

Exigences Nationales

Courbes de freinage ETCS Full Supervision du
réseau à grande vitesse



12.01.2021 // ETCS Full Supervision – Réseau à grande vitesse – Exigences des courbes de freinage

Spécifications Techniques

Service I-B1

Contact :

Loïc BreLOT

T + 32 2 525 22 34

loic.breLOT@infrabel.be

Gestion du document

	Name	Date of Signature	Signature
Written by	L. Brelot		
Revised by	J. Debast Y. Werner		
Approved by	J. De Bosschere		

Ce document est la propriété d'Infrabel. Ce document ne peut, en aucune manière, être modifié par 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
L. Brelot	1.1 draft 1	04/11/19	Première version du document
L. Brelot	1.1 draft 2	06/11/19	Prise ne compte des commentaires des relecteurs
L. Brelot	1.1 draft 3	16/01/20	Ajout du §8.2 Imperfection connue
L. Brelot	1.1 draft 4	11/02/20	Changement des exigences §6.3 pour les locomotives seules et trains de locomotives de type marchandise. Ajout de l'exigence sur la composition maximale des trains de locomotives §6.3. Extension de la demande de dérogation en cas de non-respect des exigences communes Baseline 2 et Baseline 3 au §9. Correction de la date de la version 1.1 draft 3 dans l'Historique 16/02/20 → 16/01/20
L. Brelot	1.1 draft 5	02/07/20	Changement des exigences §6.3 pour les locomotives seules et trains de locomotives de type marchandise. Diminution du paramètre Kv à 0.86 pour les trains de marchandises à une vitesse supérieure à 80km/h
L. Brelot	1.1	21/12/20	Officialisation du document
L. Brelot	1.2 draft 1	12/01/21	Correction de la référence dans §8.1
L. Brelot	1.2	12/01/21	Officialisation du document

Documents abrogés

Nom	Version	Date
Exigences nationales d'Infrabel pour les courbes de freinage ETCS Full Supervision Baseline 2 des LGV	1.1	05/07/17

Table des matières

1. Liste des documents applicables	6
2. Abréviations	6
3. Glossaire	6
4. But du document	6
5. Scope	7
6. Exigences communes Baseline 2 et Baseline 3	7
6.1 Exigence sur les données d'entrées	7
6.2 Exigence lors d'adhérence fortement dégradée	8
6.3 Locomotives seules et trains de locomotives	8
7. Exigences bord pour la Baseline 2	8
7.1 Fonctionnalités obligatoires et non obligatoires pour un bord Baseline 2	8
7.1.1 Obligatoires	8
7.1.2 Non Obligatoires	8
7.2 Exigences sur la traction, la décélération et les temps d'établissement des freins de la courbe EBI	8
7.3 Exigences sur le temps d'établissement des freins	9
7.4 Exigences sur l'adhérence	9
7.5 Exigences sur le profil en long	9
7.6 Exigence sur l'incertitude de vitesse	9
7.7 Exigences sur les performances	9
8. Valeurs nationales et imperfection connue pour la Baseline 3	10
8.1 Valeurs nationales	10
8.2 Imperfection connue	12
9. Utilisation des versions antérieures et non conformités	12

1. Liste des documents applicables

Réf	Titre
[REF 1]	System Requirements Specification – Subset 026-3 – Principes – 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

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 freinage 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 attendu 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 à grande vitesse d'Infrabel.

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.

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 sécurités ainsi que des valeurs nationales définies par le gestionnaire d'infrastructure.

Pour cette Baseline 3, ce document fournit les facteurs correcteurs (K_r , K_v , K_t) destinés aux trains « Lambda » et les valeurs nationales des trains « Gamma » sur le réseau à grande vitesse.

5. Scope

Ce document donne les exigences et les valeurs nationales pour les courbes de freinage ETCS Full Supervision des trains « Lambda » et « Gamma » avec un bord Baseline 2 et Baseline 3 sur le réseau à grande vitesse d'Infrabel.

Remarque : Ce présent document n'est actuellement pas applicable sur la L1 où les trains roulent en TVM430.

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

- La composition maximale des trains de locomotives est de 300m, 15 locomotives.
- Le pourcentage de masse freinée encodé pour les locomotives seules et les trains de locomotives de type voyageur doit être au maximum de 130%.
- Le pourcentage de masse freinée encodé pour les locomotives seules et les trains de locomotives de type marchandise doit être au maximum de 110%.

7. Exigences bord pour la Baseline 2

7.1 Fonctionnalités obligatoires et non obligatoires pour un bord Baseline 2

7.1.1 Obligatoires

Les courbes de freinage suivantes en ETCS et mentionnées dans le subset 026-3 doivent être utilisées :

- Emergency brake intervention (EBI)
- Warning (W)
- Permitted (P)
- Indication (I)

7.1.2 Non Obligatoires

- L'intervention du freinage de service (SBI) est autorisée sur les LGV, mais n'est pas obligatoire.
- Afin que le conducteur puisse anticiper le freinage en cas de mauvaise adhérence, il est conseillé de disposer d'une « Pre-Indication » et/ou du « Planning Area ».

