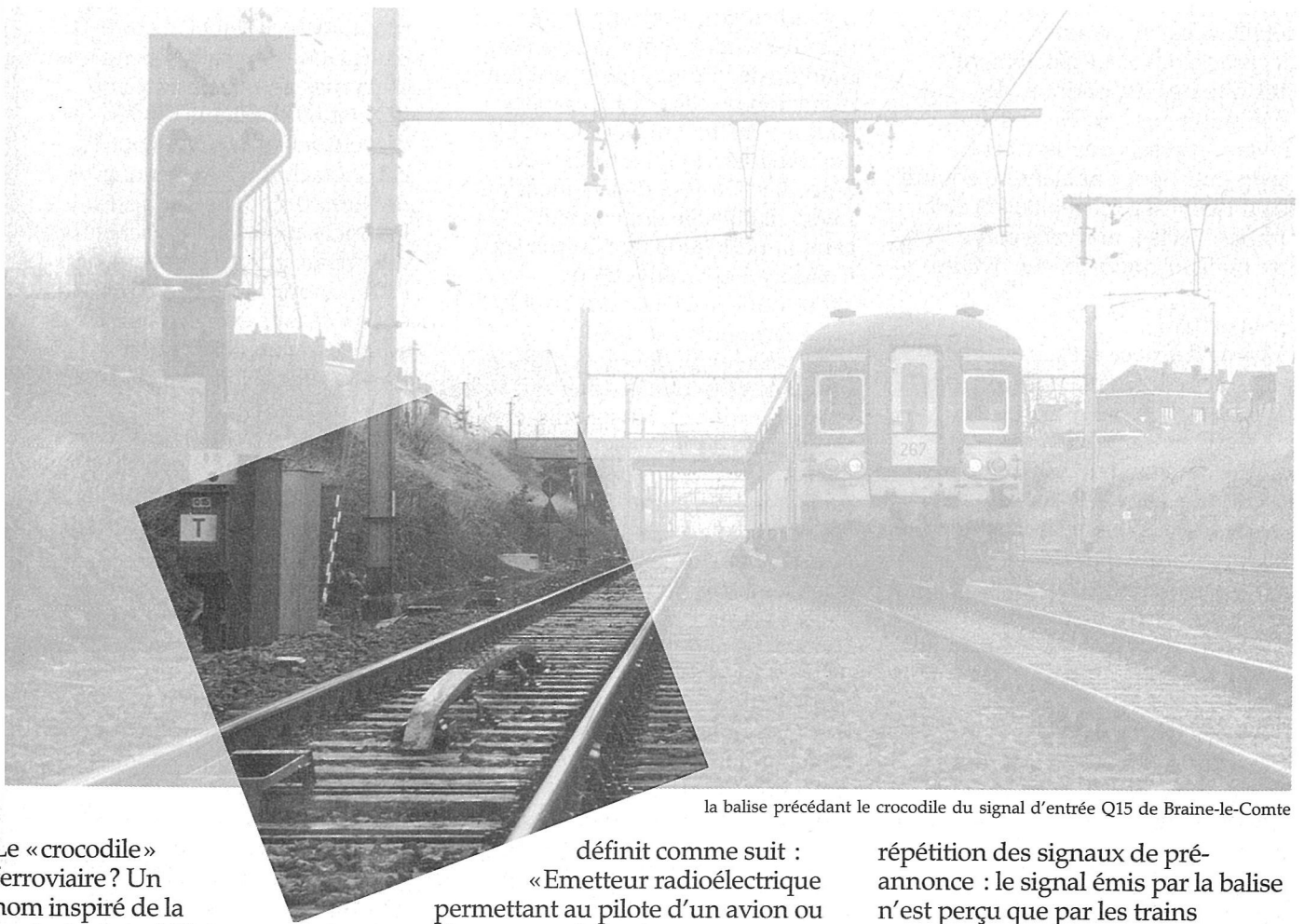


des « crocodiles » aux « balises »

ou une page de l'histoire de la sécurité
des circulations ferroviaires



la balise précédant le crocodile du signal d'entrée Q15 de Braine-le-Comte

Le « crocodile » ferroviaire ? Un nom inspiré de la zoologie mais défini comme suit par le « Robert » : « Appareil placé entre les rails d'une voie de chemin de fer pour donner un signal sonore au passage d'un convoi ». Le dictionnaire mentionne la date de 1890 pour la prise en considération de cette définition complémentaire.

