Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Rapport final

du Service suisse d'enquête

de sécurité SESE

sur la mise en danger de l'exploitation

du 15 novembre 2019

à Cully (VD)

N° reg. 2019111502

Service suisse d'enquête de sécurité SESE
3003 Berne
Tél. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sese.admin.ch

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 du 20 décembre 1957 (LCdF), état le 1er juillet 2020 (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.

Dans ce présent rapport, toutes les désignations de personnes sont faites à la forme masculine et elles se rapportent à la personne exerçant la fonction, sans distinction de sexe.

Table des matières

Résumé **5**
Aperçu 5
Enquête 5
Présentation succincte 5
Cause 6
Recommandations de sécurité 6
Glossaire **7**
1 Faits établis **8**
1.1 Lieu de l'événement 8
1.2 Situation avant l'événement 9
1.3 Déroulement de l'événement 10
1.3.1 Préambule 10
1.3.2 Evènements précédant la mise en danger 10
1.3.3 Situation de mise en danger 12
1.4 Dommages 14
1.5 Personnes impliquées et concernées 14
1.5.1 Personnel ferroviaire 14
1.6 Entreprises concernées 15
1.6.1 Gestionnaire de l'infrastructure 15
1.6.2 Entreprise de transport 15
1.6.3 Propriétaire des véhicules 15
1.7 Infrastructure 15
1.7.1 Installations ferroviaires 15
1.7.2 Installations de sécurité 15
1.8 Véhicules 16
1.9 Communication 16
1.10 Evaluation de l'enregistrement des données 16
1.10.1 Tachygraphe 16
1.10.2 Données du Radio Bloc Center et des installations de gestion du trafic 17
1.10.3 Enregistrement des conversations 17
1.11 Checklist 18
1.11.1 CL-C 2132, mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre 18
1.11.2 Interdiction de voies et d'aiguilles 18
1.11.3 Protection du déclenchement de la ligne de contact 18
1.12 Auditions 19
1.12.1 Mécanicien groupe GC (Méc GC) 19
1.12.2 Coordinateur de chantiers (CoC) 19

1.12.3 Chef de la sécurité groupe GC (CS GC) 19
1.13 Examens particuliers 20
1.13.1 Organisation et planification des travaux....20
1.14 Réglementation....20
1.14.1 Prescriptions suisses de circulation des trains PCT....20
1.14.2 R RTE 20100 Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies....21
2 Analyse 22
2.1 Aspects techniques....22
2.1.1 Installations de sécurité et véhicules....22
2.1.2 Modes de surveillance ETCS Level 2, Full Supervision, Shunting....22
2.2 Aspects d'exploitation....22
2.2.1 Interdictions des voies....22
2.3 Aspects opérationnels ou procéduraux....23
2.3.1 Organisation des travaux....23
2.4 Aspects humains....23
3 Conclusions 26
3.1 Faits établis....26
3.1.1 Aspects techniques....26
3.1.2 Aspects organisationnels....26
3.1.3 Aspects opérationnels ou procéduraux....26
3.1.4 Aspects humains....26
3.2 Cause....27
4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'incident grave....28
4.1 Recommandation de sécurité....28
4.1.1 Facteur humain dans les applications d'automatisation....28
4.2 Avis de sécurité....29
4.2.1 Coordination des mesures d'exploitation lors de chantiers dans un même périmètre....29
4.3 Mesures prises depuis l'incident grave....29

Résumé

Aperçu

Moyen transport	Chemin de fer	
Entreprises impliquées		
Entreprise de transport	CFF SA, Infrastructure (CFF-I), Berne	
Gestionnaire de l'infrastructure	CFF SA, Infrastructure (CFF-I), Berne	
Véhicules impliqués	Tm 234-111	CFF-I
	Tm 234-134	CFF-I
Lieu	Cully (VD)	
Date et heure	15 novembre 2019, 04h30	

Enquête

Le 15 novembre 2019 vers 10 heures, le bureau d'enquête du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) a été informé qu'un incident s'était produit durant la nuit à Cully. Une enquête a été ouverte.

L'enquête se base sur les éléments et les documents suivants :

- Checklists ;
- Dispositifs de sécurité ;
- Données du RBC ;
- Données tachygraphiques ;
- Enregistrements radio ;
- Plans des installations de sécurité ;
- Auditions.

Présentation succincte

Le vendredi 15 novembre 2019 vers 4h30, sur le tronçon de voie doté de la signalisation en cabine ETCS Level 2, un mouvement de manœuvre de l'infrastructure a circulé sans autorisation de mouvement sur les voies en service 513-512-511-510 entre Rivaz et Cully.

Cause

La mise en danger de l'exploitation est due au fait que le mouvement de manœuvre du chantier de génie civil a circulé lors du retour à la fin des travaux, sans autorisation de mouvement sur les cinq kilomètres de la ligne ETCS Level 2, entre Rivaz et Cully alors que les voies étaient en service.

Ont contribué à la survenance de l'incident :

- Un manque de planification et de coordination lors de la préparation des travaux pour une définition concertée des mesures de restrictions d'exploitation à appliquer sur un même chantier.
- La complexité, le nombre de régimes d'exploitation et les diverses manières de transmettre les assentiments sur cette portion de ligne.
- L'absence d'information au personnel sur le terrain de l'état de la situation d'exploitation qui leur permette, sans équivoque, de savoir quel mode d'exploitation est actif sur les voies concernées.

Recommandations de sécurité

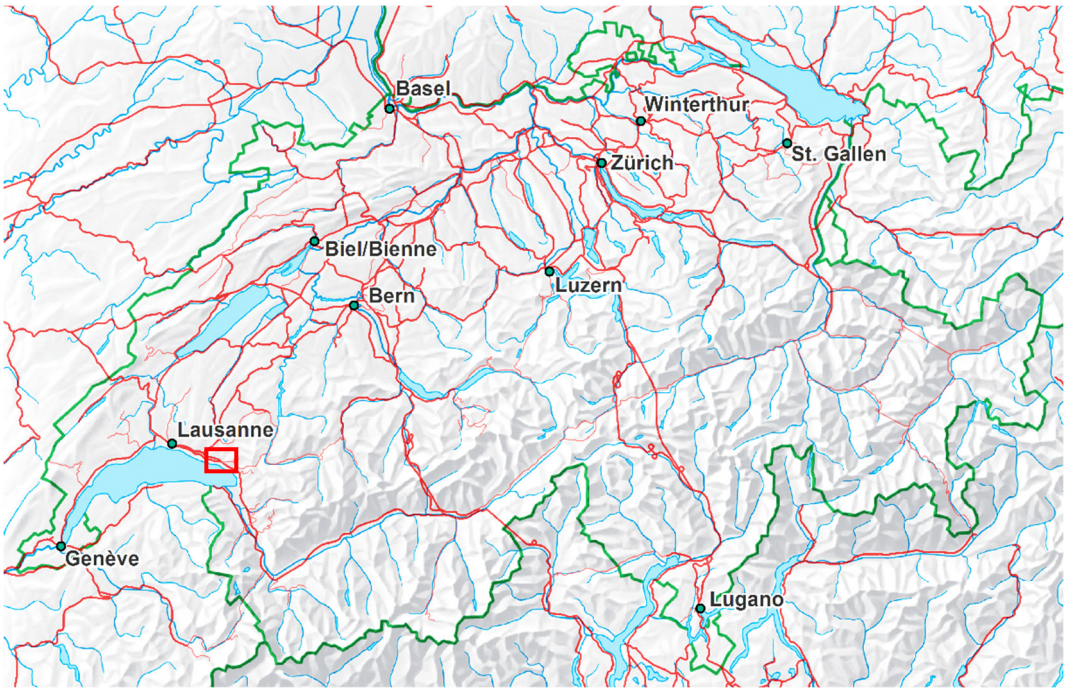
Ce rapport contient une recommandation de sécurité et un avis de sécurité.

Glossaire

CC	Chef-circulation
CoC	Coordinateur de chantiers
CS	Chef de la sécurité
CS GC	Chef de la sécurité du groupe génie civil
CS LC	Chef de la sécurité du groupe ligne de contact
ETCS Level 2	Système de contrôle de la marche des trains avec signalisation en cabine
FS	Full Supervision
MA	Autorisation de mouvement (movement authority)
Méc. LC	Mécanicien du groupe ligne de contact
Méc. GC	Mécanicien du groupe génie civil
PCT	Prescriptions suisses de circulation des trains PCT du 2 novembre 2015 (R 300.1-15), Etat le 1er juillet 2016 (SR *742.173.001*)
RBC	Radio Bloc Center
R RTE 20100	Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies, version du 1.1.2017
Shunting	Mode de circulation ETCS avec surveillance partielle

1 Faits établis

1.1 Lieu de l'événement



Illustrations 1 et 2 : Cartes synoptiques des lieux (Source des cartes : Office fédéral de topographie). Rectangle bordeaux : Gare de Cully. Cercle bleu : Zone des deux chantiers.

1.2 Situation avant l'événement

Des travaux de génie civil (GC) étaient en cours depuis le 6 novembre 2019 sur le tronçon de ligne équipée de la signalisation cabine ETCS Level 2 entre Cully et Rivaz (illustration 3).

