

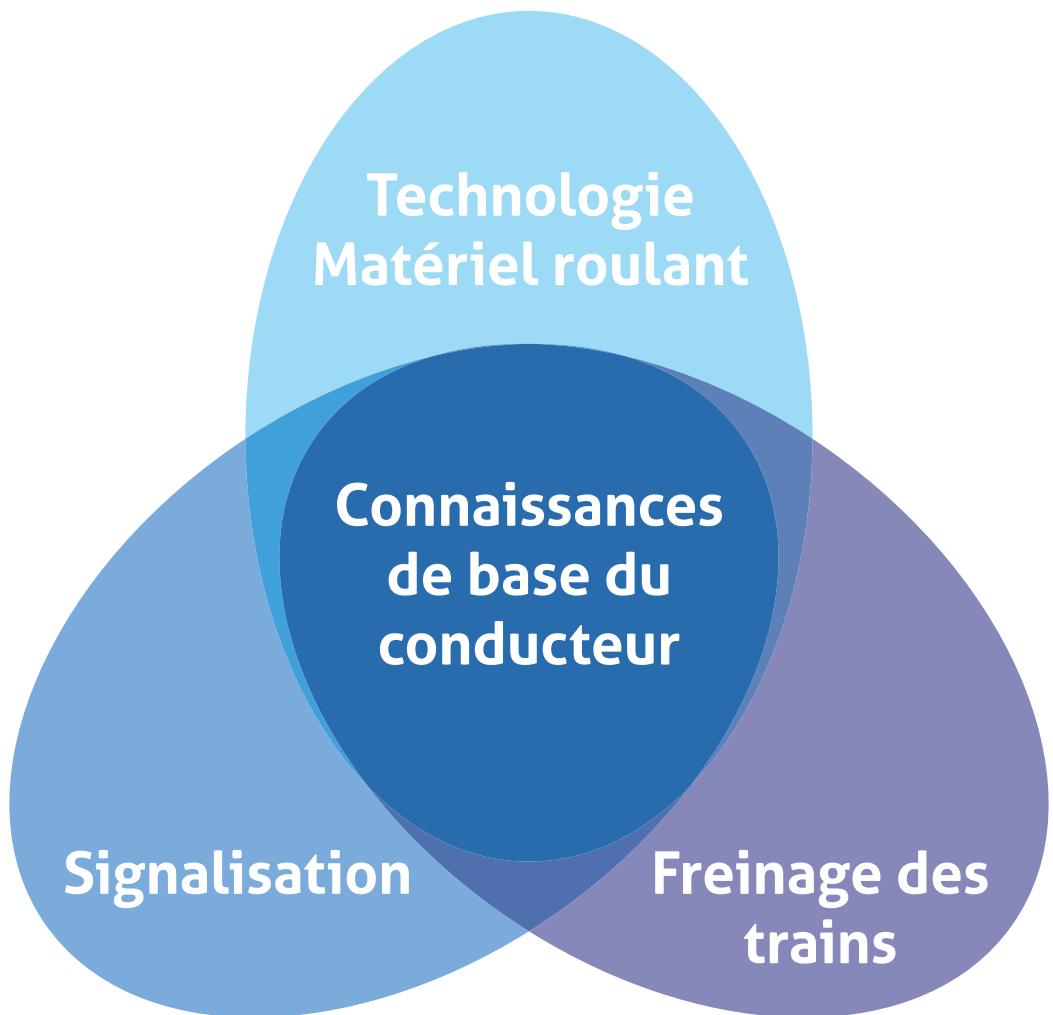


# Connaissances de base du conducteur

Technologie matériel roulant

Signalisation

Freinage des trains





## PRÉFACE

Cher candidat conducteur,

En tant que conducteur, vous assurez un rôle vital au sein de la SNCB. A tout moment, vous garantissez la sécurité de nos clients et vous faites en sorte qu'ils arrivent à l'heure à destination. Vous réagissez efficacement lorsque des événements ou des petits défauts se produisent. En bref, vous êtes fasciné par la conduite des trains et vous suivez de près les dernières technologies.

Au cours de cette séance d'information vous découvrirez tout ce qui concerne la sélection, la formation et le travail du conducteur. Durant le processus de sélection nous évaluons votre motivation, votre comportement, vos facultés de raisonnement et de compréhension. Pour tester vos affinités avec le métier, nous avons rédigé cette brochure qui traite de la technologie du matériel roulant, de la signalisation et du freinage.

Lors des épreuves de sélection (écrites et orales) des questions seront posées sur son contenu. Vos réponses seront déterminantes pour convaincre le jury de votre motivation pour le travail de conducteur.

Nous vous souhaitons beaucoup de succès et espérons bientôt vous compter parmi nos nouveaux collègues.

Cordialement,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "H. Raddoux".

ir. H. Raddoux

# TABLE DES MATIÈRES

1.	Introduction .....	5
2.	Signalisation .....	6
2.1	voies et lignes .....	6
2.1.1	La voie .....	6
2.1.2	lignes: .....	7
2.1.3	Appareils de voie .....	8
2.2	La signalisation lumineuse .....	9
2.2.1	Aspect : feu vert (V) .....	12
2.2.2	Aspect : deux feux jaunes (2J) .....	12
2.2.3	Aspect : feu rouge (R) .....	12
2.2.4	Aspect vert et jaune horizontal (VJH) .....	13
2.2.5	Aspect vert et jaune vertical (VJV) suivi par un signal dont l'aspect est deux feux jaunes (2J) ....	13
2.2.6	Changement de régime de circulation (passage de la voie normale à la contre-voie) .....	13
2.3	La signalisation de vitesse .....	14
3	Technologie matériel roulant .....	16
3.1	Quelques notions .....	16
3.2	catégories de matériel roulant .....	17
3.2.1	Les locomotives .....	17
3.2.2	Les véhicules automoteurs .....	18
3.2.3	Les véhicules remorqués .....	19
3.3	Les différents modes de traction .....	20
3.3.1	La traction électrique .....	20
3.3.2	La traction diesel .....	21
3.4	Composition d'une locomotive .....	22
3.4.1	Bogies .....	22
3.4.2	La caisse .....	23
3.5	Equipements de sécurité et de répétition .....	26
3.5.1	VA .....	26
3.5.2	TBL1+ .....	26
3.5.3	ETCS .....	27
4.	Freinage des trains .....	28
4.1	Notions élémentaires .....	28
4.2	Structure du système de freinage .....	29
4.3	Fonctionnement du frein automatique .....	30
4.3.1	Freins desserrés .....	30
4.3.2	Application des freins .....	31
4.3.3	Desserrage des freins .....	31
4.3.4	Application automatique des freins lors de, par exemple, une rupture de la CFA .....	31
4.4	Fonctionnement du frein direct .....	32
4.5	Le frein d'immobilisation .....	32
4.6	Les Essais de frein .....	33
4.6.1	Les essais de frein aux trains .....	33
4.6.2	Essais de fonctionnement des freins à la mise en service d'une cabine de conduite .....	33
	Annexe: Carte du réseau.	

# 1. INTRODUCTION

## Historique

Le 5 mai 1835, le premier train commercial pour voyageurs a circulé de Bruxelles à Malines. Les chemins de fer de l'état belge ont été créés la même année. Cinq ans après l'Angleterre, la Belgique est le premier pays du continent européen à disposer d'une société de chemin de fer. Un véritable tour de force pour ce très jeune état qui a tout fait pour relever ce défi d'avenir.



Départ de "La flèche" le 5 mai 1835

Cinq ans après son indépendance, la Belgique a acquis un rôle de pionnier. Un moyen de transport nouveau et prometteur allait profondément changer la vie des Belges et être un élément moteur de la révolution industrielle.

En quarante ans, 3.390 km de lignes de chemin de fer ont été construites. En 1846, Bruxelles et Paris sont les deux premières capitales du monde reliées par une ligne de chemin de fer. Au 19<sup>ème</sup> siècle, la Belgique est, avec le Royaume-Uni, un des principaux pays exportateurs de la technologie ferroviaire. Entre 1835 et 1939, 16.000 locomotives à vapeur ont été construites dans les ateliers belges dont plus de 10.000 ont été exportées dans les différents coins du monde.

Le 5 mai 1935, exactement cent ans après le parcours d'inauguration réalisé avec le train à vapeur, la première ligne électrifiée de la SNCB reliant Bruxelles à Anvers est mise en service. Avec cette transition révolutionnaire de la traction vapeur à la traction électrique, les chemins de fer belges entrent dans une nouvelle ère.

Un troisième saut technologique majeur est réalisé en 1997, lors de l'inauguration de la première ligne à grande vitesse entre Bruxelles et la France : la route vers le 21<sup>ème</sup> siècle est ouverte pour la SNCB. Pour la première fois, un train traverse une frontière à 300 km/h.

Aujourd'hui, la SNCB est un acteur majeur dans le domaine de la mobilité en Belgique avec ses 845.000 passagers par jour, 3.700 trains journaliers et 550 gares et points d'arrêts.

Tous les services que nous offrons à nos clients ont pour but de rendre le voyage en train de plus en plus sûr, de plus en plus confortable et de plus en plus ponctuel.



Relation entre la structure actuelle de la SNCB et l'état belge

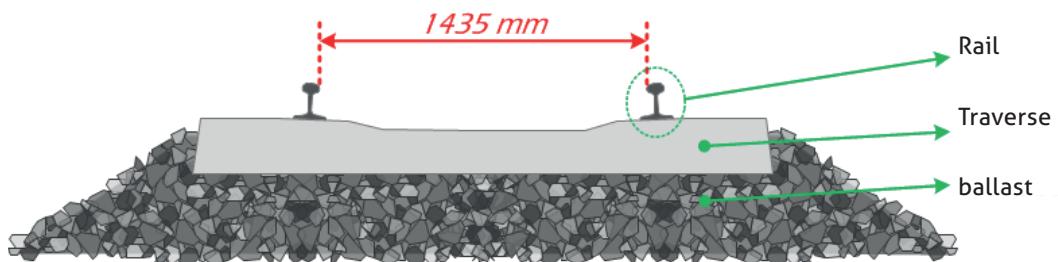
## 2. SIGNALISATION

### 2.1 VOIES ET LIGNES

#### 2.1.1 La voie

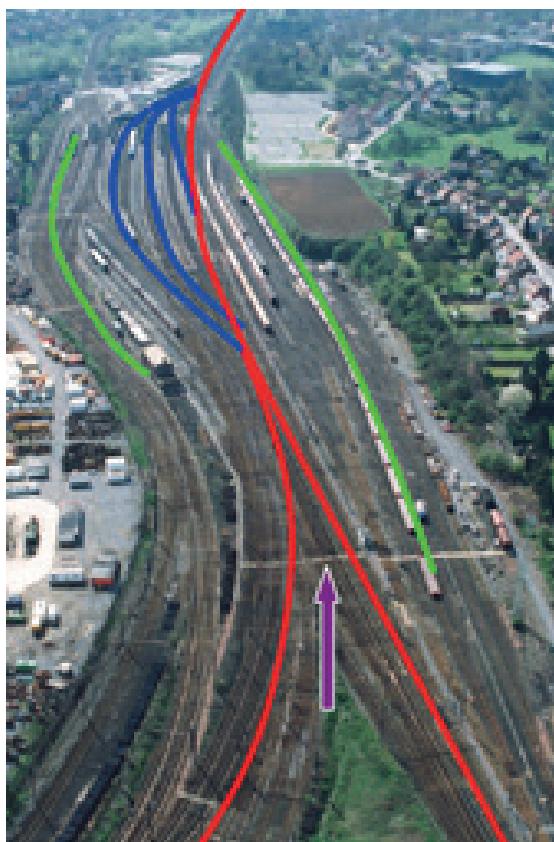
##### Sur quoi roule un train?

Les trains circulent sur des voies. Les voies sont composées de rails dont l'écartement (1435mm) est maintenu à l'aide de traverses en béton ou en bois. Les voies reposent sur un lit de pierres aussi appelé ballast.



Constitution du lit de la voie

##### On fait la distinction entre la pleine voie et les voies en gare.



Complexe de voies d'une gare

En pleine voie se trouvent les voies principales qui relient deux gares ou deux lignes.

