



Rapport final

du Service suisse d'enquête de sécurité SESE

sur la dérive d'un mouvement de
manœuvre depuis la gare de
Glovelier sur la pleine voie en
direction de Bassecourt

du 20 janvier 2015

à Glovelier (JU)

N° reg.: 2015012001

Remarques générales sur le présent rapport

Le présent rapport a été exclusivement établi dans le but de prévenir les accidents et les incidents graves survenant lors de l'exploitation de chemins de fer, d'installations de transport à câble et de bateaux. Selon l'article 15 de la loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF, RS 742.101) l'appréciation juridique des circonstances et des causes ne fait pas l'objet de la présente enquête.

Ce rapport ne vise donc nullement à établir des responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

Table des matières

1	Renseignements de base.....	7
1.1	Situation avant l'évènement	7
1.2	Déroulement de l'évènement	7
1.3	Dommmages corporels	8
1.4	Dommmage matériel.....	8
1.5	Personnes impliquées.....	8
1.5.1	Personnel de l'entreprise ferroviaire.....	8
1.6	Expertise médicale	9
1.7	Véhicules ferroviaires	9
1.7.1	Véhicule moteur	9
1.7.2	Wagons.....	9
1.8	Constatations sur les véhicules ferroviaires	9
1.8.1	Tm 232-127-1.....	9
1.9	Description de l'équipement de commande et du système de freins du véhicule	9
1.9.1	Electronique de commande du véhicule	10
1.9.2	Brève description du fonctionnement de la radiocommande	10
1.9.3	Asservissement du véhicule sans la radiocommande	10
1.9.4	Robinet d'urgence situé en cabine	10
1.9.5	Freins de service et freinage d'urgence	11
1.10	Météo, état des rails	11
1.11	Installations ferroviaires.....	11
1.12	Systèmes de sécurité ferroviaire	12
1.12.1	Infrastructure	12
1.12.2	Matériel roulant	12
1.13	Tachygraphe	12
1.13.1	Equipement tachygraphique	12
1.13.2	Processus pour le retrait des données tachygraphiques	13
1.14	Transmission	13
1.15	Analyses particulières	13
1.15.1	Contrôle de fonctionnement de l'émetteur et du récepteur de la radiocommande "Locontrol 100" et analyse des protocoles de la mémoire de défauts et d'évènements.	13
1.15.2	Diagnostic interne de l'électronique de commande du véhicule	14
1.15.3	Tests de fonctionnement.....	15
1.15.4	Déroulement des faits relatés par le mécanicien	16
1.16	Usager routier.....	16
2	Analyse.....	17
2.1	Aspects techniques	17

2.1.1	Radiocommande	17
2.1.2	Systèmes de freinage et possibilités d'immobiliser le véhicule	17
2.1.3	Temps de parcours et émission d'un appel d'urgence	17
2.2	Aspects d'exploitation.....	18
2.2.1	Retrait des données tachygraphiques.....	18
2.3	Aspects humains	18
2.3.1	Aspects psychologiques, utilisation de la radiocommande et absence de réaction du mécanicien	18
2.3.2	Divergences dans le récit des évènements et incohérence des actions entreprises.....	18
3	Conclusions	20
3.1	Faits établis	20
3.2	Cause	20
4	Recommandation de sécurité et mesures prises après l'évènement	21
4.1	Recommandation de sécurité.....	21
4.2	Mesure prise depuis l'évènement.....	21

Résumé

Présentation succincte

Le mardi 20 janvier 2015 vers 7 h 40, en gare de Glovelier, un tracteur de manœuvre Tm 232 de CFF-Cargo, exploité en mode radiocommande, avec deux wagons devait effectuer une manœuvre depuis la voie 4 direction de la voie 13 pour revenir ensuite en gare sur la voie 7. Une fois arrivé sur la voie 13, le mouvement de manœuvre ne s'est pas immobilisé, a continué sa marche sur la pleine voie en direction de Bassecourt. Il a parcouru environ 1800 m et franchi un passage à niveau dont les barrières étaient ouvertes, avant de s'immobiliser peu après ce dernier.

Enquête

L'annonce a été reçue le jour même à 8h16. Deux enquêteurs se sont déplacés en gare de Glovelier. Ils ont entendu le mécanicien puis ont procédé à un contrôle de fonctionnement du tracteur Tm 232 127-1 impliqué. A la fin des essais, ils ont gelé les données tachygraphiques, avant de mettre sous séquestre le Tm et de demander son acheminement remorqué aux ateliers CFF de Bienne afin de procéder à des investigations complémentaires. La conception du système est ainsi faite que, sans la cassette des données tachygraphiques, il n'est pas possible d'enclencher le véhicule pour le déplacer. Le véhicule est arrivé dans la journée du vendredi 23 janvier 2015 à Bienne.

Le lundi 26 janvier 2015, le personnel des ateliers CFF devait procéder, sur demande du SESE, au retrait de la cassette des données tachygraphiques afin que ces données soient à disposition pour les investigations. Toutefois, lorsque le personnel est intervenu sur le véhicule Tm 232-127-1, il a constaté que la cassette mémoire contenant les données tachygraphiques avait disparu.

Le 30 janvier 2015, le service d'enquête a procédé, aux ateliers CFF de Bienne, à divers essais avec ledit véhicule. Suite aux essais, les boîtiers émetteur et récepteur de la radiocommande ont été démontés et envoyés chez le fabricant afin d'extraire les données du protocole d'enregistrement et d'effectuer un contrôle du fonctionnement de ces appareils sur le banc de test.

Le 13 avril 2015, le SESE a ré-auditionné le mécanicien pour le confronter à l'analyse des enregistrements. Compte tenu de la divergence dans ces déclarations entre la première et la deuxième audition, le SESE a mandaté un psychologue-conseil afin de procéder à une évaluation psychologique.

Le 22 avril 2015, le SESE a procédé à de nouveaux essais avec l'appareil de radiocommande, en présence du fournisseur de l'équipement. Ces essais ont fait l'objet d'un enregistrement online de la part du fournisseur. Le protocole a été analysé à fin de permettre la comparaison avec le protocole du jour où s'est produit l'incident.

Cause

Le mouvement de manœuvre a quitté la gare de Glovelier et s'est engagé sur la pleine voie sans assentiment et sans itinéraire établi.

