



MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
ET DES INFRASTRUCTURES
Département des transports

Administration des enquêtes techniques

RAPPORT FINAL

Accident de personne survenu le 6 octobre 2016 au passage à niveau PN111 à Ingeldorf

Publication : 27 avril 2018

ADMINISTRATION DES ENQUÊTES TECHNIQUES

AVIATION CIVILE – CHEMIN DE FER – MARITIME – FLUVIAL – ROUTE



Ministère du Développement durable et des Infrastructures

Département des transports

Administration des enquêtes techniques

Rapport N° AET/CF-2018/02

RAPPORT FINAL

**Accident de personne survenu le 6 octobre 2016 au passage à niveau
PN111 à Ingeldorf**

Administration des enquêtes techniques (AET)

B.P. 1388 , L-1013 Luxembourg

Tél: +352 247-74408

Fax: +352 247-94404

Email: info@aet.etat.lu

Web: www.aet.public.lu

AVERTISSEMENT

Conformément à la loi modifiée du 30 avril 2008 sur les enquêtes techniques relatives aux accidents et aux incidents graves survenus dans les domaines de l'aviation civile, des transports maritimes, du chemin de fer et de la circulation routière, au règlement grand-ducal du 7 novembre 2008 portant des spécifications complémentaires relatives aux accidents et incidents survenus dans le domaine du chemin de fer et à la Directive 2016/798 de la Commission Européenne concernant la sécurité ferroviaire, l'enquête technique n'est pas conduite de façon à établir des fautes ou à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives.

L'unique objectif de l'enquête de sécurité et du rapport d'enquête est de tirer de l'évènement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs accidents.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Le présent document est la version officielle du rapport d'enquête.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE	5
1. RÉSUMÉ	6
2. FAITS IMMÉDIATS DE L'ÉVÈNEMENT	7
2.1. L'évènement	7
2.2. Les circonstances de l'évènement.....	8
2.2.1. Le conducteur de train.....	8
2.2.2. La victime	8
2.2.3. Le matériel roulant impliqué	8
2.2.4. L'infrastructure	9
2.2.4.1. Information générale	9
2.2.5. Le passage à niveau PN111	10
2.2.6. Données de l'enregistreur de l'installation.....	11
2.2.6.1. Le passage à niveau.....	11
2.2.6.2. Le matériel roulant	11
2.3. Pertes humaines, personnes blessées et dommages matériels	12
2.4. Conditions météorologiques	12
3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES	12
3.1. Résumé des témoignages	13
3.1.1. Déclaration de la victime	13
3.1.2. Déclaration du conducteur de train	13
3.2. Règlement Général de l'Exploitation technique	13
3.2.1. Classement des passages à niveau publics pour véhicules.....	14
3.2.2. Conditions d'installation des passages à niveau	14
3.2.2.1. Passages à niveau pour piétons de la catégorie D1	14
3.2.2.2. Passages à niveau pour piétons et cyclistes de la catégorie C1.....	15
3.2.3. Principes de sécurité aux passages à niveau	15
3.3. Accessibilité des lieux ouverts au publique.....	16
3.4. Visite des lieux de l'accident.....	16
3.4.1. Visite des lieux du 11 octobre 2016	16
3.4.2. Visite des lieux du 20 septembre 2017.....	17
3.5. Évènements de nature comparable au PN111	17
3.5.1. Accident de personne survenu le 13 novembre 2005	17
3.5.2. Accident de personne survenu le 21 février 2006	17

4. ANALYSE ET CONCLUSIONS.....	18
4.1. Aspects liés à la sécurité du PN111	18
4.1.1. Règlement Général de la Signalisation 03	18
4.1.2. Implantation du PN111	19
4.1.2.1. Mesures prises par la Société nationale des chemins de fer luxembourgeois.....	20
4.1.3. Sécurité reposant uniquement sur des critères de visibilité.....	20
4.1.4. Analyse des aspects de sécurité du PN111	21
5. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ	22
6. ANNEXE - DÉTERMINATION DES CHAMPS DE VISIBILITÉ	23

GLOSSAIRE

ACF	Administration des chemins de fer
AET	Administration des enquêtes techniques
ATESS	Acquisition et traitement des événements de sécurité en statique
cf.	Confer
CFL	Société nationale des chemins de fer luxembourgeois
EF	Entreprise ferroviaire
ETCS	Système européen de contrôle des trains
ETCS L1	Système européen de contrôle des trains (niveau 1)
FU	Freinage d'urgence
MEMOR II+	Système réunissant les fonctionnalités de répétition des signaux et d'aide à la conduite, utilisé pour la protection des points dangereux et le respect des ralentissements temporaires sur le réseau ferré national
p.k.	Point kilométrique
PN	Passage à niveau
RGE	Règlement Général de l'Exploitation technique
RGS	Règlement Général de la Signalisation
SFL	Signaux fixes de limitation permanente de vitesse
SFRS	Signaux fixes « Ralentir et Siffler »
V	Vitesse

1. RÉSUMÉ

Le jeudi 6 octobre 2016 vers 14h25, en voulant franchir le passage à niveau PN111 à Ingeldorf, un piéton a été percuté par un train voyageur roulant de Diekirch vers Ettelbruck.

Le piéton fut grièvement blessé et emmené rapidement à l'hôpital.

