



Référentiels EPSF

Matériel

Document technique

Moyen acceptable de conformité

Protocole de vérification de la compatibilité électromagnétique des matériels roulants avec les circuits de voie

SAM S 003

Applicable sur : RFN

Edition du : 22 février 2016

Version n° 2 du 22 février 2016

Applicable à partir du : 22 février 2016

SOMMAIRE

Avant-propos	3
1 Objet	4
2 Domaine d'application.....	4
3 Références normatives	4
4 Terminologie	5
5 Exigences fonctionnelles et techniques	5
5.1 Compatibilité électromagnétique avec les circuits de voie	5
5.1.1 Gabarits des circuits de voie	5
5.1.2 Cas des circuits de voie UM 71 et UM 71 C TVM	6
5.1.3 Cas des circuits de voie 50 Hz et 83 Hz	6
5.2 Règles de sommation	7
5.2.1 Réseau d'alimentation monophasé.....	7
5.2.2 Réseau d'alimentation en courant continu	7
5.3 Impédance	7
6 Exigences de sécurité, disponibilité et fiabilité	7
7 Essais et procédures d'autorisation	8
8 Démonstration de conformité :	8
Annexe 1 - Gabarit 50 Hz Ligne du réseau conventionnel 1500 V.....	9
Annexe 2 - Gabarit 83 Hz Ligne du réseau conventionnel 25 kV applicable aux automoteurs	10
Annexe 3 - Gabarit 83 Hz Ligne du réseau conventionnel 25 kV applicable aux locomotives.	11
Annexe 4 - Gabarit UM 71 ligne du réseau conventionnel, UM 71 CTVM PSE, UM 71 CTVM 300.....	12
Annexe 5 - Gabarit UM 71 CTVM 430 et SEI	13
Annexe 6 - Gabarit du circuit de voie UM 2000 – récepteur RENUM	14
Annexe 7 - Recommandations sur les spécifications techniques d'essais	16

Avant-propos

Ce texte constitue un moyen acceptable de conformité. Conformément à l'article 4.I de l'arrêté du 19 mars 2012 modifié, la prise en compte de ses dispositions permet de présumer le respect des exigences réglementaires applicables. Toutefois, ceci ne fait pas obstacle à la mise en œuvre par les entités concernées de solutions différentes de celles proposées par le présent texte comme prévu à l'article 4. III de l'arrêté susmentionné.

1 Objet

Cette spécification définit les prescriptions à respecter par le matériel roulant pour être compatible avec les circuits de voie du réseau ferré national.

Il constitue un moyen acceptable de conformité vis-à-vis de l'article 49 f) de l'arrêté du 19 mars 2012 modifié :

« Art. 49. – Sans préjudice du respect d'autres réglementations en vigueur telles que celles prévues en matière environnementale, de santé et de sécurité au travail, ou relatives aux personnes à mobilité réduite, tout matériel roulant respecte les exigences suivantes :

f) Les caractéristiques du matériel roulant permettent le fonctionnement nominal des différents équipements de détection installés sur les lignes empruntées, notamment les circuits de voie, les pédales et les détecteurs de boîtes chaudes ;

Cette SAM couvre un point ouvert du document ERA ERTMS V2.0 033 281 au § 3.2.2.

2 Domaine d'application

La présente spécification s'applique au matériel roulant appelé à circuler sur le réseau ferré national, dans le cadre de la délivrance de son autorisation de mise en exploitation commerciale sur RFN (y compris tram-train).

La TS 50238-2 s'applique pour les circuits de voie qui y sont traités (voir annexe A de La TS 50238-2 version 2015).

Pour les autres circuits de voie non traités par la TS 50238-2, cette SAM s'applique.

Les circuits de voie de type ITE n'ont pas de gabarit (pas d'exigence).

3 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de la présente SAM. Lorsque les référentiels sont datés, seule l'édition citée s'applique. Pour ce qui concerne les référentiels non datés, c'est l'édition valable à la date de parution de la SAM qui s'applique.

- Règlement (UE) N° 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 ;
- Décision 2012/88/UE du 25 janvier 2012 relative à la spécification technique d'interopérabilité concernant les sous-systèmes «contrôle- commande et signalisation», modifié par la décision 2012/696/UE de la Commission du 6 novembre 2012 et la décision 2015/14/UE de la Commission du 5 janvier 2015 ;
- EN 50238-2003: Applications ferroviaires - Compatibilité entre le matériel roulant et les systèmes de détection des trains ;
- TS 50238-2 :2015 Applications ferroviaires - Compatibilité entre le matériel roulant et les systèmes de détection des trains - Partie 2 : compatibilité avec les circuits de voie ;
- SAM X009 : reconnaissance des résultats d'essais ;
- SAM S004 : aptitude au shuntage des matériels roulants – règles de conception.