Le facteur suivant a contribué à la survenue de l'incident:

La manipulation inappropriée de la radiocommande par le mécanicien, consécutive à une probable perte de maîtrise générée par un épisode de panique.

Recommandation de sécurité

Aucune.

1 Renseignements de base

1.1 Situation avant l'évènement

Le mardi 20 janvier 2015, le tracteur Tm 232-127-1 est arrivé en gare de Glovelier, peu avant 7 h, en queue du train Cargo 64325. Le tracteur et deux wagons qui se trouvaient derrière ont été décrochés. Le mécanicien a mis en service le véhicule en mode radiocommande puis effectué les tests réglementaires. Entre 7 h 05 et 7 h 30, le mécanicien a effectué plusieurs mouvements de manœuvre en gare.

Après avoir garé son véhicule contre les deux wagons sur la voie 4, côté Bassecourt, il les a crochés. Ensuite, il a demandé le parcours au Chef de Circulation (CC) de Glovelier pour se rendre sur la voie 7 via la voie 13. Le CC n'a pas pu établir le parcours, car le contrôle de position de l'aiguille n°5 manquait, en raison de la présence de neige entre la lame d'aiguille et le rail d'appui. Il a donc demandé au mécanicien de se rendre au niveau de l'aiguille pour procéder à son nettoyage. Vers 7h33, après avoir déneigé l'aiguille, le mécanicien a contacté le CC pour procéder à un essai de fonctionnement de cette dernière. Comme l'aiguille fonctionnait à nouveau correctement, le CC a indiqué que, compte tenu de l'heure, il allait effectuer d'abord l'entrée du train voyageurs en provenance de Bassecourt et qu'ensuite il établirait le parcours demandé. Le CC a alors proposé au mécanicien de manœuvrer par la voie 8, mais celui-ci a refusé, car avec les deux wagons, son convoi était trop long pour pouvoir manœuvrer par cette voie. Le mécanicien a mentionné au CC qu'il allait attendre le passage du train, puis il est retourné sur le Tm 232 stationné sur la voie 4.

1.2 Déroulement de l'évènement

Après que le train en provenance de Bassecourt soit entré en gare, le CC a établi le parcours voie 4 – voie 13.

Vers 7 h 38, le mécanicien a mis en mouvement le Tm 232 en direction de Bassecourt. Peu après, le CC a constaté que l'occupation de la voie en gare avait disparu et que la pleine voie 309 en direction de Bassecourt était occupée.

A 07:44:27¹, le CC de Glovelier a contacté le mécanicien par radio. A 7 h 45, le CC de Glovelier a avisé le CC du secteur de Bienne pour procéder à l'interdiction de la pleine voie 309.

Entre 7 h 39 et 7 h 43, le mouvement de manœuvre s'est engagé sur la pleine voie en direction de Bassecourt alors qu'aucun itinéraire n'avait préalablement été établi. Durant ce laps de temps, il a parcouru une distance d'environ 1800 m, a franchi le passage à niveau (PN) situé au point kilométrique 94.521, passage dont les barrières étaient ouvertes. A 07:44:19, la radiocommande a été déclenchée, puis réenclenchée.

A 07:46:49 le CC de Glovelier a contacté le mécanicien pour lui demander où il se trouvait et si il avait franchi le passage à niveau. En guise de réponse, le mécanicien lui a demandé de baisser les barrières.

A 7:47:30, le sens de marche arrière est activé sur l'émetteur de la radiocommande puis à 7:47:33, un effort de traction a été commandé par cet émetteur.

¹ 07:44:27 Les heures, minutes, secondes indiquées sous ce format ont été extraites, soit du système d'enregistrement des conversations radio, soit du récepteur de la radiocommande du véhicule.

Pour le retour en gare, le mécanicien est, selon ses dires, monté sur le marchepied d'un wagon puis a refoulé, en mode radiocommande, avec les deux wagons jusqu'en gare de Glovelier. A 7:55:00, l'émetteur de la radiocommande a été déclenché.

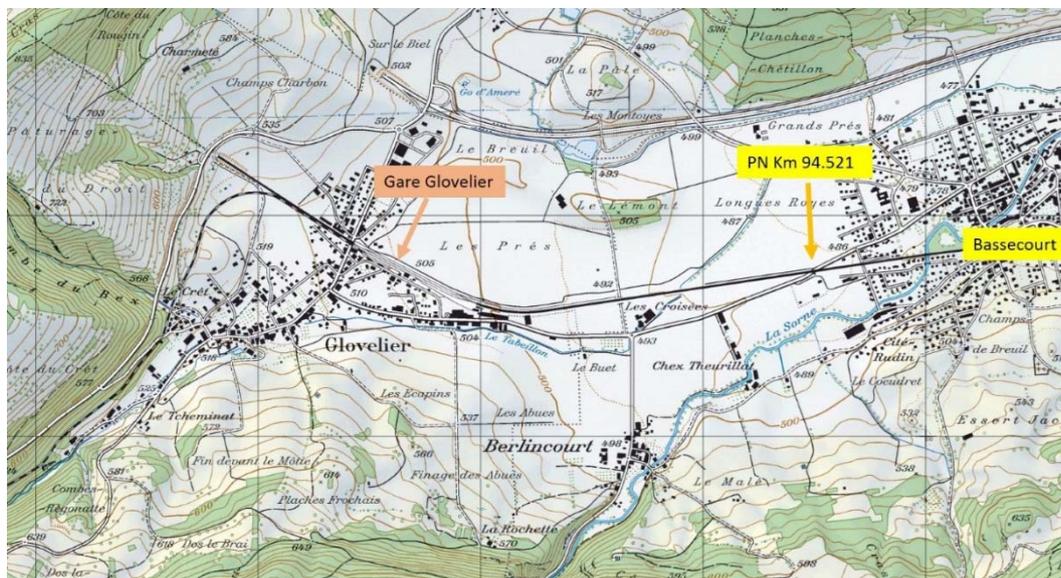


Illustration 1: Plan de situation de Glovelier et du passage à niveau au Km 94.521. Carte reproduite avec l'autorisation de l'Office fédéral de la topologie Swisstopo (JA 150149).

