II

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

COMMISSION

Décision 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

[notifiée sous le numéro C(2004) 1558]

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

(2004/446/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, paragraphes 1 et 4,

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 structurels ou fonctionnels qui doivent chacun faire l'objet d'une spécification technique d'interopérabilité (STI).

[1] JO L 110 du 20.4.2001, p. 1.

(2) Dans un premier temps, des projets de STI sont élaborés par l'organisme commun représentatif sur mandat de la Commission déterminé selon la procédure prévue à l'article 21, paragraphe 2, de la directive 2001/16/CE.

(3) Le comité institué par l'article 21 de la directive 2001/16/CE (ci-après dénommé «le comité») a désigné l'Association européenne pour l'interopérabilité ferroviaire (ci-après dénommée «l'AEIF») comme l'organisme commun représentatif.

(4) L'AEIF a reçu mandat d'élaborer des STI concernant les sous-systèmes «bruit», «wagons pour le fret» et «applications télématiques au service du fret».

(5) Toutefois, conformément à l'article 6, paragraphe 4, de la directive 2001/16/CE, la première étape de l'élaboration des STI susmentionnées consiste à déterminer les caractéristiques de leurs paramètres fondamentaux que l'AEIF devra utiliser; cela n'exclut pas pour autant le besoin de valider et, si nécessaire, d'adapter, d'actualiser et de modifier ultérieurement ces paramètres dans les STI correspondantes qui seront adoptées en application de l'article 6, paragraphe 1, de la directive 2001/16/CE.

(6) Un certain nombre de cas particuliers ont fait l'objet d'une demande et sont actuellement examinés dans le cadre de la mise au point des STI correspondantes. Il est cependant considéré comme plus approprié d'inclure les cas particuliers dans les STI plutôt que dans la présente décision.

(7) Sans préjudice de l'article 25 de la directive 2001/16/CE, la présente décision n'a pas d'effet sur le réseau ferroviaire existant ni sur le développement de nouveaux projets aussi longtemps que les STI correspondantes ne sont pas adoptées.

(8) Conformément au mandat susmentionné, l'AEIF a déjà élaboré un projet complet de STI pour les sous-systèmes «applications télématiques au service du fret», «bruit» et «wagons pour le fret». Ces STI seront adoptées qu'après réalisation des analyses coûts-avantages prévues par la directive 2001/16/CE et consultation des organisations d'usagers et des partenaires sociaux.

(9) Il convient d'adopter les définitions et caractéristiques à respecter pour les sous-systèmes «applications télématiques au service du fret», «bruit» et «wagons pour le fret» qui sont proposées par l'AEIF.

(10) Les mesures prévues dans la présente décision sont conformes à l'avis du comité institué par la directive 2001/16/CE,

A ARRÊTÉ LA PRÉSENTE DÉCISION:

Article premier

Les définitions et les caractéristiques à respecter pour les paramètres fondamentaux des STI concernant les sous-systèmes «bruit», «wagons pour le fret» et «applications télématiques au service du fret» visées dans la directive 2001/16/CE sont exposées dans l'annexe de la présente décision.

Article 2

Les États membres sont destinataires de la présente décision.

Fait à Bruxelles, le 29 avril 2004.

Par la Commission
Loyola DE PALACIO
Vice-présidente

ANNEXE

TABLE DES MATIÈRES

1. PARAMETRES FONDAMENTAUX RELATIFS A LA STI BRUIT 5

1.1. Bruit émis par les wagons de fret.....5

1.1.1. Description du paramètre.....5

1.1.2. Caractéristiques à respecter.....5

1.2. Bruit émis par les locomotives, les automoteurs et les voitures 6

1.2.1. Description du paramètre.....6

1.2.2. Caractéristiques à respecter.....6

2. PARAMETRES FONDAMENTAUX RELATIFS A LA STI WAGONS DE FRET 9

2.1. Interface (attelage, etc.) entre véhicules, entre rames et entre trains 9

2.1.1. Description du paramètre.....9

2.1.2. Caractéristiques à respecter.....9

2.2. Sécurité de l'accès au matériel roulant 11

2.2.1. Description du paramètre.....11

2.2.2. Caractéristiques à respecter.....11

2.3. Exigences fonctionnelles: résistance de la structure principale du véhicule 14

2.3.1. Description du paramètre.....14

2.3.2. Caractéristiques à respecter.....14

2.4. Arrimage du fret.....20

2.4.1. Description du paramètre.....20

2.4.2. Caractéristiques à respecter.....20

2.5. Fermeture et verrouillage des portes.....20

2.5.1. Description du paramètre.....20

2.5.2. Caractéristiques à respecter.....20

2.6. Marquage des wagons de fret 21

2.6.1. Description du paramètre.....21

2.6.2. Caractéristiques à respecter.....21

2.7. Véhicules spéciaux pour le transport de produits dangereux et gaz sous pression 22

2.7.1. Description du paramètre.....22

2.7.2. Caractéristiques à respecter.....22

2.8. Gabarit cinématique 24
2.8.1. Description du paramètre 24
2.8.2. Caractéristiques à respecter 24
2.9. Charge statique par essieu, charge dynamique de roue et charge linéaire 25
2.9.1. Description du paramètre 25
2.9.2. Caractéristiques à respecter 26
2.10. Protection électrique du train 27
2.10.1. Description du paramètre 27
2.10.2. Caractéristiques à respecter 27
2.10.2.1. Généralités 27
2.10.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système 27
2.11. Comportement dynamique du véhicule (interaction roue-rail) 29
2.11.1. Description du paramètre 29
2.11.2. Caractéristiques à respecter 29
2.11.2.1. Généralités 29
2.11.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système 29
2.12. Efforts de compression longitudinale 31
2.12.1. Description du paramètre 31
2.12.2. Caractéristiques à respecter 31
2.12.2.1. Généralités 31
2.12.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système 32
2.12.2.3. Règles de maintenance 32
2.13. Performances de freinage 33
2.13.1. Description du paramètre 33
2.13.2. Caractéristiques à respecter 33
2.13.2.1. Généralités 33
2.13.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques des performances de freinage 34
2.13.2.3. Éléments mécaniques 37
2.13.2.4. Stockage de l'énergie 37
2.13.2.5. Performances 37
2.13.2.6. Système antipatinage (SAP) 38
2.13.2.7. Alimentation en air 39

2.13.2.8. Frein de stationnement 39
2.14. Capacité de transmission d'information entre sol et véhicule 41
2.14.1. Description du paramètre 41
2.14.2. Caractéristiques à respecter 41
2.14.2.1. Généralités 41
2.14.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système 41
2.14.2.3. Règles de maintenance 43
2.15. Conditions environnementales d'exploitation du matériel roulant (plage de fonctionnement des composants) 43
2.15.1. Description du paramètre 43
2.15.2. Caractéristiques à respecter 43
2.15.2.1. Généralités 43
2.15.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système 43
2.16. Sorties de secours et signalisation 45
2.16.1. Description du paramètre 45
2.16.2. Caractéristiques à respecter 46
2.17. Mesures anti-incendie 46
2.17.1. Description du paramètre 46
2.17.2. Caractéristiques à respecter 46
2.17.2.1. Généralités 46
2.17.2.2. Caractéristiques techniques des wagons de fret 47
3. PARAMETRES FONDAMENTAUX RELATIFS A LA STI APPLICATIONS TÉLÉMATIQUES AU SERVICE DU FRET 50
3.1. Données des lettres de voitures 50
3.1.1. Description du paramètre 50
3.1.2. Caractéristiques à respecter 50
3.2. Demande de sillon 51
3.2.1. Description du paramètre 51
3.2.2. Caractéristiques à respecter 51
3.3. Préparation du train 52
3.3.1. Description du paramètre 52
3.3.2. Caractéristiques à respecter 52
3.4. Prévisions de marche du train 54
3.4.1. Description du paramètre 54

3.4.2. Caractéristiques à respecter....54
3.5. Information d'interruption de service....55
3.5.1. Description du paramètre....55
3.5.2. Caractéristiques à respecter....55
3.6. Localisation du train....55
3.6.1. Description du paramètre....55
3.6.2. Caractéristiques à respecter....55
3.7. HCP / HAP du fret expédié....56
3.7.1. Description du paramètre....56
3.7.2. Caractéristiques à respecter....56
3.8. Mouvements de wagons....57
3.8.1. Description du paramètre....57
3.8.2. Caractéristiques à respecter....57
3.9. Rapports de correspondances....58
3.9.1. Description du paramètre....58
3.9.2. Caractéristiques à respecter....59
3.10. Échange de données à des fins d'amélioration de la qualité....59
3.10.1. Description du paramètre....59
3.10.2. Caractéristiques à respecter....59
3.11. Divers fichiers de référence....61
3.11.1. Description du paramètre....61
3.11.2. Caractéristiques à respecter....61
3.12. Transmission électronique de documents....62
3.12.1. Description du paramètre....62
3.12.2. Caractéristiques à respecter....62
3.13. Mise en réseau & communication....62
3.13.1. Description du paramètre....62
3.13.2. Caractéristiques à respecter....63

1. PARAMETRES FONDAMENTAUX RELATIFS A LA STI BRUIT

1.1. Bruit émis par les wagons de fret

1.1.1. Description du paramètre

On distingue deux types de bruit émis par les wagons de fret: bruit au passage et bruit en stationnement.
Le bruit au passage d'un wagon de fret est en grande partie fonction du bruit de roulement (bruit du contact roue/rail). L'ensemble des paramètres qui caractérisent le bruit au passage comprend:

- le niveau de pression acoustique, selon la méthode de mesure définie;
- la position du microphone;
- la vitesse du wagon;
- la rugosité du rail;
- le comportement dynamique et en émission de la voie.

Un wagon de fret en stationnement n'émet du bruit que s'il est équipé d'appareils auxiliaires (moteurs, générateurs, circuits de refroidissement, etc.). Il s'agit généralement de véhicules réfrigérés. L'ensemble des paramètres qui caractérisent le bruit en stationnement comprend:

- le niveau de pression acoustique, selon la méthode de mesure définie et la position du microphone;
- les conditions d'exploitation.

1.1.2. Caractéristiques à respecter

Limites du bruit au passage
L'indicateur du bruit au passage est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, $L_{pAeq,Tp}$, mesuré lors du temps de passage à une distance de 7,5m du centre de la voie à 1,2 ± 0,2 m au-dessus du sommet du rail. Les mesures doivent être prises conformément à la norme prEN ISO 3095:2001, étant entendu que la voie de référence doit satisfaire aux exigences de la STI concernée.

Les valeurs limites de $L_{pAeq,Tp}$ pour le bruit au passage des wagons de fret dans les conditions ci-dessus seront déterminées, sur la base du comportement des freins à sabot en fonte, en tenant compte des indispensables aspects de sécurité. L'AEIF prendra en compte les résultats de la campagne de mesure disponibles au 1.2.2004.

Le bruit au passage d'un train doit être mesuré à 80 km/h ainsi qu'à vitesse maximum, mais sans excéder 200 km/h. Les valeurs à comparer avec les limites sont les valeurs maximales mesurées à 80 km/h et à la vitesse maximum mais ramenée à 80 km/h selon l'équation

$$L_{pAeq,Tp}(80\ km/h) = L_{pAeq,Tp}(v) - 30*\log(v/80\ km/h).$$

Limites de bruit en stationnement

La pression acoustique du bruit en stationnement doit être décrite par le niveau continu équivalent, pondéré A, de pression acoustique $L_{pAeq,T}$, conformément au chapitre 7.5 de la prEN ISO 3095:2001. Les valeurs limites $L_{pAeq,T}$ de bruit en stationnement pour les wagons de fret à une distance de 7,5 m du centre de la voie sont données au **Tableau 1**.

Wagons	$L_{pAeq,T}$
Tout wagon de fret	≤ 65 dB(A)

Tableau 1: Bruit en stationnement des wagons de fret - valeurs limites $L_{pAeq,T}$

Le niveau de pression acoustique du bruit en stationnement est la moyenne énergétique de toutes les valeurs relevées aux points de mesure, conformément à la norme prEN ISO 3095:2001 (Annexe A, figure A.1).

1.2. Bruit émis par les locomotives, les automoteurs et les voitures

1.2.1. Description du paramètre

On distingue trois types de bruit émis par les locomotives, automoteurs et voitures: bruit en stationnement, bruit au démarrage et bruit au passage. Le bruit en stationnement est produit principalement par les équipements auxiliaires: systèmes de refroidissement, climatiseurs et compresseurs.
Le bruit au démarrage est également principalement imputable aux équipements auxiliaires, outre le son produit par le contact roue/rail (tout particulièrement fonction de la vitesse de patinage de la roue), ainsi qu'aux composants de la traction (moteur, transmission, convertisseur et moteurs de traction diesel).
Le bruit au passage est principalement dû au bruit de roulement, dépendant de l'interaction roue/rail, qui varie en fonction de la vitesse du véhicule. Le bruit de roulement proprement dit est causé par la rugosité et le comportement dynamique de la voie. Dans le cas de vitesses plus faibles, le bruit des équipements auxiliaires et des blocs moteurs sont également en cause. Le niveau de bruit émis est caractérisé par:

- le niveau de pression acoustique, selon une méthode de mesure;
- la position du microphone.

Les automoteurs sont des rames fixes dotées soit d'une motorisation répartie, soit d'un ou de plusieurs véhicules ou voitures servant à la motorisation. On désigne par « EAE » (EMU) les éléments automoteurs électriques, et par « EAD » (DMU) les éléments automoteurs diesel. Aux fins du présent document, les termes « diesel » et « moteur diesel » englobent tous les types de moteurs thermiques servant à la traction. Les trains de formations fixes qui sont constitués de deux locomotives et de voitures, ne peuvent être considérés comme des automoteurs si les locomotives peuvent être exploitées dans des configurations de trains différentes.

1.2.2. Caractéristiques à respecter

<u>Les limites du bruit en stationnement</u> sont définies à une distance de 7,5 m du centre de la voie, à 1,2m et 3,5m au-dessus de la surface supérieure du rail. Les conditions de mesure sont définies par la norme prEN ISO 3095:2001 avec les écarts définis dans la

STI concernée. L'indicateur pour le niveau de pression acoustique est $L_{pAeq,T}$. Les valeurs limites d'émission de bruit des véhicules dans les conditions ci-dessus sont indiquées au **Tableau 2**.

Véhicules	**$L_{pAeq,T}$** dB(A)
Locomotives électriques	75
Locomotives diesel	75
EAE	68
EAD	73
Voitures de voyageurs	65

Tableau 2: **V**aleurs limites $L_{pAeq,T}$ pour le bruit en stationnement des locomotives électriques et diesel, des EAE et EAD et des voitures de voyageurs

Limites de bruit au démarrage

Les limites de bruit au démarrage sont définies à une distance de 7,5 m du centre de la voie, à 1,2m et 3,5 m au-dessus de la surface supérieure des rails. Les conditions de mesure sont définies par la norme prEN ISO 3095:2001 avec les écarts définis dans la STI applicable. L'indicateur pour le niveau de pression acoustique est L_{pAFmax}**.** Les valeurs limites du bruit au démarrage des véhicules dans les conditions ci-dessus sont indiquées au **Tableau 3**.

Véhicules	L_{pAFmax} dB(A)
Locomotives électriques	82
Locomotives diesel	86
EAE	82
EAD	83

Tableau 3: Valeurs limites L_{pAFmax} pour le bruit au démarrage des locomotives électriques et diesel, des EAE et des EAD

Limites de bruit au passage

Les limites de bruit au passage sont définies pour une distance de 7,5 m du centre de la voie de référence, à 1,2m ou 3,5 m au-dessus de la surface supérieure du rail, pour une vitesse du véhicule de 80 km/h. L'indicateur pour le niveau de pression acoustique est $L_{pAeq,Tp}$.

Les mesures doivent être prises conformément à la norme prEN ISO 3095:2001, étant entendu que la voie de référence doit satisfaire aux exigences de la STI concernée.

Le bruit de passage d'un train doit être mesuré à 80 km/h et à la vitesse maximum, sans excéder 200 km/h. Les autres vitesses mentionnées dans la norme EN ISO 3095 ne doivent pas être prises en compte. La valeur à comparer avec les limites (voir **Tableau 4**) est le maximum de la valeur mesurée à 80 km/h et de la valeur mesurée à la vitesse maximum mais ramenée à 80 km/h selon l'équation

$$L_{pAeq,Tp}(80\ \text{km/h}) = L_{pAeq,Tp}(v) - 30 * \log(v/80\ \text{km/h}).$$

Les valeurs limites d'émission de bruit pour les locomotives électriques, les locomotives diesel, les EAE, les EAD et les voitures de voyageurs, dans les conditions ci-dessus, sont indiquées au **Tableau 4**.

