HAL
open science

Analyse de l'accident mortel de voyageur d'un tramway du réseau de Nice, survenu le 11 avril 2015

Robin Foot

To cite this version:

Robin Foot. Analyse de l'accident mortel de voyageur d'un tramway du réseau de Nice, survenu le 11 avril 2015. [Rapport Technique] LATTS - ENPC. 2023. hal-01832722

HAL Id: hal-01832722

https://enpc.hal.science/hal-01832722v1

Submitted on 19 Apr 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LATTS | LABORATOIRE TECHNIQUES TERRITOIRES ET SOCIÉTÉS

Robin Foot, LATTS, UMR CNRS 8134/École des Ponts ParisTech

Marne-la-Vallée, le 11 octobre 2017

Analyse de l'accident mortel de voyageur d'un tramway du réseau de Nice, survenu le 11 avril 2015

Introduction

Les secrétaires du syndicat CGT de RLA (Régie Ligne d'Azur) ainsi que les secrétaires du CHSCT de RLA m'ont demandé de procéder à l'analyse du rapport de l'expert judiciaire nommé par le Tribunal de grande Instance de Nice pour procéder à des investigations sur les causes du décès de Monsieur Jacques Burgède consécutif à une chute provoquée par un freinage d'urgence (FU) dans un tramway, le 11 avril 2015 (cf. Annexe 1).

J'ai accepté cette mission et j'ai pu procéder à l'analyse du rapport de l'expert, Monsieur Jean Garnero. Pour l'essentiel, cette analyse est basée sur ce rapport en date du 6 juin 2016. En effet, ce rapport est suffisamment circonstancié pour qu'on en puisse faire une lecture qui donne un nouvel éclairage sur les causes de cet accident et les acteurs qui ont contribué à le produire.

Toutefois, ce rapport n'évoque pas un certain nombre d'analyses produites par des institutions officielles ou à leur demande qui s'inscrivent dans la même problématique que l'accident de Nice et qui ont été initiées à la suite d'un accident similaire survenu à Montpellier le 3 septembre 2012. Cette similarité entre les accidents de Montpellier et de Nice a été affirmée par l'enquêteur du BEATT dans un mail du 26 mai 2016 : « *L'accident survenu à Nice le 11 avril 2015 est sensiblement similaire à celui de Montpellier (…) Notre enquête sur l'accident de Montpellier nous a conduit à nous y intéresser, sans toutefois ouvrir d'enquête spécifique* » (Cf. Annexe 2).

Ce rapport n'analyse pas non plus la conception de la VACMA (Veille Automatique à Contrôle de Maintien d'Appui) implantée sur les tramways dont la conception a fait l'objet de nombreuses analyses et débats depuis 2004. En particulier, depuis 2012, ce dispositif est fortement critiqué par la Fédération Nationale des Syndicats de Transport CGT (FNST CGT) car il met en cause la santé des conducteurs et la sécurité de conduite. Depuis janvier 2012, la FNST CGT a lancé un mouvement national contre la VACMA pour ces motifs. Ces critiques ont été, de fait, repris par le milieu du tramway tant du côté des exploitants que des institutions en charge du contrôle de la sécurité d'exploitation des réseaux de tramway à la suite de l'accident de Montpellier. Le guide technique publié par le STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés) sur la « *Fonction de veille des tramways* » formalise le résultat de ces réflexions menées dans le milieu tramway sous l'égide de l'État sur la VACMA.

Compte tenu de la nature de l'accident du 11 avril 2015, nous avons donc mobilisé, en particulier, ces différents travaux, certains antérieurs à la remise du rapport de Jean Garnero, d'autres postérieurs :

1. Ghislaine Doniol-Shaw & Robin Foot (Eds.), 2004, « *Travail de conduite et sécurité des tramways : enjeux pour la conception du poste de conduite* ». Marne-la-Vallée: LATTS/T2C
2. Marie-France Dessaigne, « *Synthèse des observations sur l'ergonomie des postes de conduite des tramways des réseaux français* », 25/06/2009, réalisé à la demande du STRMTG.
3. François Cail, Olivier Morel & Agnès Aublet-Cuvelier, « *Quantification des contraintes biomécaniques de 4 conducteurs de tramway de T2C* » 2011, INRS.
4. Pascal Vallée & Thomas Robert, « *Rapport d'étude : Influence du Jerk sur l'équilibre des passagers* », Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs, IFSTTAR, 10/11/2014, réalisé à la demande du STRMTG.
5. BEATT, « Rapport d'enquête technique sur la chute mortelle d'un voyageur dans un tramway lors d'un freinage d'urgence le 3 septembre 2012 à Montpellier (34) », avril 2016.
6. STRMTG, « *Fonction de veille des tramways. Exigences de sécurité* », Guide technique, 31/01/2017.

Le document 1 est disponible sur le site du CNRS HAL-SHS (https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/halshs-00440811v1).

Le document 5 est disponible sur le site du BEATT (http://www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr/montpellier-r184.html).

Le document 6 est disponible sur le site du STRMTG (http://www.strmtg.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_fonction_de_veille_-_2017-01-31vf.pdf).

I. Présentation

I.1. Les faits :

L'accident a eu lieu le samedi 11 avril 2015 vers 8h26, rue Albert Voisin, à Nice. Cette rue est étroite. Il n'y a qu'une voie de tramway. Ceux-ci circulent de la Station Saint-Jean-D'Angely-Université vers la Station Saint-Roch. Le lieu de l'accident est indicatif car celui-ci n'est pas instantané.

Il débute au moins avec le dépassement de la temporisation maximum de la veille et s'achève avec l'arrêt de la rame soit une durée d'un peu moins de 5 secondes (3" d'alarme sonore + 1,8" de freinage) durant laquelle la rame 1023 parcourt environ 28 mètres (20m pendant les 3" de l'alarme sonore à 24km/h et 8m de freinage).

Durant ce freinage, Monsieur Burgède, voyageur dans la rame 1023, chute. Il décède des suites de ses blessures dans la nuit du 15 au 16 avril 2015.

I.2. La rame impliquée

La rame impliquée est numérotée 1023. Elle est mise en exploitation en juillet 2010 avec une longueur de 33 mètres.

Le dossier préliminaire de sécurité a été déposé le 23/12/2002 et approuvé le 19/09/2003. La norme NF EN 13 452-1 est éditée postérieurement à cette approbation du DPS. Elle n'a donc pas servi de référence au moment de la mise en exploitation de cette rame.

Les valeurs de freinage constatées le 11/04/15 sont conformes aux valeurs validées par arrêté préfectoral en novembre 2007.

Néanmoins, cette rame fait partie des 15 rames (014-028) sur 28 dont la longueur a été portée de 33 mètres à 44 mètres par l'ajout de deux éléments. Ce processus s'est déroulé à partir de 2011, donc postérieurement à la publication de la norme NF EN 13 452-1 entre fin 2011 et 2013. Suite à cette transformation, des tests de freinage ont été faits sur la rame 028, tête de série, à la fin juillet 2012 (p.286/314)[1].

Dans le rapport fait par Alstom sur ces tests, en date du 03/09/2012, cette norme NF EN 13 452-1 est cité comme document de référence de ces essais (p. 286/314).

I.3. Le conducteur

Le conducteur, Pascal Beaudouin, a 54 ans au moment des faits. Il a été habilité à la conduite du tramway en 2012.

Ce jour-là, il a pris son service à 7h30, le samedi 11 avril 2015 et l'a quitté à 13h40.

Après l'accident, le conducteur n'a pas été relevé et il a fait un second FU veille.

Le responsable juridique de RLA, interrogé par la police le 17 avril 2015, déclare « *Par rapport à Pascal Beaudouin, je tiens à vous préciser que c'est une personne qui n'a pas d'accident sur le tramway depuis 2012 et est chez nous depuis 2001. C'est une personne qui n'a aucun incident* » (p. 72/314).

L'agent régulateur interrogé par la police le 20 avril 2015 déclare que, le conducteur de la rame, « *Pascal Beaudouin fait partie des 100 [conducteurs] qui n'ont jamais de problème. Il est au top niveau, c'est un très bon élément* » (p. 76/314).

Pascal Beaudouin déclare lors d'un second interrogatoire réalisé par la police le 20 avril 2015 qu'avant la journée du 11 avril 2015 : *« J'ai fait un seul FU en 3 ans et c'était au dépôt* » (p. 79/314).

Il est à noter que le conducteur ne peut plus intervenir quand un FU est déclenché que ce soit pour un défaut de veille ou par une action volontaire du conducteur. Le FU est irréversible.

---

[1] Cette parenthèse renvoie au rapport de l'expert judiciaire qui fait, avec les annexes, 314 pages. Le premier chiffre indique la page d'où est tirée la référence ou la citation.

I.4. La voiture

Dans le rapport d'expertise, les images de la position de la voiture stationnée et du déplacement du conducteur ont été prises par la caméra intérieure située dans la motrice de tête (caméra M1). Le rapport d'accident grave produit par RLA indique que, au moment où la rame s'immobilise à 8h26'36", la caméra M1 produit des images où « *on distingue un véhicule sur la voie de circulation côté gauche. Le conducteur sort du véhicule et part à pied dans le sens opposé à la rame* ». Les image ne sont pas assez précises pour que l'on puisse lire la plaque minéralogique (page 110/314).

Malheureusement, ces images ne sont pas annexées au rapport.

En dehors du témoignage du conducteur, aucun autre témoignage de la situation accidentelle n'a été recueilli (p. 108/314).

I.5. La reconstitution

Lors de la reconstitution de l'accident, le 29 avril 2015, l'expert judiciaire est accompagné d'un assistant, de 3 brigadiers, de 5 responsables de RLA. Le conducteur est seul, non accompagné par un avocat ou un collègue ou un représentant du CHSCT.

Il est dit qu'« *une voiture de police banalisée (Peugeot 307) est positionnée à l'emplacement exact où se trouvait un véhicule équivalent* ». Il est précisé que « *Mr Beaudoin Pascal n'a pas formulé d'observation sur le positionnement du véhicule* » (19/314).

