

# Exigences Nationales

Courbes de freinage ETCS Full Supervision du  
réseau conventionnel



I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

26.03.2018 // ETCS Full Supervision – Réseau conventionnel- Exigences et valeurs nationales des courbes de freinage

# Spécifications Techniques

Service I-B1

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

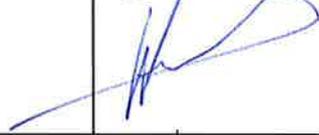
Contact :

Loic Brelot

T + 32 2 525 22 34

[loic.brelot@infrabel.be](mailto:loic.brelot@infrabel.be)

## Gestion du document

	Nom	Date de Signature	Signature
Rédigé	L. Brelot	27/03/2018	
Vérifié	J. Debast	27/03/18	
	Y. Werner	29/03/18	
Approuvé	J. De Bosschere	30/3/18	

Ce document est la propriété d'Infrabel et contient des informations confidentielles. Ce document ne peut, en aucune manière, être reproduit ou distribué à des tiers, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur d'Infrabel, sans l'autorisation écrite du Service Signalling Projects.

## Historique

Rédacteur	Version	Date	Motivation
R. Charh	1.0.0	06/08/15	<u>Note sur le suivi des modifications</u> Le nom de cette version 1.0.0 était « Spécification Technique - Courbes de freinage ETCS sur le réseau conventionnel – FR v1.0.0 »

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

L. Brelot	1.1	18/11/16	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reprise du document « Spécification Technique - Courbes de freinage ETCS sur le réseau conventionnel – FR v1.0.0 » dans un nouveau template</li> <li>• Elargissement du scope du document aux infrastructures ETCS2 FS</li> <li>• §1 – Mise à jour des documents de référence suite à la Baseline 3 Release 2 de l'ETCS</li> <li>• Ajout de détails sur le scope/objectif du document</li> <li>• §7.5 - Ajout des exigences concernant l'incertitude de vitesse (exigences manquantes précédemment)</li> <li>• §7.6 : les distances INDICATION maximale pour les vitesses de 70 à 200 km/h ont été augmentées pour prendre en compte la mise à jour de l'algorithme courbe de freinage de la B3R2. Pour les vitesses de 40 à 60 km/h, elles ont été réduites.</li> <li>• §8 : ajout du facteur Kv pour les trains de marchandises qui était manquant précédemment</li> <li>• §8 : ajout du cas de locomotives seules ou trains de locomotives qui étaient manquant précédemment</li> </ul>
L. Brelot	1.2 draft 1	12/07/17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrogation du document : Exigences nationales d'Infrabel pour les courbes de freinage ETCS Full Supervision du réseau conventionnel v1.1 (version précédente du présent document)</li> <li>• Ajout du §7.2 Exigence sur le temps d'établissement des freins</li> <li>• Modification entière du §8 pour définir les valeurs nationales comme définies dans le Subset 26 (aucun changement de valeur par rapport à la version 1.1 du présent document)</li> <li>• Suppression du §7.1.3.3 : les locomotives seules ou trains de locomotives sont à considérer comme des trains de voyageurs ; cette information se trouve déjà dans le RSEIF 4.2.</li> <li>• Ajout du § Utilisation du document « Spécification Technique - Courbes de freinage ETCS sur le réseau conventionnel – FR »</li> </ul>