Dans les gares nous trouvons :

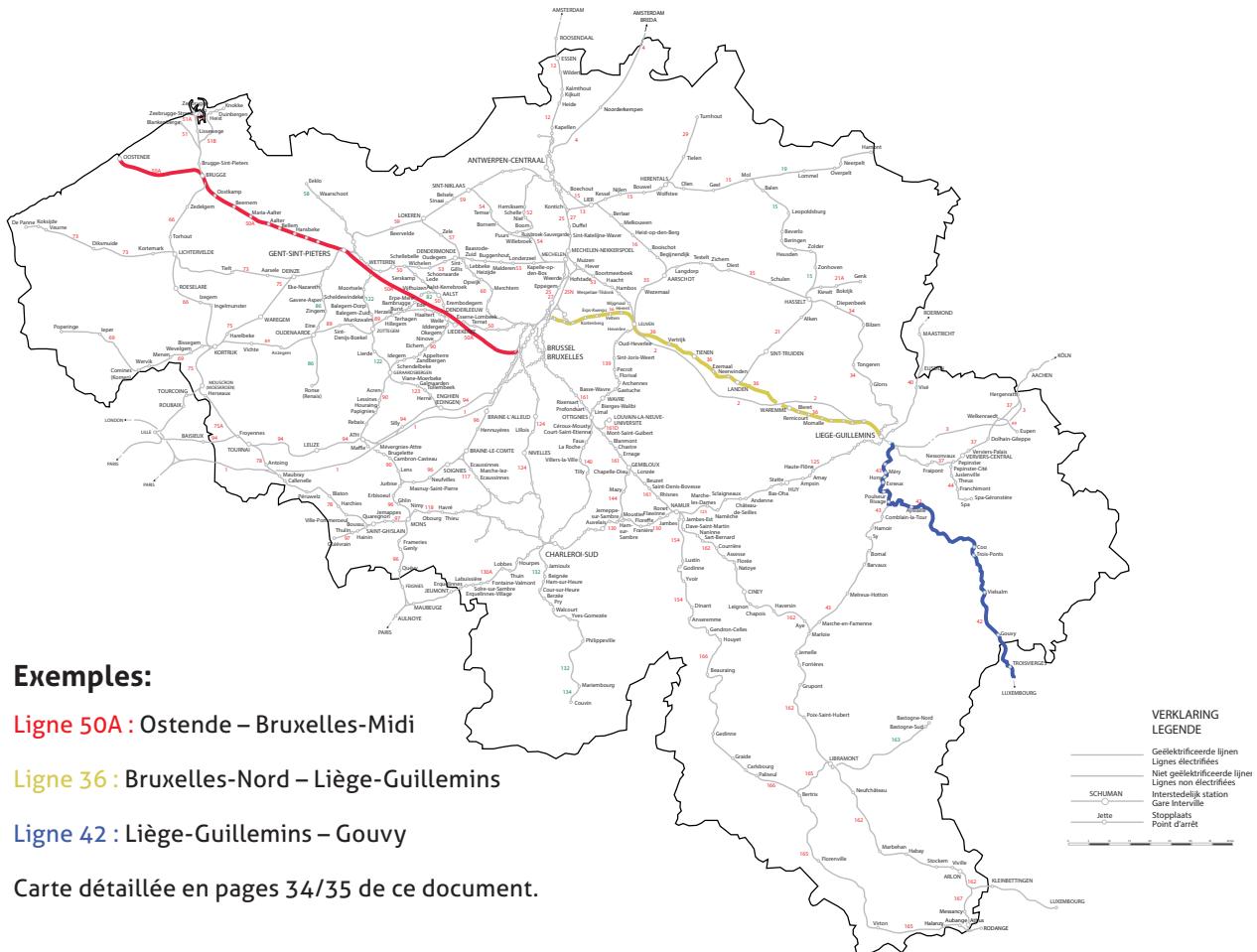
- **Les voies principales directes** pour les trains qui ne s'arrêtent pas ;
- **Les voies principales de réception** pour les trains qui s'arrêtent ;
- **Les voies de manœuvres** pour l'exécution des manœuvres.

Une "**bifurcation**" est l'endroit où une ligne se détache d'une autre ligne.

## 2.1.2 Lignes

Le réseau ferroviaire belge est composé de lignes à simple voie et de lignes à double voie. Elles sont classées en :

- lignes principales parcourues par des trains de voyageurs et des trains de marchandises, dont la vitesse de référence est supérieure à 40km/h;
- lignes locales où la vitesse de référence ne dépasse pas 40km/h.

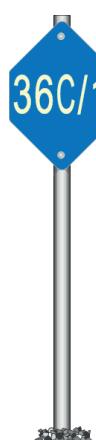


Chaque ligne est identifiée par un numéro indiqué sur un panneau repère de ligne ; le conducteur doit savoir sur quelle ligne il circule.

Le numéro de ligne est constitué d'un nombre, parfois complété par une lettre et/ou un indice, ex. 36, 36C ou 36C/1.

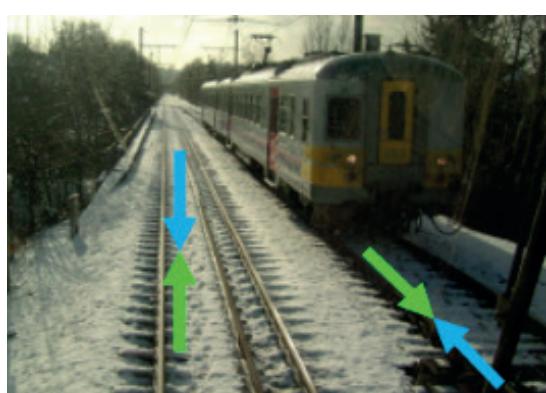
Dans les grandes gares plusieurs lignes convergent.

En gare de Bruxelles-Midi convergent les lignes : 0, 28, 50C, 96 et 124.



Panneau repère de ligne

Sur les lignes à double voie, la circulation normale des trains s'effectue à gauche par rapport au sens de marche. C'est ce qu'on appelle le régime de circulation à voie normale. La circulation dans le sens opposé au sens normal est appelé le régime de circulation à contre-voie.



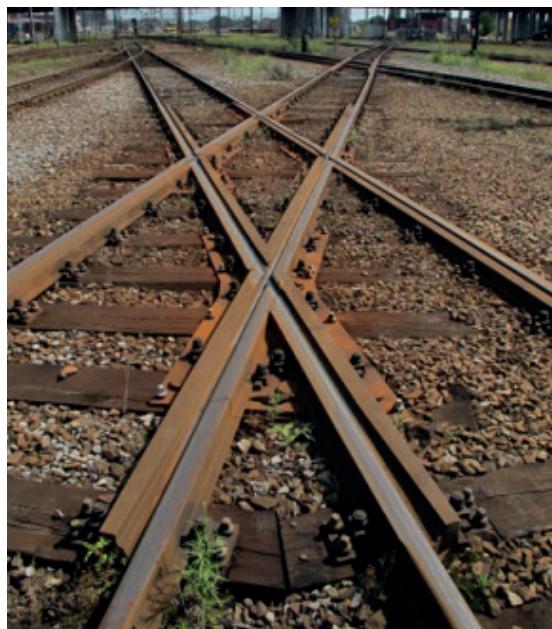
Indication de la **voie normale** et de la **contre-voie**

### 2.1.3 Appareils de voie

Pour permettre la liaison ou l'intersection des voies, des appareils de voies sont utilisés :

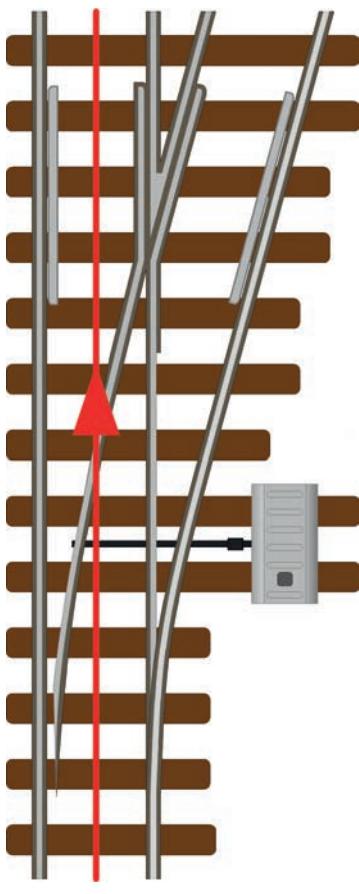


Aiguillage

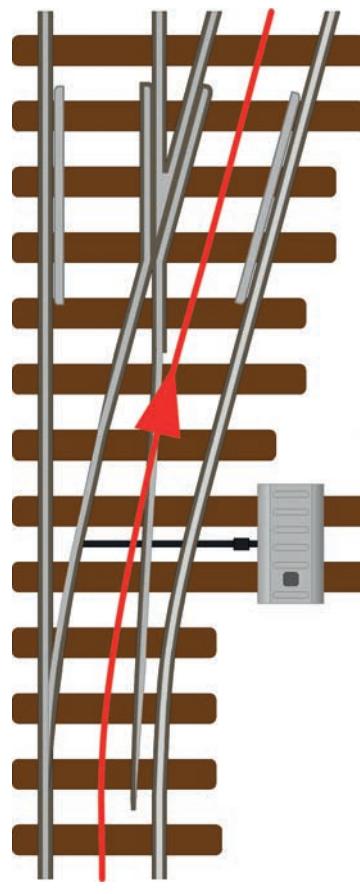


Traversée

Chaque aiguillage peut occuper une position normale ou une position déviée. En position normale, l'aiguillage est parcouru à la vitesse maximale autorisée. En position déviée, l'aiguillage permet le passage sur la voie voisine, souvent à une vitesse réduite.



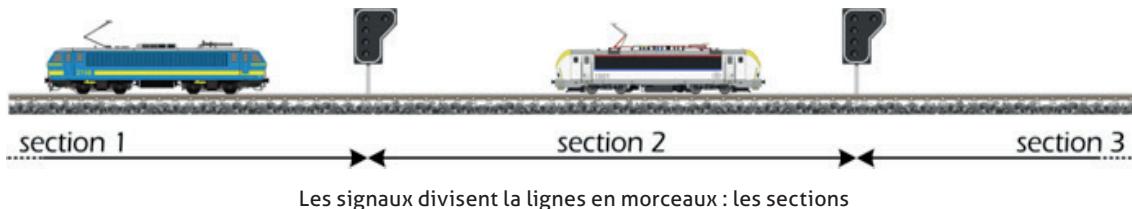
Position normale



Position déviée

## 2.2 LA SIGNALISATION LUMINEUSE

Chaque ligne est divisée en "morceaux" appelés sections. Chaque section est délimitée par un signal d'entrée et un signal de sortie. En situation normale, ces signaux garantissent la présence d'un seul train par section.



Le signal d'entrée autorise l'entrée d'un train dans la section si le train précédent a quitté cette section. La longueur moyenne d'une section varie entre 1000 et 1.500 mètres.

Dans une section normale, la distance entre les deux signaux est suffisante pour que le train s'arrête en toute sécurité.

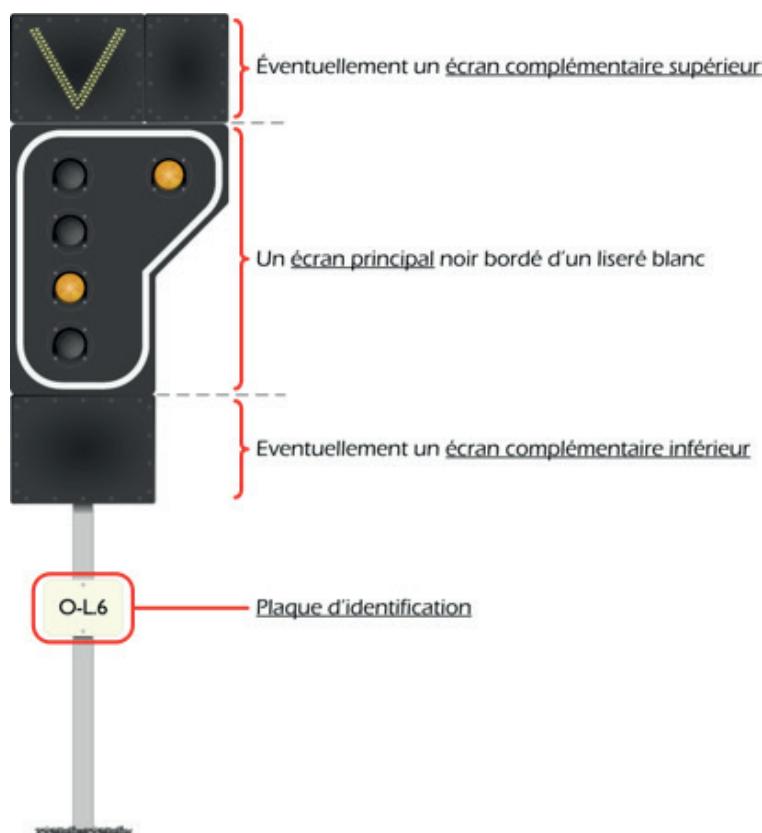
Dans une courte section, la distance entre les deux signaux n'est pas suffisante pour s'arrêter. Le train doit commencer à ralentir plus tôt.