4 Terminologie

AFP	: Amélioration du facteur de puissance.
AMEC	: Autorisation de Mise en Exploitation Commerciale
AP- AE	: Anti-Patinage et Anti-Enrayeur
CEM	: Compatibilité Electro-Magnétique
DeBo	: Designated Body (évaluateur de la conformité aux règles nationales)
Dj	: Disjoncteur principal de l'engin.
UM 71	: Famille de circuits de voie à joints électriques de séparation.
UM 71 CTVM	: Circuits de voie à joints électriques de séparation utilisés sur lignes à grande vitesse comme support de la Transmission Voie Machine.
Plan de tests	: Spécification technique d'essais, définie entre le demandeur et le gestionnaire d'infrastructure délégué, dans le cadre de l'admission du matériel à la circulation sur le réseau ferré national.
RFN	: Réseau Ferré National
TS	: Technical Specification (Spécification Technique)
ITE	: Famille de circuits de voie Impulsions de Tension Elevée
FFT	: Fast Fourier Transform (transformation de Fourier rapide)
CVS	: Convertisseur Statique

5 Exigences fonctionnelles et techniques

La compatibilité des caractéristiques électriques et électromagnétiques du matériel avec celles des systèmes de détection doit être établie pour garantir le fonctionnement de ces derniers, et assurer la sécurité des circulations.

5.1 Compatibilité électromagnétique avec les circuits de voie

Chaque matériel roulant susceptible de générer dans les rails des courants conduits doit faire l'objet d'essais suivant un plan de tests intégrant les modes de fonctionnement nominaux et dégradés (voir les requis en annexe 7), et satisfaire aux gabarits définis ci-après.

5.1.1 Gabarits des circuits de voie

Pour chaque type de circuit de voie perturbable utilisé sur le réseau ferré national, les valeurs limites des courants perturbateurs à ne pas dépasser sont reprises sous forme de gabarits (annexes 1 à 6).

Les courants perturbateurs pris en compte sont ceux générés par l'ensemble du train, sauf indication contraire mentionnée sur les annexes 2 et 3.

Au cours des essais, tout dépassement de l'un des gabarits, d'une durée supérieure à 0,5 secondes, doit être mentionné dans le rapport d'essai, faire l'objet d'une analyse systématique et d'une description des conditions d'environnement (causes possibles, à titre d'exemple : trains croiseur, fermeture ou ouverture de disjoncteur, captage, enclenchement AFP, AP-AE, etc.).

Les circuits de voie sont non seulement sensibles à l'amplitude et à la durée de la perturbation mais aussi à la récurrence de la perturbation.

Remarque : Dans la recherche de la cause d'un dépassement de gabarit, la comparaison du rapport $U_{mesuré} / I_{mesuré}$ avec l'impédance d'entrée de l'engin peut permettre de discriminer si l'engin est générateur ou récepteur de la perturbation. Cette discrimination ne peut toutefois se faire qu'en 1500V CC et en 25000V CA avec des engins à Pont Monophasé à Commutation Forcée.

5.1.2 Cas des circuits de voie UM 71 et UM 71 C TVM

Durée de la perturbation \ Amplitude de la perturbation	< au gabarit en annexe	> au gabarit en annexe
< 0,5 seconde	Matériel accepté	Matériel accepté
Entre 0,5 et 1 seconde		Matériel accepté ; Recherche de la cause par le demandeur d'autorisation
> 1 seconde		Matériel refusé

5.1.3 Cas des circuits de voie 50 Hz et 83 Hz

Aucun dépassement n'est admis, sauf sur des phénomènes transitoires par exemple pendant la fermeture du disjoncteur ou l'enclenchement d'AFP, ..., pour lesquels un dépassement est autorisé pendant une durée inférieure à 0,5 seconde.

Les résultats de l'étude doivent figurer dans le dossier de sécurité que le demandeur d'AMEC transmet à l'EPSF.

5.2 Règles de sommation

5.2.1 Réseau d'alimentation monophasé

	CN ¹	CF ²
Fondamentale du réseau d'alimentation 50 Hz	$\Sigma+$ (somme arithmétique)	$\Sigma+$
Fréquences paires	$\Sigma+$ pour f < 1000 Hz $\Sigma\sqrt{\quad}$ pour f > 1000 Hz	$\Sigma+$ pour f < 1000 Hz $\Sigma\sqrt{\quad}$ pour f > 1000 Hz
Fréquences impaires		$\Sigma+$
Fréquences autres		$\Sigma+$ pour f < 1000 Hz $\Sigma\sqrt{\quad}$ pour f > 1000 Hz

¹ Convertisseur d'entrée fonctionnant en Commutation Naturelle : redresseur à Diode ou Thyristor par exemple.

² Convertisseur d'entrée fonctionnant en Commutation Forcée : 4 QS redresseur 4 Quadrants ou Pont Monophasé à Commutation Forcée (PMCF).

5.2.2 Réseau d'alimentation en courant continu

Pour le réseau d'alimentation en courant continu, la sommation des courants perturbateurs est arithmétique pour les fréquences inférieures à 1000 Hz, et elle est quadratique pour les fréquences supérieures ou égales à 1000 Hz.

5.3 Impédance

L'impédance minimale sous 1500 V à 50 Hz est de 0,3 Ohms,

6 Exigences de sécurité, disponibilité et fiabilité

Dans les fonctionnements en mode dégradé prévus par le plan de tests, un dépassement du gabarit des annexes 4 et 5 est toléré, en dehors de la plage de fréquence $f_0 - 45\text{Hz}$ et $f_0 + 45\text{Hz}$.

