

# RAPPORT SUITE AUX INCIDENTS CATENAIRE DES 6 ET 7 DECEMBRE 2016

**CONTEXTE, EXPERTISE ET PLAN D'ACTION**

16/12/2016

# SOMMAIRE

## 1. SYNTHÈSE DU RAPPORT

## 2. AVIS DES EXPERTS INDÉPENDANTS

- + M. JEAN PAUL MENDEL, EXPERT NATIONAL
- + M. URS WILI EXPERT CATENAIRE INTERNATIONAL (SUISSE)

## 3. PLAN D' ACTIONS

- + RECOMMANDATIONS CONSÉCUTIVES À LA SÉRIE D'INCIDENTS
  - Suite à l'incident d'Aulnay :
  - Suite à l'incident au PK 1 :
  - Suite à l'incident voie 36 :
  - Recommandation communes :
- + ACTIONS DE FOND DÉJÀ ENGAGÉES

## 4. MISE EN ŒUVRE DE SOLUTIONS INNOVANTES POUR AMÉLIORER LA MAINTENANCE

- + DESCRIPTION DE LA SURVEILLANCE CATENAIRE D'AUJOURD'HUI
- + DESCRIPTION DE LA SURVEILLANCE PANTOGRAPHE ET CATENAIRE DE DEMAIN
  - CAFEINE
  - CAMESCAT
  - SURCA

SURECAT

UFM160

+ DESCRIPTION DE LA PROSPECTIVES POUR L'AVENIR

## **5. CONTEXTE**

# 1. SYNTHÈSE DU RAPPORT

Les incidents objet de ce rapport ont eu un fort impact sur la clientèle. La cause de chacun d'entre eux était complexe à déterminer. Aussi une « task force » a été constituée avec pour mission de comprendre les faits pour en déterminer les causes et donc les actions à lancer.

## *Le travail de la task force*

Le travail de détermination des causes et de la bonne compréhension de ces incidents a été attribué à une task force. Ce groupe ad'hoc est composée d'experts d'origine tant du matériel roulant que de l'infrastructure électrique, eux-mêmes compétents dans l'ingénierie de maintenance, de la conception et le suivi de la réalisation de travaux. Il a été appuyé par des contributeurs intérieurs et extérieurs au groupe SNCF dont certains de la RATP, aux compétences reconnues qui ont amené les éléments d'enquête et placé l'impact de chacun d'entre eux dans le déroulé des incidents.

## *L'indépendance des incidents*

La complexité de la recherche tient au fait que, en première étape, une corrélation a été recherchée à la vue de l'enchaînement temporel et géographique des incidents. Leur analyse groupée puis décollée a permis d'identifier les causes réelles, au cours de l'assemblage des données.

L'agrégation des relevés et observations sur le terrain, des relevés de maintenance effectuée tant sur les trains (toiture et pantographes) que sur les caténaires, des informations sur les déclenchements aux sous stations, sans oublier la connaissance historique d'experts sur le comportement des pièces incriminées a permis de montrer que chacun des trois incidents est parfaitement indépendant. Leur coïncidence sur une période de moins de 48 heures et sur un même territoire (avant gare de Paris Nord et sa branche banlieue du RER B) relève des règles de la probabilité.

## *Les causes*

L'indépendance des incidents se vérifie par le fait que les causes sont d'origine diverses.

- L'incident de Sevrans/Aulnay est dû à un défaut du pantographe de la rame. Défaut dont l'origine remonte à plusieurs jours, voire semaines précédant le 6 décembre. Ce pantographe subit une légère avarie suite à un premier choc non détectable. Sa dégradation se poursuit avec l'utilisation de la rame en service et finit par un processus de destruction très accéléré conduisant à l'arrachement. Le fait que les premiers symptômes de cette destruction accélérée soient révélés sur l'infrastructure en tunnel ne change rien au processus qui conduisait à l'arrachement. Le travail commun avec la RATP a permis de progresser sur l'enquête.
- L'incident du point kilométrique 1 à la Gare du nord dans une communication entre deux voies contigües est dû à une pièce mise en œuvre sur le réseau depuis une vingtaine d'années et dont il manquait une goupille. Cette goupille n'a pas de fonction particulière de maintien, juste de l'intégrité de l'attache. Le passage incessant de pantographes aux caractéristiques diverses, (du la diversité des matériels roulants empruntant l'itinéraire concerné), les efforts mécaniques liés à ceux-ci, la tension mécanique des fils rappelés (tenus par un bras) font que la pince objet de l'incident s'est lentement désolidarisée. Le train suivant a donc vu son pantographe échapper aux fils de contact de la caténaire.
- Le troisième incident, sur une zone avec beaucoup de communications, se déroule sur un site dont la complexité de montage de la caténaire est remarquable (zone à proximité immédiate des quais de la gare du Nord). Néanmoins, l'incident mettant en cause un *isolateur de section*, appareil dans la caténaire permettant d'isoler électriquement deux caténaires adjacentes, n'a pas dégradé les autres caténaires alentour. Cet incident reste à