1.3 Dommages corporels

Aucun

1.4 Dommage matériel

Aucun

1.5 Personnes impliquées

1.5.1 Personnel de l'entreprise ferroviaire

Dans le cadre de l'enquête, aucune infraction concernant les temps de travail et de repos du mécanicien n'a été constatée.

1.5.1.1 Mécanicien

Mécanicien CFF Cargo SA, citoyen suisse, 1964.

Permis OFT cat. B 100, restriction V max 60 km/h, mécanicien depuis 1988.

Le mécanicien ayant bénéficié des droits acquis lors de la modification du système des permis OFT, il n'avait jamais passé de tests psychotechniques pour l'obtention du permis de catégorie B100.

1.5.1.2 Chef de Circulation Glovelier

Chef de Circulation CFF SA, Infrastructure, citoyen suisse, 1986.

1.6 Expertise médicale

Sur demande du SESE, le mécanicien a été soumis, conformément à la directive sur les examens d'aptitude psychologique émise par l'OFT, à un test d'aptitude psychologique pour la catégorie de permis B100. Le test d'aptitude a été réussi, mais avec une restriction temporaire concernant l'utilisation de la radiocommande.

En plus du test d'aptitude, le SESE a demandé au psychologue-conseil d'investiguer afin d'établir si des éléments pouvant expliquer une absence de réaction éventuelle ou une perte d'orientation pouvaient être détectés. La chronologie des événements et les actions entreprises ont aussi été investiguées par le psychologue.

L'expertise psychologique semble infirmer l'hypothèse d'une absence d'une durée de plusieurs minutes. Par contre, elle a démontré que l'utilisation de la radiocommande est une source de stress importante pour le mécanicien, stress qui pourrait générer un épisode de panique.

1.7 Véhicules ferroviaires

1.7.1 Véhicule moteur

Tm 232-127-1

Propriétaire: CFF Cargo SA

En plus des équipements usuels, le véhicule est équipé d'un système de radiocommande du type "Locontrol 100".

1.7.2 Wagons

Les deux wagons, qui lors de l'arrivée du SESE en gare de Glovelier avaient déjà été différés, n'ont fait l'objet d'aucun contrôle.

1.8 Constatations sur les véhicules ferroviaires

1.8.1 Tm 232-127-1

1.8.1.1 Description des dégâts antérieurs et des irrégularités

Tous les robinets d'isolement situés sur le tableau pneumatique étaient ouverts en bonne position. Tous les sabots de freins étaient en place et leur état était presque neuf.

1.9 Description de l'équipement de commande et du système de freins du véhicule

Les véhicules de manœuvre du type Tm IV ont subi une modernisation importante à partir des années 2009. Il ont été ensuite renommés Tm 232. Lors de cette modernisation, une électronique de commande basée sur un automate programmable ainsi que des équipements de contrôle de la marche des trains ont été installés. Une partie des véhicules ont été équipés en plus de la radiocommande. Les platines de commande installées en cabine ont déjà, depuis leur mise en service, été remplacées par un modèle d'un autre fournisseur. Ces modifications ont fait l'objet d'une nouvelle homologation par l'OFT.

1.9.1 **Electronique de commande du véhicule**

La commande et la gestion des fonctions principales du véhicule sont assurées par un automate programmable. Un display installé sur le pupitre permet de visualiser les principales fonctions du véhicule. L'automate est relié aux autres dispositifs électroniques, notamment avec le boîtier récepteur de la radiocommande, par l'intermédiaire d'un "Can-bus". L'électronique de commande est munie d'un diagnostic interne.

1.9.2 **Breve description du fonctionnement de la radiocommande**

Le système de radiocommande "Locontrol 100" est composé d'un boîtier émetteur qui est porté sur l'homme et d'un boîtier récepteur monté à demeure à l'intérieur du véhicule. Une antenne assure la transmission du signal radio entre les deux appareils. Les deux appareils sont équipés d'une mémoire interne qui enregistre la transmission et la réception des ordres ainsi que d'éventuels défauts inhérents au fonctionnement des appareils. Pour enclencher la radiocommande, la clef du courant de commande du véhicule doit être retirée du pupitre, puis insérée sur le boîtier de la radiocommande.

La liaison entre l'émetteur et le récepteur est contrôlée en permanence par le système. Si durant plus de 2.2 secondes, la liaison est interrompue un freinage d'urgence est déclenché.

Si aucun ordre n'est transmis par l'émetteur durant une période de 30 secondes, un son retentit sur l'émetteur (fonction "homme-mort – vigilance" protocolée par la radiocommande) et si aucune réaction n'intervient dans les cinq secondes suivantes, un freinage d'urgence est automatiquement déclenché.

L'émetteur est aussi équipé d'un système de contrôle de l'inclinaison du boîtier. Si durant plus de deux secondes le boîtier est incliné au-delà d'un angle de 45°, un signal acoustique retentit et si durant les deux secondes suivantes le boîtier reste toujours incliné, un freinage d'urgence est déclenché.

Sur l'émetteur, un bouton d'urgence de type "champignon" est installé (photo annexe 1, illustration 3). Par l'intermédiaire d'un interrupteur V + ou V -, il est possible de présélectionner trois vitesses maximale de manœuvre soit 10, 30 ou 40 km/h. La vitesse sélectionnée est signalée sur l'émetteur par une lampe témoin.

1.9.3 **Asservissement du véhicule sans la radiocommande**

Si le véhicule n'est pas asservi en mode radiocommande, deux platines équipées similairement au boîtier de radiocommande, permettent d'asservir le véhicule depuis la cabine. Un bouton d'urgence est installé sur chaque platine. La chaîne de déclenchement des boutons d'urgence est totalement indépendante de l'électronique de commande et agit directement, via un câblage filaire, sur l'électrovanne du déclenchement du freinage d'urgence. Lorsque le véhicule est asservi en radiocommande, et que le levier de traction-freinage situé sur les platines est manipulé, un freinage d'urgence est automatiquement déclenché.

1.9.4 **Robinet d'urgence situé en cabine**

Dans la cabine, sur la droite du pupitre, un robinet direct, indépendant de tout système électrique, permet de mettre la conduite générale à l'air libre. L'ouverture de ce robinet provoque un freinage d'urgence.