Véhicules	$L_{pAeq,Tp}$ à 7,5 m dB(A)
Locomotives électriques	85
Locomotives diesel	85 (reste à confirmer en essai)
EAE	81
EAD	82
Voitures de voyageurs	80

Tableau 4: **V**aleurs limites $L_{pAeq,Tp}$ pour le bruit au passage des locomotives électriques et diesel, des EAE et EAD et des voitures de voyageurs

2. PARAMETRES FONDAMENTAUX RELATIFS A LA STI WAGONS DE FRET

2.1. Interface (attelage, etc.) entre véhicules, entre rames et entre trains

2.1.1. Description du paramètre

Dispositif servant à solidariser deux véhicules ferroviaires (ou deux rames, ou deux trains).

Dans les rames interopérables, n'importe quel système d'attelage peut être utilisé, en fonction des besoins. De telles rames doivent être dotées à leurs deux extrémités de l'attelage interopérable de secours.

Les exigences relatives à l'interface de deux véhicules/rames interopérables doivent être définies uniquement pour des attelages mécaniques, électriques et pneumatiques en conditions normales et en situations d'urgence. Les passerelles de communication avec les voitures de passagers sont incluses, le cas échéant.

2.1.2. Caractéristiques à respecter

<u>Généralités</u>
Les wagons doivent être dotés à leurs deux extrémités d'organes tampon et de traction dotés d'élasticité.

Pour l'application de cette exigence, les rames qui ne sont jamais séparées en service sont considérées comme un wagon unique. Les interfaces entre ces wagons doivent comprendre un dispositif d'attelage doté d'élasticité qui soit en mesure de résister aux forces s'exerçant dans les conditions d'exploitation prévues.

Pour l'application de cette exigence, les trains qui ne sont jamais séparés en service sont considérés comme un wagon unique. S'ils ne sont pas équipés d'un attelage à vis et de tampons standards, ils doivent présenter les aménagements nécessaires au montage d'un attelage de secours à leurs deux extrémités. Les connexions entre wagons doivent répondre aux exigences énoncées ci-dessus pour les rames.

<u>Tampons</u>
Si un véhicule est muni de tampons, il doit être équipé de deux tampons identiques à chaque extrémité. Les tampons doivent être d'un type à compression.

La hauteur de l'axe longitudinal des organes de choc doit se situer entre 940 mm et 1 065 mm au-dessus du profil du rail dans toutes les conditions de charge.

La distance standard nominale entre les axes longitudinaux des tampons est de 1 750 mm répartis symétriquement de part et d'autre de la ligne médiane du wagon de fret.

Les tampons doivent avoir une course minimum de 105 mm $^{0}_{-5}$ mm et une capacité d'absorption énergétique d'au moins 30 kJ.

Les têtes de tampons doivent être de forme convexe, le rayon de courbure de leur surface sphérique de contact étant de 2 750 mm (± 50 mm).

Les wagons équipés de tampons ayant une course supérieure à 105 mm doivent impérativement être dotés de quatre tampons identiques (systèmes d'amortissement, course), y compris du point de vue de leur conception.

Si les tampons doivent pouvoir être échangés, la traverse de tête doit présenter l'espace libre suivant pour la plaque d'assise. Le tampon doit être fixé à la traverse de tête du wagon à l'aide de quatre attaches verrouillables (écrou autobloquant, etc.) M24 Ø et d'une qualité garantissant une limite d'élasticité d'au moins 640 N/mm^2 .

Chaque tampon doit être pourvu d'une marque d'identification indiquant au minimum sa course en millimètres ainsi qu'une valeur correspondant à sa capacité d'absorption énergétique.

<u>Organes de traction</u>
Les organes de traction standard montés entre véhicules doivent être de type discontinu et comprendre un attelage à vis fixé au crochet de manière permanente, un crochet de traction et une barre de traction avec un système à ressort.

La hauteur de l'axe longitudinal du crochet de traction doit se situer entre 950 mm et 1 045 mm au-dessus du niveau du rail dans toutes les conditions de charge.

Le crochet de traction et la barre de traction doivent pouvoir résister à une charge de 1 000 kN sans se rompre.

L'attelage à vis doit pouvoir résister à une charge de 850 kN sans se rompre. La charge de rupture de l'attelage à vis doit être inférieure à celle des autres composants des organes de traction.
Le poids de l'attelage à vis ne peut dépasser 36 kg.

La longueur de l'attelage à vis, mesurée du point d'attaque de la flèche d'attelage jusqu'au centre du boulon d'attelage et du crochet de traction doit être la suivante:

- 986 mm $^{+10}_{-5}$ mm, l'attelage étant dévissé à fond;
- 750 mm ± 10 mm, l'attelage étant vissé à fond.

Chaque extrémité de wagon doit avoir un dispositif prévu pour un attelage lorsqu'il n'est pas en service. Aucun élément du dispositif d'attelage ne doit se trouver à une hauteur inférieure à 140 mm au-dessus de la face supérieure du rail lorsque son axe longitudinal est dans sa position la plus basse admissible.

Interaction des organes de traction et de choc

Les emplacements respectifs des organes de traction et de choc doivent être déterminés de manière à garantir le passage en sécurité de courbes d'un rayon de 150 m. Dans le cas de deux wagons attelés en voie rectiligne avec des tampons en contact, la force de précharge entre ces éléments dans une courbe de 150 m ne doit pas dépasser les 250 kN.

La distance entre le bord avant de l'ouverture d'un crochet de traction et la face avant des tampons en extension maximale doit être de 355 mm $^{+45}_{-20}$ mm à l'état neuf.

2.2. Sécurité de l'accès au matériel roulant

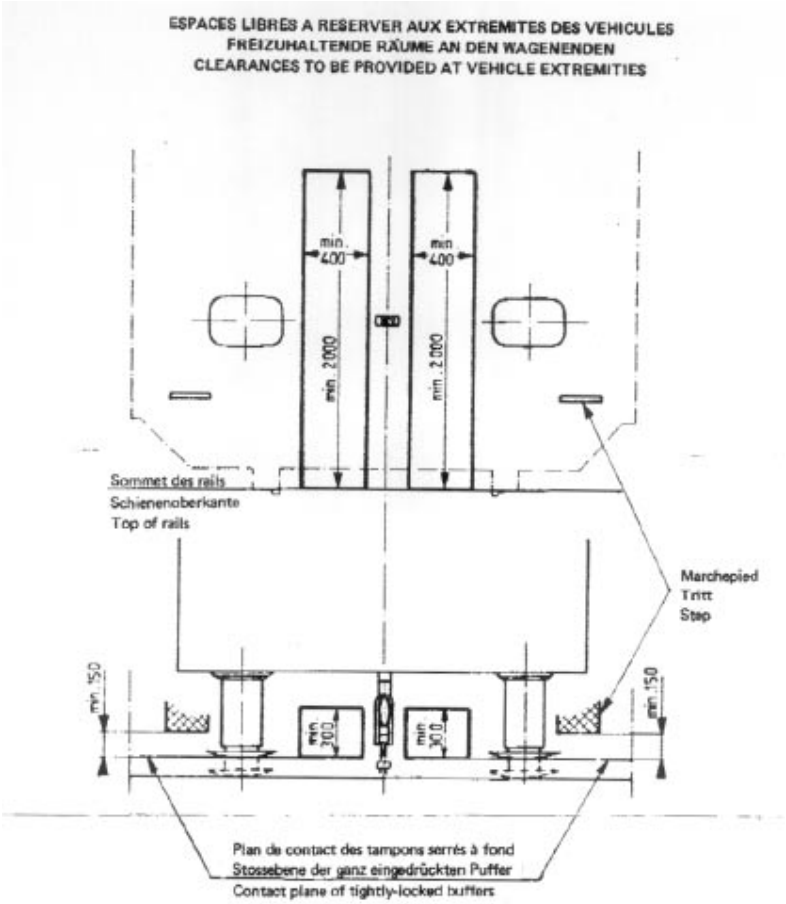
2.2.1. Description du paramètre

Pour les wagons de fret: manœuvre, exploitation, entrées et sorties du personnel (agents du chemin de fer et personnel de chargement). Pour le wagons-citernes uniquement: accès à la plate-forme de la citerne.
Ce paramètre comprend les dimensions, la position et la hauteur des marches et des poignées, ainsi que les éléments antidérapants, les marchepieds et la robustesse et résistance aux forces des portes.

2.2.2. Caractéristiques à respecter

Les véhicules doivent être conçus de manière à ne pas exposer le personnel à des risques inutiles lors des opérations d'attelage et de dételage. En cas d'utilisation d'attelages à vis et de tampons latéraux, les espaces libres décrits ci-dessous doivent être exempts de pièces fixes. Les câbles de connexion et les tuyaux flexibles peuvent se trouver à l'intérieur de ces espaces. Aucun dispositif susceptible d'entraver l'accès à ces espaces ne doit être monté sous les tampons.

Figure 1 : Rectangle de Berne



Si le wagon est doté d'un attelage combiné (automatique et à vis), la tête d'attelage automatique peut empiéter sur la partie gauche du rectangle de Berne (comme illustré à la figure 1) lorsqu'elle est rangée et que l'attelage à vis est utilisé.

Une main courante doit être prévue sous chaque tampon. Cette main courante doit pouvoir soutenir le poids des atteleurs lorsqu'ils accèdent à l'espace entre les tampons.

Toutes les pièces fixes situées aux extrémités d'un wagon en dehors des espaces libres définis à la figure 1 et plus haut que le bord inférieur des têtes de tampons doivent être distantes d'au moins 40 mm du plan frontal des tampons en compression maximale.

Exception faite des wagons utilisés exclusivement dans des trains de composition fixe, il faut prévoir au moins un marchepied et une main courante de chaque côté du véhicule à l'intention des atteleurs. L'espace au-dessus et autour des marchepieds doit être suffisant pour assurer la sécurité de l'atteleur. Marchepieds et mains courantes doivent être conçus pour pouvoir résister aux charges appliquées par l'atteleur. Les marchepieds ne doivent pas être situés à moins de 150 mm d'un plan vertical passant par les extrémités des tampons en compression maximale. Les marchepieds et toutes les zones dont l'accès est nécessaire à des fins d'exploitation, de chargement et de déchargement doivent être antidérapant.

Tout wagon qui peut se trouver en queue de train doit être pourvu à ses deux extrémités de dispositifs de fixation d'un feu arrière. Des marchepieds et des mains courantes doivent être prévus partout où nécessaire pour permettre un accès aisé.

Les mains courantes et marchepieds doivent être contrôlés lors des interventions normales de maintenance, et toutes les réparations nécessaires doivent être effectuées si des signes de dégâts, fissures ou corrosion importants sont constatés.

2.3. Exigences fonctionnelles: résistance de la structure principale du véhicule

2.3.1. Description du paramètre

Les objectifs futurs en matière de conception doivent être l'accroissement de la charge utile des wagons de fret par la réduction du poids à vide.

Le paramètre fondamental actuel

- Définit des exigences structurelles minimum concernant la structure portante principale (structure primaire) des véhicules, par rapport aux contraintes exceptionnelles d'exploitation et de service. Ces contraintes comprennent celles dues à la masse du véhicule, à la charge utile, au mouvement sur la voie ferrée, à l'accélération et au freinage, ainsi que les contraintes exercées sur la structure par l'équipement qui y est fixé (voir également levage et mise sur vérins).
- Énonce des critères de rigidité (rigidité en torsion)
- Prescrit des contraintes admises pour les divers matériaux, sur la base de sources d'information (charge statique et charge de fatigue) et de méthodes d'évaluation admissibles.
- Définit des méthodes de validation admissibles.

2.3.2. Caractéristiques à respecter

<u>Généralités</u>

La conception structurelle d'un wagon doit être conforme aux exigences du chapitre 3 de la norme EN12663, la structure devant satisfaire aux critères énoncés aux paragraphes 3.4 à 3.6 de cette norme.

Outre les critères précités, on peut prendre en compte l'allongement du matériau à la rupture dans la sélection du facteur de sécurité défini à l'alinéa 3.4.2. Les *Notes de Mise en Oeuvre (Guidance Notes)* donnent à ce propos une démarche acceptable.

Toute évaluation de la résistance à la fatigue doit être effectuée sur la base d'hypothèses de charge représentatives de l'application prévue, et exprimée selon les exigences du code de conception choisi. Toutes lignes directrices portant sur l'interprétation dudit code doivent être respectées.

Les contraintes admissibles en rapport avec les matériaux servant à la construction des wagons sont à déterminer comme indiqué au chapitre 5 de la norme EN12663.

La structure du wagon doit faire l'objet d'un contrôle lors des interventions normales de maintenance, et toutes les réparations nécessaires doivent être effectuées si des signes de dégâts, fissures ou corrosion importants sont constatés.

Le présent chapitre définit les exigences structurelles minimum applicables à la structure portante principale (structure primaire) des wagons ainsi qu'aux interfaces avec les équipements et la charge utile.

Ces exigences portent sur les aspects suivants:

- Contraintes exceptionnelles:

  - contraintes longitudinales
  - contrainte verticale maximum
  - contraintes combinées
  - levage et mise sur vérins
  - fixation d'équipements (y compris caisse/bogie)
  - autres contraintes exceptionnelles

- Contraintes d'exploitation (fatigue):

  - sources de contraintes
  - éventail des charges utiles
  - contraintes liées à la voie
  - traction et freinage
  - contraintes aérodynamiques
  - charges de fatigue aux interfaces
    - points de contact caisse/bogie
    - fixations des équipements
    - contraintes d'attelage
  - combinaisons de plusieurs types de charges de fatigue

- Rigidité de la structure principale du véhicule

  - flexion
  - modes de vibration
  - rigidité en torsion
  - équipements

- Arrimage du fret

Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour garantir que la charge ou une partie de la charge ne tombe pas du wagon de fret pendant d'exploitation.

<u>Contraintes exceptionnelles</u>

Contraintes longitudinales

Des valeurs différentes sont applicables selon le type de wagon de fret, comme indiqué dans la norme EN12663:

F-I wagons pouvant subir tous les types de manœuvre;

F-II wagons ne pouvant faire l'objet d'une manœuvre par gravité.

Les exigences structurelles de base prévoient que les wagons appartenant aux catégories ci-dessus soient équipés de tampons et d'attelages adaptés à leurs conditions d'exploitation.

La structure doit être conforme aux exigences du paragraphe 3.4 de la norme EN12663 si elle doit faire l'objet de contraintes exceptionnelles.

Les caisses de wagons doivent satisfaire aux exigences de résistance au cisaillement longitudinal énoncées aux tableaux 1, 2, 3 et 4 de la norme EN12663, selon les cas.

NOTE 1 L'application d'une force à une extrémité de la caisse d'un wagon doit produire une réaction au point correspondant de l'autre extrémité.

NOTE 2 Les forces doivent être appliquées horizontalement par rapport à la structure de montage, réparties par moitié sur l'axe de l'emplacement de chaque tampon latéral, ou sur l'axe de l'attelage.

Contrainte verticale maximale

La caisse du wagon doit satisfaire aux exigences du tableau 8 de la norme EN12663.
La caisse du wagon doit en outre être conçue pour supporter la charge maximale susceptible de lui être imposée compte tenu des modes de chargement et de déchargement. On peut définir l'hypothèse de charge en termes d'accélérations appliquées à la masse ajoutée ainsi qu'à la masse de la caisse, plus toute charge utile présente. Les hypothèses de conception doivent représenter les conditions d'utilisation du wagon les plus défavorables envisagées par l'exploitant (y compris tous abus prévisibles).

NOTE 1 Si la méthode d'analyse repose sur une contrainte admissible réduite en deçà de la limite apparente d'élasticité ou de contrainte déportée du matériau par un facteur de sécurité (comme indiqué à la note a) du tableau 8 de la norme EN12663), on peut alors réduire d'un ratio égal les facteurs de charge.

NOTE 2 Les charges peuvent être réparties uniformément sur la totalité de la surface de chargement, sur une partie de celle-ci ou encore en certains points. Il convient donc d'élaborer l'hypothèse de conception compte tenu des applications les plus lourdes.

NOTE 3 Si des véhicules à roues (chariots élévateurs, etc.) doivent rouler sur le plancher du wagon, la conception doit tenir compte des contraintes locales maximales produites par de telles opérations.

Contraintes combinées

La structure doit également satisfaire aux exigences du paragraphe 3.4 de la norme EN12663 dans les cas des combinaisons de contraintes les plus défavorables, comme prescrit dans le paragraphe 4.4 de la norme EN12663.

Levage et mise sur vérins
La caisse du wagon doit être dotée de points de levage permettant un levage ou une mise sur vérins en sécurité de l'ensemble du wagon. Il doit en outre être possible de soulever une des extrémités du wagon (avec ses organes de roulement), l'autre extrémité reposant sur les organes de roulement restants.
Les hypothèses de charge prescrites à l'alinéa 4.3.2 de la norme EN12663 concernent également le levage et la mise sur vérins en atelier et lors de toute intervention de maintenance.
En ce qui concerne le levage, et uniquement en cas d'une intervention de secours suite à un déraillement ou à un autre accident rendant acceptable une déformation permanente de la structure, le facteur de charge prescrit aux tableaux 9 et 10 peut éventuellement être réduit de 1,1 à 1,0.
Le levage doit être effectué par le biais des points de levage prévus à cet effet. L'emplacement des points de levage est défini par les exigences d'exploitation du client.

