

Signalisation et sécurité ferroviaire

En exploitation ferroviaire, le risque principal est le non-respect de la signalisation latérale par le conducteur (vitesse inadaptée, dépassement d'un feu rouge, ...). La sécurité est donc liée, en premier lieu, à la vigilance du conducteur dont l'intervention est nécessaire pour adapter la vitesse ou stopper le convoi. Pour davantage de sûreté, un système d'homme mort oblige le conducteur à effectuer certaines interventions qui attestent de sa vigilance. Certains signaux sont également répétés en cabine : c'est le rôle du « crocodile » de la TBL 1 et de la TBL 1+ pour rappeler le conducteur à la vigilance. Avec l'arrivée de la grande vitesse, la signalisation latérale ne pouvant plus être déchiffrée correctement par le conducteur au-delà de 160km/h, les signaux ont dû être affichés directement en cabine (systèmes belge TBL 2, français TVM 430 ou encore européen ETCS). L'article qui suit fait le point sur la signalisation ferroviaire belge et les différents systèmes de sécurité.

Les cantons (ou blocks)

Vu la faible adhérence du contact fer sur fer et les masses importantes des convois, les distances de freinage sont particulièrement longues (jusqu'à plusieurs centaines de mètres). Il est nécessaire d'installer des procédures qui en tiennent compte. A cette fin, les itinéraires sont divisés en cantons ou blocks dont la longueur est fonction des caractéristiques de la voie et des convois.

Lorsqu'un canton est occupé par un convoi, l'accès en est interdit par un signal placé à l'entrée (feu rouge). L'accès au canton situé en amont n'est autorisé qu'à vitesse réduite. Le conducteur en est informé par un signal jaune. Un canton n'est libéré que lorsque le convoi l'a complètement quitté.

Les cantons sont fermés au repos. Ce n'est que lorsqu'un convoi doit y être admis que l'accès en est autorisé (on dit que l'itinéraire est tracé). Le feu qui le protège passe alors au jaune ou au vert.

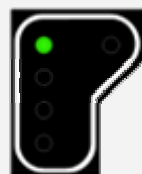
La signalisation latérale

Lorsque différents mobiles partagent la même infrastructure, il est indispensable d'établir des règles de circulation et de donner des instructions aux conducteurs au moyen de signaux. Dans le régime de

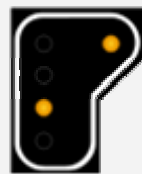
voie normale en Belgique (lorsque le train roule à gauche), les signaux sont implantés à gauche de la voie et l'éclairage des signaux lumineux est fixe. Dans le régime de contre-voie (lorsque le train roule à droite), les signaux sont implantés à droite de la voie parcourue et l'éclairage des signaux lumineux est clignotant. La signalisation la plus courante pour changer de régime est un « chevron » (signe en forme de V).

Les principaux signaux lumineux :

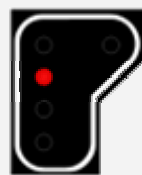
Les signaux lumineux sont conçus et disposés pour être visibles de loin (jusqu'à deux kilomètres par temps clair). Pour cela, ils sont équipés de lentilles permettant de focaliser les rayons lumineux émis par l'ampoule. C'est la raison pour laquelle les feux ne semblent pas très intenses lorsqu'on les regarde de côté alors qu'ils éclairent fortement dans la direction d'arrivée du train. La distance de visibilité reste de 300 mètres dans les conditions les plus défavorables (brouillard).



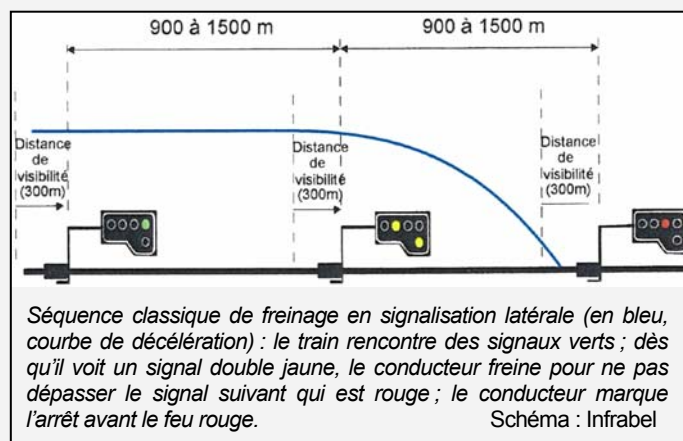
Vert : autorise le passage ; le signal suivant est ouvert sans restriction ou est un signal avertisseur.



Deux jaunes : autorise le passage ; le signal d'arrêt suivant est fermé ou est ouvert à condition de rouler en marche à vue, ou encore ce signal-ci ne « connaît » pas l'état du signal suivant.



Rouge : impose l'arrêt.



