



Référentiels EPSF

Recommandation

Matériel

Moyen acceptable de conformité

## Freins magnétiques

### SAM F 102

---

Applicable sur : RFN

Edition du 08/10/2015

Version n° 3 du 08/10/2015

Applicable à partir du : 08/10/2015

## SOMMAIRE

Avant propos.....	3
1. Objet.....	4
2. Domaine d'application.....	5
3. Références documentaires .....	5
4. Abréviations .....	6
5. Exigences fonctionnelles et techniques .....	6
5.1 Domaines d'utilisation .....	6
5.2 Mise en oeuvre du frein magnétique.....	6
5.3 Construction et condition de montage.....	7
5.3.1 Condition de montage.....	7
5.3.1.1 Matériel dont la vitesse maximale est supérieure à 100 km/h :.....	7
5.3.1.2 Matériel dont la vitesse maximale est inférieure ou égale à 100 km/h :.....	8
5.3.2 Caractéristiques des éléments constituant le frein électromagnétique .....	8
5.4 Contrôle et isolement du frein magnétique .....	8
5.4.1 Test de fonctionnement .....	8
5.4.2 Signalement de défaut.....	8
5.4.3 Isolement .....	8
5.5 Perturbation des circuits de voie.....	8
5.6 Perturbation des détecteurs de boîtes chaudes (DBC) et compteurs d'essieux .....	9
5.7 Exigences de sécurité.....	9
5.7.1 Exigences génériques.....	9
5.7.2 Exigences spécifiques .....	9
6. Maintenance .....	9
7. Vérification de conformité .....	10

## Avant propos

---

**Ce texte constitue un moyen acceptable de conformité.** Conformément à l'article 4.I de l'arrêté du 19 mars 2012, 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

---

Ce document définit les dispositions techniques des freins à patins magnétiques (FMg) exploités sur le matériel roulant.

Deux types de freins magnétiques sont considérés :

- Le frein électromagnétique (FEM) ;
- Le frein magnétique à aimantation permanente (PMS).

Il constitue un moyen acceptable de conformité vis-à-vis des articles suivants de l'arrêté du 19 mars 2012 :

*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 :*

*a) Le gabarit des matériels roulants prévient tout heurt avec des équipements de l'infrastructure ferroviaire ou avec d'autres matériels circulant ou stationnant sur des voies adjacentes ;*

*c) Les efforts statiques et dynamiques, verticaux, longitudinaux et transversaux transmis à la voie, notamment en cas d'accélération ou de freinage maximal, sont compatibles avec ses caractéristiques mécaniques ;*

*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 ;*

*Art. 62. – Le freinage d'un train doit, en tout point de son parcours prévu :*

*a) Garantir une décélération minimale permettant au conducteur de respecter les prescriptions de ralentissement ou d'arrêt à la suite notamment des indications de la signalisation ou des informations transmises par les agents du service chargé de la gestion des circulations ;*

*b) Lui permettre de se maintenir à l'arrêt quelle que soit la déclivité.*

Ce texte répond au point ouvert de la STI ERA ERTMS 033 281 § 3.2.3 (document complémentaire à la STI loc&pass 1302/2014).

Les éléments cités dans cette spécification qui sont également exigés au travers des STI et qui sont validés par un organisme notifié ne sont pas à réévaluer par l'organisme désigné (DeBo) au titre des règles nationales.

La norme NF EN 16207 Applications ferroviaires : Freinage-Critère pour la fonction et la performance des systèmes de freinage électromagnétiques pour véhicules ferroviaires, reprend à présent la majorité des requis de cette SAM F102.

L'emploi des dispositions de la norme est indiqué dans chaque paragraphe adéquat de cette SAM. Les spécificités d'utilisation du frein magnétique sur le RFN sont également indiquées.

Ainsi, la norme NF EN 16207 n'étant citée ni dans la STI loc&pas 1302/2014, ni dans son guide d'application, est considérée comme un moyen acceptable de conformité du fait de la publication de cette SAM.

## 2. Domaine d'application

---

Ce document s'applique à tout le matériel roulant ferroviaire équipé de ces dispositifs.