La « balise », avec sa future fonction, n'est pas encore entrée officiellement dans le vocabulaire ferroviaire. Le même dictionnaire la

définit comme suit : « Emetteur radioélectrique permettant au pilote d'un avion ou d'un navire de se diriger ». Cette définition vaut également pour le rail. Sur le réseau « B » comme sur tous les autres réseaux, le crocodile est familier aux conducteurs de trains, aux techniciens de la signalisation et aux agents du mouvement. La balise nouvelle sera généralisée sur le réseau « B » à partir de 1986. Sur les lignes à vitesse élevée de la SNCF, la balise, jumelée avec le crocodile, est utilisée pour la

répétition des signaux de pré-annonce : le signal émis par la balise n'est perçu que par les trains autorisés à rouler à plus de 160 km/h. La répétition par balise fonctionne sans contact, seulement par effet d'induction électromécanique entre la balise du signal répété et le capteur de l'engin moteur.

La balise, conçue par la SNCB, aura, dans un premier temps, un autre rôle à remplir, puisque la vitesse des trains est limitée à 140 km/h : celui du contrôle des signaux franchis indûment en position d'arrêt et

l'arrêt automatique du convoi en infraction.

Du fait de l'intensité de la circulation sur ses lignes axiales, le réseau belge ressemble aux heures de pointe à un réseau étranger de grande banlieue : les arrivées et départs des grandes gares se succèdent à des intervalles de 3 à 4 minutes et parfois moins. Le moindre incident provoque souvent des répercussions interprovinciales. De tout temps, mais davantage depuis une cinquantaine d'années, la SNCB a mené une politique qui recherche et dote ses agents d'outils de plus en plus performants, susceptibles de renforcer la sécurité ferroviaire et de pallier les défaillances humaines.

Cet article relate succinctement l'histoire des réalisations, de l'évolution des études, recherches, travaux et essais des services techniques, pour finalement aboutir à la mise en service (en 86/87) de la fameuse balise, nouvelle étape vers une meilleure sécurité ferroviaire.

Le crocodile

Comme défini ci-dessus, le crocodile belge, actuellement en service sur les lignes à vitesse élevée, est constitué d'une pièce métallique longue de 7 mètres et large de 10 cm. Précédée et suivie de supports inclinés de 2 mètres, ladite pièce présente une surface de contact de 3 mètres qui est composée de trois éléments ondulés et située à 92 mm au-dessus du niveau du rail.

Histoire du crocodile

Si le « Robert » indique la date de 1890 pour l'officialisation de la définition du crocodile ferroviaire, il faut attendre les années 30 pour que ce dispositif de sécurité complète la signalisation existante en Belgique. En 1929, on déplora trois accidents ferroviaires spectaculaires dont deux étaient dus à des vitesses excessives. Ils survinrent à Namur et à Viane-Moerbeke. Le 17 avril, vers 6h25, en gare de Halle enfin, le 131 Paris-Amsterdam franchit le signal d'entrée en position fermée et tamponna le 5552, train de messageries à destination de Ath et de Tournai, qui « cisailait » son itinéraire. La voiture postale – non métallique

– qui se trouvait en tête du train fut sérieusement endommagée et les dix postiers qui l'occupaient furent tués. Le mécanicien prétendit avoir observé le signal avertisseur en position ouverte.

Ces trois accidents émurent l'opinion publique et les dirigeants de la jeune SNCB ne restèrent pas inactifs : ils adoptèrent le système du crocodile.

Le crocodile – Colas, à l'époque, et en bronze – était constitué d'une pièce métallique monobloc que l'on plaçait dans l'axe de la voie, indifféremment à la hauteur d'un signal avertisseur, du 5^{ème} panneau sur les lignes dépourvues d'avertisseurs, du triangle de ralentissement temporaire ou du triangle de vitesse annonçant une réduction de celle-ci à au moins 50 km/h (cette énumération n'est pas exhaustive). L'entretien du crocodile « Colas » était difficile en hiver : il fallait le dégivrer en campagne à l'aide de pétrole. (Le Colas a été définitivement abandonné au début des années 50). L'équipement des « signaux d'avertissement de tous types, la pose des « crocodiles » dans les voies et l'adaptation des installations de signalisation prirent un certain temps : la première ligne équipée fut la nouvelle ligne – en cours d'électrification dès 1932 – Bruxelles Nord – Anvers Central.

