



Perte d'objet sous caisse : Présentation de l'analyse de la perte de frotteur au niveau des aiguillages RTM



Journées d'échanges tramway et métro – 11 et 12 juin 2025



Thierry RAMIREZ Responsable Pôle Formation Méthode et Sécurité tramirez@rtm.fr
Azza TLILI Responsable Département Sécurité Système de Transport atlili@rtm.fr

RTM



- i. Contexte du métro à Marseille
- ii. Perte d'Objets sous-Caisse
- iii. Evènement du 07/02/2025
- iv. Synthèse



1. Contexte du métro à Marseille



Rappels;

- ✓ Le réseau de Marseille au niveau du métro se compose de 2 lignes M1 et M2 :
 - **M1 de 12,7km** dont 2.8 kms en partie aérienne
 - **M2 de 9,2 Km** dont 1.6 kms en partie aérienne
- ✓ Le parc actuel est constitué de 35 rames **MPM76** ;
- ✓ Actuellement, le projet **NEOMMA** est **en cours** de déploiement par Objectif
 - Remplacement du MR **MPM76** existant par **NMR**
 - Nouvelle technologie, **CBTC** (U400) d'Alstom + **Installation des Façades de Quai**



2. Perte d'objet sous caisse - Rappels



Le Déraillement de 2018 et les conclusions du BeATT

🚂 **Le vendredi 21 décembre 2018, à 8h25, une rame de la ligne 2 du métro de Marseille déraile d'un bogie**, juste après son départ de la station terminus Sainte-Marguerite Dromel en direction de Bougainville.

🔍 Causes:

❑ La Casse d'un frotteur négatif de l'un des bogies de la B14 due à un **choc avec un AdV**
Ayant causé la Chute au cœur de l'aiguillage, provoquant la sortie de voie d'un essieu

📋 Conséquences :

- ❑ Interruption du trafic
- ❑ Sur la centaine de passagers présents, 15 blessés légers
- ❑ Retrait définitif du service de la B14

❑ **3 recommandations* de sécurité émises par le BEA-TT**



RECOMMANDATIONS



• **Le rapport BEATT conclut que** 2 facteurs ont contribué à l'avènement de l'accident :

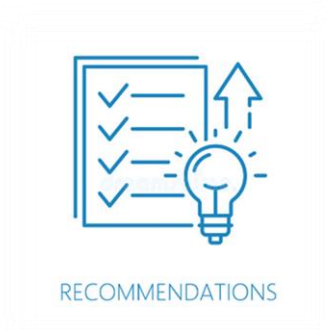
- la **non-évaluation du risque d'interaction entre la voie et la pièce du bogie lors de la conception**, et de ce fait, **l'absence de prescription de maintenance des aiguillages** prévenant l'évolution de ce risque ;
- la **non-identification de la récurrence des casses antérieures** de cette pièce comme précurseur d'un danger pour la sécurité.

2. Perte d'objet sous caisse – Rappels



*3 recommandations et 2 invitations :

✓ **Recommandation R1** à l'attention du (STRMTG) :
Inciter les porteurs de projet de métro, et à travers eux les constructeurs de matériel roulant et fournisseurs d'éléments de la voie, à traiter dans l'analyse préliminaire des dangers, le risque de perte d'un composant susceptible d'engendrer un déraillement et à y intégrer l'identification des composants potentiellement concernés et les mesures adéquates en conception et en maintenance. S'assurer lors de l'instruction des dossiers réglementaires des nouveaux projets de métro que ce risque a fait l'objet d'une attention particulière. En particulier, demander la fourniture d'une étude des interfaces statiques et dynamiques entre la voie et les frotteurs négatifs ou de masse pour tout nouveau matériel roulant et/ou nouvel appareil de voie de métro à pneus.



✓ **Recommandation R2** à l'attention de (RTM) :
Identifier tous les composants des matériels roulants du métro de Marseille pouvant présenter un risque de déraillement suite à la chute à la voie de ces composants et traiter le risque

✓ **Recommandation R3** à l'attention de (RTM) et de la société **Vossloh** : S'accorder et finaliser les procédures de maintenance de la voie et du matériel roulant permettant de traiter de façon satisfaisante les risques liés à l'interface entre la voie et les frotteurs négatifs ou de masse du matériel roulant.

