BEA-TT
Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre
les rapports

Rapport d'enquête technique sur l'incendie de deux rames de métro à la station Simplon (ligne 4 de la RATP) survenu le 6 août 2005

Décembre 2006

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ministère des Transports de l'Équipement du Tourisme et de la Mer

Conseil Général des Ponts et Chaussées

Bureau d'enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

Le 1er décembre 2006

Affaire n°BEATT-2005-008

Rapport d'enquête technique sur l'incendie de deux rames de métro à la station Simplon (ligne 4 de la RATP) survenu le 6 août 2005

Bordereau documentaire

Organisme (s) commanditaire (s) : Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer ; MTETM

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

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur l'incendie ayant affecté deux rames de métro (ligne 4 de la RATP) à la station Simplon survenu le 6 août 2005.

N°ISRN : EQ-BEATT—06-10-FR

Proposition de mots-clés : Incendie, Métro, Pneu.

Sommaire

Glossaire..... 6

Résumé..... 9

1- Engagement de l'enquête..... 11

2- Constats immédiats..... 13

2.1- Circonstances de l'accident..... 13
2.2- Secours..... 13
2.3- Pertes humaines, personnes blessées et dommages matériels..... 13

3- Éléments de contexte..... 15

3.1- La ligne 4 du métro et ses trains..... 15
3.1.1- La ligne 4..... 15
3.1.2- Les trains et leur composition..... 15
3.2- Système de gestion de la sécurité..... 15
3.2.1- La sécurité dans le métro parisien..... 15
3.2.2- Sécurité des circulations..... 16
3.2.3- Sécurité des personnes..... 17
3.2.4- Organisation de l'évacuation des voyageurs..... 17
3.2.5- Les moyens de secours mis en place par la RATP en cas d'accident grave..... 18
3.2.6- Ventilation et désenfumage..... 20
3.3- Matériel roulant : technologie et maintenance..... 25
3.3.1- Schéma de traction électrique du matériel MP 59..... 25
3.3.2- Maintenance du matériel roulant..... 27

4- Compte-rendu des investigations..... 29

4.1- Résumé des témoignages..... 29
4.1.1- La conductrice de la rame 6046..... 29
4.1.2- Le conducteur de la rame 6033..... 29
4.1.3- L'agent de station Simplon..... 30
4.1.4- L'agent du centre de liaison de la Gare du Nord..... 30
4.1.5- Le chef régulateur du PCC..... 30
4.1.6- Les chefs de secteurs Sud et Nord de la ligne 4..... 31
4.1.7- L'IPEX..... 31
4.1.8- Le cadre de permanence de la ligne 4..... 32
4.1.9- Officier de permanence des pompiers de la 9ème compagnie des sapeurs-pompiers..... 32
4.2- Fonctionnement du matériel roulant..... 33
4.2.1- Appareillage électrique..... 33
4.2.2- Système de freinage..... 35
4.2.3- Partie pneumatique des organes de roulement..... 35

4.3- Fonctionnement des autres matériels et des installations..... 35
4.3.1- Système de signalisation et de contrôle commande..... 35
4.3.2- Les portillons d'extrémités de quai 35
4.3.3- La ventilation..... 36
4.4- Dommages aux matériels et aux installations..... 36
4.4.1- Dommages au matériel roulant..... 36
4.4.2- Dommages aux installations 37
4.5- Évènements antérieurs de nature comparable..... 38
4.5.1- Au niveau du matériel..... 38
4.5.2- Au niveau du désenfumage..... 40
4.6- Mesures prises à la suite de l'incendie..... 40
4.6.1- Contrôle de l'état du parc par la RATP..... 40
4.6.2- Renforcement de la maintenance..... 40

5- Déroulement de l'incendie..... 41

5.1- Origine de l'incendie..... 41
5.1.1- Les défaillances électriques..... 41
5.1.2- Patinage et incendie du pneu AVD..... 41
5.2- Déroulement général de l'incendie et ses conséquences..... 44
5.3- Gestion des voyageurs et des circulations..... 45
5.3.1- Évacuation des voyageurs des rames..... 45
5.3.2- Évacuation des voyageurs des stations..... 45
5.3.3- Gestion des circulations..... 46
5.4- Le désenfumage..... 46
5.5- Secours..... 51
5.5.1- Alerte et engagement des secours 51
5.5.2- Organisation mise en place par la RATP..... 52

6- Causes et facteurs associés, orientations préventives..... 53

6.1- Organes défaillants..... 53
6.1.1- L'autorupteur..... 53
6.1.2- Le disjoncteur DET2..... 54
6.2- Comportement au feu du matériel roulant et des installations fixes..... 55
6.2.1- Matériel roulant..... 55
6.2.2- Cas des pneus..... 56
6.2.3- Installations fixes..... 56
6.3- Prévention des risques de patinage..... 56
6.4- Ventilation et GOL..... 59
6.4.1- Délai d'information de l'IPEX..... 59
6.4.2- L'identification de la procédure du GOL à appliquer..... 59
6.4.3- La pertinence des mesures prévues au GOL..... 60
6.4.4- La liaison avec les opérateurs en station..... 61
6.4.5- L'accès aux lieux de commande des ventilateurs..... 61
6.5- Alerte et secours..... 62
6.5.1- Procédures d'alerte des services de secours 62
6.5.2- L'information des intervenants extérieurs..... 62

6.5.3- Les communications radio..... 63

7- Conclusions..... 65

7.1- Identification des causes et facteurs associés ayant concouru à l'accident..... 65
7.2- Recommandations émises..... 65
7.3- Récapitulatif des recommandations..... 66

ANNEXES..... 69

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête..... 71
Annexe 2 : Le réseau métropolitain autour de la station Simplon..... 72
Annexe 3 : Schéma de la station Simplon..... 73
Annexe 4 : Contacts roues / infrastructure du MP 89..... 74
Annexe 5 : Diagramme de la rame MP 59..... 75
Annexe 6 : État visuel de la motrice 4086 incendiée..... 76
Annexe 7 : État du « bogie avant » de la motrice 4086..... 77
Annexe 8 : Schéma de principe de la traction électrique à courant continu..... 78
Annexe 9 : Circuit d'alimentation des moteurs de traction..... 79
Annexe 10 : Groupe de traction, dessin « MP 59 0957 »..... 80
Annexe 11 : Autorupteur AAS monté sous le véhicule..... 81
Annexe 12 : Numérotation des roues de motrice 4086..... 82
Annexe 13 : Description du Guide Opérateur de Ligne (GOL)..... 83
Annexe 14 : Bras de contact AAS désolidarisés..... 87
Annexe 15 : Disjoncteur « DET » : bras du contact de soufflage déformé..... 88
Annexe 16 : Chronologie relative au patinage de la rame 6046..... 89
Annexe 17 : Les contacts du disjoncteur..... 90
Annexe 18 : Ouverture du disjoncteur..... 91

Glossaire

- **AAS** : Autorupteur d'Alimentation du Servomoteur : dans le circuit auxiliaire d'appareillage d'un engin moteur RATP (type MP 59), interrupteur commandant le fonctionnement du servomoteur SME par tours successifs, permettant d'insérer (ou de retirer) à chaque tour un contacteur connectant les différentes résistances du rhéostat de démarrage.
- **ARD** : Roue arrière droite
- **ARG** : Roue arrière gauche
- **ARI** : Appareil Respiratoire Isolant
- **AVD** : Roue avant droite
- **AVG** : Roue avant gauche
- **BT** : Basse Tension
- **BSPP** : Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris
- **CCOT** : Centre de Coordination des Opérations de Transmissions
- **CL** : Centre de Liaison
- **COS** : Commandement des Opérations de Secours
- **GOL** : Guide Opérateur Lignes
- **GPSR** : Groupe de Protection et de Sécurité des Réseaux
- **HT** : Haute Tension
- **IPEX** : Inspecteur de la Permanence EXploitation
- **JH-combinateur de traction « Jeumont-Heidman »** : ensemble électromécanique qui permet de faire varier la vitesse des moteurs de traction dans le cas d'un engin moteur alimenté en courant continu. Il existe aujourd'hui des technologies plus modernes pour la commande en vitesse et puissance des moteurs électriques, faisant appel à des circuits « statiques » à semi-conducteurs.
- **PC sécurité ou PC 2000** : Poste Central de sécurité. Il y en a un pour l'ensemble du réseau métro. C'est ce poste qui demande l'intervention des GPSR.
- **PCC** : Poste de Commande et de Contrôles Centralisés. Il y en a un par ligne de métro.
- **PAP** : Poste Autonome Portatif (talkie-walkie)
- **PGR** : Permanence Générale de la RATP
- **RATP** : Régie Autonome des Transports Parisiens
- **Rhéostat** : résistance variable insérée entre la haute tension électrique continue d'alimentation et le moteur électrique de traction permettant le démarrage de ce moteur par application à ses bornes d'une tension réduite au moment du démarrage. A la fin de la phase de démarrage, le rhéostat est déconnecté du circuit d'alimentation du moteur de traction, qui peut développer sa pleine puissance sous la tension nominale de fonctionnement.
- **Rupteur** : appareil à disposition des voyageurs, lorsqu'il est sur un quai, et des agents RATP pour couper le courant de traction. La coupure est obtenue en retirant une barrette.
- **SAMU** : Service d'Aide Médicale Urgente

- **SDIS** : Service Départemental d'Incendie et de Secours
- **SME-Servomoteur électrique :** moteur électrique auxiliaire faisant partie de l'appareillage électrique des motrices RATP « MP 59 ». Ce moteur commande la fermeture ou l'ouverture des différents contacteurs permettant le retrait progressif (ou la réinsertion) des résistances rhéostatiques dans le circuit des moteurs de traction.
- **STRMTG** : Service Technique des Remontée Mécanique et des Transports Guidés
- **THF** : Téléphone Haute Fréquence
- **TW** : Talkie-Walkie

Résumé

Le samedi 06 août 2005, à Paris, la rame de métro n° 6046 vient de s'arrêter à 16 H 35, à la station « Simplon », au cours de la mission commerciale « Porte d'Orléans – Porte de Clignancourt » effectuée sur la ligne 4 de la RATP*.

Pendant que le service voyageurs s'effectue, un fort dégagement de fumée se produit à hauteur de la cinquième voiture ; dans cet intervalle de temps, sur la voie contiguë, la rame 6033 du service commercial opposé effectue son arrêt voyageur. Le dégagement de fumée devient si important que les voyageurs évacuent spontanément la rame 6046 et sur instructions du conducteur la rame 6033. Les pompiers sont appelés et arrivent à 16 H 52. La mise en oeuvre du désenfumage par la RATP se révèle difficile et ce n'est qu'à 17 H 25 que les pompiers accèdent à l'incendie pour intervenir et le maîtriser vers 18 H 00.

Dix-neuf blessés légers sont à déplorer : un voyageur et dix-huit agents de la RATP qui ont été incommodés par la fumée. Cet accident aurait pu avoir des conséquences beaucoup plus graves dans des circonstances légèrement différentes (heures de pointe, incendie en tunnel, ...). Quatre voitures appartenant aux deux rames ont été endommagées, ainsi que des barres de guidage en voie, des câbles électriques et le poste d'alimentation électrique « Simplon ». Le trafic a pu reprendre dès le lendemain matin sur la ligne, mais sans marquer l'arrêt à la station « Simplon » sinistrée.

La cause immédiate de l'incendie est la **double défaillance de l'appareillage électrique de traction** d'une motrice, lors de l'arrêt de la rame à la station Simplon :

- d'une part, la rupture du bras de contact du servomoteur entraînant le combinateur de traction, qui interrompt le processus d'arrêt du moteur ;
- d'autre part, la panne latente d'un disjoncteur qui aurait alors dû s'ouvrir mais qui reste bloqué en position fermée.

De ce fait, le bogie moteur reste en "demande de traction" malgré l'arrêt de la rame, ce qui provoque le patinage d'une roue puis l'abrasion, l'éclatement et l'incendie du pneu.

Une seconde cause directe de l'incendie est la **vulnérabilité particulière du pneumatique aux risques d'inflammation et de combustion**. Il constitue un matériau "hors norme" par rapport aux autres matériaux concernés par l'incendie, qui se sont bien comportés ; son emploi appelle donc des préconisations particulières.

Différents **facteurs aggravants, de nature technique ou organisationnelle**, ont pu retarder ou perturber la gestion ultérieure de l'incendie ; notamment le désenfumage, après correction d'une erreur initiale, n'a pu être établi de manière satisfaisante.

Les facteurs mis en évidence concernent :

- la multiplicité des documents à consulter et des instructions à donner par l'inspecteur de permanence de la RATP pour mettre en oeuvre les procédures d'urgences,
- le défaut d'efficacité de la consigne de désenfumage figurant au "guide opérateur de ligne" en cas de fumées dans la station Simplon,
- les difficultés rencontrées dans les communications entre intervenants, liées en particulier à la connaissance des coordonnées d'appel des interlocuteurs, à la confusion des échanges et à la qualité technique parfois déficiente des liaisons radio.