Fixation des équipements (y compris caisse/bogie)
La conception des fixations des équipements doit assurer la résistance aux contraintes prescrites aux tableaux 12, 13 et 14 du chapitre 4.5 de la norme EN12663.

Autres contraintes exceptionnelles
Les parties structurelles de la caisse du wagon (structures des parois latérales et d'extrémité, portes, chevalets d'arrimage, systèmes d'arrimage du fret, etc.) doivent être conçues pour résister aux contraintes maximales qu'elles sont appelées à supporter en utilisation normale. Les hypothèses de charge sont à déterminer sur la base des principes de conception structurelle énoncés dans la norme EN12663.
Dans le cas de nouveaux types de wagons, il incombe au concepteur de déterminer des hypothèses de charge répondant aux exigences spécifiques, sur base des principes énoncés dans la norme EN12663.

<u>Contraintes d'exploitation (fatigue)</u>

Sources des contraintes
Il convient d'identifier toutes les sources de contraintes cycliques susceptibles de provoquer des dégâts de fatigue. En vertu du paragraphe 4.6 de la norme EN12663, les sources suivantes doivent être considérées et la manière de les prendre en compte et de les combiner doit correspondre à l'utilisation prévue pour le wagon de fret ainsi qu'au code de conception à utiliser.

Éventail des charges utiles
Les variations de charge utile sont susceptibles d'être à l'origine d'importants cycles de fatigue. Dans les cas où la charge utile varie de manière considérable, il convient de déterminer le temps pendant lequel le wagon est soumis aux différents niveaux de charge. Les cycles

chargement/déchargement doivent également être déterminés sur la base du cahier des charges de l'exploitant et pris en compte de manière appropriée à des fins d'analyse. Le cas échéant, il convient de prendre également en compte les variations dans la répartition de la charge utile et des contraintes locales de pression dues au déplacement de véhicules à roues sur le plancher du wagon.

Contraintes liées à la voie

Les cycles de contraintes dus aux irrégularités verticales, latérales et de torsion de la voie doivent être pris en compte. La définition de ces cycles peut être établie à partir:

a) d'une modélisation dynamique;
b) de données mesurées;
c) de données empiriques.

Le cas échéant, l'étude de la fatigue doit reposer sur des hypothèses de charge et des méthodes d'évaluation éprouvées. Les tableaux 15 et 16 de la norme EN12663 fournissent, sous forme d'accélérations subies par la caisse de wagon dans des conditions d'exploitation normale dans le contexte européen, des données empiriques adaptées à une approche par la limite d'endurance de la conception relative à la fatigue, pour autant que des données normalisées soient disponibles.

Traction et freinage

Les cycles de contraintes dus à la traction et au freinage doivent refléter le nombre de démarrages et d'arrêts (y compris ceux non prévus) en relation avec le mode d'exploitation envisagé.

Contraintes aérodynamiques

Des contraintes aérodynamiques importantes peuvent être dues au(x):

a) au passage rapide de trains;
b) à la circulation en tunnels;
c) aux vents latéraux.

Toute contrainte de ce type susceptible d'engendrer des contraintes cycliques importantes dans la structure doit être prise en compte dans l'évaluation de la fatigue.

Charges de fatigue aux interfaces

Les charges dynamiques utilisées lors de la conception doivent représenter ± 30 % de la charge statique verticale.

Si cette hypothèse n'est pas choisie, on adoptera la méthode suivante:

Les principales charges de fatigue au point de contact caisse-bogie proviennent:

a) des cycles chargement/déchargement;
b) des interactions avec la voie;
c) de la traction et du freinage.

L'interface doit être conçue de manière à supporter les contraintes cycliques associées à ces causes.

Les fixations des équipements doivent pouvoir résister aux contraintes cycliques dues au mouvement du wagon et à toute contrainte provoquée par l'exploitation des équipements. Les accélérations peuvent être déterminées comme indiqué ci-dessus. En exploitation normale dans un contexte européen,

et en l'absence de données plus appropriées, on peut se baser sur les accélérations subies par les équipements suivant le mouvement de la structure du wagon, déterminées de manière empirique, figurant aux tableaux 17, 18 et 19 de la norme EN12663.

Les contraintes cycliques supportées par les éléments d'attelage doivent être prises en compte si elles sont significatives de l'avis de l'exploitant ou du concepteur.

Combinaisons de plusieurs types de charges de fatigue
Lorsque les hypothèses de charge relatives à la fatigue se combinent, elles seront prises en compte en cohérence avec les caractéristiques des contraintes ainsi que du type d'analyse et du code de conception utilisés.

Contraintes de choc
Wagons de fret prévus pour des manœuvres par gravité:
Le wagon doit pouvoir résister, sans déformation permanente, à une collision à la vitesse de 12 km/h avec un wagon de fret stationnaire d'un poids total en charge de 80 tonnes.
Wagons de fret non prévus pour des manœuvres par gravité:
Le wagon doit pouvoir résister, sans déformation permanente, à une collision à la vitesse de 7 km/h avec un wagon de fret stationnaire d'un poids total en charge de 80 tonnes.

Rigidité de la structure principale du véhicule

Flexion
Toute flexion due aux diverses contraintes ou combinaisons de contraintes ne peut entraîner un dépassement par le wagon ou par sa charge utile de l'enveloppe d'exploitation admissible, ni porter atteinte aux fonctionnalités du wagon dans son ensemble ou de tout équipement ou système qui y serait installé.

Modes de vibration
Les fréquences propres de vibration de la caisse du wagon, dans toutes les conditions de charge y compris à vide, doivent être suffisamment séparées ou découplées des fréquences d'oscillation des suspensions, de manière à éviter toutes réactions indésirables à toutes les vitesses d'exploitation.

Rigidité en torsion
La rigidité en torsion de la caisse de wagon doit être adaptée aux caractéristiques de la suspension de manière à respecter les critères de déraillement dans toutes les conditions de charge, y compris à vide.

Équipements
Les fréquences propres de vibration des équipements, sur leurs fixations, doivent être suffisamment séparées ou découplées des fréquences d'oscillation de la caisse ou des suspensions, de manière à éviter toutes réactions indésirables à toutes les vitesses d'exploitation.

En tant qu'interface avec le sous-système *Matériel roulant - Wagons de fret*, le sous-système *Infrastructure* doit être conformes aux caractéristiques précitées.

2.4. Arrimage du fret

2.4.1. Description du paramètre

Le fret transporté doit être arrimé de manière à garantir la sécurité. L'efficacité du système d'arrimage doit être démontrée.

2.4.2. Caractéristiques à respecter

Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour garantir que la charge ou une partie de la charge ne tombe du wagon de fret en cours d'exploitation.

2.5. Fermeture et verrouillage des portes

2.5.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental a pour objet la prévention de tous problèmes liés au fret ou au gabarit lorsque le train est en mouvement. Il comprend les portes et trappes ainsi que les mesures prévues pour éviter une ouverture intempestive.

2.5.2. Caractéristiques à respecter

Les portes et trappes des wagons de fret doivent être fermées et verrouillées lorsque les wagons sont intégrés dans un train en mouvement (à moins que cela soit prévu dans l'opération de déchargement de la charge utile). À cette fin, des dispositifs de verrouillage avec indication d'état (ouvert/fermé) sont à prévoir. Ces dispositifs de verrouillage doivent empêcher toute ouverture intempestive.

Les systèmes de fermeture et de verrouillage doivent être conçus de manière à ne pas exposer le personnel à des risques inutiles.

Les systèmes de fermeture et de verrouillage doivent être conçus de manière à supporter les contraintes provoquées par la charge utile en conditions normales et régulières d'exploitation, mais également en cas de déplacement prévisible de la charge utile.

Les systèmes de fermeture et de verrouillage doivent être conçus de manière à supporter les contraintes liées au croisement d'autres trains dans n'importe quelle condition, y compris en tunnel.

Les forces nécessaires à manœuvrer les systèmes de fermeture et de verrouillage doivent pouvoir être appliquées par un opérateur sans recourir à des outils supplémentaires, sauf quand les outils supplémentaires soient spécifiquement fournis ou dans le cas de systèmes motorisés.

Les systèmes de fermeture et de verrouillage doivent faire l'objet d'un contrôle lors des interventions normales de maintenance, et toutes les réparations nécessaires doivent être effectuées si leur état ou leur fonctionnement laisse à désirer.

2.6. Marquage des wagons de fret

2.6.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental prescrit le marquage des équipements et installations des véhicules exploités par le personnel des chemins de fer. Un tel marquage est nécessaire afin de garantir l'exploitation en sécurité, par exemple en signalant certaines caractéristiques du véhicule qui doivent être connues des personnels dans le cadre de leurs fonctions:

- numéro du véhicule;
- performances de freinage et robinets du système de freinage;
- robinets de vidange;
- contacteurs d'isolation électrique;
- avertissements de sécurité, selon le type de wagon;
- poids à vide et capacité de charge;
- points de levage/mise sur vérins;
- géométrie;
- circuits pneumatiques et électriques;
- systèmes d'alimentation électrique;
- lignes à haute tension;
- possibilités d'arrimage sur ferry-boat;
- rayon de courbure minimum autorisé;
- manœuvre par gravité autorisée.

2.6.2. Caractéristiques à respecter

Les marquages sur les wagons sont nécessaires pour

- Identification de chaque wagon par son numéro unique, comme prescrit dans la STI *Exploitation et Gestion du Trafic,* et enregistré dans le Registre du matériel roulant).
- Fourniture de l'information nécessaire à la constitution des préavis de composition et d'utilisation des trains, y compris masse de freinage, longueur avec tampons, poids à vide, table vitesse/charge pour les différentes catégories de lignes.
- Information du personnel quant aux restrictions d'exploitation, y compris les contraintes géographiques et les restrictions relatives à la manœuvre.
- Information en matière de sécurité du personnel d'exploitation des wagons ou intervenant en cas d'urgence, y compris panneaux d'avertissement relatifs aux caténaires et équipements électriques, points de levage et de mise sur vérins, instructions de sécurité spécifiques au véhicule.

Ces marquages figureront dans la STI concernée. Les marquages doivent être situés aussi haut que possible sur la structure du wagon, jusqu'à une hauteur maximale de

1 600 mm au-dessus du niveau du rail). Les marquages des wagons ne présentant pas de parois latérales verticales sont apposés sur des panneaux prévus à cet effet.
Les marquages peuvent être réalisés à l'aide de peinture ou de décalcomanies.

Si l'on utilise des décalcomanies, elles doivent satisfaire aux exigences concernant:

- l'adhérence;
- le respect de l'environnement;
- la résistance à l'eau, aux rayonnements ultraviolets, à l'abrasion et aux substances chimiques.

Les exigences relatives aux marquages visant les produits dangereux sont prescrites par la directive 96/49/CE et son annexe RID en vigueur; elles ne font donc pas partie du présent paramètre fondamental.

Toute modification des marquages d'un wagon découlant de la modification des caractéristiques de ce dernier doit être répercutée intégralement dans le Registre du matériel roulant.

Les marquages doivent être nettoyés ou remplacés dès que nécessaire, de manière à garantir leur lisibilité.

2.7. Véhicules spéciaux pour le transport de produits dangereux et gaz sous pression

2.7.1. Description du paramètre

Les citernes ou autres parties d'un wagon de fret devant servir au transport de produits dangereux doivent être conçues de manière à assurer le transport en sécurité. Ce paramètre fondamental prescrit les caractéristiques des véhicules spéciaux destinés au transport de produits dangereux et de gaz sous pression. Ainsi, les aspects suivants doivent être pris en compte:

- RID
- TPED

2.7.2. Caractéristiques à respecter

<u>Généralités</u>
Les wagons transportant des produits dangereux doivent satisfaire aux exigences de la présente STI ainsi qu'aux exigences RID.
L'annexe RID à la directive 96/49/CE, garantit un très haut niveau de sécurité. Les orientations à venir concernant ce domaine législatif font actuellement l'objet de travaux de la part d'un groupe de travail international (Comité RID) composé de représentants des gouvernements membres de la COTIF.

Législation relative au matériel roulant destiné au transport de produits dangereux

Matériel roulant	**Directive 96/49/CE et son annexe dans leur version en vigueur**

Marquage et étiquetage	**Directive 96/49/CE et son annexe dans leur version en vigueur**
Tampons	**Directive 96/49/CE et son annexe dans leur version en vigueur**
Protection contre les étincelles	**Directive 96/49/CE et son annexe dans leur version en vigueur**
Utilisation de wagons pour le transport de produits dangereux en tunnels longs	**En cours d'examen par les groupes de travail mandatés par la Commission européenne (AEIF et RID)**

Autre législation relative aux citernes

Citernes	**Directive 1999/36/CE relative aux équipements sous pression transportables (TPED) dans sa version en vigueur**
Essai, inspection et marquage des citernes	**EN12972 - citernes destinées au transport des produits dangereux - essai, inspection et marquage des citernes métalliques à compter d'avril 2001**

<u>Règles de maintenance</u>
La maintenance des citernes/wagons de fret doit satisfaire aux exigences de la norme et de la directive suivantes:

• Essai, inspection et marquage	**EN12972 - citernes destinées au transport des produits dangereux - essai, inspection et marquage des citernes métalliques à compter d'avril 2001**
• Maintenance de la citerne et de son équipement	**Directive 96/49/CE et son annexe dans leur version en vigueur**
• Accords réciproques sur les inspecteurs de citernes	**Directive 96/49/CE et son annexe dans leur version en vigueur**

En outre, la directive 96/49/CE et son annexe RID doivent être prises en compte.

2.8. Gabarit cinématique

2.8.1. Description du paramètre

Le gabarit est une notion servant à définir des périmètres pour que le matériel roulant puisse être exploiter sans rencontrer d'obstacles liés aux installations fixes (parois des tunnels, caténaires ou pylônes de signalisation, rambardes de ponts, plates-formes, etc.). Le gabarit correspond donc à deux concepts distincts: le gabarit d'espace libre, qui définit les dimensions minimales de l'infrastructure, et le gabarit du matériel roulant, qui en définit les dimensions maximales.

Le gabarit du matériel roulant est défini en fonction de l'enveloppe dans laquelle s'inscrit le matériel roulant en cours d'exploitation. Le gabarit du matériel roulant circulant sur un tronçon de ligne donné doit toujours être inférieur, compte tenu d'une marge de sécurité adaptée, au gabarit d'espace libre minimum de la ligne en question. La future STI Infrastructure énoncera les exigences de gabarit concernant les différentes lignes (existantes, remises en état, modernisées, nouvelles).

Ce paramètre fondamental définit l'enveloppe cinématique maximale qu'un véhicule peut occuper et énonce les principes devant présider à son calcul.

2.8.2. Caractéristiques à respecter

Le présent chapitre définit les dimensions extérieures maximales des wagons de manière à garantir qu'ils restent à l'intérieur du gabarit d'espace libre. À cette fin, on prend en compte l'amplitude maximale des mouvements du wagon : c'est l'enveloppe cinématique.
L'enveloppe cinématique du matériel roulant est définie par un profil de référence et les règles associées à celui-ci. Elle est obtenue par l'application des règles donnant les réductions par rapport au profil de référence que les différents éléments du matériel roulant doivent respecter.
Ces réductions dépendent:

- de la géométrie 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 à la surface de roulement,
- des tolérances de fabrication,
- de l'usure maximale admissible,
- de l'élasticité des suspensions.

L'étude du gabarit de construction maximal prend en compte les mouvements latéraux et verticaux du matériel roulant, établis sur la base des caractéristiques du véhicule (géométrie et suspension) sous différentes conditions de charge.
Le gabarit de construction du matériel roulant circulant sur un tronçon de ligne donné doit toujours être inférieur, compte tenu d'une marge de sécurité adaptée, au gabarit d'espace libre minimum de la ligne en question.
Le gabarit du matériel roulant comprend deux éléments fondamentaux: un profil de référence et les règles associées à ce profil. Il permet de déterminer les dimensions maximales du matériel roulant ainsi que la position des structures fixes le long de la ligne.

Le gabarit d'un matériel roulant n'est valide qu'après définition des trois éléments suivants:

- le profil de référence;
- les règles pour déterminer le gabarit de construction maximal des wagons;
- règles pour déterminer les dégagements par rapport aux structures fixes et l'entrevoie.

La STI appropriée doit prescrire le profil de référence et les règles relatifs au gabarit de construction des wagons.
Les règles associées servant à déterminer les espaces libres pour la mise en place des structures fixes se trouvent dans la STI Infrastructure.
Tous les équipements et parties de wagons sujets à des mouvements transversaux et verticaux doivent être contrôlés à des intervalles de maintenance appropriés.
Pour garder le wagon à l'intérieur du gabarit cinématique, le programme de maintenance doit prévoir l'inspection des éléments suivants:

- profil et usure de la roue,
- châssis de bogie,
- ressorts,
- barrières latérales,
- structure de la caisse,
- tolérances de fabrication,
- usure maximale admissible,
- élasticité de la suspension,
- usure du guide d'essieu,
- éléments ayant une incidence sur le coefficient de flexibilité du véhicule,
- éléments ayant une incidence sur le centre de roulis.

