

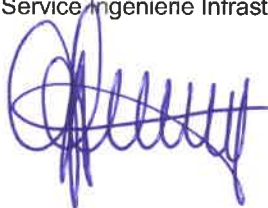
Compatibilité de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois

Spécifications techniques de compatibilité

Document référence **GI.II.STC-VF**

Vu et approuvé :

Luxembourg, le **22-10-2020**
Le Chef du Service Ingénierie Infrastructure,



A. Feltz (II), Dipl.-Ing.

Livres I et III – Systèmes de l'infrastructure : Contrôle-commande, Signalisation et Télécommunications.

Rédaction :

Luxembourg, le **12.10.2020**



T. Jung (II/R-CCS), Ing.-Ind.

Vérification :

Luxembourg, le **19.10.2020**



L. Daleiden (II-CS4), Ing.-Ind.

Livres I et III – Systèmes de l'infrastructure : Energie.

Rédaction :

Luxembourg, le **19.10.2020**



T. Radelet (II-E1), Dipl.-Ing.

Vérification :

Luxembourg, le **19/10/2020**



J. Guth (II-E), Dipl.-Ing.

Livre II.

Rédaction :

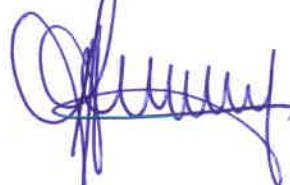
Luxembourg, le **22 OCT. 2020**



L. Arend (II-CS), Dr.

Vérification :

Luxembourg, le **22-10-2020**



A. Feltz (II), Dipl.-Ing.

Date de mise en vigueur : Dès parution.

Suivi des modifications

Edition No.	Motivation de la modification : (livre(s) et chapitre(s) concerné(s), description)	Rédaction : Date, nom, sigle, livre	Vérification : Date, nom, sigle, livre	Vu et approuvé : Date, nom, sigle, livre
07	Tout le document : Adaptations éditoriales et mises à jour. Chapitres 0.1, 0.5 et 4.1 : Adjonction du livre III. Chapitre 0.1 : Définition de la chronologie des demandes d'essais sur le RFL. Livre I : Tous les chapitres : Diverses modifications suite à des adaptations aux paramètres (mise à jour, substitution (suppression / adjonction), restructuration, autre). Précisions sur les essais sur le RFL. Adjonction des véhicules à traction hybride. Buch II (livre II) : NEU erstellt. Livre III (NOUVEAU) : Adjonction des paramètres à vérifier dans le cadre de la compatibilité des itinéraires.	Voir page de garde		
06	Chapitre 0.1 : Mise à jour par rapport à la Directive 2016/797 /UE. Chapitre 0.5 : Mise à jour des documents [3] et [8]. Suppression du document [4b] et référence [4a] devient référence [4] avec mise à jour subséquente des chapitres 3.2.1, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.10, 8.10, 8.11, 12.3, 12.4, 14.5, 14.6 et 16.3 du livre I ainsi que des chapitres 22.5.1 et 23.2.1 du livre II. Chapitres 0.1, 1, 2, 3.1, 3.2.3, 4.1 à 4.3, 4.5, 4.6.4, 4.6.6, 4.7.3, 5.2.2, 6.5.1, 8.1 à 8.8, 8.10 à 8.14, 9 et 10 (appendice III au livre I), 11.2, 12.2, 12.3, 13, 15.2, 16.2, 16.3, 17.2, 18.1, 18.2, 18.3.3, 19, 20.1.1.1, 20.1.1.2, 20.1.2, 20.2, 20.4 : Mise à jour suite au basculement de la ligne 5 du RFL de 3 kV CC vers 25 kV 50 Hz monophasé. Chapitres 0.6, 0.7, 1, 2, 20.1.1.2 et 20.1.2 : Mise à jour. Livre I : Chapitre 2 : Mise à jour. • Chapitre 4.9.1 et 4.9.2 : Adjonction du « PC de diagnose 00 10825 ». • Chapitres 8.8 : Adaptation de la plage fréquentielle applicable.	13.06.2018, T. Jung, II/RIL- CCS, livre I — 08.05.2018, B. Kieffer, II- CS/ETCS, livre II	18.07.2018, L. Daleiden, II/CS4, livre I — 08.05.2018, A. Feltz, II, livre II	18.07.2018, A. Feltz, II
05	Chapitre 0.5 : Mise à jour du document de référence [8], [9], [12], [19], [32], [33] et adjonction de la EN 50592 [22] et de la EN 50657 [23]. Chapitre 0.6 : Suppression de la ligne 2a. Livre I : • Chapitres 1, 2, 6.1.2, 6.2, 6.3, 6.4.2, 6.4.3, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10 et 14.4 : Suppression de la ligne 2a. • Chapitres 1, 4.5.3, 8.11, 10.8, 12.4, 14.6 et 20.1.1.2 : Introduction du CE du type « AZSB300 ». • Chapitres 3.2.1, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.10, 8.10, 8.11, 10.7, 10.8, 12.3, 12.4, 14.5, 14.6 et 16.3 : Adjonction de l'indice « b » à la référence [4] de la STI CCS. • Chapitres 4.5.3, 8.11, 10.8, 12.4 et 14.6 : Introduction de la EN 50592. • Chapitre 2 : Mise à jour. • Chapitre 4.7.1 : Adjonction de « BG LtAnp SNR 58222 07052 ». • Chapitre 4.7.3 : Adjonction du paramètre G8.1. • Chapitre 4.7.4 : Suppression des prescriptions afférentes à la CLC/TS 50238-3:2010 suite à l'introduction de la EN 50592. • Chapitre 4.9.1 : Adjonction des fréquences de repos des BIV. • Chapitres 6.5.1, 8.10, 10.7, 12.3, 12.4, 14.5 et 14.6 : Adjonction de « STI CCS [4b] » dans la ligne « STI ». • Chapitres 6.5.1 et 18.3.1 : Substitution de la zone sensible des détecteurs de roue suivant « EN 50238 figure A.1 » par « ERA/ERTMS/033281 figure 3 ». • Chapitre 6.8 : Adjonction de la ligne « Cas spécifique » avec renvoi à la ligne « STI ». • Chapitres 8.8, 8.12, 8.13, 8.14 et 10.9 : Précision sur la plage fréquentielle applicable. • Chapitres 8.12 et 8.13 : Suppression du cas spécifique pour le Luxembourg défini dans la STI ENE (ligne « STI »). • Chapitres 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.7, 8.8, 10.4, 10.5, 12.2, 14.1, 14.2 et 14.4 : Paramètres non couverts par des STI, d'où suppression de la ligne « STI ». • Chapitres 8.10, 8.11, 10.7, 10.8, 12.3, 12.4, 14.5 et 14.6 : Mise en avant des sources de pollution EM générales et particulières. • Chapitre 8.12 : Mise à jour du chapitre de la STI ENE. • Chapitre 16.3 : Adjonction de la EN 50657. Buch II (livre II) : • Kapitel 25.2 : Definition der Bestimmungen zur Baseline 3.	08.05.2018, T. Jung, II/RIL- CCS livre I — 08.05.2018, B. Kieffer, II- CS/ETCS, livre II	08.05.2018, L. Daleiden, II/CS4, livre I — 08.05.2018, A. Feltz, II, livre II	08.05.2018, A. Feltz, II
04	Chapitre 0.3 : Mise à jour 'Règlement grand-ducal relatif à l'interopérabilité du système ferroviaire' [1]. Chapitre 0.5 : Mise à jour 'Règlement grand-ducal relatif à l'interopérabilité du système ferroviaire' [1] ; Directive 2008/57/CE [3] ; STI CCS [4] ; STI LOC & PAS [6] ; ERA/ERTMS/033281 [18] ; RGE, Appendice I au RGE et Appendice III au RGE [20]. Adjonction 'SUBSET 036' [21]. Suppression des documents référencés sous [23], [25], [30] et [31]. Livre I : • Chapitres 4.3 (lignes « Cas spécifique » et « Groupe ») et 6.1.2 (paramètre G2, ligne « Cas spécifique ») : Mise à jour suivant Directive 2016/797 [3]. • Chapitre 6.8 (paramètre G11, ligne « STI ») : Mise à jour suivant Règlement 2016/919/UE [4b].	15.09.2016, T. Jung, II/RIL-CCS, livre I 15.09.2016, A. Feltz, II, livre II		15.09.2016, A. Feltz, II

	<p>Buch II (livre II) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 22.5.1: Anpassung der Referenzdokumente [4a]. • Kapitel 23.2.1: Folgender Zusatz: „Darüberhinaus muss nachgewiesen werden, dass die ETCS – Fahrzeugeinrichtungen auch Balisen lesen können, welche nach Subset 036 Version 2.00 zertifiziert sind“ und Anpassung der Referenzdokumente [4a]. • Kapitel 23.3.9 und 24.2: Anpassung der Referenz zum RGE gemäss Referenzdokument [20]. 			
03	<p>Chapitre 0.1 : Précision sur le domaine d'application du présent document et introduction de la procédure à appliquer en cas de parcours d'essais et de vérification sur le RFL (suivant le document [34]).</p> <p>Chapitre 0.5 : Mise à jour STI CCS [4], STI ENE [5], STI LOC & PAS [6]+[34], EN 50388 [11], ERA/ERTMS/033281 [18], Appendice I au RGE [21], Appendice III au RGE [22], UIC Kodex 544-1 [26] et National Reference Document Luxembourg [33]. Adjunction du document référencié sous [34]. Suppression des documents référenciés sous [27], [28] et [29].</p> <p>Livre I :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapitre 1 : Adjunction de « ERA ». • Chapitre 2: Mise à jour (adjunction des PAT Colmar-Berg et Drauffelt). • Chapitres 0.1 (figure), 3.2.2, 4.2 (figure), 5.2.1, 6, 11.2.1, 13.2.1 et l'appendice IV : mise à jour suivant STI LOC & PAS [6]. • Chapitres 4.3 et 6 : Adjunction de « Référence à un document de l'ERA ». • Chapitres 4.5.2, 4.6.7, 10.1, 10.2, 10.3, 12.1, 12.2, 14.3, 16.2, 16.3, 18.3.3, 18.3.5, 20.1.1.1 et 20.4.1 : Abrogation des paramètres C1, C2, C3, V1 et D3 (y compris adaptations subséquentes) suite à la mise en service des nouveaux PSI de Bertrange-Strassen, Mamer et Kleinbettingen le 01.12.2014 et le remplacement subséquent des CdV à 50 Hz et à ITE par des CE du type Zp30H(Sk30H). • Chapitres 4.1, 4.3, 6, 8, 10, 12, 14, 18.3.2 et 18.3.3 : Adaptations subséquentes suite à la mise à jour du chapitre 0.5. • Chapitres 8.6 et 10.5 : Suppression de la EN 50121-3-1. <p>Buch II (livre II):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kapitel 22.4 : Entfernen „Logitudinaler Einbau von Balisen (T-T communication)“ und „Aspektabhängiges Repositionning“. • Kapitel 23.2.2 und 23.2.3: zusätzliche Bermerkung. • Kapitel 23.2.4 verschoben nach Kapitel 23.3.3 • Kapitel 23: Redaktionelle Korrekturen. • Entfall der Kapitel 23.3.2, 23.3.5 und 23.3.8. • Kapitel 23.3.7 verschoben nach Kapitel 23.2.6 mit redaktionelle Korrekturen. • Kapitel 24.1 bzw. 24.10 verschoben nach Kapitel 23.3.11 bzw. 23.3.10. • Kapitel 24.2: Korrektur RGE08 und Anpassung „Version“. • Kapitel 24.4: Anpassung gemäss STI LOC & PAS [6]. • Kapitel 24.11: Requirement not applicable for ETCS baseline 3.x.x. • Entfernen der Kapitel 24.3, 24.5, 24.6, 24.7, 24.8 und 24.9. 	<p>12.06.2015, T. Jung, II/RTS, livre I</p> <p>—</p> <p>12.06.2015, Y. Serres, II/F- CST, livre II</p>	<p>12.06.2015, L. Daleiden, II/CS4, livre I</p> <p>—</p> <p>16.06.2015, A. Feltz, II, livre II</p>	<p>16.06.2015, A. Feltz, II, livres I et II</p>
02	<p>Livre I :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapitre 4.7.4 : Mise à jour de l'adresse postale de la société Thales Transportation Systems GmbH. • Chapitre 8.8 : Considération du cas d'un véhicule ferroviaire équipé de plusieurs TFPs. 	<p>04.08.2014, T. Jung, II/RTS, livre I</p>	<p>04.08.2014, L. Daleiden, II/CS4, livre I</p>	<p>06.08.2014, A. Feltz, II, livre I</p>
01	<p>Chapitres 0.1 : Adjunction des prescriptions de la EN 50121-3-1.</p> <p>Chapitres 0.1, 0.2, 0.5 et 0.7 : Adaptations subséquentes suite à l'adjunction des prescriptions du livre II.</p> <p>Livre I :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapitre 1 : Adjunction de « GI ». • Chapitre 3.3 (nouveau). • Chapitre 3.1: Adjunction de la référence au chapitre 4. • Chapitres 4.1, 4.2, 16.2, 16.3, 18.2 et 19 : Adjunction des prescriptions de la EN 50121-3-1. • Chapitre 4.1 : Adjunction des conditions préliminaires quant à la réalisation de parcours d'essais sur le RFL. • Chapitre 4.8.1 : Suppression de la figure représentant la prise de mesure « A51-X(M) » et adjunction que la prise de mesure « A51-X(M) » et le bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe » sont mis à disposition par le GI luxembourgeois. • Chapitre 4.9.2 : Adjunction du fichier d'initialisation « Kurve.ini » pour faciliter l'évaluation des signaux enregistrés et d'un graphique pour exemple ; adjunction aux commentaires des diagrammes « RELA » pour une meilleure compréhension. • Chapitre 4.9.3 : Adaptation textuelle au critère (5) pour une meilleure compréhension. • Chapitres 6.10, 16.2, 18.3.1, 20.1.1.1 et 20.1.2 : Adjunction du paramètre G13 (graissage des boudins). • Chapitres 8.10, 8.11, 10.7, 10.8, 12.3, 12.4, 14.5, 14.6, 18.3.2, 18.3.3, 18.3.4 et 18.3.5 : Adjunction de la non activation des freins à courants de Foucault sur le RFL. • Chapitre 18.3.5 : Adjunction des sources de pollution EM et du rapport, voire procès-verbal, de mesure y afférent. <p>Livre II :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapitres 21, 22, 23, 24, 25 et 26 : Adjunction des prescriptions du livre II. 	<p>16.12.2013, T. Jung, II/RTS, livre I</p> <p>—</p> <p>18.12.2013, Y. Serres, II/F- CST, livre II</p>	<p>16.12.2013, L. Daleiden, II/CS4, livre I</p> <p>—</p> <p>18.12.2013, A. Feltz, II, livre II</p>	<p>18.12.2013, A. Feltz, II, livres I et II</p>
00	Première édition	<p>03.05.2013, T. Jung, II/RTS, livre I</p>	<p>03.05.2013, L. Daleiden, II/CS4, livre I</p>	<p>06.05.2013, A. Feltz, II, livre I</p>

Structure :

0	Préambule	6
LIVRE I		
Spécifications techniques générales		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		19
1	Abréviations, symboles et définitions	19
2	Electrification des lignes du réseau ferré luxembourgeois (hormis le réseau tertiaire)	23
3	Généralités	24
4	Spécifications techniques de compatibilité	25
APPENDICE I au livre I		
Spécifications générales.....		41
5	Préambule	41
6	Spécifications techniques.....	42
APPENDICE II au livre I		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		
Véhicules à traction électrique 25 kV 50 Hz.....		51
7	Préambule	51
8	Spécifications techniques.....	51
APPENDICE III au livre I		
Réservé.....		61
9	Réservé	61
10	Réservé	61
APPENDICE IV au livre I		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		
Voitures de passagers (voitures UIC).....		62
11	Préambule	62
12	Spécifications techniques.....	62
APPENDICE V au livre I		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		
Autres véhicules ferroviaires.....		65
13	Préambule	65
14	Spécifications techniques.....	66
APPENDICE VI au livre I		
Modifications aux indices matériels et logiciels		70
15	Préambule	70
16	Modifications aux indices matériels et logiciels.....	70
APPENDICE VII au livre I		
Dossier technique des véhicules ferroviaires (modèle)		73
17	Préambule	73
18	Dossier technique du véhicule ferroviaire.....	73
APPENDICE VIII au livre I		
Interactions entre les véhicules ferroviaires et les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois (informatif)		81
19	Préambule	81
20	Interactions de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois	81

BUCH II (LIVRE II)

Zulassungskriterien für Fahrzeuge auf dem luxemburgischen Eisenbahnnetz

Teilsystem fahrzeugseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung	91
21 Einleitung	91
22 Informationen zur streckenseitigen ETCS-Ausrüstung	93
23 Technische Anforderungen	99

LIVRE III

Compatibilité des itinéraires	120
24 Abréviations	120
25 Généralités	120
26 Paramètres à vérifier	121
27 Conditions préalables aux parcours d'essais / de validation sur le RFL	126

0 Préambule

0.1 Objet

Tout véhicule ferroviaire (se référer aux **chapitres 3.2.2, 4.2, 22.2, 28.2.1**) dont la circulation sur les lignes du RFL est souhaitée (se référer aux **chapitres 0.6, 2, 4.2, 22.2 et 28.2.2**), doit notamment répondre aux spécifications techniques de compatibilité définies aux **livres I et II** du présent document. En sus, toute circulation sur les lignes du RFL est tributaire d'une vérification de la compatibilité entre les véhicules et les itinéraires sur lesquels ils sont destinés à être exploités dont les paramètres à vérifier sont définies au **livre III** du présent document.

Le **livre I** :

- définit les spécifications techniques générales ainsi que les spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés applicables aux différents types de véhicules pour que la vérification de la compatibilité du véhicule avec les installations fixes des lignes du RFL puisse être réalisée (se référer aux **appendices I, II, IV et V**) ;
- définit les dispositions à appliquer en cas de modifications aux indices matériels et logiciels d'un véhicule pour lesquels la vérification de la compatibilité avec les installations fixes des lignes du RFL fut jadis réalisée et prononcée (se référer à l'**appendice VI**) ;
- présente un modèle non exhaustif du dossier technique du véhicule ferroviaire lequel doit accompagner toute demande de circulation pour que la vérification de la compatibilité de ce véhicule avec les installations fixes des lignes du RFL puisse être réalisée (se référer à l'**appendice VII**) ;
- expose les interactions possibles et connues entre les véhicules et les installations fixes de contrôle-commande, de signalisation, de télécommunications et de traction électrique du RFL et lesquelles ont conduit à la définition des paramètres exposés aux **appendices I, II, IV et V**, pour évaluer la compatibilité des véhicules avec les installations précitées (se référer à l'**appendice VIII**).

Le **livre II** :

- définit les exigences à respecter par le sous-système contrôle-commande et signalisation bord.

Le **livre III** :

- définit les paramètres complémentaires à vérifier pour assurer la compatibilité entre les véhicules et les itinéraires du RFL sur lesquels ils sont destinés à être exploités (se référer au point b) de l'article 23 de la Directive 2016/797/UE [3]).

La structure du document est présentée à la figure ci-après.

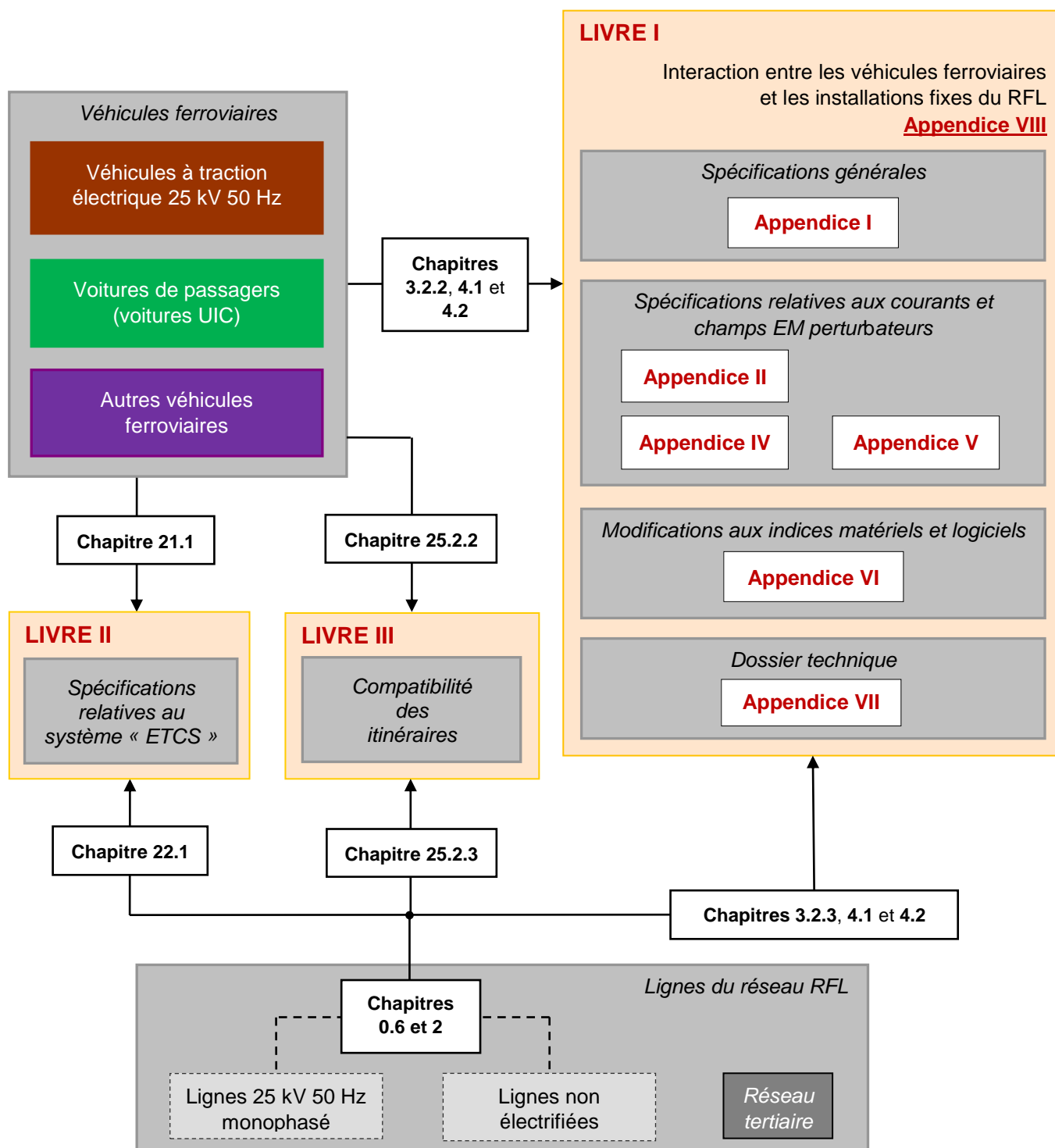
En cas de réalisation de parcours de mesure, de vérification et/ou de validation sur le RFL, la procédure à appliquer est définie dans le document intitulé « Vérification de la compatibilité de véhicules ferroviaires par rapport aux installations fixes du réseau ferré luxembourgeois – Réalisation de parcours de mesures et de vérification » [34].

Suivant le document précité, tout au plus 2 campagnes de mesures (couvrant l'ensemble des critères à vérifier) ne peuvent être garanties par période horaire annuelle (compte tenu de la conception, de la capacité et de la disponibilité de l'infrastructure luxembourgeoise, les plages horaires disponibles pour la réalisation de parcours de mesures se trouvent très limitées).

Dans le cas où plusieurs demandes pour la réalisation d'une campagne de mesures sur le RFL coexistent, l'ordre de réalisation est fixé par la date de réception du GI luxembourgeois du dossier technique du véhicule ferroviaire soumis à l'évaluation, établi et envoyé par l'organisme chargé de l'évaluation suivant les dispositions de l'**appendice VII** au **livre I** du présent document. Dans le cas d'une modification du dossier technique après réception du GI luxembourgeois (hormis le cas

d'informations complémentaires pour l'établissement des programmes d'essais sur le RFL), la version jadis reçue est à considérer comme caduque et un nouveau dossier technique est à soumettre.

Après réception du dossier technique par le GI luxembourgeois, celui-ci entame l'étude du dossier en question au plus tôt après la clôture d'une campagne de mesure en cours de réalisation. Une telle campagne est clôturée lorsque le GI luxembourgeois a reçu le rapport final y afférent de la part de l'organisme compétent (se référer au **point c)** du **chapitre 4.1**).



0.2 Domaine d'application

Se référer aux chapitres 3.2, 21.1 et 22.1 ainsi que 25.2.

0.3 Cadre légal

- Règlement grand-ducal du 1 juin 2010 relatif à l'interopérabilité du système ferroviaire modifié par le Règlement grand-ducal du 31 mai 2015 [1].

Remarque : Il s'agit de la transposition de la Directive 2008/57/CE [3] dans la législation luxembourgeoise.

0.4 Documents abrogés

- Document référence IF.PE.STC-VF.01
Compatibilité de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois
Spécifications techniques de compatibilité
CFL, Service Installations Fixes, édition 04 du 30.05.2011
- Document référence IF.PE.STC-VF.02
Compatibilité de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois
Interaction entre les véhicules ferroviaires et les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois
CFL, Service Installations Fixes, édition 05 du 25.05.2011
- Document référence IF.PE.STC-VF.03
Compatibilité de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois
Dossier technique des véhicules ferroviaires
CFL, Service Installations Fixes, édition 04 du 25.05.2011

0.5 Documents de référence

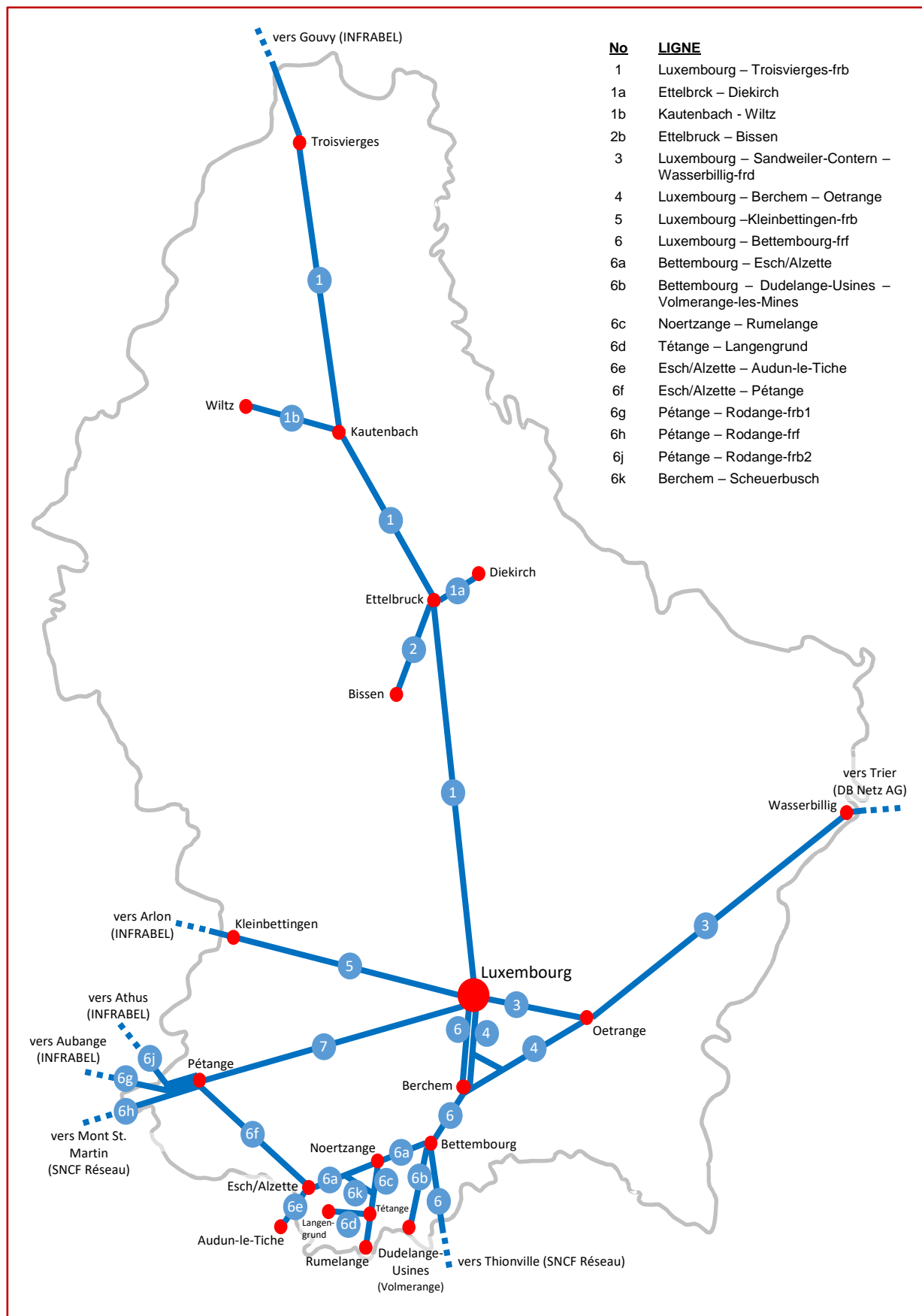
- | | |
|--|---|
| <p>[1] Règlement grand-ducal du 1 juin 2010 relatif à l'interopérabilité du système ferroviaire
Règlement grand-ducal du 31 mai 2015 modifiant le règlement grand-ducal du 1 juin 2010 relatif à l'interopérabilité du système ferroviaire</p> | |
| <p>[2] Réservé</p> | |
| <p>[3] Directive 2008/57/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de la Communauté (refonte), version consolidée du 01.01.2015</p> <p>Directive 2016/797/UE du Parlement européen et du Conseil du 11 mai 2016 relative à l'interopérabilité du système ferroviaire au sein de l'Union européenne (refonte), version consolidée du 28.05.2020</p> | <p>Richtlinie 2008/57/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Gemeinschaft (Neufassung), konsolidierte Fassung vom 01.01.2015</p> <p>Richtlinie (EU) 2016/797 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2016 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union (Neufassung), konsolidierte Fassung vom 28.05.2020</p> |
| <p>[4] STI CCS
Spécification technique d'interopérabilité concernant le sous-système « contrôle-commande et signalisation »</p> <p>Règlement 2016/919/UE de la Commission du 27 mai 2016 relatif à la spécification</p> | <p>TSI ZZS
Technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“</p> <p>Verordnung (EU) 2016/919 der Kommission vom 27. Mai 2016 über die technische</p> |

- | | |
|--|---|
| <p>technique d'interopérabilité concernant les sous-systèmes « contrôle-commande et signalisation » du système ferroviaire dans l'Union européenne, version consolidée du 11.03.2020</p> | <p>Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme „Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, konsolidierte Fassung vom 11.03.2020</p> |
|--|---|
- [5] STI ENE
- Spécification technique d'interopérabilité relative au sous-système « énergie » du système ferroviaire de l'Union
- Règlement (UE) N° 1301/2014 de la Commission du 18 novembre 2014, version consolidée du 16.06.2019
- | | |
|---|--|
| <p>[6] STI LOC & PAS</p> <p>Spécification technique d'interopérabilité relative au sous-système « matériel roulant » – « locomotives et matériel roulant destiné au transport de passagers »</p> <p>Règlement (UE) No 1302/2014 de la Commission du 18 novembre 2014 concernant une spécification technique d'interopérabilité relative au sous-système «matériel roulant» — «Locomotives et matériel roulant destiné au transport de passagers» du système ferroviaire dans l'Union européenne, version consolidée du 11.03.2020</p> | <p>TSI LOC & PAS</p> <p>Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge – Lokomotiven und Personenwagen“</p> <p>Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über eine technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen“ des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, konsolidierte Fassung vom 11.03.2020</p> |
|---|--|
- [7] EN 50121-3-1 + A1 (CENELEC)
- Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 3-1 : Matériel roulant – Trains et véhicules complets
- Janvier 2017 + Avril 2019
- [8] EN 50128 + AC (CENELEC)
- Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunication et de traitement Logiciels pour systèmes de commande et de protection ferroviaire
- Juin 2011 + Février 2014
- [9] EN 50163 + A1 (CENELEC)
- Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des réseaux de traction
- Novembre 2004 + Juillet 2007
- [10] EN 50238-1 (CENELEC)
- Applications ferroviaires – Compatibilité entre matériel roulant et systèmes de détection de train – Partie 1 ; Généralités
- Octobre 2019
- [11] EN 50388 (CENELEC)
- Applications ferroviaires – Alimentation électrique et matériel roulant – Critères techniques pour la coordination entre le système d'alimentation (sous-station) et le matériel roulant pour réaliser l'interopérabilité
- Mars 2012
- [12] EN 15273-2 + A1 (CENELEC)
- Applications ferroviaires – Gabarits
- Partie 2 : Gabarit du matériel roulant
- Mai 2013 + Novembre 2016

