

A large, decorative graphic on the right side of the page consists of several concentric, overlapping circular bands in shades of purple and lavender, creating a sense of depth and movement. The bands are of varying thickness and are positioned to frame the central text area.

**RAPPORT
D'ENQUÊTE TECHNIQUE**
sur le déraillement
d'une rame du RER B
survenu le 12 juin 2018
à Saint-Rémy-lès-Chevreuse (78)

Janvier 2020

**Bureau d'Enquêtes sur les Accidents
de Transport Terrestre**

Affaire n° BEATT-2018-08

**Rapport d'enquête technique
sur le déraillement d'une rame du RER B
survenu le 12 juin 2018
à Saint-Rémy-lès-Chevreuse (78)**

Bordereau documentaire

Organisme auteur : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur le déraillement survenu le 12 juin 2018 à Saint-Rémy-lès-Chevreuse (78)

N° ISRN : EQ-BEAT--20-1--FR

Proposition de mots-clés : déraillement, inondation, prévention, remblais, ouvrage hydraulique

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 1621-2 à 1622-2 et R. 1621-1 à 1621-26 du Code des transports relatifs, notamment, aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

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

SOMMAIRE

GLOSSAIRE.....	9
RÉSUMÉ.....	11
1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	13
1.1 - Les circonstances de l'accident.....	13
1.2 - Les secours et le bilan de l'accident.....	13
1.3 - Les mesures prises après l'accident.....	14
1.4 - L'engagement et l'organisation de l'enquête.....	14
2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	17
2.1 - La ligne B du RER d'Île-de-France.....	17
2.2 - Le site de l'accident.....	19
2.3 - Les ouvrages hydrauliques d'écoulement des eaux pluviales.....	20
2.4 - Les matériels roulants circulant sur la ligne B.....	23
2.5 - Les conditions de conduite des trains lors de situations sortant de l'ordinaire.....	24
2.5.1 -La base.....	24
2.5.2 -La marche prudente.....	24
2.5.3 -La circulation du premier train après la période d'interruption nocturne.....	24
2.5.4 -La procédure RATP en période d'événement météorologique intense ou inhabituel.....	25
3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES.....	27
3.1 - Les résumés des déclarations et témoignages.....	27
3.1.1 -Les déclarations du conducteur de la rame de RER.....	27
3.1.2 -Les déclarations du conducteur dit « de glissement ».....	28
3.1.3 -Les déclarations du chef de gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse.....	28
3.1.4 -Les déclarations des agents du poste de commande et de contrôle centralisés.....	29
3.2 - L'examen des données de l'enregistreur de bord du train.....	30
3.3 - L'événement météorologique régional.....	31
3.3.1 -Les bulletins nationaux de Météo-France.....	31
3.3.2 -Les effets locaux de l'activité météorologique.....	31
3.4 - La brèche dans le remblai.....	33
3.5 - L'accumulation des eaux à l'amont du remblai.....	35
3.5.1 -Les inondations sur la commune de Saint-Rémy-lès-Chevreuse dans le cadre de l'épisode du 10 au 12 juin 2018.....	35
3.5.2 -La capacité des ouvrages de transparence hydraulique.....	38
3.6 - Le risque naturel de l'inondation.....	38
3.6.1 -L'inondation.....	38
3.6.2 -Crues, eaux pluviales et eaux de ruissellement.....	39
3.6.3 -La législation sur l'eau.....	39
3.6.3.1 - Le Code civil et l'écoulement des eaux pluviales.....	39

3.6.3.2 - La GEMAPI et la prévention des crues.....	40
3.6.3.3 - La prévention des inondations par les eaux pluviales et les eaux de ruissellement.....	40
3.6.3.4 - Les acteurs locaux.....	41
3.7 - Les risques naturels sur la ligne B en zone RATP.....	42
3.7.1 -Les glissements et tassements de terrain.....	42
3.7.2 -La gestion des inondations par la RATP.....	43
3.8 - La maintenance des ouvrages hydrauliques du remblai ferroviaire de la RATP	44
3.9 - Les travaux de remise en état après l'accident.....	44
3.9.1 -Les travaux de comblement de la brèche.....	44
3.9.2 -La remise en exploitation.....	45
3.9.3 -Les actions en cours.....	46
4 - ANALYSE DU DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS.....	47
4.1 - Déroulé chronologique depuis le dimanche 10 juin 2018.....	47
4.2 - L'analyse du déroulement de l'accident.....	50
4.2.1 -L'évènement pluvieux du dimanche 10 juin au mardi 12 juin 2018.....	50
4.2.2 -Le réseau hydraulique de captation des eaux pluviales en amont de la voie ferrée.....	51
4.2.3 -Les ouvrages de transparence sous la voie ferrée.....	51
4.2.4 -La circulation du train AIDA03.....	51
5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES..	53
5.1 - Le schéma des causes et des facteurs associés.....	53
5.2 - Les causes de l'évènement.....	54
5.3 - L'identification des zones à risque par eaux de ruissellement.....	54
5.4 - La prise en compte des messages d'alerte de Météo-France.....	54
5.5 - L'amélioration du débouché hydraulique.....	55
5.6 - L'entretien du réseau de transparence hydraulique.....	55
6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	57
6.1 - Les causes de l'accident.....	57
6.2 - Les recommandations.....	57
ANNEXES.....	59
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	61
Annexe 2 : La vigilance météorologique assurée par Météo France.....	63
Vigilance météorologique.....	63
Le phénomène pluie-inondation.....	64
Les dangers.....	65
Conséquences et conseils.....	65
Annexe 3 : La maintenance des ouvrages hydrauliques du remblai ferroviaire de la RATP...	67
Les principes de surveillance des ouvrages.....	67
La surveillance de la section Saint-Rémy-lès-Chevreuse – Courcelle-sur-Yvette.....	68

Glossaire

- **CCHVC** : Communauté de Communes de la Haute Vallée de Chevreuse
- **GEMAPI** : GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations ;
- **IPCS** : Installations Permanentes de ContreSens
- **MI79** : Matériel d'Interconnexion type 1979
- **MI84** : Matériel d'Interconnexion type 1984
- **PCC** : Poste de Commande et de Contrôle centralisés
- **PHEC** : Plus Hautes Eaux Connues
- **PK** : Point Kilométrique
- **RATP** : Régie Autonome des Transports Parisiens
- **RER** : Réseau Express Régional
- **SIAHVY** : Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique de la Vallée de l'Yvette
- **STRMTG** : Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés
- **ZNIEFF** : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

Résumé

Le mardi 12 juin 2018 à 5 heures, sur la ligne B du RER parisien entre les gares de Saint-Rémy-lès-Chevreuse et de Courcelle-sur-Yvette, à la limite entre les départements de l'Essonne et des Yvelines, une rame circulant vers Paris déraile et se couche partiellement.

La motrice avant reste sur la voie, tandis que les 2^e, 3^e et 4^e voitures sont couchées sur le flanc gauche et ont basculé dans le fossé. La rame de queue, restée accrochée aux voitures déraillées, reste également sur la voie.

Les sept passagers présents dans le train sont pris en charge par les pompiers. Aucun blessé grave n'est à déplorer. Trois blessés légers sont transportés à l'hôpital et en sortiront dans l'après-midi.

La cause directe de l'accident est l'évidement du remblai soutenant la voie sur une longueur d'une quinzaine de mètres et sur une profondeur de quatre mètres environ.

Cet évidement a été provoqué par un affouillement dû à un écoulement de surverse par-dessus le remblai de la ligne, suite aux fortes pluies survenues sur la région parisienne cette nuit-là.

Trois facteurs ont contribué à cet accident :

- un épisode pluvieux exceptionnellement et localement abondant qui se produit sur des sols déjà saturés en eau ;
- un réseau de transparence hydraulique du remblai ferroviaire sous-dimensionné et dont la maintenance en bon état de fonctionnement est perfectible ;
- l'absence de mesures d'adaptation de l'exploitation courante suite aux messages de vigilance de Météo-France.

Cette analyse conduit le BEA-TT à adresser à la RATP deux recommandations dans les domaines suivants :

- la cartographie des zones potentiellement à risque lors des intempéries et l'étude de défenses ;
- la définition de mesures d'exploitation en cas de messages d'alerte de Météo-France.

Il formule également deux invitations concernant les travaux d'entretien des ouvrages hydrauliques, et les travaux d'amélioration du débouché hydraulique sur la zone de l'accident.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Les circonstances de l'accident

Le mardi 12 juin 2018 à 4 heures 58 minutes, la rame de RER AIDA03 part de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, son origine, en direction de Paris à son horaire habituel. Le jour est en train de se lever, mais il fait encore sombre. Avisé de la présence possible d'arbres sur la voie et dans la caténaire, le conducteur de la rame monte progressivement en vitesse. Deux minutes plus tard, voyant une tache sombre sous la voie, le conducteur commande un freinage d'urgence et l'alerte radio¹. La vitesse est de 63 km/h.

La tache sombre est une lacune du remblai, sous les rails et les traverses, de 2 m environ. Le passage de la 1^{re} voiture agrandit cette lacune par effondrement des parois. Cela provoque le déraillement des trois voitures suivantes et leur renversement dans le fossé. Le train s'immobilise 12 secondes après le freinage d'urgence. L'arrière de la rame ne franchit pas la lacune.

La 1^{re} voiture et la rame arrière sont restées en voie. Les 2^e, 3^e et 4^e voitures sont couchées sur leur flanc.



Vue 1 : la rame déraillée

Le conducteur constate le déraillement de son train depuis sa cabine de conduite et en informe par radio le poste d'aiguillage. Celui-ci prend en charge les mesures de protection pour éviter un suraccident et appelle les services de secours.

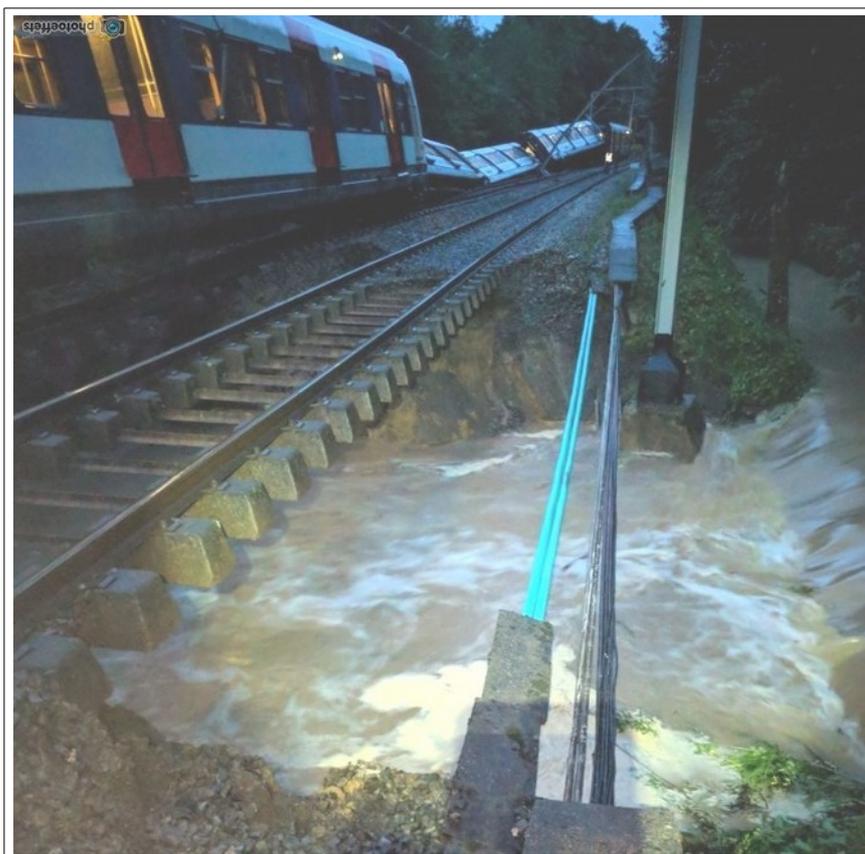
1.2 - Les secours et le bilan de l'accident

Les sept voyageurs présents dans le train sont rapidement pris en charge par le conducteur et un autre conducteur présent avec lui en cabine de conduite, ainsi que par le chef de gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, arrivé sur place 20 minutes plus tard. Le personnel de la RATP craint que les voitures couchées continuent à descendre en contrebas du talus.

Les services de secours rapidement arrivés sur place prennent en charge trois blessés légers pour les emmener à l'hôpital : un homme légèrement blessé à l'épaule, une femme enceinte et un voyageur choqué. Tous auront quitté la structure hospitalière à 16 h le jour même.

¹ L'alerte radio est un signal sonore envoyé à tous les autres trains du secteur, ainsi qu'aux postes d'aiguillage. La circulation ferroviaire est alors interrompue sur tout ce secteur.

Huit rames en unité « multiple » sont prisonnières sur les voies de garage à Saint-Rémy-lès-Chevreuse. Elles n'ont pu être remises en exploitation qu'après réparation de la voie.



Vue 2 : la rame sur la brèche

Concernant l'infrastructure, 800 m³ environ de remblai ont été emportés, laissant les traverses et les rails des deux voies en suspension au-dessus du vide. Quatre poteaux caténaires et deux portiques sont tombés.

Les travaux de remise en état du remblai, de la voie et de ses accessoires (caténaires, câbles de signalisation et de télécommunication) vont concerner 200 m de linéaire.

1.3 - Les mesures prises après l'accident

Une desserte routière de substitution sera mise en service entre Saint-Rémy-lès-Chevreuse et Orsay du 12 au 18 juin.

Le lundi 18 juin 2018, la RATP met en exploitation un terminus provisoire à Gif-sur-Yvette et réduit la desserte routière entre les stations de Gif-sur-Yvette et Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

La reprise de l'exploitation ferroviaire sur la totalité de la ligne se fera le lundi 9 juillet 2018 après comblement de la lacune et remise en état de l'infrastructure. Une limitation provisoire de vitesse à 30 km/h sera définitivement levée le lundi 27 août 2018.

1.4 - L'engagement et l'organisation de l'enquête

Au vu des circonstances de cet accident, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert, le 12 juin 2018, une enquête technique en application des articles L. 1621-2 à L. 1622-2 du Code des transports.

Les enquêteurs du BEA-TT se sont rendus sur place et ont rencontré le conducteur directement impliqué dans l'accident et les représentants des différents services concernés de la RATP. Ils ont également rencontré le maire de Saint-Rémy-lès-Chevreuse et ses adjoints, le directeur général du Syndicat intercommunal pour l'aménagement hydraulique de la vallée de l'Yvette (SIAHVY), ainsi que les autorités en charge de l'enquête judiciaire ouverte.

Ils ont pu librement disposer de l'ensemble des pièces et documents nécessaires à leur enquête.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - La ligne B du RER d'Île-de-France

La ligne B du RER d'Île-de-France constitue une épine dorsale du réseau de transport francilien sur l'axe Nord-Sud. Elle compte 78 kilomètres de voies dont 40 exploités par la RATP et 38 exploités par SNCF Réseau et SNCF Mobilités. Elle dessert 47 gares et traverse les 8 départements franciliens.

La ligne comprend 4 branches :

- 2 au nord : vers Aéroport Charles de Gaulle et Mitry-Claye ;
- 2 au sud : vers Saint-Rémy-lès-Chevreuse et Robinson.

Un tronç commun, Bourg-la-Reine – Aulnay-sous-Bois, relie les branches. Il doit être distingué du « tronçon central » qui désigne communément la partie parisienne de la ligne B comprise entre Cité Universitaire et Gare du Nord.