ce jour inexplicable dans ses causes originelles. Le processus de dégradation lors du passage du train se comprend, il est dû à un choc du pantographe sur un patin de l'isolateur de section dont l'assiette était penchée suite à une cassure de suspension. Ces appareils sont réputés fiables et solides. Le mode de défaillance conduisant vers l'incident n'est pas encore déterminé et fait l'objet d'investigations complémentaires.

#### *Les règles de maintenance et leur application*

Les règles concernant la maintenance des pantographes comme des installations fixes sont pertinentes et ont été parfaitement appliquées. Elles ne sont pas remises en cause par ces incidents. Concernant le matériel roulant, aucune remarque n'est à formuler sur les politiques de maintenance appliquées tant par la RATP que par Transilien ou TER SNCF. Côté infrastructure, l'île de France fait l'objet d'une politique de maintenance renforcée. Les incidents constatés sont, selon toute vraisemblance, indépendants de la politique de maintenance. Néanmoins, des opérations de vérifications ou contrôle complémentaires sont proposées.

#### *Les recommandations*

Les recommandations sont issues des experts extérieurs et de l'expertise interne SNCF. L'avis des experts indépendants montre la cohérence de l'analyse fournie et indiquent que les recommandations formulées par SNCF sont pertinentes. En revanche, ils proposent d'aller plus loin dans ces recommandations, avec d'une part la recherche approfondie du mode de défaillance et de traces de contournement sur les IS en plus des usures des suspensions pour M. Wili. Pour M. Mentel, la suggestion de pérenniser l'utilisation de cornes peintes sur les archets, ce qui permettrait de rendre plus simple et efficace la surveillance sommaire des pantographes et ainsi alerter sur des dérèglements caténaux avant que ceux-ci ne puissent engendrer des incidents. Ce dernier suggère également de reprendre la réflexion sur la compatibilité aux limites du passage de pantographes à bandes indépendantes dans des montages caténaire complexes (cas de l'incident du point kilométrique 1 à la Gare du nord).

Les recommandations sont classées suivant l'urgence et la temporalité de mise en œuvre. Nous pouvons citer quelques actions emblématiques, simples et efficaces à mettre en œuvre :

- A très court terme, des vérifications de type « contrôle » s'imposent, sur les pantographes (attaches d'archets, vérification de l'absence de chanfreins), sur les caténaux (vérification de présence de goupille de pinces depuis le sol, vérification de l'intégrité de suspension des isolateurs de section), vérification de la conformité de certains montages aux plans de principe et amélioration de ceux-ci le cas échéant.
- A moyen terme, les derniers produits développés par la filière industrielle ferroviaire et déjà testés permettront une meilleure surveillance des trains et de l'infrastructure. Citons la surveillance automatique de l'intégrité des archets de pantographe, la généralisation de la mise en œuvre de systèmes enregistreurs de données électriques en sous station.
- Les études et le développement de systèmes et procédures permettant la réduction du domaine privé de tension électrique lors d'incidents constitue un axe de travail essentiel pour permettre le redémarrage rapide de la circulation et réduire l'attente des clients.
- A court et moyen termes également, le programme de régénération arrêté par SNCF-réseau doit être poursuivi :
  - o par la régénération de la caténaire et de ses composants, notamment dans les zones les plus circulées.
  - o il permettra de préserver les performances des voies, et donnera des marges de manœuvres aux mainteneurs, aujourd'hui trop sollicités par une surveillance renforcée des infrastructures.

Sur le long terme, les actions déjà engagées sont indiquées. L'utilisation des dernières technologies numériques permettra un contrôle régulier et systématique des caténaux.