- [13] Fiche UIC 550 OR
Installation pour l'alimentation en énergie électrique du matériel à voyageurs
11^{ème} édition, Avril 2005
- [14] Fiche UIC 550-2 OR
Installation pour l'alimentation en énergie des voitures
Essais de types
1^{ère} édition, 01.01.94
- [15] Fiche UIC 550-3 O
Installation pour l'alimentation en énergie électrique du matériel à voyageurs
Influence des équipements électriques à l'extérieur des voitures
1^{ère} édition, Avril 2005
- [16] Réservé
- [17] Réservé
- [18] ERA/ERTMS/033281
Interfaces between control-command and signaling trackside and other subsystems
Version 4.0, 20/09/2018
- [19] CLC/TS 50238-3 (CENELEC)
Applications ferroviaires – Compatibilité entre le matériel roulant et les systèmes de détection des trains – Partie 3 : Compatibilité avec les compteurs d'essieux
Septembre 2019
- [20a] RGE
Règlement Général de l'Exploitation technique
Edition en vigueur, CFL
- [20b] Appendice I au RGE (règlement général de l'exploitation technique)
Renseignements supplémentaires et précisions d'application concernant les dispositions du RGE
Edition en vigueur, CFL
- [20c] Appendice III au RGE
Dispositions additionnelles au RGE relatives à l'exploitation du système de sécurité ETCS
Edition en vigueur, CFL
- [21] UNISIG ERTMS/ETCS, SUBSET-036, FFFIS for Eurobalise
Version 2.4.1, dated 27.09.2007
- [22] EN 50592 (CENELEC)
Applications ferroviaires – Essais du matériel roulant pour la compatibilité électromagnétique avec les compteurs d'essieux
Octobre 2016
- [23] EN 50657 (CENELEC)
Applications ferroviaires – Applications du matériel roulant – Logiciels embarqués
Août 2017
- [24] UNISIG ERTMS/ETCS SUBSET-026 System Requirements Specification
Version 2.3.0, dated 24.02.2006
- [25] UNISIG ERTMS/ETCS SUBSET-026 System Requirements Specification
Version 3.6.0, dated 13.05.2016
- [26] UIC Kodex 544-1 : Bremse-Bremsleistung
6. Ausgabe, Oktober 2014

- [27] ERTMS Unit – Assignment of values to ETCS variables, current version
- [28] EN 62625-1 (CENELEC)
Matériel électronique ferroviaire - Système embarqué d'enregistrement de données de conduite - Partie 1: Spécification du système
Novembre 2013
- [29] UNISIG ERTMS/ETCS SUBSET-026 System Requirements Specification
Version 3.4.0, dated 12.05.2014
- [30] UNISIG ERTMS/ETCS SUBSET-034 Train Interface FIS
Version 3.1.0 dated 09.05.2014
- [31] UNISIG ERTMS/ETCS SUBSET-041 Performance Requirements for Interoperability
Version 2.1.0 dated 23.11.2005
- [32] Réservé
- [33] Réservé
- [34] Vérification de la compatibilité de véhicules ferroviaires par rapport aux installations fixes du réseau ferré luxembourgeois – Réalisation de parcours de mesures et de vérification – Document « Procédures »
Edition 01, Administration des Chemins de Fer (ACF), publié sur le site de l'ACF (www.railinfra.lu)
- [35] ER/GUI/RINF/MA
Guide on the application of common specifications of the register of infrastructure (according to art 7 of Commission Implementing regulation (EU) 2019/777 of 16 May 2019 on the common specifications for the register of railway infrastructure)
Version 1.5.2.1, 17.02.2020

0.6 Lignes du réseau ferré luxembourgeois (hormis le réseau tertiaire)



0.7 Table des matières

0	Préambule	6
0.1	Objet	6
0.2	Domaine d'application	8
0.3	Cadre légal	8
0.4	Documents abrogés	8
0.5	Documents de référence	8
0.6	Lignes du réseau ferré luxembourgeois (hormis le réseau tertiaire)	12
0.7	Table des matières	13

LIVRE I

Spécifications techniques générales

Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés 19

1	Abréviations, symboles et définitions	19
2	Electrification des lignes du réseau ferré luxembourgeois (hormis le réseau tertiaire)	23
3	Généralités	24
3.1	Objet	24
3.2	Domaine d'application	24
3.2.1	Installations fixes du réseau ferré luxembourgeois	24
3.2.2	Véhicules	24
3.2.3	Lignes du réseau ferré luxembourgeois	25
3.3	Documents de référence	25
4	Spécifications techniques de compatibilité	25
4.1	Préliminaires	25
4.2	Appendices au livre I	26
4.3	Structure des appendices au livre I	27
4.4	Analyse fréquentielle	28
4.5	Phénomènes transitoires	28
4.5.1	Introduction	28
4.5.2	Courants perturbateurs (courant de ligne, courant injecté dans les rails)	28
4.5.3	Champs EM rayonnés	29
4.5.3.1	Compteurs d'essieux interoperables	29
4.5.3.2	Compteurs d'essieux non interoperables	29
4.6	Filtres de pondération / Gabarit pour CdV	29
4.6.1	Filtre « FH0 »	29
4.6.2	Filtre « FH3 »	30
4.6.3	Filtre « FH5 »	30
4.6.4	Filtre « FIHT »	31
4.6.5	Filtre « FIHS »	31
4.6.6	Filtre « Flpso »	32
4.7	Réservé	32
4.8	Méthode d'évaluation afférente aux installations de détection de la non occupation de la voie : CE du type « Zp43E » de fabrication avant 2005	32
4.8.1	Paramètres à évaluer / enregistrer	32
4.8.2	Dépouillement des mesures	34
4.8.3	Evaluation des mesures	34
4.9	Méthode d'évaluation afférente aux capteurs de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV	36
4.9.1	Paramètres à évaluer / enregistrer	36
4.9.2	Dépouillement des mesures	36
4.9.3	Evaluation des mesures	38

4.9.4	Evaluation des risques subséquents quant à la fiabilité de la détection du véhicule soumis à l'évaluation	39
4.10	Spécifications d'essais	39
4.10.1	Généralités	39
4.10.2	Précisions sur les spécifications d'essais afférents aux paramètres A1 – A7 et A12 – A14	39
APPENDICE I au livre I		
Spécifications générales.....		41
5	Préambule	41
5.1	Objet	41
5.2	Domaine d'application	41
5.2.1	Véhicules.....	41
5.2.2	Lignes du réseau ferré luxembourgeois.....	41
6	Spécifications techniques.....	42
6.1	Caractéristiques des roues de roulement	42
6.1.1	Paramètre G1 – Matériau des roues	42
6.1.2	Paramètres G2 – Géométrie des roues	42
6.1.2.1	Paramètre G2.1 – Cas général	42
6.1.2.2	Paramètre G2.2 – Critère complémentaire pour les compteurs d'essieux non interopérables en relation avec les roues de roulement à composition en moyeu ..	42
6.2	Paramètre G3 – Charge à l'essieu du véhicule	43
6.3	Paramètre G4 – Impédance entre les roues.....	43
6.4	Distances afférents aux différents essieux	44
6.4.1	Paramètre G5 – Distance minimale entre essieux consécutifs	44
6.4.2	Paramètre G6 – Distance maximale entre essieux consécutifs	44
6.4.3	Paramètre G7 – Distance entre essieu extrême et le front des tampons d'un même véhicule	44
6.5	Paramètres G8 – Espace exempt de métal et de pièces inductives	45
6.5.1	Paramètre G8.1 – Cas général	45
6.5.2	Paramètre G8.2 – Cas particulier pour les compteurs d'essieux non interopérables..	45
6.6	Paramètre G9 – Masse métallique du véhicule	46
6.7	Paramètre G10 – Contact fixe monté dans la voie (crocodile)	46
6.8	Paramètre G11 – Débit des sablières installées sur le véhicule	46
6.9	Paramètre G12 – Espace libre au-dessus du rail	47
6.10	Paramètre G13 – Graissage des boudins	47
6.11	Paramètre G14 – Immunité EM des équipements.....	47
6.12	Paramètre G15 – Freins magnétiques.....	48
6.12.1	Paramètre G15.1 – Règles d'utilisation des freins magnétiques	48
6.12.2	Paramètre G15.2 – Commande des freins magnétiques	48
6.13	Paramètre G16 – Freins à courant de Foucault	49
6.14	Paramètre G17 – Système d'aide au shuntage	49
APPENDICE II au livre I		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		
Véhicules à traction électrique 25 kV 50 Hz.....		51
7	Préambule	51
7.1	Objet	51
7.2	Domaine d'application	51
7.2.1	Véhicules.....	51
7.2.2	Lignes du réseau ferré luxembourgeois.....	51
8	Spécifications techniques.....	51

8.1	Paramètre A1 – Fondamental du courant de ligne	51
8.2	Paramètre A2 – Composante à 150 Hz du courant de ligne	52
8.3	Paramètre A3 – Composante à 250 Hz du courant de ligne	52
8.4	Paramètre A4 – Composante à 83,3 Hz du courant de ligne	53
8.5	Paramètre A5 – Composante à 125 Hz du courant de ligne	53
8.6	Paramètre A6 – Courant psophométrique IPSO	54
8.7	Paramètre A7 – Distorsion harmonique totale du courant de ligne THDI	54
8.8	Paramètre A8 – Courant maximal à l'enclenchement du TFP	55
8.9	Réservé	56
8.10	Réservé	56
8.11	Paramètres A11 – Champs EM rayonnés – CE	56
8.11.1	Paramètre A11.1 – Compteurs d'essieux interopérables	56
8.11.2	Paramètre A11.2 – Compteurs d'essieux non interopérables	57
8.12	Paramètre A12 – Facteur de puissance	57
8.13	Paramètre A13 – Valeur crête de la tension	58
8.14	Paramètre A14 – Courant de traction maximal et régulation automatique	59
8.15	Paramètre A15 – Indépendance entre plusieurs pantographes	60
APPENDICE III au livre I		
	Réservé	61
9	Réservé	61
10	Réservé	61
APPENDICE IV au livre I		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		
	Voitures de passagers (voitures UIC)	62
11	Préambule	62
11.1	Objet	62
11.2	Domaine d'application	62
11.2.1	Véhicules	62
11.2.2	Lignes du réseau ferré luxembourgeois	62
12	Spécifications techniques	62
12.1	Réservé	62
12.2	Paramètre V2 – Courants harmoniques	62
12.3	Réservé	63
12.4	Paramètres V4 – Champs EM rayonnés – CE	63
12.4.1	Paramètre V4.1 – Compteurs d'essieux interopérables	63
12.4.2	Paramètre V4.2 – Compteurs d'essieux non interopérables	63
APPENDICE V au livre I		
Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés		
	Autres véhicules ferroviaires	65
13	Préambule	65
13.1	Objet	65
13.2	Domaine d'application	65
13.2.1	Véhicules	65
13.2.2	Lignes du réseau ferré luxembourgeois	66
14	Spécifications techniques	66
14.1	Paramètre D1 – Composante à 83,3 Hz du courant injecté dans les rails	66
14.2	Paramètre D2 – Composante à 125 Hz du courant injecté dans les rails	66
14.3	Réservé	67
14.4	Paramètre D4 – Courant psophométrique IPSO	67

14.5	Réservé	67
14.6	Paramètres D6 – Champs EM rayonnés – CE	67
14.6.1	Paramètre D6.1 – Compteurs d'essieux interoperables	67
14.6.2	Paramètre D6.2 – Compteurs d'essieux non interoperables	68
APPENDICE VI au livre I		
Modifications aux indices matériels et logiciels		70
15	Préambule	70
15.1	Objet	70
15.2	Domaine d'application	70
15.2.1	Véhicules	70
15.2.2	Lignes du réseau ferré luxembourgeois	70
16	Modifications aux indices matériels et logiciels	70
16.1	Généralités	70
16.2	Modifications aux indices matériels	70
16.3	Modifications aux indices logiciels	71
APPENDICE VII au livre I		
Dossier technique des véhicules ferroviaires (modèle)		73
17	Préambule	73
17.1	Objet	73
17.2	Domaine d'application	73
17.2.1	Véhicules	73
17.2.2	Lignes du réseau ferré luxembourgeois	73
18	Dossier technique du véhicule ferroviaire	73
18.1	Préliminaires	73
18.2	Informations générales	73
18.3	Appendices au livre I	74
18.3.1	Appendice I au livre I	74
18.3.2	Appendice II au livre I	76
18.3.3	Réservé	78
18.3.4	Appendice IV au livre I	78
18.3.5	Appendice V au livre I	79
APPENDICE VIII au livre I		
Interactions entre les véhicules ferroviaires et les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois (informatif)		81
19	Préambule	81
20	Interactions de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois	81
20.1	Les installations de contrôle-commande et de signalisation	81
20.1.1	Les installations de détection de la non-occupation de la voie	81
20.1.1.1	Les circuits de voie	81
20.1.1.2	Les compteurs d'essieux	83
20.1.2	Les installations d'annonce et de libération des passages à niveau	85
20.1.3	Les pédales	87
20.1.4	Contact fixe monté dans la voie - Crocodile	87
20.1.5	Signal mobile détonant	87
20.2	La transmission par circuits galvaniques	87
20.3	Les installations fixes de traction électrique des lignes alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé	88
20.3.1	Relais de protection des alimentations	88
20.3.2	Harmoniques	89

20.3.3	Courant maximal du train	90
20.3.4	Sections de séparation de phases	90

BUCH II (LIVRE II)

Zulassungskriterien für Fahrzeuge auf dem luxemburgischen Eisenbahnnetz

Teilsystem fahrzeugseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung 91

21	Einleitung	91
21.1	Zweck des Dokumentes	91
21.2	Zielgruppe	91
21.3	Begriffe	91
21.4	Abkürzungen	92
22	Informationen zur streckenseitigen ETCS-Ausrüstung	93
22.1	Allgemeines	93
22.2	Baseline 3 - Kompatibilität	94
22.3	National Values	94
22.3.1	Übertragene Telegrammdaten des Paket 3, L1-Bereich	94
22.3.2	Übertragene Telegrammdaten des Paket 203	95
22.4	Kennwerte des Teilsystems Energie	97
22.4.1	Spezifikationssatz #1	97
22.4.2	Spezifikationssätze #2 und #3	97
22.5	Bremsen	97
22.5.1	Distanzen der Infill-Punkte zum Ende der Fahrerlaubnis	97
22.5.2	Bremsen für Lambda-Züge mit anwendungsspezifischem Konversionsmodell	98
22.5.3	Bremsen für Lambda-Züge mit Baseline 3 Konversionsmodell	99
22.5.3.1	K _v - Wert	99
22.5.3.2	K _r - Wert:	99
22.5.3.3	K _t - Werte	99
22.5.4	Bremsen für Gamma-Züge	99
23	Technische Anforderungen	99
23.1	Geltungsbereich	99
23.2	Anforderungen an eingebaute Class B-Systeme	100
23.3	Nationale, technische Vorschriften an die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung	101
23.3.1	Anrechenbare Bremsleistung	101
23.3.2	Sicherstellung der Bremsmittel beim Auslösen der Notbremse	102
23.3.3	Länge der angezeigten Textmeldungen	103
23.3.4	Seitlicher Versatz von Balisen	104
23.3.5	Sicheres Rücksetzen des Odometrie-Konfidenzintervalls	105
23.3.6	Anzeige der Trennung des Speichermediums vom JRU	106
23.3.7	Maximale Indikationszeit	107
23.3.8	Orientierung des Triebfahrzeuges	108
23.4	ETCS System Compatibility (ESC)	109
23.4.1	Validierungsfahrten	109
23.4.2	Anwendungsbereich der Validierungsfahrten	109
23.4.3	Bedingungen zur Zulassung der Validierungsfahrten	109
23.4.4	Vorgeschriebene Testfälle	110
23.4.4.1	Grenzübergang von und nach Mont-Saint-Martin	110
23.4.4.2	Grenzübergang mit Einfahrt von Class B-System (TBL1+) nach ETCS L1	111
23.4.4.3	Grenzübergang mit Einfahrt von Class B-System (PZB) nach ETCS L1	112
23.4.4.4	Kurze und lange Einfahrten im Bahnhof Luxembourg	113
23.4.4.5	Aufeinanderfolgendes Repositioning	114
23.4.4.6	Sicherheitsreaktion ausgelöst durch unverkettete Balisengruppen	115
23.4.4.7	Ergonomie des Bremsmodells	116

23.4.4.8	Funktionale Validierung von NTR-LU06	117
23.4.4.9	Funktionale Validierung von NTR-LU18	118
23.4.4.10	Funktionale Validierung von NTR-LU21	119

LIVRE III

Compatibilité des itinéraires..... 120

24	Abréviations	120
25	Généralités	120
25.1	Objet.....	120
25.2	Domaine d'application.....	121
25.2.1	Installations fixes du réseau ferré luxembourgeois.....	121
25.2.2	Véhicules.....	121
25.2.3	Lignes du réseau ferré luxembourgeois.....	121
25.3	Document de référence.....	121
25.4	Structure des paramètres à vérifier.....	121
26	Paramètres à vérifier.....	121
26.1	Paramètre RINF1 – Energy supply system (voltage and frequency)	121
26.2	Paramètre RINF2 – Maximum train current.....	122
26.3	Paramètre RINF3 – Permission for regenerative braking.....	122
26.4	Paramètre RINF4 – Maximum contact wire height.....	122
26.5	Paramètre RINF5 – Minimum contact wire height.....	123
26.6	Paramètre RINF6 – Accepted TSI compliant pantograph heads	123
26.7	Paramètre RINF7 – Accepted other pantograph heads	123
26.8	Paramètre RINF8 – Requirements for number of raised pantographs and spacing between them, at the given speed	124
26.9	Paramètre RINF9 – Permitted contact strip material.....	124
26.10	Paramètre RINF10 – Contact force permitted	125
26.11	Paramètre RINF11 – Sanding override by driver required	125
27	Conditions préalables aux parcours d'essais / de validation sur le RFL	126

LIVRE I

Spécifications techniques générales

Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés

1 Abréviations, symboles et définitions

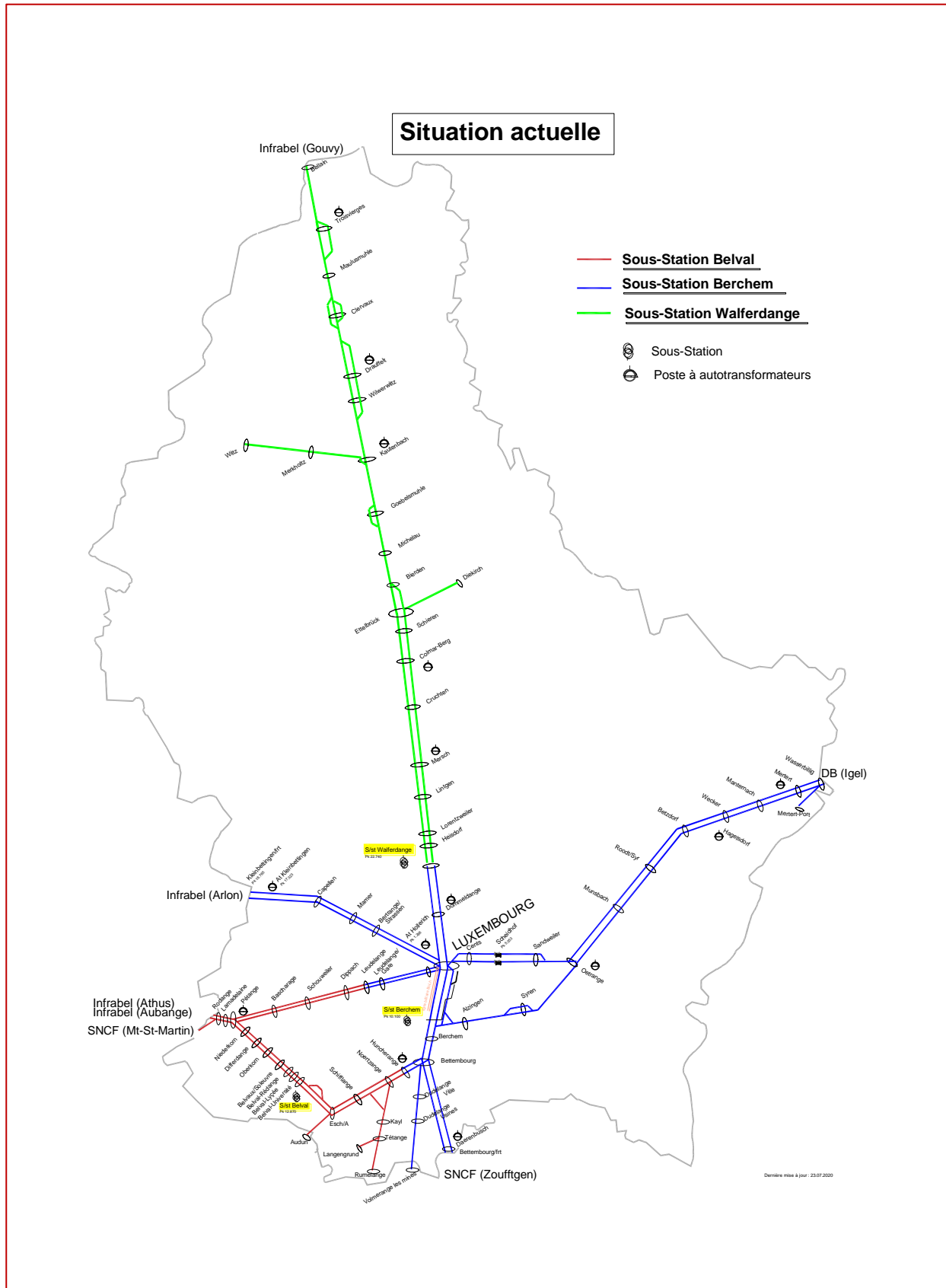
Abréviation / Symbole / Définition	Description
$\rightarrow\downarrow\rightarrow$	Transition (d'un signal) vers le bas, valeur minimale atteinte (transition achevée)
$\rightarrow\uparrow\rightarrow$	Transition (d'un signal) vers le haut, valeur maximale atteinte (transition achevée)
Ω	Ohm
A	Ampère
ATP	« Automatic Train Protection »
Az S70	« Achszähler Generation 70 der Firma SIEMENS »
AZSB300	« Integriertes Achszählssystem der Firma Scheidt & Bachmann »
BIV	Boucle d'induction de voie
B_R	Largeur de la jante de la roue de roulement
BUES 2000	« Rechnergesteuerte Bahnübergangstechnik der Firma Scheidt & Bachmann »
CAN	« Controller Area Network »
CCITT	Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
CdV	Circuit de voie
CE	Compteur d'essieux
CEM	Compatibilité électromagnétique
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
CLC/TS	« CENELEC / Technical specification »
const	Constant(e)
Crocodile	Contact fixe dans la voie afférent au dispositif MEMOR II+
Cu	Cuivre
D	Diamètre minimal de la roue de roulement (diamètre minimal admissible de la roue usée)
DJ	Disjoncteur principal

DOV-BG	« Doppeloszillatorverbindungs-Baugruppe »
DOZ-BG	« Doppeloszillator-Baugruppe »
EM	Electromagnétique
EN	Norme européenne
ERA	« European Railway Agency »
ETCS	« European Train Control System »
f	Fréquence
F	Farad
f _e	Fréquence d'échantillonnage
FFT	« Fast Fourier Transformation »
FP	Facteur de puissance
FSSB	« Fahrzeugsensor der Firma Scheidt & Bachmann », BIV
GI	Gestionnaire de l'infrastructure
GLM, calculateur	« Gleismodulrechner »
GTO	« Gate-Turn-Off », Thyristor
h	Heure
H	Henry
HEX	Hexadécimal
Hz	Hertz
I	Courant électrique
IFTE	Installations fixes de traction électrique
IGBT	« Insulated-Gate-Bipolar-Transistor »
I/O-BG	« IN/OUT-Baugruppe »
IPSO	Courant psophométrique
ITE	Impulsion de tension élevée, CdV à ITE
kHz	10 ³ Hz
km	10 ³ m
kV	10 ³ V
kvar	10 ³ var
kW	10 ³ W
KVB	Contrôle de vitesse à balises
l	Litre
m	Mètre
MEMOR II+	Système national d'aide à la conduite sur le RFL
min	Minute

mm	10^{-3} m
Modes fonctionnels	Modes de fonctionnement d'un constituant du véhicule ferroviaire soumis à l'évaluation en situation normale ou en présence de défauts ayant été prévus lors de la conception. Ces modes en traction, freinage et/ou des auxiliaires doivent normalement permettre au véhicule de terminer sa mission.
ms	10^{-3} s
MW	10^6 W
No, no	Numéro
Organisme chargé de l'évaluation du véhicule ferroviaire	Se référer respectivement aux articles 29 et 30 du règlement grand-ducal du 1 ^{er} juin 2010 relatif à l'interopérabilité du système ferroviaire [1]
P	Puissance active
PC	« Personal Computer »
pk	Point kilométrique
PMCF	Pont monophasé à commutation forcée
PN	Passage à niveau
PSI	Poste de signalisation informatisé
RELA, valeur	« RELA-Wert, Relativ-Wert »
RFL	Réseau ferré luxembourgeois
RINF	Registre des infrastructures
RMS	« Root mean square »
RuF	Rupture de l'effort de freinage : Une rupture brusque de l'effort de freinage électrique (sans ouverture DJ).
RuT	Rupture de l'effort de traction : Lors de l'accélération, une rupture brusque de l'effort de traction électrique (sans ouverture DJ, mise à zéro du manipulateur de traction).
s	Seconde
S	Puissance apparente
S _d	Epaisseur du boudin de la roue de roulement
S _H	Hauteur du boudin de la roue de roulement
Sk	« Schienenkontakt der Firma THALES »
Sk30	« Schienenkontakt 30 der Firma THALES »
Sk30H	« Schienenkontakt 30 H, wirbelstromfest, der Firma THALES »
SMD	Signal mobile détonant
STI	Spécification technique d'interopérabilité
t	Temps ou instant
TFP	Transformateur principal

THD	Distorsion harmonique totale
THDI	THD du courant
UIC	Union internationale des chemins de fer
UM	Unité multiple
US	Unité simple
USB	« Universal Serial Bus »
v	Vitesse
V	Volt
var	Voltampère réactif
V_{eff}	Volt, valeur efficace
W	Watt
Z	Impédance électrique
Z_E	Impédance (Z) d'entrée
Zp	« Zählpunkt »
Zp30	« Zählpunkt 30 der Firma THALES »
Zp30C-NT	« Zählpunkt 30C-NT der Firma THALES »
Zp30H	« Zählpunkt 30H der Firma THALES »
Zp43E	« Zählpunkt 43 (elektronisch) der Firma SIEMENS »

2 Electrification des lignes du réseau ferré luxembourgeois (hormis le réseau tertiaire)



3 Généralités

3.1 Objet

Tout véhicule ferroviaire, dont la circulation sur les lignes du RFL (non électrifiées ou alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé) est souhaitée, doit répondre aux spécifications techniques de compatibilité.

Le présent livre :

- définit les spécifications techniques générales ainsi que les spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés applicables aux différents types de véhicules pour que la vérification de la compatibilité du véhicule avec les installations fixes des lignes du RFL puisse être réalisée (se référer au **chapitre 4** et aux **appendices I, II, IV et V**).
- définit les dispositions à appliquer en cas de modifications aux indices matériels et logiciels d'un véhicule pour lesquels la vérification de la compatibilité avec les installations fixes des lignes du RFL fut jadis réalisée et prononcée (se référer à l'**appendice VI**).
- présente un modèle non exhaustif du dossier technique du véhicule ferroviaire lequel doit accompagner toute demande de circulation pour que la vérification de la compatibilité de ce véhicule avec les installations fixes des lignes du RFL puisse être réalisée (se référer à l'**appendice VII**).
- expose les interactions possibles et connues entre les véhicules et les installations fixes de contrôle-commande, de signalisation, de télécommunications et de traction électrique du RFL et lesquelles ont conduit à la définition des paramètres exposés aux **appendices I, II, IV et V**, pour évaluer la compatibilité des véhicules avec les installations précitées (se référer à l'**appendice VIII**).

3.2 Domaine d'application

3.2.1 Installations fixes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux installations fixes suivantes du RFL :

- Les installations techniques de contrôle-commande : Système de classe B (se référer à la STI CCS [4]), à savoir les systèmes « Crocodile » et « MEMOR II+ ».
- Les installations techniques de signalisation : CdV, CE, BIV, pédales et SMD.
- Les installations techniques de télécommunication : Transmission par circuit galvanique.
- Les installations fixes de traction électrique.

3.2.2 Véhicules

Le présent document est applicable à tout type de véhicule ferroviaire, c.-à-d. :

- Les véhicules à traction électrique :
 - Les rames automotrices à moteurs électriques.
 - Les motrices de traction à moteurs électriques.
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteurs électriques.
- Les véhicules à traction autonome :
 - Les rames automotrices à moteurs thermiques.
 - Les motrices de traction à moteurs thermiques.
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteurs thermiques.

- Les véhicules à traction hybride :
 - Les rames automotrices à moteurs électriques et thermiques.
 - Les motrices de traction à moteurs électriques et thermiques.
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteurs électriques et thermiques.
- Les véhicules remorqués :
 - Les voitures de passagers et autres (par exemple voitures pilotes).
 - Les wagons de marchandises, y compris les véhicules conçus pour le transport de camions.
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles.

Se référer au **chapitre 4.2**.

3.2.3 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent document est applicable à toutes les lignes du RFL (hormis le réseau tertiaire), c.-à-d. :

- Les lignes du RFL non électrifiées.
- Les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé.

Se référer aux **chapitres 0.6, 2 et 4.2**.

3.3 Documents de référence

Le présent livre fait référence à plusieurs documents énumérés au **chapitre 0.5** et mis entre parenthèses rectangulaires ([...]). Uniquement la version y spécifiée est à considérer.

4 Spécifications techniques de compatibilité

4.1 Préliminaires

Les spécifications techniques de compatibilité auxquelles tout véhicule doit répondre sont définies aux **appendices I, II, IV et V** au présent livre. Le respect de ces spécifications constitue une condition nécessaire pour que le véhicule puisse accéder aux lignes du RFL.

L'**appendice VI** au présent livre expose sommairement les démarches à respecter en cas de modifications aux indices matériels et logiciels d'un véhicule pour lesquels la vérification de la compatibilité avec les installations fixes des lignes du RFL fut jadis réalisée et prononcée.

L'**appendice VII** au présent livre présente un modèle non exhaustif du dossier technique d'un véhicule ferroviaire lequel doit accompagner toute demande de circulation pour que la vérification de la compatibilité de ce véhicule avec les installations fixes des lignes du RFL puisse être réalisée.

L'**appendice VIII** au présent livre n'a qu'un caractère informatif.

L'évaluation du véhicule ferroviaire :

a) par rapport :

- aux spécifications techniques générales et spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés définies aux **appendices I, II, IV et V** ;
- au contenu définitif du dossier technique du véhicule ferroviaire soumis à l'évaluation tel qu'exposé à l'**appendice VII** ;

est de la responsabilité de l'organisme chargé de l'évaluation du véhicule ferroviaire en question et sous réserve que tous les indices matériels et logiciels du véhicule ferroviaire soumis à l'évaluation soient figés ;

b) au moyen de parcours d'essais sur le RFL en relation avec les **paramètres G2.2, G8.2 et G17** ainsi que les **paramètres A1 – A8 et A12 – A14** définis respectivement dans les **appendices I et II** au présent livre (voir aussi le **chapitre 4.10**) est tributaire d'une conformité du véhicule concerné avec les :

- **paramètres G1, G2.1, G3, G4, G5, G6, G7, G8.1, G9, G10, G11, G12, G13, G14, G15, G16, A11, A15, V2, V4, D1, D2, D4 et D6** définis respectivement dans les **appendices I, II, IV et V** au présent livre ;
- exigences du **chapitre 27** (se référer au **livre III**) ;

préalablement établie par l'organisme chargé de l'évaluation du véhicule ferroviaire en question ;

c) doit être clôturée au moyen d'un rapport final à établir par l'organisme chargé de l'évaluation du véhicule ferroviaire en question.

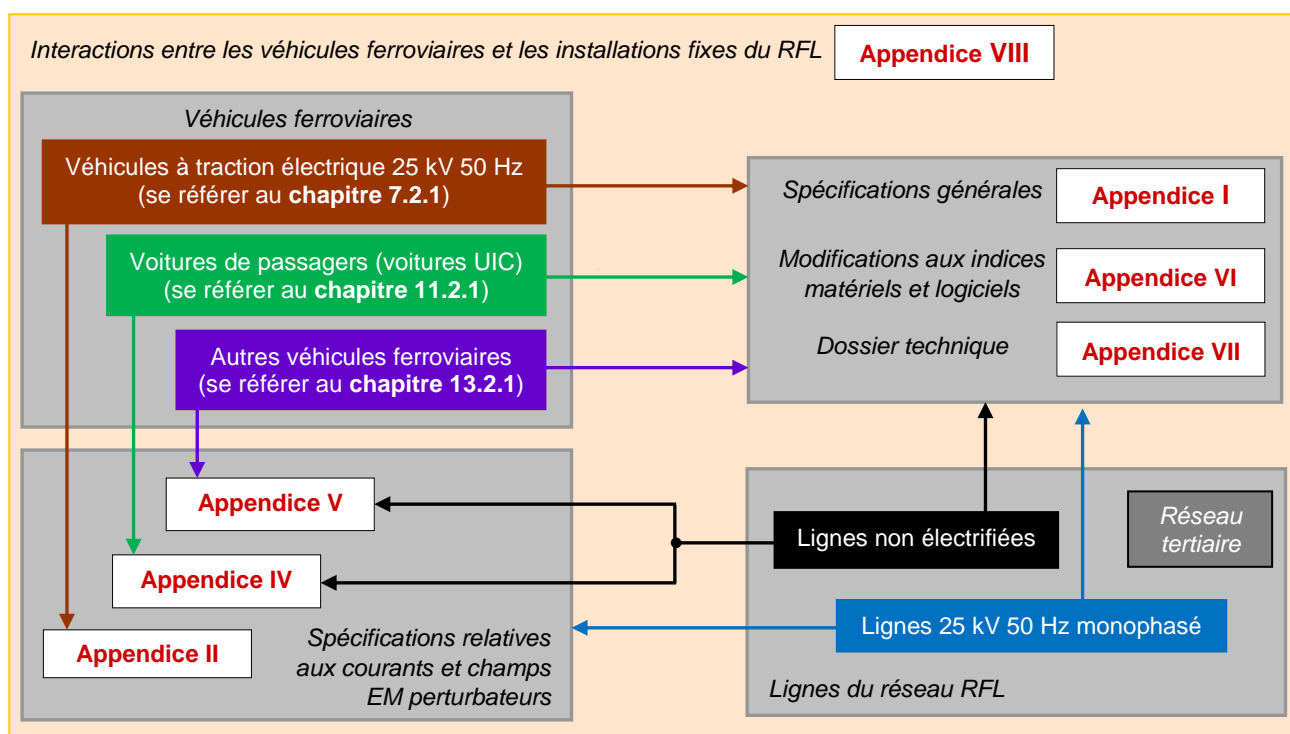
Sont notamment à joindre au rapport final tous les rapports d'essais validant les conclusions du rapport final. De manière générale, toutes les décisions, tous les essais réalisés et toutes les conclusions subséquentes sont à documenter dans ce rapport.

