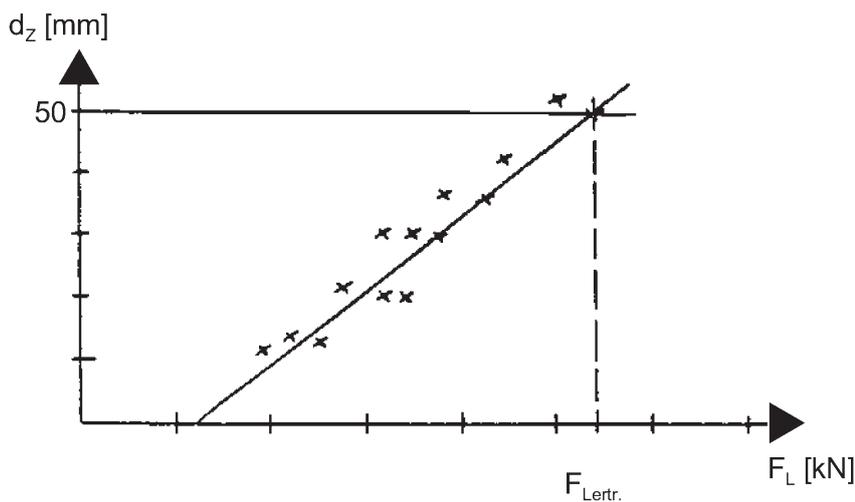
- La valeur de $H_{y,i}$ $D_{z,i,j}$ sur une distance de 2 m
- La valeur $d_{z_{ij}}$ de montée de la roue guidée. Analyse à réaliser uniquement en cas de trains d'essai en formation complète.
- F_{LX}
- $d_{yA_{ij}}$ (pour wagons à deux essieux et plaques de garde)
- d_{yp}

Les valeurs calculées sont à représenter sous forme d'un graphique représentant la fonction de la force de compression longitudinale F_{LX} .

Afin de calculer la force de compression longitudinale autorisée, les équations de la droite de régression doivent être définies par rapport aux grandeurs mesurées $d_{z_{ij}}$, $d_{yA_{ij}}$ et H_{y_i}

La force de compression longitudinale acceptable est définie comme étant la valeur trouvée à l'abscisse du point d'intersection de la droite de régression et du critère d'évaluation. (Voir en figure R4)

Figure R4



Le critère d'évaluation donnant la valeur la plus faible pour F_{Lert} détermine les forces de compression longitudinales acceptables. Un compte rendu, décrivant les essais réalisés et reprenant un résumé des données les plus importantes sous forme de tableau, doit être dressé.

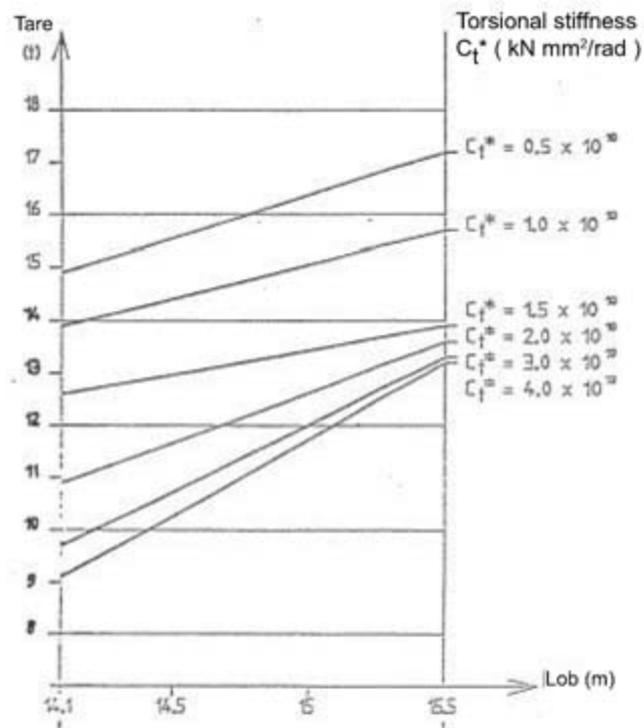
R.5. CONDITIONS À REMPLIR POUR L'EXEMPTION DES ESSAIS

Wagons à deux essieux: en relation avec la masse de la tare, la longueur au-dessus des tampons et la dureté de torsion. Cf. le diagramme suivant (Fig. R5):

Figure R5

Minimum tare of 2-axle long wagons with side buffers and screw-coupling

$14,1 \text{ m} \leq L_{ob} \leq 15,5 \text{ m}$ and $9 \text{ m} \leq 2a^* \leq 10 \text{ m}$
Longitudinal force $F_L = 200 \text{ kN}$ and buffer plates $R = 2750 \text{ mm}$

**Wagons avec 4 essieux:**

- Masse de la tare $\geq 16 \text{ t}$
- Taux de masse de la tare $LOB \geq 1,0 \text{ t/m}$
- Longueur du porte-à-faux conformément aux conditions reproduites dans la figure R6 pour les wagons munis d'essieux à bogie pivotants et dans la figure R7 pour les wagons munis de bogie de type Y25.

Figure R6

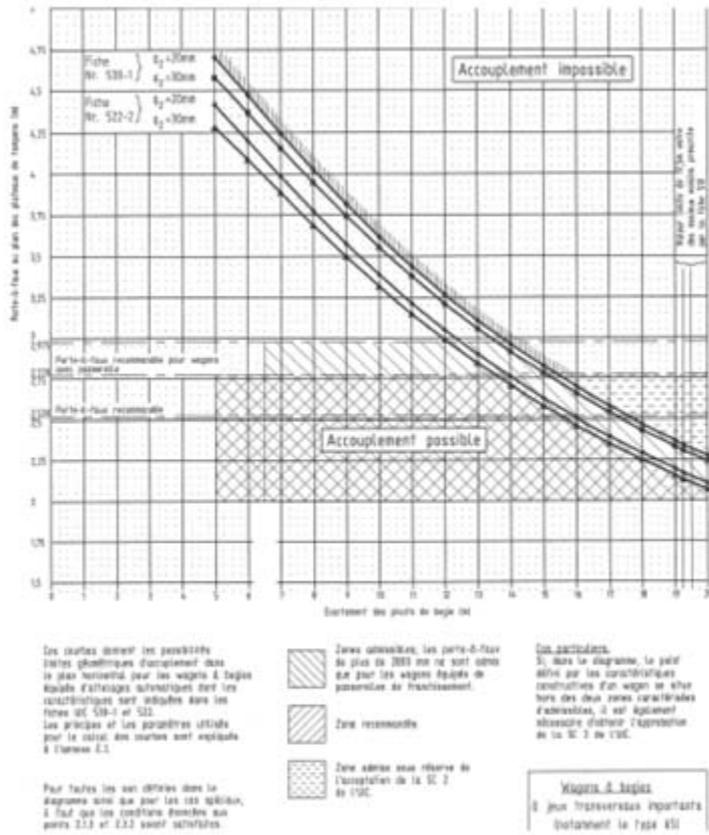
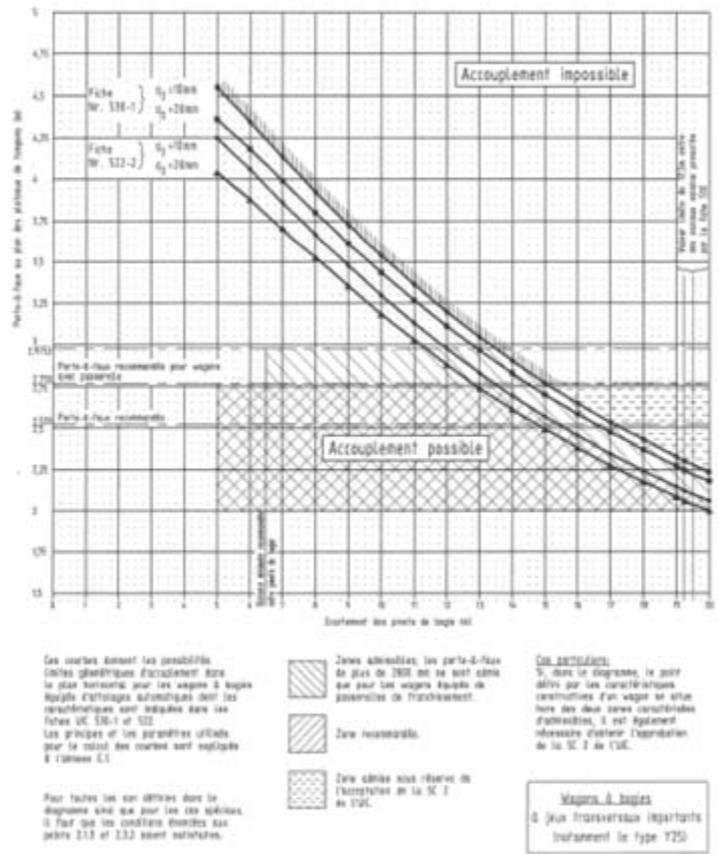


Figure R7



ANNEXE S

Performances de freinage

S.1.	Détermination de la puissance de freinage des véhicules équipés avec un frein pneumatique UIC des trains de voyageurs.	339
S.1.1.	Généralités	339
S.1.2.	Détermination de la puissance de freinage par le calcul	339
S.1.2.1.	Détermination de la puissance de freinage en utilisant le facteur k	339
S.1.2.2.	Wagons pour lesquels la condition requise pour calculer la puissance de freinage selon l'article S.1.2.1 n'est pas donnée.	340
S.1.3.	Détermination de la masse freinée au cours des essais	341
S.1.3.1.	Wagons avec une vitesse maximale ≤ 120 km/h	341
S.1.3.1.1.	Essais sur un véhicule isolé (Essais au lancer)	341
S.1.3.1.2.	Composition des véhicules pour les essais au lancer	341
S.1.3.2.	Wagons avec une vitesse supérieure à 120 km/h et inférieure à 160 km/h	342
S.2.	Détermination de la puissance de freinage pour des wagons équipés d'un frein à air UIC pour wagons de fret	343
S.3.	Exécution des essais	343
S.3.1.	Méthode d'exécution des essais	343
S.3.1.1.	Conditions atmosphériques	343
S.3.1.2.	Nombre d'essais	343
S.3.1.3.	Conditions de frottement des composants, des roues et des disques.	343
S.3.2.	Méthode d'évaluation des résultats d'essai	344
S.3.2.1.	Correction des distances de freinage pour chaque essai.	344
S.3.2.2.	Correction de la distance de freinage moyenne	344
S.4.	Évaluation de la performance de freinage par calcul	345
S.4.1.	Calcul pas à pas	345
S.4.2.	Calcul par paliers de décélération	346

S.1. DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE DE FREINAGE DES VÉHICULES ÉQUIPÉS AVEC UN FREIN PNEUMATIQUE UIC DES TRAINS DE VOYAGEURS.

S.1.1. Généralités

La masse freinée marquée sur le wagon doit indiquer la puissance de freinage de ce wagon placé dans un train de 500 m de long qui est freiné en position P.

La masse freinée d'un train constitué de wagons est en principe la somme des masses freinées peintes sur les véhicules disposant d'un frein actif.

Cette masse freinée s'applique aux rames tractées d'une longueur inférieure ou égale à 500 m et freinées en position P.

S.1.2. Détermination de la puissance de freinage par le calcul

S.1.2.1. Détermination de la puissance de freinage en utilisant le facteur k

La masse freinée B d'un wagon est déterminée par le calcul sous réserve que les conditions suivantes soient satisfaites:

- la vitesse maximale est ≤ 120 km/h,
- des roues d'un diamètre nominal allant de 920 à 1 000 mm, freinées des deux côtés
- les semelles de freins sont constituées de fonte P10,
- les blocs freins sont de type Bg (simple) ou Bgu (double),
- la force appliquée par les sabots va de 5 à 40 kN pour des Bg et de 5 à 55 kN pour des Bgu.

La masse freinée doit être calculée en utilisant la formule suivante:

$$\text{Equation (S1): } B[t] = \frac{k[-] \times \sum F_{\text{dyn}} [\text{kN}]}{9,81 [\text{m/s}^2]}$$

Où $\sum F_{\text{dyn}}$ est la somme de toutes les forces appliquées par les sabots lorsque le véhicule se déplace et k un facteur sans unité dimensionnelle qui dépend du type de semelles (Bg ou Bgu) et de la force de contact de chacun des sabots.

$\sum F_{\text{dyn}}$ doit être calculé en utilisant la formule suivante:

$$\sum F_{\text{dyn}} = (F_t \times i - i^* \times F_R) \times \eta_{\text{dyn}}$$

où:

- F_t = Force effective au cylindre [kN], dès lors que le rappel des cylindres et de la timonerie ont été déduits
 i = Incrémentation totale de la timonerie de frein
 i^* = Incrément au-delà de la timonerie centrale (normalement 4 pour les wagons à deux essieux et 8 pour les wagons à bogie)
 η_{dyn} = Efficacité moyenne de la timonerie lorsque le véhicule se déplace (moyenne entre deux visites d'entretien). η_{dyn} peut monter à 0,91, en fonction du type de timonerie.
 F_R = Force opposée par le régleur (couramment 2 kN)

Les courbes «k» utilisées pour calculer la masse freinée sont données par des formules mathématiques du type suivant:

$$\text{Equation (S2): } k = a_0 + a_1 \times F_{\text{dyn}} + a_2 \times F_{\text{dyn}}^2 + a_3 \times F_{\text{dyn}}^3$$

où:

	a_0	a_1	a_2	a_3
k_{Bg}	2,145	$- 5,38 \times 10^{-2}$	$7,8 \times 10^{-4}$	$- 5,36 \times 10^{-6}$
k_{Bgu}	2,137	$- 5,14 \times 10^{-2}$	$8,32 \times 10^{-4}$	$- 6,04 \times 10^{-6}$

S.1.2.2. Wagons pour lesquels la condition requise pour calculer la puissance de freinage selon l'article S.1.2.1 n'est pas donnée.

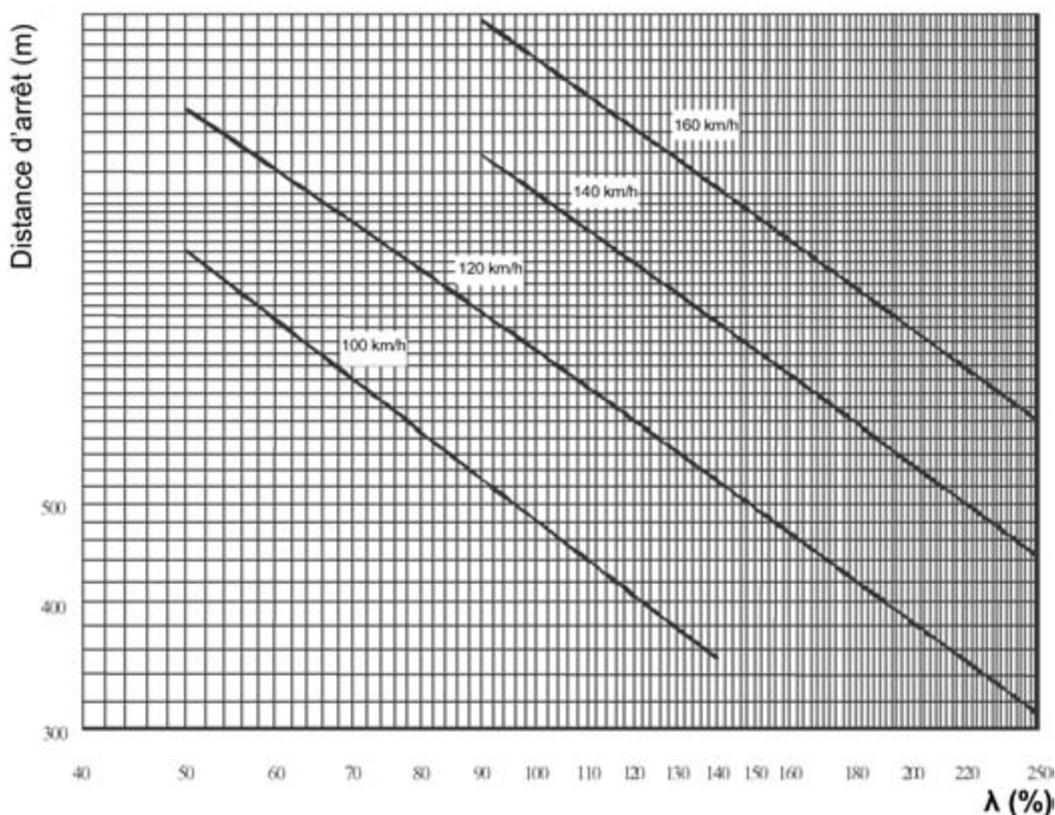
La méthode de calcul décrite ci dessous doit être utilisée pour la conception de l'équipement de frein des wagons ayant une vitesse maximale ≤ 120 km/h. La masse freinée qui est peinte sur le wagon doit être déterminée en essai.

La masse freinée est habituellement calculée via les deux étapes suivantes:

1. calcul de la distance de freinage en se basant sur la puissance de freinage appliquée au cours des différentes gammes de vitesses,
2. Détermination du pourcentage de masse freinée en partant de la distance de freinage calculée en utilisant le graphique d'évaluation de la figure S1 (wagon pris isolément).

Figure S1

Graphe d'évaluation



La distance de freinage doit être calculée pas à pas (article S.4.1) ou par paliers de décélération (article S.4.2)

Les méthodes de calcul qui sont indiquées s'appliquent en principe à un wagon isolé.

Les distances de freinage doivent être calculées pour chaque vitesse initiale précisée à l'article S.1.3.2 et les conditions de chargement de l'article S.1.3.2 doivent être prises en compte:

- l'efficacité dynamique moyenne entre deux visites d'entretien,
- un temps de remplissage du cylindre de frein de 4 s,
- la caractéristique moyenne de frottement la plus faible pour les matériaux de friction utilisés sur ce type de wagon .

Dès lors que les distances de freinage ont été calculées, la masse freinée doit être prédéterminée en utilisant la procédure de l'article S.1.3.2, mais avec des distances calculées au lieu des distances moyennes de freinage mesurées au cours des essais.

Comme repris à l'article S.1.2.1, pour des wagons qui ont une vitesse maximale de 140 km/h, leur masse freinée pour 120 km/h (cf. article S.1.2.1) peut aussi être utilisée pour la vitesse maximale de 140 km/h.

La masse freinée peut être prédéterminée en utilisant cette procédure de calcul, en tenant compte des points supplémentaires suivants:

- La distance de freinage doit être calculée par freinage en partant des vitesses de 100, 120, 140 et 160 km/h jusqu'à la vitesse maximale du wagon.
- Dès lors que les distances de freinage ont été calculées, les masses freinées doivent être prédéterminées en utilisant la procédure de l'article S.1.3.2, mais avec les distances de freinage calculées au lieu des distances moyennes de freinage mesurées au cours des essais.

La masse freinée qui est peinte sur le wagon doit être déterminée au cours des essais (article S.1.3).

S.1.3. Détermination de la masse freinée au cours des essais

Cette procédure est obligatoire lorsqu'il n'y a pas de méthode de calcul approuvée. La procédure peut aussi être utilisée pour des wagons comme repris à l'article S.1.2.1 (Sabots en fonte P10). Si les essais donnent une masse freinée qui est supérieure à la valeur du calcul, alors la valeur calculée ne doit pas être modifiée; si les essais donnent une masse freinée qui est inférieure à celle du calcul, alors la raison de ce résultat doit être déterminée.

Des essais doivent être entrepris:

- Essais avec un véhicule isolé

Dans ces essais, la distance de freinage du train ou du wagon doit être mesurée au cours d'un freinage d'urgence depuis la vitesse v_0 sur voie en alignement et sans pente. La distance de freinage est mesurée depuis le point où le freinage d'urgence a été déclenché.

S.1.3.1. Wagons avec une vitesse maximale ≤ 120 km/h

S.1.3.1.1. Essais sur un véhicule isolé (Essais au lancer)

Le véhicule en cause est accouplé à une locomotive et accéléré jusqu'à la vitesse v_0 . Dès lors que cette vitesse est atteinte l'accouplement mécanique est enlevé. Une application du freinage d'urgence est réalisée. La distance de freinage est mesurée depuis le point où le freinage d'urgence a été déclenché.

S.1.3.1.2. Composition des véhicules pour les essais au lancer

- un wagon dans le cas d'un simple wagon à bogie;
- un groupe de trois wagons dans le cas de wagons à deux essieux;
- un groupe de deux wagons dans le cas de wagons articulés sans bogie;
- le jeu de wagons insécables exploités ainsi en service.

Les essais de freinage au lancer doivent être réalisés à 100 et 120 km/h.

Si un dispositif de changement «vide-chargé» est présent, l'essai de freinage est réalisé:

- dans la position «vide», aux alentours de la masse de transition (sous réserve que cela soit possible pour le type de véhicule en question). Au cas où le dispositif de changement «vide-chargé» est automatique, les essais sont réalisés en position «vide» aux alentours de la charge de transition, mais avec une charge suffisamment inférieure à la charge de transition pour que le dispositif automatique reste stable dans sa position «vide».
- dans la position «chargé» avec la charge maximale.

Dans le cas de véhicules équipés d'un dispositif auto-variable fonction de la charge, les essais de freinage au lancer doivent être réalisés:

- à l'état à vide (en tare), en position de chargement «vide» afin de vérifier que la valeur maximale prescrite de λ n'a pas été dépassée,
- avec la charge maximale (ce qui doit donner la masse freinée maximale).
- Des essais de freinage au lancer doivent être également réalisés pour vérifier la masse freinée au point de dissipation de l'énergie maximale.

Les conditions générales d'essais se trouvent à l'article S.3.1.

La distance mesurée doit être corrigée pour les conditions d'essais nominales ($v_{0\text{ nom}}$) en utilisant la méthode donnée à l'article S.3.2.

Le pourcentage de masse freinée est déterminé en partant de la moyenne des distances de freinage (moyenne des valeurs corrigées admissibles), soit avec les courbes à 120 km/h et/ou 100 km/h de la figure S1, soit avec la formule du tableau S1. Le pourcentage minimum de masse freinée doit être pris en compte.

Tableau S1

Calcul de λ

$$S = \frac{C}{\lambda + D}$$

$$S = \frac{C}{S} - D$$

V [km/h]	C	D
100	52 840	10
120	83 634	19
140	119 179	19
160	161 280	19

Ces formules sont valides au sein de limites correspondant aux extrémités des courbes de la figure S1.

Lorsque la masse freinée à peindre sur le véhicule est déterminée par des essais, le résultat d'essai doit être ajusté à l'efficacité dynamique «moyenne» comprise entre deux visites de maintenance (0,83 pour les wagons comme repris à l'article S.1.2.1).

Avec des sabots en fonte P10, la masse freinée doit être corrigée pour la puissance dynamique au niveau du porte semelle en utilisant la méthode suivante:

- a) Déterminer l'efficacité de la timonerie de frein aussi précisément que possible, pendant que le véhicule se déplace au cours de l'essai pour déterminer $\eta_{\text{dyn test}}$:

Si cette mesure n'a pas été relevée, la valeur de $\eta_{\text{test dyn}} = 0,91$ peut être retenue pour des wagons neufs ayant une timonerie conventionnelle.

Pour les autres véhicules pour lesquels $\eta_{\text{test dyn}}$, n'a pas été mesurée, la formule suivante peut être utilisée:

$$\eta_{\text{dyn test}} = \frac{1 + \eta_{\text{stat test}}}{2}$$

Cette formule ne peut pas être utilisée pour des valeurs de $\eta_{\text{essai stat}}$ inférieures à 0,6. La valeur de $\eta_{\text{dyn test}}$ ne doit jamais être inférieure à 0,91.

- b) Avec B_{test} comme masse freinée par porte semelle au cours de l'essai, les équations (1) et (2) ci dessus peuvent être utilisées l'une comme l'autre pour déterminer $F_{\text{dyn test}}$ par lecture directe de la valeur.
- c) La puissance dynamique corrigée s'exprime comme suit:

$$F_{\text{dyn corr}} = F_{\text{dyn test}} \times \frac{0,83}{\eta_{\text{dyn test}}}$$

- d) En prenant cette valeur pour $F_{\text{dyn corr}}$, les mêmes tableaux peuvent être utilisés pour déterminer B_{corr} , la masse freinée corrigée par porte semelle.

S.1.3.2. Wagons avec une vitesse supérieure à 120 km/h et inférieure à 160 km/h

La méthode est identique à celle décrite dans l'article S.1.3.1 avec deux séries d'essais supplémentaires, une à 140 km/h et une autre à 160 km/h, si le wagon est apte à circuler à cette vitesse.

Les distances de freinage mesurées doivent être corrigées pour les conditions d'essais nominales ($V_{0\text{ nom}}$) en utilisant la méthode donnée à l'article S.3.2.

Les distances de freinage moyennes corrigées sont utilisées pour déterminer les quatre valeurs de λ (λ_{100} , λ_{120} , λ_{140} , λ_{160}) en partant des courbes de la figure S1 (ou les équations de ces courbes — voir tableau S1).

La valeur minimale doit être prise de λ_{100} , λ_{120} , λ_{140} et λ_{160} .

S.2. DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE DE FREINAGE POUR DES WAGONS ÉQUIPÉS D'UN FREIN À AIR UIC POUR WAGONS DE FRET

La masse freinée des wagons en position G est considérée être la même que celle déterminée pour la position P.

Il ne doit pas y avoir d'évaluation distincte de la puissance de freinage des wagons en position G.

S.3. EXÉCUTION DES ESSAIS

S.3.1. Méthode d'exécution des essais

S.3.1.1. Conditions atmosphériques

Afin d'éviter que des mauvaises conditions atmosphériques affectent les résultats, les essais doivent être réalisés avec un minimum de vent et sur un rail sec.

S.3.1.2. Nombre d'essais

Au moins quatre essais validés doivent être réalisés pour lesquels la moyenne doit être calculée. Toutes les distances de freinage obtenues, doivent être corrigées conformément au point 1 de l'article S.3.2,

La moyenne n'est acceptée que si elle satisfait aux critères suivants qui doivent être simultanément vérifiés:

Critère 1: $\frac{\text{Standard deviation of sample } (\sigma_n)}{\text{Mean of sample } (\bar{s})} \leq 3,0\%$ et

1. Critère 2: $|\text{Valeur extrême } (s_c) - \text{moyenne } (\bar{s})| \leq 1,95 \times \sigma_n$

Où s_c est la distance de freinage la plus éloignée de la moyenne.

Si l'un des deux critères n'est pas satisfait, alors un essai supplémentaire doit être réalisé (en rejetant la valeur extrême « S_c » si le critère 2 n'est pas satisfait et $n \geq 5$)

Avec les nouvelles valeurs ainsi obtenues, les critères 1 et 2 doivent être vérifiés pour lesquels:

s_i = distance de freinage mesurée pour l'essai «i», après correction,
 \bar{s} = la distance de freinage moyenne,
 n = le nombre d'essais,
 σ_n = l'écart type de l'échantillon

et

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum |s_i - \bar{s}|^2}{n}}$$

Le nombre d'essais validés doit être au minimum égal à 70 % du nombre d'essais réalisés. Les essais qui sont réalisés selon l'article S.3.2., Point 1b, ne doivent pas être comptabilisés dans le nombre total d'essais.

Si après 10 essais, l'un des deux critères n'est pas satisfait, la série d'essais doit être interrompue et le système de freinage contrôlé. L'interruption des essais doit être mentionnée dans le rapport d'essai.

S.3.1.3. Conditions de frottement des composants, des roues et des disques.

Avant de commencer les essais, les composants de frottement doivent être (garnitures de frein/semelles) rodés jusqu'à un minimum de 70 % de recouvrement. Des freinages plus courts peuvent être obtenus avec une usure de 3 à 5 mm sur des sabots de frein en fonte. Si les essais comprennent un freinage avec arrêt dans les conditions humides, le bord d'attaque de la garniture ou du sabot doit être engagé dans le sens de la rotation.

Il est recommandé que les essais soient réalisés sur des véhicules freinés par des blocks de semelles agissant sur des roues (neuves ou profilées) ayant parcourus au moins 1 200 km.

Il est recommandé que la température initiale des roues et des disques soit située entre 50 °C et 60 °C.

S.3.2. Méthode d'évaluation des résultats d'essai

S.3.2.1. Correction des distances de freinage pour chaque essai.

La distance de freinage obtenue «j» lors de l'essai doit être corrigée pour prendre en compte les facteurs suivants:

- Vitesse nominale en fonction de la vitesse initiale mesurée en essai
- Pente de la voie d'essai

La correction est faite en appliquant la formule suivante:

$$\frac{V_{jnom}^2}{2 \times 3,6^2 \times s_{jcorr}} = \frac{V_{jmeas}^2}{2 \times 3,6^2 \times s_{jmeas}} - \frac{g}{\rho} \times \frac{i}{1000}$$

Par translation on obtient

$$s_{jcorr} = \frac{3,933 \times \rho \times v_{jnom}^2}{3,933 \times \rho \times v_{jmeas}^2 - i \times s_{jmeas}} \times s_{jmeas}$$

où:

s_{jcorr} [m] = distance de freinage corrigée (correspondant à la vitesse nominale dans l'essai J),
 s_{jmeas} [m] = distance de freinage mesurée dans l'essai J,
 v_{jnom} [km/h] = vitesse nominale dans l'essai J,
 v_{jmeas} [km/h] = vitesse initiale mesurée dans l'essai J,
 ρ = coefficient d'inertie des «masses en rotation», qui est défini comme suit:

$$\rho = 1 + \frac{m_r}{m}$$

où:

m = masse du train ou du véhicule
 m_r = masse équivalente des composants en rotation

(s'il n'y a pas de valeur exacte de connue on peut prendre $\rho = 1,15$ pour les locomotives et $\rho = 1,04$ pour les voitures)

i [mm/m] = pente moyenne sur s_{jmeas} en voie d'essai, qui est positive (+) en montée et négative (-) en descente.

Les deux critères suivants doivent être vérifiés pour valider l'essai:

a) $|i| < 3$ mm/m (5 mm/m pour des cas exceptionnels)

et

b) $v_{jmeas} - v_{jnom} \leq 4$ km/h

S.3.2.2. Correction de la distance de freinage moyenne \bar{s}

La distance de freinage moyenne \bar{s} , obtenue conformément à l'article S.3.1, doit être corrigée pour prendre en compte les deux facteurs suivants:

a) Efficacité dynamique de la timonerie de frein en essai en comparaison avec la valeur moyenne en service, et pour les disques, le diamètre moyen des roues des véhicules en essai, en comparaison avec des roues présentant un diamètre à mi-usure. Pour des wagons équipés de sabots en fonte P10 et d'une timonerie conventionnelle, l'efficacité dynamique doit être corrigée en utilisant la méthode décrite à l'article S.1.3.1.

La distance moyenne de freinage doit être corrigée en utilisant les formules suivantes:

$$F_{\text{corr}} = F_{\text{test}} \times \frac{\eta_m}{\eta_{\text{test}}} \times \frac{d_{\text{test}}}{d_m}$$

et

$$\bar{S}_{\text{corr}} = t_e \times v_{\text{nom}} + \frac{F_{\text{test}} + W_m}{F_{\text{corr}} + W_m} \times \{ \bar{S} - v_{\text{nom}} \times t_e \}$$

où:

\bar{S}_{corr} [m] =	distance de freinage moyenne corrigée;
\bar{S} [m] =	la distance moyenne de freinage obtenue en essai;
t_e [s] =	le temps équivalent de montée de la puissance de freinage;
V_{nom} [m/s] =	la vitesse nominale initiale en essai;
d_{test} [mm] =	le diamètre moyen des roues des véhicules en essai;
d_m [mm] =	diamètre de roue à mi-usure;
F_{corr} [kN] =	puissance de freinage corrigée;
F_{test} [kN] =	puissance moyenne de freinage des essais;
η_M =	efficacité de la timonerie de frein dans des conditions de service courantes;
η_{test} =	efficacité de la timonerie de frein au cours des essais;
W_m [kN] =	résistance moyenne à l'avancement.

- b) Le temps de remplissage réel par rapport au nominal de 4 s. Cette correction est uniquement applicable lors des essais sur un véhicule isolé.

La formule de correction suivante doit être appliquée:

$$\bar{S}_{\text{corr}} = \left(2 - \frac{t_s}{2} \right) \times V_{\text{nom}} + \bar{S}$$

où:

\bar{S}_{corr} [m] =	distance de freinage moyenne corrigée;
\bar{S} [m] =	distance moyenne de freinage;
t_s [s] =	temps de remplissage moyen mesuré au remplissage des cylindres de frein;
V_{nom} [m/s] =	vitesse initiale nominale en essais.

S.4. EVALUATION DE LA PERFORMANCE DE FREINAGE PAR CALCUL

S.4.1. Calcul pas à pas

Le calcul de la distance de freinage peut être entrepris pas à pas en commençant par une méthode générale basée sur une équation liée à la dynamique dont l'algorithme est défini comme suit:

Etape 1 $\sum F_i + W_i = m_e \times a_i$

où:

$\sum F_i$	est la somme des forces retardatrices de l'ensemble des freins actifs
W_i	effort retardateur à l'instant i ;
m_e	Masse équivalente du véhicule (y compris les masses tournantes);
a_i	Décélération à l'instant i .

Etape 2

$$a_i = \frac{\sum F_i + W_i}{m_e}$$

Etape 3

$$v_{i+1} = v_i - a_i \times \Delta t$$

où:

Δt est l'intervalle de temps pour le calcul ($\Delta t \leq 1$ s);

v_i Vitesse initiale sur l'intervalle Δt ;

v_{i+1} Vitesse finale sur l'intervalle Δt ;

Etape 4 :

$$v_{mi} = \frac{v_i + v_{i+1}}{2}$$

avec

v_{mi} Vitesse moyenne sur la durée de l'intervalle Δt .

Etape 5 :

$$\Delta s_i = v_{mi} \times \Delta t$$

où:

Δs_i est la distance parcourue pendant l'intervalle Δt .

La distance Δs_i peut aussi être calculée avec l'une des formules suivantes :

Etape 5 bis :

$$\Delta s_j = v_j \times \Delta t - \frac{1}{2} \times a_i \times \Delta t^2$$

Etape 5 ter :

$$\Delta s_j = \frac{v_i^2 - v_{i+1}^2}{2 \times a_i}$$

Dans l'hypothèse où la force de freinage reste constante dans l'intervalle, toutes ces formules donnent le même résultat.

Etape 6 :

$$s = \sum (v_{mi} \times \Delta t)$$

où:

s est la distance d'arrêt totale (en atteignant $v=0$)

S.4.2. Calcul par paliers de décélération

Dans les cas où les véhicules sont équipés de frein dont les efforts retardateurs établis sont constants pour certains paliers d'intervalles de vitesses ou si on connaît la valeur moyenne de cet effort, la méthode simplifiée suivante est utilisable:

Palier 1 :

$$a_{mi} = \frac{\sum F_{mi} + W_{mi}}{m_e}$$

où:

F_{mi} , W_{mi} et a_{mi} sont des valeurs constantes ou moyennes dans l'intervalle de vitesse v_i à v_{i+1} .

Palier 2 :

$$\Delta s_j = \frac{v_i^2 - v_{i+1}^2}{2 a_{mi}}$$

où:

Δs_i est la distance parcourue dans cet intervalle de vitesse

Palier 3 :

$$s = t_e \times v_o + \sum \Delta s_i$$

ANNEXE T

CAS PARTICULIERS**Gabarit cinématique****Grande Bretagne**

T.1. WAGONS DESTINES A CIRCULER SUR LE RESEAU BRITANNIQUE	347
T.1.1. Introduction	347
T.1.2. Partie A — Gabarit applicable aux wagons en Grande Bretagne (W6)	348
T.1.3. Partie B — Calcul d'un échantillon relatif à un gabarit W6-A	351
T.1.4. Partie C — Gabarits W7 et W8	354
T.1.5. Partie D — Gabarit de chargement particulier W9	355

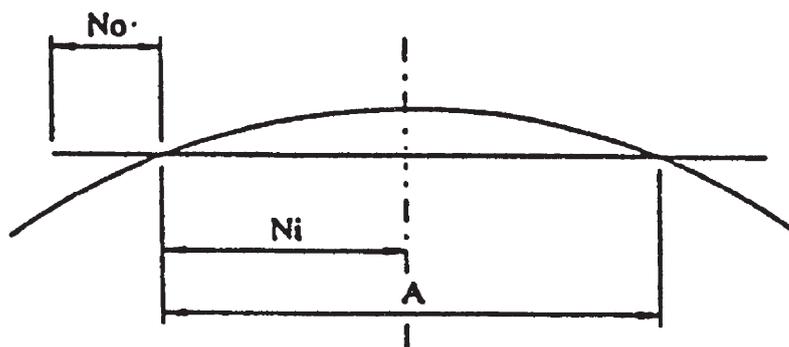
T.1. WAGONS DESTINÉS À CIRCULER SUR LE RÉSEAU BRITANNIQUE

T.1.1. Introduction

Sur les lignes de Grande Bretagne, on peut disposer des gabarits de wagons de fret suivants: W6, W7, W8 et W9. Le gérant de l'infrastructure doit lister sur le registre de l'infrastructure les gabarits utilisables par ligne. Les gabarits sont décrits ci dessous en Partie A — W6, Partie B — Calcul de l'échantillon, Partie C — W7 et W8, Partie — W9. L'application de ces gabarits est limitée aux véhicules pour lesquels les mouvements latéraux de la suspension ainsi que le balancement sont réduits. Les véhicules ayant une suspension souple en latéral et/ou un balancement important doivent être évalués en dynamique conformément aux normes nationales notifiées.

En dessous d'une cote de 400 mm par rapport au niveau du rail, les wagons doivent être conformes tant au contour de référence G1 qu'au W6, tout en privilégiant le profil qui réduit le plus les dimensions.

Figure T2



A = empattement/pivots de bogie en mètres.

N_i et N_o = distance en mètres de la section concernée par rapport à l'essieu ou le pivot de bogie le plus proche.

Formules à appliquer pour déterminer les réductions au dessus de la ligne des 1 000 mm.

- a) Réduction E_i (en mètres) à réaliser de chaque côté du gabarit pour une section située entre les essieux ou les pivots de bogies:

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{400} - 0,102$$

- b) Réduction E_o (en mètres) à réaliser de chaque côté du gabarit pour une section située au delà des essieux ou des pivots:

$$E_o = \frac{AN_o + N_o^2}{400} - 0,102$$

Nota

- Une valeur calculée ci dessus, négative pour a) ou b) indique que la réduction qui doit être appliquée est nulle.
- Aucune réduction n'est nécessaire au centre du véhicule à moins que la distance entre les pivots ne dépasse les 12,8 m.
- Les formules de réduction de la largeur s'appliquent également à toutes les coordonnées des largeurs du contour supérieur.
- Aucun élargissement de ce gabarit n'est autorisé même si les déplacements sur la courbe sont inférieurs à ce qui est décrit ci dessus.

Zone en dessous de la ligne des 1 000 mm

Généralités

Cette partie du gabarit possède une cinématique simplifiée.

On doit dûment tenir compte de tous les déplacements latéraux, susceptibles d'être provoqués par exemple par:

- (a) le déplacement latéral total dû à la suspension,
- (b) l'usure totale de la suspension,
- (c) le débord en courbe (E_i ou E_o).

Les critères suivants sont à exclure:

- (d) le roulis du véhicule,
- (e) la flexibilité des essieux,
- (f) le jeu entre le boudin et le rail,
- (g) l'usure du boudin et du rail.

Toutes les valeurs de dégagement inférieur indiquées sont des valeurs minimales absolues; aucune partie du wagon ne doit empiéter en vertical vers le bas et conduire ainsi à l'engagement du gabarit, sous quelque condition de chargement ou d'usure que ce soit. Le déplacement vertical du aux ressorts doit être déterminé pour leur course maximale jusqu'à ce qu'ils soient à spires jointives ou en butée.

De plus, dans les conditions ci dessus mentionnées de flexion maximale le véhicule, lorsqu'il se trouve dans des courbes verticales de 500 m de rayon, ne doit pas empiéter sur les dégagements inférieurs prévus au gabarit dans les plans situés au dessus du niveau du rail à 75, 100 ainsi que 135 mm.

Détermination de la largeur maximale du véhicule

En tout point du véhicule, la combinaison de:

- (1) sa largeur statique maximale plus,
- (2) la somme des valeurs obtenues en 1.2.1 a), b) et c),

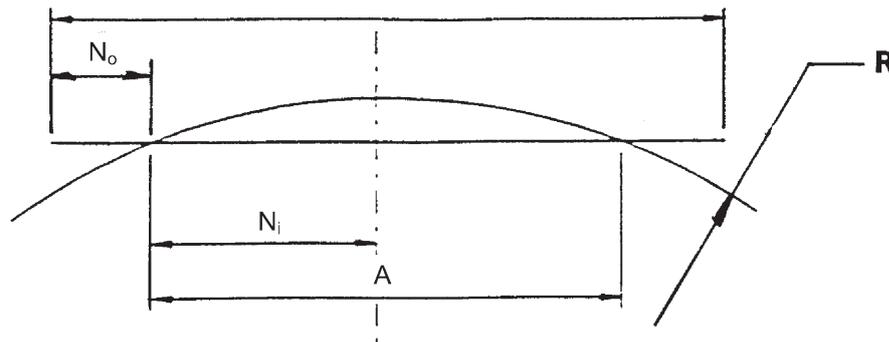
ne doit pas dépasser l'une des quatre valeurs reprises ci dessous:

Rayon de courbe (R)	Largeur maximale de (1) + (2)
En alignement (*)	2 700 mm
360 m	2 700 mm
200 m	2 820 mm
160 m	2 900 mm

(*) Y compris l'inclusion de composants insensibles au débord en courbe, par exemple les boites d'essieux.

Figure T3

Diagramme concernant la formule de réduction de la largeur



A = empattement/pivots de bogie en mètres.

N_i et N_o = distance en mètres de la section concernée par rapport à l'essieu ou le pivot de bogie le plus proche.

R = Rayon de la courbe

Formule à appliquer pour la détermination de la réduction en dessous de la ligne de 1 000 mm

- a) Réduction E_i (en mètres) à appliquer de chaque côté du gabarit pour une section située entre les essieux ou les pivots de bogies.

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{2R}$$

- b) Réduction E_o (en mètres) à appliquer de chaque côté du gabarit pour une section située au delà des essieux ou des pivots.

$$E_i = \frac{AN_o + N_o^2}{2R}$$

Nota:

- Toute réduction de largeur issue des points ci dessus s'applique également à toutes les coordonnées des largeurs de contour inférieur.
- Aucun élargissement de ce gabarit n'est autorisé.

T.1.3. Partie B — Calcul d'un échantillon pour un véhicule avec un gabarit W6-A

1. Exemple

1.1. Wagon couvert à deux essieux de dimensions suivantes:

Empattement (A)	9 m
Longueur entre traverses de tête	12,82 m
Déplacement latéral total du à la suspension	± 0,02 m
Jeu d'usure total de la suspension	0,003 m

1.2. Zone au dessus de la ligne des 1 000 mm

1.2.1. Au centre du véhicule

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{400}$$

$$E_i = - 0,051 \text{ m}$$

E_i au terme du calcul a une valeur négative, de ce fait aucune réduction n'est nécessaire.

1.3. A la traverse de tête

1.3.1.

$$E_i = \frac{AN_o + N_o^2}{400} - 0,102$$

$$E_o = - 0,05 \text{ m}$$

E_o , au terme du calcul a une valeur négative, de ce fait aucune réduction n'est nécessaire

1.4. Zone au dessous de la ligne des 1 000 mm.

1.4.1. Déplacement latéral total du à la suspension

$$1.4.1.1. (0,020 + 0,003) \text{ m} = 23 \text{ mm (réduction sur la demi largeur)}$$

1.5. Au niveau de l'axe des essieux

$$1.5.1. E_o/E_i = \text{zéro}$$

Par conséquent la largeur maximale prise sur les composants de boîte d'essieu est:

$$2\,700 - 2(23) = 2\,654 \text{ mm}$$

1.6. Au centre du véhicule

1.6.1.