* Terme figurant dans le glossaire

Les dix recommandations formulées à l'issue de l'enquête technique portent sur cinq catégories de mesures :

- la prévention des défaillances électriques à l'origine de l'incendie,
- la prévention des risques de patinage de roue sur l'ensemble des lignes de métro sur pneus,
- le réexamen des consignes de désenfumage figurant au guide opérateur de ligne, pour en améliorer la mise à jour permanente, l'ergonomie d'utilisation et, autant que nécessaire, le contenu,
- la mise en oeuvre d'une télécommande centralisée de désenfumage pour les lignes sur pneus de la RATP,
- l'organisation rigoureuse et efficace des communications entre les intervenants concernés en cas d'accident.

1- Engagement de l'enquête

Le samedi 6 août 2005 à Paris, un incendie se développe dans la station souterraine de métro Simplon (34 boulevard Ornano, Paris 18ème), située sur la ligne 4 entre les stations Marcadet-Poissonniers et Porte de Clignancourt. L'incident débute vers 16h36.

A l'occasion de cet accident, il n'y a eu ni mort, ni blessé grave. Douze blessés légers, intoxiqués par des fumées, ont été évacués sur des hôpitaux. Ils sont tous rentrés à leur domicile dans le courant de la soirée ou de la nuit.

Le Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre a engagé une enquête technique pour déterminer les causes de cet accident.

Cette enquête est réalisée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002, et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Elle a pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'évènement analysé, et en établissant les recommandations de sécurité utiles.

2- Constats immédiats

2.1- Circonstances de l'accident

La rame n°6046 (train commercial n°414), à destination de la Porte de Clignancourt, circule voie 2. Elle s'immobilise à quai et le service voyageur s'effectue. En refermant les portes de la rame, la conductrice aperçoit de la fumée à l'arrière de son train. Elle rouvre immédiatement les portes et les voyageurs évacuent spontanément le train.

La rame n°6033 (train commercial n°411), à destination de la Porte d'Orléans, circule voie 1. Elle entre en gare pendant le stationnement de la rame 6046 et son conducteur remarque une légère fumée vers la queue du train arrêté voie 2, fumée qui devient vite très importante. Par le système de sonorisation de sa rame, il demande aux voyageurs d'évacuer le train.

2.2- Secours

Les pompiers sont appelés et arrivent à 16h52. Par suite de difficultés dans la mise en oeuvre du désenfumage, les pompiers n'interviennent sur l'incendie que vers 17h25. L'incendie est maîtrisé vers 18h00.

2.3- Pertes humaines, personnes blessées et dommages matériels

L'incendie a produit un important dégagement de fumée. Dix-neuf blessés légers sont à déplorer : un voyageur et dix-huit agents de la RATP. Ces personnes, incommodées par la fumée, ont été transportées à l'hôpital pour recevoir les premiers soins et ont pu ressortir dans la soirée.

Au plan matériel, quatre voitures ont été endommagées par l'incendie, les autres étant aptes au service voyageur sans intervention d'aucune sorte :

- sur la rame 6046, la motrice N.4086 a été fortement endommagée et l'arrière de la motrice M.3110 l'a été partiellement,
- sur la rame 6033, la motrice M.4111 a été fortement endommagée et l'arrière de l'autre motrice M.3121 l'a été partiellement (borniers et câblages situés en armoire technique de bout de voiture fondus sans combustion).

Le poste d'alimentation électrique « Simplon » a été détérioré, les barres de guidage en voie ont été déformées dans la zone de l'incendie, des câbles électriques ont aussi été endommagés. L'état visuel de la motrice 4086 incendiée figure en annexe n°6 ainsi que l'état du bogie « avant » en annexe n°7.

Les installations fixes ont pu être remises en état provisoirement dans la nuit pour permettre la reprise de l'exploitation de la ligne jusqu'au terminus « Porte de Clignancourt », sans toutefois marquer d'arrêt à la station « Simplon » sinistrée.

3- Éléments de contexte

3.1- La ligne 4 du métro et ses trains

3.1.1- La ligne 4

La ligne 4 du métro est exploitée par la Régie Autonome des Transports Parisiens.

Elle est longue de 11 km et comporte 24 stations intermédiaires. Elle est entièrement souterraine.

La station Simplon (voir annexe n°3) comporte deux quais avec une sortie par quai à l'extrémité coté Porte de Clignancourt. Ces deux sorties se rejoignent au niveau supérieur.

C'est une des lignes les plus chargées du réseau et elle présente des difficultés particulières d'exploitation liées aux quartiers desservis. La RATP a dû mettre en place des installations fixes spécifiques pour limiter les intrusions dans ses emprises, notamment des portillons, verrouillés en exploitation normale, en extrémité de quai.

3.1.2- Les trains et leur composition

Sur le réseau du métro de Paris, l'exploitation de la ligne entre la « Porte d'Orléans » et la « Porte de Clignancourt » (ligne n°4) se fait avec des rames dont les roues sont équipées de pneumatiques. Le positionnement relatif des roues sur l'infrastructure est représenté en annexe n°4. Ces rames, de type « MP 59 », ont été mises en service au début des années 60 (à cette époque, ces rames étaient affectées au service de la ligne 1, puis à partir de 1997 ont été mutées sur la ligne 4).

Les rames MP 59 comportent six véhicules à voyageurs : deux motrices à chaque extrémité encadrant deux remorques intermédiaires (cf schéma de l'annexe n°5). Les motrices d'extrémité (sigle M) comportent chacune une cabine de conduite (loge dans le vocable RATP), tandis que les motrices intermédiaires (sigle N) n'en comportent pas.

3.2- Système de gestion de la sécurité

3.2.1- La sécurité dans le métro parisien

Au niveau de la RATP proprement dite, la sécurité repose sur :

- les conducteurs pour la circulation individuelle des trains et le service voyageurs dans les stations,
- le poste de commande et de contrôle centralisés (PCC) de la ligne pour la coordination de la circulation des trains et pour la gestion de l'alimentation de l'énergie de traction. Il est principalement en liaison avec les conducteurs des trains,
- les centres de liaison (CL) pour la sûreté des voyageurs. Chacun de ces centres est en liaison avec les recettes d'un certains nombre de stations d'une même ligne, avec le PCC* et avec le personnel d'encadrement de la ligne. Ils ont la charge de verrouiller et de déverrouiller à distance les armoires fortes des recettes et de surveiller par vidéo-surveillance une partie du réseau (quais, couloirs, salle de recettes, ...),
- la permanence générale RATP (PGR) : elle est chargée de déclencher et de coordonner l'intervention des départements de la RATP et des moyens publics. Pour le métro, la cellule Métro et RER comprend deux agents : l'inspecteur de la permanence exploitation (IPEX) et l'assistant de la PGR*.

* Terme figurant dans le glossaire

En cas de blessés ou d'incendie sur le réseau Métro, la RATP fait appel aux sapeurs-pompiers de la Brigade de sapeurs-pompiers de Paris.

3.2.2- Sécurité des circulations

3.2.2.1- Les installations fixes de sécurité

La ligne 4 du métro est une ligne à double voie en traction électrique avec une alimentation par troisième rail. La réglementation appliquée est celle du métro RATP.

La gestion des circulations et de l'alimentation en énergie de traction est commandée depuis le PCC*. Le PCC de la ligne 4 a la particularité d'être automatisé, c'est-à-dire que non seulement il suit en temps réel la circulation des trains, mais il a la commande des installations de sécurité et de traction électrique, à l'exception de celles des terminus de Porte de Clignancourt et de Porte d'Orléans.

La signalisation du métro parisien est une signalisation lumineuse automatique. Les trains partent d'eux-mêmes des stations une fois le service voyageurs effectué sauf si un signal dit de « départ sur ordre » (trois feux blancs en triangle) est allumé par le PCC. Dans cette situation, ils ne repartent que sur instructions verbales du PCC transmises par radio. C'est par l'utilisation de ce signal que le PCC empêche les trains de s'introduire sur une portion de ligne où il n'est pas souhaitable qu'ils soient présents[1].

3.2.2.2- Premières mesures à prendre par le chef de régulation du PCC en cas d'accident

Dès qu'il est informé d'un incident ou accident entraînant l'arrêt des circulations en un point de la ligne, il :

- coupe le courant de traction et fait confirmer cette coupure par le retrait d'une barrette au minimum, ces barrettes étant situées en station, aux extrémités des tunnels à l'entrée et en sortie des stations, dans les tunnels,
- prend les mesures pour éviter que des trains ne s'engagent en tunnel vers le lieu de l'accident, l'objectif étant d'avoir un maximum de trains arrêtés en station et de n'avoir aucun train en tunnel entre les stations encadrant le lieu de l'accident,
- fait exploiter la ligne sur la ou les parties où cela est possible par utilisation des Services Provisoires[2],
- sert d'intermédiaire entre l'IPEX* et le personnel concerné lorsque l'IPEX a des difficultés à les contacter, les moyens radio du PCC étant beaucoup plus performant que le seul téléphone qu'a à sa disposition l'IPEX.

3.2.2.3- Équipements à bord des trains

Les rames MP 59 disposent, au titre de la sécurité des circulations, des équipements d'arrêt automatique d'urgence, de la veille automatique avec contrôle du maintien d'appui (VACMA) et d'une boucle de sécurité ; ces rames ne disposent pas de « détection incendie », ni de système automatique d'extinction d'incendie.

3.2.2.4- Équipements de communication

Les conducteurs disposent à bord de leur rame de deux équipements pour communiquer avec

1 En cas d'urgence, le PCC peut aussi couper le courant de traction, ce qui entraîne l'arrêt immédiat des trains.

2 Un service provisoire est un mode d'exploitation permettant d'utiliser provisoirement une station intermédiaire comme terminus.

* Terme figurant dans le glossaire

l'extérieur :

- Les Postes Autonomes Portatifs (PAP) : ces postes permettent au conducteur de se déplacer dans la rame ou dans le tunnel le long de sa rame tout en restant en liaison avec le PCC. Les PAP* peuvent communiquer entre eux, soit deux à deux, soit en réseau,
- le Téléphone Haute Fréquence (THF) : cette liaison utilise la barre de traction au sol comme câble de transmission; un combiné haut-parleur / microphone est implanté sur le pupitre de la cabine de conduite. Le conducteur peut ainsi entrer en communication avec le chef de régulation. Il ne doit être utilisé par le conducteur qu'en cas de fonctionnement insatisfaisant du PAP.

Toutes les communications aboutissant au PCC par l'un de ces deux moyens sont enregistrées.

3.2.3- Sécurité des personnes

Les quais des stations de la ligne 4 sont équipés de portillons d'extrémité de quais pour empêcher les personnes non autorisées de descendre le long des voies dans les tunnels.

Ils sont normalement verrouillés[3]. Ils sont automatiquement déverrouillés lorsque le rail de contact est hors tension ou lorsque les équipements commandant le verrouillage sont indisponibles.

3.2.4- Organisation de l'évacuation des voyageurs

3.2.4.1- Voyageurs à bord des trains

Le référentiel d'exploitation de la RATP expose (ISF 36 « circulation de trains »-chapitre 5-article 05-01) au titre de la sécurité des voyageurs » : « tout agent, quel que soit son service et son grade, doit, avant toute autre considération, assurer et faire assurer la sécurité des voyageurs. En particulier, les mesures utiles pour éviter un accident ou une panique doivent être prises toutes affaires cessantes ».

Pour ce qui est du conducteur, comme pour les agents en charge de la régulation de ligne, le principe d'action à adopter dans une telle situation est d'éviter d'immobiliser la rame en interstation souterraine, d'atteindre dans la mesure du possible la station suivante pour permettre une évacuation plus rapide des voyageurs et une intervention plus efficace des secours.

Dès qu'il y a possibilité qu'un voyageur ou du personnel RATP soit sur les voies, les premières réactions du conducteur sont de demander la coupure du courant au PCC et de retirer une barrette d'un rupteur*. Le retrait d'une barrette entraîne la coupure du courant sur les deux voies de l'ensemble d'une section[4].

3.2.4.2- Voyageurs en station

Ils sont avisé par haut-parleur qu'ils doivent évacuer en utilisant les sorties habituelles. A noter que l'agent de la recette ne quitte pas celle-ci, quelle que soit la situation, sans avoir d'abord rangé son tiroir-caisse dans l'armoire forte de la recette, avoir refermée celle-ci et demandé au centre de liaison de la verrouiller[5].

---

* Terme figurant dans le glossaire

3 Les personnes autorisées à les franchir ont une carte permettant de les déverrouiller le temps du passage.

4 La ligne 4 comporte 4 sections : Porte de Clignancourt – Barbès Rochechouart, Barbès Rochechouart – Cité, Cité Saint Placide et Saint Placide – Porte d'Orléans.

5 Cette priorité donné à la sauvegarde des espèces est la conséquence de la responsabilisation absolue des agents sur les espèces. Tout manque, même en situation de perturbation extrême, leur est imputé.