1.9.5 Freins de service et freinage d'urgence

Le véhicule est équipé, entre autres, des deux systèmes principaux de commande de freins suivants:

1.9.5.1 Frein de service

L'effort de freinage du frein de service peut être réglé graduellement, par l'intermédiaire du levier de freinage (photo annexe 1, illustration 3). La pression dans les cylindres de freins est augmentée ou diminuée par l'intermédiaire de deux électrovannes. Afin de freiner la charge remorquée, une valve relais abaisse proportionnellement la pression de la conduite générale du frein automatique.

1.9.5.2 Frein d'urgence

Lorsque le freinage d'urgence est déclenché, soit par l'intermédiaire de la chaîne de déclenchement du freinage d'urgence (boutons d'urgence sur le boîtier émetteur de la radiocommande, ou sur les deux platines), soit par les circuits de sécurité "homme-mort - vigilance", soit par les dispositifs de contrôle de la marche des trains, une électrovanne indépendante du circuit de freinage de service met la conduite générale du frein automatique à l'air libre. Cette action provoque directement le remplissage des cylindres de freins avec la pression maximale. Les circuits de sécurités sont conçus selon le système du courant de repos.

1.10 Météo, état des rails

Froid, neige au sol, brouillard.

Selon le relevé des températures obtenu auprès de Météo Suisse, durant la nuit du 19 au 20 janvier, les températures relevées par la station de mesure de Delémont ne sont pas descendues en dessous de 0°C.

1.11 Installations ferroviaires

La gare de Glovelier est desservie en "commande locale" par un CC. Les voies 1 et 3 sont équipées d'un quai pour le service voyageurs, Le quai est partiellement recouvert par une marquise. Une desserte marchandises est aussi assurée.

La distance séparant la voie 4 de la voie 13, sur laquelle le mouvement devait changer de sens de marche est d'environ 300 mètres. La distance séparant la voie 4 (axe du bâtiment voyageurs) du passage à niveau situé au point kilométrique 94.521 est d'environ 1800 mètres. Ce passage à niveau croise la route cantonale reliant Glovelier à Bassecourt.

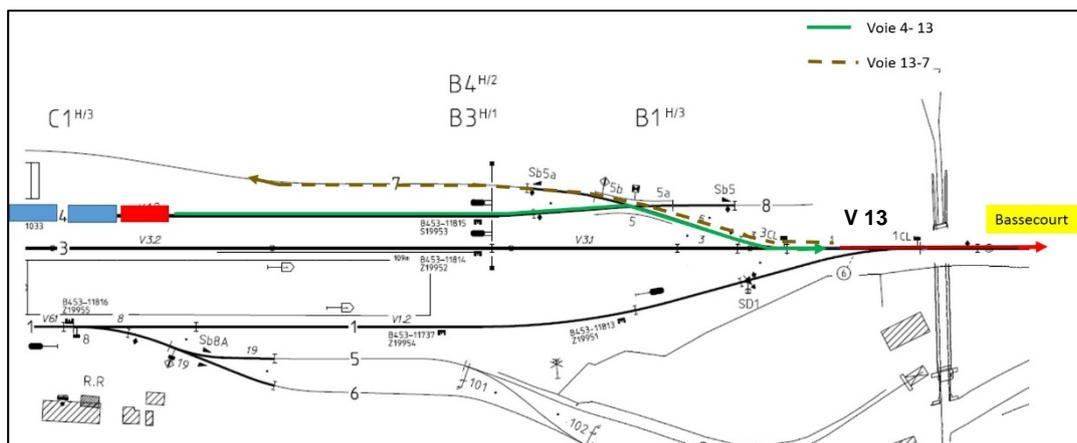


Illustration 2: Plan des installations de sécurité de la gare de Glovelier. Vert, mouvement de manœuvre voie 4-13; brun traitillé, mouvement de retour prévu sur voie 7; rouge, trajet en direction de Bassecourt (Source CFF; adjonctions SESE).

1.12 Systèmes de sécurité ferroviaire

1.12.1 Infrastructure

La gare de Glovelier est équipée d'une installation de sécurité de type Domino 55. Ce type d'installation ne dispose d'aucun système d'enregistrement.

Le fonctionnement de cette installation n'est pas en cause dans cet incident.

1.12.2 Matériel roulant

Le véhicule moteur est équipé de l'appareil automatique des trains inductif du type "Signum". De plus, il dispose également du système de contrôle de la marche des trains ZUB 121 et de son complément ETM permettant la lecture des "Euro-balises". Ce système était hors service car le véhicule circulait en régime manœuvre.

Les systèmes de sécurité des véhicules ferroviaires ont fonctionné normalement. Ils n'ont eu aucune influence sur le déroulement de l'incident.

1.13 Tachygraphe

1.13.1 Equipement tachygraphique

Le véhicule Tm 232-127-1 est équipé d'un indicateur de vitesse de type Synics - TRAS avec enregistrement électronique des données sur une cassette.

La cassette est intégrée dans un logement de l'appareil qui est fermé par une fermeture à vis. La vis est assurée au moyen d'un plomb numéroté.

Les données ont été figées par le SESE en gare de Glovelier, au moyen du bouton poussoir prévu à cet effet. Une fois les données figées, une lampe jaune située au-dessus de l'appareil reste allumée en permanence. Lorsque le SESE a figé les données, l'appareil était plombé.

Lorsque le tracteur est arrivé aux ateliers CFF de Bienne et que le personnel technique a voulu procéder au retrait des données, la cassette avait disparu. Le logement avait été refermé et à nouveau plombé. Malgré d'importantes recherches menées par CFF Cargo, il n'a pas été possible de retrouver la cassette.

Sans cassette de données, il n'est pas possible d'enclencher le véhicule pour le déplacer. Une lampe rouge signale l'absence de cassette sur l'appareil d'affichage de la vitesse. Aucune cassette de réserve n'est à disposition sur le véhicule.

Contrairement aux nouveaux modèles, cet appareil de génération plus ancienne ne dispose pas d'une deuxième mémoire interne.

1.13.2 Processus pour le retrait des données tachygraphiques

Afin de définir les responsabilités et d'assurer la traçabilité des données, l'entreprise CFF Cargo a édicté, en date du 16 avril 2014, un processus pour la commande, le retrait, l'analyse et l'archivage des données tachygraphiques de son unité.

Ce processus détaille les responsabilités de la commande pour le retrait à l'archivage des données. Le retrait des cassettes de données ne fait pas partie des attributions des mécaniciens.