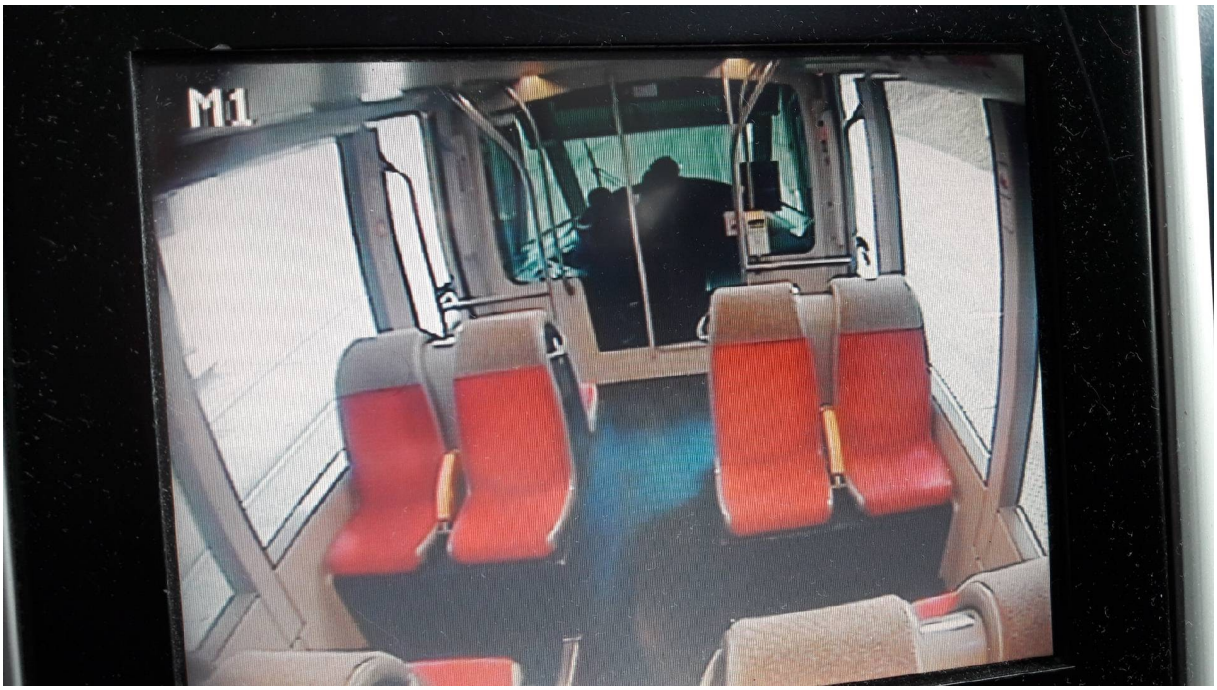

Photo d'écran de la caméra M1 de la rame 1023 prise le 01/10/201.

Une photo d'écran d'une image de la vidéo intérieure prise par la caméra M1 de la rame 1023 le 1er octobre 2017 (cf. ci-dessus) permet de se rendre compte que l'expression « *on distingue un véhicule* » manifeste que cette vue de la voiture impliquée dans l'accident ne permet pas de la voir précisément mais seulement de la distinguer.

Les photos présentées ont été prises pendant la reconstitution (31-54/314) et sont, quant à elles, parfaitement nettes. La mobilisation des images de la caméra M1 pour positionner la voiture de police peut faire douter qu'elle soit « *positionnée à l'emplacement exact où se trouvait un véhicule équivalent* » (p. 19/314). Le fait que le conducteur présent lors de cette reconstitution « *n'a pas formulé d'observation sur le positionnement du véhicule en stationnement à cheval sur le trottoir et le "bateau" d'entrée du garage de l'immeuble n°10 de la rue Albert Voisin* » (p. 19/314) ne signifie pas, compte tenu de la dissymétrie des personnes en présence, 10 personnes représentant l'autorité *versus* un conducteur dont l'action est évaluée dans une procédure judiciaire, qu'il aurait positionné la voiture de la même façon.

L'absence d'observation ne signifie pas approbation. Cela se manifeste par le fait que la reconstitution est réalisée avec une voiture parfaitement garée, portes fermées et sans personne à proximité de la voiture. Or, tout le monde s'accorde pour dire que, alors que le tramway est engagé dans la rue Albert Voisin, une voiture arrive en sens inverse, se gare et que le conducteur, et peut-être une autre personne, ouvre(nt) les portières et sorte(nt) de la voiture pour aller en sens inverse du tramway. Or, sur ce point, d'après le rapport d'expert, aucune observation n'a été faite non plus, par aucun des participants, sur cette absence du conducteur qui sort de la voiture, de la porte ouverte, etc. lors de la reconstitution.

L'incertitude quant au nombre de personnes qui sortent de la voiture confirme l'imprécision des images qui ont servi à cette reconstitution.

Cette incertitude est d'autant plus grande que les images de M1 où on distingue la voiture ont, apparemment, été prises au moment où la rame est immobilisée si on en croit le rapport accident grave fait par RLA (p. 110/314).

Si cela est exact, cela signifie que les seules images que l'on a de la situation sur la voirie sont celles qui ont été prises à au moins, près de 30 mètres (28 m, distance parcourue depuis l'alarme sonore) de l'endroit où l'attention du conducteur a été mobilisée par la situation à risque qu'il voyait à ce moment-là, soit environ à 8h26'26", l'arrêt se situant à 8h26'31".

II. Analyse de l'expert

II.1. Position de l'expert

L'expert donne son analyse des causes de l'accident au point 4 du chapitre V de son rapport (p. 23/314) :

> « *Les causes de l'accident sont à rechercher dans la chute de Monsieur Burgède Jacques qui décédera de ses blessures.*
> *La chute est consécutive à la mise en action automatique d'un Freinage d'Urgence Veille (FU Veille), mise en action entraînée par le non réarmement par le conducteur/wattman dans le délai imparti de 3 secondes après la sonnerie de la VACMA (Veille Automatique par Contrôle de Maintien d'Appui).*
> *Ce freinage d'urgence (FU Veille) a engendré une décélération brutale très importante qui a déséquilibré Monsieur Burgède Jacques, qui, après avoir chuté sur le plancher, a glissé sur une distance de 5,60 mètres et est venu percuter un potelet de maintien (totem).*
> *Les blessures entraînées par ce choc violent se sont avérées mortelles pour le passager* »

Dans cette analyse, on a un facteur déclenchant qui est le non réarmement de la VACMA par le conducteur. Cette non action sur la veille déclenche un FU Veille.

Le facteur aggravant dans cet accident est la « *décélération brutale très importante* » engendrée par ce FU Veille.

Au chapitre VI, l'expert donne son avis sur les différents facteurs impliqués dans l'accident.

II.1.1. Le matériel roulant

Même si l'expert reconnaît que la puissance du FU Veille provoque un jerk[2] très important dont l'effet est d'autant plus important que le FU Veille se déclenche à faible vitesse, il considère qu'il n'y a pas lieu de mettre en cause ce freinage car il « *est conforme aux spécifications techniques du constructeur et qu'il répond aux critères normatifs validés par un OQA (Organisme Qualifié Agréé)* » (p. 25/314).

II.1.2. La voiture

L'expert considère que « *le véhicule ne gêne absolument pas la trajectoire de la rame du tramway et est parfaitement visible* » (p. 25/314).

En conséquence, ce véhicule n'a pas à être considéré dans la survenue de l'accident.

---

[2] Le jerk représente une variation de l'accélération exprimée en m/s^{-3}. C'est une dérivée temporelle de l'accélération.

III. Analyse du facteur déclenchant de l'accident : la Vacma

Nous allons reprendre ces différents points afin d'examiner si un autre point de vue ne peut pas être développé à partir des éléments contenus dans le rapport d'expertise.

Dans un premier temps, nous analyserons le facteur déclenchant de l'accident, c'est-à-dire la non activation de la VACMA par le conducteur, puis dans un second temps nous analyserons le facteur aggravant de cet accident, c'est-à-dire la puissance du freinage.

III.1. La VACMA et la question de la détection de la défaillance

L'expert judiciaire n'analyse pas la fonction et le fonctionnement de la VACMA mais il retient simplement que « *le non réarmement par le conducteur/wattman dans le délai imparti de 3 secondes après la sonnerie de la VACMA* » est la cause du déclenchement du FU veille qui est lui-même la cause de la chute du voyageur.

Il nous semble important de revenir sur la fonction et le fonctionnement de la VACMA sur le tramway niçois car il existe maintenant un consensus sur la fonction de la VACMA dans le milieu du tramway, exploitants, services de l'État et syndicats, et sur le fonctionnement adapté à cette fonction. Ce consensus se fait sur le rôle distractif de la VACMA qui met en cause la sécurité de conduite.

III.2. La fonction de la VACMA

La VACMA est un dispositif de sécurité ultime qui vise à « diagnostiquer » l'état du conducteur afin de déterminer s'il y a ou non défaillance de sa part. Il ne s'agit donc pas de déterminer s'il y a un risque d'accident du fait de l'environnement mais un risque d'accident du fait de la défaillance du conducteur. Ce dispositif ne sert pas non plus à détecter la vigilance du conducteur.

Les éléments du diagnostic sont connus et reconnus depuis longtemps par le STRMTG. Le responsable de la Division Tramways département Tramway l'a énoncé clairement lors du séminaire organisé à L'École des Ponts en octobre 2004 :

> *« La VACMA et la vigilance ? On l'a vu tout au long de la journée, et nous en sommes persuadés, la VACMA n'est pas un outil de vérification de la vigilance. C'est un outil pour dire si le conducteur est présent à son poste ou s'il ne l'est pas. Cela ne va pas plus loin »* (M. Arras, Responsable de la Division Tramways du STRMTG, Doniol-Shaw & Foot, 2004, p. 61).

De la même manière, il était reconnu également que le relâchement de l'actionneur de veille était, dans le cadre de ce dispositif, le seul « symptôme » identifié par ce dispositif de sécurité comme signe d'une défaillance :

> *« Les deux secondes au relâchement correspondent au fait que l'on considère que, lorsque l'on a une syncope ou un évanouissement, on relâche »* (M. Arras, Responsable de la Division Tramways du STRMTG, Doniol-Shaw & Foot, 2004, p. 68).

Toutefois, il a fallu attendre que la FNST CGT lance une action nationale contre la VACMA en janvier 2012, au motif que ce dispositif mettait en cause à la fois la santé des conducteurs et la sécurité de conduite, pour que cette question soit relancée. Puis, il a fallu que survienne un accident mortel de voyageur à Montpellier, en septembre 2012, dont le scénario correspondait aux alertes lancées par la FNST CGT, pour que la question de la veille soit reprise de façon conséquente par les responsables des sociétés exploitantes et les Services Techniques de l'État.