3.2.5- Les moyens de secours mis en place par la RATP en cas d'accident grave

3.2.5.1- Principes généraux

En cas d'accident grave, la RATP fait appel aux moyens de secours publics (sapeurs-pompiers, police, gendarmerie). Elle met en place du personnel en accompagnement des services de secours publics dans le cadre d'un plan de commandement d'urgence dont l'application consiste en :

- la mise en place de structures de commandement RATP coordonnées avec celles des sapeurs-pompiers dont un responsable dirige l'ensemble des services de secours publics,
- la mise d'équipes spécialisées de la RATP à disposition des services de secours publics,
- l'acheminement des moyens d'identification des intervenants RATP et des moyens techniques notamment de communication,
- la mobilisation de moyens humains de l'entreprise.

L'intervention de la RATP repose sur des structures permanentes et sur des structures mises en place spécialement dans le cadre de l'incident.

Structures permanentes

- la PGR*, le PC 2000*, les PCC et les CL*.

Structures en interfaces avec les sapeurs-pompiers

- Le poste de commandement local qui est mobile, sous les ordres du chef d'incident local et est situé sur les lieux de l'accident ou à proximité du poste de commandement avancé des sapeurs-pompiers,
- Le poste de commandement principal RATP, sous les ordres du Chef d'incident principal, est installé à proximité immédiate du poste de commandement principal des sapeurs-pompiers tenu par le Commandant des Opérations de Secours (COS).

3.2.5.2- Premières mesures à prendre par l'IPEX en cas d'accident

Déclenchement du plan de commandement d'urgence

Toute personne recevant l'information de la survenue d'un accident concernant le métro doit en aviser immédiatement l'IPEX qui transmet l'alarme aux organismes de secours.

L'IPEX doit alors :

- alerter les sapeurs-pompiers, qui ont la charge d'alerter le SAMU*,
- alerter la police ou la gendarmerie,
- déclencher le plan de commandement d'urgence.

En week-end, le déclenchement du plan de commandement d'urgence prévoit que l'IPEX avise entre autre :

- le Directeur d'Unité Opérationnelle de permanence pour qu'il prenne la fonction de chef d'incident principal et qu'il désigne un agent d'encadrement pour assurer la fonction de chef d'incident local ou confirme l'agent en place dans cette fonction,
- le PC* sécurité pour information de l'Inspecteur de Permanence Sécurité (IPS) et intervention des agents du département Environnement et Sécurité (SEC),
- le Contrôle Général de Sécurité.

* Terme figurant dans le glossaire

3.2.5.3- Les intervenants RATP sur le site de l'accident

Le Chef d'incident local

La fonction de chef d'incident local est assurée, dans un premier temps, par le premier agent d'encadrement de la ligne ou d'une ligne proche qui arrive sur les lieux.

Il assure la coordination de toutes les opérations sur le terrain et l'information de l'IPEX jusqu'à l'arrivée de l'agent d'encadrement désigné par le chef d'incident principal pour assurer la fonction ou continue à l'assurer s'il est confirmé dans ses fonctions.

Il revêt la chasuble orange « chef d'incident local » apportée par les agents du département Environnement et Sécurité (SEC).

Ses missions sont de :

- coordonner les actions des secours publics et de la RATP,
- organiser le travail des agents exploitation se trouvant à pied d'oeuvre,
- recueillir le maximum de données et d'éléments concernant l'accident en vue de l'enquête et du retour d'expérience,
- demander la mise en oeuvre des moyens RATP requis par les forces de secours à l'IPEX ou aux services concernés,
- renseigner régulièrement le chef d'incident principal sur l'évolution de la situation.

Le Chef d'incident principal

La fonction de chef d'incident principal est assurée par le directeur de l'Unité Opérationnelle (UO) concernée ou, à défaut, par le responsable d'unité de permanence du réseau concerné. En attente de la prise de fonction de celui-ci, la fonction est assurée par l'IPEX.

Il revêt la chasuble orange « chef d'incident principal » apportée par les agents du département Environnement et Sécurité (SEC).

La personne devant assurer la fonction de chef d'incident principal se rend sur les lieux de l'accident pour s'informer sur :

- la nature, le lieu précis et l'ampleur de l'accident,
- la présence du chef d'incident local et des agents d'encadrement d'exploitation,
- les services de secours public rendus sur place,
- l'emplacement du poste de commandement principal des sapeurs-pompiers et le nom du Commandant des Opérations de Secours,

Il se rend alors au poste de commandement principal et il informe de sa prise de fonction de « chef d'incident principal » :

- le chef d'incident local,
- le Commandant des Opérations de Secours,
- l'IPEX,
- le Chef de régulation de la ligne.

Pendant les opérations de secours, il coordonne les actions du personnel RATP et du personnel des services de secours présents sur les lieux de l'accident par l'intermédiaire du chef d'incident local en liaison avec le Commandant des Opérations de Secours, il informe ou fait informer régulièrement l'IPEX et il note l'ensemble des données qui lui semblent nécessaires pour

l'enquête et le retour d'expérience.

3.2.6- Ventilation et désenfumage

Aucun équipement assurant une fonction de ventilation et/ou de désenfumage n'est installé à bord des rames MP 59.

La gestion de la procédure du désenfumage est confiée à l'IPEX et non aux PCC de chacune des lignes à cause de la mutualisation des moyens de désenfumage entre les lignes et de la porosité du réseau aux fumées. Les fumées générées sur une ligne peuvent se diffuser vers une autre ligne par le biais des couloirs de correspondance voyageurs ou par les tunnels de liaison entre lignes. C'est l'IPEX qui donne les ordres de mise dans un régime ou un autre des ventilateurs, la commande proprement dite étant assurée depuis les recettes des stations.

3.2.6.1- Les installations fixes de ventilation

La circulation de l'air et d'éventuelles fumées est assurée par une ventilation mécanique réalisée à partir des ventilateurs répartis sur l'ensemble du réseau. Ces ventilateurs participent à la fois au confort et au désenfumage des lignes de métro. En mode confort, ces ventilateurs fonctionnent généralement en extraction à un débit réduit. En mode désenfumage, ils peuvent fonctionner en extraction ou en insufflation à leur débit.

Le principe de désenfumage consiste à effectuer un balayage longitudinal des tunnels et quais des stations. Il est obtenu par une succession de ventilateurs fonctionnant soit en extraction, soit en insufflation.

Le ventilateur le plus près du sinistre fonctionne en extraction à son débit maximum. L'air neuf provient des accès de la station et du ventilateur en insufflation. Cette disposition est assurée par la réversibilité des ventilateurs qui est de 60% (le débit insufflé vaut 60% du débit extrait) ce qui permet de protéger les accès des fumées.

Il faut noter que les lignes du métro et du RER sont en relation entre elles par l'intermédiaire des couloirs de correspondance et de voies de raccordement. Le système est donc très complexe.

Il y a généralement un ventilateur par interstation, quelquefois aucun ou deux. Les grandes stations ou les terminus sont équipés de manières spécifiques. Sur la ligne 4 :

- deux interstations ne sont pas équipées de ventilateurs mais ont des baies naturelles de ventilation,
- vingt et une interstations sont équipées d'un ventilateur,
- une interstation est équipée de deux ventilateurs.

Le tableau ci-après donne la liste des ventilateurs ayant joué un rôle lors de l'accident

Ventilateurs	Débit d'extraction (m^3/s)	Débit d'insufflation (m^3/s)	Station d'où il est commandé
Clignancourt	40	24	Porte de Clignancourt
Eugène-Fournière	80	48	
Ornano	24	40	
Joseph Dijon	36	60	Marcadet Poissonniers
Labat	36	60	
Château-Rouge	18	30	Château Rouge
Goutte-d'Or	60	36	Barbès Rochechouart

Le débit des ventilateurs est un élément essentiel de l'efficacité du désenfumage ; or le débit de certains ventilateurs est actuellement insuffisant pour assurer le niveau de désenfumage souhaitable. La RATP a donc engagé un programme de renforcement de ses installations ; c'est à ce titre que le ventilateur Joseph Dijon était à l'arrêt le jour de l'incendie.

3.2.6.2- La commande des ventilateurs

La commande des ventilateurs se fait depuis une recette d'une station. Une commande centralisée est en cours de mise au point sur la ligne 4. Elle n'était pas encore en service lors de l'accident.

Le système de commande et de contrôle du désenfumage comporte :

- une commande normale qui correspond au mode de confort. Les boutons de commande manuelle de chaque ventilateur sont alors inopérants.
- Une commande manuelle à deux positions pour chaque ventilateur :
  - un bouton « INS » qui commande le ventilateur en insufflation[6]
  - un bouton « EXT » qui commande le ventilateur en extraction[7].

3.2.6.3- Le Guide opérateur de ligne (GOL)

Le guide opérateur de ligne est le document de base pour la mise en oeuvre par l'IPEX des mesures de désenfumage.

Il en existe un par ligne. Ce document a pour objet d'indiquer à l'IPEX les mesures à prendre pour le fonctionnement des ventilateurs pour désenfumer une portion de tunnel, portion comprenant généralement une station. Chacune de ces portions est appelée « zone ».

Il donne des indications pour la situation normale, c'est à dire lorsque tous les ventilateurs impliqués pour une zone sont disponibles en mode désenfumage. Dans le cas de la ligne 4, les mesures à prendre sont également pré-déterminées pour les cas où le ventilateur dit prédominant[8] est hors service (mise en oeuvre d'une procédure "dégradée"). La description du GOL* et son mode d'emploi sont indiqués à l'annexe n°13.

6 De l'air est pris à l'extérieur du tunnel pour être insufflé dans le tunnel.
7 L'air est extrait du tunnel pour être rejeté à l'extérieur.
8 Le ventilateur prédominant est celui qui a la plus grande influence aéraulique dans la procédure de désenfumage. Il est en principe situé au plus près de la zone sinistrée et est commandé en extraction. Il est imprimé en majuscule et indiqué en premier dans la case correspondant à la zone à désenfumer dans l'état « procédure normale ».
* Terme figurant dans le glossaire

L'IPEX a à sa disposition les documents ci-après lors du déclenchement d'un incident nécessitant le désenfumage d'une section de souterrain :

- le GOL de la ligne, GOL susceptible de modifications indiquées dans un document inséré en regard des zones concernées en cas d'arrêt supérieur à un mois d'un ventilateur,
- une liste mise à jour hebdomadairement, le jeudi, des ventilateurs arrêtés à cette date.

Lorsqu'une portion de souterrain est à désenfumer, l'IPEX, aidé par son adjoint, doit :

- déterminer, à l'aide du schéma annexé au GOL, le numéro de la zone à désenfumer,
- ouvrir son GOL au droit des mesures prévues pour cette zone en procédure normale,
- vérifier si le ventilateur prédominant n'est pas arrêté en pointant la liste qu'il a dans un bac implanté derrière lui,
- (dans l'hypothèse où ce ventilateur prédominant est arrêté, se reporter aux mesures prévues en procédure dégradée)
- rechercher les numéros de téléphone des recettes d'où sont commandés les ventilateurs dont le régime est à modifier,
- appeler ces recettes et leur transmettre verbalement les instructions utiles. Le nombre de recettes à appeler pour la ligne varie, selon les zones, de une à cinq.

On constate que cette procédure nécessite la recherche d'informations dans plusieurs documents et une mise en relation avec plusieurs intervenants, qui peuvent ne pas être à leur recette pour un motif ou un autre.

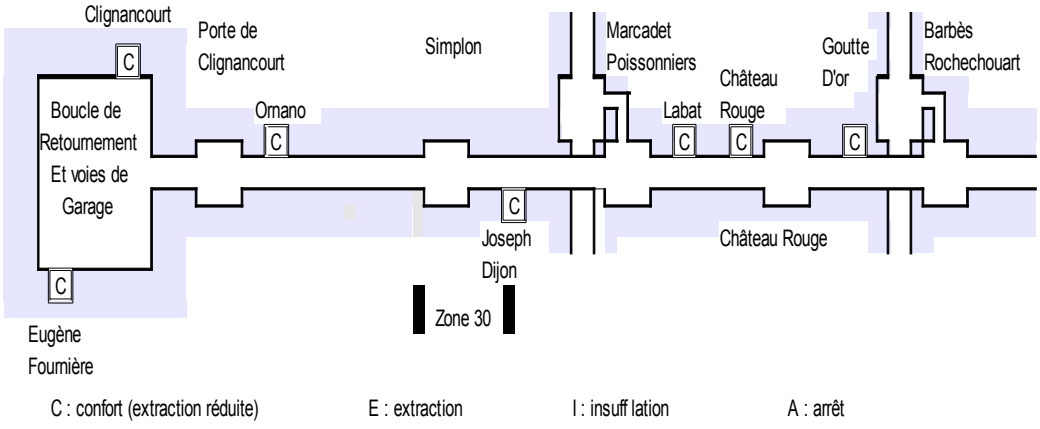
Elle présente donc des risques importants de dysfonctionnement.

3.2.6.4- Mesures prévues par le GOL dans le cas de la station Simplon

La station Simplon est située dans la zone 30.