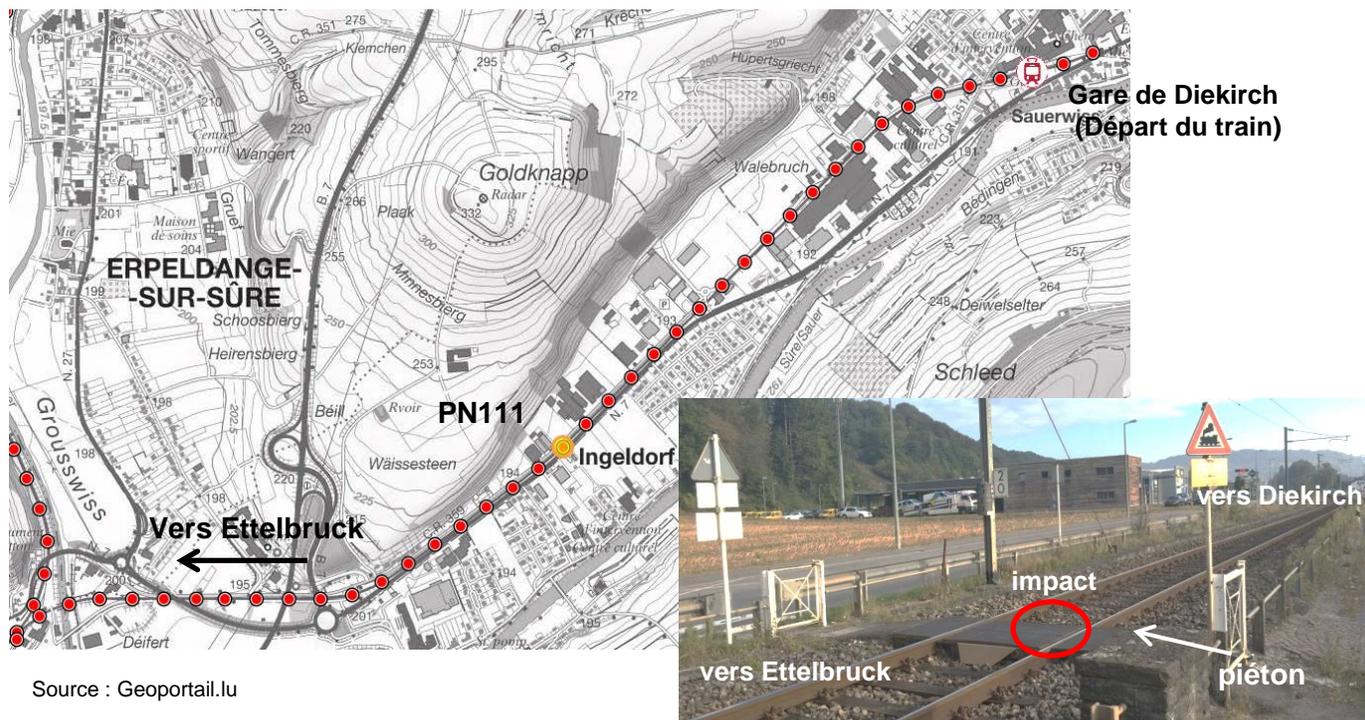
À la suite de l'évènement, l'Administration des enquêtes techniques (AET) s'est rendu sur place afin de prendre connaissance de la situation locale et une enquête de sécurité a été ouverte pour déterminer les causes de cet accident.

Au vu des circonstances de l'accident et des conclusions de l'enquête, l'AET émet deux recommandations visant à améliorer la sécurité des piétons aux passages à niveau.

2. FAITS IMMÉDIATS DE L'ÉVÈNEMENT

2.1. L'évènement

Le jeudi 6 octobre 2016 vers 14h22, le train voyageurs N°3539 opéré par la Société nationale des chemins de fer luxembourgeois (CFL) et reliant quotidiennement Diekirch à Luxembourg, quitte la Gare de Diekirch. Vers 14h25 le train s'approche du passage à niveau PN111 à Ingeldorf avec une vitesse d'environ 65 km/h.



Source : Geoportail.lu

Au même moment, un piéton et son chien venant d'une station-service située sur la « route d'Ettelbruck » à hauteur du PN111 s'engage sur le passage à niveau situé au point kilométrique (p.k.) 2,026, lorsqu'il est percuté par le train. Le piéton est projeté en arrière et tombe sur le trottoir.

Le conducteur de train, qui n'a pas vu le piéton, entend un bruit sourd suite à l'impact et entame un freinage de service appuyé par un freinage d'urgence 56 m en aval du PN111. Le train s'arrête 236 m en aval du passage à niveau.

Le conducteur de train descend du train pour inspecter les lieux ainsi que d'éventuels dégâts au matériel roulant, d'abord l'avant du train, ensuite en dessous. Il se rend finalement en direction du passage à niveau, sans trouver la cause de l'impact.

Un automobiliste, témoin de l'accident, s'arrête pour communiquer au conducteur de train que son engin a percuté un piéton. Il se rend ensuite au PN111, où il découvre le piéton grièvement blessé sur la chaussée.

Un agent de sécurité présent à bord du train appelle les premiers secours. Une ambulance, passant par hasard près du lieu de l'accident, s'arrête pour venir en aide au piéton. La police vient sécuriser les lieux de l'accident et dresse par la suite un procès-verbal.

Vers 14h35, le conducteur de train avertit le poste directeur d'Ettelbruck de l'évènement. À la suite, la voie est barrée à toute circulation. Les quelques 40 voyageurs du train sont transbordés vers un autobus afin de les emmener à la Gare d'Ettelbruck.

À 15h21, le Parquet de Diekirch informe les CFL que la circulation peut être reprise. Vers 16h30 la voie est à nouveau libre à la circulation.

2.2. Les circonstances de l'évènement

2.2.1. Le conducteur de train

Le conducteur de train était âgé de 45 ans. Il exerçait le métier de conducteur de train auprès de l'EF CFL depuis 15 ans. Le jour de l'accident il était en poste l'après-midi. Les deux jours précédant l'accident, il avait également travaillé l'après-midi après un congé de repos de plusieurs jours. Il a commencé son service vers 13h à Luxembourg-Ville et a effectué le trajet Luxembourg - Diekirch. L'accident a eu lieu au retour en direction de Luxembourg, lors de son deuxième trajet de la journée. Il effectuait régulièrement ce trajet.

Le résultat du test d'alcoolémie effectué après l'accident par la police était négatif. Après s'être soumis à un suivi médical, il a été déclaré apte à la conduite et a repris le service.