La semaine précédant l'incident (45/2019), aucun véhicule du service des travaux équipé de l'ETCS Level 2 n'était à disposition. Un véhicule de manœuvre du type Tm 232 sans équipement ETCS était à disposition pour les travaux de GC. Comme le Tm 232 ne disposait pas de l'ETCS, un dispositif de sécurité spécifique avec interdiction complète des voies depuis Cully jusqu'au chantier avait été mis en place.

Depuis le début de la semaine 46/2019 (du 11 au 17 novembre), un Tm 234 équipé de l'ETCS Level 2 a été mis à disposition pour les travaux de GC. Un nouveau dispositif de sécurité a été établi.

Entre le 13 et le 16 novembre, des travaux d'entretien de la ligne de contact (LC) avaient été planifiés, en sus des travaux de GC, sur les voies côté lac, dans l'intervalle des trains, entre Cully et Vevey. Un dispositif de sécurité a été établi pour ces travaux.

Durant la nuit du 14 au 15 novembre 2019, deux équipes distinctes procédaient à des travaux dans les environs de la gare[1] de Rivaz. Chaque équipe disposait de son propre tracteur du type Tm 234 équipé de l'ETCS Level 2 pour la circulation sur les lignes dotées de la signalisation en cabine.

La première équipe (groupe ligne de contact, LC) devait, tout d'abord enlever un ancien signal sur la voie 514, puis effectuer des travaux à la ligne de contact sur la voie 616 (côté lac) en gare de Rivaz. Le convoi était stationné sur la voie 4 à Cully (illustration 4). La deuxième équipe (groupe génie civil, GC) devait effectuer des travaux de drainage sur les voies 514-211 (côté montagne) avant la diagonale d'échange de Rivaz. Le convoi était stationné sur la voie 5 à Cully (illustration 4).

Un coordinateur de chantiers (CoC) assurait la sécurité des travaux. Il officiait également comme chef de la sécurité (CS) du groupe LC en gare de Rivaz. Un autre CS assurait la sécurité du groupe GC sur les voies 514-211, avant la diagonale d'échange de Rivaz.

Illustration 3 : Plan schématique des voies entre Cully et Rivaz.

[1] Gare : La distinction des processus d'exploitation entre la gare et la pleine voie est inexistante sur les tronçons équipés de la signalisation en cabine (PCT R 300.1 chiffre 4.6.2). Pour la compréhension des lieux géographiques le terme gare subsiste dans ce rapport.

1.3 Déroulement de l'événement

1.3.1 Préambule

Tous les mouvements de manœuvre décrits au chapitre 1.3.2, n'ont pas fait l'objet d'irrégularités ni provoqué de mise en danger. Ils sont néanmoins décrits en détail afin de définir le séquencement des opérations et d'illustrer la complexité des différentes procédures à appliquer.

1.3.2 Evènements précédant la mise en danger

A 23h30, le CoC s'annonce auprès du chef-circulation (CC) pour demander l'interdiction des voies 514-211-231-516 jusqu'à 5h50, telle que préalablement annoncée à 21h33, ainsi que l'interdiction des voies 614-212-232-616 jusqu'à 2h50 ainsi que le déclenchement des lignes de contact.

Les deux véhicules moteurs Tm 234 sont mis en service par les mécaniciens respectifs en gare de Cully.

A 23h32, le mécanicien du groupe LC (Méc. LC) s'annonce auprès du CC. Il est prêt sur la voie 4 à Cully et aimerait, en attendant que toutes les voies soient interdites, déjà faire le mouvement voie 4-voie 25. Le CC lui indique que l'assentiment pour le mouvement de manœuvre sera transmis depuis la voie 91. Ce sera un assentiment verbal. Le mécanicien acquiesce et lui demande alors le parcours jusqu'à la voie 91.

A 23h37, une fois les signaux de manœuvre ETCS ouverts, le Tm LC circule voie 4-voie 25-voie 91 (illustration 4).

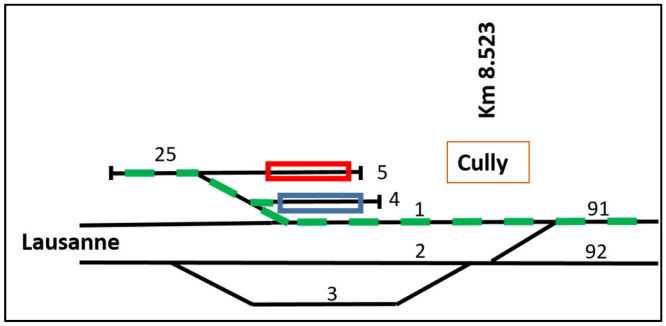


Illustration 4 : Rectangle bleu : Tm 234 LC. Rectangle rouge : Tm 234 GC.

A 23h38, le CC confirme au CoC la première partie des interdictions de voies soit 514-211-231-516 (illustration 5) jusqu'à Vevey entre 23h38 et 05h50 ainsi que le déclenchement de la ligne de contact côté montagne. Le CoC demande s'il peut autoriser le Tm du groupe LC à aller sur les voies interdites. Le CC lui répond négativement, car il doit encore faire des verrouillages et utiliser une checklist (annexe 1), car entre Cully et la voie 514, les voies ne sont pas interdites. Il lui dit qu'il appellera directement le mécanicien.

A 23h50, le Tm LC circule de la voie 91 jusqu'à la voie 514 (illustration 5).

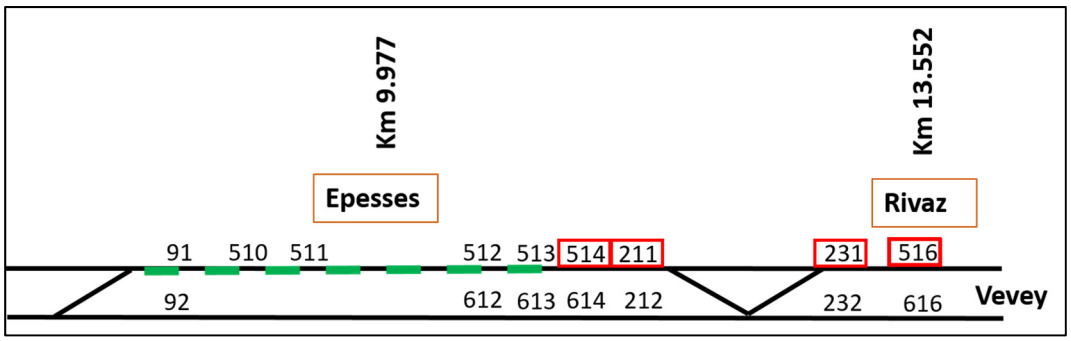


Illustration 5 : Mouvement de manœuvre Tm LC voie 91-voie 514.

A 23h58, le mécanicien LC annonce au CC son arrivée sur la voie 514 interdite. Un ancien signal, qui n'a plus sa raison d'être, situé entre les tronçons de voies 514-211 doit être démonté.

A 00h39, le CC appelle le CoC pour lui confirmer la seconde partie des interdictions de voies, soit 614-212-232-616 jusqu'à Vevey entre 00h39 et 02h50 ainsi que le déclenchement de la ligne de contact côté lac.

A 00h42, une fois le signal démonté, le mécanicien LC demande au CC le parcours depuis la voie 211 en direction de la voie 616 interdite à Rivaz (illustration 6). Le CC établit l'itinéraire et confirme au mécanicien qu'il peut rouler en direction de la voie 616. Ensuite, il a téléphoné au CS GC pour lui donner l'autorisation de venir sur le chantier sur la voie 514 avec comme limite du chantier la voie 231.

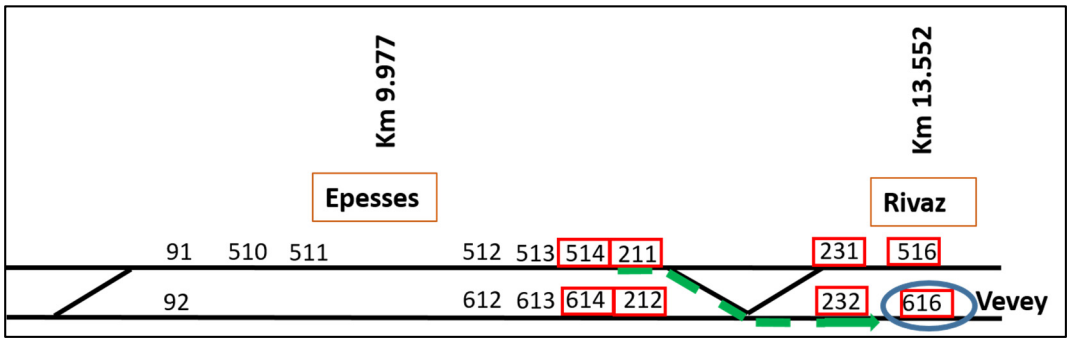


Illustration 6 : Mouvement de manœuvre Tm LC voie 211-voie 616. Cercle bleu : chantier LC.

A 01h03, le mécanicien GC s'annonce auprès du CC depuis la voie 5. Il aimerait aller sur la voie 25, pour ensuite se rendre sur le chantier sur la voie 514. Le CC lui communique qu'il va établir le parcours jusqu'à la voie 91. Le mécanicien acquiesce. Le CC lui fait savoir qu'il le rappellera pour la suite. A l'ouverture des signaux nains ETCS, le mouvement circule de la voie 5 à la voie 91 (illustration 7).