A. En situation normale (les ventilateurs sont disponibles en mode désenfumage)

Tous les ventilateurs sont en mode « confort ». Le schéma ci-dessous localise les sept ventilateurs de la section de ligne concernée :



Les mesures prévues par le GOL, lorsqu'un désenfumage doit être effectué dans cette zone, sont reprises ci-après. Il est rappelé que la procédure normale est appliquée lorsque le ventilateur Joseph Dijon est en état de fonctionner. Dans le cas contraire, c'est la procédure dégradée qui est à appliquer.

Une fois que l'IPEX a déterminé en fonction des informations reçues et du schéma du GOL qu'un incident nécessite de désenfumer la zone 30, il doit :

- 1a. rechercher les instructions correspondant à la zone 30 pour la procédure normale. Celles-ci prévoient :

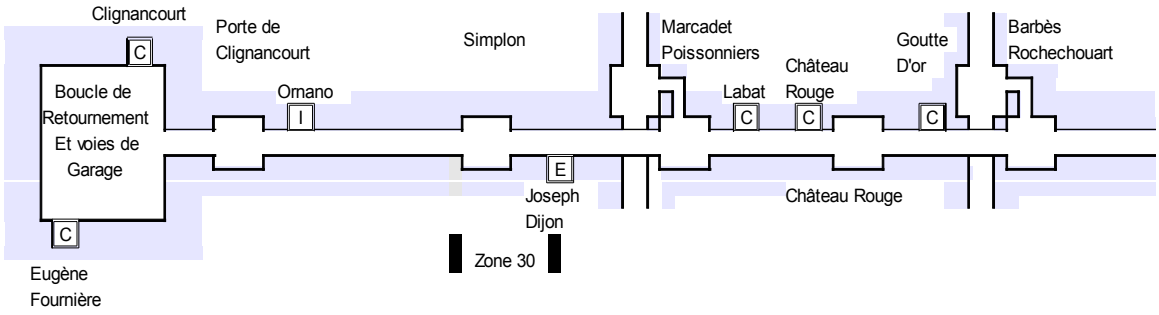
  - la mise en position d'extraction du ventilateur JOSEPH DIJON par l'agent de la recette A de la station Marcadet Poissonniers,

  - la mise en position d'insufflation du ventilateur Ornano par l'agent de la recette A de la station Porte de Clignancourt.

- 1b. enregistrer que le ventilateur Joseph Dijon est le ventilateur prédominant. Aller vérifier dans le bac situé dans son dos que ce ventilateur ne lui a pas été signalé comme arrêté. Si cela était le cas, il devrait appliquer la procédure dégradée (mesures ci-après),
- 1c. rechercher dans l'annuaire téléphonique global de la RATP les numéros de téléphones de la recette A de la station Marcadet-Poissonniers et de la recette A de la station Porte de Clignancourt,
- 1d. appeler ces deux recettes et commander à celle de Marcadet-Poissonniers de mettre le ventilateur Joseph Dijon extraction et à celle de la Porte de Clignancourt de mettre le ventilateur Ornano en insufflation.

Une fois ces mesures prises, la situation des ventilateurs est la suivante :

Zone 30 enfumée, mesures en procédure normale



Les fumées sont extraites par le ventilateur Joseph Dijon, proche de la station Simplon (120 m. environ de l'axe de la station). Les fumées sont également poussées par le ventilateur Ornano et par l'air qui entre par les accès de la station Simplon. Celle-ci est donc normalement hors fumées.

B. Le jour de l'incendie : situation dégradée (travaux sur l'ouvrage Joseph Dijon)

Si le ventilateur JOSEPH DIJON n'est pas en état de fonctionnement, l'IPEX en est normalement avisé (cf. 3.2.6.5 ci-après). Il doit alors appliquer la procédure dégradée. Celle-ci prévoit :

- la mise en position d'extraction des ventilateurs Eugène-Fournière et Ornano par l'agent de la recette A de la station Porte de Clignancourt,

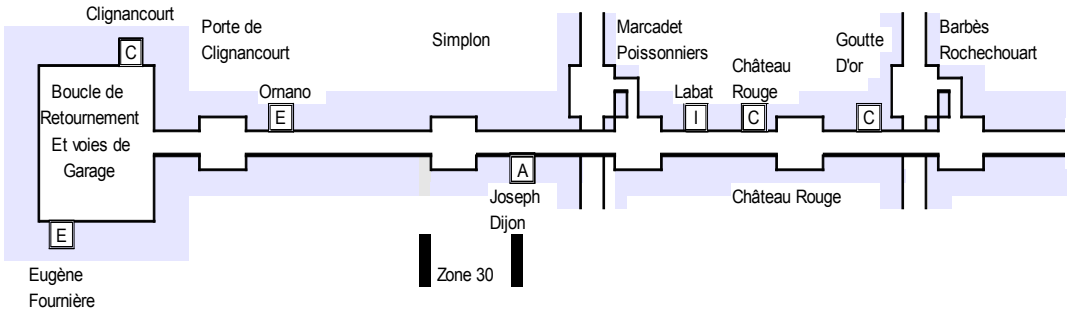
- la mise en position d'insufflation du ventilateur Labat par l'agent de la recette A de la station Marcadet Poissonniers.

L'IPEX doit alors rechercher dans l'annuaire téléphonique global de la RATP les numéros de téléphone des recettes concernées et leur donner les instructions correspondantes.

A noter que l'IPEX est informé dans la colonne conséquence que ces mesures sont susceptibles d'enfumer les stations de Simplon, Porte de Clignancourt et les boucles du terminus de Porte de Clignancourt[9].

Une fois ces mesures prises, la situation des ventilateurs est la suivante :

Zone 30 enfumée, mesures en procédure dégradée



Dans cette situation, les fumées sont extraites par les ventilateurs Ornano et Eugène Fournière situés assez loin de la zone 30 (respectivement environ 950 m. et 360 m. de l'axe de la station Simplon). L'air est insufflé par les accès de la station Simplon et le ventilateur Labat situé à environ 500 m. de la station Simplon. Le tirage est moins performant et les stations situées entre l'origine des fumées et les ventilateurs d'extraction sont donc susceptibles d'être enfumées. A noter de plus que le tunnel est en rampe de Simplon vers Marcadet-Poissonniers. Le tirage de fumées est donc meilleur dans ce sens que dans l'autre.

Le GOL est établi par l'Unité Spécialisée de l'Ingénierie de la Formation et Réglementation du département Métro Espaces et Services (MES/US IFR). Il est signé du Directeur de la ligne. Il comporte de nombreux renseignements soit sous forme de textes, soit sous forme de schéma.

Sa mise à jour est réalisée par le même service et nécessite les mêmes signatures, y compris pour des situations provisoires. Il n'est donc pas mis à jour pour des indisponibilités de durée inférieure à un mois. Pour celles comprises entre 24 heures et un mois, l'IPEX en est informé par la liste des ventilateurs disponibles. Pour ces dernières durées, l'indication de l'indisponibilité du ventilateur n'est pas reportée sur le GOL. Pour celle supérieure à un mois, un document « procédure de désenfumage provisoire » est établi et diffusé. Pour les indisponibilités inférieures à 24 heures, l'IPEX n'en n'est pas avisé.

L'indisponibilité d'un ventilateur cesse dès l'instant où son fonctionnement technique est possible, sans tenir compte du délai nécessaire pour annuler le document précité ou faire aviser l'IPEX de cette nouvelle situation.

3.2.6.5- Non fonctionnement des ventilateurs

En cas d'une mise hors service d'un ventilateur pour une durée supérieure à 24 heures, l'agent chargé de la maintenance doit, 15 jours à l'avance :

- aviser l'IPEX,
- aviser le Directeur de la ligne ou son représentant qui informera les agents concernés par

9 Boucles : voies reliant la voie 2 à la voie 1. Ces voies permettent aux trains de passer de la voie 2 à la voie 1 sans que le conducteur n'ait à changer de cabine de conduite.

note écrite, note qui sera communiquée au PCC, au centre de liaison et à la station concernée,

- apposer une affichette magnétique, à partir du jour du non fonctionnement, « ventilateur hors service » à proximité du voyant « Panne » ou « Défaut » du ventilateur concerné dans la recette d'où il est commandé.

En cas d'une durée prévisible d'arrêt supérieure à 1 mois, les responsables de l'établissement du GOL doivent être avisés pour qu'ils établissent et fassent connaître les procédures de secours sous forme d'une procédure provisoire qui sera annexée au GOL.

A la remise en service du ventilateur, le responsable de l'entité de maintenance avise les différents correspondants suivant la même procédure et fait retirer l'affichette magnétique.

Enfin, tous les jeudis, le responsable de chaque centre opérationnel de maintenance fournit à l'IPEX la liste des ventilateurs indisponibles.

Il en résulte que pour activer les ventilateurs, l'IPEX doit consulter plusieurs documents pour savoir s'il doit appliquer une procédure ou une autre (liste hebdomadaire, avis reçus, présence d'une procédure provisoire annexée au GOL, ...). En cas de panne de courte durée, celle-ci pourra n'être constatée que par l'opérateur de la recette de commande qui devra alors en informer l'IPEX.

3.2.6.6- Moyens de communication de l'IPEX

L'IPEX et son adjoint ont à leur disposition des téléphones reliés au réseau téléphonique interne de la RATP et au réseau France Télécom.

Toutes les communications aboutissant à l'IPEX ou à son adjoint sont enregistrées.

3.3- Matériel roulant : technologie et maintenance

3.3.1- Schéma de traction électrique du matériel MP 59.

Le matériel MP 59 est alimenté sous une tension continue de 750 volts. Les moteurs de traction sont du type « moteurs à courant continu ».

Les circuits de commande de la traction qui pilotent le démarrage des moteurs et la coupure de l'effort de traction relèvent de la technologie « rhéostat* de démarrage et contacteurs » selon le schéma de principe des annexes n° 8 et 9. Un rhéostat de démarrage est inséré au moment du démarrage entre le moteur de traction et l'alimentation HT*. La chute de tension développée aux bornes du rhéostat permet aux moteurs d'être alimentés en tension réduite.

Un ensemble de contacteurs répartis selon le schéma de l'annexe 10 est commandé par un combinateur électromécanique, unique pour la motrice, baptisé « Jeumont-Heidman » (JH). Il permet de régler la valeur de la résistance de démarrage, jusqu'à l'annuler pour la « marche normale ». Le combinateur « JH », unique pour la commande des quatre moteurs, est entraîné par un servomoteur (SME) qui comporte dans son circuit d'alimentation un autorupteur (autorupteur d'alimentation du servomoteur « AAS* ») : l'annexe n°9 présente l'insertion de principe dans le schéma électrique et l'annexe n°11 montre la position de cet autorupteur AAS sous le véhicule.

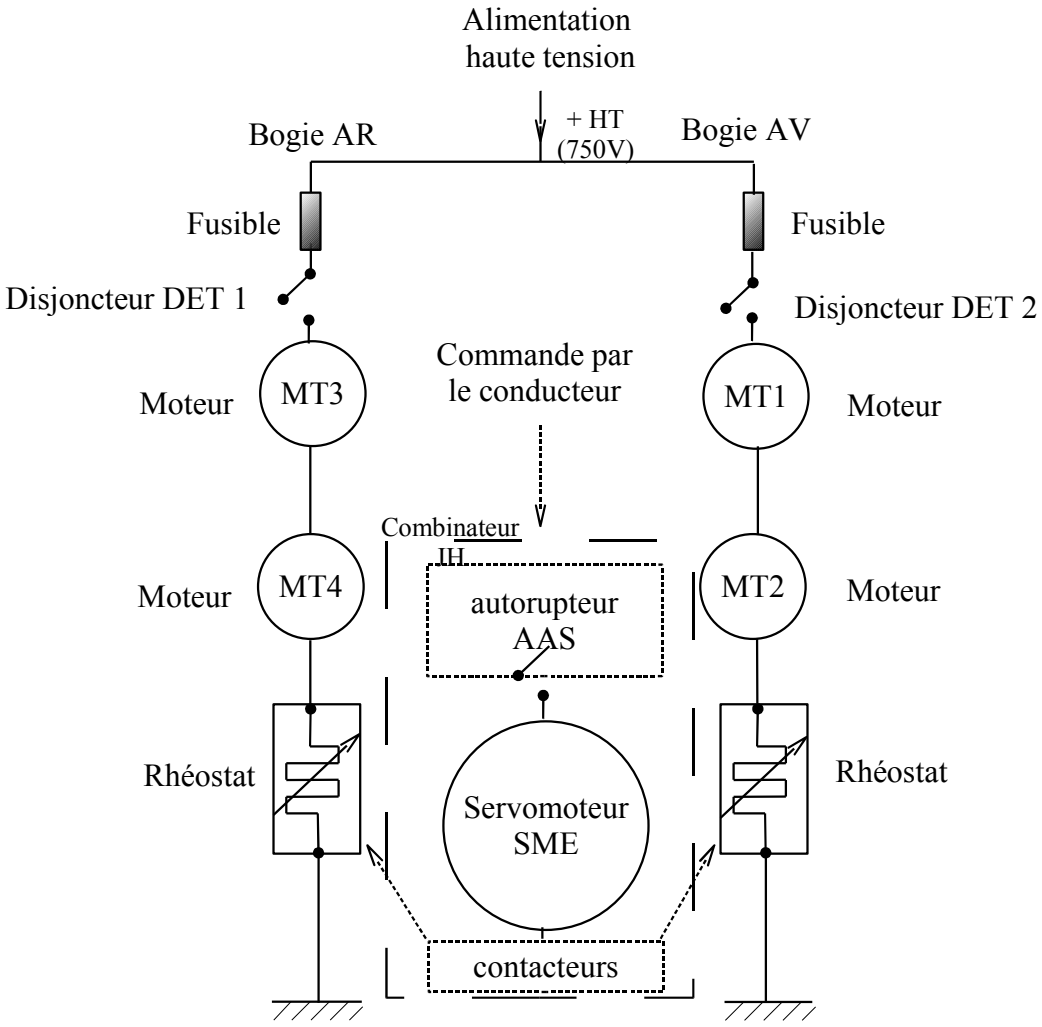
Le combinateur présente 29 positions possibles d'insertion des résistances de démarrage et de shuntage pour l'alimentation des moteurs de traction ; ces différentes positions sont appelées « crans du JH* » par les agents de maintenance et les conducteurs. Le passage d'un cran du JH au suivant nécessite une rotation d'un tour complet du servomoteur SME*. Cette rotation (en progression ou en régression) tour par tour est pilotée par la fermeture puis l'ouverture des contacts de l'autorupteur AAS ; il y a donc un battement fermeture/ouverture de cet autorupteur pour chaque

* Terme figurant dans le glossaire

cran du JH.

