



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 l'accident de personne sur un
passage à niveau

du 24 août 2021

à Orbe (VD)

N° reg. 2021082401

Service suisse d'enquête de sécurité SESE
3003 Berne
Tel. +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 1^{er} janvier 2022 (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 du carrefour de Longeraie - voie de raccordement Nestlé.....	9
1.2.1 Situation avant le réaménagement du carrefour	9
1.2.2 Situation après le réaménagement.....	10
1.3 Déroulement de l'événement.....	11
1.4 Dommages	13
1.4.1 Personne	13
1.4.2 Infrastructure	13
1.4.3 Véhicule.....	13
1.5 Personnes impliquées	13
1.5.1 Personnel ferroviaire	13
1.5.2 Piéton	14
1.6 Entreprises concernées	14
1.6.1 Gestionnaire de l'infrastructure de la voie de raccordement	14
1.6.2 Entreprise de transport.....	14
1.6.3 Propriétaire du véhicule.....	14
1.6.4 Autres	14
1.7 Infrastructure.....	14
1.7.1 Limite de la voie de raccordement.....	14
1.7.2 Signalisation lumineuse du carrefour	15
1.8 Véhicules	16
1.8.1 Locomotive TRAVYS N° 9885 5842 705-6.....	16
1.9 Communication	16
1.10 Evaluation de l'enregistrement des données.....	16
1.10.1 Données de circulation de la locomotive	16
1.10.2 Conversations radio.....	17
1.10.3 Vidéosurveillance	17
1.11 Examens particuliers	17
1.11.1 Météo, visibilité	17

1.11.2	Réaménagement de la zone	17
1.11.3	Trafic sur la voie de raccordement Nestlé	18
1.12	Règlementation et prescriptions	18
1.12.1	Loi sur les chemins de fer (LCdF)	18
1.12.2	Ordonnance sur les chemins de fer (OCF).....	19
1.12.3	Rapport explicatif de l'OFT sur les modifications de l'OCF, Assainissement de passages à niveau.....	19
1.12.4	Loi sur le transport de marchandises (LTM).....	20
1.12.5	Ordonnance sur la signalisation routière (OSR).....	20
1.12.6	Prescriptions suisses de circulation des trains PCT	20
1.12.7	Prescriptions d'exploitation de la voie de raccordement	21
1.13	Consultation de l'autorité de surveillance ferroviaire OFT	21
1.14	Reconstitution	21
2	Analyse	22
2.1	Aspects techniques.....	22
2.1.1	Véhicule.....	22
2.1.2	Signalisation du carrefour de Longeraie.....	22
2.2	Aspects opérationnels	24
2.3	Aspects humains	24
2.4	Modifications du carrefour, de la voie de raccordement et devoir d'annonce.....	25
2.5	Influence de la vitesse sur le déroulement de l'accident	25
3	Conclusions	26
3.1	Faits établis.....	26
3.1.1	Aspects techniques	26
3.1.2	Aspects opérationnels	26
3.1.3	Aspects procéduraux.....	26
3.1.4	Aspects humains	27
3.2	Cause	27
4	Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'accident	28
4.1	Recommandation de sécurité	28
4.1.1	Passage à niveau du carrefour de Longeraie.....	28
4.2	Avis de sécurité	29
4.3	Mesures prises depuis l'accident.....	29

Résumé

Aperçu

Moyen transport Chemin de fer

Entreprises impliquées

Entreprise de transport TRAVYS SA, Yverdon-les-Bains

Gestionnaire de l'infrastructure Nestlé Suisse SA, Site d'Orbe

Autre Commune d'Orbe, Orbe
Canton de Vaud, Lausanne
Bureau Transitec SA, Lausanne

Véhicule impliqué Locomotive N° 9885 5842 705-6 détenteur TRAVYS

Lieu Orbe (VD), Voie de raccordement Nestlé

Date et heure 24 août 2021, 7h25

Enquête

Le 24 août 2021, vers 7h45, le bureau d'enquête du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) a été averti qu'un accident s'était produit sur la voie de raccordement Nestlé à Orbe. Une enquête a été ouverte.

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

- Les constatations faites sur le lieu de l'évènement ;
- Photos ;
- Images de la vidéosurveillance ;
- Cartes ;
- Données de la circulation du train ;
- Divers éléments du dossier de mise à l'enquête du réaménagement du carrefour routier ;
- Rapport technique sur l'étude de régulation du trafic ;
- Reconstitution du 14 octobre 2021.

Présentation succincte

Le 24 août 2021 vers 7h25, un piéton, qui cheminait d'Orbe en direction de Chavornay sur le trottoir jouxtant la route cantonale au niveau du carrefour de Longeraie, a été heurté par une locomotive d'une course de manœuvre lorsqu'il traversait la voie de raccordement Nestlé. Le piéton a succombé à ses blessures sur le lieu de l'accident.

Cause

L'accident est dû au fait que le piéton n'a pas stoppé sa progression sur le trottoir, alors que le feu piéton le lui imposait. Il a poursuivi son chemin en direction de l'arrêt de bus situé de l'autre côté de la voie de raccordement et a été heurté par la locomotive qui circulait sur le passage à niveau qui croise le trottoir.

Ont contribué à la survenue de l'accident :

- La création d'un nouveau trottoir, franchissant une voie de raccordement, desservant un nouvel arrêt de bus, sans que toutes les mesures de sécurité nécessaires aient été mises en œuvre afin d'empêcher que des personnes ne soient mises en danger.
- La circulation en conduite indirecte de la locomotive sans la présence en tête du mouvement du chef de manœuvre.
- Le non-respect de la vitesse maximale autorisée de 10 km/h sur la voie de raccordement.

Ont pu contribuer à la survenue de l'accident :

- La perception difficile du feu piéton installé sur le trottoir.
- L'absence de ligne de marquage au sol devant le feu piéton sur le trottoir en provenance d'Orbe.

Dans le cadre de l'enquête, les facteurs suivants ont été identifiés comme risques :

- L'absence d'une quelconque signalisation imposant, à un piéton en provenance de la halte des Granges ou de la route de Longeraie, l'arrêt lorsqu'un convoi circule sur la voie de raccordement.
- L'absence de visibilité pour un piéton traversant le passage pour piétons en provenance du trottoir Nestlé sur le feu piéton installé sur le trottoir opposé.

Recommandations de sécurité

Ce rapport contient une recommandation de sécurité.