La synthèse technique des incidents est reprise dans le tableau qui suit :

Incidents	Train impliqué	Constatation	Hypothèse la plus probable	Remarque	Age de la caténaire	Date de la dernière maintenance caténaire
<b>Incident d'Aulnay 8h43 6 déc.</b>	MI79 en UM2	Caténaire arrachée au niveau d'un équipement d'aiguillage et endommagée sur 2 à 3 km en amont (à partir du tunnel de Sevrans PK 17,46)	Le troisième pantographe du train a subi un choc les jours précédents, et s'est retrouvé incliné, comme l'atteste l'usure constatée de la bande carbone en chanfrein. Ce pantographe n'engageait pas véritablement le gabarit puisque le train a circulé à de nombreuses reprises, mais a heurté un élément de la caténaire dans le tunnel de Sevrans, en raison de son armement à encombrement réduit, plus sensible aux dérèglements des pantographes. Il a ensuite occasionné l'arrachement à Aulnay.	Collaboration constructive avec la RATP faisant l'objet d'une réunion le 12/12/2016 et de nombreux échanges permettant d'enrichir les analyses.	40 ans	Tournée environnement le 5/12/2016  Tournée en hauteur été 2016
<b>Incident Aiguillage RM/DM Gare du Nord 13h08 7 déc.</b>	TER 2N N G Z26500 4 caisses	Enfourchement dans une zone aiguillage entre les voies RM/DM	Enfourchement consécutif à la désolidarisation du fil par rapport au bras de rappel de la voie déviée	Le réglage de la géométrie n'est pas en cause.	23 ans	VTE Aiguillage le 15/10/2016
<b>Incident Voie 36 Gare du Nord – 23h15 7 déc.</b>	Z2N20500 en UM2	Caténaire arrachée en aval d'un isolateur de section endommagé.	Désolidarisation d'une des suspensions de cet IS après le passage du premier pantographe, entraînant son déversement amenant un patin sous le plan de contact. Suite à quoi le pantographe tape dans le patin ce qui conduit à l'arrachement.	Ce modèle d'IS, très fréquent sur le RFN, est très peu générateur d'incidents.	57 ans Tous les IS de la zone, du même âge sont en bon état	Dates des VTE sur les trois IS de la zone : IS 10V/7V : 08/03/2016 IS 7V/90 : 03/11/2016 IS 90/92 : 04/11/2016

## 2. AVIS DES EXPERTS INDEPENDANTS

Afin de valider les analyses présentées dans ce rapport, l'avis de deux experts indépendants a été sollicité. Une téléconférence pour échanger sur les hypothèses a eu lieu le 13/12/2016 à 15h30 entre les deux experts et la task force.

### M. JEAN PAUL MENDEL, EXPERT NATIONAL

A la lecture du rapport je n'ai pas de remarques de fond à formuler.

Les causes envisagées des incidents sont en cohérence avec les dommages constatés sur les équipements caténaux et sur les pantographes. Les trois incidents semblent totalement dissociés vu les éléments techniques du rapport.

A partir des éléments techniques du rapport :

#### AULNAY

Je pense que l'incident en gare d'Aulnay est dû à un problème de pantographe car nous avons une détérioration progressive de la caténaire sur une longueur significative sans avoir détecté de défaut qui aurait pu engendrer une détérioration de pantographe. La tournée à pied en amont de l'incident n'a pas identifié d'anomalies de réglage caténaire. L'examen du pantographe du matériel roulant de la RATP montre une usure anormale dans le temps de la bande d'usure en carbone. Tous ces éléments confirment un comportement dégradé et progressif du pantographe jusqu'à l'endommagement de la caténaire dans une zone complexe (gabarit réduit et zones d'aiguillage)

#### AIGUILLAGE PARIS NORD

L'enfourchement de la caténaire par un pantographe est bien la cause de cet incident. La recherche de tous les composants détériorés et de tous événements en amont de l'incident a permis d'identifier le composant à l'origine de l'incident. Même si la géométrie de l'armement d'aiguillage n'est pas en cause, il me semble pertinent d'étudier la géométrie de l'armement d'aiguillage afin de voir si ce montage est optimisé avec la circulation des pantographes mono bandes introduits récemment sur le réseau, comme celui du TER 2N NG. Il n'est pas exclu qu'une opération de reprise de réglage et de modification soit à réaliser en gare du Nord. Cette évolution du matériel roulant pourrait expliquer des efforts plus importants sur les extrémités des bras de rappel et la désolidarisation de la pince 4000 de conception ancienne due à de la fatigue mécanique.

