

PROJET  
FINAL

NORME  
INTERNATIONALE

ISO/FDIS  
24221

ISO/TC 269/SC 2

Secrétariat: AFNOR

Début de vote:  
**2023-07-27**

Vote clos le:  
**2023-09-21**

---

---

## Applications ferroviaires — Système de freinage — Exigences générales

*Railway applications — Braking system — General requirements*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 24221

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2dee84f-c161-4f22-a8ba-eaace55848f0/iso-24221>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence  
ISO/FDIS 24221:2023(F)

© ISO 2023

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 24221

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2dee84f-c161-4f22-a8ba-eaace55848f0/iso-24221>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2023

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Exigences</b> .....	<b>2</b>
4.1 Exigences générales du système de freinage .....	2
4.2 Exigences générales de sécurité .....	3
4.3 Exigences relatives au système de freinage principal .....	4
4.3.1 Exigences générales .....	4
4.3.2 Fonctions générales au niveau du train .....	5
4.3.3 Exigences supplémentaires au niveau du véhicule .....	9
4.4 Gestion des freins / conjugaison des freins .....	9
4.5 Systèmes de freinage supplémentaires .....	10
4.5.1 Généralités .....	10
4.5.2 Freinage dynamique indépendant .....	10
4.5.3 Freinage direct indépendant pour les locomotives et les engins de traction .....	11
4.6 Anti-enrayeur .....	13
4.7 Amélioration de l'adhérence roue/rail .....	14
4.8 Compatibilité à des fins de secours .....	15
<b>5 Exigences de calcul</b> .....	<b>16</b>
5.1 Aspects généraux .....	16
5.2 Calcul des performances .....	16
5.2.1 Généralités .....	16
5.2.2 Calculs pour le mode dégradé .....	16
5.3 Conditions de charge applicables .....	16
5.4 Freinage de service .....	17
5.5 Capacité thermique .....	17
5.5.1 Généralités .....	17
5.5.2 Conditions .....	17
5.5.3 Intégrité structurelle des composants du frein .....	18
5.5.4 Allongement de la distance d'arrêt .....	18
5.5.5 Cycle de service .....	18
5.6 Adhérence roue/rail .....	19
5.7 Frein de stationnement .....	20
<b>Annexe A (informative) Système de freinage pneumatique automatique</b> .....	<b>21</b>
<b>Annexe B (informative) Niveaux d'exigence d'adhérence roue/rail appliqués en Europe</b> .....	<b>23</b>
<b>Annexe C (informative) Relation entre le présent document et les réglementations locales du Japon</b> .....	<b>25</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>26</b>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne prend pas position concernant la preuve, la validité ou l'applicabilité de tout droit de propriété intellectuelle revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'a pas reçu d'avis de droits de propriété intellectuelle susceptibles d'être nécessaires pour mettre en application ce document. Toutefois, les responsables de la mise en application sont avertis qu'il ne s'agit pas nécessairement des informations les plus récentes, qui peuvent être obtenues à partir de la base de données des droits de propriété intellectuelle disponible à l'adresse suivante: [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents). L'ISO et l'IEC ne sauraient être tenues pour responsables de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Le présent document a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 269, *Applications ferroviaires, sous-comité SC 2, Matériel roulant*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).

# Applications ferroviaires — Système de freinage — Exigences générales

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences générales relatives aux systèmes de freinage. Ce document porte sur les principes généraux et les exigences générales des systèmes de freinage.

Ce document est applicable à tous les types de matériel roulant au cours de la conception et tout au long de leur durée de vie. Ce document ne spécifie pas les critères de performance de freinage.

Ce document peut être appliqué à tout type de matériel roulant ayant un contact métal sur métal entre la roue et le rail, quelle que soit la classification de la vitesse.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 4975, *Applications ferroviaires — Système de freinage — Qualité de l'air comprimé destiné aux appareils et systèmes pneumatiques*

ISO 10516, *Applications ferroviaires — Masses de référence des véhicules*<sup>1)</sup>

ISO 20138 (toutes les parties), *Applications ferroviaires — Calcul des performances de freinage (freinage d'arrêt, de ralentissement et d'immobilisation)*

ISO 24478, *Applications ferroviaires — Freinage — Vocabulaire générique*

## 3 Termes et définitions

Aux fins du présent document, les termes et définitions fournis dans la norme ISO 24478 et les suivantes s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### exploitation générale

mode d'exploitation des unités destinées à être accouplées à d'autres unités dans une composition de train qui n'est pas définie au stade de la conception

### 3.2

#### évaluation

processus consistant à estimer ou à décider de la quantité, de la valeur, de la qualité ou de l'importance de quelque chose

1) En conception. Stade au moment de la publication : ISO/CD 10516:2023.