1.14 Transmission

Le mécanicien était équipé d'une radio portable de type SE 160 pour la communication avec le CC de Glovelier.

L'enregistrement des communications radio a été mis en sécurité par CFF Infrastructure. Une copie des enregistrements a été remise au SESE pour analyse.

Le matin de l'évènement, le système d'enregistrement des conversations radio du réseau CFF a subi une avarie technique. Seule une partie des conversations échangées durant la période allant de 7 h 33 à 7 h 50 est disponible.

La retranscription des conversations figure à l'annexe 4.

Le contenu des conversations échangées entre 7 h 44 et 7 h 45 n'est pas disponible.

1.15 Analyses particulières

1.15.1 Contrôle de fonctionnement de l'émetteur et du récepteur de la radiocommande "Locontrol 100" et analyse des protocoles de la mémoire de défauts et d'évènements

Sur demande du SESE, l'émetteur et le récepteur de la radiocommande "Locontrol 100" (ID n° 229) ont été démontés et envoyés chez le fournisseur pour l'analyse des protocoles ainsi que pour la réalisation de tests sur le banc d'essai.

1.15.1.1 Contrôle de fonctionnement de l'émetteur et du récepteur

Les tests de fonctionnement réalisés par le fournisseur n'ont révélé aucune défec-tuosité.

1.15.1.2 Protocole de la mémoire de défauts

Aussi bien dans le protocole de l'émetteur que dans celui du récepteur, aucune indication d'un quelconque défaut n'a été enregistrée entre le 19 et le 30 janvier 2015.

1.15.1.3 Protocole de la mémoire d'évènements

Remarque préliminaire:

La synchronisation temporelle de la radiocommande et de l'électronique de commande du véhicule diffère de 44 secondes. Dans la suite de l'analyse, cette différence a été prise en compte et corrigée sur la base temporelle de la radiocommande.

Dans cette mémoire sont enregistrés, dans un ordre chronologique, les manipulations effectuées sur le boîtier émetteur ainsi que les ordres reçus sur le boîtier récepteur. Un extrait du protocole est disponible à l'annexe 3.

Le protocole fait ressortir les éléments importants suivants:

- Entre 7:38:00 et 7:43:00, le levier de traction-freinage a été manipulé à plusieurs reprises pour des durées plus ou moins longues, passant à maintes reprises de la position augmentation à celle de réduction de l'effort de traction ainsi que brièvement, à deux reprises, sur la plage de freinage du manipulateur. Durant ces cinq minutes l'indication "homme-mort – vigilance" n'est jamais intervenue. Ceci signifie qu'au maximum toutes les 30 secondes, un interrupteur ou un levier a été manipulé sur l'émetteur de la radiocommande.
- L'activation du bouton d'urgence situé sur l'émetteur n'est intervenu qu'une seule fois à 7:44:19. A 7:44:30 l'émetteur de la radiocommande a été mis hors-tension, puis remis sous tension 13 secondes plus tard.
- A 7:47:30, le sens de marche a été inversé. Ensuite une augmentation de l'effort de traction a été demandé et le véhicule a circulé jusqu'à la mise hors service de la radiocommande à 7:55:47.

1.15.2 Diagnostic interne de l'électronique de commande du véhicule

Sur demande du SESE, le diagnostic interne de l'électronique de commande (automate programmable) a été extrait et analysé.

Un extrait de ce protocole est disponible à l'annexe 3.

- Entre 7 h 38 et 7 h 41, le message "Fahrsperre maximale Geschwindigkeit überschritten" apparaît à quatre reprises. Ce message est généré lorsque la situation suivante se présente: si une augmentation de l'effort de traction, respectivement une augmentation de la vitesse, est demandée par l'intermédiaire de l'émetteur de la radiocommande, alors que la vitesse sélectionnée est déjà atteinte, l'électronique de commande règle l'effort de traction du véhicule pour que la vitesse ne dépasse pas la valeur présélectionnée sur l'émetteur.
- Aucun déclenchement d'urgence, que ce soit par l'intermédiaire de la radiocommande ou des boutons d'urgence installés sur les platines, n'a été enregistré dans la période comprise entre 7 h 38 et 7 h 44.
- A 7:44:30, une annonce de déclenchement d'urgence de la télécommande est enregistrée. Elle est suivie, dans la même seconde, de l'annonce de la mise hors service de la radiocommande.

1.15.3 Tests de fonctionnement

1.15.3.1 Le jour de l'incident en gare de Glovelier

Sur la base des premières informations reçues de la part du mécanicien, le SESE a procédé, en présence de ce dernier, à des essais dynamiques avec le véhicule impliqué.

Les tests suivants ont été effectués:

- L'activation du bouton poussoir d'urgence sur l'émetteur de la radiocommande a provoqué le déclenchement du freinage d'urgence.
- Lorsque le véhicule circulait en radiocommande, l'activation des boutons d'urgence situés sur les deux platines, ainsi que le basculement du levier de traction- freinage sur la plage de freinage, ont provoqué à chaque fois le déclenchement du freinage d'urgence.
- L'ouverture du robinet d'urgence situé sur la droite du pupitre a provoqué immédiatement un freinage d'urgence.

1.15.3.2 Tests de fonctionnement aux ateliers CFF de Bienne

Le 30 janvier 2015, le SESE a procédé à plusieurs essais en présence du propriétaire du véhicule ainsi que du fournisseur du système de commande.

Ces essais ont permis de vérifier les principaux éléments suivants:

- Si aucune cassette de données n'est insérée dans le système d'enregistrement de la vitesse de type "TRAS", une lampe de défaut apparaît sur l'afficheur de la vitesse. Sans cassette, il est impossible de mouvoir le véhicule.
- Le câblage filaire entre les boutons d'urgence installés sur les platines et l'électrovanne d'urgence a été contrôlé. Il ne divergeait pas de la schématique.
- La chaîne de déclenchement des circuits de sécurité ainsi que les boutons d'urgence situés sur les deux platines fonctionnaient correctement.
- La version du logiciel de l'électronique de commande du véhicule (1.00.11) correspondait à la version annoncée, à l'OFT lors de la modification des platines par la "release note" datée du 17 novembre 2014.