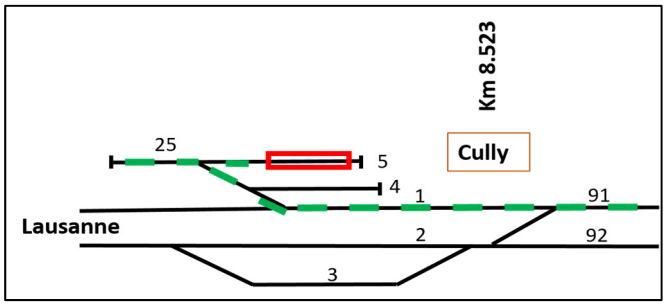


Illustration 7 : Tm GC circule de la voie 5 à la voie 91.

A 01h07, le CC appelle le mécanicien GC pour lui communiquer que son mouvement de manœuvre est protégé depuis la voie 91 à Cully jusqu'à la voie 514 interdite et déclenchée et demande au mécanicien de lui annoncer son arrivée sur la voie 514. Le mouvement circule de la voie 91 en direction de la voie 514 (illustration 8). Entre temps, le CS GC a posé le signal d'arrêt avec feu rouge et les perches de mise à terre côté Rivaz (516) et une fois le convoi arrivé sur la voie 514, il a effectué la même opération du côté Epesses (514). A 01h18, le mécanicien confirme au CC son arrivée sur la voie 514.

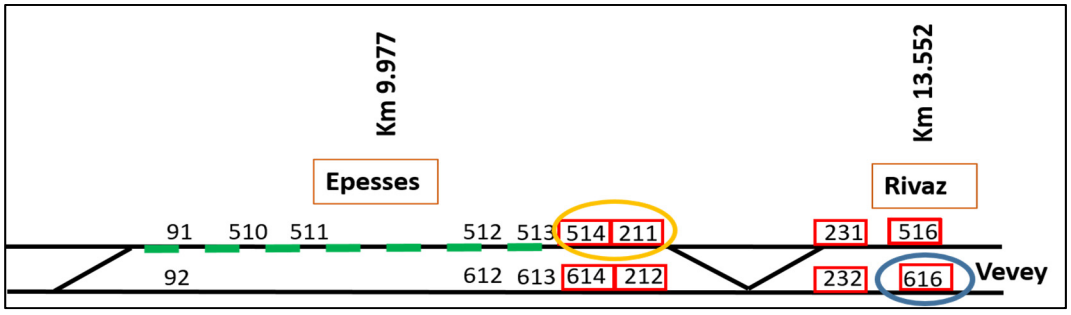


Illustration 8 : Tm GC circule de la voie 91 en direction de la voie 514 interdite. Cercle orange : chantier GC.

A 02h22, le mécanicien LC appelle le CC pour lui indiquer qu'il va se préparer pour un départ train avec le N° 33524 de la voie 616 à Rivaz pour Cully. Il aimerait déjà enlever le mode « Shunting » pour préparer son train. Le CC lui signifie que les voies 614-212, côté lac, sont encore interdites. Le mécanicien lui répond que le CoC va l'appeler sous peu pour lever ces interdictions. Le mécanicien communique au CC qu'il se prépare et le rappelle ensuite.

A 02h42, le CoC rend les voies 614-212-232-616 entre Cully et Rivaz praticables et demande le réenclenchement de la ligne de contact sur la voie lac.

A 02h45, dès réception de l'autorisation de mouvement (movement authority (MA)) transmise par le RBC, le mécanicien du Tm LC circule en mode train de Rivaz voie 616 à Cully voie 3, pour circuler ensuite en mouvement de manœuvre, à l'ouverture des signaux nains ETCS, de la voie 3 par la voie 91 pour aller garer sur la voie 4 (illustration 9).

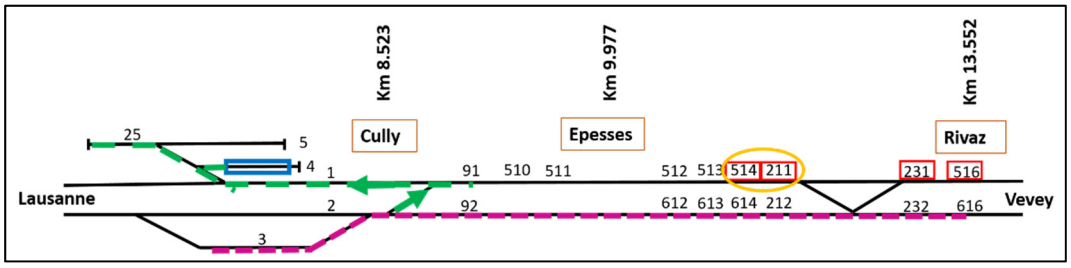


Illustration 9 : Retour du Tm LC en mode train de Rivaz à Cully. Mouvement de manœuvre Cully voie 3 pour garer voie 4. Traitillé violet : circulation en mode train.

1.3.3 Situation de mise en danger

A 04h20, le CS GC demande au CC de le protéger, car il doit traverser à pied la voie 616 en service. Le CS GC traverse, puis rend la voie praticable. A 04h31, il demande à nouveau au CC de le protéger, car il doit traverser cette fois la voie 212 en service, puis rend la voie praticable. Le CS GC retire les signaux d'arrêt avec

feux rouge et enlève les perches de mise à terre. Ceci fait, le CS GC communique au mécanicien du Tm GC qu'il a enlevé les perches et qu'il peut rentrer à Cully.

Vers 04h28, un train marchandises circule sur la voie lac de Vevey en direction de Lausanne.

A 04h30, le Tm GC circule en mode « Shunting », sans autorisation, sur la voie montagne, de la voie 514 par les voies en service 513-512-511-510 et s'immobilise devant la voie 91, soit devant le signal d'arrêt ETCS de Cully (illustration 10).

Illustration 10 : Tm GC circule de la voie 514 par les voies en service 513-512-511-510 jusque devant le signal d'arrêt ETCS de Cully.

A 04h38, le mécanicien du Tm GC contacte le CC pour lui demander l'autorisation de rentrer en gare par la voie 91-1 pour aller garer sur la voie 5. Le CC lui dit de rouler lorsque les signaux nains ETCS en donneront l'autorisation (illustration 11).

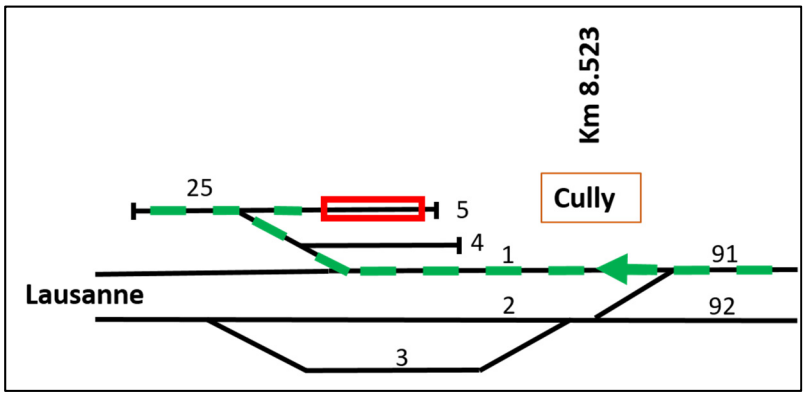


Illustration 11 : Mouvements de manœuvre du Tm GC de voie 91-1-25 à la voie 5.

A 04h46, le CC demande au mécanicien du Tm GC comment il est rentré depuis le chantier sur Cully, car les voies n'étaient pas interdites, que les passages à niveau (PN) auraient pu être ouverts et qu'il n'y avait aucune protection. Le mécanicien a répondu qu'il pensait que les voies étaient interdites, car le CS GC lui a dit qu'il pouvait rentrer sur Cully.

A 04h52, après avoir essayé d'atteindre sans succès le CoC, le CC contacte le CS GC pour lui demander, si c'est lui qui a repris le chantier du CoC. Le CS lui communique qu'il assume uniquement la fonction de CS GC et que ce n'est pas lui qui a demandé les interdictions de voies. Il n'a aucun document sur le sujet. Il faut regarder cela avec le CoC.

1.4 Dommages

Aucun

1.5 Personnes impliquées et concernées

1.5.1 Personnel ferroviaire

1.5.1.1 Mécanicien Tm groupe GC (Méc. GC)

Personne	Année 1960 Employé WRS Widmer Rail Services AG Loué à l'année à CFF-I
Autorisation	Permis OFT B80
Connaissance de ligne	Disposait déjà de la connaissance de ligne Lausanne-Villeneuve avant la mise en service de l'ETCS sur ce tronçon.
Instruction ETCS	Instruction de base sur l'ETCS dans la région d'Erstfeld, puis instruction spécifique sur la ligne Lausanne-Villeneuve, en mode train.

1.5.1.2 Mécanicien Tm groupe LC (Méc. LC)

Personne	Année 1984 Employé Sajet Loué à l'année à CFF-I
Autorisation	Permis OFT catégorie B100
Instruction ETCS	Connaissance de ligne et instruction ETCS acquises.