2.2.2. La victime

La victime, de sexe féminin, était âgée de 53 ans. Elle était de corpulence relativement mince et de petite taille. C'était la première fois qu'elle s'engageait sur le PN111. Elle portait un jogging gris, une veste brune, un sac à dos rouge et était accompagnée de son chien.

Il est à noter que sa capacité à marcher était limitée, étant donné qu'elle était porteuse d'un neuro-stimulateur.

Les analyses toxicologiques du sang de la victime n'ont rien révélé d'anormal.

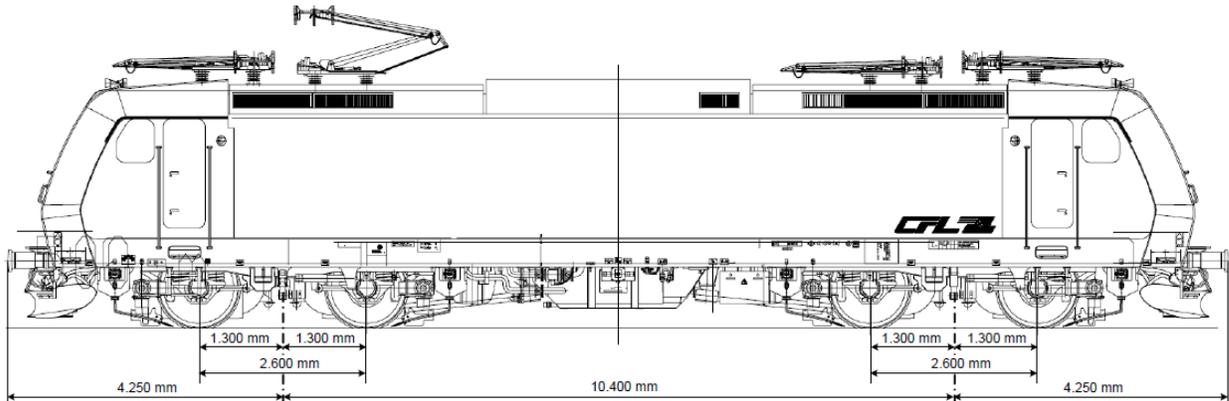
2.2.3. Le matériel roulant impliqué

Le train N°3539 était composé d'une locomotive électrique bitension CFL série 4000 (N°4003), d'une voiture pilote à deux niveaux et de trois voitures intermédiaires à deux niveaux.

Données du matériel roulant :

	locomotive	voiture pilote	voiture intermédiaire
Constructeur	Bombardier	Bombardier	Bombardier
Type/série	4000	VP 018	
Poids (t)	84	52	50
Année de construction	2004-2005	2004-2008	2004-2005
Puissance	5600 kW		
Vitesse maximale	140 km/h	160 km/h	160km/h
Places assises		80	116/133
Tension nominale	25 kV, 15 kV		

Source : CFL



Source : CFL, locomotive série 4000

Il est important de noter que le conducteur était assis à droite dans la cabine de conduite de la locomotive. De plus, le train circulait avec le système d'aide à la conduite MEMOR II+, lequel était activé.

2.2.4. L'infrastructure

La ligne ferroviaire Ettelbruck - Diekirch comporte une voie unique équipée d'une caténaire alimentée en 25 kV / 50 Hz. Dans la zone de l'accident la vitesse infrastructure autorisée est de 80 km/h.

Pour un train en provenance de Diekirch la visibilité en direction du PN111 est réduite par une courbe de la voie à droite. La ligne est équipée du système d'aide à la conduite MEMOR II+ et du système européen de contrôle des trains (niveau 1) ETCS L1. Seul le système d'aide la conduite MEMOR II+ était en fonction.

Il est à noter qu'on compte environ 84 mouvements journaliers du lundi au samedi et 64 mouvements journaliers les dimanches et jours fériés.

2.2.4.1. Information générale

Paramètres	Données, valeurs
Distance Ettelbruck - Diekirch	4,1 km
Nombre de voies en pleine ligne	voie unique
Vitesse-limite de la ligne	80 km/h
Déclivité maximale	13 ‰
Longueur maximale des trains	750 m [engin(s) de traction inclus]
Rayon de courbe minimal	200 m
Exploitation	
Réglementation à respecter	Règlement Général de l'Exploitation technique (RGE)
Signalisation	signalisation au sol, signalisation CFL suivant RGE Livre 2
Système de commande automatique d'arrêt, Système de contrôle de vitesse	ETCS L1, MEMOR II+
Périodes d'ouverture	7j/7j, 24h/24h
Energie de traction	caténaire alimentée en courant alternatif 25 kV à 50 Hz

Source : document de référence du réseau - ACF

2.2.5. Le passage à niveau PN111

Le PN111 est situé au p.k. 2,026. Il s'agit d'un passage pour piétons non gardé avec portillons de la catégorie D1 (cf. chapitre 3.2. Règles et réglementations), sans barrières, ni demi-barrières, ni de signalisation d'approche des trains. La sécurité de la circulation piétonne repose uniquement sur les critères de visibilité sur la voie ferrée.



Un portillon métallique, déverrouillé à l'aide d'un crochet, donne accès à la voie. La distance entre les portillons est d'environ 6 m. Le portillon a une hauteur d'un mètre et une ouverture maximale de 72 cm.

Du côté de la « route d'Ettelbruck », la voie ferrée est surélevée d'environ 55 cm par rapport à la chaussée. L'accès au portillon métallique se fait via une rampe. Il se trouve à 1,7 m du rail le plus proche.

Du côté de la « rue du Cimetière », la voie ferrée est surélevée d'environ 36 cm par rapport à la chaussée. L'accès au portillon métallique se fait également via une rampe. Il se trouve à 2,75 m du rail le plus proche.

Conformément au Code de la route, un signal d'avertissement de danger (type A26) indique la présence d'un passage à niveau sans barrières ou demi-barrières. Un second panneau informe que « l'utilisateur traverse les voies à ses propres risques et périls ».

Aucune signalisation ferroviaire de type « Siffler » n'impose aux conducteurs de train de prévenir les usagers de l'approche du train par un signal acoustique.