En tant qu'interface avec le sous-système *Matériel roulant - wagons de fret*, le sous-système *Infrastructure* doit impérativement être conforme aux caractéristiques précitées.

2.9. Charge statique par essieu, charge dynamique de roue et charge linéaire

2.9.1. Description du paramètre

Lorsqu'un train circule sur une voie ferrée, les rails subissent des contraintes de charge inévitables. De telles contraintes, à la fois statiques et dynamiques, sont transmises à la voie par les organes de roulement. Voie et matériel roulant doivent donc être conçus de manière à garantir que ces contraintes n'excèdent pas les limites de sécurité de la ligne.

La capacité de la voie de résister au passage des véhicules dépend de la conception et de l'entretien de l'assiette de la voie et des structures. La charge par essieu et l'entraxe des essieux des véhicules définit la contrainte verticale, quasi-statique subie par la voie.

La charge à l'essieu du matériel roulant ne peut dépasser la limite de charge à l'essieu la plus basse des lignes (à la vitesse maximale autorisée pour le matériel roulant en question) sur lesquelles on envisage son exploitation. La future STI Infrastructure

énoncera les exigences relatives aux lignes du réseau ferré transeuropéen conventionnel.

2.9.2. Caractéristiques à respecter

La charge à l'essieu et l'entraxe des essieux des véhicules définit la contrainte verticale, quasi-statique subie par la voie.
Les limites de charge des wagons sont établies en fonction de leur géométrie, de leur poids à l'essieu et de leur poids par unité de longueur linéaire.
Elles doivent répondre aux exigences de la classification des lignes ou tronçons de lignes (catégories A, B1, B2, C2, C3, C4, D2, D3, D4) comme définies dans le tableau ci-dessous.
Il est prévu de doter graduellement le réseau ferré européen de lignes pouvant supporter des charges à l'essieu supérieures à 22,5 tonnes, en réponse aux demandes des exploitants ferroviaires et des gestionnaires d'infrastructures. Pour les charges à l'essieu supérieures à 22,5 tonnes, les règles nationales demeurent applicables aux lignes adaptées à de telles charges à l'essieu.

Classification	Poids à l'essieu = P						
	A	B	C	D	E	F	G
Poids par unité de longueur = p	16 t	18 t	20 t	22,5 t	25 t	27,5 t	30 t
1 5,0 t/m	A	B1					
2 6,4 t/m		B2	C2	D2			
3 7,2 t/m			C3	D3			
4 8,0 t/m			C4	D4	E4		
5 8,8 t/m					E5		
6 10 t/m							

p = Poids par unité de longueur: somme du poids du wagon et du poids de la charge, divisée par la longueur du wagon en mètres (tampons en pleine extension compris).

P = Poids à l'essieu

L'affectation d'une ligne à une catégorie donnée se fait sur la base d'un train composé de wagons dotés de deux bogies à double essieu (cf. tableau D.1 de l'annexe D).

Une ligne ou un tronçon de ligne est affecté à l'une de ces catégories lorsqu'il est en mesure de supporter un nombre illimité de wagons présentant les caractéristiques de poids figurant dans le tableau ci-dessus.

NOTE: les charges à l'essieu de 20 t peuvent être dépassées de 0,5 t au maximum sur les lignes de catégorie C dans le cas:

- de wagons longs à deux essieux dont le LOB est supérieur à 14,10 m et inférieur à 15,50 m, de manière à amener leur charge utile à 25 t;
- de wagons conçus pour une charge à l'essieu de 22,5 t, afin de compenser le poids à vide supérieur découlant de leur adaptation à de telles charges à l'essieu.

Dans la pratique, la charge par roue ne peut dépasser 11,1 t.

La classification effectuée sur la base du poids maximum à l'essieu (P) est exprimée en lettres majuscules (A, B, C, D, E, F, G), et la classification effectuée sur la base du poids maximum par unité de longueur (p) est exprimée en chiffres arabes (1, 2, 3, 4, 5, 6), catégorie A exceptée.

La correspondance entre les catégories de lignes et la capacité de prise en charge des wagons sera spécifiée dans la STI appropriée.

2.10. Protection électrique du train

2.10.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental porte sur la coupure de l'alimentation électrique en cas de court-circuit. La résistance électrique entre toutes les pièces métalliques du matériel roulant et le rail doit être suffisamment basse pour que l'augmentation de l'intensité due à un court-circuit provoque le déclenchement du disjoncteur de ligne (par exemple si la caténaire tombe sur un wagon).

Les chemins de retour de courant et la mise à la masse (câble de mise à la terre) du véhicule doivent pouvoir résister à l'intensité maximale produite par le court-circuit jusqu'à la coupure de l'alimentation électrique par le disjoncteur de ligne (sous-station), sans dommages tant pour les chemins électriques que pour les éléments du véhicule.

2.10.2. Caractéristiques à respecter

2.10.2.1. Généralités

Toutes les parties métalliques d'un wagon de fret susceptibles d'entrer en contact avec des tensions électriques excessives ou susceptibles de provoquer des accidents par des charges électriques de toutes origines doivent être maintenues à la même tension que le rail.

2.10.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système

<u>Mise à la masse d'un wagon de fret</u>
Pour les wagons de fret, la résistance électrique entre les parties métalliques et le rail ne peut dépasser 0,15 ohm.

Ces valeurs sont mesurées à l'aide d'un courant continu de 50 A.

Si les matériaux du wagon présentent une conductibilité insuffisante pour permettre d'atteindre les valeurs ci-dessus, il convient alors d'équiper le véhicule des connexions de mise à la masse suivantes:

- la caisse doit être connectée au châssis en au moins deux points différents;

- le châssis doit être connecté à chaque bogie en au moins un point.

Chaque bogie doit être mis à la masse efficacement à l'aide d'au moins une boîte d'essieu.
En l'absence de bogies, aucune connexion de mise à la masse n'est nécessaire.

Chaque connexion de mise à la masse doit être réalisée en un matériau flexible et résistant à la corrosion ou protégé de cette dernière, et présenter une section minimale qui sera fonction des matériaux utilisés (la section de référence est de 35 mm^2 pour le cuivre).

Il convient de définir des conditions particulièrement strictes pour l'élimination des risques dans le cas de véhicules spéciaux tels que, par exemple, des véhicules à ciel ouvert servant au transport de voitures occupées par leurs passagers, ou des véhicules servant au transport de marchandises dangereuses (directive 96/49/CE et son annexe RID en vigueur).

Mise à la masse de l'appareillage électrique d'un wagon de fret
Lorsqu'un wagon de fret est équipé d'une installation électrique, toute pièce métallique de l'appareillage électrique susceptible d'entrer en contact avec des personnes doit être mise efficacement à la masse si la tension normale à laquelle elles sont susceptibles d'être exposées est supérieure à:

- 50 V CC;
- 24 V CA;
- 24 V entre phases lorsque le neutre n'est pas mis à la masse;
- 42 V entre phases lorsque le neutre est mis à la masse.

La section du câble de mise à la masse est fonction de l'intensité de courant dans l'installation électrique, mais doit être suffisamment importante pour garantir un fonctionnement fiable des dispositifs de protection en cas de panne.

Toute antenne montée à l'extérieur du wagon de fret doit être entièrement protégée de la tension de la caténaire ou du troisième rail, le système devant constituer une entité électrique unique mise à la masse en un point unique. Dans le cas contraire, une telle antenne doit être isolée.

La résistance électrique de chaque essieu mesurée entre la table de roulement des deux roues ne peut dépasser 0,01 ohm pour des essieux neufs ou remis en état avec des composants neufs.

Ces mesures de résistance doivent être effectuées à l'aide d'une tension de 1,8 à 2,0 V.

2.11. Comportement dynamique du véhicule (interaction roue-rail)

2.11.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental définit les critères limites auxquels doit répondre un véhicule de manière à circuler en toute sécurité. Il comprend les caractéristiques limites de la voie par rapport auxquelles la conformité doit être évaluée.

Il présente aussi des méthodes de validation admissibles comprenant l'analyse, les essais en laboratoire et les essais sur site.

2.11.2. Caractéristiques à respecter

2.11.2.1. Généralités

Le comportement dynamique d'un véhicule a une incidence considérable sur la sécurité (prévention du déraillement) et la stabilité en mouvement. Il est fonction des facteurs suivants:

- vitesse maximale
- caractéristiques statiques de la voie (alignement, écartement des voies, dévers, inclinaison du rail, irrégularités ponctuelles et périodiques de la voie)
- caractéristiques dynamiques de la voie (rigidité horizontale et verticale, amortissement de la voie)
- paramètres de contact roue/rail (profil de roue et de rail, écartement des voies)
- défauts de roue (méplats, ovalisation)
- poids et inertie de la caisse, des bogies et des essieux
- caractéristiques de la suspension du véhicule
- répartition de la charge utile.

Afin de garantir sécurité et stabilité, il faut évaluer le comportement dynamique en effectuant des mesures dans diverses conditions d'exploitation ou des comparaisons avec des modèles éprouvés (simulation / calcul, etc.).
Le matériel roulant doit présenter des caractéristiques qui permettent une circulation stable dans la plage de vitesses autorisées.

2.11.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système

<u>*Prévention du déraillement et stabilité en exploitation*</u>

Afin d'assurer prévention du déraillement et stabilité en exploitation, il est nécessaire de limiter les forces, ou efforts, s'exerçant entre roues et rail. Il s'agit des efforts transversaux Y et des efforts verticaux Q.

- **Effort transversal Y**

  Afin d'éviter des déplacements de la voie, le matériel roulant interopérable doit être conforme aux critères de Prud'homme relatif à l'effort transversal maximum

  $$(\Sigma Y)_{lim} \text{ ou } (H_{2m})_{lim}$$

  ((H_{2m}) est la valeur moyenne flottante de l'effort transversal dans un essieu mesuré sur 2 m)

Cette valeur sera fournie dans la STI Infrastructure ; entre-temps les règles nationales sont d'application.
En courbe, la limite de l'effort transversal quasi-statique sur la roue extérieure est

$$Y_{qst,lim}$$

Cette valeur sera fournie dans la STI Infrastructure ; entre-temps les règles nationales sont d'application.

- **Efforts Y/Q**

  Pour limiter les risques de voir les roues sortir du rail, le quotient de l'effort transversal Y et de la charge verticale Q d'une roue ne doit pas dépasser

  $(Y/Q)_{lim} = 0{,}8$ pour les grandes courbes $R \geq 250$ m
  $(Y/Q)_{lim} = 1{,}2$ pour les petites courbes $R < 250$ m

- **Effort vertical**

  L'effort dynamique vertical maximum s'exerçant sur le rail est

  $$Q_{max}$$

  Cette valeur sera fournie dans la STI Infrastructure ; entre-temps les règles nationales sont d'application.
  En courbe, la limite de l'effort vertical quasi-statique sur la roue extérieure est

  $$Q_{qst,lim}$$

  Cette valeur sera fournie dans la STI Infrastructure ; entre-temps les règles nationales sont d'application.

Prévention du déraillement en exploitation sur voies déformées

Un wagon peut rouler sur une voie déformée si le ratio (Y/Q) ne dépasse pas la limite énoncée ci-dessus dans une courbe de rayon R = 150 m et pour une voie déformée donnée:

Pour un empattement de $1{,}3 \text{ m} \leq 2a^* \leq 20$ m

$g_{lim} = 20/2a^* + 3$
$g_{lim} \leq 7‰$

Dans le cas d'un empattement de $2a^* > 20$ m, la valeur limite $g_{lim} = 3‰$.

L'empattement 2a* représente l'entraxe de wagons à deux essieux ou la distance entre les centres de pivotement d'un wagon à bogies.

Règles de maintenance

Les éléments ci-dessous essentiels pour la sécurité et la stabilité en exploitation doivent être maintenus en fonction du programme de maintenance:

- la suspension,
- les points de contact caisse-bogies,
- le profil de la table de roulement.

Les dimensions maximales et minimales des essieux et des roues pour l'écartement standard seront fournies dans la STI Wagons de fret.

2.12. Efforts de compression longitudinale

2.12.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit l'effort de compression longitudinale maximal pouvant être appliqué à un wagon de fret interopérable ou à chaque véhicule d'une rame interopérable au freinage ou pendant une marche en pousse, sans risque de déraillement.

2.12.2. Caractéristiques à respecter

2.12.2.1. Généralités

Un wagon subissant des efforts de compression longitudinale doit continuer à rouler en toute sécurité. Afin d'assurer la prévention du déraillement, le wagon ou groupe de wagons doit faire l'objet d'essais et de calculs, ou d'une comparaison avec les caractéristiques de wagons homologués (certifiés).
L'effort longitudinal pouvant être appliqué à un véhicule sans le faire dérailler doit être supérieur à une valeur seuil qui est fonction de la conception du véhicule (deux essieux, wagon à bogies, véhicules en attelage spécial, *Combirail*, *Road- Railer*™, etc.), lequel doit être doté d'un attelage UIC, d'un attelage central homologué ou d'attelages à tiges ou attelages courts homologués.
Les conditions d'homologation des wagons, wagons en attelage spécial et groupes de wagons attelés figurent ci-dessous.
Les facteurs déterminant l'effort de compression longitudinale maximal qu'un wagon est en mesure de supporter sans déraillement comprennent:

- insuffisance de dévers;
- système de freinage du train et du wagon;
- organes de traction et tampons du wagon ou des groupes de wagons en attelage spécial;
- caractéristiques de conception du wagon
- caractéristiques de la ligne;
- conduite du train - tout particulièrement freinage;
- paramètres du contact roue/rail (profil de la roue et du rail, écartement des voies);
- répartition de la charge de chaque wagon de fret.

L'effort de compression longitudinale a une incidence importante sur la prévention du déraillement d'un véhicule. Des mesures en différentes conditions d'exploitation ont donc été effectuées afin de déterminer les limites admissibles de l'effort de compression longitudinale pouvant être appliqué à un véhicule sans risque de déraillement. L'expérience acquise sur différents types de wagons a résulté en différentes méthodes d'homologation, en fonction de facteurs tels que le poids à vide, la longueur, l'empattement, le porte-à-faux, la distance entre pivots, etc. Pour ne pas avoir à subir de tests, les wagons doivent présenter des caractéristiques correspondant à celles de wagons déjà homologués, ou être construits conformément à des

caractéristiques de conception homologués et dotés de composants homologués, tels que des bogies certifiés.

2.12.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système

Le sous-système doit pouvoir résister aux efforts de compression longitudinale s'exerçant au niveau du train sans dérailler ni endommager le véhicule. En particulier, les facteurs déterminant sont les suivants:

- efforts transversaux roue/rail -Y-
- efforts verticaux -Q-
- efforts transversaux sur boîtes d'essieux -H_{ij}-
- efforts de freinage (dus au contact roue/rail, au freinage dynamique et aux différents groupes de freinage des wagons et du train)
- efforts de tamponnement diagonal et vertical
- efforts d'attelage ±Z
- amortissement des tampons et efforts d'attelage
- serrage excessif de l'attelage
- serrage insuffisant de l'attelage
- secousses résultant des mouvements longitudinaux des véhicules et d'un serrage insuffisant de l'attelage
- soulèvement des roues
- flexion du guide d'essieu

De nombreux facteurs influent sur les efforts de compression longitudinale. Ces différents facteurs sont indiqués dans les documents relatifs à la construction et aux conditions d'exploitation des wagons déterminant leur homologation pour exploitation normale sur différentes lignes et en diverses conditions.
Pour faire homologuer un wagon tous services sur le réseau ferré européen, il est nécessaire d'apporter la preuve, par des essais sur piste spéciale ainsi qu'au sein de trains circulant sur diverses lignes, que ce wagon peut supporter un effort longitudinal minimum sans dérailler. La définition est la suivante:
Les wagons de fret dotés d'attelages à vis et de tampons latéraux, ainsi que les attelages de wagons de fret dotés d'attelages à vis et de tampons latéraux à leurs extrémités ainsi que d'attelages à tige ou attelages courts entre chaque wagon doivent pouvoir supporter, quel que soit leur type, un effort longitudinal minimum mesuré dans les conditions de l'essai de référence de:

- 200 kN dans le cas de wagons de fret à deux essieux avec attelage UIC;
- 240 kN dans le cas de wagons de fret à bogies à deux essieux avec attelage UIC;
- 500 kN dans le cas de wagons de fret sans tampons dotés de tous types d'attelages centraux à tige.

En ce qui concerne les autres systèmes d'attelage, les valeurs limites n'ont pas encore été définies.

2.12.2.3. Règles de maintenance

S'il est nécessaire de lubrifier les plateaux de tampons pour garantir le coefficient de frottement requis, le programme de maintenance doit inclure les dispositions assurant le maintien du coefficient de frottement à ce niveau.

2.13. Performances de freinage

2.13.1. Description du paramètre

On appelle *performances de freinage* d'un train ou d'un véhicule le résultat d'un processus visant à ralentir le train dans des limites prédéfinies. Cela comprend tous les facteurs servant à la conversion et à la dissipation de l'énergie, y compris la résistance à l'avancement. Les performances de chaque véhicule sont définies de manière à pouvoir déduire de manière opérationnelle les performances de freinage globales du train.