1.5.1.3 Coordinateur de chantiers (et chef de la sécurité groupe LC)

Personne	Année 1972 Employé CFF-I, rattaché à la région de Lausanne
Autorisation	RTE 20100 ; chef de la sécurité

1.5.1.4 Chef de la sécurité groupe GC (CS GC)

Personne	Année 1992 Employé MEV
Autorisation	RTE 20100 ; chef de la sécurité

1.5.1.5 Chef-Circulation

Personne	Année 1997 Employé CFF-I
Autorisation	Chef-circulation B

1.6 Entreprises concernées

1.6.1 Gestionnaire de l'infrastructure

CFF SA, Infrastructure

1.6.2 Entreprise de transport

CFF SA, Infrastructure

1.6.3 Propriétaire des véhicules

CFF SA, Infrastructure

1.7 Infrastructure

1.7.1 Installations ferroviaires

La double voie entre Cully (km 8.523) et Rivaz (km 13.552) suit un tracé sinueux à flanc de coteau entre la route cantonale et le lac. Les deux gares sont distantes d'environ 5 km. Entre les voies 511-512, respectivement 612-613, deux passages à niveau à ouverture sur demande sont installés.

La voie Cully 1 - Rivaz 516 (illustration 3) est désignée communément voie côté montagne. La voie Cully 2 - Rivaz 216 est désignée communément voie côté lac. Peu avant, Rivaz, une diagonale d'échange permet un changement de voie montagne-lac et vice-versa.

La ligne Lausanne-Villeneuve est classée dans la catégorie des lignes ETCS Level 2, dite « de vitesse conventionnelle » (v < 160 km/h). Cela signifie que les travaux de maintenance et l'exploitation peuvent s'y dérouler simultanément.

1.7.2 Installations de sécurité

La ligne Lausanne-Villeneuve est équipée de la signalisation en cabine du type ETCS Level 2. Un seul enclenchement Alcatel Elektra 2 gère l'entier du tronçon. Cet appareil verrouille les itinéraires, reçoit et transmet les informations à la centrale de gestion RBC (illustration 12). La détection des occupations de voie est réalisée par l'intermédiaire de compteurs d'essieux. La desserte de l'appareil d'enclenchement se fait, depuis le centre d'exploitation de Lausanne, par l'intermédiaire du système Iltis.

Le RBC détermine la position, la vitesse et le sens de marche de chaque train annoncé et transmet l'autorisation de circuler sur la base des données reçues de l'appareil d'enclenchement.

La transmission des informations entre les véhicules et le RBC se fait par l'intermédiaire du système radio GSM-R. Le mécanicien reçoit les informations nécessaires à la circulation du train (autorisation de circuler (MA), vitesse, distance au but) sur un écran installé en cabine.

Les traditionnels signaux principaux lumineux extérieurs ont disparu et ont été remplacés par des plaques métalliques (signaux arrêt ETCS, triangle jaune sur fond bleu, illustration 12) installées au bord de la voie. Des balises sont installées au pied des signaux d'arrêt ETCS.

Dans les gares (zone de manœuvre) ou en pleine voie, au droit des aiguilles, des signaux de manœuvre ETCS ont été installés. Pour les itinéraires des trains, ces signaux restent en position arrêt.

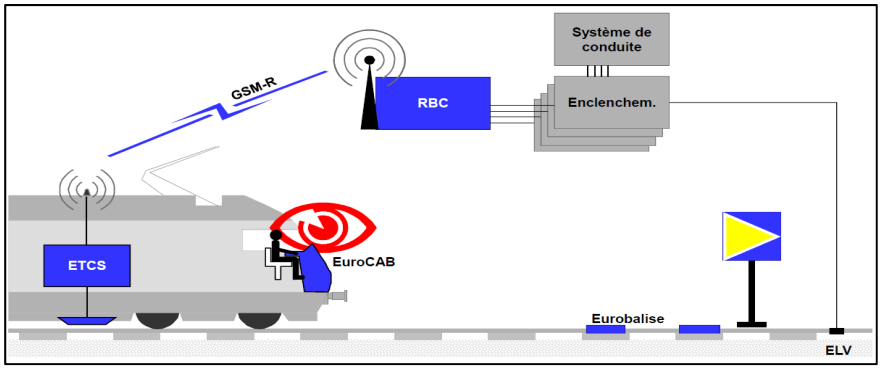


Illustration 12 : Principe de fonctionnement du système ETCS Level 2 (Source : CFF). A droite : Triangle jaune sur fond bleu, signal d'arrêt ETCS.

Le mode d'exploitation « Full Supervision » (FS) est le mode d'exploitation standard pour les trains. Les données du train doivent être saisies pour que le véhicule puisse s'annoncer avec son N° de train au RBC. Ensuite lorsque l'itinéraire a été établi et que les conditions d'exploitation requises sont présentes, une MA est transmise par le RBC au véhicule. Si aucune MA n'est transmise et que le véhicule se met en mouvement, un serrage est imposé par le système ETCS.

En mode Shunting (SH) aucune MA n'est transmise au véhicule. Seule une surveillance partielle est active. En mode SH, la vitesse maximale est limitée à 40 km/h.

1.8 Véhicules

Les deux tracteurs thermiques (Tm LC et Tm GC) étaient du type Tm 234, équipés de l'ETCS Level 2 pour la circulation sur les lignes dotées de la signalisation en cabine.

Les systèmes de sécurité étaient enclenchés et fonctionnels.

1.9 Communication

Les communications effectuées par le réseau GSM entre le CC, le CoC, le CS GC ainsi que les deux mécaniciens sont enregistrées.

Les communications effectuées par le réseau GSM, entre le CoC et le CS GC ainsi qu'entre le CS GC et le mécanicien GC, ne sont pas enregistrées.

1.10 Evaluation de l'enregistrement des données

1.10.1 Tachygraphe

1.10.1.1 Tm 234-134 (Tm LC)

Le mode Shunting a été activé directement lors de la mise en service du véhicule. Il est resté actif jusqu'à 02h45, lorsque le véhicule s'est annoncé au RBC avec le N° de train 33524.

1.10.1.2 Tm 234-111 (Tm GC)

Le mode Shunting a été activé directement lors de la mise en service du véhicule. Le RBC a détecté le passage en mode Shunting du véhicule. Vu que le véhicule a toujours circulé sous ce même mode, une circulation sans MA est possible. En mode Shunting le véhicule ne peut pas être immobilisé par le RBC.

1.10.2 Données du Radio Bloc Center et des installations de gestion du trafic

Les données du RBC et des installations de gestion du trafic ont été extraites par le gestionnaire d'infrastructure et remises au SESE.

Les éléments importants, nécessaires à la compréhension du déroulement de l'incident, sont listés ci-dessous :

- 23h45, les barrières à ouverture sur demande des deux passages à niveau sont verrouillées[2] ;
- 23h47, le Tm LC circule en mouvement de manœuvre de Cully voie 91 jusque sur la voie 514 ;
- 01h04, les barrières à ouverture sur demande des deux passages à niveau sont à nouveau verrouillées ;
- 01h07, le Tm GC circule en mouvement de manœuvre de Cully voie 91 jusque sur la voie 514 ;
- 02h36, le Tm LC s'annonce au RBC avec le N° de train 33524 ;
- 02h45, le Tm LC circule en mode train entre Rivaz et Cully ;
- 04h30, le Tm GC circule, sans MA, de la voie 514 à la voie 510, les barrières à ouverture sur demande ne sont pas verrouillées.

1.10.3 Enregistrement des conversations

La plupart du contenu des conversations figure déjà, sous forme résumée, au chapitre 1.3 déroulement des évènements.

Ne sont retranscrites et synthétisées ci-dessous que les conversations qui concernent les demandes de parcours et autorisations de mouvements de Cully au chantier, ainsi que pour le retour de Rivaz à Cully :

Heure	Appelant	Appelé	Contenu du message
23:32	Méc. LC	CC	Le Méc. LC demande le parcours voie 4-voie 25 Le CC lui dit que pour la suite du parcours l'assentiment sera verbal depuis la voie 91.
23:58	Méc. LC	CC	Le Méc. LC annonce son arrivée sur la voie 514.
01:03	Méc. GC	CC	Le Méc. GC demande le parcours voie 5-voie 25-voie 91 pour voie 510 interdite. Le CC lui dit qu'il peut aller jusqu'à la voie 91, pour la suite il le rappelle.

[2] Une fois l'itinéraire parcouru, les barrières sont automatiquement déverrouillées.

Heure	Appelant	Appelé	Contenu du message
01:07	CC	Méc. GC	Le CC confirme que le mouvement de manœuvre est protégé de voie 91 à Cully jusqu'à la voie 514 interdite.
01:18	Méc. GC	CC	Le Méc. GC annonce son arrivée sur la voie 514.
02:24	Méc. LC	CC	Le Méc. LC demande pour quitter le mode Shunting, il rentre en train depuis la voie 616 sur Cully.

Tableau 1 : Conversations concernent les demandes de parcours et autorisations de mouvements de Cully au chantier, ainsi que pour le retour de Rivaz à Cully.

Une retranscription chronologique des conversations importantes échangées entre les personnes impliquées, nécessaires à la compréhension détaillée du déroulement de l'incident, figure en annexe 2.

1.11 Checklists

1.11.1 CL-C 2132, mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre

Par souci de clarté, les détails de chaque point n'ont pas été transcrits. La checklist complète est disponible à l'annexe 1.

Sur la checklist 2132 du chef-circulation, mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre sur un tronçon doté de la signalisation en cabine, figurent les éléments suivants :

- Etablir et protéger le parcours de manœuvre ;
- Contrôler que toutes les voies sont libres ;
- Donner l'assentiment pour passer en mode « Shunting » ;
- Donner l'assentiment pour le mouvement de manœuvre.