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{2R}$$

- (i) Pour $R = 360$ m $E_i = 28$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 360$ m:

$$2\,700 - 2(23) - 2(28) = 2\,598 \text{ mm}$$

- (ii) pour $R = 200$ m $E_i = 51$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 200$ m:

$$2\,820 - 2(23) - 2(51) = 2\,672 \text{ mm}$$

- (iii) pour $R = 160$ m $E_i = 63$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 160$ m:

$$2\,900 - 2(23) - 2(63) = 2\,728 \text{ mm}$$

De ce qui est indiqué ci dessus, on peut voir que le cas (i) conduit à la valeur minimale, et par conséquent la largeur maximale admissible au centre du véhicule est donc de 2 598 mm.

1.7. A la traverse de tête

1.7.1.

$$E_i = \frac{AN_o + N_o^2}{2R}$$

- (i) pour $R = 360$ mm $E_o = 29$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 360$ mm:

$$2\,700 - 2(23) - 2(29) = 2\,596 \text{ mm}$$

- (ii) pour $R = 200$ m $E_o = 52$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 200$ m:

$$2\,820 - 2(23) - 2(52) = 2\,670 \text{ mm}$$

- (iii) pour $R = 160$ m $E_o = 65$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 160$ m:

$$2\,900 - 2(23) - 2(65) = 2\,724 \text{ mm}$$

De ce qui est indiqué ci dessus on peut voir que le cas (i) conduit à la valeur minimale, et par conséquent la largeur maximale admissible au niveau des traverses est donc de 2 596 mm.

3. Calcul des déplacements verticaux/Dégagements inférieurs

3.1. Déplacement avec composants suspendus

3.1.1.

- a) Usure de roue possible: 38,0 mm
 b) Creux de la table: 6,0 mm
 c) Suspension, véhicule sous tare, puis en talonnement: 98,5 mm

Total: 142,5 mm (en pratique 143 mm)

Nota: Ce déplacement peut être réduit de l'épaisseur totale du bloc conique monté sur boîte d'essieu destiné à compenser l'usure de roue sur les véhicules munis d'équipements pour les recevoir.

3.2. Déplacement avec composants non suspendus

3.2.1.

d)	(a) Usure de roue possible	38 mm	38 mm
e)	(b) Creux de la table	6 mm	6 mm

Total: 44 mm

3.2.2.

3.3. Dégagements inférieurs, au centre du véhicule

3.3.1.

Le déplacement vertical H_i d'un véhicule qui se trouve en courbe verticale convexe de 500 m de rayon est donné par la formule:

$$H_i = \frac{AN_i - N_i^2}{2R}$$

$$H_i = 20 \text{ mm.}$$

3.4. Dégagements inférieurs au niveau de la traverse de tête

3.4.1.

Le déplacement vertical H_o d'un véhicule qui se trouve en courbe verticale convexe de 500 m de rayon est donné par la formule:

$$H_o = \frac{AN_o + N_o^2}{2R}$$

$$H_o = 21 \text{ mm}$$

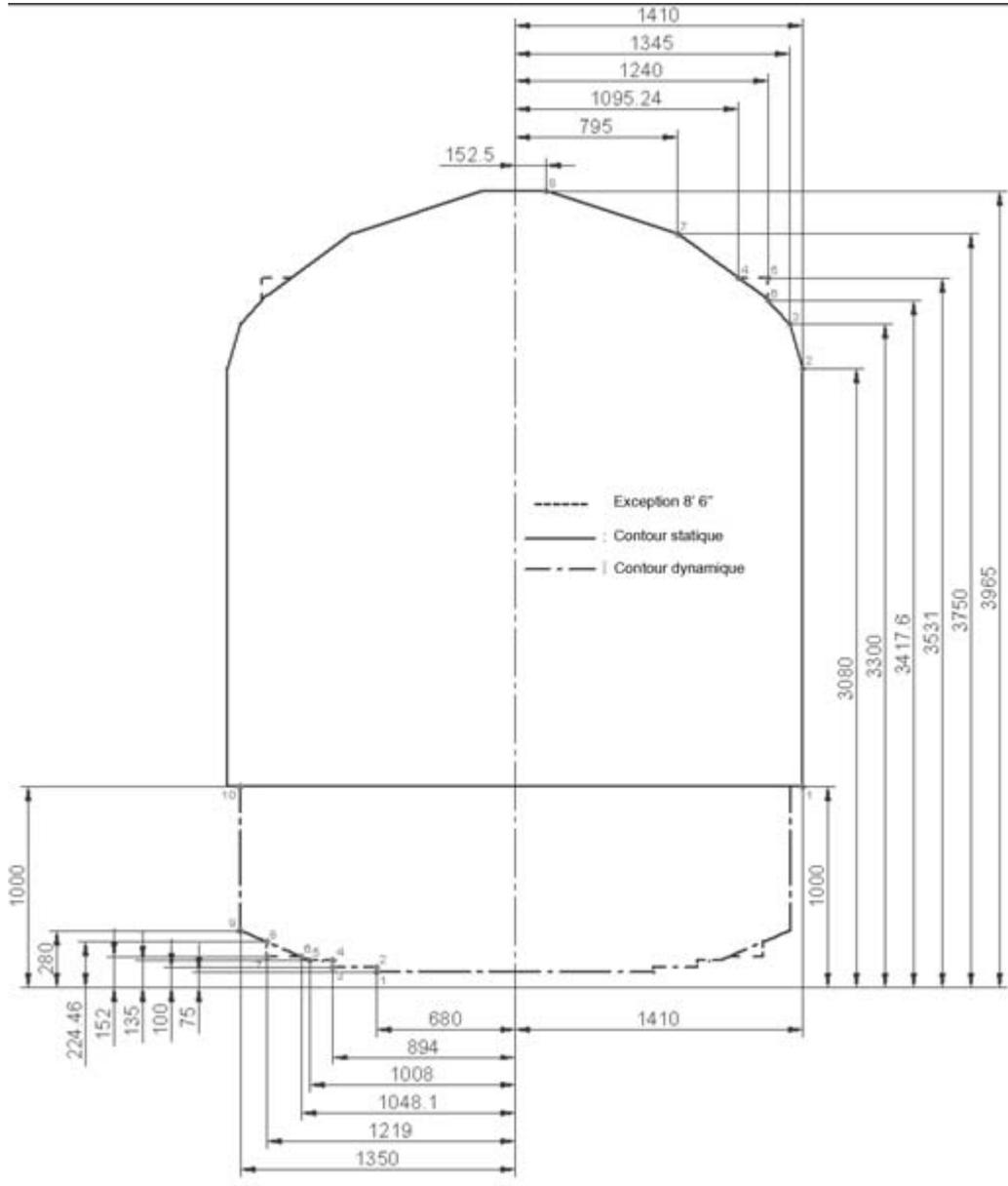
3.4.2.

Nota: Les valeurs obtenues comme précisé aux articles 3.3 et 3.4 ci dessus s'ajoutent uniquement, pour les plans situés à 75, 100 et 135 mm au dessus du niveau du rail, à celles des articles 3.1 et 3.2 ci dessus.

T.1.4. Partie C — Gabarits W7 et W8

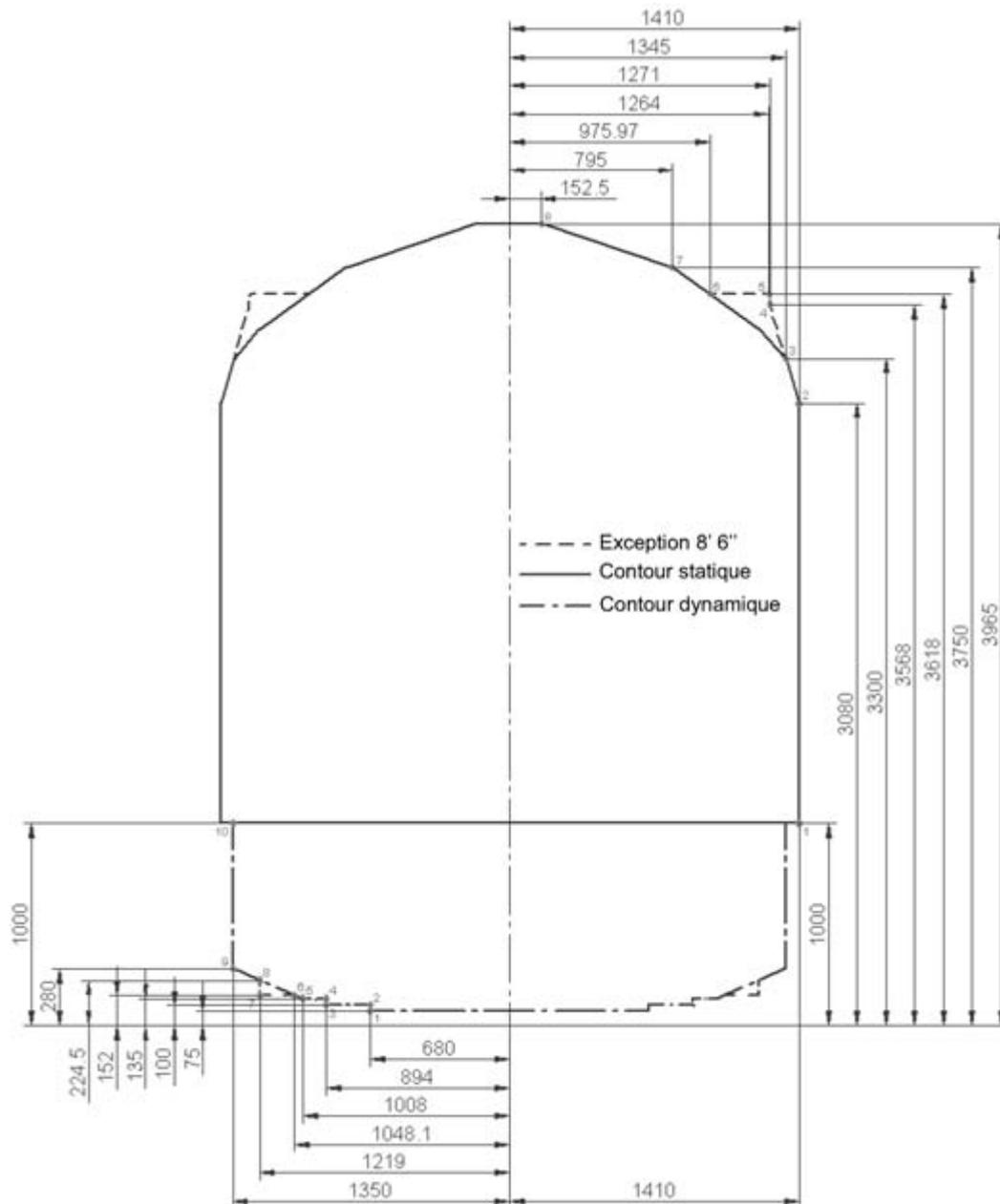
Gabarit W7

Figure T4



Gabarit W8

Figure T5



T.1.5. Partie D — Gabarit de chargement particulier W9

- La caisse du wagon et les bogies doivent être conçus conformément au gabarit W6 .
- Lorsqu'elle est en place sur un wagon, une charge démontable doit être conforme avec le gabarit W9 décrit ci dessous.

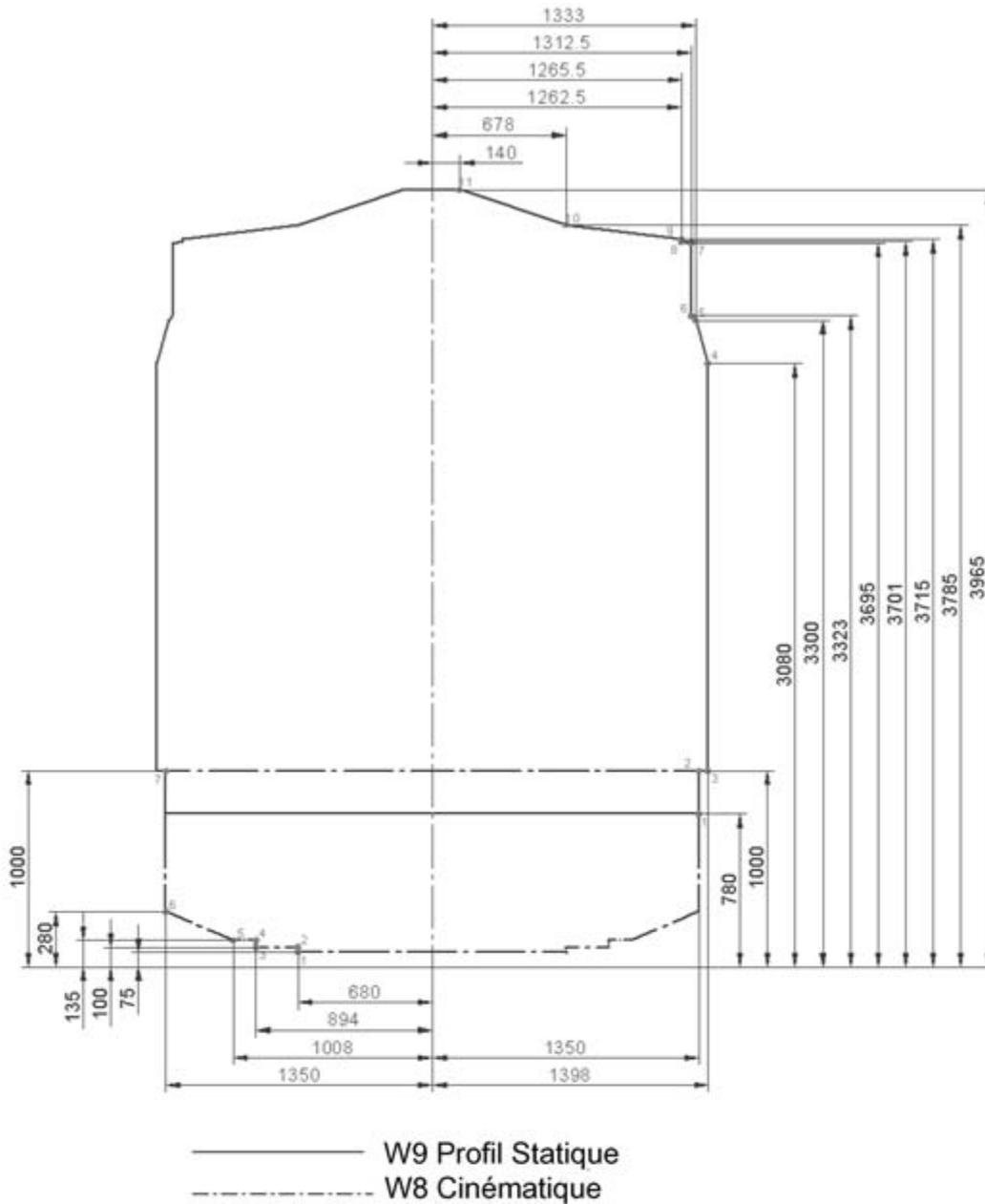
1.1. le gabarit W9 comprend deux parties distinctes qui ensemble doivent se conformer au:

W9 (i), ceci s'applique aux unités de chargement situées entre les pivots de bogie. [NB (i) pour «intérieur»].

W9 (o), ceci s'applique aux unités de chargement situées sur les porte à faux du wagon, en dehors de l'extrémité du bogie et jusqu'à l'extrémité de chargement utile du plan. [NB (o) pour en «dehors»].

Contour de référence du gabarit W9 (i)

Figure. T6



Coordonnées du contour W9 :

Point:	X	Y
6	1312,5	3323
7	1312,5	3695
8	1262,5	3701
9	1265,5	3715

Les wagons de conteneurs disposent de différentes positions pour les différentes tailles d'unités internationales. Ces différentes unités internationales chargées sur ces wagons conteneurs ne sont pas fixes dans leur position latérale ou longitudinale. Tous arrangements et mouvements possibles pendant leurs parcours doivent être pris en compte tant au regard du W9 (i) que du W9 (o).

2. Notes sur la formule de réduction et les autres facteurs à prendre en considération dans l'application du gabarit W9

2.1. Le gabarit W9 (i) est prescrit pour un wagon dont l'écartement entre pivots de bogie est de 13,5 m. Aucun élargissement du gabarit n'est autorisé pour les wagons dont l'écartement entre pivots est inférieur à 13,5 m mais une réduction de la largeur du gabarit doit être faite pour les wagons dont l'écartement entre pivots est supérieur à 13,5 m.

2.1.1. Zone au dessus de la ligne des 1 000 mm

2.1.1.1. Généralités

2.1.1.2.

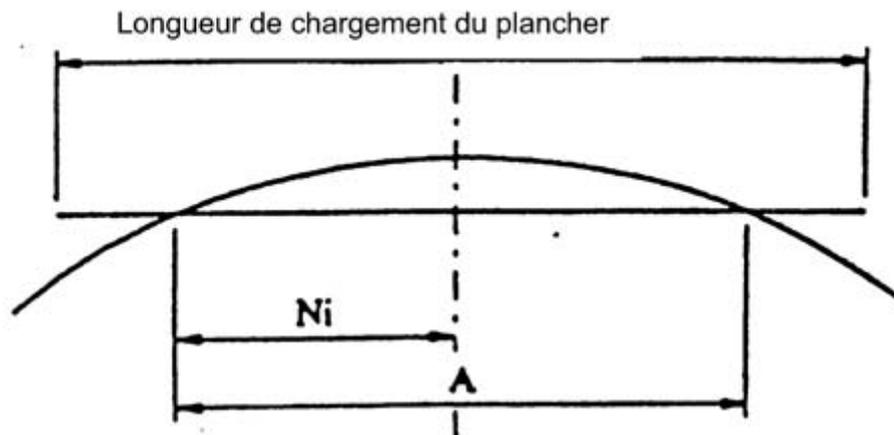
Cette partie du gabarit W9 (i) doit être considérée comme statique et la largeur du gabarit n'est pas affectée par les mouvements de suspension jusqu'à une valeur limite de 13 mm (y compris l'usure).

La largeur du gabarit W9 (i), doit être réduite, de chaque côté de l'entraxe, de la valeur correspondant aux mouvements latéraux de la suspension qui dépassent la valeur limite des 13 mm.

La zone située au dessus de la ligne des 1 000 mm, pour la largeur de 2 796 mm, est un minimum absolu. Aucune partie de l'unité de charge ne doit empiéter verticalement, vers le bas et conduire ainsi à l'engagement du gabarit, sous quelque condition de chargement ou d'usure que ce soit. Le déplacement vertical du aux ressorts doit être déterminé pour leur course maximale jusqu'à ce qu'ils soient à spires jointives ou en butée.

Zone comprise entre 1 000 et 780 mm au dessus du niveau du rail

Figure T6



A = écartement entre pivots de bogie (en mètres)

N_i = distance en mètres de la section concernée par rapport au pivot de bogie le plus proche (en mètres).

R = Rayon de la courbe

Nota: Généralement la réduction la plus élevée est obtenue lorsque $N_i = A/2$.

1.1.3. Réduction E_i (en mètres) à réaliser de chaque côté du gabarit pour une section placée entre les essieux ou pivots:

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{400} - 0,114$$

Nota

- Une valeur négative calculée selon l'article 1.1.3 ci dessus, indique que la réduction qui doit être appliquée est nulle.
- Aucune réduction n'est nécessaire au centre du véhicule à moins que l'écartement entre pivots ne dépasse les 13,5 m.

La formule de réduction de la largeur s'applique également à toutes les coordonnées des largeurs situées dans la zone au dessus de la ligne des 1 000 mm.

Zone comprise entre 1 000 et 780 mm au dessus du niveau du rail

2.1. Généralités

2.1.1. Cette partie du gabarit W9 (i) possède une cinématique simplifiée

On doit prendre dûment compte de tous les déplacements latéraux, susceptibles d'être provoqués par:

- a) le déplacement latéral total du à la suspension,
- b) le total de l'usure des interfaces de la suspension,
- c) la réduction du au débord en courbe E_r ,
- d) les déplacements des unités de chargement comme repris en introduction à la partie D de l'annexe 5.

Les critères suivants sont à exclure:

- e) le roulis du véhicule,
- f) la flexibilité des essieux,
- g) le jeu entre le boudin et le rail,
- h) l'usure du boudin et du rail.

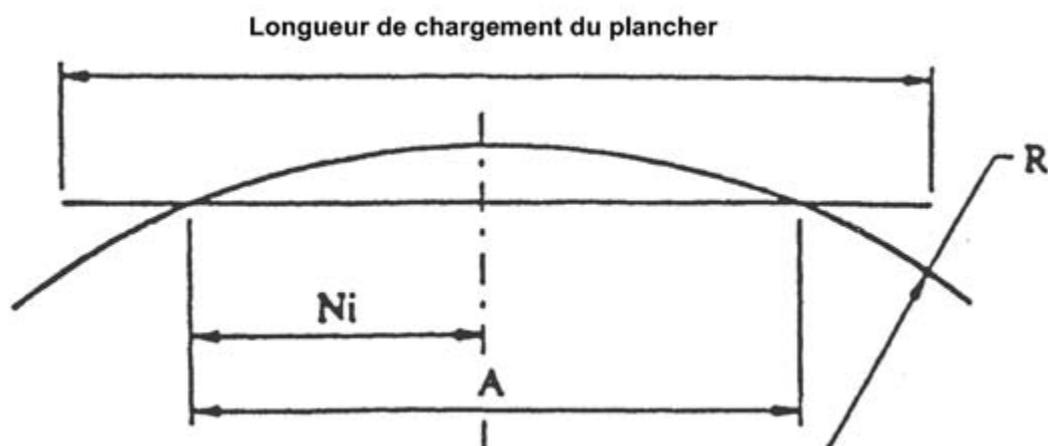
2.1.3. Zone en dessous de la ligne de 780 mm située au dessus du niveau du rail

2.1.3.1.

Conformément au gabarit W9 (i), aucune partie d'une unité de chargement ne doit empiéter dans cette zone quelque soit les conditions de charge ou d'usure sauf si elle est conforme au gabarit W6.

2.1.4 Détermination des largeurs du gabarit W9 (i)

Figure T7



2.1.5 En tout point du véhicule, la combinaison de:

- (i) sa largeur statique maximale plus,
- (ii) la somme des valeurs obtenues en 2.1 1 a), b) c) et d),

ne doit pas dépasser l'une des trois valeurs reprises ci dessous:

Rayon de la courbe (R)	Largeur maximale (i) + (ii)
360 m	2 810 mm
200 m	2 912 mm
160 m	2 970 mm

2.1.5.1. Réduction E_i (en mètres) à réaliser de chaque coté du gabarit pour une section située entre les bogies:

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{2R}$$

2.1.6.2. Nota: toute réduction de largeur issue du point ci dessus s'applique également à toutes les coordonnées des largeurs placées entre les lignes de 1 000 et 780 mm. Aucun élargissement de ce gabarit n'est autorisé.

3. Calcul d'un échantillon

3.1. Réductions de largeur calculées conformément aux données relatives au gabarit W9 (i).

3.1.1. Wagon à bogie aux dimensions suivantes:

Ecartement entre les pivots (A):	13,5 m
Longueur du plancher:	15,9 m
Déplacement latéral total de la suspension, y compris usure d'interface:	13 mm (par exemple sans dépasser la valeur standard de 13 mm)
Déplacement latéral total de l'unité de chargement en liaison avec son dispositif de fixation:	12,5 mm (par exemple de 6,5 mm supérieur à la valeur standard de 6 mm)

3.2. Zone située au dessus de la ligne des 1 000 mm

3.2.1. Au centre du wagon

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{400} - 0,114$$

$$E_i = \frac{13,5 \times 6,75 - 6,75^2}{400} - 0,114$$

$E_i = -0,00009$, dans l'exemple il n'y aura pas de réduction pour ce débord en courbe.

3.2.2. Réduction en totalité du gabarit

= E_i + dépassement du déplacement latéral du à la suspension + dépassement de déplacement de l'unité de chargement

= 0 + 0 + 6,5 mm.

Par conséquent, toutes les coordonnées horizontales du gabarit W9 (i), dans la zone qui dépasse la ligne des 1 000 mm, doivent être réduites de 6,5 mm sur chaque coté du gabarit.

3.3. Zone comprise entre les lignes de 1 000 et 780 mm au dessus du niveau du rail

3.3.1.

Déplacement latéral total du à la suspension = 13 mm.

Dépassement du déplacement latéral de l'unité de chargement = 6,5 mm.

3.3.2.

Au centre du wagon:

$$E_i = \frac{AN_i - N_i^2}{2R}$$

(i) Pour $R = 360$ m $E_i = 63$ mm

Par conséquent la largeur maximale à $R = 360$ m sera:

$$2\,810 - (2 \times 63) - (2 \times 13) - (2 \times 6,5) = 2\,645 \text{ mm}$$

(ii) Pour $R = 200$ m $E_i = 114$ mm

Par conséquent la largeur maximale pour $R = 200$ m sera:

$$2\,912 - (2 \times 114) - (2 \times 13) - (2 \times 6,5) = 2\,645 \text{ mm}$$

(iii) Pour $R = 160$ m $E_i = 142$ mm

Par conséquent la largeur maximale à $R = 160$ m sera:

$$2\,970 - (2 \times 142) - (2 \times 13) - (2 \times 6,5) = 2\,647 \text{ mm}$$

Les cas ci dessus (i) et (ii) conduisent ensemble à l'obtention de la valeur minimale et par conséquent la largeur maximale admissible de l'unité de chargement placée au centre de la longueur utile du plancher est donc de 2 645 mm.

4. Notes concernant la formule de réduction et les autres facteurs à prendre en considération dans l'application du gabarit W9 (o)

4.1. Le gabarit W9 (o) est prescrit pour un wagon ayant un écartement de 13,5 m entre les pivots de bogie. Aucun élargissement du gabarit n'est autorisé pour des wagons dont l'écartement est inférieur à 13,5 m. Cependant une réduction doit être appliquée pour les wagons dont l'écartement entre pivots est supérieur à 13,5 m.

4.1.1. Zone au dessus de la ligne des 1 000 mm.

4.1.1.1. Généralités

Cette partie du gabarit W9 (o) doit être considérée comme statique et la largeur du gabarit n'est pas affectée par les mouvements de suspension jusqu'à la valeur limite de 13 mm.

En conséquence, la largeur du gabarit W9 (o), doit être réduite, de chaque coté de l'entraxe, d'une valeur correspondant au dépassement des mouvements latéraux de la suspension dans leur totalité, par rapport à la valeur limite de 13 mm.

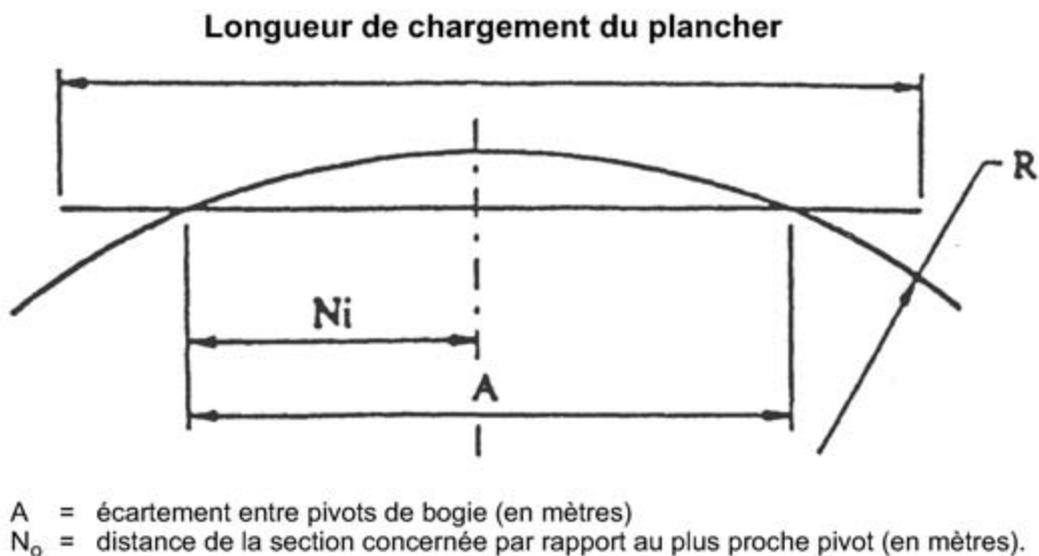
Tout déplacement de l'unité de chargement autorisé par les mécanismes limiteurs, exemple par des broches, dépassant la valeur de 6 mm en latéral doit réduire la largeur de chaque coté de l'axe .

La zone située au dessus de la ligne des 1 000 mm, pour la largeur de 2 796 mm, est un minimum absolu. Aucune partie de l'unité de chargement ne doit empiéter verticalement, vers le bas et conduire ainsi à l'engagement du gabarit, sous quelque condition de chargement ou d'usure que ce soit. Le déplacement vertical du aux ressorts doit être déterminé pour leur course maximale jusqu'à ce qu'ils soient à spires jointives ou en butée.

Une largeur de 2 796 mm sur voie en alignement (équivalente à 3 024 mm en courbes de 200 mm de rayon), doit être permise sans réduction de la largeur.

4.1.2.1. Diagramme concernant la formule de réduction de la largeur

Figure T7



Nota: Généralement la réduction est la plus élevée lorsque N_o = maximum.

4.1.3 Formule à appliquer pour déterminer la réduction au dessus de la ligne des 1 000 mm

4.1.3.1.

Réduction E_o (en mètres) à réaliser sur chaque coté du gabarit pour une section située entre le bogie et l'extrémité du plancher utile au chargement.

$$E_o = \frac{AN_o + N_o^2}{400} - 0,114$$

4.1.3.2. Nota

- Une valeur de calcul négative indique qu'aucune réduction n'est nécessaire.
- Aucune réduction n'est nécessaire sauf si le bout de plancher utile au chargement dépasse la valeur de 2,798 m pour un wagon dont l'écartement entre pivots est égal à 13,5 m.

La formule de réduction de la largeur s'applique également à toutes les coordonnées des largeurs dans la zone dépassant la ligne des 1 000 mm au dessus du niveau du rail.

Zone \leq 1 000 mm au dessus du niveau du rail

4.2.2. Zone en dessous de la ligne des 1 000 mm.

4.2.2.1.

Cette partie du gabarit W9 (o) est cinématique, et ce gabarit doit être déterminé précisément en accord avec le contour W6, à l'exception des largeurs autorisées qui doivent être réduites en fonction de la méthode de fixation des unités de chargement.

La zone des 1 000 mm au dessus du niveau du rail est un minimum absolu pour la largeur de 2 796 mm. Aucune partie de l'unité de chargement ne doit empiéter verticalement, vers le bas et conduire ainsi à l'engagement du gabarit, sous quelque condition de chargement ou d'usure que ce soit. Le déplacement vertical du aux ressorts doit être déterminé pour leur course maximale jusqu'à ce qu'ils soient à spires jointives ou en butée

4.2.2.2. Détermination des largeurs de gabarit

En tout point du véhicule, la combinaison de:

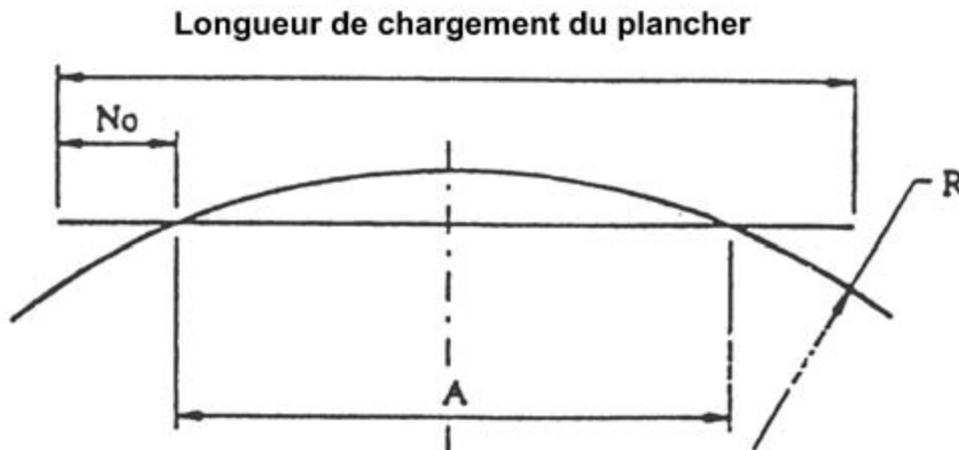
- (i) sa largeur statique maximale plus,
- (ii) la somme des valeurs obtenues en 2.1 1 a), b) c) et d),

ne doit pas dépasser l'une des trois valeurs reprises ci dessous:

4.2.2.3.

Rayon de la courbe (R)	Largeur maximale (i) + (ii)
360 m	2 710 mm
200 m	2 820 mm
160 m	2 900 mm

Figure T8



A = écartement entre les pivots (en mètres)

N_o = distance de la section concernée par rapport au pivot de bogie le plus proche (en mètres)

Nota: la réduction est au maximum lorsque $N_o = A/2$

R = Rayon de la courbe (en mètres)

Formule à appliquer pour déterminer les réductions en dessous de la ligne des 1 000 mm.

Réduction E_o (en mètres) à réaliser sur chaque coté du gabarit pour une section située entre le bogie et l'extrémité du plancher utile au chargement:

$$E_i = \frac{AN_o + N_o^2}{2R}$$

Nota

- Toute réduction de largeur provenant de ce qui est indiqué ci dessus s'applique également à toutes les coordonnées des largeurs, comprises dans la zone inférieure à la ligne des 1 000 mm.
- Aucun élargissement du gabarit n'est autorisé.

Réductions de largeur calculées conformément à des données relatives au gabarit W9(o).

Calcul d'un échantillon

Réductions de largeur calculées conformément à des données relatives au gabarit W9(o)

Wagon à bogie ayant les dimensions suivantes:

Ecartement entre pivots (A):	13,5 m
Longueur utile de chargement du plancher:	15,9 m
Déplacement latéral de la suspension:	13 mm (ex. Sans dépassement de l'usure d'interface d'une valeur standard de 13 mm)
Déplacement total de l'unité de chargement:	12,5 mm (ex. 6,5 mm de plus que la valeur standard de 6 mm pour le dispositif de fixation)

Zone au dessus de la ligne des 1 000 mm.

A l'extrémité de l'unité de chargement

$$E_o = \frac{AN_o + N_o^2}{400} - 0,114 \text{ avec } N_o = \frac{15,9 - 13,5}{2} = 1,2$$

$$E_o = - 0,070 \text{ m}$$

Réduction totale du gabarit

= E_o + dépassement du déplacement latéral du à la suspension + dépassement en déplacement de l'unité chargement

= - 70 + 0 + 6,5 = - 63,5 mm, valeur négative dans l'exemple, donc aucune réduction n'est nécessaire.

Zone au dessous de la ligne des 1 000 mm

Déplacement total du à la suspension = 13 mm

Dépassement en déplacement de l'unité de chargement = 6,5 mm

A l'extrémité de l'unité de chargement:

$$E_o = \frac{AN_o + N_o^2}{2R}$$

(i) Pour R = 360 m $E_o = 24,5 \text{ mm}$

Par conséquent la largeur maximale pour R = 360 m:

$$2\ 700 - (2 \times 24,5) - (2 \times 13) - (2 \times 6,5) = 2\ 612 \text{ mm}$$

(ii) Pour R = 200 m $E_o = 44 \text{ mm}$

Par conséquent la largeur maximale pour R = 200 m:

$$2\ 820 - (2 \times 44) - (2 \times 13) - (2 \times 6,5) = 2\ 693 \text{ mm}$$

(iii) Pour R = 160 m $E_o = 55 \text{ mm}$

Par conséquent la largeur maximale pour R = 160 m:

$$2\ 900 - (2 \times 55) - (2 \times 13) - (2 \times 6,5) = 2\ 751 \text{ mm}$$

Le cas (i) conduit à l'obtention de la valeur minimale et par conséquent la largeur maximale admissible de l'unité de chargement placée à l'extrémité de la longueur utile du plancher est donc de 2 612 mm.

ANNEXE U

CAS PARTICULIERS

Gabarit cinématique

Voie de 1 520 mm de gabarit

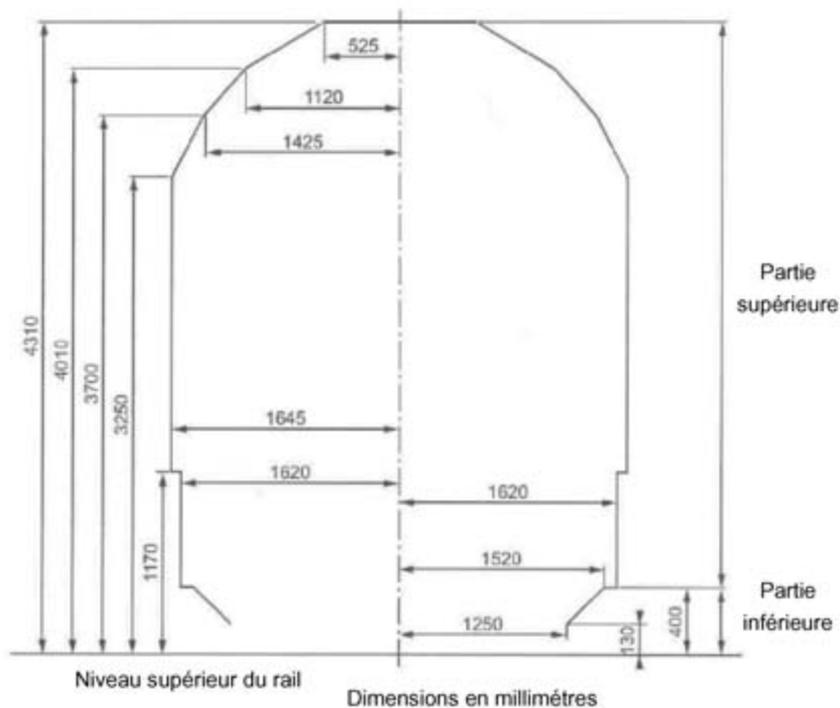
U.1. WAGONS DESTINÉS À DES VOIES DE 1 520 MM ET 1 435 MM	364
U.2. FIGURE U3 WAGONS POUR VOIES DE 1 520 MM UNIQUEMENT	366
U.3. PASSAGE SUR DES COURBES DE TRANSITION	367
U.4. PASSAGE DE COURBES DE TRANSITION VERTICALES (Y COMPRIS LES BUTTES DES TRIAGES) ET DANS LES APPAREILS DE VOIE, DE MANŒUVRE ET DISPOSITIFS D'ARRÊT	368
U.5. CAPACITÉ D'ATTELAGE	369

Ces cas particuliers s'appliquent à des lignes spécifiques de Pologne et de Slovaquie dont le gabarit est de 1 520 mm et, qui relie la Lituanie, la Lettonie et l'Estonie .

U.1. WAGONS DESTINÉS À DES VOIES DE 1 520 MM ET 1 435 MM

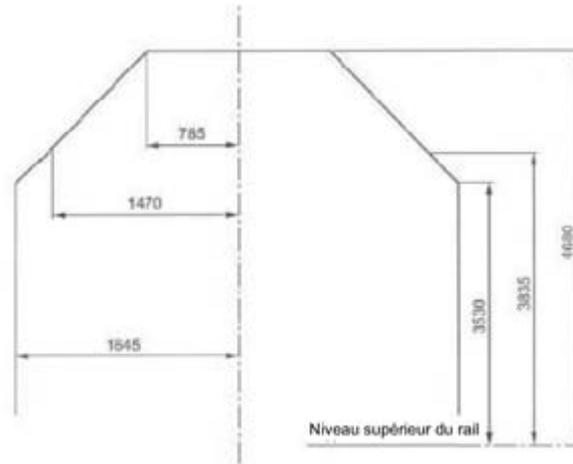
Les wagons interopérables destinés à des réseaux de 1 520 et 1 435 mm, devant être exploités sans aucune limite sur ces deux réseaux, doivent satisfaire au gabarit cinématique indiqué de la figure U1.

Figure U1



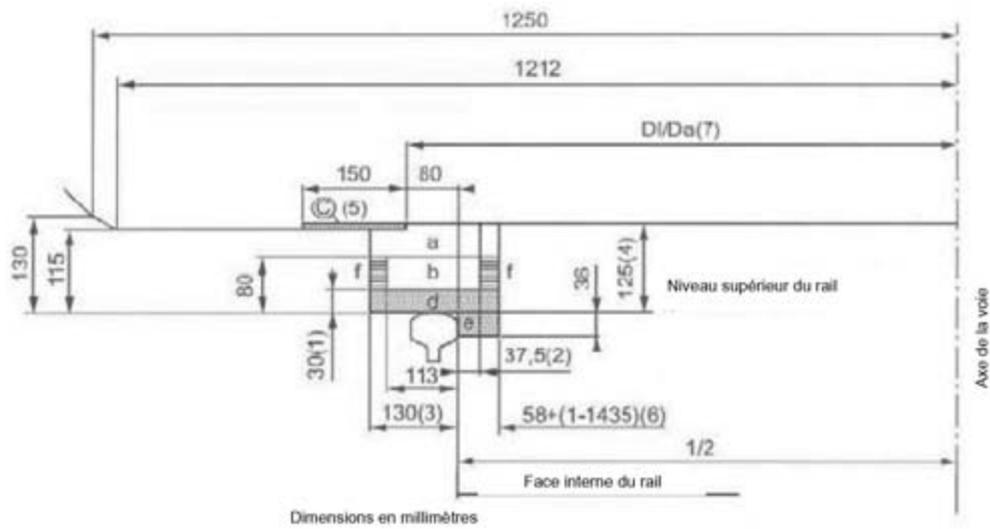
Les parties supérieures de certains wagons utilisés via des accords bilatéraux ou multilatéraux doivent être conformes au gabarit de la figure U2.

Figure U2



Pour les parties inférieures de ces wagons le gabarit cinématique doit être conforme avec la figure U3.

Figure U3



U.2. WAGONS POUR VOIES DE 1 520 MM UNIQUEMENT

Ces wagons de fret peuvent être conformes aux gabarits cinématiques WM-02, WM-1 et WM-0.