Les performances de freinage d'un véhicule donné doivent être déterminées pour

- le freinage de secours,
- le freinage de service.

Les performances de freinage sont complètement définies par:

- la courbe de décélération (décélération = f(vitesse) ; décélération moyenne au minimum);
- le retard (le retard de transmission couvre le temps de propagation du signal et un ratio application-temps);
- la décélération minimale en n'importe quel point en cours de freinage (par exemple pour compenser des effets de pente);
- la différence entre freinage d'urgence et freinage de service.

2.13.2. Caractéristiques à respecter

2.13.2.1. Généralités

Le but du système de freinage d'un train est de pouvoir le ralentir ou l'immobiliser dans la limite de la distance de freinage maximale admissible. Les principaux facteurs influant le processus de freinage sont la puissance de freinage, la vitesse, la distance de freinage pouvant être autorisée, l'adhérence et la déclivité de la voie.

Les performances de freinage d'un train ou d'un véhicule sont fonction de la puissance de freinage disponible pour ralentir le train dans des limites prédéfinies, ainsi que de tous les facteurs servant à la conversion et à la dissipation de l'énergie, y compris la résistance à l'avancement. Les performances d'un véhicule donné sont définies de manière à pouvoir déduire de manière opérationnelle les performances de freinage globales du train.

Les véhicules doivent être équipés d'un système de freinage automatique continu.

On appelle frein continu un système permettant la transmission des signaux et de l'énergie entre les véhicules adjacents d'un train.

Un frein continu est automatique s'il agit immédiatement sur l'ensemble du train suite à toute coupure involontaire de la ligne de commande du train (canalisation de frein, etc.).
Lorsqu'il n'est pas possible de déterminer l'état du système de freinage, un indicateur d'état doit être prévu de part et d'autre du véhicule.

Le système de stockage de l'énergie de freinage (réservoirs d'alimentation d'un système de freinage pneumatique indirect, air des canalisations de freinage, etc.) ainsi que l'énergie de freinage utilisée pour réaliser la force de freinage (air des cylindres de frein d'un système de freinage pneumatique indirect, etc.) doivent servir exclusivement aux fins du freinage.

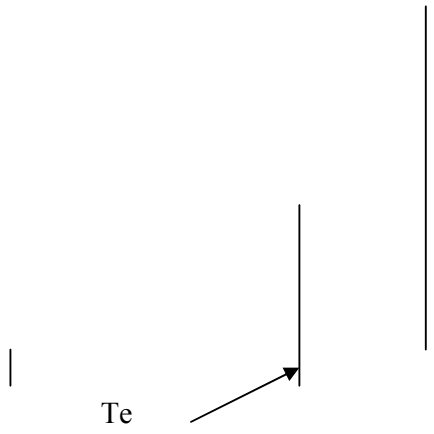
2.13.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques des performances de freinage

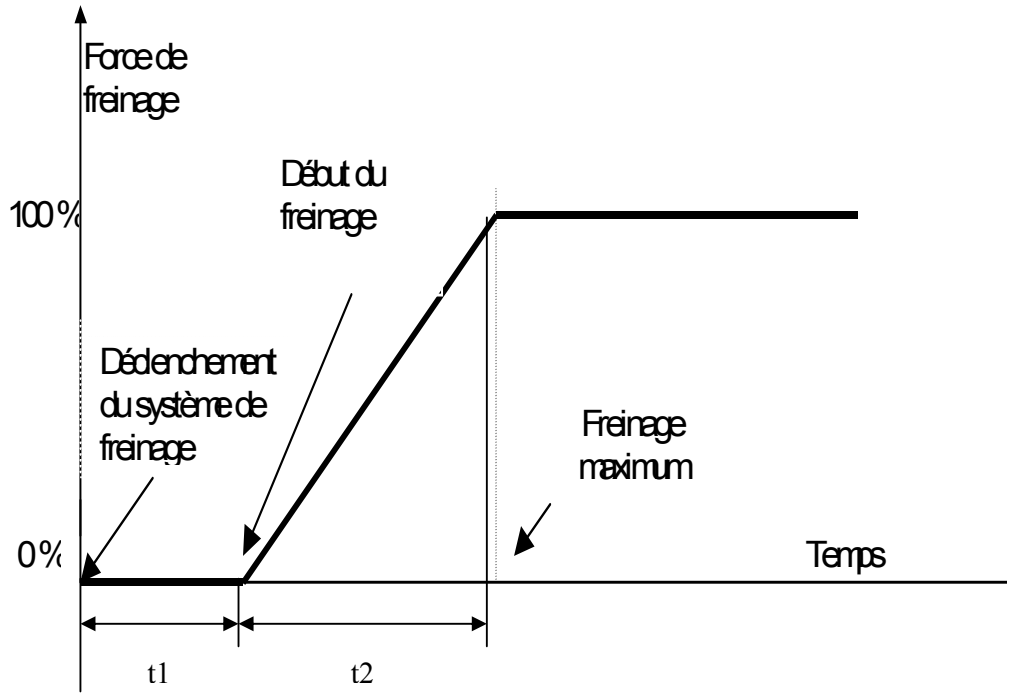
Ligne de commande du train
La vitesse minimale de propagation du signal doit être de 250 m/s.

Éléments de performances de freinage
Les performances de freinage doivent prendre en compte le temps moyen d'application, la décélération instantanée, le poids et la vitesse initiale. Elles doivent être déterminées par les profils de décélération et par le pourcentage de poids freiné et/ou la force de freinage.

Profil de décélération
Le profil de décélération décrit la décélération instantanée prévue du véhicule (au niveau du véhicule unique) ou du train (au niveau du train complet) en conditions normales. Le profil de décélération du train doit être calculé sur la base de tous les profils de décélération des véhicules composant le train. Le profil de décélération comprend les effets:

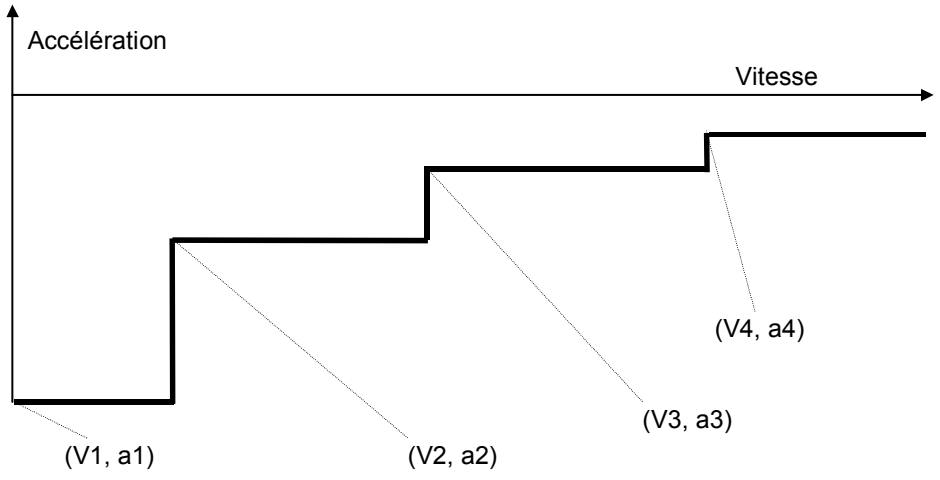
a) du temps de réponse entre la demande de freinage et le moment où le système atteint le freinage maximum.





Te est le temps de montée équivalent et se définit comme suit:
Te = t1 + (t2 / 2)
Dans le cas d'un système pneumatique, la fin de t2 correspond à 95% de la pression présente dans le cylindre de frein.

b) de la fonction correspondante (***décélération = F(vitesse)***), définie comme une succession de segments à décélération constante.



Note: « a » est la décélération instantanée et V la vitesse instantanée

Pourcentage de poids des freins
Le pourcentage de poids des freins (lambda) est égal à la somme du poids des freins de chaque véhicule divisée par la somme du poids de chaque véhicule.

La méthode de calcul du pourcentage de poids des freins doit être applicable au même titre que la méthode des profils de décélération. En d'autres termes, les deux méthodes sont obligatoires et le fabricant est tenu de fournir les valeurs correspondantes qui doivent être consignées au Registre du matériel roulant.

La puissance de freinage d'un véhicule donné doit être déterminée en freinage d'urgence pour chaque mode de freinage (G, P, R, P + Ep, etc.) dont dispose le véhicule, ainsi qu'en différentes conditions de charge, y compris - et au minimum - à vide et à pleine charge.

Mode de freinage G
Mode de freinage pour trains de fret avec des temps d'application et de relâchement des freins prédéfinis.

Mode de freinage P
Mode de freinage pour trains de passagers et trains de fret avec des temps d'application et de relâchement des freins prédéfinis et un pourcentage de poids des freins prédéfini.

Mode de freinage R
Mode de freinage pour trains de passagers et trains rapides de fret avec des temps d'application et de relâchement des freins prédéfinis (comme pour le mode de freinage P) et un pourcentage de poids des freins prédéfini.

Frein Ep (frein électropneumatique indirect)
Assistance au frein à air indirect utilisant une commande électrique au niveau du train et des vannes électropneumatiques au niveau du véhicule et entrant donc en opération de manière plus rapide et avec moins de secousses que les freins pneumatiques classiques.

Freinage d'urgence
Le freinage d'urgence est une commande de freinage visant à immobiliser le train afin d'assurer le niveau de sécurité spécifié sans endommager le système de freinage.

Les performances de freinage minimales pour les modes G et P sont énoncées au tableau suivant:

Mode de freinage	Te (s) (plage)	Vitesse limitée à 100 km/h		Vitesse limitée à 120 km/h	
P		Distance de freinage lambda	Décélération moyenne minimale	Distance de freinage lambda	Décélération moyenne minimale
Cas A: train à vide	1,5 – 3	100 % 480 m	0,91	100 % 700 m	0,88
Cas B: Freinage uniquement sur roues chargées à 18 t par	1,5 – 3			100 % 700 m	0,88

essieu					
Cas C: Freinage uniquement sur roues chargées à 20 t par essieu	1,5 – 3			90 % 765 m	0,80
Cas D: train à pleine charge (autres cas)	1,5 – 3	65 % 700 m	0,6	100 % 700 m pour des freins à disque [1]	0,88
G	9 – 15	Pas d'évaluation distincte de la puissance de freinage des wagons en mode G. Le poids freiné d'un wagon en mode G doit être égal au poids freiné en mode P.		Sans objet	

Te: temps de montée équivalent et moitié du temps de réponse du véhicule pour les wagons de fret à canalisation unique.

Ce tableau repose sur une vitesse de référence de 100 km/h et une charge à l'essieu de 22,5 t et sur une vitesse de référence de 120 km/h et une charge à l'essieu de 20 t. Des charges à l'essieu supérieures sont acceptables dans des conditions d'exploitation spécifiques. La charge à l'essieu maximale admissible doit être en conformité avec les exigences de l'infrastructure.

En modes de freinage P et G, la valeur lambda ne doit pas dépasser 130 % en l'absence de système antipatinage des roues (SAP) (très important pour les parcours à vide).

2.13.2.3. Éléments mécaniques

Un dispositif assurant automatiquement le maintien de l'espace libre entre les pièces de frottement est obligatoire.

2.13.2.4. Stockage de l'énergie

Le stockage de l'énergie doit être suffisant pour obtenir, quelle que soit la charge du véhicule, la puissance maximale de freinage en freinage d'urgence à vitesse maximum sans aucun autre apport d'énergie (par exemple, dans le cas d'un système de freinage à air comprimé indirect: canalisation de freinage uniquement, sans apport à partir de la canalisation du réservoir principal). Si le véhicule est doté d'un système SAP, la condition ci-dessus s'applique avec le SAP en fonctionnement (consommation d'air du SAP).

2.13.2.5. Performances

[1] 80% pour les wagons équipés uniquement de freins à sabot; dans ce cas, la charge est limitée à 18 t.

Le système de freinage doit être conçu de manière à permettre au véhicule d'emprunter toutes les lignes existantes de l'ensemble du réseau ferré transeuropéen conventionnel.

Le système de freinage doit pouvoir immobiliser le véhicule à pleine charge ou maintenir une certaine vitesse sans dégâts thermiques ou mécaniques dans les conditions suivantes :

1. Deux freinages d'urgence successifs à vitesse maximum sur voie droite et horizontale, avec vent minimal et rail sec.

2. Maintien d'une vitesse de 80 km/h sur une pente à 21 ‰ de déclivité moyenne et de 46 km de longueur (la descente de référence est la descente sud de la ligne du Saint-Gothard entre Airolo et Biasca).

2.13.2.6. Système antipatinage (SAP)

Le système antipatinage (SAP) est conçu pour utiliser au mieux l'adhérence par une application intermittente de la force de freinage de manière à éviter tout blocage des essieux et un patinage incontrôlé des roues, ce qui permet d'optimiser la distance d'arrêt. Le SAP ne doit pas altérer les caractéristiques fonctionnelles des freins. L'équipement pneumatique du véhicule doit être dimensionné de manière à ce que la consommation en air du SAP ne réduise pas les performances du système de freinage pneumatique. Le SAP ne doit avoir aucune incidence négative sur les éléments constitutifs du véhicule (organes de freinage, table de roulement, boîtes d'essieux, etc.).

Les wagons présentant les caractéristiques ci-dessous doivent obligatoirement être équipés d'un SAP.

a)
Wagons équipés de sabots de frein en fonte ou matériau fritté dont l'utilisation moyenne maximale de l'adhérence (δ) est supérieure à 15 % à partir d'une vitesse de 120 km/h (valeur lambda ≥ 160 %). L'utilisation moyenne maximale de l'adhérence s'obtient en calculant l'adhérence moyenne maximale (δ) à partir des distances de freinage tirées de la gamme de poids possibles du véhicule. Il y a donc un rapport direct entre δ et les distances de freinage mesurées nécessaires pour déterminer les performances de freinage (δ = f(V, Te, distance d'arrêt)).

b)
Wagons équipés uniquement de freins à disques ou de sabots en composite, pour lesquels l'utilisation maximale de l'adhérence (cf. ci-dessus) est supérieure à 11 % à une vitesse de 120 km/h (valeur lambda ≥ 125 %).

c)
Wagons avec une vitesse d'exploitation maximale ≥ 160 km/h.

2.13.2.7. Alimentation en air

Les wagons de fret doivent être conçus de manière à accepter une alimentation en air comprimé conforme au moins à la catégorie 4.4.5 comme défini dans la norme ISO 8573-1.

2.13.2.8. Frein de stationnement

Un frein de stationnement est un frein servant à maintenir immobilisé, dans des conditions spécifiées, un matériel roulant en stationnement compte tenu du lieu, du vent, de la pente et de l'état du matériel roulant, jusqu'à son desserrage intentionnel.

Il n'est pas obligatoire d'équiper tous les wagons d'un frein de stationnement. Les règles d'exploitation qui tiennent compte de ce que tous les wagons d'un même train ne sont pas équipés de tel frein sont énoncées dans la STI *Exploitation et gestion du trafic* (règles de compositions d'un train et autres moyens d'immobiliser le train, etc.).

Tout wagon doté d'un frein de stationnement doit se conformer aux exigences suivantes.

La source d'énergie alimentant le frein de stationnement doit être différente de celle du frein de service automatique et du frein de secours.

Le frein de stationnement doit agir sur au moins la moitié des essieux, et au minimum sur 2 essieux par wagon.

Lorsqu'il n'est pas possible de voir l'état du frein de stationnement, un indicateur d'état doit être prévu de part et d'autre du véhicule, à l'extérieur.

Le frein de stationnement du wagon doit être accessible et utilisable à partir du sol ou sur le véhicule. Il peut être actionné par le biais de poignées ou de volants, mais seuls des volants sont autorisés pour les freins commandés à partir du sol. Les freins de stationnement accessible à partir du sol doivent se trouver de chaque côté du véhicule. Le serrage des freins doit se faire en tournant les poignées ou les volants dans le sens des aiguilles d'une montre.

Si la commande du frein de stationnement est installée dans le véhicule, elle doit être accessible à partir des deux côtés de celui-ci. Si le frein de stationnement peut être appliqué en renfort d'autres systèmes de freinage, en mouvement comme à l'arrêt, l'équipement du véhicule doit pouvoir supporter les contraintes ainsi créées, et ce pendant toute la durée de vie du véhicule.

Le véhicule étant à l'arrêt, il doit être possible de desserrer le frein de stationnement manuellement en cas d'urgence.

Le frein de stationnement doit être conforme aux dispositions du tableau ci-dessous.