Tous les points ont été marqués comme traités pour les mouvements de manœuvre des deux Tm entre Cully et le chantier sur la voie 514.

1.11.2 Interdiction de voies et d'aiguilles

Les checklists des interdictions de voies et d'aiguilles ont fait l'objet d'un contrôle par le SESE. Les interdictions de voies et d'aiguilles concordent avec les demandes du CoC. Elles n'ont pas eu d'incidence sur la survenance de l'évènement.

1.11.3 Protection du déclenchement de la ligne de contact

La checklist CL-C 2124, protection du déclenchement de la ligne de contact, concorde avec les demandes de déclenchement du CoC.

1.12 Auditions

Les extraits des auditions sont synthétisés. Ils ne retiennent que les éléments utiles à la compréhension et à l'analyse des événements. Il peut exister des divergences entre les différentes déclarations ou entre ces déclarations et les faits constatés ou analyses présentés.

1.12.1 Mécanicien groupe GC (Méc GC)

Le Tm 234 était garé sur la voie 5 à Cully. Le mécanicien attendait que le CS lui confirme les interdictions de voies. Dès réception de la confirmation, le mécanicien a appelé le CC pour la demande de parcours. Le mécanicien a circulé par les voies 25-1-91. Ensuite, il a circulé par la voie interdite 510 jusqu'à 514. Durant la nuit, le mécanicien a effectué quelques mouvements en avant et en arrière sur la voie 514.

Une fois le chantier terminé, le CS GC a enlevé les perches et a dit au mécanicien que « c'était bon » qu'il pouvait rentrer sur Cully. Le mécanicien n'a jamais eu de contact avec le CoC, mais savait que ce dernier discutait avec le CS qui ensuite lui transmettait les ordres. Une fois arrivé à Cully, le mécanicien a demandé au CC l'entrée en gare pour aller à nouveau garer sur la voie 5. Une fois garé, le CC a rappelé le mécanicien pour lui dire que les voies étaient interdites jusqu'à la voie 514 et qu'après, jusqu'à la voie 510, les voies n'étaient pas interdites. Le mécanicien avait déjà travaillé sur ce chantier la semaine précédente avec comme véhicule un Tm 232 sans équipement ETCS.

1.12.2 Coordinateur de chantiers (CoC)

Le CoC a demandé au CC les interdictions des voies 514-516, le déclenchement de la LC jusqu'à 05h50 et les interdictions des voies 614-616 jusqu'à 02h50. Une fois les interdictions de voies actives, le CoC s'est entretenu avec le CS GC. Le Tm LC devait partir d'abord pour enlever un signal, puis une fois que c'était fait, le deuxième Tm GC pouvait venir sur le chantier. Le CoC était à bord du mouvement de manœuvre LC. C'est le mécanicien LC qui a demandé le parcours au CC pour la voie 514. Une fois le signal démonté, le CoC a téléphoné au CS GC pour lui donner l'autorisation de venir sur le chantier sur la voie 514 avec comme limite du chantier la voie 231 et lui dire que le parcours est déjà verrouillé. Le CoC a dit que le Tm GC pouvait venir sur le chantier et que le mécanicien GC devait demander le parcours au CC. Vers 2h30, une fois les travaux de LC terminés, le CoC est rentré avec le Tm LC en mode train sur Cully. C'est le mécanicien LC qui a demandé le parcours au CC, car il avait une feuille de marche pour le retour en mode train.

1.12.3 Chef de la sécurité groupe GC (CS GC)

Vers 23h à Cully, le CS GC a eu un contact avec le CoC. Le CoC a dit que le groupe LC devait tout d'abord enlever un vieux signal sur la voie sur laquelle le CS GC devait travailler et qu'il devait attendre. Le mouvement LC devait ensuite passer sur la voie côté lac, puis le mouvement GC pourrait se rendre sur le chantier. Vers 0h50, le CoC a appelé le CS GC pour lui communiquer qu'ils avaient quitté la voie 514. Le CoC a communiqué au CS GC que c'était déclenché et interdit. Le CS GC a mentionné qu'il se déplaçait avec sa voiture et allait mettre les perches de mise à terre et les signaux d'arrêt. Le CS GC a posé la première perche côté Rivaz et attendu que le convoi soit arrivé sur le chantier puis a posé la deuxième côté Cully. Le CS GC a avisé le CoC que le convoi était arrivé sur la voie 514, car c'est lui qui gérait les mouvements de manœuvre. C'est le mécanicien GC qui a demandé le parcours au CC pour venir de Cully sur le chantier.

Vers 2h23, le CoC a appelé le CS GC pour lui dire qu'il avait terminé son chantier et qu'il allait rendre les voies du côté Lac, puis remonter sur Cully par la voie côté Lac.

A 4h20 et à 4h31 , le CS GC a demandé au CC de le protéger pour traverser les voies, car il devait enlever les perches de mise à terre et les cibles. Le CS GC a dit ensuite au mécanicien GC qu'il avait tout enlevé et qu'il pouvait rouler.

Vers 4h32, le CoC a appelé le CS GC pour lui demander où il en était. Le CS a répondu qu'il récupérait du matériel, puis reprendrait sa voiture pour retourner à Cully. Une fois à Cully, le CC a appelé le CS pour lui demander, si c'est lui qui avait repris le chantier du CoC. Le CS a répondu par la négative, car il n'avait pas de document d'interdiction. Sur ce, le CC lui a mentionné que le convoi GC avait circulé sans que les voies aient été interdites entre le chantier et Cully.

1.13 Examens particuliers

1.13.1 Organisation et planification des travaux

Les travaux de GC et de LC en gare de Rivaz ont été planifiés par deux entités distinctes appartenant à la division de CFF-I. Un CoC assurait la coordination des chantiers ainsi que la fonction de CS LC.

Le mécanicien du Tm LC avait, par l'intermédiaire des moyens informatiques mis à sa disposition, la possibilité de commander une marche de train.

Le mécanicien du Tm GC, n'avait pas la possibilité de commander une marche de train, car les moyens informatiques nécessaires n'étaient pas à sa disposition. La commande d'une marche par téléphone auprès du CC aurait été possible en dernier recours, pour autant que le mécanicien privé dispose de toutes les références nécessaires à la commande d'une marche de train. Ce qui n'était pas le cas.

1.14 Réglementation

1.14.1 Prescriptions suisses de circulation des trains PCT

1.14.1.1 R 300.4, Mouvements de manœuvre

Chiffre 2.4 Assentiment pour le mouvement de manœuvre

Chiffre 2.4.1 Principe

Le chef-circulation doit transmettre un assentiment pour chaque mouvement de manœuvre. L'assentiment s'adresse au chef de manœuvre.

…

Chiffre 2.4.8 Zones de manœuvre sur les tronçons équipés de la signalisation en cabine dans une zone de vitesse conventionnelle

L'assentiment pour le passage en mode d'exploitation « Shunting » est transmis par l'image avancer ou avancer prudemment du signal de manœuvre ETCS.

…

Chiffre 2.4.9 A l'extérieur des zones de manœuvre sur les tronçons équipés de la signalisation en cabine dans une zone de vitesse conventionnelle

L'assentiment pour le passage en mode d'exploitation « Shunting » est transmis par le chef-circulation au chef de manœuvre au moyen d'un avis à quittancer avec le texte suivant : « assentiment pour le passage en mode d'exploitation [Shunting] ».

À la sortie ou à l'extérieur d'une zone de manœuvre, l'assentiment doit être transmis au chef de manœuvre par un avis à quittancer avec le texte suivant : « mouvement de manœuvre protégé de (voie de départ) à (voie de destination) ». …
…

Chiffre 5.4 Mouvement de manœuvre sur voie interdite

Chiffre 5.4.1 Autorisation pour les mouvements de manœuvre

Avant de transmettre au chef de manœuvre l'assentiment pour circuler sur une voie interdite, le chef-circulation demande l'autorisation au chef de la sécurité.

Chiffre 5.4.2 Assentiment

Le chef-circulation transmet au chef de manœuvre l'assentiment pour circuler sur une voie interdite par un ordre à quittancer.

L'assentiment est formulé comme suit : « parcours établi de (voie) jusqu'à (voie) interdite ».

Après entente et après avis contre quittance que la voie de destination est interdite, cet assentiment peut être transmis au moyen d'un signal nain.

Chiffre 5.5 Circuler sur une voie interdite

Chiffre 5.5.1 Circuler sans assentiment

Tant qu'aucune aiguille n'est franchie, on peut renoncer à un assentiment sur des voies interdites. Les signaux principaux, signaux de manœuvre et limites de manœuvre ne doivent pas être observés. Sur les tronçons équipés de la signalisation en cabine, les signaux d'arrêt ETCS ne doivent également pas être observés.

En présence de plusieurs mouvements de manœuvre, les chefs de manœuvre s'avisent, d'entente avec le chef de la sécurité, sur le genre et l'ordre de succession des mouvements de manœuvre à effectuer.

1.14.2 R RTE 20100 Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies

Le règlement RTE 20100 sert de base réglementaire pour la formation du personnel soit, les directions de la sécurité, les chefs de la sécurité, les protecteurs et sentinelles.