Lors du démarrage de la rame, ces 29 positions sont parcourues successivement depuis la position « résistance maximale de démarrage » (cran 1) jusqu'à la position « résistances de démarrage nulles » (crans 26 à 29) correspondant à la marche normale avec une puissance de traction maximale. Lorsque le conducteur veut rouler sur l'erre ou s'arrêter, il annule la demande d'effort de traction en ramenant son manipulateur de traction à zéro, ce qui provoque la régression automatique du JH vers le cran zéro (en quelques secondes), en réinsérant rapidement les résistances de démarrage dans le circuit d'alimentation des moteurs jusqu'à obtenir l'absence d'alimentation électrique de ces moteurs.

Schéma de traction électrique du matériel MP 59



Dans la configuration d'alimentation des moteurs placés dans les bogies selon le couplage série-parallèle, en entrée de circuit existent pour chacun des bogies, un fusible de 400 A et un disjoncteur (disjoncteur de l'équipement de traction DET). Le rôle de chacun de ces disjoncteurs est d'ouvrir le circuit dès qu'une anomalie électrique est décelée dans le circuit de commande et de fonctionnement des moteurs de traction, selon des cas prédéterminés. Le circuit des moteurs de

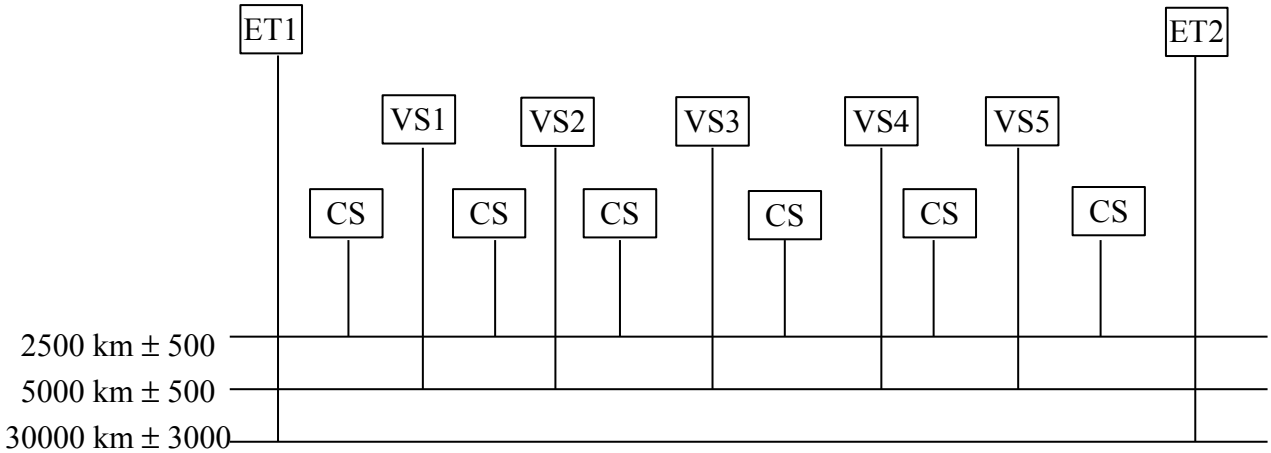
traction MT1 et MT2 est protégé par le DET2. Le circuit des moteurs de traction MT3 et MT4 est protégé par le DET1. Les fusibles 400 ampères protègent également les circuits de traction de chacun des bogies. La convention de numérotation des roues, des moteurs et des disjoncteurs figurent en annexe n°12.

L'événement faisant l'objet de ce rapport a pour origine deux organes défaillants de l'ensemble de l'appareillage électrique de la motrice N 4086 : l'autorupteur d'alimentation du servomoteur (AAS) du combinateur de traction, et le disjoncteur (DET 2) de l'équipement de traction (cf. schéma de traction électrique ci-dessus).

3.3.2- Maintenance du matériel roulant

Le matériel sur pneu MP 59 de la ligne 4 est maintenu à l'atelier de « maintenance train » (AMT) de Saint- Ouen pour la maintenance légère et à l'atelier de « maintenance patrimoniale » de Fontenay pour la maintenance lourde et les révisions d'organes.

Le schéma de maintenance (séquencement des opérations) est le suivant :



CS = contrôle des sabots de frein

VS 1 = visite de sécurité

ET 1 = entretien technique

Les contrôles de sabots de frein doivent se réaliser tous les 2 500 km (tolérance de 500 km) ; les visites de sécurité tous les 5 000 km (tolérance de 500 km) et les entretiens techniques tous les 30 000 km (tolérance de 3 000 km).

Maintenance de l'autorupteur AAS :

Cet organe subit une opération de maintenance spécifique tous les 15 000 km, c'est-à-dire lors de la VS 3 et à chaque ET. La consistance des travaux est décrite dans la fiche technique « FT n° 59 06100 E 01 » :

- contrôle de l'état de la boite de soufflage, aucune trace de carbonisation importante ne devant apparaître (sinon, il faut remplacer cet autorupteur),
- mesure de l'épaisseur des pastilles de contact au réglet,
- remplacement des contacts lorsque l'une ou les deux pastilles ont une épaisseur réduite à 1 mm,
- contrôle du fonctionnement de l'ensemble du mécanisme ; à cet effet, il faut faire tourner lentement l'arbre à cames à l'aide du volant (manuel). On observe la manoeuvre du

mécanisme d'entraînement et de verrouillage du plateau ainsi que la commande de l'ensemble support contact mobile de l'autorupteur et on s'assure qu'il ne présente pas de dur mécanique (sinon, il faut l'indiquer sur la feuille d'intervention et y remédier). On contrôle aussi visuellement et on s'assure du bon état des fils d'alimentation de l'autorupteur et du serrage des connexions,

- Graissage à la graisse Shell 2760 B à l'aide d'une pompe, du levier de commande de l'arbre à cames et de l'autorupteur (jusqu'à l'apparition de l'ancienne graisse, ces deux pièces étant équipées de graisseurs).

Maintenance du disjoncteur

Cet organe est considéré comme « organe de sécurité » et repéré comme tel dans l'inventaire des travaux de maintenance MP 59 et MP 73 (apposition d'un triangle rouge dans la colonne « pièce de sécurité).

Cet inventaire précise la périodicité des interventions de maintenance pour certains constituants de ce disjoncteur :

- le nettoyage des deux contacts de conduction et du contact de coupure (dépoussiérage par aspiration) tous les 10.000 km (lors des VS1, VS2 et à chaque ET),
- le contrôle du fonctionnement du disjoncteur, de la cheminée d'arc, des contacts principaux et de l'attache des accessoires sous caisse tous les 30.000 km, lors de chaque ET.

La consistance de maintenance des travaux en rame sur cet organe est contenue dans la fiche de travaux d'entretien « FTOS n° PF 6101 E2 ». La fiche technique précise la maintenance à effectuer sur les isolateurs, le circuit de protection en surtension, les contacts de coupure, le corps des contacteurs, les rupteurs auxiliaires. La fixation de l'ensemble des deux disjoncteurs sous la caisse est contrôlée.

4- Compte-rendu des investigations

4.1- Résumé des témoignages

4.1.1- La conductrice de la rame 6046

Pendant le parcours entre les stations Marcadet Poissonniers et Simplon, la conductrice de la rame 6046 constate l'allumage par intermittence du voyant MI de la 3ème motrice au boîtier de signalisation, mais elle ne ressent aucun comportement mécanique anormal.

Une fois le service voyageurs à quai effectué, elle referme ses portes et aperçoit à ce moment là dans le miroir d'extrémité de quai de la fumée à l'arrière de son train. Elle rouvre immédiatement les portes du train et appelle le PCC. Elle l'avise de la présence d'un important dégagement de fumée et précise que son train est évacué spontanément. Elle va vers la queue du train, sans avoir serré le frein à main, ni remis la clé C sur « hors service ». Elle ne pense pas avoir mis sur neutre la clef DJ (commande du disjoncteur). La fumée devient très importante. Arrivée au niveau de la 4ème voiture, elle ne peut plus progresser vu l'importance du rideau de fumée. Elle voit des flammes rouges entre la cinquième et la sixième voiture, non pas côté quai mais entre les voitures. Une forte explosion se produit et elle retourne vers l'avant du train.

A son retour dans sa cabine de conduite, elle est avisé par le PCC par son poste autonome portatif (talkie-walkie : PAP) d'actionner un rupteur de tête de quai. Elle retourne sur le quai, repousse le portillon d'accès au tunnel - qui est libre - actionne la barrette et rend compte au PCC en lui donnant le numéro du rupteur. Les explosions continuent de se produire et la fumée est alors très noire et très épaisse.

Elle remonte vers la recette avec le rupteur. Elle a ensuite dû évacuer la station sur demande des pompiers.

4.1.2- Le conducteur de la rame 6033

A son entrée à la station Simplon, le conducteur de la rame 6033 aperçoit un léger dégagement de fumée blanche à l'arrière du train arrêté sur l'autre voie (voie 2). Ce type de fumée lui fait penser à un sabot fumant suite à un fort freinage. Une fois arrêté, il constate que la fumée blanche s'épaissit.

La fumée devient de plus en plus importante et il voit et entend un mouvement de panique dans les deux trains. Il a l'impression que cette fumée provient de la 4ème voiture. Il avise le PCC de la ligne 4 d'abord par son téléphone haute fréquence (THF), puis par son PAP* n'étant pas sûr d'avoir été bien entendu lors de la première communication. Il demande la coupure immédiate du courant. Il fait évacuer son train et le quai.

Il voit cinq à six personnes isolées et bloquées à l'arrière du quai, derrière le rideau de fumée, fumée devenue noire. Il leur crie de rejoindre l'avant du train en longeant la voûte et de sortir de la station (un des voyageurs s'apprêtait à descendre sur les voies).

Le PCC lui demande de confirmer la mise hors tension par activation de la barrette de tête de quai. Il prend, par réflexe, quelques précautions avant d'abandonner sa loge (quelques tours du frein à main, clef DJ au neutre, par contre la clé C est laissé en service), pousse le portillon de bout de quai qui est déverrouillé et descend actionner le rupteur. La fumée est telle qu'il ne voit plus rien et il trouve le rupteur grâce aux deux lampes situées au dessus. Au retour, il repasse le portillon, toujours libre et voit des flammes côté entrevoie sur le train en face. Il entend une très forte déflagration, remonte le long de son train mais il ne voit plus à l'intérieur des voitures, tellement la

* Terme figurant dans le glossaire

fumée est épaisse. Il fait des appels à la voix pour s'assurer qu'il n'y a plus personne. Les flammes montent jusqu'aux fenêtres entre les deux trains. Il entend des petites déflagrations. Il rejoint alors la recette où il retrouve la conductrice de la rame 6046. Il rappelle le PCC depuis le téléphone fixe de la recette pour bien lui préciser la situation.

Il rejoint les policiers qui veulent avoir l'assurance qu'il n'y a plus personne en bas. Comme il n'a pu le garantir, les policiers et lui-même vont parcourir une partie du quai voie 1 mais doivent renoncer en fond de quai, la visibilité étant nulle et les fumées irrespirables. Ils discernent, malgré le feu qui monte jusqu'à la voûte, les encadrés de fenêtres qui fondent et les vitres qui se fragmentent en morceaux. Ils remontent alors vers la recette.