Wagon non décrit ci-dessous.	Au moins 20 % du parc avec le frein de stationnement commandé du wagon (plate-forme ou passerelle) ou du sol,

	réparti sur le plus grand nombre possible de types de wagons.
Wagons construits spécialement pour le transport des chargements énumérés ci-dessous et/ou conformément à la directive 96/49/CE (RID): bétail, chargements fragiles, gaz comprimés ou liquéfiés, matériaux dégageant des gaz inflammables avec combustion en cas de contact avec de l'eau, acides, liquides corrosifs ou combustibles, matériau à combustion spontanée, prenant feu ou explosant aisément.	Un par wagon, commandé du wagon (plate-forme ou passerelle)
Wagons dont l'équipement doit être traité avec précautions: wagons-jarres ou foudres, citernes en aluminium, citernes revêtues d'ébonite ou d'émail, wagons-grues (et/ou conformément à la directive 96/49/CE (RID))	Un par wagon, commandé du wagon (plate-forme ou passerelle)
Wagons dotés d'une superstructure conçue spécialement pour le transport de véhicules routiers, y compris wagons à plusieurs niveaux servant au transport de véhicules automobiles.	Un par wagon, commandé du wagon (plate-forme ou passerelle); pour 20 % de ces véhicules, le frein de stationnement doit également pouvoir être commandé à partir de la plate-forme du wagon.
Wagons servant au transport d'éléments interchangeables (swap bodies) pour transbordement horizontal.	Un par wagon, commandé à partir du sol
Wagons composés de plusieurs véhicules en attelage permanent	Au moins deux essieux (par wagon)

Le frein de stationnement doit être conçu de manière à pouvoir immobiliser les wagons à pleine charge sur une pente à 4,0 %, avec adhérence maximale de 0,15 en l'absence de vent.

2.14. Capacité de transmission d'information entre sol et véhicule

2.14.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental énonce les capacités minimums obligatoires de transmission de données entre le véhicule et le sol. Ces capacités peuvent aller de la simple identification du véhicule (par ex. numéro du wagon) à des processus complexes d'échange de données (suivi des chargements, gestion du parc, etc.).

2.14.2. Caractéristiques à respecter

2.14.2.1. Généralités

La pose de plaques d'identification n'est pas obligatoire. Si un wagon est doté de dispositifs d'identification radio (plaque RFID), la spécification suivante doit être respectée.

2.14.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système

Deux plaques d'identification « passives » doivent être apposées sur le wagon (une de chaque côté) dans les zones indiquées à la figure 2 ci-dessous, de manière à permettre la lecture du numéro unique d'identification du wagon par un appareil monté le long de la voie (le *lecteur de plaque d'identification*).

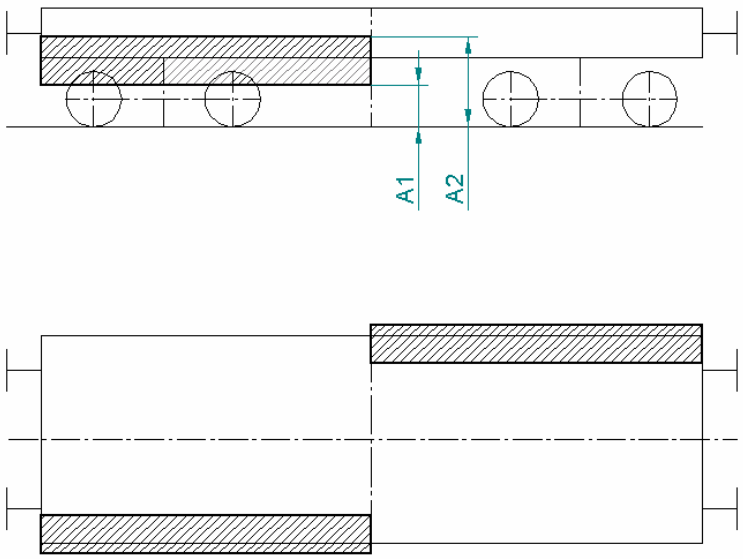


Figure 2 : Position de la plaque sur le wagon.

Tout lecteur de plaque d'identification doit être capable de décoder des plaques d'identification défilant à une vitesse maximale de 30 km/h et de transmettre l'information après décodage à un système de transmission de données au sol.
Les contraintes d'installation types se trouvent à la figure 3 ci-dessous, qui représente la position du lecteur sous forme d'un cône.

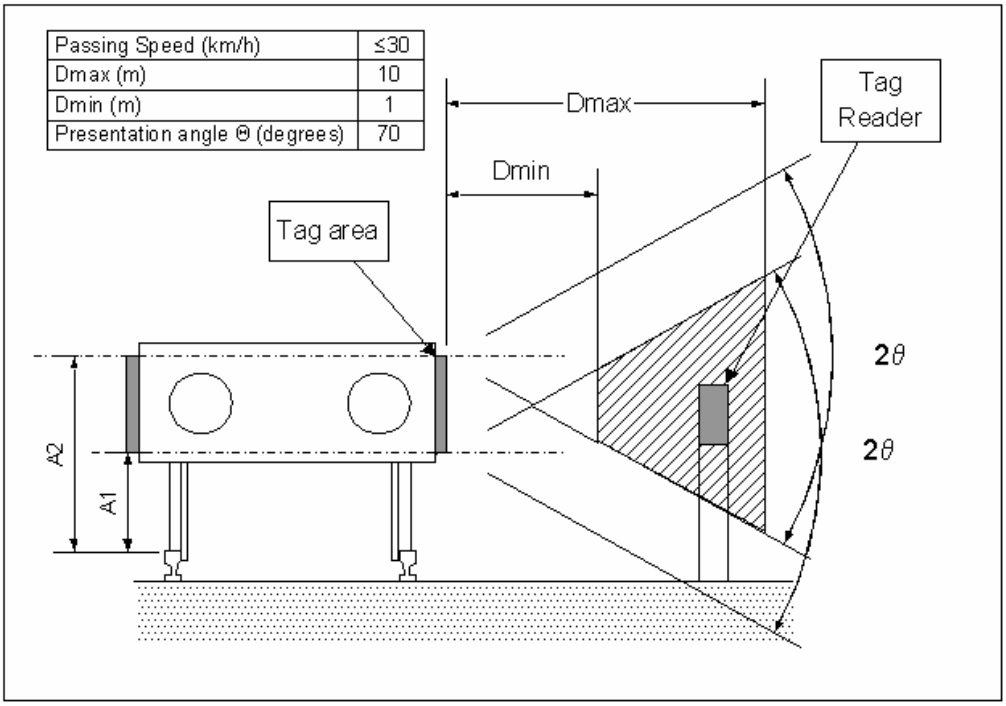


Figure 3: Contraintes d'installation du lecteur de plaque

Les interactions physiques entre lecteur et plaque d'identification, les protocoles et les commandes, et les modes d'arbitrage en cas doublons doivent être conformes à la norme ISO18000-6 type A.
Tout lecteur de plaque d'identification doit être positionné aux points d'entrée et de sortie des sites où la configuration des trains est susceptible de changer.
Le lecteur de plaque d'identification doit au minimum communiquer les données suivantes à l'interface de tout système de transmission:

- identification du lecteur de plaque, qui doit différer de celle de tous les autres lecteurs installés sur le même site, de manière à identifier avec certitude la voie faisant l'objet du contrôle;
- numéro d'identification unique de chaque wagon passant sur cette voie;
- heure et date de passage de chacun de ces wagons.

Les données d'heure et de date doivent être suffisamment précises pour permettre à un système de traitement de reconstituer ultérieurement la composition du train.

2.14.2.3. Règles de maintenance

Inspections à effectuer en fonction du programme de maintenance:

- présence des plaques d'identification,
- réponse correcte,
- règles à respecter pour éviter toute détérioration des plaques d'identification en cours de maintenance.

2.15. Conditions environnementales d'exploitation du matériel roulant (plage de fonctionnement des composants)

2.15.1. Description du paramètre

Ce paramètre définit la plage de fonctionnement des composants du matériel roulant. Il peut être exprimé sous forme de plages de température, etc., ce qui laisse toute latitude à l'exploitant ou au constructeur de concevoir un véhicule adapté à l'ensemble des conditions du réseau européen, comme c'est le cas pour l'industrie automobile, ou au contraire destiné à une utilisation restrictive.

Les différentes conditions environnementales des lignes sont définies dans le « Registre de l'infrastructure ».

2.15.2. Caractéristiques à respecter

2.15.2.1. Généralités

Le matériel roulant, ainsi que les équipements embarqués, doivent pouvoir fonctionner normalement dans les conditions et zones climatiques pour lesquelles ils sont conçus et dans lesquelles ils sont censés être exploités.
Les conditions environnementales sont exprimées sous forme de plages de température, etc., ce qui laisse toute latitude à l'exploitant d'acquérir un véhicule adapté à l'ensemble des conditions du réseau européen, ou au contraire destiné à une utilisation restrictive.
Le « Registre de l'infrastructure » doit définir les plages de conditions environnementales susceptibles de caractériser les diverses lignes. Ces plages contribueront en outre à l'application des règles d'exploitation.
Les limites des plages définies correspondent à des niveaux dont la probabilité de dépassement est faible. Toutes les valeurs définies sont des maxima ou des valeurs limites. Ces valeurs peuvent être atteintes occasionnellement, mais jamais de manière permanente. Selon les situations, la fréquence peut varier selon la période.

2.15.2.2. Caractéristiques fonctionnelles et techniques du sous-système

<u>Altitude</u>
Les wagons doivent se comporter comme spécifié à toute altitude jusqu'à 2 000 m.

<u>Température</u>

Plage	Niveau de température - conception
T_{RIV}	Sous-systèmes et composants ont des caractéristiques différentes du point de vue de la température. Se reporter à la STI appropriée.
	Plage de température de l'air à l'extérieur du véhicule [° C]:
Tn	-40 à +35
Ts	-25 à +45

La plage T_{RIV} est identique au niveau de température prévu pour tous les wagons interopérable conçus avant la mise en œuvre de la STI correspondante. Le niveau de conception de la plage T_{RIV} sera énoncé dans la STI correspondante.

Tous les wagons de fret destinés au trafic international doivent être conformes à la plage de températures T_{RIV} au minimum.

Outre la plage niveau de conception T_{RIV}, les plages de température extérieure Ts et Tn ont été définies.

Tout wagon T_{RIV} peut être exploité:

- de manière permanente sur les lignes Ts;
- de manière permanente sur les lignes Tn durant la période de l'année où la température reste supérieure à -25°C.
- de manière intermittente sur les lignes Tn durant la période de l'année où la température peut tomber en deçà de -25°C.

N.B.: Il revient à l'acheteur du wagon de choisir la plage de températures additionnelle du wagon en fonction de l'utilisation envisagée (Tn, Ts, Tn + Ts, ou simplement $\mathbf{T_{RIV}}$).

<u>Humidité</u>
Les niveaux d'humidité extérieure suivants doivent être pris en compte.
Degré hygrométrique annuel moyen: ≤ 75 %
Pendant un période continue de 30 jours: degré hygrométrique situé entre 75 % et 95 %;
Les autres jours de l'année, de manière occasionnelle: degré hygrométrique situé entre 95 % et 100 %;
Humidité absolue maximale: 30 g/m^3 en tunnel.
Toute condensation légère causée occasionnellement par l'exploitation du wagon ne doit déboucher sur aucune défaillance ou panne.
La STI correspondante spécifiera la plage de variation du degré hygrométrique pour les différentes plages de température dont on considère qu'elles ne seront pas dépassées pendant plus de 30 jours par an.
Les surfaces refroidies peuvent présenter une humidité relative de 100 %, produisant de la condensation sur certains organes. Cela ne doit déboucher sur aucune défaillance ou panne.

De brusques variations de température de l'air environnant le véhicule peuvent entraîner de la condensation d'eau sur certains éléments ou organes avec des variations de 3 °K/s et une variation maximale de 40 °K.
De telles conditions, courantes à l'entrée et à la sortie des tunnels, ne doivent déboucher sur aucune défaillance ou panne des équipements.

Pluie
Un taux de précipitations de 6 mm/min doit être pris en compte. Les effets de la pluie doivent être pris en considération, compte tenu de la position des équipements, du vent et du mouvement du véhicule.

Neige, givre et grêle
Il convient de prendre en compte les effets de tous les types de neige, de givre et de grêle. Le diamètre maximum des grêlons à prendre en compte est de 15 mm, étant entendu que des diamètres supérieurs sont possibles exceptionnellement.

Rayonnement solaire
Les équipements doivent être conçus de manière à supporter une exposition directe au rayonnement solaire à 1 120 W/m^2 pendant un maximum de 8 heures.

Pollution
Les effets de la pollution doivent être pris en compte lors de la conception des équipements et composants, la gravité de ces effets étant fonction de l'emplacement des équipements. Ces effets peuvent être réduits par le biais de protections efficaces. Les effets des types de pollution suivants doivent être pris en compte:

Substances actives chimiquement	EN60721-3-5:1997, cat. 5C2
Fluides contaminants	EN60721-3-5:1997, cat. 5F2 (moteur électrique) EN60721-3-5:1997, cat. 5F3 (moteur thermique)
Substances actives biologiquement	EN60721-3-5:1997, cat. 5B2
Poussières	Définition dans EN60721-3-5:1997, cat. 5S2
Cailloux et autres objets	Ballast, etc. - diamètre maximum: 15 mm
Herbes et feuilles, pollen, insectes volants, fibres, etc.	À prendre en compte lors de la conception des conduits de ventilation
Sable	EN60721-3-5:1997
Embruns	EN60721-3-5:1997, cat. 5C2

2.16. Sorties de secours et signalisation

2.16.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental présente les dispositions relatives aux aspects suivants.

- Règles de sécurité pour le personnel:
  - règles de sécurité centralisant toute l'information nécessaire au personnel pour prévenir et gérer les situations d'urgence;
  - instructions pour la formation à la sécurité du personnel (planification, documentation, formation).
- Gestion du trafic et règles de secours pour l'exploitation:
  - des documents indiquant l'emplacement et le mode d'emploi des dispositifs de secours d'urgence du véhicule doivent être fournis. Ces documents sont nécessaires au responsable de l'infrastructure ainsi qu'au centre de coordination et aux services de secours.

2.16.2. Caractéristiques à respecter

Les wagons de fret ne doivent pas être dotés de sorties de secours, ni d'une signalisation s'y rapportant. Toutefois, un plan de secours et des notices d'information annexes doivent impérativement être prévus en cas d'accident.
Les wagons de fret doivent être dotés des indications suivantes, sous forme de pictogrammes (cf. paragraphe relatif au marquage des wagons): points de levage du wagon, et éventuellement, nécessité de déposer les organes de roulement avant tout levage.

2.17. Mesures anti-incendie

2.17.1. Description du paramètre

Ce paramètre fondamental comprend les mesures à prendre afin de garantir un niveau de sécurité adapté à la prévention des incendies et à la gestion des conséquences en cas d'incendie. Il peut comprendre des mesures prises à la conception pour éviter le déclenchement et la propagation d'incendies.

2.17.2. Caractéristiques à respecter

2.17.2.1. Généralités

- La conception doit limiter les risques de départ et de propagation des incendies.
- Aucune exigence relative aux émanations toxiques n'est à prendre en compte.
- Les marchandises transportées dans les wagons de fret ne doivent pas être prises en compte - ni comme source d'inflammation principale, ni comme matériaux combustibles.
  En cas de transport de produits dangereux, seules les exigences RID sont applicables pour ce qui est de tous les aspects liés aux risques d'incendies.
- Les marchandises transportées doivent être protégées de toutes sources d'inflammation prévisibles au niveau du véhicule.
- Les matériaux utilisés dans la construction des wagons de fret doivent limiter pendant 3 minutes les risques de départ et de propagation des incendies, ainsi que la production de fumée en cas d'incendie sur une source d'inflammation principale de 7 kW.

- Les règles de conception doivent être appliquées pour tout équipement fixe du véhicule susceptible de devenir une source d'inflammation (dispositif de refroidissement recelant un combustible, etc.).
- Les États membres ne peuvent exiger l'installation de détecteurs de fumées à bord de wagons de fret.

2.17.2.2. Caractéristiques techniques des wagons de fret

Définitions

Étanchéité au feu

Capacité d'un élément de séparation exposé au feu sur un côté de s'opposer au passage des flammes, des gaz chauds et d'autres émanations, ou à l'apparition de flammes du côté non exposé.

Isolation thermique

Capacité d'un élément de séparation de s'opposer à la transmission d'une chaleur excessive.

Normes applicables

1	EN1363-1 Octobre 1999	Essais de résistance à la combustion - Partie 1: Exigences générales
2	EN ISO 4589-2 Octobre 1998	Détermination du comportement en combustion par indice d'oxygène - Partie 2: Essai à température ambiante
3	ISO 5658-2 1996-08-01	Réaction aux essais de résistance au feu - diffusion des flammes - Partie 2 - diffusion latérale sur matériaux de construction en configuration verticale
4	EN ISO 5659-2 Octobre 1998	Plastique - production de fumée - Partie 2: détermination de la densité optique par test unique en chambre d'essai
5	EN50355 Novembre 2002	Applications ferroviaires - câbles pour matériel roulant ferroviaire présentant des caractéristiques spéciales du point de vue de la tenue au feu - gaine mince et gaine standard - guide d'utilisation
6	EN ISO 9239-2 Décembre 2003	Réaction aux essais de combustion pour plancher – Partie 2 - détermination de la diffusion des flammes à 25 kW/m^2

Règles de conception

La protection du chargement des projections d'étincelles doit être assurée séparément lorsque le plancher n'assure pas cette protection.