13 ans après le séminaire de l'École des Ponts, **5 ans** après l'alerte et le mouvement de refus de la VACMA lancés par la FNST CGT, **5 ans** après l'accident mortel de Montpellier et **2 ans** après celui de Nice, le STRMTG formalise dans un guide technique à valeur prescriptive « *Fonction de veille des tramways. Exigences de sécurité* » en janvier 2017, les conclusions qui avaient été tirées du séminaire de 2004 :

- Le relâchement de la veille est le seul signe pris en compte pour détecter une défaillance « *L'hypothèse est faite que le malaise du conducteur conduit à un relâchement de ses membres* » (STRMTG, 2017, p. 7).
- La défaillance « crispée » n'est pas un risque réel « *les malaises conduisant à une crispation des membres ne sont plus pris en compte* » (STRMTG, 2017, p. 7).
- La temporisation au maintien n'a donc pas de justification fonctionnelle « *Les temporisations de maintien pour des dispositifs activés uniquement à la main peuvent être "infinies" (veille à maintien d'appui)* » (STRMTG, 2017, pp. 7-8).
- Le seul moment où le conducteur est obligé de relâcher la veille se situe au moment du démarrage du tramway de la station. Cela a pour fonction de contrôler la fraude au dispositif : « *l'autorisation de départ d'une station devra être conditionnée à un cycle d'appui-relâchement* [de la veille] » (STRMTG, 2017, p. 10).

III.3. Le fonctionnement de la VACMA et son rôle insécuritaire

La temporisation de la VACMA actuellement en vigueur sur la plupart des tramways, et, en particulier, sur celui de Nice, oblige le conducteur à relâcher la veille au moins toutes les 10 secondes et à ne pas la relâcher plus de 3secondes. En cas de dépassement de ces temps, une alarme sonore retentit et si, dans les 3 secondes, le conducteur n'a pas changé la veille d'état, alors un freinage d'urgence se déclenche. Celui-ci est irréversible.

Nous avons vu précédemment que cette temporisation au maintien n'avait pas de justification puisque seul le relâchement est le signe pris en compte d'une défaillance. Cette temporisation courte au maintien, 10 secondes, n'avait pas de raison d'être. Cela manifestait simplement que les responsables du tramway craignaient la survenue d'un risque qui, en réalité, n'existait pas, celui de la défaillance crispée.

Mais si le risque d'une défaillance crispée, cause de cette fixation d'une temporisation au maintien courte, 10 secondes, n'a pas de fondements rationnels par contre elle a un effet réel sur la conduite. Elle introduit un conflit attentionnel entre les actions de conduite et les actions de veille. C'est un cas typique de « double tâche » qui met en cause la disponibilité du conducteur pour la conduite.

Une étude demandée par le STRMTG, en 2009, met en évidence les conséquences de cette situation de double tâche lors de tests de double tâche réalisés sur 86 conducteurs répartis dans 7 réseaux :

> « *Quand la charge de travail du conducteur augmente, l'homme ne peut plus tenir sa cadence réflexe et abandonne sa veille au profit de réponse aux questions que pose l'ergonome ou la surcharge d'activité* » (Dessaigne, 2009, p. 32).
>
> « *Plus encore, outre les problèmes de TMS* [Trouble Musculo-Squelettique] *déjà évoqués, ils peuvent même contribuer à affaiblir l'attention. Dans un contexte de charge de travail élevée, en effet, toute action à faire, même quasi automatiquement, sur le système de veille, loin d'être un facteur positif de maintien d'attention, agit au contraire au détriment de la ressource attentionnelle que nécessite normalement la conduite urbaine* » (Dessaigne, 2010, p. 39)

Plusieurs autres études convergent également sur ce point du conflit attentionnel provoqué par la VACMA. En particulier, une étude de l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) met en évidence la manière dont les conducteurs tentent de minimiser ce conflit cognitif :

> « *Il semble que la stratégie adoptée par les conducteurs, consistant à veiller plus fréquemment que nécessaire, soit la solution la plus économique sur le plan cognitif. Elle traduirait une charge cognitive élevée, mobilisée en partie par la temporisation de la veille telle qu'elle est prescrite. Les conducteurs adopteraient donc cette stratégie pour se concentrer sur l'environnement de conduite* » (Cail *et al.*, 2011, p. 61).

Le constat de fréquence d'action sur la veille très élevée, entre 30 et 60 actions minutes, a été faite dans plusieurs études sur la conduite des tramways. En particulier une étude à laquelle a participé Alstom fait le même constat (Mouchel *et al.*, 2015).

Finalement, les accidents mortels de Montpellier et de Nice ont amené le milieu du tramway à réviser sa position sur la VACMA. En janvier 2017, dans son guide technique « *Fonction de veille des tramways. Exigences de sécurité* » de janvier 2017, le STRMTG reconnaît que la VACMA produit de l'insécurité pour la conduite :

> *« L'analyse du retour d'expérience a relevé de nombreux FU veille déclenchés alors que le conducteur est présent et conscient. Ces déclenchements à tort sont dus […] à de la saturation cognitive (hypervigilance). En effet, l'attention du conducteur est fortement sollicitée en environnement urbain ce qui peut entraîner une surcharge cognitive conduisant à l'oubli d'activation du dispositif de veille. Ces freinages d'urgence conduisent à un certain nombre de chutes de voyageurs dans la rame alors qu'aucun danger imminent n'est avéré »* (STRMTG, 2017, p. 4).

Le STRMTG avait donc connaissance, à partir d'une étude qu'il avait commandité, que la VACMA produisait un conflit cognitif dont une des conséquences était d'agir « *au détriment de la ressource attentionnelle que nécessite normalement la conduite* » ce qui pouvait amener les conducteurs « *à abandonner la veille* » afin de donner la priorité à la conduite. Dans ces conditions, compte tenu du fait que la VACMA, avec son principe de temporisation brève, n'avait pas de justification fonctionnelle, il est tout à fait paradoxal qu'il ait maintenu son autorisation pour l'implantation dans les tramways d'un tel dispositif insécuritaire.

III.4. La voiture ou le piéton, un quiproquo dans l'analyse d'un conflit cognitif entre la conduite et la veille

Si, d'une façon générale, la question de la responsabilité de la vacma n'est plus à exclure dans l'analyse de l'accident de Nice, reste à comprendre les causes d'un possible conflit attentionnel entre la conduite et la veille dans ce cas précis.

Pour l'expert, la cause semble entendue. La reconstitution se fait portières fermées et sans aucun piéton alentour : « *Le véhicule ne gêne absolument pas la trajectoire de la rame de tramway et est parfaitement visible* » (p. 25/314). 2,5 m sépare le côté gauche de la voiture du volume enveloppe maximal dans lequel s'inscrit le tramway ou GLO (Gabarit Limité d'Obstacle) (p.33/314).

Du point de vue de l'expert, il n'y a donc pas lieu de considérer qu'il y avait matière à un quelconque conflit cognitif.

Bizarrement, sur ce point, il est probable que le conducteur impliqué dans l'accident serait d'accord avec cette analyse car à aucun moment ce conducteur n'indique dans ses différentes dépositions qu'il s'est inquiété de la position de la voiture :

- « *arrivé sur l'avenue Voisin, j'ai été surpris par une* ***voiture*** *qui arrivait en face* ***mais pas sur la plateforme****. Elle s'est arrêtée et ses portes se sont ouvertes. On a tellement de* ***risque avec les gens qui traversent*** *et les vélos que nous faisons attention* » (1ère déposition OPJ [Officier de Police Judiciaire], le 17/04/15, pp.69-70/314, mis en gras par nous).
- « *Faut tellement avoir un temps de réaction rapide (3 secondes) que la* ***voiture m'a perturbé*** *et mon* ***temps de réaction a été plus long*** *------* ***Ce n'est pas le fait de la voiture*** *mais de* ***la portière qui s'ouvre et un piéton peut traverser*** » (2ème déposition OPJ, le 20/04/15, pp.69-70/314, mis en gras par nous).

Que la manœuvre de la voiture ait focalisé son attention tient au fait qu'elle s'est arrêtée et que la ou les portières s'est ou se sont ouvertes, et que, par conséquent le conducteur devenait ou allait devenir un piéton.

Ce conducteur n'a pas eu d'accident en 5 ans de conduite et est considéré par sa hiérarchie comme un bon élément, un bon conducteur. Probablement cette qualité tient pour une grande part à l'attention qu'il porte aux mouvements des tiers sur la voirie, sur sa capacité à anticiper leurs mouvements.

En effet, la seule ressource d'un conducteur de tramway est d'anticiper sur les mouvements des piétons, des deux roues et des voitures. La régulation d'allure et l'anticipation des mouvements est la principale ressource d'un conducteur de tramway pour prévenir les accidents. Il est crucial pour lui d'anticiper sur les événements extérieurs afin d'éviter d'être surpris et de devoir freiner brutalement car chaque conducteur connaît les risques d'accidents à l'intérieur de sa rame, du fait des chutes voyageur, que de tels freinages peuvent provoquer.

Dans ce cas, pour le conducteur, la trajectoire de la personne qui sort de la voiture, dont le bas du corps est caché à son regard par une portière, qui se trouve à moins d'1,5mètre du GLO, est imprévisible. Elle peut tout aussi bien vouloir traverser devant le tramway que contourner sa voiture pour entrer dans l'immeuble d'à-côté. Tant que la portière n'est pas fermée et que le conducteur devenu piéton n'a pas marché, que le conducteur soit attentif à ce qu'il va faire est un signe de prudence qui ne peut lui être reproché. Cela fait partie de sa professionnalité.

Le conducteur est donc attentif aux mouvements possibles d'un piéton, cette attention est d'autant plus importante que s'il peut prévoir un mouvement dangereux suffisamment tôt, il ne sera pas obligé d'avoir recours à un FU volontaire, commandé par le manipulateur, pour éviter un accident, FU dont il connaît la brutalité, dont il sait qu'il est générateur de chutes de

voyageurs mais cette focalisation sur cette gestion d'une situation potentiellement incidentelle l'amène alors à « oublier » la veille.

Le FU Veille du 11 avril 2015 ne signale pas un manque d'attention, une perte de vigilance, à la conduite, mais bien au contraire un surcroît de vigilance qui se traduit par un manque de « vigilance » sur la gestion de veille car ces deux actions, à ce moment-là sont en concurrence attentionnelle. Le conducteur privilégie alors la conduite.

III.5. Contrôle du freinage et FU Veille : le paradoxe de la vacma

Le paradoxe de la VACMA réside précisément dans cette situation où un conducteur veut éviter un freinage brutal et, parce qu'il se focalise sur ce point, se fait piéger par un automatisme qu'il a « oublié », pour pouvoir se consacrer à la conduite. Un FU veille alors se déclenche.