4.1.3- L'agent de station Simplon

Vers 16h35, l'agent de la recette de la station Simplon voit tous les voyageurs sortir en courant. Un de ceux-ci (agent RATP) lui dit qu'il y a le feu en bas. Il appelle alors le centre de liaison de la Gare du Nord pour l'en aviser et demander l'intervention des pompiers. Il range ensuite sa caisse dans l'armoire forte puis il sort dans la salle de distribution et se renseigne auprès du conducteur en tenue de la rame 6033 qui lui confirme qu'il y avait le feu dans sa rame.

La fumée a commencé à atteindre la salle de distribution. La police, arrivée entre temps, a fait évacuer à l'extérieur tout le monde.

Sur demande de l'agent du Centre de liaison de la Gare du Nord, il se rend à la station Marcadet Poissonniers en tant qu'agent de renfort. Il descend alors, avec un sous-chef de gare de la ligne 12 dans la recette de Marcadet Poissonniers pour arrêter le ventilateur LABAT, puis, il retourne alors à la station Simplon.

4.1.4- L'agent du centre de liaison de la Gare du Nord

A 16h37, l'agent du centre de liaison de la Gare du Nord entend au THF* que le conducteur de la rame 6046 signale un dégagement de fumée sur son train. L'agent de Marcadet Poissonniers l'avise alors par TW* de la présence d'importantes fumées dans la station et qu'une personne, allongée sur le quai 1 de la ligne 4, n'arrivait pas à sortir. L'agent du centre de liaison appelle alors les pompiers pour Marcadet Poissonniers. L'agent de la station de Château Rouge l'avise à son tour de l'envahissement de sa station par des fumées. Il fait évacuer cette station.

Sur demande de l'IPEX, il contacte par PAP des agents à Marcadet Poissonniers pour qu'ils interviennent sur le ventilateur LABAT. Après négociations avec les pompiers, qui l'avaient d'abord refusé, ces agents modifient la commande du ventilateur. L'IPEX lui demande également de faire intervenir un agent pour modifier le fonctionnement d'un ventilateur à la Porte de Clignancourt.

A 17h00, l'agent de la recette de Clignancourt lui demande de verrouiller son armoire forte, car la station allait fermer. A 17h17, déverrouillage de cette armoire forte car la station ne ferme plus et à 17h48, nouveau verrouillage, la station fermant.

Il demande également au Poste de Commandement Sécurité que la police intervienne pour faire évacuer la station Barbès Rochechouart.

4.1.5- Le chef régulateur du PCC

Après avoir été avisée par les deux conducteurs des rames 6046 et 6033, arrêtées dans la station Simplon, de la présence de fumées et d'incendie sur l'un des trains et entre les trains, elle donne l'ordre à chacun des deux conducteurs d'actionner un rupteur d'alarme. Simultanément, elle fait couper le courant par déclenchement de section. Toujours dans la même minute, une disjonction

* Terme figurant dans le glossaire

d'alarme[10] se produit dans la section Clignancourt/Barbès. La sous-section 1 (Porte de Clignancourt/Château-Rouge) est mise en sécurité et, en accord avec le Poste de Commande Énergie[11], elle fait exploiter la ligne 4 de Barbès Rochechouart à la Porte d'Orléans puis vers 17h40 de Réaumur Sébastopol à La Porte d'Orléans.

4.1.6- Les chefs de secteurs Sud et Nord de la ligne 4

Au déclenchement de l'accident, les deux chefs de secteur Nord et Sud sont présents à la Gare du Nord. Ils sont avisés de l'accident par le Centre de liaison. Ils contactent le PCC, qui leur demande d'aller à Simplon par l'extérieur.

Ils arrivent à la station Simplon vers 16h52 et le Chef de secteur Nord prend la fonction de chef d'incident local. Ils constatent qu'il est impossible de se rendre sur les quais et les deux conducteurs confirment l'évacuation complète des voyageurs. Ils en avisent le PCC. Les deux conducteurs leur remettent les barrettes des deux rupteurs qu'ils ont actionnés (n° 11-33 et 11-35).

A 17h00, les pompiers leur demandent de quitter la station suite à une détonation à quai et à l'arrivée d'une épaisse fumée noire dans la salle de distribution.

A 17h08, le groupe de protection et de sécurité des réseaux (GPSR) arrive à la station Simplon.

4.1.7- L'IPEX

A 16h42, il reçoit une demande d'intervention des sapeurs-pompiers de la part du chef de régulation de la ligne 4 pour des flammes sur un train à la station Simplon. A cet instant, il ne suppose pas la présence de fumée et il ne pose pas la question à son interlocuteur. Il fait contacter les pompiers par son assistant.

L'observation de la console « suivi des trains » lui donne l'assurance que dans la zone privée de courant, tous les trains sont immobilisés en station.

Il avise le cadre de permanence de la ligne 4 qui se trouve à la Porte d'Orléans, qui lui déclare se rendre sur les lieux.

Il reprend contact avec le PCC de la ligne 4 pour tenter d'obtenir des informations complémentaires. Le feu prenant de l'ampleur, il prend les mesures pour que Barbès Rochechouart puisse être utilisé comme terminus provisoire pour l'exploitation de la ligne 4. Il avise le PC sécurité pour envoyer des équipes du GPSR* sur la station Barbès Rochechouart. Il emploie alors le terme de « dégagement de fumée sous une voiture », mais il le fait de manière inconsciente.

Vers 16h49, il entend une demande d'intervention pour évacuer un Sans Domicile Fixe qui a probablement inhalé des fumées dans la station de Marcadet-Poissonniers. C'est à ce moment là, qu'il envisage la présence d'un dégagement de fumée. Il consulte alors son Guide Opérateur de la Ligne 4 (GOL) pour déterminer la procédure de désenfumage à mettre en place.

Il détermine que la station Simplon est en zone 30. Aucune information dans le GOL ne lui indique que le ventilateur JOSEPH DIJON est indisponible.. Il applique les mesures prévues pour la zone 30 en situation normale. A 16h52, il est avisé par l'agent de la station Marcadet Poissonniers que le ventilateur JOSEPH DIJON n'est pas disponible. Cette information devrait le conduire à appliquer les mesures prévues pour la zone 30 en procédure dégradée. Par erreur, il décide de faire prendre les mesures pour la zone 40 en situation normale. Il commande donc de mettre le ventilateur LABAT en extraction. Il réalise alors que la ligne 4 dispose d'un GOL « Procédures

10 Disjonction d'alarme : disjonction non provoquée par une action manuelle volontaire.

11 Poste de Commande Énergie : poste unique d'interface entre la RATP et EDF pour la fourniture du courant Haute Tension.

* Terme figurant dans le glossaire

dégradées » et qu'il aurait du prendre les mesures correspondant à la situation « zone 30, procédures dégradées ». Pendant que son assistant fait mettre les ventilateurs concernés dans la position adéquate, il continue de prévenir les personnes qui doivent être réglementairement avisées. A 16h59, l'agent de la station Marcadet Poissonniers lui indique que les pompiers font évacuer la station. Il lui demande de cependant commander le ventilateur LABAT en insufflation, ce qui est fait à 17h00.

A 17h03, il est avisé par le Commandant des Opérations de Secours (COS) que les fumées sortent par la station Simplon, interdisant l'intervention des pompiers. Il lui demande de faire souffler par la station et d'extraire par les voies. Il décide donc de mettre tous les ventilateurs à l'arrêt. A 17h06 il commande à son assistant de contacter les stations de Porte de Clignancourt et Marcadet Poissonniers pour mettre à l'arrêt les ventilateurs « EUGENE FOURNIERE, ORNANO » et « LABAT ».

A 17h08, il refuse de mettre en désenfumage les stations de Jules Joffrin et Marx Dormoy, situées sur la ligne 12, pour ne pas venir contrarier le désenfumage de ligne 4.

A 17h11, le COS* réitère sa demande, il lui répond qu'il fait le nécessaire mais qu'il est difficile de trouver du personnel pour commander ces installations.

Il est avisé à 17h16 que le ventilateur « LABAT » est arrêté et à 17h21 que les ventilateurs « EUGENE FOURNIERE » et « ORNANO » le sont. A 17h27 le COS l'avise que la configuration de désenfumage est bonne.

4.1.8- Le cadre de permanence de la ligne 4

Ce cadre se trouvait au terminus de Porte d'Orléans, lors du déclenchement de l'accident. Il est informé par écoute de la radio THF d'un petit dégagement de fumée sur un train dans la station de Simplon. De prime abord, pas d'inquiétude car cela arrive souvent dans cette station. Mais le ton des appels lui fait sentir que cela est plus grave. Il décide de s'y rendre. Il y arrive à 17h20, Il identifie le chef d'incident local, qu'il remplace. Il se met à disposition des pompiers et informe l'IPEX au fur et à mesure des informations qu'il a. Il s'occupe également de la circulation des trains sur la section de ligne exploitable. A l'arrivée du Directeur de permanence, qui prend le rôle de chef d'incident principal, il cesse de s'occuper de l'incident pour se focaliser sur l'exploitation de la portion de la ligne 4 exploitable.

4.1.9- Officier de permanence des pompiers de la 9ème compagnie des sapeurs-pompiers

A 16h52, deux engins-pompes de la 9ème compagnie se présentent à la station Simplon. Immédiatement, des reconnaissances sont engagées en vue de localiser d'éventuelles victimes. A 16h53, l'officier de permanence de la 9ème compagnie se présente et constitue un embryon de poste de commandement principal (PCP) au niveau de la salle de vente des billets où il n'y a pas de trace de fumée. Il fait la synthèse des renseignements recueillis auprès des agents de la RATP et du compte-rendu de l'évolution de la situation, effectué par le chef de garde du fourgon de la 9ème compagnie. Deux conducteurs et les forces de police lui ont donné l'assurance qu'il n'y a plus personne sur les quais et dans la rame. Il semble que l'officier n'a pas été informé que deux rames sont à l'arrêt dans la station. Il envoie cependant une équipe sur le quai voie 1. Elle est équipée d'appareils respiratoires isolants.

Vers 17h00, le tirage s'inverse totalement. L'extraction des fumées noires, épaisses et à haute température n'est plus réalisée par les ventilateurs mais s'effectue naturellement par les bouches d'accès à la station de Simplon. Un important dégagement de fumée est visible depuis le boulevard Ornano. Les équipes engagées remontent du quai. Le rayonnement redouble d'intensité. L'officier de

* Terme figurant dans le glossaire

permanence fait évacuer le hall de la recette.

A 17h00, l'officier supérieur de garde du 1er groupement d'incendie se présente : il prend contact avec l'officier de permanence de la 9ème compagnie qui lui fait un point de la situation.

A 17h01, l'officier du poste de commandement et le véhicule poste de commandement (VPC) du 1er groupement d'incendie se présentent. L'emplacement du VPC est fixé à l'angle du boulevard Ornano et de la rue Joseph Dijon.

Après une analyse de la situation, l'officier supérieur de garde du groupement décide de prendre le commandement des opérations de secours.

A la suite d'une étude du guide opérateur de ligne et après une prise de contact avec l'IPEX, le commandant des opérations de secours définit son idée de manoeuvre et donne ses ordres en conséquence, afin :

- de procéder à l'extinction rapide du sinistre,
- d'approfondir les reconnaissances sur l'ensemble des tunnels et stations envahis par les fumées,
- de regrouper et de gérer les éventuelles victimes.

Vers 17h20/17h25, l'équipe d'attaque peut redescendre sur le quai et son commandant traverse la rame à quai pour descendre sur l'autre voie (il a l'assurance que le courant de traction est coupé) pour étudier la meilleur manière d'éteindre le feu.

C'est à cet instant que celui-ci découvre la présence de la deuxième rame sur le quai n°2.

Le feu est maîtrisé à 17h45, puis considéré comme éteint à 18h13.

4.2- Fonctionnement du matériel roulant.

4.2.1- Appareillage électrique

Compte tenu de la nature de la panne initiale (maintien indu de la demande de traction), l'ensemble des appareils de coupure électrique de la motrice N.4086 (rame 6046) a fait l'objet d'une expertise de la part de la RATP : relais, contacteurs, autorupteur, disjoncteurs.

a) les relais électriques : la famille des relais a été explorée afin de déterminer si l'un d'entre eux aurait pu provoquer le maintien de la traction par le non déclenchement de l'ouverture du disjoncteur DET. Tous ces organes ont subi un contrôle visuel général, une vérification du câblage, des soudures et des pièces mécaniques. Des tests fonctionnels ont été aussi réalisés. Les écarts constatés, que l'on peut qualifier de « normaux », consistent dans des dérives d'intensité d'enclenchement de bobine, des résistances de contact perceptibles, une dérive dans les réglages de temporisation : ces écarts n'ont pas d'incidence majeure sur le bon fonctionnement des relais. Il a été toutefois constaté des pannes franches sur les relais RH3 et le relais RLS du bloc LA avec des contacts collés. Mais l'architecture du circuit est telle que les écarts constatés n'ont pas d'incidence majeure sur le fonctionnement de l'ensemble.

b) L'autorupteur d'alimentation du servomoteur (AAS) : l'annexe n°14 montre le bras mobile désolidarisé en deux parties, la rupture s'étant opérée au niveau de l'assemblage rivé entre les deux demi-bras ; les rivets assurant la continuité des deux bras conducteurs se sont rompus (il s'agit probablement d'une rupture de fatigue). Cet organe s'est trouvé dans l'impossibilité d'assurer sa fonction d'alimentation, puis de déconnexion du servomoteur du JH, chaque tour du servomoteur correspondant à la progression (ou la régression) d'un cran du JH. Le JH est ainsi resté bloqué sur le cran 26.

c) les disjoncteurs :

Le disjoncteur DET1 qui protège le circuit d'alimentation des moteurs de traction MT3 et MT4 ne présente pas d'anomalies visuelles pour ses différentes parties constitutives.