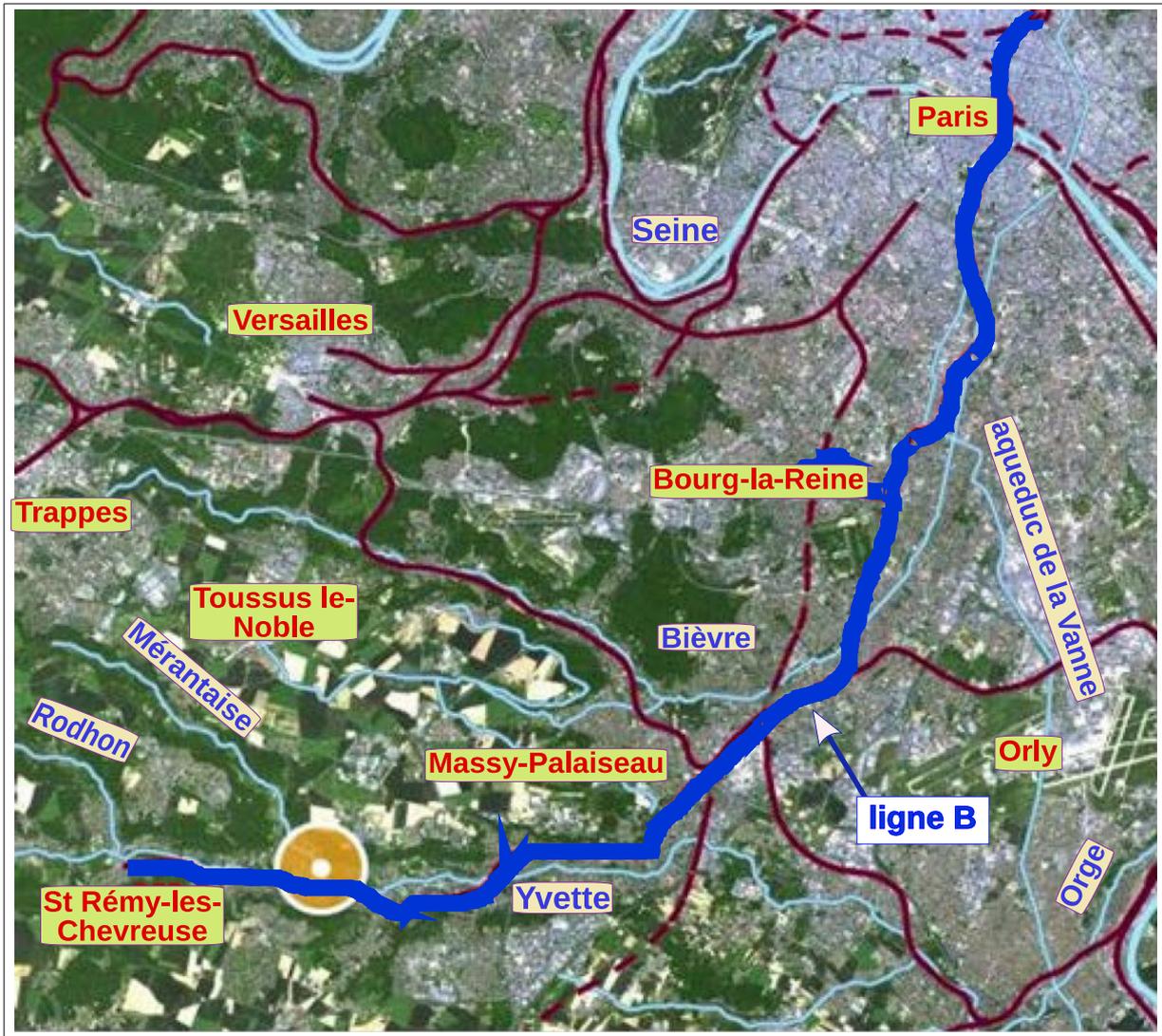
Vue 3 : la ligne B du RER parisien

La partie sud de la ligne B où s'est produit le déraillement du 12 juin 2018, commence à la station Châtelet-Les Halles jusqu'à celles de Saint-Rémy-lès-Chevreuse et de Robinson. Elle est formée en grande partie de l'ancienne « ligne de Sceaux » qui fut, sous sa forme initiale, inaugurée en juin 1846. La ligne reliait alors la station Denfert-Rochereau à une station située en face du marché du village de Sceaux. Divers propriétaires en ont ensuite assuré l'exploitation :

- en 1855, la ligne est rachetée par la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. L'année 1867 voit l'inauguration du prolongement de la ligne « Paris – Sceaux » jusqu'à Limours. La ligne fut aussi entièrement rénovée et prolongée jusqu'au jardin du Luxembourg dans les années 1890.
- en 1938, l'exploitation de la partie nord est reprise par la Compagnie du Métropolitain de Paris (CMP) tandis que la nouvelle SNCF exploite la partie sud (Massy Palaiseau – Limours). La section Saint-Rémy – Limours cesse d'être exploitée en mai 1940.
- en 1949, la CMP devient RATP et conserve l'exploitation de la partie nord de la ligne.
- le 1^{er} août 1964, la RATP devient l'unique exploitant de la ligne après le rattachement du tronçon Massy Palaiseau – Saint-Rémy-lès-Chevreuse à son domaine .
- En 1977 la ligne est prolongée jusqu'à Châtelet-Les Halles, pour l'interconnexion avec le réseau SNCF au nord de Paris. C'est la véritable création de l'actuelle ligne B du RER.

Le trafic de cette ligne est de 500 trains environ par jour qui transportent en moyenne 780 000 voyageurs et jusqu'à 900 000 les jours de forte fréquentation. En pointe, 20 trains circulent par heure. RATP et SNCF exploitent la ligne depuis un Centre de Commande Unique (CCU) situé à Denfert-Rochereau.

L'accident a eu lieu sur la partie sud de la ligne B, exploitée par la RATP, tant du point de vue de la gestion de l'infrastructure que du point de vue des opérations de transport.



Vue 4 : la ligne B du RER partie RATP et son environnement

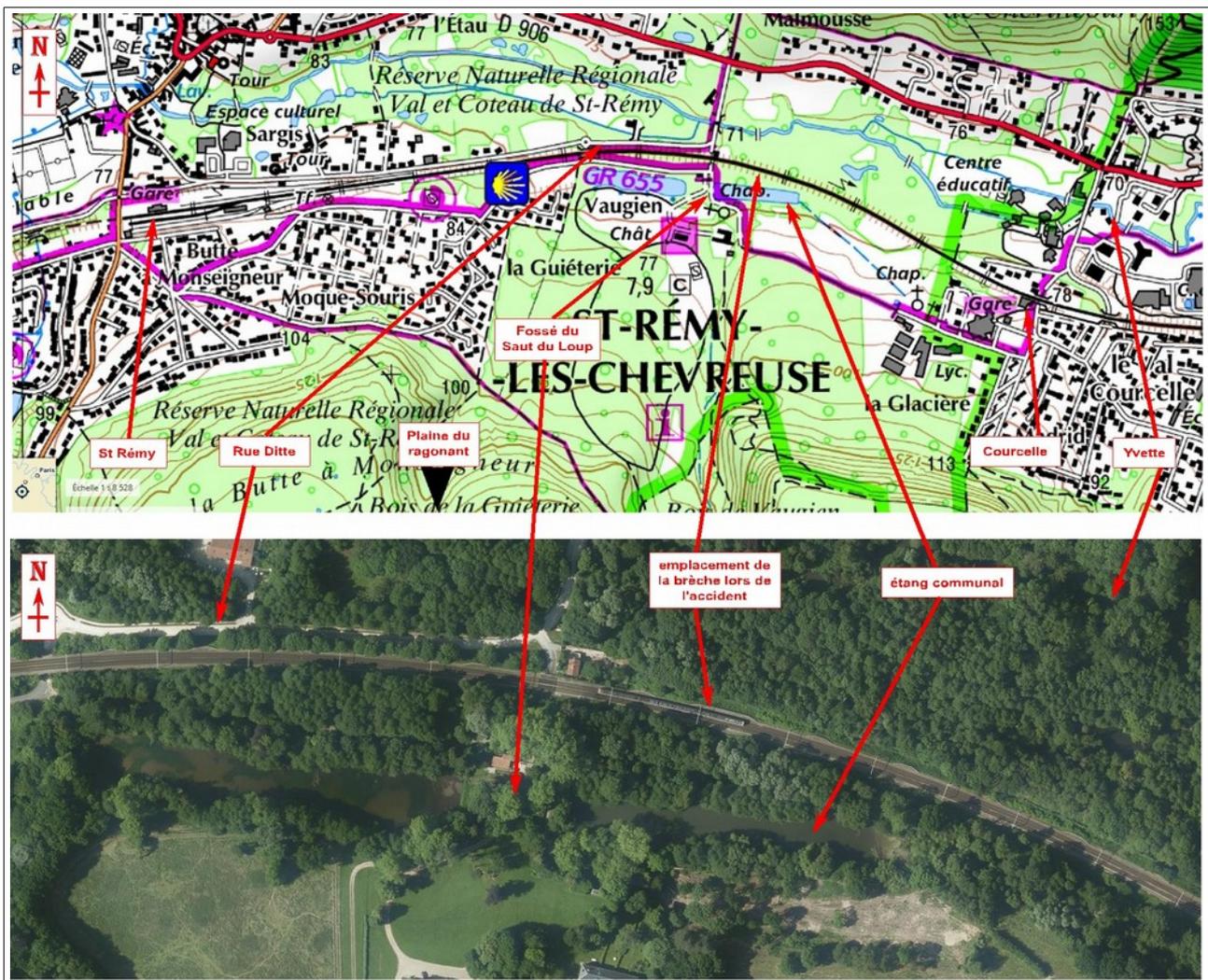
La vue 4 superpose les lignes ferroviaires et les rivières/rus situés le long du RER B.

2.2 - Le site de l'accident

Le déraillement s'est produit entre Saint-Rémy-lès-Chevreuse et Courcelle-sur-Yvette, sur une section où la ligne est en remblai. En effet, les voies franchissent à cet endroit la zone humide de « Vaugien », qui est une friche de boisements marécageux. Elle est incluse dans le périmètre d'une zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF), située sur la commune de Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

Au sud de la ligne, s'étend le domaine du château de Vaugien, qui comprend du bâti, un pré ainsi que deux étangs entourés de végétation. Encore plus au sud, se trouve le plateau de Ragonant, dont l'écoulement des eaux pluviales se fait vers le domaine de Vaugien.

Au nord de la ligne, à moins d'une centaine de mètres des voies, coule l'Yvette, affluent de l'Orge, elle-même affluent de la Seine.



Vue 5 : l'environnement du lieu du déraillement

2.3 - Les ouvrages hydrauliques d'écoulement des eaux pluviales

Le remblai ferroviaire entre Saint-Rémy-lès-Chevreuse et Gif-sur-Yvette est un ouvrage en terre constitué de sable de Fontainebleau, de marnes vertes et de marnes à huitres. Il est traversé par des ouvrages hydrauliques afin de permettre le passage des eaux de ruissellement du sud vers le nord. Ces ouvrages datent de la création de la section de ligne. Des regards ont été ajoutés en extrémité des ponceaux de transparence vraisemblablement dans les années 1960-1970.

Les ouvrages qui permettent la traversée du remblai par les eaux naturelles sont au nombre de trois. Ils sont dénommés PI020, PI030 et PI050. (PI pour Passage Inférieur) Tous les trois identiques, ils permettent la continuité depuis la plaine de Ragonant côté sud vers l'Yvette côté nord. Ouvrages construits aux environs de 1890, ce sont des aqueducs voûtés en maçonnerie de pierre de grès, d'une ouverture unitaire de 0,60 m. Ils sont alimentés par un réseau de drainage constitué de deux conduites parallèles au pied du remblai côté amont (sud), reliant chacune plusieurs avaloirs et qui se rejoignent dans les aqueducs.

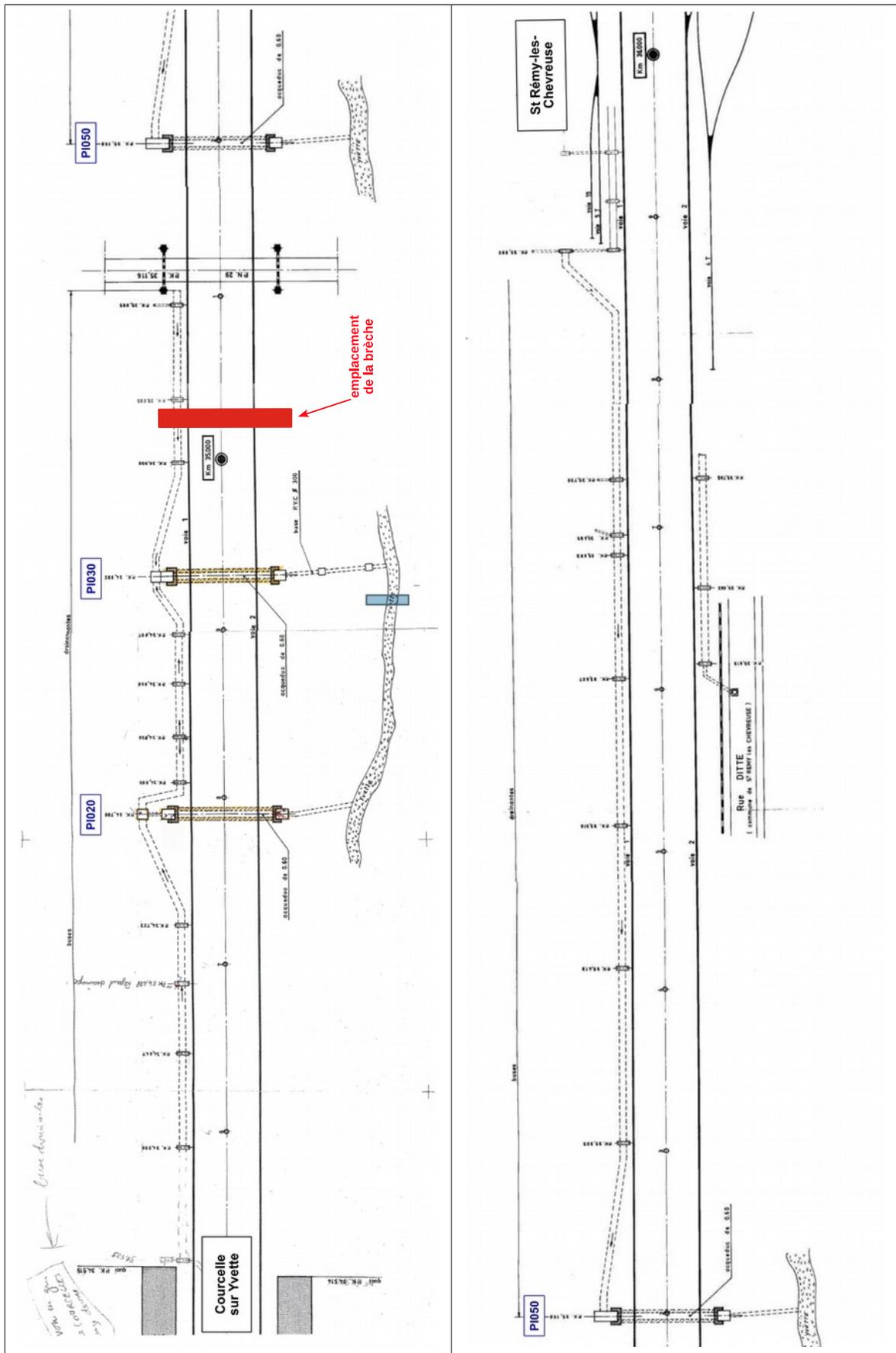


Vue 6a : le PI020
côté voie 2

Vue 6b : le PI030
côté voie 1

Vue 6c : le PI050
côté voie 2

Les photographies sont prises depuis les regards en extrémité des aqueducs



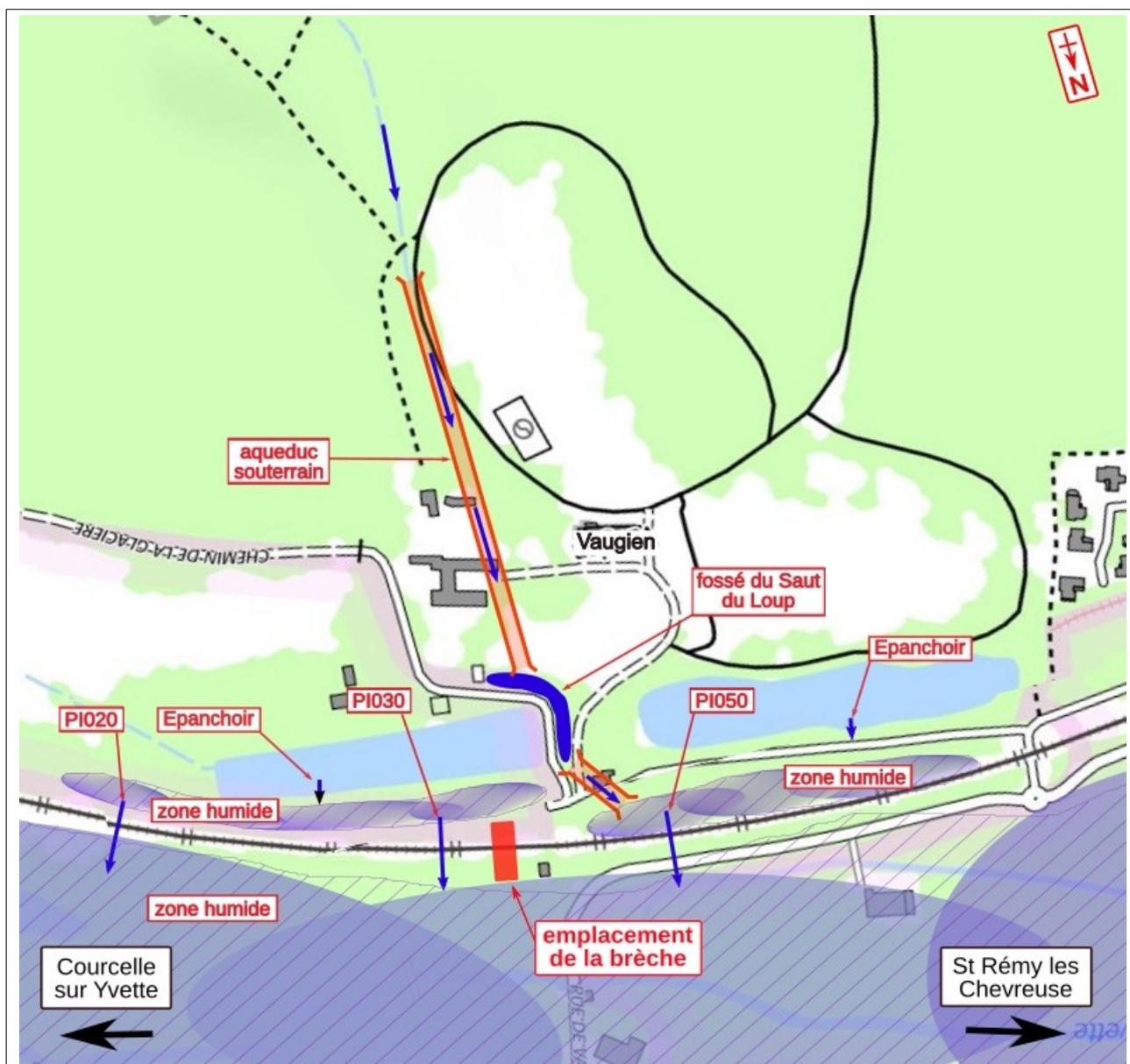
Vue 7 : le réseau hydraulique du remblai ferroviaire

Le PI30 est implanté au point bas du sol naturel en pied de talus dans l'interstation Saint-Rémy – Courcelle-sur-Yvette.