Glossaire

Bases légales

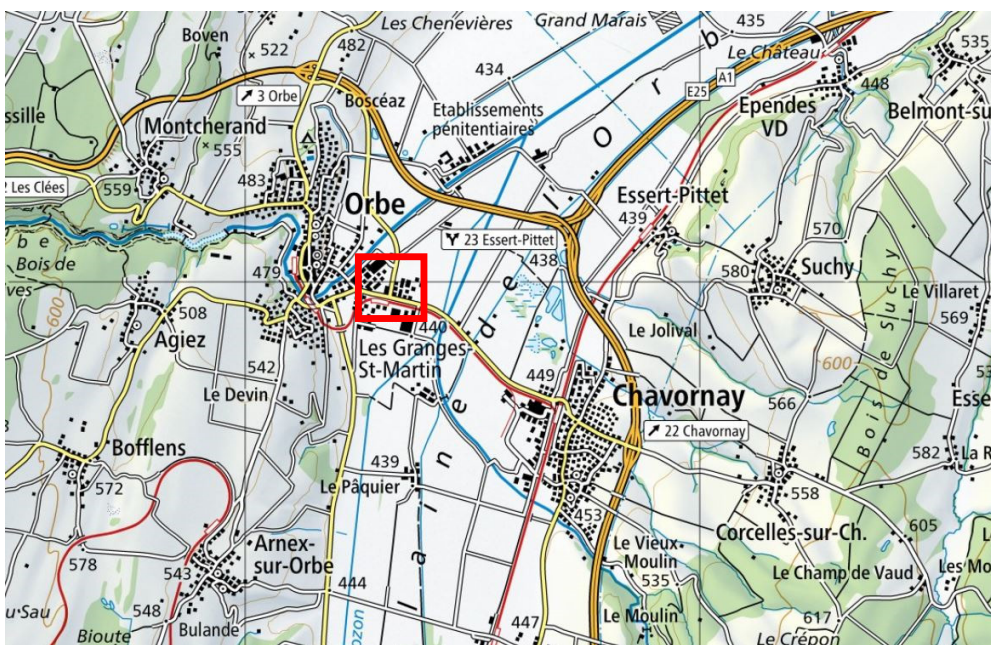
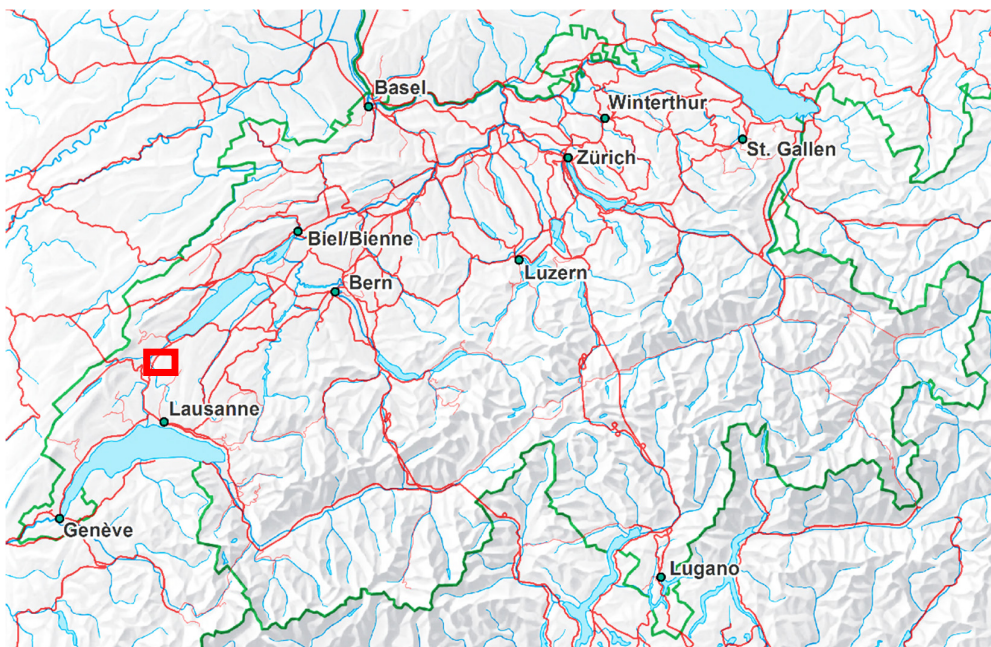
DE-OCF	Dispositions d'exécution du 15 décembre 1983 de l'ordonnance sur les chemins de fer du 15 décembre 1983, Etat le 1 ^{er} novembre 2020 (RS 742.141.11)
LCdF	Loi fédérale sur les chemins de fer du 20 décembre 1957, Etat le 1 ^{er} janvier 2018 (RS 742.101)
LTM	Loi fédérale sur le transport de marchandises par des entreprises de chemin de fer ou de navigation (LTM) du 25 septembre 2015 (Etat le 26 septembre 2020) (RS 742.41)
OCF	Ordonnance du 23 novembre 1983 sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (Ordonnance sur les chemins de fer) du 23 novembre 1983, Etat le 1 ^{er} novembre 2020 (RS 742.141.1)
OSR	Ordonnance du 5 septembre 1979 sur la signalisation routière, état le 9 juin 2020 (RS 741.21).
PCT	Chemin de fer. Prescriptions suisses de circulation des trains PCT du 2 novembre 2015 (R 300.1-.15), Etat le 1 ^{er} juillet 2020 (RS 742.173.001)

Abréviations

CC	Chef-circulation
CM	Chef de manœuvre
DGMR	Direction générale de la mobilité et des routes
NDLR	Note de la rédaction
OC	Orbe–Chavornay
OFT	Office fédéral des transports
PN	Passage à niveau
RC	Route cantonale
VR	Voie de raccordement

1 Faits établis

1.1 Lieu de l'événement



Illustrations 1 et 2 : Cartes synoptiques du lieu de l'accident.
Source des cartes : Office fédéral de topographie.

1.2 Situation du carrefour de Longeraie - voie de raccordement Nestlé

1.2.1 Situation avant le réaménagement du carrefour

Peu avant la halte ferroviaire des Granges, la ligne du chemin de fer Orbe–Chavornay (OC) chemine parallèlement à la route cantonale (RC) (illustration 2).

La voie de raccordement (VR) desservant le site de Nestlé croise la route cantonale Orbe–Chavornay au niveau du carrefour de Longeraie (illustrations 3 et 4). La route cantonale permet d'accéder à l'autoroute A1. Le carrefour était équipé d'une signalisation lumineuse protégeant le passage pour piétons, la traversée cyclable (illustrations 4 et 5) ainsi que la route qui croise la voie de raccordement. De part et d'autre de la chaussée, des croix de St-André signalaient le passage à niveau (PN).



Illustration 3 : Vue générale du carrefour de Longeraie avant réaménagement.
(Source : TRAVYS, adjonctions SESE.)

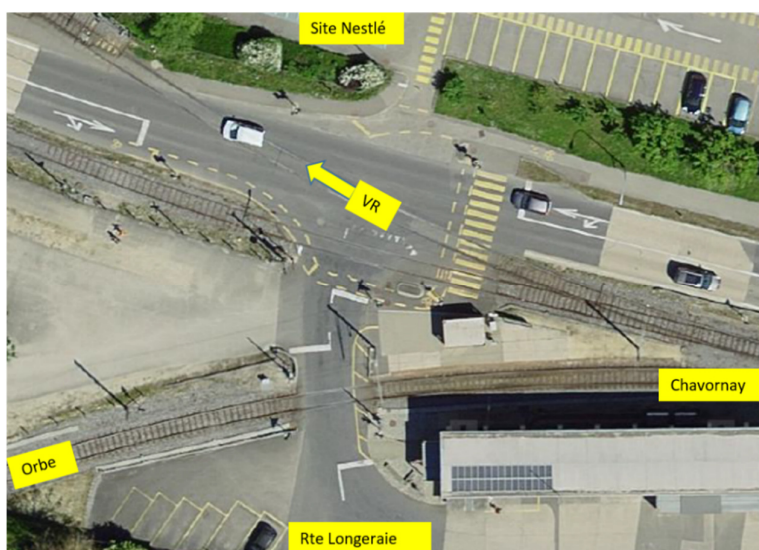


Illustration 4 : Vue aérienne de l'ancien carrefour. Passage pour piétons et voie de raccordement qui croise la route cantonale. (Source : TRAVYS, adjonctions SESE.)



Illustration 5 : Vue de l'ancienne traversée piétonne en direction de la halte ferroviaire des Granges. Au fond, le PN des Granges situé sur la ligne de l'OC. (Source : TRAVYS, adjonctions SESE.)

1.2.2 Situation après le réaménagement

Le carrefour a été complètement réaménagé en 2020. L'ancienne voie inutilisée « des Moulins », sise à la gauche de la voie de raccordement dans le sens Chavornay–Orbe (illustrations 4 et 5), a été démontée. Elle a fait place à un trottoir en bordure de la route cantonale (illustration 6). Ce trottoir franchit la VR Nestlé et permet d'accéder à l'arrêt de bus situé derrière le passage pour piétons qui croise la route cantonale (illustration 8). Un feu piéton (illustrations 7 et 9) s'allume et passe au rouge uniquement lorsqu'un itinéraire est établi pour un mouvement de manœuvre sur la voie de raccordement Nestlé. Les croix de St-André ont été supprimées.



Illustration 6 : Vue du carrefour réaménagé. Sur la droite, le nouveau trottoir qui croise la VR Nestlé en direction de Chavornay. Sur la gauche, la piste cyclable. Au milieu la route cantonale.



Illustration 7 : Vue détaillée de l'illustration 6. Cercle jaune : Feu piéton au rouge avec itinéraire établi pour un mouvement de manœuvre sur la voie de raccordement Nestlé. (Source : Police VD, adjonctions SESE.)