Figure U4

Gabarit cinématique WM-2

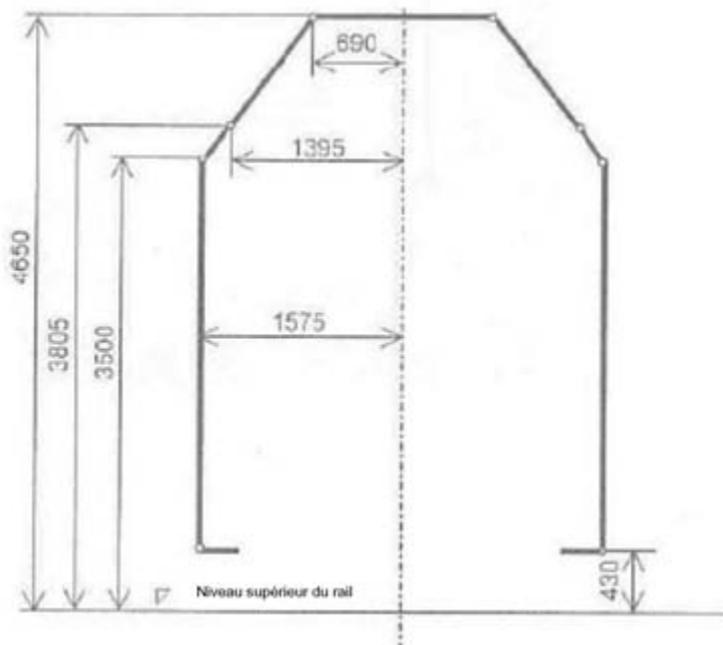


Figure U5

Gabarit cinématique WM-1

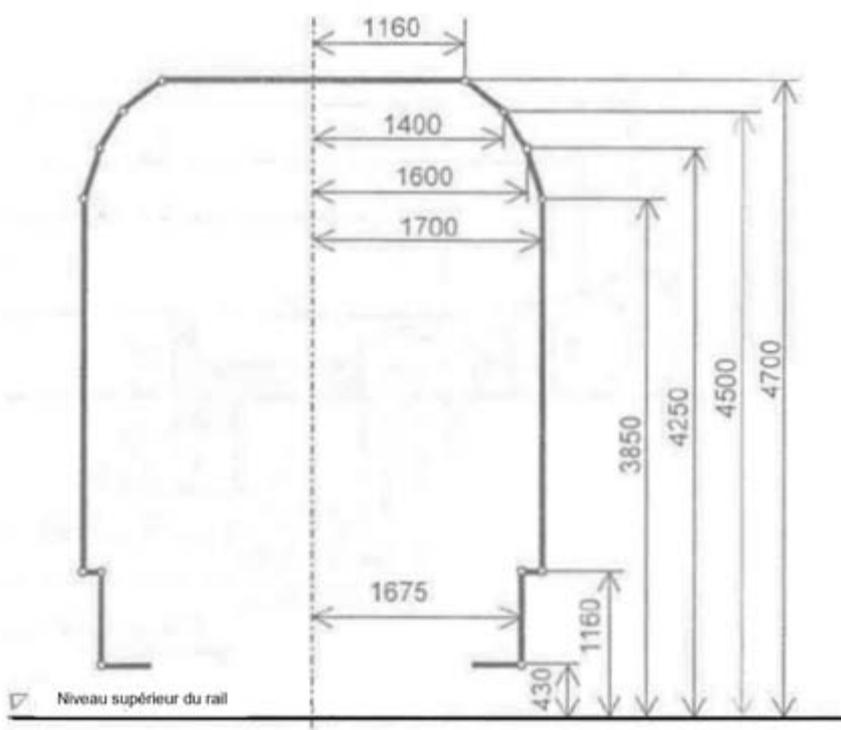
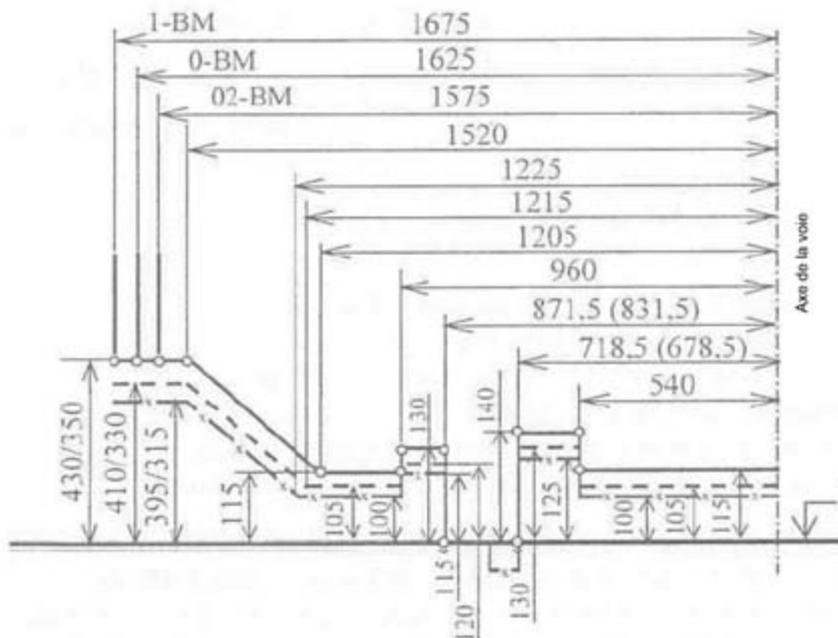


Figure U6

Parties inférieures du gabarit cinématique WM-02, 1, 0



U.3. PASSAGE SUR DES COURBES DE TRANSITION

Les wagons isolés, tant chargés qu'à vide doivent s'inscrire dans des courbes d'un rayon de 80 m.

Sur des voies de 1 520 mm, les wagons tant chargés qu'à vide, accouplés pour former un train doivent négocier:

- des raccordements placés entre des voies en alignement et une courbe de 80 m de rayon sans courbes de transition,
- des courbes en «S» de 120 m de rayon sans voies de transition en alignement.

Sur des voies de 1 500 mm, les wagons de grande longueur (écartement des pivots de bogie > 16 m et de longueur avec les attelages > 21 m) tant chargés qu'à vide, accouplés pour former un train doivent négocier:

- le raccordement entre une voie en alignement et une courbe de 110 m de rayon sans courbes de transition,
- des courbes en «S» ayant un rayon de 160 m sans voies de transition en alignement.

Sur des voies de 1 435 mm, les wagons tant chargés qu'à vide, accouplés pour former un train doivent négocier:

- des courbes en «S» avec un rayon de 190 m sans voies de transition en alignement,
- des courbes en «S» ayant un rayon de 150 m avec une voie de raccordement en alignement de 6 m de longueur
- des courbes en «S» ayant un rayon de 120 m avec une voie en alignement de 20 m de longueur

U.4. PASSAGE DE COURBES DE TRANSITION VERTICALES (Y COMPRIS LES BUTTES DES TRIAGES) ET DANS LES APPAREILS DE VOIE, DE MANŒUVRE ET DISPOSITIFS D'ARRÊT

Le passage des profils verticaux indiqués aux figures U7 et U8 doit être possible sans désaccouplement des attelages automatiques.

Figure U7

Premier frein de voie après le premier branchement

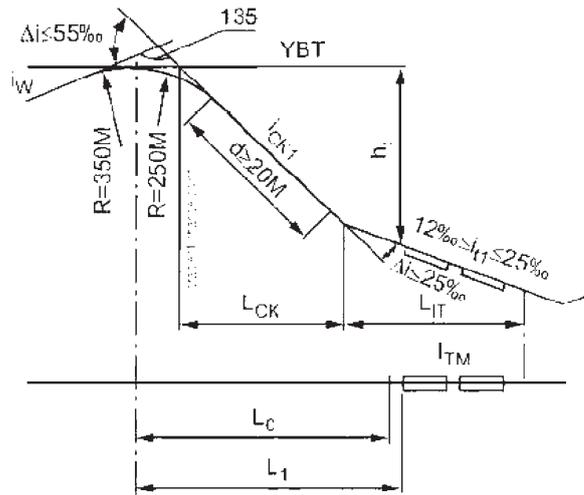
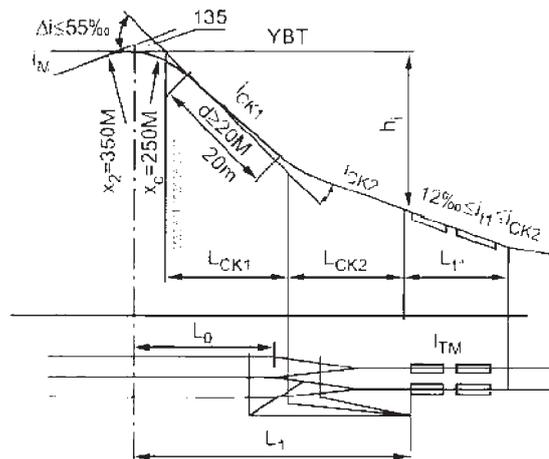


Figure U8

Premier frein de voie avant le premier branchement



U.5. CAPACITÉ D'ATTELAGE

L'attelage des wagons tant chargés que vides, disposant d'attelages automatiques doit être possible dans les conditions suivantes:

- sans aide manuelle
 - Sur des voies en alignement
 - Sur voie de raccordement entre voie en alignement et voie en courbe de 135 m de rayon sans voie de transition en alignement
 - Sur des courbes ayant un rayon de 150 m
- manuellement (à l'aide de la main)
 - Sur des courbes en «S» avec un rayon de 190 m sans voie de raccordement en alignement
 - Sur des courbes en «S» ayant un rayon de 150 m avec voie de raccordement en alignement de 6 m de longueur

L'attelage des wagons de grande longueur (écartement des pivots de bogie > 16 m et longueur avec les attelages > 21 m) tant chargés que vides, disposant d'attelages automatiques doit être possible dans les conditions suivantes:

- sans aide manuelle
 - Sur des voies en alignement
 - Sur voie de raccordement entre voie en alignement et voie en courbe d'un rayon de 150 m sans zone de transition en alignement,
 - Sur des courbes ayant un rayon de 150 m
 - manuellement (à l'aide de la main)
 - Sur courbes en «S» avec un rayon de 190 m de rayon sans voie de transition en alignement,
 - Sur des courbes en «S» avec un rayon de 150 m avec voie de transition en alignement de 6 m de long.
-

ANNEXE V

CAS PARTICULIER

Performances de freinage

Grande Bretagne

V.1. FREIN DE PARKING CONCERNANT LES WAGONS DE FRET DESTINÉS À ÊTRE EXPLOITÉS SUR LE RÉSEAU BRITANNIQUE

Spécification concernant le frein de parking: pour les nouveaux wagons utilisés en Grande Bretagne: chaque wagon doit être équipé. Pour les wagons utilisés uniquement en Grande Bretagne, le frein de parking doit être conçu de telle façon que les wagons en pleine charge restent immobilisés dans une pente de 2,5 % avec un maximum de 10 % d'adhérence et sans vent.

V.2. FORCE DU FREIN ÉQUIVALENT ET FACTEURS DE FORCE DU FREIN POUR LES WAGONS DESTINÉS À ÊTRE EXPLOITÉS SUR LE RÉSEAU BRITANNIQUE.

Les wagons de fret exploités en Grande Bretagne doivent avoir leur force de frein équivalent calculée ainsi que si applicable, tous les facteurs de force du frein. Les wagons de fret opérant dans des états membres autres que la Grande Bretagne doivent avoir un poids frein/pourcentage de poids freiné calculé. Les wagons de fret destinés à être exploités en Grande Bretagne ainsi que dans les autres états membres doivent avoir à la fois la force du frein équivalent/facteurs d'effort de freinage ainsi que le poids frein/pourcentage de poids frein, de calculés. Le détenteur a pour obligation d'obtenir cette information et de la saisir dans le registre du matériel roulant.

Force du frein.

Force appliquée à l'interface des semelles/garnitures et de la surface de freinage.

Force du frein équivalent.

C'est la valeur de la force du frein qui nécessite d'être exercée pour une conception équivalente d'un frein opérant sur une table de roulement avec un coefficient de frottement standard, pour produire la même valeur d'effort retardateur que celle donnée par la combinaison actuelle de la force du frein et du coefficient de frottement du véhicule.

Facteurs de force du frein.

Ce sont les facteurs qui permettent au système informatisé «UK TOPS» de calculer la force du frein sur un véhicule ferroviaire équipé d'un dispositif qui fait varier la force du frein en fonction de la masse du véhicule.

Calcul des données de la force du frein

- i) *Véhicules ayant soit une valeur unique de force du frein, soit des valeurs fixes correspondant aux conditions en tare et chargé.*

L'approche définie dans cette section doit aussi être utilisée pour du matériel roulant voyageurs, même s'il peut disposer d'une force du frein qui varie avec la charge du véhicule. La valeur de la force du frein équivalent doit être calculée pour le véhicule dans la condition en tare.

La force du frein équivalent est globale pour le véhicule et liée directement à l'effort retardateur de freinage agissant sur le véhicule au niveau du rail.

La valeur déclarée de la force du frein, qui est utilisée directement comme index de la capacité de freinage d'un véhicule et, en cohérence avec les valeurs actuelles, est la force qui nécessite d'être appliquée pour une conception équivalente d'un frein agissant sur une table de roulement, permettant d'obtenir le même effort retardateur de freinage au niveau du rail, en utilisant un coefficient de frottement moyen à cet interface de freinage. Le coefficient de frottement standard moyen, utilisé de tout temps, et servant de base au calcul est de 0,13.

Les forces du frein équivalent comme demandé ci dessus, doivent être calculées en partant de l'effort retardateur de freinage comme suit :

$$B_T = \frac{F_T}{0,13 \times 9,81} \quad \text{et} \quad B_L = \frac{F_L}{0,13 \times 9,81}$$

Où:

B_T = la force du frein équivalent pour un véhicule ferroviaire pour la condition en tare (tonnes).
 B_L = la force du frein équivalent à déclarer pour un véhicule ferroviaire pour la condition chargé (tonnes).
 F_T & F_L = l'effort retardateur du frein, correspondant respectivement aux conditions Tare ou Chargé, qui agit au niveau du rail au delà de la période de temps pendant laquelle la pression du cylindre de frein atteint au moins 95 % de sa valeur maximale (kN).
0,13 = le coefficient de frottement moyen standard (-).
9,81 = l'accélération due à la pesanteur (m/s²).

ii) *Véhicules ayant une force du frein variant en proportion de la charge.*

Pour ces véhicules pour lesquels il est nécessaire de calculer les facteurs de la force du frein, qui présentent un constituant de valeur fixe et un de valeur variable, on doit procéder aux calculs comme suit :

(a) Facteur 1 de force du frein **1** = C_L **ou** C_T (tonnes)

$$\text{où } C_L = B_L - (\mathbf{m} \times W_L)$$

$$\text{et } C_T = B_T - (\mathbf{m} \times W_T)$$

Voir ci dessous pour le calcul de **m**

(b) Facteur 2 de force du frein **2** = $\frac{(B_L - B_T)}{(W_L - W_T)} = m$ (tonnes/tonne)

Où:

B_L = Force du frein équivalent en condition de pleine charge (tonnes).
 B_T = Force du frein équivalent en condition de tare (tonnes)
 W_L = Masse à pleine charge (tonnes)
 W_T = Masse en tare (tonnes)

Les valeurs du facteur de la force du frein calculés en (a) & (b) ci dessus sont à enregistrer dans le registre du matériel roulant.

iii) *Facteurs à prendre en compte dans le calcul de la force du frein*

L'effort retardateur du frein pour un véhicule peut être calculé en partant des données de conception ou déduit sur la base des résultats de distance de freinage obtenue en essais, pour chacun des cas cela doit correspondre à la vitesse maximale du véhicule. Si des essais réels sont entrepris, la valeur de la force du frein équivalent obtenue par calcul doit être validée.

Pour des véhicules freinés sur roues, l'effort retardateur du frein est calculé en partant du produit de la valeur totale de la force du frein et du coefficient de frottement entre les blocs de freins et la table de roulement. Dans le cas de freins à disques, il est le produit de la force du frein, du coefficient de frottement et du rapport entre le rayon réel du point d'action des garnitures et le rayon des roues neuves du véhicule.

Lors du calcul de l'effort retardateur du frein, on doit prendre en compte toutes pertes entre le cylindre de frein et les semelles ou garnitures, causées par l'efficacité de la timonerie, ou par les régleurs au sein du système appliquant la force du frein. Si on ne peut pas trouver de valeur fiable pour la force du frein, il faut la mesurer directement au niveau de la semelle ou de la garniture. Dans ce cas il faut prendre en compte les effets des vibrations sur la valeur du frottement statique dans la timonerie.

Le coefficient de frottement utilisé doit prendre en compte tous les aspects l'influençant, tels que la force du frein, la surface du matériau de friction ainsi que la vitesse du véhicule, puisque tous ces facteurs agissent sur la valeur du coefficient de frottement. Par exemple pour une surface d'une semelle donnée, une augmentation de la charge sur la semelle et de la vitesse se traduira par une diminution de la valeur efficace du coefficient de frottement pour des blocs constitués de sabots de frein en fonte

Si on ne dispose pas de données relatives au coefficient de frottement pour des combinaisons particulières de charges, de vitesses ainsi que de surfaces à l'interface des zones en frottement, des essais sont à entreprendre pour déterminer cette valeur, dans la mesure où elle est utilisée pour le calcul de l'effort retardateur du frein.

Lorsqu'un numéro de véhicule désigne des véhicules, accouplés de façon semi permanente par barres d'accouplement ou articulés, l'effort retardateur correct du frein est celui qui est calculé pour chaque distributeur, en utilisant pour chacun le poids du véhicule qu'il contrôle.

ANNEXE W

GABARIT CINEMATIQUE

Cas particuliers

FINLANDE, GABARIT STATIQUE FIN1

W.1. Règles générales	374
W.2. Parties inférieures du véhicule	374
W.3. Parties du véhicule situées à proximité des boudins des roues	374
W.4. Largeur du véhicule	374
W.5. Marche inférieure et portes d'accès ouvrant à l'extérieur relatives aux voitures et aux unités multiples	374
W.6. Pantographes et parties non isolées sous tension placées en toiture	375
W.7. Règles en vigueur et récentes instructions	375
GABARITS DES VEHICULES	376
FIN1 / Annexe A	376
FIN1 / Annexe B1	377
AUGMENTATION DE LA HAUTEUR MINIMALE DES PARTIES INFERIEURES DES VEHICULES APTES AU FRANCHISSEMENT DES BUTTES DE TRIAGE ET DES FREINS DE VOIE	377
FIN1 / Annexe B2	378
AUGMENTATION DE LA HAUTEUR MINIMALE DES PARTIES INFERIEURES D'UN VEHICULE INAPTE AU FRANCHISSEMENT DES BUTTES DE TRIAGE ET DES FREINS DE VOIE	378
FIN1 / Annexe B3	379
POSITION DES FREINS DE VOIE ET DE TOUT AUTRE APPAREILLAGE DE BUTTE DE TRIAGE	379
FIN1 / Annexe C	380
REDUCTION DE LA DEMI LARGEUR CONFORMEMENT AU GABARIT DE VEHICULE FIN1, (FORMULES DE REDUCTION)	380
FIN1 / Annexe D1	382
GABARIT DE LA MARCHE INFERIEURE DU VEHICULE	382
FIN1 / Annexe D2	383
GABARIT DES PORTES D'ACCES OUVRANT SUR L'EXTERIEURE ET DES MARCHES RETRACTABLES DES VEHICULES ET ELEMENTS MULTIPLES	383
FIN1 / Annexe E	385
PANTOGRAPHE ET PARTIES SOUS TENSION NON ISOLEES	385

W.1. RÉGLES GÉNÉRALES

- 1.1. Le gabarit du véhicule détermine l'espace au sein duquel il doit se tenir lorsqu'il se trouve en position centrale dans une voie en alignement. Le contour de référence (FIN1) est donné en annexe A.
- 1.2. Pour définir la position la plus basse des différentes parties du véhicule (partie inférieure, partie à proximités des boudins) par rapport à la voie, les déplacements ci-après doivent être examinés:
 - usures maximales,
 - flexibilité des suspensions jusqu'au niveau des tampons. Pour partir sur des bases claires, la flexibilité des ressorts doit être prise en compte conformément au classement de la fiche UIC 505-1,
 - flexion statique du châssis,
 - tolérances de montage et de construction.
- 1.3. Pour la définition de la position la plus haute des différentes parties du véhicule, il est supposé être à vide, sans usure et avec ses tolérances de montage et de construction.

W.2. PARTIES INFÉRIEURES DU VÉHICULE

Pour les véhicules aptes à franchir les buttes de triage et les freins de voie, la hauteur minimale autorisée pour les parties inférieures du véhicule doit être augmentée conformément à l'annexe 1.

Les véhicules qui ne sont pas autorisés à franchir les buttes de triage et passer dans les freins de voie doivent avoir une hauteur minimale augmentée conformément à l'annexe B2.

W.3. PARTIES DU VÉHICULE SITUÉES À PROXIMITÉ DES BOUDINS DES ROUES

- 3.1. La distance minimale autorisée pour les parties du véhicule situées aux alentours des boudins, exceptés pour les roues elles-mêmes, est de 55 mm, mesuré depuis le plan de roulement. En courbe, ces parties doivent rester au sein de la zone occupée par les roues.

La distance de 55 mm ne s'applique pas au éléments flexibles du système de sablage ou aux brosses souples.

- 3.2. A l'exception du point 3.1, la distance minimale verticale autorisée au delà des extrémités des essieux est de 125 mm, pour les véhicules qui sont freinés par un sabot de frein amovible placé manuellement sur le rail.
- 3.3. La distance minimale des composants de frein qui pourraient entrer en contact avec le rail doit être inférieure à 55 mm depuis le rail lorsqu'ils sont au repos. Ils doivent être situés dans la zone comprise entre les essieux et, même en courbe, doivent rester au sein de la zone occupée par les roues. Ces composants ne doivent pas affecter le fonctionnement des appareils dans les triages.

W.4. LARGEUR DU VÉHICULE

- 4.1. Les dimensions de la demi-largeur, autorisées en voie en alignement ainsi que en courbe, doivent être réduites conformément à l'annexe C.

W.5. MARCHE INFÉRIEURE ET PORTES D'ACCÈS OUVRANT À L'EXTÉRIEUR RELATIVES AUX VOITURES ET AUX UNITÉS MULTIPLES

- 5.1. Le gabarit de la marche inférieure des voitures ainsi que des éléments multiples est donné dans l'annexe D1.
- 5.2. Le gabarit pour les portes d'accès ouvrant à l'extérieur en position ouverte pour les voitures et les éléments multiples est donné en annexe D2.

W.6. PANTOGRAPHES ET PARTIES NON ISOLÉES SOUS TENSION PLACÉES EN TOITURE

- 6.1. Le pantographe abaissé à mi-hauteur dans une voie en alignement ne doit pas sortir du gabarit du véhicule.
- 6.2. Le pantographe monté à mi-hauteur dans une voie en alignement ne doit pas sortir du gabarit donné en annexe E.
Les déplacements transversaux du pantographe dus aux oscillations, à l'inclinaison de la voie ainsi qu'aux tolérances, doivent être pris en compte séparément au moment de l'électrification de la ligne.
- 6.3. Si le pantographe n'est pas situé au dessus du centre du bogie, les déplacements latéraux dus aux courbes doivent également être pris en compte.
- 6.4. Les parties non isolées (25 kV) placées en toiture, ne doivent pas pénétrer dans la zone indiquée à l'annexe E.

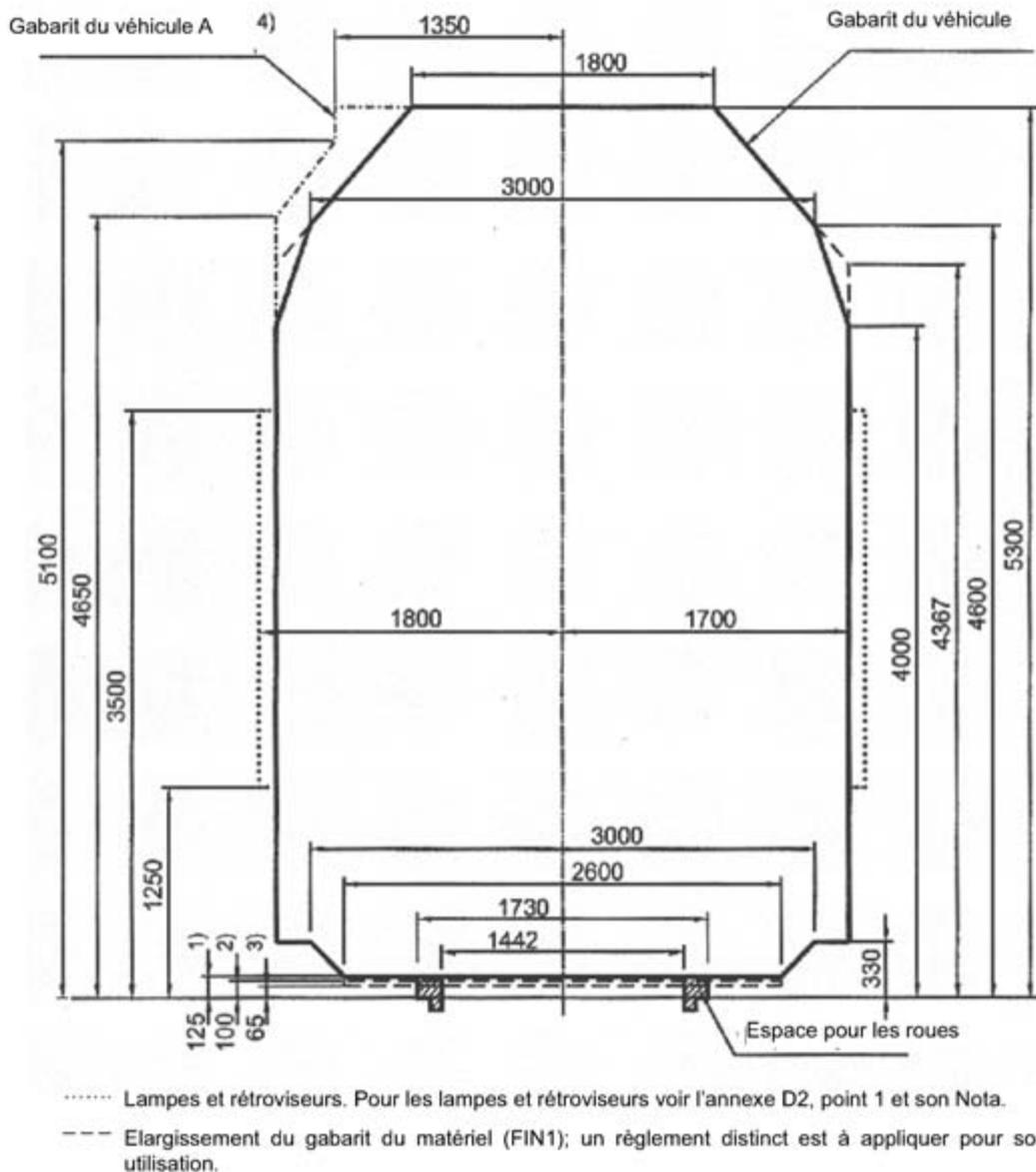
W.7. RÈGLES EN VIGUEUR ET RÉCENTES INSTRUCTIONS

- 7.1. En plus des points W.1-W.6, les véhicules conçus pour une exploitation en occident doivent également être conformes aux prescriptions des fiches UIC 505-1 ou 506.
Les parties inférieures des véhicules capables de transbordement sur les ferry-boats doivent de plus être conformes aux fiches UIC 507 (pour les wagons) ou 569 (pour les voitures et fourgons).
 - 7.2. En plus des points W.1-W.6, les véhicules conçus pour une exploitation avec la Russie doivent également se conformer aux prescriptions de la norme GOST 9238-83. Dans tous les cas, le gabarit utilisé doit être en conformité avec cette dernière.
 - 7.3. Un règlement distinct est utilisé pour les rames constituées de véhicules munis de systèmes pendulaires.
 - 7.4. Les gabarits de chargement font l'objet d'un règlement distinct.
-

GABARITS DES VEHICULES

FIN1/Annexe A

Figure W.1



- 1) Parties inférieures des véhicules aptes au franchissement des buttes de triages et les freins de voie.
- 2) Parties inférieures des véhicules inaptes au franchissement des buttes et des freins de voies exceptés pour les bogies des éléments moteurs voir nota 3).
- 3) Parties inférieures des bogies d'éléments motorisés inaptes au passage des buttes et freins de voie.
- 4) le gabarit des matériels aptes à la circulation sur les lignes particulières Jtt (Spécification technique relative aux normes de sécurité des chemins de fer finlandais), ou le gabarit des obstacles (ouvrages d'art) a été élargi en conséquence.

FIN1/Annexe B1

Augmentataion de la hauteur minimale des parties inferieures des vehicules aptes au franchissement des buttes de triage et des freins de voie

La hauteur des parties inférieures des véhicules doivent être augmentées de E_{as} et de E_{au} afin que:

- si le matériel circule sur la partie haute de la butte, aucune partie située entre les pivots de bogie ou entre les essieux d'extrémité ne viennent à empiéter dans le plan de roulement de cette butte dont la courbe verticale est de 250 m de rayon;
- si le matériel circule sur la partie concave de la butte, aucune des parties situées au delà des pivots de bogie ou des essieux d'extrémité ne viennent interférer avec le gabarit des freins de voie dans cette partie concave de 300 m de rayon de raccordement à la butte.

Les formules ⁽¹⁾ pour calculer l'augmentation de hauteur (valeurs en mètres) sont :

$$E_{as} = \frac{an - n^2}{500} - h$$

$$E_{au} = \frac{an + n^2}{600}$$

jusqu'à une distance de 1,445 m depuis l'entraxe de la voie

$$E_{au} = \frac{an + n^2}{600} - (h - 0,275)$$

à une distance supérieure à 445 m depuis l'entraxe de la voie

Notations:

- E_{as} = Augmentation de la hauteur de la partie inférieure du véhicule pour les sections transversales situées entre les pivots de bogies ou les essieux d'extrémité. E_{as} n'est pris en compte que si sa valeur est positive;
- E_{au} = Augmentation de hauteur des parties inférieures du véhicule pour les sections transversales situées au delà des essieux d'extrémité ou des pivots de bogie. E_{au} n'est pris en compte que si sa valeur est positive;
- a = distance entre les pivots de bogie ou les essieux d'extrémité;
- n = distance de la section transversale en cause jusqu'au plus proche pivot (ou plus proche essieu d'extrémité);
- h = hauteur de la partie inférieure du véhicule au dessus du plan de roulement. (Voir annexe A).

⁽¹⁾ Les formules sont basées sur la position des freins de voie et tout autre appareillage des buttes de triage présentés en annexe B3.

FIN1/Annexe B2

Augmentation de la hauteur minimale des parties inférieures d'un véhicule inapte au franchissement des buttes de triage et des freins de voie

La hauteur des parties inférieures des véhicules doit être augmentée de E'_{as} et E'_{au} afin que:

- si le matériel circule sur une partie convexe de la voie, aucune partie située entre les pivots de bogie ou entre les essieux d'extrémité ne viennent à empiéter dans le plan de roulement de ce raccordement convexe dont la courbe verticale est de 500 m de rayon;
- si le matériel circule sur une partie concave de la voie, aucune partie située au delà des pivots de bogie ou des essieux d'extrémité ne viennent à empiéter dans le plan de roulement de ce raccordement concave dont la courbe verticale est de 500 m de rayon.

Les formules ⁽¹⁾ destinées au calcul de l'augmentation de hauteur (valeurs en mètres) sont :

$$E'_{as} = \frac{an - n^2}{1000} - h$$

$$E'_{au} = \frac{an + n^2}{1000} - h$$

Notations:

E'_{as} = Augmentation de hauteur des parties inférieures du véhicule dans les sections transversales situées entre les pivots de bogie ou les essieux d'extrémité. E'_{as} n'est pris en compte que si sa valeur est positive.

E'_{au} = Augmentation de hauteur des parties inférieures du véhicule dans les sections transversales situées au delà des pivots de bogies ou des essieux d'extrémité. E'_{au} n'est pris en compte que si sa valeur est positive

a = distance entre les pivots de bogie ou les essieux d'extrémité;

n = distance de la section transversale en cause jusqu'au plus proche pivot (ou plus proche essieu d'extrémité);

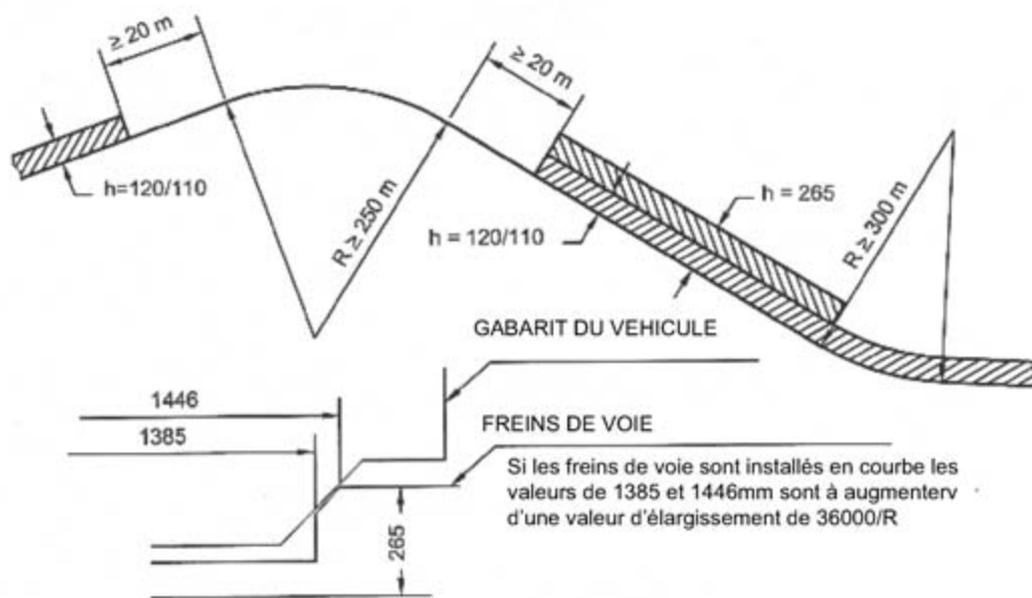
h = hauteur de la partie inférieure du véhicule au dessus du plan de roulement.(Voir annexe A).

⁽¹⁾ Les formules sont basées sur la position des freins de voie et tout autre appareillage des buttes de triage présentés en annexe B3.

FIN1/Annexe B3

Position des freins de voie et de tout autre appareillage de butte de triage

Figure W.2



VOIES DE PASSAGE:

Sur les voies de passage d'une butte de triage d'un rayon $R_{\min}=500$ m, la hauteur de gabarit des obstacles est de $h=0$ mm et dans toute la largeur du gabarit du véhicule ($=1\ 700$ mm depuis l'entraxe de la voie). La zone où $h=0$ s'étend en longueur, du point à 20 m avant la partie convexe du sommet de la butte jusqu'au point 20 m après la zone concave en aval de la butte. Le gabarit des obstacles (ouvrages d'art) pour la butte est valable en dehors de cette zone. (RAMO point 2.9 et RAMO 2 Annexe 2, relative au gabarit des triages, et également des appareils de voies).

FIN1/Annexe C

Reduction de la demi largeur conformément au gabarit de véhicule FIN1, (formules de reduction)**1. Règles générales**

Les dimensions transversales des véhicules conçus conformément au gabarit de l'annexe A doivent être réduites des valeurs E_s ou E_u , afin que le véhicule placé dans sa position la plus défavorable (sans inclinaison du à sa suspension) et dans un voie en courbe de rayon $R = 150$ m, avec un gabarit de voie de 1,544 m, aucune de ses parties ne viennent à empiéter dans la demi largeur du gabarit FIN1 en partant de l'entraxe de la voie, par plus de $(36/R + k)$.

L'entraxe du gabarit du véhicule coïncide avec l'entraxe de la voie, ce dernier étant incliné si la voie est en dévers.

Les réductions sont calculées conformément aux formules données à l'article 2.

2. Formules de réduction (en mètres)**2.1. Sections situées entre les pivots de bogies ou les essieux d'extrémité**

$$E_s = \frac{an - n^2}{2R} + \frac{p^2}{8R} + \frac{1-d}{2} + q + w_{iR} - \left(\frac{36}{R} + k \right)$$

$$E_{s\infty} = \frac{1-d}{2} + q + w_{\infty} - k$$

2.2. Sections situées au delà des pivots de bogie ou des essieux d'extrémité (véhicules présentant un porte à faux)

$$E_u = \frac{an + n^2}{2R} - \frac{p^2}{8R} + \left(\frac{1-d}{2} + q \right) \frac{2n+a}{a} + w_{iR} \frac{n}{a} + w_{aR} \frac{n+a}{a} - \left(\frac{36}{R} + k \right)$$

$$E_{u\infty} = \left(\frac{1-d}{2} + q + w_{\infty} \right) \frac{2n+a}{a} - k$$

Notations:

$E_s, E_{s\infty}$ = réduction de la demi largeur pour les sections transversales situées entre les pivots de bogie et les essieux d'extrémité. E_s et $E_{s\infty}$ ne sont pris en compte que si leur valeur est positive;

$E_u, E_{u\infty}$ = réduction de la demi largeur pour les sections transversales situées au delà des pivots de bogie ou des essieux d'extrémité. E_u et $E_{u\infty}$ ne sont en compte que si leur valeur est positive;

a = distance entre les pivots de bogies ou les essieux d'extrémité (1);

n = distance de la section transversale en cause jusqu'au plus proche pivot ou plus proche essieu d'extrémité ou du pivot fictif si le véhicule n'a pas de pivot réel;

p = empattement du bogie;

q = somme des jeux entre la boîte d'essieu et l'essieu lui-même et le jeu potentiel entre la boîte d'essieu et le châssis de bogie mesurés en position médiane avec des composants usés au maximum;

w_{iR} = déplacement possible du pivot de bogie et du support par rapport au châssis de bogie ou, pour les véhicules sans pivot de bogie, déplacement possible du châssis de bogie par rapport au châssis du véhicule, mesuré depuis la position médiane vers le coté intérieur de la courbe (il varie en fonction du rayon de la courbe);

w_{aR} = comme w_{iR} , mais vers l'extérieur de la courbe;

w_{∞} = comme w_{iR} , mais dans une voie en alignement, depuis la position médiane et des deux cotés;

l = gabarit maximal de la voie en alignement maximum et pour une courbe donnée = 1,544 m;

d = distance entre les boudins à limite d'usure des roues, mesurée à 10mm à l'extérieur du cercle de roulement = 1,492 m;

R = rayon de la courbe;

Si w est constant ou varie linéairement par rapport à $1/R$, le rayon à prendre en considération est de 150 m.

Dans des cas exceptionnels, la valeur réelle de $R \geq 150$ m doit être utilisée.

(1) Si le véhicule n'a pas de pivot réel, a et n doivent être déterminés sur la base de pivots fictifs situés à l'intersection des axes longitudinaux du bogie et du châssis du véhicule, ce dernier étant en position médiane ($0,026 + q + w = 0$) dans une voie en courbe d'un rayon de 150 m. Si la distance entre pivots calculée de cette manière est notée y , le terme p^2 doit être remplacé par $p^2 - y^2$ dans les formules de réduction.

k = Saillie autorisée du gabarit (qui doit être augmentée par $36/R$ pour élargissement du gabarit des obstacles) sans inclinaison due à la flexibilité de la suspension;

= 0 pour $h < 330$ mm pour les véhicules aptes à franchir les freins de voie (voir annexe B1),

= 0,060 m pour $h < 600$ mm,

= 0,075 m pour $h \geq 600$ mm.

h = hauteur au dessus du plan de roulement en un endroit considéré, le véhicule se trouvant dans sa plus basse position.

3. Valeurs des réductions

La demi largeur des sections transversales doit être réduite:

3.1 Pour les sections situées entre les pivots de bogie;

Par la plus grande des valeurs E_s et $E_{s\infty}$.

3.2 Pour les sections au delà des pivots de bogie;

Par la plus grande des valeurs E_u et $E_{u\infty}$.

FIN1/Annexe D1

Gabarit de la marche inférieure du véhicule

1. Cette règle concerne les marches utilisées pour une hauteur comprise entre 550/1 800 ou pour des quais bas, hauteur comprise entre 265/1 600.

Afin d'éviter un écart majeur inutile entre la marche et le bord du quai et en prenant en compte la position de la marche inférieure et la hauteur (550/1 800 mm) du quai, la valeur de 1,700 - E peut être dépassée en accord avec l'annexe C, s'il s'agit d'une marche fixe. Dans ce cas, les calculs ci après doivent être effectués afin de garantir que, en dépit de sa saillie, la marche n'atteindra pas la quai. La voiture doit être examinée lorsqu'elle est dans sa plus basse position par rapport au plan de roulement.

2. Distance entre l'entraxe de la voie et le quai:

3. Espace exigé pour la marche: $L = 1,800 + \frac{36}{R} - t$

3.1. Marche placée entre les pivots de bogie: $A_s = B + \frac{an - n^2}{2R} + \frac{p^2}{8R} + \frac{1-d}{2} + q + w_{iR}$

- 3.2. Marche située au delà des pivots de bogie:

$$A_u - B + \frac{an + n^2}{2R} - \frac{p^2}{8R} + \left(\frac{1-d}{2} + q \right) \frac{2n + a}{a} + w_{iR} \frac{n}{a} + w_{aR} \frac{n + a}{a}$$

4. Notations (valeurs en mètres):

A_s, A_u = distance entre l'entraxe de la voie et le bord extérieur de la marche;
 B = distance entre l'axe du véhicule et le bord extérieur de la marche;
 a = distance entre les pivots de bogie ou les essieux d'extrémité;
 n = distance de la section contenant la marche la plus éloignée du pivot de bogie;
 p = empattement du bogie;
 q = déplacement transversal possible due au jeu entre l'essieu et la boîte d'essieu ajouté au jeu entre la boîte d'essieu et le châssis de bogie, mesurés en position médiane avec des composants à limite d'usure;
 w_{iR} = déplacement transversal possible du pivot de bogie et de son support, mesuré en position médiane vers le côté intérieur de la courbe;
 w_{aR} = comme w_{iR} , mais vers l'extérieur de la courbe;
 $w_{iR/aR}$ = valeur maximale pour la courbe considérée (pour des marches fixes);

= 0,005 m (pour des marches qui se déploient automatiquement à ≤ 5 km/h);

l = gabarit maximal de la voie en alignement et dans la courbe considérée = 1,544 m;
 d = distance entre les boudins pour des roues à limite d'usure, mesurée à 10 mm à l'extérieur du cercle de roulement = 1,492 m;
 R = rayon de la courbe = 500 m ... ∞ ;
 t = tolérance permise (0,020 m) pour le déplacement du rail vers le quai entre deux opérations de maintenance.

5. Règles relatives à la distance transversale existant entre le quai et la marche:

5.1. Distance AV = L - $A_{s/lu}$ doit au minimum être de 0,020 m.

- 5.2. Sur une voie en alignement, avec un véhicule en position médiane et un quai à son emplacement nominal, une distance de 150 mm entre le véhicule et le quai est considérée comme suffisamment faible. De toute façon la valeur la plus faible doit être recherchée pour cette distance. Dans le cas contraire la vérification est faite sur une voie en alignement et en courbe où $A_{s/lu}$ est à son maximum.

6. Vérification du gabarit

La vérification du gabarit doit être réalisée sur une voie en alignement en en courbe d'un rayon de 500 m, si la valeur de w est constante ou varie linéairement par rapport 1/R. Sinon, la vérification doit être réalisée sur une voie en alignement et en courbe pour une valeur maximale de $A_{s/lu}$.

7. Présentations des résultats

Les formules utilisées, les valeurs utilisées et résultantes doivent être présentées de façon aisément compréhensible.

FIN1/Annexe D2

Gabarit des portes d'accès ouvrant sur l'extérieure et des marches retractables des vehicules et elements multiples

1. Afin d'éviter un écart majeur inutile entre la marche et le bord du quai, la valeur de 1,700 — E (voir fiche UIC 560 § 1.1.4.2) peut être dépassée en accord avec l'annexe C, pour la conception d'une porte ouvrant sur l'extérieur avec une marche en position ouverte ou fermée, ou lorsque la porte et la marche se déplacent de la position ouverte à fermée. Dans ce cas les contrôles ci après doivent être effectués, ces contrôles sont réalisés parmi d'autres dont celui relatif au fait que ni la porte, ni la marche dans leur déplacement n'interfèrent avec les autres équipements. (RAMO point 2.9 Annexe 2). Lors des calculs, la voiture doit être examinée dans sa plus basse position par rapport au plan de roulement.

Ci après le mot porte signifie y compris la marche.

NOTA: L'annexe D2 peut aussi être utilisée pour vérifier les rétroviseurs extérieurs d'une locomotive ou d'un autorail en position ouverts. En exploitation normale le rétroviseur est refermé dans une position le ramenant au sein du gabarit de la caisse.

2. La distance entre l'entraxe de la voie et l'équipement fixe est: $L = AT + \frac{36}{R} - t$;

AT = 1,800 m lorsque $h < 600$ mm,
 AT = 1,920 m lorsque $600 < h \leq 1\ 300$ mm,
 AT = 2,000 m lorsque $h > 1\ 300$ mm.