L'ouverture d'un signal (autorisation de circuler) s'effectue par l'intervention du desservant d'un poste de signalisation (le signaleur/opérateur) ou de manière automatique. La fermeture d'un signal (interdiction de circuler) est toujours automatique.

Les indications d'un signal lumineux sont données par des unités lumineuses placées dans un panneau de forme caractéristique. Par temps clair, les indications des signaux lumineux sont visibles à environ 1 km. De nuit, elles sont visibles à plus de 2 km.

Les unités lumineuses présentent les couleurs rouge, jaune et verte. Le cas échéant, elles font l'objet de différentes combinaisons. Il existe des signaux de voie normale et de contre-voie, des signaux de vitesse, etc...

Les signaux sont constitués des différents éléments:



## A. Indications à l'écran principal

La colonne de gauche présente les signaux s'adressant à la Voie Normale (VN) ; la colonne de droite présente les signaux s'adressant à la Contre-Voie (CV).

Les signaux de CV sont symétriques par rapport aux signaux de VN, les feux principaux des signaux de CV sont **cigognants**.

VN	CV	Signification de l'aspect
		<p><b>Feu vert (V)</b> Autorise le passage.</p>
		<p><b>Deux feux jaunes (2J)</b> Autorise le passage, le signal suivant présente le feu rouge.</p>
		<p><b>Feu rouge (R)</b> Interdit le passage.</p>
		<p><b>Feux vert et jaune horizontaux (VJH)</b> Autorise le passage ; le signal suivant autorise le passage avec une indication de vitesse réduite.</p>
		<p><b>Feux vert et jaune verticaux (VJV)</b> Autorise le passage; le signal suivant autorise le passage et est suivi d'une courte section.</p>

## B. Indications à l'écran complémentaire supérieur

VN	CV	Signification de l'aspect
		<p><b>Chevron</b></p> <p>Autorise le passage avec changement de régime au droit du signal :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Si les feux de l'écran principal sont fixes, passage du régime de VN au régime de CV ;</li> <li>Si les feux de l'écran principal sont clignotants, passage du régime de CV au régime de VN.</li> </ul>
		<p><b>Symbole "voie en impasse"</b></p> <p>Autorise le passage vers une voie en impasse (ex.: Ostende, Anvers-C, ...).</p>

## C. Indications à l'écran complémentaire inférieur

VN	CV	Signification de l'aspect
		<p><b>Chiffre lumineux</b></p> <p>Indique en dizaine de km/h, la vitesse à respecter à partir du signal.</p>

## D. Plaque d'identification du signal

	
<b>Plaque d'identification d'un signal à voie normale</b>	<b>Plaque d'identification d'un signal à contre-voie</b>

Un trait en diagonal figure dans chaque coin.

## 2.2.1 Aspect : feu vert (V)

Dans les exemples qui suivent, le parcours autorisé est représenté par une ligne verte.



Passage sans restriction.

## 2.2.2 Aspect : deux feux jaunes (2J)



Passage sans restriction pour le train 2.

Le train 1 rencontre l'aspect 2J, le conducteur de train doit freiner avant le signal présentant 2J pour être arrêté avant le signal qui présente le feu rouge (R).

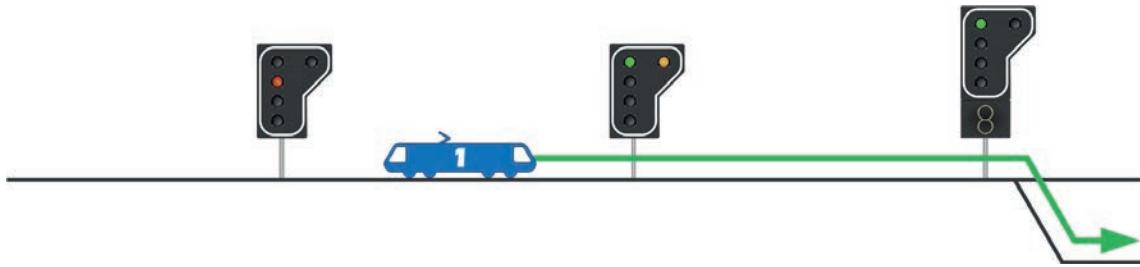
## 2.2.3 Aspect : feu rouge (R)



Passage sans restriction pour le train 2.

Le train 1 est arrêté devant le signal qui présente l'aspect R. Il doit attendre que le train 2 sorte de la section. Dès que c'est le cas, le signal devant lequel le train 1 est arrêté s'ouvre avec l'aspect 2J.

## 2.2.4 Aspect vert et jaune horizontal (VJH)



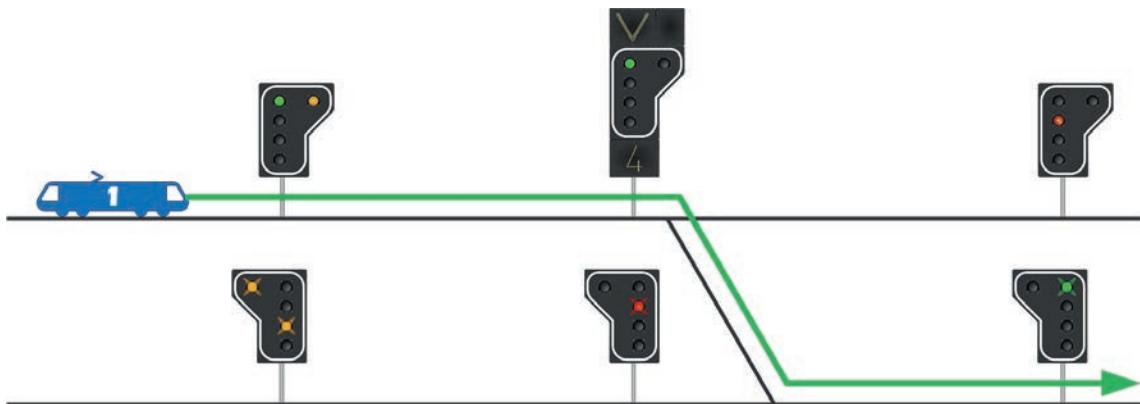
Le passage est autorisé. Le signal suivant autorise le passage mais impose une vitesse réduite (80 km/h). Cette vitesse est indiquée en dizaine de km/h par le chiffre lumineux blanc à l'écran complémentaire inférieur du signal.

## 2.2.5 Aspect vert et jaune vertical (VJV) suivi par un signal dont l'aspect est deux feux jaunes (2J)



Le passage est autorisé. Le 2<sup>ème</sup> signal présente l'aspect 2J. Il est suivi d'un troisième signal qui présente l'aspect R. La section entre le 2<sup>ème</sup> et le 3<sup>ème</sup> signal est une courte section, ce qui signifie que la distance n'est pas suffisante pour s'arrêter. Le train commence donc à ralentir au signal qui présente l'aspect VJV pour pouvoir s'arrêter sûrement avant le signal qui présente l'aspect R.

## 2.2.6 Changement de régime de circulation (passage de la voie normale à la contre-voie)



Le passage est autorisé. Le 2<sup>ème</sup> signal présente une indication de vitesse réduite à l'écran complémentaire inférieur et un chevron blanc à l'écran complémentaire supérieur. Le changement de régime a lieu au droit du signal. En aval de ce signal, le conducteur doit rencontrer des signaux dont les feux de l'écran principal clignotent ; le train circule en régime de CV.

## 2.3 LA SIGNALISATION DE VITESSE

La signalisation de vitesse est constituée de panneaux et de signaux fixes qui donnent des indications relatives à la vitesse maximale à laquelle les trains peuvent circuler.

Les panneaux de vitesse sont réfléchissants. Ils sont placés à une hauteur telle qu'ils sont éclairés par les phares des trains et sont ainsi visibles de nuit.

Les indications de vitesse peuvent également apparaître sur les écrans complémentaires des signaux.

Aspect et signification des panneaux de vitesse:



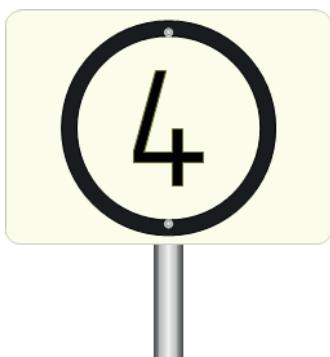
### Panneau de vitesse de référence

Indique la vitesse maximale autorisée de la ligne en dizaine de km/h appelée : vitesse de référence.



### Panneau d'annonce

Annonce la valeur, en dizaine de km/h, de la vitesse réduite qui ne peut être dépassée dans la zone à vitesse réduite.



### Panneau d'origine

Indique le début de la zone à vitesse réduite. Indique la valeur, en dizaine de km/h, de la vitesse réduite à respecter au droit du panneau.



### Panneau fin de zone

Indique l'endroit où la vitesse peut être relevée (90 km/h dans ce cas). La valeur de la vitesse indiquée en dizaine de km/h est inférieure à la vitesse de référence de la ligne.

## Exemples

### A. Réduction de la vitesse



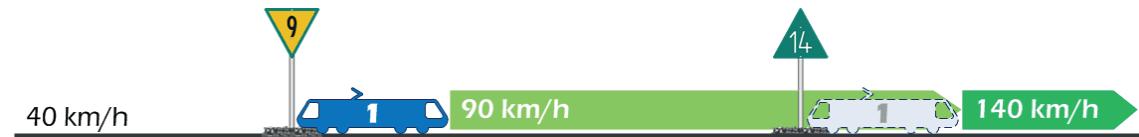
Pour être en mesure de respecter la vitesse réduite imposée au droit du panneau d'origine, le conducteur doit freiner au plus tard au droit du panneau d'annonce.

### B. Relèvement de vitesse à une valeur inférieure à la vitesse de référence

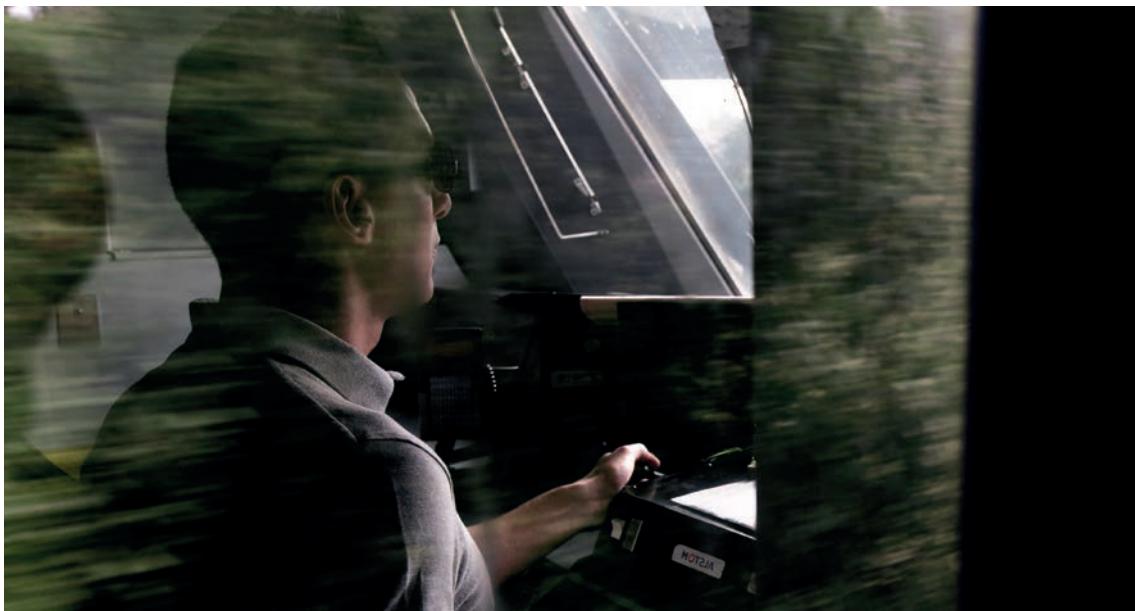


Lorsque le train a entièrement dépassé le panneau de fin de zone, le conducteur peut relever la vitesse à 90 km/h. Cette vitesse est inférieure à la vitesse de référence de la ligne.

### C. Relèvement de vitesse à la valeur de la vitesse de référence



Lorsque le train a entièrement dépassé le panneau de vitesse de référence, le conducteur peut relever la vitesse à 140 km/h. Cette vitesse est la vitesse de référence de la ligne.