Illustration 8 : Sur la droite, l'arrêt de bus avec le passage pour piétons au premier plan.

1.3 Déroulement de l'événement

Un piéton cheminait sur le trottoir en provenance d'Orbe (illustration 6) à destination de l'arrêt de bus situé de l'autre côté de la voie de raccordement (illustration 8). Une course de manœuvre constituée d'une locomotive TRAVYS seule circulait sur la VR depuis le site Nestlé en direction des voies OC situées de l'autre côté de la route cantonale (illustration 9).

Un mécanicien et un chef de manœuvre étaient en charge des mouvements de manœuvre à destination du site Nestlé. Après avoir effectué divers mouvements de manœuvre sur le site Nestlé, la locomotive devait retourner sur l'infrastructure OC, voies 1, puis 2, pour continuer ses prestations.

Le mécanicien occupait le pupitre de commande N° 2 situé du côté Orbe, tournant ainsi le dos au sens de marche. Une fois l'itinéraire de manœuvre établi et le feu de contrôle clignotant activé, la locomotive s'est mise en mouvement depuis le site Nestlé en direction du faisceau de voies OC vers la halte des Granges.

Peu avant le portail situé devant l'usine Nestlé, la course de manœuvre a ralenti quasiment jusqu'à l'arrêt. Le chef de manœuvre est descendu pour manœuvrer l'aiguille derrière la locomotive, puis est remonté à bord sur le marchepied arrière gauche et a transmis au mécanicien l'ordre de poursuivre sa marche. Alors que la locomotive franchissait la route cantonale, un motocycliste arrêté au feu routier en provenance de Chavornay a remarqué que la locomotive arrivait dans le dos d'un piéton qui cheminait sur le trottoir opposé en direction de Chavornay. Il a klaxonné à plusieurs reprises. Durant le franchissement du passage à niveau, le mécanicien a entendu un coup de klaxon. Il a alors constaté qu'une personne gisait sur les voies et a déclenché le serrage à fond. La locomotive s'est immobilisée environ 68 mètres après le point d'impact (illustrations 9 et 10) au niveau de l'aiguille reliant la voie de raccordement au réseau OC.

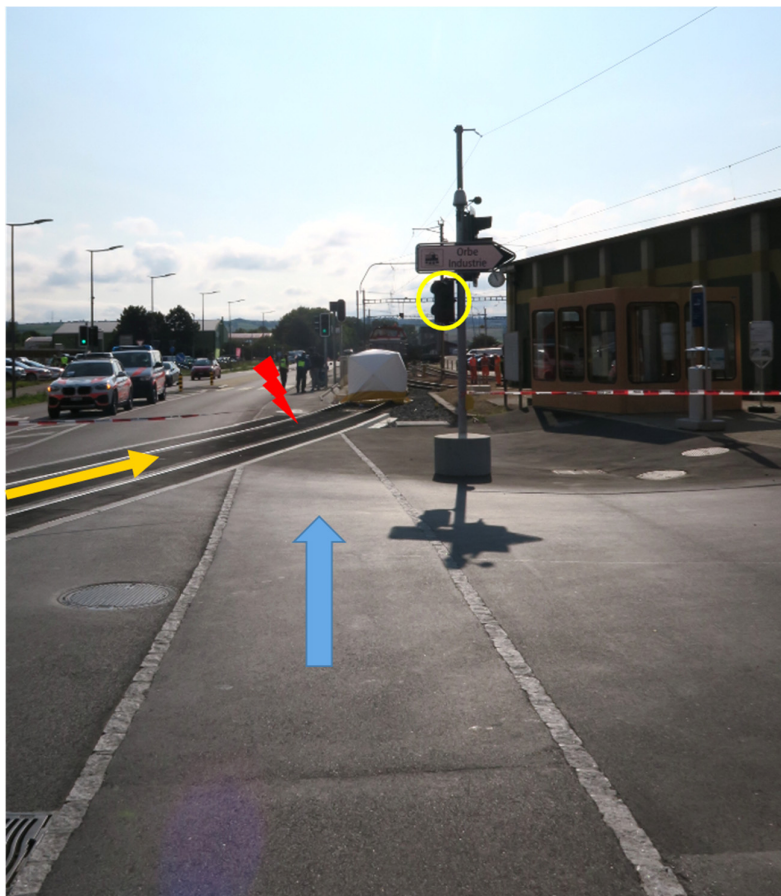


Illustration 9 : Endroit de l'accident. Flèche orange : sens de marche de la course de manœuvre. Flèche bleue : Cheminement du piéton. Flèche rouge : point d'impact. Cercle jaune : Feu piéton pour les usagers du trottoir qui passe au rouge lorsque qu'un itinéraire de manœuvre est établi de et vers la VR Nestlé. Lors de la prise de vue le feu était éteint, car aucun itinéraire de manœuvre n'était établi.



Illustration 10 : Locomotive TRAVYS en provenance du site Nestlé. Flèche rouge : point d'impact.

1.4 Dommages

1.4.1 Personne

Le piéton a été blessé mortellement.

1.4.2 Infrastructure

Néant.

1.4.3 Véhicule

Néant.

1.5 Personnes impliquées

1.5.1 Personnel ferroviaire

1.5.1.1 Mécanicien TRAVYS

Personne	année 1980
Autorisation	En possession d'un permis OFT
Résultats médicaux	Test d'alcool révélé 0.00 ‰.

1.5.1.2 Chef de manœuvre TRAVYS

Personne	année 1967
Autorisation	En possession d'un permis OFT
Résultats médicaux	Test d'alcool révélé 0.00 ‰.

1.5.2 Piéton

Personne

année 2001

1.6 Entreprises concernées**1.6.1 Gestionnaire de l'infrastructure de la voie de raccordement**

Nestlé Suisse SA, Site d'Orbe

1.6.2 Entreprise de transport

TRAVYS SA, Yverdon-les-Bains

1.6.3 Propriétaire du véhicule

TRAVYS SA, Yverdon-les-Bains

1.6.4 Autres

- Commune d'Orbe, Orbe, maître d'ouvrage ;
- Canton de Vaud, Lausanne, autorisations ;
- Bureau Transitec, Lausanne, rapport technique sur la régulation du trafic, projet d'exécution de la régulation lumineuse.

1.7 Infrastructure**1.7.1 Limite de la voie de raccordement**

Le talon de l'aiguille N° 12 (illustration 11) qui relie la VR au réseau OC fait office de limite de la voie de raccordement. Conformément aux prescriptions du gestionnaire de la voie de raccordement, l'indicateur « limite voie de raccordement » est apposé au niveau de l'aiguille. L'aiguille est télécommandée par le chef-circulation depuis le centre d'exploitation TRAVYS situé à la gare d'Orbe.



Illustration 11 : La limite de la voie de raccordement se situe au talon de l'aiguille N° 12.
(Source : Police VD, adjonctions SESE.)

1.7.2 Signalisation lumineuse du carrefour

1.7.2.1 Description

La gestion de la signalisation lumineuse du carrefour de Longeraie est assurée par un automate programmable. Une mémoire interne (diagnostic) permet l'enregistrement des dysfonctionnements de l'installation. Cette mémoire n'enregistre que les deux dernières heures. Le protocole a été extrait, sur demande du SESE, par le fournisseur en fin de matinée. Malheureusement, l'instant de l'accident n'y figure plus.

L'établissement d'un itinéraire de manœuvre par le chef-circulation à destination ou en provenance de la voie de raccordement Nestlé enclenche le signal « manœuvre autorisée » (PCT R 300.2 chiffre 3.1.3). La commande de la signalisation routière du carrefour est activée manuellement soit par le chef de manœuvre soit par le centre d'exploitation. L'automate gérant les feux de la signalisation met au rouge les feux piétonniers et routiers du carrefour. Au niveau ferroviaire, de chaque côté de la route cantonale, un feu de contrôle clignotant indique que l'installation du passage à niveau est enclenchée.

