

Référentiels EPSF

Document technique

Matériel

Moyen acceptable de conformité

Freins dynamiques : Exigences techniques et conditions d'utilisation

SAM F 006

Applicable sur : RFN

Edition du 04/07/2012

Version n° 1 du 04/07/2012

Applicable à partir du : 04/07/2012

Remplace : IN 2850 (version 1 du 01/12/2003)

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.

Avertissement

Le présent document reprend intégralement le texte de même dénomination élaboré par la SNCF¹ et publié à l'époque sous référence IN 2850 (version 1 du 01/12/2003) du système de prescription de la Direction de l'Infrastructure SNCF. Ce texte était cité par l'annexe à l'arrêté du 1^{er} juillet 2004.

Le contenu en est inchangé afin de ne pas retarder sa publication sur le site internet de l'EPSF². Certaines spécifications qui y sont formulées peuvent dépasser les strictes exigences découlant de la réglementation.

La terminologie SNCF, éventuellement utilisée devra, si besoin, être adaptée par les lecteurs à celle en usage dans leur entreprise.

La mise à jour de ce document sera entreprise ultérieurement. Les utilisateurs de ce document sont invités à faire part à l'EPSF de toutes les remarques et difficultés vis-à-vis de la réglementation en vigueur.

¹ Direction déléguée Système d'exploitation et Sécurité de la Direction de l'Infrastructure SNCF.

² Prévues par l'article 4 de l'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.

Sommaire

1.	OBJET	1
2.	DOMAINE D'APPLICATION.....	1
3.	REFERENCES NORMATIVES.....	1
4.	TERMINOLOGIE	1
5.	EXIGENCES FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES	2
5.1.	Equipement des matériels en frein dynamique	2
5.1.1	Généralités	2
5.1.2	Matériels équipés de VI.....	2
5.1.3	Contrôles et isolements.....	2
5.2.	Conditions de prise en compte des freins dynamiques dans la performance de freinage d'urgence.....	3
5.2.1.	Généralités et Fonctionnalités	3
5.2.2.	Contrôles et Isolement	3
5.3.	Commande indépendante des freins dynamiques	3
5.4.	Utilisation des freins dynamiques et à frottement.....	4
5.4.1.	La substitution	4
5.4.2.	La superposition ou juxtaposition.....	4
5.4.3.	La conjugaison	4
5.4.4.	Fonctionnalités liées à l'utilisation des freins.....	5
5.5.	Antienrayeur du frein dynamique.....	5
5.6.	Marquage.....	5
6.	EXIGENCES DE SECURITE, DISPONIBILITE ET FIABILITE.....	5
6.1.	Fiabilité - Disponibilité	6
6.2.	Sécurité.....	6
7.	ESSAIS ET PROCEDURES D'HOMOLOGATION	6

1. Objet

L'objet de ce document est de définir les conditions d'utilisation des freins dynamiques des matériels roulants ferroviaires, et de préciser les exigences techniques à respecter pour les matériels devant circuler sur le Réseau Ferré National.

On appelle frein dynamique tout frein dépendant du mouvement du train pour produire son effort. Le frein dynamique englobe les freins électriques (rhéostatique et à récupération), hydrodynamiques et à courants de Foucault.

2. Domaine d'application

Ce document s'applique à tout le matériel roulant ferroviaire équipé devant circuler sur le réseau ferré national.

3. Références normatives

- Projet de norme européenne EN 14198 : Exigences concernant le système de freinage des trains tractés par locomotive.
- Fiche UIC 544-2, 2^{ème} édition : conditions à remplir par le frein dynamique des locomotives et motrices pour pouvoir tenir compte de son effort dans le calcul du poids-frein.
- SAM F 005 : Performance de freinage d'arrêt et de ralentissement – Lignes équipées de signalisation latérale classique.
- SAM F 009 : Sollicitation de l'adhérence roue / rail en freinage - Antienrayage.
- SAM F 015 : Exigences de sûreté concernant la conception des systèmes de freinage.
- 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 F 101 : Frein à courants de Foucault.