La réglementation « Sécurité lors de travaux sur et aux abords des voies » découle des prescriptions suisses de circulation des trains (PCT R 300.12) et fait partie de l'ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (RTE). Elle constitue la pratique en vigueur. Elle ne remplace aucune des règles fixées par l'autorité supérieure, elle est conforme avec ces dernières.

Seuls les chiffres du règlement traitant des aspects du présent incident sont mentionnés ci-dessous :

5.3.5 Fonction Coordinateur de chantiers

5.3.5.3 Responsabilité

Le coordinateur de chantiers sur un tronçon de voie interdit est responsable de :

- *la mise en œuvre des mesures de sécurité d'exploitation,*
- *la coordination des mouvements de manœuvre,*
- *la coordination des mesures de sécurité complémentaires nécessaires et des travaux sur les chantiers.*

Les chefs de la sécurité, respectivement les coordinateurs, sont formés sur la base du RTE 20100 pour la coordination de mouvements de manœuvre sur des voies interdites. Ils ne sont pas formés et examinés sur la réglementation complète des PCT R 300.4 Mouvements de manœuvre.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Installations de sécurité et véhicules

- Les installations de sécurité ont fonctionné correctement.
- Les systèmes de sécurité des véhicules étaient enclenchés et fonctionnels. Ils n'ont pas eu d'incidence sur la survenance de l'incident.
- Le retour du Tm LC depuis la voie 616 à Rivaz jusqu'à Cully, a été effectué en mode d'exploitation « Full supervision » avec le N° de train 33524.
- Le Tm GC a toujours circulé en mode « Shunting ».

2.1.2 Modes de surveillance ETCS Level 2, Full Supervision, Shunting

Lorsque la circulation sur les lignes dotées de la signalisation en cabine ETCS Level 2 se déroule en mode « Full supervision » les véhicules sont contrôlés en permanence et leurs positions recensées en temps réel par le RBC. Le RBC gère la succession des convois qui circulent sur la ligne. Chaque véhicule annoncé au RBC reçoit une autorisation de mouvement (MA) de la part du RBC. Sans cette MA, si le véhicule se met en mouvement, il est automatiquement immobilisé par un serrage imposé.

Par contre, un véhicule en mode « Shunting » peut se mettre en mouvement sans qu'il ne dispose d'une MA et peut de ce fait engager un itinéraire de train établi. Le RBC ne peut détecter et « positionner » un véhicule qui n'est pas annoncé et donc lui imposer un serrage si celui-ci s'engage sur un itinéraire non établi.

C'est pourquoi, la mise en mode « Shunting » d'un véhicule doit être ordonnée. En aucun cas, un mécanicien ne doit de sa propre initiative activer ce mode.

Le Tm GC a toujours circulé en mode « Shunting ». Il a effectué le parcours Cully-chantier après avoir reçu l'autorisation de circuler du CC. Pour le retour, entre le chantier et Cully il a circulé de sa propre initiative (sans autorisation de mouvement du CC) alors que les voies n'étaient pas interdites et que les deux passages à niveau à ouverture sur demande n'étaient pas verrouillés. Le RBC n'avait aucune possibilité d'immobiliser le Tm CG.

2.2 Aspects d'exploitation

2.2.1 Interdictions des voies

Les voies 510-511-512-513 entre Cully et le chantier à Rivaz étaient en service.

Les interdictions de voies 514-211-231-516 ainsi que 614-212-232-616 ont été demandées par le CoC au CC puis introduites et protégées par ce dernier conformément à la demande. Elles ont été correctement protocolées de part et d'autre.

Dans le déroulement de la communication lors de l'interdiction des voies, il ressort ce qui suit :

Le CoC a demandé au CC s'il pouvait déjà aviser le mécanicien du Tm LC et l'autoriser à venir sur la voie 514 interdite. Le CC a refusé et lui a dit qu'il le ferait lui-même, car il devait au préalable procéder aux interdictions de voies et verrouiller les 2 PN.

Ceci démontre que les collaborateurs ne sont pas au clair avec les différents modes d'exploitation, car l'assentiment pour le mouvement de manœuvre ne peut être transmis au mécanicien par le CC, qu'une fois que toutes les protections ont été mises en place. Cet aspect est repris sous le chiffre 2.4 du rapport.

2.3 Aspects opérationnels ou procéduraux

2.3.1 Organisation des travaux

Durant la nuit de l'incident, pour les travaux LC, les voies côté Lac devaient être interdites dans l'intervalle des trains, alors que la voie où l'équipe GC travaillait était interdite durant toute la durée du chantier. Chaque équipe disposait de son propre tracteur du type Tm 234 équipé pour la circulation sur les lignes dotées de la signalisation en cabine. Les travaux de GC et de LC ont été planifiés par deux entités distinctes appartenant à la division de CFF-I. Pour le retour à Cully, le mécanicien LC est rentré en mode train alors que le mécanicien du Tm GC aurait dû rentrer en mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre sur un tronçon doté de la signalisation en cabine, conformément à la checklist CL-C 2132 (annexe 1).

Le mécanicien du Tm LC avait, par l'intermédiaire des moyens informatiques mis à sa disposition, la possibilité de commander une marche de train pour rentrer à Cully, à contrario le mécanicien du Tm GC n'avait pas la possibilité de le faire sans devoir passer par des procédures compliquées.

Lorsque deux chantiers d'infrastructure émanant de services différents se déroulent simultanément dans un même périmètre, sous la conduite du même CoC, une coordination de la planification par les deux services de l'infrastructure concernés pour la définition des mesures de restrictions d'exploitation aurait été judicieuse. Des engagements non coordonnés et des procédures non unifiées sont des facteurs favorisant les irrégularités.

2.4 Aspects humains

Comme représenté dans l'illustration 13, pour se rendre de Cully sur le chantier en gare de Rivaz, trois « modes d'exploitation » ont été nécessaires pour parcourir ces 5 kilomètres.

Ces trois différents modes sont réglés comme suit par les prescriptions :

A Cully :
Dans une *zone de manœuvre,* sur les tronçons équipés de la signalisation en cabine ETCS Level 2, l'*assentiment* pour *le passage en mode d'exploitation « Shunting »* est *transmis par l'image* avancer ou avancer prudemment du *signal* de manœuvre ETCS. Ce *même signal fait* aussi *office d'assentiment pour le mouvement de manœuvre*. *Dans ce cas, aucune communication verbale n'est nécessaire* entre le CC et le mécanicien.

Entre Cully et Rivaz :
Hors d'une zone de manœuvre, sur les tronçons équipés de la signalisation en cabine ETCS Level 2, *l'assentiment pour le passage en mode d'exploitation « Shunting »* est *transmis* par le *chef-circulation au chef de manœuvre* au *moyen d'un avis à quittancer.*
À l'extérieur d'une zone de manœuvre, *l'assentiment doit être transmis au chef de manœuvre par un avis à quittancer* « *mouvement de manœuvre protégé de voie x à voie y »*. Dans ce cas*, deux ordres à quittancer distincts doivent être transmis.*

Sur la voie interdite :
Lorsque des *mouvements de manœuvre* doivent *entrer sur une voie interdite*, le *CC demande au préalable l'accord du CS ou du CoC*. Le *CC donne* ensuite *l'assentiment au mécanicien* pour *circuler la voie interdite*.
Ensuite c'est *le CS, respectivement le CoC,* qui *coordonne les mouvements et transmet les autorisations de mouvement au mécanicien*.

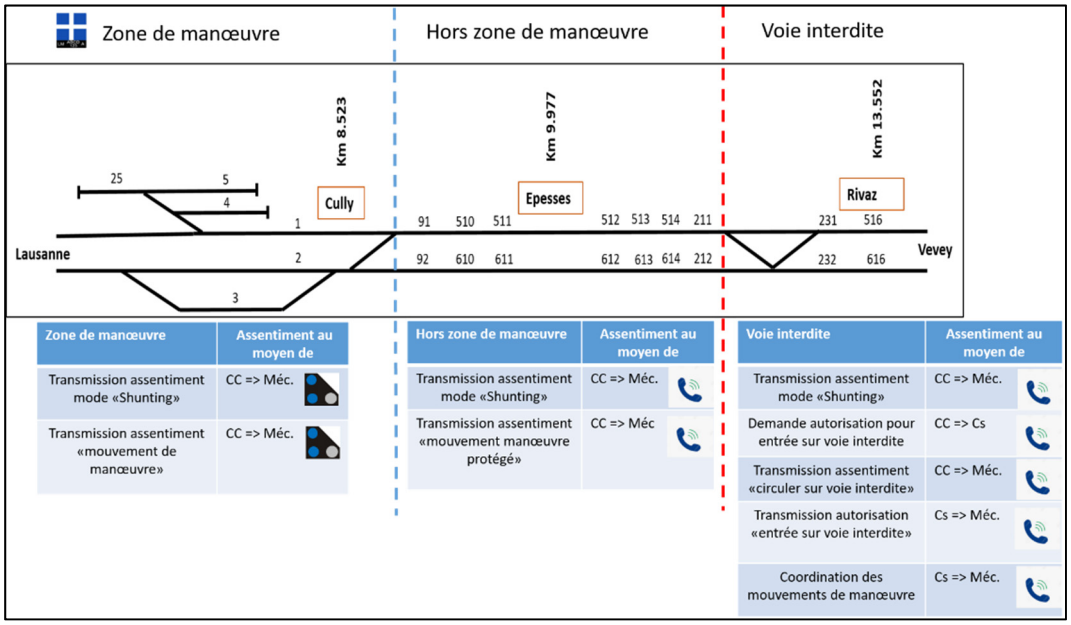


Illustration 13 : Représentation schématique des modes d'exploitation entre Cully et Rivaz.