### 3.3

#### **essai**

processus consistant à utiliser ou à essayer quelque chose pour voir s'il fonctionne, s'il est adapté ou s'il répond aux règles

### 3.4

#### **vérification**

processus consistant à prouver que quelque chose existe ou est vrai, ou s'assurer que quelque chose est correct

### 3.5

#### **condition nominale**

ensemble donné de conditions (rail sec, voie droite et plane, par exemple) utilisé pour déterminer les performances de freinage sans marge de sécurité ni niveau de confiance

### 3.6

#### **mode normal**

condition d'exploitation avec tous les freins prévus opérationnels et fonctionnant comme spécifié

Note 1 à l'article: Certaines unités de freinage peuvent être intentionnellement isolées.

### 3.7

#### **mode dégradé**

condition d'exploitation où certains freins ne sont pas opérationnels et/ou ne fonctionnent pas comme prévu (défaillance de l'équipement, fuite, par exemple)

### 3.8

#### **condition dégradée**

facteur externe nuisant à la performance de freinage (faible adhérence roue/rail, vent, glace, neige, par exemple)

### 3.9

#### **masse de freinage maximale**

condition de charge correspondant à la masse maximale de la charge utile à des fins de freinage

## 4 Exigences

### 4.1 Exigences générales du système de freinage

L'objectif du système de freinage principal est de garantir le ralentissement, le maintien de la vitesse dans une pente, l'arrêt du train et son immobilisation lorsqu'il est arrêté.

Les systèmes de freinage doivent permettre le freinage de service, le freinage d'urgence et le freinage d'immobilisation.

Les systèmes de freinage peuvent comprendre des applications supplémentaires (un freinage de sécurité, un freinage en cas de tremblement de terre, par exemple).

Les véhicules ferroviaires/unités conçus et destinés à être accouplés et exploités ensemble doivent être équipés d'un système de freinage compatible pour assurer la fonction de freinage dans tous les véhicules/unités du train.

Les systèmes de freinage peuvent inclure des fonctions qui appliquent temporairement la traction et le freinage en même temps (le frein de neige, le démarrage en côte, par exemple).

Les véhicules motorisés spéciaux, dans leur mode de circulation, suivent généralement les exigences applicables aux locomotives. Les véhicules spéciaux qui sont tractés pendant leur mode de circulation suivent généralement les exigences applicables aux véhicules de transport de marchandises.

NOTE Les «véhicules spéciaux» sont des machines qui comprennent les machines de contrôle des infrastructures et les engins de voie

Le système de freinage peut intégrer la fonction d'ajustement de l'effort de freinage selon la charge du véhicule ferroviaire/unité/train.

Dans les systèmes de freinage utilisant de l'air comprimé, la qualité minimale de l'air doit être conforme à la norme ISO 4975.

Des informations plus détaillées sur les systèmes de freinage pneumatique automatique figurent à l'[Annexe A](#).

Des informations sur les exigences nationales relatives aux systèmes de freinage sont données à l'[Annexe C](#).

## 4.2 Exigences générales de sécurité

Si un signal de commande de frein d'urgence est activé au niveau du train, aucune défaillance unique du système de freinage principal ne doit entraîner une perte de plus de 50 % de l'effort de freinage total du train.

Toute commande de freinage sur une ligne de commande de freinage de service ou d'urgence au niveau du train doit toujours annuler toute consigne de traction.

Après l'activation d'une commande de frein de stationnement, aucune défaillance unique du système de freinage ne doit entraîner la perte complète et permanente de l'effort de freinage d'immobilisation du train.