Il indique des performances qu'il convient également de respecter pour réduire les dommages que peuvent occasionner les patins magnétiques sur les rails.

## 3. Références documentaires

---

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition valable à la date de parution de la SAM qui s'applique.

- STI relative au sous-système «matériel roulant» du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse du 21 février 2008 ;
- STI relative au sous-système «infrastructure» du système ferroviaire transeuropéen à grande vitesse du 20 décembre 2007 ;
- Règlement 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 ;
- Décret n°2006-1279 du 19 octobre 2006 modifié relatif à la sécurité des circulations ferroviaires et à l'interopérabilité du système ferroviaire ;
- Arrêté du 19 mars 2012 fixant les objectifs, les méthodes, les indicateurs de sécurité et la réglementation technique de sécurité et d'interopérabilité applicables sur le réseau ferré national ;
- norme NF EN 15273-2 : mars 2010 Gabarits - Partie 2 : Gabarit du matériel roulant ;
- norme EN 15734-1 Systèmes de freinage pour trains à grande vitesse - Partie 1 : Exigences et définitions ;
- NF EN 15734-2 (2011-04-01) : Applications ferroviaires - Systèmes de freinage pour trains à grande vitesse - Partie 2 : méthodes d'essai ;
- fiche UIC 540 : Freins à air comprimé pour trains de marchandises et trains de voyageurs ;
- fiche UIC 541-06-1992 : Prescriptions concernant la construction des différents organes de frein, frein magnétique (norme appelée dans STI loc&pas) ;
- SAM F 004 : Actions des automatismes de freinage ;
- SAM F 005 Performance de freinage d'arrêt et de ralentissement – Lignes équipées de signalisation latérale classique ;
- SAM F 007 : Performances des freins d'immobilisation ;
- SAM F 017 : Freinage – Consistance du dossier technique et des essais de validation ;
- SAM F 018 Performance de freinage d'arrêt et de ralentissement – Lignes équipées de signalisation TVM ;
- SAM S 005 Protocole de vérification et de compatibilité des matériels roulants avec les détecteurs électroniques de roues ;

- NF EN 16207- 2014 : applications ferroviaires : Freinage-Critère pour la fonction et la performance des systèmes de freinage électromagnétiques pour véhicules ferroviaires (norme non citée dans la STI loc&pas) ;
- BEA-TT : Rapport d'enquête technique sur la dérive du TER n°871479 survenue le 18 décembre 2013 à Mérens-les-Vals (09).

## 4. Abréviations

---

- FMg Freins magnétiques
- FEM Frein électromagnétique
- PMS Frein à aimants permanents
- SSL Sous-Système Local

## 5. Exigences fonctionnelles et techniques

---

### 5.1 Domaines d'utilisation

---

Le frein magnétique (du matériel exploité sur lignes conventionnelles) est autorisé uniquement en freinage d'urgence et doit être efficace lorsque la vitesse est supérieure à 50 km/h. Il doit être désactivé en deçà de 20 km/h (application du § 5.10 de la NF EN 16 207).

Pour le matériel automoteur régional et de banlieue, il est admis que le frein magnétique soit efficace lorsque la vitesse est supérieure à 15 km/h et perde son efficacité avant d'atteindre l'arrêt du train : l'utilisation du frein magnétique peut être autorisée jusqu'à l'arrêt si l'augmentation de l'effort instantané de retenue des patins entre 50 km/h et 0 est inférieure à 50 % de la valeur nominale de retenue à 50 km/h (performance spécifique au RFN afin de limiter l'endommagement de l'infrastructure).

Pour les trams trains, il est admis que les patins soient alimentés jusqu'à l'arrêt.

L'utilisation du frein magnétique est interdite aux vitesses supérieures à 280 km/h (seuil de vitesse conforme à la STI loc&pass). En dessous de cette vitesse elle n'est autorisée que sur les sections de ligne permises par le registre de l'infrastructure ou les règles d'exploitations.

Note : la NF EN 16207 limite à 220 km/h au lieu de 280 km/h pour l'infrastructure française.