Les points de la face inférieure du plancher du véhicule exposés à des sources d'inflammation potentielles et pour lesquels la protection contre les projections d'étincelles n'est pas assurée doivent être dotés d'une isolation thermique et d'une étanchéité au feu.

Exigences sur les matériaux

Le tableau suivant présente les paramètres servant à la définition des exigences et de leurs caractéristiques. Il indique en outre si les valeurs numériques figurant dans les tableaux de conformité constituent un maximum ou un minimum.
Un résultat égal à l'exigence concernée suffit à assurer la conformité.

Méthode d'essai	Paramètre	Unité	Définition
EN ISO 4589-2 [2]	LOI	% oxygène	minimum
ISO 5658 [3]	CFE	kWm^{-2}	minimum
EN ISO 9239-2 [6]	CFE	kWm^{-2}	minimum
EN ISO 5659-2 [4]	$D_{s\ max}$	Adimensionnel	maximum

Exigences minimales
Les pièces ou matériaux dont la superficie est inférieure aux chiffres ci-dessous doivent être testés sur la base des exigences minimales.

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

Exigences pour matériaux de revêtement de surface, sauf planchers

Méthode: Conditions Paramètre	**Paramètre**	**Unité**	**Exigence**
ISO 5658-2 [3] CFE	CFE	kWm^{-2}	≥ 24
EN ISO 5659 -2 [4] $50kWm^{-2}$	D_s max	Adimensionnel	≤ 600

Exigences pour matériaux de revêtement de surface (plancher)

Méthode: Conditions Paramètre	**Paramètre**	**Unité**	**Exigence**
EN ISO 9239 -2 [6]CFE	CFE	kWm^{-2}	≥ 4,5
EN ISO 5659 -2 [4] $50kWm^{-2}$	D_s max	Adimensionnel	≤ 600

Surface classification

Tout matériau utilisé doit satisfaire aux exigences minimales lorsque sa superficie est inférieure à 0,25m^2, et

- dans le cas d'un plafond:
  - la dimension maximale de la surface dans n'importe quelle direction est inférieure à 1 m, et
  - la solution de continuité avec une autre surface est supérieure à l'étendue maximale de la surface (mesurée horizontalement dans n'importe quelle direction le long de la surface);

- dans le cas d'une paroi ou d'un plancher:
  - la dimension maximale sur le plan vertical est inférieure à 1 m, et
  - la solution de continuité avec une autre surface est supérieure à l'étendue maximale de la surface (mesurée verticalement (paroi) ou horizontalement (plancher)).

Exigences relatives aux câbles

Tout câble servant à la réalisation de l'installation électrique d'un wagon de fret doit être en conformité avec la norme EN50355 [5]. En ce qui concerne les exigences en matière de protection contre les incendies, le niveau de danger 3 doit être pris en compte.

Maintenance des mesures anti-incendie

La fiabilité des mesures anti-incendie et d'isolation thermique du wagon de fret (protection du plancher, protection contre les projections d'étincelles, etc.) doit être vérifiée lors de chaque période d'entretien ainsi que lors des périodes intermédiaires, en fonction des solutions de conception choisies et de l'expérience acquise en exploitation.

3. PARAMETRES FONDAMENTAUX RELATIFS A LA STI APPLICATIONS TÉLÉMATIQUES AU SERVICE DU FRET

3.1. Données des lettres de voitures

3.1.1. Description du paramètre

La lettre de voiture doit être envoyée par le client à l'entreprise ferroviaire (EF) principale. Elle doit comporter toute l'information nécessaire au transport d'un chargement du site de l'expéditeur vers celui du destinataire. L'EF principale doit en outre compléter ces données en fournissant divers renseignements.
Ces données servent également pour une demande de sillon à court terme, si celle-ci est nécessaire à l'exécution de la lettre de voiture.

3.1.2. Caractéristiques à respecter

Demande de wagon
La demande de wagon est un sous-ensemble des données de la lettre de voiture.
Elle regroupe les données suivantes:

- expéditeur et destinataire;
- acheminement;
- identification du fret expédié;
- wagon;
- lieu, date et heure.

Échange de données en accès libre
En accès libre, aucun échange de messages avec d'autres entreprises ferroviaires n'est nécessaire.

Échange de données en mode coopération
En cas de coopération avec diverses entreprises ferroviaires, l'EF principale doit envoyer des demandes de wagons aux entreprises ferroviaires participant au transport. La demande de wagon doit comporter l'information nécessaire à l'entreprise ferroviaire pour qu'elle puisse s'acquitter de sa tâche jusqu'à remise du chargement à l'entreprise ferroviaire suivante. Le contenu de ce document est donc fonction du rôle de l'entreprise ferroviaire: EF chargée du ramassage (EFR), du transit (EFT) ou de la livraison (EFL).

Messages de demande de wagon
Il convient de distinguer entre les types suivants de demandes de wagons:

- Demande de wagons pour l'EF chargée du ramassage (EFR):
- Demande de wagons pour l'EF chargée de la livraison (EFL):
- Demande de wagons pour l'EF chargée du transit (EFT):

3.2. Demande de sillon

3.2.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit le dialogue qui a lieu entre entreprises ferroviaires et gestionnaires de l'infrastructure en vue de parvenir à un accord sur un mouvement de train à court terme. Ce dialogue est lancé par une entreprise ferroviaire particulière, mais concerne toutes les entreprises ferroviaires et tous les GI devant prendre part au mouvement du train sur le sillon voulu.

3.2.2. Caractéristiques à respecter

Sillon de train
Le sillon de train définit les données demandées, acceptées et effectives à réserver ainsi que les caractéristiques du train pour chaque segment de ce sillon.

Planification à long terme
La planification à long terme des sillons (horaires) ne concerne pas la présente STI.

Demande de sillon à court terme
Du fait de situations exceptionnelles pouvant toujours se produire lors du mouvement d'un train, ou encore de demandes de transport à court terme, toute entreprise ferroviaire doit pouvoir obtenir un sillon ad hoc sur le réseau.
Dans le premier cas, il est nécessaire de prendre les mesures immédiates permettant de connaître la composition réelle du train sur la base de la liste de composition des trains.
Dans le deuxième cas, l'entreprise ferroviaire doit fournir au gestionnaire de l'infrastructure toutes les données nécessaires concernant l'heure et le lieu requis pour la circulation du train, ainsi que ses caractéristiques physiques dans la mesure où elles ont une incidence sur l'infrastructure. Ces données sont principalement fournies dans la lettre de voiture, complétée par les demandes de wagons.

Accès libre
L'entreprise ferroviaire prend contact avec tous les GI concernés, soit directement, soit par le biais d'un « guichet unique », à des fins d'élaboration des sillons pour l'ensemble du voyage. Dans ce cas, c'est l'entreprise ferroviaire qui exploite le train sur l'ensemble du voyage, en vertu de l'article 13 de la directive 2001/14/CE.

Mode coopération
Chaque entreprise ferroviaire prenant part au transport du fret de A à B prend contact avec les gestionnaires locaux de l'infrastructure, directement ou par le biais d'un « guichet unique », afin de se faire affecter un sillon pour la partie du voyage dont elle a la responsabilité.

Dialogue de demande de sillon à court terme
Dans un scénario comme dans l'autre, la réservation d'un sillon à court terme se fait par le biais d'un dialogue entre entreprise ferroviaire et gestionnaire de l'infrastructure, comme indiqué ci-dessous:

Demande de sillon
Message adressé par une entreprise ferroviaire à un ou plusieurs GI à des fins de dépôt d'une demande de sillon à court terme

Détails du sillon
Ce message doit être envoyé par le ou les GI à l'entreprise ferroviaire à des fins de confirmation des coordonnées du sillon en réponse à la demande de sillon de l'entreprise ferroviaire, éventuellement avec des modifications.

Sillon confirmé
Ce message doit être envoyé par l'EF au GI pour lui signifier son acceptation des « détails du sillon » proposés par ce dernier en réponse à la demande de sillon de l'entreprise ferroviaire.

Détails du sillon refusés
Ce message doit être envoyé par l'EF au GI en cas de refus des « détails du sillon » proposés par ce dernier en réponse à la demande de sillon de l'entreprise ferroviaire, si cette dernière ne peut accepter la modification de certaines valeurs.

Sillon annulé
Notification transmise par l'EF au GI pour annuler un sillon ou une partie de sillon précédemment réservé(e).

Sillon non disponible
Notification transmise par le GI à l'EF pour indiquer que le sillon réservé n'est pas disponible (annulation de sillon à l'initiative du GI).

Confirmation de réception
Ce message doit être envoyé par le destinataire d'un message à l'expéditeur du message lorsque la réponse demandée ne peut être mise à disposition en temps réel.

3.3. Préparation du train

3.3.1. Description du paramètre

Ce paramètre définit les messages qui doivent être échangés pendant la phase de préparation du train jusqu'à son départ. Il recouvre trois groupes de données:

- composition et caractéristiques du train; ces données sont mises à disposition de tous les GI et EF concernés par ce train;

- réaction du gestionnaire de l'infrastructure à la réception de la composition du train;

- dialogue entre gestionnaire de l'infrastructure et entreprise ferroviaire pour chaque segment de ligne concerné une fois que le train est prêt.

3.3.2. Caractéristiques à respecter

Accès aux registres et fichiers de référence

Pour la préparation des trains, l'EF doit avoir accès aux données d'infrastructure réelles (registre d'infrastructure), aux fichiers de référence des marchandises dangereuses, aux données techniques des wagons et à l'état des données mises à jour et courantes relatives aux wagons. Ceci fait référence à tous les wagons du train.

Conditions d'envoi de la composition du train
Si la composition des trains est modifiée en un point donné, ce message doit être adressé une nouvelle fois à toutes les parties, avec mise à jour des données par l'EF principale.

Message de composition du train

Le message de composition du train doit comporter toutes les données nécessaires à la sécurité et à l'efficacité des données. Il s'agit des données concernant les caractéristiques physiques du train dans la mesure où elles ont une incidence sur l'infrastructure qu'il doit emprunter.

Réactions du GI quant à la composition du train

Train accepté
Selon le contrat passé entre le gestionnaire de l'infrastructure et l'entreprise ferroviaire, et compte tenu des exigences réglementaires, le gestionnaire de l'infrastructure peut également faire savoir à l'entreprise ferroviaire, par le biais de ce message, si la composition du train est acceptable du point de vue du sillon réservé. Ce message est facultatif si rien d'autre n'est convenu entre le GI et l'EF. La préparation du train peut être achevée

Train non approprié
Si le train ne convient pas du point de vue du sillon convenu, le gestionnaire de l'infrastructure doit en informer l'entreprise ferroviaire par le biais de ce message. Dans ce cas, l'entreprise ferroviaire a le choix entre modifier la composition du train ou annuler le sillon de train et en demander un autre.

Dialogue de procédure de démarrage du train
À chaque point où la responsabilité change du côté de l'entreprise ferroviaire, le dialogue de procédure de démarrage est obligatoire.

Train prêt
Ce message indique que le train est prêt à se présenter sur le réseau; il doit être envoyé au gestionnaire de l'infrastructure par l'entreprise ferroviaire.

Position du train
Ce message, du gestionnaire de l'infrastructure à l'entreprise ferroviaire, définit avec précision le lieu et le moment où le train doit se présenter sur le réseau, en réponse au message « Train prêt ». La transmission de ce message dépend des accords contractuels liant EF et GI.

Train au départ

Dès réception d'un message « Position du train », l'entreprise ferroviaire doit envoyer ce message au gestionnaire de l'infrastructure pour lui indiquer que le train a commencé son parcours. Ce message doit indiquer le code d'identification du train.

Notification train en marche
Ce message doit être envoyé par le gestionnaire de l'infrastructure pour indiquer à l'entreprise ferroviaire que le train est arrivé sur l'infrastructure.

3.4. Prévisions de marche du train

3.4.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit les messages envoyés par le gestionnaire de l'infrastructure à l'entreprise ferroviaire, ainsi que les messages échangés par les GI concernés aux points de compte rendu convenus.

Prévisions de marche du train
Ce message indique les horaires de passage prévus du train en un lieu donné; si ce lieu est un point de transfert, l'horaire prévu est l'HTP (heure de transfert prévue). Pour tous les autres points de compte rendu, l'horaire prévu est HAPT (heure d'arrivée prévue du train).

Notification de circulation du train
Ce message indique l'heure d'arrivée effective, l'heure de départ ou de passage en un lieu donné, ainsi que tout écart par rapport à l'horaire officiel.

3.4.2. Caractéristiques à respecter

Accès libre
En cas d'accès libre, c'est-à-dire si les sillons de l'ensemble du voyage sont réservés par une seule entreprise ferroviaire (cette EF exploitant le train sur l'ensemble du voyage), les messages sont envoyés à cette entreprise ferroviaire. Il en va de même si les sillons d'un voyage sont tous réservés par une seule entreprise ferroviaire par le biais d'un « guichet unique ».

Mode coopération
En mode coopération, cet échange d'information entre entreprises ferroviaires et GI a toujours lieu entre le gestionnaire de l'infrastructure responsable et l'entreprise ferroviaire qui a réservé le sillon effectivement emprunté par le train.

Scénarios
Les scénarios suivants varient selon les différents rapports de communication entre EF et GI, en fonction du sillon réservé.

- Train approchant un point de transfert entre gestionnaire de l'infrastructure n° 1 et gestionnaire de l'infrastructure n° 2. Le point de transfert n'est ni un point de correspondance, ni un point de manœuvre.
- Train approchant un point de correspondance entre entreprise ferroviaire n°1 et entreprise ferroviaire n° 2. Ce point de

correspondance peut également être un point de transfert entre GI n° 1 et GI n° 2, par exemple.

- Train approchant un point de manœuvre d'une entreprise ferroviaire.
- Arrivée du train à destination.

3.5. Information d'interruption de service

3.5.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit la marche à suivre et l'échange de messages en cas d'interruption de service pendant la marche du train.

3.5.2. Caractéristiques à respecter

Interruption temporaire imputable à l'entreprise ferroviaire
Lorsque l'EF a connaissance d'une interruption de service pendant la marche du train dont elle est responsable, elle en informe immédiatement le GI (par exemple, pas de message IT du conducteur).

Interruption temporaire imputable au gestionnaire de l'infrastructure
Si le retard dépasse x minutes (valeur à définir dans le contrat entre l'EF et le GI), le GI concerné doit envoyer à l'EF un message de prévisions de marche du train concernant le point de compte rendu suivant.

Annulation du train
Si le train est annulé, le gestionnaire de l'infrastructure envoie au GI suivant et à l'entreprise ferroviaire ayant commandé le sillon le message

- Marche du train interrompue

3.6. Localisation du train

3.6.1. Description du paramètre

Ce paramètre indique les possibilités de suivi (« traçabilité ») du train en marche: situation géographique, retards et performances. Cette information repose principalement sur les messages échangés avec les GI.

3.6.2. Caractéristiques à respecter

Possibilités d'accès
L'accès à cette information doit être indépendant du rapport de communication EF / GI pendant la marche du train, ce qui veut dire que l'entreprise ferroviaire doit disposer d'une adresse d'accès unique à cette information.

Information accessible

Marche du train
Dernière localisation enregistrée, retard, motifs du retard pour un train donné circulant sur l'infrastructure d'un GI donné.

Retards et performances
Information relative à tous les retards d'un train donné circulant sur l'infrastructure d'un GI donné

Identifiants
Identifiants actuel et précédents du train. N'importe lequel des identifiants d'un train donne accès à cette information.

Prévisions
Prévisions de marche du train pour un point de compte rendu donné.

Trains au point de compte rendu
Information concernant tous les trains d'une entreprise ferroviaire présents à un point de compte rendu du réseau d'un GI donné.

3.7. HCP / HAP du fret expédié

3.7.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit le mode de calcul des HCP/HAP ainsi que les échanges de messages nécessaires entre les EF et l'EF principale.

HCP

Heure de correspondance prévue du fret (wagon): prise de relais entre deux entreprises ferroviaires de la chaîne de transport.

HAP

Heure d'arrivée prévue du fret (wagon) sur l'embranchement du destinataire.

Capacité de l'entreprise ferroviaire
Chaque entreprise ferroviaire doit être en mesure de fournir une HCP à l'EF suivante.

3.7.2. Caractéristiques à respecter

Accès libre
En accès libre, une seule entreprise ferroviaire est concernée. Il lui incombe de communiquer l'HAP du fret à son client après établissement du plan d'acheminement du fret, et de mettre à jour cette HAP à chaque fois qu'un écart est détecté.

Mode coopération
En mode coopération, l'EF principale envoie à la première EF la demande de wagon et l'heure de correspondance du fret, qui détermine l'HCP et la communique à l'EF suivante. La dernière EF de la chaîne détermine l'HAP et la communique à l'EF principale. Cette procédure doit se répéter à chaque fois que l'on détecte un écart par rapport au plan, ainsi que sur demande de l'EF principale. Le message en question est le message

- HCP / HAP wagon.