7 Essais et procédures d'autorisation

La réalisation d'essais par un organisme reconnu selon la SAM X009, sur le réseau ferré national, est nécessaire pour avoir l'assurance du respect des exigences de cette SAM S003, et y admettre le matériel concerné à la circulation.

Voir également l'annexe 7 de cette SAM S003 pour les recommandations sur les spécifications techniques d'essais.

Exemples de configuration à tester en statique :

- Mise en service des CVS et des auxiliaires de traction ;
- Mise en service de la climatisation ;
- Tous les CVS en service puis les modes dégradés (k/n).

Exemples de configuration à tester en dynamique:

- En mode normal avec les CVS actifs ;
- En modes dégradés des CVS (k/n) ;
- Accélération de 0 km/h jusqu'à Vmax (l'objectif étant d'atteindre la fréquence maximale de fonctionnement des CVS) puis freinage électrique (frein électromagnétique et courant de Foucault exclus) avec un % d'effort de 50 et 100% ;
- Transition traction freinage et inversement sur des paliers de vitesse.

Voir l'annexe B8.1 de l'EN 50238-2 de la méthode fréquentielle selon les détails ci-dessous :

- FFT réalisée sur la plage de fréquence comprise entre 0 et 5kHz,
- Pondération à l'aide d'une fenêtre de Hanning,
- Recouvrement temporel entre FFT de 80%,
- Taille de fenêtre d'analyse de 1s, soit une résolution d'1Hz.

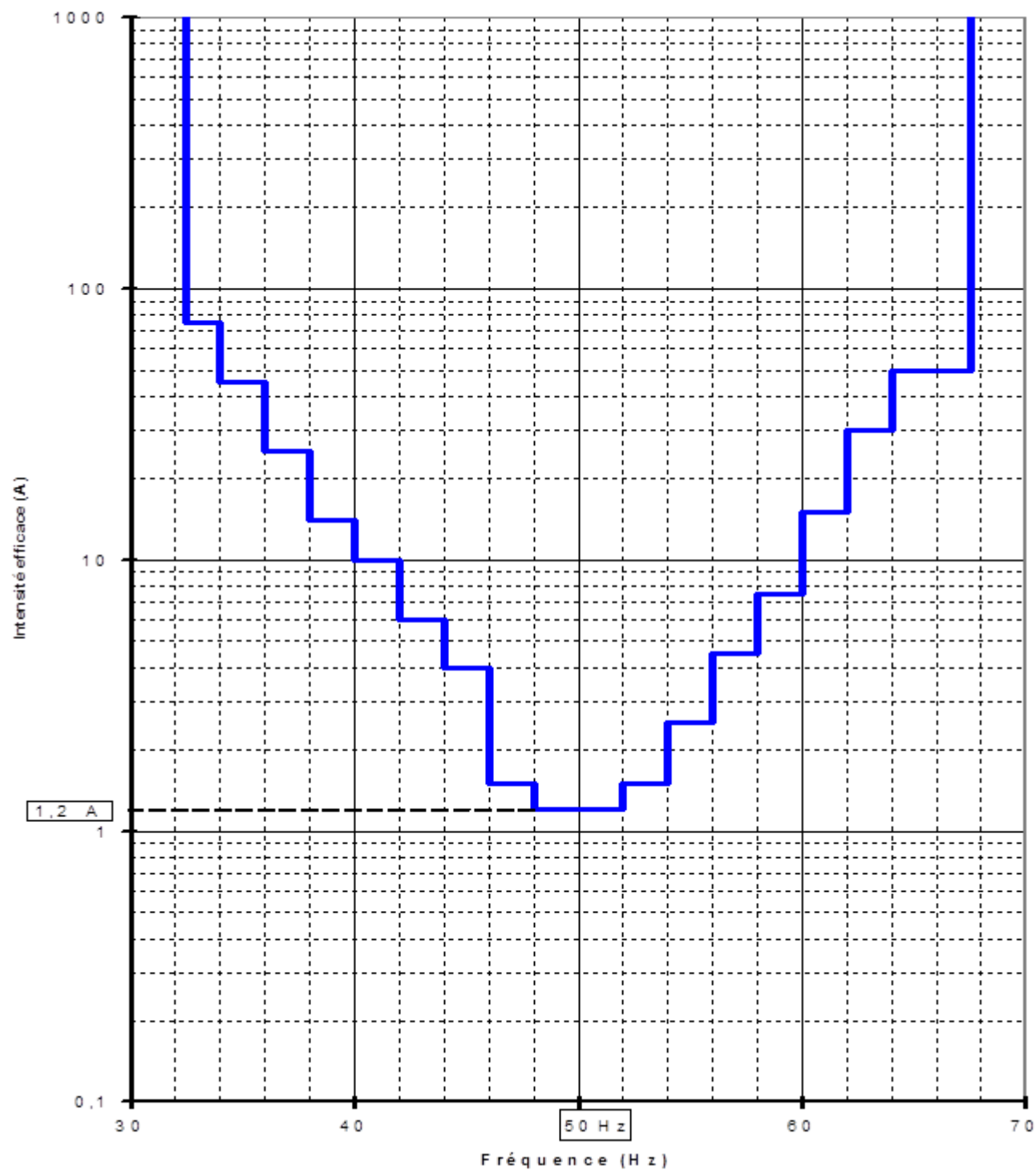
8 Démonstration de conformité :