1.15.3.3 Mesure de la qualité du signal de la radiocommande et tests dynamiques complémentaires

Le SESE a procédé, en gare de Bienne RB, en présence du propriétaire du véhicule ainsi que du fournisseur de l'équipement de radiocommande, avec le véhicule impliqué, à la mesure de la qualité du signal entre l'émetteur et le récepteur de la radiocommande ainsi qu'à des tests dynamiques complémentaires.

1.15.3.3.1 Mesure de la qualité du signal radio

A l'aide d'un PC portable, les ordres émis par l'émetteur et les ordres reçus par le récepteur ont été enregistrés durant toute la période d'essai. Tous les ordres émis ont été correctement reçus. Aucune interruption dans la surveillance de la liaison n'a été détectée.

1.15.3.3.2 Tests dynamiques complémentaires

Sur la base de l'analyse du protocole de la radiocommande du jour de l'incident, divers essais ont été exécutés afin de tenter de reproduire la situation enregistrée.

- Lorsque, par l'intermédiaire de levier de traction-freinage du boîtier émetteur de la radiocommande, une impulsion de freinage est transmise, la pression aux cylindres de freins du véhicule augmente et la pression de la conduite générale du frein automatique s'abaisse en conséquence.
- Si la vitesse effective du véhicule dépasse la vitesse de consigne choisie sur l'émetteur de la télécommande, lorsqu'un effort de traction supplémentaire est demandé, la régulation inhibe l'effort de traction jusqu'à ce que la vitesse redescende au-dessous du seuil de vitesse pré réglé.
- Si le véhicule roule sur l'erre, c'est à dire si levier du manipulateur de traction-freinage de la radiocommande se trouve en position médiane et qu'aucune autre manipulation, sur un quelconque levier, n'est entreprise sur le boîtier émetteur durant 30 secondes, un son retentit sur l'émetteur. Cinq secondes plus tard, si aucune manipulation n'est intervenue, le freinage d'urgence est automatiquement déclenché.

1.15.4 Déroulement des faits relatés par le mécanicien

Les deux versions du récit du mécanicien, celle du jour de l'incident et celle du jour de sa ré-audition, divergent fortement.

Le jour de l'incident, il a mentionné au SESE qu'il se trouvait dans la cabine du véhicule avec la radiocommande et qu'après avoir constaté le dysfonctionnement de la radiocommande, il avait appuyé sur les deux boutons d'urgence montés à demeure dans la cabine de conduite. Comme ces manipulations n'ont pas eu d'effet, il a déposé le boîtier de l'émetteur de la radiocommande sur le pupitre, avant de sortir sur la passerelle du véhicule afin d'ouvrir le robinet de la conduite générale entre le tracteur et le premier wagon pour provoquer l'arrêt de son convoi.

Lors de sa deuxième audition, le mécanicien a mentionné le fait qu'il se trouvait sur le marchepied avant du tracteur lorsque la radiocommande a dysfonctionné puis, il ne se souvenait plus de ce qui s'était passé jusqu'à ce qu'il reçoive un appel radio du CC de Glovelier. Ensuite, il aurait longé le tracteur pour revenir dans la cabine où il aurait déposé l'émetteur de la radiocommande sur le pupitre avant de sortir sur la passerelle pour ouvrir le robinet de la conduite générale. Il n'aurait pas appuyé sur les deux boutons d'urgence situés dans la cabine.

1.16 Usager routier

Un chauffeur de bus qui circulait sur la route cantonale ce matin-là, a vu, de loin, un convoi ferroviaire franchir le passage à niveau alors que les barrières étaient ouvertes. Il n'a pas vu le convoi s'immobiliser après le passage à niveau.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Radiocommande

Durant les quatre minutes qui se sont écoulées entre la mise en mouvement du convoi sur la voie 4 et l'immobilisation après le passage le niveau, ni le bouton d'arrêt d'urgence situé sur le boîtier émetteur de la radiocommande, ni les boutons d'urgences montés sur les platines n'ont été activés. Par contre, durant cette période un nombre conséquent de manipulations ont été effectuées sur le boîtier de l'émetteur, parmi lesquelles une brève commande de freinage suivie immédiatement d'une augmentation de l'effort de traction. Ceci démontre que les ordres transmis par la radiocommande parvenaient correctement au véhicule. Tous ces ordres, passés à intervalles réguliers, ont à chaque fois réarmé la fonction "homme-mort – vigilance".

A 7:41:55, un freinage a été commandé pour une durée de neuf secondes. Il a été suivi d'une accélération d'une seconde, puis d'un maintien de la vitesse durant sept secondes avant qu'une accélération pour une durée de 19 secondes ne soit à nouveau demandée. Moins d'une minute après l'épisode précédent, un freinage a été à nouveau commandé pour une durée de trois secondes avant que le levier de traction-freinage ne soit remis en position neutre pour une durée de huit secondes.

Lors de ces deux épisodes, le convoi circulait déjà sur la pleine voie au-delà de la limite de la gare. Il n'est de ce fait pas compréhensible qu'une fois le freinage amorcé le mécanicien ne l'ait pas maintenu jusqu'à l'arrêt du convoi. Le SESE ne trouve aucune explication rationnelle à un tel comportement.

2.1.2 Systèmes de freinage et possibilités d'immobiliser le véhicule

Si pour une raison quelconque, le frein de service ne réagissait pas, le freinage d'urgence, qui est réalisé par l'intermédiaire d'un circuit de commande à courant de repos séparé, qui déclenche une électrovanne indépendante du circuit du freinage de service, permet à tout instant de vidanger la conduite générale du frein automatique et de provoquer l'immobilisation du convoi. Une mise hors tension de la radiocommande par le retrait de la clef provoque immédiatement un freinage d'urgence, car le contrôle de liaison entre l'émetteur et le récepteur disparaît alors. De plus, le robinet d'urgence situé en cabine, qui est indépendant de toute commande électrique, permet de vidanger directement la conduite générale du frein automatique.

Par l'une de ces actions, il était toujours possible de provoquer l'immobilisation du convoi.

2.1.3 Temps de parcours et émission d'un appel d'urgence

En tenant compte de la vitesse du véhicule et de la distance d'environ 300 mètres séparant le point de départ du mouvement de manœuvre sur la voie 4, et le point d'arrêt sur la voie 13, endroit où le convoi était censé s'immobiliser avant de changer de sens pour refouler sur la voie 7, quarante secondes environ ont été nécessaires au convoi pour parcourir cette distance.