C'est ce scénario qui, sans nul doute, s'est déroulé à Nice comme à Montpellier. Pour le BEATT, une des causes de l'accident est clairement identifiée dans ses conclusions comme étant le fait que :

> « *L'attention du conducteur mobilisée par deux piétons cheminant sur la plate-forme, qui est vraisemblablement à l'origine du défaut d'actionnement dans les délais du dispositif de VACMA, dont la conception et les réglages sur les tramways français demandent une manipulation fréquente* » (BEA-TT, 2016, p. 43).

Cette situation, qui jusqu'aux accidents tragiques de Nice et Montpellier n'était pas véritablement identifiée par les responsables du tramway, est pourtant relativement fréquente. Une rapide enquête auprès des conducteurs de Bordeaux a permis de rassembler 4 témoignages de conducteurs différents sur des incidents de même nature :

1) « *J'étais sur le pont qui se termine par une descente assez prononcée avec un carrefour en fin de pente. Un tram arrivait en face et passait le carrefour, une voiture arrêtée au feu routier sur ma droite s'est avancée sur la voie pour passer juste derrière le tram, le conducteur n'avait pas vu que j'arrivais. J'étais au mieux de la vigilance, j'ai vu que mon feu était au vert, j'ai gongué, commencé à freiner, klaxonné, je respectais les vitesses préconisées mais la descente faisait que le ralentissement que je pouvais donner au tram était bien inférieur à ce qu'on rencontre habituellement sur le plat. Finalement, l'automobiliste a reculé et je suis passé sans dommage. Pourtant 15 à 20 mètres après j'ai fait un freinage d'urgence. Je peux dire que je n'ai pas entendu le bruit qui m'arrache d'habitude les oreilles quand j'oublie de veiller correctement. J'ai réagi trop tard en ne sachant plus s'il fallait que j'appuie ou que je relâche la veille* » (Pascal Ressot, conducteur Tram, Bordeaux, PV du CHSCT de Keolis Bordeaux du 19/09/2013).
2) « *Lors de mon service sur la ligne B, entre les stations "Grand Théâtre" et "Quinconces", un nombre important de personnes sur et aux alentours de la plateforme a capté toute mon attention me faisant oublier d'actionner la veille. Le bruit à l'intérieur de la rame ainsi que le bruit important du roulement sur le croisement des lignes B et C ont couvert l'alarme provoquant un FU* » (Frédéric Perez, conducteur tram, Bordeaux).
3) *« Mardi 17 mai 2017 aux alentours des dix heures, sur la ligne A du tramway je roulais en direction du Haillan Rostand.*

Sur le carrefour juste avant la station Hôtel de Ville un véhicule n'a pas respecté les feux routiers et m'a grillé la priorité, j'ai commencé à freiner, j'ai gongué et klaxonné.
Absorbé par cet événement je n'ai pas fait attention à ma veille qui a sonné et le tramway a effectué un freinage d'urgence.
Arrivé en station une poignée d'alarme a été tirée, j'ai informé le PC et me suis rendu sur place. Une dame d'une cinquantaine d'années était allongée au sol la tête maintenue par une autre cliente. La dame m'a expliqué qu'elle était tombée à la suite du freinage effectué sur le carrefour. Les pompiers sont intervenus et ont emmené cette dame » (Loïc Larribaut, conducteur Tram, Bordeaux).

4) *« Vers 16h30, heure de grande fréquentation et circulation, ligne A : Contre-voie "DRAVEMONT MORLETTE" pour revenir en contre-voie dans le sens inverse afin d'effectuer un RP* [Remorquage-Poussage] *entre "LA MAREGUE et DRAVEMONT" : 1er stress, j'étais seul il a fallu passer les carrefours en dégradé dont 2 ronds-points avec celui des Biches qui n'est pas évident et ne pas me tromper pour les changements de captages ; en outre c'était mon 1er RP.*
Attelage sans grandes difficultés : Remorquage sans phonie avec le PCC [Poste de Commande Central]*, passage des ronds-points précités en dégradé, captages, passagers énervés (sans doute est-ce la population de ces quartiers qui en est la cause) sur les quais…*
Croisement avant PALMER, SLT [Signal Lumineux de Traffic] *non déclenchée, passage en dégradé. Une voiture tente de forcer le passage, puis le conducteur se ravise mais il est percuté à l'arrière par une autre voiture qui elle aussi voulait passer. Freinage maxi de ma part, gong klaxon, tout cela avec l'attelage, je me concentre totalement sur l'événement extérieur, stress très important, l'alarme VACMA retentit mais je ne l'entends pas (bruit généré par le RP (ça pousse), le freinage, le gong...) et je suis, je le répète, en pleine concentration sur l'extérieur et je crains moi aussi de percuter les deux voitures, l'une ayant poussé l'autre vers les rails. Le FU Veille se produit, je le comprends seulement à l'arrêt complet des rames. Je n'étais pas en mesure de comprendre mon environnement immédiat pendant 1 à 2 secondes »* (Michel Nicolas, conducteur tram, Bordeaux).

Outre le fait que ces témoignages permettent de mieux comprendre concrètement la manière dont les conducteurs sont amenés à « oublier » la veille pour se concentrer sur la gestion d'une situation à risque et éviter d'avoir à freiner brutalement au dernier moment, ils disent aussi, dans 3 cas sur 4, ce paradoxe que pour éviter d'avoir recours au FU manipulateur afin d'éviter un accident de voyageur, ils se font rattraper par un FU Veille.

Enfin, on voit également que le « stress » engendré par la gestion de ces situations incidentelles ne s'arrête pas quand le danger s'est dissipé mais perdure et que cette tension amoindrit la perception sensorielle globale. La perception est focalisée sur le risque, les alarmes, en particulier sonore, qui ne concernent pas cette situation directement passent alors au second plan.

Cela permet de comprendre pourquoi les conducteurs n'entendent pas forcément l'alarme sonore de la veille dans ces situations stressantes alors que, dans d'autres circonstances, elle leur « *arrache les oreilles* » pour reprendre l'expression d'un des conducteurs.

III.6. La veille sensitive et le stress, un dysfonctionnement normal ?

L'actionneur de veille situé sur le manipulateur est de type sensitif c'est-à-dire que, à la différence des actionneurs mécaniques, il n'y a pas d'effort faire pour actionner la veille. Poser le doigt sur l'actionneur est suffisant pour agir sur la veille.

Il existe également un deuxième actionneur, une pédale de veille mais qui semble moins utilisée que l'actionneur manuel situé sur le manipulateur.

Au cours de son service, Pascal Beaudouin a fait un 1er FU Veille à 8h26. Ce FU a entraîné la chute de Monsieur Burgède.

Ce conducteur n'a pas été relevé contrairement à ce qui se fait usuellement en cas d'accident avec tiers. Probablement, le statut d'une chute d'un voyageur dans une rame n'est pas clairement identifié comme un accident pouvant constituer un traumatisme pour le conducteur, susceptible de mettre en cause sa disponibilité à la conduite.

Il repart de la station Saint-Roch 10 minutes plus tard vers 8h37, au moment de la reprise de l'exploitation du réseau. Il arrive au terminus Hôpital Pasteur, change de cabine, et repart vers le terminus Henri Sappia en V2. Environ, une demi-heure après le 1er FU Veille, Pascal Beaudouin fait un second FU Veille vers la station Jean Médecin.

Sur ce second FU, Pascal Beaudouin interrogé, n'incrimine pas le matériel roulant :

> « ***Question*** *: À quoi est dû ce FU ?*
> ***Réponse*** *: La veille que je n'ai pas rattrapé dans les trois secondes*
> ***Q*** *: Vous n'avez donc pas entendu l'alarme ?*
> ***R*** *: Je ne me souviens pas*
> ***Q*** *: Cela ne vous paraît pas étrange en si peu de temps ? La veille dure trois secondes puis l'alarme trois secondes de plus. Comment l'expliquez vous ?*
> ***R*** *: C'est Bizarre*
> ***Q*** *: Cela vous arrive souvent ?*
> ***R*** *: Jamais.*
> *(…)*
> ***Q*** *: Pensez-vous qu'il peut y avoir une défaillance de la machine ?*
> ***R*** *: Je ne pense pas* » ((2ème déposition OPJ, le 20/04/15, pp.69-70/314).

Le responsable de la maintenance du réseau de tramway, interrogé par l'OPJ, a confirmé qu'il n'avait pas constaté de défaillance matérielle de la veille sur la rame 1023 :

> « **Réponse** : *Je peux juste vous dire que cette rame roule toujours depuis l'accident et que nous n'avons pas fait de réparation dessus. Aucun autre problème n'a été signalé sur l'arrêt automatique de cette rame.*
> ***Question*** *: Le conducteur a également fait un FU une demie heure après avec la même rame, pouvez-vous l'expliquer ?*
> ***R*** *: Il devait donc être sur le trajet du retour donc, à Pasteur, il a changé de poste de conduite pour se mettre à l'opposé. Ce qui veut dire que ce n'est pas le manipulateur qui est en question. C'est donc forcément un déclenchement de veille. Si ça avait été un défaut de veille, il y aurait eu de nouveaux déclenchements automatiques et la rame*

aurait été retirée du service, ce qui n'a pas été le cas » (Responsable du service de maintenance des tramways de RLA, déposition OPJ, le 22/04/15, p. 81/314).

Pascal Beaudouin et le responsable de la maintenance s'accordent pour considérer que le matériel n'est pas en cause du fait d'une défaillance technique, toutefois le régulateur du PCC, qui était seul en service ce matin-là, interrogé par l'OPJ donne un autre éclairage sur ce point :

« **Question :** *Lorsque le conducteur vous signale le deuxième incident, on entend dans sa voix qu'il est affolé et effectivement vous lui demandez si une alarme s'affiche. Ne pensez-vous pas à ce moment-là à une défaillance de la machine ?*
Réponse : *Pas du tout. Je pense que comme il est stressé du premier incident, il doit avoir les mains moites et du coup la veille elle ne répond pas… »* (p.77/314). « *Pas du tout. Je pense que comme il est stressé du premier incident, il doit avoir les mains moites et du coup la veille, elle ne répond pas* » (Régulateur PCC, déposition OPJ, le 20/04/15, pp.77/314)

Ces contacteurs sensitifs ont donc un défaut. Ils peuvent devenir inactif quand les doigts sont humides. La transpiration peut les rendre inopérants. Compte tenu du fait que le stress provoque, en particulier, la sudation des mains, on peut tout à fait être dans la situation où une gestion d'une situation à risque, du point de vue du conducteur, se traduise par du stress et que, concentré, sur cette situation, le conducteur n'entende pas l'alarme sonore ou l'entende mais ne parvienne pas à reprendre la main sur la veille.