La conformité du matériel roulant est établie à l'aide des documents fournis par le demandeur d'AMEC à l'évaluateur OQA, et comportant à minima :

- spécification d'essais selon les requis de l'annexe 7 de cette SAM.
- rapport d'essais
- le plan de maîtrise CEM

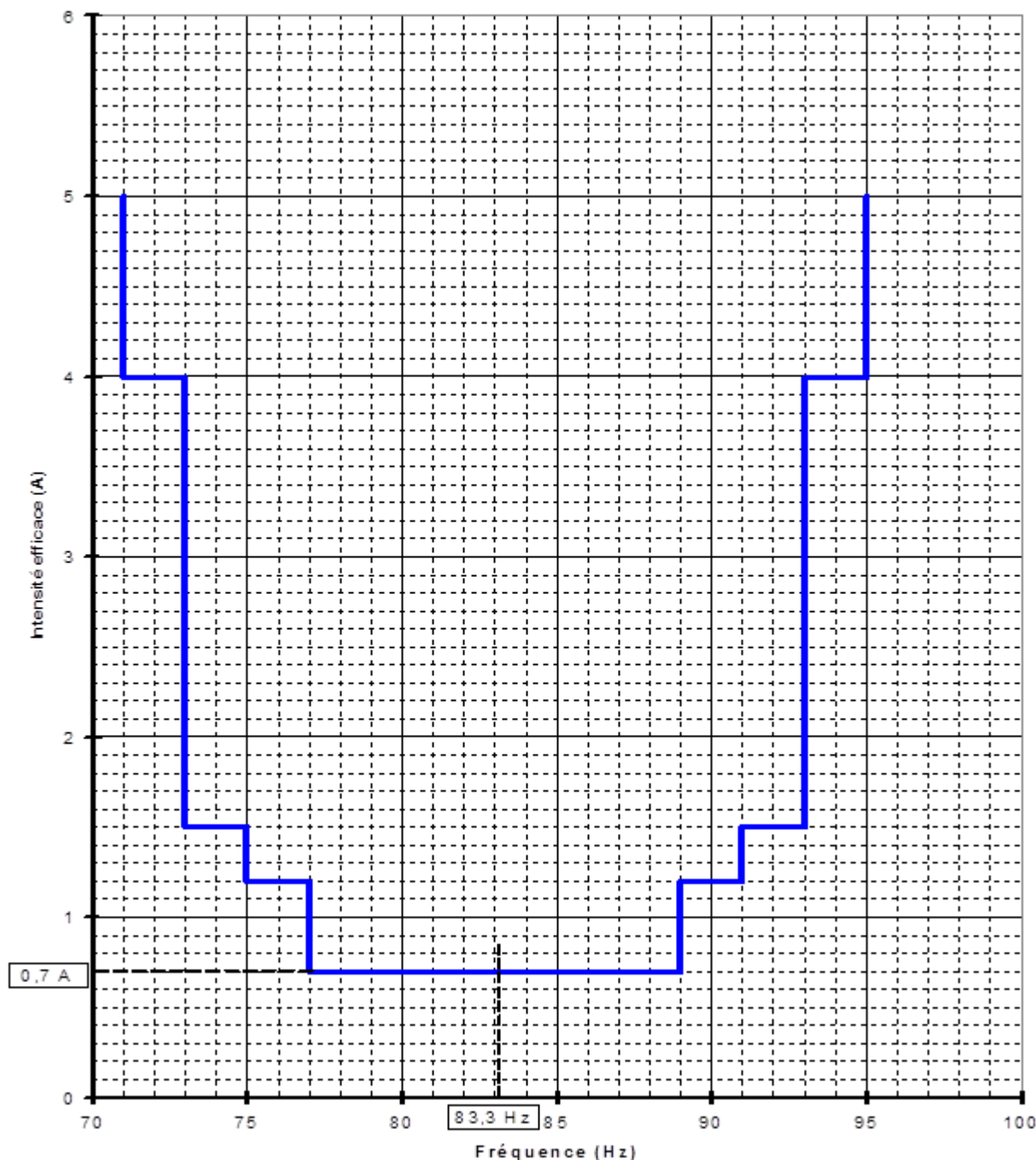
== O ==

Annexe 1 - Gabarit 50 Hz Ligne du réseau conventionnel 1500 V



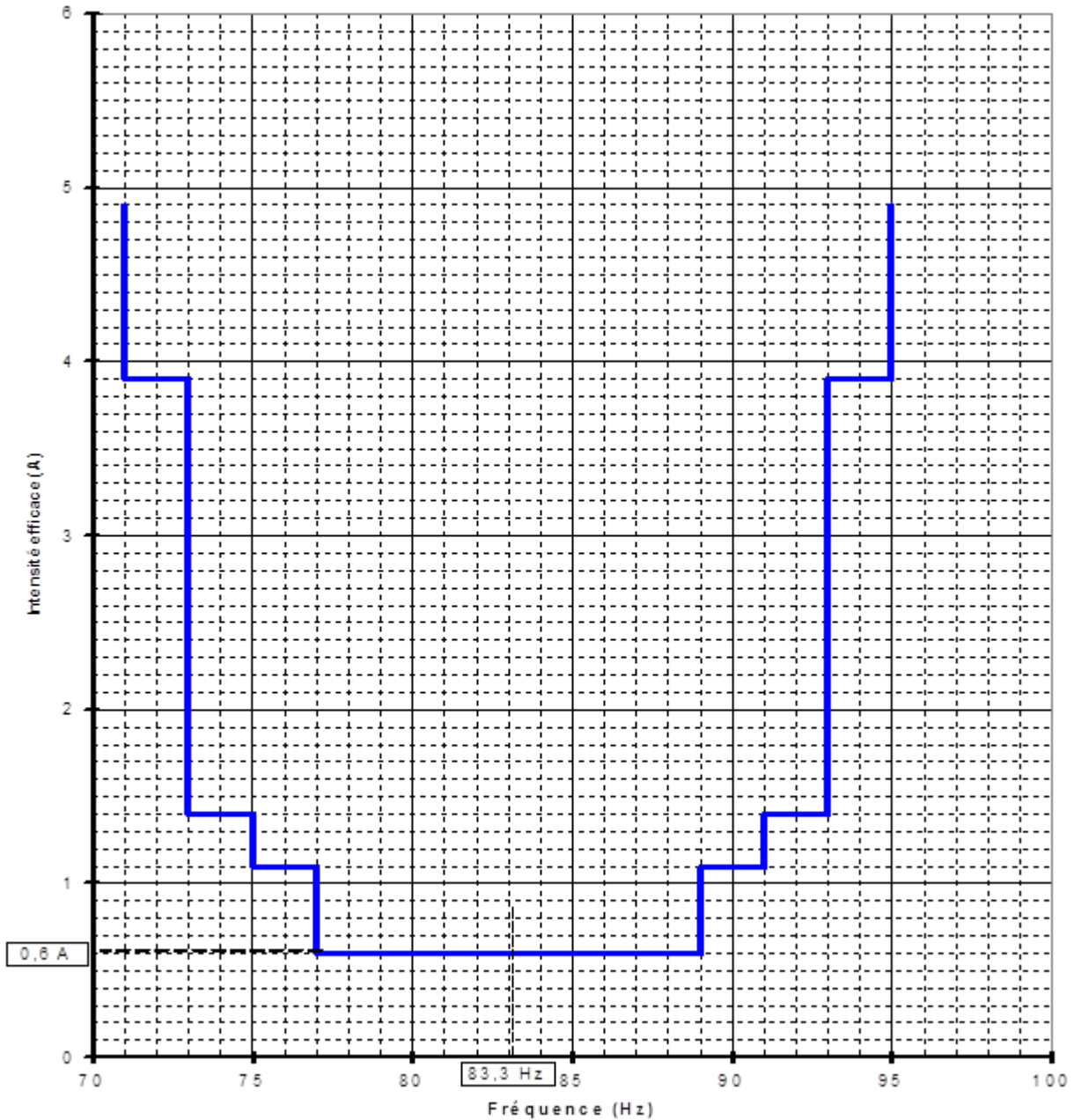
Annexe 2 - Gabarit 83 Hz