Environ 1500 mètres séparent la voie 13 du passage à niveau. A la vitesse constante de 30 km/h, trois minutes ont été nécessaires pour parcourir ce trajet.

Durant ce laps de temps, le mécanicien aurait largement eu le temps d'émettre un appel d'urgence, ce qu'il n'a pas fait.

2.2 Aspects d'exploitation

2.2.1 Retrait des données tachygraphiques

Avec la nouvelle génération d'appareils de tachymétrie, la perte de données n'est plus possible car, les appareils mis sur le marché disposent d'une deuxième mémoire interne ou sont équipés d'un système de lecture par clef USB. Avec le système USB, lors de la lecture des données, ces dernières sont copiées sur la clef, mais restent en mémoire dans l'appareil et peuvent de ce fait être ré-exploitées à plusieurs reprises.

2.3 Aspects humains

2.3.1 Aspects psychologiques, utilisation de la radiocommande et absence de réaction du mécanicien

Les résultats de l'expertise psychologique semblent infirmer l'hypothèse d'une absence d'une durée de plusieurs minutes. Une zone d'ombre subsiste quant au déroulement des événements. Par contre, l'expertise a démontré que l'utilisation de la radiocommande est une source de stress importante pour le mécanicien, stress qui pourrait générer un épisode de panique.

Pour un mécanicien, habitué depuis plusieurs années à manœuvrer depuis un poste de commande fixe dans la cabine d'un véhicule, l'apparition de véhicules radiocommandés représente un changement dans la façon de travailler.

Le ressenti dynamique n'est pas le même lorsque le véhicule est desservi depuis la cabine que lorsque le mécanicien manipule la radiocommande depuis le sol. Dans ce dernier cas de figure, par exemple lors de l'activation du système de freinage, seule une observation prolongée du comportement du véhicule, permet de détecter si une décélération est effectivement amorcée alors que, lorsque le mécanicien est en cabine, le ressenti est immédiat. L'utilisation de véhicules radiocommandés demande d'avantage d'anticipation de la part du mécanicien. Ce dernier a peut-être eu de la peine à intégrer ce nouveau mode de fonctionnement ce qui a occasionné chez lui un stress important.

Si le mécanicien avait effectivement eu une absence, et n'avait pas passé la moindre commande sur le boîtier émetteur durant une période de 30 secondes, un son d'alarme aurait retenti et cinq secondes plus tard, sans réaction de sa part, le système aurait automatiquement déclenché le freinage d'urgence par l'intermédiaire de la fonction "homme-mort – vigilance". Dans le cas présent, à aucun moment entre 7 h 38 et 7 h 44 la fonction "homme-mort – vigilance" ne s'est déclenchée.

Il en résulte que, durant cette période, le mécanicien était bien présent et a manipulé à maintes reprises le levier traction-freinage situé sur le boîtier de l'émetteur de la radiocommande mais n'a, par contre, jamais appuyé sur le bouton d'urgence.

2.3.2 Divergences dans le récit des événements et incohérence des actions entreprises

Le récit du déroulement de l'évènement fait au SESE par le mécanicien le jour de l'incident, paraissait cohérent contrairement à celui qu'il a fait lors de la deuxième audition.

Le fait que le mécanicien n'ait tenté aucune manipulation dans la cabine de conduite pour essayer d'immobiliser le véhicule, mais se soit mis en danger, en sortant

sur la passerelle et en se penchant sur les tampons d'un véhicule circulant à environ 30 km/h, pour tenter d'immobiliser le convoi, semble dénué de tout bon sens.

Il semble en effet tout à fait incohérent qu'à 7:47:30, soit trois minutes après avoir déclenché la radiocommande, le mécanicien ait, par l'intermédiaire de la radiocommande, remis en mouvement le véhicule dans le sens inverse pour retourner en gare de Glovelier à l'aide d'une radiocommande qui venait de dysfonctionner, tout en sachant que le problème qu'il venait de rencontrer était à tout moment susceptible de se reproduire.

Le contenu de la conversation radio échangée à 7:49:59, lors de laquelle le mécanicien a déclaré au CC de Glovelier: "Ouais, j'ai pu réparer c'est tout bon, tu peux relever les barrières" démontre bien qu'il a attendu d'avoir refoulé en deçà du passage à niveau avant de contacter le CC Glovelier pour lui demander de relever des barrières, car il n'aurait pas pris le risque de refouler sur le passage à niveau avec les barrières ouvertes.

Le SESE ne voit pas comment il est possible de "réparer" quelque chose quand la source du problème n'est pas connue et de le faire dans un laps de temps aussi court.

Le cumul des trois actions incohérentes mentionnées ci-dessus laisse supposer que l'incident pourrait être le fruit d'un problème de manipulation résultant d'une probable perte de maîtrise générée par un épisode de panique.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

- Le mouvement de manœuvre a quitté la gare de Glovelier, s'est engagé sur la pleine voie en direction de Bassecourt sans qu'un itinéraire n'ait été établi et a franchi un passage à niveau alors que les barrières étaient ouvertes.
- Lorsqu'il a constaté l'occupation de la pleine voie entre Glovelier et Bassecourt, le Chef de Circulation de Glovelier a très bien réagi en demandant immédiatement l'interdiction de la voie au Chef de Circulation du secteur voisin.
- Du fait de la disparition de la cassette, les données tachygraphiques ne sont pas disponibles.
- L'analyse des protocoles de la radiocommande, de la commande électronique du véhicule, ainsi que les tests effectués n'ont pas permis de mettre en évidence un quelconque dysfonctionnement technique du véhicule.
- Le déroulement des faits relatés par le mécanicien diverge fortement entre la version émise le jour de l'incident et celle émise lors de sa deuxième audition.
- Sur la distance de 1800 mètres séparant la gare de Glovelier du passage à niveau, le mécanicien était bien présent. Il a manipulé à maintes reprises le levier traction-freinage situé sur le boîtier de l'émetteur de la radiocommande mais n'a, par contre, jamais appuyé sur le bouton d'urgence ni déclenché l'émetteur.
- Le mécanicien n'a pas émis d'appel d'urgence.
- L'expertise psychologique a démontré que l'utilisation de la radiocommande était une source de stress importante pour le mécanicien. Le nombre conséquent de manipulations passées par le mécanicien, dans un laps de temps très court, sur le boîtier de la radiocommande confirme qu'il a agi de manière confuse.