3. Espace nécessaire pour la porte:

3.1. Portes situées entre les pivots de bogie: $O_s = B + \frac{an - n^2}{2R} + \frac{p^2}{8R} + \frac{l - d}{2} + q + w_{iR}$

3.2. Porte située au delà des pivots: $O_u = B + \frac{an + n^2}{2R} - \frac{p^2}{8R} + \left(\frac{l - d}{2} + q\right) \frac{2n + a}{a} + w_{iR} \frac{n}{a} + w_{aR} \frac{n + a}{a}$

4. Notations (valeurs en mètres):

AT = Distance nominale entre l'entraxe de la voie et l'équipement fixe (sur voie en alignement);
 h = hauteur au dessus du plan de roulement pour un emplacement considéré, le véhicule étant dans sa plus basse position ;
 Os, Ou = distance autorisée entre l'entraxe de la voie et le bord de la porte, lorsque la porte est dans sa position de saillie la plus importante;
 B = distance entre l'axe du véhicule et le bord de la porte, lorsque la porte est dans sa position de saillie la plus importante;
 a = distance entre les pivots de bogies ou entre les essieux d'extrémité;
 n = distance de la section transversale, comprenant la porte, la plus éloignée par rapport au pivot de bogie;
 p = empattement du bogie;
 q = déplacement transversal possible du au jeu entre l'essieu et sa boite d'essieu ajouté au jeu entre la boite d'essieu et le châssis de bogie mesuré en position médiane avec des composants à limite d'usure;
 w_{iR} = déplacement transversal possible du pivot de bogie et de son support, mesuré en position médiane vers le coté intérieur de la courbe ;
 w_{aR} = comme w_{iR} , mais vers l'extérieur de la courbe;
 $w_{iR/aR}$ = 0,020 m, valeur maximale pour des vitesses inférieures à 30 km/h (UIC 560);
 l = gabarit maximal de la voie en alignement et dans la courbe en cause =1,544 m;
 d = distance entre les boudins pour des roues à limite d'usure, mesurée à 10mm à l'extérieur du cercle de roulement =1,492 m
 R = Rayon de courbe:
 Pour $h < 600$ mm, R = 500 m,
 Pour $h \geq 600$ mm, R = 150 m.
 t = tolérance permise (0,020 m) pour le déplacement du rail vers l'équipement fixe entre deux opérations de maintenance.

5. Règles relatives à la distance transversale entre la porte et l'équipement fixe:

La distance $OV=L - O_{s/lu}$ doit être au minimum de 0,020 m.

6. Vérifications du gabarit

La vérification du gabarit de porte doit être réalisée sur une voie en alignement et en courbes de rayon de 500/150 m, si la valeur de w varie linéairement par rapport $1/R$. Sinon, la vérification doit être réalisée sur une voie en alignement et en courbe pour une valeur maximale de $O_{s/u}$

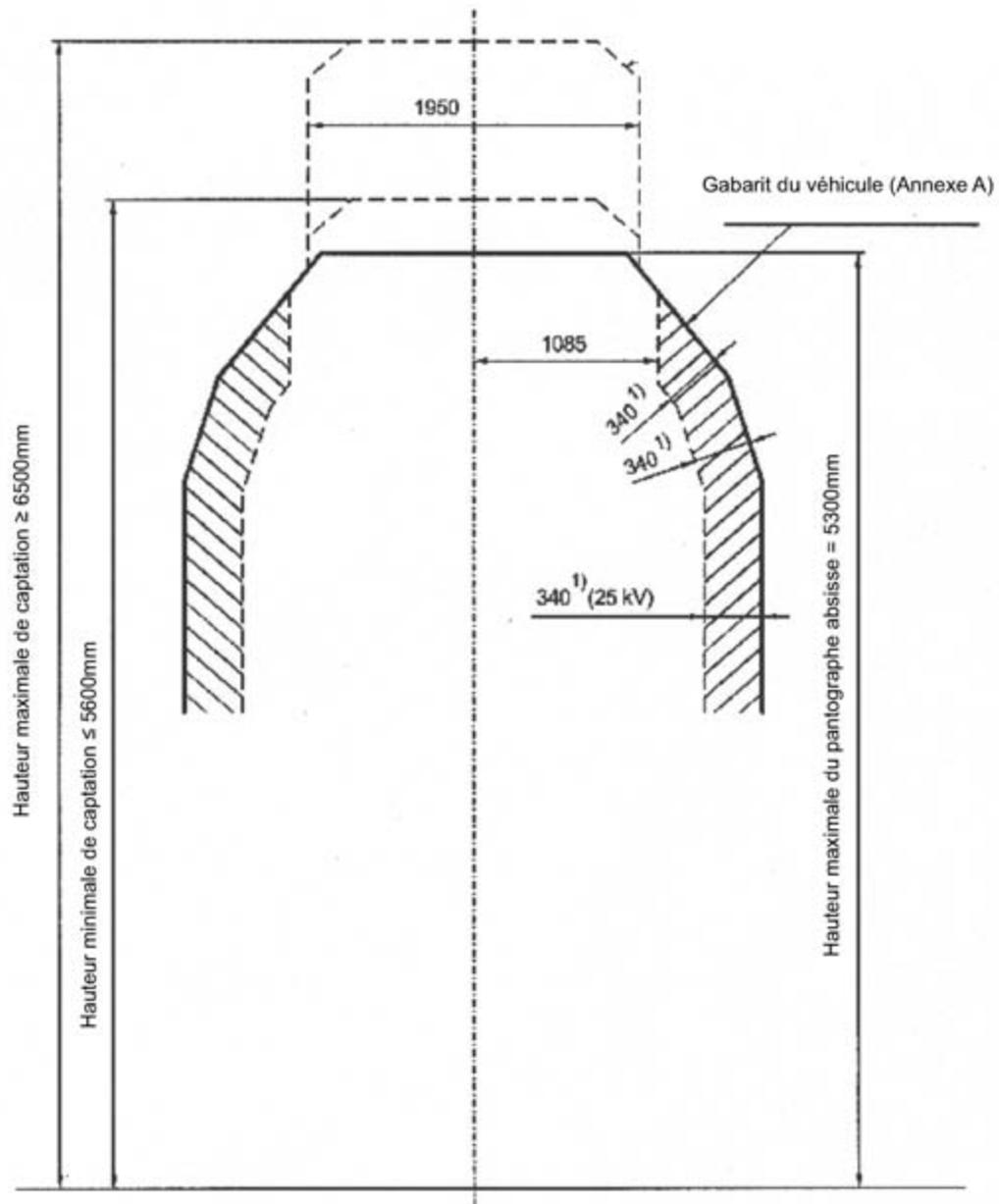
7. Présentation des résultats

Les formules utilisées, les valeurs utilisées et résultantes doivent être présentées de façon aisément compréhensible.

FIN1/Annexe E

Pantographe et parties sous tension non isolées

Figure W.3



Toute partie sous tension non isolée ne doit pas être placée dans la zone (25kV) délimitée par les tirets.

1) Es ou Eu doivent être ajoutés en directions transversales conformément à l'annexe C.

ANNEXE X

CAS SPÉCIFIQUES

ETATS MEMBRES: ESPAGNE ET PORTUGAL

430-1

PLANCHE 1
TAFEL 1
PLATE 1

Essieu monté standard pour transit entre Réseaux à voie large (1,668 - 1,665 m) et à voie normale
Standardratsatz zum Übergang zwischen Bahnen mit Breitspur (1,668 - 1,665 m) und Bahnen mit Regelspur
Standard wheelset for wagons exchanged between broad-gauge (1,668 - 1,665 m) and standard-gauge railways

Pour voie normale
Für Regelspur
For standard-gauge track

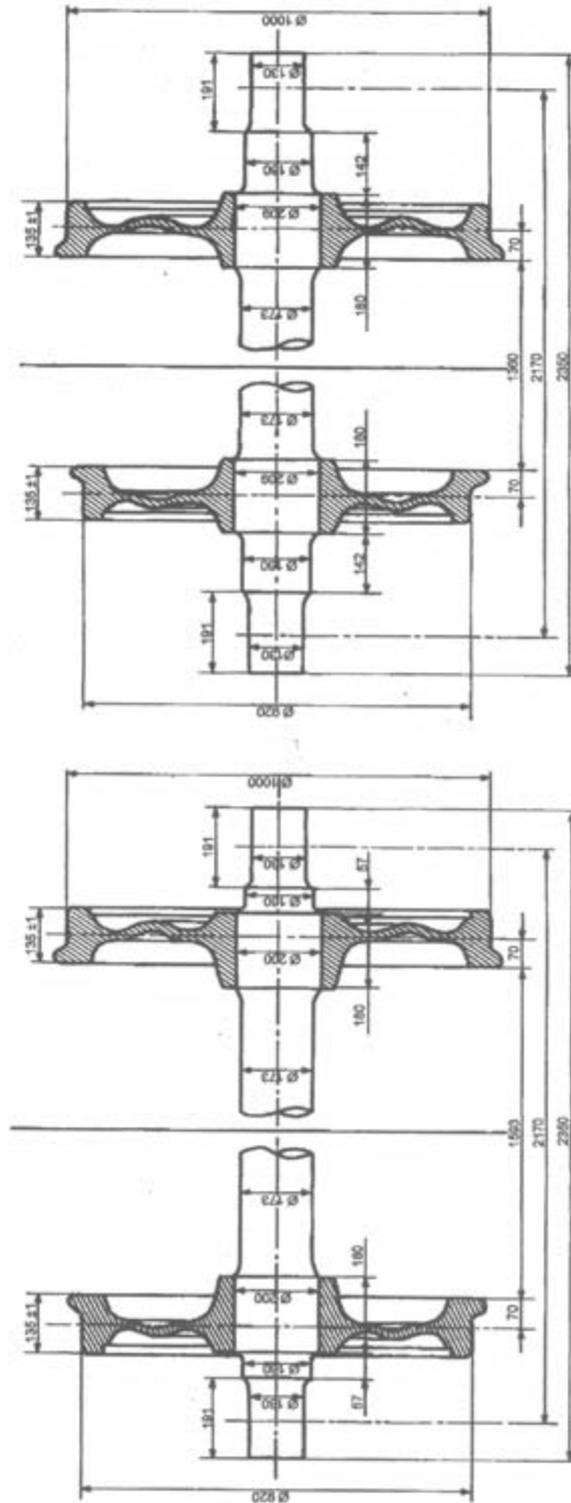
Pour wagon à 2 essieux
Für zweischellige Güterwagen
For 2-axle wagons

Pour voie large de 1,668 et 1,665 m
Für Breitspur von 1,668 und 1,665 m
For broad-gauge track (1,668 m and 1,665 m)

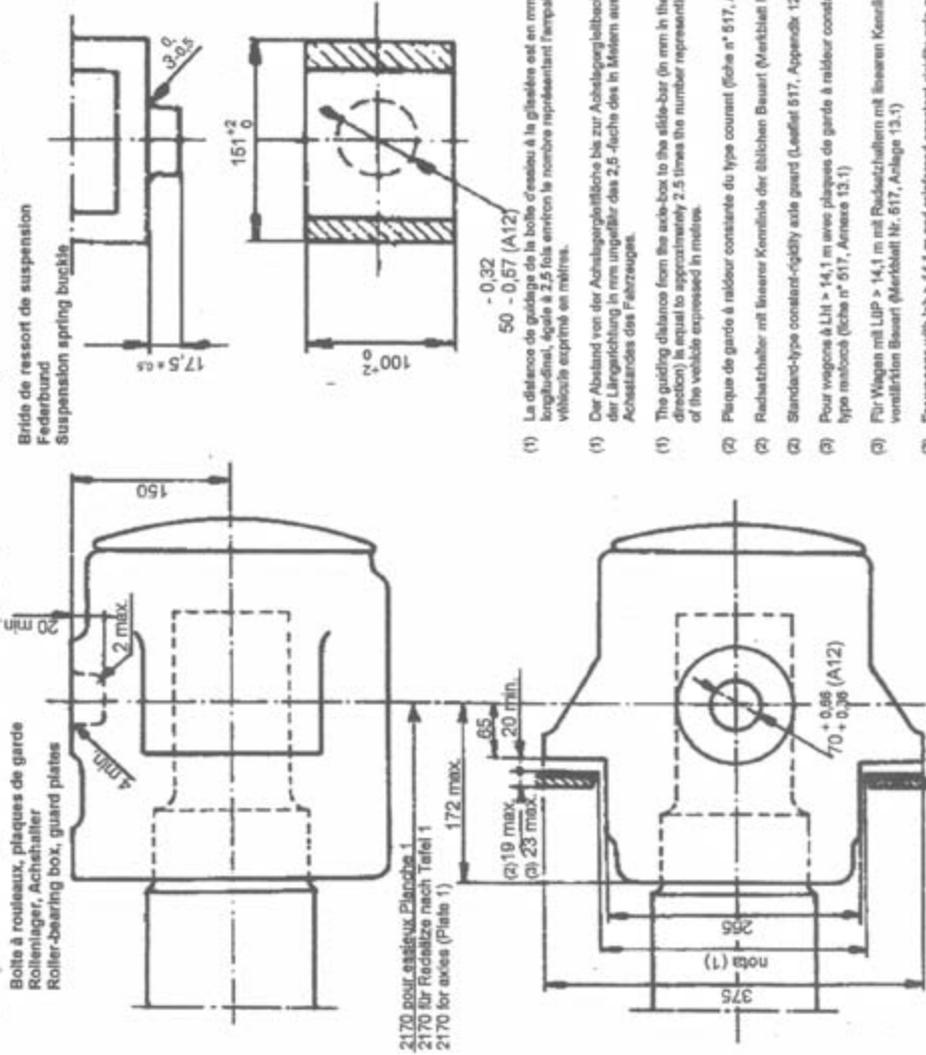
Pour wagon à 2 essieux
Für zweischellige Güterwagen
For 2-axle wagons

Pour wagon à bogies et à 2 essieux
Für Drehgestellgüterwagen und zweischellige Güterwagen
For 2-axle bogie wagons

Pour wagon à bogies et à 2 essieux
Für Drehgestellgüterwagen und zweischellige Güterwagen
For 2-axle bogie wagons



**Wagon pour transit entre Réseaux à voie large (1.668 - 1.665 m) et à voie normale
Güterwagen zum Übergang zwischen Bahnen mit Breitspur (1.668 - 1.665 m) und Bahnen mit Regelspur
Wagon for exchange between broad gauge (1.668 - 1.665 m) and standard-gauge railways**



**430-1
PLANCHE 2
TAFEL 2
PLATE 2**

- (1) La distance de guidage de la boîte d'essieu à la glissière est en mm, dans le sens longitudinal, égale à 2,5 fois environ le nombre représentant l'écartement du véhicule exprimé en mètres.
- (1) Der Abstand von der Achsgehäusefläche bis zur Achsgehäusebohle beträgt in der Längsrichtung in mm ungefähr das 2,5-fache des in Metern ausgedrückten Achsabstandes des Fahrzeuges.
- (1) The guiding distance from the axle-box to the slide-bar (in mm in the longitudinal direction) is equal to approximately 2.5 times the number representing the wheel-base of the vehicle expressed in metres.
- (2) Plaque de garde à renfort constante du type count (voir n° 517, Annexe 12)
- (2) Radachshalter mit linearer Kennlinie der üblichen Bauart (Merkmale Nr. 517, Anlage 12)
- (2) Standard-type constant-rigidity axle guard (Leaflet 517, Appendix 12)
- (3) Pour wagons à L₁₀₁ > 14,1 m avec plaques de garde à renfort constants du type renforcé (voir n° 517, Annexe 13.1)
- (3) Für Wagen mit L₁₀₁ > 14,1 m mit Radachshaltern mit linearer Kennlinien der verstärkten Bauart (Merkmale Nr. 517, Anlage 13.1)
- (3) For wagons with l₀₁ > 14.1 m and reinforced constant-rigidity axle-guards (Leaflet 517, Appendix 13.1)

430-1

PLANCHE 3

TAFEL 3

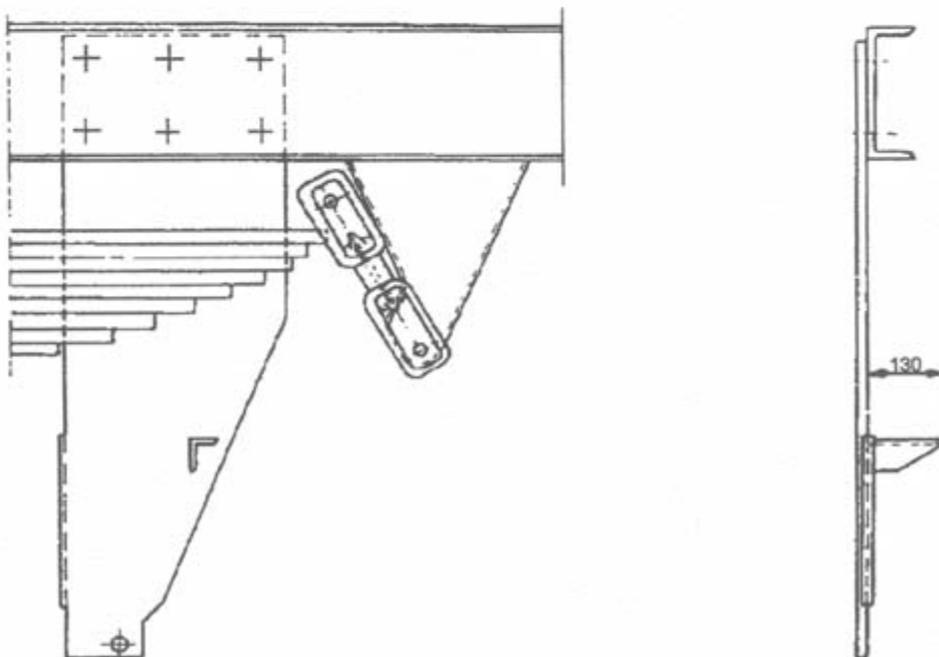
PLATE 3

**Wagon pour transit entre Réseaux à voie large (1,668 - 1,665 m)
et à voie normale**

**Güterwagen zum Übergang zwischen Bahnen mit Breitspur
(1,668 - 1,665 m) und Bahnen mit Regelspur**

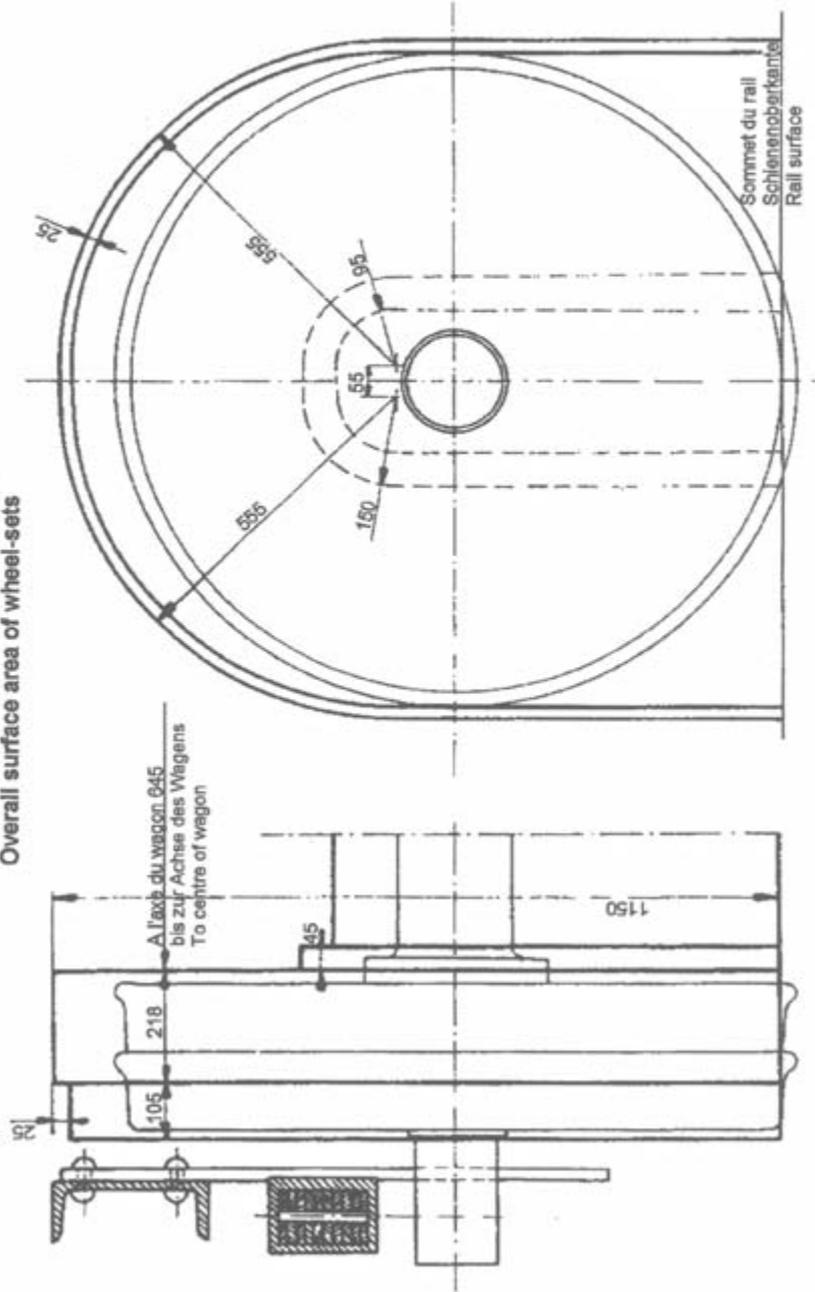
**Wagon for exchange between broad-gauge (1.668 - 1.665 m)
and standard-gauge railways**

**Dispositif de limitation de descente des ressorts
Vorrichtung zur Beschränkung des Heruntergehens der Tragfedern
Device for limiting the descent of the springs**



Wagon pour transit entre Réseaux à voie large (1,668 - 1,665 m) et à voie normale
Güterwagen zum Übergang zwischen Bahnen mit Breitspur (1,668 - 1,665 m) und Bahnen mit Regelspur
Wagon for exchange between broad-gauge (1.668 - 1.665 m) and standard-gauge railways

Surface enveloppe des essieux montés
Umrenzungsfläche für die Radsätze
Overall surface area of wheel-sets



430-1

PLANCHE 4
TAFEL 4
PLATE 4

4 3 0 - 1

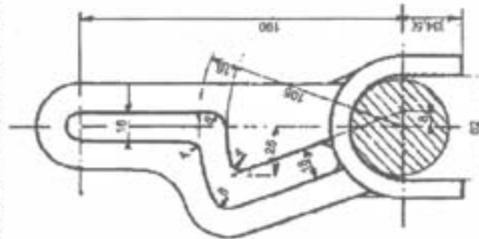
PLANCHE 5
TAFEL 5
PLATE 5

Wagon pour transit entre Réseau à voie large (1,668 - 1,665 m) et à voie normale
Güterwagen zum Übergang zwischen Bahnen mit Breitspur (1,668 - 1,665 m) und Bahnen mit Regelspur
Wagon for exchange between broad-gauge (1,668 - 1,665 m) and standard-gauge railways

Voies à roue de 825 mm et de 1 000 mm Weichen mit 825 mm und 1 000 mm Nennweiten	Mag. 5/3
Voies à roue de 825 mm et de 1 000 mm Ø-axe Weichen mit 825 mm und 1 000 mm Ø-achse	Mag. 5/3
D (1)	Bremsen O oder S (20 t)
Ø	Dur. S. ax. 300 mm
	37 H 11
	41 H 11
	44
	50

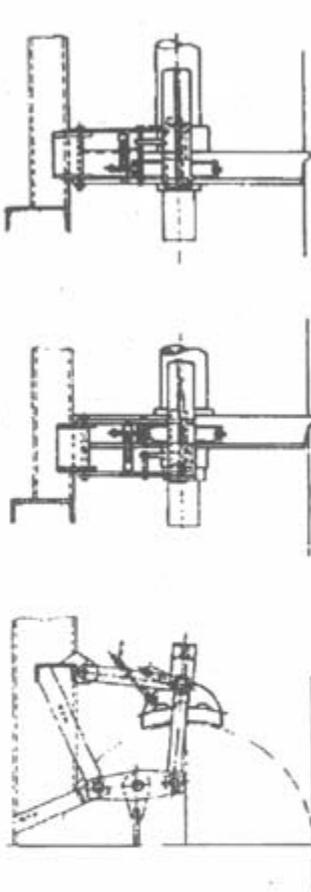
(1) Diamètre de la bague avant pose
(1) Durchmesser des Ringes, vor dem Montieren
(1) Diameter of ring before fitting

Cale de positionnement des portes-essieux
Keil zur Festlegung der Bremsbockschuhe
Stop-block for positioning brake-shoe holders

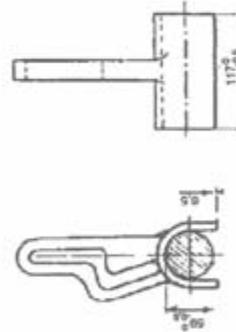


Disposition des sabots de frein
Anordnung der Bremsbockschuhe
Brake-shoe arrangement

Voie normale
Regelspur
Standard gauge



à titre indicatif: la bague n'est pas obligatoire
zur Information: der Ring ist nicht verpflichtend
purely indicative: ring not compulsory



(1) La hauteur de 375 ± 1 mm est aussi admise pour roues de Ø 1 000 mm
(1) Die Höhe von 375 ± 1 mm ist auch für Räder mit Ø 1 000 mm erlaubt.
(1) The height of 375 ± 1 mm is also admitted for wheels with 1 000 mm Ø.

01.07.87

4 3 0 - 1
PLANCHE 6
TAFEL 6
PLATE 6

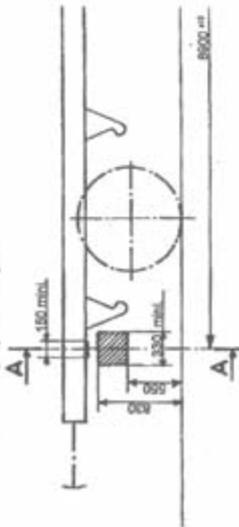
Wagon pour transit entre Réseaux à voie large (1,668 - 1,665 m) et à voie normale
Espaces libres à réserver sous châssis pour le levage

Güterwagen zum Übergang Bahnen mit Breitspur (1,668 - 1,665 m) und Bahnen mit Regelspur
Zum Anheben unter dem Untergestell freizuhaltender Raum

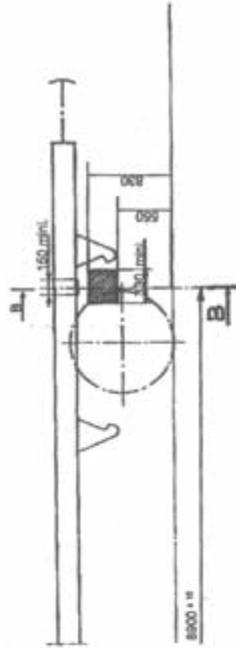
Wagon for exchange between broad-gauge (1,668 - 1,665 m) and standard-gauge railways
Free space beneath underframe for lifting

Les Réseaux qui le désirent peuvent mesurer d'un bords verticaux à la peinture blanche l'épandue des espaces libres sur le bascoeur
Es ist den Bahnen freigegeben, diese Freizuhaltende Räume am Längsbügel durch einen angedeuteten Strichlinen mit weißer Farbe zu kennzeichnen
Those Railways wishing to do so, can mark this free space on the sidebar with a vertical line painted in white

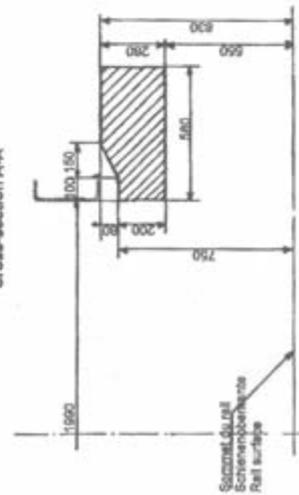
1 - Wagon court à gabarit anglais
1 - Kurzer Güterwagen mit englischer Begrenzungslinie
1 - British-gauge short wagon



2 - Wagon long à gabarit continental
2 - Langer Güterwagen mit kontinentaler Begrenzungsline
2 - Continental-gauge long wagon



Section A-A
Schnitt A-A
Cross-section A-A



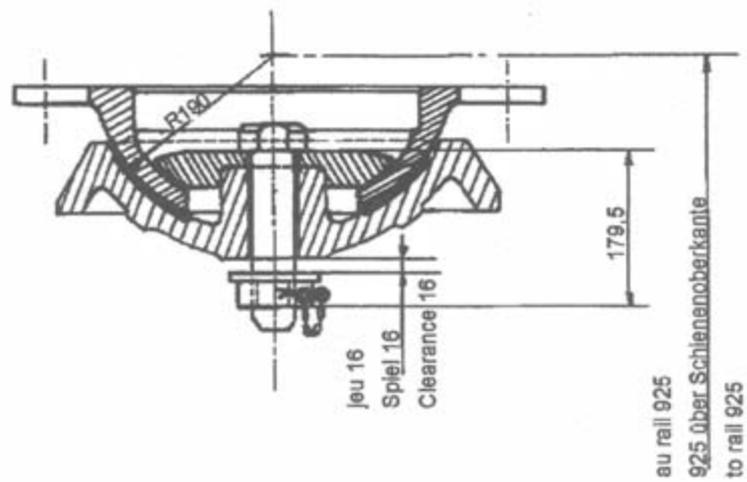
Nota : Les parties hachurées représentent les espaces libres à réserver à proximité immédiate des supports extrêmes de suspension pour le passage des bords de véhicules.

Anmerkung : Die schraffierte Teile stellen den in unmittelbarer Nähe der äußeren Federbocke freizuhaltenden Raum für den Durchgang der Wägen dar.

Note : The shaded portions indicate the free spaces to be left unobstructed in the immediate vicinity of the end suspension spring brackets for engaging the lifting juck head.

Section B-B
Schnitt B-B
Cross-section B-B



430-1PLANCHE 8
TAFEL 8
PLATE 8**Montage du pivotement**
Gestaltung des Drehpunktes
Pivoting assembly

430-1

PLANCHE 9

TAFEL 9

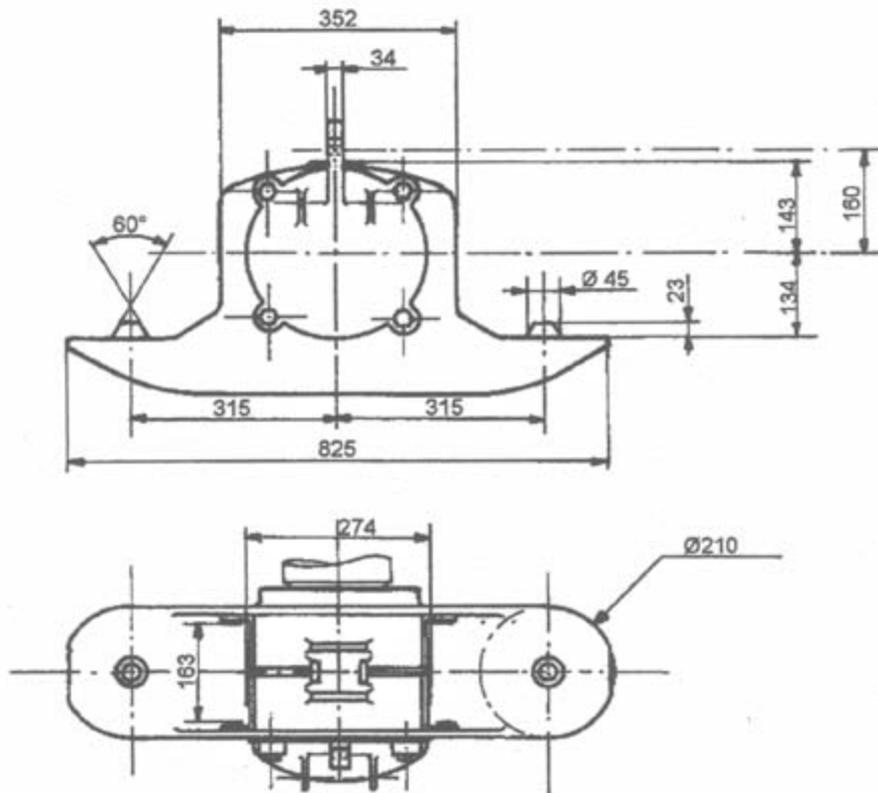
PLATE 9

**Wagon pour transit entre Réseaux à voie large (1,668 - 1,665 m)
et à voie normale**

**Güterwagen zum Übergang zwischen Bahnen mit Breitspur
(1,668 - 1,665 m) und Bahnen mit Regelspur**

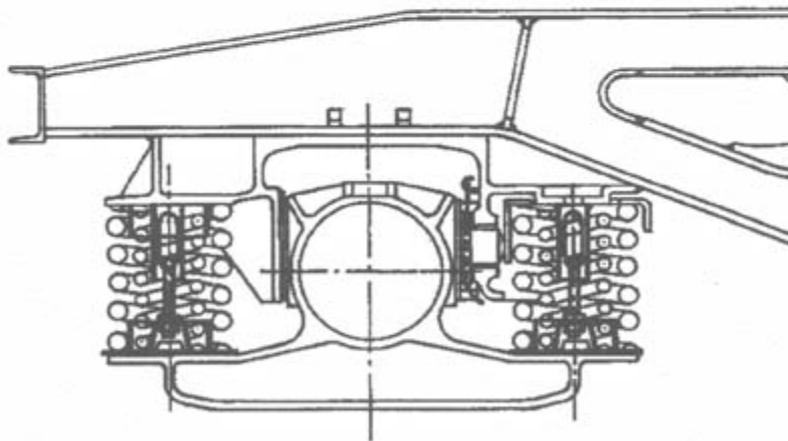
**Wagon for exchange between broad-gauge (1.668 - 1.665 m)
and standard-gauge railways**

**Boîte d'essieu pour bogies de wagons
Achslager für Drehgestelle-Güterwagen
Axle-box for wagon bogies**



430-1*PLANCHE 10
TAFEL 10
PLATE 10*

**Dispositif de retenue des organes de suspension lors
du changement des essieux
Vorrichtung zur Befestigung der Federung beim Radsatzwechsel
Suspension-gear holding device during axle-changeover**



Note : Le nouveau dispositif de retenue se fait par un ressort.

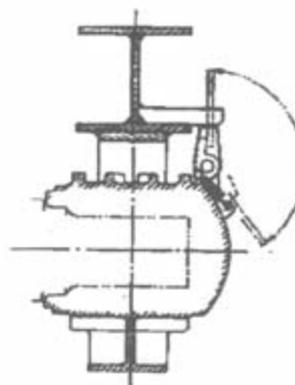
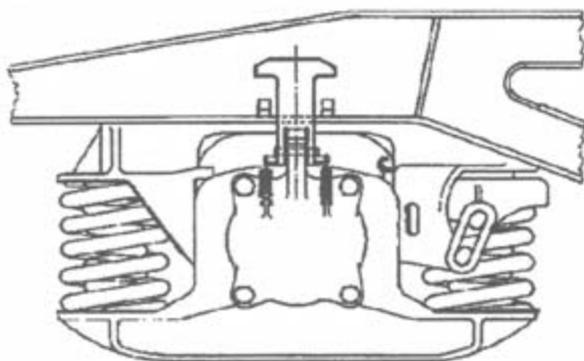
Anmerkung: Die neue Vorrichtung zur Befestigung der Federung macht sich durch eine Feder.

N.B.: The new holding device is of the spring type.

430-1

PLANCHE 11
TAFEL 11
PLATE 11

Dispositif de sécurité rabattable reliant l'essieu au châssis de bogie
Abklappbare Sicherheitsvorrichtung zur Verbindung des Radsatzes
mit dem Drehgestellrahmen
Retractable safety device linking axle to bogie frame

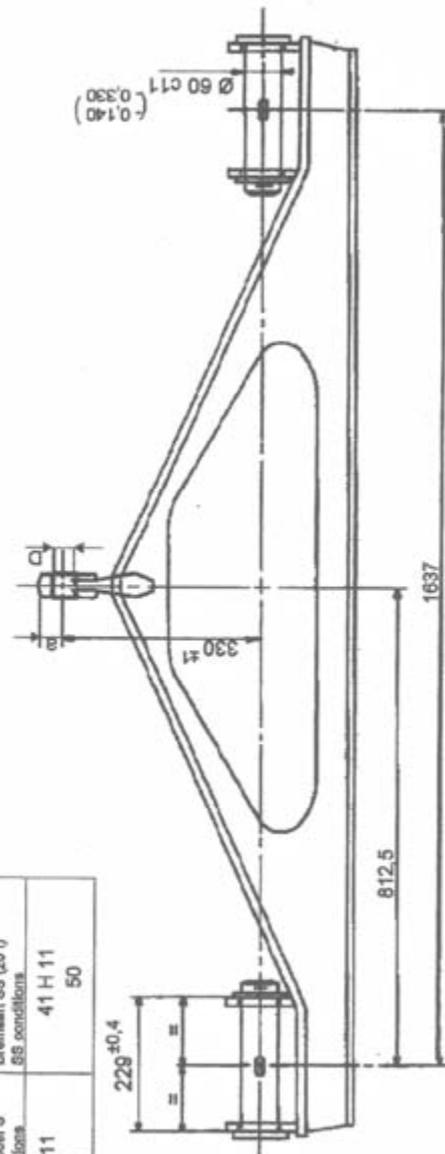


Wagons à bogies - Drehgestellgüterwagen - Bogie wagons
Disposition des sabots de frein - Anordnung der Bremsklötze - Brake-shoe arrangement

Vole normale - Regelspur - Standard-gauge track Voies de 1,668 m et 1,665 m - Broad-gauge track (1,668 m and 1,665 m)



D	Wagons à roues de 920 mm Güterwagen mit Rädern von Ø 920 mm Wagons with Ø 920 mm wheels	Régime SS Bremsart C oder S C or S conditions	37 H 11 44	41 H 11 50
---	---	---	---------------	---------------



430-1

PLANCHE 12
TAFEL 12
PLATE 12

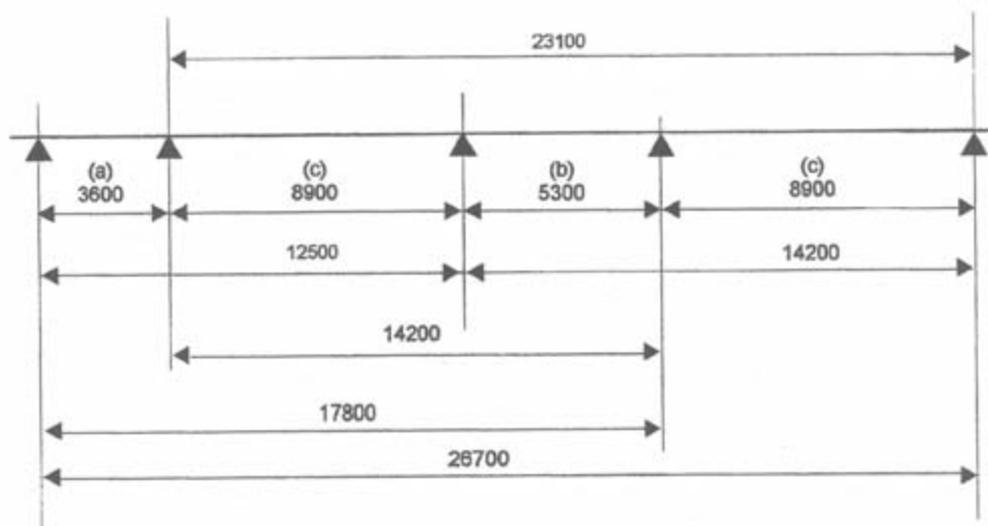
430-1

PLANCHE 13

TAFEL 13

PLATE 13

Implantation des vérins de levage sur les chantiers
Anordnung der Hebewinden auf den Anlagen
Positioning of lifting jacks on work sites



Distances utilisables des appuis de levage
 Vorgesehene Abstände der Auflageplatten

$$\begin{aligned}
 a &= 3\,600 \\
 b &= 5\,300 \\
 c &= 8\,900 \\
 a + c &= 12\,500 \\
 b + c &= 14\,200 \\
 a + b + c &= 17\,800 \\
 b + 2c &= 23\,100 \text{ (')}
 \end{aligned}$$

(') Distance valable seulement pour les wagons à 3 essieux transport d'automobiles.

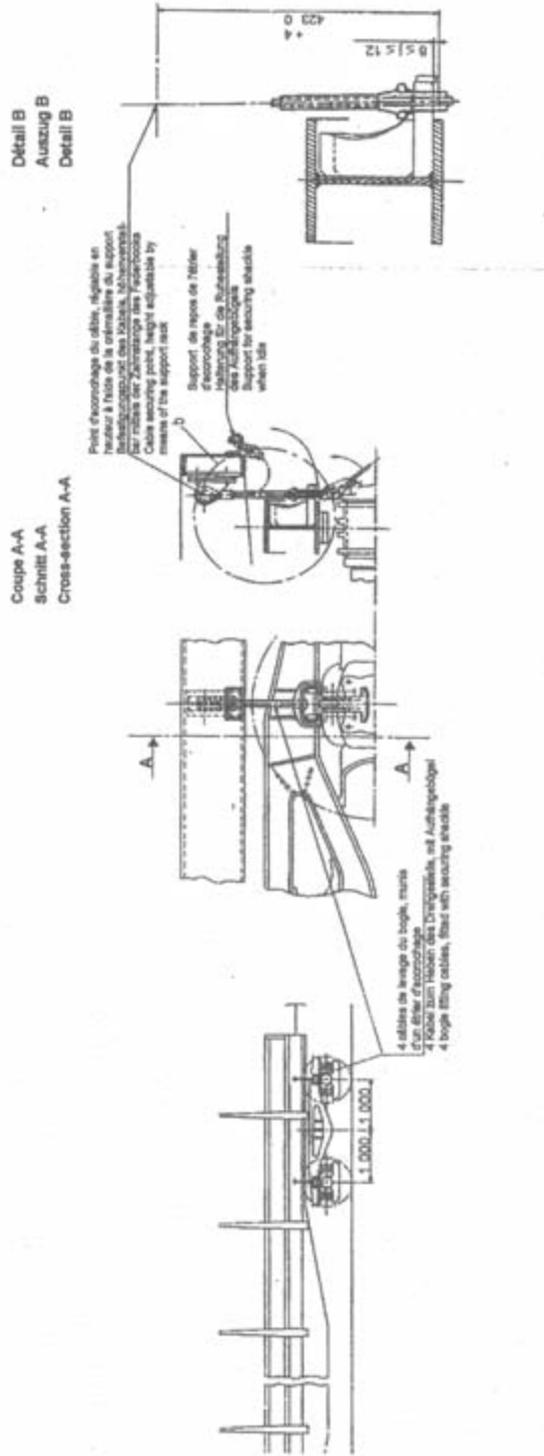
(') Dieser Abstand gilt nur für dreilachsige Wagen für Autotransport.

(') Distance valid exclusively for 3-axle car-carrying wagons.

430-1
PLANCHE 14
TAFEL 14
PLATE 14

**Wagon à bogies pour transit entre : Réseaux à voie large (1.668 - 1.665 m) et à voie normale
Drehgestellgüterwagen für den Übergang von Breitspur (1.668 - 1.665 m) auf Regelspur
Bogie wagon for exchange between broad-gauge (1.668 - 1.665 m) and standard-gauge railways**

Dispositif de liaison entre châssis de wagon et châssis de bogie pour effectuer le levage
Verbindungsrichtung zwischen Wagenuntergestell und Drehgestellrahmen beim Heben
Wagon underframe - bogie frame connecting device for lifting purposes



Note : Le jeu "J" devra être respecté à la sortie du wagon ou à l'occasion d'un changement de bogie lors d'une opération d'entretien
 Anmerkung : Das Spiel "J" muß bei der Lieferung des Wagens beziehungsweise beim Auswechseln des Drehgestells anlässlich eines Unterhaltungsvorgangs eingehalten werden.
 Note : Clearance "J" must be observed on placing of the wagon in service or when bogie changeover during on the occasion of bogie changing during maintenance operations.