1.7.2.1.1 Constatations

Lors de la reconstitution effectuée le jour de l'accident, le fonctionnement de la signalisation lumineuse a été vérifié en présence du fournisseur. L'installation de signalisation fonctionnait correctement, cela tant du point de vue piétonnier que routier.

Le feu piétonnier (illustration 12) était décalé sur la gauche d'environ 30° par rapport à l'axe du trottoir, décalant par conséquent son rayonnement lumineux par rapport à l'axe du champ visuel d'un piéton.



Illustration 12 : Vue du feu de signalisation piétonnier au rouge lorsqu'un itinéraire de manœuvre est établi sur la voie de raccordement. Aucun marquage au sol n'est appliqué sur le trottoir. (Source : Police VD.)

Le feu piéton (cercle jaune) n'est visible que pour un piéton cheminant sur le trottoir en provenance de l'arrêt de bus (illustrations 13 et 14, flèche verte). Pour un piéton traversant le passage à piéton (illustration 13, flèche rouge) ce feu ne se trouve pas dans son champ visuel direct et n'est pas visible pour lui.



Illustration 13 : Vue du passage piéton : Cercle jaune feu piéton interdisant la poursuite de la marche à un piéton lorsqu'un itinéraire de manœuvre est établi sur la voie de raccordement Nestlé. (Source : Police VD, adjonctions SESE.)



Illustration 14 : Vue détaillée du feu piéton pour un piéton cheminant sur le trottoir en provenance de l'arrêt de bus. (Source : Police VD, adjonctions SESE.)

1.8 Véhicules

1.8.1 Locomotive TRAVYS N° 9885 5842 705-6

La locomotive est équipée d'une caméra frontale pour visualiser les accostages. Cette caméra couvre uniquement la zone entre les tampons au-dessus du crochet d'attelage.

La locomotive était en ordre. Tous les appareils de sécurité étaient enclenchés et fonctionnels. Les essais de freins dynamiques effectués le jour de l'accident par le SESE ont permis de déterminer que le système de freinage fonctionnait correctement.

1.9 Communication

Les communications entre le mécanicien et le chef de manœuvre ont été effectuées par l'intermédiaire des radios de manœuvre. Ces conversations sont enregistrées. Elles ont été extraites et remises au SESE.

1.10 Evaluation de l'enregistrement des données

1.10.1 Données de circulation de la locomotive

L'analyse des données de parcours de la locomotive démontre les éléments suivants (annexe 1, illustration 18) :

Après avoir réduit sa vitesse à environ 1 km/h, au niveau du portail de sortie de l'usine Nestlé, la locomotive a accéléré à nouveau jusqu'à la vitesse de 19 km/h

puis le serrage à fond a été déclenché. La locomotive s'est arrêtée sur une distance de 18 m. La distance totale parcourue depuis la réduction de vitesse au niveau du portail est de 118 m.

Sur la base des relevés effectués sur site, le point de choc avec le piéton s'est produit 68 m avant l'immobilisation finale du véhicule. La vitesse lors du choc était de 16 km/h.

Le pupitre de commande 2 (côté Orbe, site Nestlé) était desservi. Le véhicule circulait en marche arrière, soit en « conduite indirecte ».

1.10.2 Conversations radio

L'analyse des conversations radio, synthétisée ci-dessous, met en exergue les éléments importants suivants :

A 7h22, la demande de parcours en direction de la voie 1 a été sollicitée par le chef de manœuvre (CM) auprès du chef-circulation (CC). Le CC a confirmé le parcours.

A 7h23, le CM transmet l'ordre : C'est parti la 2, et le mécanicien confirme. [NDLR : à cet instant la locomotive se trouvait au niveau du portail de sortie de l'usine Nestlé].

1.10.3 Vidéosurveillance

Les images de la vidéosurveillance du site Nestlé permettent de déterminer ce qui suit :

- Avant que la locomotive ne quitte le site Nestlé pour s'engager sur la route cantonale, tous les feux de signalisation du carrefour étaient au rouge et les véhicules routiers présents sur la route cantonale étaient immobilisés.
- Le signal de manœuvre présentait l'image « manœuvre autorisée » et le feu de contrôle clignotant du passage à niveau était activé.
- Le piéton cheminait sur le trottoir en direction de Chavornay.
- Le mécanicien occupait le poste de conduite N° 2 c'est-à-dire opposé au sens de marche.
- Le chef de manœuvre se trouvait sur le marchepied arrière gauche de la locomotive.

1.11 Examens particuliers

1.11.1 Météo, visibilité

Jour, beau temps, forte bise.

Le soleil levant se trouvait à 79°37' d'azimut. Il rayonnait quasiment face au piéton sur le plan horizontal avec un angle de 5°30'.

1.11.2 Réaménagement de la zone

1.11.2.1 Mise à l'enquête du projet de réaménagement du carrefour de Longeraie

La commune d'Orbe a soumis le projet de réaménagement du carrefour de Longeraie pour un examen préalable, avec les documents et rapports usuels, à la

Direction générale de la mobilité et des routes du canton de Vaud (DGMR) en date du 10 décembre 2018.

Le canton de Vaud a approuvé, en date 30 septembre 2019, le projet de réaménagement de la chaussée, la création d'un giratoire et d'un trottoir sur la route cantonale N° 293 secteur est, soit la route de Chavornay qui croise la voie de raccordement Nestlé.

En date du 25 octobre 2019, la DGMR a, rendu, par courrier, une décision en matière de signalisation routière concernant la légalisation de la signalisation routière.

1.11.2.2 Réalisation des travaux

Les travaux de génie civil de réaménagement du carrefour ont débuté au printemps 2020. L'aménagement des deux nouveaux arrêts de bus a été terminé début août 2020.

1.11.2.3 Rapport technique de l'étude de régulation du trafic

Le rapport technique « Etude de régulation du trafic - Carrefour Rte de Chavornay / Ch. de Longeraie » établi par l'entreprise Transitec en juin 2020 mentionne ce qui suit concernant le mode d'exploitation de la voie de raccordement :

Une voie ferroviaire industrielle traverse le carrefour, les trains empruntant cette dernière sont en marche à vue, permettant un fonctionnement semblable à un tram.

1.11.3 Trafic sur la voie de raccordement Nestlé

Selon l'entreprise de transport (TRAVYS) en charge de la desserte de la voie de raccordement Nestlé, une moyenne journalière (jours ouvrables) de 10 à 12 mouvements de manœuvre franchissent le passage à niveau de la route cantonale de et à destination de la voie de raccordement.

1.12 Règlementation et prescriptions

1.12.1 Loi sur les chemins de fer (LCdF)

Chapitre 3, Surveillance

Art. 10 Autorités de surveillance

¹ *La construction et l'exploitation des chemins de fer sont soumises à la surveillance du Conseil fédéral. Celui-ci peut limiter la surveillance de façon appropriée à l'égard des chemins de fer qui assurent essentiellement le trafic local ou qui se trouvent dans des conditions particulièrement simples et ne sont pas raccordés techniquement au réseau d'autres chemins de fer.*

² *L'autorité de surveillance est l'OFT.*

Chapitre 4, Planification, construction et exploitation

Section 7, Sécurité

Art. 19 Mesures de sécurité

¹ *L'entreprise de chemin de fer est tenue de prendre, conformément aux prescriptions du Conseil fédéral et aux conditions liées à l'approbation des plans, les mesures nécessaires pour assurer la sécurité de la construction et de l'exploitation,*

ainsi que pour empêcher que des personnes ou des choses ne soient exposées à des dangers.

Si des travaux de construction affectent des installations publiques telles que routes ou chemins, conduites et ouvrages similaires, l'entreprise prendra, en tant que l'intérêt public l'exige, toutes mesures pour assurer l'utilisation de ces ouvrages.