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

L. Brelot	1.2 draft 2	20/10/17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Changement de la valeur nationale Q_NVEMRRLS, mise à la valeur « Revoke emergency brake command when permitted speed supervision limit is no longer exceeded » pour garder le même comportement que les trains Baseline 2</li> <li>• Ajout du § sur les locomotives seules et trains de locomotives</li> </ul>
L. Brelot	1.2 draft 3	31/01/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajout dans le §6.1 de la responsabilité des EF sur l'encodage des données trains</li> <li>• §7.1 : remplacement de <math>a\_safe\_dry\_EB \leq 0,87 * a\_nom\_EB</math> par <math>a\_safe\_EB \leq 0,87 * a\_nom\_EB</math></li> <li>• §7.3 : reformulation</li> </ul>
L. Brelot	1.2 draft 4	09/03/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• §6.1 : changement de la 4<sup>ème</sup> puce par « sur le pourcentage de masse freinée uniquement »</li> <li>• §7.1 : fusion de la 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> puce</li> </ul>
L. Brelot	1.2 draft 5	16/03/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séparation du §5 en deux § : §5 Scope et §6 Exigences communes Baseline 2 et 3</li> <li>• Ajout du §6.2 : Exigence lors d'adhérence fortement dégradée : contrainte exportée de la responsabilité des EF lors d'une adhérence fortement dégradée</li> </ul>
L. Brelot	1.2 draft 6	21/03/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise à jour des liens entre les différents §</li> </ul>
L. Brelot	1.2 draft 7	26/03/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déplacement du chapitre sur les locomotives seules et trains de locomotives au §6.3</li> <li>• §1 renommé : liste des documents de référence</li> <li>• Ajout de l'ETCS niveau 1 et niveau 2 dans le scope §5</li> <li>• Ajout des valeurs A_NVMAXREDADH1/2/3 dans le §8</li> <li>• Fusion des § sur les versions antérieures et les non conformités au §9</li> </ul>
L. Brelot	1.2	26/03/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Officialisation du document</li> </ul>

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

## Documents abrogés

Nom	Version	Date
Exigences nationales d'Infrabel pour les courbes de freinage ETCS Full Supervision du réseau conventionnel	1.1	16/11/2016

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

## Table des matières

<b>1. Liste des documents de référence</b>	<b>8</b>	
<b>2. Abréviations</b>	<b>8</b>	
<b>3. Glossaire</b>	<b>8</b>	
<b>4. But du document</b>	<b>8</b>	I-B.1
<b>5. Scope</b>	<b>9</b>	2 0 1 8 - 0 7 4 5 - 7 1
<b>6. Exigences communes Baseline 2 et Baseline 3</b>	<b>9</b>	
6.1 Exigence sur les données d'entrées	9	
6.2 Exigence lors d'adhérence fortement dégradée	9	
6.3 Locomotives seules et trains de locomotives	10	
<b>7. Exigences bord pour la baseline 2</b>	<b>10</b>	
7.1 Exigences sur la décélération	10	
7.2 Exigences sur le temps d'établissement des freins	10	
7.3 Exigences sur l'adhérence	10	
7.4 Exigences sur le profil en long	10	
7.5 Exigence sur l'incertitude de vitesse	11	
7.6 Exigences sur les performances	11	
<b>8. Valeurs nationales pour la Baseline 3</b>	<b>12</b>	
<b>9. Utilisation des versions antérieures et non conformités</b>	<b>13</b>	

## 1. Liste des documents de référence

Réf	Titre
[REF 1]	System Requirements Specification – Subset 026-3 – Principles – Issue 3.6.0
[REF 2]	System Requirements Specification – Subset 041 – Performance Requirements for Interoperability – Issue 3.2.0
[REF 3]	RSEIF 4.2 - Le freinage des trains et les essais des freins en exploitation
[REF 4]	UIC leafset 544-1 – Braking performance - 6th edition, october 2014

## 2. Abréviations

EF	Entreprise Ferroviaire
ERA	European Railway Agency
ETCS	European Train Control System
GI	Gestionnaire de l'Infrastructure
HKM	Train de marchandises
HKV	Train de voyageurs
Régime G	Régime de freinage marchandises
Régime P	Régime de freinage voyageurs
UI	Utilisateur de l'Infrastructure
UIC	Union International des Chemins de fer

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

## 3. Glossaire

Indication	Voir la notion d'Indication dans [REF 1]
SBI	Service Brake Intervention
EBI	Emergency Brake Intervention
TSR	Temporary Speed Restriction

## 4. But du document

En Baseline 2 (également connue sous le nom de ETCS version « 2.3.0d »), les courbes de freinages ne sont pas complètement définies. En absence de règles au niveau Européen, des exigences nationales sont définies afin d'atteindre l'objectif de sécurité nationale attendue par l'ETCS.