Un exemplaire du rapport final est à envoyer pour information aux CFL sous forme de documents en papier ou bien sur support informatique (CD-ROM), de préférence dans le format « PDF » ou, après concertation, dans un format alternatif, à l'adresse suivante :

Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois
Service Ingénierie Infrastructure
9, Place de la Gare
L-1616 Luxembourg

4.2 Appendices au livre I

L'application des **appendices I, II et IV à VIII** au présent livre est fonction des caractéristiques techniques du véhicule ainsi que des lignes du RFL sur lesquelles le véhicule souhaite circuler (se référer à la figure ci-dessous).



4.3 Structure des appendices au livre I

Les **appendices I, II, IV et V** au présent livre possèdent la même structure tandis que les **appendices VI, VII et VIII** au présent livre ont une structure à part. Concernant les spécifications techniques des **appendices I, II, IV et V** au présent livre, la structure est la suivante :

Paramètre Xy.z : Désignation du **paramètre** à évaluer : **X = G** pour l'**appendice I** ;
X = A pour l'**appendice II** ;
X = V pour l'**appendice IV** ;
X = D pour l'**appendice V** ;
y = numéro continu dans la série **X** ;
z = numéro continu dans la série **y** (si nécessaire).

STI	Référence à une STI.
Info	Informations à titre indicatif concernant le paramètre.
Critère d'acceptation	Le critère auquel le véhicule doit répondre et dont le respect constitue une condition nécessaire pour que le véhicule puisse accéder sur les lignes du RFL.
Règle de sommation	Règle de sommation qui doit être appliquée.
Système de l'infrastructure	Type d'installation technique de l'infrastructure du RFL concerné par le paramètre.
ERA	Référence à un document de l'ERA.
CENELEC	Référence à un document du CENELEC (EN ou CLC/TS).
UIC	Référence à une fiche UIC.
Spécification d'essai	Notification si des essais doivent être réalisés et définition des spécifications à appliquer pour évaluer la compatibilité du véhicule avec le système de l'infrastructure concerné (voir aussi le chapitre 4.10).
Méthode d'évaluation	La méthode pour mesurer, voire évaluer, le paramètre.

Le tableau ci-dessous renseigne si les différents paramètres sont actuellement couverts par une STI (voir aussi le **chapitre 4.10**).

Pour les véhicules non conformes aux STI, l'évaluation d'un paramètre définie par une STI est à réaliser en appliquant les dispositions y définies.

Appendice au livre I	Paramètre	STI
I	G1, G2.1, G3, G4, G5, G6, G7, G8.1, G9, G11⁽¹⁾, G15.2	X
	G2.2⁽²⁾, G8.2⁽²⁾, G10, G12, G13⁽³⁾, G14, G15.1, G16, G17	
II	A1⁽²⁾, A2, A3, A4⁽²⁾, A5⁽²⁾, A6, A7, A8, A11.2⁽²⁾, A15⁽⁴⁾	
	A11.1, A12, A13, A14	X
IV	V2⁽²⁾, V4.2⁽²⁾	
	V4.1	X
V	D1⁽²⁾, D2⁽²⁾, D4, D6.2⁽²⁾	
	D6.1	X

⁽¹⁾ Cas spécifique pour le Luxembourg dans la STI CCS [4].

⁽²⁾ Cas spécifique demandé pour le Luxembourg dans la STI CCS [4].

⁽³⁾ Point ouvert dans la STI CCS [4].

⁽⁴⁾ Cas spécifique demandé pour le Luxembourg dans la STI ENE [5].

4.4 Analyse fréquentielle

Certaines méthodes d'évaluation font appel à l'analyse fréquentielle dont les caractéristiques sont les suivantes :

- *FFT* sur une plage de fréquence comprise entre 0 Hz et au minimum 5 kHz.
- Taille de la fenêtre d'analyse ≈ 1 s, soit une résolution spectrale ≈ 1 Hz.
- Pondération de la *FFT* au moyen d'une fenêtre du type HANNING.
- Recouvrement temporel entre deux FFT consécutives (« *overlap* ») : 80 %.

4.5 Phénomènes transitoires

4.5.1 Introduction

Dans le cadre des **appendices II, IV et V** au présent livre, un phénomène transitoire est un phénomène provoquant une variation brusque, voire discontinuité de la grandeur physique mesurée, voire enregistrée, représentant le paramètre à évaluer (par exemple le courant de ligne). Des phénomènes transitoires dont la durée de manifestation ne dépasse pas les durées définies aux **chapitres 4.5.2 et 4.5.3** ne sont pas à considérer.

4.5.2 Courants perturbateurs (courant de ligne, courant injecté dans les rails)

Dans le cadre de l'évaluation des **paramètres** suivants :

- **A2, A3, A4, A5, A6** et **A7** de l'**appendice II** ;
- **D1, D2** et **D4** de l'**appendice V** ;

il doit être mis en évidence au moyen des mesures, voire enregistrements, effectuées que la durée de manifestation du phénomène transitoire est inférieure ou égale à 1 s.

4.5.3 Champs EM rayonnés

4.5.3.1 Compteurs d'essieux interopérables

Il s'agit des installations techniques de comptage d'essieux des types « Zp30(Sk30) », « Zp30C-NT(Sk30H) », « Zp30H(Sk30H) » et « AZSB300 ».

Dans le cadre de l'évaluation des **paramètres** :

- **A11.1 (appendice II)** ;
- **V4.1 (appendice IV)** ;
- **D6.1 (appendice V)** ;

toute interférence à court terme capturée lors des essais doit être analysée et évaluée conformément à la méthodologie décrite dans la EN 50592 [22], voire de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

4.5.3.2 Compteurs d'essieux non interopérables

Il s'agit des installations techniques de comptage d'essieux du type « Zp43E » de fabrication avant 2005.

Dans le cadre de l'évaluation des **paramètres** :

- **A11.2 (appendice II)** ;
- **V4.2 (appendice IV)** ;
- **D6.2 (appendice V)** ;

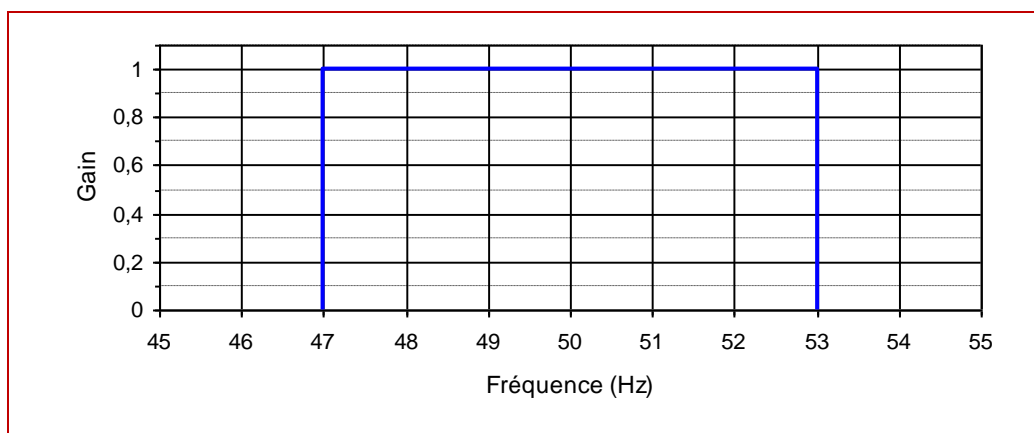
toute interférence à court terme capturée lors des essais doit être analysée et évaluée conformément à la méthodologie décrite dans la EN 50592 [22], voire de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

4.6 Filtres de pondération / Gabarit pour CdV

Certaines méthodes d'évaluation font appel à des filtres de pondération ou gabarits, définis aux **chapitres 4.6.1 – 4.6.6**.

4.6.1 Filtre « FH0 »

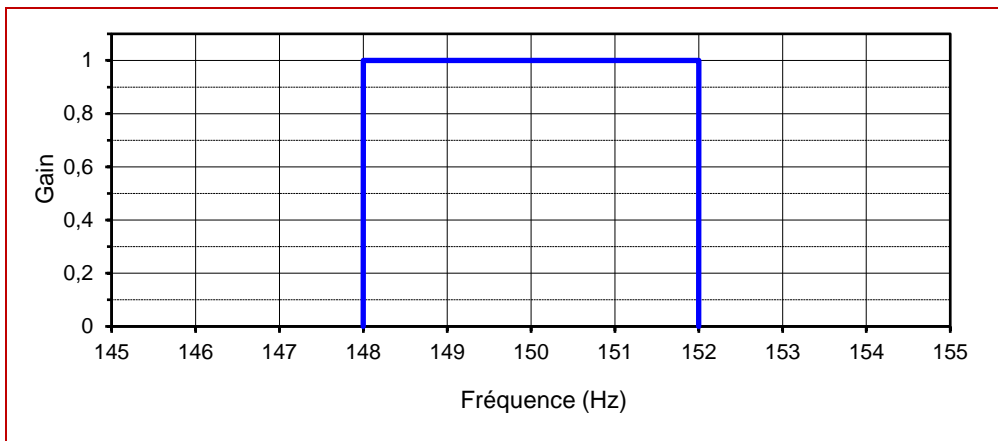
Courbe de réponse du filtre du type rectangulaire centré sur 50 Hz avec une bande passante de 6 Hz :



Se référer à la méthode d'évaluation du **paramètre A1 (appendice II)**.

4.6.2 Filtre « FH3 »

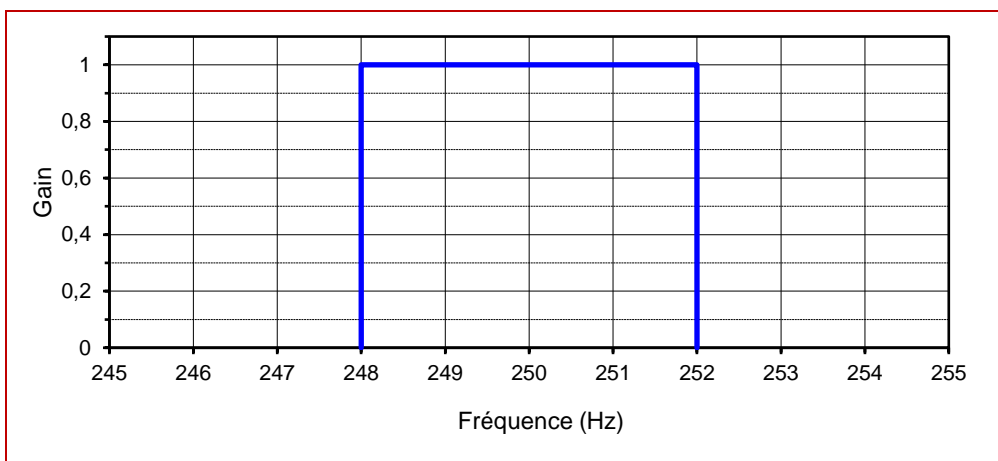
Courbe de réponse du filtre du type rectangulaire centré sur 150 Hz avec une bande passante de 4 Hz :



Se référer à la méthode d'évaluation du **paramètre A2** (appendice II).

4.6.3 Filtre « FH5 »

Courbe de réponse du filtre du type rectangulaire centré sur 250 Hz avec une bande passante de 4 Hz :

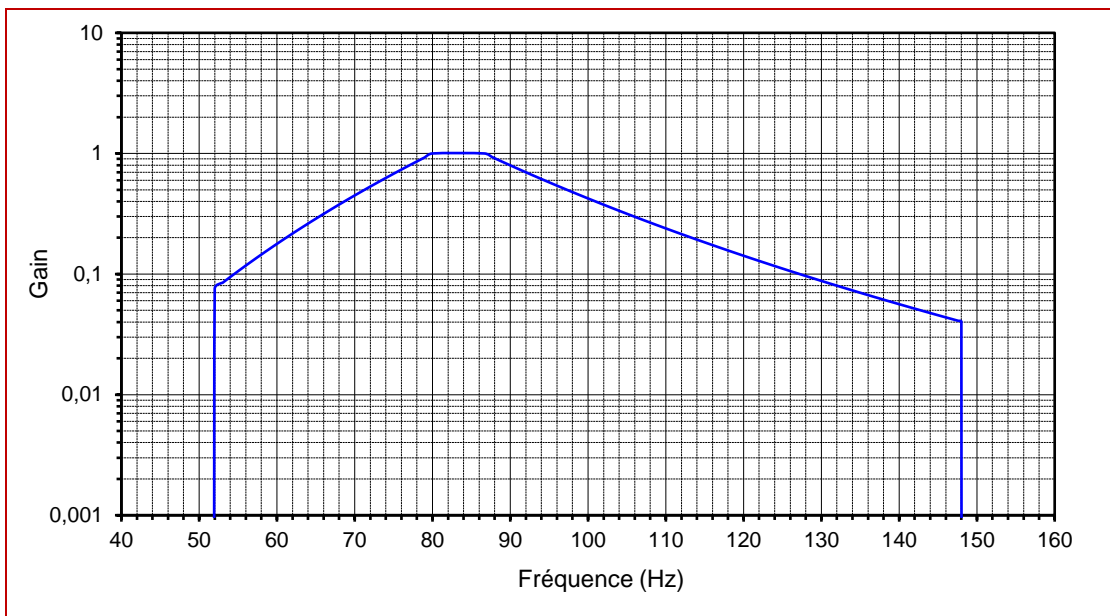


Se référer à la méthode d'évaluation du **paramètre A3** (appendice II).

4.6.4 Filtre « FIHT »

Courbe de réponse du filtre avec une bande passante de 80 Hz à 86,7 Hz :

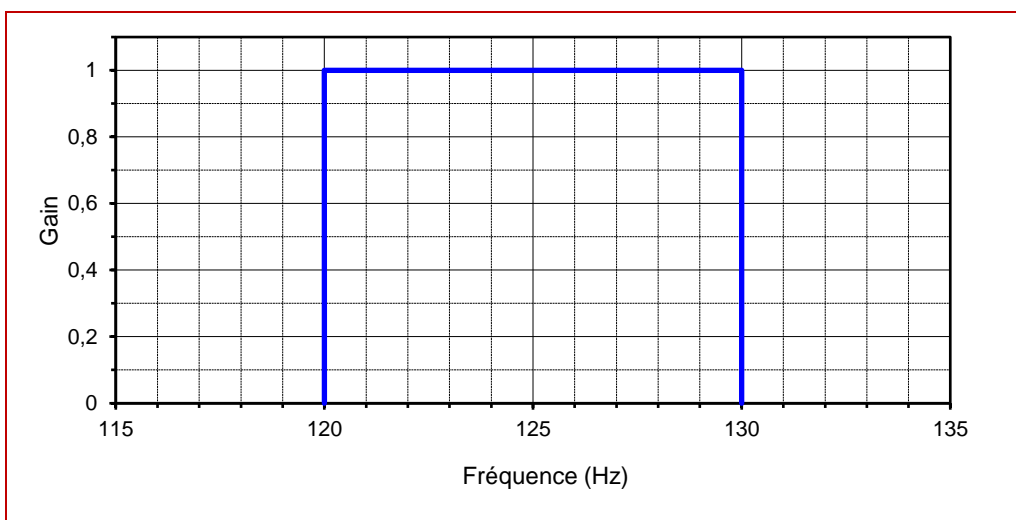
- Le gain dans la bande passante vaut 1.
- La raideur des bandes de transition correspond à celle d'un filtre du type « *Butterworth* » du 6^{ème} ordre tronqué à 52 Hz et 148 Hz.



Se référer aux méthodes d'évaluation des **paramètres A4** (appendice II) et **D1** (appendice V).

4.6.5 Filtre « FIHS »

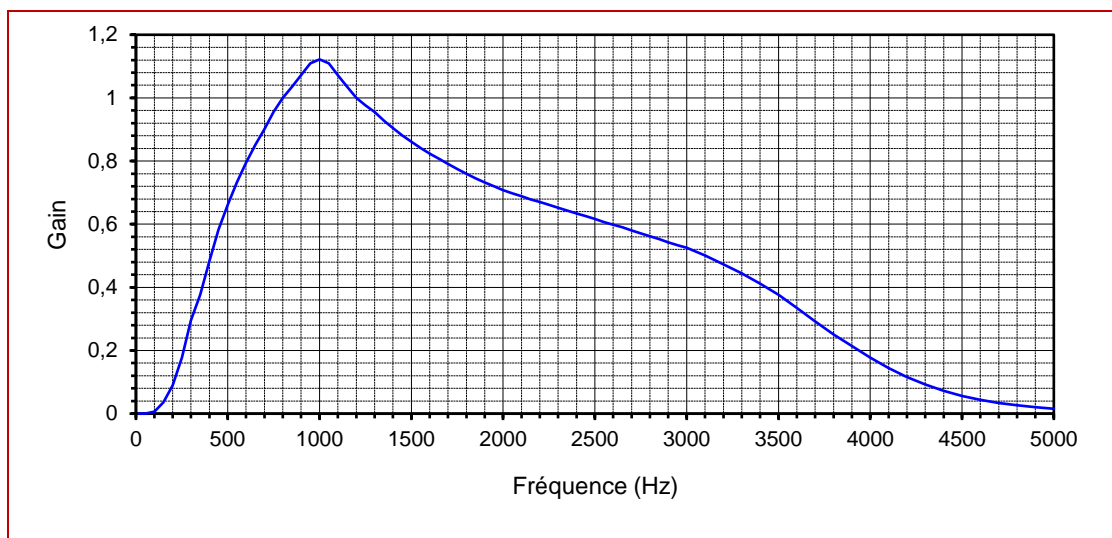
Courbe de réponse du filtre du type rectangulaire centré sur 125 Hz avec une bande passante de 10 Hz :



Se référer aux méthodes d'évaluation des **paramètres A5** (appendice II) et **D2** (appendice V).

4.6.6 Filtre « Flpso »

Courbe de réponse du filtre psophométré CCITT, tolérance 0 :



Se référer aux méthodes d'évaluation des **paramètres A6** (**appendice II**) et **D4** (**appendice V**).

4.7 Réserve

4.8 Méthode d'évaluation afférente aux installations de détection de la non occupation de la voie : CE du type « Zp43E » de fabrication avant 2005

4.8.1 Paramètres à évaluer / enregistrer

Les mesures seront réalisées auprès de l'unité d'évaluation du type « Az S70 » située en cabine (salle des relais) du poste de sécurité et de signalisation de Belvaux/Soleuvre (ligne 6f du RFL, pk 9.1) : Châssis 0203/3 (voie D2, ZP 1 2).

Le point de comptage du type « Zp43E » afférent est le point de comptage « CE Bs-D I » situé au pk 7.727 de la ligne 6f du RFL.

Les fréquences de fonctionnement des détecteurs de roues valent $43 \text{ kHz} \pm 1 \text{ kHz}$.

Pour l'enregistrement des différents signaux, le bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe » afférent à l'unité d'évaluation du type « Az S70 » doit être inséré aux emplacements 1 et 2 du côté avant du châssis 0203/3.

Du côté arrière du châssis 0203/3, la prise « V25132-A51-X » (emplacement de prises no 10) est à remplacer par une prise de mesure désignée par la suite par « A51-X(M) » et prélevant respectivement les signaux « RI1 » et « RI2 » aux bornes 19 et 15 de cette prise.

Le bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe » et la prise de mesure « A51-X(M) » sont mis à disposition par le GI luxembourgeois.

Les tensions électriques suivantes sont à prélever auprès de l'unité d'évaluation située en cabine :

- Signal « F1 ».

Signal de réponse filtré par bande-passante du point de comptage « CE Bs-D I » afférent au détecteur de roue no 1 (CE BS-D I/1) à prélever aux prises femelles (F1) et (-12V) du bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe ».

- Signal « U1 ».

Signal « F1 » amplifié et rectifié par la suite à prélever aux prises femelles (U1) et (+12V) du bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe ».

- Signal « RI1 ».

Impulsion de roue générée à partir du signal « U1 » à prélever au raccordement no 19 de la prise de mesure « A-51(M) » et à la prise femelle (-12V) du bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe ».

- Signal « F2 ».

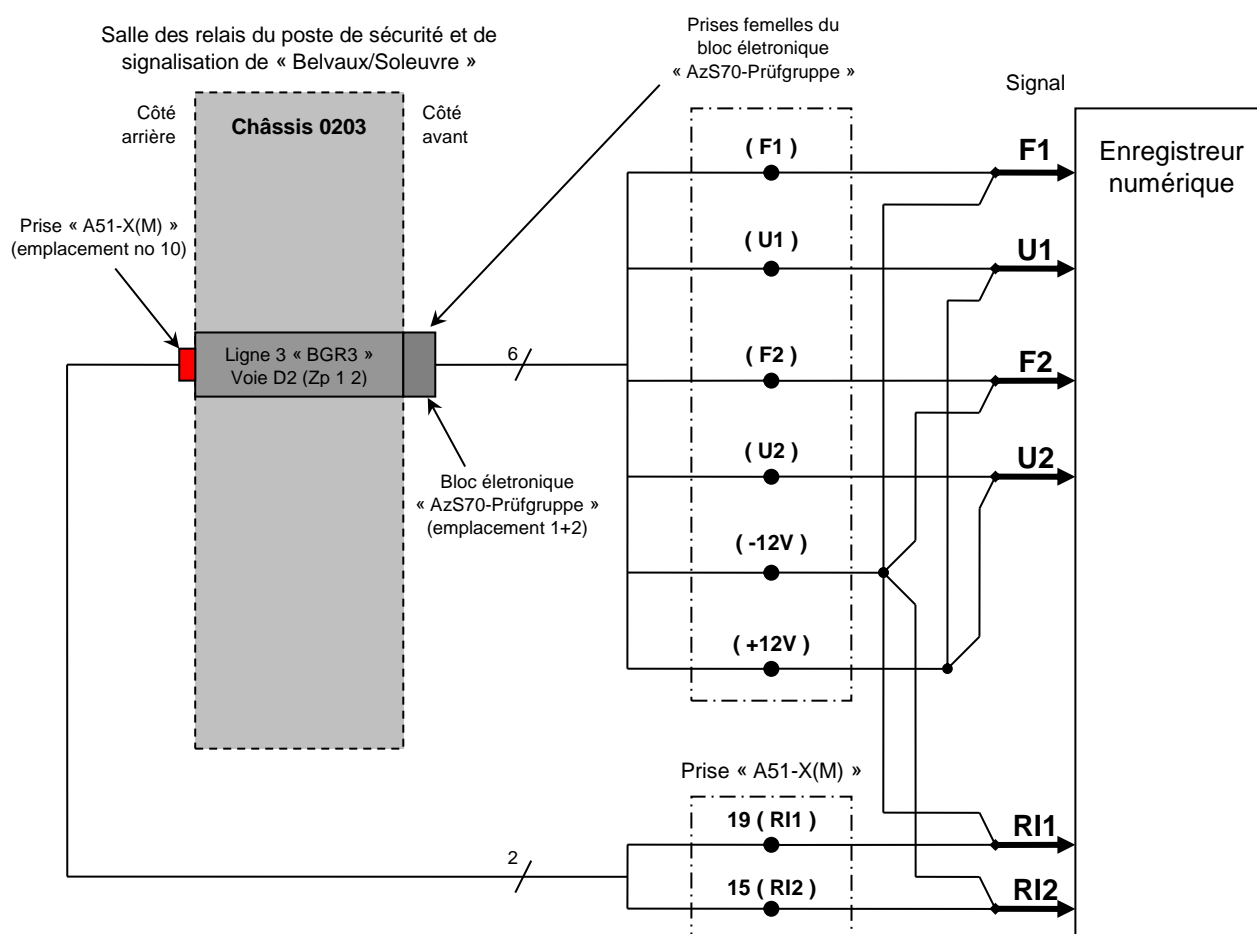
Signal de réponse filtré par bande-passante du point de comptage « CE Bs-D I » afférent au détecteur de roue no 2 (CE BS-D I/2) à prélever aux prises femelles (F2) et (-12V) du bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe ».

- Signal « U2 ».

Signal « F2 » amplifié et rectifié par la suite à prélever aux prises femelles (U2) et (+12V) du bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe ».

- Signal « RI2 ».

Impulsion de roue générée à partir du signal « U2 » à prélever au raccordement no 15 de la prise de mesure « A-51(M) » et à la prise femelle (-12V) du bloc électronique « Az S70-Prüfgruppe ».



Les enregistrements sont à réaliser au moyen d'un enregistreur numérique ayant notamment les caractéristiques suivantes :

- Entrées différentielles et avec séparation galvanique.
- Fréquence d'échantillonnage : $f_e \geq 200$ kHz.
- Calibres de mesure :

Signal	F1	U1	RI1	F2	U2	RI2
Calibre de mesure centré sur 0 V	± 1 V	± 15 V	$\pm 2,5$ V	± 1 V	± 15 V	$\pm 2,5$ V

Les configurations du point de comptage « Zp43E » et de l'unité d'évaluation « Az S70 » peuvent être consultées sur place (poste de sécurité et de signalisation de Belvaux/Soleuvre) dans les documents techniques afférents.

4.8.2 Dépouillement des mesures

Les signaux « F1(t) », « U1(t) », « RI1(t) », « F2(t) », « U2(t) » et « RI2(t) » sont à représenter dans l'ordre précité sur un même graphique ayant les caractéristiques suivantes :

- Axe horizontal : Temps [s].
- Axe vertical : Tensions électriques « F1(t) », « U1(t) », « RI1(t) », « F2(t) », « U2(t) » et « RI2(t) » [V].

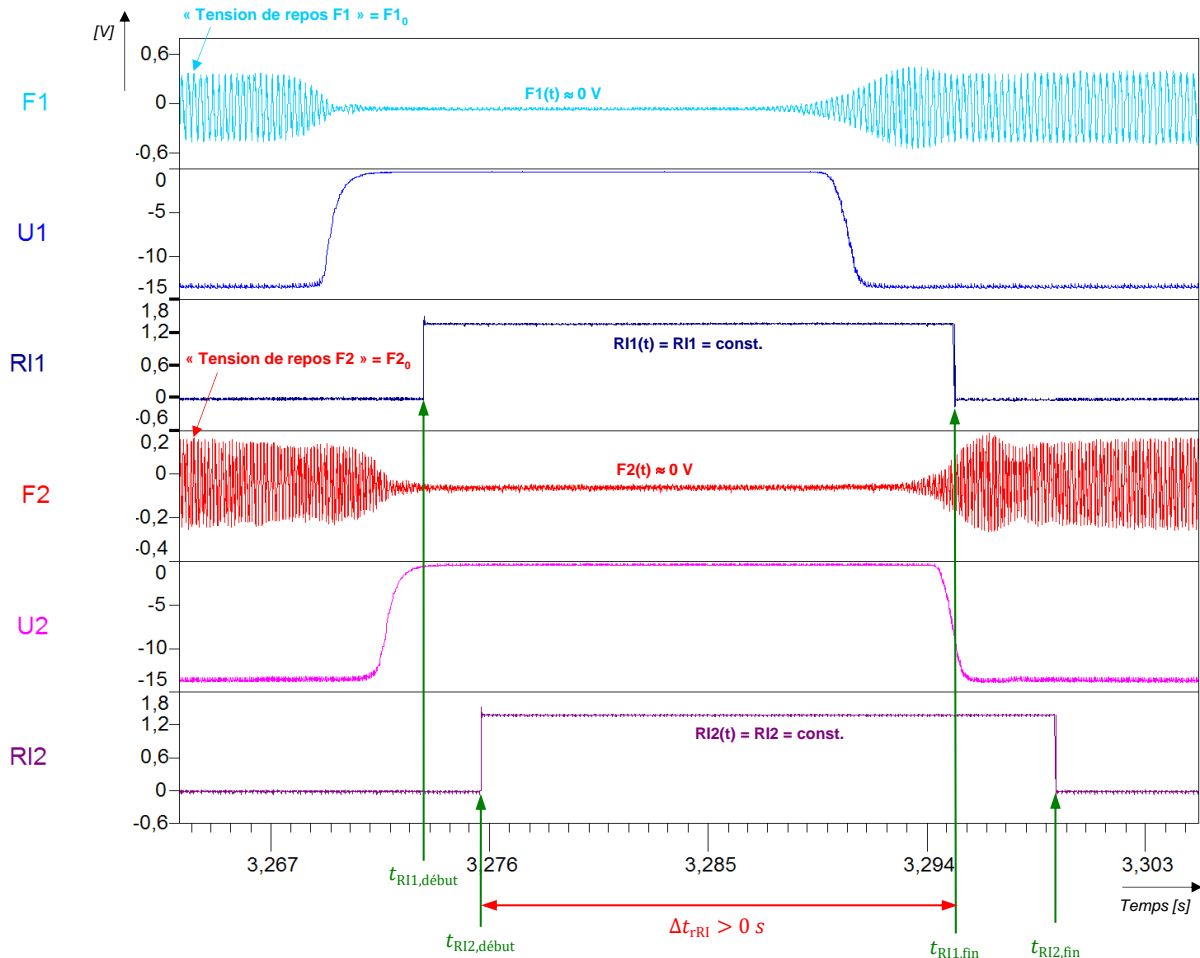
4.8.3 Evaluation des mesures

L'évaluation des signaux enregistrés se fait en analysant l'allure générale de ces signaux.

L'allure des signaux « F1(t) », « U1(t) », « RI1(t) », « F2(t) », « U2(t) » et « RI2(t) » doit correspondre à celle présentée ci-dessous et en considérant les critères d'évaluation suivants :

No	Critères d'évaluation
(1)	<p><u>Zones extérieures à la détection des roues (respectivement zone (2,F1) et zone (2,F2)).</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de signaux « F1(t) », « F2(t) », « U1(t) », « U2(t) », « RI1(t) » et « RI2(t) ». <p>Aucune perturbation des signaux « F1(t) », « F2(t) », « U1(t) », « U2(t) », « RI1(t) » et « RI2(t) » n'est tolérée.</p>
(2)	<p><u>Zone de détection des roues (voir figure ci-dessous).</u></p> <p>Soient « F1₀ » et « F2₀ » les tensions de repos (tensions « F1(t) » et « F2(t) » en absence d'un véhicule ferroviaire par-dessus les détecteurs de roues), la zone de détection des roues (zone (2)) est la zone définie pour les tensions « F1(t) » et « F2(t) » où :</p> $F1(t) \lesssim \frac{1}{2}F1_0 \Rightarrow \text{zone (2,F1)} \quad \text{et} \quad F2(t) \lesssim \frac{1}{2}F2_0 \Rightarrow \text{zone (2,F2)}.$ <ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de signaux « F1(t) » et « F2(t) ». <p>Dans la zone de détection des roues sous l'influence d'une roue de roulement s'y approchant, les amplitudes des tensions « F1(t) » et « F2(t) » doivent décroître continuellement pour atteindre une valeur d'environ 0 V :</p> $F1(t) \approx 0 \text{ V}, \forall t \in \text{zone (2,F1)} \quad \text{et} \quad F2(t) \approx 0 \text{ V}, \forall t \in \text{zone (2,F2)}.$ <ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de signaux « U1(t) », « U2(t) », « RI1(t) » et « RI2(t) » dans la zone de détection des roues (respectivement zone (2,F1) et zone (2,F2)). <p>Les critères suivants doivent être respectés dans la chronologie présentée (cas où le détecteur de roue no 1 est parcouru en premier par le véhicule soumis à l'évaluation) :</p>

1. $\frac{dU1(t)}{dt} \geq 0 \text{ V/s}$ pour $t < t_{RI1,début} \rightarrow RI1(t) \rightarrow \uparrow$ pour $t = t_{RI1,début}$
 $\rightarrow RI1(t) = RI1 = \text{const}, \forall t \in [t_{RI1,début} ; t_{RI1,fin}]$
 2. $\frac{dU2(t)}{dt} \geq 0 \text{ V/s}$ pour $t < t_{RI2,début} \rightarrow RI2(t) \rightarrow \uparrow$ pour $t = t_{RI2,début} > t_{RI1,début}$
 $\rightarrow RI2(t) = RI2 = \text{const}, \forall t \in [t_{RI2,début} ; t_{RI2,fin}]$
 3. $\frac{dU1(t)}{dt} \leq 0 \text{ V/s}$ pour $t_{RI1,début} < t < t_{RI1,fin} \rightarrow RI1(t) \rightarrow \downarrow$ pour $t = t_{RI1,fin} > t_{RI2,début}$
 $\rightarrow RI1(t) = 0 \text{ V}$ pour $t > t_{RI1,fin}$ et $RI2(t) = RI2$ pour $t = t_{RI1,fin} > t_{RI2,début}$
 4. $\frac{dU2(t)}{dt} \leq 0 \text{ V/s}$ pour $t_{RI2,début} < t < t_{RI2,fin} \rightarrow RI2(t) \rightarrow \downarrow$ pour $t = t_{RI2,fin} > t_{RI1,fin}$
 $\rightarrow RI2(t) = 0 \text{ V}$ pour $t > t_{RI2,fin}$
 5. Recouvrement temporel des signaux $RI1(t)$ et $RI2(t)$:
 $RI1(t) = RI1$ et $RI2(t) = RI2$ pour $t_{RI2,début} < t < t_{RI1,fin} \rightarrow \Delta t_{rRI} = t_{RI1,fin} - t_{RI2,début} > 0 \text{ s}$.
- Dans le cas où le détecteur no 2 est parcouru en premier par le véhicule soumis à l'évaluation, les indices « 1 » et « 2 » ci-dessus sont à interchanger.