#### VOIE 36

Concernant l'incident de la voie 36, la cause envisagée correspond aux dommages constatés, néanmoins l'isolateur de section à masse concentrée est réputée robuste et très fiable malgré sa conception ancienne. Comme les pièces soupçonnées d'être l'origine de l'incident n'ont pas toutes été retrouvées, je pense qu'il faut poursuivre les investigations et rechercher toutes les informations pour confirmer ou infirmer cette hypothèse. A-t-on retrouvé depuis les câbles de suspension de l'isolateur de section ? Il faudrait identifier les opérations de surveillance et de maintenance réalisées dans la zone de l'incident (voie et caténaire), particulièrement au niveau des aiguillages Traversée Jonction Double (TJD) et Traversée Jonction SIMPLE (TJS). Le lien entre les disjonctions consignées dans le cahier du régulateur (annexe 8, deuxième feuille) et l'incident paraît compliqué à réaliser. Une analyse plus approfondie devrait permettre de comprendre le contournement de l'isolateur de section puis éventuellement d'identifier la cause origine de l'incident. A mon avis il faut poursuivre la recherche de la cause de l'incident.

Toutes les mesures prises après l'incident me paraissent satisfaisantes. En complément des mesures à mener, il faudrait vérifier dans les zones complexes et stratégiques que la caténaire permet le passage de tous les types de pantographes sur la banlieue nord.

La pose permanente sur un certain nombre d'archets d'un produit adapté de couleur vive sur les cornes permettrait de détecter assez facilement des défauts de réglage dans la caténaire.

## M. URS WILLI EXPERT CATENAIRE INTERNATIONAL (SUISSE)

### Constats et remarques suite à la lecture du rapport

Après des incidents de cette envergure, il est difficile de reconstruire l'état précis des caténaires et des pantographes avant l'arrachement. Néanmoins, des hypothèses ont été formulées sur les causes primaires des incidents. Ces hypothèses me semblent plausibles. Entre autres elles ont démontré que les causes des trois premiers incidents sont indépendantes : un archet de pantographe défectueux depuis plusieurs jours, une goupille manquante sur un bras de rappel de la caténaire, une isolation de section dont la suspension a lâché pour une raison encore indéterminée.

Dans les trois cas rien ne laisse supposer qu'un acte de malveillance n'ait eu lieu.

La **maintenance** de la caténaire a été effectuée selon les règles en vigueur. On peut se poser la question si la conception de la pince 4000 qui aurait été l'origine du deuxième (et éventuellement du quatrième) cas ne devrait pas de nouveau être revue, suivie d'un remplacement systématique de ces pinces.

Les **mesures prises** après les trois premiers incidents étaient bonnes et justifiées. Elles ont confirmé que les trois incidents sont indépendants l'un de l'autre.

Le **plan d'action** proposé en chapitre 7 est raisonnable. Au sujet des Isolations de section on pourrait éventuellement rajouter un contrôle des traces d'amorçage, dont l'arc pourrait faire fondre une suspension.

La **recommandation** d'améliorer les circuits de retour du courant de traction (RCT) est plutôt liée à des événements antérieurs comme celui du mois de Juillet 2016. Dans les trois cas traités dans le présent rapport la qualité des RCT n'était pas mise en cause, leur renforcement est pourtant utile

Parmi les **solutions innovantes** proposées au chapitre 8, une surveillance embarquée du pantographe et de son comportement est très recommandable. Elle facilitera énormément les investigations sur les causes des incidents.

#### Résumé :

Des analyses concertées et approfondies ont été menées afin d'élucider les causes des trois incidents. Les explications données correspondent aux constats faits après les incidents.

La collaboration entre les services concernés me semble excellente.

De plus il convient de remarquer ce qui suit :

- La forte augmentation du nombre de circulations ces dernières années (pour mieux servir le client) ;
- Que cette croissance du trafic a fortement sollicité les installations, raison pour laquelle la maintenance « normale » (qui a bien été faite selon les règles de l'art) est devenue insuffisante et a été modifiée pour devenir une maintenance renforcée ;



- Qu'en contre-mesure la SNCF va augmenter ses investissements dans l'infrastructure (comme c'est décrit dans le rapport), [ce qui permettra d'éliminer les constructions spéciales comme les supports à encombrement réduit] ;
- Qu'un certain nombre de projets innovants soit mis en œuvre pour détecter les défauts avant qu'un incident ne se produise.

## 3. PLAN D' ACTIONS

### RECOMMANDATIONS CONSECUTIVES A LA SERIE D'INCIDENTS

Au-delà des actions déjà évoquées dans ce rapport qui relèvent de processus déjà initiés, il est fait ci-après état d'un ensemble de recommandations applicables à court (CT) et moyen termes (MT). Les politiques de maintenance mises en œuvre ne sont pas en cause dans ces incidents. Des contrôles sont proposés dans ces recommandations afin de confirmer que les causes sont bien des événements isolés.