Après traversée des voies du RER, les aqueducs PI020 et PI050 rejettent leurs eaux à l'air libre en direction de l'Yvette. Le PI030 rejette ses eaux dans l'Yvette par l'intermédiaire d'une buse de diamètre 300 mm implantée sur un terrain privé.

En amont, l'eau arrivant des épanchoirs² de l'étang communal et de l'étang du domaine de Vaugien est captée par le réseau de drainage en pied de remblai côté sud.

Par ailleurs, le domaine de Vaugien est équipé d'un ouvrage qui date de la construction du château au début du XIX^e siècle. Sa taille est telle qu'« un homme peut y marcher ». Il capte les eaux pluviales de l'amont du domaine et les rejette en aval, en limite du domaine privé, dans un fossé appelé le « Saut du Loup ». Après passage sous l'avenue de la Guiterie, l'eau s'écoule dans la zone humide pour captage par les drains du PI050.



Vue 8 : plan schématique des ouvrages à l'amont du remblai

2 Épanchoir : ouvrage d'art par lequel peut se déverser le trop-plein d'un étang

2.4 - Les matériels roulants circulant sur la ligne B

Les trains circulant sur la ligne B du RER sont assurés par des automotrices des séries MI79 et MI84. MI signifie que ce sont des **Matériels** permettant l'**Interconnexion** des réseaux RATP et SNCF ; « 79 » et « 84 » désignent respectivement le millésime de l'année d'initialisation du contrat de fourniture pour chaque type.



Vue 9 : une rame MI79 du RER B

Chaque rame est constituée de deux motrices avec cabine de conduite, encadrant deux remorques. Les rames sont couplables en unité multiple pouvant associer indifféremment les deux séries.

Développée dans les années 1970 par la RATP et la SNCF, la **rame MI79** a été le premier matériel d'interconnexion pour la ligne B du RER en Île-de-France.

La vitesse limite est de 120 km/h. Une rame mesure 104 m de longueur pour une masse de 205 tonnes. Le freinage est assuré par des freins à sabots et des freins à disque. Les bogies moteurs sont pourvus de freins à patins magnétiques.

Cette série a fait l'objet d'une rénovation complète entre 2010 et 2015. Les performances sont restées identiques. L'aménagement intérieur a été revu, avec adjonction d'une ventilation réfrigérée et actualisation de l'électronique. La masse est portée à 218 tonnes

Une rame rénovée a une capacité de 850 voyageurs, soit 1 700 voyageurs pour un train de deux éléments.

La **rame MI84** est une évolution de la rame MI79, développée par la RATP pour exploiter le RER A. Puis la série a été reversée pour l'exploitation du RER B avec l'arrivée d'un nouveau matériel à deux étages sur le RER A.

La livrée est identique à celle de la rame MI79. Les caractéristiques sont les mêmes que celles de la rame MI79, avec cependant 5 tonnes en moins, gagnées sur la masse de la chaîne de traction.

Les conducteurs décrivent ces matériels comme permettant une bonne vision pour la conduite et dotés d'un bon système de freinage.

Le train accidenté AIDA03 du 12 juin 2018 était composé de deux rames :

- en tête la rame MI79 8142, rame menante ;
- en queue, la rame MI84 8478, rame menée.

2.5 - Les conditions de conduite des trains lors de situations sortant de l'ordinaire

Comme nous le verrons plus loin, l'accident du 12 juin 2018 est le résultat du passage du train AIDA03 sur une voie qui n'était plus tenue par son support, ainsi que d'une absence de détection de cet état. Nous avons donc examiné les conditions de conduite des trains en cas de survenue d'évènements extérieurs connus ou incertains.

2.5.1 - La base

La réglementation RATP (ISF 214) pose que « *la conduite du train doit être assurée de façon prudente et vigilante. En particulier, la surveillance de la voie, l'observation des signaux et des appareils de contrôle ne doivent pas être abandonnées...* »

C'est l'attitude habituelle que doit adopter le conducteur d'une rame de RER.

2.5.2 - La marche prudente

Un danger est un événement inopiné, survenant dans les emprises ferroviaires et présentant un péril pour la circulation des trains ou les personnes. Il requiert une réduction de vitesse et une vigilance accrue de la part du conducteur afin que son train poursuive sa route en sécurité. Cette marche spéciale, utilisée lorsque certaines situations (présence de voyageurs sur les voies, corps étranger susceptible d'engager le gabarit, etc.) font redouter l'existence d'un danger, est appelée « marche prudente ». Un obstacle, quant à lui, est un élément rendant impossible la poursuite de la route par un train.

La marche prudente est motivée et délimitée géographiquement dans son application.

L'ordre de marche prudente impose alors au conducteur de franchir la zone délimitée en conduite manuelle pour les trains équipés de la conduite automatique, en réduisant la vitesse du train compte tenu du motif indiqué. Seul le chef de régulation du PCC a compétence pour remettre un ordre de marche prudente à un train.

2.5.3 - La circulation du premier train après la période d'interruption nocturne

D'une façon générale, le trafic ferroviaire est moins intense la nuit. Le service voyageurs de nombreuses métropoles françaises y est d'ailleurs interrompu, ce qui est le cas sur la ligne B du RER.

Lors de la reprise du matin, le premier train circule sans restriction particulière.

Il en est de même sur le réseau classique SNCF. En revanche, les lignes des trains à grande vitesse sont « balayées » par le premier train du matin qui est alors limité à 220 km/h. Cela afin de vérifier l'intégrité de l'infrastructure et l'absence d'oubli ou de perte d'outillage lors de la maintenance nocturne, compte tenu des conséquences potentiellement catastrophiques d'un heurt ou d'un déraillement à grande vitesse.

2.5.4 - La procédure RATP en période d'événement météorologique intense ou inhabituel

Suite à prévisions de Météo France, la réglementation RATP prévoit pour le département RER des mesures à prendre en cas de :

- neige et verglas ;
- inondations ;
- canicule ;
- pollution.

Les mesures hivernales (du 15 octobre au 31 mars) consistent à se prémunir des effets du verglas, de la neige et de la chute des feuilles mortes.

Concernant les inondations, la RATP est informée par la préfecture de zone de la montée des eaux de la Seine et de la Marne. Selon l'atteinte de seuils, des mesures sont mises en œuvre, telles que rappel aux conducteurs de signaler toute infiltration d'eau, fermeture de la station St Michel-Notre Dame...

Il n'est pas prévu de mesure en cas de fortes pluies, orages, vents violents, tant que les infrastructures ferroviaires et électriques ne sont pas touchées ou tant que le gabarit des trains n'est pas engagé. En effet, les fortes pluies ne présentent ni entrave, ni risque pour la circulation ferroviaire.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Les résumés des déclarations et témoignages

Les déclarations présentées ci-dessous ont été établies par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations écrites dont ils ont eu connaissance et de celles qu'ils ont recueillies verbalement lors des auditions qu'ils ont réalisées. Ils ne retiennent que les éléments utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre ces différentes déclarations recueillies et les constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.1.1 - Les déclarations du conducteur de la rame de RER

Après neuf années de conduite de métro, le conducteur est venu à la conduite des RER sur la ligne B en 2004. Aujourd'hui conducteur confirmé, il est également conducteur-tuteur et forme les conducteurs apprenants.

La veille du déraillement, il était en repos hebdomadaire.

Le mardi 12 juin, le conducteur prend son service normalement à 4 h 30 à Saint-Rémy-lès-Chevreuse. Le Poste de commande et de contrôle centralisés (PCC) l'informe qu'un arbre est tombé sur les voies vers Massy-Palaiseau et que son premier train, AIDA03, est susceptible de circuler à contresens sur Installations Permanentes de ContreSens³ (IPCS) depuis la station Lozère. La chute de l'arbre est la conséquence des conditions atmosphériques du moment.

Constatant une météo dégradée, le conducteur a pris la décision de partir avec prudence et d'adapter sa vitesse en cas de rencontre inopinée avec un obstacle (arbre, branche). Il invite aussi le conducteur dit de « glissement »⁴ à le rejoindre en cabine pour l'aider à surveiller les voies.

La mise en marche vers Courcelle-sur-Yvette se fait à l'heure à 4 h 58. La montée en vitesse est très progressive. Le conducteur annonce à son collègue « je roulerai à 60-70 maxi, à l'instinct, feux plein phare. » Il voit très bien les deux files de rail briller dans les phares.

Le conducteur recherche un obstacle dans le gabarit, il ne s'attend pas à un problème sous les rails. Alors qu'il est en communication radio avec le PCC et apercevant une zone très sombre au niveau de la voie, il effectue un freinage d'urgence et active l'alerte radio sol-train. Il ressent un choc comme un « nid de poule » sur une route, mais en plus brutal que dans une automobile. Le train se met à osciller violemment de gauche à droite ; la caténaire vient heurter le pare-brise, créant une gerbe d'étincelles.

Lorsque le train s'arrête, la motrice de tête est toujours en voie. Le conducteur constate par la vitre latérale de la cabine de conduite qu'une bonne partie du train est renversée. Il informe le PCC de la situation et demande l'intervention des secours.

N'ayant subi aucune blessure, les deux conducteurs s'organisent pour aller porter assistance aux voyageurs. Le conducteur titulaire s'occupe de la rame avant, le conducteur de « glissement » de la rame arrière.

3 Sur ligne à double voie, ces installations permettent la circulation en sens inverse sur l'autre voie, la sécurité des circulations étant assurée par ces installations.

4 Le mardi 12 juin est un jour de grève des agents de la SNCF. En conséquence, l'interconnexion des deux réseaux à la gare du Nord à Paris est suspendue. Ainsi, le train AIDA03 sera terminus en gare du Nord, d'où il sera réutilisé vers le sud. Afin d'accélérer ces retournements, le train de retour est conduit par un autre conducteur, organisation que la RATP nomme « glissement ». En début du service et afin d'assurer le glissement à la gare du Nord, le conducteur de reprise de AIDA03 monte sur le train dès Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

Lors de sa visite, le conducteur rencontre une femme enceinte ; il estime plus raisonnable de la laisser sur place pour une prise en charge par les secours.

Le chef de gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse arrive alors. Compte tenu de ses qualifications et fonction, le chef de gare prend la direction des opérations.

3.1.2 - Les déclarations du conducteur dit « de glissement »

Conducteur de métro en 2005, il est passé à la conduite du RER B en 2015.

Le mardi 12 juin 2018, il prend son service à 4 h 30. Il pleut encore le matin et les routes sont inondées. Il est commandé pour prendre le train AIDA03 en voyageur, afin d'assurer un glissement à gare du Nord.

Avant le départ de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, le PCC informe les deux conducteurs d'une circulation possible en IPCS par suite d'un arbre dans la caténaire dû aux conditions atmosphériques.

Il monte en cabine avec le conducteur titulaire qui lui a annoncé « quatre yeux sont mieux que deux yeux pour voir ». Il constate que le conducteur titulaire roule à une vitesse inférieure à la vitesse autorisée.

N'ayant pas la charge de la conduite du train, il est peu attentif. Il ne voit pas la lacune sous la voie. Le conducteur titulaire remarque l'anomalie et l'annonce en même temps qu'il déclenche un freinage d'urgence. Aussitôt, le train se met à bouger dans tous les sens. Le train finissant par s'arrêter, il avise le PCC de la situation par son téléphone portable et demande l'intervention des secours, tandis que le conducteur titulaire utilise la radio sol-train dans le même but.

Les deux conducteurs descendent de la cabine de conduite pour porter assistance aux voyageurs. Il prend en charge la seconde rame et invite les voyageurs à se regrouper en queue de rame en passant par les intercirculations pour une prise en charge par les secours ; il rencontre six personnes.

En parallèle, la brèche a continué à s'agrandir. Lors de son retour vers l'avant du train par l'extérieur, il tombe dans l'eau jusqu'à la taille : le ballast s'est dérobé sous lui. Il s'est accroché aux rails pour remonter, l'opération demandant du temps car le courant était fort. Puis il a traversé la brèche sur les rails et traverses vers la rame de tête.

Lors de l'arrivée du chef de gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, il aide ce dernier à porter secours à la femme enceinte dans la rame de tête.

3.1.3 - Les déclarations du chef de gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse

Après avoir travaillé au PCC, il a occupé les postes de chef de gare dans les divers points de la ligne B Sud. Aujourd'hui, en plus du poste de chef de gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, il est également le dirigeant de proximité des conducteurs du site.

Il connaît les deux conducteurs présents sur la rame AIDA03 ce mardi 12 juin 2018.

Ce matin-là, il a embauché à 4 h 45 avec 15 minutes de retard par rapport à son service théorique. Il a rencontré des difficultés pour se rendre à Saint-Rémy : des arbres tombés dans la nuit et deux routes obstruées l'ont contraint à se détourner de l'itinéraire usuel. Il a téléphoné au PCC pour aviser de ses difficultés d'acheminement et donc de son retard. En retour, le PCC l'a informé d'une difficulté à Massy avec un arbre sur la voie 2.

Après l'alerte émise par les conducteurs de AIDA03, il s'est rendu sur les lieux du déraillement avec deux autres conducteurs qui préparaient leurs trains à Saint-Rémy.

Lors de son arrivée sur site à 5 h 22, il constate que :

- l'eau coule abondamment depuis le côté voie 1 (côté sud) ;
- l'eau a submergé les rails : il y a des débris végétaux sur la table de roulement des rails ; également des perches (poissons) sont échouées sur le ballast ;
- l'eau est encore présente à 30 cm environ sous les traverses ;
- le trou fait environ 5 m de large.

Après l'évacuation des six voyageurs de la rame de queue invités à regagner à pied la gare de Saint-Rémy, il a entrepris l'évacuation de la femme enceinte présente dans la rame de tête, car il craignait que les voitures couchées continuent à chuter le long du remblai. Il est aidé par le conducteur dit de « glissement » après sa chute dans l'eau.

3.1.4 - Les déclarations des agents du poste de commande et de contrôle centralisés

Le PCC est le centre d'exploitation pour la partie RATP de la ligne ; il est situé à Denfert-Rochereau. Il est sous l'autorité du centre de commandement unifié de la ligne B du RER.

Il a pour missions l'ordonnancement des circulations en sécurité, par rétentions, suppressions, mises en marche, afin de minimiser au maximum tout incident. Il assure aussi la gestion de l'alimentation électrique des caténaires, notamment pour les travaux.

Sont présents au PCC deux chefs de régulation, l'un ayant en charge la partie Nord du domaine RATP (Gare du Nord à Massy-Palaiseau), l'autre la partie Sud (Massy-Palaiseau à Saint-Rémy-lès-Chevreuse, dont la section intéressée par l'accident du 12 juin 2018.

Lors de l'accident à 5 h, les chefs de régulation sont présents depuis la veille au soir et ont travaillé toute la nuit.



Vue 10 : le tableau de contrôle du PCC

La nuit, il y a eu des travaux de maintenance de l'infrastructure, comme d'habitude, mais pas sur la section Saint-Rémy – Gif-sur-Yvette. Vers 4 heures, un train de service en retour à sa base signale un arbre dans la caténaire voie 2 à Massy-Palaiseau.

Lors du départ de AIDA03 de Saint-Rémy, le chef de régulation est en communication radio avec le conducteur pour régler la circulation à contresens entre Lozère et Massy, ainsi que la desserte voyageurs des stations Lozère, Villebon et Palaiseau.

À un moment, il y a une coupure brutale de la communication et un déclenchement d'alerte radio. En parallèle, il constate la perte des télécontrôles et télécommandes de l'infrastructure entre Orsay-Ville et Saint-Rémy-lès-Chevreuse et la disjonction de la caténaire.

Lors du rétablissement de la communication, le conducteur de AIDA03 annonce que trois voitures de sa rame sont couchées, que la motrice est debout, et informe de l'affaissement de la plateforme. Le chef de régulation fait appel aux secours, tandis que les conducteurs vont porter assistance aux voyageurs.

Avec la participation de l'aiguilleur, il prend les mesures de protection nécessitées par la situation. Il envoie le chef de gare de Saint-Rémy sur le lieu de l'accident.

3.2 - L'examen des données de l'enregistreur de bord du train

Les données de l'enregistreur de bord EPE⁵ ont été exploitées.

La vue suivante montre un extrait des données issues de l'enregistrement de la rame MI79 n° 8142 le jour de l'accident.



Vue 11 : l'enregistrement des vitesses de AIDA03

Depuis le départ de Saint-Rémy-lès-Chevreuse, la montée en vitesse est très progressive : 20 km/h atteints au bout de 110 m pour la sortie de gare ; la transition de 20 km/h à 50 km/h est faite en 440 m ; puis le passage de 50 à 60 km/h en 420 m ; enfin 280 m supplémentaires pour la montée à 63 km/h.

Le freinage d'urgence est actionné alors que le train circule à la vitesse de 63 km/h et que le manipulateur traction-freinage est sur la position neutre.

Le train s'arrête 12 secondes plus tard aux alentours du PK 35, 100 mètres environ après le déclenchement du freinage d'urgence. La décélération est de 1,61 m/s², ce qui est conforme aux performances de freinage garanties par le constructeur.

Entre temps, un signal d'alarme est tiré 6 secondes après le freinage d'urgence du conducteur.

La tension caténaire est perdue 8 secondes après le freinage d'urgence du conducteur. Ce dernier déclenche l'alerte radio.

5 EPE : Enregistrement des Paramètres d'Exploitation ; c'est un dispositif qui enregistre des informations relatives au fonctionnement et aux différentes actions sur les commandes effectuées dans la rame.

3.3 - L'événement météorologique régional

L'accident se produit après une période de fortes précipitations.