ISO 24221

La fonction de freinage d'urgence d'un train doit être automatique. Toute perturbation involontaire de la ligne de commande de freinage d'urgence au niveau train (perte d'intégrité résultant d'une séparation involontaire du train causée par une défaillance mécanique) doit immédiatement entraîner un signal de commande au niveau du train à tous les véhicules du train.

L'énergie de freinage disponible à bord du train, à partir de l'énergie minimale stockée répartie le long du train conformément à la conception du système de freinage, doit être suffisante pour assurer au moins un freinage d'urgence capable d'arrêter le train depuis sa vitesse maximale, quel que soit l'état de charge. Le stockage local de l'énergie doit tenir compte de la consommation d'énergie par le système d'anti-enrayage (WSP) dans des conditions dégradées lors d'un freinage d'urgence (on parle parfois d'inépuisabilité).

Toute consigne de freinage d'urgence doit conduire immédiatement à un signal de commande de freinage au niveau du train pour un serrage du frein d'urgence et avoir la priorité sur toute demande de freinage et/ou de traction existante [voir [4.3.2.1 a\) à d\)](#)].

L'annulation d'une consigne de freinage d'urgence ne doit pas entraîner le desserrage automatique du frein. Le desserrage d'un freinage d'urgence nécessite une consigne opérationnelle intentionnelle (par le conducteur ou par le système de commande automatique des trains, par exemple).

La vitesse de propagation du signal de commande de freinage d'urgence au niveau train ne doit pas être inférieure à 250 m/s.

### 4.3 Exigences relatives au système de freinage principal

#### 4.3.1 Exigences générales

Un système de freinage principal doit assurer au minimum les fonctions suivantes:

- le serrage et le desserrage du frein d'urgence;
- le serrage et le desserrage du frein de service;
- le serrage et le desserrage du frein d'immobilisation.

Une consigne de freinage pour un serrage de frein doit toujours avoir la priorité sur une consigne de freinage pour un desserrage de frein qui peut avoir déjà été initiée.

Pour réaliser ces fonctions, un système de freinage principal comporte généralement les caractéristiques suivantes:

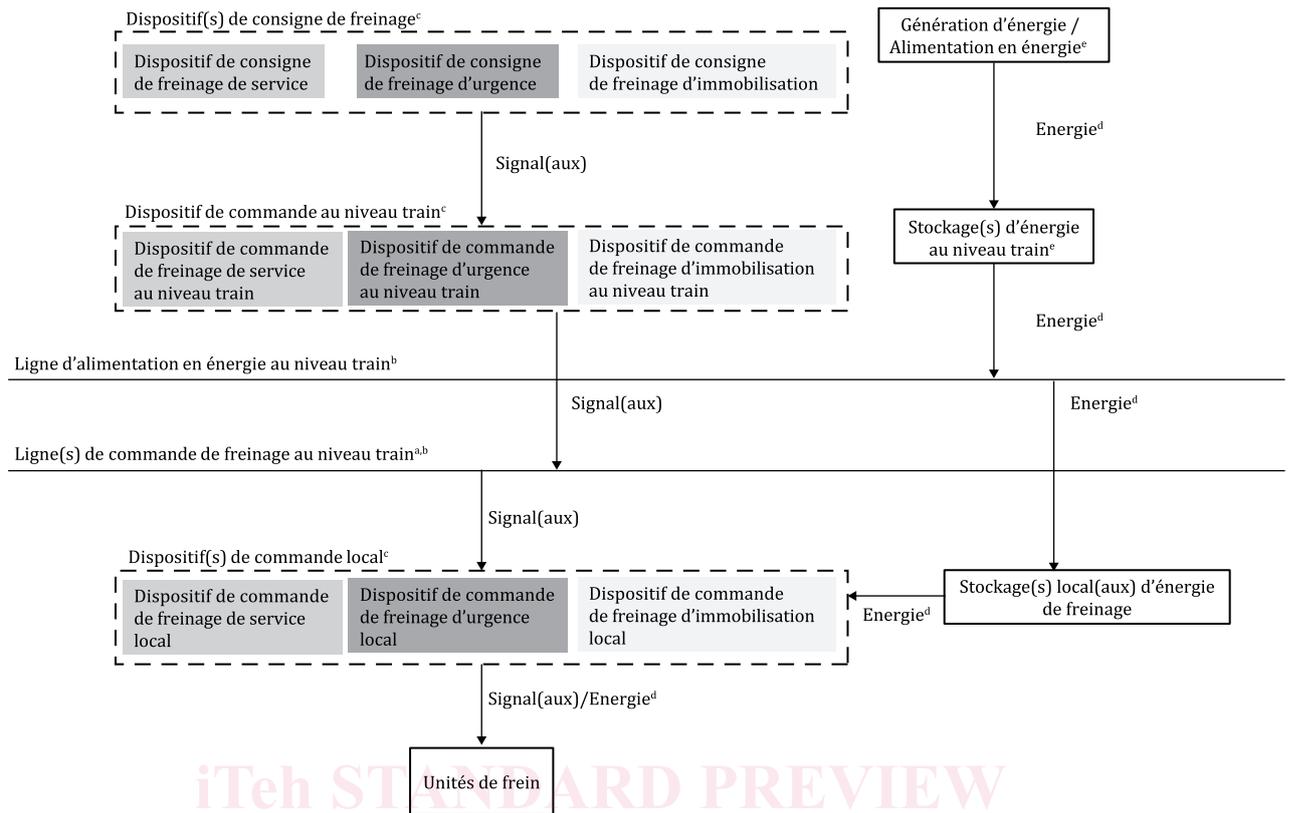
- dispositif(s) de commande de freinage au niveau train;
- dispositifs de consigne de freinage (équipement de la cabine du conducteur, système de contrôle central, etc.);
- ligne(s) de commande de freinage au niveau train;
- dispositif(s) local de commande de freinage;
- unités de frein;
- surveillance et affichage de l'état des freins;
- stockage d'énergie distribué pour la génération de l'effort de freinage.