## 3 TECHNOLOGIE MATERIEL ROULANT

### 3.1 QUELQUES NOTIONS

- L'unité de masse est le kilogramme (kg). Concernant les engins moteurs, l'unité de masse utilisée est la tonne : 1 tonne = 1000kg.
- L'unité de vitesse est le mètre par seconde (m/s). Concernant les engins moteurs, l'unité de vitesse utilisée est le km/h : 1km/h = 1000m/3600s = 1m/3,6s.
- L'unité de tension est le Volt (V). Concernant les engins moteurs, l'unité de tension utilisée est le kV : 1kV = 1000V. Plusieurs tensions indiquées signifient que l'engin moteur est capable de circuler sous différentes tensions, fournies par la ligne caténaire.
- Le courant (I) est la quantité de charge électrique qui se déplace depuis un point par unité de temps. Son unité est l'Ampère (A).
- La résistance (R) est la mesure de la difficulté que rencontre le courant pour circuler. Son unité est l'Ohm ( $\Omega$ ).
- L'unité de puissance est le Watt (W). Concernant les engins moteurs, l'unité de puissance utilisée est le kW : 1kW = 1000W. La puissance électrique est une mesure de la quantité d'énergie électrique absorbée par unité de temps.
- L'unité de la force au démarrage est le Newton (N). Concernant les engins moteurs, l'unité de la force au démarrage utilisée est le kN. Un effort doit être exercé pour mettre un train en mouvement. L'intensité de cet effort à exercer est cependant limitée par deux facteurs. D'une part l'adhérence entre la roue et le rail et d'autre part la force due à la masse qu'exerce chaque roue sur le rail.
- L'unité d'énergie est le Joule (J). Une force appliquée au démarrage d'un train qui se met en mouvement, se transforme en énergie. On appelle cette énergie une « énergie cinétique » qui peut être calculée selon la formule suivante :  $E_c = M \text{ (masse)} \times V^2 \text{ (vitesse)} / 2$ . Nous pouvons dès lors conclure que l'énergie augmente beaucoup plus vite que la vitesse.
- L'air a un poids. 1 m<sup>3</sup> ne pèse que 1,3 kg. Une colonne d'air dans l'atmosphère possède donc un poids qui exerce une pression sur la surface terrestre. Cette pression d'air utilise comme unité le Pascal (Pa). Le Pascal est surtout utilisé en tant qu'unité de mesure scientifique. Dans le domaine industriel, c'est le « bar » qui est principalement utilisé (1bar = 100 000Pa).
- Un système est dit pneumatique lorsqu'il fonctionne à l'aide d'air comprimé.

## 3.2 CATEGORIES DE MATERIEL ROULANT

Le matériel roulant peut être divisé en deux catégories :

- Les engins moteurs : ils possèdent leur propre équipement de traction qui assure leur entraînement.
- Les véhicules remorqués : ce sont des véhicules qui ne peuvent se déplacer par leurs propres moyens.

Un train remorqué se compose d'une locomotive et de voitures.

Les engins moteurs peuvent se diviser comme suit :

- Les locomotives ;
- Les véhicules automoteurs.

D'autre part, les engins moteurs peuvent également être classés d'après le type d'énergie utilisée pour leur alimentation :

- La traction électrique ;
- La traction diesel.

### 3.2.1 Les locomotives

Une locomotive est un engin moteur utilisé pour la remorque ou la pousse des trains.

La SNCB utilise principalement les locomotives électriques pour assurer la remorque des trains de voyageurs. Les locomotives diesel sont utilisées principalement pour effectuer les manœuvres (pour composer les trains).



#### Locomotive électrique (HLE) 18/19

Année de construction : 2007  
Masse : 88 tonnes  
Vitesse maximale : 200 km/h  
Puissance : 6000 kW  
Effort au démarrage : 300 kN  
Tensions : 3 kV, 1,5 kV et 25kV /50Hz

HLE19 : se distingue de la HLE18 par la présence d'un attelage automatique.



#### Locomotive diesel (HLD) 77-78

Année de construction : 1999/2005  
Masse : 87,4 tonnes  
Vitesse maximale : 100 Km/h  
Puissance : 1150 kW  
Effort au démarrage : 232 kN  
Capacité du réservoir : 4300 l

Plus de 100 exemplaires de ces locomotives existent ; leur numérotation se poursuit donc en 78XX.

### 3.2.2 Les véhicules automoteurs

Un véhicule automoteur est constitué de plusieurs voitures ne pouvant être scindées ; il est pourvu de son propre équipement de traction. A chacune de ses extrémités on trouve une cabine de conduite, ce qui permet un changement de sens de marche aisément. On trouve aussi un attelage automatique qui permet d'effectuer rapidement des modifications de composition.

**On distingue :**

- Les véhicules automoteurs électriques, appelés automotrices (AM) ;
- Les véhicules automoteurs diesel, appelés autorails (AR).



#### Automotrice AM96

Année de construction : 1996/1999  
Masse : 157 tonnes  
Vitesse maximale : 160 km/h  
Puissance : 1400 kW  
Nombre de voitures : 3  
Tensions : 3 kV et 25kV /50Hz

La numérotation des AM96 débute à 441 pour celles pouvant être alimentées en 3kV-25kV. Celles dont la numérotation débute à 501 ne peuvent être alimentées qu'en 3kV.



#### Automotrice AM08

Année de construction : 2008  
Masse : 146,8 tonnes  
Vitesse maximale : 160 km/h  
Puissance : 2200 kW  
Nombre de voitures : 3  
Tensions : 3 kV et 25kV /50Hz

La numérotation des AM08 débute à 8501 pour celles pouvant être alimentées en 3kV-25kV. Celles dont la numérotation débute à 8001 ne peuvent être alimentées qu'en 3kV.



#### Autorail AR41

Année de construction : 1999/2003  
Masse : 95,7 tonnes  
Vitesse maximale : 120 km/h  
Puissance : 970 kW  
Nombre de voitures : 2  
Capacité des réservoirs : 2x1000 l

L'AR41 est le seul engin moteur diesel utilisé par la SNCB pour le transport des voyageurs.

### 3.2.3 Les véhicules remorqués

Les véhicules remorqués utilisés pour le transport de voyageurs sont appelés voitures (HV).

Les véhicules remorqués ne possèdent aucun équipement de traction ; une locomotive doit leur être accouplée pour fournir l'énergie nécessaire à leur déplacement.

Une voiture pourvue d'une cabine de conduite à une de ses extrémités est appelée voiture-pilote (HVR). L'utilisation d'une voiture-pilote permet un changement de sens de marche aisé et rapide. Un train ayant une locomotive à une de ses extrémités et une voiture-pilote à l'autre est appelé rame réversible.



#### Voiture internationale HV I11

Année de construction : 1995-1997  
Masse (tare) : 45,2 tonnes  
Vitesse maximale : 200 km/h  
Longueur : 26,4 m  
Nombre de places assises : 80

Les voitures I11 possèdent un niveau de confort élevé et sont utilisées principalement sur les lignes à vitesse élevée.



#### Voiture pilote HVR M6

Année de construction : 1999/2011  
Masse (tare) : 51.2 tonnes  
Vitesse maximale : 160 km/h  
Longueur : 26,8 m  
Nombre de places assises : 140

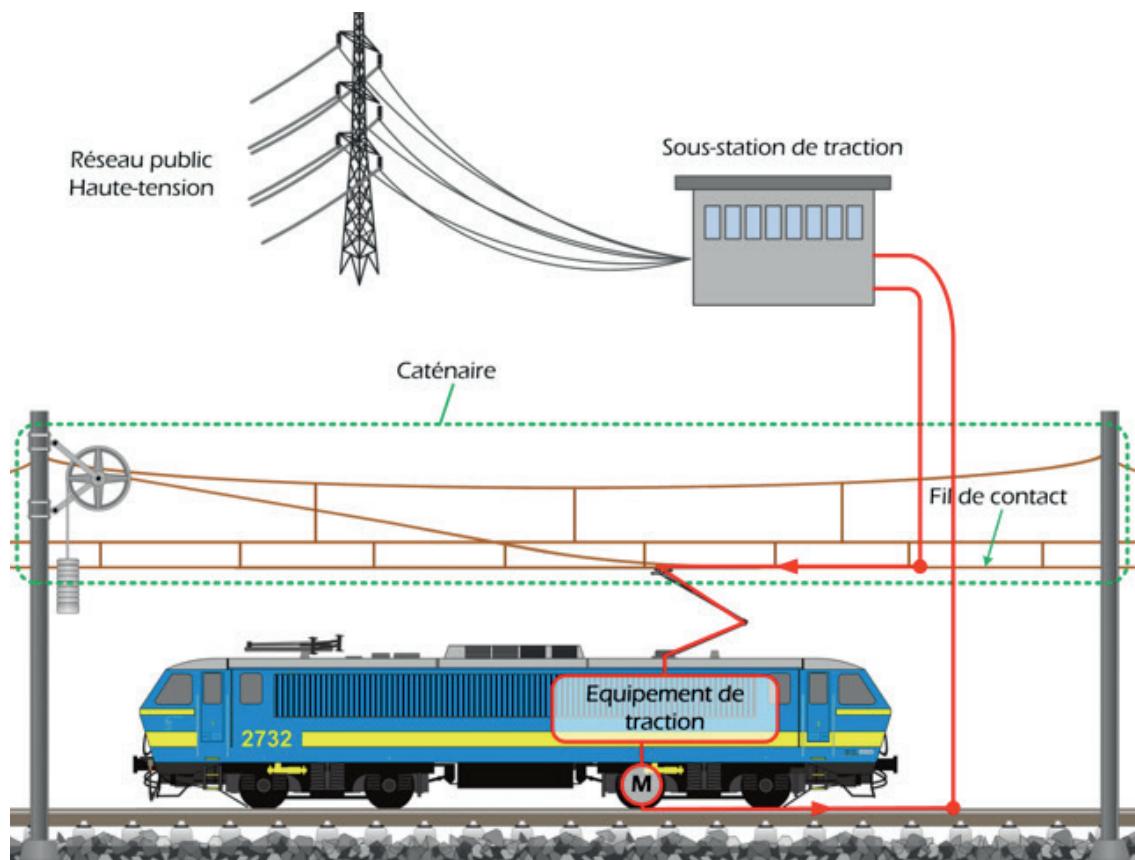
Les voitures à double étage M6 combinent un niveau de confort élevé et un grand nombre de places assises.

## 3.3 LES DIFFERENTS MODES DE TRACTION

### 3.3.1 La traction électrique

En traction électrique, les engins moteurs sont alimentés par une source électrique externe fournie par un fil de contact : la caténaire. Captée au moyen d'un pantographe qui frotte sur la ligne de contact, cette énergie électrique alimente les moteurs de traction.

La majeure partie du réseau d'Infrabel est équipée d'une caténaire alimentée à une tension continue de 3kV. Les lignes à grande vitesse sont équipées d'une caténaire alimentée à une tension alternative de 25 kV et dont la fréquence est 50 Hz.



La caténaire est alimentée par les sous-stations de traction. Construites le long des voies, elles transforment la haute tension fournie par le réseau public pour l'adapter à la tension souhaitée à la caténaire.

## Pourquoi utiliser une haute tension (3 kV) ?

Dans une installation électrique domestique, la tension mesurée aux prises de courant est de 230 V. Par contre, la tension mesurée entre la caténaire et le rail est généralement de 3 kV.

Cette différence de tension appliquée s'explique par la puissance beaucoup plus grande consommée par un train et les pertes plus petites sous haute tension.

Pour expliquer cette différence, il est nécessaire de définir quelques valeurs électriques :

- La tension (U) est la différence de potentiel entre 2 points. Son unité est le Volt (V).
- Le courant (I) est la quantité de charge électrique qui se déplace depuis un point par unité de temps. Son unité est l'Ampère (A).
- La résistance (R) est la mesure de la difficulté que rencontre le courant pour circuler. Son unité est l'Ohm ( $\Omega$ ).
- La puissance (P) est la mesure de la quantité d'énergie électrique absorbée par unité de temps. Son unité est le Watt (W).

La relation entre les valeurs évoquées ci-dessus est déterminée par la loi d'Ohm :

$$U=I \times R$$

La relation entre la tension et le courant est la puissance et est déterminée par la formule suivante :  
 $P=U \times I$

### Exemple de calcul :

L'un des consommateurs les plus puissants dans une installation domestique est la cuisinière électrique. Prenons comme exemple une plaque de cuisson ayant une puissance de 4.600 W et une locomotive HLE ayant une puissance de 4.600 kW.

Supposons que nous les alimentons toutes deux à une tension de 230 V.