RTM



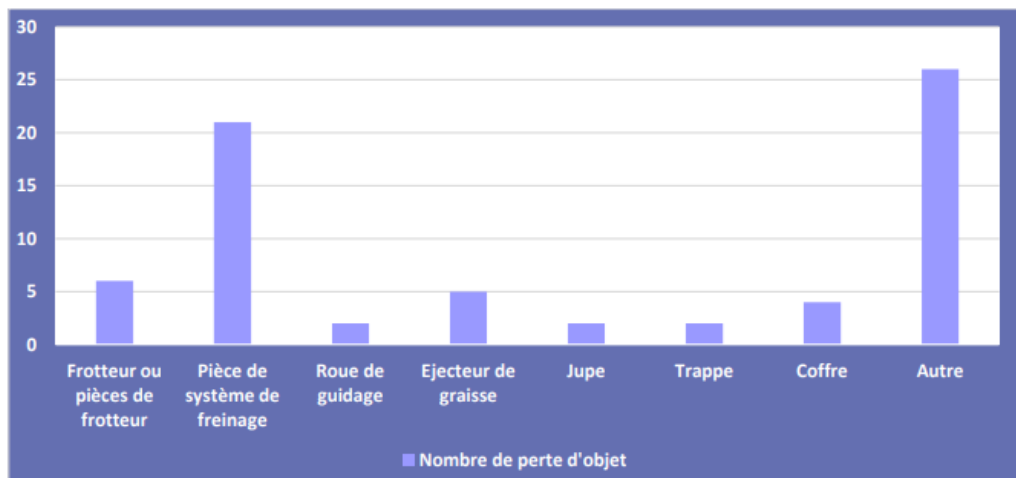
✓ **Invitation 1** : Le BEA-TT invite la RTM à formaliser dans son Système de Management de la Sécurité les modalités de suivi et de traitement de la perte en ligne de tout constituant du matériel roulant.

✓ **Invitation 2** : Le BEA-TT invite le STRMTG à sensibiliser les exploitants de métro au risque de perte de toute pièce d'un matériel roulant, au suivi de ces pertes, leur analyse et leur traitement en tant que précurseurs.

2. Perte d'objet sous caisse – Rappels



Graphique 34 : indicateur du nombre de perte d'objets sous caisse par type d'objet en 2023



Extrait Rapport annuel événements métro 2023 du STRMTG

Recommandations STRMTG

- ☐ Les exploitants de métros et RER doivent constituer un inventaire des objets sensibles identifiés par le constructeur ou par le retour d'expérience des dernières années.
- ☐ La perte d'un objet non encore référencé conduit à mettre en place une évaluation du risque associé.
- ☐ Le suivi statistique des éventuelles chutes de ces objets sensibles, ainsi que les actions préventives et correctives mises en œuvre, sont capitalisés dans le RASE.



RECOMMANDATIONS

2. Perte d'objet sous caisse – Rappels

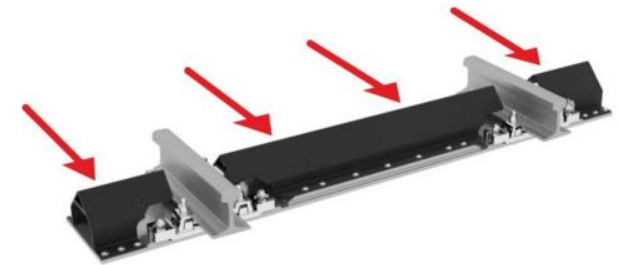


Le Déraillement de 2018 et quelques actions RTM

Actions effectuées



- ❑ La Voie a effectué des **actions correctives** pour éliminer tout angle saillant ou toute usure différentielle de la pointe de cœur et des pattes de lièvre dans les aiguillages.
- ❑ Le **nouveau plan de maintenance Vossloh** intègre des Compléments sur les valeurs d'usures des rails + des valeurs d'usures des cœurs + Compléments concernant les frotteurs négatifs ou de masse + Compléments sur les rechargements des cœurs
- ❑ Une **surveillance renforcée mensuelle** a été mise en place sur les cœurs 13 STM, 81B ZOC et 91A ZOC afin de suivre l'évolution des usures, une traçabilité est également mise en place pour suivre les actions de meulage ou rechargement.
- ❑ **Test supplémentaire installé au niveau de station RPP** permet de détecter une éventuelle perte de frotteur en amont du terminus Ste Marguerite
- ❑ Un système de **détection de pièces traînantes** (DTP Clearsy) est installé au niveau de l'arrière gare de Ste Marguerite. Ce système a pour but de détecter, sur la manœuvre de retournement, la perte d'une pièce