Les principaux panneaux de vitesse :



Panneau de vitesse de référence : permet, lorsque le convoi entier a franchi le panneau, de relever la vitesse à la valeur indiquée. Il indique la vitesse de référence de la ligne en fonction de laquelle sont calculées les distances entre signaux.



Panneau d'annonce : annonce une réduction de vitesse ; le nombre indique, en dizaines de km/h, la vitesse à laquelle doit se trouver le convoi au droit du panneau d'origine.



Panneau d'origine : début de la zone à vitesse réduite. Le nombre est identique à celui sur le triangle d'annonce ; il peut également ne pas être présent, le panneau présentant alors uniquement un cercle noir.

Signalisation spéciale : l'IOT :

Dans de nombreuses gares et points d'arrêt, le départ est donné suivant une procédure dite IOT (Indicateur d'Opérations Terminées). Cette procédure, appelée « à la marguerite » dans le jargon des cheminots, fait appel à une signalisation spéciale : l'instruction de départ est donnée au conducteur par un feu blanc en rosace (ou en marguerite) qui est activé par l'accompagnateur. L'IOT fait l'objet de plusieurs critiques : d'une part, la clé utilisée pour l'activation du dispositif peut être acquise par n'importe qui et d'autre part, l'IOT impose le départ du convoi avec une porte ouverte (voir accident de Dinant le 23 mai 2009). Pour une description complète de l'IOT, consultez l'aCtp-Info de juin 2009.



En raison de la procédure IOT, les convois démarrent avec une porte ouverte pour permettre à l'accompagnateur d'embarquer après avoir donné le signal du départ. © ACTP

Répétition des signaux latéraux en cabine

Le système Crocodile :



Crocodile à Liège-Guillemins

© ACTP

Le système Crocodile a été mis en place à partir des années 1930. Il doit son nom à la forme de son armature métallique placée entre les rails et qui évoque la silhouette d'un crocodile. Son principe est simple : il s'agit d'appliquer une tension électrique sur les crocodiles qui est lue par une brosse métallique placée sous les engins moteurs. Lorsqu'un train franchit un signal double jaune, annonçant un feu rouge, la lecture du crocodile déclenche l'allumage d'un voyant lumineux dans le poste de conduite (la signalisation latérale est donc répétée en cabine). Le conducteur doit alors presser un bouton pour confirmer qu'il a bien perçu l'avertissement. A défaut, le train se met automatiquement en freinage d'urgence. De conception relativement simple, le crocodile ne peut transmettre que deux types d'impulsions (positive ou négative) et le dépassement d'un feu rouge ne déclenche aucun signal : l'intervention du conducteur reste donc indispensable pour stopper le convoi en cas de dépassement de feu rouge. L'ensemble du matériel roulant et du réseau belge est équipé du système crocodile.

La TBL 1 et la TBL 1+ :

TBL = Transmission Balise Locomotive.

La TBL 1 est un système de répétition des signaux (fonctionnement identique au crocodile pour les signaux jaunes) et d'arrêt automatique lors du dépassement d'un feu rouge : si le conducteur dépasse le signal rouge malgré sa confirmation au signal double

jaune précédent, le train sera stoppé par un freinage d'urgence. Les informations sont transmises par des balises placées entre les rails et le système utilise en plus les impulsions des crocodiles. L'installation de la TBL 1 a débuté dans les années 1980. Elle n'est opérationnelle que sur quelques grandes lignes belges (environ 1.800 signaux). En 2006, elle équipait 7% du matériel roulant SNCB.

La TBL 1+ est un système de répétition des signaux reprenant les fonctions de la TBL 1 mais utilisant des informations fournies par des eurobalises identiques au système européen ETCS. En plus de l'arrêt automatique, le système dispose d'un contrôle de vitesse à l'approche d'un signal d'arrêt (à 300 mètres du signal rouge, un point d'information envoie un message à l'engin moteur qui s'arrêtera automatiquement si il roule à plus de 40km/h, c'est à dire la vitesse réduite de sécurité qui permet au train de pouvoir s'arrêter sur courte distance). Comme en TBL 1, les impulsions des crocodiles sont utilisées. L'installation de la TBL 1+ est prévue sur tout le réseau et tous les engins moteurs mais, d'après Infrabel, son implémentation actuelle ne permet de couvrir que 24% du risque ferroviaire. Fin 2013, 87% du risque ferroviaire devrait être couvert mais seulement à condition que tous les trains soient également équipés du système TBL 1+ (actuellement, seul 2% du matériel roulant en est équipé).