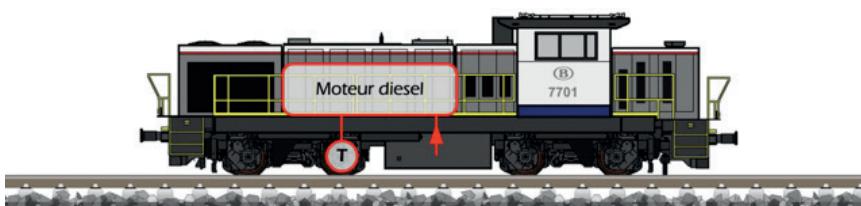
<b>Cuisinière</b>	<b>Locomotive HLE</b>
$I = \frac{P}{U} = \frac{4.600 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 20 \text{ A}$	$I = \frac{P}{U} = \frac{4.600.000 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 20.000 \text{ A}$
	
<p>Avec une tension de 3 kV :      <math>I = \frac{P}{U} = \frac{4.600.000 \text{ W}}{3.000 \text{ V}} = 1.533,33 \text{ A}</math></p>	

Un conducteur traversé par un courant s'échauffe ; ce phénomène est connu sous le nom d'effet Joule. Cet effet Joule peut dans certains cas être voulu (la cuisinière), mais dans le cas de notre locomotive, cet effet Joule est indésirable (échauffement). Pour limiter cet échauffement, il est important de maintenir un faible courant ce qui peut être réalisé en augmentant la tension.

### 3.3.2 La traction diesel

En traction diesel, l'énergie nécessaire est produite par un moteur diesel. Cette énergie est communiquée aux roues par la transmission qui peut être électrique, hydraulique ou mécanique.

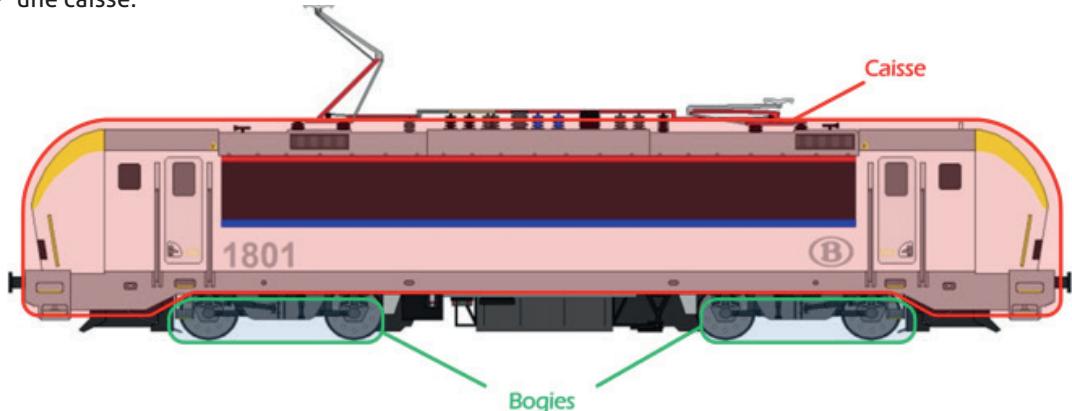
Certains endroits stratégiques du réseau Infrabel, disposent d'installations permettant le ravitaillement en gasoil des engins moteurs diesel. La capacité de leur réservoir se situe entre 1000 et 5000 litres de gasoil.



## 3.4 COMPOSITION D'UNE LOCOMOTIVE

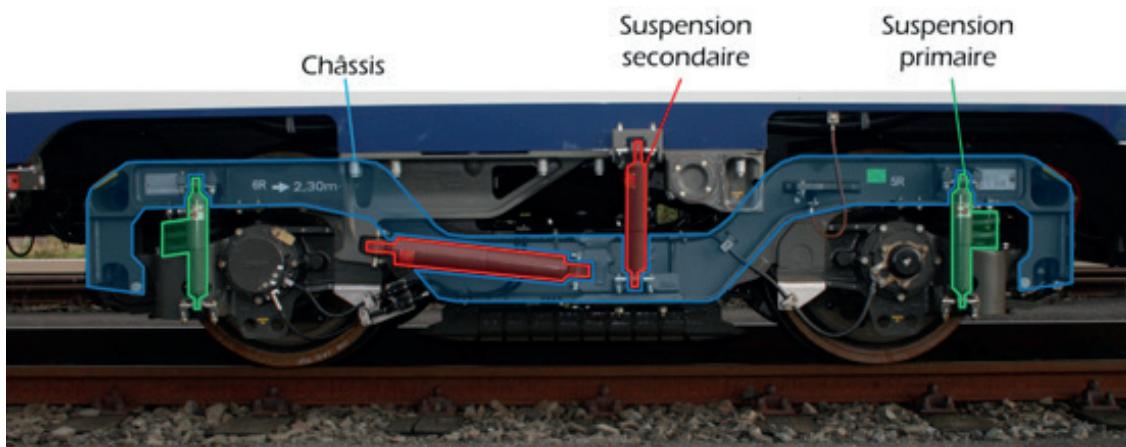
Un engin moteur se compose des éléments suivants :

- deux bogies :
- une caisse.



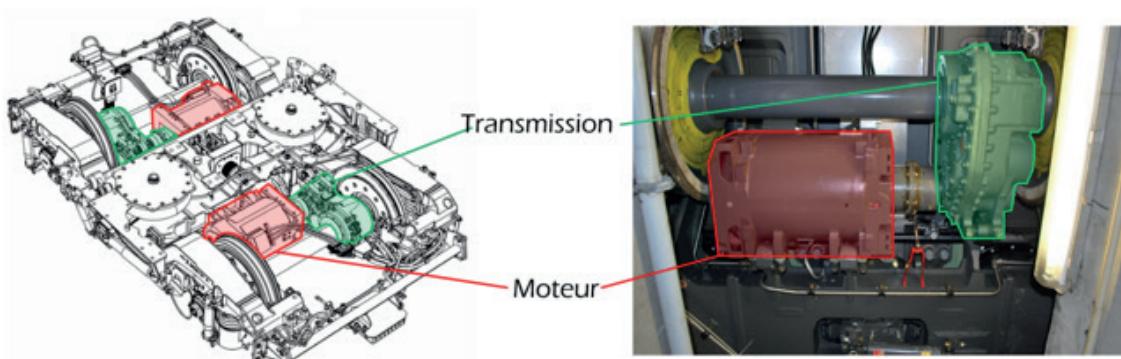
### 3.4.1 Bogies

Un bogie est constitué d'un châssis dans lequel les essieux et les roues sont montés. Pour amortir les chocs et augmenter le confort des voyageurs, une suspension est prévue. L'absorption des chocs situés entre le rail et le châssis du bogie est assurée par la suspension primaire tandis que l'absorption des chocs entre le châssis et la caisse est assurée par la suspension secondaire.



Bogie d'une AM08

Les bogies peuvent être répartis en deux catégories : les bogies porteurs (aucun essieu moteur) et les bogies moteurs (un ou plusieurs essieux sont entraînés).

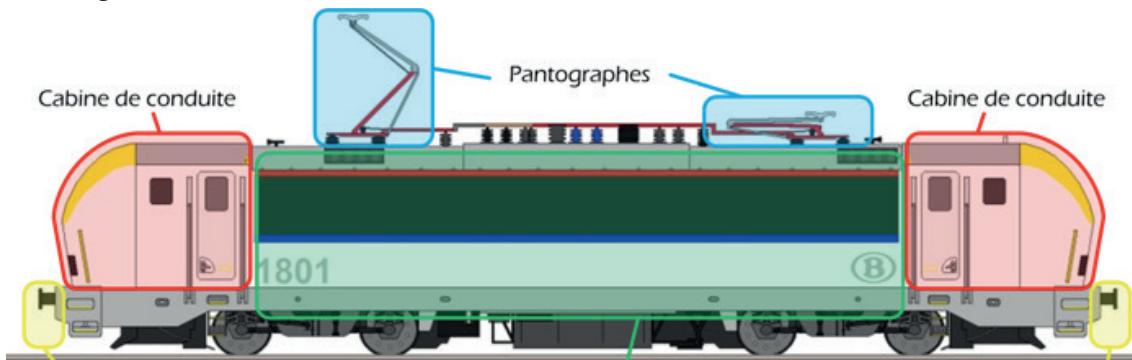


Disposition des moteurs électriques et de la transmission dans le bogie d'une AM08

### 3.4.2 La caisse

La caisse se compose :

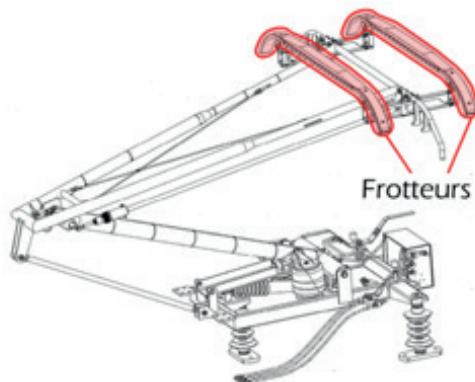
- d'un ou plusieurs pantographes sur la toiture ;
- d'une cabine de conduite à chaque extrémité ;
- d'une salle des machines dans laquelle sont logés différents appareillages (comme les équipements de traction et les équipements auxiliaires) ainsi que leurs protections ;
- d'organes de chocs ;
- des organes de traction.



#### A. Le pantographe



Pantographe d'une AM08



Un pantographe est monté sur la toiture de tout engin moteur électrique. Maintenu en contact avec la caténaire au moyen d'air comprimé, il capte l'énergie électrique nécessaire entre autres à la traction.

La partie en contact avec la caténaire est appelée « frotteur ». Pour éviter d'endommager la caténaire, la force qui pousse le frotteur contre la caténaire est limitée. Pour garantir une usure uniforme du frotteur, la caténaire est suspendue en zig-zag.

#### B. La cabine de conduite

La cabine de conduite permet la desserte et la conduite de l'engin moteur.

Grâce à différents écrans, indicateurs et lampes témoins, le conducteur peut s'assurer du bon fonctionnement de son engin moteur et éventuellement d'ajuster sa conduite.

En agissant sur le manipulateur de traction-freinage, le conducteur peut accélérer, freiner ou arrêter son train.

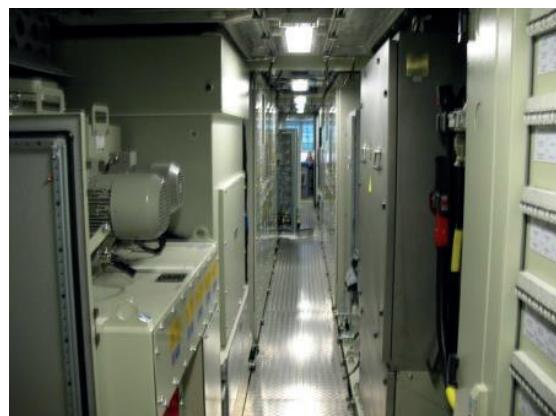


Pupitre de conduite d'une HLE18

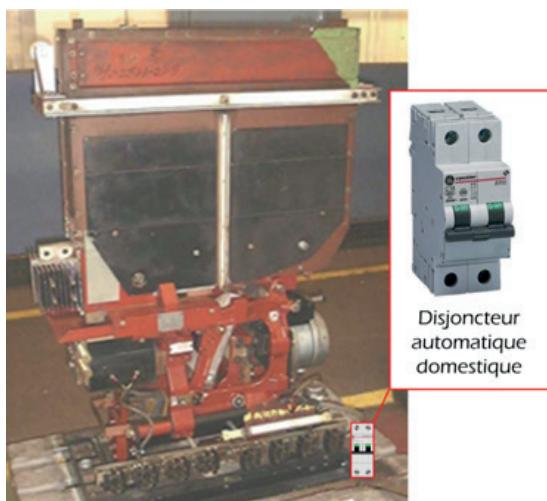
## C. La salle des machines

La salle des machines est le cœur de la locomotive. Ici sont logés les différents circuits de commande et de protection :

- En fonction de l'effort demandé par le conducteur, la tension et le courant prélevés à la caténaire sont transformés par l'équipement de traction en des valeurs utilisables par les moteurs de traction.
- L'équipement basse tension alimente les différents circuits de commande et fournit également l'énergie nécessaire à la mise en service de l'engin moteur.
- L'installation de production d'air comprimé utilisée entre autres par l'équipement de freinage.



Salle des machines d'une HLE18. Remarquez les compartiments fermés renfermant les composants électriques.



Tout comme pour une installation électrique domestique, les circuits haute tension d'un engin moteur sont également protégés par un disjoncteur automatique. Ce disjoncteur est d'une taille beaucoup plus grande, étant donné les valeurs élevées de courant à interrompre lors de son déclenchement.

## D. Les organes de chocs

Les organes de chocs sont constitués des butoirs.