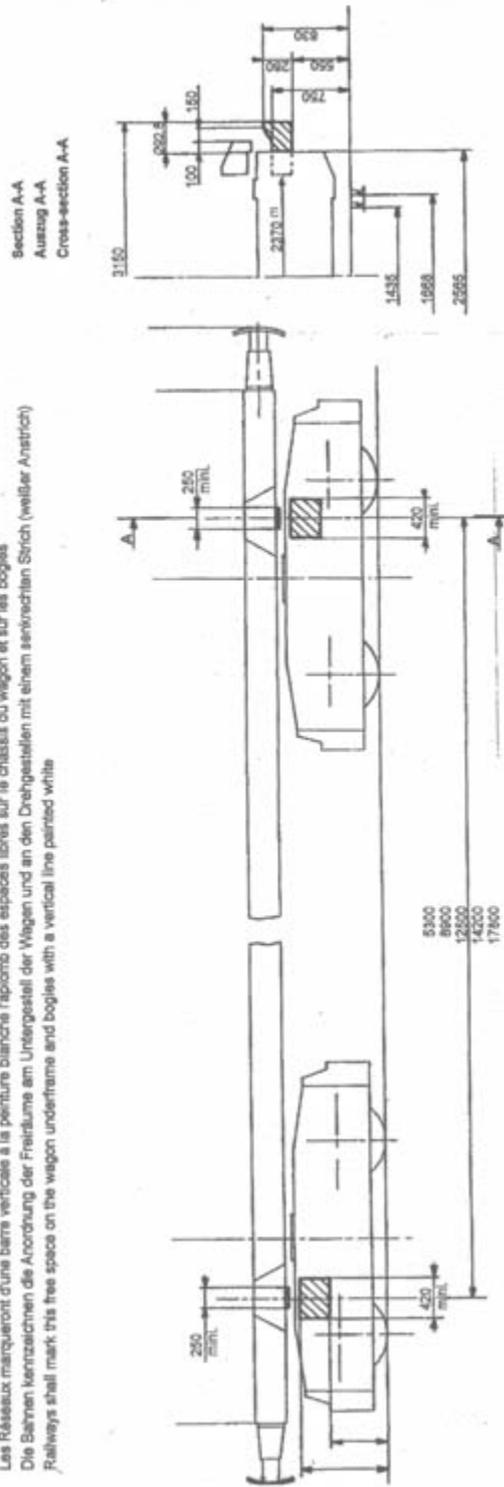
4 3 0 - 1

PLANCHE 15
TAFEL 15
PLATE 15

Wagon à bogies pour transit entre réseaux à voie large (1,668 - 1,665 m) et à voie normale
Drehgestellwagen für den Übergang zwischen Breitspur (1,668 - 1,665 m) und Rogelspur
Bogie wagon for exchange between broad-gauge (1,668 - 1,665 m) and standard-gauge railways

Espaces libres à réserver sous le châssis du wagon et dans l'ossature des bogies pour le levage
Unter dem Untergestell des Wagens und im Drehgestellrahmen freizuhaltender Raum für das Heben
Free space to be left beneath wagon underframe and in bogie framework for lifting purposes

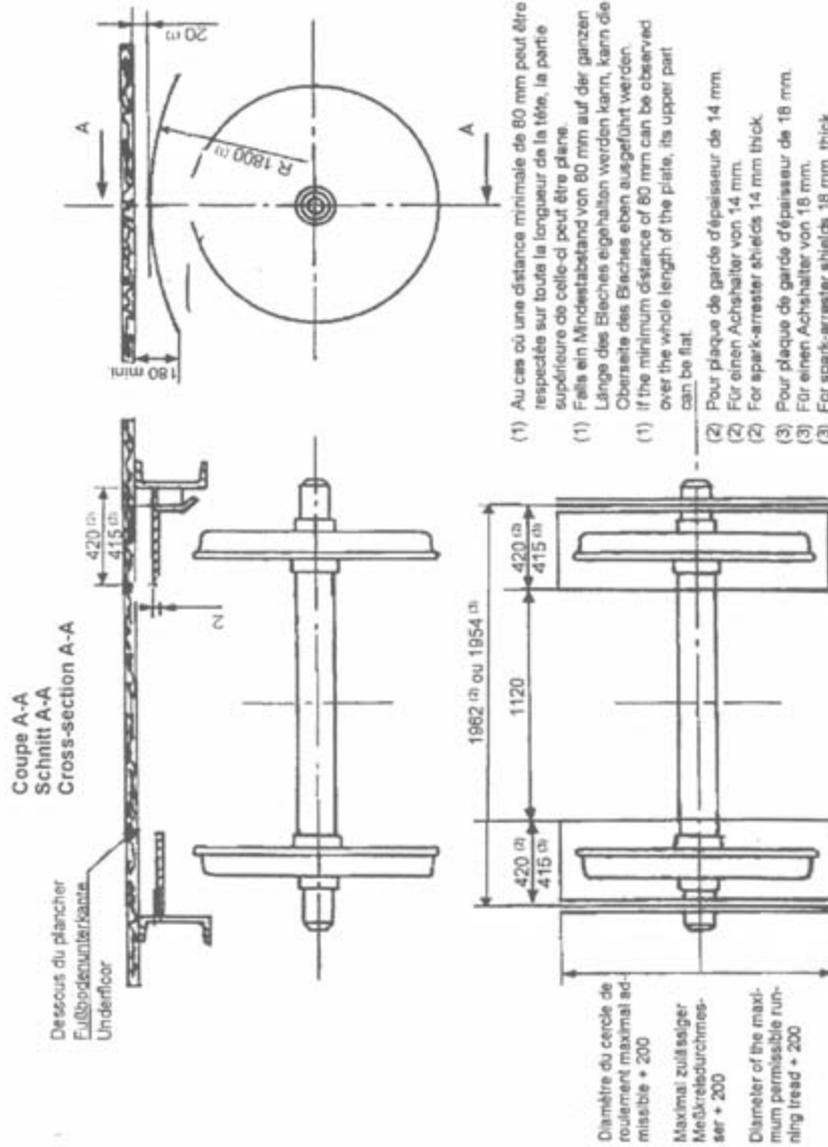
Les Réseaux marqueront d'une barre verticale à la peinture blanche l'aplomb des espaces libres sur le châssis du wagon et sur les bogies
Die Bahnen kennzeichnen die Anordnung der Freiräume am Untergestell der Wagen und an den Drehgestellen mit einem senkrechten Strich (weißer Anstrich)
Railways shall mark this free space on the wagon underframe and bogies with a vertical line painted white



Nota: Les parties hachurées représentent les espaces libres à réserver au droit des traverses - pivots pour le passage des becs des vérins.
Anmerkung: Die schraffierten Teile stellen die Räume dar, die in Höhe der Hauptquerträger für den Durchgang der Windenarme freizuhalten sind.
Note: The shaded portions represent the free spaces to be reserved at right angles with the centre-pins for engagement of the lifting jack heads.

- (1) Pénétration possible des becs de vérins pour le levage des wagons aptes à la circulation sur le réseau des BR, sous réserve de non interférence avec les boîtes d'essieux et les organes de suspension des bogies.
(1) Mögliches Eindringen der Windarme zum Heben der für das Befahren des BR-Netzes geeigneten Wagen unter dem Vorbehalt, daß keine Interferenz mit den Achslagern und Faderungen der Drehgestelle besteht.
(1) Possible penetration of lifting jack heads for running on the BR system, providing they do not foul the axle-boxes and bogie suspension gear.

Toles pare-étincelles pour wagons à essieux - Funkenschutzbleche für zweiachsige Güterwagen
 Spark-arrester shields for axle wagons



430 - 1

PLANCHE 16
 TAFEL 16
 PLATE 16

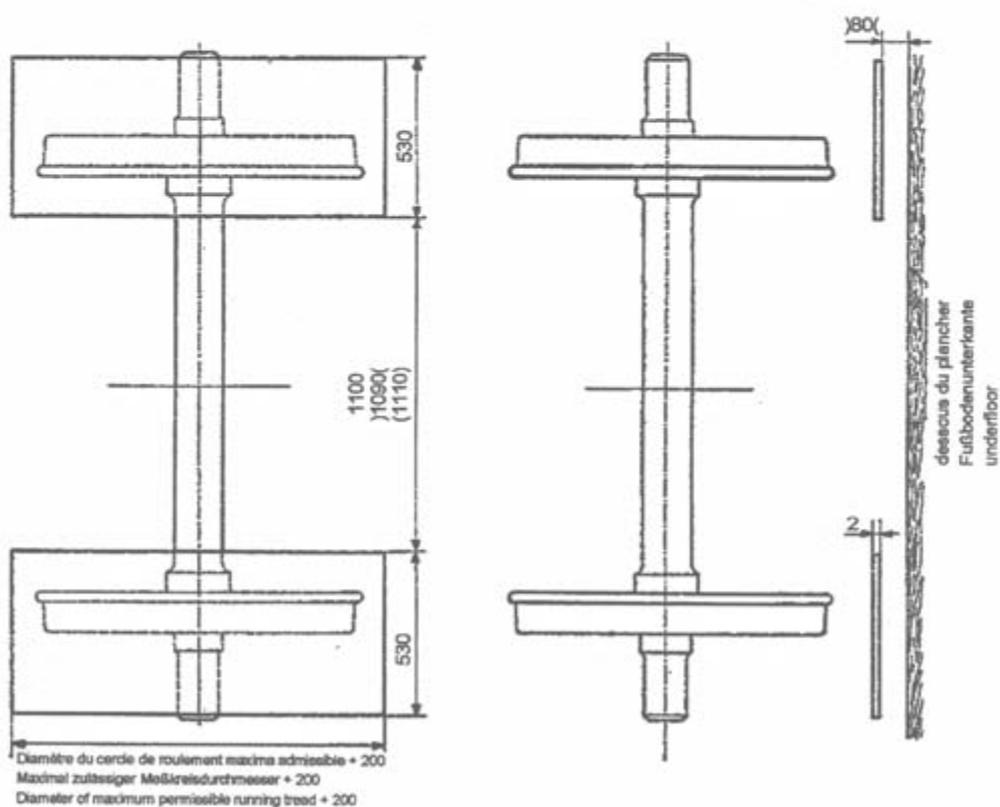
- (1) Au cas où une distance minimale de 80 mm peut être respectée sur toute la longueur de la tête, la partie supérieure de celle-ci peut être plane.
- (1) Falls ein Mindestabstand von 80 mm auf der ganzen Länge des Bleches eingehalten werden kann, kann die Oberseite des Bleches eben ausgeführt werden.
- (1) If the minimum distance of 80 mm can be observed over the whole length of the plate, its upper part can be flat.
- (2) Pour plaque de garde d'épaisseur de 14 mm.
- (2) Für einen Achehalter von 14 mm.
- (2) For spark-arrester shields 14 mm thick.
- (3) Pour plaque de garde d'épaisseur de 18 mm.
- (3) Für einen Achehalter von 18 mm.
- (3) For spark-arrester shields 18 mm thick.

Note : Pour des raisons de proximité des roues de l'essieu à voie large au châssis, la disposition des tôles pare-étincelles ne peut pas être réalisée dans les formes et dimensions décrites aux Annexes 1 et 2 de la fiche n° 543.
 Anm.: Ad der Nähe zwischen den Rädern des Breitspurraedsets und dem Untergestell, können die Anordnungen der Funkenschutzbleche (s. Bedingungen der Anlagen 1 und 2 zum UIC-Merkblatt Nr. 543) nicht eingehalten.
 N.B.: Because the wheels of broad-gauge axles are close to the underframe, the layout of spark-arrester shields cannot be made to comply with the shapes and dimensions specified in Appendices 1 and 2 to Leaflet 543.

430-1

Tôles pare-étincelles pour wagons à bogies
Funkenschutzbleche für Güterwagen mit Drehgestellen
Spark-arrester shields for bogie wagons

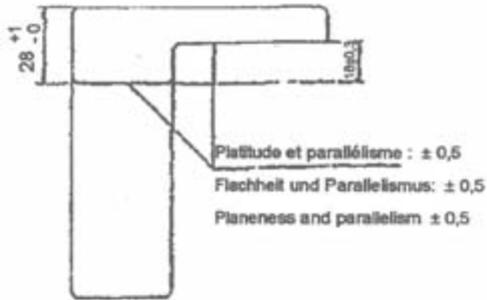
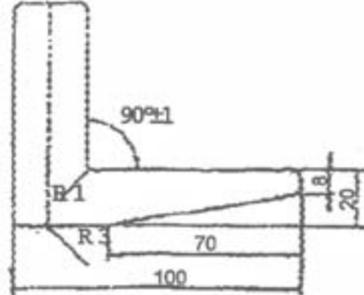
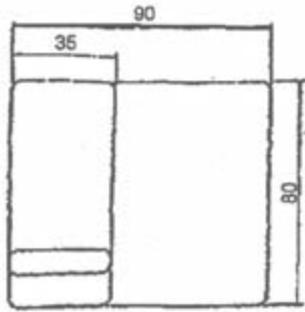
PLANCHE 17
TAFEL 17
PLATE 17



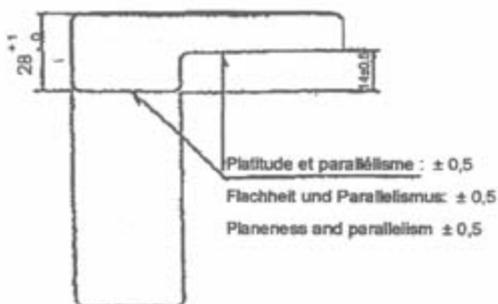
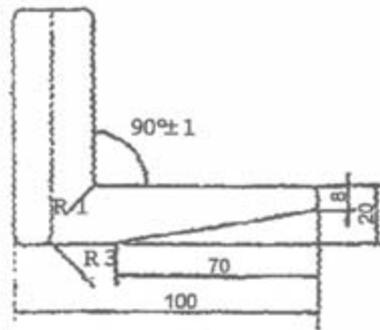
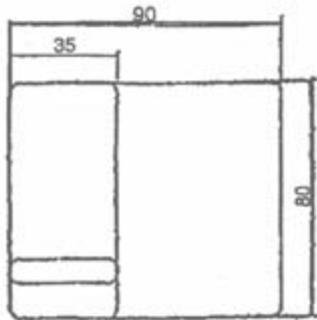
430-1

PLANCHE 18
TAFEL 18
PLATE 18

Etrier pour plaque de garde à 18 mm
Bügel für einen Achshalter von 18 mm
Stürrup for 18 mm half-axle guard



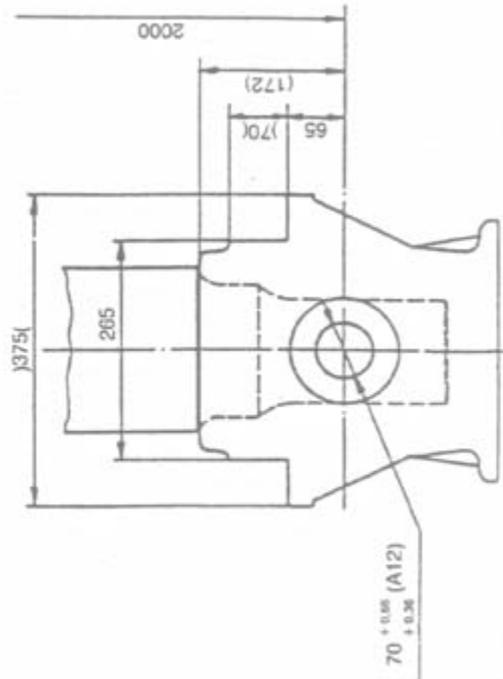
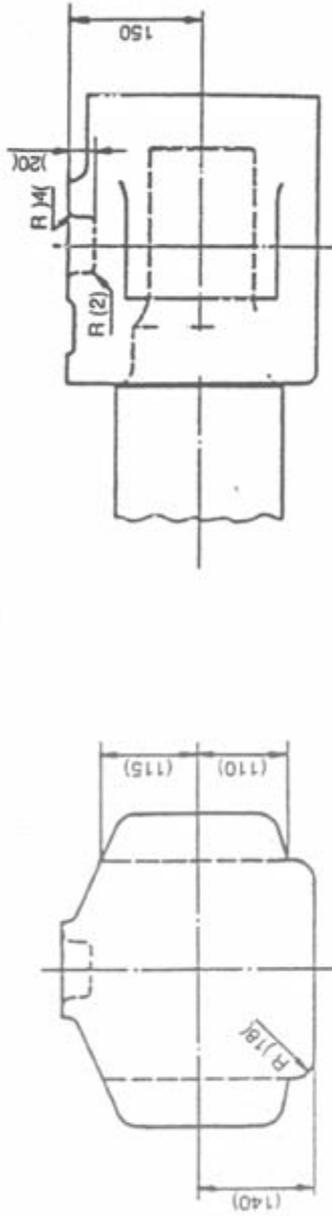
Etrier pour plaque de garde à 14 mm
Bügel für einen Achshalter von 14 mm
Stürrup for 14 mm half-axle guard



5 10 - 1

Essieux montés munis de boîtes à rouleaux pour ressorts à lames - Standardisation
Radsätze mit aufgesattelten Rollenlagern für Blatttragfedern - Standardisierung
Wheelsets fitted with roller bearing axle boxes for leaf springs - Standardisation

ANNEXE 3
ANLAGE 3
APPENDIX 3



()
Cotes les plus grandes admises
Höchstmaße
Greatest permissible dimensions

Cotes les plus petites admises à l'état neuf
Mindestmaße im Neuzustand
Smallest permissible dimensions when new

ANNEXE Y

CONSTITUANTS

Bogies et Organes de roulement

Les bogies disposant d'une homologation en vertu d'une ancienne réglementation UIC/RIV sont considérés comme des CI si la gamme de paramètres applicables dans cette nouvelle exploitation (y compris ceux de la caisse) reste inscrite dans la gamme déjà validée par une exploitation existante.

Les bogies existants homologués en vertu d'une ancienne réglementation nationale sont considérés comme des CI à condition que la réglementation nationale ait utilisé une ancienne réglementation UIC et si la gamme de paramètres applicables dans cette nouvelle exploitation (y compris ceux de la caisse) reste inscrite dans la gamme déjà validée par une exploitation existante.

Les tableaux ci-dessous donnent une liste des bogies qui peuvent être pris en compte en vertu des critères ci-dessus.

Remarques particulières

Les wagons de fret peuvent circuler à une vitesse $V_{max} = 120$ km/h, à leur charge de calcul maximale (même si leurs performances de freinage à charge maximale ne sont pas suffisantes) s'ils satisfont aux paramètres techniques définis ci-dessous:

— Wagons à deux essieux

Tare:	≥ 10 t
Empattement:	$2a^* \geq 6,0$ m $2a^* \geq 8,0$ m pour des wagons munis de suspensions à anneaux doubles
Exigences de conception des suspensions:	selon les types de suspensions du tableau Y4 ci-dessous

— Wagons à bogies

Tare	≥ 16 t
Exigences de conception des bogies:	selon les types de bogies des tableaux Y1 et Y3 ci-dessous

Y.1. BOGIES À DEUX ESSIEUX

Tableau Y.1: Bogies à deux essieux pour wagons circulant jusqu'à 100 km/h

Type de Bogie	Charge maximale à l'essieu [kN]
K17, Y25TTV, Y21 Pse, DRRS25, 3TNh/04, AM III	245 (25 t)
K16, Y25 Lstm, Y25 Lst, Y25 Lsodm, Y25 Lsif, Y25 Lsi, Y25 Ls(s)i1, Y25 Ls(s)i2, Y25 Ls(s)i1f, Y25 Ls(s)i2f, Y25 Lsdm, Y25 Lsd2i, Y25 Lsd2, Y25 Lsd1, Y25 Ls(s)m, Y25 Ls(s), Y21 Lsedm, Y21Lse, K16, FS 46 Lssi, FS 46 Lsi, Y25 L(s)1, DRRS, 3TNk, 3TNh, 3TNhb, 3TNhb/03, 3TNha/01 DB 628, DB 629, DB 641, DB 642, DB 643, DB 645, DB 646, DB 651, DB 652, DB 653, DB 655, DB 656, DB 665, DB 680, DB 681, DB 682, DB 683, DB 685, DB 868, DB 672 (DRRS), DB 882, DB 885 DB 094, DB 095, DB 097, DB 556, DB 565, DB 573, DB 574, DB 575, DB 578, DB 579, DB 583, DB 584, DB 585, DB 586, DB 587, DB 588, DB 589, DB 592	220 (22,5 t)
Y27 E2, Y27 E1m, Y27 E1, Y27 E, Y27 Cm1, Y27 C1, Y25 Rstm, Y25 Rst, Y25 Rsm, Y25 Rsimf, Y25 Rsim, Y25 Rsif, Y25 Rsi, Y25 Rs2m, Y25 Rs2, Y25 Rsa, Y25 Rs, Y25 Lsod1, Y25 Cstm, Y25 Cst, Y25 Csm, Y25 Csimf, Y25 Csim, Y25 Csif, Y25 Csi, Y25 Cs2m, Y25 Cs2, Y25 Cs1m, Y25 Cs1, Y25 Cst1, Y25 Cs, Y25 Cm1, Y25 Cm, Y25 C1, Y25 C, Y21 Csei, Y21 Cse, G56, G66, G66M, G66P, G691, G692, G693, G694, G70, G70M, G70P, G70T, G75, G771, Y25Cssi, Y21 Rse DB 621, DB 622, DB 625, DB 640, DB 650, DB 684, DB 839, DB 851, DB 852, DB 853, DB 859, DB 864, DB 866, DB 867, DB 871, DB 872, DB 881, DB 887, DB 931, DB 932 DB 096, DB 550, DB 551, DB 552, DB 553, DB 554, DB 555, DB 560, DB 561, DB 562, DB 563, DB 566, DB 567, DB 572, DB 576, DB 577, DB 581, DB 590, DB 591	196 (20 t)

Type de Bogie	Charge maximale à l'essieu [kN]
Y33 Am, Y33 A, Y27 D, Y27 Cm, Y27 C, Y25 D, Y23 Cm, Y23 C, Y21 C, DB 582,	176 (18 t)
Y31 C1, FS 38i DB 631, DB 707	157 (16 t)
Y 29	147 (15 t)
DB 741	93 (9,5 t)
DB 690	74 (7,5 t)

Tableau Y.2: Bogies à deux essieux pour wagons circulant jusqu'à 120 km/h

Type de Bogie	Charge maximale à l'essieu [kN]
K17, Y 25 LD, Y 27 LDm, DRRS, 4RS/N, WU83, Y25Lss, Y21Ls(s)e, AM III DB 624, DB 626, DB 627, DB 644, DB 654, DB 666 DB 557	220 (22,5 t)
K16, Y21 Csse, Y21 Cs(s)e, Y25 Css, Y25 Cssm, Y25 Cssp, Y25 GVrss, Y25 Ls(s), Y25 Ls(s)i1, Y25 Ls(s)i2, Y25 Ls(s)i1f, Y25 Ls(s)i2f, Y25 Ls(s)m, Y25 Rss, Y25 Rssa, Y25 Rssm, Y 25 RSSd1, 1XTamp, 6TNa, 6TNa/1, G884, 3TNk, 3TNhb, 3TNhb/03, 3TNh/04 DB 672 (DRRS) DB 564	196 (20 t)
Y37 B, FS 46 Lssi	176 (18 t)
Y33 A, Y33Am	167 (17 t)
Y25 D, Y27 D, Y31 A, Y31B, Y31C	157 (16 t)
Y31 C1, FS 38i	127 (13 t)

NOTA: Pour les bogies de la famille des Y25 (Y21, Y27, Y31, Y35 et Y37), il existe uniquement des versions avec lissiers élastiques.

Tableau Y.2.1: Bogies à deux essieux pour wagons circulant jusqu'à 140 km/h

Type de Bogie	Charge maximale à l'essieu [kN]
DB 627.1	196 (20 t)
Y 25 LD, Y 27 LDm	176 (18 t)
Y27 D1, Y31B1, Y31B2	157 (16 t)
Y33 A, Y33 Am, Y 35 B	137 (14 t)

NOTA: Pour les bogies de la famille des Y25 (Y21, Y27, Y31, Y35 et Y37), il existe uniquement des versions avec lissiers élastiques.

Tableau Y.2.2: Bogies à deux essieux pour wagons circulant jusqu'à 160 km/h

Type de Bogie	Charge maximale à l'essieu [kN]
Y 37 A DB 675 (DRRS)	176 (18 t)
Y25GVr, Y37B	157 (16 t)
Y30	98 (10 t)

NOTA: Pour les bogies de la famille des Y25 (Y21, Y27, Y31, Y35 et Y37), il existe uniquement des versions avec lissiers élastiques.

Tableau Y.3: Bogies à trois essieux pour wagons circulant jusqu'à 100 km/h

Type de Bogie	Charge maximale à l'essieu [kN]
DB 715, DB 716, DB 816, DB 817	245 (25 t)
DB 713, DB 714	220 (22,5 t)
DB 710, DB 711	196 (20 t)

Y.2 SUSPENSION

Tableau Y.4: Suspensions pour wagons à deux essieux

Type de Suspension	Vitesse maximale [km/h]	Charge maximale à l'essieu [kN]
Niesky 2	100	245 (25 t)
Suspension UIC à anneaux doubles (*)	120	220 (22,5 t)
Niesky 2	120	220 (22,5 t)
S 2000 (**)	120	220 (22,5 t)

(*) Cette suspension peut être utilisée uniquement sur des wagons d'empattement ≥ 8 m.

(**) Soumis à l'approbation de l'UIC avant d'entrer en vigueur dans la STI.

ANNEXE Z

STRUCTURE ET PARTIES MECANIQUES:

Essais de chocs de tamponnement

Z.1. ESSAIS DE TAMPONNEMENT

Z.1.1. Exigence

Un wagon placé à l'arrêt non freiné, sur une voie en palier et en alignement, doit pouvoir, à vide et sous charge, résister au tamponnement d'un wagon heurtoir d'un poids total chargé de 80 t sur rails et équipé de tampons latéraux ayant une capacité d'emmagasinage en dynamique ≥ 30 kJ ⁽¹⁾ 1). Il peut être toléré une différence de hauteur des tampons (à l'état vide et en charge) d'au maximum 50 mm.

Z.1.2. Tamponnements à vide

Les essais doivent être réalisés à une vitesse croissante jusqu'à 12 km/h ⁽²⁾ 2). Une courbe d'accélération doit être enregistrée entre 8 et 12 km/h ($\ddot{x} = f(v)$). Le nombre de chocs peut être limité.

Z.1.3. Tamponnement sous charge

Pour cet essai, le wagon doit être chargé à sa capacité maximale. Après chaque choc, le sens de tamponnement doit être inversé, sauf pour les wagons citernes. Pour les wagons plats traditionnels, il n'est pas nécessaire d'effectuer des tamponnements.

Z.1.4. Wagons équipés de tampons latéraux

Il convient d'effectuer des essais préliminaires avec augmentation de la vitesse de tamponnement. Ces essais préliminaires doivent se poursuivre jusqu'à ce que l'un des deux paramètres (vitesse ou effort) atteigne les valeurs limites fixées dans le tableau ci-après.

40 tamponnements identiques doivent alors être effectués à cette valeur limite.

Les essais préliminaires et la série d'essais de tamponnements doivent être réalisés dans les conditions suivantes:

Tableau Z1

Valeurs limites		Essais préliminaires	Série d'essais
Effort par tampon	Vitesse de tamponnement		
1 500 kN ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ . à une vitesse de tamponnement ≤ 12 km/h	12 km/h ⁽⁵⁾ .	10 tamponnements avec des vitesses graduellement croissantes jusqu'à 12 km/h, dont 3 tamponnements à environ 9 km/h. Toutefois, si un effort par tampon de 1 500 kN est atteint à une vitesse $V < 12$ km/h, la vitesse ne doit pas augmenter au-delà de cette valeur.	40 tamponnements à la vitesse limite définie lors des essais préliminaires: — soit 12 km/h — soit la vitesse correspondant à un effort par tampon de 1 500 kN ⁽⁵⁾ $\text{①} \text{②} \text{③}$.

Commentaires :

- ⁽¹⁾ Les recommandations pour le type de tampon à choisir en fonction du type de wagon figurent dans le document technique ERRI DT 85 feuille B 3.0
- ⁽²⁾ Sauf prescriptions différentes du cahier des charges, en particulier pour certains wagons non acceptables pour manœuvre à la bosse de gravité ou au lancer (c'est-à-dire de type F-II), la vitesse de tamponnement peut être limitée à 7 km/h.
- ⁽³⁾ La tolérance admissible sur l'effort par tampon à une extrémité du wagon est de ± 200 kN; cependant la somme des efforts sur les 2 tampons ne doit pas dépasser 3 000 kN.

- (4) Si le wagon essayé est équipé de tampons de catégorie C, la valeur limite de l'effort par tampon peut être réduite à 1 300 kN (pour une vitesse de tamponnement < 12 km/h) sous réserve de l'accord de l'Entreprise Ferroviaire concernée, sauf toutefois pour les wagons citernes destinés au transport de marchandises dangereuses de la classe 2 du RID, ceux-ci devant être essayés avec des tampons de catégorie A.
- (5) Si la valeur de l'effort par tampon atteint déjà 1 000 kN pour une vitesse de tamponnement < 9 km/h, le wagon à essayer doit être équipé de tampons de capacité plus élevée.
- (6) Si l'Entreprise Ferroviaire en fait la demande, des tamponnements à un effort supérieur à 1 500 kN et à une vitesse allant jusqu'à 12 km/h peuvent être effectués à la fin des essais.
- (7) La valeur limite de l'effort par tampon tombe à 1 000 kN pour les wagons équipés d'amortisseurs de choc hydrodynamiques à course longue.

Z.1.5. Wagons équipés d'un attelage automatique

La vitesse de tamponnement doit dans tous les cas être égale à 12 km/h.

Z.1.6. Résultats

Les sollicitations induites par les différents essais de tamponnement ne doivent entraîner aucune déformation permanente visible. Les contraintes apparaissant à certains points critiques des liaisons bogie/châssis de wagon, châssis de wagon/caisse de wagon ainsi que sur les superstructures doivent être notées.

Les résultats obtenus doivent satisfaire aux conditions suivantes:

- les allongements résiduels cumulés résultant des essais préliminaires et de la série de 40 tamponnements doivent rester en dessous de 2 ‰ et s'être stabilisés avant le 30^{ème} tamponnement de la série. Cela ne s'applique toutefois pas aux pièces soumises à des prescriptions particulières,
- Les variations des principales cotes d'encombrement ne doivent pas pénaliser la qualité d'exploitation du wagon.

ANNEXE AA

PROCÉDURE D'ÉVALUATION

Vérification des sous-systèmes

Structure des modules pour la procédure de vérification CE des sous systèmes

Modules pour la vérification CE des sous systèmes

- Module SB: Examen de type
- Module SD: Système de gestion de la qualité de la production
- Module SF: Vérification sur produits
- Module SH2: Système de gestion de la qualité complet avec examen de la conception

MODULES POUR LA VÉRIFICATION DES SOUS SYSTÈMES

Module SB: Examen du type

1. Ce module décrit la procédure de vérification CE par laquelle un organisme notifié vérifie et atteste, à la demande d'une entité adjudicatrice ou de son mandataire établi dans la Communauté, qu'un type du sous-système Matériel Roulant — Domaine Wagons pour le Fret, représentatif de la production en question,
 - est conforme à la présente STI et à toute autre STI applicable qui démontre que les exigences essentielles ⁽¹⁾ de la directive 2001/16/CE ⁽²⁾ sont satisfaites;
 - est conforme aux autres réglementations découlant du Traité.

L'examen de type défini par le présent module pourrait couvrir des phases d'évaluation spécifiques — revue de la conception, essai de type ou revue du processus de fabrication — spécifiées dans la STI correspondante.
2. L'entité adjudicatrice ⁽³⁾ introduit une demande de vérification CE du sous-système (par la procédure de l'examen de type), auprès d'un organisme notifié de son choix. La demande comprend:
 - le nom et l'adresse de l'entité adjudicatrice ou de son mandataire;
 - la documentation technique décrite au point 3.
3. Le demandeur met à la disposition de l'organisme notifié un spécimen du sous-système ⁽⁴⁾ représentatif de la production en question, ci-après dénommé «type».

Un type peut couvrir plusieurs versions du sous-système à la condition que les différences entre les versions ne mettent pas en cause les dispositions de la STI.

L'organisme notifié peut demander d'autres spécimens si le programme d'essai le requiert.

Si cela est requis pour les besoins de méthodes spécifiques d'essai ou d'examen et est spécifié dans la STI ou dans la spécification européenne ⁽⁵⁾ visée dans la STI, un ou plusieurs spécimens d'un sous-ensemble ou d'un ensemble ou bien un spécimen du sous-système dans l'état préassemblé devront également être livrés.

La documentation technique et le(s) spécimen(s) doivent permettre de comprendre la conception, la fabrication, l'installation, la maintenance et l'exploitation du sous-système et d'évaluer la conformité aux exigences de la STI.

⁽¹⁾ Les exigences essentielles sont exprimées dans les paramètres techniques, les interfaces et les exigences de performance citées au chapitre 4 de la STI.

⁽²⁾ Dans le module, «l'entité adjudicatrice» signifie «l'entité adjudicatrice du sous-système, telle que définie dans la directive, ou son mandataire établi dans la Communauté».

⁽³⁾ Ce module pourrait être utilisé à l'avenir une fois les STI de la directive 96/48/CE mises à jour.

⁽⁴⁾ La section pertinente d'une STI peut définir des exigences spécifiques à cet égard.

⁽⁵⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans les directives 96/48/CEE et 01/16/CE. Les lignes directrices relatives à l'application des STI GV expliquent les conditions d'utilisation des Spécifications européennes.

La documentation technique doit contenir:

- une description générale du sous-système, de sa conception d'ensemble et de sa construction;
- *le registre Matériel Roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI;*
- les éléments de conception et de fabrication, par exemple les dessins, schémas des composants, sous-ensembles, ensembles, circuits, etc.;
- les descriptions et explications nécessaires à la compréhension des données de l'étude et de la fabrication, de la maintenance et du fonctionnement du sous système;
- les spécifications techniques, y compris les spécifications européennes qui ont été appliquées;
- tout élément de preuve de leur adéquation, en particulier lorsque les spécifications européennes et les clauses correspondantes n'ont pas été entièrement appliquées;
- une liste des constituants d'interopérabilité à incorporer au sous-système;
- les copies des déclarations CE de conformité ou d'aptitude à l'emploi des constituants d'interopérabilité, accompagnées de tous les éléments nécessaires définis à l'annexe VI des directives;
- la preuve de conformité avec les autres réglementations découlant du traité (y compris les certificats);
- la documentation technique concernant la fabrication et l'assemblage du sous-système;
- la liste des fabricants intervenant dans la conception, la fabrication, l'assemblage et l'installation du sous-système;
- les conditions d'utilisation du sous-système (restrictions de durée ou de distance, limites d'usure, etc.);
- les conditions de maintenance et la documentation technique concernant la maintenance du sous-système;
- toute exigence technique devant être prise en compte pendant la fabrication, la maintenance ou l'exploitation du sous-système;
- les résultats des calculs de conception, les contrôles effectués, etc.;
- les rapports d'essais.

Si la STI exige que la documentation technique comporte d'autres informations, celles-ci doivent être incluses.

4. L'organisme notifié effectue les tâches suivantes:

- 4.1. Il examine la documentation technique;
- 4.2. Il vérifie que le ou les spécimens du sous-système ou des ensembles ou sous-ensembles du sous-système, a (ont) été fabriqué(s) conformément à la documentation technique et il effectue ou fait effectuer les essais de type conformément aux dispositions de la STI et des spécifications européennes pertinentes. Cette fabrication sera vérifiée en utilisant un module d'évaluation approprié.
- 4.3. Si une revue de conception est prévue dans la STI, il examine les méthodes, outils et résultats de la conception afin d'évaluer leur capacité à satisfaire les exigences de conformité du sous-système à la fin du processus de conception.
- 4.4. Il identifie les éléments qui ont été conçus conformément aux dispositions applicables de la STI et des spécifications européennes ainsi que les éléments dont la conception ne s'appuie pas sur les dispositions appropriées desdites spécifications européennes;
- 4.5. Il effectue ou fait effectuer les contrôles appropriés et les essais nécessaires prévus aux points 4.2 et 4.3 pour vérifier si, dans le cas où les spécifications européennes appropriées ont été choisies, celles-ci ont été réellement appliquées;
- 4.6. Il effectue ou fait effectuer les contrôles appropriés et les essais nécessaires conformément aux points 4.2 et 4.3 pour vérifier si les solutions adoptées satisfont aux exigences de la STI lorsque les spécifications européennes n'ont pas été appliquées;
- 4.7. Il convient avec le demandeur de l'endroit où les contrôles et les essais nécessaires seront effectués.

5. Lorsque le type satisfait aux dispositions de la STI, l'organisme notifié délivre un certificat d'examen de type au demandeur. Le certificat comporte le nom et l'adresse de l'entité adjudicatrice et du ou des fabricants indiqués dans la documentation technique, les conclusions du contrôle, les conditions de validité du certificat et les données nécessaires à l'identification du type approuvé.

Une liste des parties significatives de la documentation technique est annexée au certificat et une copie est conservée par l'organisme notifié.

S'il refuse de délivrer un certificat d'examen de type à l'entité adjudicatrice, l'organisme notifié motive d'une façon détaillée ce refus. Une procédure de recours doit être prévue.

6. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations utiles concernant les certificats d'examen de type qu'il a délivrés, retirés ou refusés.
7. Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie des certificats d'examen de type et/ou de leurs compléments. Les annexes des certificats sont tenues à la disposition des autres organismes notifiés.
8. L'entité adjudicatrice conserve avec la documentation technique une copie des certificats d'examen de type et de leurs compléments pendant toute la durée de vie du sous-système. Il en envoie une copie à tout État membre qui en fait la demande.
9. Le demandeur avise l'organisme notifié qui détient la documentation technique relative au certificat d'examen de type de toutes les modifications susceptibles de remettre en cause la conformité aux exigences de la STI ou aux conditions d'utilisation prévues pour le sous-système. Dans de tels cas, le sous système nécessite une nouvelle approbation. Cette nouvelle approbation est délivrée sous la forme d'un complément au certificat initial d'examen de type ou bien d'un nouveau certificat délivré après retrait de l'ancien certificat.

MODULES POUR LA VÉRIFICATION CE DE SOUS-SYSTÈMES

Module SD: Système de gestion de la qualité de la production

1. Ce module décrit la procédure de vérification CE par laquelle un organisme notifié vérifie et atteste, à la demande d'une entité adjudicatrice ou de son mandataire établi dans la Communauté, qu'un sous-système Matériel Roulant — Domaine Wagons pour le fret, pour lequel un certificat d'examen de type a déjà été émis par un organisme notifié,

— est conforme à la présente STI et à toute autre STI applicable qui démontre que les exigences essentielles ⁽¹⁾ de la directive 01/16/CE ⁽²⁾ sont satisfaites,

— est conforme aux autres réglementations découlant du Traité.

et peut être mis en service.

2. L'organisme notifié exécute la procédure à la condition :

— que le certificat d'examen de type antérieur à l'évaluation reste valide pour le sous-système faisant l'objet de la demande;

— que l'entité adjudicatrice ⁽³⁾ et les contractants principaux impliqués satisfassent aux obligations du point 3.

L'expression «contractants principaux» désigne les sociétés dont les activités contribuent à satisfaire les exigences essentielles de la STI. Elle concerne:

— la société ayant la responsabilité de l'ensemble du projet de sous-système (notamment la responsabilité de l'intégration du sous-système),

— les autres sociétés uniquement impliquées dans une partie du projet de sous-système (réalisant par exemple le montage ou l'installation du sous-système).

Il ne désigne pas les sous-traitants qui fournissent des composants ou des constituants d'interopérabilité.

⁽¹⁾ Les exigences essentielles sont exprimées dans les paramètres techniques, interfaces et exigences de performance cités au chapitre 4 de la STI.

⁽²⁾ Ce module pourrait être utilisé à l'avenir une fois les STI de la directive 96/48/CE mises à jour

⁽³⁾ Dans le module, «l'entité adjudicatrice» signifie «l'entité adjudicatrice du sous-système telle que définie dans la directive, ou son mandataire établi dans la Communauté».

3. Pour le sous-système objet de la procédure de vérification CE, l'entité adjudicatrice ou les contractants principaux, s'ils sont employés, doivent appliquer un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la fabrication et l'inspection et les essais finals comme spécifiés au point 5 et qui sera soumis à la surveillance visée au point 6.

Dans le cas où l'entité adjudicatrice elle-même a la responsabilité du projet de sous-système complet (notamment la responsabilité de l'intégration du sous-système) ou si l'entité adjudicatrice est directement impliquée dans la production (y compris l'assemblage et l'installation), elle doit appliquer un système de gestion de la qualité approuvé pour ces activités qui sera soumis à la surveillance visée au point 6.

Si un contractant principal a la responsabilité du projet de sous-système complet (notamment la responsabilité de l'intégration du sous-système), il doit appliquer dans tous les cas un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la fabrication et l'inspection et les essais finals du produit, et qui sera soumis à la surveillance visée au point 6.

4. Procédure de vérification CE

- 4.1. L'entité adjudicatrice doit introduire une demande de vérification CE du sous-système (à travers un système de gestion de la qualité de la production), y compris la coordination de la surveillance des systèmes de gestion de qualité prévue aux points 5.3 et 6.5, auprès d'un organisme notifié de son choix. L'entité adjudicatrice informe les fabricants concernés de ce choix et de la demande.
- 4.2. La demande doit permettre de comprendre la conception, la fabrication, l'assemblage, l'installation, la maintenance et l'exploitation du sous-système et d'évaluer la conformité au type décrit dans le certificat d'examen de type et aux exigences de la STI.

Cette demande comprend:

- Le nom et l'adresse de l'entité adjudicatrice ou de son mandataire,
- La documentation technique concernant le type approuvé, y compris le certificat d'examen de type émise à la suite de la procédure définie dans le module SB

et, si ces éléments ne sont pas déjà inclus dans la documentation:

- une description générale du sous-système, de sa conception d'ensemble et de sa structure,
 - les spécifications techniques, y compris les spécifications européennes qui ont été appliquées,
 - la preuve de leur adéquation, en particulier lorsque ces spécifications européennes et les clauses correspondantes n'ont pas été entièrement appliquées. Cette preuve doit comprendre les résultats des essais effectués par le laboratoire approprié du fabricant ou pour son compte.
 - *le registre du Matériel Roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI.*
 - la documentation technique concernant la fabrication et l'assemblage du sous-système,
 - une preuve de conformité avec d'autres réglementations découlant du traité (y compris les certificats) pour la phase de production
 - une liste des constituants d'interopérabilité à incorporer au sous-système,
 - les copies des déclarations CE de conformité ou d'aptitude à l'emploi dont ces constituants doivent être munis, accompagnées de tous les éléments nécessaires définis à l'annexe VI des directives;
 - la liste des fabricants intervenant dans la conception, la fabrication, l'assemblage et l'installation du sous-système,
 - la démonstration que toutes les étapes définies au point 5,2 sont couvertes par les systèmes de gestion de la qualité de l'entité adjudicatrice, si elle est impliquée, et/ou des contractants principaux, et la preuve de leur efficacité,
 - l'indication de l'organisme notifié chargé de l'approbation et de la surveillance de ces systèmes de gestion de la qualité.
- 4.3. L'organisme notifié examine tout d'abord la demande en ce qui concerne la validité de l'examen de type et du certificat d'examen de type.

Si l'organisme notifié juge que le certificat d'examen de type n'est plus valable ou n'est pas approprié et qu'un nouvel examen de type est nécessaire, il justifie sa position.

5. Système de gestion de la qualité

- 5.1. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux, s'ils sont employés, introduisent une demande d'évaluation de leur système de gestion de la qualité auprès d'un organisme notifié de leur choix.