2.2.6. Données de l'enregistreur de l'installation

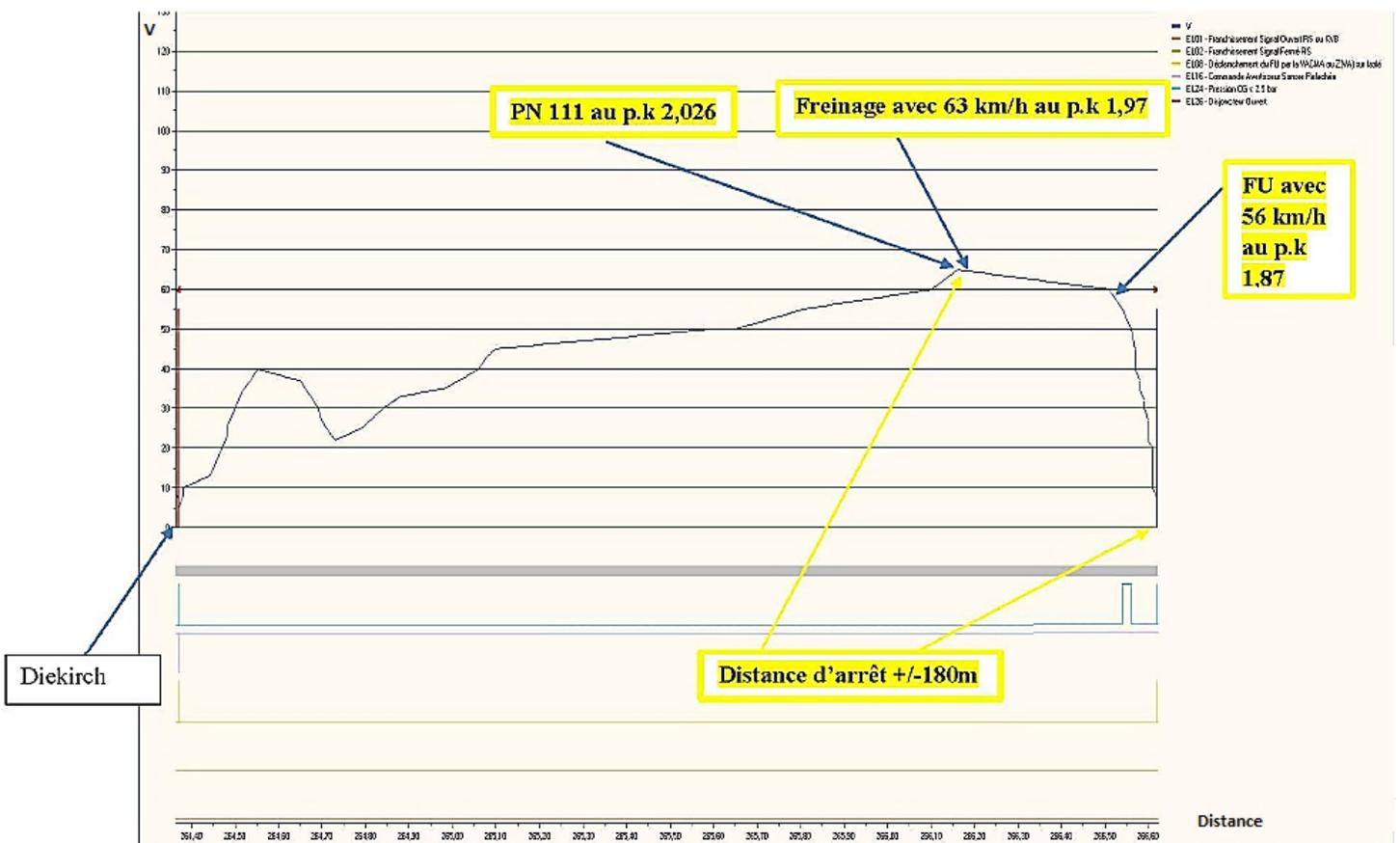
2.2.6.1. Le passage à niveau

La catégorie de passage à niveau D1 ne dispose pas d'enregistreur d'évènement.

2.2.6.2. Le matériel roulant

Le fichier de l'enregistreur d'évènements (Acquisition et traitement des évènements de sécurité en statique - ATESS) de la locomotive contient, entre autres, les données suivantes:

heure	lieu	vitesse [km/h]	p.k.	distance [km]	remarque
14:22:22	Mise en mouvement du train en Gare de Diekirch	0	4,040	2,250	1min retard
14:25:28	Franchissement PN111	65	2,026	0,236	
14:25:38	Freinage (manipulateur de traction)	63	1,970	0,180	
14:25:42	Freinage d'urgence	56	1,870	0,080	
14:25:54	Arrêt complet du train	0	1,790	0	



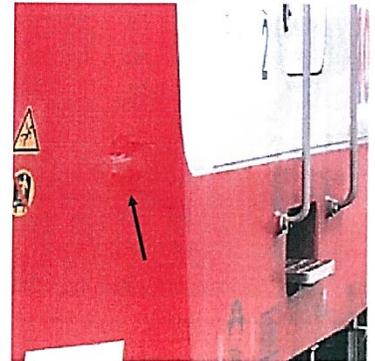
Source : CFL, Représentation graphique de l'extrait de l'enregistrement d'évènements ATESS – train N°3539

Les données ATESS de la locomotive indiquent que le train roulait à une vitesse de 65 km/h lors du passage au PN111. Le train s'est arrêté 236 m en aval du passage à niveau.

2.3. Pertes humaines, personnes blessées et dommages matériels

Le piéton a été grièvement blessé lors de l'accident. Il a subi des blessures à la tête (traumatisme crânien), au dos (fracture de plusieurs vertèbres) et a présenté d'importants hématomes à la jambe gauche. Après un séjour à l'hôpital de presque 3 semaines, il a pu rentrer chez lui.