Le butoir est un organe élastique qui permet l'absorption des chocs dus aux efforts de compression entre les véhicules accouplés.

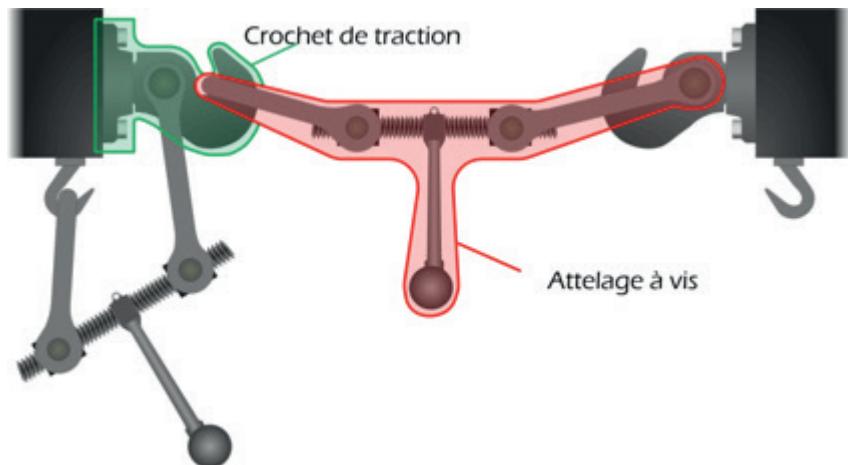


## E. Les organes de traction

Les organes de traction, également appelés "attelages", permettent de relier les véhicules les uns aux autres. C'est l'attelage qui communique l'effort de traction du premier véhicule aux autres.

Sur les locomotives de la SNCB, l'attelage à vis et l'attelage automatique GF sont principalement utilisés.

### L'attelage à vis



L'attelage à vis est utilisé pour relier entre eux les véhicules ferroviaires. Après accrochage, la vis du tendeur est serrée de façon à empêcher l'attelage de se décrocher en sautant.

Le crochet de traction est fixé à la caisse de l'engin moteur ou du véhicule et garde une certaine mobilité.

En présence de ce type d'attelage, les liaisons pneumatiques et électriques sont à effectuer séparément.

### L'attelage GF

L'attelage Georg Fischer permet la réalisation d'un accouplement entièrement automatique.

Lors de l'accouplement, les liaisons mécaniques, pneumatiques et électriques sont effectuées simultanément.

Les organes de choc sont intégrés dans cet attelage.



Attelage GF sur une HLE27

## 3.5 ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ ET DE RÉPÉTITION

Les principaux équipements de sécurité et de répétition des signaux sont évoqués ci-dessous. Ils contribuent à garantir une circulation des trains en toute sécurité.

### 3.5.1 Veille automatique

Le dispositif de veille automatique, en abrégé VA, intervient en cas de défaillance du conducteur et provoque l'arrêt automatique du convoi.

Le conducteur doit maintenir une pression sur une pédale. S'il n'effectue aucune intervention durant environ 60 secondes (frein, traction), un signal sonore retentit et le conducteur doit enfonce brièvement la pédale.

Si le conducteur n'effectue pas correctement cette action, un freinage d'urgence est automatiquement réalisé.



Pédales du dispositif de VA

### 3.5.2 TBL1+

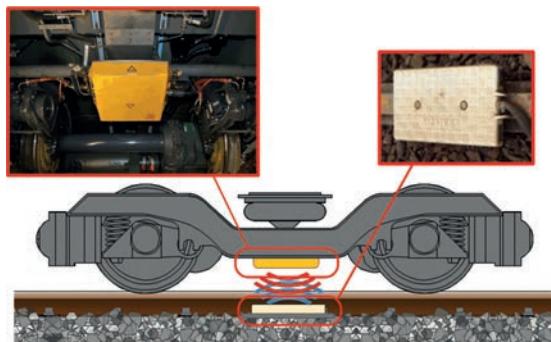
Tous les engins moteurs SNCB sont équipés du système TBL1+.

La TBL1+ est un équipement de répétition des signaux. Il reproduit en cabine de conduite l'aspect des signaux implantés le long de la voie ainsi qu'un contrôle de la mission imposée.



Module de commande TBL1+ en cabine de conduite

Les informations des signaux sont communiquées à l'engin moteur par l'intermédiaire d'une antenne installée sous l'engin moteur. Cette antenne lit les données transmises par des balises situées dans la voie.

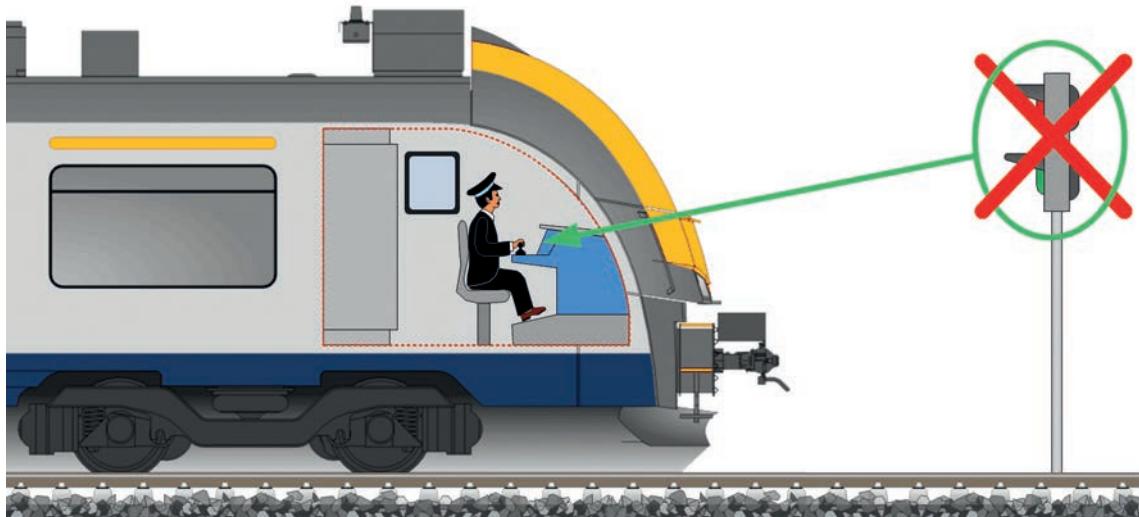


Les 3 fonctions principales du système TBL1+ sont :

- contrôler la vigilance au passage d'un signal présentant un aspect restrictif ;
- contrôler la vitesse 300 m en amont d'un signal présentant un feu rouge ;
- générer un freinage d'urgence au passage d'un signal présentant un feu rouge.

### 3.5.3 ETCS

Le système "TBL1+" ne contrôle les mesures à prendre par le conducteur qu'à certains points. S'il ne prend aucune mesure, cela peut conduire au franchissement d'un signal d'arrêt fermé. La mise en œuvre de l'European Train Control System (ETCS) permet d'éviter cette situation dangereuse. L'ETCS est un projet européen visant à améliorer et standardiser la sécurité des circulations ferroviaires.



Les signaux sont transmis dans la cabine de conduite par le système ETCS

Avec l'ETCS, tous les signaux (lumineux et de vitesse) sont incorporés dans une autorisation de mouvement, visualisée sur un écran dans la cabine de conduite. Cette autorisation de mouvement contient des informations concernant la distance que le train peut encore parcourir ainsi que la vitesse maximale autorisée. Les caractéristiques du train sont également prises en compte. Durant le parcours, l'autorisation de mouvement peut continuellement être actualisée et prolongée.



Command and Control Display ETCS sur une AM08

Durant un parcours avec ETCS, le système surveille continuellement si le conducteur réalise correctement les missions qui lui sont imposées. Le cas échéant, le système provoque l'arrêt du train.



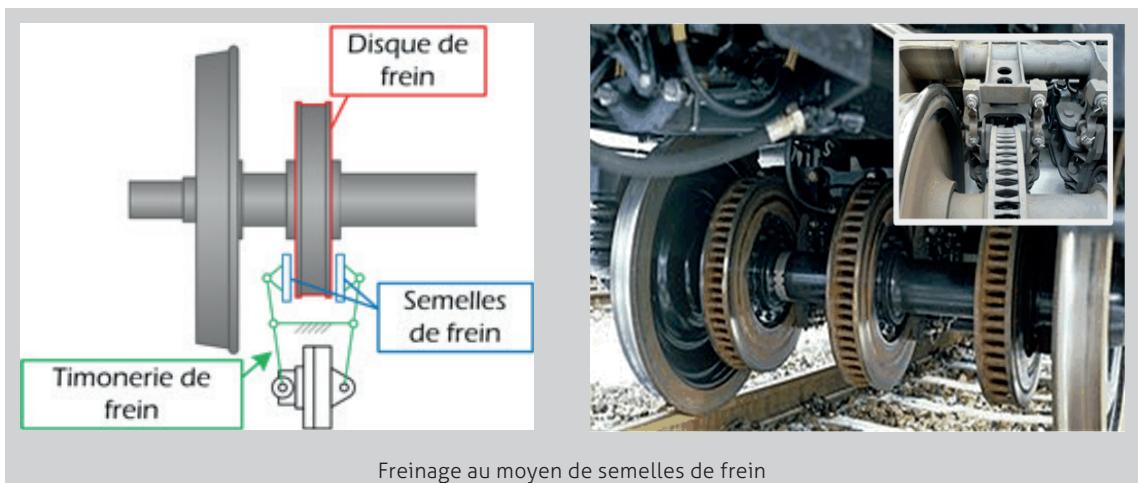
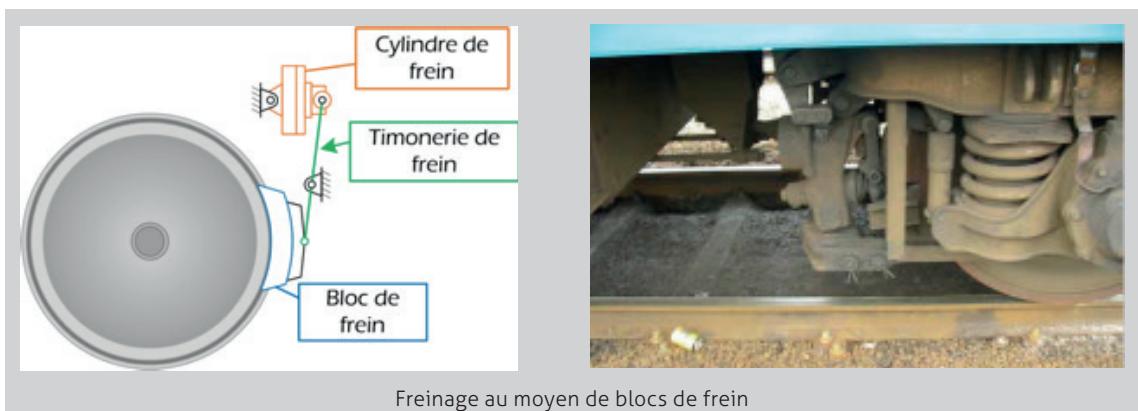
## 4. FREINAGE DES TRAINS

### 4.1 NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

En principe, tous les véhicules ferroviaires sont équipés du frein continu automatique.

Le frein est utilisé pour ralentir les mouvements, les arrêter et en assurer l'immobilisation.

Le serrage des freins s'effectue pneumatiquement par la commande du robinet de frein et la timonerie. La timonerie transmet l'effort de freinage par l'application des blocs sur la surface de roulement des roues ou par l'application des semelles de frein sur les faces latérales d'un disque fixé sur l'essieu.



## A. Continuité du frein

Le frein est dit "continu" lorsque tous les freins des véhicules sont reliés entre eux et actionnés d'un seul endroit du train.

## B. Automaticité du frein

Le frein est dit "automatique" lorsqu'il s'applique de lui-même en cas d'avarie de nature à compromettre son bon fonctionnement comme par exemple :

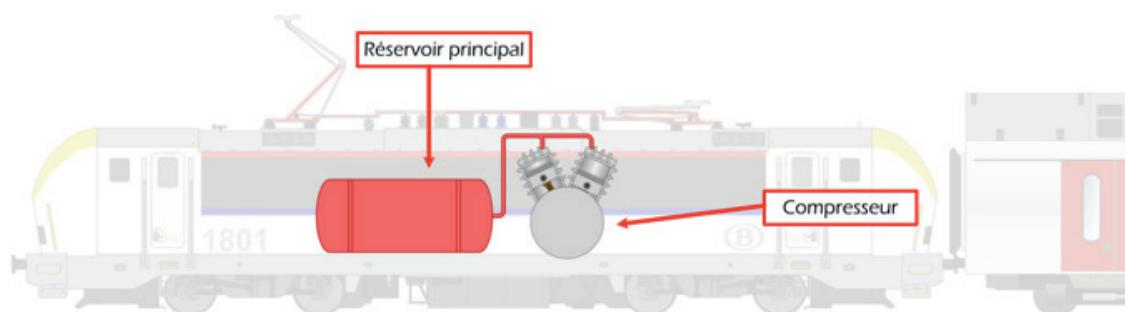
- une rupture d'attelage ;
- le fonctionnement d'un dispositif de sécurité ;
- l'éclatement d'un boyau pneumatique de la conduite du frein automatique ;
- ...