4. Terminologie

CG : Conduite Générale du frein à air comprimé UIC, ou commande respectant la fiche UIC 540.

Frein automatique : selon fiche UIC 540

SAM : Spécification d'Admission du Matériel.

SSL : Sous-Système Local, voir définition dans la SAM F 015.

TGV : Train à Grande Vitesse.

TVM : Transmission Voie-Machine, système de contrôle de vitesse sur lignes à grande vitesse.

UIC : Union Internationale des Chemins de fer.

VI : Dispositif de Vitesse Imposée.

MTBF : Mean Time between Failure (temps moyen entre deux pannes)

5. Exigences fonctionnelles et techniques

5.1. Equipement des matériels en frein dynamique

5.1.1 Généralités

Tout matériel moteur et automoteur apte à circuler sur le réseau ferré national doit normalement être équipé d'un frein dynamique.

Les matériels moteurs et automoteurs assurant une circulation voyageurs ou Fret, doivent être équipés d'un frein dynamique indépendant de la caténaire, même en frein de service ; en conséquence, le frein électrique à récupération doit être redondé par un autre type de frein dynamique (rhéostatique par exemple).

Transition freinage de service – freinage d'urgence : La distance d'arrêt résultant d'un freinage maximal de service, déclenché quelle que soit la vitesse initiale, suivi d'un freinage d'urgence, doit être inférieure ou égale à la distance d'arrêt qui aurait été obtenue si le freinage d'urgence n'avait pas été commandé.

De plus, les critères de transition décrits au point **d** du paragraphe **5.4.4** doivent être respectés.

5.1.2 Matériels équipés de vitesse imposée (VI)

Le matériel muni d'un dispositif de vitesse imposée doit être équipé d'un frein dynamique permettant une bonne régulation de la vitesse en mode VI.

Un dispositif d'inhibition de la VI doit exister, pour neutraliser cette dernière en régime de freinage marchandise.

Pour les locomotives : voir norme EN 14198.

5.1.3 Contrôles et isolements

L'effort de freinage réalisé par le frein dynamique doit être contrôlé et mesuré en continu.

Un organe doit permettre d'isoler manuellement le frein dynamique (ou le dispositif d'utilisation des freins dynamiques et à frottement).

La panne d'au moins une unité indépendante du frein dynamique doit être signalée en cabine de conduite.

5.2. Conditions de prise en compte des freins dynamiques dans la performance de freinage d'urgence

5.2.1. Généralités et Fonctionnalités

L'effort de retenue des freins dynamiques doit être obtenu même en l'absence de tension dans la ligne d'alimentation (caténaire), ou d'alimentation en énergie pneumatique du train.

En freinage d'urgence, la commande de la mise en action du frein dynamique doit être réalisée à partir de la CG via les SSL.

La détermination, la commande et la réalisation de l'effort demandé au frein dynamique, doivent être obtenues indépendamment sur chacun des bogies ou des essieux (SSL indépendant par bogie ou par essieu).

Toute panne du frein dynamique d'un SSL, sur un bogie ou un essieu, ne doit pas affecter le fonctionnement du frein dynamique des autres SSL.

Les paragraphes 1 et 2 de la fiche UIC 544-2 sont applicables aux locomotives. Le paragraphe 2 de la fiche UIC 544-2 est applicable aux automoteurs.

5.2.2. Contrôles et Isolement

Dès qu'un freinage d'urgence a été détecté, un contrôle d'effort minimal du frein dynamique au niveau de chaque unité indépendante, doit être effectué. Si ce dernier est défaillant, le frein à frottement devra donner son plein effort, dès détection par le système de contrôle de l'insuffisance d'effort. En cas d'utilisation d'une commande du frein dynamique par micro-informatique, le contrôle de l'insuffisance d'effort doit être réalisé par un dispositif indépendant du logiciel de commande, éventuellement en redondance de ce dernier.

L'isolement automatique ou volontaire, et la perte totale ou partielle de l'effort de chaque unité indépendante du frein dynamique, doivent être signalés, quel que soit le type de freinage, immédiatement et en permanence au conducteur.

