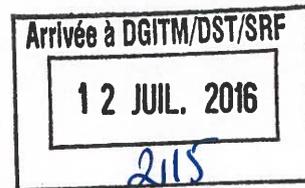


48 rue Albert Dhalenne
93482 Saint-Ouen Cedex (France)
Tel.: 33 (0)1 57 06 90 00
Fax: 33 (0)1 57 06 96 66
www.alstom.com

Nos réf : 056-16/FDH-AI/07.2016
LRAR 1A 129 914 1706 4

SRF1



DGITM
Service DST/SFR1
A l'attention de Monsieur François Poupard
Tour Sequoia
92055 Paris La Défense cedex



Saint-Ouen, le 1 juillet 2016

Objet : recommandation du BEA-TT - votre courrier du 13 mai 2015

Cher Monsieur,

En réponse à votre courrier du 13 mai 2015 demandant à Alstom de répondre à la recommandation du BEA-TT « Prendre en compte dans la conception des matériels de tramway et de leurs bogies la sensibilité des rames au déraillement lors de collisions avec des véhicules routiers », nous avons le plaisir de vous fournir un point de situation des démarches engagées par les équipes d'Alstom pour certaines dès janvier 2015 permettant de satisfaire cette recommandation.

Nous avons travaillé sur la modélisation du phénomène pour mieux comprendre les mécanismes mis en jeu puis sur des améliorations de la conception dont certaines vous ont été présentées en janvier 2016 et que nous rappelons dans le présent courrier.

Nous espérons que ces clarifications vous permettront de constater qu'Alstom poursuit avec le STRMTG et les AOTs les démarches nécessaires à l'amélioration de la sécurité des systèmes de Transport tramways.

Nous restons à votre disposition pour tout complément d'information et vous prions d'agréer, monsieur, l'expression de nos salutations distinguées

François d'HULST

Etat des démarches engagées par Alstom

1. Sensibilité au déraillement et non régression :

Depuis **Janvier 2015**

- Réalisation d'une étude de **sensibilité au déraillement** dont la démarche est explicitée de manière détaillée en pièce jointe (voir présentation Annexe 1 - Etude de définition d'une méthodologie d'évaluation de la non-régression du risque de déraillement). L'orientation initiale donnée à cette étude était une vérification de non régression du comportement de notre dernière génération gamme Citadis au regard des matériels Citadis actuellement en service.
- Cette étude repose sur :
 - o Une **modélisation** :
 - du tramway
 - du véhicule léger venant en collision avec le tramway
 - du comportement crash de ces véhicules
 - de l'interface roue / rail (évaluation des efforts verticaux et transversaux et de leur évolution au moment de la collision)
 - des itérations ont été nécessaires et notamment sur les conditions d'impact (définition de l'impacteur) – Voir Annexe 2
 - o Une **méthodologie** de vérification de non régression (Annexe 1)
 - passant par la modélisation d'un matériel de référence
 - l'établissement de critères impliquant cette vérification
 - o La réalisation de **simulations** considérant différentes configurations de matériel roulant [3] – Annexe 4
 - Le matériel de référence (issu de la gamme Citadis avec bogie Arpège et porte simple derrière la cabine)
 - Des configurations issues de la nouvelle gamme Citadis :
 - avec bogie Arpège et porte à faux motrice augmenté (porte double vantaux derrière la cabine de conduite)
 - avec bogie Ixege et porte à faux motrice augmenté (porte double vantaux derrière la cabine de conduite)
- Cette étude a donné lieu à plusieurs échanges dont avec le STRMTG et portant sur la modélisation, la méthodologie, les résultats obtenus.
 - o Dernier partage en date : présentation des résultats de simulations effectué le 21 Juin 2016 [3]