L'avant de la locomotive a subi des dommages mineurs. Au point d'impact (environ 1,4 m au-dessus du sol), on a pu constater un léger enfoncement de tôle. Aucun autre dommage, ni au matériel, ni à l'infrastructure, n'était à signaler.



Source : Police grand-ducale

2.4. Conditions météorologiques

Le jour de l'accident, la température était de + 13°C et le ciel était dégagé avec une légère brise. La visibilité était bonne.

3. COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS ET ENQUÊTES

L'accident a été notifié le matin du 7 octobre 2016 à l'AET par le gestionnaire d'infrastructure. Des détails supplémentaires ont été demandés par l'AET le même jour afin de pouvoir se prononcer sur l'éventuelle ouverture d'une enquête de sécurité.

Une première visite des lieux a été effectuée le 11 octobre 2016, afin de déterminer la visibilité au PN111. En vue de clarifier certains éléments de l'enquête, une deuxième visite des lieux a été effectuée le 20 septembre 2017.

Des entretiens avec la victime et le conducteur de train ont été menés le 3 novembre 2016, respectivement le 5 décembre 2016.

Les sources d'informations utilisées pour cette enquête sont :

- les informations collectées lors des visites des lieux ;
- les informations contenues dans les rapports d'accident des CFL ;
- les informations recueillies lors des entretiens réalisées par l'AET ;
- les procès-verbaux de la police ;
- la réglementation en vigueur ;
- les données ATESS de la locomotive ;
- les déclarations du conducteur de train et de la victime faites lors des auditions policières.

3.1. Résumé des témoignages

3.1.1. Déclaration de la victime

Un entretien a eu lieu le 3 novembre 2016 avec la victime. Elle indique que le jour de l'accident elle s'était rendue avec son chien à la station-service située plus ou moins en face du passage à niveau. Elle a ensuite traversé la route pour se diriger vers le PN111 qu'elle n'avait encore jamais emprunté auparavant.

Arrivée au passage à niveau, elle a ouvert le portillon, s'est engagée sur le PN111 avec son chien en laisse et a regardé à gauche et à droite si la voie était libre. N'ayant pas vu de trains s'approcher, elle s'est retournée et s'est abaissée pour soulever et porter son chien. Ensuite, elle ne se souvient plus de ce qui s'est passé.

3.1.2. Déclaration du conducteur de train

Un entretien a eu lieu le 5 décembre 2016 avec le conducteur de train. Il a expliqué qu'il n'a pas vu la victime et qu'il était concentré à conduire le train et à regarder la signalisation latérale. Au passage du PN111 il a entendu un bruit sourd et a engagé un freinage, suivi d'un freinage d'urgence. Il est descendu ensuite du train pour venir en aide à la victime.

Selon ses déclarations, un automobiliste qui a vu l'accident s'est immédiatement arrêté et l'a informé qu'un piéton a été happé par son train. L'AET ne dispose pas de l'identité de cette personne.

3.2. Règlement Général de l'Exploitation technique

Le Règlement Général de l'Exploitation technique (RGE) s'applique sur le réseau ferré national. Il contient entre autres les prescriptions fondamentales concernant le service de l'exploitation technique sur l'infrastructure ferroviaire basées sur :

- *les lois et leurs règlements d'exécution émis par l'Etat luxembourgeois et ayant trait à la gestion et l'exploitation technique de l'infrastructure ferroviaire luxembourgeoise ;*
- *le cas échéant, les spécifications techniques d'interopérabilité ;*
- *le cas échéant, les traités internationaux en cette matière auxquels les CFL ont adhéré.*

En ce qui concerne les passages à niveau, le fascicule 03 du Règlement Général de la Signalisation (RGS) fixe les règles et prescriptions à respecter pour tous les types de passages à niveau au Luxembourg.

3.2.1. Classement des passages à niveau publics pour véhicules

Pour le classement des **passages à niveau publics pour véhicules**, situés sur des lignes de chemins de fer d'intérêt général, on distingue quatre différentes catégories de passage à niveau :

1. avec barrières (catégorie A),
2. avec demi-barrières (catégorie B),
3. avec signalisation de l'approche des trains et sans barrières (catégorie C),
4. sans barrières, ni demi-barrières, ni signalisation de l'approche des trains (catégorie D).

Les passages à niveau de la catégorie D sont utilisés de jour et de nuit aux risques et périls des usagers et sont subdivisés en trois sous-catégories, D1, D2 et D3.

Les passages à niveau de la catégorie D1 sont des passages à niveau équipés d'une signalisation fixe, pour lesquels la sécurité repose sur les critères de visibilité et sur les signaux acoustiques donnés par les convois ferroviaires.

3.2.2. Conditions d'installation des passages à niveau

Le chapitre XVII du RGS 03 définit les conditions d'installation des **passages à niveau pour piétons et cyclistes**. En principe, ces passages à niveau peuvent être assimilés, selon leur signalisation et équipement, à l'une des catégories A, C1 (passages à niveau pour piétons et cyclistes) ou D1 (passages à niveau pour piétons).

Le PN111 est un passage à niveau de la catégorie D1.

3.2.2.1. Passages à niveau pour piétons de la catégorie D1

Pour les passages à niveau de la catégorie D1, le RGS prévoit les conditions d'installation suivantes :

a) *Les distances de visibilité suivantes en mètres sont à réaliser pour un observateur placé à 2 mètres du rail le plus proche (cf. chapitre 6. Annexe)*

- *ligne à voie unique : $1,60 \times V$*
- *ligne à double voie : $2,40 \times V$*
- *ligne à trois voies : $3,20 \times V$*

où V est égale à la vitesse ferroviaire maximale au PN exprimée en km/h.

b) *Les signaux fixes « Siffler » ne sont pas obligatoires.*

c) *Lorsque les distances prescrites ne peuvent pas être réalisées pour une vitesse de ligne donnée, des signaux fixes de limitation permanente de vitesse (SFL) ou des signaux fixes « Ralentir et Siffler » (SFRS) sont à placer le long de la voie ferrée.*

3.2.2.2. Passages à niveau pour piétons et cyclistes de la catégorie C1

Pour les passages à niveau de la catégorie C1, les conditions d'installation sont :

a) *La signalisation comprend des feux rouges clignotants et un signal sonore desservis par la logique d'un poste de signalisation ou de l'équipement d'un autre PN.*

....

b) *Les critères de visibilité sont ceux d'un PN pour piétons ou cyclistes de la catégorie D1.*

c) *Les feux rouges doivent s'allumer au moins 20 secondes avant l'arrivée du convoi ferroviaire.*

....