Section 8, Croisements entre des routes publiques et des chemins de fer

Art. 24 Autorisation

¹ *L'établissement, le déplacement et la modification de croisements entre routes ou chemins publics ou privés et voie ferrée sont soumis à l'approbation de l'OFT. Les art. 18 à 18i et 18m sont applicables.*

² *Les croisements avec des routes publiques affectées à l'usage commun doivent être approuvés si, pendant et après leur établissement, les mesures de sécurité et les installations nécessaires assurent sans entraves la continuité de l'exploitation ferroviaire et que les croisements ne gênent pas un aménagement projeté des installations du chemin de fer.*

³ *Les nouveaux croisements avec des routes publiques doivent en principe être établis sous forme de passages inférieurs ou supérieurs. Sur proposition des autorités intéressées, l'OFT devra, dans la procédure d'approbation des plans, consulter des experts en matière de construction et de circulation routières.*

1.12.2 Ordonnance sur les chemins de fer (OCF)

Art. 37c Signaux et installations

¹ *Les passages à niveau doivent être équipés d'installations de barrières ou de demi barrières.*

² *Lorsque les passages à niveau sont équipés de demi-barrières, les trottoirs doivent être munis de barrières.*

³ *Les dérogations suivantes sont possibles par rapport à l'al. 1 :*

Aux passages à niveau où la mise en place de barrières ou de demi-barrières génère des coûts disproportionnés et où la circulation des piétons est inexistante ou faible, les barrières ou demi-barrières peuvent être remplacées d'un côté de la voie par des signaux à feux clignotants et de l'autre par une installation de demi-barrières.

1.12.3 Rapport explicatif de l'OFT sur les modifications de l'OCF, Assainissement de passages à niveau¹

L'OFT a précisé ce qui suit concernant l'application de l'article 37c alinéa 3

Art. 37c Signaux et installations

Al. 3, let. a : la réglementation restreint la protection des piétons, qui doit être assurée en principe selon l'al. 2 en équipant les trottoirs de barrières. La dérogation visée à l'al. 3, let. a, ne sera applicable que de manière restrictive, à savoir uniquement lorsque l'affluence des piétons est faible.

¹ https://www.bav.admin.ch/dam/bav/fr/dokumente/aktuell-startseite/vernehmlassungen/erlaeuterungen_zuaenderungendebvsanierungderbahnuebergaenge.pdf.download.pdf/commentaires_sur_lamodificationdelocfnotammentsurladispositiontra.pdf

1.12.4 Loi sur le transport de marchandises (LTM)

Art. 13 Autorisation de construire, autorisation d'exploiter

¹ La construction et la modification de voies de raccordement requièrent une autorisation de construire soumise au droit cantonal.

² Avant de statuer, l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation de construire (autorité dirigeante) soumet la demande à l'Office fédéral des transports (OFT) pour vérification du respect des dispositions relevant du droit ferroviaire.

³ L'OFT demande au gestionnaire d'infrastructure une prise de position sous l'angle du droit ferroviaire. Il rend son avis en se fondant sur cette prise de position et y précise notamment si une autorisation d'exploiter au sens de l'art. 18w LCdF est requise ou non.

⁴ L'avis de l'OFT revêt un caractère contraignant pour l'autorité dirigeante.

⁵ L'autorité dirigeante communique l'autorisation de construire à l'OFT. Ce dernier est habilité à saisir les moyens de recours prévus par le droit fédéral et cantonal.

Art. 14 Dispositions relevant du droit ferroviaire, prescriptions d'exploitation

¹ Les dispositions techniques et d'exploitation de la législation sur les chemins de fer s'appliquent également à la planification, à la construction, à l'exploitation, à la maintenance et à la réfection des voies de raccordement.

Art. 22 Surveillance des voies de raccordement

¹ L'OFT exerce la surveillance sur les voies de raccordement au titre du droit ferroviaire. Le Conseil fédéral peut confier cette tâche à des tiers.

² L'OFT peut réglementer et surveiller la formation spécifique du personnel des raccordés. Pour des raisons de sécurité, il peut demander à tout moment que les contrats de raccordement, les plans de situation ou les prescriptions d'exploitation soient modifiés. Ces modifications n'ouvrent droit à aucune indemnisation.

1.12.5 Ordonnance sur la signalisation routière (OSR)

Chapitre 14 Exigences générales en matière de signalisation routière

Art. 104 Compétence

⁶ Avant de faire placer ou enlever des marques routières près des passages à niveau ainsi que des signaux routiers annonçant des passages à niveau et des véhicules ferroviaires empruntant la route, l'autorité entendra l'autorité de surveillance des chemins de fer ainsi que l'administration des chemins de fer.

1.12.6 Prescriptions suisses de circulation des trains PCT

R 300.4 Mouvement de manœuvre

1.2 Direction

Chaque mouvement de manœuvre est dirigé par un chef de manœuvre. La fonction de chef de manœuvre est assumée en règle générale par un employé de manœuvre. Après entente, la direction peut également être assurée par le mécanicien de locomotive. Lorsque le mécanicien de locomotive est seul, il assure généralement la fonction de chef de manœuvre.

1.3.2 Conduite indirecte des courses de manœuvre

Les courses de manœuvre sont conduites de manière indirecte lorsque le mécanicien de locomotive ne dispose pas d'une vue bien dégagée sur le parcours et les signaux. Pour la conduite indirecte, le chef de manœuvre doit se positionner de façon à pouvoir parfaitement observer le parcours et les signaux.

1.12.7 Prescriptions d'exploitation de la voie de raccordement

Le gestionnaire de la voie de raccordement a édicté ses prescriptions d'exploitation, version 3.0, en date du 15 décembre 2017.

Ne sont mentionnés ci-dessous que les points en relation avec le présent accident :

La vitesse maximale autorisée sur la voie de raccordement est limitée, conformément aux PCT R300.4 chiffre 3.6.5, à 10 km/h.

Conduite indirecte : l'observation du parcours incombe au chef de manœuvre.

1.13 Consultation de l'autorité de surveillance ferroviaire OFT

L'OFT a confirmé au SESE ne pas avoir été consulté dans le cadre du projet de réaménagement du carrefour incluant la création d'un trottoir croisant la voie de raccordement ainsi que de la modification de la voie de raccordement.

1.14 Reconstitution

La reconstitution a été effectuée le 14 octobre 2021, sur la base des données de parcours de la locomotive et des enregistrements de la vidéosurveillance de l'usine Nestlé, afin de déterminer les mouvements relatifs de la locomotive et du piéton au moment de l'accident. Elle a permis de démontrer qu'à aucun moment le piéton qui cheminait sur le trottoir n'était visible par le chef de manœuvre depuis son emplacement sur le marchepied arrière gauche de la locomotive (annexe 2, illustrations 19 à 23).

Le mécanicien occupait le pupitre de conduite N° 2 c'est-à-dire opposé au sens de marche. Depuis cet emplacement, il n'avait aucune possibilité d'apercevoir le piéton.

Le jour de la reconstitution, il faisait beau et une légère bise soufflait. L'enquêteur SESE qui reproduisait la marche du piéton sur le trottoir, bien que conscient que la locomotive approchait, n'a pas entendu le bruit du moteur généré par la locomotive qui arrivait dans son dos.

2 Analyse

2.1 Aspects techniques

2.1.1 Véhicule

Les essais de freins effectués le jour de l'accident ont démontré que les freins de la locomotive TRAVYS fonctionnaient correctement.

2.1.2 Signalisation du carrefour de Longeraie

2.1.2.1 Signalisation lumineuse

Bien que le protocole de la mémoire interne de l'automate de commande de l'installation de signalisation lumineuse du carrefour ne soit plus disponible, la vidéo-surveillance a permis de confirmer que les feux routiers et piétonniers étaient au rouge lorsque la locomotive a quitté le site de l'usine Nestlé pour s'engager sur le passage à niveau traversant la route cantonale.

2.1.2.2 Marquage au sol et signalisation

Aucune ligne d'arrêt au sol n'est apposée devant le feu pour piéton. De ce fait, un piéton qui chemine sur le trottoir et franchit la voie de raccordement pour se rendre à l'arrêt de bus ou au passage pour piétons pour croiser la chaussée, ne sait pas à quel endroit il doit s'immobiliser pour être en sécurité lors de l'approche d'un convoi ferroviaire (illustration 15).