5.3. Commande indépendante des freins dynamiques

Le matériel moteur et automoteur circulant sur l'ensemble du réseau ferré national (hors banlieue), doit être équipé d'une commande du frein dynamique, en cabine de conduite, indépendante de celle du frein automatique.

En particulier sont concernés :

- les engins moteurs et automoteurs amenés à circuler sur des lignes à fortes pentes pour la réalisation des freinages de maintien,
- les engins moteurs et automoteurs aptes à des vitesses supérieures à 160 km/h, pour la réalisation des freinages de ralentissement.

Cette commande peut être associée à celle de la traction. Dans ce cas, la différenciation entre les deux plages traction / freinage, notamment le point 0, doit être marquée sans risque de confusion pour le conducteur.

En unité simple et unité multiple, la commande du frein dynamique doit être transmise simultanément à tous les bogies ou essieux moteurs du train dont les SSL sont en service.

L'effort de freinage du train ne doit pas être diminué, lorsqu'une commande du frein automatique par la CG est réalisée avec une commande du frein dynamique présente.

L'effort maximal du frein dynamique obtenu par la commande indépendante peut être supérieur à l'effort maximal donné par le frein dynamique lors d'une commande par la CG.

Ce niveau maximal d'effort du frein dynamique obtenu par la commande indépendante peut être maintenu en freinage d'urgence, à condition que le frein dynamique soit équipé d'un antienrayeur (voir § 5.5).

Aucune défaillance de la commande indépendante ne doit avoir d'influence sur le fonctionnement du frein dynamique en freinage d'urgence.

La plage de réglage de cette commande doit être suffisamment importante pour obtenir une sensibilité et une modérabilité permettant un réglage d'effort inférieur ou égal à 20% de l'effort maximum.

Locomotives : La vitesse de variation de la demande de freinage au frein dynamique doit être limitée à environ 30 kN par seconde, y compris en unité multiple, pour éviter d'engendrer des réactions longitudinales dans le train.

Locomotives : l'effort maximal de retenue est limité à 260kN en unité multiple (réparti équitablement sur les locomotives en unité multiple).

5.4. Utilisation des freins dynamiques et à frottement

5.4.1. La substitution

Si le frein dynamique ne respecte pas le § 5.2, ou lorsque son effort n'est pas suffisant pour assurer la performance de freinage, notamment à basse vitesse, celui-ci est remplacé par le frein à frottement. La commutation entre le frein dynamique et le frein à frottement est réalisée en fonction d'un critère défini selon le matériel.

5.4.2. La superposition ou juxtaposition

Lorsque l'effort du frein dynamique n'est pas suffisant pour assurer la performance de freinage, notamment en freinage d'urgence, les freins dynamiques et à frottement sont mis en œuvre simultanément. L'effort des freins à frottement est alors réduit si nécessaire.

Si le frein dynamique est défaillant, le frein à frottement doit donner son plein effort.

5.4.3. La conjugaison

L'effort de freinage est demandé en priorité au frein dynamique, dans la limite de la courbe d'effort maximum qu'il peut fournir en fonction de la vitesse et du mode de mise en action. Le complément d'effort éventuel est apporté par le frein à frottement.

On distingue 2 types de conjugaison, suivant le mode de calcul du complément d'effort demandé au frein à frottement :

- la conjugaison passive (appelée aussi combinaison) : L'effort demandé au frein à frottement est déterminé en fonction de l'effort théorique qui doit être fourni par le frein dynamique. Il n'y a pas de mesure de l'effort réalisé par le frein dynamique.

- la conjugaison active : L'effort réalisé par le frein dynamique est mesuré en continu, et la différence entre la demande de freinage et l'effort réalisé par le frein dynamique est demandée au frein à frottement.