Le témoignage de Thierry Bertona, conducteur de tramway à RLA, corroboré par celui d'un agent de maîtrise en situation d'accompagnement, Daniel Gaggini (cf. Annexe 3), permet d'éclairer ce type d'événement :

« *Il y a plusieurs mois de cela, je conduisais mon tramway avec un « fuseau tramway » (Fuseau : Agent de Maîtrise M2, Daniel Gaggini) qui me faisait un suivi obligatoire. Donc ce jour-là, j'ai quitté la station Pont Michel en V2 (voie 2) en journée et, après quelques mètres, dans la descente d'une courbe, à une vitesse d'environ 12 ou 13 km/h, l'alarme de la veille de mon manipulateur s'est mise a sonné. J'ai donc essayé de rattraper celle-ci en actionnant plusieurs fois avec mon pouce la veille, ce qui n'a rien donné et donc ma rame a effectué un freinage d'urgence (FU) heureusement à petite vitesse. Comme j'avais le fuseau avec moi, celui-ci a appelé de suite le PCC pour dire que nous avions fait un FU en exploitation et que nous allions essayer d'en trouver la raison. Après plusieurs vérifications, nous nous sommes rendus compte que la veille ou bien l'humidité de mon pouce était la cause du « FU ». Après avoir nettoyé la veille et mon pouce à l'aide d'un chiffon nous avons pu repartir en exploitation sans que nous rencontrions un autre freinage d'urgence* » (Témoignage recueilli le 12 septembre 2017, cf. Annexe 4).

Du point de vue de l'analyse de l'accident du 11 avril 2015, on ne peut pas exclure le fait que le non réarmement dans la temporisation prescrite de la vacma ne soit pas la conséquence d'un défaut de réarmement mais puisse être la conséquence d'un défaut de prise en compte d'un réarmement du fait de la transpiration de la main rendant le contact avec l'actionneur sensitif inopérant.

Il ne s'agit pas d'une défaillance technique mais d'un défaut structurel de ce type d'actionneur. Le fait qu'il y ait une corrélation forte entre stress/sudation des mains/défaut contact rend ce

défaut structurel problématique d'autant plus qu'il y une absence de retour d'information sur l'état du contact (appui ou relâché) *a contrario* de ce qui se passe avec des actionneurs mécaniques. Le conducteur n'est au courant d'un défaut de contact que lorsque l'alarme sonore se déclenche.

IV. Analyse du facteur aggravant : le matériel roulant et la norme de freinage

Le rapport de l'expert reprend l'analyse du STRMTG concernant la norme NF EN 13452 « *Freinage — Systèmes de freinage des transports publics urbains et suburbains* » de décembre 2003. Dans son document « Éléments de contexte relatif aux systèmes de freinage des tramways CITADIS » d'octobre 2015, produit pour contribuer à l'expertise judiciaire, le STRMTG rappelle que le tramway n'est pas soumis aux directives européennes qui rendent obligatoires cette norme : « *Dans le domaine des tramways les normes restent d'application volontaire* » (p. 151/314).

De plus, précise ce document, « *le Document Préliminaire de Sécurité (validant le référentiel réglementaire et normatif) ayant été déposé le 23 décembre 2002 et approuvé le 16 septembre 2003, la norme 13452-1 n'était pas applicable* » (p. 153/314).

Du point de vue de cet expert, l'ensemble de ces éléments suffisent à exonérer le constructeur, l'autorité organisatrice, l'exploitant et le STRMTG de toute responsabilité dans le fait que le FU Veille soit de type FU 3 et produise « *une décélération extrêmement brutale associée à un jerk très important* ».

Il convient, comme pour la vacma, d'analyser ce point de vue au regard des éléments du dossier d'expertise.

IV.1. La référence à la norme et les essais de freinage de 2012

Le rapport d'expertise rend compte du processus de qualification des rames après qu'elles aient été allongées, passage de 33 mètres à 44 mètres pour 15 rames du réseau dont la rame 1023 impliqué dans l'accident du 11 avril 2015. L'importance de cette transformation, qui entraîne pour une augmentation d'1/3 de la longueur, une augmentation de son poids à vide de plus de 40% et de son poids en charge de plus de 60%, suppose en effet que son freinage soit vérifié.

Une campagne d'essais a été menée par Alstom sur la rame 028 entre le 23 et le 27 juillet 2012. Un rapport d'essais « *Rapport de validation dynamique des performances de freinage Nice TC2* » a été rédigé par Alstom pour la Communauté Nice Côte d'Azur en septembre 2012. Ce rapport d'essais est annexé au rapport d'expertise judiciaire (pp.280-314/314) pourtant l'analyse produite n'en tient pas compte.

Or, bien que la norme NF EN 13452-1 de décembre 2003, comme le rappelle le STRMTG, ait été publié postérieurement à l'approbation le 16 septembre 2003 du DPS (Dossier Préliminaire de Sécurité) par ce service (p. 153/314) et bien qu'il soit d'application volontaire comme le souligne également le STRMTG (p. 151/314), Alstom a intégré cette norme comme document de référence pour ces essais (p. 286/314). Cela indique que **volontairement** Alstom a intégré cette norme pour évaluer les tramways allongés niçois.

Lors de ces essais, Alstom affirme que :

> « *Les performances en freinage sur rail sec sont conformes aux exigences contractuelles exceptés les niveaux de jerk en freinage maximal de service (FMS) […]*
> ***<u>Avis et interprétation :</u>***

> *En freinage maximal de service, le jerk en ELE et en EL6 est un peu plus élevé que le maximum admis : ceci est dû à des temps de réponse courts et des décélérations importantes. Cependant,* ***les niveaux de jerk sont des mesures de confort et n'engagent pas la sécurité des personnes en FMS*** » (p.286/314, mis en gras par nous)

Cette affirmation que « ***les niveaux de jerk sont des mesures de confort et n'engagent pas la sécurité des personnes en FMS*** » signifie de manière implicite qu'il n'en va pas de même pour les freinages d'urgence. De plus assimiler le jerk à une mesure de confort a été dramatiquement contredite lors des accidents du 3/9/12 à Montpellier et du 11/4/15 de Nice.

L'importance du niveau de jerk et son impact sur les chutes de voyageurs (principales victimes en nombre du tramway) a d'ailleurs fait l'objet d'une étude par l'IFSTTAR à la demande du STRMTG (Robert & Vallée, 2014). Cette étude contredit l'affirmation d'Alstom comme quoi le niveau de jerk est une mesure de confort. Le niveau de jerk est corrélé avec le risque de chute : plus le niveau de jerk est important plus le risque de chute est également important. Mais la relation entre le risque de chute et le niveau de jerk n'est pas linéaire : « *Diminuer le jerk entre 4 et 8 m/s^3 n'apporte pas un gain important tandis que sous 4 m/s^3 le gain est tout de suite important* ».

Mais si Alstom reconnaît un dépassement du niveau de jerk par rapport à la norme NF EN 13452-1 en FMS (Frein Maximum de Service) alors que le dépassement est modéré et, dans tous les cas, sensiblement inférieur à 4m/s^3 puisque cela reste sous la valeur de 2 m/s^3, par contre, cette norme n'est plus évoquée pour le FU associé à la veille. Il n'est, en particulier, indiqué nulle part que, en ce qui concerne le FU Veille, ce n'est pas le FU 1 qui est appliqué mais le FU 3 en contradiction complète avec les prescriptions de cette norme.

Malgré cette non-conformité, Alstom écrit dans sa conclusion générale : « *Les niveaux de Te en FU sont conformes aux exigences normatives (<0,85s)* », or, pour FU 1, Te doit être inférieur à 1,5 s. Contrairement à ce qui est écrit, le FU Veille n'est pas conforme aux exigences normatives.

La valeur du jerk mesurée lors des essais de la rame 028 varie entre 5 et 6 m/s^3 or la norme NF EN 13452-1 préconise que, pour les tramways, la valeur du jerk associée au FU Veille, correspondant à un FU 1, soit au maximum égale à 4 m/s^3. Le rapport de l'IFSTTAR indique clairement que, au-delà de 4 m/s^3, le risque de chute devient très important.

Une diminution de moitié de cette valeur, passage de 4 à 2 m/s^3, tendrait à annuler le risque de chute tout en restant dans les valeurs prescrites par la norme pour la distance d'arrêt (Robert & Vallée, 2014, pp. 22-23).

IV.2. La norme pour le FU Veille devait-elle et pouvait être appliquée ?

Compte tenu de l'importance des travaux engagés sur les rames, il est tout à fait étonnant qu'aucun des acteurs impliqués dans la conception, le contrôle ou l'exploitation des rames n'ait réalisé ou demandé l'application de cette norme NF EN 13452. Y-avait-il sinon une impossibilité du moins une véritable difficulté technique ? Pouvait-on ignorer les problèmes posés par le FU Veille ?

Nous allons examiner les positions des différents acteurs sur ce point.

IV.2.1. Alstom

La position d'Alstom est étonnante car cette société fait volontairement référence à la norme NF EN 13452 et pourtant, en ce qui concerne le FU Veille, elle n'en tient pas compte. Cette position est d'autant plus surprenante qu'Alstom est conscient du problème posé par la brutalité du FU 3 déclenchée en cas de défaut de veille puisque, en réponse à la recommandation R3, formulée par le BEA-TT en conclusion de son rapport d'enquête sur l'accident de Montpellier, :

> « *Recommandation R3 (Alstom) :*
> *Examiner, en lien avec les exploitants et le STRMTG, dans quelle mesure la décélération instantanée et le jerk des rames existantes peuvent être diminués dans des conditions technico-économiques acceptables lorsqu'un freinage d'urgence est déclenché par le dispositif de veille ou par des sécurités techniques sans lien avec un danger avéré et imminent à l'extérieur de la rame* » (BEA-TT, 2016, p. 43).