Ce document contient les exigences requises des courbes de freinage ainsi que les distances d'indication maximales à respecter par le matériel roulant pour pouvoir circuler sur le réseau conventionnel d'Infrabel.

En baseline 3, les courbes de freinage sont définies précisément et de manière standardisée en fonction :

- des données train ;
- des données infrastructure (static speed profile, gradient profile) ;
- des marges de sécurité ainsi que des valeurs nationales définies par le gestionnaire d'infrastructure.

Pour cette Baseline 3, ce document fournit les facteurs correcteurs (Kr, Kv, Kt) destinés aux trains « Lambda » et les valeurs nationales des trains « Gamma ».

Remarque : une infrastructure Baseline 2 peut également transmettre les paramètres des courbes de freinage destinés aux trains Baseline 3, par l'intermédiaire du paquet 203. Les exigences sont les mêmes que celles de la baseline 3.

## 5. Scope

Ce document donne les exigences et les valeurs nationales pour les courbes de freinage ETCS Full Supervision des trains « Lambda » et « Gamma » sur le réseau conventionnel d'Infrabel en ETCS niveau 1 et niveau 2.

I-B.1

2

0

1

8

-

0

7

4

5

-

7

1

## 6. Exigences communes Baseline 2 et Baseline 3

### 6.1 Exigence sur les données d'entrées

Par application de la directive safety 2004L0049 EC, il appartient aux EF de prévoir dans leur système de gestion de la sécurité les mesures de réduction de risque nécessaires liés aux erreurs sur les données trains.

Les erreurs possibles sont les suivantes (listes non exhaustive, à finaliser par l'EF) :

- Erreurs simples (au sens de la norme EN50129 B3.1 et B3.6),
  - portant sur la longueur du train uniquement, ou
  - la vitesse maximum uniquement, ou
  - sur la position du frein uniquement, ou
  - sur le pourcentage de masse freinée uniquement.
- Erreurs doubles ou multiples, conduisant à introduire les données d'un autre train plausible, au lieu des données du train réel.

Ces erreurs peuvent survenir tant lors de la préparation du train (et des données train) que lors de l'introduction des données train au DMI.

Les erreurs simples ne doivent en aucun cas amener directement à un accident.

### 6.2 Exigence lors d'adhérence fortement dégradée

La conduite d'un train en présence d'adhérence fortement dégradée (inférieure à 0.08) est du ressort de la réglementation des EF.

## 6.3 Locomotives seules et trains de locomotives

Le pourcentage de masse freinée encodé pour les locomotives seules et les trains de locomotives doit être au maximum de 130%.

## 7. Exigences bord pour la baseline 2

### 7.1 Exigences sur la décélération

- La décélération nominale en freinage d'urgence  $a_{nom\_EB}$  est déterminée conformément à la fiche UIC 544-1 ([REF 4]). Le modèle général de freinage UIC pour ERTMS/ETCS de la fiche UIC 544-1 n'est pas obligatoire mais il est préférable de l'utiliser (ou le modèle de la Baseline 3). Sinon, l'utilisation d'un autre modèle devra faire l'objet d'une démonstration de sécurité.
- La décélération de freinage d'urgence  $a_{safe\_EB}$ , utilisée dans les courbes de freinage, comporte par rapport à la décélération nominale une marge de 13% au moins:  $a_{safe\_EB} \leq 0,87 * a_{nom\_EB}$ . Cette condition s'applique dans tous les cas, même si les erreurs sur la vitesse et le positionnement ont une valeur très faible (0% d'incertitude sur la vitesse et 0 m d'incertitude sur le positionnement).