5.4.4. Fonctionnalités liées à l'utilisation des freins

a Quel que soit le type de freinage de service ou d'urgence, le frein dynamique doit être prioritaire dès que les conditions nécessaires à l'utilisation de ce frein sont atteintes.

b En freinage conjugué : la détection, par un dispositif approprié d'un freinage d'urgence commandé par la CG, et en redondance de la commande normale, doit provoquer la commande maximale de l'effort de freinage.

c Matériel équipé de freinage électrique à récupération : en cours de freinage, l'absence de liaison électrique avec la caténaire (par une coupure de courant, abaissement du pantographe par exemples) ne doit avoir aucune incidence sur les performances.

d L'établissement du freinage et les phases de transition d'un mode de fonctionnement à un autre : freinage dynamique ↔ freinage à frottement, ou freinage de service ↔ freinage d'urgence, ou le passage d'un type de frein dynamique à un autre (freinage à récupération ↔ freinage rhéostatique par exemple) ne doivent pas provoquer de variations d'effort trop importantes.

Pour respecter ce critère :

- la variation d'effort ne doit pas excéder +10%/-20% de l'effort commandé par le conducteur sur 0,5 sec ;
- en freinage de service, le jerk doit être inférieur ou égal à 1m/s^3 sur 200 ms ;
- en freinage d'urgence, le jerk doit être inférieur ou égal à 2m/s^3 sur 200 ms.

5.5. Antienrayeur du frein dynamique

L'antienrayeur sur le frein dynamique utilisé en freinage d'urgence et/ou de service, et dépendant de l'adhérence, doit répondre aux exigences de la SAM F 009.

Si le frein dynamique est commandé par une commande indépendante, et que le taux d'adhérence sollicitée par ce frein dépasse les taux prévus dans la SAM F 009, la commande doit être équipée d'un antienrayeur agissant pour les faibles glissements des essieux. Cet antienrayeur doit répondre aux exigences de la SAM F 009.

5.6. Marquage

Pour les locomotives : suivant fiche UIC 544-2, chapitre 1.

6. Exigences de sécurité, disponibilité et fiabilité

Les freins dynamiques doivent répondre aux exigences de la SAM F 015.

6.1. Fiabilité - Disponibilité

- Pour que la performance du frein dynamique soit prise en compte dans celle du freinage d'urgence, le frein dynamique doit respecter le chapitre 5.2 et avoir un MTBF opérationnel supérieur ou égal à 100.000 heures, pour chaque unité indépendante.
- Commande indépendante du frein dynamique : MTBF opérationnel supérieur ou égal à 100.000 heures.
- Signalement en cabine de conduite, de la panne d'au moins une unité indépendante : MTBF opérationnel supérieur ou égal à 10.000 heures.

6.2. Sécurité

Lorsque le frein dynamique est pris en compte dans la performance en urgence, les événements redoutés à prendre en compte pour l'étude de sécurité sont :

- Perte d'effort d'une unité indépendante du frein dynamique non signalée : taux de défaillance inférieur ou égal à $10^{-7}/h$.
- Perte totale ou partielle d'une unité indépendante du frein dynamique, non détectée par le système de contrôle et n'entraînant pas le plein effort du frein à frottement : taux de défaillance inférieur ou égal à $10^{-5}/h$.

7. Essais et procédures d'homologation

Selon SAM F 017 : Consistance du dossier technique et des essais de validation.

Fiche d'identification

Référentiel	Matériel
Titre	Freins dynamiques : Exigences techniques et conditions d'utilisation
Référence	Document technique - SAM F 006
Date d'édition	04/07/2012
Ce texte constitue un moyen acceptable de conformité	

Historique des versions		
Numéro de version	Date de version	Date d'application
1	04/07/2012	04/07/2012

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

Résumé
Ce document présente les prescriptions minimales et nécessaires relatives aux freins dynamiques du matériel roulant sur le réseau ferré national.

Textes abrogés	Textes interdépendants
SAM F 006 (IN 2850) Edition SNCF du 01/12/2003	

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

Mise en forme		Validation		Approbation	
Nom	Date et signature	Nom	Date et signature	Nom	Date et signature
Denis RIPS	04/07/2012	Laurent CÉBULSKI	04/07/2012	Hubert BLANC	04/07/2012

Direction des Référentiels
Établissement Public de Sécurité Ferroviaire
60 rue de la Vallée – 80 000 AMIENS