Alstom indique :

> « *La recommandation R3 a déjà fait l'objet d'application en service commercial sur du matériel Citadis à l'export depuis 2003.*
> *Cette disposition consistant à n'appliquer les patins magnétiques en freinage d'urgence que lorsque cette fonction est commandée par le manipulateur fonctionne parfaitement sur le réseau de Melbourne depuis 14 ans* » (Lettre du PDG d'Alstom au BEATT, 11/07/2016, cf. Annexe 5)

Dans ce même courrier, il est également précisé que :

> « *Il est possible de faire évoluer la conception actuelle afin d'intégrer un FU veille <u>sans application des patins magnétiques</u>. (…)*
> *Cette dernière évolution pourrait être appliquée sur l'ensemble des flottes de matériels Citadis en service commercial (modification fonctionnelle avec mise à jour des dossiers techniques concernés) et peut donc être proposée* ***sans difficulté*** *aux réseaux français demandeurs* » (Annexe 1 à la lettre du PDG d'Alstom au BEATT, 11/07/2016, souligné dans le texte et mis en gras par nous, cf. Annexe 5).

On comprend mal que, compte tenu du fait que c'était « *sans difficulté d'intégrer un FU veille sans application des patins magnétiques* », Alstom, en sa qualité de constructeur, n'ait pas proposé cette transformation au Maître d'ouvrage. Même si la Directive machine (Directive 2006/42/CE) ne s'applique pas aux matériels ferroviaires, ses recommandations concernant les fabricants de machines auraient pu être mobilisées avec profit en ce qui concerne l'évaluation des risques et les manières de les éliminer ou à tout le moins de les réduire.

Il a fallu attendre les accidents mortels de voyageur de Montpellier et de Nice pour qu'Alstom présente la solution exploitée depuis 2003 à Melbourne.

IV.2.2. Le STRMTG

Le STRMTG déclare : « *Il n'était pas connu par le STRMTG sur les réseaux déjà en circulation un retour d'expérience contraire à la sécurité lié aux valeurs de freinage associées au système de veille* » (p.153/314).

Pourtant, si l'on analyse le retour d'expérience qui est présenté dans le document « *Éléments de contexte relatif aux systèmes de freinage des tramways Citadis* », annexé au rapport d'expertise judiciaire (pp. 146-156/314), on se rend compte qu'il n'en est rien.

En effet, sur la base des statistiques fournies dans ce document du STRMTG, on constate, si l'on prend, par exemple, l'année 2013 que les FU manipulateurs représentent 91% des 1122 évènements FU et 76% des 403 victimes voyageur. Par contre, les FU veille qui ne représentent que 2,3% des 1122 évènements FU mais par contre provoquent 6,2% des 403 victimes voyageur de FU.

Cette surreprésentation des victimes de FU veille est encore plus importante si l'on considère les blessés graves et les tués car, entre 2006 et 2013, on recense 23 blessés graves ou tués dont 4 pour les FU veille soit 17% des cas alors que les FU veille ne représentent, sur la même période, que 2,1% des évènements FU (pp. 153-154/314).

Le STRMTG avait donc les éléments pour analyser cette surreprésentation des victimes graves due aux FU veille. Il avait les moyens de connaître cette situation mais ne l'a pas fait.

Il faut, là aussi, attendre la mort d'un voyageur pour que, à la suite du rapport du BEA-TT, la décision soit prise de ne plus laisser la norme NF EN 13452 dépendre, pour son application, de la bonne volonté du Maître d'ouvrage.

La recommandation R2 du BEA-TT d'avril 2016 :

> « *Recommandation R2 (STRMTG) :*
> *Vérifier que la norme NF EN 13452 est spécifiée dans les dossiers de sécurité des prochaines rames de tramway. En particulier, s'assurer que la conception du freinage d'urgence permet d'obtenir des performances différentes selon qu'il est déclenché par le conducteur ou par le dispositif de veille* ». (BEATT, p.42)

est formalisée en janvier 2017 dans le guide « *Fonction de veille des tramways » :*

> « *Le freinage à déclencher par la fonction de veille doit avoir des performances de confort conformes au FU 1 au sens de la norme EN 13 452-1* » (STRMTG, 2017, p. 10).

V.2.3. L'exploitant (RLA) et l'Autorité Organisatrice

Dans le transport urbain le partage des rôles entre l'exploitant et l'Autorité Organisatrice (AO) est assez complexe car celui qui organise le travail, l'exploitant, n'est pas celui qui décide du cahier des charges des matériels roulant. Ce rôle revient, en général, à l'AO.

Dans le cas de Nice, compte tenu du statut d'ÉPIC (Établissement Public à Caractère Industriel et Commercial), nous ne distinguerons pas le rôle effectif de chacun dans les décisions prises concernant la définition du matériel roulant.

Le premier constat que l'on peut faire, à partir du rapport annuel « Sécurité d'exploitation 2015 », sur les FU en général et les FU Veille en particulier, est l'imprécision des causes de FU.

Nombre et origine des FU en 2015

Origine FU	Cause tiers	Manipulateur	Défaut technique	Veille	Porte	Poignée alarme	Sans raison	Total
Total	32	24	8	22	3	3	13	105

(Source RLA)

En effet, la fiabilité de ces statistiques extraites de la main courante informatisée est faible. Les FU « *Cause tiers* » et « *Sans raison* » peuvent avoir pour origine la veille ou le manipulateur. Plus de 40% des FU ont donc une origine imprécise.

Le second constat que l'on peut faire porte sur la forte proportion de FU Veille par rapport à l'ensemble des FU. Même si l'on affecte l'ensemble des FU d'origine « *Cause tiers* » et « *Sans raison* » au manipulateur, le pourcentage des FU Veille est considérable. Ils représentent près d'1/3 des FU Manipulateurs. À titre de comparaison, si l'on prend les statistiques du STRMTG pour les années 2008 à 2013, les FU Veille représentent moins de 3% des FU Manipulateurs.

Même si l'on admet que, pour analyser ces chiffres, il faudrait d'abord analyser la manière dont ils sont produits, comment ces informations remontent du terrain pour s'inscrire dans la main courante informatisée. C'est d'ailleurs vrai pour Nice comme pour le STRMTG puisque la fiabilité des données du STRMTG dépend de la fiabilité des données qui remontent des réseaux. Néanmoins, on peut supposer qu'ils disent quelque chose de la situation niçoise.

En particulier, ces données peuvent indiquer que, effectivement, la commande sensitive de veille est susceptible, du fait de sa sensibilité à la transpiration, de générer des FU Veille.

En l'absence d'enquête précise et d'analyse fine de ces données, il ne s'agit là que d'une hypothèse qui demanderait à être confirmée ou infirmée.

En tout état de cause, les FU Veille ne sont pas des évènements rares. Ce type de FU est connu pour être accidentogène :

> « *Au-delà de l'alarme veille, tant qu'un défaut veille conduira à un freinage d'urgence avec un niveau de décélération de l'ordre de 2,8m/s, nous aurons des blessés à bord des rames, et malheureusement, parfois des morts (cela fait deux en "quelques mois" sur deux réseaux distincts)* » (Responsable Sécurité, RLA, mail adressé au STRMTG, le 24/04/2015, 126/314).

Le réseau de Nice a décidé, avant même la publication du guide « Fonction de veille » par le STRMTG, de modifier son système de freinage pour le mettre en conformité avec la norme NF EN 13452. Lors de la réunion du CHSCT 26 septembre 2017, la direction de RLA a indiqué que la réduction de la puissance de freinage pour un ''FU veille'' est à l'étude depuis mai 2016 et qu'une demande de modification a été déposée auprès du STRMTG.

On ne peut que regretter que cette décision n'ait pas été prise en 2012, à l'occasion des travaux d'allongement des rames.

Comme pour Alstom et le STRMTG, il faut aussi attendre qu'il y ait des morts pour qu'il y ait une prise de conscience du danger représenté par le niveau de freinage associé à la veille. RLA

et l'AO ont décidé de modifier le freinage associé à la veille afin de se rapprocher de la norme NF EN 13452.

Conclusion

Cette conclusion reprend sous forme synthétique l'analyse développée dans ce rapport sur les deux facteurs de l'accident du 11 avril 2015 :

1. Le facteur déclenchant : la vacma.
2. Le facteur aggravant : le freinage.

Le facteur déclenchant :

Le STRMTG, dans son guide « *Fonction de veille des tramways* », reconnaît que la vacma avec sa temporisation brève est une source d'accident du fait du conflit cognitif qu'il introduit dans la conduite.

Le STRMTG reconnaît également, dans ce même guide, que cette temporisation brève au maintien n'a pas de raison fonctionnelle. Il formalise en 2017 une connaissance qu'il avait déjà énoncée en 2004.

Le STRMTG sait, depuis 2009, qu'en cas de tension dans la conduite, phénomène courant en milieu urbain, un conducteur peut être en surcharge cognitive et abandonner les actions de veille. Ce n'est pas une pratique déviante mais une réponse « normale » à une situation de double tâche induite par la conception de la vacma.

Il ne nous appartient pas de décider si le conducteur a eu tort de prêter une attention soutenue à **un conducteur qui sortait de sa voiture** garée dans une rue étroite à proximité de la voie du tramway. Il est facile de décider *a posteriori* qu'il n'y avait pas de risque mais *a priori* c'est une autre histoire quand on conduit un engin ferroviaire de plus de 50 tonnes dans une voie étroite. Tout ce que l'on peut dire, c'est que ce conducteur qui n'a jamais eu d'accident de tramway a fait preuve de prudence et que cette prudence a été prise en défaut par la conception défaillante de ce dispositif de « sécurité ».

De plus, la conception de l'actionneur de veille est susceptible, compte tenu de sa sensibilité à la transpiration, d'avoir contribué à la mise en défaut du conducteur.

Il faut attendre les deux morts de Montpellier et Nice pour que le syndicat patronal des transporteurs publics et ferroviaires, l'UTP, et le service technique de l'État en charge du contrôle de l'exploitation des tramways, le STRMTG, reconnaissent que la vacma est une cause de surcharge cognitive susceptible de créer des accidents.

Le facteur aggravant : le freinage

Alstom exporte depuis 2003 des tramways à Melbourne dont le FU Veille correspond à la norme NF EN 13452.

Alstom déclare qu'il n'y a pas de difficulté à intégrer cette modification dans les tramways Citadis en exploitation pourtant il ne le fait pas ni en 2003 pour Nice ni en 2012 au moment où 15 rames de tramways sont allongées.

Le STRMTG avec son recueil de données aurait dû analyser les causes de la surreprésentation des FU Veille dans l'accidentologie des voyageurs, dont on rappelle qu'ils constituent le groupe le plus important de victimes du tramway.

L'exploitant et l'AO n'ignoraient pas non plus l'importance des FU Veille et leur dangerosité compte tenu des rapports annuels qu'ils produisent sur la sécurité d'exploitation.