Pour plus d'explications sur les dispositifs et les signaux, voir la norme ISO 24478:2022, Annexe D.

Lorsqu'une ligne d'alimentation en énergie au niveau train est utilisée et qu'elle est séparée de toute ligne de commande de freinage au niveau train, il est permis que cette ligne d'alimentation en énergie fournisse également de l'énergie à d'autres systèmes.

L'énergie contenue dans une ligne de commande de freinage au niveau train et un stockage local d'énergie de freinage ne doit pas être utilisée à d'autres fins que le freinage.

La structure générale d'un système de freinage principal est illustrée à la [Figure 1](#).



- a Il est également possible d'utiliser des lignes de commande de freinage distinctes au niveau train pour la commande du freinage de service, du freinage d'urgence et du freinage d'immobilisation.
- b Pour certaines applications, la ligne d'alimentation en énergie et la ligne de commande de freinage au niveau train peuvent être combinées (la conduite générale de frein, par exemple).
- c Selon la mise en œuvre technologique, une ou plusieurs boîtes peuvent être combinées et correspondre à un seul dispositif.
- d Différents types d'énergie peuvent être utilisés conjointement (pneumatique, électrique, hydraulique, par exemple).
- e La production et l'alimentation en énergie ainsi que le stockage d'énergie au niveau du train ne sont pas dédiés uniquement au freinage et ne sont pas considérés comme faisant partie du système de freinage.

**Figure 1 — Structure générale du système de freinage principal**

#### 4.3.2 Fonctions générales au niveau du train

##### 4.3.2.1 Fonctions de commande de freinage

Les fonctions de commande de freinage au niveau du train sont:

- Le train doit être équipé au minimum d'une ligne de commande de freinage au niveau du train (par exemple, conduite générale pneumatique, boucle électrique de freinage d'urgence).
- Le train doit être équipé de dispositifs locaux de commande de frein qui sont reliés à la ligne de commande de freinage au niveau train.
- Toutes les unités de frein destinées à être utilisées pour le freinage d'urgence doivent être contrôlées par chaque ligne de commande de freinage d'urgence au niveau train.
- Les unités de frein destinées à être utilisées pour le freinage de service doivent être contrôlées par au moins une ligne de commande de freinage de service au niveau train (par exemple, câblage, bus

de données). Une ligne de commande de freinage de service au niveau du train peut être combinée avec une ligne de commande de freinage d'urgence au niveau du train.

Il est possible d'utiliser des unités de frein pour le freinage d'urgence et le freinage de service.