Calcul des HCP / HAP

Le premier calcul repose sur l'heure de libération du fret / wagon. Les mises à jour reposent sur l'information fournie par le gestionnaire d'infrastructure responsable, qui envoie, avec le message de prévision de marche du train, l'heure d'arrivée prévue du train (HAPT) en des points de compte-rendu définis.

Unités intermodales

Pour les unités intermodales sur un wagon donné, les HCP du wagon sont également les HCP des unités intermodales; la dernière EF de la chaîne doit calculer la HAP du wagon en tant que HCP pour les unités intermodales présentes sur le wagon, puisque l'entreprise ferroviaire remet le wagon à l'exploitant du terminal intermodal et non pas au client final.

Message d'alerte

Il incombe à l'EF principale de contrôler le respect des engagements pris envers le client. Les écarts par rapport à la HAP communiquée au client doivent être traités conformément aux dispositions du contrat et peuvent se traduire par le lancement d'une alerte par l'EF principale. Aux fins de la transmission de l'information, un

- message d'alerte

est prévu.

À des fins de lancement du processus d'alerte, l'EF principale doit pouvoir demander des

- renseignements sur les écarts des wagons.

3.8. Mouvements de wagons

3.8.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit le compte rendu du mouvement d'un wagon et définit les message devant s'échanger EF et EF principale (qui tient lieu d'intégrateur de services).

3.8.2. Caractéristiques à respecter

Accès libre

En cas d'accès libre, une seule entreprise ferroviaire est concernée, qui est donc également l'EF principale. Aucun échange de données avec d'autres entreprises ferroviaires n'est nécessaire. Le mouvement du wagon est donc un processus interne à l'EF principale, qui se charge elle-même de l'enregistrement et de la mise à jour des données de mouvement des wagons. Les données à mémoriser sont les suivantes:

- Wagon prêt à quitter l'embranchement du client;
- Wagon hors embranchement du client;
- Wagon sur chantier de l'entreprise ferroviaire;
- Wagon hors chantier de l'entreprise ferroviaire;
- Tous incidents wagon;
- Wagon sur chantier de destination;
- Wagon sur embranchement du client.

Modèle de coopération

Aux fins du compte rendu des mouvements d'un wagon, chaque entreprise ferroviaire concernée doit enregistrer les données utiles et les mettre à disposition

électroniquement. Les données doivent en outre être échangées avec les parties autorisées en fonction des accords contractuels.

Messages nécessaires

Avis de libération du wagon
L'EF principale doit informer l'EF responsable que le wagon est prêt à partir sur l'embranchement du client à l'heure de libération prévue. Ces éléments doivent être consignés dans la base de données de mouvement des wagons.

Avis de départ du wagon
L'entreprise ferroviaire doit informer l'EF principale de l'heure et de la date réelles de sortie du wagon du lieu de départ. Ces éléments doivent être consignés dans la base de données de mouvement des wagons.

Avis d'arrivée du wagon au chantier
L'entreprise ferroviaire doit informer l'EF principale que le wagon est arrivé sur son chantier. Ce message peut être fondé sur un message « Notification de circulation du train ». Cet élément doit être consigné dans la base de données de mouvement des wagons.

Avis de départ du wagon du chantier
L'entreprise ferroviaire doit informer l'EF principale que le wagon a quitté son chantier. Ce message peut être fondé sur un message « Notification de circulation du train ». Cet élément doit être consigné dans la base de données de mouvement des wagons.

Message d'exceptions wagon
L'entreprise ferroviaire doit informer l'EF principale d'écarts éventuels (demande incorrecte, etc.), et lui communiquer une nouvelle HCP/HAP. Cet élément doit être consigné dans la base de données de mouvement des wagons.

Avis d'arrivée du wagon
La dernière entreprise ferroviaire d'une chaîne de transport de wagons ou d'unités intermodales doit informer L'EF principale que le wagon est arrivé sur son chantier (site de l'EF).

Avis de livraison du wagon
La dernière entreprise ferroviaire d'une chaîne de transport doit informer l'EF principale que le wagon a été placé sur l'embranchement du destinataire.

3.9. Rapports de correspondances

3.9.1. Description du paramètre

Le compte rendu de correspondance décrit les messages relatifs au transfert de responsabilité d'un wagon entre deux entreprises ferroviaires qui a lieu aux points de correspondance. Il exige également que la nouvelle EF calcule une HCP.

3.9.2. Caractéristiques à respecter

Accès libre
Rien ne doit être prédéfini étant donné qu'une seule entreprise ferroviaire gère l'ensemble de la chaîne de transport. Toutefois, l'information concernant le wagon ou l'unité intermodale (situation géographique et date et heure d'arrivée et de départ) doit être traitée et enregistrée dans la base de données de mouvement des wagons.

Mode coopération
Les messages suivants sont nécessaires à la prise de relais (fret et responsabilité) par une autre entreprise ferroviaire. Ces éléments doivent être consignés dans la base de données de mouvement des wagons.

Avis de correspondance du wagon
L'« avis de correspondance du wagon » permet à une entreprise ferroviaire (EF 1) de demander à l'entreprise ferroviaire suivante (EF 2) de la chaîne de transport si elle accepte de prendre la responsabilité d'un wagon donné.

Sous-ensemble de l'avis de correspondance du wagon
Le « sous-ensemble de l'avis de correspondance du wagon » permet à l'EF 1 d'informer le GI que l'EF suivante accepte de prendre en charge la responsabilité du wagon.

Wagon reçu au point de correspondance
Le message « wagon reçu au point de correspondance » permet à l'EF 2 d'informer l'EF 1 qu'elle accepte de prendre la responsabilité du wagon.

Wagon refusé au point de correspondance
Le message « wagon refusé au point de correspondance » permet à l'EF 2 d'informer l'EF 1 qu'elle n'est pas disposée à se charger de la responsabilité du wagon.

3.10. Échange de données à des fins d'amélioration de la qualité

3.10.1. Description du paramètre

Il est important de disposer d'un processus de mesure après acheminement du fret, de manière à permettre une amélioration de la qualité. Outre le fait de mesurer les prestations fournies aux clients, les EF principales, EF et GI doivent mesurer la qualité des composantes du service qui, dans leur ensemble, constituent le produit livré au client.
Pour mesurer la qualité, il est possible d'utiliser les messages déjà définis. Le processus de mesure est de nature répétitive.

3.10.2. Caractéristiques à respecter

Mesures qualité - EF principale / Client
Les contrats liant EF principales et clients peuvent comprendre des engagements (en fonction de l'accord spécifique) relatifs au temps de transit et aux HAP.

Mesures qualité - EF principale / EF

Les contrats liant une EF principale et d'autres entreprises ferroviaires peuvent comprendre des engagements relatifs au temps de transit, aux HCP, HAP et aux codes de motif.

Mesures qualité - EF / GI
Dans les contrats conclus entre les EF et les GI, les horaires des trains et les objectifs de niveau de ponctualité en des points de chronométrage précis, peuvent être spécifiés; ceci concerne également la précision des HAP et HTP des trains.

Mesures qualité - EF / GI
Dans les contrats entre EF et GI, la disponibilité de sillon pour la circulation des trains sera clairement décrite en termes de plage de temps en des points spécifiés. Les spécifications des trains en termes de longueur maximale et poids brut, gabarit et chargement, etc., seront également définies dans ces contrats; cet aspect sera traité à la rubrique numéro 6.
Les procédures et les délais de confirmation de l'utilisation d'un sillon, d'annulation de l'utilisation planifiée et la possibilité d'utiliser un sillon hors (avant ou après) plages de temps spécifiées seront également traités dans ces contrats.

Mesures qualité - EF / GI, disponibilité de sillon à court terme
L'EF doit comparer périodiquement la demande de sillon et les données contenues dans la réponse afin de produire les comptes rendus suivants:

- délai de réponse à une demande de sillon par rapport à l'accord cadre;
- nombre de sillons fournis dans les x, y, et z heures etc., du délai demandé;
- nombre de demandes de sillon refusées.

Mesures qualité - GI / EF, qualité de la composition du train
Tous messages « train prêt » ou listes de composition du train envoyés par une EF au(x) GI (ou aux autres EF) doivent être conformes aux caractéristiques du train définies dans le contrat.

3.11. Divers fichiers de référence

3.11.1. Description du paramètre

Ce paramètre indique quels fichiers de référence supplémentaires doivent être mis à disposition à des fins d'exploitation des trains de fret sur le réseau ferré européen.

3.11.2. Caractéristiques à respecter

Fichiers de référence
Liste de fichiers de référence

- Fichier de référence du codage numérique de tous les GI, EF et sociétés prestataires de services
- Fichier de référence du codage numérique des clients des services de transport
- Fichier de référence des sites (primaires, secondaires et zone-voie-emplacement)
- Fichier de référence du codage numérique des sites client.
- Fichier de référence de tous les systèmes de commande de train existants
- Fichier de référence des marchandises dangereuses, numéros ONU et RID
- Fichier de référence de tous les différents types de locomotives
- Fichier de référence de tous les codes NS et SH (marchandises)
- Fichier de référence des services d'urgence, en corrélation avec le type de marchandises dangereuses
- Fichier de référence de tous les ateliers de maintenance européens
- Fichier de référence de tous les organismes d'audit européens
- Fichier de référence de tous les exploitants européens accrédités

Accessibilité
Les fichiers de référence doivent être accessibles à tous les prestataires de service (GI, EF, fournisseurs de services logistiques et gestionnaires du parc).

Représentativité
Les données correspondantes doivent à tout moment représenter l'état réel.

Autres bases de données
Pour permettre le suivi des mouvements des trains et wagons, on peut installer les bases de données temporaires suivantes, mises à jour en temps réel à chaque événement pertinent:

Base de données des mouvements des wagons et unités intermodales
La communication entre EF principale et entreprises ferroviaires en mode coopération est fondée sur les numéros des wagons ou unités intermodales. Ainsi, une EF qui communique avec les GI au niveau du train doit décomposer ces données en wagons et unités intermodales correspondants. Ces données décomposées peuvent être

enregistrées dans une base de données spécifique aux mouvements des wagons et des unités intermodales. L'information relative aux mouvements des trains donne lieu à de nouvelles saisies/mises à jour dans la base de données des mouvements des wagons et unités intermodales, à des fins d'information des clients. Cette base de données est établie au plus tard au moment où l'heure de libération des wagons ou des unités intermodales est reçue du client. Cette heure de libération est la première saisie effectuée dans la base de données des mouvements de wagons et unités intermodales.

Base de données de train
La base de données train du gestionnaire d'infrastructure correspond à la base de données des mouvements de wagons de l'entreprise ferroviaire. Les principales saisies de données sont celles qui correspondent au message de composition des trains transmis par l'EF. Tous les événements relatifs au train donnent lieu à une mise à jour de sa base de données. Il est également possible d'enregistrer ces données dans la base de données du sillon

Plan d'acheminement des wagons
Les trains transportent normalement les wagons de divers clients. Pour chaque wagon, l'EF principale établit et met à jour un plan d'acheminement qui correspond au sillon au niveau du train. De nouveaux sillons de train - par exemple en cas d'interruption de service - donnent lieu à un ré acheminement des wagons des divers clients. La date et l'heure de création du plan d'acheminement est la réception de la lettre de voiture du client.

3.12. Transmission électronique de documents

3.12.1. Description du paramètre

Ce paramètre porte sur la transmission électronique des documents relatifs au train et au fret lorsque le processus nécessite la présentation de documents papier (en douane, etc.).

3.12.2. Caractéristiques à respecter

Le paragraphe suivant décrit le réseau de communication à utiliser pour l'échange de données. Ce réseau ainsi que le traitement sécuritaire décrit permettent tout type de transmission réseau tel que courrier électronique, transfert du fichier (ftp, http), etc. Ainsi, les parties concernées par l'échange de données peuvent choisir le type de transmission électronique leur convenant le mieux, par exemple le protocole ftp.

3.13. Mise en réseau & communication

3.13.1. Description du paramètre

Ce paramètre décrit les exigences d'optimisation économique et temporelle en matière de mise en réseau et de communication pour tous les paramètres fondamental de la présente STI.

3.13.2. Caractéristiques à respecter

Architecture générale
L'infrastructure de mise en réseau et de communication qui vient à l'appui de cette communauté d'interopérabilité ferroviaire sera fondée sur une **architecture d'échange de données** adoptée par tous les intervenants.

Cette **architecture d'échange de données**:

- est conçue pour concilier des modèles d'information hétérogènes par transformation sémantique des données échangées entre les systèmes et harmonisation des différences au niveau des processus commerciaux et des protocoles d'application;
- n'a qu'une très faible incidence sur les architectures informatiques dont disposent déjà les intervenants;
- préserve les investissements déjà consentis en matière de technologie de l'information.

Variabilité d'échelle
Les architectures d'échange de données favorisent une interaction entre intervenants qui est principalement de type homologue (d'égal à égal) et garantit l'intégrité et la cohérence globale de la communauté d'interopérabilité ferroviaire en fournissant un ensemble de services centralisés. Un modèle d'interaction homologue permet une répartition optimale des coûts entre les différents intervenants, sur la base de l'utilisation réelle et sera généralement moins enclin aux problèmes de variabilité d'échelle.

Réseau
« Mise en réseau » signifie ici méthode et philosophie de communication, et ne concerne pas le réseau physique proprement dit.
La communauté d'interopérabilité ferroviaire se fonde sur l'utilisation du réseau Internet public, ce qui permet d'encourager l'apparition de nouveaux intervenants et de réduire les obstacles auxquels ils sont confrontés.
Par conséquent, le problème de la sécurité ne sera pas traité par le réseau (VPN, réseau privé virtuel - tunnellisation, etc.), mais par échange et gestion de messages intrinsèquement sûrs. Un réseau VPN n'est donc pas nécessaire, ce qui évite les problèmes de responsabilité et de propriété. La tunnellisation n'est pas considérée comme un moyen nécessaire pour atteindre le niveau de sécurité voulu.
En tout état de cause, rien ne s'oppose à ce que des intervenants mettent en œuvre des degrés de sécurité divers sur des sections données du réseau; certains l'ont d'ailleurs déjà fait.
Sur le réseau Internet public, il est possible de mettre en œuvre un modèle d'interaction homologue hybride reposant sur un **dépôt de données centralisé** et une **interface commune** à chaque nœud.
On adresse tout d'abord au dépôt de données centralisé une demande de méta-données - par exemple identité de l'homologue (intervenant) sur lesquelles certaines informations sont enregistrées, ou contrôle des identifiants de sécurité. Ensuite une communication d'égal à égal est établie entre les intervenants concernés.

Protocoles

Seuls les protocoles appartenant à l'ensemble complet de protocoles Internet doivent être utilisés.

Sécurité
Pour assurer un niveau de sécurité élevé, tous les messages doivent être autonomes, ce qui signifie que les données qu'ils recèlent sont sécurisées et que le destinataire peut en vérifier l'authenticité. Une solution est le recours à un système de type cryptage et signature, comme dans le cas du courrier électronique. Il est ainsi possible d'utiliser n'importe quel type de transmission réseau: courrier électronique, transfert des fichiers (ftp, http), etc. Les parties concernées par l'échange de données ont ainsi toute latitude de choisir le type de transmission leur convenant le mieux.

Cryptage
La solution doit être du type soit asymétrique, soit hybride fondée sur le cryptage symétrique avec protection par clé publique; en effet, le partage entre de nombreux intervenants d'une clé secrète commune ne peut assurer un niveau adéquat de sécurité sur la durée. Un niveau de sécurité supérieur est plus facile à atteindre si chaque intervenant a la responsabilité de sa propre paire de clés, même si le dépôt de données centralisé (serveur de clé) doit impérativement présenter un niveau d'intégrité élevé.

Dépôt de données centralisé
Le dépôt de données centralisé doit être capable de traiter:

- des méta-données (données structurées décrivant le contenu des messages);
- les données d'infrastructure à clés publiques (ICP);
- les données des organismes de certification (OC);
- les données de type répertoire (« annuaire ») – ce dernier contient toute l'information nécessaire concernant les participants aux échanges de données.

Il convient que la gestion du dépôt de données centralisé soit confiée à un organisme co-européen non commercial.

Interface commune
Il est obligatoire de disposer d'une interface commune afin de permettre à chaque intervenant de se joindre à la communauté d'interopérabilité ferroviaire.
L'interface commune doit pouvoir traiter :

- le formatage de messages sortants, conformément aux méta données;
- la signature et le cryptage des messages sortants;
- l'adressage des messages sortants;
- le contrôle de l'authenticité des messages entrants;
- le décryptage des messages entrants:
- les contrôles de conformité des messages entrants conformément aux méta données.

Sur la base des résultats du contrôle de l'authenticité des messages entrants, on peut mettre en œuvre un niveau minimal d'accusé de réception des messages:

i. accusé de réception positif « ACK »;
ii. accusé de réception négatif « NACK ».

L'interface commune assure la gestion des tâches ci-dessus sur la base de l'information stockée dans le dépôt de données centralisé.
Pour raccourcir les délais de réponse, un intervenant donné peut créer un « miroir » local du dépôt de données centralisé.