Les recommandations visent à :

- Contrôler les équipements impliqués dans les incidents pour en vérifier l'intégrité
- Réduire les impacts des incidents caténaires
- Tenir le programmé de régénération de la caténaire et de ses composants, notamment dans les zones les plus circulées
- A plus long terme, déployer des solutions innovantes, actuellement en test, en utilisation sur d'autres réseaux ou en développement, afin de prévenir les incidents

#### Suite à l'incident d'Aulnay :

<b>CT</b>	Il est recommandé aux entités assurant l'entretien des pantographes (tant SNCF que RATP) d'être particulièrement vigilant en cas d'apparition d'une usure en chanfrein sur les bandes carbone. Ce type d'usure peut être le premier symptôme d'une dégradation pouvant à terme conduire à un incident important.
<b>CT</b>	Vérifier si les attaches des pantographes actuels présentent encore les fragilités liées aux points de soudure.
<b>MT</b>	Faire une étude d'opportunité de mise en œuvre de Profilé Aérien de Contact (PAC) dans le tunnel de Sevran afin de répondre à la problématique d'encombrement réduit de manière plus robuste. Ou a minima étudier la possibilité d'installer un porteur protégé.

#### Suite à l'incident au PK 1 :

<b>CT</b>	Recenser les montages particuliers qui ne seraient pas conformes aux principes sur Gare du Nord. Travail à faire avec l'Infrapole, le PRI et IP TE pour vérifier l'adaptation des principes dérogatoires.
<b>CT</b>	Réaliser du sol avec des jumelles une tournée de contrôle de présence des goupilles sur les pinces 4000 sur les caténaires remaniées en 1992 pour l'arrivée du TGV.
<b>CT</b>	Sur les aiguillages fréquemment empruntés par des rames de type TER 2N NG ou NAT, vérifier par sondage l'état des pinces 4000 solidarissant les bras de rappel au fil de contact
<b>MT</b>	Bien que la cause ne concerne pas directement les réglages de l'aiguillage, une démarche doit être menée pour tenter d'optimiser ces derniers aux pantographes récents équipés d'archet mono-bandes indépendantes tout en restant compatible avec les pantographes historiques. Une reprise des réglages pourra être effectuée lors des VTE en fonction des résultats de cette démarche.

### Suite à l'incident voie 36 :

CT	Faire un contrôle par sondage dans la zone de l'état d'usure des suspensions des IS.
CT	Faire une tournée de contrôle de l'usure des suspensions des IS à masse concentrée

### Recommandation communes :

CT	Regarder les opportunités d'installer quelques dispositifs CAFEINE sur des zones stratégiques (sortie de Paris Nord, ...)
CT	Équipement de perturbographe type « Sentinelle » sur toutes les sous-stations en zone dense

## ACTIONS DE FOND DEJA ENGAGEES

Le réseau Paris Nord, et en particulier l'axe RER B/RER D et Ligne H est un point extrêmement sensible : avec un trafic très dense, les installations sont très sollicitées et chaque incident peut avoir des conséquences considérables pour de très nombreux voyageurs.

Différents incidents ont émaillé l'exploitation des grandes gares parisiennes (en électrification 25 kV 50Hz) nécessitant la mise hors tension de sites ferroviaires créant des situations de crise très lourdes. Un événement marquant, au mois de Juillet 2016, a été causé par le vol d'un câble de mise à la terre. Les conséquences ont surtout été matérielles, mais particulièrement complexes à gérer autour de l'exploitation avec malheureusement un blessé lors de l'évacuation de la rame.

De plus, il convient de moderniser les installations fixes de traction électrique dans le cadre de la démarche de modernisation de l'exploitation en Île de France (mise en place des CCU, ATS+IdF et NExTEO).

La mise en œuvre des actions sera nécessairement progressive et concernera tant les installations existantes que les installations nouvelles à créer.