Le disjoncteur DET2 : (identification : « ATM 08.06 n° 5870 référence TRK 5648322 ed B ») protège le circuit d'alimentation des moteurs de traction MT1 et MT2.

Le disjoncteur comporte trois doublets de contacts de grande surface pour présenter la moindre résistance électrique possible : un doublet de contacts pour la coupure du courant, deux doublets de grande surface pour les contacts de conduction. Le fonctionnement normal du disjoncteur, décrit dans les annexes 17 et 18, a lieu en deux temps :

Lors de la séquence de fermeture du disjoncteur (à la mise en service de la rame, sur commande effectuée par le conducteur), le premier temps consiste à fermer le contact mobile de coupure avec le contact fixe homologue ; le courant de traction peut circuler dès cet instant là. Le deuxième temps consiste à fermer les deux contacts mobiles de puissance avec les contacts fixes homologues.

La séquence d'ouverture du disjoncteur (sur commande du conducteur lors de la mise en stationnement de la rame ou par déclenchement d'un relais de protection) consiste à ouvrir dans un premier temps les contacts de puissance ; aucun arc ne se produit à ce moment là entre les contacts qui se séparent car le courant continue de circuler par l'unique contact de coupure ; le deuxième temps d'ouverture consiste à séparer les contacts de coupure : il se produit à ce moment là un arc électrique de continuité, qui est soufflé par le champ magnétique produit par la bobine de soufflage. Tant que les contacts de coupure ne sont pas séparés, les moteurs électriques restent alimentés en courant.

L'annexe n°15 montre que le levier de coupure est déformé. L'expertise initiale de la RATP a relevé une usure (usinage par frottement) sur une corne de soufflage en cuivre (dans la cheminée de soufflage) située en face du contact mobile. Lors de la manoeuvre manuelle du contact mobile pour l'amener de la position d'ouverture à la position de fermeture, les experts RATP ont perçu un effort résistant anormal. Le DET1 ne présentait pas cette anomalie. Ces constatations ont amené à présumer une détérioration du levier de coupure en matière plastique ayant conduit à un blocage mécanique du contact mobile en position fermée sans alimentation électrique.

Le disjoncteur a été remonté, puis soumis à l'expertise du fabricant Alstom, qui a vérifié :

- les vitesses d'ouverture et de fermeture du disjoncteur : elles sont correctes sous alimentation BT* (72 V) (20 ms et environ 80 ms) ; le disjoncteur ainsi remonté ne présentait plus de point dur,
- la tension d'enclenchement et de déclenchement de la commande par électro-aimant,
- la pression des contacts de puissance,
- la résistance électrique des contacts,
- l'état de la cheminée de soufflage,
- la position des contacts de coupure (vérification au gabarit),
- l'état des contacts de conduction : il apparaît des traces anciennes d'amorçage ou de fusion, les apports ayant été écrasés lors des fermetures de contacts,
- l'état du levier de coupure : ce levier plastique présente une fusion autour de la connexion centrale. On observe la présence de frottement de la partie fondue sur le contact mobile et sur le flasque polyester, ce qui laisse supposer que ce levier a manoeuvré après cette

* Terme figurant dans le glossaire

fusion et que cette fusion s'est produite antérieurement à l'incident du 06 août 2005. La déformation du levier de coupure, lorsque le disjoncteur est fermé, se traduit par un simple affleurement des contacts de coupure et ne permet plus d'assurer la pression entre contacts. Ce constat rejoint celui de la RATP qui avait observé la fermeture des contacts de puissance avant les contacts de coupure, montrant ainsi une cinématique incorrecte à l'ouverture.

L'hypothèse de défaillance du disjoncteur DET2 peut se formuler de la façon suivante :

Les contacts de puissance du disjoncteur n'auraient reçu qu'un ragréage grossier lors d'une précédente opération de maintenance, ce qui aurait entraîné une augmentation notable de la résistance de contact.

Par la suite et pendant les périodes de service de la rame, le circuit de puissance étant devenu plus résistant, une part notable de l'intensité du courant aurait transité par le circuit de coupure, entraînant une élévation anormale de température de ses constituants et provoquant un début de fusion du levier de coupure, une déformation progressive de celui-ci et une détente du ressort de coupure.

Lors de l'arrêt du 06 août 2005à la station Simplon, la déformation du levier de coupure ainsi que la détérioration du ressort de coupure avaient atteint un niveau qui a mécaniquement empêché l'ouverture des contacts de coupure du disjoncteur et par voie de conséquence, l'alimentation électrique des moteurs n'a pu être interrompue.

4.2.2- Système de freinage

Le système de freinage de la rame a fonctionné normalement, c'est à dire qu'il s'est mis en œuvre selon la commande du conducteur et qu'il n'a pas été sujet à un déclenchement intempestif. Le bogie impliqué dans le patinage, c'est-à-dire le « bogie avant » selon la terminologie RATP, a déployé sa puissance de freinage sur les quatre roues ; l'adhérence pneu sur piste et le serrage du sabot de frein (effort résistant) sur la quatrième roue (roue AVD1*) n'ont pas suffit à vaincrer l'effort moteur issu de MT1.

4.2.3- Partie pneumatique des organes de roulement

Le pneu de la roue AVD1 est un pneu MICHELIN numéroté XP3 315 / 95 R 16. Le parcours depuis la pose serait d'environ 79 000 km. Le parcours d'usage d'un tel type de pneu est d'environ 200 000 à 250 000 km. Aucun élément constitutif du pneu (bande de roulement et/ou plis de ceinture) n'a été retrouvé en amont de la station Simplon, ce qui laisse à penser que ce pneu était intègre avant le déclenchement du patinage.

4.3- Fonctionnement des autres matériels et des installations

4.3.1- Système de signalisation et de contrôle commande

Les installations de signalisation et de radio n'ont pas présenté d'anomalie. Toutefois les enregistrements des conversations radio montrent une audibilité difficile.

4.3.2- Les portillons d'extrémités de quai

Leur principe de fonctionnement a été indiqué au point 3.2.3.

Les conducteurs des deux rames ont bien constaté le déverrouillage des portillons d'extrémité de quai lorsque chacun d'entre eux est allé actionner un rupteur. Par contre ultérieurement, alors que le rail de contact était toujours hors tension, ces portillons ont été

* Terme figurant dans le glossaire

retrouvés verrouillés après l'incendie. Ce verrouillage est une conséquence de l'incendie, le système de verrouillage ayant été remis sous tension lors de la mise à nu d'un câble sous l'effet de la chaleur.

4.3.3- La ventilation

Les ventilateurs qui n'étaient pas arrêtés pour travaux de longues durées ont normalement fonctionné.

4.4- Dommages aux matériels et aux installations

4.4.1- Dommages au matériel roulant

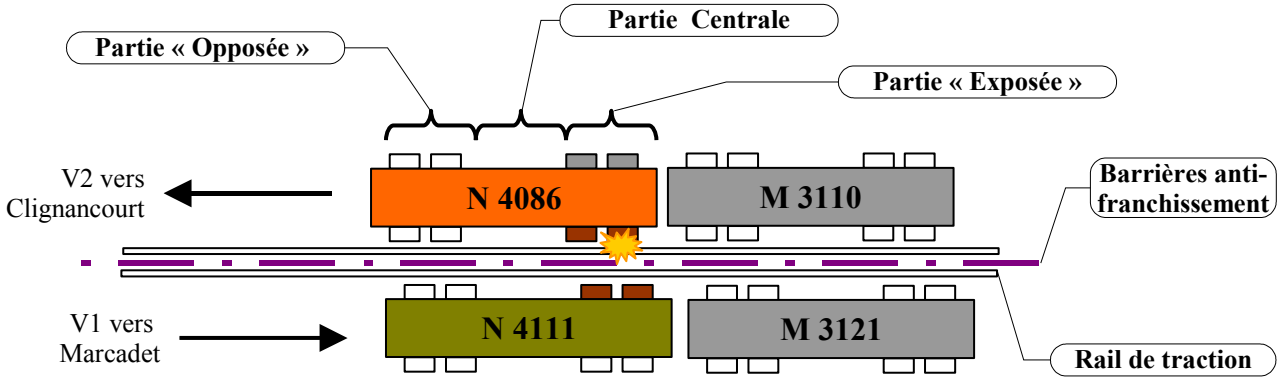
Quatre voitures ont été endommagées lors de l'incendie (2 sur la rame 6046 et 2 sur la rame 6033). Il s'agit principalement des voitures N 4086 (5ème voiture de la rame 6046), lieu du foyer initial et N 4111 (2ème voiture de la rame 6033) et, dans une moindre mesure, des voitures M 3110 (6ème voiture de la rame 6046) contiguë à la N 4086 et M 3121 (6ème voiture de la rame 6033) contiguë à la N 4111 endommagée au niveau des parois de bout de voiture.

On peut donc remarquer qu'aucune propagation longitudinale du sinistre de voiture à voiture n'est à déplorer. En effet les dégâts occasionnés aux tableaux techniques de bout de la 6ème voiture 3110 contiguë au foyer sont uniquement dus au rayonnement (cf. photo en annexe).

Les dommages significatifs intéressant principalement les voitures N 4086 et N 4111, les analyses présentées ci-après sont limitées aux dégâts constatés sur ces 2 voitures.

Schématiquement, les voitures peuvent être « décomposées » en 3 zones du point de vue de l'importance des dégâts constatés (cf. schéma ci-après) :

- Un 1er tiers dit *« partie exposée »* correspondant au tiers des caisses situées au droit du foyer (situé au niveau du bogie arrière de la voiture N 4086 dans le sens de marche), au niveau duquel les dégâts sont extrêmes importants,
- Un 2ème tiers dit *« partie centrale »* correspondant au tiers central des caisses, au niveau duquel les dégâts sont conséquents,
- Un 3ème tiers dit *« partie opposée »* correspondant au dernier tiers des caisses (le plus éloigné du foyer), dans lequel les dégâts sont plus limités.



Les principaux dommages aux structures et aux équipements constituant les voitures N 4086 et N 4111 sont présentés dans le tableau ci-après :

Éléments	*Dommages*
Structure en acier des caisses des voitures	Déformation par flambage principalement au niveau de la « partie exposée » (dans une moindre mesure au niveau de la « partie centrale »)
Revêtement extérieur des vantaux de porte	Fusion totale (vantaux des portes situées à proximité du foyer côté entrevoie) ou partielle (vantaux des portes situées à proximité du foyer côté quai) au niveau de la « partie exposée » des caisses.
Baies vitrées	Explosion des baies vitrées situées côté entrevoie dans la « partie exposée » et dans la « partie centrale ». Explosion des baies vitrées situées côté quai dans la « partie exposée »
Autres matériaux extérieurs	<u>Au niveau de la partie exposée :</u> Destruction totale ou quasi-totale de certains équipements (pneumatiques de roulement et de guidage côté entre-voie). Destruction et endommagement partiels (ex : pneumatiques côté quai pour la rame 6046, boyaux, câblages, sabots…). N.B. : On peut souligner que, même dans cette zone pourtant directement exposée, les dommages en sous-caisse sont restés très limités et concentrés dans un rayon de l'ordre d'un mètre autour des pneus porteurs situés côté entre-voie. <u>Au niveau de la partie « centrale »</u> : Endommagement rapidement limité à mesure que l'on s'éloigne de la partie « exposée ». <u>Au niveau de la partie « opposée » :</u> Pas (ou peu) de dégâts observés.
Sol – Plancher	Les planchers coupe-feu et le revêtement de sol des 2 voitures n'ont été que très peu endommagés.
Tous matériaux intérieurs	Destruction plus ou moins importante selon l'éloignement du foyer (cf décomposition en 3 zones des voitures) : • Destruction totale ou quasi-totale au niveau de la « partie exposée », • Destruction partielle au niveau de la *« partie centrale »,* • Endommagement plus limité au niveau de la *« partie opposée »* où les sièges et les parois sont restées intègres. Les dégâts sont en outre plus prononcés dans la voiture N 4086 (voiture origine du sinistre) que dans la voiture N 4111 (voiture située en vis-à-vis).

4.4.2- Dommages aux installations

4.4.2.1- Dommages aux infrastructures

Outre les dépôts de suies et de fumée sur les ouvrages, les dommages causés aux

infrastructures lors de l'incendie concernent exclusivement la voûte et les nez de quai de la station.