## C. Modérabilité du frein

Le frein est modérable lorsque l'effort de freinage est réglable au serrage et au desserrage par le conducteur de train.

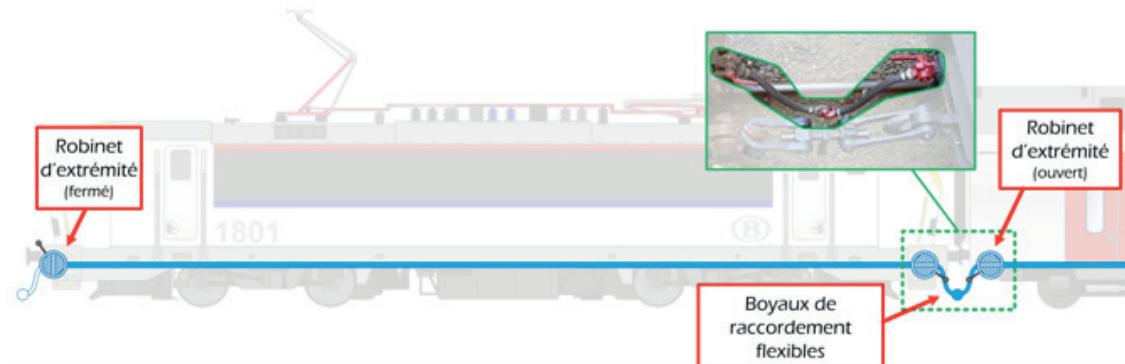
## 4.2 STRUCTURE DU SYSTÈME DE FREINAGE

Chaque engin moteur est équipé d'un compresseur qui aspire l'air atmosphérique et le comprime dans un ou plusieurs réservoir(s) principaux à la pression de 9 bars.



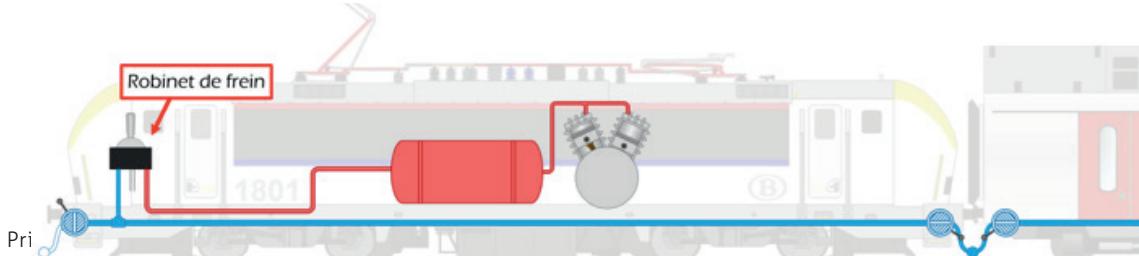
Représentation simplifiée du système de production d'air comprimé

Un train est composé de plusieurs véhicules. Chaque véhicule est équipé sur toute sa longueur d'une conduite du frein automatique (CFA) avec des robinets à chaque extrémités. La CFA peut être reliée aux véhicules adjacents aux moyen de boyaux d'accouplement flexibles. Les robinets de la CFA situés aux extrémités du convoi sont fermés. Pour garantir la continuité de la CFA, tous les robinets situés entre les extrémités du convoi doivent être ouverts.

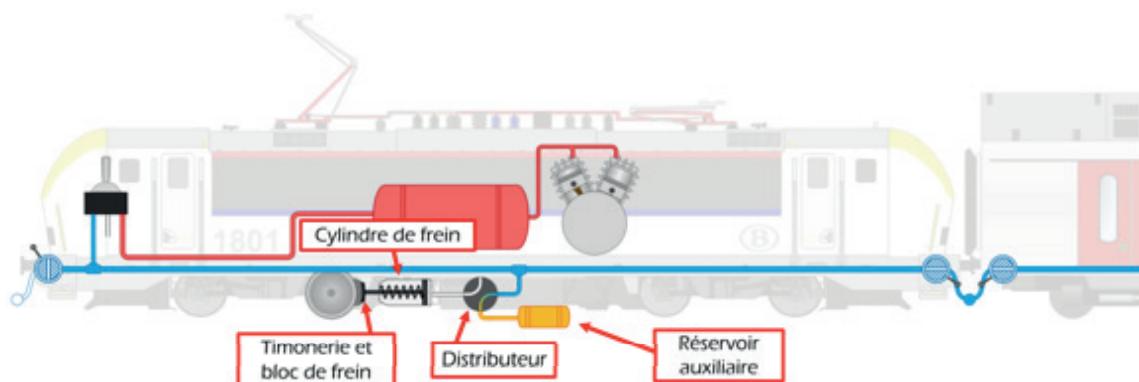


Principe de la continuité de la CFA sur un convoi

Dans chaque cabine de conduite d'un train se trouve un robinet du frein automatique qui alimente la CFA à une pression de 5 bar. La desserte du robinet du frein automatique permet au conducteur de faire varier la pression dans la CFA. Lorsque la pression est inférieure à 5 bar les freins s'appliquent. Lorsqu'il rétablit la pression à 5 bar, il obtient le desserrage des freins



En créant une dépression dans la CFA, le distributeur alimente les cylindres de frein en puisant l'air dans le réservoir auxiliaire (alimenté par de l'air venant de la CFA). Le déplacement du piston du cylindre de frein permet à la timonerie de se mouvoir et de transmettre ce mouvement aux blocs de frein. A l'aide du robinet de frein, le conducteur règle l'effort de freinage en fonction de la valeur de la dépression créée dans la CFA.

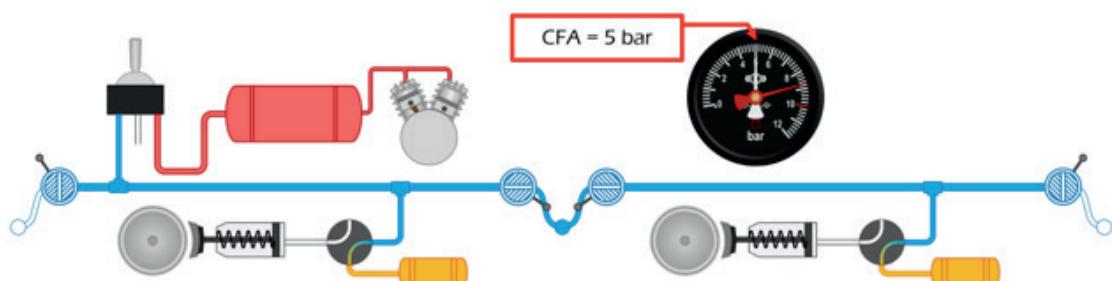


## 4.3 FONCTIONNEMENT DU FREIN AUTOMATIQUE

### 4.3.1 Freins desserrés

La CFA est alimentée à une pression de 5 bar. Le robinet de frein automatique est en position de marche.

Le distributeur permet l'alimentation du réservoir auxiliaire par la CFA et le maintien à l'atmosphère du cylindre de frein. Il n'y a donc pas d'air dans le cylindre de frein et les freins sont desserrés.

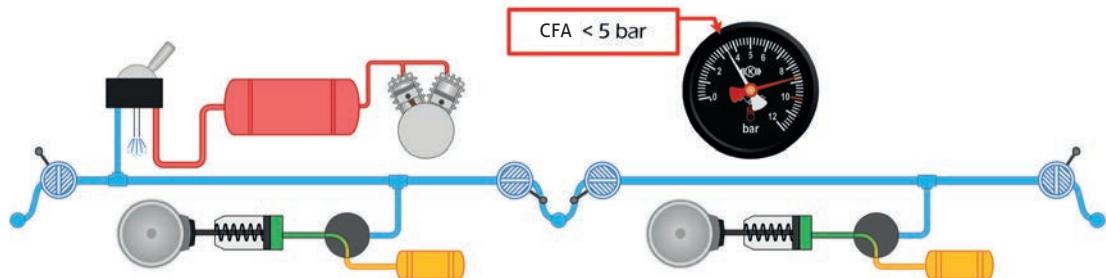


La CFA est alimentée à 5 bar : les freins du convoi sont desserrés

### 4.3.2 Application des freins

La manipulation du robinet de frein automatique en position serrage provoque une dépression dans la CFA.

Après avoir interrompu la communication entre le cylindre de frein et l'atmosphère, le distributeur établit la liaison entre le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein. L'air du réservoir auxiliaire établit une pression dans le cylindre de frein qui provoque le déplacement de la timonerie de frein : les blocs de frein sont appliqués sur la roue ou les semelles de freins sont appliquées sur le disque de frein.

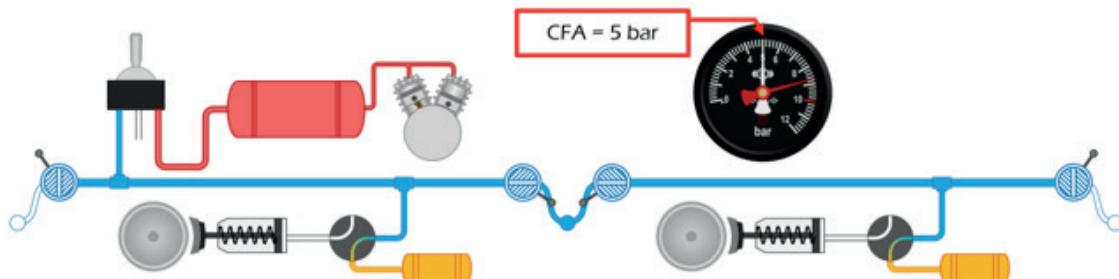


Il y a une dépression dans la CFA : les freins du convoi s'appliquent

### 4.3.3 Desserrage des freins

La manipulation du robinet de frein automatique en position desserrage provoque la réalimentation de la CFA à une pression de 5 bar.

Le distributeur établit à nouveau la communication entre le cylindre de frein et l'atmosphère, le réservoir auxiliaire n'alimente plus le cylindre. Le réservoir auxiliaire est alimenté par la CFA.

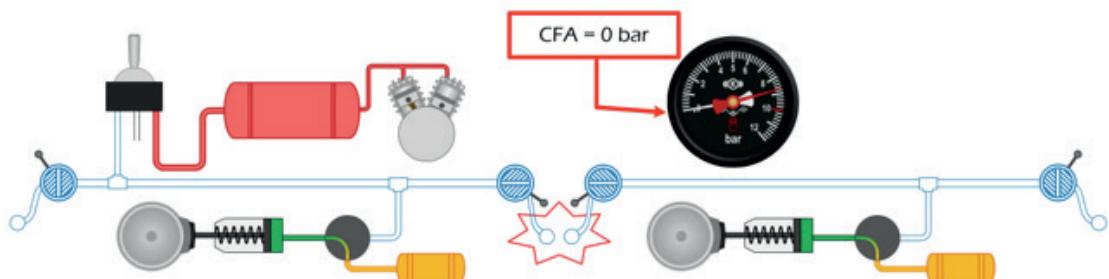


Réalimentation de la CFA à une pression de 5 bar : les freins sont desserrés.

### 4.3.4 Application automatique des freins lors de, par exemple, une rupture de la CFA

La continuité de la CFA est interrompue. L'air s'échappe et la pression de la conduite est de 0 bar.

Après avoir interrompu la communication entre le cylindre de frein et l'atmosphère, le distributeur établit la liaison entre le réservoir auxiliaire et le cylindre de frein. L'air du réservoir auxiliaire établit une pression maximale dans le cylindre de frein et les freins s'appliquent.