Actions toujours en cours

- ❑ Indicateurs du déraillement STM pris en compte par les systèmes concernés quotidiennement et suivi tous les mois au COPIL Sécurité :
 - ✓ **Détection Défauts frotteurs – Test TPFG Objets trouvés sur la voie**
 - ✓ **Objets perdus sur la voie**
 - ✓ **Suivi d'usure des AdV**

2. Détaillage 2018 et actions en cours



Exploitation



MR



Voie



Sécurité

En cas de **perte frotteur avérée**, la rame concernée est réformée et le **parcours de voie est fait dès que possible hors exploitation**.

1. PEM.172 défaut frotteurs (fichier 256) qui concerne la marche à suivre en cas de détection d'un défaut frotteur au niveau des 3 capteurs à LRM, GEZ & RPP ;
2. PEM.174 Indisponibilité des tests frotteurs (fichier 258). qui détaille ce qui doit être fait en cas d'indisponibilité des tests, pour chacun des tests
3. PEM.173 Défaut gabarit qui traite de la détection de pièces trainantes du test de STM (Fichier 257)

Les frotteurs font l'objet d'une **vigilance accrue au niveau de la maintenance MR** - procédure applicable **PRO-GE-030 « Contrôle et Suivi des frotteurs »** qui a été validée et déployée suite au rapport BEA-TT pour un suivi spécifique des frotteurs.

+
La perte avérée est tracée et suivi dans les fichiers Excel (Pièces perdues ou Pièces retrouvées sur la voie, selon la détection de la perte. + Analysée via FDSI

Les Pièces trouvées sur la voie sont rigoureusement suivies selon le mode opératoire [MO677_ Pièce ou fluide trouvé sur la voie métro]

➔ Dès qu'un objet est trouvé sur la Voie par les équipes opérationnelles, le CSR est immédiatement appelé avec ramassage immédiat de l'objet (pouvant appartenir à MR) et mis à disposition au Resp. hiérarchique . Un PV est également complété

+ d'une **vigilance accrue au niveau de la maintenance des Appareils de Voie**

Suivi de la perte des frotteurs au niveau du COPIL de Sécurité mensuel « **indicateur de suivi de déraillement STM** ».

• **DATE :**

• **LOCALISATION :**

- STATION :
- KM :
- VOIE :
- FILE :
- Autre information :

• **OBJET :**

- NATURE :
- DESCRIPTION (Endommagé/Cassé/etc) :

• **PHOTO :**

• **INFO COMPLEMENTAIRE :**

3. Evènement du 07/02/2025



- Le 07/02/2025 Evènement notable 7.3 Arrachage d'une semelle frotteur négatif rame A04

Déroulement de l'évènement:

- **20h10 déclenchement du détecteur pièces trainantes situé sur le CDV23 de STM** au passage du MR A04.
Le conducteur ayant ouvert ses portes, l'ordre d'évacuer son train lui est donné par le gestionnaire trafic.
La Commande automatique des itinéraires est désactivée sur Sainte-Marguerite et Gèze pour la rame en défaut.
- **20h14** la rame A04 remonte HLP jusqu'au terminus principal en MP sans dépasser la vitesse de 25 km/h sur tous les itinéraires équipés d'appareil de voie qu'elle rencontre. – **Train réformé au terminus principal**
→ **Demande retour en urgence de la maintenance MR sur une casse éventuelle ou une pièce manquante.**
- **20h17** Il est demandé au train suiveur, A11 de porter une attention toute particulière au passage des appareils de voie et d'adapter sa vitesse afin de pouvoir arrêter son train avant toute pièce éventuellement présente, sans jamais toutefois dépasser la vitesse de 25 km/h sur les itinéraires équipés d'appareils de voie.
- **21h00** Visite des voies ARG STM réalisée par les gradés de ligne : Ils ne trouvent rien.
- **21h26** Visite des voies AVG STM réalisée par les gradés de ligne : Ils trouvent **une pièce métallique après les aiguilles 21 sur V2** (contre rail externe). Les équipes du MR confirment d'après les photos qu'il s'agit d'une **semelle frotteur**.
- **21h35** Prise en compte de la rame par les CMV sur ZOC. Cette dernière est déplacée par leurs soins de G2B au hall de visite de ZOCCOLA, après contrôle depuis la voie de l'ensemble des frotteurs de la rame.
 - ✓ Après l'arrivée du train dans le hall de visite, les CMV indiquent qu'un bras de frotteur a été perdu entre la position de garage et le hall. Ce **bras de frotteur sera retrouvé plus tard sur dans l'aiguille 43C**
 - ✓ L'astreinte voie dépêche des agents sur STM

3. Evènement du 07/02/2025



Conséquences :

- ☐ 10 minutes d'arrêt d'exploitation
- ☐ Appel aux astreintes DMTR/VOIE/MR
- ☐ Intervention des équipes toute la nuit incluant une visite de toutes les ZM de M2.



Analyse du Matériel Roulant :



- ☐ *Frotteur incriminé ligne 5 – avant gauche motrice N*
- ☐ *Points de fixations liant bras à la semelle ont cassé*

— Frotteurs de masse
— Frotteurs négatifs



- ☐ *Etude RATP demandée : Rapport [ERT_RTM] MB15 – Lignes 1 & 2 – Visualisation et analyse du comportement dynamique des frotteurs reçu le 08/04/2025 : Analysé et transmis à la voie qui avait déjà traité les 2 défauts les 06/03/2025 et 20/03/2025.*

3. Evènement du 07/02/2025



Analyse de la Voie :



Transfert cœur
patte de lièvre
conforme après
meulage

- ❑ Parcours de voie entre rond-point et Sainte-Marguerite V1 V2 + Expertise des ADV 11/21/13/23. ➔ Morceau de support de frotteur au niveau de la pointe de l'ADV 23 PK 4850 file extérieure. Anomalies détectées : traces de frotteurs en voie déviée après le cœur de l'ADV 23, file intérieure ainsi que des traces de frotteurs en voie directe sur les ADV 23 et 21, file extérieure.

➔ défaut de transfert du cœur-patte de lièvre en voie déviée a engendré un choc au passage de la lacune, sur le côté du frotteur au niveau du sillon.

- ❑ Cet appareil de voie ne fait pas l'objet d'un suivi particulier, issu des expertises déraillement 2018, par conséquent la maintenance se fait sur la base des préconisations constructeur, reprises dans le RSE.

- ❑ Le choc et la casse sont dues à une différence d'usure entre le sillon au niveau de la pointe de cœur et le sillon au niveau de la patte de lièvre. **Ces usures n'étaient pas hors tolérance.** (Le manuel de maintenance Vossloh préconise 5 mm de différence d'usure maximum entre la patte de lièvre et la pointe de cœur. Au moment de l'évènement, cette différence d'usure est de 3mm, et 5mm au niveau des sillons.)



Impact
Frotteur

3. Evènement du 07/02/2025



Analyse de la Voie :