3.2.3. *Principes de sécurité aux passages à niveau*

Le chapitre II titre 06 du RGS 03, définit les principes de sécurité aux passages à niveau.

Les points importants de ce chapitre en relation avec le PN111 sont :

« Afin de permettre à l'usager de la route abordant le PN d'agir selon les prescriptions il faut que les convois ferroviaires empruntant le PN soient :

- *visibles à temps ou*
- *annoncés par des signaux lumineux et/ou sonores ou*
- *protégés par des barrières fermées.*

Selon leur équipement on distingue entre PN dont la protection est réalisée

soit pas des moyens techniques comme ...

soit par des moyens non techniques comme :

- *la visibilité sur la voie ferrée à partir de l'axe de la route,*
- *les signaux sonores d'avertissement donnés par les convois ferroviaires,*
- *la réglementation de la circulation routière par des agents du chemin de fer.*

Si oui ou non la protection d'un PN est à réaliser par des moyens techniques ou non techniques dépend en partie des caractéristiques des circulations routière et ferroviaire et des limites de la vue sur la voie ferrée.

Dans le sens du présent règlement la vue sur la voie ferrée est donnée, lorsqu'en tenant compte d'un comportement correct basé aux circonstances générales de visibilité, les usagers de la route sont en mesure d'entrevoir la voie ferrée sur une longueur telle qu'il leur est possible de traverser le PN en toute sécurité ou de s'arrêter devant lui tout en respectant la diligence requise normalement dans la circulation routière. »

3.3. Accessibilité des lieux ouverts au publique

La loi du 29 mars 2001 portant sur l'accessibilité des lieux ouverts au publique définit les exigences d'accessibilité de tous les projets de nouvelle construction et de rénovation importante de lieux ouverts au publique.

Le PN111, dont la mise en service date d'avant 2001, ne tombe pas sous les dispositions de la loi précitée.

3.4. Visite des lieux de l'accident

3.4.1. Visite des lieux du 11 octobre 2016

Lors de la visite des lieux en date du 11 octobre 2016, les constatations suivantes ont été faites :



Des haies réduisaient la visibilité du côté gauche de la voie ferrée en regardant du PN111 en direction de Diekirch. La distance de visibilité maximale possible, au moment d'apercevoir le train, a été d'environ 175 m. Cette distance est parcourue par un train circulant à vitesse ferroviaire maximale autorisée de 80 km/h en 8 s.

En regardant du PN111 en direction d'Ettelbruck, la distance de visibilité maximale possible a été d'environ 480 m. Cette distance est parcourue par un train circulant à vitesse ferroviaire maximale autorisée de 80 km/h en 22 s.

Le bruit généré par le train en approche est susceptible d'être masqué par le trafic routier, d'un côté de la voie ferrée sur la « route d'Ettelbruck » et de l'autre côté de la voie ferrée sur la « rue du Cimetière ».

Le passage d'un piéton sur le PN111 a été simulé dans les deux sens à vitesse de marche normale. Le temps qu'il faut pour passer de la « route d'Ettelbruck » à la « rue du Cimetière », mesuré de l'ouverture du portillon métallique d'un côté, à la fermeture du portillon métallique de l'autre côté, est d'environ 12 s. Le temps de passage en sens opposé a été quasiment identique. Ainsi, le temps de présence dans la zone de danger entre les deux portillons métalliques peut être estimé à environ 8 s.

Aucun dysfonctionnement des portillons métalliques, donnant accès à la voie, n'a été constaté.

3.4.2. Visite des lieux du 20 septembre 2017

Lors de la visite des lieux en date du 20 septembre 2017, les constatations suivantes ont été faites :



Les haies, qui avaient réduit la visibilité du côté gauche de la voie ferrée en regardant du PN111 vers Diekirch, ont été taillées mais pas complètement enlevées. La distance de visibilité maximale possible, au moment d'apercevoir le train, était d'environ 260 m. Cette distance est parcourue par un train circulant à vitesse ferroviaire maximale autorisée de 80 km/h en 12 s.

En direction opposée, les conditions de visibilités sont restées inchangées.

3.5. Évènements de nature comparable au PN111

3.5.1. Accident de personne survenu le 13 novembre 2005

Un accident similaire avait déjà eu lieu au même passage à niveau. Un piéton âgé de 76 ans, s'apprêtant à traverser le passage à niveau, fut happé par un train voyageur venant de Diekirch. Le piéton grièvement blessé et le conducteur d'engin moteur en état de choc furent transportés à l'hôpital de garde.

3.5.2. Accident de personne survenu le 21 février 2006

Un deuxième accident similaire a eu lieu quelques mois plus tard. Un piéton âgé de 75 ans a été happé par un train voyageur venant d'Ettelbruck. La victime fut grièvement blessée.

4. ANALYSE ET CONCLUSIONS

4.1. Aspects liés à la sécurité du PN111

4.1.1. Règlement Général de la Signalisation 03

Le RGS 03 fixe, entre autres, les conditions d'installations pour les passages à niveau pour piétons de la catégorie D1.

Il s'agit de passages non gardés avec portillons, sans barrières, ni demi-barrières, ni de signalisation d'approche des trains. La sécurité des usagers du PN111 repose uniquement sur le critère de visibilité sur la voie ferrée.

Le RGS 03 indique une distance de visibilité minimale à garantir pour ce type de passages à niveau. Pour une ligne à voie unique, une distance de visibilité minimale (en mètres) de 1,6 multipliée par la vitesse ferroviaire maximale au passage à niveau (en km/h) est à réaliser pour un observateur placé à 2 m du rail le plus proche.