La demande doit comprendre:

- toutes les informations pertinentes pour le sous-système concerné;
- la documentation relative au système de gestion de la qualité;

la documentation technique relative au type approuvé et une copie de le certificat d'examen de type délivrée à la fin de la procédure d'examen de type définie dans le module SB.

Pour ceux qui n'interviennent que pour une partie du projet de sous-système, ces informations sont à fournir uniquement pour la partie en question.

- 5.2. Pour l'entité adjudicatrice ou le contractant principal responsable de l'ensemble du projet de sous-système, le système de gestion de la qualité doit assurer la conformité globale du sous-système avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI. Pour les autres contractants principaux, le(s) système(s) de qualité doit (doivent) assurer la conformité de leur contribution au sous-système avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI.

Tous les éléments, les exigences et les dispositions adoptés par le(s) demandeur(s) doivent être réunis de manière systématique et ordonnée dans une documentation sous la forme de politiques, de procédures et d'instructions écrites. Cette documentation relative au système de gestion de la qualité doit permettre une interprétation uniforme des politiques et des procédures de qualité telles que les programmes, plans, manuels et enregistrements qualité.

Les points suivants, en particulier, sont décrits d'une façon suffisante dans cette documentation pour tous les demandeurs:

- les objectifs de la qualité et la structure organisationnelle,
- les techniques, les processus et les actions systématiques correspondants qui seront utilisés pour la fabrication, la maîtrise de la qualité et la gestion de la qualité,
- les examens, contrôles et essais qui seront effectués avant, pendant et après la fabrication, l'assemblage et l'installation avec indication de leur fréquence d'exécution,
- les enregistrements qualité tels que les rapports d'inspection et les données des essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.,

ainsi que pour l'entité adjudicatrice ou le contractants principal responsable de l'ensemble du projet de sous-système:

- les responsabilités et les pouvoirs dont dispose la direction pour assurer la qualité globale du sous-système, notamment pour ce qui est de la gestion de l'intégration du sous-système.

Les examens, les essais et les contrôles couvrent toutes les étapes suivantes:

- la construction du sous-système, notamment les activités de génie civil, l'assemblage des constituants, la mise au point finale,
- les essais finals du sous-système,
- et, si spécifié dans la STI, la validation dans les conditions réelles d'exploitation.

- 5.3. L'organisme notifié choisi par l'entité adjudicatrice contrôle ensuite si toutes les étapes du sous-système mentionnées au point 5.2 sont suffisamment et convenablement couvertes par l'approbation et la surveillance du ou des systèmes de gestion de la qualité du ou des demandeurs ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Pour la STI matériel roulant, l'organisme notifié peut participer à l'essai final de mise en service des locomotives ou de la rame aux conditions spécifiées dans le chapitre correspondant de la STI.

Si la conformité du sous-système avec le type CE décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI est basée sur plusieurs systèmes de qualité, l'organisme notifié s'assure en particulier:

- que les relations et les interfaces entre les systèmes de gestion de la qualité sont clairement documentées,
- et que les responsabilités et les pouvoirs de gestion des contractants principaux pour assurer la conformité globale du sous-système sont suffisamment et convenablement définis.

- 5.4. L'organisme notifié visé au point 5.1 évalue le système de gestion de la qualité pour déterminer s'il satisfait aux exigences visées au point 5.2. Il présume la conformité avec ces exigences si le demandeur met en œuvre un système de gestion de la qualité pour la production, l'inspection et les essais finals en accord avec la norme EN/ISO 9001-2000, qui tient compte de la spécificité du sous-système pour lequel elle est mise en œuvre.

Dans le cas où un demandeur applique un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte dans l'évaluation.

L'audit doit être spécifique au sous-système concerné tout en prenant en compte la contribution spécifique du demandeur au sous-système. L'équipe d'auditeurs comportera au moins un membre expérimenté dans l'évaluation de la technologie du sous-système concerné. La procédure d'évaluation comporte une visite d'évaluation chez le demandeur.

La décision doit être notifiée au demandeur. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

- 5.5. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux s'engagent à remplir les obligations découlant du système de gestion de la qualité tel qu'il est approuvé et à le maintenir de sorte qu'il demeure adéquat et efficace.

Ils doivent tenir l'organisme notifié ayant approuvé le système de gestion de la qualité, informé de tout changement significatif qui affectera le respect des exigences STI par le sous-système.

L'organisme notifié évalue les changements proposés et décide si le système modifié de gestion de la qualité continue à répondre aux exigences visées au point 5.2 ou s'il y a lieu de procéder à une nouvelle évaluation.

Il doit notifier sa décision au demandeur. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

6. Surveillance du (des) système(s) de gestion de la qualité sous la responsabilité de l'organisme notifié.

- 6.1. Le but de la surveillance est d'assurer que l'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux remplissent correctement les obligations découlant du(des) système(s) de gestion de la qualité approuvé(s).

- 6.2. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux remettent (ou font remettre) à l'organisme notifié visé au point 5.1 tous les documents nécessaires à cette fin, y compris les plans de mise en œuvre et les dossiers techniques se rapportant au sous-système (dans la mesure où ils concernent la contribution spécifique des demandeurs au sous-système), en particulier:

- la documentation relative au système de gestion de la qualité, y compris les moyens particuliers mis en œuvre pour s'assurer que:
 - pour l'entité adjudicatrice ou le contractant principal responsable de l'ensemble du projet de sous-système, les responsabilités et les pouvoirs dont dispose la direction pour assurer la conformité du sous-système complet sont suffisamment et convenablement définis;
 - pour chaque demandeur, le système de gestion de la qualité est géré de façon satisfaisante pour assurer l'intégration au niveau du sous-système;
- les enregistrements qualité prévus dans la partie du système de gestion de la qualité consacrée à la fabrication (y compris l'assemblage et l'installation), tels que les rapports d'inspection et les données d'essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.

- 6.3. L'organisme notifié effectue périodiquement des audits afin de s'assurer que l'entité adjudicatrice, si elle est concernée et les contractants principaux maintiennent et appliquent le système de gestion de la qualité et lui fournissent un rapport d'audit. Dans le cas où ceux-ci appliquent un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte pour la surveillance.

Les audits sont menés au moins une fois par an et un audit au moins est effectué durant la réalisation des activités correspondantes (fabrication, assemblage ou installation) se rapportant au sous-système objet de la procédure de vérification CE visée au point 8.

- 6.4. En outre, l'organisme notifié peut effectuer des visites inopinées sur les sites pertinents du ou des demandeurs. À l'occasion de ces visites, l'organisme notifié peut conduire des audits complets ou partiels et effectuer ou faire effectuer des essais pour vérifier le bon fonctionnement du système de gestion de la qualité là où il le juge nécessaire. Il fournit au(x) demandeur(s) un rapport d'inspection ainsi que des rapports d'audit et/ou d'essai s'il y a lieu.
- 6.5. L'organisme notifié choisi par l'entité adjudicatrice et chargé de la vérification CE, s'il ne pratique pas la surveillance du ou des systèmes de gestion de la qualité concerné(s), coordonne les activités de surveillance des autres organismes notifiés chargés de cette tâche afin:
 - de s'assurer que la gestion des interfaces entre les différents systèmes de gestion de la qualité dans l'optique de l'intégration du sous-système est correctement réalisée;
 - de rassembler, en liaison avec l'entité adjudicatrice, les éléments nécessaires pour l'évaluation afin de garantir la cohérence et la supervision globale des différents systèmes de gestion de la qualité.

Cette coordination comprend le droit de l'organisme notifié:

- de se faire adresser toute la documentation (approbation et surveillance) établie par les autres organismes notifiés,
 - d'assister aux audits de surveillance prévus au point 6.3,
 - de provoquer des audits supplémentaires conformément au point 6.4 sous sa responsabilité et conjointement avec les autres organismes notifiés.
7. L'organisme notifié visé au point 5.1 dispose d'un droit d'accès, à des fins d'inspection, d'audit et de surveillance, aux chantiers de construction, aux ateliers de fabrication, aux lieux de montage et d'installation, aux zones de stockage et, le cas échéant, aux installations de préfabrication ou d'essais et, d'une manière plus générale, à tous les lieux qu'il juge nécessaire à sa mission eu égard à la contribution spécifique du demandeur au projet de sous-système.
 8. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux tiennent à la disposition des autorités nationales pendant une durée de dix ans à compter de la date de la dernière fabrication du sous-système:
 - la documentation visée au point 5.1., deuxième alinéa, deuxième tiret;
 - les adaptations visées au point 5.5, deuxième alinéa;
 - les décisions et les rapports de l'organisme notifié visés aux points 5.4, 5.5 et 6.4.
 9. Lorsque le sous-système satisfait aux exigences de la STI, l'organisme notifié, sur la base de l'examen de type et de l'approbation et de la surveillance du ou des systèmes de qualité, établit le certificat de conformité à l'intention de l'entité adjudicatrice qui, une fois en possession du certificat, établit la déclaration CE de vérification destinée à l'autorité de tutelle de l'État membre dans lequel le sous-système est situé et/ou exploité.

La déclaration CE de vérification et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés. La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre au moins les informations figurant à l'annexe V de la Directive.
 10. L'organisme notifié choisi par l'entité adjudicatrice est responsable de la constitution du dossier technique devant accompagner la déclaration CE de vérification. Ce dossier technique doit contenir au moins les informations indiquées à l'article 18 (3) de la Directive, et en particulier:
 - tous les documents nécessaires relatifs aux caractéristiques du sous-système;
 - une liste des constituants d'interopérabilité incorporés au sous-système;
 - les copies des déclarations CE de conformité et, le cas échéant, des déclarations CE d'aptitude à l'emploi dont ces constituants doivent être munis conformément à l'article 13 de la directive, accompagnées s'il y a lieu des documents correspondants (certificats, documents d'approbation et de surveillance du système de gestion de la qualité) émis par les organismes notifiés;
 - tous les éléments relatifs à la maintenance, aux conditions et aux limites d'utilisation du sous-système;

- tous les éléments relatifs aux consignes d'entretien, de surveillance continue ou périodique, de réglage et de maintenance;
 - le certificat d'examen de type du sous-système et la documentation technique associée, telle que définie dans le module SB;
 - une preuve de conformité aux autres réglementations découlant du traité (y compris les certificats);
 - le certificat de conformité de l'organisme notifié indiqué au point 9, accompagné des notes de calcul correspondantes et visé par ses soins, indiquant que le projet est conforme à la directive et à la STI et précisant, s'il y a lieu, les réserves formulées durant l'exécution des activités qui n'auraient pas été levées. Le certificat doit aussi être accompagnée des rapports d'inspection et d'audit que l'organisme a établi en rapport avec la vérification, comme mentionné aux points 6.3 et 6.4 et en particulier:
 - *le registre de Matériel roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI.*
11. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations utiles concernant les approbations qu'il a retirées ou refusées pour les systèmes de gestion de la qualité.

Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie des approbations délivrées pour les systèmes de gestion de la qualité.

12. Les enregistrements accompagnant le certificat de conformité sont déposés auprès de l'entité adjudicatrice.

L'entité adjudicatrice au sein de la Communauté doit conserver une copie du dossier technique pendant toute la durée de vie du sous-système; le dossier est communiqué aux autres Etats membres qui en font la demande.

MODULES POUR LA VÉRIFICATION CE DES SOUS-SYSTÈMES

Module SF: Vérification sur produits

1. Ce module décrit la procédure de vérification CE par laquelle un organisme notifié vérifie et atteste, à la demande d'une entité adjudicatrice ou de son mandataire établi dans la Communauté, qu'un sous-système Matériel Roulant — Domaine Wagons pour le fret, pour lequel un certificat d'examen de type a déjà été émis par un organisme notifié,
- est conforme à la présente STI et à toute autre STI applicable qui démontre que les exigences essentielles ⁽¹⁾ de la directive 01/16/CE ⁽²⁾ sont satisfaites;
 - est conforme aux autres réglementations découlant du Traité
- et peut être mis en service.
2. L'entité adjudicatrice ⁽³⁾ introduit une demande de vérification CE du sous-système (par la procédure de la vérification sur produits), auprès d'un organisme notifié de son choix. Cette demande doit comprendre:
- le nom et l'adresse de l'entité adjudicatrice ou de son mandataire,
 - la documentation technique.
3. Dans cette partie de la procédure, l'entité adjudicatrice contrôle et atteste que le sous-système concerné est conforme au type décrit dans le certificat d'examen de type et satisfait aux exigences de la STI qui s'y appliquent.

L'organisme notifié exécute la procédure à condition que le certificat d'examen de type délivré avant l'évaluation reste valide pour le sous-système faisant l'objet de la demande.

⁽¹⁾ Les exigences essentielles sont exprimées dans les paramètres techniques, interfaces et exigences de performance cités au chapitre 4 de la STI.

⁽²⁾ Ce module pourrait être utilisé à l'avenir une fois les STI de la directive 96/48/CE mises à jour

⁽³⁾ Dans le module, «l'entité adjudicatrice» signifie «l'entité adjudicatrice du sous-système telle que définie dans la directive, ou son mandataire établi dans la Communauté».

4. L'entité adjudicatrice prend toutes les mesures nécessaires pour que le procédé de fabrication (y compris l'assemblage et l'intégration des constituants d'interopérabilité par les contractants principaux ⁽¹⁾ s'ils sont employés) assure la conformité du sous-système avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI qui lui sont applicables.
5. La demande doit permettre de comprendre la conception, la fabrication, l'installation, la maintenance et l'exploitation du sous-système et d'évaluer la conformité au type décrit dans le certificat d'examen de type et aux exigences de la STI.

La demande comprend:

- la documentation technique concernant le type approuvé, y compris le certificat d'examen de type émis à la suite de la procédure définie dans le module SB:

et, s'ils ne sont pas inclus dans cette documentation,

- une description générale du sous-système, de sa conception d'ensemble et de sa structure;
- le registre du matériel roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI;
- les éléments de conception et de fabrication, par exemple les dessins, schémas des composants, sous-ensembles, ensembles, circuits, etc.;
- la documentation technique concernant la fabrication et l'assemblage du sous-système;
- les spécifications techniques, y compris les spécifications européennes qui ont été appliquées;
- la preuve de leur adéquation, en particulier lorsque ces spécifications européennes et les clauses correspondantes n'ont pas été entièrement appliquées;
- la preuve de conformité aux autres réglementations découlant du traité (y compris les certificats) pour la phase de production;
- une liste des constituants d'interopérabilité à incorporer au sous-système;
- les copies des déclarations CE de conformité ou d'aptitude à l'emploi dont ces constituants doivent être munis, accompagnées de tous les éléments nécessaires définis à l'annexe VI des directives;
- la liste des fabricants intervenant dans la conception, la fabrication, l'assemblage et l'installation du sous-système.

Si la STI exige que la documentation technique comporte d'autres informations, celles-ci doivent être incluses.

6. L'organisme notifié examine tout d'abord la demande en ce qui concerne la validité de l'examen de type et de le certificat d'examen de type.

Si l'organisme notifié juge que le certificat d'examen de type n'est plus valable ou n'est pas approprié et qu'un nouvel examen de type est nécessaire, il justifie sa position.

L'organisme notifié doit effectuer les examens et essais appropriés afin de vérifier la conformité du sous-système avec le type décrit dans le certificat d'examen de type et avec les exigences de la STI. L'organisme notifié examinera et testera tout sous-système fabriqué comme un produit de série, comme spécifié au point 4.

7. Vérification par contrôle et essai de chaque sous-système (en tant que produit de série)
- 7.1. L'organisme notifié effectue les essais, contrôles et vérifications nécessaires pour s'assurer de la conformité du sous-système, en tant que produit de série comme spécifié dans la STI. Les examens, essais et contrôles couvrent les phases prévues dans la STI:
- 7.2. Chaque sous-système (en tant que produits de série) doit être examiné individuellement, testé et vérifié ⁽²⁾ afin de vérifier sa conformité au type décrit dans le certificat d'examen de type et les exigences de la STI qui s'y appliquent. Lorsqu'un essai n'est pas défini dans la STI (ou dans une norme européenne, rappelée dans la STI), les spécifications européennes pertinentes, ou des essais équivalents, sont applicables.

⁽¹⁾ L'expression «contractants principaux» fait référence aux sociétés dont les activités contribuent à satisfaire aux exigences essentielles de la STI. Il peut s'agir de la société qui peut être responsable de l'ensemble du projet de sous-système ou d'autres sociétés uniquement impliquées dans une partie du projet de sous-système (par ex. l'assemblage ou l'installation du sous-système).

⁽²⁾ Pour la STI matériel roulant en particulier, l'organisme notifié peut participer à l'essai final de mise en service des locomotives ou de la rame aux conditions spécifiées dans le chapitre correspondant de la STI.

8. L'organisme notifié peut s'entendre avec l'entité adjudicatrice (et les contractants principaux) pour déterminer où les essais auront lieu et peut convenir que les essais finals du sous-système et, si prévu par la STI, les essais ou la validation dans les conditions réelles d'exploitation soient effectués par l'entité adjudicatrice sous la surveillance directe et en présence de l'organisme notifié.

L'organisme notifié dispose d'un droit d'accès, à des fins d'essais et de vérification, aux ateliers de fabrication, aux lieux de montage et d'installation et, le cas échéant, aux installations de préfabrication et d'essais pour l'accomplissement de sa mission conformément à la STI.

9. Lorsque le sous-système satisfait aux exigences de la STI, l'organisme notifié établit le certificat de conformité à l'intention de l'entité adjudicatrice qui, une fois en possession du certificat, établit la déclaration CE de vérification destinée à l'autorité de tutelle de l'État Membre dans lequel le sous-système est situé et/ou exploité.

Les activités de l'organisme notifié sont basées sur l'examen de type et les essais, vérifications et contrôles effectués sur toutes les produits de série tels qu'indiqués au point 7 et requis dans la STI et dans les spécifications européennes pertinentes.

La déclaration CE de vérification et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés.

La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre au moins les informations figurant à l'annexe V de la Directive.

10. L'organisme notifié est responsable de la constitution du dossier technique devant accompagner la déclaration CE de vérification. Ce dossier technique doit contenir au moins les informations indiquées à l'article 18 (3) de la Directive, et en particulier:

- tous les documents nécessaires relatifs aux caractéristiques du sous-système;
- le registre du Matériel Roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI;
- la liste des constituants d'interopérabilité incorporés au sous-système;
- les copies des déclarations CE de conformité et, le cas échéant, des déclarations CE d'aptitude à l'emploi dont ces constituants doivent être munis conformément à l'article 13 de la directive, accompagnées s'il y a lieu des documents correspondants (certificats, documents d'approbation et de surveillance du système de gestion de la qualité) émis par les organismes notifiés;
- tous les éléments relatifs à la maintenance, aux conditions et aux limites d'utilisation du sous-système;
- tous les éléments relatifs aux consignes d'entretien, de surveillance continue ou périodique, de réglage et de maintenance;
- le certificat d'examen de type du sous-système et la documentation technique associée, telle que définie dans le module SB;
- le certificat de conformité CE de l'organisme notifié indiqué au point 9, accompagné des notes de calcul correspondantes et visé par ses soins, indiquant que le projet est conforme à la directive et à la STI et précisant, s'il y a lieu, les réserves formulées durant l'exécution des activités qui n'auraient pas été levées. Le certificat est également accompagné, s'il y a lieu, des rapports d'inspection et d'audit que l'organisme a établis en liaison avec la vérification.

11. Les enregistrements accompagnant le certificat CE de conformité sont déposés auprès de l'entité adjudicatrice.

L'entité adjudicatrice doit conserver une copie du dossier technique pendant toute la durée de vie du sous-système; le dossier est communiqué aux autres Etats membres qui en font la demande.

MODULES POUR LA VÉRIFICATION CE DE SOUS-SYSTÈMES

Module SH2: Système de gestion de la qualité complet avec examen de la conception

1. Ce module décrit la procédure de vérification CE par laquelle un organisme notifié vérifie et atteste, à la demande d'une entité adjudicatrice ou de son mandataire établi dans la Communauté, qu'un sous-système Matériel Roulant — Domaine wagons pour le fret :
 - est conforme à la présente STI et à toute autre STI applicable qui démontre que les exigences essentielles ⁽¹⁾ de la directive 01/16/CE ⁽²⁾ sont satisfaites,
 - est conforme aux autres réglementations découlant du Traitéet peut être mis en service.

2. L'organisme notifié exécute la procédure, y compris un examen de la conception du sous-système, à la condition que l'entité adjudicatrice ⁽³⁾ et les contractants principaux impliqués satisfassent aux obligations du point 3.

L'expression «contractants principaux» désigne les sociétés dont les activités contribuent à satisfaire les exigences essentielles de la STI. Il désigne la société:

- ayant la responsabilité de l'ensemble du projet de sous-système (notamment la responsabilité de l'intégration du sous-système),
- les autres sociétés uniquement impliquées dans une partie du projet de sous-système (par exemple la conception, le montage ou l'installation du sous-système).

Il ne désigne pas les sous-traitants fabricant qui fournissent des composants ou des constituants d'interopérabilité.

3. Pour le sous-système objet de la procédure de vérification CE, l'entité adjudicatrice ou les contractants principaux, s'ils sont employés, doivent appliquer un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la conception, la fabrication et l'inspection et les essais finals, comme spécifié au point 5, et qui sera soumis à la surveillance visée au point 6.

Le contractants principal, qui a la responsabilité du projet de sous-système complet (notamment la responsabilité de l'intégration du sous-système), doit appliquer dans tous les cas un système de gestion de la qualité approuvé qui doit couvrir la conception, la fabrication et l'inspection et les essais finals du produit, qui sera soumis à la surveillance visée au point 6.

Dans le cas où l'entité adjudicatrice elle-même a la responsabilité du projet de sous-système complet (notamment la responsabilité de l'intégration du sous-système) où si l'entité adjudicatrice est directement impliquée dans la conception et/ou la production (y compris l'assemblage et l'installation), elle doit appliquer un système de gestion de la qualité approuvé pour ces activités qui sera soumis à la surveillance visée au point 6

Les demandeurs uniquement impliqués dans l'assemblage et l'installation, peuvent n'appliquer qu'un système de gestion de la qualité approuvé qui couvre la fabrication et l'inspection et les essais finals du produit.

4. Procédure de vérification CE
 - 4.1. L'entité adjudicatrice doit introduire une demande de vérification CE du sous-système (par la procédure du système de gestion complète de la qualité avec examen de la conception), y compris la coordination de la surveillance des systèmes de gestion de la qualité prévue aux points 5.4 et 6.6, auprès d'un organisme notifié de son choix. L'entité adjudicatrice informe les fabricants concernés de son choix et de la demande.
 - 4.2. La demande doit permettre de comprendre la conception, la fabrication, l'assemblage, l'installation, la maintenance et l'exploitation du sous-système et d'évaluer la conformité aux exigences de la STI.

Cette demande comprend:

- Le nom et l'adresse de l'entité adjudicatrice ou de son mandataire
- La documentation technique incluant:
 - une description générale du sous-système, de sa conception d'ensemble et de sa structure;

⁽¹⁾ Les exigences essentielles sont exprimées dans les paramètres techniques, interfaces et exigences de performance cités au chapitre 4 de la STI.

⁽²⁾ Ce module pourrait être utilisé à l'avenir une fois les STI de la directive 96/48/CE mises à jour

⁽³⁾ Dans le module, «l'entité adjudicatrice» signifie «l'entité adjudicatrice du sous-système telle que définie dans la directive, ou son mandataire établi dans la Communauté».

- les spécifications techniques de conception, y compris les spécifications européennes, qui ont été appliquées;
 - la preuve de leur adéquation, en particulier lorsque les spécifications européennes et les clauses correspondantes n'ont pas été entièrement appliquées.
 - le programme d'essais
 - *le registre du Matériel Roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI;*
 - la documentation technique concernant la fabrication et l'assemblage du sous-système;
 - une liste des constituants d'interopérabilité à incorporer au sous-système;
 - les copies des déclarations CE de conformité ou d'aptitude à l'emploi dont ces constituants doivent être munis, accompagnées de tous les éléments nécessaires définis à l'annexe VI des directives;
 - la preuve de conformité aux autres réglementations découlant du traité (y compris les certificats);
 - la liste de tous les fabricants intervenant dans la conception, la fabrication, l'assemblage et l'installation du sous-système;
 - les conditions d'utilisation du sous-système (restrictions de durée ou de distance, limites d'usure, etc.);
 - les conditions de maintenance et la documentation technique concernant la maintenance du sous-système,
 - toute exigence technique devant être prise en compte pendant la fabrication, la maintenance ou l'exploitation du sous-système;
 - la démonstration que toutes les étapes définies au point 5.2 sont couvertes par les systèmes de qualité du (des) contractants principaux et/ou de l'entité adjudicatrice, si elle est impliquée, et la preuve de leur efficacité;
 - l'indication du ou des organismes notifiés chargés de l'approbation et de la surveillance de ces systèmes de gestion de la qualité.
- 4.3. 3 L'entité adjudicatrice doit présenter les résultats des essais ⁽¹⁾, comprenant les essais de type quand requis, réalisés dans son propre laboratoire ou pour son compte.
- 4.4. 4 L'organisme notifié examine la demande concernant l'examen de la conception et évalue les résultats des essais. Si la conception est conforme aux dispositions de la Directive et de la STI qui s'y appliquent, il établit pour le demandeur un rapport d'examen de la conception. Le rapport contient les conclusions de l'examen de la conception, ses conditions de validité, les indications nécessaires pour l'identification de la conception examinée et, le cas échéant, une description du fonctionnement du sous-système.

S'il refuse de délivrer un rapport d'examen de la conception à l'entité adjudicatrice, l'organisme notifié motive d'une façon détaillée ce refus. Une procédure de recours doit être prévue.

5. Système de gestion de la qualité

- 5.1. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux, s'ils sont employés, introduisent une demande d'évaluation de leur système de gestion de la qualité auprès d'un organisme notifié de leur choix.

Cette demande comprend:

- toutes les informations pertinentes pour le sous-système concerné;
- la documentation relative au système de gestion de la qualité;

Pour ceux qui n'interviennent que pour une partie du projet du sous-système, ces informations sont à fournir uniquement pour la partie en question.

- 5.2. Pour l'entité adjudicatrice ou le contractant principal responsable de l'ensemble du projet de sous-système, le système de gestion de la qualité doit assurer la conformité globale du sous-système avec les exigences de la STI.

⁽¹⁾ La présentation des résultats d'essais peut être faite en même temps que la demande ou ultérieurement.

Pour l'autre (les autres) contractant(s) principal (aux), le(s) système(s) de qualité doit (doivent) assurer la conformité de sa (leur) contribution au sous-système avec les exigences de la STI. Tous les éléments, les exigences et les dispositions adoptés par les demandeurs doivent être réunis de manière systématique et ordonnée dans une documentation sous la forme de politiques, de procédures et d'instructions écrites. Cette documentation relative au système de gestion de la qualité doit permettre une interprétation uniforme des politiques et des procédures de qualité telles que les programmes, plans, manuels et enregistrements de qualité.

Le système doit comprendre en particulier une description adéquate des points suivants:

- pour tous les demandeurs:
 - les objectifs et la structure organisationnelle de la qualité;
 - les techniques, les processus et les actions systématiques correspondants qui seront utilisés pour la fabrication, la maîtrise de la qualité et la gestion de la qualité;
 - les examens, contrôles et essais qui seront effectués avant, pendant et après la conception, la fabrication, l'assemblage et l'installation avec indication de leur fréquence d'exécution;
 - les enregistrements qualité tels que les rapports d'inspection et données d'essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc..
- pour les contractants principaux, pour autant que cela s'avère pertinent pour leur contribution à la conception du sous-système:
 - les spécifications techniques de conception, y compris les spécifications européennes ⁽¹⁾ qui seront appliquées et, lorsque les spécifications européennes ne sont pas appliquées entièrement, les moyens qui seront utilisés pour que les exigences de la STI qui s'appliquent au sous-système soient respectées;
 - les techniques, les processus et les actions systématiques de maîtrise et de vérification de la conception qui seront utilisés pour la conception du sous-système;
 - des moyens permettant de vérifier l'atteinte du niveau voulu de la qualité de conception et de réalisation du sous-système ainsi que le fonctionnement efficace du système de gestion de la qualité dans toutes les phases y compris la production.
- ainsi que pour l'entité adjudicatrice ou le contractant principal responsable de l'ensemble du projet de sous-système:
 - les responsabilités et les pouvoirs dont dispose la direction pour assurer la qualité globale du sous-système, notamment pour ce qui est de la gestion de l'intégration du sous-système.

Les examens, les essais et les contrôles couvrent toutes les étapes suivantes:

- la conception d'ensemble;
- la construction du sous-système, notamment les activités de génie civil, l'assemblage des constituants, la mise au point finale;
- les essais finals du sous-système;
- et, si spécifié dans la STI, la validation dans les conditions réelles d'exploitation.

5.3. L'organisme notifié choisi par l'entité adjudicatrice contrôle ensuite si toutes les étapes du sous-système mentionnées au point 5.2 sont suffisamment et convenablement couvertes par l'approbation et la surveillance du ou des systèmes de gestion de la qualité du ou des demandeurs ⁽²⁾.

⁽¹⁾ La définition d'une spécification européenne est donnée dans les directives 96/48/CEE et 01/16/CE. . Les lignes directrices relatives à l'application des STI GV expliquent les conditions d'utilisation des Spécifications européenne.

⁽²⁾ Pour la STI matériel roulant, l'organisme notifié peut participer aux essais finals de mise en service des locomotives ou de la rame aux conditions spécifiées dans le chapitre correspondant de la STI.

Si la conformité du sous-système aux exigences de la STI est basée sur plusieurs systèmes de gestion de la qualité, l'organisme notifié s'assure en particulier:

- que les relations et les interfaces entre les systèmes de gestion de la qualité sont clairement documentées, et qu'au niveau du maître d'œuvre, les responsabilités et les pouvoirs dont dispose la direction pour assurer la conformité globale du sous-système sont suffisamment et convenablement définis.

- 5.4. L'organisme notifié visé au point 5.1 évalue le système de gestion de la qualité pour déterminer s'il satisfait aux exigences visées au point 5.2. Il présume la conformité avec ces exigences si le demandeur met en œuvre un système de gestion de la qualité pour la conception, la production, l'inspection et les essais finals en accord avec la norme EN/ISO 9001-2000, qui tient compte de la spécificité du sous-système pour lequel elle est mise en œuvre.

Dans le cas où un demandeur applique un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte dans l'évaluation.

L'audit doit être spécifique au sous-système concerné tout en prenant en compte la contribution spécifique du demandeur au sous-système. L'équipe d'auditeurs comportera au moins un membre expérimenté dans l'évaluation de la technologie du sous-système concerné. La procédure d'évaluation comporte une visite d'évaluation chez le demandeur.

La décision doit être notifiée au demandeur. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

- 5.5. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux s'engagent à remplir les obligations découlant du système de gestion de la qualité tel qu'il est approuvé et à le maintenir de sorte qu'il demeure adéquat et efficace.

Ils doivent tenir l'organisme notifié ayant approuvé leur système de gestion de la qualité informé de tout changement significatif qui affectera le respect des exigences par le sous-système.

L'organisme notifié évalue tous les changements proposés et décide si le système modifié de gestion de la qualité continue à répondre aux exigences visées au point 5.2 ou s'il y a lieu de procéder à une nouvelle évaluation.

Il notifie sa décision au demandeur. La notification contient les conclusions du contrôle et la décision d'évaluation motivée.

6. Surveillance du système de gestion de la qualité sous la responsabilité de l'organisme notifié.

- 6.1. Le but de la surveillance est de s'assurer que l'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux remplissent correctement les obligations découlant du(des) système(s) de gestion de la qualité approuvé(s).

- 6.2. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux remettent (ou font remettre) à l'organisme notifié visé au point 5.1 tous les documents nécessaires à cette fin et en particulier les plans de mise en œuvre et les dossiers techniques se rapportant au sous-système (dans la mesure où ils concernent la contribution spécifique du demandeur au sous-système), en particulier:

- la documentation relative au système de gestion de la qualité, y compris les moyens particuliers mis en œuvre pour s'assurer que:
 - pour l'entité adjudicatrice ou le contractant principal responsable de l'ensemble du projet de sous-système, les responsabilités et les pouvoirs dont dispose la direction pour garantir la conformité du sous-système complet sont suffisamment et convenablement définis;
 - pour chacun des demandeurs, le système de gestion de la qualité est géré de façon satisfaisante pour assurer l'intégration au niveau du sous-système;
- les enregistrements qualité prévus dans la partie du système de gestion de la qualité consacrée à la conception, tels que les résultats des analyses, des calculs, des essais, etc.,
- les enregistrements qualité prévus dans la partie du système de gestion de la qualité consacrée à la fabrication (y compris l'assemblage, l'installation et l'intégration), tels que les rapports d'inspection et données d'essais, les données d'étalonnage, les rapports sur la qualification du personnel concerné, etc.

- 6.3. L'organisme notifié effectue périodiquement des audits afin de s'assurer que l'entité adjudicatrice, si elle est concernée et les contractants principaux maintiennent et appliquent le système de gestion de la qualité et leur fournissent un rapport d'audit. Dans le cas où ils appliquent un système de gestion de la qualité certifié, l'organisme notifié en tient compte pour la surveillance.

Les audits sont menés au moins une fois par an et un audit au moins est effectué durant la réalisation des activités correspondantes (conception, fabrication, montage ou installation) se rapportant au sous-système objet de la procédure de vérification CE visée au point 4.

- 6.4. En outre, l'organisme notifié peut effectuer des visites inopinées sur les sites mentionnés au point 5.2 du ou des demandeurs. A l'occasion de ces visites, l'organisme notifié peut réaliser des audits complets ou partiels et effectuer ou faire effectuer des essais pour vérifier le bon fonctionnement du système de gestion de la qualité là où il le juge nécessaire. Il fournit au(x) demandeurs(s) un rapport d'inspection ainsi que des rapports d'audit et/ou d'essai s'il y a lieu.
- 6.5. L'organisme notifié choisi par l'entité adjudicatrice et chargé de la vérification CE, s'il ne réalise pas lui-même la surveillance du ou des systèmes de gestion de la qualité visé(s) au point 5, coordonne les activités de surveillance des autres organismes notifiés chargés de cette tâche afin:

- de s'assurer que la gestion des interfaces entre les différents systèmes de gestion de la qualité dans l'optique de l'intégration du sous-système est correctement réalisée;
- de rassembler, en liaison avec l'entité adjudicatrice, les éléments nécessaires à l'évaluation afin de garantir la cohérence et la supervision globale des différents systèmes de gestion de la qualité.

Cette coordination comprend le droit de l'organisme notifié:

- de se faire adresser toute la documentation (approbation et surveillance) établie par le ou les autres organismes notifiés;
 - d'assister aux audits de surveillance prévus au point 5.4;
 - d'initier des audits supplémentaires conformément au point 5.5 sous sa responsabilité et conjointement avec le ou les autres organismes notifiés.
7. L'organisme notifié visé au point 5.1 disposent d'un droit d'accès permanent, à des fins d'inspection, d'audit et de surveillance, aux bureaux d'étude, aux chantiers de construction, aux ateliers de fabrication, aux lieux de montage et d'installation, aux zones de stockage et, le cas échéant, aux installations de préfabrication ou d'essais et, d'une manière plus générale, à tous les lieux qu'il juge nécessaire à sa mission eu égard à la contribution spécifique du demandeur au projet de sous-système.
8. L'entité adjudicatrice, si elle est concernée, et les contractants principaux tiennent à la disposition des autorités nationales pendant une durée de dix ans à compter de la date de la dernière fabrication du sous-système:
- la documentation visée au point 5.1., deuxième alinéa, deuxième tiret;
 - les adaptations visées au point 5.5, deuxième alinéa;
 - les décisions et les rapports de l'organisme notifié visés aux points 5.4, 5.5 et 6.4.
9. Lorsque le sous-système satisfait aux exigences de la STI, l'organisme notifié, sur la base de l'examen de la conception et de l'approbation et de la surveillance du ou des systèmes de gestion de la qualité, établit le certificat de conformité à l'intention de l'entité adjudicatrice qui, une fois en possession du certificat, établit la déclaration CE de vérification destinée à l'autorité de tutelle de l'État membre dans lequel le sous-système est situé et/ou exploité.

La déclaration CE de vérification et les documents qui l'accompagnent doivent être datés et signés. La déclaration doit être rédigée dans la même langue que le dossier technique et comprendre au moins les informations figurant à l'annexe V de la Directive.

10. L'organisme notifié choisi par l'entité adjudicatrice est responsable de la constitution du dossier technique devant accompagner la déclaration CE de vérification. Ce dossier technique doit contenir au moins les informations indiquées à l'article 18 (3) de la Directive, et en particulier:
- tous les documents nécessaires relatifs aux caractéristiques du sous-système;
 - la liste des constituants d'interopérabilité incorporés au sous-système;

- les copies des déclarations CE de conformité et, le cas échéant, des déclarations CE d'aptitude à l'emploi dont ces constituants doivent être munis conformément à l'article 13 de la directive, accompagnées s'il y a lieu des documents correspondants (certificats, documents d'approbation et de surveillance du système de gestion de la qualité) émis par les organismes notifiés;
 - la preuve de conformité aux autres réglementations découlant du traité (y compris les certificats);
 - tous les éléments relatifs à la maintenance, aux conditions et aux limites d'utilisation du sous-système;
 - tous les éléments relatifs aux consignes d'entretien, de surveillance continue ou périodique, de réglage et de maintenance;
 - le certificat de conformité e l'organisme notifié indiqué au point 9, accompagné des notes de calcul correspondantes et visé par ses soins, indiquant que le projet est conforme à la directive et à la STI et précisant, s'il y a lieu, les réserves formulées durant l'exécution des activités qui n'auraient pas été levées; le certificat doit aussi être accompagnée, s'il y a lieu, des rapports d'inspection et d'audit que l'organisme a établi en rapport avec la vérification, comme mentionné aux points 6.4 et 6.5;
 - *le registre du Matériel Roulant, y compris toutes les indications spécifiées dans la STI.*
11. Chaque organisme notifié communique aux autres organismes notifiés les informations pertinentes concernant les approbations du système de gestion de la qualité et les rapports CE d'examen de la conception qui ont été délivrés, retirés ou refusés.
- Les autres organismes notifiés peuvent recevoir sur demande une copie:
- les approbations de systèmes de gestion de la qualité et les approbations complémentaires délivrées et
 - les rapports CE d'examen de la conception et les compléments délivrés.
12. Le dossier complet accompagnant le certificat de conformité est déposé auprès de l'entité adjudicatrice.
- L'entité adjudicatrice doit conserver une copie du dossier technique pendant toute la durée de vie du sous-système; le dossier est communiqué aux autres Etats membres qui en font la demande.
-

ANNEXE BB

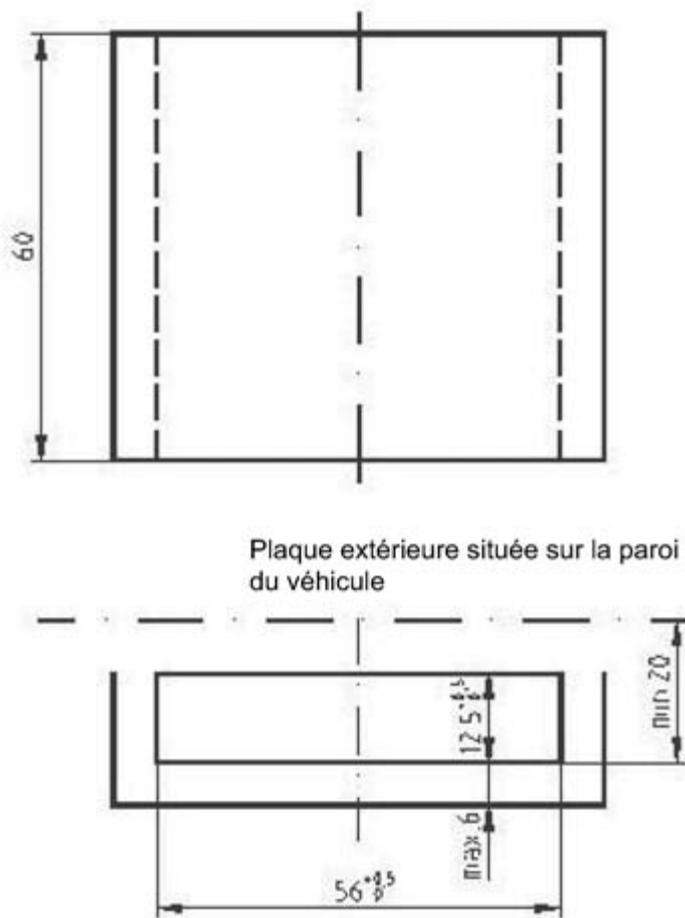
STRUCTURES ET PARTIES METALLIQUES

Fixation des lanternes de queue

BB.1. SUPPORT DES LANTERNES DE QUEUE

Fig. BB1

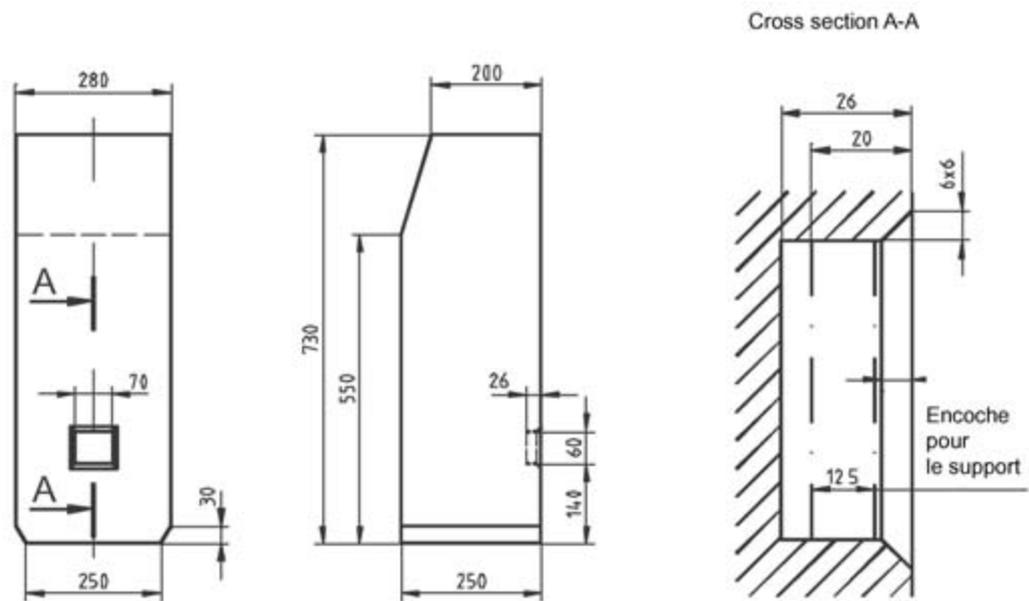
Support du signal de la lanterne



BB.2. SIGNAL DE LA LANterne DE QUEUE: ESPACE REQUIS ET ENVELOPE

Fig. BB2

Espace nécessaire pour l'enveloppe



ANNEXE CC

STRUCTURE ET PARTIES MÉCANIQUES**Sources d'efforts de fatigue**

CC.1 SPECTRE DE LA CHARGE UTILE

CC.1.1 **Généralités**

Les changements de charge utile sont susceptibles de provoquer des cycles de fatigue significatifs. Si la charge utile varie de façon importante, le temps passé au niveau de chaque chargement doit être déterminé. Les cycles de chargement/déchargement devraient également être déterminés à partir du service spécifié par l'exploitant et représentés de manière idoine pour les besoins de l'analyse. Les changements dans la répartition de la charge utile et des pressions locales de la charge dues aux véhicules équipés de roues qui se déplacent sur le plancher du wagon, doivent être pris en compte si le cas existe.