3.3.1 - Les bulletins nationaux de Météo-France

Météo-France émet périodiquement des messages afin d'informer la population et les pouvoirs publics sur les conditions météorologiques. En cas de phénomène météorologique pouvant être dangereux, les messages sont plus nombreux. (Pour information, l'annexe 2 présente un extrait des règles sur la vigilance météorologique assurée par Météo-France).

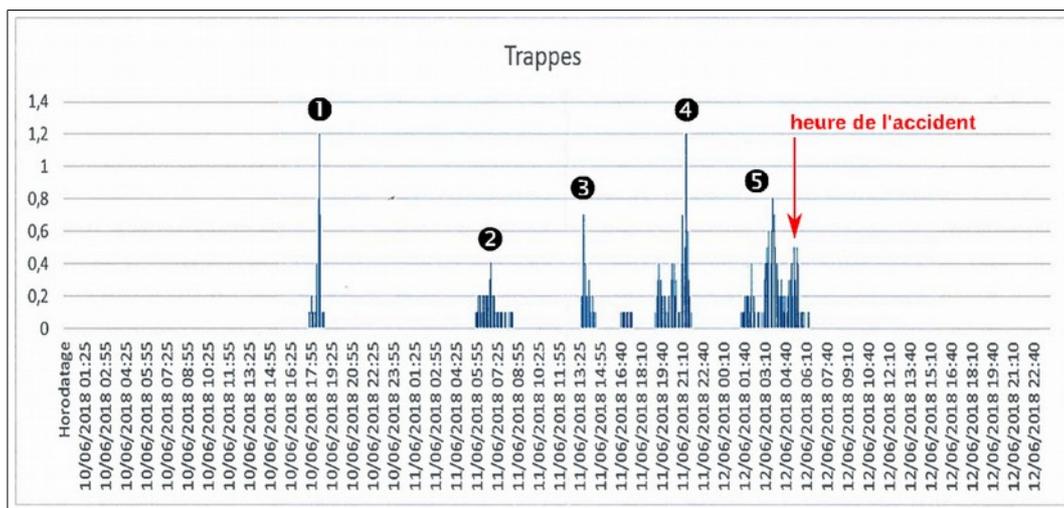
Entre le dimanche 10 juin et le mardi 12 juin 2018, Météo-France a émis des messages annonçant le passage d'une perturbation atmosphérique sur le bassin parisien.

Date	Message
Dimanche 10 juin 11:30	Vigilance Orange Une alerte vigilance est émise par Météo-France pour toute l'Île-de-France et les régions allant jusqu'au Massif Central. Des orages localement violents sont annoncés pour l'après-midi et la nuit.
Lundi 11 juin 06:00	Vigilance Orange Les pluies et les orages deviennent plus fréquents sur le Bassin parisien.
Lundi 11 juin 16:00	Vigilance Orange Des fortes pluies orageuses et fréquentes sont annoncées pour les prochaines 24 heures.
Lundi 11 juin 22:00	Vigilance Orange Les prévisions de précipitation sont identiques à celles émises à 16 h. Maintenant, des pluies donnant des inondations sont annoncées sur l'Île-de-France.
Mardi 12 juin 00:23	Vigilance Orange Le message reconduit les annonces du lundi 22 h : pluies et inondations.
Mardi 12 juin 06:00	Vigilance Orange Toujours de fortes pluies avec des inondations.
Mardi 12 juin 12:00	Pas de vigilance La perturbation a quitté le Bassin parisien. L'Île-de-France est repassée sans vigilance particulière. L'Eure-et-Loir, département limitrophe des Yvelines et de l'Essonne, reste en vigilance Orange Inondations.

3.3.2 - Les effets locaux de l'activité météorologique

Du dimanche 10 juin au mardi 12 juin, une perturbation atmosphérique passe sur le Bassin parisien, en occasionnant d'intenses précipitations. Cette forte pluie sur des sols déjà gorgés d'eau va engendrer un volume important d'eaux de ruissellement qui vont s'écouler selon les pentes pour créer des inondations dans les parties basses du relief.

Saint-Rémy-lès-Chevreuse se trouve à proximité du site d'observation de Météo-France de Trappes. Ce site enregistre les précipitations minute par minute. Le bilan de ces enregistrements est présenté sur la figure suivante.



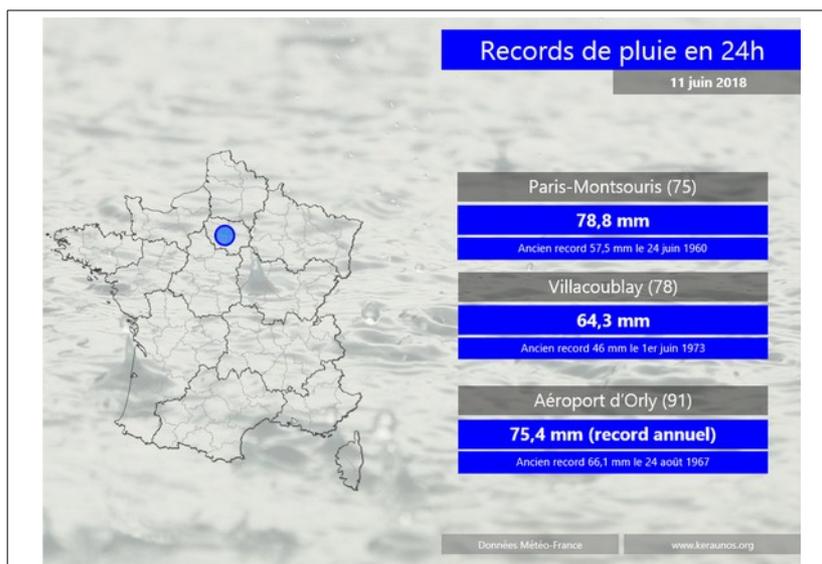
Vue 12 : les précipitations mesurées par Météo-France en mm par minute

Un épisode de pluie orageuse particulièrement violent passe sur le secteur le dimanche 10 juin vers 18 h 30 (❶).

Le lundi 11 juin vers 6 h 30, il pleut à nouveau, beaucoup moins intensément, mais pendant plus de temps (❷). La pluie se répète plusieurs fois au cours de l'après-midi (❸). Vers 20 h en soirée, un nouvel épisode de pluie se produit pendant 2 heures environ (❹).

Au cours de la nuit précédant l'accident à partir de 1 h 30, une pluie de forte intensité tombe sur le secteur (❺). Cette pluie est très marquée à Trappes ainsi qu'à Toussus-le-Noble, site d'observation de Météo-France également proche de Saint-Rémy. Les précipitations sont importantes, atteignant à deux reprises 1,6 mm d'eau par minute à Toussus et elles durent plus de 2 heures. L'épisode pluvieux du mardi matin, du fait de sa durée et de son intensité, va renforcer le ruissellement du plateau vers l'Yvette.

Ces précipitations sont résumées dans la vue suivante, montrant les hauteurs d'eau tombée sur le secteur.



Vue 13 : les précipitations avant l'accident

Sur le bassin versant de la plaine de Ragonant, le cumul de hauteur de pluie tombée pendant les 24 heures précédant l'accident présente une valeur moyenne de 40 l/m², soit 400 m³/hectare sur des sols déjà saturés.*

La surface versante de la Plaine de Ragonant vers les 3 ouvrages PI020, PI030 et PI050 a une superficie d'environ 225 hectares.

90 000 m³ se sont déversés en 4 séquences (②, ③, ④ et ⑤) et ont rejoint l'Yvette sur 24 heures. Nous y reviendrons au § 3.5.2.

Dans le prolongement des événements météorologiques, le SIAHVY dispose d'un service « Alerte Crue ». En parallèle à une information conjoncturelle disponible sur son site web, le syndicat propose l'envoi de ses alertes par abonnement (gratuit) sur les supports numériques classiques, courriel, SMS et/ou messagerie vocale.

Une alerte-crue avait été émise pour la période de l'accident.

3.4 - La brèche dans le remblai



Vue 14 : la brèche de l'accident

La vue 14 montre la lacune dans le remblai : les côtés sont relativement verticaux et le remblai est érodé jusqu'au sol naturel. Ce sont les caractéristiques habituelles d'une rupture de digue par **surverse**.

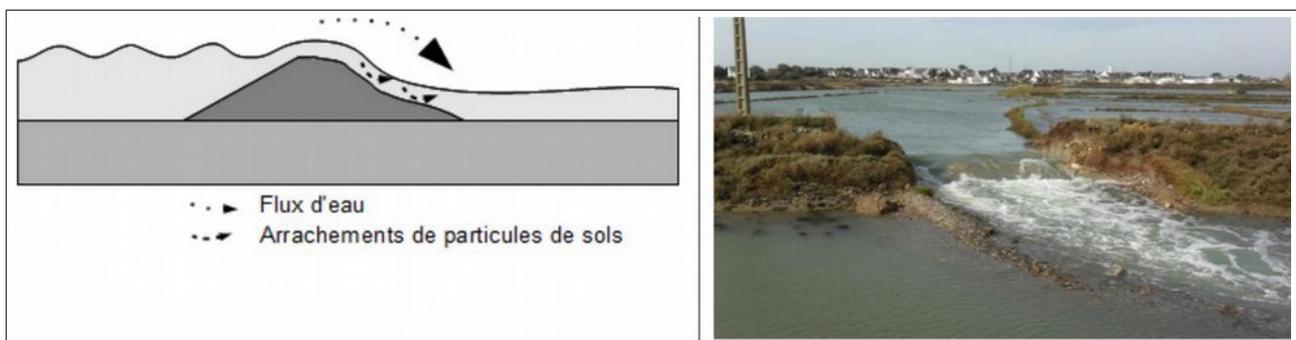
Des débris végétaux ont été retrouvés sur le champignon des rails, indiquant que le niveau des eaux était monté jusqu'au sommet du remblai ferroviaire côté Plaine de Vaugien.

* Nota : 1 mm d'eau = 1 l/m² = 10 m³/ha



Vue 15 : les débris végétaux sur le rail

La surverse, lorsqu'elle est incontrôlée, est un des facteurs d'érosion externe les plus importants et les plus dévastateurs des digues fluviales. Le débordement d'eau par-dessus la crête de la digue conduit à des écoulements à forte vitesse sur la crête et le versant aval de la digue (côté Yvette dans notre cas). Cet écoulement incontrôlé génère une érosion régressive du remblai pouvant rapidement conduire à la brèche, dès que la crête se retrouve entaillée sur toute sa largeur.⁶

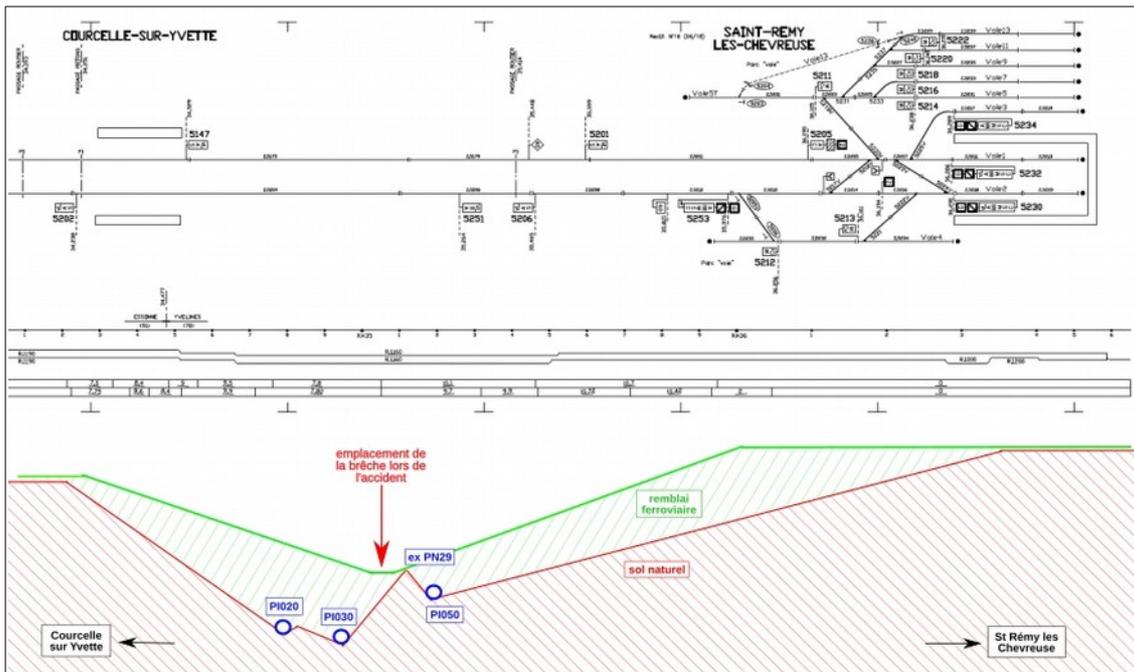


Vue 16 : principe de la surverse et exemple de brèche dans un ouvrage

Outre les éléments déjà mentionnés, la surverse se caractérise par la rapidité de l'érosion après la submersion.

Dans le cadre de l'accident du 12 juin, après submersion des voies, l'eau s'est écoulee le long du remblai en direction de l'Yvette. Ce phénomène s'est produit au PK35,025, situé au point le plus bas du profil en long du remblai ferroviaire.

⁶ Ce phénomène est décrit dans le guide sur les déversoirs sur digues fluviales [Degoutte, 2012, p 19 à 22].



Vue 17 : le profil en long de la section Saint-Rémy – Courcelle-sur-Yvette

Nota : les pentes sont accentuées pour une meilleure compréhension

Ce phénomène, que l'on nomme « l'effet de surverse », est la cause immédiate de la création d'une lacune dans le remblai ferroviaire, conduisant au déraillement du train AIDA03 le 12 juin 2018.

Ce constat nous a amené à conduire des investigations sur les conditions de montée des eaux à l'amont du remblai.

3.5 - L'accumulation des eaux à l'amont du remblai

La ville de Saint-Rémy-lès-Chevreuse est implantée en fond de vallée, à la confluence de l'Yvette, du Rodhon et du Montabé⁷. En cas de fortes précipitations, beaucoup d'eau converge dans les parties basses de la ville. La crue y est un phénomène connu. Elle apparaît dès que les bassins de rétention des eaux de pluie, situés à l'amont de ces cours d'eau, sont remplis. Il y a débordement et des habitations sont inondées.

Une crue de niveau centennal a eu lieu en juin 2016. En juin 2018, l'évènement pluvieux n'a pas occasionné de crue en tant que telle. Ce sont des pluies de ruissellement qui ont provoqué les dommages. Le phénomène a été aggravé par les vents qui étaient perpendiculaires à la rivière : le plateau de Ragonant et tout le versant sud de la vallée ont subi au même moment de fortes précipitations qui ont amené beaucoup d'eau à converger vers l'Yvette sans pour autant que celle-ci ne déborde en centre-ville.

3.5.1 - Les inondations sur la commune de Saint-Rémy-lès-Chevreuse dans le cadre de l'épisode du 10 au 12 juin 2018

Dimanche 10 juin 2018

Une averse de grêle très abondante s'abat sur Saint-Rémy-lès-Chevreuse pendant 20 à 30 minutes. (épisode ❶ du § 3.3.2) Le ruisseau Montabé déborde depuis 22 h car sa retenue, le lac de Beauséjour, est pleine. La mairie est mobilisée car elle a reçu une alerte crue émise par le SIAHVY.

⁷ Le Montabé est un ruisseau qui coule depuis le plateau au sud et se jette dans l'Yvette au niveau du centre-ville de Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

Les pompiers signalent les premiers incidents et sont notamment informés que le fossé du Saut du Loup sur le domaine de Vaugien, déborde. Le maire se rendra sur place à minuit.



Vue 18 : le Saut du Loup le lendemain de l'accident

Lundi 11 juin 2018

Les services techniques municipaux procèdent au retrait des embâcles (débris) dans le fossé du Saut du Loup en faisant intervenir une entreprise avec une pelle mécanique.

Par ailleurs, la pluie s'accroît. Les écoles de Saint-Rémy-lès-Chevreuse sont fermées et le mobilier est surélevé, compte tenu des volumes d'eau attendus.

À 20 h, des coulées de boue se produisent, nécessitant la fermeture de routes. Le Montabé, habituellement un ru, s'est transformé en « torrent de montagne. »

Dans la nuit du lundi 11 au mardi 12 précédant l'accident, il n'y a aucun signalement aux pompiers concernant le domaine de Vaugien.

Il peut toutefois être constaté, à l'état des lieux après l'accident, que le fossé du Saut du Loup a à nouveau débordé. Un riverain a aussi rapporté aux enquêteurs du BEA-TT que l'eau est montée, recouvrant la route devant l'accès desservant le domaine de Vaugien. Il est à noter que l'altitude de cette route est légèrement en contrebas de celle du point bas de la voie ferrée.



Vue 19 : schéma du ruissellement des eaux pluviales

Déroulé probable de l'arrivée des eaux

L'eau ruisselant depuis le plateau de Ragonant (①) aurait emprunté l'aqueduc souterrain (②), se serait accumulée dans le fossé du Saut du Loup qui aurait débordé (③). L'eau se serait déversée dans l'étang situé à l'est (④), puis accumulée à nouveau en une longue zone de montée des eaux (⑤) en amont du remblai, submergeant la route devant l'accès au domaine de Vaugien avant de submerger le remblai par surverse (⑥).