Le feu piéton ne rayonnait pas dans l'axe direct du champ visuel d'un piéton cheminant sur le trottoir, mais obliquement. En sus, lorsque le soleil se lève en arrière-plan, tel que dans les circonstances du jour de l'accident avec un angle d'environ 5°, il devient encore plus difficilement perceptible.



Illustration 15 : Feu piéton, absence de marquage de la ligne d'arrêt au sol sur le trottoir.

La flèche rouge (illustration 16) représente le cheminement d'un piéton qui se rendrait de la route de Longeraie, respectivement de l'arrêt de la halte ferroviaire des Granges en direction de l'arrêt de bus ou du passage pour piétons. Aucune signalisation lumineuse n'indique au piéton qu'il doit s'arrêter lorsqu'un itinéraire pour un mouvement de manœuvre est établi de et à destination de la VR Nestlé.

Dans ce cas, la sécurité d'un piéton n'est pas assurée.



Illustration 16 : Cheminement d'un piéton en provenance de la route de Longeraie ou de la halte des Granges à destination de l'arrêt de bus ou du passage pour piétons.

Pour un automobiliste en provenance de la route de Longeraie (illustration 17), aucune ligne d'arrêt n'est appliquée au sol devant le feu de signalisation lui indiquant l'endroit à ne pas dépasser lorsqu'il immobilise son véhicule. Par ailleurs, deux feux de signalisation se situent dans son champ visuel.



Illustration 17 : Ligne d'arrêt manquante au sol.

Un piéton en provenance de Nestlé qui traverse la route cantonale sur le passage pour piétons n'a pas de visibilité sur le feu piéton installé sur le trottoir opposé (illustration 13), lui imposant l'arrêt sur ledit trottoir lorsqu'un itinéraire de manœuvre est établi sur la voie de raccordement. La visibilité du feu n'est assurée que pour un piéton en provenance de l'arrêt de bus situé derrière le passage à piéton en direction de Chavornay (illustration 14).

Sur la route cantonale, de part et d'autre du carrefour, aucun signal n'annonce la présence d'un passage à niveau traversant la chaussée.

La charge de trafic sur cette route cantonale qui dessert des industries et permet aussi l'accès à l'autoroute A1, est importante. Le trafic piétonnier sur ce passage à niveau suite à la construction du nouveau trottoir qui dessert un arrêt de bus ainsi qu'un passage à piéton menant à l'Usine Nestlé est important. Le trafic ferroviaire sur la voie de raccordement de et à destination du site Nestlé est également important.

La conception actuelle du carrefour de Longeraie et du passage à niveau franchissant la voie de raccordement ne garantissent pas la sécurité des piétons.

2.2 Aspects opérationnels

Lors de l'accident, le pupitre de conduite N°2 (côté Orbe) de la locomotive était occupée. Le chef de manœuvre, qui assurait la direction du mouvement de manœuvre, était situé sur le marchepied arrière gauche. Le mécanicien conduisait par conséquent en marche arrière. Dans ce cas, selon les PCT R300.4 chiffre 1.3.2, le mode de circulation appliqué est dénommé « conduite indirecte ». Dans un tel cas, l'observation du parcours et des signaux incombe au chef de manœuvre. Pour se faire, il aurait dû se positionner à l'avant de la locomotive afin de pouvoir observer parfaitement le parcours, et non à l'arrière gauche.

Le rapport technique « Etude de régulation du trafic - Carrefour Rte de Chavornay / Ch. de Longeraie » comporte une erreur dans son interprétation du mode d'exploitation décrite comme fonctionnant en mode « Exploitation Tramways, avec marche à vue », alors que la voie de raccordement est exploitée sous le mode d'exploitation « train », conformément aux prescriptions d'exploitation établies par le gestionnaire de la voie de raccordement.

2.3 Aspects humains

La reconstitution (annexe 2, illustrations 19 à 23) a permis de démontrer qu'à aucun moment le piéton, qui cheminait sur le trottoir, n'était visible par le chef de manœuvre depuis son emplacement sur le marchepied arrière gauche de la locomotive.

Le mécanicien occupait le pupitre de conduite N° 2. Depuis cet endroit, il tournait le dos au sens de marche et son champ visuel était dirigé en direction d'Orbe. Vu que la course de manœuvre était effectuée en conduite indirecte, l'observation du parcours ne lui incombait pas.

Le feu piéton situé sur le trottoir, du fait de l'angle de son positionnement, ne rayonnait pas dans l'axe direct du champ visuel du piéton. Ce décalage, conjugué avec la position éblouissante du soleil à l'instant de l'accident, presque à l'horizontale face au piéton, ont pu contribuer à la non perception du feu rouge.

2.4 Modifications du carrefour, de la voie de raccordement et devoir d'annonce

Les travaux d'entretien de la voie de raccordement Nestlé qui croise la route cantonale ont été effectués dans le cadre de la réfection de la chaussée routière consécutivement au réaménagement du carrefour. Simultanément, l'ancienne voie sise à l'emplacement actuelle du nouveau trottoir a été supprimée, ainsi que l'aiguille permettant d'y accéder. Conformément à l'article 13 alinéa 1 et 2 de la LTM, le gestionnaire de la voie de raccordement aurait dû requérir une autorisation pour ces travaux auprès de l'autorité cantonale, laquelle devait avant de statuer, soumettre la demande à l'Office fédéral des transports (OFT) afin que celui-ci puisse vérifier le respect des dispositions relevant du droit ferroviaire. Cette procédure n'a pas été respectée.

Suite au réaménagement du carrefour, une partie des marquages routiers près du passage à niveau, ainsi que la signalisation de ce dernier, a été modifiée, respectivement supprimée. Dans un tel cas, comme le mentionne l'OSR, par son article 104, l'autorité requérante doit, avant de faire placer ou enlever des marques routières, entendre l'autorité de surveillance des chemins de fer, soit l'OFT. Le canton de Vaud a approuvé, en date 30 septembre 2019, le projet de réaménagement de la chaussée, la création d'un giratoire et d'un trottoir sur la route cantonale N° 293 secteur est, soit la route de Chavornay qui croise une voie de raccordement munie d'un passage à niveau, sans avoir au préalable consulté l'OFT.

2.5 Influence de la vitesse sur le déroulement de l'accident

La vitesse de la course de manœuvre qui circulait sur la voie de raccordement a atteint 19 km/h, alors que la vitesse maximale autorisée, conformément aux prescriptions d'exploitation établies par le gestionnaire de la voie de raccordement, est fixée à 10 km/h. Au point de choc, la vitesse de la locomotive était de 16 km/h.

Sur la base des enregistrements de la vidéosurveillance du site Nestlé, la vitesse de déplacement du piéton, respectivement l'emplacement de la locomotive ont pu être déterminés. Les données de parcours de la locomotive ont permis de reconstituer la distance parcourue en fonction du temps.

Cette analyse recoupée (annexe 3, illustration 24) permet de déduire ce qui suit :

Si la vitesse maximale de 10 km/h avait été respectée, le piéton aurait terminé le franchissement du passage à niveau lorsque la locomotive aurait atteint l'endroit de l'impact, et se serait ainsi trouvé en dehors du profil d'espace libre de la voie de raccordement. Il n'aurait de ce fait pas été happé par la locomotive.

Ceci n'enlève rien au fait que le piéton devait stopper sa progression au niveau du feu piéton installé sur le trottoir, car celui-ci lui imposait l'arrêt par la mise à rouge dudit signal.