#### 4.3.2.2 Serrage automatique des freins

Afin d'assurer la fonction de freinage automatique, le système de freinage principal doit être conçu selon un principe de «sécurité intrinsèque» pour le freinage d'urgence. Pour ce faire, il faut généralement annuler l'énergie présente dans la ligne de commande de freinage d'urgence au niveau train pour commander le serrage des freins d'urgence.

Si une ligne de commande de freinage séparée au niveau du train est utilisée uniquement pour la commande du freinage de service, il n'est pas nécessaire qu'elle assure la fonction de freinage automatique.

#### 4.3.2.3 Serrage et desserrage gradués des freins

Le système de freinage principal doit être capable de transmettre un signal de commande de frein de service gradué au niveau train.

Si le train est équipé de plusieurs dispositifs de consigne de freinage de service (par exemple, plusieurs cabines de conduite, système ATO), il ne doit pas y avoir plus d'un dispositif de consigne de freinage de service capable de transmettre une consigne au train à n'importe quel moment de l'exploitation.

Le système de freinage principal doit pouvoir réaliser au moins sept niveaux d'augmentation du serrage des freins de service (depuis le desserrage jusqu'au serrage complet des freins de service).

Le déclenchement d'un desserrage direct ou gradué des freins de service dépend des réglementations locales en vigueur.

NOTE La progressivité peut être réalisée par un dispositif de consigne de freinage dépendant du temps ou de la position.

#### 4.3.2.4 Dispositifs de consigne de freinage d'urgence

Le système de freinage principal peut inclure différents dispositifs de consigne de freinage d'urgence dédiés à des fins spécifiques (le système de détection de déraillement, la surveillance de la température à bord des boîtes d'essieu, le système de contrôle de vigilance (homme mort)).

La performance du freinage d'urgence doit être évaluée avec le dispositif de consigne de freinage d'urgence qui est le plus lent à générer le ou les signaux de commande de freinage d'urgence au niveau train. Il s'applique à tous les dispositifs de consigne de freinage d'urgence qui peuvent être utilisés par le conducteur et aux systèmes de commande des trains ou aux systèmes de protection des trains, mais pas aux systèmes activés par les passagers.

Si un type de consigne de freinage d'urgence est réalisé par l'action de plusieurs dispositifs de commande de freinage d'urgence au niveau du train, l'efficacité du freinage d'urgence doit être évaluée dans la configuration la moins favorable admise en exploitation sans restriction. Par exemple, dans le cas d'un train équipé d'une ligne de commande de freinage d'urgence pneumatique au niveau du train, si un type de consigne de freinage d'urgence est effectué en ouvrant deux valves et que le train est autorisé à fonctionner avec l'une de ces deux valves isolées sans restrictions, la performance de la ventilation est évaluée avec l'ouverture d'une seule valve.

NOTE Le dispositif le plus lent à générer le signal de consigne de freinage d'urgence au niveau train est celui pour lequel la distance d'arrêt est la plus longue.

### 4.3.2.5 Freinage d'immobilisation

#### 4.3.2.5.1 Généralités

Le freinage d'immobilisation doit permettre de maintenir un train immobile soit pendant une certaine période, soit en permanence lorsqu'il n'est pas en circulation, avec ou sans réalimentation en énergie.

Le freinage d'immobilisation est utilisé pour les fonctions suivantes:

- maintien à l'arrêt (voir ISO 24478:2023, 3.4.5);
- immobilisation en ligne (voir ISO 24478:2023, 3.4.6);
- stationnement (voir ISO 24478:2023, 3.4.7).

#### 4.3.2.5.2 Maintien à l'arrêt

La fonction de maintien à l'arrêt doit être en mesure de:

- immobiliser le train temporairement à l'arrêt (dans une gare, devant un signal, par exemple),
- immobiliser le train sur une pente lors d'un démarrage en côte (frein anti-recul).

NOTE 1 La fonction de maintien à l'arrêt n'est censée être active que lorsque le train est à l'arrêt après un serrage du frein de service ou du frein d'urgence.

NOTE 2 La fonction de maintien à l'arrêt peut être assurée soit par le véhicule ferroviaire de tête, soit par la locomotive seule, soit par les deux.

NOTE 3 La fonction de maintien à l'arrêt peut être appliquée simultanément avec une commande de traction (frein anti-recul, démarrage en côte).