Les principaux travaux engagés, classés en moyen (MT) et long termes (LT), portent sur :

<b>MT</b>	L'adaptation des installations existantes par rapport au circuit électrique de retour traction (RCT) afin de répondre aux problématiques de sûreté et sécurité électrique. Cette action est déjà engagée sur une zone correspondant au département de l'Oise
<b>MT</b>	La réduction de l'impact des mises hors tension en urgence (coupure d'urgence) afin de limiter au strict minimum la zone hors tension et réduire les impacts sur l'exploitation. Cette action requiert des études poussées autour de l'influence électrique pour s'assurer qu'à aucun moment un intervenant dans les voies ne sera électrisé
<b>LT</b>	L'exploitabilité de la traction électrique avec un nouveau centre de supervision (central sous stations), de nouveaux outils ou systèmes permettant un meilleur contrôle et une plus grande agilité dans l'exploitation du système
<b>MT+LT</b>	mise en œuvre d'un plan de renouvellement de la caténaire du RER B qui voit circuler 286 trains par jour dans chaque sens pour renforcer la robustesse de cette caténaire. La première phase de cette régénération concerne le tronçon Le Bourget-Aulnay dont les caténaires datent de 1963 (plus anciennes que celles touchées par la série d'incidents) Mise en œuvre d'un plan de renouvellement et de modernisation des caténaires de la ligne C de Paris à Brétigny.

Ces actions sont en cours. Elles font en ce moment l'objet d'études approfondies y compris la revisite de référentiels structurants adaptés aux zones denses pour lesquelles il existe des risques urbains comme la malveillance.

L'analyse de l'incidentologie est donnée en annexe 10.

En Ile-de-France, des « Plans d'Urgence » ont été décidés sur les axes critiques afin d'obtenir des gains rapides en terme de régularité (par exemple le remplacement de connexions sur le RER B) ainsi que la mise en place d'une maintenance renforcée.

Au-delà de ces plans d'urgence, des études de criticités (en particulier RER C, RER B) ont été menées pour cibler les actions de régénération les plus efficaces à moyen terme. Ces études consistent à « passer au scanner » les installations de traction électrique sur ces lignes au travers d'une analyse détaillée du Rex, de diagnostics complémentaires, d'expertises et d'étude de conception et dimensionnement. Elles permettent d'établir des « Plans de consolidation » dans lesquels sont reprises les propositions d'action valorisées et priorisées en fonction des gains estimés sur la régularité. Le prisme d'analyse de ces études a été : l'amélioration de la robustesse de la caténaire, le renforcement du circuit de retour de courant de traction (RCT) et l'optimisation du découpage électrique pour diminuer l'impact des incidents sur la circulation.

Ces études ont mis en évidence un besoin de régénérer les caténaires des lignes B et C. Dans cette attente, la principale mesure à appliquer a été de mettre en œuvre des visites annuelles d'entretien en lieu et place des Révision Périodiques (RP), prévues sur un pas de 6 ans. Ces visites annuelles intègrent des opérations de mesure des constituants et de vérification de leur état. Les mesures spécifiques diffèrent sur les lignes C et B du fait de technologies de caténaire complètement différentes (1500V continu sur la ligne C sur le tronçon à régénérer)

Sur la ligne B, au-delà du besoin de régénération, l'étude de criticité a mis en évidence que la maintenance classique caténaire n'était plus adaptée sur une partie de la ligne B (avec son exploitation actuelle) et a établi 4 tronçons homogènes. Les résultats de l'étude ont servi à élaborer une politique de maintenance spécifique à chaque tronçon, qui est définie dans un référentiel établissement appliqué depuis 01/01/2015 [INFP PN IN0137]. Nota : le tronçon Aulnay (exclu) à Roissy, plus récent (1976), est en maintenance classique.

De manière générale, les caténaires sur le réseau ferré nécessitent de forts investissements de régénération, d'une part liés au vieillissement des installations qui ne peut être complètement compensé par les remplacements de constituants pratiqués en Révision Périodique (RP), d'autre part du fait de la nécessité de l'adapter aux besoins croissants (plus de trains avec de meilleures performances qui impliquent des pics de courant importants) et aux nouveaux matériels roulants (nouvelles normes, adaptation des pressions des pantographes, ...)