Ligne du réseau conventionnel 25 kV applicable aux automoteurs

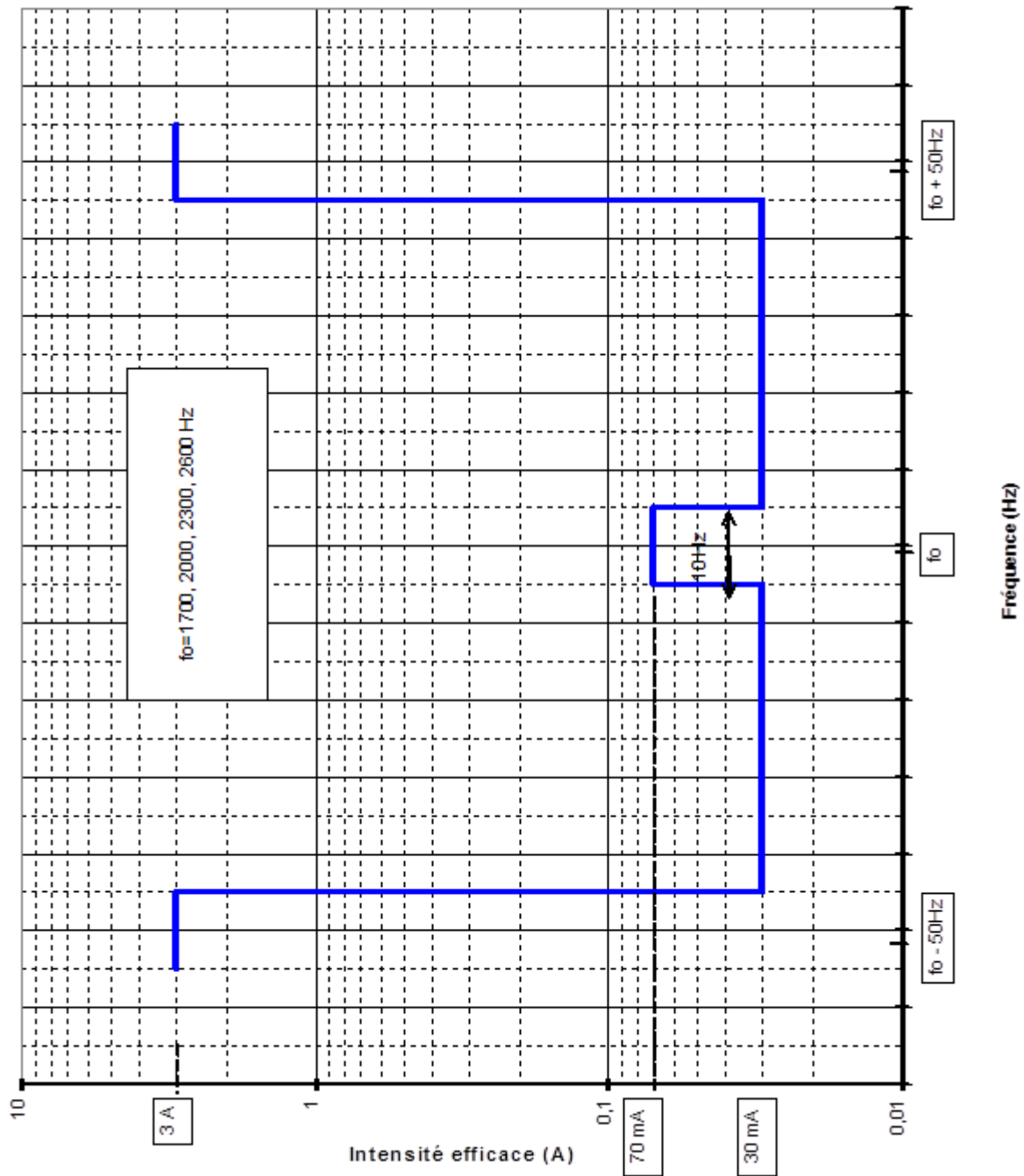


Annexe 3 - Gabarit 83 Hz

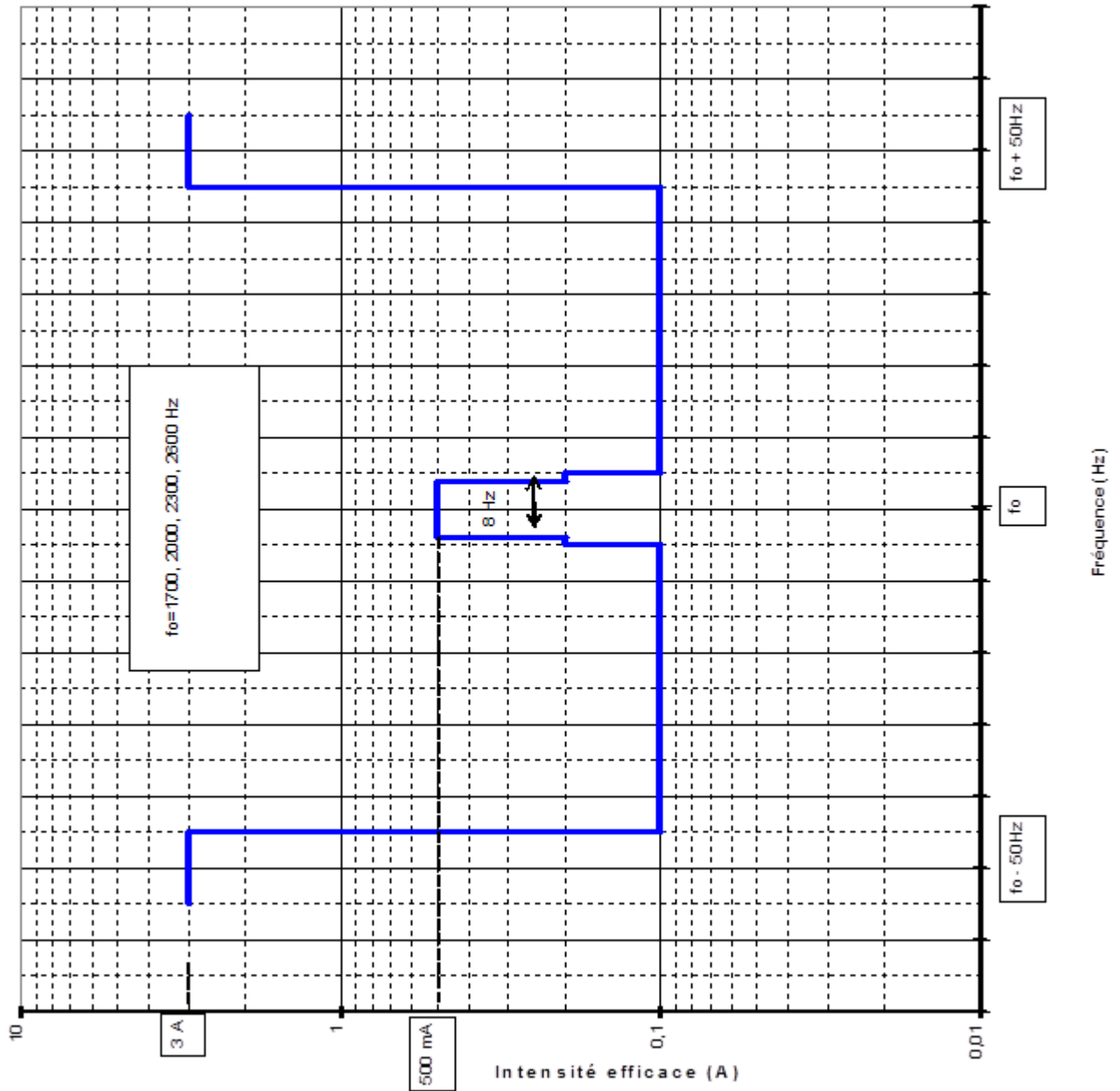
Ligne du réseau conventionnel 25 kV applicable aux locomotives