4.9 Méthode d'évaluation afférente aux capteurs de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV

4.9.1 Paramètres à évaluer / enregistrer

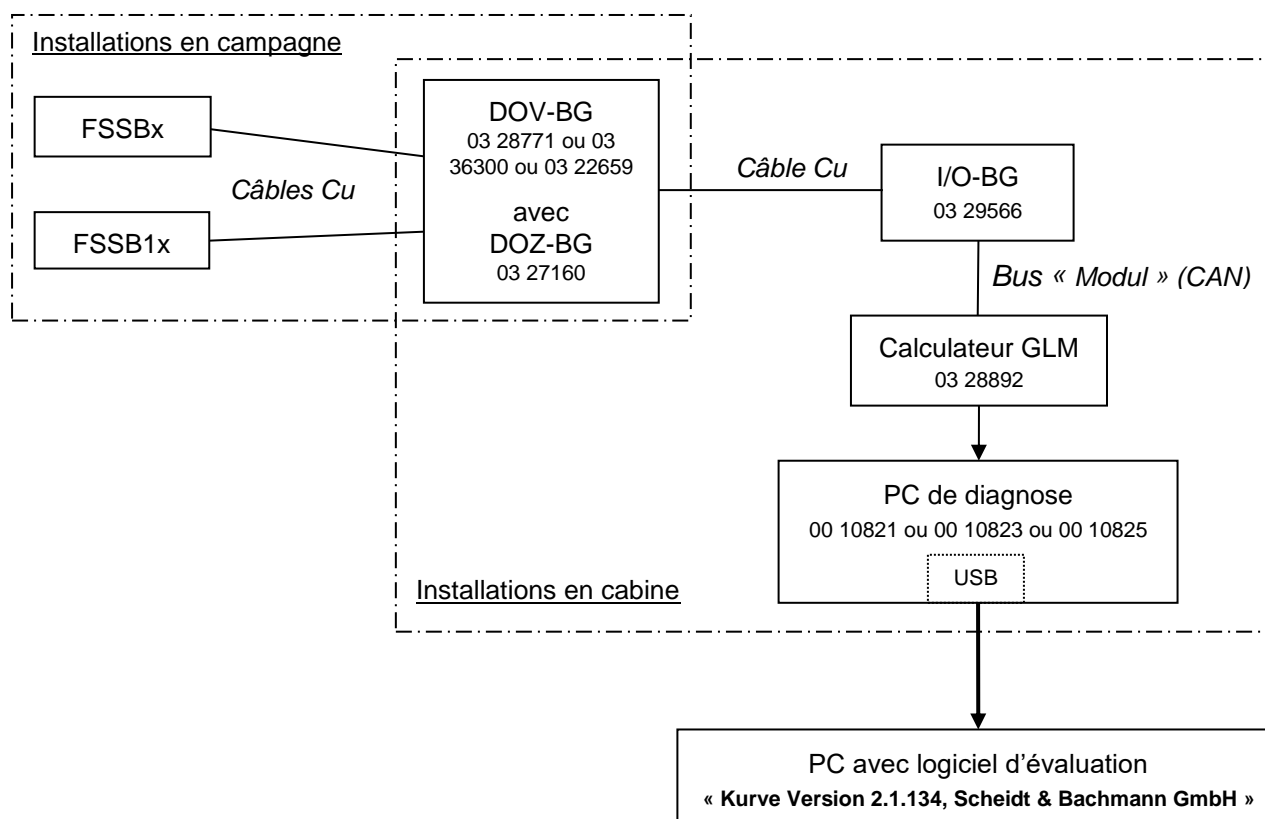
Les mesures seront réalisées sur les BIV « FSSBx » et « FSSB1x » du type « standard ».

L'enregistrement des valeurs « RELA » est réalisé au moyen du dispositif de diagnose qui fait partie des installations techniques de PN de type BUES 2000.

Les fréquences de fonctionnement des BIV se situent entre 45 kHz et 110 kHz.

Les fréquences de repos des BIV, c.-à-d. les fréquences de fonctionnement des BIV en absence de tout véhicule, sont :

- FSSBx : 60 kHz \pm 2 kHz.
- FSSB1x : 70 kHz \pm 2 kHz.



4.9.2 Dépouillement des mesures

Pour réaliser l'évaluation des valeurs « RELA », les données enregistrées par le PC de diagnose (00 10821 ou 00 10823 ou 00 10825) doivent être copiées sur une clé « USB ».

L'évaluation est réalisée au moyen du logiciel suivant :

« Kurve Version 2.1.134, Scheidt & Bachmann GmbH, Mönchengladbach (D) » (application sous « WINDOWS 98, ..., XP ») avec le fichier d'initialisation « Kurve.ini » dont le paramétrage représenté ci-dessous doit impérativement être réalisé :

Paramètres	Commentaires
Fenster=Maximiert XPosition=1080 YPosition=1260 Breite=7920 Höhe=5865 Symbolleiste=an Zoomleiste=an Farbleiste=an Statusleiste=an Kurven=blau,grün,rot,dunkel Skala=schwarz	Paramètres généraux.
XSchritt2Kurven=26.67 XSchritt3Kurven=26.67 XEinheit2Kurven=ms XEinheit3Kurven=ms	Paramétrage de l'axe horizontal : Pas de l'axe horizontal = 26,67 ms. Unité de l'axe horizontal en ms.
Schwelle2Kurven=1C,0000FF Schwelle2Kurven=08,FF0000 Schwelle2Kurven=26,7F007F Schwelle2Kurven=04,00FF00 Schwelle2Kurven=06,7F7FFF Schwelle2Kurven=02,7F7FFF	Représentation des différents seuils afférents aux critères d'évaluation : Représentation du seuil du critère d'évaluation no (1). Représentation du seuil du critère d'évaluation no (2). Représentation du seuil du critère d'évaluation no (3). Représentation du seuil du critère d'évaluation no (4). Représentation du seuil du critère d'évaluation no (5). Représentation du seuil du critère d'évaluation no (5), le seuil -02 _{HEX} ne peut pas être affiché pour des raisons techniques.

Le logiciel d'évaluation, y compris le fichier d'initialisation, est mis à disposition par :

Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois
Cellule Réglementation Ingénierie Infrastructure
9, Place de la Gare
L-1616 Luxembourg

Commentaires au sujet des diagrammes « RELA » :

- Axe horizontal : « RELA-Sample » ou temps en [ms] avec un intervalle de temps entre deux échantillons (« Sample ») de :
 - 26,666 ms entre deux valeurs « RELA » consécutives d'une même BIV (FSSBx ou FSSB1x).
 - 13,33 ms entre deux valeurs « RELA » consécutives de deux BIV différentes (FSSBx et FSSB1x).
- Axe vertical : Valeur « RELA » (nombre hexadécimal [HEX]) par pas de 01_{HEX} sur la partie positive et par pas de 04_{HEX} sur la partie négative de l'axe vertical.

Exemple de la représentation des signaux de deux BIV (FSSBx et FSSB1x) au moyen du logiciel d'évaluation, y compris le fichier d'initialisation « Kurve.ini » (avec représentation des différents seuils afférents aux critères d'évaluation) :

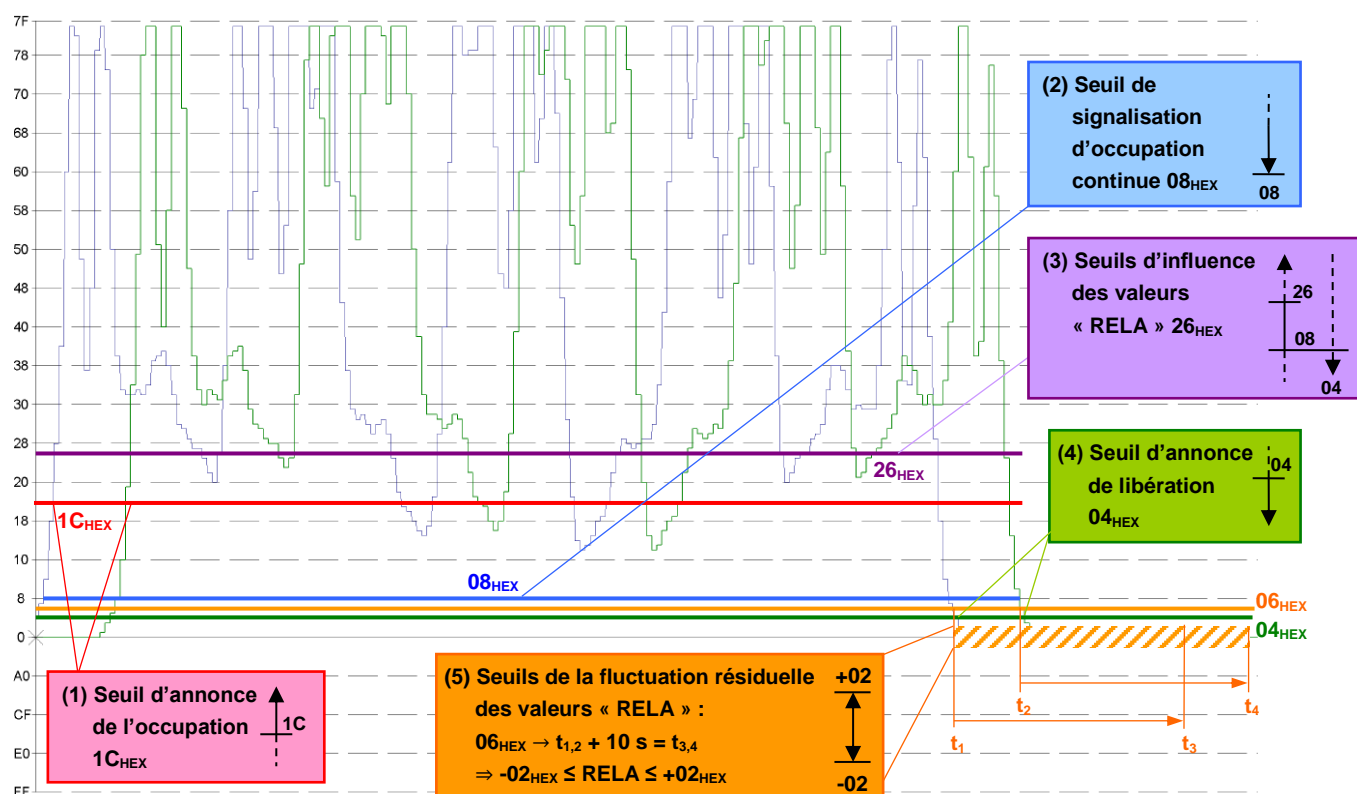
Remarque : Pour des raisons techniques, les signaux de deux BIV (FSSBx et FSSB1x) ne peuvent être représentés que sur un même graphique.



4.9.3 Evaluation des mesures

L'allure des diagrammes « RELA » doit correspondre à celle présentée ci-dessous en considérant les critères d'évaluation suivants :

No	Critères d'évaluation
(1)	<p><u>Seuil d'annonce de l'occupation</u> (« Belegtmeldung »).</p> <p>La valeur de 1C_{HEX} doit être dépassée au début de passage du véhicule par-dessus les BIV.</p>
(2)	<p><u>Seuil de signalisation d'occupation continue</u> (« Lückenlose Bedämpfung »).</p> <p>Le véhicule doit être détecté pendant tout son passage par dessus les BIV, c.-à-d. après que la valeur de 08_{HEX} a été dépassée, cette valeur ne doit à nouveau être atteinte que lorsque le véhicule est en train de quitter la BIV.</p>
(3)	<p><u>Seuils d'influence des valeurs « RELA »</u> (RELA-Wertbeeinflussung »).</p> <p>Après que le seuil de 08_{HEX} a été atteint, le seuil de 26_{HEX} doit être atteint avant que le seuil d'annonce de libération d'une valeur de 04_{HEX} ne soit atteint.</p>
(4)	<p><u>Seuil d'annonce de libération</u> (« Freimeldung »).</p> <p>Après le passage du véhicule par-dessus la BIV, les valeurs « RELA » doivent immédiatement descendre en-dessous la valeur de 04_{HEX} et ce seuil ne doit plus être dépassé.</p>
(5)	<p><u>Seuils de fluctuation résiduelle des valeurs « RELA »</u> (« Beruhigungszeitfehler »).</p> <p>10 s après que les valeurs « RELA » ont atteint la valeur de 06_{HEX}, la fluctuation résiduelle des valeurs RELA doit être comprise entre les valeurs -02_{HEX} et +02_{HEX}.</p>



Dans le cas d'une violation des critères ci-dessus, une analyse doit être réalisée pour évaluer les risques subséquents quant à la fiabilité de la détection du véhicule soumis à l'évaluation (se référer au chapitre 4.9.4).

4.9.4 Evaluation des risques subséquents quant à la fiabilité de la détection du véhicule soumis à l'évaluation

Dans le cas où une analyse doit être réalisée pour évaluer les risques subséquents quant à la fiabilité de la détection du véhicule soumis à l'évaluation, il y a lieu de se concerter avec le constructeur des BIV concernés, à savoir :

Scheidt & Bachmann GmbH
System für Signaltechnik
Vertrieb Ausland
Breitestrasse 132
D-41238 Mönchengladbach

et/ou le constructeur du véhicule soumis à l'évaluation pour réaliser cette analyse.

4.10 Spécifications d'essais

4.10.1 Généralités

Les spécifications d'essais (si applicables) sont définies dans les différents paramètres.

4.10.2 Précisions sur les spécifications d'essais afférents aux paramètres A1 – A7 et A12 – A14

Les spécifications d'essais afférents aux paramètres A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A12, A13 et A14 exigent des parcours d'essais sur le RFL pour lesquels les dispositions qui suivent sont applicables.

Les parcours d'essais doivent mettre en évidence les caractéristiques électriques, voire EM, du (des) véhicule(s) soumis à l'évaluation, notamment en appliquant les conditions de fonctionnement suivantes :

- a) Véhicules en configuration US et UM (si demandé et jusqu'à la configuration maximale).
- b) Véhicules à l'arrêt (notamment en mode(s) de stationnement (par exemple avec les auxiliaires seuls en service)).
- c) Véhicules en accélération et un effort de traction de 100 % (effort de traction maximal) sauf si spécifié autrement par l'organisme chargé de l'évaluation.
- d) Véhicules en maintien de vitesse, voire marche sur l'erre.
- e) Véhicules aux vitesses faibles et aux vitesses infrastructures maximales du RFL (voir RGE [20a] et Appendice I au RGE [20b]), mais sans dépasser la vitesse admise (suivant RGE [20a]).
- f) Véhicules en freinage (notamment électrique (rhéostatique, par récupération), autre (si applicable)).
- g) Véhicules en modes normal et dégradés (modes fonctionnels).
- h) IFTE en configurations normal et dégradés (configurations fonctionnelles).
- i) Pendant des variations ou des perturbations typiques de la tension d'alimentation (par exemple : en présence d'autres trains sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé, effacement de PAT).
- j) Dans des conditions d'environnement pouvant affecter le fonctionnement des équipements du (des) véhicule(s) (par exemple : phénomène de patinage ou d'enrayage suite aux conditions atmosphériques, ligne caténaire givrée).
- k) Véhicules en régime transitoire normal et connu tels que par exemple fermeture de DJ du (des) véhicule(s) soumis à l'évaluation, décollement du pantographe, rupture brusque de l'effort de traction (RuT) ou bien de freinage (RuF).
- l) IFTE en régime transitoire normal et connu tels que par exemple variation brusque de la tension caténaire suite à la présence d'autres trains sur le RFL alimentée en 25 kV 50 Hz monophasé.
- m) Autre (notamment sur base du chapitre B.4.4 de la EN 50238-1 [10]).

Conformément aux dispositions du document intitulé « Vérification de la compatibilité de véhicules ferroviaires par rapport aux installations fixes du réseau ferré luxembourgeois – Réalisation de parcours de mesures et de vérification » [34], la définition finale des conditions d'essais des points :

- a), b), c), d), e), f), g), j) et k) sont du ressort de l'organisme chargé de l'évaluation ;
- h), i) et l) sont du ressort du GI luxembourgeois ;
- m) sont du ressort de l'organisme chargé de l'évaluation après concertation avec le GI luxembourgeois ;

notamment sur base du dossier technique du (des) véhicule(s) soumis à l'évaluation (se référer à l'**appendice VII** du présent livre).

APPENDICE I au livre I

Spécifications générales

5 Préambule

5.1 Objet

Le présent appendice définit les spécifications générales auxquelles tout véhicule doit répondre avant que des conclusions relatives à sa compatibilité avec les installations fixes du RFL ne puissent être prononcées.

5.2 Domaine d'application

5.2.1 Véhicules

Le présent document est applicable à tout type de véhicule ferroviaire, c.-à-d. :

- Les véhicules à traction électrique :
 - Les rames automotrices à moteur(s) électrique(s).
 - Les motrices de traction à moteur(s) électrique(s).
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteur(s) électrique(s).
- Les véhicules à traction autonome :
 - Les rames automotrices à moteur(s) thermique(s).
 - Les motrices de traction à moteur(s) thermique(s).
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteur(s) thermique(s).
- Les véhicules à traction hybride :
 - Les rames automotrices à moteurs électriques et thermiques.
 - Les motrices de traction à moteurs électriques et thermiques.
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteurs électriques et thermiques.
- Les véhicules remorqués :
 - Les voitures de passagers et autres (par exemple voitures pilotes).
 - Les wagons de marchandises, y compris les véhicules conçus pour le transport de camions.
 - Le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles.

5.2.2 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux lignes du RFL suivantes (se référer aux **chapitres 3 et 4**) :

- Les lignes du RFL non électrifiées.
- Les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé.

6 Spécifications techniques

6.1 Caractéristiques des roues de roulement

6.1.1 Paramètre G1 – Matériau des roues

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
<i>Critère d'acceptation</i>	Les roues de roulement doivent satisfaire aux prescriptions du point 3.1.3.6 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18].
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.1.2 Paramètres G2 – Géométrie des roues

6.1.2.1 Paramètre G2.1 – Cas général

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
<i>Critère d'acceptation</i>	<p>Les roues de roulement doivent satisfaire aux caractéristiques suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diamètre D (diamètre minimal admissible de la roue usée) : Application des prescriptions du point 3.1.3.2 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] pour une vitesse $v \leq 175$ km/h. ▪ Largeur de la jante B_R : Application des prescriptions du point 3.1.3.1 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] pour un écartement de la voie de 1435 mm. ▪ Hauteur du boudin S_H : Application des prescriptions du point 3.1.3.4 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] pour un écartement de la voie de 1435 mm. ▪ Epaisseur du boudin S_d : Application des prescriptions du point 3.1.3.3 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] pour un écartement de la voie de 1435 mm.
<i>Système de l'infrastructure</i>	<p>Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE, CdV.</p> <p>Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.</p> <p>Signalisation - Capteur de présence : Pédales.</p>
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.1.2.2 Paramètre G2.2 – Critère complémentaire pour les compteurs d'essieux non interopérables en relation avec les roues de roulement à composition en moyeu

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
------------	--

Critère d'acceptation	La fiabilité de la détection des roues de roulement à composition en moyeu doit être garantie et les installations techniques de comptage d'essieux ne doivent pas être perturbées par le véhicule soumis à l'évaluation.
Système de l'infrastructure	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CE (Zp43E de fabrication avant 2005).
Spécification d'essai	<p>Deux séries essais doivent être réalisées sur le RFL pour le point de comptage d'essieux du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 (se référer au chapitre 4.8).</p> <p>La première série d'essais est à réaliser avec une vitesse de passage v par-dessus les détecteurs de roues de : $20 \text{ km/h} \leq v \leq 30 \text{ km/h}$.</p> <p>La seconde série d'essais est à réaliser avec une vitesse de passage v par-dessus les détecteurs de roues valant la vitesse maximale du véhicule autorisée sans toutefois dépasser la vitesse maximale autorisée sur le tronçon concerné de la ligne 6f du RFL.</p> <p>Par série d'essais, au minimum deux parcours d'essais sont à réaliser afin d'avoir des résultats reproductibles.</p> <p>Avant les séries d'essais précitées, deux parcours (avec, si applicable, commutateur principal du convoi d'essais ouvert et pantographe baissé) à une vitesse de 20 km/h à 30 km/h doivent être réalisés en direction 1 et en direction inverse à la direction 1. A noter que ces parcours peuvent servir en tant que première série d'essais.</p>
Méthode d'évaluation	Points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 : Evaluation suivant les prescriptions du chapitre 4.8 .

6.2 Paramètre G3 – Charge à l'essieu du véhicule

STI	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
Critère d'acceptation	La charge à l'essieu doit satisfaire aux prescriptions du point 3.1.7.1 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] (pour un écartement de la voie de 1435 mm).
Système de l'infrastructure	<p>Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV.</p> <p>Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.</p>
ERA	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.3 Paramètre G4 – Impédance entre les roues

STI	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
Critère d'acceptation	La résistance électrique doit satisfaire aux prescriptions du point 3.1.9 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18].

<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV. Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.4 Distances afférents aux différents essieux

6.4.1 Paramètre G5 – Distance minimale entre essieux consécutifs

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
<i>Critère d'acceptation</i>	La distance minimale entre essieux consécutifs doit satisfaire aux prescriptions du point 3.1.2.2 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] pour une vitesse $v \leq 175$ km/h.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.4.2 Paramètre G6 – Distance maximale entre essieux consécutifs

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
<i>Critère d'acceptation</i>	La distance maximale entre essieux consécutifs doit satisfaire aux prescriptions du point 3.1.2.1 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] (pour un écartement de la voie de 1435 mm).
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE, CdV.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.4.3 Paramètre G7 – Distance entre essieu extrême et le front des tampons d'un même véhicule

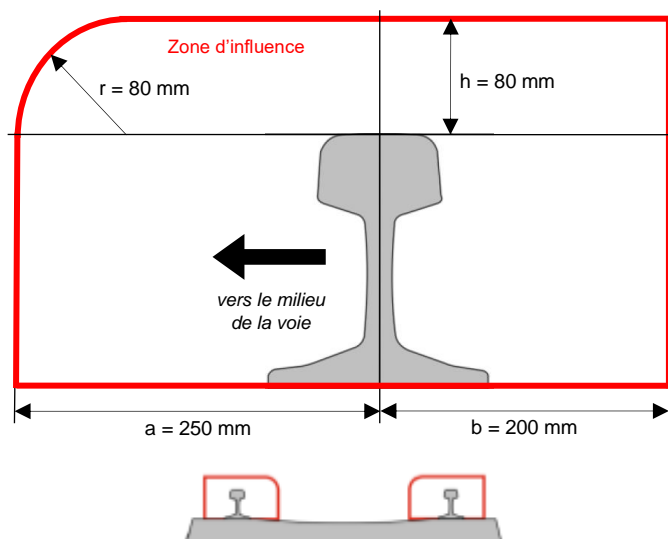
<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
<i>Critère d'acceptation</i>	La distance entre essieu extrême et le front des tampons d'un même véhicule doit satisfaire aux prescriptions du point 3.1.2.5 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] (pour un écartement de la voie de 1435 mm).
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE, CdV.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.5 Paramètres G8 – Espace exempt de métal et de pièces inductives

6.5.1 Paramètre G8.1 – Cas général

STI	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10.
Critère d'acceptation	Le véhicule doit satisfaire les prescriptions du point 3.1.3.5 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18].
Système de l'infrastructure	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
ERA	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.5.2 Paramètre G8.2 – Cas particulier pour les compteurs d'essieux non interopérables

STI	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
Info	Suivant la figure 3 du document référence ERA/ERTMS/033281 - Interfaces between control-command and signalling trackside and other subsystems - Version 3.0, 04/12/2015.
Critère d'acceptation	<p>Dans le cas des points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005, à l'exception des roues de roulement, la zone sensible des détecteurs de roue définie à la figure ci-dessous ne doit pas être engagée par des pièces ayant des propriétés ferromagnétiques et/ou inductives (y compris freins magnétiques et freins à courant de Foucault en position de repos).</p>  <p>Dans le cas du non-respect du critère susmentionné, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005.</p>
Système de l'infrastructure	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CE (Zp43E de fabrication avant 2005).

Spécification d'essai	<p>Dans le cas du non-respect du critère d'acceptation, deux séries d'essais doivent être réalisés sur le RFL auprès des points de comptage d'essieux du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 (se référer au chapitre 4.8).</p> <p>La première série d'essais est à réaliser avec une vitesse de passage v par-dessus les détecteurs de roues de : $20 \text{ km/h} \leq v \leq 30 \text{ km/h}$.</p> <p>La seconde série d'essais est à réaliser avec une vitesse de passage v par-dessus les détecteurs de roues valant la vitesse maximale du véhicule autorisée sans toutefois dépasser la vitesse maximale autorisée sur le tronçon concerné de la ligne 6f du RFL.</p> <p>Par série d'essais, au minimum deux parcours d'essais sont à réaliser afin d'avoir des résultats reproductibles.</p> <p>Avant les séries d'essais précitées, deux parcours (avec, si applicable, commutateur principal du convoi d'essais ouvert et pantographe baissé) à une vitesse de 20 km/h à 30 km/h doivent être réalisés en direction 1 et en direction inverse à la direction 1. A noter que ces parcours peuvent servir en tant que première série d'essais.</p>
Méthode d'évaluation	Points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 : Evaluation suivant les prescriptions du chapitre 4.8 .

6.6 Paramètre G9 – Masse métallique du véhicule

STI	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.10 – Compatibilité avec les systèmes « sol » de détection des trains.
Critère d'acceptation	Le véhicule doit satisfaire aux prescriptions du point 3.1.7.2 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18] (pour un écartement de la voie de 1435 mm).
Système de l'infrastructure	Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.
ERA	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.7 Paramètre G10 – Contact fixe monté dans la voie (crocodile)

Critère d'acceptation	A l'exception des brosses de crocodiles, la zone c du gabarit défini à la figure A.6 du chapitre A.3.3.2 de la EN 15273-2 [12] ne doit pas être engagée.
Système de l'infrastructure	Contrôle-commande : Crocodile, MEMOR II+ (systèmes de classe B suivant STI CCS [4]).
CENELEC	EN 15273-2 [12].

6.8 Paramètre G11 – Débit des sablières installées sur le véhicule

STI	STI CCS [4] : Chapitre 7.6.2.7 – Cas spécifique pour le Luxembourg.
Critère d'acceptation	Le débit des sablières installées sur le véhicule doit être limité à 0,3 l/min et par file de rail.

	La valeur limite vaut pour chaque véhicule susceptible d'entrer dans la composition du train.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV. Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.

6.9 Paramètre G12 – Espace libre au-dessus du rail

<i>Critère d'acceptation</i>	A l'exception des roues et autres organes venant en contact avec les rails, la zone <i>d</i> du gabarit défini respectivement aux figures A.5 et A.6 des chapitres A.3.3.1 et A.3.3.2 de la EN 15273-2 [12] ne doit pas être engagée par des organes situés à l'extérieur des essieux extrêmes (chasse-pierres, sablières, etc.) pour le passage au-dessus des signaux mobiles détonants (pétards). Toutefois, cette limite peut ne pas être respectée par les organes situés entre les roues, à condition que ces derniers demeurent dans le sillage des roues. Ces dispositions s'appliquent à tout moment et en tenant compte, sans que cette énumération ne soit exhaustive, de la course maximale des suspensions en compression et du diamètre minimal des roues usées.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation – SMD.
<i>CENELEC</i>	EN 15273-2 [12].

6.10 Paramètre G13 – Graissage des boudins

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Point ouvert suivant l'annexe G.
<i>Critère d'acceptation</i>	Après un graissage, la zone de contact entre la table de roulement des roues et le rail ne doit pas être contaminée. Si cette prescription ne peut pas être garantie, le dispositif de graissage des boudins doit être désactivé (suivant les prescriptions du point 3.1.5 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18]). Cette disposition s'applique à tous les essieux équipés d'un dispositif de graissage des boudins.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV. Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.11 Paramètre G14 – Immunité EM des équipements

<i>Info</i>	Les spécifications afférentes aux lignes de télécommunications analogiques (cf. chapitre 6.2.2 et annexe A de la EN 50121-3-1 [7]) sont respectivement définies aux paramètres A6, V2 et D4 (chapitres 8.6, 12.2 et 14.4).
-------------	---

	A noter que les installations techniques de comptage d'essieux font l'objet d'exigences de compatibilité supplémentaires qui sont respectivement définies aux paramètres A11, V4 et D6 (chapitres 8.11, 12.4 et 14.6) .
<i>Critère d'acceptation</i>	Application des prescriptions de la EN 50121-3-1 [7].
<i>Système de l'infrastructure</i>	Installations techniques de contrôle-commande, de signalisation, de télécommunications et IFTE.
<i>Spécification d'essai</i>	Réalisation d'essais et de mesures sous l'alimentation requise suivant les prescriptions de la EN 50121-3-1 [7].
<i>Méthode d'évaluation</i>	Application des prescriptions de la EN 50121-3-1 [7].
<i>CENELEC</i>	EN 50121-3-1 [7].

6.12 Paramètre G15 – Freins magnétiques

6.12.1 Paramètre G15.1 – Règles d'utilisation des freins magnétiques

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.11 – Les règles d'utilisation des freins magnétiques sont définies par le GI (se référer au point 3.2.3 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18]).
<i>Info</i>	<p>Les freins magnétiques constituent des sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des :</p> <ul style="list-style-type: none"> • BIV ; • CE, mais qui n'appartiennent pas au domaine d'application de la EN 50592 [22] (se référer aux paramètres A11, V4 et D6 (chapitres 8.11, 12.4 et 14.6)). A noter que l'influence des pièces métalliques ou des circuits résonants accouplés par induction sur le véhicule sont évalués par le paramètre G8 (chapitre 6.5). <p>Suivant les dispositions du point 3.2.3 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18], il doit être possible de désactiver les freins magnétiques.</p>
<i>Critère d'acceptation</i>	Le frein magnétique (ou tout autre frein agissant par frottement sur le rail) ne doit fonctionner qu'en freinage d'urgence. Son utilisation lors d'un autre type de freinage doit être techniquement impossible.
<i>Système de l'infrastructure</i>	<p>Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.</p> <p>Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.</p>
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.12.2 Paramètre G15.2 – Commande des freins magnétiques

<i>STI</i>	STI LOC & PAS [6] : Chapitre 4.2.4.4.1 – Commande de freinage d'urgence.
------------	--

<i>Info</i>	Le présent critère s'applique aux unités équipées d'une cabine de conduite.
<i>Critère d'acceptation</i>	En cas de freinage d'urgence, la mise en action des freins magnétiques : a doit avoir lieu par une commande simple, unique et pouvant être réalisée d'une seule main de la part du conducteur en position de conduite normale b ainsi qu'à partir d'une commande du système embarqué de contrôle-commande et de signalisation (ETCS « bord »), conformément à la STI CCS [4].
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE. Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.13 Paramètre G16 – Freins à courant de Foucault

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.11 – Les règles d'utilisation des freins à courant de Foucault sont définies par le GI (se référer au point 3.2.3 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18]).
<i>Info</i>	Les freins à courants de Foucault constituent des sources de pollution EM, notamment susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE, mais qui n'appartiennent pas au domaine d'application de la EN 50592 [22] (se référer aux paramètres A11, V4 et D6 (chapitres 8.11, 12.4 et 14.6)). A noter que l'influence des pièces métalliques ou des circuits résonants accouplés par induction sur le véhicule sont évalués par le paramètre G8 (chapitre 6.5) . Suivant les dispositions du point 3.2.3 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18], il doit être possible de désactiver les freins à courants de Foucault.
<i>Critère d'acceptation</i>	L'activation des freins à courants de Foucault (position de travail) est prohibée sur les lignes du RFL.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

6.14 Paramètre G17 – Système d'aide au shuntage

<i>Info</i>	Suivant le point 3.1.8 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18], l'utilisation d'un système d'aide au shuntage n'est pas nécessaire.
<i>Critère d'acceptation</i>	La détection de la présence du véhicule, à savoir l'occupation des différentes BIV jusqu'à leur libération par ce véhicule, doit être garantie et les installations techniques en question ne doivent pas être perturbées par le véhicule soumis à l'évaluation.