Il en résulte que pour le PN111, une distance de visibilité minimale de **128 m** (1,6 x 80 km/h) est à garantir.

En tenant compte de cette distance de visibilité minimale, un train circulant à la vitesse ferroviaire maximale autorisée franchit ce type de passage à niveau après **5,8 s**¹. Ce temps est le temps minimal dont un usager doit disposer pour pouvoir traverser le PN111.

Le tableau ci-après reprend la distance de visibilité minimale, ainsi que le temps minimal pour traverser le PN111 en fonction de la vitesse ferroviaire maximale autorisée au passage à niveau :

	vitesse ferroviaire maximale autorisée au passage à niveau [km/h]					
	50	60	70	80	90	100
distance de visibilité minimale [m]	80	96	112	128	144	160
temps minimal pour traverser [s]	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8

Le temps minimal pour traverser reste constant, indépendamment de la vitesse ferroviaire maximale autorisée au passage à niveau. Pour un passage à niveau de la catégorie D1 sur une ligne à voie unique, il est toujours égal à **5,8 s**.

¹ Distance de visibilité minimale [m] = 1,6 x vitesse ferroviaire maximale [km/h]
Vitesse ferroviaire maximale [m/s] = vitesse ferroviaire maximale [km/h] / 3,6
Temps minimal pour traverser [s] = distance de visibilité minimale [m] / vitesse ferroviaire maximale [m/s]
= distance de visibilité minimale (m) / [vitesse ferroviaire maximale [km/h] / 3,6]
= [1,6 x vitesse ferroviaire maximale (km/h) / vitesse ferroviaire maximale (km/h)] x 3,6
Temps minimal pour traverser [s] = 1,6 x 3,6 = 5,8 s

Le RGS 03 fixe également les conditions d'installations pour les passages à niveau pour piétons et cyclistes de la catégorie C1.

Il s'agit de passages démunis de barrières, comportant une signalisation lumineuse et sonore indiquant aux usagers l'approche d'un train. La sécurité des usagers de ce type de passage à niveau repose sur le fonctionnement de la signalisation automatique lumineuse et sonore, ainsi que sur les critères de visibilité sur la voie ferrée définis pour les passages à niveau pour piétons de la catégorie D1. La signalisation automatique lumineuse et sonore doit s'allumer au moins 20 s avant l'arrivée du convoi ferroviaire.

Dans ces conditions minimales de sécurité, le temps dont dispose un usager pour traverser un passage à niveau de la catégorie D1 sur une ligne à voie unique est de 5,8 s et de 20 s pour traverser un passage à niveau de la catégorie C1.

4.1.2. Implantation du PN111

La signalisation au PN111 est composée d'un signal d'avertissement de danger (type A26) indiquant l'approche d'un passage à niveau sans barrières ou demi-barrières et d'un panneau informant que « l'usager traverse les voies à ses propres risques et périls ».

La distance de visibilité en direction de Diekirch, mesurée au PN111 lors de la première visite des lieux, était d'environ 175 m, considérant des conditions météorologiques optimales.

L'AET a constaté que le PN111 était conforme aux critères réglementaires en vigueur définis par le RGS 03.

Le jour de l'accident, le train n°3539 s'est approché du PN111 avec une vitesse d'environ 65 km/h. À cette vitesse, il a parcouru les 175 m en 9,7 s.

Les simulations de passages réalisées lors de la visite des lieux en date du 11 octobre 2016 ont montré qu'un piéton se trouve dans la zone de danger entre les deux portillons métalliques pendant environ 8 s.

Il en résulte qu'il ne reste qu'une très faible marge de sécurité inférieure à 2 s pour traverser le PN111 en toute sécurité lors du passage d'un train venant de Diekirch.

Pour la victime, qui du fait de son état de santé avait une mobilité réduite, un temps de franchissement de 9,7 s était insuffisant.

Compte tenu du temps de passage disponible ainsi que de l'infrastructure du PN111, un franchissement en toute sécurité de personnes à mobilité réduite n'est pas garanti lors du passage d'un train venant de Diekirch.

La distance de visibilité en direction d'Ettelbruck d'environ 480 m laisse une marge de sécurité suffisante pour le passage du PN111.

4.1.2.1. Mesures prises par la Société nationale des chemins de fer luxembourgeois

Lors de la visite des lieux en date du 20 septembre 2017, la distance de visibilité maximale possible en direction de Diekirch était d'environ 260 m. Les haies qui réduisaient la visibilité du côté gauche de la voie ferrée en regardant du PN111 vers Diekirch ont été taillées mais pas complètement enlevées. Ceci a permis d'accroître la distance de visibilité maximale possible de 85 m. En taillant complètement ces haies, cette visibilité maximale possible pourrait encore être augmentée.

Si un train venant de Diekirch s'approche dans ces conditions du PN111 avec une vitesse de 65 km/h, il parcourt les 260 m en 14,5 s.

Avec cette distance de visibilité maximale possible, la marge de sécurité pour un piéton traversant le PN111 est donc d'environ 6 s, sur base des simulations de passages réalisées lors de la visite des lieux en date du 11 octobre 2016.

4.1.3. *Sécurité reposant uniquement sur des critères de visibilité*

Conformément au RGS 03, la sécurité des piétons aux passages à niveau de la catégorie D1 repose uniquement sur les critères de visibilité sur la voie ferrée.

L'accident survenu le 21 février 2006 impliquait une personne âgée de plus de 75 ans, qui a été happée par un train voyageur venant d'Ettelbruck et pour lequel la distance de visibilité maximale possible était d'environ 480 m.

Pour les deux autres accidents, les personnes ont été happées par un train voyageur venant de Diekirch, pour lequel la distance de visibilité maximale possible était d'environ 175 m.