L'assentiment verbal du CC au mécanicien LC pour circuler de la voie 91 à la voie 514 interdite, n'a pas pu être retracé dans les enregistrements radio, bien que le CC l'ait coché sur sa checklist.

L'assentiment pour le mouvement de manœuvre ainsi que l'assentiment « mouvement de manœuvre protégé de la voie 91 à la voie 514 » ont été transmis simultanément par le CC au mécanicien GC conformément aux PCT, bien que celui-ci ait demandé la voie 510. Le mécanicien GC n'avait pas compris qu'il roulait comme « mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre » sur une voie en service, mais il pensait qu'il roulait comme « mouvement de manœuvre sur une voie interdite ». Sur une voie interdite, l'assentiment du CoC est nécessaire. Vers 4h20, lors du retour en direction de Cully, le mécanicien GC est rentré sans assentiment, car il pensait que la voie était interdite, ce qui n'était pas le cas. La semaine précédant l'incident, seul le chantier GC était actif entre les voies 510 et 514. Le véhicule à disposition n'étant pas équipé de l'ETCS Level 2, les voies avaient été interdites depuis Cully jusqu'au chantier.

Aucun des deux mouvements n'a reçu l'ordre du CC de se mettre en mode d'exploitation « Shunting ». Ceci est dû au fait que lors de la première partie du mouvement en « zone de manœuvre », la mise en mode « Shunting » avait déjà été prescrite par les signaux de manœuvre ETCS. Ainsi, les véhicules circulaient déjà sous ce mode d'exploitation.

Sur un tronçon de voie de 5 km, où trois régimes d'exploitation différents, respectivement trois façons de transmettre les assentiments tant pour la mise en mode

« Shunting » que pour l'assentiment du mouvement de manœuvre sont applicables, il est difficile aux collaborateurs sur le terrain de savoir sous quel régime de manœuvre ils doivent circuler en fonction du tronçon de voie à parcourir.

Les collaborateurs sur le terrain, tant sur les lignes conventionnelles que sur celles équipées de l'ETCS Level 2, ne disposent pas d'outils de soutien tel qu'un aperçu graphique de la situation d'exploitation (voies interdites- emplacement des véhicules) similaire à celui dont dispose le chef-circulation par l'intermédiaire de ses écrans de contrôle, ni de checklists pour les soutenir.

Les portions de lignes ETCS Level 2 du réseau ferroviaire à voie normale, où les travaux de maintenance et l'exploitation se déroulent simultanément, sont plutôt l'exception. De ce fait, les collaborateurs, les CS ou CoC, respectivement les mécaniciens du service des travaux qui sont la plupart du temps engagés sur des lignes avec signalisation conventionnelle, sont rarement confrontés aux situations spécifiques des lignes ETCS Level 2. Sur ces tronçons, seules des connaissances approfondies et une application stricte de la réglementation peut permettre au personnel de maîtriser les spécificités des différents modes d'exploitation.

L'informatisation des systèmes et la quasi généralisation de l'automatisation, ainsi que leurs rapides évolutions, représentent un défi pour l'humain qui doit interagir avec ces systèmes, et dont le rôle tant de plus en plus à se limiter à la surveillance du déroulement automatique. Lorsqu'un collaborateur doit, à un moment donné, reprendre certaines fonctions qui ne sont plus actives ou gérées par le système et les assurer, la probabilité d'une erreur humaine augmente.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

Les systèmes de sécurité des véhicules ainsi que et des installations de sécurité ont fonctionné correctement.

3.1.2 Aspects organisationnels

- Les mesures de sécurité, interdictions de voies, déclenchement des lignes de contact, prescrites par les dispositifs de sécurité étaient correctes et n'ont pas eu d'influence sur la survenance de l'incident.
- La planification et l'organisation des travaux LC et GC n'ont pas été suffisamment coordonnées par les deux entités de CFF-I.
- Le mécanicien du Tm LC avait à sa disposition une marche de train pour le retour à Cully, mais pas le mécanicien du Tm GC.

3.1.3 Aspects opérationnels ou procéduraux

- Les voies 510-511-512-513 entre Rivaz et Cully étaient en service.
- Pour l'aller en direction du chantier, les deux Tm ont circulé comme « mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre » sur les voies en service.
- Le retour du Tm LC depuis Rivaz, voie 616, jusqu'à Cully, a été effectué en mode d'exploitation « Full supervision » avec le N° de train 33524.
- Le retour du Tm GC de la voie 514 à la voie 510 en service a été effectué sans autorisation de mouvement (MA). Les barrières à ouverture sur demande n'étaient pas verrouillées.

3.1.4 Aspects humains

- Le mécanicien GC disposait de la formation nécessaire pour circuler sur les lignes avec signalisation en cabine ETCS Level 2. Il disposait également de la connaissance de ligne pour circuler entre Lausanne et Villeneuve.
- La semaine précédant l'incident, le mécanicien GC circulait avec un Tm qui n'était pas équipé de l'ETCS Level 2. Dès lors, tous les mouvements de manœuvre entre Cully et Rivaz avaient été effectués sur voies interdites.
- Avec trois régimes d'exploitation différents, respectivement trois façons de transmettre les assentiments, tant pour la mise en mode « Shunting » que pour l'assentiment du mouvement de manœuvre, il est difficile pour les collaborateurs sur le terrain de savoir exactement sous quel régime de manœuvre ils doivent circuler.
- Les collaborateurs sur le terrain ne disposaient pas d'outils de soutien tel qu'un aperçu graphique de la situation d'exploitation, ni de checklists.
- Les chefs de la sécurité, les coordinateurs de chantiers, respectivement les mécaniciens du service des travaux sont, la plupart du temps, engagés sur des lignes avec signalisation conventionnelle et ne sont confrontés que rarement aux situations spécifiques des lignes ETCS Level 2 où les travaux et l'exploitation se déroulent simultanément.

- Lorsqu'un collaborateur doit reprendre et assumer certaines fonctions d'un système automatisé qui ne sont plus actives ou contrôlées, la probabilité d'une erreur humaine augmente.

3.2 Cause

La mise en danger de l'exploitation est due au fait que le mouvement de manœuvre du chantier de génie civil a circulé lors du retour à la fin des travaux, sans autorisation de mouvement sur les cinq kilomètres de la ligne ETCS Level 2, entre Rivaz et Cully alors que les voies étaient en service.

Ont contribué à la survenance de l'incident :

- Un manque de planification et de coordination lors de la préparation des travaux pour une définition concertée des mesures de restrictions d'exploitation à appliquer sur un même chantier.
- La complexité, le nombre de régimes d'exploitation et les diverses manières de transmettre les assentiments sur cette portion de ligne.
- L'absence d'information au personnel sur le terrain de l'état de la situation d'exploitation qui lui permette, sans équivoque, de savoir quel mode d'exploitation est actif sur les voies concernées.

4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'incident grave

4.1 Recommandation de sécurité

Concernant les recommandations de sécurité, la législation suisse prévoit dans l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports du 17 décembre 2014 (OEIT), état le 1er février 2015 (RS *742.161*), la réglementation suivante :

Art. 48 Recommandations en matière de sécurité

[1] Le SESE adresse les recommandations en matière de sécurité à l'office fédéral compétent et en informe le département compétent. En cas de problèmes de sécurité urgents, il informe immédiatement le département compétent. Il peut donner son avis sur les rapports de mise en œuvre de l'office fédéral à l'attention du département compétent.

[2] Les offices fédéraux informent périodiquement le SESE et le département compétent de la mise en œuvre des recommandations ou des raisons pour lesquelles ils ont renoncé aux mesures.

[3] Le département compétent peut adresser des mandats de mise en œuvre à l'office fédéral compétent.

Cependant toutes les organisations, entreprises et personnes sont invitées à améliorer la sécurité du transport public dans le sens des recommandations de sécurité émises.

Le SESE publie les réponses de l'office fédéral compétent ou des autorités de surveillance étrangères sur son site (www.sust.admin.ch), offrant de la sorte un aperçu quant au degré de mise en œuvre de la recommandation de sécurité correspondante.

4.1.1 Facteur humain dans les applications d'automatisation

4.1.1.1 Déficit de sécurité

La centralisation de la gestion du trafic ainsi que l'évolution et la généralisation de l'automatisation, et de l'informatisation des systèmes, représentent un défi pour l'humain qui doit interagir avec ces systèmes. Lorsqu'un humain doit, à un moment donné, reprendre et assumer certaines fonctions du système qui ne sont plus actives ou gérées par le système, un risque accru d'erreur humaine en découle. L'homme ne peut, sans soutien planifié, se substituer à une partie du fonctionnement d'une application automatisée en assurant un niveau de sécurité égal au système. Dans les systèmes actuels, tous les acteurs ne disposent pas du même niveau d'information sur l'état du système et la situation d'exploitation qui en découle.