<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.
<i>Spécification d'essai</i>	<p>Au moins deux séries essais doivent être réalisées.</p> <p>La première série d'essais est à réaliser avec une vitesse de passage v par-dessus les détecteurs de roues de : $20 \text{ km/h} \leq v \leq 30 \text{ km/h}$.</p> <p>La seconde série d'essais est à réaliser avec une vitesse de passage v par-dessus les détecteurs de roues satisfaisant :</p> <p style="padding-left: 40px;">$30 \text{ km/h} < v \leq \text{vitesse maximale du véhicule en exploitation} \leq 140 \text{ km/h}$.</p> <p>Par série d'essais, au minimum deux parcours d'essais sont à réaliser afin d'avoir des résultats reproductibles.</p> <p>Avant les séries d'essais précitées, deux parcours (avec, si applicable, commutateur principal du convoi d'essais ouvert et pantographe baissé) à une vitesse de 20 km/h à 30 km/h doivent être réalisés en direction 1 et en direction inverse à la direction 1. A noter que ces parcours peuvent servir en tant que première série d'essais.</p>
<i>Méthode d'évaluation</i>	Evaluation suivant les prescriptions du chapitre 4.9 .
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].

APPENDICE II au livre I

Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés

Véhicules à traction électrique 25 kV 50 Hz

7 Préambule

7.1 Objet

Le présent appendice définit les spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés (hormis ceux appartenant au domaine d'application de la EN 50121-3-1 [7] dont les spécifications applicables sont définies au **paramètre G14 (chapitre 6.11)**) auxquelles les véhicules définis ci-dessous doivent répondre avant que des conclusions relatives à leur compatibilité avec les installations fixes des lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé ne puissent être prononcées.

7.2 Domaine d'application

7.2.1 Véhicules

Le présent livre est applicable aux rames automotrices et motrices de traction ainsi qu'au matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteur(s) électrique(s) captant l'énergie électrique à la caténaire 25 kV 50 Hz (y compris véhicules à traction hybride, c.-à-d. rames automotrices et motrices de traction à moteurs électriques et thermiques) et générant des courants perturbateurs injectés dans le circuit caténaires-rails et/ou des champs EM perturbateurs.

Ces véhicules sont obligatoirement pourvus d'une chaîne de traction 25 kV 50 Hz.

7.2.2 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé (se référer aux **chapitres 3 et 4**).

8 Spécifications techniques

8.1 Paramètre A1 – Fondamental du courant de ligne

STI	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
Info	Dans le cas d'une valeur excessive du fondamental du courant de ligne injecté dans le rail d'un CdV à 83,3 Hz d'une longueur importante, le CdV peut être perturbé.
Critère d'acceptation	Aucune perturbation des CdV n'est tolérée. Dans le cas de perturbations des CdV, la cause exacte de ces perturbations doit être déterminée afin de pouvoir décider des moyens les plus appropriés pour y remédier.

<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV.
<i>Spécification d'essai</i>	La détermination de la valeur efficace du fondamental (composante à 50 Hz) du courant de ligne est réalisée par mesure lors de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz suivant les dispositions du chapitre 4.10.2 .
<i>Méthode d'évaluation</i>	Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « FH0 » (se référer au chapitre 4.6.1) suivie du calcul de la valeur efficace.

8.2 Paramètre A2 – Composante à 150 Hz du courant de ligne

<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de 5 A _{RMS} ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour chaque véhicule susceptible d'entrer dans la composition d'un train.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Energie - Réseau d'alimentation.
<i>Spécification d'essai</i>	La détermination de la valeur efficace de la composante à 150 Hz du courant de ligne est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2 .
<i>Méthode d'évaluation</i>	Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « FH3 » (se référer au chapitre 4.6.2) suivie du calcul de la valeur efficace. Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2 .

8.3 Paramètre A3 – Composante à 250 Hz du courant de ligne

<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de 5 A _{RMS} ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour chaque véhicule susceptible d'entrer dans la composition d'un train.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Energie - Réseau d'alimentation.
<i>Spécification d'essai</i>	La détermination de la valeur efficace de la composante à 250 Hz du courant de ligne est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2 .
<i>Méthode d'évaluation</i>	Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « FH5 » (se référer au chapitre 4.6.3) suivie du calcul de la valeur efficace.

Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du **chapitre 4.5.2.**

8.4 Paramètre A4 – Composante à 83,3 Hz du courant de ligne

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de $8 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour l'ensemble des véhicules susceptibles d'entrer dans la composition d'un train.
<i>Règle de sommation</i>	Comme il y a la possibilité de synchronisation entre les différentes sources perturbatrices, les signaux perturbateurs s'additionnent de manière arithmétique : Soit N le nombre maximum de véhicules de caractéristiques identiques, susceptibles d'entrer dans la composition d'un train, alors pour chaque véhicule, la valeur limite de $\frac{1}{N} \times 8 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV.
<i>Spécification d'essai</i>	La détermination de la valeur efficace de la composante à 83,3 Hz du courant de ligne est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2.
<i>Méthode d'évaluation</i>	Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « FIHT » (se référer au chapitre 4.6.4) suivie du calcul de la valeur efficace. Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2.

8.5 Paramètre A5 – Composante à 125 Hz du courant de ligne

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de $0,7 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour l'ensemble des véhicules susceptibles d'entrer dans la composition d'un train.
<i>Règle de sommation</i>	Comme il y a la possibilité de synchronisation entre les différentes sources perturbatrices, les signaux perturbateurs s'additionnent de manière arithmétique : Soit N le nombre maximum de véhicules de caractéristiques identiques, susceptibles d'entrer dans la composition d'un train, alors pour chaque véhicule, la valeur limite de $\frac{1}{N} \times 0,7 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde.

Système de l'infrastructure	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV.
Spécification d'essai	La détermination de la valeur efficace de la composante à 125 Hz du courant de ligne est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2.
Méthode d'évaluation	Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « FIHS » (se référer au chapitre 4.6.5) suivie du calcul de la valeur efficace. Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2.

8.6 Paramètre A6 – Courant psophométrique IPSO

Info	Le calcul du IPSO total d'un train s'effectue en prélevant le courant sur chaque unité de traction et en appliquant la règle de sommation définie ci-dessous.
Critère d'acceptation	La valeur limite de $8 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour l'ensemble des véhicules susceptibles d'entrer dans la composition d'un train.
Règle de sommation	Comme il y a la possibilité de synchronisation entre les différentes sources perturbatrices, les signaux perturbateurs s'additionnent de manière arithmétique : Soit N le nombre maximum véhicules de caractéristiques identiques, susceptibles d'entrer dans la composition d'un train, alors pour chaque véhicule, la valeur limite de $\frac{1}{N} \times 8 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. Dans le cas où la non synchronisation entre les différentes sources perturbatrices est démontrée, les signaux des différentes sources perturbatrices sont additionnés de manière géométrique.
Système de l'infrastructure	Télécommunications - Transmission par circuit galvanique.
Spécification d'essai	La détermination du IPSO est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2.
Méthode d'évaluation	Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « Flpso » (se référer au chapitre 4.6.6) suivie du calcul de la valeur efficace. Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2.

8.7 Paramètre A7 – Distorsion harmonique totale du courant de ligne THDI

Info	Le calcul du THDI total d'un train s'effectue en prélevant le courant sur chaque unité de traction et en appliquant la règle de sommation définie ci-dessous.
-------------	---

Critère d'acceptation	<p>La valeur limite de $30 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde.</p> <p>La valeur limite vaut pour l'ensemble des véhicules susceptibles d'entrer dans la composition d'un train.</p>
Règle de sommation	<p>Comme il y a la possibilité de synchronisation entre les différentes sources perturbatrices, les signaux perturbateurs s'additionnent de manière arithmétique :</p> <p>Soit N le nombre maximum de véhicules de caractéristiques identiques, susceptibles d'entrer dans la composition d'un train, alors pour chaque véhicule, la valeur limite de $\frac{1}{N} \times 30 A_{RMS}$ ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde.</p> <p>Dans le cas où la non synchronisation entre les différentes sources perturbatrices est démontrée, les signaux des différentes sources perturbatrices sont additionnés de manière géométrique.</p>
Système de l'infrastructure	Energie - Réseau d'alimentation.
Spécification d'essai	La détermination du THDI est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2 .
Méthode d'évaluation	<p>Analyse fréquentielle du courant de ligne (se référer au chapitre 4.4) suivie du calcul de la somme quadratique de toutes les raies spectrales comprises entre 100 Hz et 4950 Hz.</p> <p>Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2.</p>

8.8 Paramètre A8 – Courant maximal à l'enclenchement du TFP

Critère d'acceptation	<p>La valeur crête du courant de ligne résultant de la mise sous tension du TFP (voire des TFPs) d'un véhicule ne doit pas dépasser $1000 A_{crête}$.</p> <p>La valeur limite vaut pour chaque véhicule susceptible d'entrer dans la composition d'un train.</p>
Système de l'infrastructure	Energie - Réseau d'alimentation (relais de protection).
Spécification d'essai	<p>La détermination de la valeur crête est réalisée par mesure sur le RFL alimenté en 25 kV 50 Hz monophasé. Le train d'essais incorporant le véhicule soumis à l'évaluation marque un arrêt prolongé pour réaliser les essais d'enclenchement du TFP (nombre d'essais ≥ 15 afin d'avoir des résultats représentatifs).</p> <p>De manière générale, les fermetures du DJ qui précèdent chacun des parcours d'essais en relation avec d'autres paramètres du présent appendice (se référer au point k) du chapitre 4.10.2) sont à enregistrer et évaluer afin d'alimenter l'analyse statistique du courant d'appel.</p>
Méthode d'évaluation	Mesure de la valeur crête du courant de ligne (valeur absolue) durant les 40 premières ms après la mise sous tension du TFP (voire des TFPs) du véhicule.

L'évaluation du courant de ligne doit être réalisée sur une plage fréquentielle de 0 Hz à environ 1000 Hz (ou plus).

8.9 Réserve

8.10 Réserve

8.11 Paramètres A11 – Champs EM rayonnés – CE

8.11.1 Paramètre A11.1 – Compteurs d'essieux interoperables

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.11 – Compatibilité électromagnétique entre le matériel roulant et les équipements «sol» de contrôle-commande et de signalisation.
<i>Info</i>	<p>Il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> des points de comptage des types « Zp30(Sk30) », Zp30C-NT(Sk30H) », « Zp30H(Sk30H) » et « AZSB300 » ; de sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE suivant le domaine d'application de la EN 50592 [22]. <p>Les prescriptions afférentes au CE du type « AZSB300 » n'ont qu'un caractère informatif et ne constituent donc pas un critère d'acceptation.</p>
<i>Critère d'acceptation</i>	<p>Les valeurs limites d'émission des champs magnétiques définies au chapitre 3.2.1 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18], voire de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (par application des dispositions du chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]) ne doivent pas être dépassées.</p> <p>Le point de comptage du type :</p> <ul style="list-style-type: none"> « Zp30(Sk30) » sur le RFL correspond à « Zp 30 » ; « Zp30C-NT(Sk30H) » sur le RFL correspond à « Zp 30 C-NT » ; « Zp30H(Sk30H) » sur le RFL correspond à « Zp 30 H » ; « AZSB300 » sur le RFL correspond à « ASZB 300 » ; <p>de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19].</p>
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].
<i>CENELEC</i>	EN 50592 [22]. CLC/TS 50238-3 [19].
<i>Spécification d'essai</i>	Réalisation d'essais et de mesures sous une alimentation 25 kV 50 Hz monophasé suivant les prescriptions de la EN 50592 [22].
<i>Méthode d'évaluation</i>	Application des prescriptions de la EN 50592 [22], voire de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

8.11.2 Paramètre A11.2 – Compteurs d'essieux non interoperables

STI	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
Info	<p>Il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> des points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 ; de sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE suivant le domaine d'application de la EN 50592 [22].
Critère d'acceptation	<p>Les valeurs limites d'émission des champs magnétiques définies à l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (par application des dispositions du chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]) ne doivent pas être dépassées.</p> <p>Le point de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 sur le RFL correspond à :</p> <ul style="list-style-type: none"> « Zp 43 E – manufactured prior to 2005 » pour le tableau A.1 ; « Zp 43 E » pour le tableau A.2 ; <p>de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19].</p> <p>Pour les valeurs limites d'émissions en direction Y (indice d) au tableau A.1 de la CLC/TS 50238-3 [19], il faut se référer à la figure 10 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18].</p>
Système de l'infrastructure	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CE (Zp43E de fabrication avant 2005).
CENELEC	<p>EN 50592 [22].</p> <p>CLC/TS 50238-3 [19].</p>
Spécification d'essai	Réalisation d'essais et de mesures sous une alimentation 25 kV 50 Hz monophasé suivant les prescriptions de la EN 50592 [22].
Méthode d'évaluation	Application des prescriptions de la EN 50592 [22] et de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

8.12 Paramètre A12 – Facteur de puissance

STI	<p>STI ENE [5] : Chapitre 4.2.4 – Paramètres relatifs à la performance du système d'alimentation.</p> <p>STI LOC & PAS [6]: Chapitre 4.2.8.2.6 – Facteur de puissance.</p>
Critère d'acceptation	<ul style="list-style-type: none"> Train fonctionnant en mode absorption : <p>Dans la gamme de tension U_{min1} (19 kV_{eff}) et U_{max1} (27,5 kV_{eff}), le FP inductif doit respecter les exigences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> FP $\geq 0,95$ en cas de puissance instantanée $P > 2$ MW – circulation ; FP $\geq 0,85$ en cas de puissance instantanée $0 \leq P \leq 2$ MW – circulation ; FP $\geq 0,8$ en cas de préchauffage – stationnement et $P > 200$ kW.

	<p>Dans la gamme de tension $U_{\min 1}$ (19 kV_{eff}) et $U_{\max 1}$ (27,5 kV_{eff}), le FP capacitif n'est pas limité.</p> <p>Dans la gamme de tension $U_{\max 1}$ (27,5 kV_{eff}) et $U_{\max 2}$ (29 kV_{eff}), le convoi ne doit pas se comporter comme une capacité.</p> <ul style="list-style-type: none"> Train fonctionnant en mode récupération : <p>Dans la gamme de tension $U_{\min 1}$ (19 kV_{eff}) et $U_{\max 1}$ (27,5 kV_{eff}), la puissance capacitive doit être limitée à 150 kvar. Il est admis que la valeur du FP inductif diminue librement pour maintenir la tension dans ces limites.</p> <p>Remarques : $U_{\min 1}$, $U_{\max 1}$ et $U_{\max 2}$ suivant EN 50163 [9].</p>
<i>Système de l'infrastructure</i>	Energie – Réseau d'alimentation.
<i>CENELEC</i>	<p>EN 50388 [11] : Chapitre 6 et annexe E (critère d'acceptation) ainsi que chapitres 14, 15.2 (spécification d'essai).</p> <p>EN 50163 [9].</p>
<i>Spécification d'essai</i>	<p>La détermination du FP (indice <i>a</i>) et de la puissance capacitive (indice <i>b</i>) est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2 (pour les indices <i>a</i> et <i>b</i>, se référer à la ligne « Méthode d'évaluation »).</p> <p>Les résultats issus de ces essais doivent être représentatifs : ils doivent balayer l'ensemble des points de la courbe effort-traction en fonction des modes et des tensions à la caténaires.</p>
<i>Méthode d'évaluation</i>	<p><i>a</i> Calcul du FP par la méthode P/S. Le FP calculé est moyenné sur une fenêtre glissante de 1 s.</p> <p><i>b</i> Détermination de la puissance capacitive à partir de la tension caténaire et le courant de ligne absorbée/restituée par le véhicule soumis à l'évaluation.</p> <p>L'évaluation du FP et de la puissance capacitive doit être réalisée jusqu'à une fréquence de 5000 Hz.</p>

8.13 Paramètre A13 – Valeur crête de la tension

<i>STI</i>	<p>STI ENE [5] : Chapitre 4.2.8 – Harmoniques et effets dynamiques pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant alternatif.</p> <p>STI LOC & PAS [6] : Chapitre 4.2.8.2.7 – Perturbations du système énergétique pour les systèmes à courant alternatif.</p>
<i>Critère d'acceptation</i>	<p>Aucune surtension d'une valeur supérieure à 50 kV_{crête} ne doit apparaître sur la ligne aérienne de contact en n'importe quel point, avec une tension <i>U</i> définie dans la EN 50163 [9] inférieure ou égale à $U_{\max 2}$ (suivant le chapitre 10.4 de la EN 50388 [11]). Cette valeur est la valeur crête de la forme d'onde de la tension avec distorsion.</p> <p>La valeur limite vaut pour chaque véhicule susceptible d'entrer dans la composition d'un train.</p>

<i>Système de l'infrastructure</i>	Energie - Réseau d'alimentation.
<i>CENELEC</i>	EN 50388 [11] : Chapitre 10.4. 50163 [9].
<i>Spécification d'essai</i>	La détermination de la valeur crête de la tension caténaire est réalisée par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2 .
<i>Méthode d'évaluation</i>	Sélection du pic de la tension caténaire (valeur absolue) à l'intérieur de chaque intervalle de temps de 10 ms suivie de la détermination de la valeur crête de la tension caténaire. L'évaluation de la tension caténaire doit être réalisée jusqu'à une fréquence de 5000 Hz.

8.14 Paramètre A14 – Courant de traction maximal et régulation automatique

<i>STI</i>	STI LOC & PAS [6]: Chapitre 4.2.8.2.4 – Puissance et courant maximaux absorbés de la ligne aérienne de contact.
<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de 500 A _{RMS} ne doit pas être dépassée (hormis lors de l'enclenchement du TFP, se référer au paramètre A8 (chapitre 8.8)). La valeur limite vaut pour l'ensemble des véhicules susceptibles d'entrer dans la composition d'un train. <i>Régulation automatique :</i> Chaque véhicule doit être muni d'un dispositif automatique permettant d'adapter le niveau de la puissance absorbée suivant les dispositions du chapitre 7.2 de la EN 50388 [11].
<i>Règle de sommation</i>	Soit N le nombre maximum de véhicules de caractéristiques identiques, susceptibles d'entrer dans la composition d'un train, alors pour chaque véhicule, la valeur limite de $\frac{1}{N} \times 500 \text{ A}_{\text{RMS}}$ ne doit pas être dépassée.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Energie – Réseau d'alimentation. Signalisation - Capteur de présence des installations d'annonce et de libération des PN : BIV.
<i>CENELEC</i>	EN 50388 [11] : Chapitres 7.1, 7.2 (critère d'acceptation) et chapitres 14, 15.3 (spécification essai).
<i>Spécification d'essai</i>	Vérification (suivant les dispositions du chapitre 15.3 de la EN 50388 [11]) : <ul style="list-style-type: none"> de la fonctionnalité du contrôle-commande de l'unité de traction lors de la phase de conception. Cette vérification doit être clôturée au moyen d'un rapport de validation.

	<ul style="list-style-type: none"> du respect de la valeur limite par mesure au moyen de parcours d'essais sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé suivant les dispositions du chapitre 4.10.2.
<i>Méthode d'évaluation</i>	<p>Mesure du courant de ligne total.</p> <p>L'évaluation du courant de ligne total doit être réalisée sur une plage fréquentielle de 0 Hz à 5000 Hz.</p>

8.15 Paramètre A15 – Indépendance entre plusieurs pantographes

<i>STI</i>	STI ENE [5] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
<i>Critère d'acceptation</i>	Si un convoi ferroviaire à traction électrique en 25 kV 50 Hz monophasé comporte plusieurs pantographes, ceux-ci ne doivent pas être connectés électriquement. En d'autres termes, chaque pantographe alimente des chaînes de traction 25 kV 50 Hz indépendantes.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Energie – Réseau d'alimentation.
<i>CENELEC</i>	EN 50367 [36] : Chapitre 8.2.

APPENDICE III au livre I

Réservé

9 Réserve

10 Réserve

APPENDICE IV au livre I

Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés

Voitures de passagers (voitures UIC)

11 Préambule

11.1 Objet

Le présent appendice définit les spécifications relatives aux courants perturbateurs injectés dans les rails et originaires des installations électriques raccordées à la ligne de train ainsi qu'aux champs EM rayonnés (hormis ceux appartenant au domaine d'application de la EN 50121-3-1 [7] dont les spécifications applicables sont définies au **paramètre G14 (chapitre 6.11)**) auxquelles les véhicules définis ci-dessous doivent répondre avant que des conclusions relatives à leur compatibilité avec les installations fixes du RFL ne puissent être prononcées.

11.2 Domaine d'application

11.2.1 Véhicules

Le présent livre est applicable aux voitures de passagers et assimilées (par exemple voitures pilotes), alimentés en tension alternative sinusoïdale (1500 V, 50 Hz) à partir d'une ligne de train (voitures UIC).

11.2.2 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux lignes du RFL suivantes (se référer aux **chapitres 3 et 4**) :

- Les lignes du RFL non électrifiées.
- Les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé.

12 Spécifications techniques

12.1 Réservé

12.2 Paramètre V2 – Courants harmoniques

STI	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
Critère d'acceptation	Application des dispositions des fiches UIC 550 OR [13] et UIC 550-3 O [15] (annexe C).
Système de l'infrastructure	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV. Télécommunications - Transmission par circuit galvanique.
UIC	550 OR [13], 550-2 OR [14] et 550-3 O [15].
Spécification d'essai	Application des prescriptions des fiches UIC 550 OR [13] et UIC 550-3 O [15] (annexe C).

Méthode d'évaluation

Evaluation suivant les prescriptions des fiches UIC 550 OR [13] et UIC 550-3 O [15] (annexe C).

12.3 Réserve

12.4 Paramètres V4 – Champs EM rayonnés – CE

12.4.1 Paramètre V4.1 – Compteurs d'essieux interoperables

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.11 – Compatibilité électromagnétique entre le matériel roulant et les équipements «sol» de contrôle-commande et de signalisation.
<i>Info</i>	<p>Il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des points de comptage des types « Zp30(Sk30) », Zp30C-NT(Sk30H) », « Zp30H(Sk30H) » et « AZSB300 » ; • de sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE suivant le domaine d'application de la EN 50592 [22]. <p>Les prescriptions afférentes au CE du type « AZSB300 » n'ont qu'un caractère informatif et ne constituent donc pas un critère d'acceptation.</p>
<i>Critère d'acceptation</i>	<p>Les valeurs limites d'émission des champs magnétiques définies au chapitre 3.2.1 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18], voire de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (par application des dispositions du chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]) ne doivent pas être dépassées.</p> <p>Le point de comptage du type :</p> <ul style="list-style-type: none"> • « Zp30(Sk30) » sur le RFL correspond à « Zp 30 » ; • « Zp30C-NT(Sk30H) » sur le RFL correspond à « Zp 30 C-NT » ; • « Zp30H(Sk30H) » sur le RFL correspond à « Zp 30 H » ; • « AZSB300) » sur le RFL correspond à « ASZB 300 » ; <p>de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19].</p>
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].
<i>CENELEC</i>	EN 50592 [22]. CLC/TS 50238-3 [19].
<i>Spécification d'essai</i>	Réalisation d'essais et de mesures sous l'alimentation requise suivant les prescriptions de la EN 50592 [22].
<i>Méthode d'évaluation</i>	Application des prescriptions de la EN 50592 [22], voire de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

12.4.2 Paramètre V4.2 – Compteurs d'essieux non interoperables

STI

STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.

<i>Info</i>	<p>Il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 ; • de sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE suivant le domaine d'application de la EN 50592 [22].
<i>Critère d'acceptation</i>	<p>Les valeurs limites d'émission des champs magnétiques définies à l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (par application des dispositions du chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]) ne doivent pas être dépassées.</p> <p>Le point de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 sur le RFL correspond à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • « Zp 43 E – manufactured prior to 2005 » pour le tableau A.1 ; • « Zp 43 E » pour le tableau A.2 ; <p>de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19].</p> <p>Pour les valeurs limites d'émissions en direction Y (indice d) au tableau A.1 de la CLC/TS 50238-3 [19], il faut se référer à la figure 10 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18].</p>
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CE (Zp43E de fabrication avant 2005).
<i>CENELEC</i>	<p>EN 50592 [22].</p> <p>CLC/TS 50238-3 [19].</p>
<i>Spécification d'essai</i>	Réalisation d'essais et de mesures sous l'alimentation requise suivant les prescriptions de la EN 50592 [22].
<i>Méthode d'évaluation</i>	Application des prescriptions de la EN 50592 [22] et de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

APPENDICE V au livre I

Spécifications relatives aux courants perturbateurs et champs EM rayonnés

Autres véhicules ferroviaires

13 Préambule

13.1 Objet

Le présent appendice définit les spécifications relatives aux courants perturbateurs injectés dans les rails et champs EM rayonnés (hormis ceux appartenant au domaine d'application de la EN 50121-3-1 [7] dont les spécifications applicables sont définies au **paramètre G14 (chapitre 6.11)**) pour les véhicules non couverts par les **appendices II et IV** au **livre I**.

13.2 Domaine d'application

13.2.1 Véhicules

Le présent livre est applicable aux véhicules suivants :

- les véhicules à traction autonome :
 - les rames automotrices à moteur(s) thermique(s) ;
 - les motrices de traction à moteur(s) thermique(s) ;
 - les matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteur(s) thermique(s) ;
- les véhicules à traction hybride :
 - les rames automotrices à moteurs électriques et thermiques.
 - les motrices de traction à moteurs électriques et thermiques.
 - le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles à moteurs électriques et thermiques ;

susceptibles d'alimenter :

- en tensions des véhicules à passagers non conformes à la série des fiches UIC 550 [13, 14, 15] par le biais d'une ligne de train telle que définie au **chapitre 11.2.1** ;
- en énergie électrique des véhicules remorqués non à usage pour passagers ;
et générant des courants perturbateurs injectés dans les rails et/ou des champs EM perturbateurs ;

ainsi que

- les véhicules remorqués :
 - les voitures de passagers et assimilées (par exemple les voitures pilotes), non conformes à la série des fiches UIC 550 [13, 14, 15] telle que définie au **chapitre 11.2.1** ;
 - les wagons de marchandises, y compris les véhicules conçus pour le transport de camions ;
 - le matériel de construction et d'entretien des infrastructures ferroviaires mobiles ;
- générant des courants perturbateurs injectés dans les rails et/ou des champs EM perturbateurs.

13.2.2 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux lignes du RFL suivantes (se référer aux **chapitres 3 et 4**) :

- Les lignes du RFL non électrifiées.
- Les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé.

14 Spécifications techniques

14.1 Paramètre D1 – Composante à 83,3 Hz du courant injecté dans les rails

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de 8 A _{RMS} ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour le train entier.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV.
<i>Spécification d'essai</i>	La preuve du respect de la valeur limite doit être apportée au moyen de mesures réalisées pour tous les modes fonctionnels des sources perturbatrices embarqués dans le train.
<i>Méthode d'évaluation</i>	Analyse fréquentielle du courant total injecté dans les rails (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « FIHT » (se référer au chapitre 4.6.4) suivie du calcul de la valeur efficace. Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2 .

14.2 Paramètre D2 – Composante à 125 Hz du courant injecté dans les rails

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
<i>Critère d'acceptation</i>	La valeur limite de 0,7 A _{RMS} ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour le train entier.
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CdV.
<i>Spécification d'essai</i>	La preuve du respect de la valeur limite doit être apportée au moyen de mesures réalisées pour tous les modes fonctionnels des sources perturbatrices embarquées dans le train.
<i>Méthode d'évaluation</i>	Analyse fréquentielle du courant total injecté dans les rails (se référer au chapitre 4.4).

Application du filtre de pondération « FIHS » (se référer au **chapitre 4.6.5**) suivie du calcul de la valeur efficace.

Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du **chapitre 4.5.2**.

14.3 Réserve

14.4 Paramètre D4 – Courant psophométrique IPSO

Critère d'acceptation	La valeur limite de 8 A _{RMS} ne doit pas être dépassée pendant plus d'une seconde. La valeur limite vaut pour le train entier.
Système de l'infrastructure	Télécommunications - Transmission par circuit galvanique.
Spécification d'essai	La preuve du respect de la valeur limite doit être apportée au moyen de mesures réalisées pour tous les modes fonctionnels des sources perturbatrices embarquées dans le train.
Méthode d'évaluation	Analyse fréquentielle du courant total injecté dans les rails (se référer au chapitre 4.4). Application du filtre de pondération « Flpso » (se référer au chapitre 4.6.6) suivie du calcul de la valeur efficace. Les phénomènes transitoires sont à traiter suivant les dispositions du chapitre 4.5.2 .

14.5 Réserve

14.6 Paramètres D6 – Champs EM rayonnés – CE

14.6.1 Paramètre D6.1 – Compteurs d'essieux interoperables

STI	STI CCS [4] : Chapitre 4.2.11– Compatibilité électromagnétique entre le matériel roulant et les équipements «sol» de contrôle-commande et de signalisation.
Info	Il s'agit : <ul style="list-style-type: none"> des points de comptage des types « Zp30(Sk30) », Zp30C-NT(Sk30H) », « Zp30H(Sk30H) » et « AZSB300 » ; de sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE suivant le domaine d'application de la EN 50592 [22]. <p>Les prescriptions afférentes au CE du type « AZSB300 » n'ont qu'un caractère informatif et ne constituent donc pas un critère d'acceptation.</p>
Critère d'acceptation	Les valeurs limites d'émission des champs magnétiques définies au chapitre 3.2.1 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18], voire de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (par application des dispositions du chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]) ne doivent pas être dépassées. Le point de comptage du type : <ul style="list-style-type: none"> « Zp30(Sk30) » sur le RFL correspond à « Zp 30 » ;

	<ul style="list-style-type: none"> • « Zp30C-NT(Sk30H) » sur le RFL correspond à « Zp 30 C-NT » ; • « Zp30H(Sk30H) » sur le RFL correspond à « Zp 30 H » ; • « AZSB300) » sur le RFL correspond à « ASZB 300 » ; de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19].
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation - Installation de détection de la non occupation de la voie : CE.
<i>ERA</i>	ERA/ERTMS/033281 [18].
<i>EN</i>	EN 50592 [22].
<i>CLC/TS</i>	CLC/TS 50238-3 [19].
<i>Spécification d'essai</i>	Réalisation d'essais et de mesures sous l'alimentation requise suivant les prescriptions de la EN 50592 [22].
<i>Méthode d'évaluation</i>	Application des prescriptions de la EN 50592 [22], voire de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

14.6.2 Paramètre D6.2 – Compteurs d'essieux non interopérables

<i>STI</i>	STI CCS [4] : Cas spécifique demandé pour le Luxembourg.
<i>Info</i>	Il s'agit : <ul style="list-style-type: none"> • des points de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 ; • de sources de pollution EM susceptibles d'entraver le bon fonctionnement des CE suivant le domaine d'application de la EN 50592 [22].
<i>Critère d'acceptation</i>	<p>Les valeurs limites d'émission des champs magnétiques définies à l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (par application des dispositions du chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]) ne doivent pas être dépassées.</p> <p>Le point de comptage du type « Zp43E » de fabrication avant 2005 sur le RFL correspond à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • « Zp 43 E – manufactured prior to 2005 » pour le tableau A.1 ; • « Zp 43 E » pour le tableau A.2 ; de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19]. <p>Les valeurs Pour les valeurs limites d'émissions en direction Y (indice d) au tableau A.1 de la CLC/TS 50238-3 [19], il faut se référer à la figure 10 du document référence ERA/ERTMS/033281 [18].</p>
<i>Système de l'infrastructure</i>	Signalisation – Installation de détection de la non occupation de la voie : CE (Zp43E de fabrication avant 2005).
<i>CENELEC</i>	EN 50592 [22]. CLC/TS 50238-3 [19].

<i>Spécification d'essai</i>	Réalisation d'essais et de mesures sous l'alimentation requise suivant les prescriptions de la EN 50592 [22].
<i>Méthode d'évaluation</i>	Application des prescriptions de la EN 50592 [22] et de l'annexe A de la CLC/TS 50238-3 [19] (se référer au chapitre 5.2 de la EN 50592 [22]).

APPENDICE VI au livre I

Modifications aux indices matériels et logiciels

15 Préambule

15.1 Objet

Le présent appendice définit les dispositions à appliquer en cas de modifications aux indices matériels et logiciels d'un véhicule pour lesquels la vérification de la compatibilité avec les installations fixes des lignes du RFL fut jadis réalisée et prononcée.

15.2 Domaine d'application

15.2.1 Véhicules

Le présent livre est applicable à tout type de véhicule (se référer **chapitre 3.2.2**).

15.2.2 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux lignes du RFL suivantes (se référer aux **chapitres 3 et 4**) :

- Les lignes du RFL non électrifiées.
- Les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé.

16 Modifications aux indices matériels et logiciels

16.1 Généralités

Toute modification aux indices matériels et logiciels d'un véhicule, pour lesquels la vérification de la compatibilité avec les installations fixes des lignes du RFL fut jadis réalisée et prononcée, devra faire l'objet d'une nouvelle vérification de la compatibilité du véhicule modifié avec les installations fixes du RFL par l'organisme chargé de l'évaluation.