- Par ailleurs, nous avons aussi partagé avec vos services, le 29 Janvier 2016, le contenu de notre Etude de définition d'une méthodologie d'évaluation de la non-régression du risque de déraillement en précisant que les premiers résultats seront disponibles courant Juin 2016 [2]
- Les premiers enseignements que nous pouvons tirer de cette étude sont les suivants [3] :
 - A. Mécanismes mis en jeu
 - Le comportement dynamique du déraillement (pour tout tramway, tout type de rail) est le suivant :
 - Sous l'effet de la collision la caisse de tête prend un mouvement de lacet.
 - L'effort de collision est transmis au niveau de l'étage de la suspension secondaire.
 - Principalement sous l'effet des butées secondaires, le bogie de tête se met alors en crabe et la roue avant gauche monte sur le boudin, puis déraile.
 - B. La nouvelle gamme Citadis se comporte très légèrement mieux que la génération précédente.
 - Notamment pour le rail 41GPU
 - Concernant la sensibilité des résultats à des évolutions de paramètres intrinsèques au matériel roulant :
 - En dehors de la vitesse d'impact qui est un paramètre majeur, l'évolution de certains paramètres (par exemple, empattement bogie, positionnement des butées caisse / bogie, porte à faux du véhicule, ...) n'a pas d'impact significatif sur les résultats si on analyse de près les configurations techniques avec bogie Ixege et Arpège.
 - Nota important sur les résultats de calculs : en l'absence de calage possible entre les calculs théoriques et la réalité, les vitesses de collision menant à un déraillement ne doivent pas être considérées en absolu mais en relatif en comparant une configuration technique matériel roulant vis-à-vis d'une autre.

2. Amélioration de la conception :

- Au titre de la revue du 29/01/2016 entre le BEATT, le STRMTG et ALSTOM, nous avons partagé des axes de progrès possibles à moyen et long terme ; Ces axes de progrès ne peuvent pas être supportés seulement par le constructeur et devraient être spécifiés.
- **2.1 Au niveau Matériel roulant :**
 - **Amélioration de la visibilité** afin d'anticiper et adapter en conséquence la vitesse du matériel,
 - Elargissement des angles de vision au regard de la conception de la cabine (Guide STRMTG – Cabine de Conduite) – Pris en compte pour la nouvelle gamme Citadis.
 - Système d'aide à la vision périphérique (ou vision « 360° ») – Nous débutons des investigations depuis Mai 2016 – Disponibilité : **Moyen / long terme**

- **Contrôle de l'état de vigilance de l'agent de conduite** permettant d'anticiper et adapter en conséquence la vitesse du matériel (technologie dérivée de l'automobile) – Disponibilité : **Moyen terme**
- **Système de détection d'obstacle** et d'assistance à la conduite :
 - Détection d'obstacle en proximité du matériel roulant (alerte en cabine et mise en freinage du matériel). Des premiers travaux ont été menés sur Bordeaux mettant en œuvre une solution hybride (combinaison d'un radar et d'une caméra). Nous réengageons des travaux sur 2016 / 2017 (évaluation technologie et essais). Disponibilité : **Long terme**.
- **Diminution des efforts verticaux** en cas de collision par application des **patins magnétiques** avec mise en butée (suppression des jeux résiduels verticaux en position baissée)
 - Faisabilité de principe réalisée récemment à la demande du Sytral : Au regard du mécanisme conduisant au déraillement du tramway et des caractéristiques techniques des patins magnétiques (64 kN), en théorie, un gain de vitesse de l'ordre de 2 km/h sur la vitesse d'impact est observé (ceci en comparant deux configurations techniques : avec / sans évolution de la cinématique des patins magnétiques). Toutefois les potentiels effets induits sur la fatigue des organes ne sont à ce jour pas vérifiées et nous poursuivons donc nos études.

2.2 Au niveau Système :

- Par ailleurs, la problématique « déraillement » doit être aussi analysée sous un angle « Système » au regard des conditions opérationnelles concourant à un déraillement, ainsi d'autres leviers peuvent être envisagés pour éviter ou limiter les conséquences d'un déraillement :
 - Amélioration / suppression des angles morts au niveau des zones de croisement
 - Limitation de la vitesse en approche de zones accidentogènes :
 - Mise en place de coussins berlinois pour les VL
 - Mise en place d'une surveillance de la vitesse du matériel roulant (tramway) en approche de carrefours jugés sensibles
 - Détection et signalement de véhicule VL ne respectant pas l'état des feux de circulation
 - Caractéristiques de la voirie afin de limiter le déplacement du véhicule dérailé