CC.1.2 **Charges induites par la voie**

Les charges cycliques induites, résultant des irrégularités verticales, latérales et du gauche de la voie sont à prendre en compte. Ces charges cycliques peuvent être déterminées en partant :

- a) d'une modélisation dynamique
- b) de données mesurées
- c) de données empiriques.

Il est admis de fonder l'étude des éventuels efforts de fatigue sur des données de cas de charge ainsi que sur des méthodes d'évaluation qui ont fait leur preuve pour l'exploitation concernée. Les tableaux 15 et 16 de l'EN12663 donnent des valeurs empiriques sous forme d'accélération subies par la caisse du wagon, cohérentes avec une exploitation courante de type européen, bien appropriées pour une approche de limite d'endurance au niveau de l'étude de la fatigue sous réserve de disposer des données en exploitation normale du wagon.

CC.1.3 **Traction et freinage**

Les cycles de charges dus à la traction et au freinage doivent refléter le nombre de démarrages — arrêts (y compris les imprévus) associés au type d'exploitation prévue.

CC.1.4 **Charge aérodynamique**

Une charge aérodynamique significative peut apparaître en raison :

- a) de trains passant à grande vitesse;
- b) du passage dans un tunnel ;
- c) de vents latéraux.

Si une telle charge génère des contraintes cycliques significatives dans la structure, elle doit être incluse dans l'évaluation de la fatigue.

CC.1.5 **Charges en fatigue dans les interfaces**

La charge dynamique retenue pour l'étude doit se situer dans une tolérance de +/- 30 % autour de la charge statique verticale.

Si cette hypothèse n'est pas retenue, alors la méthode ci après doit être appliquée :

Les charges principales, causes de fatigue sur la liaison caisse bogie, sont dues :

- a) aux cycles de chargement/déchargement ;
- b) à la réaction de la voie;
- c) à la traction et au freinage.

L'interface doit être conçue pour supporter les charges cycliques dues à ces actions.

Les fixations des équipements doivent résister aux charges cycliques dues à la circulation du wagon et à toutes les charges provoquées par l'utilisation des équipements. Les accélérations peuvent être déterminées comme indiqué ci dessus. Pour les pièces d'équipement qui partagent les déplacements de la structure du wagon, et pour une exploitation courante de type européen, les accélérations empiriquement dérivées sont données dans les tableaux 17, 18 et 19 de l'EN12663 et peuvent être utilisées si d'autres données, plus appropriées, ne sont pas disponibles.

Les charges cycliques résultant du couplage de composants doivent être prises en compte si, de par son expérience, l'exploitant ou le concepteur indique qu'elles sont significatives.

ANNEXE DD

DISPOSITIONS D'ÉVALUATION DE LA MAINTENANCE

Point en suspens, voir la section 6.2.2.3

ANNEXE EE

Marchepieds et mains courantes

EE.1. GÉNÉRALITÉS

Des marchepieds ainsi que les mains courantes correspondantes doivent être prévues à tous les endroits où le personnel effectue des opérations ainsi qu'à chaque partie du wagon nécessitant un accès lors de l'exploitation.

EE.2. EXIGENCES MINIMALES

EE.2.1. Mains courantes

Les mains courantes doivent être en ronds d'acier de 20 mm de diamètre à l'exception des mains courantes spécifiées dans EE2 qui prévoit 30 mm d'épaisseur. Les mains courantes destinées aux manœuvres sont spécifiées dans la section EE3.

La distance entre les mains courantes et les obstacles les plus proches doit être d'au moins 120 mm.

EE.2.2. Dimensions des marchepieds

Les marchepieds aux extrémités du wagon utilisés par le personnel doivent avoir une largeur et une longueur de 350 mm. Ils seront placés comme spécifié dans la fig. EE1. La marche en question doit être pourvue d'un revêtement adhérent. La marche doit être fixée par un moyen permettant le démontage des marches (par exemple avec des rivets ou des boulons munis d'un dispositif de verrouillage).

Figure EE1

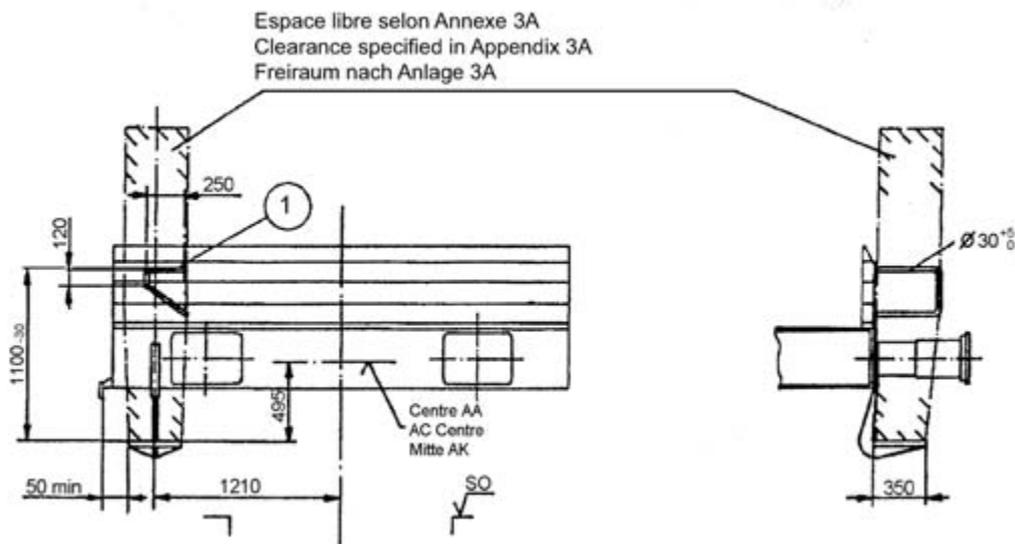
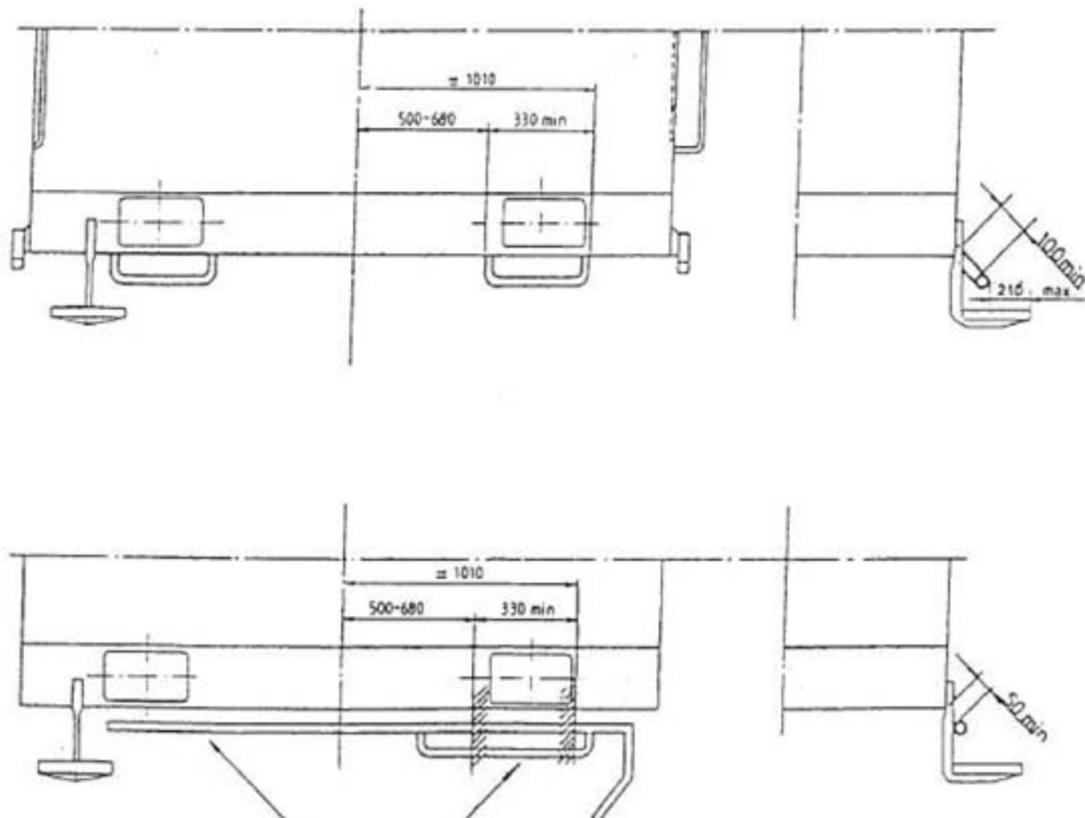
Disposition des marchepieds et des mains courantes aux extrémités des wagons avec hausses de bout

Figure EE3

Mains courantes pour atteleurs

Mains courantes d'atteleurs
Handrails for shunters
Kupplergriffe

Zone utilisable par l'atteleur dans le cas d'un wagon avec AA

Area which may be used by the shunter in the case of a wagon fitted with the Automatic Coupler

Griffbereich für Wagen mit AK. (endvorbereitet)

ANNEXE FF

FREINAGE

Liste d'organes de freinage approuvés

FF 1. DISPOSITIFS D'ANTI-ENRAYAGE

FF 1.1. Dispositifs d'anti-enrayage destinés à des véhicules existants, améliorés ou rénovés

Constructeur	Type	Observations
FAIVELEY	AEF 82 C	Essayé sur des freins à disques
OERLIKON	GSE 201	Essayé sur des freins à disques
OERLIKON	GSE 202	Essayé sur des freins à disques
FAIVELEY	AEF 83 P.1	Essayé sur des freins à disques
FAIVELEY	AEF 83 P.2	Essayé sur des freins à disques
OERLIKON	OMG 202	Essayé sur des freins à disques
PARIZZI	WUPAR 83	Essayé sur des freins à disques
WABCO-WESTINGHOUSE	WGMC 19/1	Essayé sur des freins à disques
FAIVELEY	AEF 91 P1 AEF 91 P2 ⁽¹⁾	Essayé sur des freins à disques
MANNESMANN REXROTH PNEUMATIK GmbH	MRP-GMC 29	Essayé sur des freins à disques
SAB WABCO KP GmbH	SWKP AS 20R	Essayé sur des freins à disques
SAB WABCO KP GmbH	SWKP AS 20C	Confirmé en janvier 1998: Caractéristiques de réglage identiques à celles de l'AS 20R
Knorr-Bremse	MGS 2	
DAKO	PE 94 MSV	

⁽¹⁾ Voitures à frein combiné disques/sabots.

FF 1.2. Dispositifs d'anti-enrayage pour utilisation sur des véhicules existants

Les anti-enrayeurs listés ci-dessous sont admis pour une utilisation sur des wagons existants, sauf si le système de freinage est amélioré ou rénové. Le changement du système d'anti-enrayage n'est pas requis dans le cas d'autres améliorations ou rénovations du wagon.

Constructeur	Type	Observations
Types mécaniques pour des vitesses inférieures ou égales à 160 km/h		
OERLIKON	à inertie 4 GS1 et GSA	Essayé sur des freins à sabots
KNORR	MW	⁽¹⁾
KNORR	MWX	⁽¹⁾

de préférence seulement pour matériel remorqué sans propre alimentation en énergie électrique

Constructeur	Type	Observations
Types électroniques		
WESTINGHOUSE	D1	(¹)
WESTINGHOUSE	WG	Essayé sur des freins à disques
WESTINGHOUSE	WGK	Essayé sur des freins à sabots
GIRLING	SP	Essayé sur des freins à disques
OERLIKON	GSE 100	(¹)
PARIZZI	289	Essayé sur des freins à sabots
PARIZZI	447	Essayé sur des freins à disques
KNORR	GR	(¹)
KOVOLIS	DAKO	(¹)
KRAUSS-MAFFEI	K Micro	(¹)
OERLIKON	GSE 200	(¹)
KNORR	MGS 1	Essayé sur des freins à disques
WABCO-WESTINGHOUSE	WGMC 19	Essayé sur des freins à disques

(¹) Voitures à frein combiné disques/sabots.

FF 2. FREINS PNEUMATIQUES POUR «TRAINS DE FRET» ET «TRAINS DE VOYAGEURS»

FF 2.1. Distributeur destiné à des véhicules nouveaux, améliorés et rénovés

Type de frein	Description abrégée	Désignation abrégée	Frein pneumatique
			Train de fret (G) Train de voyageurs (P)
Frein Knorr	KE 1d (^a) (^b) · KE 2d (^b), KERd (^c) (^b)	KE	Frein P/G
Frein Oerlikon	ESG 121 (^d) (^e) ·	0	Frein P/G
Frein Oerlikon	ESG 121-1 (^d) (^e)	0	Frein P/G
Frein Knorr	KE 1 a/3,8 (^a) (^b) (^f)	KE	Frein P/G
Frein Oerlikon	ESH 100 (^g)	0	Frein P/G
Frein Oerlikon	ESH 200 (^h)	0	Frein P/G
Frein Knorr	KE 1ad (^a) (^b) KE 2ad (^b)	KE	Frein P/G
SAB-WABCO	SW 4 (ⁱ)	SW	Frein P/G
SAB-WABCO	SW 4C (^j)	SW	Frein P/G
SAB-WABCO	SW 4/3 (^k)	SW	Frein P/G
Frein DAKO	CV1 nD (^l)	OK	Frein P/G
Frein SAB-WABCO	C3WR (^d) (^e)	Ch	Frein P/G

Type de frein	Description abrégée	Désignation abrégée	Frein pneumatique
			Train de fret (G) Train de voyageurs (P)
Frein SAB-WABCO	C3W avec AC3D ^(b)	Ch	Frein P/G
Frein SAB-WABCO	WU-C ^(d) ^(e)	WU	Frein P/G
Frein Oerlikon	Est3f 1 HBG 300 ^(d) ^(m) ⁽ⁿ⁾	0	Frein P/G
Frein MZT HEPOS	MH3f/HBG310/100 ^(d) MH3f/HBG310/200 ^(d) MH3f/HBG310/3xx ^(e) ^(d)	MH	Frein P/G
Frein Knorr	KE1dv KE2dv KERdv ^(e)	KE	Frein P/G

^(a) Une implantation en aval d'autres valves relais n'est pas autorisée.

^(b) Utilisation sur des véhicules nouveaux jusqu'au 1.1.2007.

^(c) Groupe de freinage en liaison avec un système de freinage proportionnel en fonction de la charge admis selon les termes visés au point FF3.

^(d) En cas de réalimentation par l'intermédiaire de la conduite principale, un réducteur de pression séparé est nécessaire.

^(e) Groupe de freinage composé du distributeur, du relais et de supports.

^(f) Mesures de maintenance complémentaire aux MAV afin d'assurer la pression maximale de 3,8 bar au cylindre de frein, dans tous les cas.

^(g) Sans fonction unifiée jusqu'à 14 l de cylindre de frein ou volumes de précommande.

^(h) Avec fonction unifiée.

⁽ⁱ⁾ SW 4 — remplissage contrôlé du réservoir auxiliaire.

^(j) SW 4C — remplissage contrôlé du réservoir de commande avec protection contre la surcharge en cas de frein desserré.

^(k) SW 4/3 — avec valve de fermeture C3W (remplissage du réservoir auxiliaire et du réservoir de commande pratiquement en même temps).

^(l) L'étrangleur du distributeur doit être adapté par paliers aux volumes du réservoir auxiliaire du véhicule.

^(m) À utiliser uniquement avec un relais complémentaire.

⁽ⁿ⁾ Contrôle d'identité non validé sur certains points, en conséquence, la réutilisation limitée dans le temps de ces distributeurs n'est autorisée aux PKP et ÖBB que jusqu'au 1.1.2010.

FF 2.2. Valves destinés aux véhicules construits avant 2005 qui sont améliorés ou rénovés

Type de frein	Description abrégée	Désignation abrégée	Frein pneumatique
			Train de fret (G) Train de voyageurs (P)
Knorr	KEs KE 2c AL	KE	Frein P/G
Dako	CV CV1	DK	Frein P/G
Westinghouse	U	WU	Frein P/G
Charmilles	C 3 A	Ch	Frein P/G
Oerlikon	Est 3f with HBG 300	0	Frein P/G
Charmilles	C 3 W	Ch	Frein P/G
Knorr	KE Od KE 1d KE 2d	KE	Frein P/G
Westinghouse	C3 W2	WE	Frein P/G
Oerlikon	ESG 101	0	Frein P
Oerlikon	ESG 121	0	Frein P/G
Oerlikon	ESG 131	0	Frein P
Oerlikon	ESG 141	0	Frein P/G

Type de frein	Description abrégée	Désignation abrégée	Frein pneumatique
			Train de fret (G) Train de voyageurs (P)
Oerlikon	ESG 101-1	0	Frein P
Oerlikon	ESG 121-1	0	Frein P/G
Oerlikon	ESG 131-1	0	Frein P
Oerlikon	ESG 141-1	0	Frein P/G
Knorr	KE 1 a/3,8	KE	Frein P/G
Knorr	KE Oa/3,8	KE	Frein P/G
Oerlikon	ESH 100	O	Frein P/G avec action non universelle lorsque le cylindre de frein connecté ou les volumes pré- ajustés vont jusqu'à 14 l
Oerlikon	ESH 200	O	Frein P/G avec action uni- verselle
Knorr	KE 1 ad	KE	Frein P/G
Frein Knorr	KE 0 ad	KE	Frein P/G
Frein Knorr	KE 2 ad	KE	Frein P/G
SAB-WABCO	SW 4 ^(a)	SW	Frein P/G
SAB-WABCO	SW 4C ^(b)	SW	Frein P/G
SAB-WABCO	SW 4/3 ^(c)	SW	Frein P/G
Frein DAKO	CV1 nD ^(d)	DK	Frein P/G

^(a) SW 4 — Remplissage contrôlé du réservoir auxiliaire.

^(b) SW 4C — Remplissage contrôlé du réservoir auxiliaire avec protection contre la surcharge du réservoir de commande lorsque le frein est desserré.

^(c) SW 4/3 — Avec valve de fermeture du C3W (le remplissage de A et R se font pratiquement en même temps).

^(d) L'étrangleur du distributeur doit être adapté par paliers aux volumes du réservoir R du véhicule.

FF 3. APPAREILS DE FREINAGE AUTOVARIABLE EN FONCTION DE LA CHARGE HOMOLOGUÉS EN TRAFIC INTERNATIONAL

Constructeur	Type	Description abrégée
SAB	I — Caractéristiques mécaniques Valve de pesée et distributeur autovariable II — Caractéristiques pneumatiques	AC 3 D
WESTINGHOUSE	Valve de pesée et cylindre de frein différentiel	WDC 14 et WDC 16
KNORR	Valve de pesée et cylindre à frein double	RLV 12/10 DGB 10«/12»
OERLIKON	Valve de pesée et cylindre à frein double	ALM-ALT
OERLIKON	Système de transmission mécanique et cylindre à frein double	ALS-ALT
WESTINGHOUSE	Cylindre à frein 16"	WDR
OERLIKON	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge avec un seul cylindre à frein	ALM/ALR 150

Constructeur	Type	Description abrégée
KNORR	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge avec un seul cylindre à frein	RLV 11d
METALSKI ZAVOD-TITO	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge avec un seul cylindre frein pour le trafic rapide interurbain.	AKR SS/10
METALSKI ZAVOD-TITO	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge avec un seul cylindre à frein pour le trafic rapide interurbain.	AKR S/01
KNORR	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge avec un seul cylindre à frein	RLV 11d
DAKO	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge DSS avec valve de pesée SL1 pour trafic rapide interurbain.	DAKO-DSS
DAKO	Valve relais pour freins autovariables en fonction de la charge DS avec valve de pesée SL1 pour trafic rapide interurbain.	DAKO-DS
DAKO	Valve de pesée	DAKO-DSS SL1 ou SL2
DAKO	Valve de pesée	DAKO-DS SL1 ou SL2
SAB-WABCO	Valve de pesée et cylindre à frein double	SWDR-2
SAB-WABCO	Valve relais pour VCAV à réglage automatique avec distributeur SW4, SW4-C ou SW4/3 et valve de pesée DP1 ou F87	GF4 SS1 GF4 SS2 GF6 SS1 GF6 SS2
SAB WABCO	Valve relais pour VCAV intégré à réglage automatique avec distributeur SW4, SW4-C ou SW4/3 et valve de pesée DP1 ou F87	GFSW4-D-AV GFSW4-S-AV

FF 4. ACCÉLÉRATEURS DE VIDANGE DE LA CONDUITE GÉNÉRALE ADMIS EN TRAFIC INTERNATIONAL

Constructeur	Type	Remarques
Dako-Kovalis	Dako-Z	Admis pour une utilisation avec un frein de type CV1-R conjointement
Knorr-Bremse	EB3	Admis pour une utilisation conjointement avec un frein de type KEs
	EB3-S	Adapté pour une utilisation avec le NBÚ (~ SAFI)
	EB3-S/L	Adapté pour une utilisation avec le NBÚ (~ SAFI)
Oerlikon-Buhle	SB 3	Admis pour une utilisation conjointement avec le frein de type Est 3e
	SBS 100	
Davies and Metcalfe	BPA 1	Adapté pour une utilisation avec le NBÚ (~ SAFI)
MZT HEPOS	VBK 100	Adapté pour une utilisation avec le NBÚ (~ SAFI)

FF 5. VALVES DE PURGE RAPIDE ADMISES EN TRAFIC INTERNATIONAL

Tableau 1

Valves de purge rapide pour des freins (a) modernes

Constructeur	Type
<i>Installée dans le distributeur</i>	
OERLIKON	LV3:LV3F
OERLIKON	LV7
CHARMILLES	C3P1
CHARMILLES	C3P2

Constructeur	Type
KNORR	ALV3a, ALV7,ALV9,ALV9a
WESTINGHOUSE (Italie)	SA1
WESTINGHOUSE (Italie)	SA1V
KNORR	AL V11
WESTINGHOUSE (Grande-Bretagne)	A1 et A2
<i>Applicable aux distributeurs existants lorsque leurs circuits permettent seulement la vidange du réservoir de commande</i>	
OERLIKON	LV3
OERLIKON	LV4F
WESTINGHOUSE (France)	W 104, W 204
WESTINGHOUSE (Italie)	SA1
WESTINGHOUSE (Italie)	SA1V

(^a) On entend par freins modernes des freins homologués en trafic international postérieurement au 1.1.1948.

Tableau 2

Valves de purge rapide pour des freins de type ancien

Constructeur	Type
KNORR	AL V 4 (^a)
OERLIKON	LV3
OERLIKON	LV4F
WESTINGHOUSE (France)	W 104, W 204
WESTINGHOUSE (Italie)	SA/CG, SA/RA
WESTINGHOUSE (Italie)	SA1
KNORR	L2 (^b)
WESTINGHOUSE (Italie)	SARAV
HARDY	L3 (^b)

(^a) La valve de purge rapide KNORR ALV4 est applicable au distributeur moderne qu'est le KNORR KE étant donné que sa valve de purge vidange seulement le réservoir de commande (le réservoir auxiliaire est vidangé par un autre moyen: un robinet d'isolement).
(^b) Applicable seulement au distributeur HIK.

Tableau 3

Valves de purge rapide pour des freins modernes (^a) ou de type ancien

Constructeur	Type
WESTINGHOUSE (France)	W3,W4
DAKO	OS1
KNORR	ALV4b
BDZ	BRV (^b)

(^a) On entend par freins modernes des freins homologués en trafic international postérieurement au 1.1.1948.
(^b) Applicable seulement au distributeur HIK.

FF 6. GARNITURES DE FREIN POUR LES VÉHICULES ÉQUIPÉS DE FREINS À DISQUES, ADMISES EN TRAFIC INTERNATIONAL

Constructeur/Nom du produit	Type	Remarques	Demande du réseau
1	2	4	5
Jurid	Jurid 869	jusqu'à 200 km/h	SNCF
Becorit	Becorit 918 ⁽¹⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Ferodo	ID 425 L ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	FS
Bremskerl	5818 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	FS
Bremskerl	6792 ⁽¹⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Jurid	877 ⁽¹⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Bremskerl	7240 ⁽¹⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Frendo	2126 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	FS
Faist Licence Textar	T 543 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	FS
ICER	ICER 918 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	RENFE
Flertex	Flertex 664 HD ⁽³⁾	jusqu'à 200 km/h	SNCF
Rona (Hungary) Licence Becorit	Rona 918 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	MAV
Textar	T 550 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Frenoplast x.	FR20H.2 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	PKP
Textar	T550 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Becorit	V30 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Bremskerl	Bremskerl 2000 ⁽²⁾	jusqu'à 200 km/h	DB
Bremskerl	7 699	jusqu'à 200 km/h	FS
Freins italiens	FS 5M1 ⁽¹⁾	jusqu'à 200 km/h	FS

⁽¹⁾ Testée sur un disque de frein en fonte et en acier moulé;

⁽²⁾ Testée sur un disque de frein en fonte;

⁽³⁾ Testée sur un disque de frein en acier moulé.

FF 7. MÉCANISMES DE COMMANDE AUTOMATIQUE «VIDE/CHARGÉ» ADMIS EN TRAFIC INTERNATIONAL

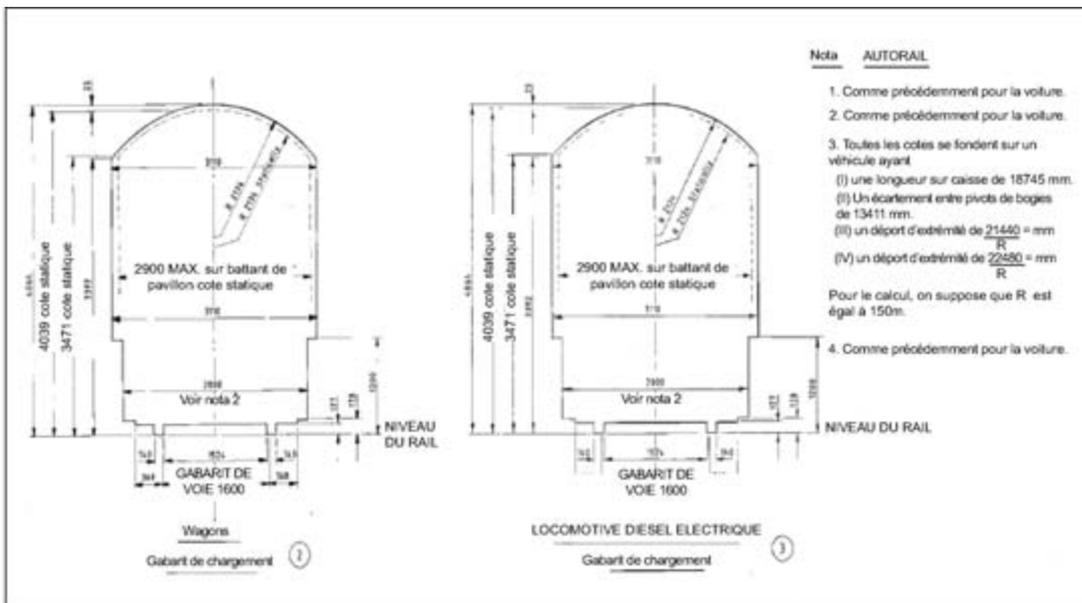
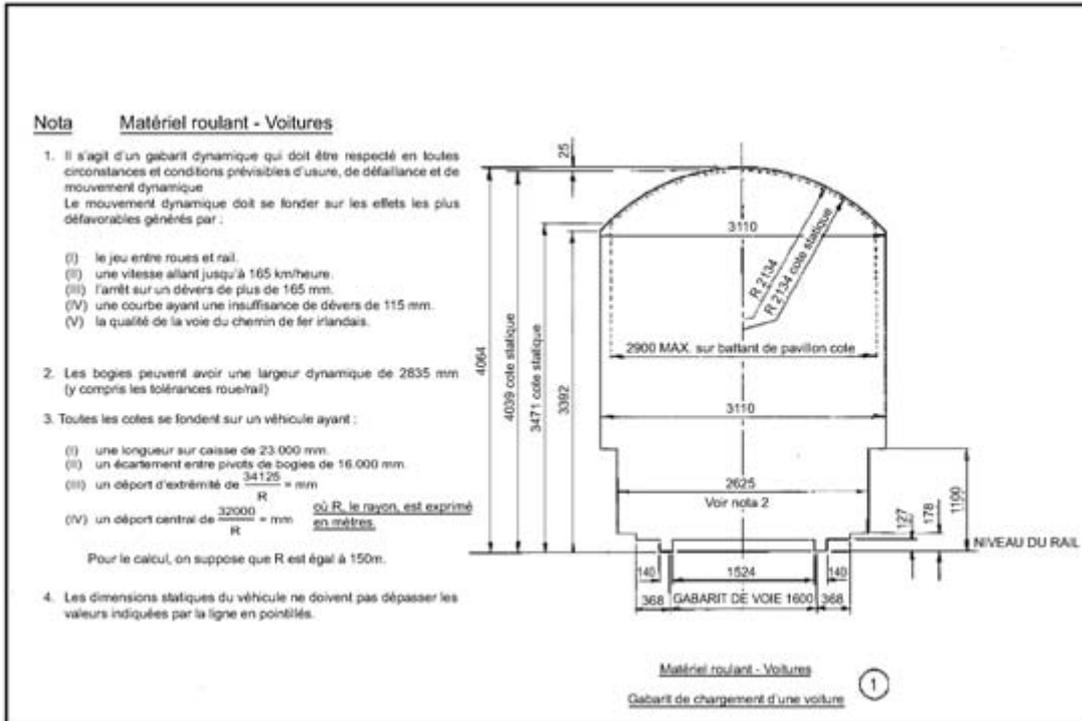
Constructeur	Type
a) polyvalents	
Westinghouse	WAD
SAB	VA 2
SAB	DP 2
KNORR	Du-111 WM
OERLIKON	ALM/ALR 140
b) seulement sur des wagons vides ou chargés	
Westinghouse	WAN
SAB	VTA

FF 8. ESSAIS AU BANC ÉVALUÉS JUSQU'EN JUIN 2004 ET RECONNUS APTES À LA CONDUITE D'ESSAIS D'ACCEPTATION SUR DES GARNITURES DE FREIN

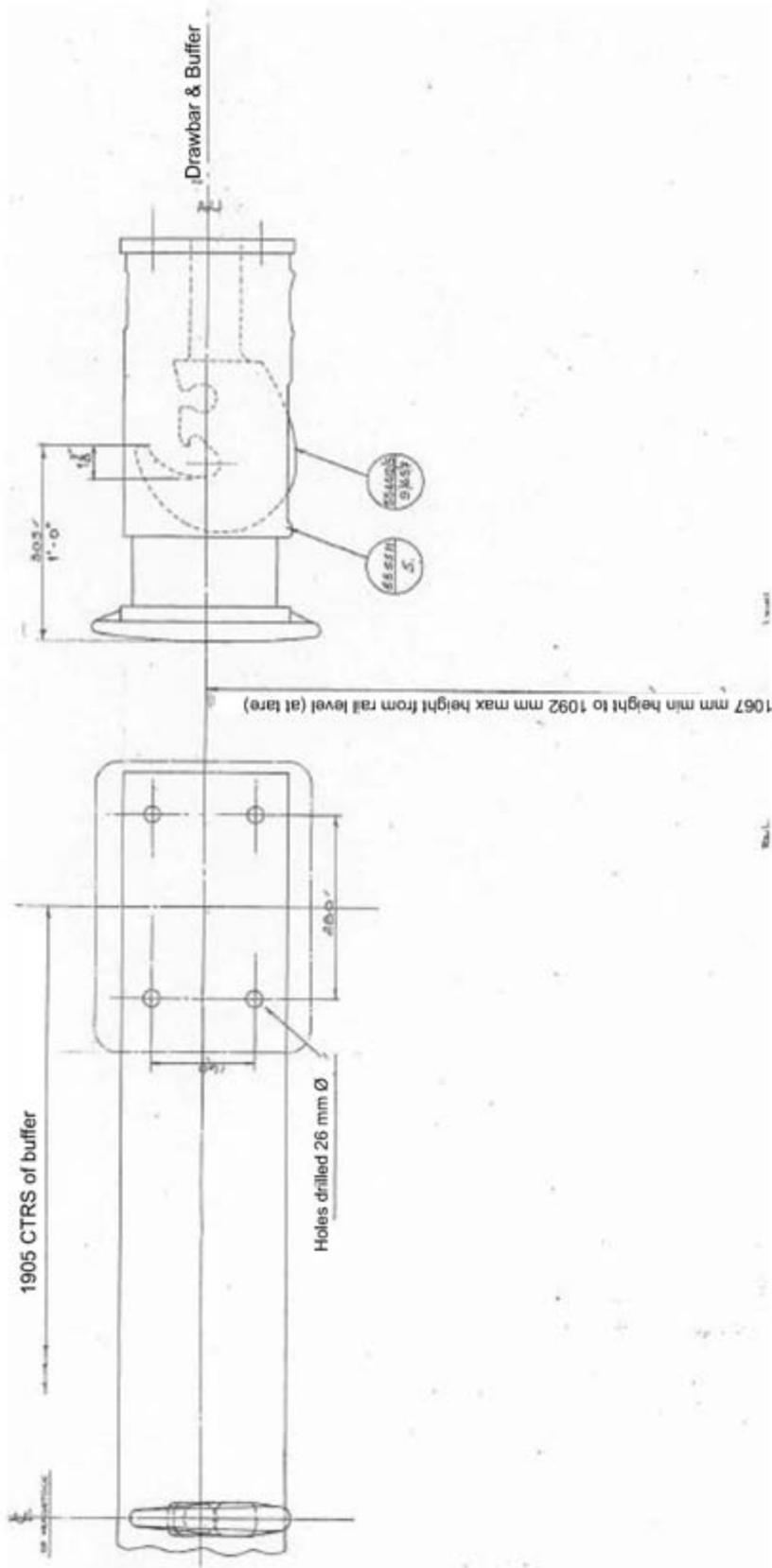
Société	Implantation géographique
DB	Minden
FS	Florence
SNCF	Vitry MF1 Vitry MF3
CFR	Bucarest
CD	Prague
PKP	Poznan
ZSR	Zilina

ANNEXE GG

Gabaris de chargement irlandais



ANNEXE HH
CAS PARTICULIERS
République d'Irlande et Irlande du Nord
Interface entre véhicules



ANNEXE II

INTERACTIONS VOIE/VÉHICULE ET GABARIT

Procédure d'évaluation: Limites des modifications des wagons de fret ne nécessitant pas une nouvelle approbation

Les wagons de fret sur lesquels sont mis en oeuvre des modifications dont les paramètres techniques restent dans les limites de la présente annexe par rapport à la conception d'origine du wagon approuvé ne seront pas soumis à une nouvelle évaluation de la conformité.

Distance entre pivots de bogie (wagons avec bogies)	$2a^* \geq 9 \text{ m}$	- 15 % à + ∞
	$2a^* < 9 \text{ m}$	- 5 % à + ∞
Empattement du véhicule (wagons à 2 essieux)	$2a^* \geq 8 \text{ m}$	- 15 % à + ∞
	$2a^* < 8 \text{ m}$	- 5 % à + ∞
Hauteur du centre de gravité	Véhicule vide	- 100 % à + 20 %
	Véhicule chargé	- 100 % à + 50 %
Rigidité de torsion Ct^* ($10^{10} \text{ kN/mm}^2/\text{rad}$)	$Ct^* \leq 3$	- 66 % à + 200 %
	$Ct^* > 3$	- 50 % à + ∞
Tare du véhicule	$\geq 16 \text{ t}$ (wagons avec bogies)	- 15 % à + ∞
	$\geq 12 \text{ t}$ (wagons à 2 essieux)	
Augmentation de la charge maximale à l'essieu		+ 1,5 t
Moment d'inertie de la caisse (autour de l'axe z — s'applique uniquement aux wagons à 2 essieux)		- 100 % à + 10 %
Suspension verticale primaire ou secondaire	Rigidité	0 à + 25 %
	Charges de transition	- 5 % à 0
Couple de rotation du bogie		- 20 % à + 20 %
Moment d'inertie du bogie dans sa totalité (autour de l'axe z)		- 100 % à + 10 %
Diamètre de roue nominal		- 10 % à + 15 %

La vérification des critères ci-dessus ainsi que des critères annexes, tels que: résistance, performance de freinage, gabarit cinématique, etc. est de la responsabilité du constructeur ou de l'entité adjudicatrice.

ANNEXE JJ

POINTS OUVERTS

1. STI MATÉRIEL ROULANT

1.1. **4.2.3.3.2 Détection de boîte chaude**1.2. **4.2.6.2 Effets aérodynamiques**1.3. **4.2.6.3 Vents traversiers**1.4. **4.3.3 Sous-système exploitation et gestion du trafic**

Les interfaces pour le sous système Exploitation et gestion du trafic sont en cours de traitement (les points visant la présente STI sont des points ouverts).

1.5. **6.1.2.2**

L'évaluation de la qualité des joints soudés se fera selon la réglementation nationale.

1.6. **6.2.2.1**

L'évaluation de la qualité des joints soudés se fera selon la réglementation nationale.

1.7. **6.2.2.3 Evaluation de la Maintenance**

L'Annexe DD reste un point ouvert. Cette Annexe décrit la procédure avec laquelle chaque Etat membre s'assure de la conformité des plans de maintenance aux dispositions de la présente STI et du respect des paramètres fondamentaux ainsi que des exigences essentielles pendant la durée de vie du sous-système.

1.8. **6.2.3.4.2 Effets aérodynamiques**1.9. **6.2.3.4.3 Vents traversiers**

2. ANNEXES

2.1. **Annexe B****Tableau B.3 Charge des véhicules**

4) Les wagons pouvant être expédiés avec les mêmes chargements que pour le trafic S à 120 km/h, porteront le signe «* *» situé à droite des marquages de masse limite de chargement. Le champ d'application de ** («wagons améliorés/rénovés» seulement ou bien «wagons neufs ou améliorés/rénovés») est encore un point ouvert.

2.2. **Annexe B.32 Marquage des wagons et des voitures conçus pour les gabarits (GA, GB ou GC)**

Reste en tant que point ouvert

2.3. **Annexe C.4 Gabarits de véhicule GA, GB, GC**

Les wagons et les voitures construits pour les gabarits GA, GB ou GC doivent être identifiés par des inscriptions telles que précisées à l'Annexe B32 (reste en tant que point ouvert).

2.4. **Annexe E**

Les défauts de bande de roulement restent en tant que point ouvert en attendant la publication de la norme EN.

2.5. **Annexe L**

La spécification relative aux roues en acier coulé reste un point ouvert. Une nouvelle norme EN a été demandée.

2.6. **Annexe P**

P.1.1. Distributeur

P.1.2. Valve relais de variation de la charge/et frein à commutation vide/chargé

P.1.3. Dispositif de protection anti-enrayage

P.1.7. Robinets d'arrêt

P.1.10. Semelles de frein

La procédure d'essai destinée à être utilisée pour l'évaluation de la conception des composants d'interopérabilité que sont les semelles de frein doit être élaborée conformément à la spécification en Annexe I point I.10.2. Cette spécification reste un point ouvert pour les semelles en matériau composite.

Les semelles composites déjà en service ont été évaluées et approuvées, selon P.2.10.

L'UIC tient à jour la liste des semelles composites approuvées (y compris les restrictions géographiques et conditions d'utilisation visées aux paragraphes P.1.10 et P.2.10).

P.1.11. Valve accélération

P.1.12. Détecteur automatique de charge et mécanisme de changement de régime vide/chargé

P.2.10. Semelles de frein

— Evaluation de la géométrie

Des échantillons de chaque lot de semelles doivent être vérifiés du point de vue dimensionnel.

— Procédure d'évaluation des semelles en matériau composite. La procédure d'essai représente un point ouvert

Pendant la période de transition, l'essai d'évaluation réalisé par l'UIC devra au moins comprendre :

Des essais au banc et l'analyse correspondante

Les semelles de freins en matériau composite doivent être évaluées sur la base d'une procédure d'essai normalisée et au moyen d'un banc d'essai également normalisé (ERRI B126/RP 18, 2. version, mars 2001). Les critères suivants doivent être vérifiés :

- Performances de la semelle de frein à l'état sec et humide ainsi qu'en freinage de maintien
- Probabilité d'enlèvement de métal de la roue
- Performances dans des conditions météorologiques hivernales défavorables (par exemple, neige, givre, basses températures)
- Performances en cas de défaillance des freins (freins bloqués)
- Evaluation des effets sur la résistance électrique de l'essieu monté (y compris un essai spécifique de compatibilité avec les circuits de voie des divers pays dans lesquels le véhicule est destiné à circuler)

Evaluation en chambre d'essai climatique

Avant de procéder aux essais de performance des freins sur le véhicule, les semelles de freins en matériau composite doivent satisfaire à un programme d'essai au banc tel que décrit ci-dessus.

Essais de performances des freins sur le sous-système :

Les semelles de freins en matériau composite doivent être :

- évaluées selon l'annexe S de la présente STI
- éprouvées en exploitation sur les réseaux d'Europe du Nord sur une période hivernale complète
- évaluées en termes d'effets sur la résistance électrique de l'essieu monté

L'évaluation en service des produits innovants doit être réalisée conformément à la section 6.

ANNEXE KK

REGISTRE DES INFRASTRUCTURES ET DU MATÉRIEL ROULANT

Registre des infrastructures

Exigences — Registre des infrastructures

Élément de donnée	Critique pour l'interopérabilité	Critique pour la sécurité
Données de base		
Type de trafic (mixte, voyageur, fret, ...)	√	
Type de ligne (GV, RC)	√	
Informations techniques		
Niveaux de performance: Vitesse de ligne maximale en fonction de la charge maximale à l'essieu et autres éléments	√	√
Gabarit	√	√
Écartement	√	√
Charge linéaire maximale par mètre courant	√	√
Efforts maximaux à la voie — Charge dynamique (charge verticale maximale que les roues exerceront sur le rail) — Forces transversales — Forces longitudinales	√	√
Rapport charge à l'essieu — diamètre de roue	√	√
Rayon de courbure minimal: horizontal	√	√
Rayon de courbure minimal: vertical	√	√
Dévers maximal	√	√
Insuffisance de dévers maximal	√	√
Insuffisance de dévers dans les appareils de voie:	√	√
Conformité avec l'annexe A1 de la STI «contrôle-commande et signalisation»		
Effets de souffle: RÉSERVÉ	√	√
Vents transversaux: RÉSERVÉ	√	√
Entraxe minimal des voies	√	√
Caractéristiques géométriques de la voie: — Qualité géométrique de la voie (EN13848-1), — Gauche de voie — Valeur maximale du passage de roue libre dans les aiguillages — Valeur minimale de protection de pointe fixe pour les cœurs de — croisement courants — Valeur maximale de passage de roue libre aux pointes de croisement — Valeur maximale du passage de roue libre à l'entrée du contre-rail/patte de lièvre — Largeur minimale des ornieres — Longueur non guidée maximale admissible — Profondeur minimale des ornieres — Hauteur maximale de surélévation du contre-rail	√	√

Élément de donnée	Critique pour l'interopérabilité	Critique pour la sécurité
Restrictions		
Limites imposées par l'environnement: Plage de températures — T(n) (- 40 °C — + 35 °C) — T(s) (- 25 °C — + 45 °C)	√	√
Restrictions d'échelle de temps: Pour les lignes T _N Période de l'année pendant laquelle la température peut descendre sous — 25 °C jour.mois Pour les lignes T _S Période de l'année pendant laquelle la température peut dépasser + 35 °C jour.mois	√	√

ANNEXE YY

Exigences de résistance de certains types d'organes de wagons

YY.1.	INTRODUCTION	451
YY.2.	RÉSISTANCE DES STRUCTURES DE CAISSE DES WAGONS	451
YY.2.1.	Sollicitations verticales dues au chargement	451
YY.2.2.	Sollicitations combinées	451
YY.2.3.	Résistance du plancher du wagon pour supporter des chariots de manutention et des véhicules routiers ⁽¹⁾	451
YY.3.	WAGONS COUVERTS A TOITURE FIXE ET PAROIS LATÉRALES FIXES OU MOBILES ET WAGONS COUVERTS A TOITS COULISSANTS	452
YY.3.1.	Résistance des parois fixes de face et de bout	452
YY.3.2.	Résistance des portes latérales	452
YY.3.3.	Résistance des parois coulissantes	452
YY.3.4.	Sollicitations dues au croisement de trains	454
YY.3.5.	Résistance des parois coulissantes verrouillables de wagons	454
YY.3.6.	Résistance de la toiture	454
YY.4.	WAGONS A TOIT COMPLETEMENT OUVRANT (TOIT REPLIABLE ET TOIT PIVOTANT)	454
YY.4.1.	Wagons pour le transport de marchandises pondéreuses de détail	454
YY.4.2.	Wagons pour le transport de marchandises pondéreuses en vrac	455
YY.5.	WAGONS DECOUVERTS A BORDS HAUTS (TOMBEREAUX)	455
YY.5.1.	Résistance des parois latérales aux forces transversales et résistance des rives latérales et de bout aux impacts	455
YY.5.2.	Résistance des portes latérales	456
YY.6.	WAGONS PLATS ET WAGONS MIXTES PLATS/TOMBEREAUX	456
YY.6.1.	Résistance des haussettes rabattables latérales et de bout	456
YY.6.2.	Résistance des haussettes latérales fixes	458
YY.6.3.	Résistance des ranchers latéraux	458
YY.6.4.	Résistance des ranchers de bout	458
YY.7.	WAGONS DECHARGES A LA BOSSE DE GRAVITE	458
YY.7.1.	Résistance des parois	458
YY.8.	WAGONS POUR TRANSPORT DE CAISSES MOBILES ET/OU DE CONTENEURS ISO	458
YY.8.1.	Fixation des conteneurs et caisses mobiles	458
YY.8.2.	Exigences de résistance pour les dispositifs d'arrimage de conteneurs/caisses mobiles	458
YY.8.3.	Positionnement des dispositifs d'arrimage des conteneurs/caisses mobiles	459
YY.9.	EXIGENCES APPLICABLES AUX AUTRES DISPOSITIFS D'ARRIMAGE DU CHARGEMENT	461
YY.10.	CROCHETS DE HALAGE EN DEPOT	465

YY.1. INTRODUCTION

La présente annexe donne les exigences de conception des composants de wagons et de dispositifs d'arrimage des charges applicables aux types de wagons généralement utilisés. Les exigences doivent uniquement être adoptées lorsqu'elles conviennent à l'application prévue.