Pour répondre à ces enjeux, SNCF Réseau doit augmenter son effort d'investissement de manière régulière, particulièrement dans les zones denses.

en M€	2011	2012	2013	2014	2015	2016			2017 (prév)		
						HIDF	IDF	TOT	HIDF	IDF	TOT
Caténaires 1,5 KV	6	6,5	8,2	12,5	21,9	21,8	9,4	31,2	36,0	44,9	80,9
Caténaires 25 KV	3	12,7	13,4	19,1	19,2	13,7	5,1	18,8	15,2	14,2	29,4
FC 1,5 KV	29,2	35,6	36,7	36	27,1	25,4	3,7	29,1	23,1	4,9	28,0
FC 25 KV	4,8	2,1	3,7	4,1	3	3,4	0,6	4,0	3,4	0,5	3,9
<b>Global CAT</b>	<b>40,5</b>	<b>56,9</b>	<b>62</b>	<b>71,7</b>	<b>71,2</b>	<b>64,3</b>	<b>18,7</b>	<b>83,0</b>	<b>77,7</b>	<b>64,4</b>	<b>142,1</b>

**Investissements en régénération caténaire sur le RFN (en M€)**

*A partir de 2016 la distinction est faite entre l'Île-de-France et le reste du réseau*

Aux investissements en régénération s'ajoutent les opérations de Grand Entretien (OGE) pour 8M€/an en moyenne (dont 4M€ pour en IDF où un accroissement de l'effort est à noter avec 8,7 M€ en 2017), et des opérations au titre du programme Qualité IDF (2,9 M€ en 2016) de plusieurs millions d'euros. Par ailleurs l'entretien courant représente 130 M€ par an (dont 42 M€ en IDF).

## 4. MISE EN ŒUVRE DE SOLUTIONS INNOVANTES POUR AMELIORER LA MAINTENANCE

### DESCRIPTION DE LA SURVEILLANCE CATENAIRE D'AUJOURD'HUI

Actuellement, la surveillance CAT est réalisée principalement avec deux grands types d'opérations :

Observation humaine :

- Tournées environnement à pied et tournées en cabine de conducteur,

- Tournées en hauteur dans certaines configurations,
- Voiture d'observation : bulle d'observation à hauteur du comportement du couple pantographe/caténaire,

Enregistrement à l'aide d'engins de surveillance :

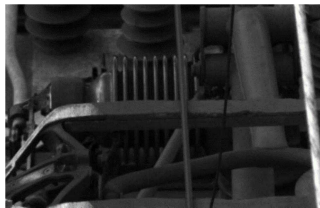
- Voitures d'enregistrement : n°152, n°172 □ enregistrement de la géométrie H+D
- Voiture d'osculation : Vulcain (spécifique caténaire 1500V) □ imagerie thermique de la caténaire.
- Engins de surveillance : VRRSC, DRSC □ enregistrement de l'épaisseur du fil de contact (micrométrie laser, précision 0,1 mm avec une mesure tous les 2 cm à 3 km/h en 1500V, et 10 km/h en 25 kV) et géométrie (hauteur et désaxement des fils de contact)

## DESCRIPTION DE LA SURVEILLANCE PANTOGAPHE ET CATENAIRE DE DEMAIN

Dans le cadre des démarches d'amélioration continue ou d'innovation, plusieurs projets en cours d'expérimentation ou de développement, vont contribuer à moderniser et améliorer la surveillance à court et moyen terme :

### CAFEINE

Projet expérimental de surveillance de l'état des archers de pantographes au passage des stations fixes. Basé sur la technologie des réseaux neuronaux, ce projet a pour ambition de détecter automatiquement, par traitement d'image vidéo, des défauts du pantographe susceptibles de générer des incidents.



Pantographe détecté par CAFEINE



Défaut d'écaillage identifié

Actuellement un prototype est installé à l'entrée du Technicentre de Joncherolles, suivra une extension de l'expérimentation sur Montrouge, Trappes et Juvisy ce qui permettra d'avoir un maillage du réseau et, lors des constats de chocs récurrents sur les pantographes, de déclencher des tournées ciblées de vérification de la caténaire. En deuxième phase des installations en lignes sont prévues, notamment sur le nœud ferroviaire lyonnais.

Une variante de CAFEINE pour effectuer le suivi de la caténaire et prévenir les risques d'enfourchement par forte chaleur (expérimentation au niveau du Pont de l'Europe en Gare St Lazare)

### CAMESCAT

Nouveau système de mesure de l'usure du fil de contact. Par rapport aux systèmes existants, Camescat permettra la mesure à près de 100km/h (contre 3 km/h en 1500V, et 10 en 25 kV aujourd'hui) y compris dans les zones d'échanges de fil (qui nécessitent aujourd'hui un complément de mesure réalisée manuellement). De plus Camescat fera l'acquisition de la section du fil du contact et non plus de l'épaisseur, ce qui accroît la fiabilité.

Un prototype de ce système a été réalisé et a donné satisfaction sur l'anneau d'essai du CEF, le projet a été validé vendredi 9/12 pour la phase suivante : la réalisation d'un système de mesure industriel d'ici fin 2018.