Un critère de sécurité basé uniquement sur la visibilité n'est pas un moyen efficace de garantir la sécurité des piétons lors du franchissement d'un passage à niveau étant donné qu'ils ne disposent pas d'autres moyens d'aide à la décision. La visibilité peut être réduite par des obstacles se trouvant dans le champ de vision ou par des mauvaises conditions météorologiques. De plus, une personne peut être malvoyante ou peut ne pas se rendre compte d'un train en approche.

L'ajout d'un critère de sécurité supplémentaire, permettant d'avertir le piéton à hauteur du passage à niveau d'un train en approche, améliorerait la sécurité de cette catégorie de passages à niveau, comme c'est le cas pour les passages à niveau pour piétons et cyclistes de la catégorie C1.

4.1.4. Analyse des aspects de sécurité du PN111

Compte tenu de ce qui précède, l'AET constate que :

- le PN111 était conforme aux critères réglementaires en vigueur ;
- le conducteur de train a respecté toutes les consignes de conduite ;
- les victimes des deux premiers accidents étaient des personnes âgées de plus de 75 ans, la troisième victime avait des capacités de mobilité réduites ;
- étant donné que c'était la première fois que la victime de l'accident du 6 octobre 2016 emprunta le PN111, il est peu probable qu'elle pouvait estimer le temps dont elle disposait pour traverser et qu'elle était consciente du danger imminent d'un train en approche ;
- le temps nécessaire pour franchir le PN111 est supérieur au temps minimal pour traverser de 5,8 s découlant du RGS 03.

En vue des éléments analysés sous les points 4.1., l'AET conclut que les passages à niveau de la catégorie D1 font état des déficiences suivantes au niveau de la sécurité :

- temps minimal pour traverser non adapté ;
- critère de sécurité basé uniquement sur la visibilité ;
- infrastructure non adaptée aux personnes à mobilité réduite ;
- obstruction possible du champ de vision causée par des plantations le long de la voie ferrée.

Par conséquent, il en résulte que les conditions d'installation des passages à niveau de la catégorie D1 sont sujet à être améliorées, afin de garantir une sécurité suffisante à tous les usagers en prenant en considération le fait que certains usagers ont des capacités de mobilité réduites.

5. RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

La recommandation de sécurité suivante est adressée à l'Administration des chemins de fer et au gestionnaire d'infrastructure :

LU-CF-2018-001 :

Améliorer les conditions d'installation des passages à niveau de la catégorie D1 afin de garantir un passage en toute sécurité, y compris pour les personnes à mobilité réduite, en tenant compte des critères suivants :

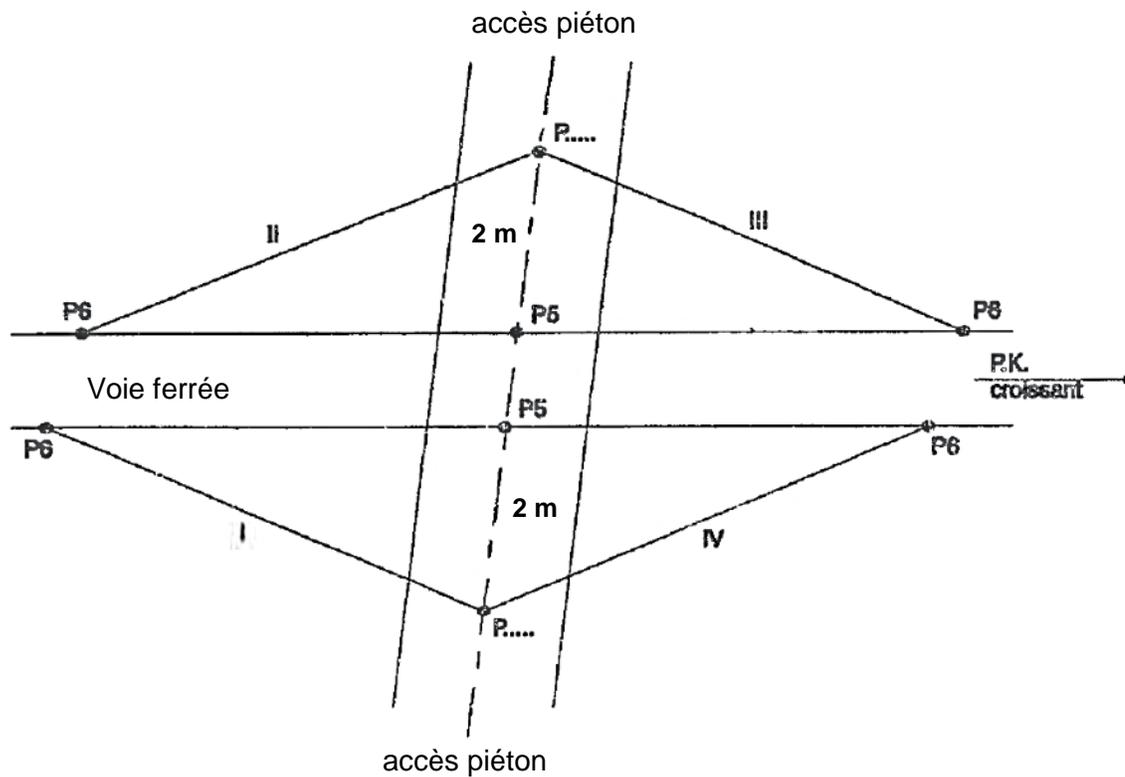
- a. augmentation du temps minimal pour traverser ;**
- b. mise en œuvre d'un système d'information d'un train en approche par l'installation d'une signalisation automatique lumineuse et sonore.**

La recommandation de sécurité suivante est adressée à l'Administration des chemins de fer :

LU-CF-2018-002 :

En fonction des changements effectués, évaluer la nécessité d'adapter la réglementation en vigueur sur les passages à niveau du réseau ferré luxembourgeois.

6. ANNEXE - DÉTERMINATION DES CHAMPS DE VISIBILITÉ



Le champ de visibilité est défini par la distance entre les points P5 et P6 qui sont situés sur l'axe de la voie. P..... représente un observateur qui est placé à 2 mètres du rail le plus proche.