Le débordement du fossé du Saut du Loup et la redirection du flux vers l'étang à l'est ne nous apparaît pas être une cause aggravante de l'inondation, qui a conduit à l'effet de surverse. En effet, les eaux de ruissellement cherchent invariablement une direction d'écoulement. La configuration des lieux est telle que, pour rejoindre l'Yvette, ces eaux doivent passer le remblai ferroviaire. Le débordement du fossé du Saut du Loup a modifié le cheminement des eaux à l'amont du remblai, mais il n'a modifié ni le volume, ni le fait que ces eaux se sont accumulées sur une large zone en amont du remblai conduisant à la surverse. C'est l'insuffisance de capacité d'écoulement au travers du remblai qui a provoqué la surverse.

3.5.2 - La capacité des ouvrages de transparence hydraulique

Les trois ouvrages de transparence, PI020, PI030 et PI050, ont été construits vers 1890 et la ligne a changé par la suite plusieurs fois de propriétaire. Aussi, la façon dont a été étudié le système de drainage n'est plus connue aujourd'hui.

Jusqu'à l'accident du 12 juin 2018, il n'y avait toutefois aucune raison de remettre en cause sa conception compte tenu de l'absence d'incident. Ces ouvrages avaient parfaitement rempli leur fonction jusqu'alors.

Compte tenu de leurs dimensions, ces trois ouvrages offrent chacun une section utile de 0,5 m², soit un total de 1,5 m².

En appliquant la formule de Manning-Strickler⁸ pour calculer la capacité d'un ouvrage hydraulique, avec un coefficient de rugosité des parois $K=35$ pour la pierre des ponceaux et une pente à 5 ‰, on obtient un débit maximum de 400 l/s par aqueduc. Cela donne une capacité de franchissement du remblai de 1,20 m³/s pour les 3 ouvrages, soit 4 320 m³/h. Dans le calcul, il n'est pas tenu compte du fait que le débit est réduit pour le PI030 car cet ouvrage est branché sur une canalisation plus petite.

La capacité de franchissement offerte par le remblai ferroviaire est à mettre en perspective avec la quantité d'eau tombée sur la plaine de Ragonant lors des événements pluvieux précédant l'accident. Environ 90 000 m³ devaient être évacués à travers le remblai dans les 24 heures précédant l'accident, répartis en 4 séquences. Dans les 4 heures précédant l'accident, il est tombé environ le tiers de ce volume, soit 30 000 m³, correspondant à un débit à évacuer de 7 500 m³/h.

Le débit d'écoulement maximum offert par les 3 ouvrages (4 320 m³/h) est bien inférieur au besoin.

Compte tenu du volume d'eau et de la capacité de passage, **l'eau est montée le long du versant sud et a submergé le remblai.**

3.6 - Le risque naturel de l'inondation

La notion de risque naturel recouvre l'ensemble des menaces que certains phénomènes et aléas naturels font peser sur des populations, des ouvrages et des équipements. Plus ou moins violents, ces événements naturels sont toujours susceptibles d'être dangereux sur les plans humain, économique ou environnemental. La prévention des risques naturels consiste à s'adapter à ces phénomènes pour réduire, autant que possible, leurs conséquences prévisibles et les dommages potentiels. Ces phénomènes sont principalement les canicules, les grands froids, les éruptions volcaniques, les séismes, les feux de forêts et les inondations.

3.6.1 - L'inondation

Une inondation est une submersion temporaire par l'eau, de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. L'expression recouvre les inondations dues aux crues des rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents méditerranéens, aux remontées de nappe, aux ruissellements urbains et agricoles ainsi que les submersions marines au-delà des limites du rivage de la mer. Une inondation peut être la conséquence d'un phénomène cyclique tel que la fonte des neiges ou une marée élevée. Elle peut être due également à des circonstances météorologiques particulières, comme les cyclones, les orages violents ou des pluies longuement abondantes.

⁸ La formule de Manning-Strickler est une formule empirique d'estimation de la vitesse d'un liquide s'écoulant dans un conduit où le fluide ne remplit pas complètement la section. Elle est de la forme $V = K_s R_h^{2/3} i^{1/2}$, où V est la vitesse, K le coefficient de rugosité, R le rayon hydraulique et i la pente.

Il existe différents types d'inondations par un cours d'eau :

- la montée lente des eaux en région de plaine ou de nappe affleurante. L'inondation peut alors durer plusieurs semaines :
 - les inondations par rivière de plaine, qui sort de son lit lentement et peut inonder la plaine pendant une période relativement longue ;
 - les inondations par remontée de nappe lorsque plusieurs années humides se succèdent ;
- la formation rapide de crues torrentielles consécutives à des averses violentes :
 - lorsque des précipitations intenses tombent sur un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans les rivières torrentielles et les torrents ;
- le ruissellement urbain et agricole :
 - le ruissellement concentré organisé en rigoles ou ravines parallèles le long de la plus grande pente. L'imperméabilisation des sols (bâtit, voiries, parkings, etc.) limite l'infiltration des pluies et accentue le ruissellement, ce qui occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales ;
 - le ruissellement diffus dont l'épaisseur est faible et dont les filets d'eau buttent et se divisent sur le moindre obstacle.

3.6.2 - Crues, eaux pluviales et eaux de ruissellement

Une crue est caractérisée par une augmentation très importante du débit d'un cours d'eau, avec élévation du niveau de l'eau, débordement et submersion des rives. L'eau de la crue provient de pluies ou d'orages s'abattant à l'amont du cours d'eau, voire de fonte de neiges depuis les zones de montagne.

La mémoire collective s'est attachée à conserver le niveau atteint par les différentes crues. Aujourd'hui elle est assurée par le suivi des plus hautes eaux connues (PHEC) : les cartes PHEC décrivent un phénomène historique observé. Cependant, les niveaux de crues historiques rapportées ne sont en aucun cas la garantie que le niveau de l'eau ne montera pas au-delà.

Les eaux pluviales proviennent des précipitations atmosphériques. Elles prennent le nom d'eaux de ruissellement lorsqu'elles s'écoulent à la surface du sol, en dehors du réseau hydrographique.

Une inondation par ruissellement présente habituellement les caractéristiques suivantes :

- le ruissellement n'est pas canalisé dans un cours d'eau identifié, mais dans des parties de bassins versants sans écoulement permanent (vallons secs, thalwegs, corps de rue en milieu urbain...)
- le phénomène pluvieux est soit un orage, soit un événement pluviométrique d'une intensité exceptionnelle.

L'événement des 11 et 12 juin 2018 entre dans cette dernière catégorie.

3.6.3 - La législation sur l'eau

3.6.3.1 - Le Code civil et l'écoulement des eaux pluviales

L'article 640 du code civil est ainsi rédigé :

« Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué.

Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement.

Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur. »

L'article 641 du même code civil est rédigé ainsi :

« Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds.

Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur.

La même disposition est applicable aux eaux de sources nées sur un fonds.

Lorsque, par des sondages ou des travaux souterrains, un propriétaire fait surgir des eaux dans son fonds, les propriétaires des fonds inférieurs doivent les recevoir ; mais ils ont droit à une indemnité en cas de dommages résultant de leur écoulement.

Les maisons, cours, jardins, parcs et enclos attenants aux habitations ne peuvent être assujettis à aucune aggravation de la servitude d'écoulement dans les cas prévus par les paragraphes précédents.

Les contestations auxquelles peuvent donner lieu l'établissement et l'exercice des servitudes prévues par ces paragraphes et le règlement, s'il y a lieu, des indemnités dues aux propriétaires des fonds inférieurs sont portées, en premier ressort, devant le juge du tribunal d'instance du canton qui, en prononçant, doit concilier les intérêts de l'agriculture et de l'industrie avec le respect dû à la propriété.

S'il y a lieu à expertise, il peut n'être nommé qu'un seul expert. »

La règle est donc ne pas aggraver l'écoulement naturel des eaux d'origine pluviale à l'amont comme à l'aval dès lors qu'il y a un risque d'inondation.

3.6.3.2 - La GEMAPI et la prévention des crues

La loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles dite loi « MAPTAM » et la loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République sur la décentralisation dite loi « NOTRe » ont défini et attribué aux communes et aux intercommunalités la compétence de **gestion des milieux aquatiques et de prévention des inondations** (GEMAPI). La GEMAPI traite la prévention des inondations par les crues et la facilitation de l'écoulement des eaux, notamment la gestion des sédiments et des zones d'expansion. Par exemple, ce peut être la création ou la restauration des zones de rétention temporaire des eaux de crue ou de ruissellement.

L'adhésion d'une commune ou d'une communauté de communes à un syndicat mixte emporte de plein droit le transfert de la compétence relative à la GEMAPI des cours d'eaux non domaniaux pour les communes membres, incluses dans le périmètre dudit syndicat mixte, comme c'est le cas pour Saint-Rémy-lès-Chevreuse.

3.6.3.3 - La prévention des inondations par les eaux pluviales et les eaux de ruissellement

Les eaux pluviales et les eaux de ruissellement ne sont pas légiférées en totalité :

- en zone urbaine, leur gestion est une compétence facultative communale, transférable ou déléguable, qui s'appuie sur un « service public de gestion des eaux pluviales urbaines », institué par l'article L.2226-1 du Code général des collectivités territoriales (CGCT). La loi ; n° 2018-702 du 3 août 2018 relative à la mise en œuvre du transfert des compétences « eau » et « assainissement » affecte définitivement cette compétence à la communauté de communes au plus tard le 1^{er} janvier 2026.
- en zone non urbaine, il n'y a pas de réglementation qui affecte formellement cette charge à tel ou tel échelon territorial.

Le rapport d'avril 2018 du Gouvernement au Parlement sur la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement aux fins de prévention des inondations, en application de l'article 7 de la loi n° 2017-1838 du 30 décembre 2017 relative à l'exercice des compétences des

collectivités territoriales dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques et de la prévention des inondations, qualifie de « **complexe** » la répartition des compétences territoriales ayant un lien étroit avec la gestion des eaux pluviales et de ruissellement. (page 10/31 du rapport)

3.6.3.4 - Les acteurs locaux

S'agissant de la situation actuelle, deux acteurs institutionnels sont impliqués dans la gestion des eaux naturelles sur le territoire de la commune de Saint-Rémy-lès-Chevreuse. Il s'agit de :

- la municipalité ;
- le Syndicat intercommunal pour l'aménagement hydraulique de la vallée de l'Yvette (SIAHVY). Il regroupe 36 communes des départements des Yvelines et de l'Essonne. Son périmètre d'action s'étend sur tout le bassin versant de l'Yvette. En matière d'inondation, ses missions sont principalement préventives :
 - la compétence GEMAPI ;
 - les aménagements hydrauliques concernent l'aménagement, l'entretien, l'équipement et la gestion de l'Yvette et de ses affluents ainsi que les travaux et études nécessaires au bon écoulement et à la lutte contre les inondations, l'objectif étant l'atteinte d'une qualité environnementale d'un haut niveau.

Le SIAHVY siège à la Commission locale de l'eau du bassin versant Orge-Yvette (CLE Orge-Yvette) dans le cadre de l'élaboration et la mise en œuvre du Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) des bassins de l'Orge et de l'Yvette. Il propose également à ses adhérents des services optionnels, tels que la gestion des eaux pluviales, urbaines et non urbaines.

La municipalité de Saint-Rémy-lès-Chevreuse a transféré au SIAHVY la compétence d'entretien et d'assainissement des cours d'eau, et de défense contre les inondations, incluses dans la GEMAPI. L'assainissement des eaux pluviales urbaines est resté dans le périmètre de responsabilité de la municipalité, le SIAHVY y assurant l'assistance à maîtrise d'ouvrage.

Cette répartition des compétences peut être schématisée dans le tableau ci-après :

	Compétences administratives de gestion de l'eau	Gestionnaire	
		Commune	SIAHVY (par transfert)
INONDATIONS	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des eaux pluviales urbaines 	X	(missions de maîtrise d'ouvrage)
	<ul style="list-style-type: none"> • GEMAPI <ul style="list-style-type: none"> • entretien, aménagement des cours d'eau et défense contre les inondations • autres (écosystèmes aquatiques...) 	X	X

Sur la question particulière de la maîtrise des inondations, il apparaît ainsi que :

- le SIAHVY mène des actions vis-à-vis des crues de l'Yvette. Son périmètre se limite aux plus hautes eaux onnues de la rivière, zone portée en violet sur la carte présentée vue 20.
- le SIAHVY ne gère pas d'ouvrage dans la zone de Vaugien. Par ailleurs, dans les archives historiques des crues, il n'y a pas trace d'un quelconque évènement impliquant

la zone du déraillement de juin 2018. Lors des événements de juin 2016⁹ et janvier 2018¹⁰, aucun risque n'avait été identifié localement.

- la commune gère un réseau d'eaux pluviales dit « urbain ». Conformément à la législation en cours, ce réseau est circonscrit aux zones urbanisées. Il n'y a pas d'ouvrage communal en amont du remblai de la voie ferrée.

En conclusion, la problématique des inondations en amont du remblai de la voie ferrée ne relève pas d'une compétence administrative de prévention des inondations. Elle relève de la gestion des propriétaires des terrains, à savoir les propriétaires privés riverains et les gestionnaires de domaine public, la RATP et la commune, selon les dispositions du code civil.

3.7 - Les risques naturels sur la ligne B en zone RATP

Les risques naturels sont suivis par la RATP. Ils sont classés en deux grandes catégories : les glissements ou tassements de terrain et les inondations.

3.7.1 - Les glissements et tassements de terrain

La partie de la ligne B sensible aux glissements et tassements de terrain est située dans les vallées de la Bièvre et de l'Yvette ; elle fait l'objet de mesures préventives.

Le remblai de la ligne B, établi dans ces vallées en 1854, a été construit sans purge du terrain naturel. Ce terrain naturel est constitué de limons et d'alluvions très argileuses. Le corps du remblai est aussi argileux, donc de perméabilité faible. La conséquence est qu'il fait barrage à l'eau pluviale. La modernisation de la voie, dont le remplacement des traverses bois par des traverses béton bi-blocs, réalisée vers 1975, ainsi que l'augmentation de la fréquence des trains sont à l'origine de la formation de « cuvettes » sous chaque file de rails dégradant encore les caractéristiques du remblai. La formation des cuvettes est due au poinçonnement des blocs de béton qui concentrent toute la pression sur une surface réduite de remblai.

Deux remblais de la ligne restent instables après plus de 100 ans d'existence. Ce sont celui entre Antony et Fontaine-Michalon dans la vallée de la Bièvre et celui du franchissement du ru du Vaularon dans l'intergare Bures-sur-Yvette – La Hacquinière dans la vallée de l'Yvette. Ce dernier remblai de 100 m a subi plusieurs glissements dans le passé. L'un d'eux a causé en 1929 un déraillement de train entre La Hacquinière et Bures. Ces deux remblais ont fait l'objet de nombreuses opérations de renforcement, mais demeurent néanmoins instables.

La stratégie de diminution du risque mise en œuvre par la RATP consiste en la poursuite des mesures de reconnaissance et éventuellement des campagnes de sondages. L'instabilité persistante de ces remblais nécessite une surveillance renforcée basée sur des méthodes topographiques ainsi que des travaux locaux de confortement.

Le remblai concerné par le déraillement du 12 juin 2018, n'apparaissait jusqu'alors pas sujet à ce type d'événement et il n'y avait pas d'accidentologie particulière dans cette partie les 150 dernières années.

3.7.2 - La gestion des inondations par la RATP

9 Sur les mois de mai et juin 2016, les cumuls de précipitations ont atteint deux à trois fois la normale en Île-de-France. (Cf. www.meteofrance.fr/actualites/38011833-climat-bilan-de-juin-2016)

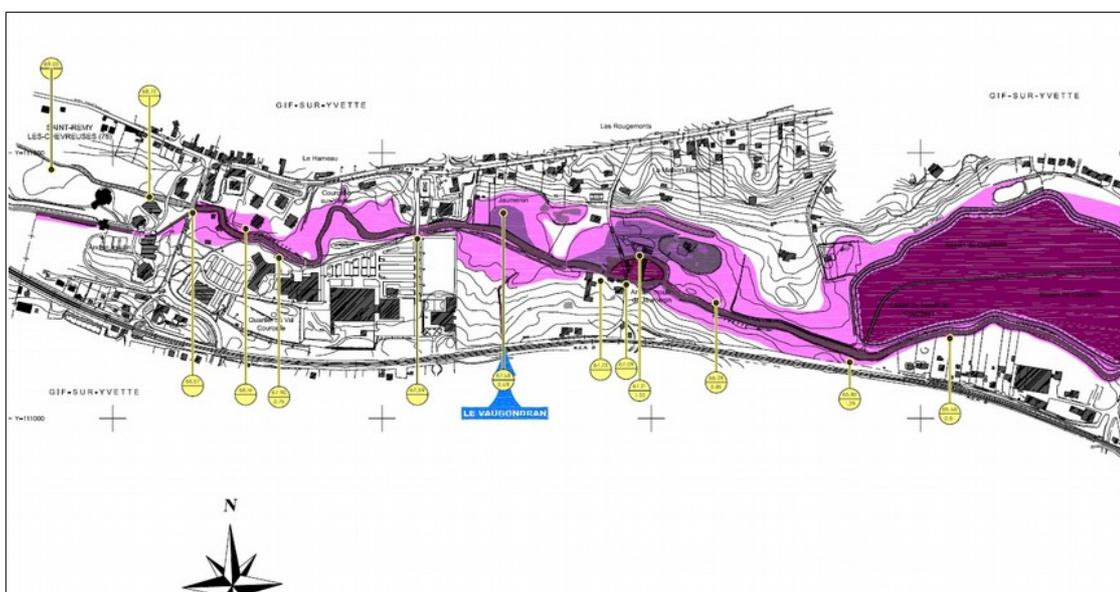
10 Janvier 2018 se classe au 1^{er} rang des mois de janvier les plus arrosés sur la période 1959-2018. (Cf. www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/bilans-climatiques/bilan-2018/bilan-climatique-de-l-annee-2018#)

Le risque Inondation est considéré comme le risque naturel majeur en Île-de-France. Le phénomène de crue est caractérisé par des débordements des cours d'eau, associés à des remontées de nappes phréatiques. Chacun des huit départements de l'Île-de-France est doté d'un plan de prévention des risques inondations (PPRI)¹¹ dont l'objet principal est de réglementer l'occupation et l'utilisation du sol dans les zones à risque. En tant qu'opérateur de réseaux de transports en commun, la RATP est explicitement désignée dans le PPRI du département de Paris. En effet, à la suite de la crue de 1910, l'intégralité des réseaux, installations et équipements de la RATP a fait l'objet de diagnostics inondation réalisés au fur et à mesure du développement du réseau.