3 Conclusions

3.1 Faits établis

3.1.1 Aspects techniques

- La locomotive était techniquement en ordre.
- La signalisation lumineuse du carrefour routier fonctionnait correctement lors de l'accident.
- Le signal de manœuvre présentait l'image « manœuvre autorisée » et le feu de contrôle clignotant était activé autorisant le franchissement du passage à niveau.
- Une partie de l'ancienne voie de raccordement des Moulins a été démontée dans le cadre du projet de réaménagement du carrefour routier. En lieu et place, un nouveau trottoir croisant la voie desservant le site Nestlé y a été implanté.
- La signalisation lumineuse du carrefour ainsi que le marquage ont été modifiés dans le cadre du projet de réaménagement.
- Aucune ligne d'arrêt n'était appliquée au sol devant le feu pour piéton indiquant à un piéton en provenance d'Orbe l'endroit où il doit s'arrêter pour être en sécurité lors de l'approche d'un convoi ferroviaire.
- Aucune ligne d'arrêt n'était appliquée au sol devant le feu de signalisation pour un automobiliste en provenance de la route de Longeraie.
- Un piéton qui chemine en provenance de la halte des Granges ou de la route de Longeraie en direction de l'arrêt de bus, ne dispose d'aucune signalisation lui imposant l'arrêt lorsqu'un itinéraire de manœuvre est établi sur la voie de raccordement.
- Un piéton en provenance du trottoir situé du côté Nestlé qui traverse la route cantonale sur le passage pour piétons n'a pas de visibilité sur le feu piéton installé sur le trottoir opposé, lui imposant l'arrêt sur ledit trottoir lorsque l'un itinéraire de manœuvre est établi sur la voie de raccordement.

3.1.2 Aspects opérationnels

L'ordre pour poursuivre la marche après le portail de l'usine Nestlé a été transmis par radio au mécanicien par le chef de manœuvre, alors que celui-ci se trouvait sur le marchepied arrière gauche de la locomotive. De par cela, il ne disposait pas de toute la visibilité nécessaire à l'observation du parcours alors qu'il assumait la direction du mouvement de manœuvre.

3.1.3 Aspects procéduraux

- L'autorité de surveillance OFT n'a pas été consultée concernant une quelconque modification du carrefour, la création d'un trottoir croisant une voie ferrée, respectivement de la suppression de la voie de raccordement des Moulins, ni par l'autorité cantonale, ni par le propriétaire de la voie de raccordement.
- Le rapport technique établi par l'entreprise Transitec en juin 2020 mentionne que les convois qui empruntent la voie ferroviaire traversant le carrefour circulent en mode Tramway avec marche à vue, alors que conformément aux

prescriptions d'exploitation établies par le gestionnaire de la voie de raccordement, la voie est exploitée sous le mode d'exploitation « train ».

3.1.4 Aspects humains

- A aucun moment, le piéton qui cheminait sur le trottoir n'était visible par le chef de manœuvre depuis son emplacement sur le marchepied arrière gauche de la locomotive.
- La vitesse maximale de 10 km/h autorisée sur la voie de raccordement n'a pas été respectée par le mouvement de manœuvre.
- Le feu piéton situé sur le trottoir, du fait de l'angle de son positionnement, ne rayonnait pas dans l'axe direct du champ visuel du piéton. Ce décalage, conjugué avec la position éblouissante du soleil à l'instant de l'accident, presque à l'horizontale face au piéton, ont pu contribuer à la non perception du feu rouge.

3.2 Cause

L'accident est dû au fait que le piéton n'a pas stoppé sa progression sur le trottoir, alors que le feu piéton le lui imposait. Il a poursuivi son chemin en direction de l'arrêt de bus situé de l'autre côté de la voie de raccordement et a été heurté par la locomotive qui circulait sur le passage à niveau qui croise le trottoir.

Ont contribué à la survenue de l'accident :

- La création d'un nouveau trottoir, franchissant une voie de raccordement, desservant un nouvel arrêt de bus, sans que toutes les mesures de sécurité nécessaires aient été mises en œuvre afin d'empêcher que des personnes ne soient mises en danger.
- La circulation en conduite indirecte de la locomotive sans la présence en tête du mouvement du chef de manœuvre.
- Le non-respect de la vitesse maximale autorisée de 10 km/h sur la voie de raccordement.

Ont pu contribuer à la survenue de l'accident :

- La perception difficile du feu piéton installé sur le trottoir.
- L'absence de ligne de marquage au sol devant le feu piéton sur le trottoir en provenance d'Orbe.

Dans le cadre de l'enquête, les facteurs suivants ont été identifiés comme risques :

- L'absence d'une quelconque signalisation imposant, à un piéton en provenance de la halte des Granges ou de la route de Longeraie, l'arrêt lorsqu'un convoi circule sur la voie de raccordement.
- L'absence de visibilité pour un piéton traversant le passage pour piétons en provenance du trottoir Nestlé sur le feu piéton installé sur le trottoir opposé.
- L'absence de ligne d'arrêt au sol pour les automobilistes en provenance de la route de Longeraie.
- L'absence sur la route cantonale, de part et d'autre du carrefour, de signaux annonçant la présence d'un passage à niveau traversant la chaussée routière.

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

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 1^{er} 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 Passage à niveau du carrefour de Longeraie

4.1.1.1 Déficit de sécurité

Au regard de la configuration des lieux, route cantonale, zone d'activité économique importante, accès à deux nouveaux arrêts de transport public, la charge de trafic sur ce passage à niveau, tant routière que piétonnière, est importante. Le trafic ferroviaire sur la voie de raccordement de et à destination du site Nestlé est également important.

Lorsqu'un piéton, en provenance de la route de Longeraie ou de la halte ferroviaire des Granges, chemine à destination de l'arrêt de bus ou du passage pour piétons, aucune signalisation ne lui indique l'arrivée d'un convoi ferroviaire sur la voie de raccordement. Il est de par cela exposé à un danger important.

Depuis plusieurs années, un nombre important de passages à niveaux qui représentaient des dangers pour leurs utilisateurs ont soit été assainis ou supprimés. Il est difficilement explicable que, lors de la mise à l'enquête du réaménagement complet du carrefour en automne 2019, les risques inhérents à la création de nouveaux arrêts de transport publics accessibles par un trottoir nouvellement créé qui franchi une voie ferroviaire n'aient pas été pris en compte et que des mesures de sécurisation adéquates n'aient pas été mises en œuvre afin d'empêcher que des personnes ou des choses ne soient exposées à des dangers.

4.1.1.2 Recommandation de sécurité n° 173

Au regard de l'importance et de la fréquentation du passage à niveau du carrefour de Longeraie, ainsi que consécutivement à la création d'un nouveau trottoir croisant la voie ferrée pour desservir deux arrêts de transport public, ce passage ne remplit pas les critères permettant d'assurer la sécurité d'exploitation et d'éviter que des personnes ne soient exposées à des dangers en l'empruntant.

Le SESE recommande à l'OFT de faire sécuriser ce passage à niveau par la pose de barrières tant routières que piétonnières.

4.2 Avis de sécurité

Aucun

4.3 Mesures prises depuis l'accident

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

Une ligne d'arrêt a été appliquée au sol pour les automobilistes en provenance de la route de Longeraie.