Sur les lignes classiques l'utilisation du frein magnétique est normalement autorisée.

Le frein magnétique à aimants permanents peut être utilisé comme frein d'immobilisation de ligne (§ 5.9 NF EN 16 207). Dans ce cas, les performances à respecter sont définies dans la STI loc&pas au § 4.2.4.4.5 et l'EN 16185-1.

Il est recommandé d'utiliser des patins en fonte graphite sphéroïdale ou en fritté. Il est recommandé de ne pas utiliser de patin en acier. De même, les entretoises amagnétiques doivent être en matériau fritté.

### 5.2 Mise en oeuvre du frein magnétique

---

Le frein magnétique est commandé indépendamment par bogie ou à la voiture; l'équipement de chaque bogie ou de chaque voiture constitue un Sous-Système Local (SSL).

L'effort de retenue moyen par patin, pour une vitesse de 100 km/h jusqu'à celle du relevage, ne doit pas être supérieur à 650 daN pour les matériels dont le seuil de vitesse de relevage est inférieur à 50 km/h et 1000 daN pour les autres matériels dont le seuil de vitesse de relevage est supérieur ou égal à 50 km/h (performance spécifique France). La démonstration de cette performance doit être apportée.

Un dispositif de commande, à la disposition du conducteur, indépendant de la vitesse et d'un freinage de service, est admis en plus de la mise en œuvre lors d'un freinage d'urgence :

- dans le cas de pentes supérieures ou égales à 40 ‰ ou de conditions de faibles adhérences (NF EN 16207 §5.10) ;
- dans le cas particulier du matériel utilisé dans les pentes supérieures à 60‰ (cas rencontrés sur les voies métriques Mont-Blanc/Cerdagne par exemple, non couvertes par la STI loc&pas).

A l'exception des trams trains, le frein magnétique ne doit en aucun cas être mis en œuvre automatiquement à l'arrêt, y compris en cas de défaut ou de mise hors service du train (la raison en est la sécurité du personnel dans les Etablissements en Charge de la Maintenance).

Le déclenchement du freinage d'urgence est réalisé automatiquement (§ 5.10 NF EN 16207):

- soit par une dépression dans la conduite générale, dans ce cas la pression de déclenchement est inférieure à 3 bar ;
- soit directement par les dispositifs de commande du freinage d'urgence.

Le seuil de vitesse doit être élaboré localement pour chaque bogie ou par voiture à partir des informations fournies par les capteurs de vitesse, et doit être redondé si nécessaire pour respecter les exigences de sécurité du paragraphe 6.2 (§ 5.10 NF EN 16 207).

La mise en œuvre est réalisée par alimentation en énergie électrique et pneumatique du SSL (hors tram-train).

Une réserve d'air est nécessaire au niveau de chaque bogie pour garantir la descente des patins même en cas d'absence d'alimentation en énergie pneumatique (§ 6.1 NF EN 16207).

La disponibilité de l'énergie pneumatique nécessaire à la mise en œuvre du frein magnétique doit être vérifiée en permanence. Un défaut de la disponibilité d'une unité indépendante doit être signalé au conducteur et lui permettre de prendre les dispositions nécessaires à une exploitation sûre.

Il est recommandé d'alimenter en série les patins d'un même bogie. Dans le cas d'une alimentation en parallèle, une étude des conséquences des modes dégradés (dissymétrie d'effort sur le bogie par exemple) est à fournir. Cette étude peut être constituée par une note de calcul relative à la stabilité du bogie, ou par tout autre document exhaustif garantissant la visibilité sur les conséquences des modes dégradés (voir § 5.10 NF EN 16207).

Le temps de mise en œuvre du frein magnétique (entre le début de la détection du freinage d'urgence et 50 % de l'effort d'attraction) doit être inférieur à 3 secondes (§ 5.10 NF EN 16 207).

L'alimentation électrique du patin est réalisée en position basse.

## 5.3 Construction et condition de montage

---

### 5.3.1 Condition de montage

---

#### 5.3.1.1 Matériel dont la vitesse maximale est supérieure à 100 km/h :

---

Les patins sont montés en suspension haute, la descente des patins vers les rails est mise en œuvre par alimentation pneumatique (§ 5.8 NF EN 16207).