Compte tenu de ces différents éléments et compte tenu du fait que suite à ces accidents le réseau de Montpellier s'est engagé dans un processus de suppression de la vacma tandis que le réseau de Nice s'engage dans un processus de normalisation de son système de freinage, il nous semble impossible que l'on puisse retenir, en ce qui concerne l'accident du 11 avril 2015 la seule responsabilité du conducteur parce qu'il aurait « oublié » de veiller.

Il paraît manifeste que ni le constructeur, ni l'exploitant/AO et ni le STRMTG ne peuvent être exonérés de leur responsabilité dans la survenue de cet accident.

Bibliographie

BEA-TT, 2016, Rapport d'enquête technique sur la chute mortelle d'un voyageur dans un tramway lors d'un freinage d'urgence le 3 septembre 2012 à Montpellier (34) (pp. 48). Paris: Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre.

Cail, F., Morel, O., & Aublet-Cuvelier, A., 2011, Quantification des contraintes biomécaniques de 4 conducteurs de tramway de T2C (pp. 66): INRS.

Dessaigne, M.-F., 2009, Synthèse des observations sur l'ergonomie des postes de conduite des tramways des réseaux français. Étude pour le STRMTG (pp. 52): Ergonomos.

Dessaigne, M.-F., 2010, Cahier des charges ergonomiques pour les futurs tramways. Étude pour le STRMTG (pp. 62): Ergonomos.

Doniol-Shaw, G., & Foot, R. (Eds.), 2004, *Travail de conduite et sécurité des tramways : enjeux pour la conception du poste de conduite*. Marne-la-Vallée: LATTS/T2C.

Mouchel, M., Naveteur, J., Miglianico, D., & Anceaux, F., (2015). *Contrôle cognitif et prise de décision en environnement dynamique. Cas particulier de la gestion de la traction et du freinage chez des conducteurs de tramway.* Communication présentée au Huitième Colloque de Psychologie Ergonomique EPIQUE 2015, Aix-en-Provence.

Robert, T., & Vallée, P., 2014, Rapport d'étude : Influence du Jerk sur l'équilibre des passagers,, IFSTTAR) (pp. 36). Marne-la-Vallée: LBMC, IFSTTAR.

STRMTG, 2017, Fonction de veille des tramways. Exigences de sécurité *Guide technique* (pp. 12). Saint Martin d'Hères: Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés.

Annexe 1 : Lettre de demande d'une analyse de l'accident du 11/04/2015 par le syndicat CGT et le CHSCT de RLA

Secrétaire du Syndicat CGT de RLA
Secrétaire du CHSCT de RLA

Robin Foot
LATTS / ENPC
Cité Descartes
6-8, avenue Blaise Pascal
77455 Marne-la-Vallée Cedex2

Nice, le 13 septembre 2017

Monsieur,

Un conducteur de tramway de notre réseau, Pascal Beaudouin, se trouve actuellement poursuivi pour « homicide involontaire » suite à la chute et au décès d'un voyageur consécutif à un freinage d'urgence provoqué par la vacma (veille automatique à contrôle de maintien d'appui). Cet accident s'est produit le 11 avril 2015.

Suite au rapport de l'expert judiciaire, le tribunal a décidé que seul le conducteur devait être poursuivi. Cette décision nous semble ne pas prendre en considération un certain nombre d'éléments qui sont dans le rapport de l'expert et qui seraient susceptibles de donner un autre point de vue sur le déroulement de l'accident. Notre syndicat conteste cette décision qui revient, comme d'habitude, à vouloir faire condamner le seul « lampiste ». Nous avons donc décidé de nous constituer partie civile dans ce procès. Une audience doit avoir lieu en novembre 2017.

Compte tenu de vos travaux sur la vacma et vos recherches sur la conduite d'un tramway, nous vous sollicitons pour que vous puissiez procéder à une analyse de cet accident.

Notre syndicat et le CHSCT s'emploieront pour vous aider, dans la mesure de leurs moyens, dans cette démarche.

Dans l'attente de votre réponse, nous vous prions d'agréer nos meilleurs sentiments.

Pour le syndicat
Guillaume DICHIARA
Secrétaire général CGT R.L.A

Pour le CHSCT
Pierre MORENO/Thibaut LEGAY
secrétaires CHSCT

Annexe 2 : Mail du BEA-TT sur la similarité entre les accidents de Montpellier et Nice

Tuesday, October 10, 2017 at 6:58:00 PM Central European Summer Time

Objet: FW: Accident de Montpellier
Date: mardi 10 octobre 2017 à 18:56:56 heure d'été d'Europe centrale
De: Robin Foot <robin.foot@enpc.fr>

De : "LESOT Jean-Pascal (Enquêteur transports guidés) - CGEDD/BEA-TT" <Jean-Pascal.Lesot@developpement-durable.gouv.fr>
Organisation : CGEDD/BEA-TT **Date :** jeudi 26 mai 2016 à 11:53
À : Robin Foot robin.foot@enpc.fr **Objet :** Re: Accident de Montpellier

Bonjour,

L'accident survenu à Nice le 15 avril 2015 est sensiblement similaire à celui de Montpellier : dans une rame repartant d'une station, un voyageur venant d'y monter et se déplaçant vers l'arrière, aidé d'une béquille, chute en arrière au cours d'un freinage d'urgence. Au sol, son corps continue à glisser et sa tête heurte violemment une barre de maintient. Il s'agit d'un FU VACMA. A l'extérieur, un VL susceptible d'avoir engagé le GLO s'était arrêté quelques instants avant l'arrivée de la rame.

Notre enquête sur l'accident de Montpellier nous a conduit à nous y intéresser, sans toutefois ouvrir d'enquête spécifique. Une procédure judiciaire a été ouverte. je ne peux guère vous en dire plus. Je vous suggère de vous rapprocher de l'exploitant, de l'AOT ou des services de la justice.

Cordialement
Jean-Pascal LESOT

Le 25/05/2016 22:15, > Robin Foot (par Internet) a écrit :

> Bonjour,
>
> Je viens de lire votre rapport qui est précis et documenté. J'ai noté que vous évoquiez un accident à Nice, le 15 avril 2015, avez vous des informations sur les circonstances de cet accident dont je pourrai avoir connaissance ?
>
> Par ailleurs, vous notez (p.27) que le conducteur ne se souvient pas de la manière dont il veillait au moment du déclenchement du FU pourtant le réseau TAM analyse cet accident comme une conséquence d'un maintien prolongé de la veille que le conducteur ne relâche pas car il est pris dans son action de conduite. Le fait qu'il ne relâche pas après que les deux piétons aient dégagé la voie du tram n'est pas incohérent avec le maintien d'un état de stress important suite à la gestion d'une situation potentiellement incidentelle. D'autres événements de même type mieux documentés confirment ce type de scénario. En situation de stress, le maintien de la veille est une action plus probable que le relâchement. L'accident de Montpellier du 12 mai 2010 (tamponnement) montre ce type de situation. Le retour de vacances permet, probablement de comprendre pourquoi l'état de stress a été important.
>
> C'est cette analyse qui a conduit le réseau de Montpellier d'opter pour un système de veille sans relâchement obligatoire en conduite.
>
> Le CHSCT fait la même analyse.
>
> Est-ce pour cette raison que vous écrivez : « *Il peut exister des divergences entre les différentes déclarations recueillies ou entre ces déclarations et des constats ou analyses présentés par ailleurs* » ?
>
> J'ai naturellement regretté que vous ne soyez pas plus explicite concernant la non justification fonctionnelle de cette temporisation absurde, délétère pour la santé des conducteurs et dégradant la sécurité de conduite.
>
> Cordialement
> Robin Foot

Annexe 3 : Témoignage d'un agent de maîtrise RLA, sur un FU Veille

MINISTERE DE LA JUSTICE

cerfa

N° 11527*02

ATTESTATION

(articles 200 à 203 du nouveau code de procédure civile, article 441-7 du nouveau code pénal)

Je soussigné,

NOM : XXXXXXX ☐ Melle ☐ Mme ☒ M.

PRENOMS : XXXXXX

Date de naissance : jour 01 mois XX année 1964

Lieu de naissance : NICE ALPES-MARITIMES
(*ville, département*)

Profession : AGENT de Maîtrise RLA.

Demeurant à : XXXXXXXXXXXXX

Code postal : 06300 Commune : NICE

Lien de parenté, d'alliance, de subordination, de collaboration ou de communauté d'intérêts avec les parties :

☒ OUI ☐ NON *(Cocher la case utile)*

Si oui, précisez lequel : Fiscal TRAMWAY

Sachant que l'attestation sera utilisée en justice, et connaissance prise des dispositions de l'article 441-7 du code pénal, réprimant l'établissement d'attestation faisant état de faits matériellement inexacts, ci-après rappelées :

"Est puni d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende le fait d'établir une attestation ou un certificat faisant état de faits matériellement inexacts".
(cette phrase doit être écrite, ci-dessous, entièrement de votre main)

Est puni d'un an d'emprisonnement et de 15000 euros d'amende le fait d'établir une attestation ou un certificat faisant état de faits matériellement inexacts.

1

Indiquez ci-dessous les faits auxquels vous avez assisté ou que vous avez constatés personnellement :

il y a plusieurs mois, j'ai effectué un suivi sur un wattman Mr [redacted] dans sa cabine tramway ~~cabine~~ coté M2. Au départ de la station Pont Michel après une vingtaine de mètres dans la courbe l'étaine de la veille c'est mise à sonner et le wattman a essayé de la rattraper sans aucun effet ~~de~~ qui entraine un freinage d'urgence (FU). J'ai de suite contacté le PCC pour expliquer cette situation. Après plusieurs vérifications nous avons constaté que ce FU était du à la saleté ou humidité de la veille (manipulateur). Après l'avoir nettoyé nous sommes repartis normalement sans que celle ci ne resonne.

Votre signature :

Fait à : Vice

Le : jour 15 51 mois 09 91 année 2017

PIECE A JOINDRE :

- un original ou une photocopie d'un document officiel justifiant de votre identité et comportant votre signature.

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative aux fichiers nominatifs garantit un droit d'accès et de rectification des données auprès des organismes destinataires du formulaire.

Annexe 4 : Témoignage d'un conducteur tram RLA, sur un FU Veille

MINISTERE DE LA JUSTICE

cerfa

N° 11527*02

ATTESTATION

(articles 200 à 203 du nouveau code de procédure civile, article 441-7 du nouveau code pénal)

Je soussigné,

NOM : [redacted] ☐Melle ☐Mme ☒M.