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

### 7.2 Exigences sur le temps d'établissement des freins

Le temps équivalent d'application des freins utilisé dans les courbes de freinage ne peut être inférieur :

- au temps déterminé conformément à [REF 4], Annexe E ;
- ou (en l'absence d'essais et si applicable), au temps déterminé conformément à [REF 1], chapitre 3, A.3.8.

### 7.3 Exigences sur l'adhérence

- La décélération de freinage d'urgence utilisée dans les courbes de freinage, tenant compte de l'adhérence rail-roue, doit être choisie de façon à obtenir des courbes de freinage sûres et compatibles avec une adhérence initiale sur toute la distance d'arrêt supérieure ou égale à 0,08.
- L'adhérence sollicitée peut être supérieure à 0,08 en fonction de :
  - la présence de freins indépendants de l'adhérence ;
  - de la régénération de l'adhérence par la longueur du train ;
  - de l'utilisation du système anti-enrayage, des freins électromagnétiques.

L'UI devra démontrer le caractère sûr de la décélération considérée (p.ex. basée sur des recommandations de l'ERA, mesures, etc.).

### 7.4 Exigences sur le profil en long

- L'influence de la déclivité sur la décélération doit être prise en compte.
- Il est recommandé d'utiliser l'algorithme prévu au subset 026 – chapitre 3 en Baseline 3 ([REF 1]).

- Si ce n'est pas le cas :
  - l'UI devra démontrer que l'algorithme proposé est sûr ;
  - si une simplification est apportée à un gradient profile, cela ne pourra en aucun cas (surtout dans le cas d'une TSR) conduire à un saut vers une « permitted speed » plus basse.

L'utilisation d'un autre algorithme que celui proposé par le subset 026 pourrait conduire à une invitation à freiner trop tôt. L'implémentation au sol ne tenant pas en compte cet allongement, le train pourrait alors recevoir une invitation à freiner intempestive.

## 7.5 Exigence sur l'incertitude de vitesse

Afin que les marges de sécurité minimales imposées dans le §7.1 ne soient pas réduites, l'incertitude de vitesse doit être prise en compte dans le calcul de la courbe EBI.

Cela peut être réalisé par une augmentation de la vitesse selon le modèle de la Baseline3 ou par une marge de sécurité supplémentaire équivalente (par exemple sur la décélération et sur le temps d'établissement des freins).

I-B.1

## 7.6 Exigences sur les performances

Les valeurs maximales pour les distances « INDICATION », pour une vitesse but 'nulle' :

- en absence de SBI ;
- en absence de déclivité ;
- sans erreur sur l'odométrie ;
- avec accélération nulle due à la traction ;
- avec erreur sur la tachymétrie égale au maximum permis par le subset 041

sont reprises dans le tableau ci-dessous :

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

Vitesse de ligne (km/h)	HKV ou HKM	Régime de freinage	Distance "INDICATION" MAXIMALE (m)
40	HKM	G	660
50	HKM	G	870
60	HKM	G	1100
70	HKM	G	1360
80	HKM	G	1630
90	HKM	G	1760
100	HKM	G	2040
100	HKM	P	1880
120	HKM	P	2300
120	HKV	P	1550
130	HKV	P	1740
140	HKV	P	2000
160	HKV	P	2490
200	HKV	P	3770

S'il n'est pas possible de les respecter, il faut (tout en gardant les exigences des §7.1, 7.3, 7.4, 7.5):

- adapter les performances de freinage à atteindre ; et/ou
- réduire la vitesse maximum du train avec l'accord du GI.

## 8. Valeurs nationales pour la Baseline 3

Les valeurs nationales relatives aux courbes de freinage ci-dessous sont valables pour les trains en Baseline 3.