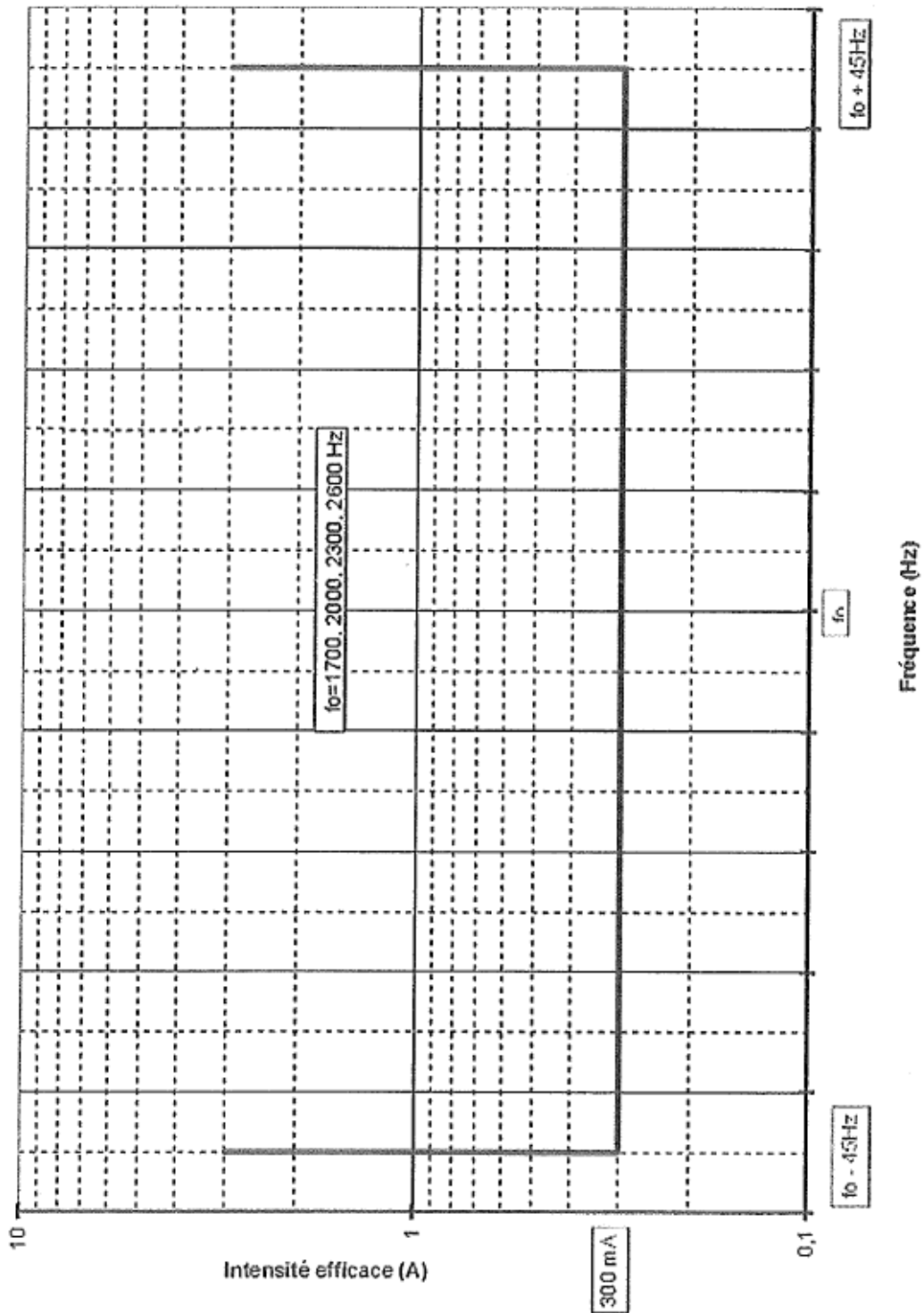
Annexe 4 - Gabarit UM 71 ligne du réseau conventionnel, UM 71 CTVM PSE, UM 71 CTVM 300



Annexe 5 - Gabarit UM 71 CTVM 430 et SEI



Annexe 6 - Gabarit du circuit de voie UM 2000 – récepteur RENUM



Annexe 7 - Recommandations sur les spécifications techniques d'essais

La présente annexe traite de la vérification de la compatibilité entre le matériel roulant et l'infrastructure, vis-à-vis de la signalisation, des télécommunications et de l'alimentation en énergie. Elle précise les spécifications techniques d'essais et les éléments indispensables d'analyse à proposer par le demandeur d'AMEC à l'EPSF et l'évaluateur OQA dans le dossier de démonstration.