4.1.1.2 Recommandation de sécurité n° 157

Le SESE recommande à l'OFT de prévoir dans l'évolution de la centralisation de la gestion du trafic et de la généralisation de l'automatisation, lorsque l'humain doit reprendre, dans des situations particulières, certaines fonctions de sécurité dévolues au système, que celles-ci, génèrent un renvoi automatique à des processus de substitution préalablement définis.

4.2 Avis de sécurité

Le SESE peut publier des avis concernant la sécurité en réaction à des déficits de sécurité constatés lors de l'enquête. Des avis concernant la sécurité sont formulés lorsqu'une recommandation de sécurité au sens du règlement (UE) nº 996/2010 semble inadéquate, n'est formellement pas possible ou lorsque la forme moins contraignante de l'avis concernant la sécurité aura vraisemblablement plus d'impact. Les avis concernant la sécurité du SESE se fondent juridiquement sur l'art. 56 OEIT :

Art. 56 Informations pour la prévention des accidents

Le SESE peut préparer et publier des informations générales utiles pour la prévention des accidents.

4.2.1 Coordination des mesures d'exploitation lors de chantiers dans un même périmètre

4.2.1.1 Déficit de sécurité

Lorsque deux chantiers émanant de deux services se déroulent simultanément dans un même périmètre, sous la conduite du même coordinateur de chantiers, la planification et la définition des mesures de restrictions d'exploitation communes aurait été judicieuse. Une définition claire des restrictions d'exploitation aurait permis d'unifier les procédures pour le retour des deux convois à la fin des travaux. Un manque de planification des travaux est propice à l'erreur.

4.2.1.2 Avis de sécurité n° 25

Groupe cible : CFF-Infrastructure

Afin d'unifier les processus des travaux, CFF-Infrastructure devrait s'assurer que, lorsque deux chantiers se déroulent simultanément dans un même périmètre, les services impliqués se coordonnent afin de planifier des mesures de restrictions d'exploitation communes.

4.3 Mesures prises depuis l'incident grave

Les mesures prises et dont le SESE a connaissance sont décrites ci-après sans autre commentaire.

Modification réglementaire avec la mise en vigueur des prescriptions suisses de circulation des trains PCT, version 2020.

Les PCT 2020 précisent sous R 300.4 dans le nouveau chapitre 7, Dispositions complémentaires pour les mouvements de manœuvre dans une zone de signalisation en cabine, au chiffre 7.1.1, l'élément suivant :

Dans une zone de signalisation en cabine, il faut circuler dans la mesure du possible comme train.

Avec cette nouvelle prescription, une situation de mise en danger telle que décrite dans le présent rapport ne devrait plus se représenter.

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 le domaine des transports du 17 décembre 2014).

Berne, 13 octobre 2020 Service suisse d'enquête de sécurité

Annexe 1

Checklist CL-C2132

CEO Rhône	CL-C 2132	**Mouvement de manœuvre sans itinéraire de manœuvre sur un tronçon doté de la signalisation en cabine**			14.11.19
1	Chef de manœuvre / Communication	Voie de départ	(par voie)	Voie de but	Protection jusqu'au signal d'arrêt ETCS/ de manœuvre
A		Cu v. 91	–	Cu 514	SA 514 P
B		Cu v. 91	–	Cu 514	SA 514 P
C					
D					

		A	B	C	D
2	Etablir et protéger le parcours de manœuvre à destination de la voie de but et en plus, jusqu'au prochain signal d'arrêt ETCS resp. signal de manœuvre ETCS comme suit :	☑	☑	☐	☐
2 a	Enclencher les interdictions de voie				
	⊗ Si une interdiction ne peut pas être enclenchée : suite selon CL-C 2190				
2 b	Enclencher les installations de passage à niveau				
	⊗ Si l'installation de passage à niveau ne peut pas être enclenché : aviser le chef de manœuvre par un ordre à quittancer				
3	Contrôler que toutes les voies soient libres, à l'exception de celle de destination	☑	☑	☐	☐
	⊗ Si un dispositif de contrôle de l'état libre de la voie n'est pas en position normale : prescrire la *marche à vue* par un ordre à protocoler				
4	Donner l'assentiment pour passer en mode d'exploitation "Shunting" : "assentiment pour le passage en mode d'exploitation shunting"	☑	☑	☐	☐
5	Donner l'assentiment pour le mouvement de manœuvre "Mouvement de manœuvre protégé de .... (voie de départ) à ... (voie de destination)" Entrée dans une zone de manœuvre : "Mouvement de manœuvre protégé de ... (voie de départ) jusqu'au premier signal de manœuvre ETCS à ... (désignation du lieu)	☑	☑	☐	☐
	▶ L'assentiment peut être transmis seulement pour le franchissement d'un seul signal d'arrêt ETCS				
6	Le chef de manœuvre annonce l'arrivée sur la voie de destination	☑	☑	☐	☐
7	Supprimer les mesures de protection	☑	☑	☐	☐

Illustration 13 : Checklist 2132 concernant les deux mouvements de manœuvre de Cully voie 91 en direction de la voie 514 interdite (Source : CFF).

Annexe 2

Retranscription synthétisée des communications radio

Heure	Appelant	Appelé	Contenu du message
21:33	CoC	CC	Le CoC demande la première partie des interdictions de voies.
23:32	Méc. LC	CC	Le Méc. LC demande le parcours voie 4-voie 25. Le CC lui demande s'il veut déjà venir sur la voie 1. Le mécanicien lui dit que non. Le CC lui dit que pour la suite du mouvement, l'assentiment sera verbal depuis la voie 91. Il va rappeler le Méc.LC.
23:38	CC	CoC	Le CC confirme première partie des interdictions de voies jusqu'à la voie 501. Le CC demande s'il peut laisser venir le Méc. LC sur la voie 514 Le CoC lui dit « fait le parcours et moi j'appelle le Méc. LC pour lui donner le OK ». Le CC lui dit que non car, il doit d'abord procéder aux interdictions, puis il appellera lui-même le Méc LC.
23:58	Méc. LC	CC	Le Méc. LC annonce au CC son arrivée sur la voie 514.
00:39	CoC	CC	Le CoC demande la deuxième partie des interdictions de voies, 616-232-212 jusqu'à la voie 614
00:42	Méc. LC	CC	Le Méc. LC demande la suite du parcours pour aller sur la voie 616.
00:50	CoC	CC	Le CoC demande au CC le verrouillage du parcours depuis Cully pour le Tm GC. Le CC lui demande, s'il y a deux équipes. Le CC confirme et lui dit qu'ils travailleront avant la diagonale de Rivaz. Le CC confirme que le parcours est verrouillé.
01:03	Méc. GC	CC	Le Méc. GC demande le parcours voie 5-voie 25, puis voie 91 pour la voie 510 interdite. Le CC lui dit qu'il peut aller jusqu'à la voie 91. Ensuite le CC le rappelle pour le reste.
01:07	CC	Méc. GC	Le CC confirme que le mouvement de manœuvre est protégé de voie 91 à Cully jusqu'à la voie 514 interdite. Il demande au Méc. GC de lui confirmer son arrivée sur la voie 514.
01:18	Méc. GC	CC	Le Méc. GC confirme son arrivée sur la voie 514.

Heure	Appelant	Appelé	Contenu du message
02:24	Méc. LC	CC	Le Méc. LC va se préparer pour rentrer en train avec le n° 33524 sur Cully. Il demande s'il peut quitter le mode Shunting. Le CC lui dit que les voies 212-614 sont encore interdites. Le Méc. GC répond que le CoC va l'appeler bientôt pour les rendre.
02:42	CoC	CC	Le CoC rend les voies 614-212-232-616 entre Cully et Rivaz praticables.
02:57	CoC	CC	Le CoC demande au CC s'il a besoin des voies à 3h40, car il doit, selon les DET réenclencher les LC. Il y a deux DET en sa possession et elles sont divergentes.
04:22	CS	CC	Le CS veut traverser la voie 616 demande une protection. Toujours en communication il confirme qu'il traversé. Le CC ôte la protection.
04:31	CS	CC	Le CS veut traverser cette fois la voie 212 et demande une protection. Toujours en communication, il confirme qu'il traversé. Le CC ôte la protection.
04:38	Méc. GC	CC	Le Méc. GC dit qu'il est à Cully et aimerait rentrer en gare. Le CC répond qu'il peut rouler aux signaux de manœuvre ETCS.
04:46	CC	Méc. GC	Le CC lui demande comment il est rentré depuis le chantier jusqu'à Cully, car les voies n'étaient pas interdites. Le Méc. GC pensait que les voies étaient interdites. Le CC lui dit qu'hier soir [soit à l'aller vers le chantier] il avait introduit des protections. Le CC lui demande s'il s'est accordé avec le CS. Le Méc GC lui dit qu'une fois les perches enlevées, le CS lui a dit qu' il pouvait rentrer à Cully.
04:52	CC	CS	Le CC demande au CS si c'est lui qui a repris le chantier. Le CS dit que non. C'est le CoC qui a fait les interdictions. Le CS n'a aucun document.
04:53	CC	CoC	Le CC essaye d'appeler le CoC. Pas de réponse.
04:55	CC	CoC	Le CoC [qui avait quitté le chantier après l'appel de 2h57] rappelle le CC. Le CC l'informe que le Tm GC est rentré sur Cully alors que les voies étaient en service. Le CoC dit que tout d'abord, ils devaient lui demander, mais ils ne l'ont pas averti.

Tableau 2 : Synthèse chronologique des communications radio.