Type de train	Paramètre	Variable ERTMS	Valeur
Tous	Permission to use service brake in target speed monitoring	Q_NVSBTSMPerm	No
	Modification of adhesion factor by driver	Q_NVDRIVER_ADHES	No
	Permission to use guidance curves	Q_NVGUIPERM*	Yes*
	Maximum deceleration under reduced adhesion conditions (1)	A_NVMAXREDADH1	No maximum deceleration, no additional display
	Maximum deceleration under reduced adhesion conditions (2)	A_NVMAXREDADH2	No maximum deceleration, no additional display <sup>1-B</sup>
	Maximum deceleration under reduced adhesion conditions (3)	A_NVMAXREDADH3	No maximum deceleration, no additional display
	Permission to use the service brake feedback	Q_NVSBFBPerm	No
	Permission to inhibit the compensation of the speed measurement inaccuracy	Q_NVINHSMICPerm	No
	Qualifier Emergency Brake Release	Q_NVEMRRLS	when permitted speed supervision limit is no longer exceeded
HKM, HKV Lambda	Integrated correction factor Kr	M_NVKRINT	0,8
		M_NVKRINT(1)	0,85
		M_NVKRINT(2)	0,9
		M_NVKRINT(3)	1
	Train length step used to define the integrated correction factor Kr	L_NVKRINT	0
		L_NVKRINT(1)	150m
		L_NVKRINT(2)	300m
		L_NVKRINT(3)	600m
Integrated correction factor for brake build up time Kt_int	M_NVKTINT	1	
HKM	Type of Kv_int set	Q_NVKVINTSET	0
	Speed set used to define the integrated correction factor Kv	V_NVKVINT	0km/h
	Integrated correction factor Kv	M_NVKVINT	0.86
HKV Lambda	Type of Kv_int set	Q_NVKVINTSET(1)	1
	Lower deceleration limit to determine the set of Kv to be used	A_NVP12(1)	0.85 m/s <sup>2</sup>
	Upper deceleration limit to determine the set of Kv to be used	A_NVP23(1)	1.35 m/s <sup>2</sup>
	Speed set used to define the integrated correction factor Kv	V_NVKVINT(1)	0km/h
	Integrated correction factor Kv	M_NVKVINT(1) if $A \leq A_{NVP12(1)}$	0.96
M_NVKVINT(1) if $A \geq A_{NVP23(1)}$		0,66	

Type de train	Paramètre	Variable ERTMS	Valeur
HKV Gamma**	Confidence level for emergency brake safe deceleration on dry rails	M_NVEBCL	1 - E-07
	Weighting factor for available wheel/rail adhesion	M_NVAVADH	0

Remarques :

- A = décélération nominale maximale sur toute la plage de vitesse ;
- \* : il est possible d'utiliser la courbe de guidance si et seulement si la distance Indication ne dépasse pas l'Indication la plus péjorative des trains donnés aux §2.3 et §3.2.1 de [REF 3] qui aurait été obtenue sans utilisation de la courbe de guidance et en utilisant les valeurs du « conversion model » pour le calcul du temps d'établissement des freins de service (T\_bs) ;
- \*\* : le coefficient K\_dry dépend de l'architecture du train néanmoins, les trains Gamma doivent respecter les exigences de performances données aux §7.6.

## 9. Utilisation des versions antérieures et non conformités

- Les trains étant déjà homologués ou dont le processus d'homologation est déjà entamé sur base du document « Spécification Technique - Courbes de freinage ETCS sur le réseau conventionnel – FR » en version 1.0.0 daté du 06/08/2015 ou sur base de la version 1.1 du présent document n'ont pas besoin d'une nouvelle homologation sur base de la présente version. Pour toute nouvelle demande d'homologation à venir, les exigences du présent document doivent être respectées.
- En cas de non-respect des exigences bord pour la Baseline 2, l'UI peut introduire une demande de dérogation à Infrabel. Dans ce cas, un dossier de sécurité contenant la liste des exigences non respectées et comprenant une étude détaillée de toutes les implications de ces non-conformités, devra être joint à la demande. Des marges de sécurité supplémentaires peuvent éventuellement être utilisées pour compenser des non-conformités.

I-B.1

2  
0  
1  
8  
-  
0  
7  
4  
5  
-  
7  
1