Transfert cœur
patte de lièvre
conforme après
meulage

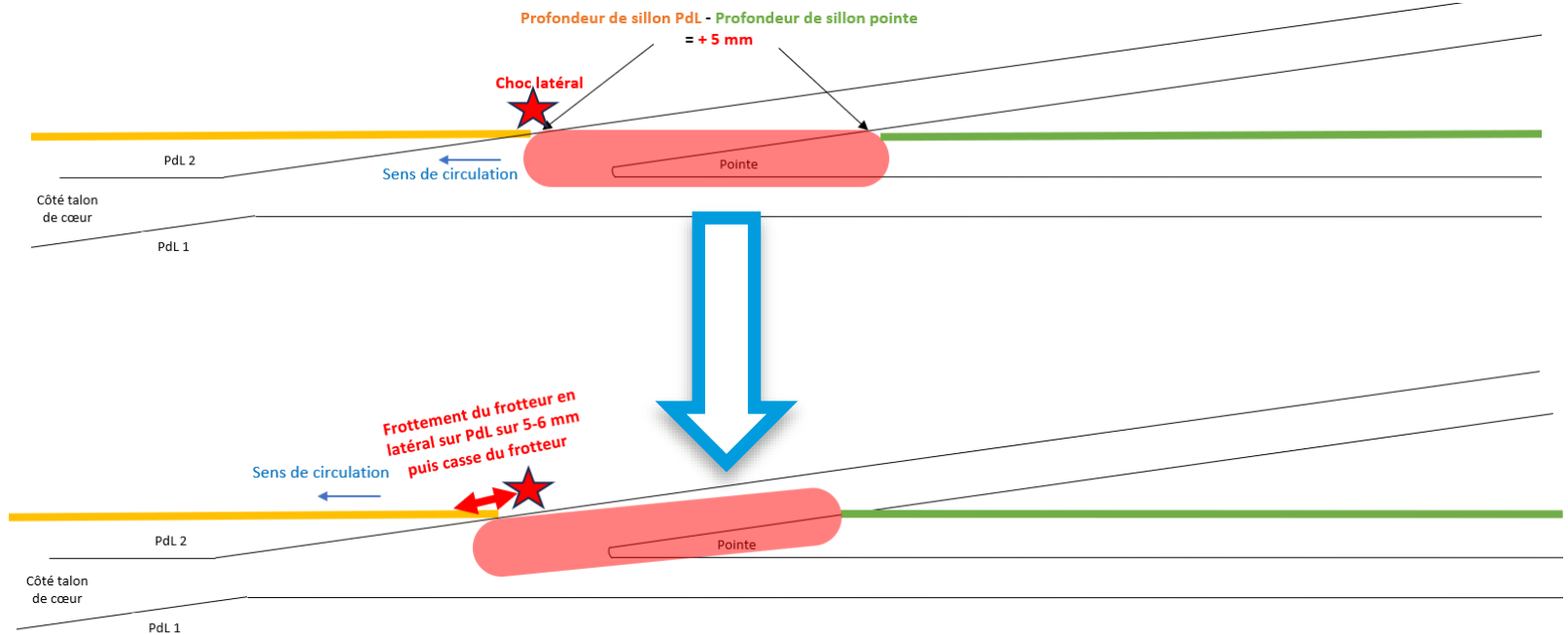
- ❑ Les évènements de 2018 et celui-ci sont totalement indépendants : la casse frotteur du déraillement avait eu lieu au niveau du bras de frotteur, celle-ci a eu lieu au niveau des fixations de la semelle du frotteur négatif. Le bras de frotteur est toujours présent.
- ❑ ***Un meulage a été réalisé pour que le transfert cœur/patte de lièvre soit remis à un niveau conforme. Les différences d'usure sont ainsi réduites et quasi nulles, ce qui annule le risque de choc. Les circulations ont pu reprendre normalement.***
- ❑ Une deuxième équipe a fait un parcours de voie entre Bougainville et G2 afin de trouver le support du frotteur + expertise des ADV 81A/91A/11GB/21G/13GA/13GB/23GA/23GB.
Aucune anomalie détectée sur ces ADV.
Le support du frotteur est retrouvé au niveau de l'ADV 43C Zoccola PK 3996. (cette pièce a été perdue après la visite du train par le MR, entre le hall de visite et G2, lors de l'acheminement de la rame vers l'atelier).
- ❑ ***Rédaction d'un Dossier d'intention qui sera envoyé au STRMTG*** incluant Rapport expertise Vossloh reçu qui valide les choix de contrôles



Impact
Frotteur

Comprendre le choc du 06/02/25

- Choc du à la différence de profondeur de sillon :