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, 24 mai 2022

Service suisse d'enquête de sécurité

Annexe 1

Diagramme de la vitesse de la locomotive

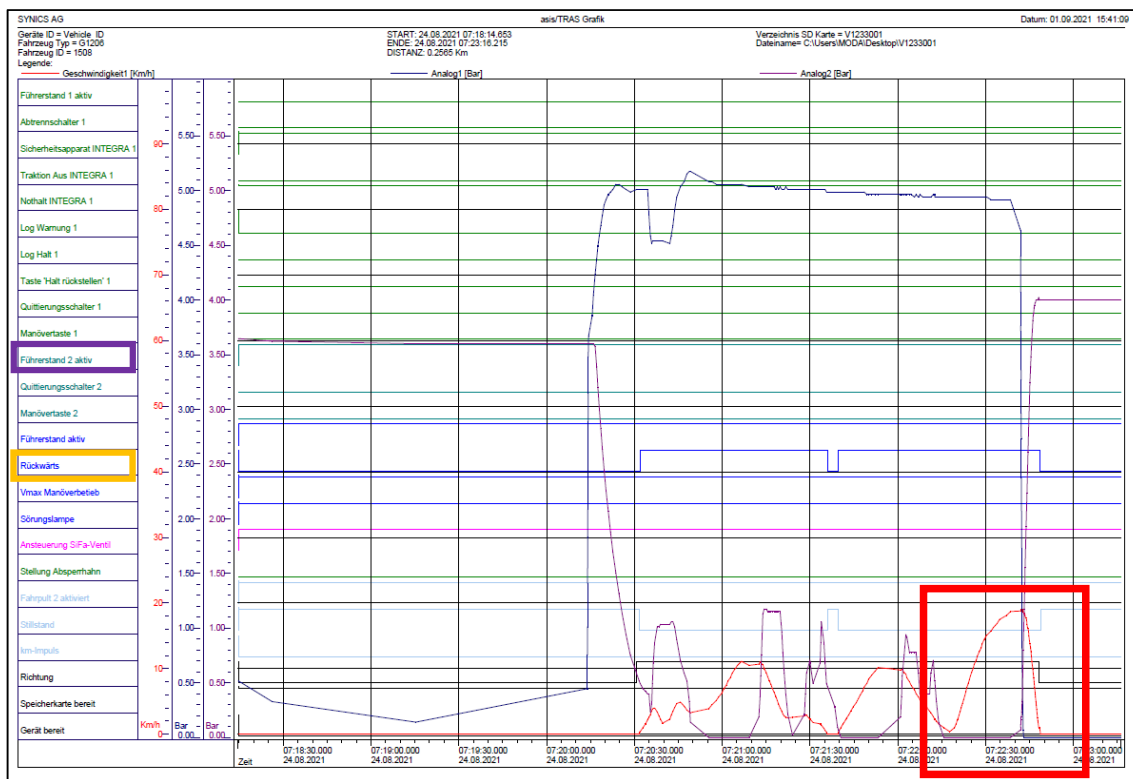


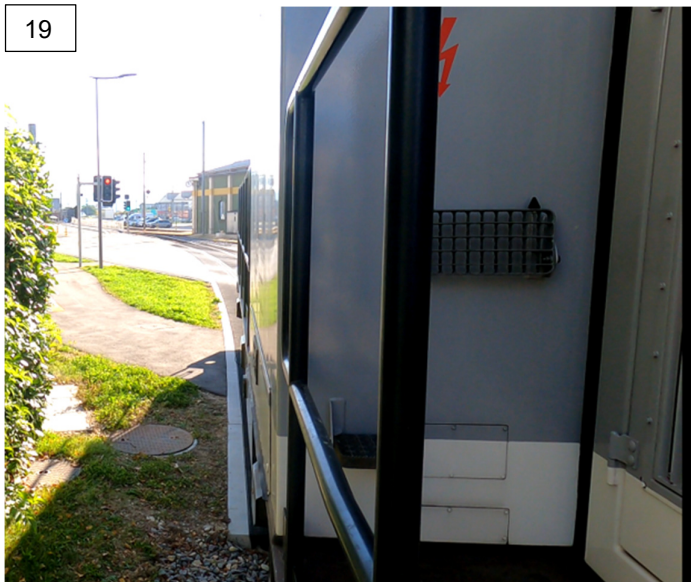
Illustration 18 : Extrait du diagramme de la vitesse. Cadre rouge : ré-accélération jusqu'à la vitesse de 19 km/h puis serrage à fond. Cadre violet : Pupitre de conduire N° 2 actif. Cadre orange : Marche arrière.

Annexe 2

Reconstitution

Visibilité du chef de manœuvre depuis le marchepied arrière gauche en direction d'un piéton cheminant sur le trottoir.

19



T0 : Vue lorsque la locomotive a accéléré à nouveau après le portail Nestlé.

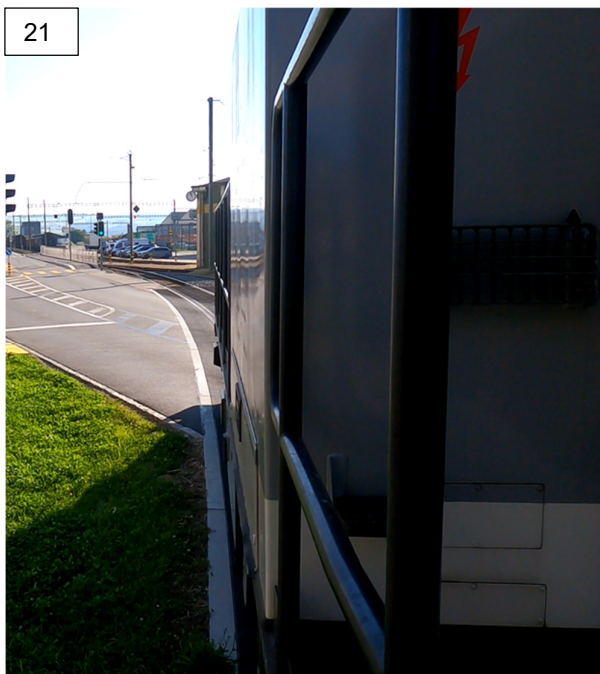
L'endroit de la collision est visible, mais à cet instant le piéton ne l'a pas encore atteint. Il chemine sur le trottoir de l'autre côté de la locomotive.

20



T+3s : vue après 3 secondes.

L'endroit de la collision est visible, mais à cet instant le piéton ne l'a pas encore atteint.



T+6s : Vue après 6 secondes.

L'endroit de la collision est visible, mais à cet instant le piéton ne l'a pas encore atteint.



T+9s : Vue après 9 secondes.

A cet instant, le piéton s'engage sur la voie de raccordement. Il n'est pas visible.



T+11s : Vue lors de l'impact.

Le piéton est happé par la face frontale de la locomotive. Il n'est pas visible.

Illustrations 19-23 : Photos extraites de la vidéo de reconstitution.

Annexe 3

Graphique vitesse effective par rapport à vitesse prescrite

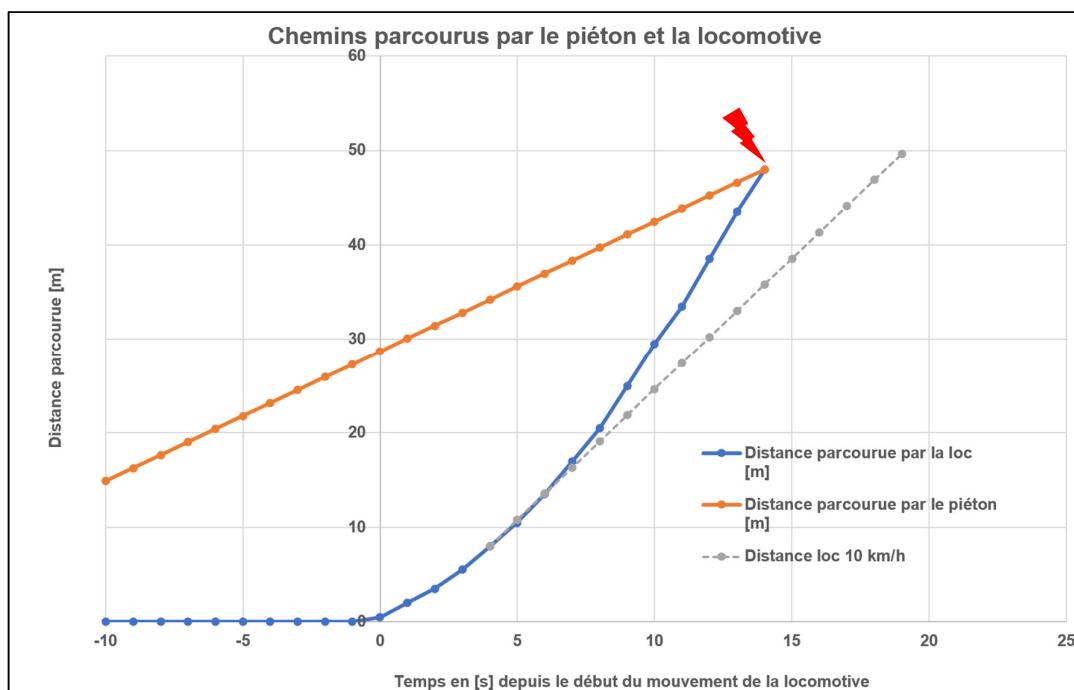


Illustration 24 : Graphique distance – temps de la locomotive et du piéton. Flèche rouge : Endroit du choc avec le piéton.