Tous les autres grands axes suivirent immédiatement.

La technique du « crocodile » évolua : au début, les « crocodiles » étaient mis sous tension positive lorsque son signal imposait un franchissement restrictif c'est-à-dire un ralentissement.

Cette tension captée par une brosse métallique fixée sous l'engin de traction, actionnait dans l'abri de la locomotive vapeur et plus tard dans le poste de conduite des autres engins, un signal sonore, confirmant l'indication donnée par le signal. Ce rappel sonore alertait en même temps le machiniste ou conducteur qui n'aurait pas observé les indications du signal.

Le crocodile était, d'autre part, sous tension négative lorsque le signal était ouvert. Cette indication se marquait sur la bande enregistreuse se trouvant sur la locomotive, lorsque le type d'appareil le

permettait. (Flaman uniquement au début).

Les engins de traction furent, de leur côté, équipés de chronotachymètres de types divers : Hasler (types 1), Téléc (type 10, plus tard généralisés en diesel et en électriques) et Rodolausse (type 7) etc...

Les crocodiles furent démontés pendant la guerre 40-45. Ils furent rétablis à l'issue du conflit mais d'abord sans enregistrement des signaux avertisseurs au passage. A partir de 1954, à la demande de la SNCF dont les locomotives « vapeur » pénétraient depuis 1947-48 sur les lignes de la SNCB, le réseau belge rétablit le contrôle complet de la position des signaux d'avertissement. Ce système permettait d'ailleurs de déceler d'éventuelles avaries. Tous les chronotachymètres des engins de traction furent aussi adaptés. Les locos diesel 204 de Schaerbeek qui, à partir de 1957 assurèrent l'aller retour Bruxelles-Paris furent équipées en priorité, avant d'être admises à circuler sur le réseau français, lequel avait toujours réalisé le double enregistrement. En 1969, la répétition des deux informations était généralisée sur tous les engins de traction, sauf sur les locos de manœuvre.

La pédale d'homme-mort

En 1935, les premiers autorails firent leur apparition sur le réseau de la SNCB. Ils furent présentés à l'Exposition universelle de Bruxelles en 1935. On y remarquait surtout un nouveau dispositif : « la pédale d'homme-mort ».

Le conducteur, responsable de la conduite du train, devait appuyer « à fond » sur cette pédale qui garantissait – en principe – l'arrêt de l'autorail en cas d'indisposition de celui-ci.

La pédale d'homme-mort fut ensuite généralisée sur les premières locomotives électriques, diesel et sur les automotrices.

Cependant, dans les années 50, le conducteur d'un train omnibus de la ligne Bruxelles-Anvers perdit connaissance dans son poste de conduite et brûla, malgré le dispositif, le premier arrêt. Il fallut couper le courant de la

caténaire pour provoquer l'arrêt du train. C'est de cet incident que naquit l'idée d'un dispositif plus fiable : «la pédale de veille automatique».

La pédale de veille automatique

Celle-ci fut présentée en 1958. Cette pédale, disposée sur le plancher du poste de conduite, doit être manœuvrée par le conducteur. Elle doit être enclenchée dans une position médiane, dite d'équilibre et est «réarmée» pendant un court instant toutes les 50/60 secondes, sur invitation d'un ronfleur appuyé, sur certains engins moteurs, par un signal lumineux.

Dès le fonctionnement du ronfleur, la valve d'urgence se déclenche à défaut de réarmement dans un délai de

- 3 à 5 secondes pour un engin moteur de ligne ;
- 6 à 8 secondes pour un engin moteur de manœuvre.

Lorsque la pédale n'est pas maintenue en position correcte ou lorsque le réarmement n'a pas été

effectué dans le délai prescrit, le dispositif de veille automatique provoque la vidange de la conduite générale du frein automatique par l'intermédiaire de la valve d'urgence ainsi que l'isolement des moteurs de traction, donc l'arrêt sans délai du train.

La pédale de veille automatique constitue le dispositif de sécurité «principal» à bord des engins de traction. Ceux que nous allons présenter constituent les dispositifs «auxiliaires» d'aide à la conduite, de vigilance et de mémorisation.