Pour y répondre, la RATP s'est dotée d'un plan de protection contre les inondations (PPI). La vulnérabilité des infrastructures est étudiée par rapport aux cartes des aléas réglementaires figurant dans les PPRI. Ce document RATP est principalement orienté pour la défense contre les crues de la Seine et de la Marne.

Le PPI de la RATP est organisé pour combattre les crues, c'est-à-dire lorsqu'un cours d'eau sort de son lit. Mais il ne traite pas des inondations résultant des pluies de ruissellement.

La vue suivante présente l'extrait du PPRI de l'Essonne correspondant à l'Yvette sur la commune de Gif-sur-Yvette.



Vue 20 : le PPRI91 à Gif-sur-Yvette

La ligne du RER B se trouve hors limite des PHEC, c'est-à-dire hors zone d'inondation par l'Yvette. La RATP a donc logiquement situé l'Yvette hors périmètre des zones d'aléas de son PPI.

3.8 - La maintenance des ouvrages hydrauliques du remblai ferroviaire

¹¹ Élaborés par les préfectures de département en association avec les communes et en concertation avec la population, les PPRI délimitent les zones exposées aux risques, et réglementent l'occupation et l'utilisation du sol dans ces zones, en fonction de l'aléa et des enjeux, et ce afin de ne pas augmenter le nombre de personnes et de biens exposés, de réduire la vulnérabilité de ceux qui sont déjà installés dans ces zones, et de ne pas aggraver les risques, ni d'en provoquer de nouveaux. Ils constituent des servitudes d'utilité publique, et sont annexés au plan local d'urbanisme de chaque commune concernée.

de la RATP

Le BEA-TT a examiné la maintenance des ouvrages hydrauliques pour identifier les signaux d'alerte de l'insuffisance de transparence de ces ouvrages. Nos investigations ont porté sur les seuls éléments localisés dans le périmètre du déraillement de juin 2018, soit le remblai et les trois aqueducs.

Les constats sont présentés en annexe 3.

Les investigations opérées permettent de déduire que :

- le processus de surveillance est conforme à l'état de l'art. Le remblai et son système de drainage ont fait l'objet des inspections conformément au manuel RATP ;
- les inspections n'avaient pas mis en évidence de désordre à traiter. Des petits travaux (désensablement, amélioration du débouché...) avaient été notés.
- lors du déraillement du 12 juin 2018, les travaux nécessaires qui avaient été identifiés, n'avaient pas été réalisés, compte tenu de l'absence de risque identifié imminent pour la sécurité ou pour l'exploitation.

Il nous semble que la maintenance des ouvrages, même si elle a pu amoindrir le débit hydraulique des ouvrages, n'a pas été un facteur déterminant pour l'accident.

3.9 - Les travaux de remise en état après l'accident

3.9.1 - Les travaux de comblement de la brèche

L'objectif poursuivi par la RATP a été le rétablissement de l'exploitation ferroviaire.

La relève et l'évacuation des véhicules sinistrés ont requis l'engagement de puissants moyens de levages, appuyés d'opérations préalables de génie civil pour conforter ponctuellement le remblai et permettre l'appui des grues.

La reconstruction du remblai a été mise à profit afin de prévenir la survenance d'un nouvel événement du même type :

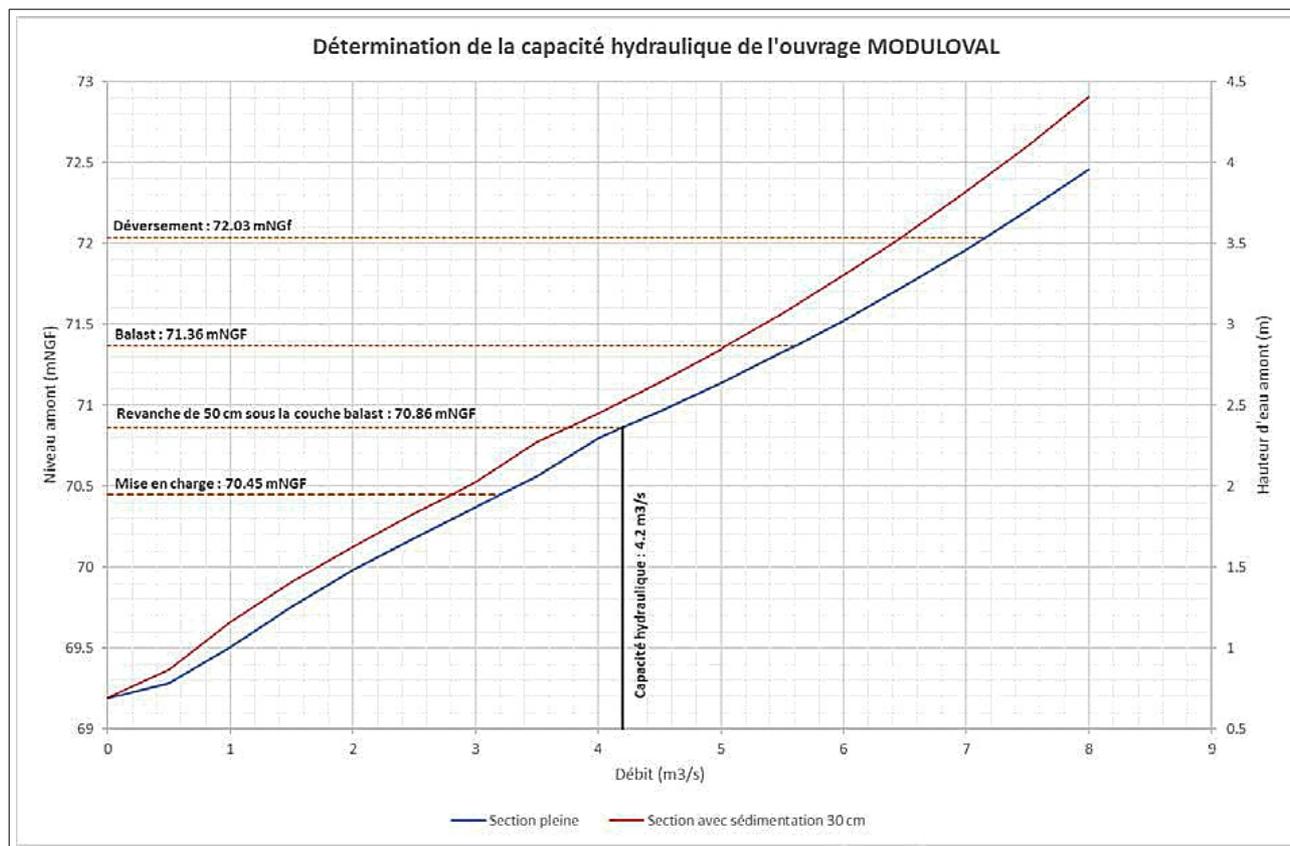
- un ovoïde (1,15 m x 1,95 m avec une section utile de 1,76 m²) a été installé dans la brèche afin de permettre le passage des eaux, y compris pour des cas de pluies exceptionnelles ;
- le comblement de la lacune a été réalisé avec du remblai « invisible » à l'eau, c'est-à-dire constitué de granulats à gros grain laissant passer l'eau.



Vue 21 : l'ovoïde dans un granulat transparent à l'eau

Afin de prévenir un accident de même nature que celui du 12 juin 2018, la RATP s'est fixée comme objectif de maintenir le niveau de l'eau à **50 cm sous la couche de ballast**.

Pour cette hauteur d'eau, la capacité effective de l'ovoïde calculée selon la formule de Manning-Strickler¹² est alors de 4,2 m³/s.



Vue 22 : capacité hydraulique de l'ovoïde

Le niveau inférieur de ballast sera atteint lorsque le débit dans l'ovoïde atteindra 5,6 m³/s et la voie sera submergée pour un débit dépassant 7,15 m³/s.

Par ailleurs le PI030 a été conservé avec son réseau de drainage, car, comme déjà indiqué, il se trouve au point bas du sol naturel, l'ovoïde quant à lui ayant une altitude légèrement supérieure.

Le nouvel ouvrage peut supporter un léger envasement sans que ses caractéristiques soient obérées. **Comparé à la capacité des trois aqueducs historiques, l'ovoïde nouvellement installé multiplie à lui seul par 2,6 la capacité des trois ouvrages de transparence du remblai avant submersion**, cela sans tenir compte de l'invisibilité à l'eau du granulat du nouveau remblai.

3.9.2 - La remise en exploitation

L'exploitation ferroviaire reprend le lundi 9 juillet 2018. La limitation de vitesse à 30 km/h est levée définitivement le lundi 27 août 2018. Des objets connectés (inclinomètres, piézomètres, sondes de température, etc.) sont installés dans le remblai pour délivrer une information sur les risques naturels.

12 Application de la formule avec une rugosité des parois K=60 et une pente à 5‰.

Parmi ces outils de télésurveillance, les piézomètres alerteront en cas de montée des eaux sur les talus du remblai ferroviaire. Cette alerte avait manqué pour parer l'accident du 12 juin 2018.

3.9.3 - Les actions en cours

La RATP a fait réaliser au cours du mois de septembre 2018 un examen interne par vidéo des trois ponceaux. L'examen n'a pas fait apparaître de désordre dans ces trois ouvrages.

La RATP a entrepris les démarches afin de supprimer la réduction de diamètre de 600 mm à 300 mm en aval du PI030. Les travaux sont conditionnés à un accord à trouver avec le propriétaire du terrain pour une servitude d'accès à l'ouvrage afin d'assurer sa maintenance future.

La RATP a initié une étude des risques hydrologiques et hydrauliques. Cette étude consiste à vérifier la valeur du risque glissement de terrain ou inondation, quelle qu'en soit l'origine, vis-à-vis de toutes les voies en secteur aérien de son réseau. À la date de rédaction du présent rapport, l'étude est au stade de la contractualisation avec le prestataire.

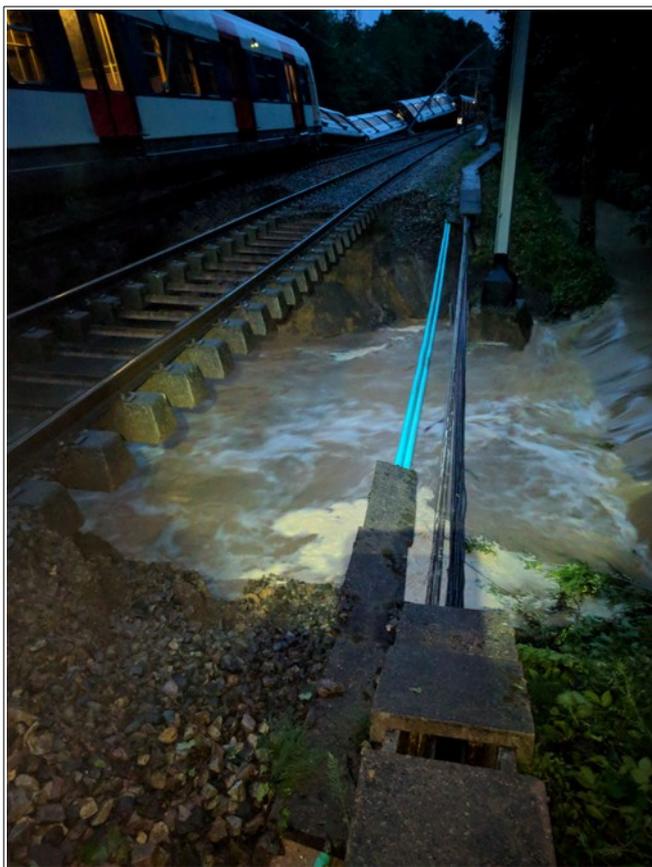
4 - Analyse du déroulement de l'accident et des secours

4.1 - Déroulé chronologique depuis le dimanche 10 juin 2018

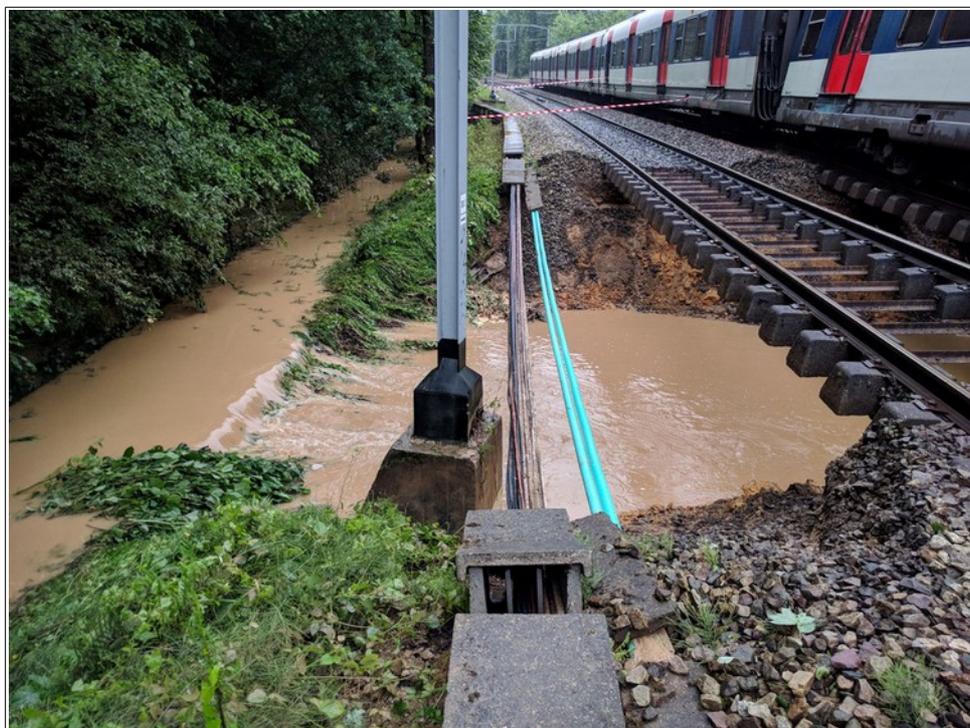
Depuis le dimanche 10 juin	Les précipitations sont très abondantes. Le syndicat du bassin de l'Yvette qualifie l'évènement de vicennal. ¹³
Le 10 juin	La mairie de Saint-Rémy-lès-Chevreuse est destinataire d'une alerte crue émise par le syndicat de bassin. Les pompiers signalent à la mairie des ruissellements dans l'agglomération, ainsi que le débordement du fossé du Saut du Loup, au domaine de Vaugien.
Le 11 juin	La mairie de Saint-Rémy-lès-Chevreuse fait intervenir ses services et une entreprise pour déboucher le fossé du Saut du Loup. Vers 20 h, des coulées de boue sont signalées dans l'agglomération. Sur la journée, le record annuel de précipitations tombées en 24 heures est dépassé au centre météorologique d'Orly avec 75,4 l/m ² .
Le 12 juin 01:15	Arrivée à Saint-Rémy-lès-Chevreuse par la voie 1 du train POPI52, dernier train avant l'interruption nocturne. Son conducteur ne fait aucun signalement.
Entre 01:15 et 05:00	Il n'y a pas d'opération de maintenance sur l'infrastructure de la section Orsay à Saint-Rémy-lès-Chevreuse. Les eaux de ruissellement submergent le remblai ferroviaire et un effet de surverse crée une brèche dans le remblai sur toute la largeur.
Vers 04:00	Lors du retour à sa base plus loin sur la ligne du RER, un train de travaux signale au PCC la présence d'un arbre sur la voie 2 et dans la caténaire à Massy-Palaiseau.
04:30	Le conducteur du train AIDA03 embauche à Saint-Rémy-lès-Chevreuse, ainsi que son collègue devant assurer les retournements à la gare du Nord. Le PCC les informe de la présence de l'arbre à Massy-Palaiseau et de l'éventualité d'une circulation à contresens et d'une modification de desserte sur ce secteur. Compte tenu d'un itinéraire contournant l'arbre, le PCC ne délivre pas d'ordre de marche prudente. Craignant la présence d'autres arbres dans le gabarit compte tenu des conditions météorologiques du moment, le conducteur du train AIDA03 demande au conducteur de « glissement » de l'assister pour détecter un éventuel danger ou obstacle au cours de la route, en montant avec lui en cabine de conduite
Vers 04:50	Les rames MI79R (n° 8142) en tête et MI84 (n° 8478) en queue devant assurer le train AIDA03 sont mises en service par un agent RATP dédié à cette activité à Saint-Rémy-lès-Chevreuse.
04:56	Les conducteurs arrivent en cabine et mènent les dernières vérifications.
04:58:38	Le train AIDA03 se met en mouvement. Il monte à la vitesse de 20 km/h. Puis le conducteur opère une montée en vitesse très progressive. Le conducteur est attentif à ce qui pourrait obstruer le gabarit nécessaire à son train.
Vers 05:00:30	La vitesse de 63 km/h est atteinte, la vitesse maximale autorisée dans ce secteur étant de 100 km/h.
05:00:34	Apercevant une tache sombre sous les voies, le conducteur déclenche un freinage d'urgence.