16.2 Modifications aux indices matériels

Les modifications réalisées aux indices matériels doivent être mis en corrélation avec les prescriptions des **paramètres** définis aux **appendices I, II, IV et V** du présent livre :

Appendice au livre I	Paramètre	Mise en corrélation de la modification avec les paramètres des appendices I, II, IV et V au livre I
I	G1, G2.1, G3, G4, G5, G6, G7, G8.1, G9, G10, G11, G12, G13, G15 et G16	Les modifications doivent satisfaire aux critères d'acceptation.
I	G2.2, G8.2 et G17	Dans le cas du non respect du critère d'acceptation, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec le système de l'infrastructure concerné.

I	G14	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des champs électriques et magnétiques rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier le respect avec les prescriptions de la EN 50121-3-1 [7].
II	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A13 et A14	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques du courant de ligne, y compris les éventuels effets des harmoniques sur les installations fixes du RFL (par exemple phénomène de résonance entre le réseau d'alimentation ferroviaire et l'engin (les engins (UM)) de traction électrique). Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec le système de l'infrastructure concerné.
II	A11	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des champs EM rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les installations de comptage d'essieux.
II	A15	Les modifications doivent satisfaire aux critères d'acceptation.
IV	V2	Les modifications doivent satisfaire aux critères d'acceptation.
IV	V4	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des courants perturbateurs injectés dans les rails et/ou champs EM rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les installations de comptage d'essieux.
V	D1, D2, D4 et D6	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des courants perturbateurs injectés dans les rails. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec le système de l'infrastructure concerné.
V	D6	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des champs EM rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les installations de comptage d'essieux.

16.3 Modifications aux indices logiciels

Les modifications réalisées aux indices logiciels doivent être réalisées respectivement par application des prescriptions de la EN 50128 [8] (norme obligatoire de la STI CCS [4] : Tableau A3 – Numéro A2) et de la EN 50657 [23].

Les modifications réalisées aux indices logiciels doivent être mises en corrélation avec les prescriptions des **paramètres** définis aux **appendices II, IV et V** du présent livre :

Appendice au livre I	Paramètre	Mise en corrélation de la modification avec les paramètres des appendices I, II, IV et V au livre I
I	G11, G13, G15 et G16	Les modifications doivent satisfaire aux critères d'acceptation.
I	G14	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des champs électriques et magnétiques rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier le respect avec les prescriptions de la EN 50121-3-1 [7].
II	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A13 et A14	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques du courant de ligne, y compris les éventuels effets des harmoniques sur les installations fixes du RFL (par exemple phénomène de résonance entre le réseau d'alimentation ferroviaire et l'engin (les engins (UM)) de traction électrique). Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec le système de l'infrastructure concerné.
II	A11	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des champs EM rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les installations de comptage d'essieux.
IV	V2	Les modifications doivent satisfaire aux critères d'acceptation.
IV	V4	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des courants perturbateurs injectés dans les rails et/ou champs EM rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les installations de comptage d'essieux.
V	D1, D2, D4 et D6	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des courants perturbateurs injectés dans les rails. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec le système de l'infrastructure concerné.
V	D6	Les modifications ne doivent pas avoir d'impact sur les caractéristiques des champs EM rayonnés. Le cas échéant, des essais doivent être réalisés pour vérifier la compatibilité avec les installations de comptage d'essieux.

APPENDICE VII au livre I

Dossier technique des véhicules ferroviaires (modèle)

17 Préambule

17.1 Objet

Le présent appendice présente un modèle non exhaustif du dossier technique lequel doit accompagner toute demande de circulation pour que la vérification de la compatibilité du véhicule ferroviaire avec les installations fixes des lignes du RFL puisse être réalisée.

17.2 Domaine d'application

17.2.1 Véhicules

Le présent livre est applicable à tout type de véhicule (se référer **chapitre 3.2.2**).

17.2.2 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux lignes du RFL suivantes (se référer aux **chapitres 3 et 4**) :

- Les lignes du RFL non électrifiées.
- Les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé.

18 Dossier technique du véhicule ferroviaire

18.1 Préliminaires

Le dossier technique doit contenir les renseignements énumérés aux **chapitres 18.2 et 18.3** et présenter la structure et l'ordre y exposés. Ces informations sont nécessaires, mais pas forcément suffisantes pour réaliser la vérification de la compatibilité du véhicule avec les installations du RFL, y compris l'établissement du programme d'essais dans le cas où des essais sont exigés par les paramètres afférents aux **appendices I, II, IV et V** au **livre I**. Ainsi, en cas de besoin, des informations complémentaires peuvent être sollicitées.

Tous les indices matériels et logiciels du véhicule ferroviaire soumis à l'évaluation doivent être figés.

Le dossier technique doit être rédigé en langue luxembourgeoise, française, allemande ou anglaise.

Le contenu définitif du dossier technique est de la responsabilité de l'organisme chargé de l'évaluation du véhicule ferroviaire en question.

Un exemplaire du dossier technique doit être envoyé pour information aux CFL sous forme de documents en papier ou bien sur support informatique (CD-ROM), de préférence dans le format « PDF » ou, après concertation, dans un format alternatif, à l'adresse suivante :

Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois
Service Ingénierie Infrastructure
9, Place de la Gare
L-1616 Luxembourg

18.2 Informations générales

Complémentairement aux informations techniques afférentes aux **appendices I, II, IV et V** au **livre I** (se référer au **chapitre 18.3**), le dossier technique doit contenir les renseignements suivants :

Chapitre dans le dossier technique	Informations à communiquer
IG.1	Personne(s) de contacts compétente(s), avec ses (leurs) coordonnées, habilité(e)s à donner des renseignements complémentaires, voire explications sur le contenu du dossier technique.
IG.2	Le type de véhicule ferroviaire (se référer notamment au chapitre 3.2.2).
IG.3	Ligne(s) du RFL sur laquelle (lesquelles) la circulation du véhicule est souhaitée (hormis le réseau tertiaire). Se référer aux chapitres 0.6, 2 et 3.2.3 .
IG.4	La vitesse de circulation maximale en exploitation.
IG.5	Une déclaration attestant une éventuelle conformité du véhicule avec les STI.
IG.6	Documents attestant l'existence de structures de contrôle garantissant le maintien des indices matériels et logiciels du véhicule et conséquemment le maintien de la compatibilité du véhicule avec les installations fixes de contrôle-commande, de signalisation, de télécommunications et de traction électrique du RFL suite à des opérations d'entretien, voire de remise en état, effectuées sur le matériel en question.

18.3 Appendices au livre I

18.3.1 Appendice I au livre I

Le dossier technique doit contenir les informations suivantes (se référer à l'**appendice I** du **livre I**) :

Chapitre dans le dossier technique	Informations à communiquer
I.AI.1	Les caractéristiques des roues de roulement afférentes aux matériaux constituant les roues et notamment la perméabilité relative μ_r . Se référer au paramètre G1 (chapitre 6.1.1) .
I.AI.2	Les caractéristiques des roues de roulement afférentes à la géométrie des roues, à savoir le diamètre D des roues (valeurs nominales et minimales), la largeur de la jante B_R , la hauteur du boudin S_H et l'épaisseur du boudin S_d (avec indication d'éventuelles tolérances). Dans le cas des roues de roulement à composition en moyeu, une figure à l'échelle des roues en question est à joindre de manière complémentaire. Se référer aux paramètres G2 (chapitre 6.1.2) .
I.AI.3	La masse du véhicule (masse totale, masse par essieu et masse par mètre courant), un descriptif du système de freinage, le nombre d'essieux et un schéma du véhicule en question. Se référer au paramètre G3 (chapitre 6.2) .

I.AI.4	La résistance électrique des différents essieux. Se référer au paramètre G4 (chapitre 6.3) .
I.AI.5	Les différentes distances entre les différents essieux ainsi que les distances entre les essieux extrêmes et le front des tampons d'un même véhicule. Se référer aux paramètres G5, G6 et G7 (chapitre 6.4) .
I.AI.6	<p>Une déclaration attestant la conformité du véhicule avec les prescriptions des paramètres G8 (chapitre 6.5).</p> <p>Dans le cas d'une violation des prescriptions du paramètre G8.2 (chapitre 6.5.2), les parties violant le critère en question, le matériau les constituants, leur emplacement exact sur le véhicule ainsi que leurs cotes par rapport à la zone sensible des détecteurs définie dans le critère en question.</p>
I.AI.7	Une déclaration attestant le respect du critère d'acceptation afférent au paramètre G9 (chapitre 6.6) .
I.AI.8	Une déclaration attestant le respect du critère d'acceptation afférent au paramètre G10 (chapitre 6.7) .
I.AI.9	Le débit des sablières installées sur le véhicule par file de rail ainsi que les différents modes d'enclenchements des installations de sablage. Se référer au paramètre G11 (chapitre 6.8) .
I.AI.10	Une déclaration attestant le respect du critère d'acceptation afférent au paramètre G12 (chapitre 6.9) .
I.AI.11	Une déclaration, voire document(s) attestant le respect du critère d'acceptation afférent au paramètre G13 (chapitre 6.10) .
I.AI.12	Document(s) attestant la conformité du véhicule ferroviaire avec les prescriptions de la EN 50121-3-1 [7] (en fonction des caractéristiques techniques du véhicule soumis à l'évaluation, les essais doivent être réalisés sous une électrification de 25 kV 50 Hz monophasé). Se référer au paramètre G14 (chapitre 6.11) .
I.AI.13	Une déclaration attestant le respect du critère d'acceptation afférent aux paramètres G15 (chapitre 6.12) .
I.AI.14	Une déclaration attestant le respect du critère d'acceptation afférent au paramètre G16 (chapitre 6.13) .
I.AI.15	<p>Une description du système d'aide du shuntage avec son emplacement exact sur le véhicule. Se référer au paramètre G17 (chapitre 6.14).</p> <p>Dans le cas où des essais de vérification de la compatibilité avec les BIV ont été réalisés suivant les dispositions définies au paramètre G17 (chapitre 6.14), le rapport d'essais y afférent.</p>

18.3.2 Appendice II au livre I

Le dossier technique doit contenir les informations suivantes (se référer à l'**appendice II** du **livre I**) :

Chapitre dans le dossier technique	Informations à communiquer
I.AII.1	La configuration maximale en UM tout en respectant le paramètre A15 (chapitre 8.15).
I.AII.2	Les modes fonctionnels en traction, y compris freinage, et des auxiliaires.
I.AII.3	Les schémas synoptiques de puissance électrique pour tous les modes fonctionnels, y compris les puissances électriques des différents sous-systèmes (chaîne de traction, auxiliaires, autres).
I.AII.4	Les diagrammes Effort-Vitesse et Freinage-Vitesse pour tous les modes fonctionnels.
I.AII.5	Le type des différents convertisseurs statiques (redresseur (PMCF, pont mixte, pont complet), onduleur, autre) et commutateurs d'électronique de puissance (diodes, thyristors (GTO), transistors (IGBT), autre) embarqués.
I.AII.6	Les fréquences de fonctionnement et les types de régulation, voire règles de pilotage, des différents convertisseurs statiques en fonction de la vitesse du véhicule et pour tous les modes fonctionnels.
I.AII.7	Les types de filtrages implantés sur le véhicule (filtrage actif et/ou filtres passifs) pour tous les modes fonctionnels.
I.AII.8	La (Les) composante(s) du courant de ligne pouvant être compensée(s) par le filtrage actif pour tous les modes fonctionnels.
I.AII.9	Les courbes de réponse de chaque filtre passif (le gain du filtre en fonction de la fréquence) pour tous les modes fonctionnels.
I.AII.10	L'impédance d'entrée Z_E et l'argument de Z_E (pour $f \in [0 \text{ Hz} ; 5000 \text{ Hz}]$) du véhicule pour tous ses modes fonctionnels.
I.AII.11	Les types de freinage (par récupération, rhéostatique, pneumatique, freins magnétiques, autre) et leurs modes, voire principes, de fonctionnement comprenant leur impact sur le pilotage des différents convertisseurs statiques (inhibition du PMCF, autre) pour tous les modes fonctionnels.
I.AII.12	Les sources de pollution EM (freins magnétiques, radars, antennes ATP (ETCS, KVB, autre), TFP, lignes de courant retour en dessous de la coque, autre) situées près de la superstructure de la voie ainsi que leur emplacement exact sur le véhicule, leurs principes de fonctionnement et leurs modes fonctionnels.
I.AII.13	Un document renseignant sur l'architecture « logiciel » du système informatique embarqué. Ce document doit notamment contenir les informations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> Les équipements électroniques qui font partie du système informatique embarqué.

	<ul style="list-style-type: none"> • Les logiciels implantés sur les équipements électroniques. • Les versions des différents logiciels ainsi que leur <i>checksum</i> afférente. • Les fonctions des équipements électroniques en spécifiant notamment quels équipements et logiciels peuvent influencer sur le pilotage des différents circuits de puissance électrique (traction, freinage, auxiliaires, ligne de train) et par-là même avoir une influence sur le contenu harmonique du courant de traction et des champs EM émis par les sources de pollution EM. • Une synopsis reprenant notamment les différents équipements électroniques avec leurs logiciels embarqués, leurs interactions, voire interconnexions, ainsi que les charges, voire utilisateurs, pilotés par ces équipements, voire logiciels.
I.AII.14	<p>Les informations suivantes concernant l'emplacement des pantographes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'emplacement exact des pantographes sur le véhicule ainsi que leurs distances par rapport au front des différents tampons de ce même véhicule. • Les différentes cotes d'espacement entre les pantographes dans le cas de circulations en UM et dans toutes les configurations d'accouplement, voire d'orientations des véhicules possibles.
I.AII.15	<p>Le rapport de validation afférent à la vérification de la fonctionnalité du contrôle-commande de l'unité de traction en relation avec la limitation du courant absorbé par le véhicule suivant les dispositions des chapitres 7.2 et 15.3 de la EN 50388 [11] ainsi que les différents paramètres du dispositif automatique permettant d'adapter le niveau de la puissance absorbée. Se référer au paramètre A14 (chapitre 8.14).</p>
I.AII.16	<p>Le plan de gestion CEM, le programme d'essais réalisé (contenant notamment les conditions d'essais suivant les chapitres 4.2.3.1, 4.2.3.2.1, 4.2.3.2.2 ou 4.2.3.2.3, 4.2.3.4 (y compris les vitesses v_1, v_2 et v_3) de la EN 50592 [22]) ainsi que le rapport d'essais démontrant la compatibilité avec les installations techniques de comptage d'essieux. Se référer aux paramètres A11 (chapitre 8.11).</p>
I.AII.17	<p>Pour mener les études de compatibilité avec le réseau d'alimentation du RFL, les informations suivantes pour tous les modes fonctionnels :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schéma de la chaîne de traction. • En cas de présence d'un câble de longue distance, ses caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> • longueur du câble [m] ; • résistance électrique [Ω/m] ; • capacité [F/m] ; • inductance [H/m]. • Schéma électrique équivalent du transformateur de puissance à bord (transformateur principal) avec indication des : <ul style="list-style-type: none"> • résistances de court-circuit [Ω] ; • réactances de court-circuit [$j\Omega$] ; • inductances mutuelles [H] ; • rapports de transformation (primaire (côté 25 kV 50 Hz monophasé) / secondaire (côté traction)) ;

	<p>entre les différents enroulements.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schéma électrique équivalent des filtres avec indication des : <ul style="list-style-type: none"> • résistances $[\Omega]$; • réactances $[j\Omega]$; • inductances mutuelles $[H]$. ▪ Données des convertisseurs statiques d'entrée de la chaîne de traction, à savoir : <ul style="list-style-type: none"> • la fréquence du fondamental $[Hz]$; • la fréquence de commutation par phase $[Hz]$; • le nombre de convertisseurs en service ; • le nombre de convertisseurs entrelacés, y compris leurs règles d'entrelacement ; • la tension électrique du bus continue (« DC-link », $[V]$) ; • le type de régulation, notamment le(s) type(s) de modulation avec leur caractéristiques tels que le type de signal et la fréquence de la porteuse ainsi que le spectre de tension générée.
I.AII.18	Le profil, la largeur et le matériel de frottement de l'archet de pantographe.
I.AII.19	<p>Les caractéristiques suivantes dans le cadre des simulations utilisées pour le dimensionnement des IFTE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Résistance à l'avancement (coefficients A, B et C). • Coefficient des masses tournantes. • Accélération et décélération de service et maximale. • Rendement de la chaîne de traction.
I.AII.20	Les différents paramètres du disjoncteur principal (pouvoir de coupure, temporisation, paramétrage de la protection, indice logiciel).

18.3.3 Réserve

18.3.4 Appendice IV au livre I

Le dossier technique doit contenir les informations suivantes (se référer à l'**appendice IV** du **livre I**) :

Chapitre dans le dossier technique	Informations à communiquer
I.AIV.1	Configuration maximale d'une rame (nombre maximal de voitures pouvant entrer dans la composition d'un train conformément aux spécifications de la série des fiches UIC 550 [13,14,15].
I.AIV.2	Les modes fonctionnels.
I.AIV.3	Les schémas synoptiques de puissance électrique avec tous les convertisseurs et charges embarquées ainsi que le circuit retour pour tous les modes fonctionnels.

I.AIV.4	Le type des différents convertisseurs statiques (redresseur, onduleur, hacheur, autre)) et les commutateurs d'électronique de puissance (diodes, thyristors (GTO), transistors (IGBT), autre) afférents.
I.AIV.5	Les fréquences de fonctionnement et les types de régulation, voire règles de pilotage, des différents convertisseurs pour tous les modes fonctionnels.
I.AIV.6	Le(s) type(s) de filtrage(s) implanté(s) sur le véhicule avec ses (leurs) caractéristiques pour tous les modes fonctionnels.
I.AIV.7	<p>Un document renseignant sur l'architecture « logiciel » du système informatique embarqué. Ce document doit notamment contenir les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les équipements électroniques qui font partie du système informatique embarqué. • Les logiciels implantés sur les équipements électroniques. • Les versions des différents logiciels ainsi que leur <i>checksum</i> afférente. • Les fonctions des équipements électroniques en spécifiant notamment quels équipements et logiciels peuvent influencer sur le pilotage des différents circuits de puissance électrique (traction, auxiliaires, ligne de train) et par-là même avoir une influence sur le contenu harmonique du courant de traction et des champs EM émis par les sources de pollution EM. • Une synopsis reprenant notamment les différents équipements électroniques avec leurs logiciels embarqués, leurs interactions, voire interconnexions, ainsi que les charges, voire utilisateurs, pilotés par ces équipements, voire logiciels.
I.AIV.8	Rapport, voire procès-verbal, de mesure afférent aux essais de types suivant les spécifications de la série des fiches UIC 550 [13,14,15].
I.AIV.9	Les sources de pollution EM (freins magnétiques, radars, antennes ATP (ETCS, KVB, autre), lignes de courant retour en dessous de la coque, autre) situées près de la superstructure de la voie ainsi que leur emplacement exact sur le véhicule, leurs principes de fonctionnement et leurs modes fonctionnels.
I.AIV.10	Réservé.
I.AIV.11	Le plan de gestion CEM, le programme d'essais réalisé (contenant notamment les conditions d'essais suivant les chapitres 4.2.3.1, 4.2.3.3 et 4.2.3.4 de la EN 50592 [22]) ainsi que le rapport d'essais démontrant la compatibilité avec les installations techniques de comptage d'essieux. Se référer aux paramètres V4 (chapitre 12.4).

18.3.5 Appendice V au livre I

Le dossier technique doit contenir les informations suivantes (se référer à l'**appendice V** du **livre I**) :

Chapitre dans le dossier technique	Informations à communiquer
I.AV.1	La composition du train (désignation des types de véhicules et leur emplacement dans le train).

Pour chaque type de véhicule entrant dans la composition du train :	
I.AV.2	Les modes fonctionnels.
I.AV.3	Les schémas synoptiques de puissance électrique avec tous les convertisseurs et charges embarquées ainsi que le circuit retour pour tous les modes fonctionnels.
I.AV.4	Le(s) type(s) de système d'alimentation alimentant la ligne de train (système à tension continue, alternative sinusoïdale, trapézoïdale, rectangulaire).
I.AV.5	Le type des différents convertisseurs ((redresseur, onduleur, hacheur, autre) et les commutateurs d'électronique de puissance (diodes, thyristors (GTO), transistors (IGBT), autre) afférents).
I.AV.6	Les fréquences de fonctionnement et les types de régulation, voire règles de pilotage, des différents convertisseurs pour tous les modes fonctionnels.
I.AV.7	Le(s) type(s) de filtrage(s) implanté(s) sur le véhicule avec ses (leurs) caractéristiques pour tous les modes fonctionnels.
I.AV.8	<p>Un document renseignant sur l'architecture « logiciel » du système informatique embarqué. Ce document doit notamment contenir les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les équipements électroniques qui font partie du système informatique embarqué. • Les logiciels implantés sur les équipements électroniques. • Les versions des différents logiciels ainsi que leur <i>checksum</i> afférente. • Les fonctions des équipements électroniques en spécifiant notamment quels équipements et logiciels peuvent influencer sur le pilotage des différents circuits de puissance électrique (traction, auxiliaires, ligne de train) et par-là même avoir une influence sur le contenu harmonique du courant de traction et des champs EM émis par les sources de pollution EM. • Une synopsis reprenant notamment les différents équipements électroniques avec leur logiciels embarqués, leurs interactions, voire interconnexions, ainsi que les charges, voire utilisateurs, pilotés par ces équipements, voire logiciels.
I.AV.9	Rapport, voire procès-verbal, de mesure afférent aux essais dont les spécifications sont définies aux paramètres D1, D2 et D4 (chapitres 14.1, 14.2 et 14.4) .
I.AV.10	Les sources de pollution EM (freins magnétiques, radars, antennes ATP (ETCS, KVB, autre), lignes de courant retour en dessous de la coque, autre) situées près de la superstructure de la voie ainsi que leur emplacement exact sur le véhicule, leurs principes de fonctionnement et leurs modes fonctionnels.
I.AV.11	Réservé.
I.AV.12	Le plan de gestion CEM, le programme d'essais réalisé (contenant notamment les conditions d'essais suivant les chapitres 4.2.3.1, 4.2.3.3 et 4.2.3.4 de la EN 50592 [22]) ainsi que le rapport d'essais démontrant la compatibilité avec les installations techniques de comptage d'essieux. Se référer aux paramètres D6 (chapitre 14.6) .

APPENDICE VIII au livre I

Interactions entre les véhicules ferroviaires et les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois (informatif)

19 Préambule

Le présent appendice expose les interactions possibles et connues entre les véhicules et les installations fixes de contrôle-commande, de signalisation, de télécommunications et de traction électrique du RFL et lesquelles ont conduit à la définition des paramètres exposés aux **appendices I, II, IV et V** au **livre I** pour évaluer la compatibilité des véhicules avec les installations précitées.

Le respect des prescriptions de la série EN 50121 (CENELEC) permet notamment de garantir la compatibilité électromagnétique entre les parties internes du système ferroviaire (**paramètre G14**).

Le présent appendice a un caractère strictement informatif.

20 Interactions de véhicules ferroviaires avec les installations fixes du réseau ferré luxembourgeois

20.1 Les installations de contrôle-commande et de signalisation

Il s'agit de manière générale de systèmes de détection de trains au sol, à savoir :

- les installations de détection de la non occupation de la voie ;
- les installations d'annonce et de libération des PN ;
- les pédales ;

des systèmes d'aide à la conduite « Crocodile » et « MEMOR II+ », à savoir :

- les contacts fixes montés dans la voie (crocodile) ;

et finalement le SMD.

Pour que les systèmes de signalisation puissent fonctionner correctement, leurs caractéristiques physiques doivent être vérifiées par rapport à celles du véhicule.

20.1.1 Les installations de détection de la non-occupation de la voie

Deux types de systèmes de détection de la non-occupation de la voie sont opérationnels sur le RFL :

- les CdV ;
- les CE.

20.1.1.1 Les circuits de voie

Les CdV permettent de détecter automatiquement et d'une façon continue l'absence de véhicules en tous les points d'une section de voie déterminée.

Le CdV est un circuit électrique dont la ligne de transport d'énergie entre le générateur et le récepteur est constituée par les deux files de rails de roulement. Ces deux files sont isolées l'une par rapport à l'autre. Lorsqu'une circulation se trouve sur le CdV, les essieux établissent une liaison électrique de faible impédance (shunt) entre les rails ; l'alimentation alors insuffisante du récepteur entraîne la désexcitation du relais situé au poste de sécurité et de signalisation.

▪ *Le shuntage du récepteur de la voie*

Paramètres : G2.1, G3, G4, G11 et G13.

La détection d'un train repose essentiellement sur le shuntage électrique des CdV. En conséquence, l'impédance du shunt présentée par le véhicule ne doit pas dépasser une valeur limite pour que la fiabilité du shuntage dans toutes les conditions de service soit garantie.

L'expérience montre que le :

- sable éjecté par les dispositifs de sablage ;
- le graissage des boudins par des dispositifs ;

installés sur les véhicules peuvent provoquer un mauvais contact rail-roue par altération de la propreté de la surface :

- de roulement de la roue ;
- du champignon des rails ;

inhibant ainsi le shuntage du récepteur du CdV par les essieux du véhicule par accroissement de la résistance de contact rail-roue.

Le débit des sablières installées sur les véhicules et le graissage des boudins doivent être tels que le shuntage électrique des CdV ne soit pas compromis.

D'autres paramètres afférents au véhicule doivent être pris en considération pour garantir un bon contact galvanique entre les roues de roulement et le rail :

- La géométrie des roues.
- La masse du véhicule.

▪ *Enjambement d'une section de voie*

Paramètre : G6 et G7.

La distance entre des essieux contigus d'un même véhicule ne doit pas dépasser une valeur maximale pour éviter un enjambement de la section de voie contrôlée par le CdV et le trou de détection subséquent.

▪ *Le gabarit de libre passage des appareils de voie (aiguilles)*

Paramètre : G7.

La distance entre l'essieu extrême et le front des tampons d'un même véhicule ne doit pas dépasser une valeur maximale pour éviter l'engagement du gabarit de libre passage lors du stationnement de véhicules sur une voie raccordée au talon d'un appareil de voie.

▪ *Les courants d'interférences*

Paramètres : A1, A4, A5, V2, D1 et D2.

Les CdV sont affectés par les courants d'interférences suivants :

- Les courants consommés par le véhicule sous l'effet d'harmoniques contenus dans la tension d'alimentation des IFTE avec le véhicule considéré comme une impédance passive.

L'impédance passive du véhicule convertit ces harmoniques de tension en un courant de même fréquence lequel peut alors avoir un impact néfaste sur le bon fonctionnement des CdV.

- Les courants alternatifs générés par le véhicule par exemple au niveau des convertisseurs de l'équipement de traction, notamment des onduleurs pilotant les moteurs alternatifs (asynchrones ou synchrones), au niveau des convertisseurs d'auxiliaires embarqués ainsi qu'au niveau des convertisseurs constituant la charge à bord du matériel remorqué et dont le circuit

électrique est réalisé au moyen d'une ligne de train alimentée en énergie électrique à partir d'un engin moteur à traction électrique ou autonome.

Il y a lieu de distinguer les CdV monorails et birails.

- Les CdV monorails :

Les courants injectés dans les rails impliquent une chute de tension sur la longueur du rail de retour de traction incluse dans le CdV et laquelle apparaît aux bornes du récepteur du CdV. Lorsque le courant de retour présente des composantes égales à ou proches de la fréquence de fonctionnement du CdV, celui-ci pourrait continuer à présenter l'indication « voie libre » alors qu'il est occupé par le train.

Par ailleurs, des signaux perturbateurs dont les fréquences diffèrent de la fréquence de fonctionnement du CdV et dont les amplitudes sont suffisantes peuvent par superposition au signal utile du CdV provoquer le dérangement de ce dernier.

- Les CdV birails :

En fonctionnement normal, le courant de retour de traction est à peu près le même dans chaque rail et il n'y a qu'une très petite tension qui se retrouve aux bornes du récepteur du CdV. Cependant, dans le cas d'un rail cassé ou d'une connexion inductive coupée, le courant de retour sera complètement déséquilibré et il apparaîtra une tension transversale. Une telle cassure entraîne normalement la présentation de l'indication « voie occupée » par le CdV (défaut « auto-détecté »). Cependant, il est possible que le récepteur soit faussement excité dans le cas où le courant de retour présente des composantes égales à ou proches de la fréquence de fonctionnement du CdV. Ce dernier pourrait alors continuer à présenter l'indication « voie libre » alors qu'il est occupé par le train.

Aussi bien en fonctionnement normal que dans le cas d'un déséquilibre du circuit retour du courant de traction, des signaux perturbateurs dont les fréquences diffèrent de la fréquence de fonctionnement du CdV et dont les amplitudes sont suffisantes peuvent provoquer la saturation de la connexion inductive et conséquemment le dérangement du CdV.

Les fréquences de fonctionnement des différents types de CdV opérationnels sur les lignes du RFL sont les suivantes :

- Les CdV monorails à 83,3 Hz.
- Les CdV mono- et birails à 125 Hz.
- Les CdV mono- et birails à ITE (impulsions dissymétriques à la cadence de 3 Hz) réputés comme étant insensibles au courant de traction vu leur principe de fonctionnement.

20.1.1.2 Les compteurs d'essieux

Les CE permettent de détecter automatiquement et d'une façon discontinue l'absence de véhicules sur une section de voie déterminée.

Un CE associé à une section de voie comprend deux points de comptage. Le premier point de comptage compte le nombre d'essieux entrant dans le tronçon de ligne, le second point de comptage compte le nombre d'essieux quittant cette même section de voie. Lorsque le nombre d'essieux entrant équivaut au nombre d'essieux sortant, la non occupation du tronçon de ligne a pu être déterminée.

Un point de comptage est composé chaque fois de deux couples de capteurs électromagnétiques (détecteurs de roue). Un couple de capteurs est constitué par un émetteur et par un récepteur. Ce dédoublement permet la détermination du sens de circulation d'un véhicule.

Les signaux des capteurs sont traités dans un boîtier électronique près de la voie et dont l'information subséquente est acheminée au moyen d'une transmission galvanique au poste de sécurité et de signalisation.

Les détecteurs de roues sont isolés galvaniquement par rapport aux courants circulant dans les rails.

Le principe de fonctionnement des équipements en campagne repose essentiellement sur :

- la déviation du champ EM ou bien la variation de la réluctance du circuit magnétique des détecteurs en présence d'une roue et qui influe alors sur la tension induite aux récepteurs. De cette variation de la tension induite résultent des impulsions de tension lesquelles permettent le comptage des essieux ;
- les pertes par effet Joule résultant des courants de Foucault induits dans les roues lors de leur passage par-dessus les détecteurs et qui influent sur le circuit résonant des détecteurs de manière que leur fréquence d'oscillation est modifiée, permettant ainsi la détection de la présence d'une roue et conséquemment le comptage des essieux.

▪ *La détection des roues*

Paramètres : G1 et G2.

Vue le principe de fonctionnement des équipements en campagne, les paramètres afférents au véhicule qui doivent être pris en considération sont :

- Le matériau constituant la roue.
- La géométrie de la roue.

▪ *Le comptage des essieux*

Paramètres : G5.

Pour que l'unité d'évaluation puisse générer et par la suite évaluer les impulsions de comptage, les paramètres afférents au véhicule qui doivent être pris en considération sont :

- La distance minimale entre essieux contigus.
- La vitesse maximale du véhicule.

▪ *Enjambement d'une section de voie*

Paramètre : G6 et G7.

La distance entre des essieux contigus d'un même véhicule ne doit pas dépasser une valeur maximale pour éviter un enjambement de la section de voie contrôlée par l'installation de comptage d'essieux et le trou de détection subséquent.

▪ *Le gabarit de libre passage des appareils de voie (aiguilles)*

Paramètre : G7.

La distance entre essieu extrême et le front des tampons d'un même véhicule ne doit pas dépasser une valeur maximale pour éviter l'engagement du gabarit de libre passage lors du stationnement de véhicules sur une voie raccordée au talon d'un appareil de voie.

▪ *Les sources d'interférences mécaniques*

Paramètre : G8, G15 et G16.

Des pièces ayant des propriétés ferromagnétiques et/ou inductives et installées à proximité immédiate du rail peuvent interagir avec le circuit magnétique des détecteurs de roues et influencer sur la tension induite aux récepteurs et conséquemment altérer la fiabilité de la détection de la non occupation de la voie.

▪ *Les sources d'interférences EM*

Paramètres : G15, G16, A11, V4 et D6.

Les CE peuvent être perturbés par des interférences EM au niveau des détecteurs de roue.

Les sources d'interférences EM sont par exemple :

- Les TFP et les convertisseurs statiques associés à leurs lignes de transmission et charges, surtout lorsqu'ils sont situés près du rail.
- Les freins magnétiques et les freins à courant de Foucault qui sont montés sur le véhicule directement au-dessus des rails. Les niveaux d'interférences dépendent notamment des modes d'excitation des freins.

L'activation des freins à courant de Foucault (position de travail) est prohibée sur les lignes du RFL.

L'utilisation des freins magnétiques (position de travail) n'est autorisée qu'en freinage d'urgence (dans ce cas un dérangement éventuel des CE est acceptable et une démonstration de leur compatibilité n'est pas exigée).

- Les antennes de transmission montées sur le véhicule, surtout lorsque celles-ci sont montées à proximité du rail.
- Les courants perturbateurs injectés dans les rails.

Ces sources de pollution EM risquent non seulement de perturber les CE lorsque la fréquence du signal perturbateur est égale à ou proche de la fréquence de fonctionnement du détecteur de roues, mais suite à des phénomènes de saturation au niveau des circuits magnétiques des détecteurs munis de noyau en ferrite, des perturbations de ces CE peuvent se manifester à des fréquences qui diffèrent des fréquences de fonctionnement des susdits capteurs.