Le système «gong-sifflet» ou «sifflet Hasler»

La décision d'appliquer ce système aux engins de traction fut prise en 1954, en même temps que le rééquipement des crocodiles à deux impulsions, positive et négative. Sa réalisation prit plusieurs années. Le matériel nouveau – électrique et diesel – fourni à partir de 1959 en était doté.

Ce dispositif de vigilance assure un contrôle de l'attention du conducteur. Il provoque l'arrêt

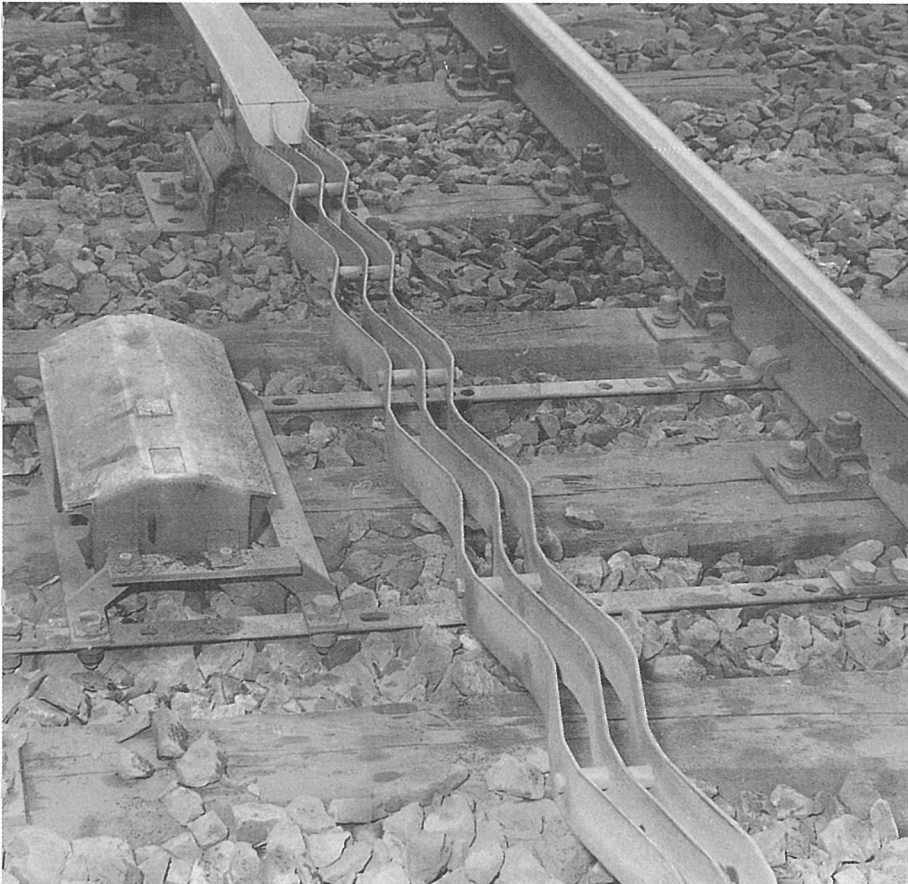
automatique du convoi lorsque le conducteur n'exécute pas, dans les délais prévus, les manœuvres prescrites lors du passage au droit d'un signal pourvu d'un équipement de transmission «voie-engin moteur» (c'est-à-dire lorsque ce signal présente un aspect autre que le feu vert ou assimilé, qui signifie un passage sans restriction). L'impulsion négative, transmise par le «crocodile» lors d'un franchissement sans restriction du signal, provoque le fonctionnement bref d'un gong. L'impulsion positive, annonçant un ralentissement après le signal concerné, déclenche un sifflet : le réarmement du dispositif est à opérer endéans 4 secondes afin d'empêcher l'arrêt automatique du convoi.

Tous les «pointages de vigilance» sont enregistrés sur le chronotachymètre.