La position du patin magnétique au-dessus du rail (§ 5.1 NF EN 16207) doit garantir un espace suffisant pour éviter à ces derniers de venir en contact avec le rail lorsqu'ils ne sont pas commandés, dans toutes les configurations d'exploitation (sous l'effet des vibrations ou des battements de la suspension, quelle que soit la vitesse, dans le cas extrême d'affaissement de la suspension, de roues à limite l'usure et de patins neufs (voir également annexe A de la norme NF EN 16207).

L'effort (force verticale) au rail, hors magnétisation, doit être le plus faible possible, et quelles que soient les conditions extrêmes d'utilisation, l'effort recommandé doit être inférieur à 600 daN (cette performance

est issue du retour d'expérience sur le RFN. Elle est de 1000 daN par file de rail, dans la norme NF EN 16207 § 5.10).

#### 5.3.1.2 Matériel dont la vitesse maximale est inférieure ou égale à 100 km/h :

Les patins peuvent être montés en suspension basse, mais dans ce cas, ils sont suspendus à une distance d'au moins 8 mm au-dessus du rail. Pour maintenir cette distance le dispositif de suspension doit être ajustable (cette performance n'est pas couverte par la NF EN 16 207 car non utilisée sur lignes conventionnelles, elle concerne le tram-train).

Lorsque l'effort magnétique est développé, le patin descend automatiquement en application sur le rail. A la coupure du flux magnétique, le patin doit revenir à sa position initiale.

#### 5.3.2 Caractéristiques des éléments constituant le frein électromagnétique

Pour les vitesses de relevage supérieures à 30 km/h, le gabarit des patins doit répondre à la norme NF EN 15273-2:2013 (§ 5.1 NF EN 16207). Cette performance est demandée pour le passage des aiguilles. C'est une contrainte issue de l'infrastructure. La caractérisation du patin usé ou neuf est à définir.

Dans le cas d'une application à du matériel automoteur pour lequel le seuil de relevage des patins est inférieur à 30 km/h (la justification de cette performance est à définir) le gabarit des éléments d'extrémités doit être conforme à la forme 2 de l'annexe C de la NF EN 16207.

En cas de non-conformité aux profils d'étrave cités, des essais comparatifs avec mesure des efforts résultant dans le patin et la voie sont à réaliser pour valider le nouveau profil.

### 5.4 Contrôle et isolement du frein magnétique

#### 5.4.1 Test de fonctionnement

Voir § 7 NF EN 16 207.

#### 5.4.2 Signalement de défaut

(§ 7 NF EN 16207) Si le frein magnétique est nécessaire pour réaliser la performance de freinage requise, alors la mise hors service ou un défaut d'alimentation (pneumatique ou électrique) d'au moins un frein magnétique doivent être signalés dans la cabine de conduite et les procédures de conduite doivent prévoir les conditions de reprise de la marche.

#### 5.4.3 Isolement

(§ 5.10 NF EN 16207) L'équipement de frein de chaque bogie doit pouvoir être isolé séparément pour la maintenance. Cet isolement ne doit pas provoquer la descente des patins.

(§ 5.9 NF EN 16 207) Pour les patins magnétiques à aimantation permanente (PMS), un dispositif de relevage indépendant doit être prévu pour supprimer l'effort d'attraction engendré entre le patin et le rail, en cas de défaillance du SSL.

### 5.5 Perturbation des circuits de voie

Ce paragraphe requiert une attention particulière car il concerne le point ouvert STI CCS (§ 8 NF EN 16207) : l'utilisation des freins magnétiques ne doit en aucun cas perturber les circuits de voie par exemple générer la circulation d'un courant entre les deux files de rail. Voir la SAM S005 pour les éléments de réponse.

Dans le cas où un bogie équipé de freins magnétiques est situé à proximité des antennes ou capteurs équipant le matériel roulant, il faudra vérifier et démontrer l'absence de perturbations des systèmes de transmission entre le sol et le train par les freins magnétiques (transmission voie-machine, boucle à saut de phase...) (§ 8.2 NF EN 16207).