En fonction des caractéristiques constructives des détecteurs de roues et notamment de leur fréquence de fonctionnement, il y a lieu de distinguer les installations de comptage suivantes :

- Les CE de type « Zp30(Sk30) » et dont les émetteurs sont munis d'un noyau en ferrite (fréquences de fonctionnement : de 27 kHz à 32 kHz).
- Les CE de type « Zp30C-NT(Sk30H) » (fréquences de fonctionnement : de 27 kHz à 32 kHz).
- Les CE de type « Zp30H(Sk30H) » (fréquences de fonctionnement : de 27 kHz à 32 kHz).
- Les CE de type « Zp43E » (fréquence de fonctionnement : 43 kHz \pm 1 kHz).
- Les CE de type « AZSB300 » (fréquence de fonctionnement : 325 kHz \pm 25 kHz) qui ne sont pas encore opérationnels sur le RFL (phase d'essais en cours sur différentes lignes du RFL).

20.1.2 Les installations d'annonce et de libération des passages à niveau

Il s'agit de boucles d'induction montées dans la voie. Leurs fréquences de fonctionnement se situent entre 45 kHz et 110 kHz.

Ces BIV génèrent un champ EM lequel entre en interaction avec tout véhicule lorsque celui-ci passe par-dessus les boucles en question.

Lors du passage d'un véhicule par-dessus les BIV, il faut essentiellement distinguer deux types d'interaction :

- Les essieux du véhicule associés aux rails de roulement et/ou des éléments électriquement conducteurs de la coque du véhicule forment des boucles de shuntage magnétiques. Les flux magnétiques émanant des BIV induisent dans ces boucles de shuntage des courants électriques de mêmes fréquences. Ces courants génèrent à leur tour des flux magnétiques antagonistes aux flux incidents.
- Les champs EM générés par les BIV induisent dans la coque du véhicule des courants de Foucault lesquels ont pour conséquence des pertes par effet Joule. Ces pertes dépendent notamment de la nature, de l'épaisseur ainsi que du volume du matériau constituant la coque.

Les effets cumulatifs des interactions précitées influent sur le circuit résonant dont fait partie la BIV en modifiant la fréquence d'oscillation de celui-ci. Cette variation de la fréquence d'oscillation permet la détection de la présence du véhicule.

▪ *La constitution du véhicule*

Paramètres : G2.1, G3, G4, G9, G11, G13 et G17.

Vu le principe de fonctionnement des BIV, les caractéristiques des bogies (y compris essieux et roues de roulement) et de la coque du véhicule, la vitesse de passage du véhicule par-dessus les BIV ainsi que la proximité de la coque par rapport à la superstructure de la voie jouent un rôle essentiel quant à la fiabilité de la détection du véhicule.

L'efficacité des boucles de shuntage magnétiques repose entre autre sur l'impédance entre les roues laquelle ne doit pas dépasser une valeur limite pour que la détection du véhicule concerné soit garantie.

L'expérience montre que le :

- sable éjecté par les dispositifs de sablage ;
- le graissage des boudins par des dispositifs ;

installés sur les véhicules peuvent provoquer un mauvais contact rail-roue par altération de la propreté de la surface :

- de roulement de la roue ;
- du champignon des rails ;

diminuant ainsi la qualité des boucles de shuntage magnétique par accroissement de la résistance de contact rail-roue. Le débit des sablières installées sur les véhicules et le graissage des boudins doivent être tels que la qualité des boucles de shuntage magnétique soit suffisante.

D'autres paramètres afférents au véhicule doivent être pris en considération pour garantir un bon contact galvanique entre les roues de roulement et le rail et conséquemment garantir l'efficacité des boucles de shuntage magnétiques :

- La géométrie des roues.
- La masse du véhicule.

Les systèmes d'aide au shuntage (« shunting assisting devices ») telle que par exemple des boucles d'induction montées aux bogies des véhicules peuvent altérer le pouvoir de détection du véhicule et méritent donc une attention particulière.

▪ *Le courant de traction*

Paramètres : A14.

Le courant de retour dans les rails peut interférer indirectement avec les capteurs inductifs par ses effets sur la perméabilité magnétique du rail.

▪ *Les sources d'interférences EM*

Paramètres : G15.

Des champs EM perturbateurs peuvent influencer sur le champ EM généré par les BIV. Cependant, l'expérience :

- n'a jusqu'à présent mis en évidence aucun impact négatif sur les BIV ;
- montre que les champs EM perturbateurs émis par les freins magnétiques peuvent influencer sur la perméabilité magnétique du rail et conséquemment mettre en état de dérangement les installations techniques de PN. En conséquence, l'utilisation des freins magnétiques (position de travail) n'est autorisée qu'en freinage d'urgence (dans ce cas un dérangement éventuel des BIV est acceptable et une démonstration de leur compatibilité n'est pas exigée).

▪ *Types de BIV*

Il y a lieu de distinguer entre deux types de BIV opérationnels sur le RFL à différencier par leur aménagement dans la voie :

- BIV de type « standard » : Les boucles de détection sont montées à l'intérieur de la voie directement sur les patins des rails.
- BIV de type « modifiée » : Les boucles de détection sont montées :
 - à l'intérieur de la voie sur les patins des rails par l'intermédiaire d'un matériau ayant des propriétés non électriques et non magnétiques ou
 - sur les traverses à l'extérieur de la voie

pour diminuer le couplage magnétique de la boucle par rapport aux rails.

20.1.3 Les pédales

Paramètre : G2.

Il s'agit de capteurs de présence mécaniques-hydrauliques montés latéralement sur le rail dans la voie. Le paramètre afférent au véhicule qui doit être pris en considération pour la compatibilité physique avec les pédales est la hauteur du boudin de la roue dont une valeur minimale est essentielle pour garantir l'activation de la pédale.

20.1.4 Contact fixe monté dans la voie - Crocodile

Paramètre : G10.

Il ne faut pas qu'il y ait des parties inférieures du véhicule engageant le gabarit des contacts fixes montés dans la voie, à savoir les crocodiles.

20.1.5 Signal mobile détonant

Paramètre : G12.

Il ne faut pas qu'il y ait des parties inférieures du véhicule qui risquent d'éjecter les signaux mobiles détonants (pétards) constituant le signal mobile d'arrêt et lesquels assurent notamment la couverture de points d'une voie présentant un certain danger.

20.2 La transmission par circuits galvaniques

Paramètres : A6, V2 et D4.

Le paramètre permettant de caractériser le véhicule vis-à-vis des perturbations qu'il émet sur les circuits galvaniques téléphoniques longeant les voies ferroviaires est le courant psophométrique. Il s'agit de la somme quadratique des composantes harmoniques du courant caténaire affectées de coefficients de pondération traduisant leur influence sur l'oreille humaine.

C'est dans la bande de fréquence de 800 à 1200 Hz que les coefficients de pondération pour la détermination du IPSO sont les plus importants parce que la voie humaine possède dans cette bande fréquentielle le plus grand niveau de puissance.

De manière générale, un engin de traction électrique (ou autre véhicule injectant des courants perturbateurs dans les rails) se comporte comme un injecteur de courant. Par couplage inductif, ces courants harmoniques induisent dans les circuits galvaniques des tensions dont résultent des interférences. L'importance de ces interférences dépend notamment de l'intensité du courant inducteur ainsi que de la longueur du parallélisme et de la distance entre l'inducteur et l'induit.

Ces interférences se manifestent sur les circuits téléphoniques par des bruits empêchant toute communication verbale.

La qualité des transmissions peut être attestée par une valeur faible du IPSO mais il faut avant tout que les amplitudes des composantes du courant de ligne situées dans la bande de fréquence allant de 800 à 1200 Hz soient faibles.

Bien que la notion du IPSO fût historiquement introduite pour caractériser les influences EM sur les circuits téléphoniques, son champ d'application s'étend désormais sur tous les circuits galvaniques dont les fréquences de fonctionnement sont proches de celles perçues par l'oreille humaine. En occurrence, l'IPSO donne de façon générale une information relative au contenu harmonique du courant de ligne.

Ainsi, des valeurs élevées du IPSO risquent de perturber non seulement les lignes téléphoniques mais aussi d'autres circuits galvaniques véhiculant des informations tels que par exemple :

- Les circuits des installations de block de section.
- Les circuits des installations de téléconduite des IFTE.
- Les circuits des installations de télécommande, voire de télécontrôle, des postes de sécurité et de signalisation du type « tout-relais », voire PSI, à partir d'une commande centralisée de la circulation des trains.

Dans le cas des lignes alimentées en 25 kV 50 Hz, l'ensemble formé par la caténaire, les PAT, les sous-stations et le raccordement au réseau du fournisseur en énergie électrique se comporte comme une source imparfaite de tension dont l'impédance interne est à la fois résistive, inductive et capacitive. Cette impédance dépend de la fréquence à laquelle on la considère mais aussi de la position du train concerné et de celle des autres engins à traction électrique présents sur le réseau ferroviaire au même instant. Ainsi, la caténaire associée au système d'alimentation a le pouvoir d'amplifier ou d'atténuer le courant et la tension en fonction de la fréquence considérée et suivant la distance séparant l'engin moteur de la source. Des phénomènes de résonance entre le réseau d'alimentation et l'engin de traction peuvent se produire ayant pour conséquence des valeurs plus élevées de certaines composantes du courant de ligne, d'où une augmentation de la valeur totale du IPSO enregistrée à bord des engins moteurs.

Par ce qui précède, l'IPSO mesuré à la sous-station, aux PAT ou bien à d'autres points de la ligne caténaire, peut avoir des valeurs plus élevées que l'IPSO mesuré à bord des engins moteurs et dont la grandeur peut rester sensiblement constante.

20.3 Les installations fixes de traction électrique des lignes alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé

20.3.1 Relais de protection des alimentations

Paramètre : A8.

Lors de la mise sous tension du TFP d'un engin de traction électrique et suite à la saturation de ce TFP et l'augmentation importante subséquente de son courant magnétisant, des courants très importants peuvent apparaître sans que le TFP ne soit en charge (« *Transformer Inrush* »).

L'amplitude du courant magnétisant dépend notamment de l'amplitude de la tension caténaire. En considérant les chutes de tension liées à l'impédance de la ligne caténaire, l'amplitude du courant magnétisant risque d'être la plus importante lorsqu'un engin à traction électrique se trouve à la hauteur d'une sous-station.

Pour que la valeur crête du courant puisse avoir une valeur importante, il faut que la valeur instantanée de la tension caténaire au moment d'enclenchement du TFP soit faible (voire nulle) et que le flux magnétique rémanent du circuit magnétique du TFP possède la même direction que le flux magnétique généré par le courant magnétisant.

Une valeur crête importante du courant résultant de l'enclenchement du TFP d'un engin moteur peut avoir pour conséquence le déclenchement des organes de protection (disjoncteurs) des sous-stations et des PAT.

20.3.2 Harmoniques

Paramètres : A2, A3, A7, A12 et A13.

Les courants harmoniques sont générés par des charges non-linéaires, c.-à-d. absorbant un courant n'ayant pas la même forme que la tension qui les alimente. Les charges de ce type les plus courantes sont celles à base de circuits redresseurs.

L'expérience montre qu'en première approximation seul le redresseur (convertisseur statique d'entrée de la chaîne de traction) influe de manière significative sur la qualité de l'énergie électrique consommée par le véhicule.

Les redresseurs (type à commande par déphasage ou à commutation forcée) montés sur le véhicule engendrent des harmoniques de courant (ou de tension) qui peuvent être représentés de manière simplifiée par des sources de courant (ou de tension). Chaque type de convertisseur engendre un spectre de courant (ou de tension) typique. Le convertisseur associé à des éléments passifs tels que les TFP et les filtres démontre un comportement de source et une impédance interne typique.

Les harmoniques rejetés à la caténaire 25 kV 50 Hz provoquent des effets indésirables. Ces effets peuvent être instantanés ou bien à terme dus aux échauffements.

Les effets instantanés sont par exemple :

- Des perturbations induites sur les lignes de transmission par circuits galvaniques.
- Des vibrations et des bruits acoustiques dans les appareils EM (transformateurs, inductances) suite aux efforts EM qui sont proportionnels aux courants instantanés.
- Une déformation de l'onde de courant, voire de tension, à la caténaire.

Les effets à terme sont par exemple :

- Des échauffements supplémentaires dans les transformateurs (PAT, sous-stations, installations de réchauffage d'aiguilles) dus à l'effet de peau (augmentation de la résistance du cuivre avec la fréquence), ainsi que des pertes par hystérésis et par courants de Foucault (phénomènes se produisant dans le circuit magnétique des transformateurs).

Les harmoniques injectés dans la caténaire par des engins de traction électrique génèrent à travers l'impédance de ligne un harmonique de tension à la même fréquence. La distorsion de la tension caténaire subséquente entraîne une distorsion du réseau haute tension et dont le fournisseur en énergie électrique impose une valeur limite.

L'indicateur de l'influence thermique de l'ensemble des harmoniques est le taux de distorsion harmonique (« *Total Harmonic Distortion* » (THD)). Il s'agit du rapport de la valeur efficace des harmoniques à la valeur efficace du fondamental seul.

Cet indicateur, exprimé usuellement en %, permet aussi de chiffrer la distorsion de l'onde de courant (THDI) en se rapportant toujours au fondamental du courant de ligne. L'évaluation de la distorsion de l'onde de courant par une valeur non relative permet de rendre cet indicateur indépendant de toute grandeur référentielle et donc plus significatif quant au rejet d'harmoniques provoqué par le véhicule.

Une attention particulière doit être portée aux harmoniques de rang 3 et 5 du courant de ligne vue leur amplitude importante en absence de dispositif de filtrage et dont le fournisseur en énergie électrique impose des valeurs limites en guise de protection de son propre réseau de distribution en énergie électrique.

Des phénomènes de résonance entre le réseau d'alimentation ferroviaire et l'engin de traction électrique ont pour conséquence une amplification de certains harmoniques injectés par les

convertisseurs embarqués dans le système d'alimentation et conséquemment une augmentation du THDI mesuré ainsi qu'une déformation plus prononcée de la tension caténaire.

Des engins à traction électrique munis de filtres d'antiparasite raccordés à un enroulement tertiaire du TFP ou bien en amont de l'enroulement primaire du TFP peuvent présenter une impédance d'entrée de nature capacitive aux basses fréquences. Comme l'impédance de la caténaire est de nature inductive en-dessous de sa première fréquence de résonance, des phénomènes de résonance entre l'engin à traction électrique et le système d'alimentation ferroviaire peuvent se produire à basse fréquence.

La distorsion de la tension caténaire peut avoir pour conséquence des surtensions mises en évidence par des valeurs crêtes importantes de la tension caténaire. Pour que ces surtensions ne deviennent pas critiques pour la caténaire, la valeur crête de la tension caténaire ne doit pas dépasser 50 kV.

Finalement, pour rendre compte de la consommation de puissance réactive, l'indicateur utilisé est le facteur de puissance (FP). L'énergie réactive transitant par les caténaires aura pour conséquences des pertes par effet Joule et elle est facturée par le fournisseur en énergie électrique.

20.3.3 Courant maximal du train

Paramètre : A14.

Afin de pouvoir circuler librement sur les lignes du RFL alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé dans des conditions prospectives ou anormales d'exploitationⁱ, le courant maximal absorbé par les engins de traction électrique doit être limité.

Pour garantir le maintien de la tension caténaire dans des limites acceptables, les engins de traction électrique doivent être munis d'un dispositif automatique permettant d'adapter le niveau de la puissance absorbée.

20.3.4 Sections de séparation de phases

Paramètre : A15.

Ce paramètre est lié au bon fonctionnement des sections de séparation de phases du réseau d'alimentation du RFL.

ⁱ Conditions prospectives ou anormales d'exploitation :

- Des charges de trafic plus importantes (par exemple augmentation de la capacité d'une ligne, engins de traction électrique à forte puissance).
- Une situation dégradée des IFTE (par exemple effacement de PAT ou d'une sous-station).

BUCH II (LIVRE II)

Zulassungskriterien für Fahrzeuge auf dem luxemburgischen Eisenbahnnetz

Teilsystem fahrzeugseitige Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung

21 Einleitung

21.1 Zweck des Dokumentes

Das ETCS System besteht aus streckenseitigen und fahrzeugseitigen Teilsystemen. Damit die spezifizierte Funktionalität und die Gesamtsicherheit gewährleistet sind, müssen die Eigenschaften dieser Teilsysteme aufeinander abgestimmt sein.

Diese Voraussetzungen werden grundsätzlich durch die Zertifizierung durch eine *Benannte Stelle* (NoBo) nach den technischen Spezifikationen zur Interoperabilität für das Teilsystem Zugsicherung, Zugsteuerung und Signalgebung (TSI ZZS, [4]) erfüllt.

Weil die Anwendung der TSI ZZS allein die Funktionalität und die Einhaltung der *grundlegenden Anforderungen* derzeit noch nicht gewährleistet, existieren zusätzliche Voraussetzungen, insbesondere mit Bezug zu den in der TSI bezeichneten, *offenen Punkten*. Darüber hinaus können zusätzliche Voraussetzungen auch aus spezifischen, betrieblichen Bestimmungen abgeleitet werden.

Das vorliegende Dokument legt die für das Inverkehrbringen von Fahrzeugen zu berücksichtigenden Voraussetzungen bezüglich der fahrzeugseitigen, technischen ZZS-Ausrüstung fest.

Um die Berücksichtigung der Anforderungen sicherzustellen, werden diese Voraussetzungen als *nationale, technische Vorschriften (NTR)* formuliert, gemäß den Artikeln 13 und 14 der europäischen Richtlinie 2016/797 um anschließend vom Staat Luxemburg an die ERA notifiziert zu werden (NNTR). Die Einhaltung der Anforderungen wird somit im Rahmen der Zulassungsprozedur von einer *Bestimmten Stelle* (DeBo) sichergestellt.

Die im gegenwärtigen Buch angeführten Referenzen sind im Kapitel 0.5 des Rahmendokumentes beschrieben.

21.2 Zielgruppe

Das vorliegende Dokument richtet sich an folgende Akteure und Verwaltungen:

- Hersteller und Systementwickler der Fahrzeuge und fahrzeugseitigen ZZS-Ausrüstung;
- Antragsteller für die Fahrzeugzulassung;
- Bestimmte Stellen (DeBo);
- Administration des Chemins de Fer, die Nationale Sicherheitsbehörde in Luxemburg;
- Europäische Eisenbahnbehörde.

21.3 Begriffe

Die nachfolgend aufgeführten Begriffe definieren deren Verwendung im vorliegenden Dokument.

Die Verwendung der Begriffe in diesem Dokument kann von der Definition in anderen Vorschriften abweichen, da die Verwendung in diesem Dokument den Schwerpunkt auf die Systementwicklung

legt und nicht eine betriebliche Handlungsanweisung darstellt. Die Definition ist hier notwendig, weil sich diese in den Betriebsvorschriften (RGE [20a] und [20c]) unabhängig vom gegenwärtigen Dokument ändern kann.

Begriff	Bedeutung
Notbremsung <i>Emergency Brake</i>	Durch das ETCS Fahrzeuggerät erzwungene Schnellbremsung, zur Abwendung einer unmittelbaren Gefahr. Abbau der Geschwindigkeit mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln auf kürzester Distanz (inklusive Magnetschienenbremse).
Betriebsbremsung <i>Service Brake</i>	„Aufbringen einer regelbaren Bremskraft zur Regulierung der Geschwindigkeit des Zuges, einschließlich Anhaltevorgängen und vorübergehendem Festhalten des Zuges.“ [6]
Gamma-Zug <i>Gamma-train</i>	Die Bezeichnung Gamma-Zug bezieht sich auf das im OBU genutzte Bremsmodell zur Berechnung der Bremseinsatzkurven. Das Bremsmodell eines Gamma-Zuges ist fest einprogrammiert, gegebenenfalls in verschiedenen Varianten, die dem Tf zur Auswahl bei der Dateneingabe vorgeschlagen werden. Dies ist vor allem bei festen Zugkompositionen möglich (z.B. Triebzüge).
Lambda-Zug <i>Lambda-train</i>	Die Bezeichnung Lambda-Zug bezieht sich auf das im OBU genutzte Bremsmodell zur Berechnung der Bremseinsatzkurven. Das Bremsmodell eines Lambda-Zuges wird, mittels der vom Tf eingegebenen Daten zur Zuglänge und Bremsvermögen (Bremsprozent) über ein Konversionsmodell errechnet. Dies ist vor allem bei lokbespannten Zügen mit variabler Zuglast notwendig, da zu viele Freiheitsgrade die Bremskraft des Konvois bestimmen, um ein Gamma-Bremsmodell anzuwenden.

21.4 Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
CR	<i>Change Request</i> , Änderungsantrag
DeBo	<i>Designated Body</i> , Bestimmte Stelle
DMI	<i>Driver Machine Interface</i>
EB	<i>Emergency Brake</i>
EBI	<i>Emergency Brake Intervention (limit)</i>
EoA	<i>End of Authority</i> , Ende der Fahrerlaubnis
ERA	<i>European Railway Agency</i>
ESC	<i>ETCS System Compatibility</i>

ETCS	<i>European Train Control System</i>
JRU	<i>Juridical Recording Unit</i>
L1	<i>Level 1</i>
MA	<i>Movement Authority</i>
NoBo	<i>Notified Body, Benannte Stelle</i>
NNTR	<i>Notified National Technical Rule</i>
NTR	<i>National Technical Rule</i>
NV	<i>National Values, Nationale Werte</i>
OBU	<i>Onboard Unit, Fahrzeuggerät</i>
ODDRS	<i>Onboard Driving Data Recording System (siehe JRU)</i>
RFN	<i>Réseau ferré national</i>
SB	<i>Service Brake</i>
SFP	<i>Signal Fixe Principal</i>
SFVb	<i>Signal Fixe de barrage</i>
SRS	<i>System Requirements Specification, auch SUBSET-026</i>
Tf	<i>Triebfahrzeugführer</i>
TSI	<i>Technische Spezifikation für die Interoperabilität</i>
ZZS	<i>Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung</i>

22 Informationen zur streckenseitigen ETCS-Ausrüstung

22.1 Allgemeines

Das Luxemburgische Eisenbahnnetz ist streckenseitig vollständig mit dem ETCS System ausgerüstet.

- Im Stammnetz (*réseau ferré national*, kurz RFN) werden Zugfahrten durch ETCS Level **1** gesichert. Dabei wird im Regelbetrieb über die Betriebsart *Full Supervision (FS)* eine Kabinensignalgebung bereitgestellt.
- Auf den Zugleitstrecken (*courtes lignes en impasse*) ohne Signaltechnik werden Zugfahrten über ETCS Level **0**, Betriebsart *Unfitted (UN)* abgewickelt.
- Das Industrienetz (*réseau tertiaire*) ist nicht mit ETCS ausgerüstet. Rangierfahrten werden in ETCS Level **1** in der Betriebsart *Shunting (SH)* abgewickelt.
- Durch physikalische Schutzmaßnahmen abgetrennte Rangierbereiche sind nicht mit ETCS ausgerüstet. Rangierfahrten werden in ETCS Level **1** in der Betriebsart *Shunting (SH)* abgewickelt.

Das streckenseitige ETCS System des Luxemburgischen Eisenbahnnetzes ist zertifiziert nach TSI ZZS 2016/919 [4], Spezifikationssatz #1.

Eine genauere Beschreibung der Ausrüstung einzelner Strecken kann einer aktuellen Ausgabe des RGE Appendice I [20b] oder dem Infrastrukturregister entnommen werden.

22.2 Baseline 3 - Kompatibilität

Die Kompatibilität von Rollmaterial mit fahrzeugseitigem ETCS nach den Spezifikationssätzen #2 oder #3 wurde im Rahmen einer europaweiten Studie überprüft.

Die Kompatibilität ist prinzipiell gegeben, wobei jedoch gleichzeitig die NTR-LU20 zu beachten ist.

22.3 National Values

Dieses Kapitel enthält eine Übersicht der in Luxemburg verwendeten Nationalen Werte. Die Nationalen Werte werden in allen Zugbildungsbahnhöfen sowie an den Grenzübergängen mittels des ETCS Paket 3 übertragen. Es gilt zu beachten, dass die Nationalen Werte vom Infrastrukturverwalter geändert werden können. Die gegenwärtige Angabe dient aus diesem Grund lediglich der Information.

22.3.1 Übertragene Telegrammdaten des Paket 3, L1-Bereich

Variable	Erläuterung	Wert
NID_C	Kodierung des Bereichs/der Bereiche (bei N_ITER >1), in dem/denen die <i>National Values</i> gültig sind.	56
V_NVSHUNT	Maximal zulässige Rangiergeschwindigkeit in der Betriebsart <i>Shunting</i> (SH).	30 km/h
V_NVSTFF	Maximal zulässige Geschwindigkeit in der Betriebsart <i>Staff Responsible</i> (SR).	40 km/h
V_NVONSIGHT	Maximal zulässige Geschwindigkeit in der Betriebsart <i>On Sight</i> (OS).	40 km/h
V_NVUNFIT	Maximal zulässige Geschwindigkeit in der Betriebsart <i>Unfitted</i> (UN).	50 km/h
V_NVREL	Nationaler Wert für <i>Release Speed</i> .	15 km/h
D_NVROLL	Maximal zulässige Distanz für Wegrollüberwachung.	10 m
Q_NVSRBKTRG	Erlaubnis zur Verwendung der Betriebsbremse bei der Bremsüberwachung auf ein Ziel.	Nein
Q_NVEMRRLS	Stillstand als notwendige Bedingung zum Lösen der Notbremse oder Lösemöglichkeit sobald die Bedingungen, die zum Zwangsbremseinsatz geführt haben, nicht mehr gegeben sind.	Lösen nur bei Stillstand

V_NVALLOWOVTRP	Maximal zulässige Geschwindigkeit, bei der die Überbrückung der Fahrsperrfunktion beim Passieren eines Halt zeigenden Signals auf Befehl eingeleitet werden darf.	40 km/h
V_NVSUPOVTRP	Maximale Geschwindigkeit beim Passieren eines Halt zeigenden Signals auf Befehl (OVERRIDE).	40 km/h
D_NVOVTRP	Maximale Distanz zur Überbrückung der Fahrsperrfunktion.	200 m
T_NVOVTRP	Maximale Zeitdauer zur Überbrückung der Fahrsperrfunktion.	150 s
D_NVPOTRP	Maximale Distanz zum Zurücksetzen in der Betriebsart <i>Post Trip</i> (PT).	200 m
M_NVCONTACT	Reaktion auf Ablauf der Kontaktausfallüberwachungszeit T_NVCONTACT.	keine Reaktion
T_NVCONTACT	Kontaktausfallüberwachungszeit zur Überwachung der Funkverbindung.	unbegrenzt
M_NVDERUN	Erlaubnis zur Eingabe der Fahrererkennung während der Fahrt.	Nein
D_NVSTFF	Maximale Fahrdistanz in der Betriebsart <i>Staff Responsible</i> (SR).	unbegrenzt
Q_NVDRIVER_ADHES	Erlaubnis zur Änderung des Reibungswerts durch den Tf.	Nein

22.3.2 Übertragene Telegrammdaten des Paket 203

An verschiedenen Grenzübergängen wird in Einfahrtrichtung auf das Luxemburgische Streckennetz zusätzlich zum Paket 3 (nach Spezifikationssatz #1) ein Paket 203 (nach Spezifikationssatz #2) übertragen.

Im Rahmen des Netzausbaus wird das Paket 203 nach und nach auf den Grenzübergängen zur Verfügung gestellt werden. Es ist für den Antragsteller einer Fahrzeugzulassung möglich, die entsprechenden Daten zum Konversionsmodell auch fest in das Fahrzeuggerät einzuprogrammieren und deren Wirksamkeit an das „NID_C = 56“ zu koppeln.

Variable	Erläuterung	Wert
V_NVLIMSUPERV	Maximal zulässige Geschwindigkeit in der Betriebsart <i>Limited Supervision</i> (LS).	40 km/h

Q_NVSBTSMPerm	Erlaubnis zur Verwendung der Betriebsbremse bei der Bremsüberwachung auf ein Ziel (identisch mit Q_NVSRBKTRG in <i>Baseline 2</i>).	Nein
Q_NVLOCACC	Standardwert für die Balisenverlegenauigkeit.	10 m
Q_NVGUIPerm	Erlaubnis zum Verwenden der Leitkurve (<i>engl. guidance curve, GUI</i>).	Nein
Q_NVSBFBPerm	Erlaubnis die Rückmeldung der Zwangsbetriebsbremse (<i>engl. service brake feedback</i>) zu verwenden.	Nein
Q_NVINHSMICPerm	Erlaubnis das Kompensieren der Geschwindigkeitsmessungenauigkeit zu unterdrücken.	Nein
A_NVMAXREDADH1	Maximale Bremsverzögerung bei reduzierter Adhäsion für Personenzüge in Bremsposition P mit adhäsionsunabhängigen Bremsen.	Keine maximale Bremsverzög., keine zusätzlichen Anzeigen
A_NVMAXREDADH2	Maximale Bremsverzögerung bei reduzierter Adhäsion für Personenzüge in Bremsposition P ohne adhäsionsunabhängige Bremsen.	Keine maximale Bremsverzög., keine zusätzlichen Anzeigen
A_NVMAXREDADH3	Maximale Bremsverzögerung bei reduzierter Adhäsion für Güterzüge in Bremsposition P oder G.	Keine maximale Bremsverzög., keine zusätzlichen Anzeigen
M_NVAVADH	Gewichtungsfaktor der Rad-Schiene Adhäsion für Gamma-Züge.	0
M_NVEBCL	Vertrauenslevel der Zwangsbremsverzögerung für Gamma-Züge.	99,9999999 % ($1-10^{-9}$)
Q_NVKINT	Kennung für integrierte Korrekturfaktoren für Lambda-Züge.	Integrierte Korrektur-Faktoren folgen
A_NVP12	Untere Grenze zur Auswahl des Satzes von K_v -Werten für Personenzüge.	3,10 m/s ²
A_NVP23	Obere Grenze zur Auswahl des Satzes von K_v -Werten für Personenzüge.	3,15 m/s ²

22.4 Kennwerte des Teilsystems Energie

22.4.1 Spezifikationssatz #1

Aktuell werden folgende Speisesystem für die Oberleitung über das streckenseitige ETCS mittels Paket 39 über die Variable M_TRACTION übermittelt:

M_TRACTION	Bedeutung
0	Nicht elektrifiziert
21	25kV AC, 50Hz (Luxembourg)
2	25kV AC, 50Hz, conventional lines (Frankreich), nur Fahrten nach Frankreich
11	15kV AC, 16,7Hz, max. train current 600A, nur Fahrten nach Deutschland

Es werden derzeit keine M_TRACTION-Werte für belgische Speisesysteme auf dem Luxemburgischen Eisenbahnnetz oder auf den jeweiligen Grenzstrecken übertragen.

22.4.2 Spezifikationssätze #2 und #3

An verschiedenen Grenzübergängen kann in Einfahrtrichtung auf das Luxemburgische Streckennetz zusätzlich zum Paket 39 (nach Spezifikationssatz #1) ein Paket 239 (nach Spezifikationssatz #2) übertragen werden.

Im Rahmen des Netzausbaus wird das Paket 239 nach und nach auf den Grenzübergängen zur Verfügung gestellt werden.

Der Wert für die Variable NID_CTRACTION auf dem luxeburgischen Eisenbahnnetz lautet wie unten. Der diesem Wert zugehörige Parametersatz ist im entsprechenden ERA Dokument [27] veröffentlicht.

NID_CTRACTION	Bedeutung
47	Luxembourg, 25 kV AC 50 Hz

22.5 Bremsen

Die Anwendung der Betriebsbremse durch das ETCS-Fahrzeuggerät wird bei Zielüberwachung durch den Nationalen Wert Q_NVSRBKTRG bzw. Q_NVSBTSMPerm unterbunden. Somit besteht für das ETCS des Luxemburgischen Eisenbahnnetzes nur die Notbremsung als erste Eingriffsmöglichkeit (*First line of intervention*) zur Deckung einer Gefahrenstelle.

Das streckenseitige ETCS überträgt bei der Erteilung der Fahrterlaubnis den Abstand zwischen dem Ende der Erlaubnis (EoA) und dem zu schützenden Gefahrenpunkt (D_DP). Die Länge des Durchrutschweges (D_OVERLAP) wird von der Streckenausrüstung nicht übertragen. Der zur Verfügung stehende Durchrutschweg wird folglich bei der Berechnung der Bremsenabsatzkurve nicht berücksichtigt.

22.5.1 Distanzen der Infill-Punkte zum Ende der Fahrterlaubnis

Das ETCS System des Luxemburgischen Eisenbahnnetzes basiert auf der bestehenden Streckensignalgebung nach dem Haupt-/Vorsignalprinzip. Die Distanzen der Infill-Informationspunkte zum jeweils zugehörigen Hauptsignal ergeben sich im Allgemeinen wie folgt, abhängig von der erlaubten Streckengeschwindigkeit:

- 3. Infill: Dem Hauptsignal 300 m vorgelagert;

- 2. Infill: Am Fuße des Vorsignals:
 - Dem Hauptsignal 400 m vorgelagert, bei Streckengeschwindigkeit bis 60 km/h,
 - Dem Hauptsignal 700 m vorgelagert, bei Streckengeschwindigkeit bis 90 km/h,
 - Dem Hauptsignal 1000 m vorgelagert, bei Streckengeschwindigkeit bis 120 km/h,
 - Dem Hauptsignal 1200 m vorgelagert, bei Streckengeschwindigkeit bis 150 km/h,
 - Dem Hauptsignal 1500 m vorgelagert, bei Streckengeschwindigkeit bis 160 km/h;
- 1. Infill: Dem Vorsignal 300 m vorgelagert;

wobei die Geschwindigkeitsobergrenze dem jeweiligen Intervall inbegriffen ist.