NOTE 4 L'énergie utilisée par le système de freinage peut être réalimentée pendant l'utilisation de la fonction de maintien à l'arrêt.

#### 4.3.2.5.3 Immobilisation en ligne

La fonction d'immobilisation en ligne doit être capable de maintenir un train à l'arrêt dans des conditions de charge spécifiées, pendant une période définie et sur une pente définie, en utilisant uniquement l'énergie du système de freinage stockée à bord du train, sans réalimentation.

NOTE 1 La fonction d'immobilisation en ligne est active lorsque le train est à l'arrêt après un serrage du frein de service ou du frein d'urgence.

NOTE 2 La fonction d'immobilisation en ligne est normalement prévue avec un train à sa charge maximale, sur la pente maximale de la ligne et pendant au moins deux heures pour les véhicules/unités/trains transportant des voyageurs, et au moins 30 minutes pour les autres types de trains.

NOTE 3 Il est possible de remplacer la fonction du frein d'immobilisation par celle du frein de stationnement, si cela permet d'obtenir les performances requises.

#### 4.3.2.5.4 Stationnement

La fonction de stationnement doit pouvoir maintenir un véhicule ferroviaire/unité/train à l'arrêt dans des conditions de charge spécifiées pendant une période de temps indéterminée jusqu'à ce qu'il soit intentionnellement desserré et sur une pente définie sans réalimentation de l'énergie du système de freinage.

Des dispositifs externes supplémentaires (des cales, par exemple) peuvent être utilisés pour compléter le frein de stationnement, en cas de dépassement des conditions définies (la pente, la charge, par exemple).

NOTE 1 La fonction de stationnement peut être utilisée pour la fonction d'immobilisation en ligne.

NOTE 2 Des dispositifs externes supplémentaires peuvent être stockés à bord ou mis à disposition dans des espaces dédiés du réseau (une gare de marchandises, par exemple).

#### 4.3.2.6 Contrôle de la fonctionnalité des freins

Au minimum, les fonctions et caractéristiques suivantes du système de freinage doivent pouvoir être contrôlées:

- la continuité de la ligne de commande de freinage d'urgence au niveau train;
- la disponibilité de l'alimentation en énergie de freinage le long du train;
- l'état du frein de stationnement (serré, desserré et éventuellement isolé);
- le déclenchement du signal de commande de freinage d'urgence au niveau train pour chaque dispositif de consigne de freinage d'urgence;
- le serrage des unités de frein déclenché par une consigne de freinage d'urgence;
- l'état des unités de frein d'urgence (serrés, desserrés ou isolés);
- le déclenchement du signal de commande de freinage de service au niveau train pour chaque dispositif de consigne de freinage de service;
- le serrage des unités de frein déclenché par une consigne de freinage de service;
- le desserrage complet des unités de frein lorsqu'il est commandé;
- l'état (marche/arrêt) du système d'anti-enrayage (WSP), s'il est installé.

#### 4.3.2.7 Suivi de l'état des freins pendant la circulation

En cours de circulation, le système de freinage doit fournir les informations suivantes pour le suivi de l'état des freins:

- le niveau de la ou des lignes de commande du frein de service au niveau train et l'état de la ligne de commande du frein d'urgence au niveau train;
- l'état, serré ou desserré, d'au moins une unité de frein de service et d'une unité de frein d'urgence (une unité installée sur le véhicule ferroviaire équipé d'une cabine active, par exemple). L'unité de frein contrôlée peut être utilisée à la fois pour le freinage d'urgence et le freinage de service;
- le niveau (la tension, la pression, par exemple) de la ligne d'alimentation en énergie au niveau train vers le stockage d'énergie réparti pour la génération de l'effort de freinage;
- la disponibilité et l'état, serré ou desserré, des autres systèmes de freinage s'ils peuvent être utilisés indépendamment du système de freinage principal (frein dynamique, par exemple).

NOTE L'état des freins est généralement présenté au conducteur en position normale de conduite dans la cabine active/ la cabine à distance et/ou à un système de commande automatique de train.

Il est recommandé que les unités de frein de stationnement soient équipées de moyens permettant de détecter si le frein de stationnement n'est pas desserré et d'envoyer un message au conducteur.