## 5.6 Perturbation des détecteurs de boîtes chaudes (DBC) et compteurs d'essieux

Ce paragraphe concerne le point ouvert STI CCS : § 8.1 NF EN 16207) Les freins magnétiques au repos ou en fonctionnement ne doivent pas perturber les détecteurs de boîtes chaudes ni altérer les fonctions réalisées à l'aide de détecteurs électroniques de roue. Le profil d'étrave (épaule) et la dimension des pôles neufs et/ou usés ne sont pas définis dans la norme NF EN 16207.

L'absence de perturbation est vérifiée en appliquant les dispositions mentionnées au chapitre « Essais et procédures d'autorisation » de la SAM S 005.

## 5.7 Exigences de sécurité

### 5.7.1 Exigences génériques

Les défaillances de fonctionnement et scénarios dangereux de la fonction freinage d'urgence sont listés au § 4.2.4.2.2 Exigences de sécurité de la STI loc&pas fusionnée.

Les scénarios sont à compléter avec les scénarios identifiés de la SAM F 015.

### 5.7.2 Exigences spécifiques

Les exigences techniques de sécurité à respecter par les systèmes de freinage, dont les freins magnétiques, sont définies dans la SAM F 015 : Exigences de sûreté concernant la conception des systèmes de freinage.

Les ER suivants sont le minimum dont la maîtrise est à démontrer et ne remplacent pas une analyse de risque ou une analyse dysfonctionnelle à mener sur le système frein magnétique. Une traçabilité est nécessaire avec les ER listés ci-dessous (les normes EN 15734-1 et 16185-1 listent les ERS à étudier également).

ÉVÉNEMENT REDOUTÉ	Probabilité d'occurrence maximale	Niveau d'ordre de panne
Défaut d'un ou de plusieurs FMg,	ER14 – SAM F 015	1
Application intempestive d'un FMg à l'arrêt (sauf trams trains) (cas en atelier pour éviter blessure sur mainteneur)	démonstration par application d'une procédure dédiée à référencer dans le dossier de sécurité.	non applicable

## 6. Maintenance

La trame de maintenance du matériel roulant doit permettre de garantir les dispositions précédentes durant le cycle de vie du matériel en tenant compte notamment des caractéristiques réelles du matériel en service et de ses conditions d'exploitation.

## 7. Vérification de conformité

---

Les documents suivants sont à fournir à l'évaluateur:

- note de calcul des efforts d'application ;
- étude de sécurité (AMDEC, arbre de défaillance).
- Essais type selon NF EN 16207 § 9 et 10 procédures et rapports d'essais
- Toutes les performances demandées au travers de cette SAM F102.

== O ==

## Fiche d'identification

<b>Référentiel</b>	Matériel
<b>Titre</b>	Freins magnétiques
<b>Référence</b>	Recommandation - SAM F 102
<b>Date d'édition</b>	08/10/2015

Historique des versions			
Numéro de version	Date de version	Date d'application	Objet
1	16/11/2007	16/11/2007	Publication EPSF
2	21/10/2014	21/10/201408/10/2015	Mise à jour générale avec la norme EN 16207
3	08/10/2015	08/10/2015	Mise à jour du § 3 avec EN 16207-2014, référence rapport BEA-TT, § 5.2 sur la mise en œuvre du FEM

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

Résumé
Ce document définit les exigences techniques que doivent respecter les matériels roulants ferroviaires amenés à circuler sur le réseau ferré national équipés de freins magnétiques.

Textes abrogés	Textes interdépendants
SAM F 102 rev 2 du 21/10/2014	

<b>Entreprises concernées</b>	Toutes les entreprises ferroviaires
<b>Lignes ou réseaux concernés</b>	R.F.N.

Élaboration		Validation		Approbation	
Nom	Date et signature	Nom	Date et signature	Nom	Date et signature
Frederic LISIECKI		Laurent CEBULSKI		Hubert BLANC	

Division Spécification  
Établissement Public de Sécurité Ferroviaire  
60 rue de la Vallée – 80000 AMIENS