Der 1. Infill-Informationspunkt kennzeichnet also die frühestmögliche Aufwertung der Fahrterlaubnis. Vor diesem Punkt erscheinende Bremsankündigungen sind zu vermeiden, da diese sich unnötig betriebshemmend auswirken.

22.5.2 Bremsen für Lambda-Züge mit anwendungsspezifischem Konversionsmodell

Der Antragsteller muss gewährleisten, dass die auf dem Zug installierte EBI-Kurve an die „Pédélucq“ (bei P- und R-Bremsstellungen) bzw. „Unifiée“ (bei G-Bremsstellung) Bremsdistanzen angelehnt ist. Die Bremsdistanzberechnung nach „Pédélucq“ und „Unifiée“ ist im UIC-Kodex 544-1 [26] beschrieben und beinhaltet bereits die erforderlichen Bremsentwicklungszeiten.

Das Bremsmodell muss diese Distanzen, inklusive einer Indikationszeit und Reaktionszeit von zusammengefasst 12 Sekunden berücksichtigen, um eine voreilige Bremsankündigung an den Triebfahrzeugführer zu vermeiden:

$$T_{ind_MAX} = 12 \text{ s}$$

Der Wert für T_{ind_max} ergibt sich aus einer gedachten Sichtdistanz von 300 m bei einer Fahrtgeschwindigkeit von 90 km/h und erlaubt somit eine ergonomische Fahrweise, welche an die bestehende streckenseitige Signalgebung, sowie die Platzierung der Infill-Punkte angelehnt ist.

Alternativ ist es möglich, die Bremsankündigung wegbezogen anzuzeigen. In diesem Falle ist die gedachte Sichtdistanz von 300 m die längstmögliche Ankündigungsstrecke:

$$D_{ind_MAX} = 300 \text{ m}$$

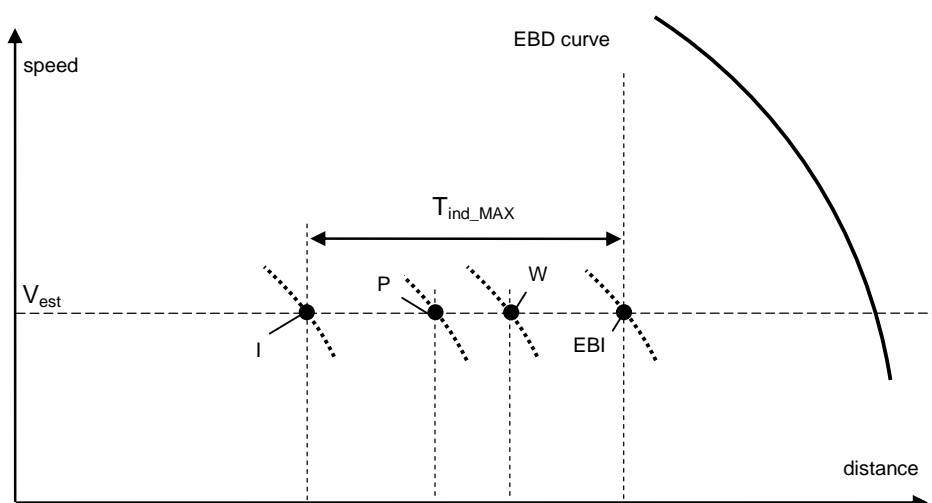


Abbildung 1 – Darstellung der Ankündigungszeit T_{ind_MAX}

22.5.3 Bremsen für Lambda-Züge mit Baseline 3 Konversionsmodell

Für Lambda-gebremste Züge mit Baseline 3-Bremsmodell sind auf dem Luxemburgischen Eisenbahnnetz die folgenden K-Werte anzuwenden:

22.5.3.1 K_v - Wert

Für P oder R-gebremste Passagierzüge (Kategorie V120, V140 und Leerfahrten Hpv gemäß RGE [20a]) sind die folgenden K_{vv} - Werte in Abhängigkeit der Geschwindigkeit anzuwenden:

	0 km/h ≤	≤ 70 km/h <	≤ 100 km/h <	≤ 120 km/h <	≤ 140 km/h <	≤ 160 km/h +
$K_{vv} =$	1,00	1,00	0,70	0,62	1,00	

Für P- oder G-gebremste Güterzüge (Kategorie MA80, MA90, ME100, ME120 und assimilierte Züge gemäß RGE [20a]) sind die folgenden K_{vm} - Werte in Abhängigkeit der Geschwindigkeit anzuwenden:

	0 km/h ≤	≤ 40 km/h <	≤ 60 km/h <	≤ 80 km/h <	≤ 100 km/h <	≤ 120 km/h +
$K_{vm} =$	0,64	1,00	0,74	0,64	1,00	

22.5.3.2 K_r - Wert:

Für alle Zugkategorien sind die folgenden K_r - Werte in Abhängigkeit der Zuglänge anzuwenden:

	0 m ≤	≤ 50 m <	≤ 200 m <	≤ 300 m <	≤ 500 m <	≤ 850 m
$K_r =$	0,85	0,90	0,95	1,00	1,00	

22.5.3.3 K_t - Werte

Der folgende K_t - Wert ist für alle Züge anzuwenden:

$K_t =$	1,10	für alle Züge
---------	------	---------------

Lambda-Züge mit Baseline-3 Konversionsmodell haben spezifikationsbedingt [25] eine Ankündigungszeit von $T_{ind_MAX} = 13$ s.

22.5.4 Bremsen für Gamma-Züge

Züge mit fester Komposition, oder mit beschränkter Anzahl an Kompositionsvarianten, können das Gamma-Bremsmodell benutzen und somit auf die Anwendung des Konversionsmodells verzichten.

Die zu berücksichtigende Schwelle des Konfidenzintervalles der entwickelten Bremsverzögerung für Gamma-gebremste Züge wird über den Nationalen Wert M_NVEBCL übertragen, kann aber ebenfalls fest in die Projektierung des Fahrzeuggerätes eingebracht werden. Der angegebene Wert muss im Rahmen der NTR-LU06 bestätigt werden.

23 Technische Anforderungen

23.1 Geltungsbereich

Die weiter unten aufgeführten technischen Anforderungen sind Bedingung für eine Fahrzeugzulassung in Luxembourg, unter der Form nationaler Regeln im Rahmen der europäischen Fahrzeugzulassungsprozedur nach Artikel 21 der Interoperabilitätsrichtlinie 2016/797 [3]. Nur mit ETCS ausgerüstete Fahrzeuge können auf dem Luxemburgischen Streckennetz zugelassen werden.

Es gibt einen einzigen Konfigurationsbereich für das System „ETCS L1 CFL“. Dieser Konfigurationsbereich wird im Folgenden als „ESC-LU-01-RFN“ bezeichnet und erstreckt sich über das gesamte Stammnetz.

Im Industrienetz (*réseau tertiaire*) und in abgesicherten Rangierbereichen kann, nach Absprache mit dem Infrastrukturverwalter, auf eine ETCS-Ausrüstung von Fahrzeugen verzichtet werden. Der Antragsteller muss in einem solchen Fall darlegen, mit welchen Maßnahmen die Einhaltung des beschränkten Aktionsradius der betroffenen Fahrzeuge sichergestellt werden soll. Die so festgelegten Maßnahmen sind anschließend dem Fahrzeugbetreiber als sicherheitsbezogene Anwendungsbedingung zu exportieren.

23.2 Anforderungen an eingebaute Class B-Systeme

Name der Voraussetzung	Einwirkung von Class B – Systemen.
Beschreibung	Es muss auf dem Fahrzeug sichergestellt sein, dass keine länderspezifischen Zugsicherungssysteme nach dem Übergang in ETCS Level 1 mehr auf das Fahrzeugverhalten einwirken können.
Zweck der Voraussetzung	ETCS ist das einzige, zugelassene Zugsicherungssystem in Luxembourg. Entspricht sinngemäß der Anforderung aus der TSI ZZS [4], Abschnitt 6.3.3, Tabelle 6.2 N°4: „Integration mit Klasse B“.

23.3 Nationale, technische Vorschriften an die fahrzeugseitige ETCS-Ausrüstung

23.3.1 Anrechenbare Bremsleistung

Requirement name	Braking curve parameters must fulfill national specifications				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU04
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
	X				X
Application	ESC-LU-01-RFN – Trains with lambda-braking model				
National requirement	<p>The braking model for emergency brakes in baseline 2 onboard units without conversion model shall follow the braking distances obtained using the Pédélucq/Unifiée formulas, considering the permitted braking percentages for the different train categories defined in RGE [20a].</p> <p>Alternatively, the baseline 3 conversion model may be applied also to baseline 2 onboard units.</p> <p>Baseline 3 onboard units shall apply the conversion model using the engineering parameters published in 22.5.3.</p>				
Reason	This requirement is needed to fulfil the safety goals of the level 1 lines.				
Relevant ERTMS specification set	#1	#2		#3	
	Applicable	Conversion model		Conversion model	
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. No conditions for withdrawal.				
Version / Date	v1.3 / 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.3	Conversion model for baseline 3 integrated.			
	v1.2	26.02.2015			
	V1.1	Creating new document			

23.3.2 Sicherstellung der Bremsmittel beim Auslösen der Notbremse

Requirement name	Securing of brake means for emergency brake				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU06
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
	X				
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	It must be ensured that the effectively applied brake means for emergency brake generate at least the same amount of brake power as were considered to calculate the ETCS braking curves.				
Reason	If the braking distance for the emergency brake is longer than expected there is an immediate danger.				
Relevant ERTMS specification set	#1	#2		#3	
	Applicable	Applicable		Applicable	
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. No conditions for withdrawal.				
Version / Date	v1.2 / 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.2	Reference to regenerative braking (Commission regulation 1302/2014) removed.			
	v1.1	Creating new document (24.10.2012)			

23.3.3 Länge der angezeigten Textmeldungen

Requirement name	Length of displayed text messages				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU17
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
	X				X
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	The DMI shall be able to <u>entirely</u> display text messages with a length of up to 40 characters. This implies that the whole text string is visible at the same time, without scrolling, to the driver.				
Reason	The length of the text string in a text message, defined by the variable L_TEXT, can be up to 255 characters. Safety relevant text messages in Luxembourg are limited to 40 characters.				
Relevant ERTMS specification set	#1	#2		#3	
	Applicable	Applicable		Applicable	
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. Condition for withdrawal: Upgrade of infrastructure subsystems to abandon safety relevant text messages.				
Version / Date	V1.2 / 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.2	Reformulated. Requirement for displayed length reduced to 40 characters.			
	V1.1	Creating new document			

23.3.4 Seitlicher Versatz von Balisen

Requirement name	Lateral displacement of balises beyond STI tolerance limit				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU18
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
		X			X
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	The onboard system of the vehicle must be able to read balises which are displaced laterally by up to 128 mm from the nominal position.				
Reason	In specific situations, balise placement according to SUBSET 036 [21] §5.6 was not possible for low curve radius.				
Relevant ERTMS specification set	#1		#2		#3
	Applicable		Applicable		Applicable
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. Condition for withdrawal: All balises on the network placed according to SUBSET 036 [21].				
Version / Date	v1.2 / 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.2	Reformulated. Removal of longitudinally placed balises, as this case is foreseen by the STI.			
	v1.1	Creating new document			

23.3.5 Sicures Rücksetzen des Odometrie-Konfidenzintervalls

Requirement name	Safe reset of odometry confidence interval				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU20
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
	X				
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	The odometer confidence interval shall be reset only using safe distance information. The linking distances transmitted by the infrastructure are considered safe.				
Reason	A baseline 2 certified infrastructure cannot mitigate risks that are introduced through less restrictive requirements in a subsequent baseline (: CR782). The change introduced by CR782 is not in accordance with the “safety” essential requirement (Directive 2016/797 [3] article 14-4a).				
Relevant ERTMS specification set	#1	#2		#3	
	Applicable	Applicable		Applicable	
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. Condition for withdrawal: Revision of STI CCS [4] according to a safe solution for the reset of odometer confidence intervals.				
Version / Date	v1.0 – 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.0	New requirement, identified by Baseline 3 conformity check			

23.3.6 Anzeige der Trennung des Speichermediums vom JRU

Requirement name	Indication of JRU recording media removal				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU21
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
	X				
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	The recommendation from EN62625-1(:2013) [28], §4.2.5.1 is made mandatory. “The operational status and the indication of the presence of the “Onboard Driving Data Recording System” storage media shall be visible in the driving cabin.”				
Reason	Operational rules demand a specific reaction by the driver in the case of absence of storage media or disturbed ODDRS [20a].				
Relevant ERTMS specification set	#1	#2		#3	
	Applicable	Applicable		Applicable	
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. No condition for withdrawal.				
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.1	Existing requirement formulated as NTR			
	v1.0	Non-NTR requirement (éd.01, 16.12.2013)			

23.3.7 Maximale Indikationszeit

Requirement name	Maximum indication time				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU22
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
		X			
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	In target speed monitoring, the braking indication to the train driver shall occur at earliest 12 seconds or 300 metres before the emergency break intervention (EBI).				
	The maximum indication time for baseline 3 vehicles is fixed by the STI CCS.				
Reason	Avoid infrastructure performance loss due to premature braking indication to the train driver.				
Relevant ERTMS specification set	#1		#2		#3
	Applicable		STI CCS certificate		STI CCS certificate
Checking	Part of the implementation check and validation by the designated body.				
Timing	Non time limited requirement. Withdrawal possible after the upgrade of all onboard units for rolling stock in service in Luxembourg to specification set #2 or #3.				
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.1	Existing requirement formulated as NTR			
	v1.0	Non-NTR requirement (éd.01, 16.12.2013)			

23.3.8 Orientierung des Triebfahrzeuges

Requirement name	Unambiguous train orientation				
Country	Luxembourg		Identification		NTR-LU23
Related essential requirements	Safety	Reliability and availability	Health	Environmental protection	Technical compatibility
	X				
Application	ESC-LU-01-RFN				
National requirement	<p>The train orientation must be unambiguous for the driver.</p> <p>SUBSET 026 v.3.4.0 [29], §3.6.1.5 applies.</p> <p>SUBSET 034 v.3.1.0 [30], §2.1.4.4-6 apply.</p> <p>This requirement is valid for onboard systems according to specification set #1. It was introduced into specification sets #2 and #3 and thus therefore not consist in an NTR for Baseline 3.</p>				
Reason	Avoid the risk for the driver misinterpreting the train orientation.				
Relevant ERTMS specification set	#1	#2		#3	
	Applicable	STI CCS certificate		STI CCS certificate	
Checking	Part of the implementation check and approved by the application specific safety case for the vehicle type.				
Timing	Non time limited requirement. Withdrawal possible after the upgrade of all onboard units for rolling stock in service in Luxembourg to specification set #2 or #3.				
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020				
Changelog	Version	Change			
	v1.1	Existing requirement formulated as NTR			
	v1.0	Non-NTR requirement (éd.01, 16.12.2013)			

23.4 ETCS System Compatibility (ESC)

23.4.1 Validierungsfahrten

Die im gegenwärtigen Kapitel beschriebenen Validierungsfahrten sind als Minimalanforderung verpflichtend auszuführen.

Zweck der verpflichtenden Validierungsfahrten (ESC) ist die Sicherstellung der korrekten Funktion des Fahrzeuggerätes, insbesondere in Bezug auf Besonderheiten des Luxemburgischen Eisenbahnnetzes:

- Funktionale Validierung der nationalen Regeln;
- Korrekte Ausführung der Übergänge an den Grenzstrecken;
- Korrekte Funktionalität bei Projektierungsbesonderheiten;
- Korrekte Funktionalität bei aus dem Erfahrungsrücklauf bekannten Sonderfällen.

Die verpflichtenden Validierungsfahrten werden von der Bestimmten Stelle in einen Testfallkatalog aufgenommen, in Zusammenarbeit mit dem Antragsteller ausgeführt und die Ergebnisse als Bestandteil des Zulassungsantrags dokumentiert. Die Bestimmte Stelle kann entscheiden, auf Grundlage der verfügbaren Dokumentation, zusätzliche, notwendige Validierungsfahrten durchzuführen.

Die Validierungsfahrten werden auch bei Fahrzeugen verlangt, welche bereits über eine Zulassung in einem anderen Mitgliedsstaat verfügen.

23.4.2 Anwendungsbereich der Validierungsfahrten

Das Luxemburgische Eisenbahnnetz besteht aus einem einzigen Anwendungsbereich für die Validierungsfahrten im Zusammenhang mit der ETCS System Compatibility:

Anwendungsbereich: „ESC-LU-01-RFN“ – ETCS L1 Stammnetz Luxemburg.

Der Anwendungsbereich der Validierungsfahrten entspricht dem Anwendungsbereich der NTR.

23.4.3 Bedingungen zur Zulassung der Validierungsfahrten

Die Validierungsfahrten auf dem Luxemburgischen Eisenbahnnetz finden unter der Voraussetzung statt, dass der Nachweis:

- der Konformität des (der) betroffene(n) Fahrzeugs (Fahrzeuge) mit allen für diesen Fahrzeugtyp relevanten Zulassungskriterien des ersten Buches (**livre I**) durch eine entsprechende Bewertungsstelle (siehe Artikel 29 und 30 des *Règlement grand-ducal du 1^{er} juin 2010 relatif à l'interopérabilité ferroviaire* [1]);
 - der Einhaltung der in **Kapitel 27** gestellten Anforderungen (siehe drittes Buch (**livre III**));
- erbracht wurde.

23.4.4 Vorgeschriebene Testfälle

23.4.4.1 Grenzübergang von und nach Mont-Saint-Martin

ESC name	Border transition from and to Mont-Saint-Martin		
Country	Luxembourg / France	Identification	ESC-LU01
Application	ESC-LU-01-RFN – only for LU+FR application		
Description	a) Train run from Rodange to Mont-Saint-Martin. b) Train run from Mont-Saint-Martin to Rodange.		
Expected result	Transition executed without failure nor operational disturbance. No discontinuities in the braking curves.		
Reason	Return of experience: Some onboard units fail in a situation containing different NID_C overlapping for both directions.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.1	Formal ESC scenario.	
	v1.0	Concise description of validation scenarios (éd.01, 16.12.2013)	

23.4.4.2 Grenzübergang mit Einfahrt von Class B-System (TBL1+) nach ETCS L1

ESC name	Border transition from Class B (TBL1+) system into ETCS		
Country	Luxembourg / Belgium	Identification	ESC-LU02
Application	ESC-LU-01-RFN – only for LU+BE application		
Description	Train run from Athus to Rodange.		
Expected result	Execution of level transition from TBL1+ into ETCS Level 1 at main signal SFP A620. Transition executed without failure nor operational disturbance.		
Reason	Verify correct integration of class B system and ETCS OBU.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.1	Formal ESC scenario.	
	v1.0	Concise description of validation scenarios (éd.01, 16.12.2013)	

23.4.4.3 Grenzübergang mit Einfahrt von Class B-System (PZB) nach ETCS L1

ESC name	Border transition from Class B (PZB) System into ETCS		
Country	Luxembourg / Germany	Identification	ESC-LU03
Application	ESC-LU-01-RFN – only for LU+DE application		
Description	Train run from Igel to Wasserbillig (nominal or reverse track).		
Expected result	Execution of level transition from PZB into ETCS Level 1 at main signal SFP J390 (or SFP J380). Transition executed without failure nor operational disturbance.		
Reason	Verify correct integration of class B system and ETCS OBU.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.1	Formal ESC scenario.	
	v1.0	Concise description of validation scenarios (éd.01, 16.12.2013)	

23.4.4.4 Kurze und lange Einfahrten im Bahnhof Luxembourg

ESC name	Short and long entry routes in Luxembourg main station		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU04
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	a) Train runs from Luxembourg-Triage into Luxembourg passenger station: a. Short entry route. b. Long entry route. b) Train runs from Luxembourg passenger station into Luxembourg-Triage: a. Short exit route (return run after short entry). b. Long exit route (return run after long entry).		
Expected result	ETCS cabin signalling (MA, EoA) conforms to lineside signalling (SFVb, SFP [20a]). Train runs executed without failure nor operational disturbance.		
Reason	Return of experience: Some onboard units fail in a situation containing complex repositioning schemes.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.1	Formal ESC scenario.	
	v1.0	Concise description of validation scenario (éd.01, 16.12.2013)	

23.4.4.5 *Aufeinanderfolgendes Repositioning*

ESC name	Successive repositioning		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU05
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	Train run in Luxembourg main station on a route with successive repositioning orders.		
Expected result	Train runs executed without failure nor operational disturbance.		
Reason	Return of experience: Some onboard units fail in a situation containing complex repositioning schemes. Functional validation of odometry precision according to SUBSET-041 [31], §5.3.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.0 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.0	First publication of ESC	

23.4.4.6 Sicherheitsreaktion ausgelöst durch unverkettete Balisengruppen

ESC name	Safety reaction triggered by unlinked balise groups		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU06
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	Train run in Luxembourg main station on a route passing an SFVb [20a] at danger with related signal balise group marked as unlinked.		
Expected result	Safety reaction while passing the signal, emergency break.		
Reason	Guarantee that an emergency break commanded by unlinked balise groups is executed by the onboard unit.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.1	Formal ESC scenario.	
	v1.0	Concise description of validation scenario (éd.01, 16.12.2013)	

23.4.4.7 Ergonomie des Bremsmodells

ESC name	Ergonomy of the braking model		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU07
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	<p>Train run across the track loop from</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Luxembourg (line 6) b) Bettembourg (line 6) c) Esch/Alzette (line 6a) d) Pétange (line 6f) e) Luxembourg (line 7) <p>with all main signals (SFP) cleared to the least restrictive aspect.</p>		
Expected result	<p>Except for infrastructure speed changes or signalling related speed restrictions, no braking indication shall be announced to the driver (i.e. no sawtooth driving). All occurred premature braking indications are to be documented.</p>		
Reason	<p>Functional validation of NTR-LU22.</p> <p>Information of the applicant and the infrastructure manager of the expected performance impact.</p>		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.0 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.0	First publication of ESC	

23.4.4.8 Funktionale Validierung von NTR-LU06

ESC name	Functional validation of NTR-LU06		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU08
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	<p>Train runs at maximum (line or vehicle) speed, approaching a main signal at danger.</p> <p>a) Line 1 (Speed 100 km/h with low decline).</p> <p>b) Line 7 (Speed 140 km/h with high decline).</p> <p>The train runs are to be repeated for defined, characteristic configurations of the vehicle braking system with the accordingly set ETCS data entry. The configurations are to be defined by the Designated Body, based on the technical documentation of the vehicle and onboard unit.</p>		
Expected result	<p>Triggering of the emergency brake intervention.</p> <p>Full stop of the train front in rear of the signal at danger.</p> <p>If the train front is stopped after passing the signal at danger, the train position relative to the danger point shall be documented.</p> <p>The realized braking distances with the corresponding vehicle brake settings are to be documented and communicated to the infrastructure manager.</p>		
Reason	<p>Functional validation of NTR-LU06.</p> <p>Return of experience on braking curve efficiency.</p>		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.0 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.0	First publication of ESC	

23.4.4.9 Funktionale Validierung von NTR-LU18

ESC name	Functional validation of NTR-LU18		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU09
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	Train run from Ettelbruck towards Diekirch and return run.		
Expected result	Train runs executed without failure nor operational disturbance.		
Reason	Functional validation of NTR-LU18.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.1 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.1	Formal ESC scenario.	
	v1.0	Concise description of validation scenario (éd.01, 16.12.2013)	

23.4.4.10 Funktionale Validierung von NTR-LU21

ESC name	Functional validation of NTR-LU21		
Country	Luxembourg	Identification	ESC-LU10
Application	ESC-LU-01-RFN		
Description	Validation at standstill. a) Before Start of Mission procedure: a. Remove JRU storage media. b. Disable JRU. b) After Start of Mission procedure: a. Remove JRU storage media. b. Disable JRU.		
Expected result	For all four scenarios, an indication shall be displayed to the driver, that the JRU is not functional.		
Reason	Functional validation of NTR-LU21.		
Relevant ERTMS specification set	#1	#2	#3
	Applicable	Applicable	Applicable
Version / Date	v1.0 – 24.07.2020		
Changelog	Version	Change	
	v1.0	First publication of ESC	

LIVRE III

Compatibilité des itinéraires

24 Abréviations

Abréviation	Description
A	Ampère
CdV	Circuit de voie
F_m	Force moyenne
F_{max}	Force maximale
F_{min}	Force minimale
GI	Gestionnaire de l'infrastructure
h	Heure
Hz	Hertz
km	10^3 m
kV	10^3 V
m	Mètre
mm	10^{-3} m
N	Newton
RFL	Réseau ferré luxembourgeois
RINF	Registre des infrastructures
v	Vitesse
V	Volt

25 Généralités

25.1 Objet

Pour tout véhicule ferroviaire, dont la circulation sur les lignes du RFL (non électrifiées ou alimentées en 25 kV 50 Hz monophasé) est souhaitée, une vérification de la compatibilité entre les véhicules et les itinéraires sur lesquels ils sont destinés à être exploités doit être réalisée (se référer au point b) de l'article 23 de la Directive 2016/797/UE [3]).

Dans ce contexte, le présent livre indique les paramètres complémentaires à vérifier pour garantir la compatibilité des itinéraires.

A noter que ce livre est complémentaire à la version actuelle du RINF établi par le GI luxembourgeois. (Remarque : Le GI luxembourgeois est en train d'établir une nouvelle version du RINF où les paramètres du présent livre seront intégrés. Dès publication de la nouvelle version du RINF, le **livre III** sera abrogé.)

25.2 Domaine d'application

25.2.1 Installations fixes du réseau ferré luxembourgeois

Le présent livre est applicable aux installations fixes suivantes du RFL :

- Les installations techniques de signalisation : CdV.
- Les installations fixes de traction électrique.

25.2.2 Véhicules

Le présent livre est applicable aux véhicules suivants :

- Les véhicules équipés de sablières.
- Les véhicules à traction électrique, y compris hybride, pourvus d'une chaîne de traction 25 kV 50 Hz.

25.2.3 Lignes du réseau ferré luxembourgeois

Se référer à la ligne « Lignes du RFL » des différents paramètres du présent livre ainsi qu'aux **chapitres 0.6 et 2**.

25.3 Document de référence

Le présent livre fait référence au document ERA/GUI/RINF/MA dont la version est définie au **chapitre 0.5** sous le numéro [35].

25.4 Structure des paramètres à vérifier

Concernant les paramètres à vérifier, la structure est la suivante :

Paramètre RINF_x (**x** est un numéro continu) – **Titre** (suivant ERA/GUI/RINF/MA [35]).

<i>RINF</i>	Se référer au document ERA/GUI/RINF/MA [35].
<i>Info</i>	Informations à titre indicatif concernant le paramètre.
<i>Lignes du RFL</i>	Lignes du RFL concernées par le paramètre.

26 Paramètres à vérifier

26.1 Paramètre RINF1 – Energy supply system (voltage and frequency)

<i>RINF</i>	<i>Number</i>	1.1.1.2.2.1.2.
	<i>Title</i>	Energy supply system (voltage and frequency)
	<i>Definition</i>	Indication of the traction supply system (nominal voltage and frequency)
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	AC 25kV-50Hz.
<i>Lignes du RFL</i>	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.2 Paramètre RINF2 – Maximum train current

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.2.2.
	<i>Title</i>	Maximum train current.
	<i>Definition</i>	Indication of the maximum allowable train current expressed in amperes.
	<i>Explanation on Definition</i>	Maximum current taken by the complete train (composition of one or more units). The value shall be given in amperes.
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	[0500] – 500 A.
Lignes du RFL	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.3 Paramètre RINF3 – Permission for regenerative braking

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.2.4.
	<i>Title</i>	Permission for regenerative braking.
	<i>Definition</i>	Indication whether regenerative braking is permitted or not.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	Yes.
Lignes du RFL	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.4 Paramètre RINF4 – Maximum contact wire height

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.2.5.
	<i>Title</i>	Maximum contact wire height.
	<i>Definition</i>	Indication of the maximum contact wire height expressed in metres.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	[6.20] – 6.20 m.
Lignes du RFL	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.5 Paramètre RINF5 – Minimum contact wire height

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.2.6.
	<i>Title</i>	Minimum contact wire height.
	<i>Definition</i>	Indication of the minimum contact wire height expressed in metres.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	[4.92] – 4.92 m.
<i>Info</i>	Certains tronçons de lignes peuvent présenter une valeur supérieure.	
<i>Lignes du RFL</i>	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.6 Paramètre RINF6 – Accepted TSI compliant pantograph heads

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.3.1.
	<i>Title</i>	Accepted TSI compliant pantograph heads.
	<i>Definition</i>	Indication of which TSI compliant pantograph heads are allowed to be used.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	1600 mm (EP).
<i>Lignes du RFL</i>	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.7 Paramètre RINF7 – Accepted other pantograph heads

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.3.2.
	<i>Title</i>	Accepted other pantograph heads.
	<i>Definition</i>	Indication of which pantograph heads are allowed to be used.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	1450 mm. 1600 mm (GB,CTRL).

<i>Lignes du RFL</i>	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.
----------------------	---

26.8 Paramètre RINF8 – Requirements for number of raised pantographs and spacing between them, at the given speed

RINF	Number	1.1.1.2.3.3.									
	Title	Requirements for number of raised pantographs and spacing between them, at the given speed.									
	Definition	Indication of maximum number of raised pantographs per train allowed and minimum spacing centre line to centre line of adjacent pantograph heads, expressed in metres, at the given speed.									
	Explanation on Definition	/									
	Applicable	Yes.									
	Data presentation	<table><tr><th>Vitesse v</th><th>Distance minimale</th></tr><tr><td>$v \leq 80$ km/h</td><td>8 m</td></tr><tr><td>$80 \text{ km/h} < v \leq 120$ km/h</td><td>15 m</td></tr><tr><td>$v > 120$ km/h</td><td>35 m</td></tr></table> <p>4 pantographs 8 m 80 km/h. 4 pantographs 15 m 120 km/h. 4 pantographs 35 m 180 km/h.</p>		Vitesse v	Distance minimale	$v \leq 80$ km/h	8 m	$80 \text{ km/h} < v \leq 120$ km/h	15 m	$v > 120$ km/h	35 m
	Vitesse v	Distance minimale									
$v \leq 80$ km/h	8 m										
$80 \text{ km/h} < v \leq 120$ km/h	15 m										
$v > 120$ km/h	35 m										
Lignes du RFL	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.										

26.9 Paramètre RINF9 – Permitted contact strip material

<i>RINF</i>	<i>Number</i>	1.1.1.2.3.4.
	<i>Title</i>	Permitted contact strip material.
	<i>Definition</i>	Indication of which contact strip materials are permitted to be used.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	Plain carbon. Impregnated carbon (35 % of metallic content).
<i>Lignes du RFL</i>	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.10 Paramètre RINF10 – Contact force permitted

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.2.5.2.
	<i>Title</i>	Contact force permitted.
	<i>Definition</i>	Indication of contact force allowed expressed in newtons.
	<i>Explanation on Definition</i>	/
	<i>Applicable</i>	Yes
	<i>Data presentation</i>	Force de contact moyenne comprise entre : <ul style="list-style-type: none"> • $F_{m,min}(N) = 60 + 0,00047 v^2$ • $F_{m,max}(N) = 90 + 0,00047 v^2$ avec v exprimée en km/h et inférieure à 200 km/h. Force de contact comprise entre $F_{max} = 200$ N et $F_{min} = 20$ N.
<i>Lignes du RFL</i>	1, 1a, 1b, 3, 4, 5, 6, 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, 6g, 6h, 6j, 6k et 7.	

26.11 Paramètre RINF11 – Sanding override by driver required

RINF	<i>Number</i>	1.1.1.3.7.18.
	<i>Title</i>	Sanding override by driver required.
	<i>Definition</i>	Indication whether possibility to activate/deactivate sanding devices by driver, according to instructions from the Infrastructure Manager, is required or not.
	<i>Explanation on Definition</i>	Compatibility with track circuits at places where the use of sanding is not permitted.
	<i>Applicable</i>	Yes.
	<i>Data presentation</i>	The sanding is prohibited in the following stations : <ul style="list-style-type: none"> • Bettembourg. • Belveaux-Soleuvre. • Dudelanges-Usines.
<i>Info</i>	Se référer au point 2 du cas spécifique pour le Luxembourg défini au chapitre 7.6.2.7 de la STI CCS [4].	
<i>Lignes du RFL</i>	<ul style="list-style-type: none"> • 6, 6a, 6b (pour la gare de Bettembourg). • 6f (pour la gare de Belveaux-Soleuvre). • 6b (pour la gare de Dudelanges-Usines). 	

27 Conditions préalables aux parcours d'essais / de validation sur le RFL

La réalisation respectivement de parcours d'essais et de validation sur le RFL (se référer aux **livres I et II**) est tributaire d'une vérification préalable des **paramètres RINF1 – RINF11**.