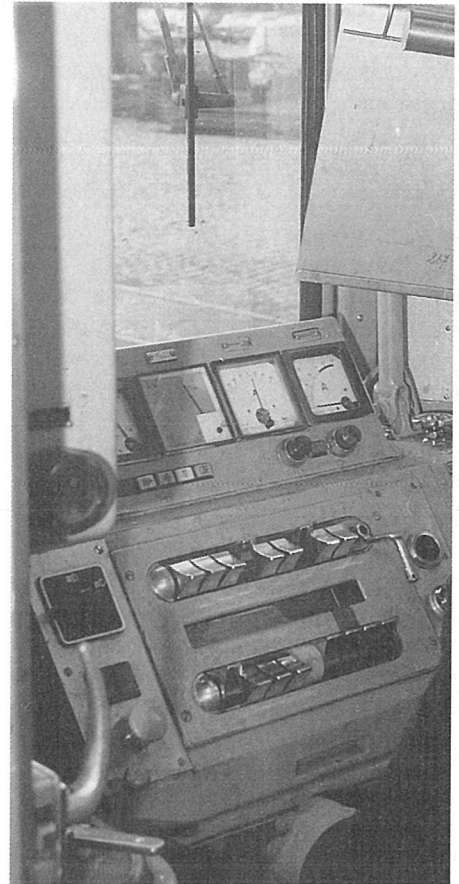
Le système «Mémor»

Au début des années 70, un autre dispositif de contrôle de la vigilance a fait son apparition. Dans son souci

détail du crocodile et de la balise



poste du conducteur adapté au TBL avec voyants de contrôle



constant d'améliorer la sécurité, la SNCB a remplacé dans les postes de conduite, les signaux acoustiques *fugitifs* par des indications lumineuses se maintenant sur le tableau de bord après franchissement d'un signal imposant une restriction.

Par exemple, le conducteur d'un train omnibus entre en gare avec un signal restrictif (feu jaune); il arrête son train à quai.

Pour éviter que, par distraction, il ne franchisse le prochain signal à l'arrêt, le dispositif «memor» allume une lampe de mémorisation jaune sur le tableau de bord. Cette lampe reste allumée jusqu'à la captation, par la brosse de l'engin, de l'impulsion négative d'un signal «vert».

Cette impulsion provoque, outre l'extinction de la lampe jaune, l'allumage d'une lampe bleue pendant une dizaine de secondes. Au moment du franchissement d'un crocodile sous tension positive, le conducteur doit faire preuve de vigilance en actionnant un bouton-poussoir. S'il ne le fait pas, la lampe jaune clignote.

Le système «Mémor-Stop»

Le crocodile ne permettant que la transmission de deux informations (impulsion positive ou négative), seule la sécurité du franchissement des signaux d'avertissement ou restrictifs pouvait être assurée à bord des engins de traction.

Au cours des années 70, les crocodiles de quelques dizaines de signaux ont été adaptés de façon à présenter, avec tension nulle, une impédance capacitive (1) par rapport aux rails lorsque le signal d'arrêt des trains. Cette troisième information provoque l'arrêt des trains en cas de dépassement intempestif.

L'environnement des crocodiles (notamment les circuits de voie, les circuits de retour du courant de traction, les parasites dus aux hacheurs à thyristors...) n'a pas permis d'obtenir une fiabilité suffisante et il a fallu se tourner vers d'autres techniques pour réaliser la fonction STOP.

(1) Impédance : du latin «impedire», empêcher.
Capacitive : qui contient.

Le terme, utilisé pour les courants alternatifs, équivaut à la «résistance avec décalage du courant» des courants continus.

Le système TBL

Dans le système TBL (transmission balise-locomotive), un couplage électromagnétique entre une balise installée au sol (avec boîte de 100/30 cm en moyenne) et une antenne placée sous le bogie avant de l'engin moteur assure la transmission à bord des informations du signal.

Des essais sont en cours en gare de Braine-le-Comte, sur la ligne Bruxelles-Mons où dix signaux ont été équipés de balises. Deux automotrices, les 264 et 267 expérimentent le système au cours de leurs trajets navettes sur des itinéraires spécialement signalisés à cet effet.

En 1986, deux mille signaux de gare ou assimilés seront ainsi équipés sur les lignes Ostende-Bruxelles-Liège-Welkenraedt et Bruxelles-Luxembourg. Cent engins de traction – des locos de la série 27 et des automotrices «break» – seront dotés de l'appareillage TBL.