¹³ Un évènement vicennal a une période de retour de 20 ans.

- 05:00:37 Le train franchit la lacune ; il tangue violemment.
- 05:00:40 Un voyageur tire un signal d'alarme.
- 05:00:42 La caténaire vient heurter le pare-brise, créant une gerbe d'étincelles.
Le conducteur déclenche l'alerte radio sol-train.
- 05:00:46 Le train s'immobilise avec les 2^e, 3^e et 4^e voitures couchées sur le flanc du remblai.
La 1^{re} voiture de la seconde rame est immobilisée au-dessus de la brèche dans le remblai ferroviaire.
Depuis sa cabine de conduite le conducteur constate le déraillement et des voitures couchées. Il demande au PCC l'intervention des secours.
Ensuite, les conducteurs s'organisent pour porter assistance aux voyageurs du train.
Le conducteur de « glissement » chute dans l'eau jusqu'à la taille lors de sa traversée de la brèche envahie par l'eau : le courant y est fort, l'obligeant à s'accrocher aux rails au-dessus de lui.
Le niveau de l'eau est à 50 cm sous les traverses.
- 05:22 Les premiers renforts RATP arrivent sur les lieux de l'accident.
- Vers 05:45 Les pompiers prennent en charge les voyageurs, dont 3 sont menés à l'hôpital. Ils en sortiront avant la fin de la journée.
- Le lundi
18 juin La RATP met en exploitation un terminus provisoire à Gif-sur-Yvette et réduit la desserte routière de substitution aux stations de Gif-sur-Yvette et Saint-Rémy-lès-Chevreuse.
- Le lundi
9 juillet L'exploitation est reprise sur la totalité de la ligne avec une limitation provisoire de vitesse à 30 km/h sur le nouveau remblai.
- Le lundi
27 août La limitation de vitesse est levée et le service est normal.



25 minutes après le déraillement



2 heures après le déraillement

Vue 23 : débit de l'eau s'écoulant par la brèche

4.2 - L'analyse du déroulement de l'accident

Ce chapitre restitue l'analyse du BEA-TT du déroulement de l'accident en conclusion des investigations conduites.

4.2.1 - L'évènement pluvieux du dimanche 10 juin au mardi 12 juin 2018

L'accident n'est pas la conséquence d'une crue de l'Yvette consécutive à une montée brutale de son niveau. Le remblai ferroviaire n'est pas dans la zone d'expansion de l'Yvette comme le montre la vue suivante. **Le désordre est dû aux eaux pluviales et de ruissellement.**



Vue 24 : le niveau des plus hautes eaux de l'Yvette

Sur l'Yvette, la pluie de ces trois jours est un évènement vicennal.

Le vent était orienté sud-sud-ouest : il a alors plu simultanément sur tout le versant sud de la vallée. De plus, la pluviométrie depuis janvier 2018 n'avait cessé d'augmenter, saturant en eau tous les sols non urbains. Toute l'eau supplémentaire était immédiatement rejetée vers l'aval. Ce qui a provoqué un afflux soudain et volumineux d'eau depuis la plaine de Ragonant vers le remblai ferroviaire.

Pour mémoire, l'évènement centennal de 2016 était de flux Ouest vers Est : la direction du vent étant parallèle à la vallée de l'Yvette, le phénomène avait été moins propice au ruissellement sur le versant sud.

Compte tenu de sols déjà gorgés d'eau, toute l'eau de l'épisode pluvieux des 10 et 11 juin est arrivée en pied de talus côté voie 1.

Il y avait 90 000 m³ à évacuer à travers le remblai dans les 24 heures précédant l'accident, répartis en 4 épisodes. Le dernier épisode, celui entre 2 heures et 6 heures du 12 juin, représente le tiers des 90 000 m³. Soit un débit de 7 500 m³/h (90 000 /3 et /4 heures).

Le débit d'écoulement des 3 ouvrages est de 4 320 m³/h, soit bien inférieur.

Compte tenu du volume d'eau et de la capacité de passage, **l'eau est montée le long du versant sud et a submergé le remblai.**

En parallèle, Météo-France avait identifié l'intensité de l'évènement météorologique, en particulier le volume des précipitations à venir. Comme les fortes pluies sont réputées ne pas être une gêne à la circulation des trains, la RATP n'a pas de procédure formalisée pour ce type de situation.

4.2.2 - Le réseau hydraulique de captation des eaux pluviales en amont de la voie ferrée

Le fossé du Saut du Loup capte une partie importante des eaux de ruissellement venant du plateau de Ragonant. Toutefois, il n'y a pas de continuité entre le Saut du Loup et les ouvrages de transparence du remblai ferroviaire. Le Saut du Loup se déverse dans la zone communale humide, à l'amont du pied de remblai RATP.

Le débordement du fossé du Saut du Loup a modifié le cheminement des eaux de ruissellement. Mais les eaux sont arrivées dans tous les cas en pied de talus côté PI030 et PI020, puis côté PI050. Le volume arrivé le long du remblai n'a pas été impacté par le débordement du fossé.

4.2.3 - Les ouvrages de transparence sous la voie ferrée

Les ouvrages de transparence du remblai n'étaient pas dans un état de fonctionnement excellent. (Cf. annexe 3) Des désordres ou défauts d'entretien de diverses natures avaient été constatés depuis plusieurs années :

- tous les ouvrages sont fissurés, cependant sans risque de ruine imminente ;
- l'ensablement progresse dans chacun des trois ponceaux ;
- le réseau de drainage raccordé au PI050 présente des cassures et un envasement, entravant l'écoulement de l'eau ;
- le PI030 est raccordé sur une conduite de plus petite capacité.

Les travaux de reprise, bien que décrits dans leurs principes, n'étaient pas programmés. Ils n'avaient pas été considérés comme prioritaires dans le programme de travaux de maintenance de la ligne.

Les désordres ou défauts ont pu dégrader ou réduire les conditions d'écoulement, mais ils ne sont pas la cause déterminante de l'accident.

4.2.4 - La circulation du train AIDA03

Les enquêteurs du BEA-TT estiment que le train AIDA03 est passé sur une lacune probablement beaucoup moins large que celle présentée sur la vue 14. Le train a fait s'effondrer les bords du trou lors de son passage, ce qui a accéléré la formation de la lacune dans ses dimensions finales.

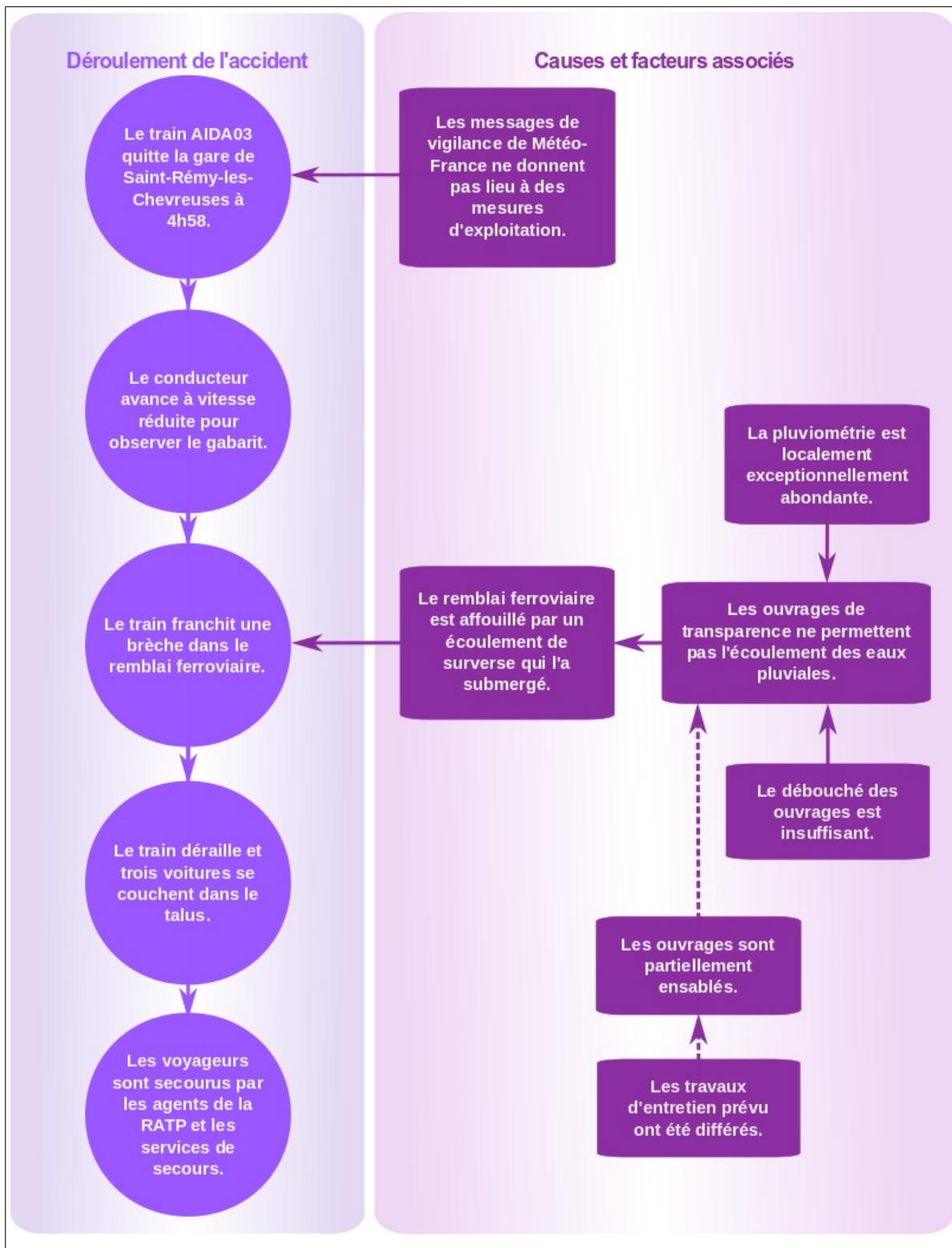
Il est important de souligner que la réduction de vitesse opérée par le conducteur est une bonne initiative. En effet, la réglementation RATP prévoit que « la conduite du train doit être assurée de façon prudente et vigilante. » Une vitesse de 100 km/h, permise par consigne, aurait certainement entraîné des dommages plus importants.

Il peut être estimé que le frein magnétique a « collé » la motrice aux rails lors du franchissement de la lacune initiale, ce qui l'a maintenue en voie. Les deux remorques, qui n'en sont pas équipées, ont déraillé, entraînant la seconde motrice.

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 - Le schéma des causes et des facteurs associés

Les investigations effectuées permettent d'établir l'arbre des causes ci-dessous :



Vue 25 : l'arbre des causes

5.2 - Les causes de l'événement

Le déraillement du train AIDA03 a été causé par son passage sur une voie dont le remblai était affaissé : un effet de surverse a érodé le remblai ferroviaire jusqu'à créer un vide total de matière sur plusieurs mètres. La surverse est le résultat de la montée des eaux de ruissellement le long du remblai côté plaine de Ragonant jusqu'à submerger les voies. Cette montée des eaux est le résultat de l'accumulation de l'eau à la suite d'une part d'un événement pluvieux particulièrement abondant et d'autre part d'une insuffisance de dimensionnement des ouvrages de transparence hydraulique, dont la maintenance en bon état de fonctionnement était perfectible.

En parallèle, l'événement pluvieux exceptionnel avait été régulièrement annoncé par Météo-France. Mais, faute d'antécédent sur le secteur de l'accident, la RATP n'a pas mis en œuvre de mesure d'exploitation spécifique.

Les orientations préventives sont à rechercher dans les domaines suivants :

- l'identification des zones de ruissellement à risque sur le réseau RATP ;
- la définition de mesures d'exploitation en cas de messages d'alerte de Météo-France ;
- l'amélioration du débouché hydraulique sur la zone de l'accident ;
- l'entretien du réseau de transparence hydraulique.

5.3 - L'identification des zones à risque par eaux de ruissellement

La pluie en tant que telle ne présente pas d'autre gêne pour l'exploitation ferroviaire. Jusqu'à la survenue de l'accident, la RATP avait adopté une gestion curative des risques de la pluie et des eaux de ruissellement aux seuls lieux où des incidents se produisaient.

Cependant dans le cas présent, c'est la surabondance des précipitations qui est à l'origine d'un effet de surverse et de l'accident.

Depuis l'accident, la RATP a entrepris l'identification des zones à risques à travers une étude de l'ensemble de son réseau (Cf. paragraphe 3.9.3). Cette étude doit permettre la mise en place d'actions ciblées de traitement des zones à risque qui seront identifiées (installation d'ovoïdes, télésurveillance par piézomètres...).

Prévenir la survenue d'un accident du même type passe par le traitement effectif des situations présentant les risques les plus importants. En conséquence, le BEA-TT émet la recommandation ci-après :

Recommandation R1 adressée à la RATP :

Finaliser l'étude des risques hydrologiques et hydrauliques portant sur les remblais du réseau et engager un plan d'action de réduction des situations présentant des risques élevés.

5.4 - La prise en compte des messages d'alerte de Météo-France

Météo-France avait régulièrement identifié et annoncé le caractère exceptionnel de l'épisode pluvieux. Mais compte tenu d'une part de l'absence d'antécédents sur la section de ligne et d'autre part d'une pratique d'intervention curative sur les désordres pluvieux, la RATP n'avait déclenché aucune tournée de vérification d'absence de désordre. Si le conducteur n'avait pas pris l'initiative de réduire sa vitesse, les conséquences du déraillement auraient pu être plus importantes.

Il est malaisé de définir *a priori* qu'un événement météorologique sera exceptionnel. Et il est aussi complexe de fixer un seuil à partir duquel des mesures sont à prendre.

Le déraillement du train AIDA03 nous semble ne pas remettre en cause la règle de circulation sans restriction particulière du premier train du matin après l'interruption nocturne. En effet, il apparaît que, si elle était recommandée, cette mesure supposerait des suggestions de mise en œuvre disproportionnées par rapport au risque à couvrir et à son occurrence.

Cependant, une exploitation plus rigoureuse des messages d'alerte de Météo-France permettait de prendre conscience de l'intensité anormalement élevée de l'épisode pluvieux, et dans les cas appropriés de déclencher des tournées de visite de l'infrastructure préalables aux circulations, notamment aux points sensibles identifiés.

En conséquence, le BEA-TT émet la recommandation ci-après :

Recommandation R2 adressée à la RATP :

Définir les interventions préventives à réaliser en matière de visite de l'infrastructure et leurs critères de déclenchement en relation avec les messages d'alerte de Météo-France, en particulier vis-à-vis des secteurs identifiés à risque à la suite de la recommandation R1 et non encore traités.

5.5 - L'amélioration du débouché hydraulique

La mise en œuvre d'un nouveau passage inférieur à l'aide de l'ovoïde installé à l'endroit du déraillement avec du remblai « invisible » à l'eau multiplie par 2,6 la capacité de franchissement de la voie ferrée. Le BEA-TT n'émet donc pas de recommandation sur ce sujet.

Cependant, la capacité du PI030 de diamètre 600, l'un des trois ouvrages de transparence du remblai, se trouve réduite car l'ouvrage est branché en aval sur une canalisation de diamètre 300, soit la moitié de son diamètre.

La RATP a entrepris de corriger cette singularité.

Le BEA-TT invite la RATP à finaliser les travaux pour assurer la continuité sans rupture de charge du PI030.

5.6 - L'entretien du réseau de transparence hydraulique

La montée des eaux le long du remblai a été facilitée par l'ensablement du réseau de drainage et par des obstructions.

Les services en charge du diagnostic avaient défini depuis plusieurs années les travaux à réaliser afin de curer les ouvrages. Mais ces travaux n'avaient pas été priorisés. Il est à noter le caractère informel des critères de choix.

Le BEA-TT invite la RATP à définir les critères de priorisation des travaux d'entretien de pérennisation des ouvrages hydrauliques, en intégrant les vulnérabilités mises en évidence à la suite de la recommandation R1.

6 - Conclusions et recommandations

6.1 - Les causes de l'accident

Le déraillement du 12 juin 2018 est la conséquence de l'affouillement du remblai soutenant la voie sur une longueur d'une quinzaine de mètres et sur une profondeur de quatre mètres environ. Cet affouillement a été provoqué par un écoulement de surverse par-dessus le remblai de la ligne, suite aux fortes pluies survenues sur la région parisienne cette nuit-là.

La submersion n'a été ni anticipée, ni détectée avant le passage du train qui a déraillé.

Trois facteurs ont contribué à la montée des eaux de ruissellement par-dessus le remblai :

- un épisode pluvieux exceptionnellement et localement abondant alors que les sols sont déjà saturés en eau ;
- un réseau de transparence hydraulique du remblai ferroviaire sous-dimensionné et dont la maintenance en bon état de fonctionnement est perfectible ;
- l'absence de mesures d'exploitation suite aux messages de vigilance de Météo-France.

Le BEA-TT formule deux recommandations et deux invitations sur ces thèmes.

6.2 - Les recommandations

Recommandation R1 adressée à la RATP :

Finaliser l'étude des risques hydrologiques et hydrauliques portant sur les remblais du réseau et engager un plan d'action de réduction des situations présentant des risques élevés.

Recommandation R2 adressée à la RATP :

Définir les interventions préventives à réaliser en matière de visite de l'infrastructure et leurs critères de déclenchement en relation avec les messages d'alerte de Météo-France, en particulier vis-à-vis des secteurs identifiés à risque à la suite de la recommandation R1 et non encore traités.

Le BEA-TT invite la RATP à finaliser les travaux pour assurer la continuité sans rupture de charge du PI030.