La signalisation de cabine

La signalisation de cabine consiste à afficher les informations habituellement données par la signalisation latérale directement en cabine. Ceci est devenu indispensable avec l'avènement des trains à grande vitesse : le temps de présence d'un signal dans le champ de vision du conducteur est considéré comme insuffisant, aux vitesses supérieures à 160km/h, pour avoir l'assurance qu'il soit vu et correctement interprété. La signalisation en cabine indique au conducteur la vitesse limite qu'il ne doit pas dépasser et annonce les réductions de vitesse à effectuer (jusqu'à l'arrêt si nécessaire). Suivant le système, le conducteur peut recevoir d'autres informations (par exemple être averti d'une zone où les pantographes doivent être abaissés).

L'avantage majeur des systèmes de signalisation en cabine est qu'ils assurent un contrôle de la vitesse.

La TBL 2 :

La TBL 2 assure la protection complète de la marche des trains, y compris le respect des courbes de freinage. Les balises sont plus longues qu'en TBL1. Ce système équipe la LGV 2 (Ans-Leuven), la ligne 96N (Bruxelles-Hal), tous les Thalys, les ICE allemands, certaines locomotives type 13, les voitures pilotes I11 et les AM96 (la TBL 2 n'est toutefois pas opérationnelle sur ce dernier type de matériel). Le matériel roulant équipé TBL 2 est compatible avec les balises TBL 1 (il fonctionne alors en mode TBL 1+).



Balise TBL 1 à Liège-Guillemins Photo : François MELCHIOR



Balise TBL 2 à Leuven

Photo : François MELCHIOR

L'ETCS :

Le système européen de contrôle des trains (en abrégé ETCS, sigle de European Train Control System) qui est prévu pour remplacer à terme le grand nombre de systèmes de répétition des signaux et de signalisation de cabine actuellement utilisés sur les différents réseaux de chemins de fer européens (23 systèmes incompatibles ont été installés au fil du temps). Ce système doit permettre un passage rapide des frontières tout en garantissant la sécurité des circulations. Sa transposition est prévue dans une première phase sur les lignes à grande vitesse et à plus long terme sur l'ensemble du réseau classique. Depuis 2000, il est notamment expérimenté sur des lignes des Chemins de fer fédéraux suisses (CFF), de la Deutsche Bahn (Allemagne), des ÖBB (Autriche). En Belgique, l'ETCS équipe les LGV 3 (Liège-Frontière allemande) et 4 (Anvers-Frontière néerlandaise), les Thalys, les ICE allemands et les voiture pilotes M6.

L'ETCS assure le contrôle de la vigilance, le respect de la vitesse avec modération automatique en cas de franchissement et le contrôle automatique de la décélération pour éviter le dépassement d'un feu rouge.

On distingue différents niveaux d'ETCS :

- Le niveau 1 peut être installé en parallèle du système national. Ainsi chaque engin utilisera le système dont il est pourvu avec le niveau de sécurité qui lui est propre. Des émetteurs (eurobalises) sont placés dans la voie et communiquent les données de signalisation au train. Pour pouvoir transmettre les informations de manière plus régulière, il est possible d'augmenter le nombre de balises, ou d'installer une boucle (équivalent d'une balise mais longeant la ligne sur une certaine distance).
- Comme le niveau 1, le niveau 2 peut être utilisé en superposition avec le système existant, que ce soit sur ligne classique ou sur ligne à grande vitesse. Il nécessite également toujours l'utilisation d'un système de détection des trains au sol, par contre, les données de signalisation ne sont plus transmises par les eurobalises, c'est-à-dire ponctuellement, mais via le réseau GSM-R¹ (un standard de communication sans fil basé sur le GSM et développé spécifiquement pour les applications et les communications ferroviaires). Via ce réseau, le train communique constamment sa position au centre de contrôle qui lui communique en retour les

actions à effectuer (vitesse, arrêt, ...). Des eurobalises sont toujours présentes sur la voie, mais servent ici uniquement à recalibrer les instruments de mesure embarqués.



Eurobalise

Photo : Halász István

Conclusion

A l'heure actuelle, « seule une minorité de signaux d'Infrabel et une minorité de matériel roulant de la SNCB sont équipés d'un système provoquant un freinage d'urgence en cas de dépassement d'un signal rouge. De ce point de vue, la Belgique est en retard par rapport aux réseaux voisins. Il convient de tout mettre en œuvre pour améliorer rapidement la situation² ».

Par ailleurs, la sécurité maximale ne peut être obtenue qu'avec des systèmes assurant un contrôle total de la vitesse et des courbes de freinage (TBL 2 ou ETCS). « Les études portant sur les incidents de ces dernières années permettent d'avancer les chiffres suivants : si un conducteur dépasse un signal rouge, TBL 1 permet d'éviter une situation dangereuse dans 60% des cas, TBL 1+ permettra d'éviter une situation dangereuse dans 75% des cas³ ».

¹ En Belgique, le GSM-R sera entièrement déployé courant 2010

² SNCB, CA du 5 mai 2006, page 7

³ SNCB, CA du 5 mai 2006, page 6