11/06/2025

Modifications qui seront implémentées

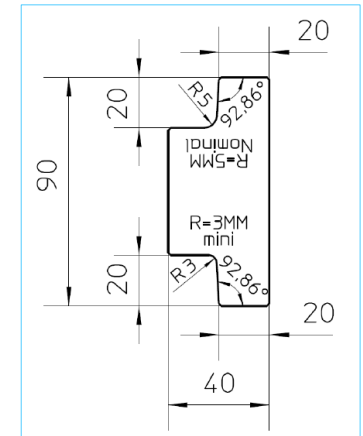
- Modifications nécessaires suites à la perte frotteur du 06/02/2025 :

1) Evaluer la **différence de profondeur entre sillon pointe et le sillon PdL** par le passage de la règle de rectitude soudeur (ou Pouget), règle représentative d'un frotteur avec corne



2) Evaluation **du rayon R avec le « gabarit Vossloh »** avec 2 valeurs de contrôle (rapport de début 2025) :

- R = 3 mm mini (valeur d'intervention : réparation par meulage)
- R = 5 mm nominal

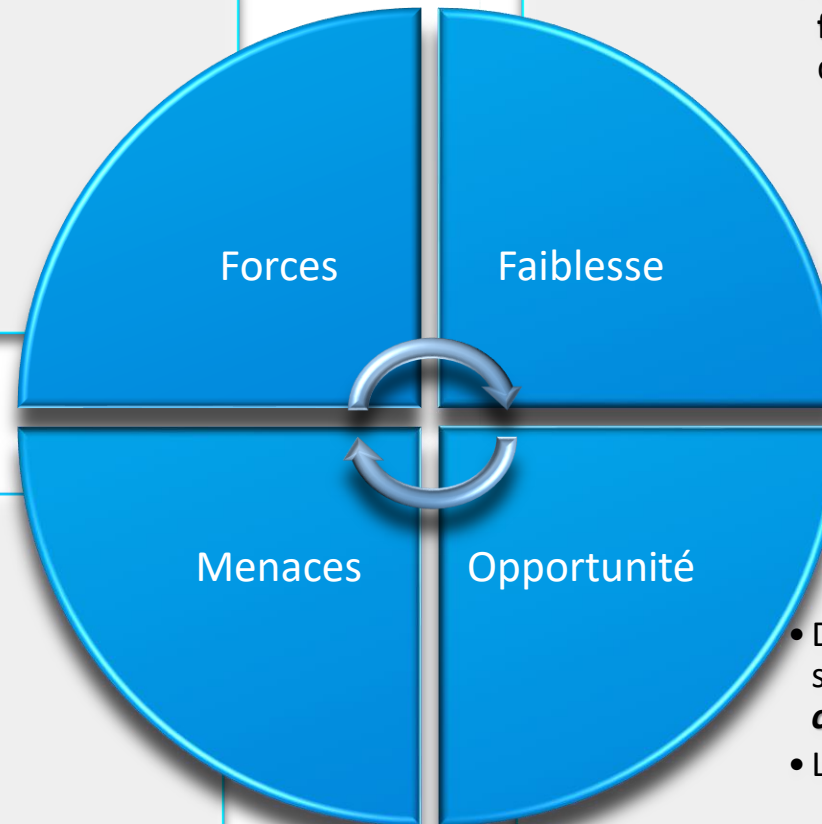


3) Optimiser le contrôle en passant de relevé profilomètre à des contrôles **règle + outils mesures** :

- Profilomètre : adapté à un faible nombre d'AdV, mais nécessite un post-traitement par un autre technicien
- Règle et des outils mesures : un contrôle plus rapide et en direct, des avantages :
 - Moins chronophage
 - Résultats immédiats si OK/NOK (pas de post-traitement)
 - Intégration à la surveillance systématique des AdV (1 fois/an utilisant les mêmes outils)



4.Synthèse



- **Expertise** Voie et MR ayant permis d'identifier rapidement avec certitude les causes de l'arrachage de la semelle.
- **Intervention rapide** des différents systèmes : Exploitation, MR et métro pour s'assurer de la reprise en sécurité

- La détection de « **signaux faibles** » pour anticiper ces pertes d'objets

- **Modifications (Interfaces) à venir** sur le système

- Dossier d'Intention qui sera soumis pour **améliorer les contrôles des AdV**
- L'arrivée de **NEOMMA**

Merci pour votre attention !