YY.2. RÉSISTANCE DES STRUCTURES DE CAISSE DES WAGONS

YY.2.1. Sollicitations verticales dues au chargement

Les charges verticales du véhicule doivent être réparties:

- sur une largeur de 2 m,
- sur 1,2 m de large pour les wagons tombereaux à bogies et plats,
- sur toute la largeur du plancher.

selon les sollicitations les plus défavorables du châssis.

La flèche maximale du châssis sous la charge appliquée ne doit pas excéder, par rapport à la position de repos, 3 % de la cote d'entraxe des essieux ou des pivots de bogies (contre flèche éventuelle incluse).

YY.2.2. Sollicitations combinées

Pour certains types de constructions, par exemple des wagons surbaissés, il est notamment important de tenir compte de la combinaison des sollicitations horizontales et des sollicitations verticales résultant du chargement.

Les wagons citernes destinés au transport de produits sous pression doivent être conçus pour résister, sans déformation permanente, à la fois à la charge correspondant à la capacité de chargement maximale admissible et à la charge qui résulte de la pression de service maximale (comme définie par le RID) pour laquelle la citerne doit être conçue.

YY.2.3. Résistance du plancher du wagon pour supporter des chariots de manutention et des véhicules routiers ⁽¹⁾

Le plancher du wagon doit pouvoir résister sans déformation permanente aux sollicitations provoquées par:

- les chariots de manutention:
 - charges simultanées de 30 kN sur chacune des deux roues avant du chariot,
 - surface de contact d'une roue égale à 220 cm² pour une largeur d'environ 150 mm,
 - écartement des deux roues avant du chariot de 650 mm,
- les véhicules routiers (en ce qui concerne les wagons plats et mixtes plats — tombereaux uniquement):
 - charge de 65 kN par roue jumelée,
 - surface d'appui d'une roue jumelée de 700 cm² pour une largeur d'environ 200 mm.

Nota: Il peut être nécessaire de considérer les charges répétitives de cette nature comme des cas de charge de fatigue.

⁽¹⁾ La vérification de la résistance des planchers en bois des wagons de transport de marchandises fait l'objet de la section 3A du rapport B 12/DT 135 de l'ERRI «Allgemein anwendbare Berechnungsmethoden für die Entwicklung neuer Güterwagenbauarten oder Güterwagendrehgestelle» (Méthode de calcul d'application générale pour l'étude de nouveaux types de wagons ou de nouveaux bogies de wagons). Ce document comporte des indications détaillées sur la réalisation des planchers à construire pour les nouveaux wagons. Il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais si les planchers sont conformes aux dispositions du rapport B 12/DT 135 de l'ERRI.

YY.3. WAGONS COUVERTS À TOITURE FIXE ET PAROIS LATÉRALES FIXES OU MOBILES ET WAGONS COUVERTS À TOITS COULISSANTS

YY.3.1. Résistance des parois fixes de face et de bout

A une hauteur de 1 m au-dessus du plancher les parois doivent supporter les forces définies ci-dessous (agissant de l'intérieur vers l'extérieur). Dans le cas de fourgons réfrigérés, il faut tenir compte des caractéristiques du matériau qui constitue le revêtement intérieur et l'isolation. Quatre cas sont envisagés:

- force transversale appliquée à tous les montants latéraux;
- force longitudinale appliquée à tous les montants de bout;
- dans le cas de parois métalliques, la force transversale agissant sur un point de la porte latérale au niveau de l'ouverture de ventilation et le long de son axe;
- dans le cas de parois métalliques, la force longitudinale agissant le long de l'axe de la paroi de bout.

Cas de charge	Charge de Calcul Minimale kN	Déformation Permanente admissible — mm
a	8	2
b	40	1
c	10	3
d	18	2

Pour les cas de charge c) et d) ci-dessus la surface chargée doit être de 100 × 100 mm

Nota: Les parois en panneaux de bois doivent supporter les mêmes charges que les parois métalliques et les panneaux doivent être fabriqués de manière à assurer une qualité et des performances homogènes.

YY.3.2. Résistance des portes latérales

Portes coulissantes (à un seul et deux vantaux)

Charge transversale

La (les) porte(s) en position fermée et verrouillée doit (doivent) supporter une force normale appliquée horizontalement de l'intérieur du wagon vers l'extérieur représentant les sollicitations provoquées par un glissement du chargement ainsi que par des différences de pression dues au croisement de trains de voyageurs à grande vitesse dans des tunnels. Cette force est appliquée dans les conditions suivantes:

- au centre de la porte, une force de 8 kN appliquée sur une surface carrée de 1 m de côté;
- à chaque point de raccordement/liaison, une force de 5 kN appliquée sur une surface carrée de 300 mm de côté.

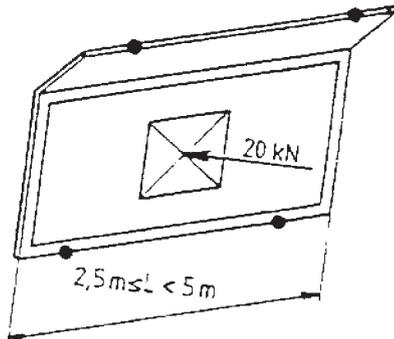
Ces charges ne doivent pas donner lieu à des déformations permanentes ou des pertes de fonctionnalités que ce soit sur la porte proprement dite (panneaux et dormants) ou sur les organes de verrouillage, de coulissement ou de guidage.

YY.3.3. Résistance des parois coulissantes

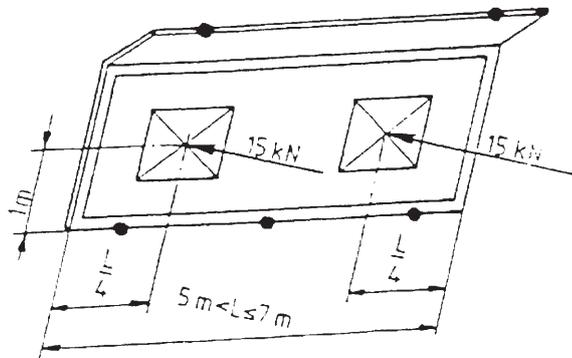
Les parois coulissantes, fermées et verrouillées, doivent résister à une force transversale appliquée horizontalement de l'intérieur du wagon vers l'extérieur. Cette force représente les sollicitations transversales provoquées par un glissement du chargement et par des différences de pression dues au croisement de trains de voyageurs à grande vitesse dans des tunnels. Les cas de charge sont les suivants:

- Les parois coulissantes d'une longueur de moins de 2,5 m doivent répondre aux mêmes cas de charge que les portes coulissantes;

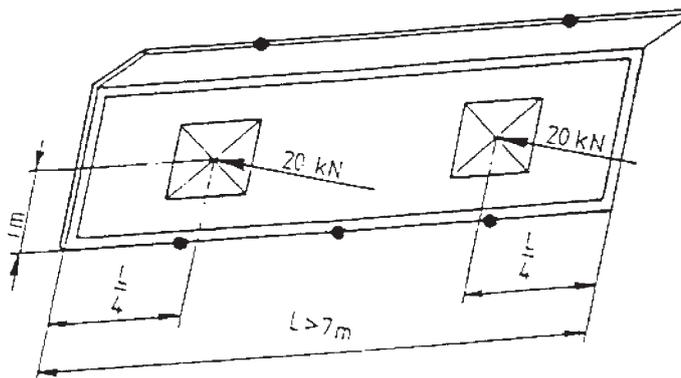
- b) Les parois coulissantes, d'une longueur de 2,5 m à 5 m, doivent subir l'application d'une charge de 20 kN à mi-hauteur de la paroi sur une surface carrée de 1 m de côté.



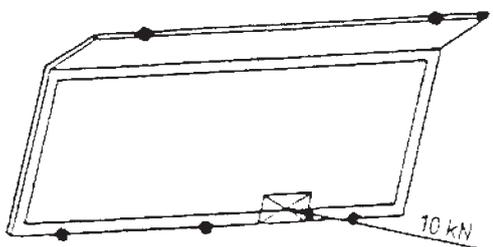
- c) Les parois coulissantes d'une longueur comprise entre 5 m et 7 m subissent une charge de 15 kN appliquée dans chaque cas à une distance égale à un quart de la longueur de la paroi coulissante calculée à partir de l'extrémité de la paroi coulissante, à une hauteur de 1 m, sur une surface carrée de 1 m de côté.



- d) Les parois coulissantes d'une longueur supérieure à 7 m doivent subir une charge de 20 kN appliquée dans chaque cas à une distance égale à un quart de la longueur de la paroi coulissante calculée à partir de l'extrémité de la paroi coulissante, à une hauteur de 1 m, sur une surface carrée de 1 m de côté.



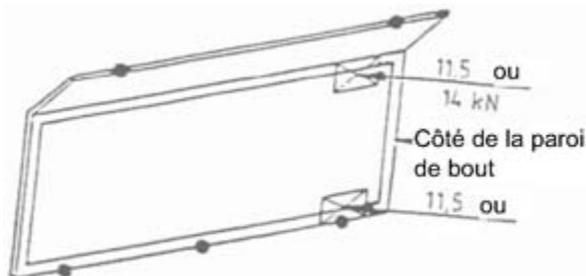
A cela s'ajoute l'application d'une charge de 10 kN sur la membrure inférieure d'une paroi coulissante entre deux points de raccordement/fixation, directement au-dessus du niveau du plancher, sur une surface de 200 mm de haut sur 300 mm de large.



YY.3.4. Sollicitations dues au croisement de trains

Exigences de résistance individuelle pour les points de raccordement/fixation extérieurs de la porte coulissante (surface frontale de 200 mm de haut et 300 mm de large):

- a) avec des wagons à deux essieux et des wagons à bogie ayant plus de deux parois coulissantes par face; force = 11,5 kN
- b) avec des wagons à bogie ayant deux parois coulissantes par face; force = 14 kN.



Le point d'application doit être placé immédiatement au-dessus du plancher et, dans la zone du toit, aussi près que possible du point de raccordement/fixation supérieur. Il est admis d'appliquer la charge supérieure sur la section verticale de la paroi coulissante.

Cette charge ne doit pas entraîner de détérioration ou de déformation permanente ou visible des éléments de fermeture, d'enroulement et de guidage de la paroi. Il doit être possible de déplacer les panneaux sans difficulté. Une déformation permanente, au maximum égale à la demi-distance entre la face intérieure d'une paroi ouverte et le point le plus en saillie d'une paroi fermée est admissible.

YY.3.5. Résistance des parois coulissantes verrouillables de wagons

Lorsque la paroi est verrouillée, une force correspondant à un choc de tamponnement de 5 t, à une vitesse de 13 km/h, et qui simule les sollicitations produites par une charge palettisée est appliquée à une surface carrée de 1 m de côté, à 600 mm et à 1 100 mm au-dessus de la partie supérieure du plancher. Les forces et la déformation de la paroi sont mesurées. La déformation ne doit pas donner lieu à une séparation de la paroi ou à des dommages au mécanisme de verrouillage.

Une force de 50 kN est appliquée au siège du verrou inférieur sur une surface de 100 mm de côté. Il ne doit y avoir aucun dommage ni déformation permanente suite à l'application de la charge.

YY.3.6. Résistance de la toiture

Le toit doit pouvoir supporter une force de 1 kN appliquée de l'extérieur vers l'intérieur sur une surface de 200 cm² sans aucune déformation notable.

Les toits coulissants doivent, par ailleurs, résister à une force de 4,5 kN par point de raccordement/fixation exercée dans le sens vertical de l'intérieur vers l'extérieur, sur une surface carrée de 300 mm de côté. Cette charge ne doit pas entraîner de détérioration ou de déformation permanente des éléments de fermeture, d'enroulement et de guidage des toits coulissants.

YY.4. WAGONS À TOIT COMPLÈTEMENT OUVRANT (TOIT REPLIABLE ET TOIT PIVOTANT)

YY.4.1. Wagons pour le transport de marchandises pondéreuses de détail

Résistance des parois latérales

Les parois latérales doivent supporter une force totale de 30 kN appliquée au niveau des 4 montants de porte, à 1,5 m au-dessus du plancher. Le cas échéant, la déformation élastique de la membrure supérieure de la paroi ne doit pas être supérieure à la limite de déraillement du toit. Après retrait du chargement, le toit doit être en parfait état de fonctionnement.

Résistance des portes latérales

Les exigences du paragraphe 3.2, applicables aux portes normalisées doivent être satisfaites.

Résistance de la toiture

Le toit doit supporter le poids d'une personne lorsqu'il est prévu qu'il peut être accessible au personnel. Il doit pouvoir accepter une force de 1 kN au point le plus défavorable, sur une surface carrée de 300 mm de côté.

YY.4.2. Wagens pour le transport de marchandises pondéreuses en vrac

Résistance des parois latérales

Selon 4.1.

Résistance des portes latérales

Selon 3.2.

Résistance de la toiture

Selon 3.6.

YY.5. WAGONS DÉCOUVERTS À BORDS HAUTS (TOMBEREAUX)**YY.5.1. Résistance des parois latérales aux forces transversales et résistance des rives latérales et de bout aux impacts**

Les cas de charges suivants, appliquées vers l'extérieur dans le sens horizontal et à 1,5 m au-dessus du plancher sont envisagés:

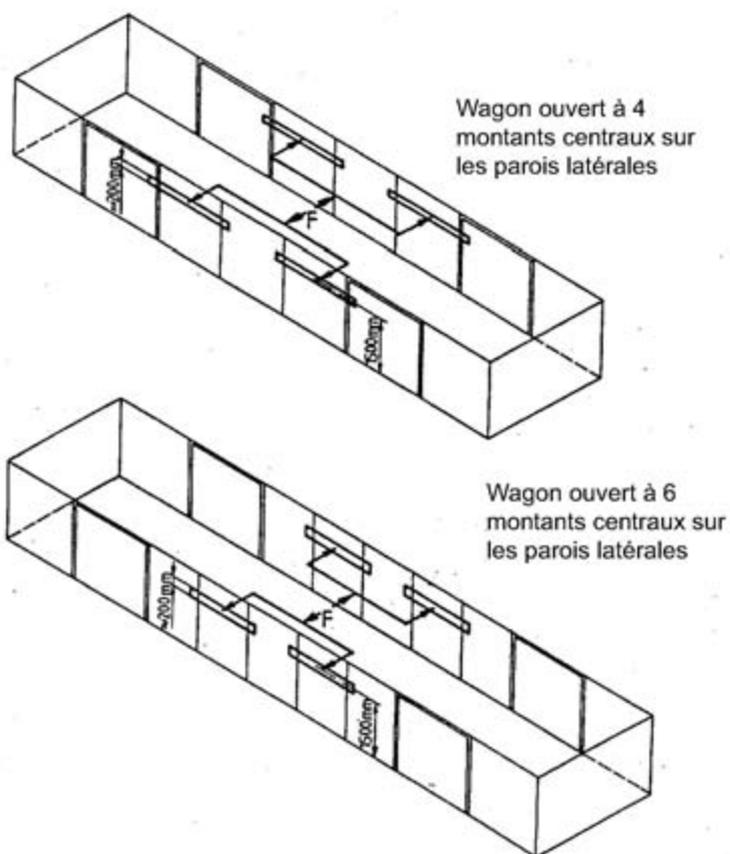
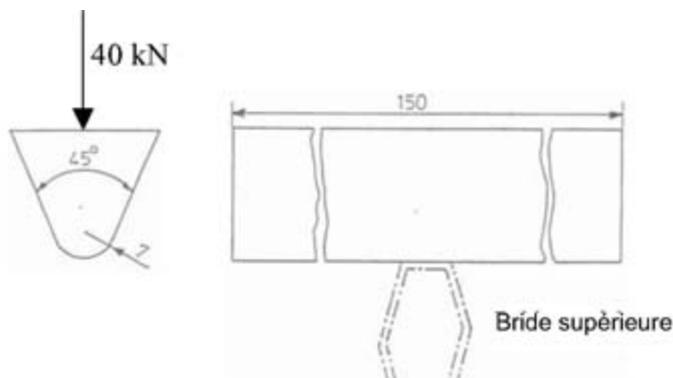
- a) une force de 100 kN appliquée à quatre montants centraux de chaque porte latérale comme indiqué ci-dessous;
- b) une force of 40 kN appliquée aux montants d'angle de wagons équipés de bouts rabattants;
- c) 25 kN au milieu des rives supérieures des parois latérales;
- d) 60 kN au milieu de la membrure supérieure des bouts oscillants pour les wagons qui en sont équipés.

Nota: Pour les essais a) et b), il faut appliquer les forces stipulées deux fois successivement et seules les déformations mesurées au cours de la seconde application de charge sont prises en compte.

La déformation permanente au droit de l'application de l'effort ne doit pas dépasser 1 mm. En outre, la déformation élastique ne doit entraîner aucun empiètement sur le gabarit de chargement.

Essais de déformation locale

Des essais de déformation doivent être réalisés sur les rives supérieures des parois latérales en appliquant une force verticale de 40 kN, comme indiqué ci-dessous. La déformation permanente au droit de l'application de l'effort ne doit pas dépasser 2 mm.



YY.5.2. Résistance des portes latérales

Une force horizontale de 20 kN doit être appliquée à la hauteur du fléau de verrouillage ou à 1 m au-dessus du plancher et dans l'axe de l'ouverture. La déformation permanente de la porte ne doit pas dépasser 1 mm et il ne doit y avoir ni détérioration, ni déformation permanente aux jointures et aux organes de fermeture.

YY.6. WAGONS PLATS ET WAGONS MIXTES PLATS/TOMBEREAUX

YY.6.1. Résistance des haussettes rabattables latérales et de bout

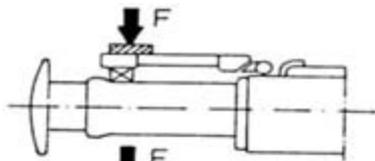
Il est exigé de pouvoir supporter l'effort induit par un camion chargé à 65 kN par roue jumelée, portant sur une surface de 700 cm² (largeur de roue d'environ 200 mm) sur les haussettes rabattues sur les tampons ou sur les supports solidaires de la traverse de tête dans le cas de haussettes de bout et sur un quai haut dans le cas de haussettes latérales.

L'application de ce cas de charge ne doit entraîner aucune déformation permanente visible.

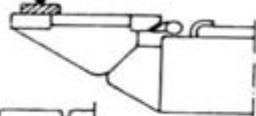
Pour les haussettes de bout en alliage d'aluminium, des essais dynamiques supplémentaires pourraient être exigés.

Outre les prescriptions ci-dessus, les cas de charge et essais statiques décrits ci-dessous sont également appliqués.

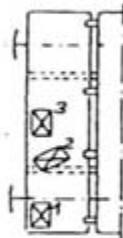
Haussette de bout



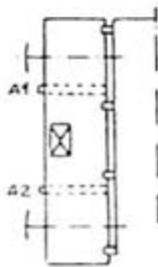
Haussette rabattue sur les tampons



Haussette rabattue sur des supports solitaires de la traverse de tête.

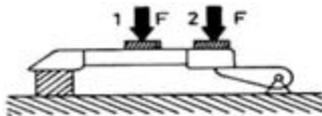


Application d'une charge de 65 kN aux points 1 et 2, puis au point 3 sur une surface de 350 x 200 mm.

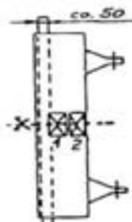


Haussette rabattue sur 2 supports (A1 et A2) représentant les deux ranchers Application d'une charge de 75 kN au centre de la haussette sur une surface de 350 x 200 mm.

Haussette latérale



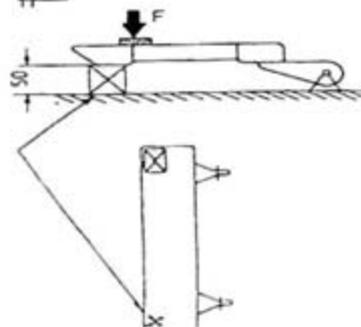
Haussette rabattue en position horizontale



Charnières fixées au moyen de leurs broches

Renfort inséré sous toute la longueur de la haussette

Application de charges de 65 kN aux points 1 et puis 2, sur une surface de 350 x 200 mm.



Haussette rabattue en position horizontale

Charnières fixées au moyen de leurs broches

Cale (cubique) de 50 mm placée sous l'une des extrémités

Application d'une charge de 65 kN sur le coin de la haussette, sur une surface de 350 x 200 mm

YY.6.2. Résistance des hausses latérales fixes

Les hausses latérales fixes doivent être soumises à une force de 30 kN, appliquée sur une surface d'environ 350 × 200 mm en bordure de rive, dans le sens horizontal, de l'intérieur du wagon vers l'extérieur, et appliquée au milieu de la face.

YY.6.3. Résistance des ranchers latéraux

Les ranchers latéraux pivotants ou amovibles doivent supporter les charges suivantes:

- Une charge horizontale de 35 kN vers l'extérieur, appliquée à 500 mm du centre de l'alésage (rancher pivotant).
- Une charge horizontale de 35 kN vers l'extérieur, appliquée à 500 mm de la bride supérieure de fixation (rancher amovible).

YY.6.4. Résistance des ranchers de bout

Chaque rancher de bout doit supporter une charge horizontale de 80 kN vers l'extérieur, appliquée à 350 mm au-dessus du niveau supérieur du plancher.

YY.7. WAGONS DÉCHARGÉS À LA BOSSE DE GRAVITÉ**YY.7.1. Résistance des parois**

Les parois doivent supporter les charges maximales admissibles dues aux marchandises pour lesquelles elles sont prévues.

YY.8. WAGONS POUR TRANSPORT DE CAISSES MOBILES ET/OU DE CONTENEURS ISO**YY.8.1. Fixation des conteneurs et caisses mobiles**

Les conteneurs ISO et les caisses mobiles doivent être fixés aux véhicules ferroviaires au moyen de dispositifs qui s'engagent dans les coins de levage ou les goussets ISO des unités de chargement. Les dispositifs actuellement utilisés à cet effet comportent des chevilles et des verrous tournants.

YY.8.2. Exigences de résistance pour les dispositifs d'arrimage de conteneurs/caisses mobiles

Les dispositifs d'arrimage de conteneurs/caisses mobiles, ainsi que les organes de montage correspondants et leurs fixations au véhicule doivent être capables de supporter les accélérations suivantes appliquées à la masse brute maximale des conteneurs/caisses mobiles. La force résultante est appliquée au plan de base du conteneur/caisse mobile lorsqu'il est maintenu par les dispositifs indiqués dans le tableau, supposés ici répartir la charge de manière uniforme. Les charges de fatigue sont considérées agir en phase pendant 10^7 cycles, ou le nombre de cycles correspondant à la limite d'endurance du code de conception de la résistance à la fatigue (si celui-ci est moindre).

	Sens	Accélération	Nombre de points de retenue de la charge
Charges d'épreuve	Longitudinal	2 g	Arrimé en 2 points quelconques
	Transversal	1 g	Arrimé en 2 points quelconques
	Descendant vers le bas	2 g	Arrimé en 4 points quelconques
	Ascendant	1 g	Arrimé en 2 points quelconques
Charges d'efforts répétés (fatigue)	Longitudinal	± 0,2 g	Arrimé en 4 points quelconques
	Transversal	± 0,25 g	Arrimé en 4 points quelconques
	Vertical	± 0,6 g	Arrimé en 4 points quelconques

Sans subir de déformations qui la rendraient impropre à l'usage, la cheville doit supporter les charges verticales ascendantes de 150 kN appliquées le long de l'axe de la cheville.

YY.8.3. **Positionnement des dispositifs d'arrimage des conteneurs/caisses mobiles****Positionnement longitudinal**

Les dispositifs d'arrimage doivent être placés de manière compatible aux longueurs des conteneurs/caisses mobiles dont le transport est spécifié pour le wagon. Le tableau ci-dessous énumère les distances longitudinales entre dispositifs d'arrimage pour différentes longueurs de conteneurs/caisses mobiles:

Code de dimension de conteneur/caisse mobile	Longueur du conteneur/caisse mobile		Distance longitudinale entre dispositifs d'arrimage (en mm)
	mm	en pieds pouces	
1	2 991	10'	2 787 ± 2
2	6 058	20'	5 853 ± 3
3	9 125	30'	8 918 ± 4
4	12 192	40'	11 985 ± 5
A	7 150		5 853 ± 3
B	7 315	24'	5 853 ± 3
C	7 420		5 853 ± 3
D	7 430	24'6"	5 853 ± 3
E	7 800		5 853 ± 3
F	8 100		5 853 ± 3
G	12 500	41"	11 985 ± 5
H	13 106	43"	11 985 ± 5
K	13 600		11 985 ± 5
L	13 716	45"	11 985 ± 5
M	14 630	48"	11 985 ± 5
N	14 935	49"	11 985 ± 5
P	16 154		11 985 ± 5

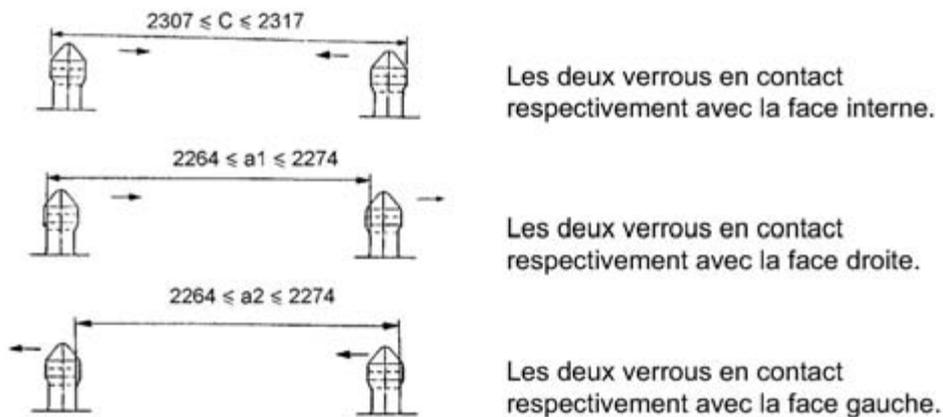
Positionnement latéral

Dispositifs d'arrimage fixes

Les dispositifs d'arrimage fixes doivent être positionnés latéralement sur le wagon à des intervalles de $2\,259 \pm 2$ mm.

Chevilles rabattables

Les cotes fonctionnelles (a1, a2 et C) des paires de chevilles après retrait du jeu dans le sens indiqué par les flèches. Ces cotes fonctionnelles doivent être observées en exploitation quel que soit le type de construction des chevilles (fixes ou rabattables):



Cotes de la cheville

Les cotes fonctionnelles admissibles de la cheville sont les suivantes:

Cotes de fabrication	Cotes limites de service
R3	Maximum R15
45°	Maximum 65°
4 + 0,5/0	Minimum 3,5 mm
90° 0/+ 1,5	Maximum 90° 0/+ 2,0 (voir Nota)

Nota: En exerçant une sollicitation latérale sur la tête de la cheville en direction du centre du wagon (élimination de tous les jeux), l'angle doit être mesuré entre le corps de la cheville et une règle placée aux droits des longerons des chevilles opposées.

Type de wagon et longueurs hors tampons	Code alphabétique	Type, quantité et emplacement des dispositifs d'arrimage du chargement exigés	Cas de charge (ou dimensions) pour chaque type de dispositif d'arrimage
Wagons couverts à deux essieux de types 1 et 3 14,02 m	Gbs	18 dispositifs de sécurisation à anneau articulé ou à barre de fixation sur chaque paroi latérale: 8 en rangée supérieure (1,1 m au-dessus du plancher) et 10 en rangée inférieure (0,35 m au-dessus du plancher).	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 14 mm de diamètre.
		Si les wagons sont munis de dispositifs de sécurisation placés dans le plancher du wagon, il doit être prévu 6 uniformément répartis le long de chacune des parois latérales (12 au total).	Doit être capable de résister à une force de traction de 85 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons couverts à deux essieux de type 2 10,58 m	Gs	14 dispositifs de sécurisation à anneau articulé ou à barre de fermeture fixe sur chaque paroi latérale: 6 en rangée supérieure et 8 en rangée inférieure.	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 14 mm de diamètre.
		Si les wagons sont munis de dispositifs de sécurisation placés dans le plancher du wagon, il doit être prévu 4 uniformément répartis le long de chacune des parois latérales (8 au total).	Doit être capable de résister à une force de traction de 85 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons couverts à deux essieux de Type 3 14,02 m	Hbfs	18 dispositifs de sécurisation à anneau articulé ou à barre de fixation sur chaque paroi latérale: 8 en rangée supérieure (1,1 m au-dessus du plancher) et 10 en rangée inférieure (0,35 m au-dessus du plancher).	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 14 mm de diamètre.
		Si les wagons sont munis de dispositifs de sécurisation placés dans le plancher du wagon, il doit être prévu 4 uniformément répartis le long de chacune des parois latérales (8 au total).	Doit être capable de résister à une force de traction de 85 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons-tombereaux ouverts à deux essieux 10,0 m	Es	Pour permettre le bâchage ou l'arrimage de la charge, les dispositifs de sécurisation doivent être fixés à l'extérieur de la caisse du véhicule, 8 sur chaque paroi latérale.	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre
Wagons plats à deux essieux 13,86 m	Ks	Des barres de fermeture ou des anneaux pour le bâchage. 24 à l'extérieur des parois et 8 à l'intérieur des parois rabattables.	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		8 anneaux ou barres de fermeture (4 par paroi latérale) en affleurement avec l'intérieur des parois rabattables	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		12 dispositifs de fermeture encastrés dans le plancher, répartis uniformément le long de chaque paroi latérale.	Doit être capable de résister à une force de traction de 170 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons ouverts mixtes plats/tombereaux à deux essieux 13,86 m	Os	12 anneaux de bâchages fixés à la rive extérieure du plancher le long de chaque paroi latérale et 4 le long de chaque paroi de bout	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		4 anneaux de sécurisation doivent être fixés à la même rive le long de chaque paroi latérale.	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.

Type de wagon et longueurs hors tampons	Code alphabétique	Type, quantité et emplacement des dispositifs d'arrimage du chargement exigés	Cas de charge (ou dimensions) pour chaque type de dispositif d'arrimage
Wagons couverts à bogie de Type 1 16,52 m	Gas/Gass	16 anneaux articulés ou barres de fermeture, c'est-à-dire, 8 sur chaque paroi latérale. Les dispositifs doivent être fixés à 0,35 m au-dessus du niveau du plancher et ne doivent pas être en saillie.	Aucune exigence de résistance n'est spécifiée.
Wagons couverts à bogie de Type 2 21,7 m	Gabs/Gabss	14 dispositifs de sécurisation sur les parois latérales, c'est-à-dire 1 à chaque extrémité des parois latérales, 1 à chaque montant de porte et 1 au centre de chaque paroi latérale. Les dispositifs doivent être situés à environ 1,5 m au-dessus du niveau du plancher. Ils doivent être en affleurement avec le mur.	Doit être capable de résister à une force de traction de 40 kN exercée parallèlement à l'axe longitudinal du wagon.
Wagons-tombereaux à bogie ouverts type 1 14,04 m	Eas/Eaos	13 anneaux de sécurisation sur chaque paroi latérale fixés à l'extérieur de la caisse. 2 anneaux de sécurisation à chaque paroi de bout, fixés à l'extérieur de la caisse.	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
Wagons-tombereaux à bogie ouverts de type 2, 15,74 m	Eanos	6 anneaux de sécurisation sur chaque paroi latérale fixés à l'intérieur de la caisse. 2 anneaux de sécurisation sur chaque paroi de bout fixés à l'intérieur de la caisse. Les dispositifs doivent être placés à intervalles aussi réguliers que possible à une hauteur d'environ 0,2 m au-dessus du niveau du plancher et doivent affleurer avec les parois lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Doivent supporter une force de traction de 40 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
		14 anneaux de sécurisation sur chaque paroi latérale fixés à l'extérieur de la caisse. 2 anneaux de sécurisation à chaque paroi de bout, fixés à l'extérieur de la caisse.	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
Wagons plats à bogie de type 1 (sans parois rabattables) 19,9 m	Rs/Res	36 anneaux sur les longerons latéraux	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		8 anneaux sur l'extérieur des bouts rabattants	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		18 crochets sur les longerons latéraux.	Chaque crochet doit avoir une section au moins équivalente à un diamètre de 40 mm.
Wagons plats à bogie de type 1 (avec parois rabattables) 19,9 m	Rns/Rens	36 anneaux sur les longerons latéraux	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		8 anneaux sur l'extérieur des bouts rabattants	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		18 barres de fermeture en affleurement avec l'intérieur des parois rabattables ou des bouts rabattants	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		18 dispositifs de sécurisation au plancher, uniformément répartis le long de la longueur sans dépasser au-dessus du niveau du plancher lorsqu'ils ne sont pas en utilisation.	Doit être capable de résister à une force de traction de 170 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.

Type de wagon et longueurs hors tampons	Code alphabétique	Type, quantité et emplacement des dispositifs d'arrimage du chargement exigés	Cas de charge (ou dimensions) pour chaque type de dispositif d'arrimage
Wagons plats à bogie de type 2 (sans parois rabattables) 14,04 m	Rmms/Rmmns	24 anneaux sur les longerons latéraux	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		8 anneaux sur l'extérieur des bouts rabattants	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		14 crochets sur les longerons latéraux.	Chaque crochet doit avoir une section au moins équivalente à un diamètre de 40 mm.
Wagons plats à bogie de type 2 (sans parois rabattables) 19,9 m	Remms/ Remmns	24 anneaux sur les longerons latéraux	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		8 anneaux sur l'extérieur des bouts rabattants	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		12 barres de fermeture affleurant avec l'intérieur des parois rabattables ou des bouts rabattants	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		12 dispositifs de sécurisation au plancher, uniformément répartis le long de la longueur sans dépasser au-dessus du niveau du plancher lorsqu'ils ne sont pas en utilisation.	Doit être capable de résister à une force de traction de 170 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons à bogie avec toit ouvrant 14,04 m — 14,29 m	Taems	Le plancher de wagon peut être équipé de 6 dispositifs de sécurisation, uniformément répartis de chaque côté du wagon (12 au total). Si ces dispositifs sont utilisés, ils doivent affleurer avec le plancher lorsqu'ils ne sont pas utilisés et doivent satisfaire aux exigences de résistance spécifiées dans la colonne ci-contre.	Doit être capable de résister à une force de traction de 170 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons à bogie couvert et à parois coulissantes, type 1 21,7 m	Habiss	Il est recommandé que le plancher de wagon soit muni de 16 dispositifs de sécurisation. Si ces dispositifs sont utilisés, ils doivent être placés à des intervalles de 4 370 mm/600 mm/4 200 mm/1 000 mm/4 200 mm/600 mm/4 370 mm dans le sens longitudinal. Dans le sens latéral, les dispositifs doivent être placés à 970 mm de l'axe longitudinal du wagon. Ils ne doivent pas dépasser au-dessus du plancher lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Doit être capable de résister à une force de traction de 85 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
Wagons à bogie couvert et à parois coulissantes, type 2A 24,13 m	Habbins	Le wagon doit être muni de 16 dispositifs de sécurisation au plancher. Ces dispositifs doivent être répartis à intervalles réguliers le long de chaque paroi latérale. Ils ne doivent pas dépasser au-dessus du plancher lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Doit être capable de résister à une force de traction de 85 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
		Chaque paroi de bout du wagon doit être munie de 4 dispositifs de sécurisation, disposés en jeux de 2 à proximité de chaque montant d'angle à l'intérieur du wagon, à des hauteurs d'environ 0,75 et 1,5 m au-dessus du plancher.	Doivent être capable de supporter une force de traction de 30 kN dans tous les sens lorsque la force est exercée simultanément sur deux dispositifs de la même hauteur.

Type de wagon et longueurs hors tampons	Code alphabétique	Type, quantité et emplacement des dispositifs d'arrimage du chargement exigés	Cas de charge (ou dimensions) pour chaque type de dispositif d'arrimage
Wagons couverts à deux essieux et à parois coulissantes Types 1A et 2A 14,2 m et 15,5 m respectivement	Hbins/Hbbins	Le wagon doit être muni de 12 dispositifs d'arrimage du chargement au plancher. Ils doivent être placés à intervalles réguliers le long de chaque paroi. Ils ne doivent pas dépasser au-dessus du plancher lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Doit être capable de résister à une force de traction de 85 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° sur l'axe longitudinal du wagon.
		Chaque paroi de bout du wagon doit être munie de 4 dispositifs de sécurisation, disposés en jeux de 2 à proximité de chaque montant d'angle à l'intérieur du wagon, à des hauteurs d'environ 0,75 et 1,5 m au-dessus du plancher. Ces dispositifs ne doivent pas dépasser de la paroi lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Doivent être capables de supporter une force de traction de 30 kN dans tous les sens lorsque la force est exercée simultanément sur deux dispositifs de la même hauteur.
Wagons plats à bogie munis d'un système de bâchage mécanique, 19,9 m et 20,09 m respectivement	Rils/Rilns	Il est recommandé d'utiliser 10 anneaux de sécurisation rétractables. Les anneaux de sécurisation doivent être répartis de manière uniforme dans le sens longitudinal et doivent affleurer avec le plancher lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Ils doivent supporter une force de traction de 170 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° par rapport au plan vertical de l'axe longitudinal du wagon.
		Il est recommandé d'utiliser 4 anneaux de sécurisation sur les surfaces internes des parois de bout.	Aucune exigence de résistance n'est spécifiée.
Wagons plats à 2 bogies à trois essieux 16,4 m	Sammns	26 anneaux en ronds d'acier doivent être fixés aux longerons	Les anneaux de sécurisation doivent être en ronds d'acier d'au moins 16 mm de diamètre.
		12 anneaux de sécurisation doivent être fixés au plancher et répartis de manière uniforme le long de chaque paroi du wagon; ils doivent affleurer avec le plancher lorsqu'ils ne sont pas utilisés.	Ils doivent supporter une force de traction de 170 kN appliquée à un angle de 45° sur la surface du plancher et à un angle de 30° par rapport au plan vertical de l'axe longitudinal du wagon.

YY.10. CROCHETS DE HALAGE EN DÉPÔT

Lorsqu'ils sont utilisés, les crochets de halage doivent être conformes aux exigences suivantes:

Caractéristiques du wagon	Nombre de crochets	Emplacement des crochets
A une ou deux passerelles ou marchepieds de bout, et largeur de châssis ≤ 2 500 mm	Un de chaque côté	Libre
Cas général	Un de chaque côté	Au milieu du wagon
La conception est telle qu'il est impossible de placer un crochet au milieu du wagon	Deux de chaque côté	A proximité des angles du wagon

Le crochet et ses fixations au châssis doivent être suffisamment résistants pour permettre de tracter, au moyen d'un seul crochet, une rame ayant une masse totale de 240 t, la traction étant exercée vers l'extérieur à un angle de 30 degrés par rapport à l'axe de la voie. A cet effet le crochet doit être conçu pour supporter une force de traction de 50 kN.

Note

1. Le crochet de halage doit être positionné de façon à ce que le câble de halage n'engendre aucun risque de dommage pour les marchepieds, les leviers de commande d'attelage et les poignées de commande des freins.

2. Le crochet de halage doit être positionné de manière à ce que les vêtements (notamment les jambes de pantalon) d'un attaleur ne risquent pas d'être pris lorsqu'il monte ou descend d'un marchepied.
 3. Pour réduire les éventuels dangers encourus par le personnel, aucune partie des crochets de halage ne doit dépasser des côtés du train de plus de 250 mm au-delà du châssis ou de la caisse du wagon. Lorsque les parties du crochet dépassent de 150 mm à 250 mm au-delà du châssis ou de la caisse du wagon, le crochet et son support doivent être peints en jaune.
-

ANNEXE ZZ

STRUCTURES ET PARTIES MÉCANIQUES

Contraintes admissibles sur la base de critères d'allongement

ZZ.1. ACIERS DE CONSTRUCTION

Pour les aciers de construction, la marge de sécurité représentée par le facteur S_2 au paragraphe 3.4.3 de la norme EN 12663:2000 peut être déterminée à partir de l'allongement à la rupture du matériau. Le tableau ci-dessous présente une valeur réduite pour S_2 ainsi que des critères acceptables en faisant appel à cette même approche déjà éprouvée en service.

	Propriété du matériau		Contrainte admissible
		Facteur S_2	
Métal de base	$R < 0,8 R_m$	$S_2 \geq 1,25$	$\sigma_c \leq R$
	$R > 0,8 R_m ; A > 10 \%$	$S_2 < 1,25$	$\sigma_c \leq R$
	$R > 0,8 R_m ; A < 10 \%$	$S_2 \geq 1,25$	$\sigma_c \leq \frac{R_m}{1,25}$
Métal d'apport	$R < 0,8 R_m$	$S_2 \geq 1,25$	$\sigma_c \leq \frac{R}{1,1}$
	$R > 0,8 R_m ; A > 10 \%$	$S_2 < 1,25$	$\sigma_c \leq \frac{R}{1,1}$
	$R > 0,8 R_m ; A < 10 \%$	$S_2 \geq 1,25$	$\sigma_c \leq \frac{R_m}{1,375}$

Nota: Notation telle qu'utilisée dans l'EN 12663:2000; A = allongement à la rupture.

ZZ.2. AUTRES MATÉRIAUX STRUCTURAUX

Pour les autres matériaux de construction, les contraintes admissibles seront représentées par la valeur la plus faible de la limite d'élasticité (conventionnelle) et de la contrainte à la rupture, le facteur S_2 comme défini au paragraphe 3.4.3 de la norme EN 12663. La valeur de S_2 sera de 1,5 sauf si les critères fournis dans l'Euronorme autorisent une valeur moindre.