PRENOMS : [redacted]

Date de naissance : jour [redacted] mois [redacted] année [redacted]

Lieu de naissance : Clichy 92110
(*ville, département*)

Profession : Wattman "Conducteur de Tramway" depuis 10 ans

Demeurant à : [redacted]

Code postal : 06100 Commune : NICE

Lien de parenté, d'alliance, de subordination, de collaboration ou de communauté d'intérêts avec les parties :

☒ OUI ☐ NON *(Cocher la case utile)*

Si oui, précisez lequel : Collègue de Travail

Sachant que l'attestation sera utilisée en justice, et connaissance prise des dispositions de l'article 441-7 du code pénal, réprimant l'établissement d'attestation faisant état de faits matériellement inexacts, ci-après rappelées :

"Est puni d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende le fait d'établir une attestation ou un certificat faisant état de faits matériellement inexacts".
(cette phrase doit être écrite, ci-dessous, entièrement de votre main)
"Est puni d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende le fait d'établir une attestation ou un certificat faisant état de faits matériellement inexacts"

1

Indiquez ci-dessous les faits auxquels vous avez assisté ou que vous avez constatés personnellement :

Il y a plusieurs mois de cela, je conduisais mon Tramway avec un fuseau Tramway avec moi dans ma cabine (fuseau : Agent de maîtrise M2 [redacted] qui me faisait un suivi obligatoire. Donc ce jour là j'ai quitté la station pont Michel en V2 (Voie 2) en journée et après quelques mètres dans la descente d'une courbe à une vitesse d'environ 12 ou 13 km/h l'alarme de la veille de mon manipulateur s'est mise à sonné j'ai donc essayé de rattraper celle-ci en actionnant plusieurs fois avec mon pouce la veille ce qui n'a rien donné et donc ma rame a effectuée un freinage d'urgence (FU) heureusement à petite vitesse. Comme j'avais le fuseau avec moi celui-ci a appelé de suite le PCC pour dire que nous avions fait un FU en exploitation et que nous allions essayer d'en trouver la raison après plusieurs vérifications, nous nous sommes rendus compte que la veille ou bien l'humidité de mon pouce était la cause du "FU". Après avoir nettoyé la veille et mon pouce à l'aide d'un chiffon nous avons pu repartir en exploitation sans que nous rencontrions un autre freinage d'urgence.

Votre signature :

Fait à : NICE

Le : jour 12 mois 09 année 2017

PIECE A JOINDRE :

- un original ou une photocopie d'un document officiel justifiant de votre identité et comportant votre signature.

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative aux fichiers nominatifs garantit un droit d'accès et de rectification des données auprès des organismes destinataires du formulaire.

Annexe 5 : Lettre du PDG d'Alstom au BEA-TT, 11/07/2016

ALSTOM

Tel.: 33 (0)1 57 06 90 00
Fax: 33 (0)1 57 06 96 66
www.alstom.com

Monsieur Jean PANHALEUX
Directeur du Bureau d'Enquête sur les
Accidents de Transport Terrestre
Ministère de l'Environnement, de
l'Energie et de la Mer
Tour Pascal B
92055 La Défense cedex

A Saint-Ouen le 11 Juillet 2016,

Monsieur le Directeur,

Je fais suite à votre courrier du 11 mai 2016 adressé à M. Henri Poupart-Lafarge et auquel je réponds en ma qualité de Président-Directeur Général de la Société ALSTOM Transport SA.

Par votre courrier précité, vous nous transmettiez le rapport d'enquête technique concernant la chute mortelle d'un voyageur dans un tramway lors d'un freinage d'urgence survenu le 3 septembre 2012 à Montpellier (34).

Ce rapport fait état de trois recommandations dont l'une d'entre elles est à destination de la société Alstom Transport. Vous nous avez indiqué, à cet égard, le souhait de recevoir la position d'Alstom sur ce sujet dans un délai de 90 jours. L'objet de la présente est donc de vous faire part de notre position dans le délai requis.

Alstom Transport est favorable à l'examen, en corrélation avec les exploitants et le STRMTG, de solutions de diminution de jerk lors d'un freinage d'urgence déclenché par le dispositif de veille.
A ce titre, nous vous informons que la recommandation R3 a déjà fait l'objet d'applications en service commercial sur du matériel Citadis à l'export depuis 2003.
Cette disposition consistant à n'appliquer les patins magnétiques en freinage d'urgence que lorsque cette fonction est commandée par le manipulateur fonctionne parfaitement sur le réseau de tramway de Melbourne depuis 14 ans.

Nous pouvons à ce titre vous joindre en annexe 1 l'état des travaux sur cette disposition et le rang d'application de cette fonctionnalité sur du matériel neuf et les possibilités d'application sur les flottes de tramways Citadis en service commercial en France.
Nos services se tiennent à votre disposition pour toute demande d'information complémentaire que vous jugeriez nécessaire.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, en l'expression de ma considération distinguée.

Jean-Baptiste Eymeoud
Président-Directeur Général
Alstom Transport SA

ALSTOM Transport SA
Société Anonyme au capital de 343 600 000 €
Siège Social : 48 rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen (France)
389 191 982 RCS Bobigny
TVA Intra : FR 53 389 191 982

ALSTOM

ANNEXE 1

Recommandation R3 (Alstom) :

« Examiner, en lien avec les exploitants et le STRMTG, dans quelle mesure la décélération instantanée et le jerk des rames existantes peuvent être diminués dans des conditions technico-économiques acceptables lorsqu'un freinage d'urgence est déclenché par le dispositif de veille ou par des sécurités techniques sans lien avec un danger avéré et imminent à l'extérieur de la rame. »

Réponse Alstom :

Nous vous confirmons par la présente qu'Alstom est en mesure d'adapter au besoin la fonction frein d'urgence sans patin associé pour les clients le requérant.
Aux fins d'étayer notre propos, vous trouverez ci-dessous un résumé de ce qui est actuellement appliqué sur les deux matériels proposés au titre de la gamme Citadis afin de diminuer les niveaux de jerk.

1. Flotte actuelle Citadis en service commercial (Citadis X02 principalement)

A. Gestion des efforts effectuée localement :

Pour chaque bogie, des rampes d'établissement des efforts des freins électrodynamique et mécanique sont déterminées par l'intermédiaire de valeurs fixes, donc indépendamment de la charge du véhicule et de l'effort à appliquer.
Ainsi tout nouveau réglage visant à diminuer le jerk en freinage serait complexe avec à la clé des résultats variables selon la charge du véhicule et une cohérence difficile à trouver entre les différents efforts des différents bogies. Aucune suite raisonnable ne peut être donnée à cette piste.

B. Traitement particulier de la commande FU veille :

Il est possible de faire évoluer la conception actuelle afin d'intégrer un FU veille sans application des patins magnétiques.
Cette disposition est déjà appliquée sur des projets Citadis à l'export.
Certains marchés récents en cours de réalisation vont bénéficier de cette évolution.
Cette dernière évolution pourrait être appliquée sur l'ensemble des flottes de matériels Citadis en service commercial (modification fonctionnelle avec mise à jour des dossiers techniques concernés) et peut donc être proposée sans difficulté aux réseaux français demandeurs.

2. Matériel Citadis X05 (prochainement mis en service commercial)

A. Détermination centralisée des rampes d'établissement des efforts :

Les principes ont évolué et sont basés sur la détermination centralisée des rampes d'établissement des efforts des freins électrodynamique et mécanique à partir d'une valeur de jerk fixée et réglable, donc intégrant implicitement l'effet de la charge du véhicule et du niveau d'effort à appliquer. Les bénéfices sont les suivants :

- Réglage facilité (1 seule valeur, paramétrable par projet)

ALSTOM

- Détermination à chaque freinage suivant l'effort à appliquer (en fonction de la charge) et le temps de montée de chaque effort (synchronisation de la montée de tous les efforts)
  Nota : les architectures (matériels et logiciels) sont différentes entre Citadis X02 et X05. Ainsi les principes X05 ne peuvent pas être appliqués rétrospectivement sur Citadis X02.

Par ailleurs, la conception du contrôle-commande de ces véhicules a été adaptée afin de clairement séparer les FU1 et FU2 des FU3 et FU4, les performances visées en FU1 et FU2 étant cohérentes avec celles préconisées par la norme EN13452-1.

B. Traitement particulier de la commande FU veille :

La conception du Citadis X05 prévoit en base un FU veille sans application des patins magnétiques. Tout projet issu de cette nouvelle gamme bénéficiera de base de cette évolution.

Table des Matières

Introduction **1**

I. Présentation **3**

I.1. Les faits : **3**
I.2. La rame impliquée **4**
I.3. Le conducteur **4**
I.4. La voiture **5**
I.5. La reconstitution **5**

II. Analyse de l'expert **7**

II.1. Position de l'expert **7**
II.1.1. Le matériel roulant 7
II.1.2. La voiture 7

III. Analyse du facteur déclenchant de l'accident : la Vacma **8**

III.1. La VACMA et la question de la détection de la défaillance **8**
III.2. La fonction de la VACMA **8**
III.3. Le fonctionnement de la VACMA et son rôle insécuritaire **9**
III.4. La voiture ou le piéton, un quiproquo dans l'analyse d'un conflit cognitif entre la conduite et la veille **10**
III.5. Contrôle du freinage et FU Veille : le paradoxe de la vacma **12**
III.6. La veille sensitive et le stress, un dysfonctionnement normal ? **14**

IV. Analyse du facteur aggravant : le matériel roulant et la norme de freinage **17**

IV.1. La référence à la norme et les essais de freinage de 2012 ..... **17**
IV.2. La norme pour le FU Veille devait-elle et pouvait être appliquée ? **18**
IV.2.1. Alstom 19
IV.2.2. Le STRMTG 19
V.2.3. L'exploitant (RLA) et l'Autorité Organisatrice 20

Conclusion **22**

Bibliographie **24**

Annexe 1 : Lettre de demande d'une analyse de l'accident du 11/04/2015 par le syndicat CGT et le CHSCT de RLA **25**
Annexe 2 : Mail du BEA-TT sur la similarité entre les accidents de Montpellier et Nice **26**
Annexe 3 : Témoignage d'un agent de maîtrise RLA, sur un FU Veille **27**
Annexe 4 : Témoignage d'un conducteur tram RLA, sur un FU Veille **29**
Annexe 5 : Lettre du PDG d'Alstom au BEA-TT, 11/07/2016 ..... **31**

Table des Matières **34**