## **SURCA**

Projet visant la détection de diverses ruptures caténaire, y compris celles n'entraînant pas de disjonction, afin de prévenir les risques de heurts par un train d'éléments caténaire engageant potentiellement le gabarit matériel.

Le projet est en phase de validation du principe de détection.

## **SURÉCAT**

SurEcaT vise l'installation d'accéléromètres 3 axes sans fil développés par la société Hikob. Ce projet est suivi particulièrement par Gérard Blanvillain.

Les premiers tests en statique pour vérifier l'innocuité aux perturbations électromagnétiques ont été réalisés sous 25 kV à Joncherolles en octobre 2016 et sous 1,5 kV à l'AEF en novembre 2016 (effet des arcs intenses) ; les résultats sont positifs résultats positifs, communications 3G, Wifi et radio non perturbées

Début décembre, un démonstrateur a été installé sur une rame NAT (ligne H) pour faire de l'acquisition en streaming sur une journée dans le but d'acquérir des signaux représentatifs de la dynamique normale. Le traitement de ces données permettra de définir les algorithmes d'extraction de signaux anormaux. La même opération aura lieu dans la région de Lyon sous 1,5 kV courant décembre.

Les premiers tests de détection de défauts en ligne sont prévus en février-mars 2017

Un couplage Caféine + SurEcaT serait très riche en retour et croisement d'informations pour fiabiliser les données.

## **UFM160**

L'engin de surveillance d'Eurailscout est équipé d'un système de mesure de la géométrie caténaire sans contact. Ce système est en cours de validation (vérification de la précision au moins équivalente des mesures par rapport aux systèmes actuels)

## **DESCRIPTION DE LA PROSPECTIVES POUR L'AVENIR**

Chaque incident de ces dernières années nous montre l'importance du couple caténaire / pantographe. Les surveillances côté caténaire et côté pantographe se sont améliorées et continuent de s'améliorer. Mais pour obtenir un saut de performance il faut certainement s'orienter vers une surveillance accrue de ce couple caténaire / pantographe en dynamique.

Quelques idées à explorer :

Envisager une surveillance de la dynamique pantographe / caténaire par trains commerciaux (liens avec les projets Surveillance par Trains Commerciaux 2 et TGV 2020)

Envisager une surveillance vidéo embarquée du pantographe et de son comportement en dynamique avec la caténaire □ projet caféine en version mobile.

- Transposer le concept « SIM » surveillance de la VOIE en vidéo HD embarquée, pour la surveillance de la CATENAIRE (intégrité armement, réglages et comportement dynamique si traction électrique).

Le SIM Voie est un engin qui a réalisé des enregistrements vidéos en HD de la voie grâce à 8 caméras : 3 caméras par fil de rail et 2 caméras pour vues avant et abords. Ensuite en remplacement d'une tournée à pied, le chef d'équipe Voie peut observer depuis une station de visionnage restituant sur 8 écrans synchronisés : rails, traverses, attaches et appareils de voie en utilisant des fonctions de ralenti, accéléré, arrêt sur image, retour arrière, zoom ... Il peut ainsi rédiger un rapport très détaillé avec les preuves en photo et en toute sérénité. Dans toute nouvelle version expérimentale, l'engin réalise en plus des mesures géométriques.

## 5. CONTEXTE

Les 6 et 7 décembre 2016, trois incidents caténaires ont eu lieu sur le réseau de Paris Nord, provoquant de grandes perturbations en particulier sur le RER B mais aussi sur les lignes Transiliennes et les grandes lignes. Ces événements se sont produits lors de journées de circulation automobile alternée en région parisienne, ce qui a contribué à en amplifier les conséquences.

## LIGNE RER B



1. Incident d'Aulnay/Sevrans : Le 6 décembre 2016 à 8h43 un arrachement caténaire à proximité de la gare d'Aulnay a provoqué de grandes perturbations sur la ligne B du RER
2. Incident Aiguillage RM/DM au Pk 1 (point kilométrique): Le 7 décembre à 13h08 un arrachement caténaire dans un aiguillage à Paris Gare du Nord bloque complètement les circulations départs et arrivées en gare le temps de prendre les mesures nécessaires permettant une reprise partielle du trafic.
3. Incident voie 36 : Le 7 décembre à 23h15 un arrachement caténaire au niveau d'un composant caténaire dénommé isolateur de section voie 36 gare du Nord prive d'alimentation électrique les voies 33 à 36 de la gare du Nord