A- Essais d'admission

A-1 Prémisses aux essais

Les essais se réalisent sur le(s) site(s) choisi(s), sur un élément représentatif de la série de matériel.

La configuration matérielle et logicielle concernée par le champ d'essais doit être figée.

Aucune mise au point ne peut avoir lieu pendant les essais d'admission.

Lors des essais, tous les phénomènes non permanents doivent être consignés (dysfonctionnements du matériel testé, patinages, décolllements de pantographe, trains croiseurs, etc...).

A-2 Spécification technique d'essais

Pour toutes les configurations proposées, seront indiqués dans la spécification technique d'essais:

- les domaines de vitesses, de tensions, de courants et/ou d'efforts à explorer,
- le mode opératoire,
- le cas échéant, les conditions de charge du matériel
- les modes nominaux et les modes dégradés

Plusieurs reconductions des configurations à tester permettront de donner toute sa représentativité à l'essai.

En outre, les paramètres à mesurer et leur nature seront détaillés; l'accès à chaque point de mesure sera décrit.

Le site d'essais retenu sur le RFN doit avoir des caractéristiques représentatives des performances électriques à valider le matériel roulant. Si le site d'essais est hors RFN, ses caractéristiques doivent être équivalentes.

B - Rapport d'essais

À l'issue des essais, l'organisme d'essai produit un rapport rappelant le contexte de la démarche suivie, et présentant les résultats obtenus conformément à la spécification technique d'essais.

Ce rapport permet de disposer de la signature perturbatrice de l'engin testé dans ses modes de fonctionnement prévus, vis-à-vis de la signalisation, des télécommunications et de l'alimentation en énergie.

Ce rapport peut aussi inclure des résultats non directement liés aux configurations testées mais fondamentaux quant aux contraintes à respecter. Ces résultats sont généralement issus de modes de fonctionnement du matériel que le dossier de démonstration ne permet pas d'anticiper.

C – Vérification de conformité

La vérification de la conformité du matériel est obtenue par la réalisation d'essais en ligne réalisés par un organisme d'essai selon la SAM X009.

La conformité est établie à l'aide des documents fournis par le demandeur à l'évaluateur OQA, et comportant à minima:

- la liste et les caractéristiques électriques des éléments perturbateurs ;
- les modes de défaillance critiques des éléments perturbateurs et moyens de détection associés ;
- les hypothèses prises (diamètre des roues mi-usées par exemple) ;
- les caractéristiques des moteurs et des transformateurs, des convertisseurs auxiliaires si il y en a ;
- le rappel des critères à respecter issus des SAM S003, S005, S006, T004 ou des normes adéquates ;
- les règles de sommation utilisées pour la démonstration ;
- la description du fonctionnement (traction, freinage électrique et fourniture d'énergie auxiliaire) ;
- les performances en traction et en freinage électrique (courbes effort vitesse) ;
- le schéma en traction et en freinage électrique ;
- les résultats de simulations de son fonctionnement donnant les spectres calculés des courants et tensions au(x) pantographes(s) ;
- les fréquences de fonctionnement de ses convertisseurs (unité multiple, entrelacement);
- les versions des logiciels des éléments perturbateurs ;
- les fréquences d'accord de ses filtres ;
- les impédances d'entrée sous alimentation continue ;
- les schémas d'alimentation des équipements auxiliaires et la séquence de mise en service des charges ;
- les résultats des simulations numériques ;
- les résultats de la validation sur banc de test ;
- les résultats des essais statiques ;
- les résultats des essais dynamiques.

Fiche d'identification

Référentiel	Matériel
Titre	Protocole de vérification de la compatibilité électromagnétique des matériels roulants avec les circuits de voie
Référence	recommandation - SAM S 003
Date d'édition	22/02/2016

Historique des versions			
Numéro de version	Date de version	Date d'application	Objet
1	04/07/2012	04/07/2012	Première version
2	22/02/2016	22/02/2016	Mise à jour générale

Ce texte est consultable sur le site Internet de l'EPSF

Résumé
Ce texte présente les prescriptions relatives à la compatibilité électromagnétique entre les circuits de voie et le matériel roulant, qui sont à respecter sur le matériel roulant admis à circuler sur le réseau ferroviaire national. Cette SAM S 003 est un des éléments du référentiel utilisé dans ce domaine.

Textes abrogés	Textes interdépendants
SAM S 003 V1 Edition EPSF du 04/07/2012	

Entreprises concernées	Toutes les entreprises ferroviaires
Lignes ou réseaux concernés	R.F.N. et réseaux comparables

Pour toute question ou remarque relative à ce texte, veuillez utiliser le formulaire de contact du site Internet de l'EPSF en cliquant sur le logo ci-dessous :



en sélectionnant le sujet « Les documents de l'EPSF » et en indiquant la référence de ce texte dans le message.

Division Règles et Référentiels
Établissement public de sécurité ferroviaire – Direction des Référentiels
60, rue de la Vallée – CS 11758 - 80017 AMIENS Cedex