Technologie du système

La balise placée au droit de chaque signal équipé – le cas échéant, à proximité du crocodile existant – est capable d'émettre cinq informations simultanées, chacune d'elles étant choisie parmi dix possibilités. Les cinq «décodes» du message, codées d'après le type de signal et de son aspect à l'instant considéré, sont émises en quelques millisecondes et continuellement répétées. Même à 200 km/h, trois messages successifs au moins peuvent être captés à bord pour y être comparés et décodés. Sur le plan de la disponibilité, le cahier des charges de la SNCB, particulièrement exigeant, prévoit entre autres, un temps moyen entre «pannes» de 25 000 heures. La firme ACEC, qui a obtenu la commande, a utilisé des technologies de pointe à micro-processeurs et à découpage modulaire. Les parties essentielles des équipements électroniques ont été détripées : les fonctions habituellement réalisées par un grand nombre de semi-conducteurs ont été rassemblées en un seul composant suivant la technique LSI (Large Scale Integration). Sur le plan de la sécurité, la

commande d'arrêt (programme STOP) fait l'objet d'un traitement particulier. Outre des dispositions technologiques renforcées, le fonctionnement de la balise est contrôlé en permanence et peut être reporté à distance soit au signal d'amont, soit au poste de signalisation le plus proche. Dans ce dernier cas, des repères lumineux au TCO indiquent si la balise émet bien le message d'arrêt ou si elle émet un message de passage à un niveau suffisant pour être capté avec certitude.

Programme de base

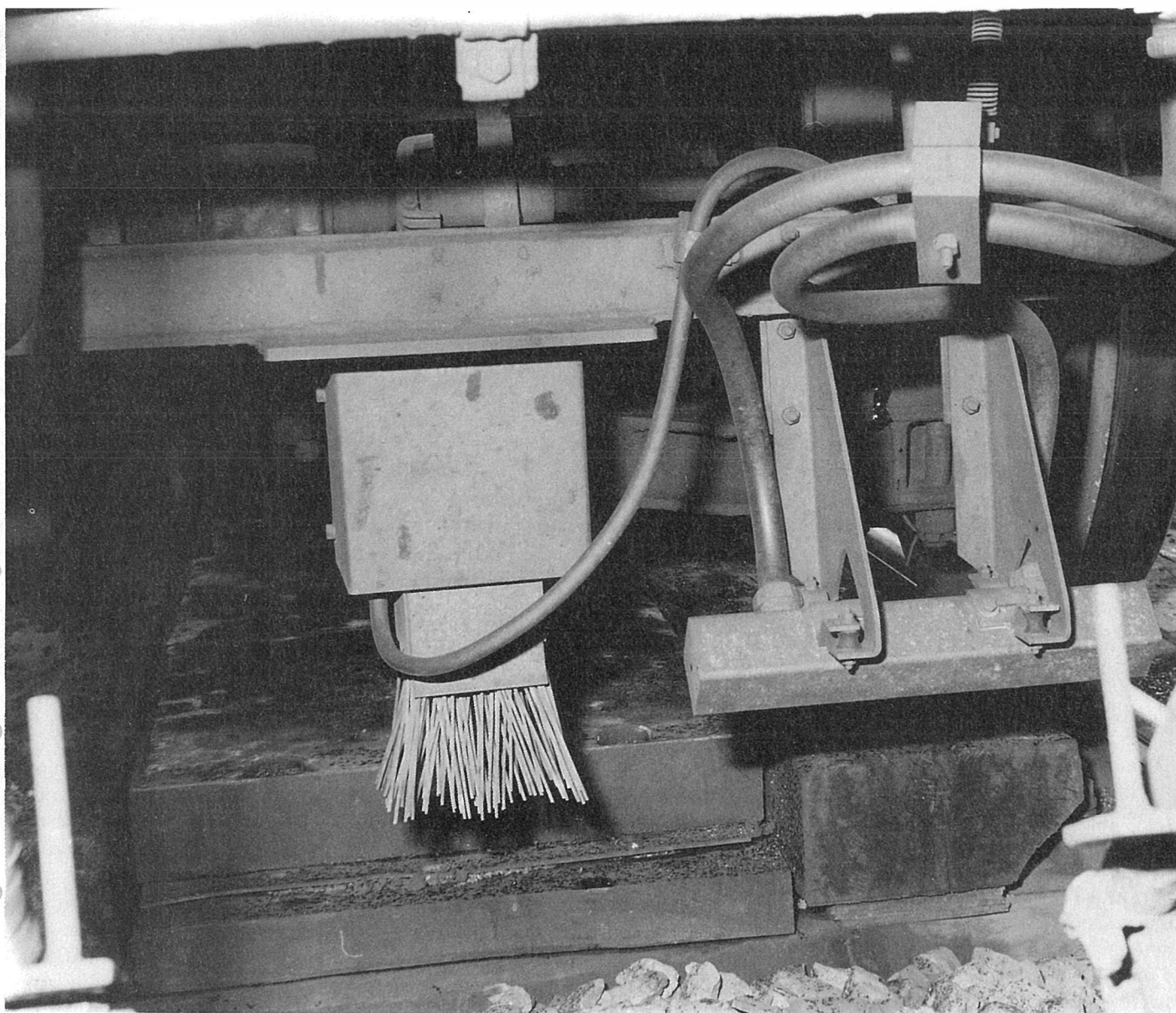
Dans un premier temps, seules les deux premières «décodes» (ou possibilités techniques) seront exploitées par les cent engins équipés afin de réaliser rapidement le programme «Mémor-Stop» sur les lignes dont les signaux sont équipés de balises.