Le BEA-TT invite la RATP à définir les critères de priorisation des travaux d'entretien de pérennisation des ouvrages hydrauliques, en intégrant les vulnérabilités mises en évidence à la suite de la recommandation R1.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : La vigilance météorologique assurée par Météo France

Annexe 3 : La maintenance des ouvrages hydrauliques du remblai ferroviaire de la RATP

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

MINISTÈRE CHARGÉ DES TRANSPORTS



Le Directeur

La Défense, le 12 juin 2018

DECISION

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre,

Vu le code des transports et notamment les articles L. 1621-1 à L. 1622-2 et R. 1621-1 à R. 1621-26 relatifs, en particulier, à l'enquête technique après un accident ou un incident de transport terrestre ;

Vu les circonstances du déraillement d'une rame du RER B survenu le 12 juin 2018 à Saint-Rémy-lès-Chevreuse (78) ;

décide

Article 1 : Une enquête technique est ouverte en application des articles L. 1621-1 et R. 1621-22 du code des transports concernant le déraillement d'une rame du RER B circulant sur la ligne Saint-Rémy-lès-Chevreuse - Paris-Nord, survenu le 12 juin 2018 sur la commune de Saint-Rémy-lès-Chevreuse dans les Yvelines.

Jean PANHALEUX

Annexe 2 : La vigilance météorologique assurée par Météo France

Les éléments de cette annexe sont des pages extraites du site internet de Météo France le lundi 11 février 2019.

(<http://vigilance.meteofrance.com/guide/vigilance.html>)

Vigilance météorologique

La Vigilance météorologique est conçue pour informer la population et les pouvoirs publics en cas de phénomènes météorologiques dangereux en métropole. Elle vise à attirer l'attention de tous sur les dangers potentiels d'une situation météorologique et à faire connaître les précautions pour se protéger.

La Vigilance est également destinée aux services de la sécurité civile et aux autorités sanitaires qui peuvent ainsi alerter et mobiliser respectivement les équipes d'intervention et les professionnels et structures de santé.

Une carte de France

La Vigilance météorologique est composée d'une carte de la France métropolitaine actualisée au moins deux fois par jour à 6 h et 16 h. Elle signale si un danger menace un ou plusieurs départements dans les prochaines 24 heures.

Quatre couleurs pour quatre niveaux de vigilance

Chaque département est coloré en vert, jaune, orange ou rouge, selon la situation météorologique et le niveau de vigilance nécessaire. En cas de vigilance pour vagues-submersion, le littoral des départements côtiers concernés est également coloré. Si un changement notable intervient, la carte peut être réactualisée à tout moment.

En cas de phénomène dangereux de forte intensité, la zone concernée apparaît en orange. En cas de phénomène très dangereux d'intensité exceptionnelle, la zone concernée apparaît cette fois en rouge.

En vigilance orange ou rouge, un pictogramme précise sur la carte le type de phénomène prévu : vent violent, vagues-submersion, pluie-inondation, inondation, orages, neige/verglas, avalanches, canicule, grand froid.

Des bulletins de vigilance

En vigilance orange ou rouge, la carte est accompagnée de bulletins de vigilance, actualisés aussi souvent que nécessaire. Ils précisent l'évolution du phénomène, sa trajectoire, son intensité et sa fin, ainsi que les conséquences possibles de ce phénomène et les conseils de comportement définis par les pouvoirs publics.

Où trouver la carte de vigilance ?

La carte et les bulletins de vigilance sont consultables en permanence sur meteofrance.com.

En situation orange ou rouge, les services téléphoniques de Météo-France reprennent l'information. Les médias reçoivent également ces éléments et peuvent communiquer une information spéciale en cas de danger.

Partenaires de la Vigilance

La **carte de Vigilance** élaborée par Météo-France est le résultat d'une collaboration avec :

- la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (ministère de l'Intérieur) ;
- la Direction générale de la prévention des risques (ministère de la Transition écologique et solidaire) ;
- la Direction des infrastructures de transport - Sous-direction de la gestion du réseau routier non concédé et du trafic (ministère de la Transition écologique et solidaire) ;

- Santé publique France, l'agence nationale de santé publique (établissement public sous tutelle du ministère en charge de la Santé) ;
- le Service hydrographique et océanographique de la marine (Établissement public sous tutelle du ministère de la Défense).

La **Vigilance pluie-inondation et inondation** est élaborée avec le Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations (Schapi) et les Services de prévision des crues (SPC) du ministère de la Transition écologique et solidaire.

Rouge 	Une vigilance absolue s'impose. Des phénomènes dangereux d'intensité exceptionnelle sont prévus. Tenez-vous régulièrement au courant de l'évolution de la situation et respectez impérativement les consignes de sécurité émises par les pouvoirs publics.
Orange 	Soyez très vigilant. Des phénomènes dangereux sont prévus. Tenez-vous au courant de l'évolution de la situation et suivez les conseils de sécurité émis par les pouvoirs publics.
Jaune 	Soyez attentifs. Si vous pratiquez des activités sensibles au risque météorologique ou exposées aux crues, des phénomènes habituels dans la région mais occasionnellement et localement dangereux (ex. mistral, orage d'été, montée des eaux) sont en effet prévus. Tenez-vous au courant de l'évolution de la situation.
Vert 	Pas de vigilance particulière.

Le phénomène pluie-inondation

Les pluies intenses apportent sur une courte durée (d'une heure à une journée) une quantité d'eau très importante.

Cette quantité peut égaler celle reçue habituellement en un mois (normale mensuelle) ou en plusieurs mois.

Dans le Sud de la France, les cumuls observés peuvent dépasser 500 mm (1 mm=1 l/m²) en 24 heures. Pour les phénomènes les plus violents, le cumul dépasse les 100 mm en une heure. Les fortes précipitations peuvent résulter de plusieurs phénomènes météorologiques :

- des orages violents et stationnaires ;
- une succession d'orages localisés ;
- une perturbation associée à des pluies étendues.

Les pluies en ruisselant et se concentrant dans les cours d'eau peuvent causer des inondations. L'inondation peut être due à une montée lente des eaux en région de plaine, à la formation rapide de crues torrentielles ou au ruissellement pluvial.

L'importance de l'inondation dépend de trois paramètres : la hauteur d'eau, la vitesse du courant et la durée de la crue. Ces paramètres sont conditionnés par les précipitations, mais également par l'état du bassin versant et les caractéristiques du cours d'eau.

Tout le territoire de la France métropolitaine peut être exposé aux pluies intenses. Elles sont cependant plus fréquentes dans les régions méditerranéennes et les Alpes.

Les pluies intenses peuvent provoquer des crues-éclair dévastatrices, en particulier dans les zones montagneuses (Vaison-la-Romaine le 22 septembre 1992, Le Grand-Bornand le 14 juillet 1987).

Au contraire, il se peut qu'il ne pleuve plus mais que le cours d'eau sorte néanmoins de son lit ; c'est en particulier le cas des cours d'eau dit « à crue lente » tels que la Seine ou par exemple la Somme en 2001.

Les inondations de grande ampleur résultent généralement de pluies intenses persistantes. Le danger est amplifié l'hiver, lorsqu'il y a peu d'évaporation et que les sols sont saturés d'eau . La fonte du manteau neigeux contribue aussi à élever le niveau des rivières. L'eau de pluie ruisselle vers les rivières, trop rapidement pour s'écouler ensuite, et celles-ci sortent de leur lit. Ces évènements sont plus fréquents dans les régions méditerranéennes et dans les Alpes.

Des pluies d'intensité modérée, qui durent plusieurs jours peuvent également provoquer des inondations par montée lente et progressive des eaux, c'est le cas de cours d'eau tels que la Seine.

Les dangers

Le risque d'inondation est la conjonction d'un phénomène - l'eau d'un cours d'eau en crue qui peut alors sortir de son lit habituel d'écoulement - et d'une exposition - l'activité humaine installée dans l'espace alluvial (constructions, équipements et activités). Les dégâts provoqués par les inondations dépendent donc de facteurs naturels (relief, nature et état de saturation en eau du sol) mais également de l'implantation des activités humaines (occupation des sols). Ils peuvent être réduits grâce à des mesures de protection (digues) et de prévention (zone de rétention des crues, aménagement de zones à inonder, information, préparation...).

Le phénomène peut passer inaperçu dans une zone peu habitée.

Les villes subissent également un fort ruissellement des eaux en raison des surfaces imperméabilisées. D'autre part, la saturation du réseau d'évacuation des eaux pluviales peut causer des débordements et des dégâts considérables (exemple : Nîmes, le 3 octobre 1988).

Enfin, les dégâts peuvent être aggravés par d'autres facteurs : violentes rafales de vent, glissements de terrain, ruptures de digues, grêle, fortes vagues.

Conséquences et conseils

Vigilance orange

De fortes précipitations susceptibles d'affecter les activités humaines sont attendues.

Des inondations importantes sont possibles dans les zones habituellement inondables, sur l'ensemble des bassins hydrologiques des départements concernés.

Des cumuls importants de précipitation sur de courtes durées, peuvent, localement, provoquer des crues inhabituelles de ruisseaux et fossés.

Risque de débordement des réseaux d'assainissement.

Les conditions de circulation routière peuvent être rendues difficiles sur l'ensemble du réseau secondaire et quelques perturbations peuvent affecter les transports ferroviaires en dehors du réseau « grandes lignes ».

Des coupures d'électricité peuvent se produire.

Vigilance rouge

De très fortes précipitations sont attendues susceptibles d'affecter les activités humaines et la vie économique pendant plusieurs jours

Des inondations très importantes sont possibles, y compris dans des zones rarement inondables, sur l'ensemble des bassins hydrologiques des départements concernés.

Des cumuls très importants de précipitations sur de courtes durées peuvent localement provoquer des crues torrentielles de ruisseaux et fossés.

Les conditions de circulation routière peuvent être rendues extrêmement difficiles sur l'ensemble du réseau.

Risque de débordement des réseaux d'assainissement.

Des coupures d'électricité plus ou moins longues peuvent se produire.

Annexe 3 : La maintenance des ouvrages hydrauliques du remblai ferroviaire de la RATP

Les principes de surveillance des ouvrages

Les éléments surveillés sont constitués des ponts, remblais, talus, murs de soutènement et de tous leurs éléments annexes, tels que les systèmes de captage et d'écoulement des eaux pluviales.

Les principes généraux

Cette activité est dévolue au gestionnaire des infrastructures (GDI) de la RATP. La surveillance consiste en des inspections détaillées quinquennales à pied d'œuvre. Lors de ces inspections, les désordres constatés sur un ouvrage font l'objet d'un rapport et d'un plan de relevé de désordres. Chaque ouvrage unitaire se voit attribuer une « note de santé »¹⁴ reflétant son état structurel. Le cas échéant, des demandes de travaux ou des demandes d'expertises sont émises si les désordres constatés nécessitent des actions pour pérenniser la tenue des ouvrages. En complément des inspections détaillées, les ouvrages les plus sensibles font l'objet de visites périodiques intermédiaires au cours desquelles les principaux désordres font l'objet d'un contrôle ; ces visites spécifiques sont réalisées suivant un intervalle moyen de 18 mois.

Ces inspections et visites permettent l'établissement d'une note de santé générale pour la section de ligne, déterminée selon le nombre de désordres constatés et l'importance de ceux-ci, la note variant de 1 à 6. Le système de notation associé aux notes de « santé » des ouvrages est le suivant :

Nombre de désordres santé des ouvrages constitutifs	Note de santé générale
Aucun désordre ou désordres en petit nombre avec aucune note supérieure à 3 sans suite à donner à la surveillance	1
Désordres en petit nombre avec aucune note supérieure à 4, avec éventuellement et uniquement des travaux spécialisés à faire	2
Désordres sans note supérieure à 4, avec éventuellement des travaux spécialisés à faire et des travaux de réparation à long terme	3
Désordres sans note supérieure à 5, avec éventuellement des travaux spécialisés à faire et des travaux de réparation à moyen terme	4
Désordres sans note supérieure à 6, avec éventuellement des travaux spécialisés à faire et des travaux de réparation à court terme	5
Désordre avec note égale à 7 si cela perturbe l'exploitation.	6

Surveillance des remblais

En comparaison avec les autres structures de génie civil, les remblais étant inclus dans un système géotechnique et hydraulique étendu, le périmètre de contrôle est élargi à leurs abords. Sont ainsi inclus dans le périmètre de contrôle la plateforme, les terrains dominants ou dominés, les systèmes de confortement, les systèmes de drainages et d'évacuation des eaux, en tête comme en pied.

¹⁴ La note varie de 1 à 7 selon le nombre de désordres constatés et l'importance de ceux-ci, la note de 7 indiquant un mauvais état.

Les contrôles portent plus précisément sur :

➤ la plateforme :

- les déformations ;
- l'état des caniveaux et regards ;
- l'état des éléments normalement verticaux ;

➤ les remblais à proprement parler :

- l'état général ;
- la pente ;
- l'état et le type de végétation ;
- la présence de ravinements, de sources ou de traces d'écoulements, de zones humides ;
- les traces de bombements de surface, de bourrelets ;
- l'état des systèmes de drainage et de collecte des eaux.

Au vu des constats établis à l'issue de ces visites et inspections, des Propositions de petits TRavauxX (PTRX : travaux de maintenance courante) ou des Propositions de Gros Entretien (PGE : travaux de réparations spécialisés) sont émises. Ensuite les propositions des travaux nécessaires sont hiérarchisées selon la connaissance historique, les risques supposés, l'urgence et l'impact potentiel sur la production de transport, pour intervention par les services d'entretien.

La surveillance de la section Saint-Rémy-lès-Chevreuse – Courcelle-sur-Yvette

Le remblai ferroviaire entre Saint-Rémy-lès-Chevreuse et Gif-sur-Yvette est un ouvrage en terre constitué de sable de Fontainebleau, de marne à huîtres et de marne verte. Soumis à l'érosion naturelle, il fait l'objet d'une inspection quinquennale.

Il est équipé d'ouvrages hydrauliques afin d'assurer sa transparence aux eaux de ruissellement. Il est traversé par trois aqueducs alimentés par un réseau de drainage en pied de talus.

Nos investigations ont porté sur ces seuls éléments, le remblai et les trois aqueducs.

Les constats

La maintenance réalisée est présentée dans le tableau suivant.

Année	Contrôle	Note de santé générale de l'intergare
2011	Inspection détaillée	3
2015	Visite périodique	3
2016	Inspection détaillée	3
2017	Visite périodique	3

Nota : la valeur de la note de santé de l'intergare est négativement influencée par l'état d'un mur de soutènement en gare de Saint-Rémy, hors périmètre du dossier.

La synthèse par ouvrage est présentée dans le tableau ci-après à partir des constats réalisés par la RATP, sur la période de 2011 à aujourd'hui. (voir la vue 7 pour localiser les ouvrages)

Ouvrage	Note de santé	État – Commentaires
Aqueduc PI020	1 état structurel bon	Une petite fissure (1 mm) s'est ouverte sur la période, stationnaire aujourd'hui. Les maçonneries semblent saines. « Un curage pourrait être nécessaire à moyen terme ».
Aqueduc PI030	2 état structurel qualifié de moyen par GDI RATP	L'aqueduc présente : <ul style="list-style-type: none"> ➤ des fissures, dont certaines multidirectionnelles ; ➤ un désordre sur maçonnerie : absence de matière sur la paroi côté Paris sous le branchement du drain ; ➤ ses bassins côtés V1 et V2 ensablés, qui « pourraient nécessiter un curage ». Les drains fonctionnent correctement car un écoulement d'eau y est constaté.
Aqueduc PI050	1 état structurel moyen	Une fissure a été nouvellement répertoriée sur la période ; elle est stationnaire aujourd'hui. Les regards côté V1 et côté V2 sont constatés légèrement ensablés d'examen en examen depuis 2011.
Remblai ferroviaire	bon état	Aucun désordre n'est constaté sur les talus et la plateforme au cours de la période.
Réseau de drainage en pied de talus		Lors de l'inspection détaillée de 2011, « le réseau de drainage fonctionne parfaitement ». Lors de celle de 2016, il « fonctionne assez bien, sauf entre les PK 35,516 et 35,695 où il est bouché entraînant une stagnation d'eau et de boues le long de la voie vers le PK 35,695 » : l'eau drainée s'écoule difficilement dans un réseau non totalement obstrué. Cette partie est localisée à 600 m du déraillement entre l'ancien PN29 et la gare de Saint-Rémy-lès-Chevreuse. Lors de cette inspection détaillée de 2016, sont également constatés : <ul style="list-style-type: none"> ➤ un défaut de raccordement du drain côté voie 2 sur la même partie, occasionnant des ruissellements sur la voirie publique ; ➤ une buse drainante trouée en partie supérieure en plusieurs endroits côté voie 1.

À la suite de l'inspection détaillée de 2016, le service d'inspection de la RATP avait initialisé :

- une proposition de petits travaux PTRX pour une opération de curage et débouchage du réseau de drainage raccordé sur le PI050 côté voie 1 (à 400 m du déraillement) ;
- une proposition de gros entretien PGE pour corriger le défaut de raccordement du drainage côté voie 2 : une étude à réaliser avec les services communaux ou départementaux pour définir la solution appropriée entre le rejet vers un réseau d'assainissement éventuel à proximité, ou bien un rejet vers un terrain adapté ou vers un cours d'eau situé à proximité (zones marécageuses) après la traversée sous chaussée (rue Ditte).



Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre



Grande Arche - Paroi Sud
92055 La Défense cedex

Téléphone : 01 40 81 21 83

Télécopie : 01 40 81 21 50

bea-tt@developpement-durable.gouv.fr

www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