3.2 Cause

Le mouvement de manœuvre a quitté la gare de Glovelier et s'est engagé sur la pleine voie sans assentiment et sans itinéraire établi.

Le facteur suivant a contribué à la survenue de l'incident:

La manipulation inappropriée de la radiocommande par le mécanicien, consécutive à une probable perte de maîtrise générée par un épisode de panique.

4 Recommandation de sécurité et mesures prises après l'évènement

4.1 Recommandation de sécurité

Aucune

4.2 Mesure prise depuis l'évènement

Suite à l'expertise psychologique effectuée sur le mécanicien, l'entreprise a décidé de ne plus engager le collaborateur pour des prestations avec des véhicules circulant en mode radiocommande.

Ce rapport final a été approuvé par la commission du Service suisse d'enquête de sécurité SESE (art. 10 lit. h de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans la domaine des transports du 17 décembre 2014).

Berne, 19 octobre 2016

Annexe 1

Éléments de la radiocommande



Illustration 3: émetteur de la radiocommande.



Illustration 4: récepteur de la radiocommande.

Annexe 2

Platine de commande dans la cabine



Illustration 5: platine de commande montée dans la cabine.

Annexe 3

Extrait du protocole de la radiocommande (période comprise entre 7 h 38 et 7 h 44)

07:44:19	Zustand Stopp:aktiv	Der Grund für diesen „aktiven Stopp“ ist im Empfänger-Protokoll nicht ersichtlich. Mögliche Ursachen: - Manueller Stopp - Neigungsüberwachung - Mannüberwachung
07:44:30	Zustand Funk:AusBef	Der Sender wurde ausgeschaltet und kurz darauf wieder eingeschaltet, siehe „Zweite Anmeldung“.
07:44:36	Zustand Funk:Stopp	
07:44:41	Zustand Funk:Standby	
07:38:06	Bremung (durch FBS) für 10 Sekunden	
07:38:16	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 14 Sekunden	
07:38:30	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:38:33	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 23 Sekunden	
07:38:58	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:39:04	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 5 Sekunden	
07:39:09	FBS für 7 Sekunden in der Mittelstellung	
07:39:18	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 23 Sekunden	
07:39:41	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:39:47	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 25 Sekunden	
07:40:12	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:40:13	FBS für 13 Sekunden in der Mittelstellung	
07:40:27	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 39 Sekunden	
07:41:06	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:41:06	FBS für 9 Sekunden in der Mittelstellung	
07:41:15	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 30 Sekunden	
07:41:45	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:41:46	FBS für 9 Sekunden in der Mittelstellung	
07:41:55	Bremung (durch FBS) für 9 Sekunden	
07:42:10	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 1 Sekunde	
07:42:10	FBS für 7 Sekunden in der Mittelstellung	
07:42:18	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 19 Sekunden	
07:42:37	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:42:47	Bremung (durch FBS) für 3 Sekunden	
07:42:50	FBS für 8 Sekunden in der Mittelstellung	
07:42:58	Erhöhung (oder Haltung) der Leistung für 18 Sekunden	
07:43:16	Reduzierung (oder Haltung) der Leistung	
07:43:17	FBS für 62 Sekunden in der Mittelstellung	

Extrait du protocole de l'électronique de commande

226	2014-01-20 07:34:12.14	2014-01-20 07:36:36.608	Tm 232 127-1	Dieselmotor Energiesparmodus
14	2014-01-20 07:38:15.124	2014-01-20 07:38:21.964	Tm 232 127-1	Fahrsperrre maximale Geschwindigkeit überschritten
14	2014-01-20 07:38:24.24	2014-01-20 07:38:28.714	Tm 232 127-1	Fahrsperrre maximale Geschwindigkeit überschritten
14	2014-01-20 07:39:22.614	2014-01-20 07:39:34.714	Tm 232 127-1	Fahrsperrre maximale Geschwindigkeit überschritten
14	2014-01-20 07:40:56.514	2014-01-20 07:41:06.664	Tm 232 127-1	Fahrsperrre maximale Geschwindigkeit überschritten
14	2014-01-20 07:41:09.234	2014-01-20 07:41:11.434	Tm 232 127-1	Fahrsperrre maximale Geschwindigkeit überschritten
11	2014-01-20 07:43:35.514	2014-01-20 07:44:00.354	Tm 232 127-1	Fahrsperrre geneigt
98	2014-01-20 07:43:35.514	2014-01-20 07:44:00.64	Tm 232 127-1	Notbremse aktiv Funkfernsteuerung
13	2014-01-20 07:44:05.214	2014-01-20 07:44:05.634	Tm 232 127-1	Fahrsperrre keine Freigabe vorhanden Funkfernste...

Annexe 4

Retranscriptions des conversations radio entre 7 h 33 et 7 h 50

Début conversation	Chef Circulation	Mécanicien
<i>Le mécanicien se trouve au niveau de l'aiguille 5A.</i>		
7:33:20	La gare de Glovelier j'écoute.	
7:33:22		Tu peux essayer de tourner l'aiguille 5A.
7:33:33	Ok, c'est bon, j'ai le contrôle de position. On attend le passage du train et te ferai 4 pour la Basse-court.	
7:33:40		Alors, tu peux déjà la reprendre en attendant.
7:33:44	Ou alors tu peux manœuvrer par la 8?	
7:33:48		Non, non je suis trop long ça veut pas jouer.
7:33:54	Ok, alors on attend le train.	
7:33:56		Ok, alors on attend le train.
7:44:27	-----	
7:45:12	-----	
7:46:49	La gare appelle la manœuvre.	
7:46:55		J'écoute.
7:46:56	Est-ce que tu peux te localiser correctement s'il te plaît?	
7:46:59		Pas compris qu'est-ce que tu as dit?
7:47:01	Est-ce que tu as passé un passage à niveau?	
7:47:13		Ferme les barrières s'il te plaît.
7:47:16	Ok, merci.	
7:49:49	La gare de Glovelier, j'écoute.	
7:49:59		Ouais, j'ai pu réparer c'est tout bon, tu peux relever les barrières.