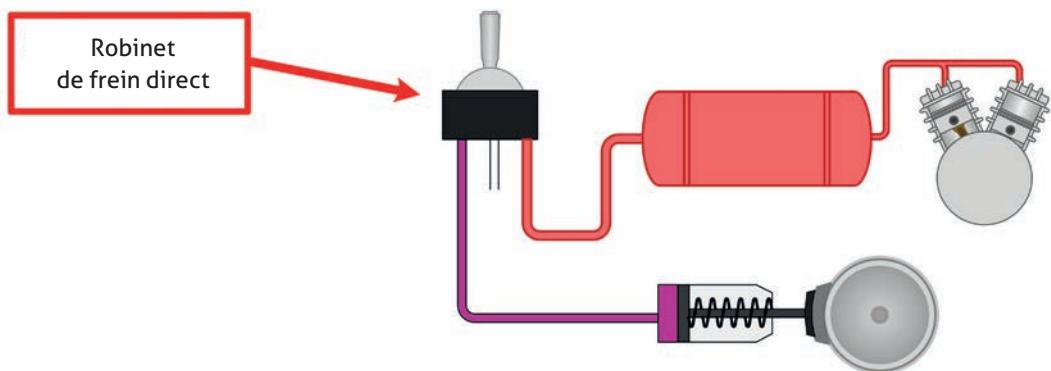


Lors d'une rupture de la conduite de la CFA, tous les freins du convoi s'appliquent automatiquement

## 4.4 FONCTIONNEMENT DU FREIN DIRECT

Outre le frein automatique, les locomotives disposent d'un frein direct qui agit uniquement sur le frein de la locomotive. La pression dans la CFA reste stabilisée à 5 bars.

Au moyen du robinet du frein direct, le conducteur alimente directement les cylindres de frein de la locomotive. Lorsque le conducteur place le robinet du frein direct en position de desserrage, le cylindre de frein est mis en liaison directe avec l'atmosphère et les freins se desserrent.



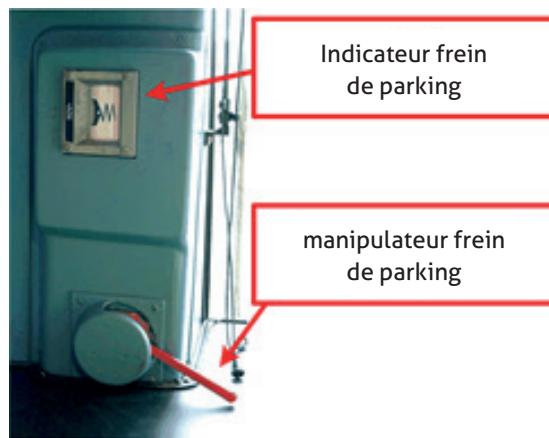
Le frein direct est modérable mais pas automatique.

## 4.5 LE FREIN D'IMMOBILISATION

Chaque véhicule ferroviaire est également équipé d'un frein qui assure l'immobilisation (dans un faisceau de garage, un atelier ou tout autre endroit) sans l'intervention du système pneumatique.



Frein d'immobilisation HLE 21/27



Frein de parking AR41

## 4.6 LES ESSAIS DE FREIN

### 4.6.1 Les essais de frein aux trains

Avant le départ d'un train, un essai de frein est toujours effectué.

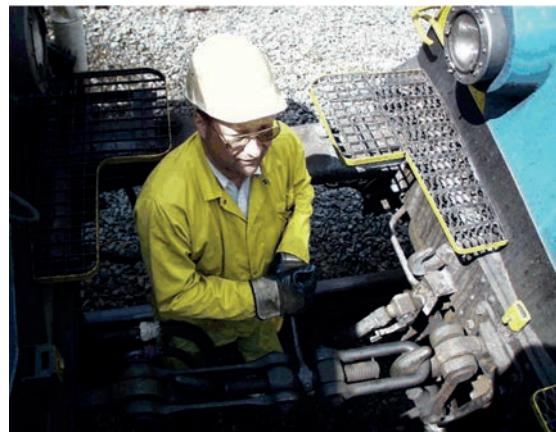
Ces essais de frein sont effectués par le conducteur en collaboration avec un deuxième agent.

Durant les essais de frein, ils vérifient le bon fonctionnement au serrage et au desserrage des freins du train. La continuité de la CFA est également vérifiée.

Ces essais doivent toujours aboutir à un résultat concluant pour que le train puisse partir.



Le conducteur actionne le robinet de frein



Le 2<sup>ème</sup> agent effectue les vérifications prévues

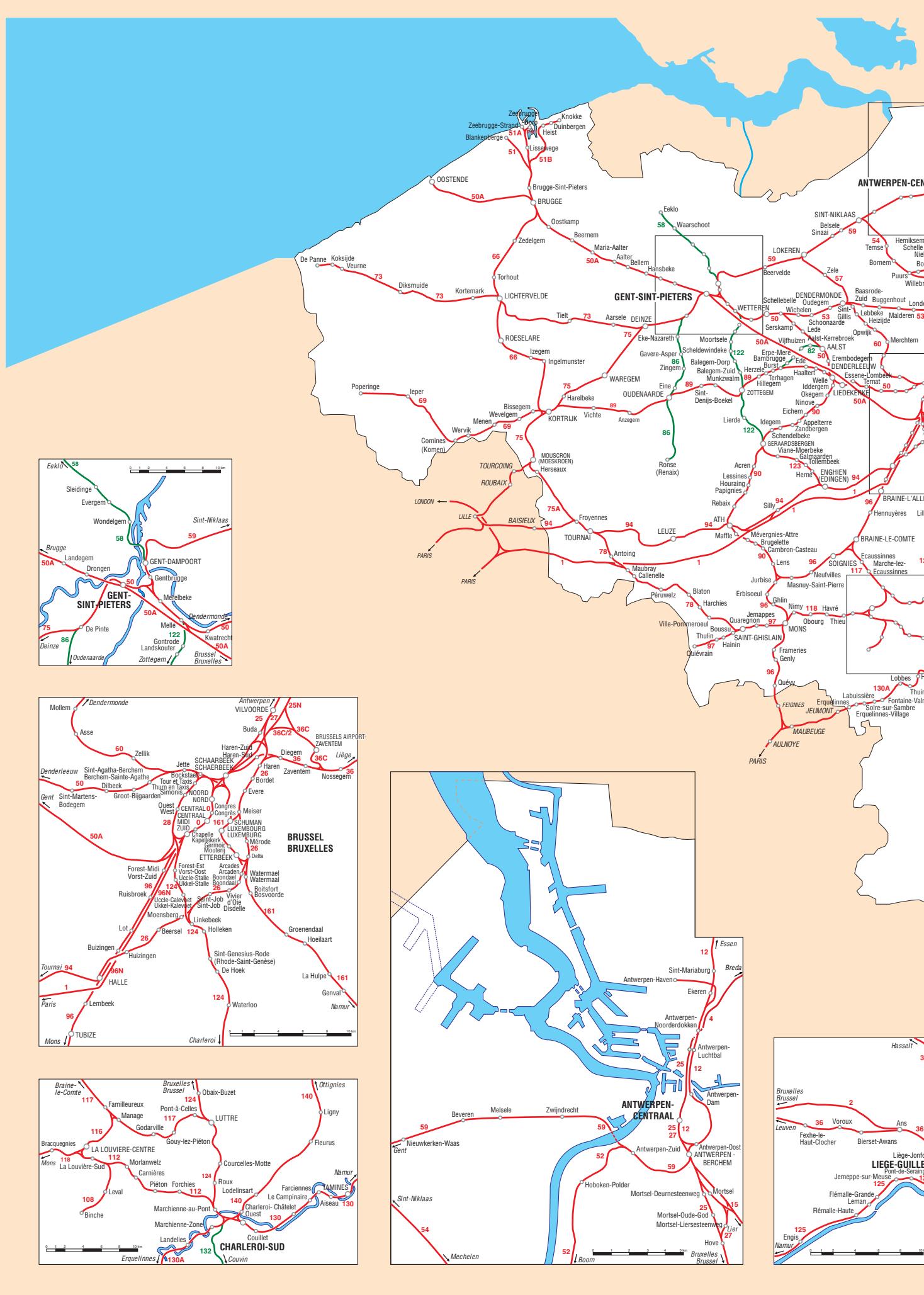
### 4.6.2 Essais de fonctionnement des freins à la mise en service d'une cabine de conduite

Lors de chaque mise en service d'une cabine de conduite, le conducteur doit effectuer des essais de fonctionnement du (des) robinet(s) de frein.

Les résultats de ces essais doivent être concluants avant de pouvoir déplacer le convoi.

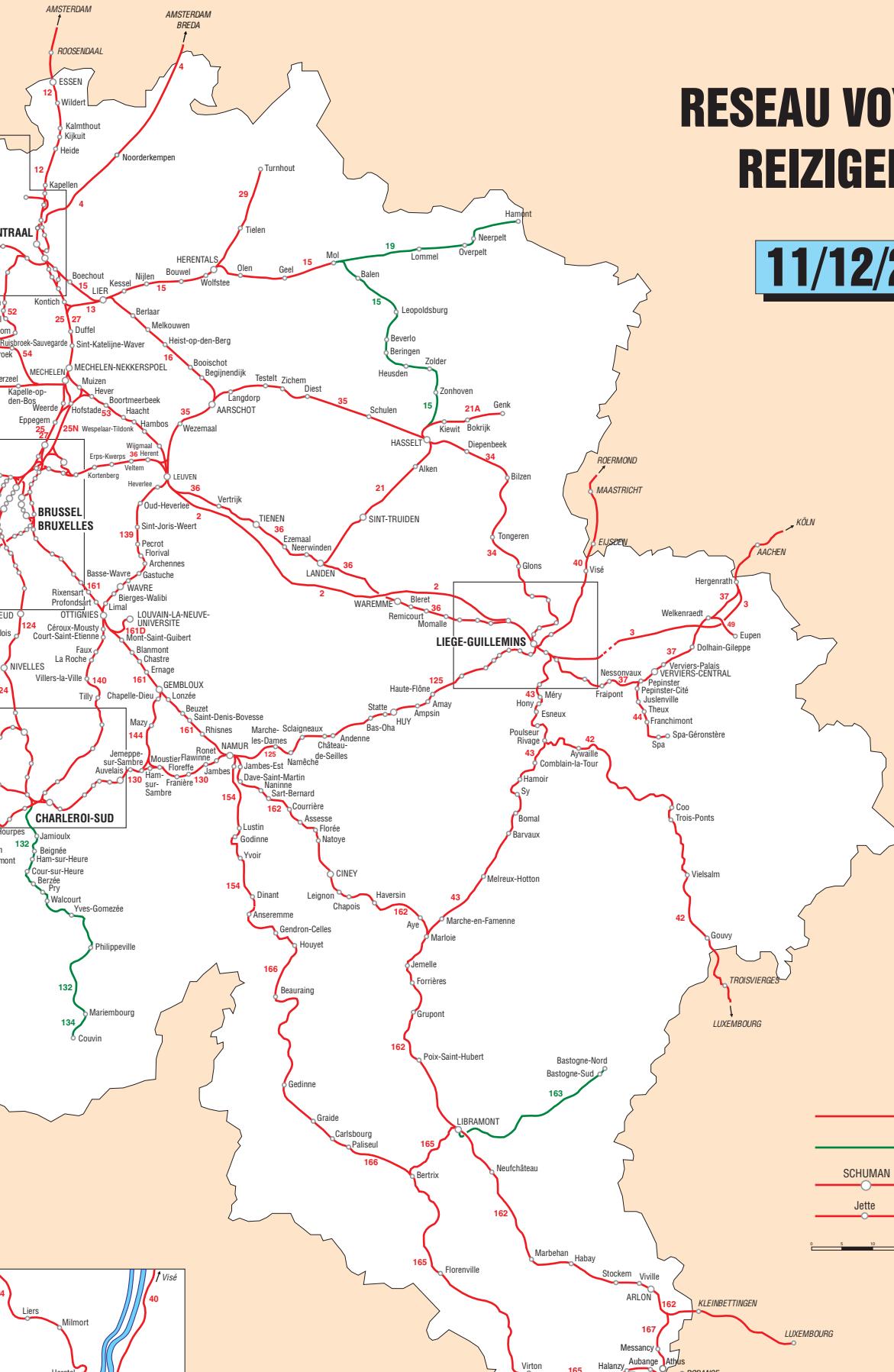


Pupitre de conduite d'une AM 08



# **RESEAU VOYAGEURS REIZIGERSNET**

11/12/2016



## VERKLARING LEGENDE

- Geëlektrificeerde lijnen  
Lignes électrifiées
  - Niet geëlektrificeerde lijnen  
Lignes non électrifiées
  - Interstedelijk station  
Gare Interville
  - Stopplaats  
Point d'arrêt





**CENTRE DE FORMATION**  
pour conducteurs de train

**Service B-TR.2**

Avenue de la Porte de Hal 40 B-1060 Brussel

Adresse interne 10.14 B-TR.201

[www.lescheminsdeferengagent.be](http://www.lescheminsdeferengagent.be)

**Personne de contact**

Rudy Pieters (tél. 02/528.60.86 – [rudy.pieters@sncb.be](mailto:rudy.pieters@sncb.be) )

Première édition juillet 2017