7.2 Exigences sur la traction, la décélération et les temps d'établissement des freins de la courbe EBI

- 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 sur rails secs $a_{safe_dry_EB}$, utilisée dans les courbes de freinage, comporte par rapport à la décélération nominale une marge de 19% au moins :
 $a_{safe_dry_EB} \leq 0.81 * a_{nom_EB}$.
Cette condition s'applique 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).
- La traction résiduelle au moment de l'intervention EBI doit être prise en compte dans le calcul de la courbe EBI. Ceci peut être réalisé par une estimation de l'accélération instantanée ou par des valeurs forfaitaires pour l'accélération et le temps de coupure de traction.

7.3 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.

7.4 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).

7.5 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 26 [REF 1] 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.

7.6 Exigence sur l'incertitude de vitesse

Afin que les marges de sécurité minimales imposées dans le §7.2 ne soient pas réduites, l'incertitude de la vitesse du train 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 Baseline 3 ou par une marge de sécurité supplémentaire équivalente (par exemple sur la décélération et sur le temps d'établissement des freins).

7.7 Exigences sur les performances

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

- en l'absence de déclivité ;
- sans erreur sur le positionnement ;

- avec erreur sur la vitesse égale au maximum permis par le subset 041 [REF 2] sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Vitesse (km/h)	INDICATION maximale (m)
300	10000
220	5000
160	3200
80	1500

Tableau 1 – Distances « indication » maximales

Note : Sur les LGV, les vitesses maximales de la ligne sont 80, 160, 220 et 300km/h. Mais les trains Lambda sont bien limités à 200km/h, la distance maximale d'Indication à 200km/h est la même que celle à 220km/h.

S'il n'est pas possible de les respecter, il faut (tout en gardant les exigences du 7.1, 7.2, 7.3, 7.5, 7.6, 7.7):

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

8. Valeurs nationales et imperfection connue pour la Baseline 3

8.1 Valeurs nationales

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	Yes
	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
	Maximum deceleration under reduced adhesion conditions (3)	A_NVMAXREDADH3	No maximum deceleration, no additional display

Type de train	Paramètre	Variable ERTMS	Valeur
	Permission to use the service brake feedback	Q_NVSBFBPERM	Yes
	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)	0,95
	Train length step used to define the integrated correction factor Kr	L_NVKRINT	0
		L_NVKRINT(1)	100m
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
		V_NVKVINT (1)	80km/h
	Integrated correction factor Kv	M_NVKVINT	0.82
M_NVKVINT (1)		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)	0.65 m/s ²
	Upper deceleration limit to determine the set of Kv to be used	A_NVP23(1)	1.55 m/s ²
	Speed set used to define the integrated correction factor Kv	V_NVKVINT(1)	0km/h
		V_NVKVINT(2)	80km/h
		V_NVKVINT(3)	120km/h
		V_NVKVINT(4)	160km/h
		V_NVKVINT(5)	180km/h
	Integrated correction factor Kv	M_NVKVINT(1) if $A \leq A_{NVP12(1)}$	0.86
		M_NVKVINT(1) if $A \geq A_{NVP23(1)}$	0.46
		M_NVKVINT(2) if $A \leq A_{NVP12(1)}$	0.88
		M_NVKVINT(2) if $A \geq A_{NVP23(1)}$	0.48
		M_NVKVINT(3) if $A \leq A_{NVP12(1)}$	0.94
		M_NVKVINT(3) if $A \geq A_{NVP23(1)}$	0.5
		M_NVKVINT(4) if $A \leq A_{NVP12(1)}$	0.7
M_NVKVINT(4) if $A \geq A_{NVP23(1)}$		0.32	
M_NVKVINT(5) if $A \leq A_{NVP12(1)}$		0.7	

Type de train	Paramètre	Variable ERTMS	Valeur
		M_NVKVINT(5) if $A \geq A_NVP23(1)$	0.34
HKV Gamma**	Confidence level for emergency brake safe deceleration on dry rails	M_NVEBCL	1 - E-08
	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 au §7.7

8.2 Imperfection connue

Sur le réseau Infrabel la MA est dimensionnée sur l'Indication. En Baseline 3.4.0 la Pré-Indication peut intervenir avant le rafraîchissement de la « Mouvement Authority ». Le conducteur peut alors avoir une information non nécessaire. En Baseline 3.6.0 la Pré-indication n'existe plus et cette information supplémentaire ne s'affiche plus.

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 « Exigences nationales d'Infrabel pour les courbes de freinage ETCS Full Supervision Baseline 2 des LGV 1.1 » daté du 05/07/2017 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 et/ou des exigences communes Baseline 2 et Baseline 3, 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.