La table de bord du poste de conduite des engins équipés recevra les différents boutons-poussoirs, interrupteurs et lampes de signalisation nécessaires. En particulier, le genre de mouvement y sera affiché en permanence (soit «grand mouvement» correspondant à un mouvement de train reçu ou quittant une gare, soit «petit mouvement» correspondant à un mouvement interne ou de manœuvre en gare).

En cas de dépassement fautif d'un signal d'arrêt absolu, une lampe rouge clignotera et il se produira immédiatement un freinage d'urgence. Des dispositions sont prévues pour inhiber le fonctionnement du système en cas de franchissement autorisé d'un signal maintenu à l'arrêt (p. ex. en cas de dérangement de ce dernier). Sur les lignes non équipées de balises, l'équipement TBL réalisera le programme «Mémor» à partir des impulsions des crocodiles captées par la brosse.

Programme complet

La démonstration a été faite en 1985 que le système TBL peut aisément être étendu et que ses performances annoncées se vérifient en matière de contrôle continu du comportement du conducteur. A cette fin, l'appareillage de deux engins sera



dispositif de contrôle de l'automotrice : la brosse pour le crocodile. A droite, le capteur pour la balise

complété afin d'exploiter les cinq «décodes» du message et d'établir, compte tenu des données supplémentaires reçues (1) et mesurées à bord, la courbe de freinage à respecter par le conducteur.

Ainsi, sera-t-il possible à l'avenir, non seulement de provoquer automatiquement l'arrêt d'un convoi dépassant un signal d'arrêt fermé, mais encore de prévenir ces dépassements en interdisant la circulation d'un train à vitesse trop élevée en vue d'un signal qui lui impose l'arrêt.

Dans la cabine de signalisation du

Bl. 15 de Braine-le-Comte, des repères lumineux complètent la représentation des signaux concernés au TCO* qui signalent toute interruption du fonctionnement normal des balises. Les essais qui s'y sont déroulés, ont donné entière satisfaction.

Le choix d'une gare de moyenne importance comme Braine-le-Comte sur la ligne Bruxelles-Feignies s'explique par sa situation géographique – sur la ligne Braine-le-Comte – Charleroi Sud – et par celle du constructeur «ACEC Charleroi».

La SNCB, comme d'autres réseaux, notamment la SNCF et les NS avec leur système ATB* techniquement différent du système «B», témoigne

de son souci d'éviter les accidents par le franchissement intempestif de signaux. L'image de marque du chemin de fer, malgré ses détracteurs, s'en trouve dès lors confortée.

Nous exprimons notre gratitude à monsieur Havelange, inspecteur technique principal honoraire ES, à Pmonsieur Caudron, chef de fabrication honoraire M, ainsi qu'aux fonctionnaires techniques des directions ES et M, et aux ACEC qui nous ont aidés à vous présenter cet article.

Georges Finet

(1) (notamment la distance et la pente jusqu'au signal suivant, une éventuelle vitesse réduite...)

*TCO : tableau de contrôle optique

*ATB : automatische treinbeïnvloeding