Concernant les nez de quai, les dégâts observés sont mineurs.

Concernant la voûte, quelques morceaux de celle-ci sont tombés à l'aplomb du foyer. Les dommages de celle-ci sont limités (légères transformations physico-chimiques en surface dans les zones proches du foyer).

4.4.2.2- Dommages aux installations fixes

D'une manière générale, les dommages aux installations fixes sont relativement limités et concernent principalement les équipements situés à proximité immédiate du sinistre.

Ces dégâts sont donc concentrés côté entrevoie. Il est à noter l'absence de dommages aux câbles de signalisation ferroviaire en cheminement en sous-quai.

Les éléments des installations fixes endommagés ou détruits lors de l'incendie sont listés ci-après :

Éléments	**Dommages**
Barres de courant (situées côté entrevoie sur chaque voie)	Déformation par flambage lié à l'échauffement au droit du foyer. (2 barres de 6m environ ont dû être remplacées)
Isolateurs à collerette SEDIVER (support des barres de courant)	Éclatement de la collerette en verre trempé de 6 isolateurs.
Barrières anti-franchissement	Destruction complète ou partielle sur quelques mètres.
Tapis de Pilotage Automatique (PA)	Destruction et/ou déformation sur un linéaire d'environ 6m en voie 2 (voie de circulation de la rame 6046 à l'origine de l'incendie).

4.4.2.3- Dommages aux équipements de la station

Les dommages aux équipements de la station sont très limités et concernent essentiellement les luminaires d'éclairage (implantés à la verticale des quais) au niveau des 2 voitures incendiées. Ces luminaires et leurs câbles d'alimentation n'ont pas résisté à la chaleur dégagée par l'incendie.

4.5- Évènements antérieurs de nature comparable

4.5.1- Au niveau du matériel

Le matériel MP 59 est entré en service à la RATP sur la ligne 1 (Château de Vincennes / Neuilly) à partir de 1963. Par la suite, il a été affecté au service de la ligne 4 (Porte de Clignancourt / Porte d'Orléans).

Les évènements retenus dans la présente étude consistent en des dégagements de fumée dus à l'échauffement de pneumatiques, avec pour origine le maintien du courant HT et une poursuite de l'effort de traction.

- 04.02.1996 - rame MP 59 (A 6057, M 3052), ligne 1 à la Porte de Vincennes, voie 1 : le

courant de traction s'est maintenu sur la 6ème voiture M 3052 occasionnant le maintien en rotation des roues à l'arrêt. La cause identifiée résidait dans la discontinuité d'une cosse de contact de l'autorupteur AAS avec présomption d'un maintien du disjoncteur DET à la suite d'un flash par un corps étranger au niveau du rhéostat de traction. Le département MRF a prescrit la note 95145 pour améliorer la qualité du sertissage au niveau des contacts électriques de l'autorupteur AAS.

- 27.03.1996 - rame MP 59 (A 6042, N4093), ligne 1, station « Hôtel de ville », quai 1 : important dégagement de fumée au niveau de la deuxième voiture N4093 qui est une motrice. La cause en a été la discontinuité intermittente du contact 112T/112V du relais de vigilance (RVA) de l'autorupteur AAS, provoquant des ouvertures en charge du disjoncteur DET puis le collage de ses contacts. La conséquence en a été la fonte de la gomme du pneu porteur du 2ème essieu du bogie arrière de la N 4093.
- 25.02.2000 - rame MP 59 (A 6069, N4103), ligne 4, station Châtelet, quai 2[12] : un pneu s'enflamme sous la cinquième voiture. Le disjoncteur s'est maintenu en position fermé à la suite de la continuité anormale du contact 8G-408D du relais RMD associé à une résistivité importante du rupteur 26 ne permettant pas la régression du JH. Cela s'est traduit par un patinage provoquant une usure d'un centimètre du pneu porteur droit du bogie avant de la motrice N 4103. L'élévation de température en résultant a provoqué un début de fusion de la gomme du pneu. La décision a été prise de remplacer cycliquement les contacts mobiles des rupteurs de JH (cycle à 18 mois). Les relais RAS ont été fiabilisés en remplaçant certaines pièces mécaniques (galet, shunt, ressort...).Les relais RMD ont été passés en révision générale.
- 12 octobre 2000 - rame MP 59 (A 6046 / M 3110), ligne 4, à la station « Châtelet », quai 2 : un dégagement de fumée s'est produit avec des à-coups de traction au niveau de la première voiture. Le disjoncteur (type FACEJ) s'était trouvé bloqué en position fermée alors que le JH s'est bloqué lui aussi en non régression. Le patinage a produit un important dégagement de fumée sur la motrice avant M 3110. Il a été décidé de remplacer les disjoncteurs FACEJ par des disjoncteurs de type ATM.

Niveau de risque du système MP 59 / MP 73 : Avec l'événement traité par le présent rapport, cela fait cinq cas de patinage de rame sur pneus aboutissant à un échauffement anormal du pneu pouvant se développer en incendie. L'historique du comportement de ce matériel MP 59 et MP 73 est moins connu sur la période antérieure comprise entre 1963 et 1996. Pour la simplicité du raisonnement, nous négligerons ce qui s'est passé pendant cette période. Il faut toutefois noter que le matériel MP 73 (46 rames de la ligne 6) diffère de la génération précédente MP 59 par le fait que le circuit du servomoteur est alimenté en basse tension (tension batterie 72 volts) ; il y a indépendance de ce circuit par rapport au circuit de puissance, ce qui rend plus favorable le retour à zéro du JH en cas d'anomalie dans le circuit de commande. La quantification du risque s'exprime ainsi , sur la base d'une exploitation s'effectuant de 05 h 00 jusqu'à 01 h 00, soit 20 heures par jour, et pour un ensemble de 73 rames (24 rames pour la ligne 11, 49 rames pour la ligne 4) .

risque de patinage pour le système « ensemble des rames MP 59 » :

Fréquence= 5 évènements / 46 années x 365 jours x 20 heures = $1{,}49.10^{-5}$ / heure de fonctionnement du système constitué des deux lignes de métro 4 et 11.

Pour une seule rame MP 59, le niveau de risque « patinage » découle du précédent dans le rapport 1/73.

Risque de patinage d'une rame MP 59 = 2.10^{-7} / heure de fonctionnement.

12 A noter que lors de cet incident, des difficultés de mise en relation de l'IPEX avec l'agent de la recette avaient été soulevées dans le cadre de la procédure de désenfumage.

Ce résultat conduit à la réflexion suivante : pour un équipement de sécurité d'un système de transport ferroviaire, le niveau de fiabilité requis est de présenter un taux de panne inférieur à 10^{-9}/heure de fonctionnement. Le patinage d'une rame sur pneu peut conduire à un incendie, qui peut lui-même provoquer des victimes humaines : le patinage est donc un événement redouté auquel il faut associer une fréquence de survenue aussi faible que pour un équipement de sécurité ; nous en déduisons que le risque spécifique de patinage lié au matériel MP 59 mérite d'être réduit.

4.5.2- Au niveau du désenfumage

Le 25 février 2000, un pneu d'une rame de métro de la ligne 4 s'est enflammé à la station du Châtelet (voir point 4.5.1 ci-dessus). Compte tenu de la configuration des lieux, les lignes 1 et 14 ont été impactés.

Un certain nombre de dysfonctionnements avaient été soulevé. Ce sont principalement :

- un avis un peu tardif à l'IPEX par le PCC,
- des difficultés de liaison entre l'IPEX et les recettes des stations pour la commande des ventilateurs, principalement au niveau de la téléphonie,
- la coordination des mesures de circulation de chacune des lignes et des mesures de désenfumage.

Les ventilateurs utilisés étaient de puissances très différentes. Les fumées ont été entraînées vers la ligne où les ventilateurs étaient les plus puissants. La RATP avait également soulevé la question de la circulations des trains sur les lignes enfumées mais sans accident (ligne 1 et 14 dans le cas de cet accident).

La refonte du GOL avait été prévue pour l'année 2000, avec indication des numéros de téléphone utiles.

4.6- Mesures prises à la suite de l'incendie

4.6.1- Contrôle de l'état du parc par la RATP

Après l'accident, la RATP a procédé à un ensemble d'expertises pour identifier la cause probable (cf paragraphes 6.1.1 et 6.1.2). Le résultat de cet état du parc a permis de préciser les mesures de maintenance à prendre.

4.6.2- Renforcement de la maintenance

L'autorupteur AAS et le disjoncteur de l'équipement de traction (type ATM) ont fait l'objet d'une maintenance renforcée, dès le mois de septembre 2005, selon les descriptions figurant aux paragraphes 6.1.1 et 6.1.2.

5- Déroulement de l'incendie

5.1- Origine de l'incendie

5.1.1- Les défaillances électriques

La première défaillance résulte de la rupture du bras conducteur de l'autorupteur AAS, dont l'équerre dessertie (annexe n°14) n'assure plus la continuité électrique périodique du relais d'alimentation du servomoteur assurant la rotation du combinateur de traction (JH). Ce combinateur n'étant pas à ce moment là au cran zéro et ne pouvant plus y revenir, l'alimentation électrique du moteur est maintenue.

La configuration du schéma électrique du circuit de commande est telle que cette situation doit entraîner l'ouverture des deux disjoncteurs DET1 et DET2.

Or, à la suite d'une panne latente (deuxième défaillance) du disjoncteur DET2 protégeant les moteurs du bogie avant, ce disjoncteur ne s'ouvre pas.

Il en résulte le maintien de l'alimentation en pleine tension (750 V) des moteurs de traction MT3 et MT4. Si les roues avaient toutes été bloquées par le freinage et/ou une adhérence pneu-piste suffisante, l'intensité absorbée aurait cru fortement et provoqué la fusion des fusibles de traction de 400 A. Or ces fusibles n'ont pas fondu ; en effet, une roue et une seule tournait, le moteur correspondant développait alors sa force contre-électromotrice et limitait de ce fait l'intensité absorbée. Pour la roue concernée, l'effort résistant étant inférieur au couple du moteur, elle a pu continuer de tourner sur elle-même, c'est à dire patiner sur la bande de roulement, d'où l'abrasion progressive du pneu.

5.1.2- Patinage et incendie du pneu AVD

Dégradation du pneu

Peu de temps avant que la rame 6046 ne s'arrête à la station Simplon, trois secondes avant l'arrêt complet soit à partir d'une vitesse de 11 km/h, le patinage sur le bogie « avant » de la motrice intermédiaire 4086 se produit. Même après l'immobilisation de la rame, ce patinage se poursuit pour durer au total deux minutes et neuf secondes, après qu'une fumée blanche se soit produite et que le pneu AVD*1 ait éclaté. Cette rotation « sur place » de la roue correspond globalement à un parcours fictif de 2555 m. Le patinage entraîne l'abrasion complète de la bande de roulement caoutchouc, puis celle des plis de ceinture, avec mise à nu des câbles de cette ceinture.

Les restes des nappes de câble de l'armature du pneu présentent le même état : ils sont tous usés au centre de la bande de roulement, ce qui signifie que le pneu a subi une usure mécanique identique sur toute sa circonférence et donc que le pneu AVD1 a été victime d'un patinage, préalablement à l'explosion et à l'inflammation.

L'abrasion de la gomme du pneu engendre les trois phénomènes suivants :

- la production d'une poussière de gomme. La quantité de gomme transformée en poussière est estimée à environ 10 kg de matière, celle-ci étant beaucoup plus inflammable que le pneu lui-même,
- Le dégagement d'hydrocarbures issus de la gomme sous l'effet de l'échauffement de la bande de roulement du fait du patinage,
- une forte élévation de température du pneu.

* Terme figurant dans le glossaire

Echauffement lié au freinage

Une autre cause d'élévation de température se situe sur la roue auxiliaire AVD1 (roue en acier) : le freinage étant en action, le sabot de bois qui frotte sur sa table de roulement s'échauffe, communiquant son dégagement de calories à la roue métallique elle-même. Le rayonnement de chaleur provoque aussi le dégagement d'hydrocarbures de la part du flanc du pneu. Selon les calculs de la RATP, la température de la roue auxiliaire aurait pu atteindre 200°.

Eclatement du pneu

L'élévation de température du pneu et, par voie de conséquence, du gaz le maintenant en pression, provoque une forte augmentation de cette pression. Combiné à une importante réduction de l'épaisseur de l'enveloppe, le pneu éclate.

Inflammation du pneu

L'élimination progressive de la gomme du pneu met à nu les brins de la nappe métallique qui constitue sa carcasse. Les brins s'étirent sous l'effet de la force centrifuge et certains d'entre eux entrent en contact avec la barre métallique de guidage qui assure en même temps la fonction « prise de courant » (barre au potentiel de 750 V) ; d'autres brins de cette nappe peuvent heurter des pièces métalliques à la masse (châssis de bogies, rail de guidage des roues auxiliaires). Les court-circuits électriques ainsi provoqués enflamment le mélange de poudre de gomme et d'hydrocarbure qui enflamme à son tour la gomme résiduelle du pneu.

Coupure du courant de traction

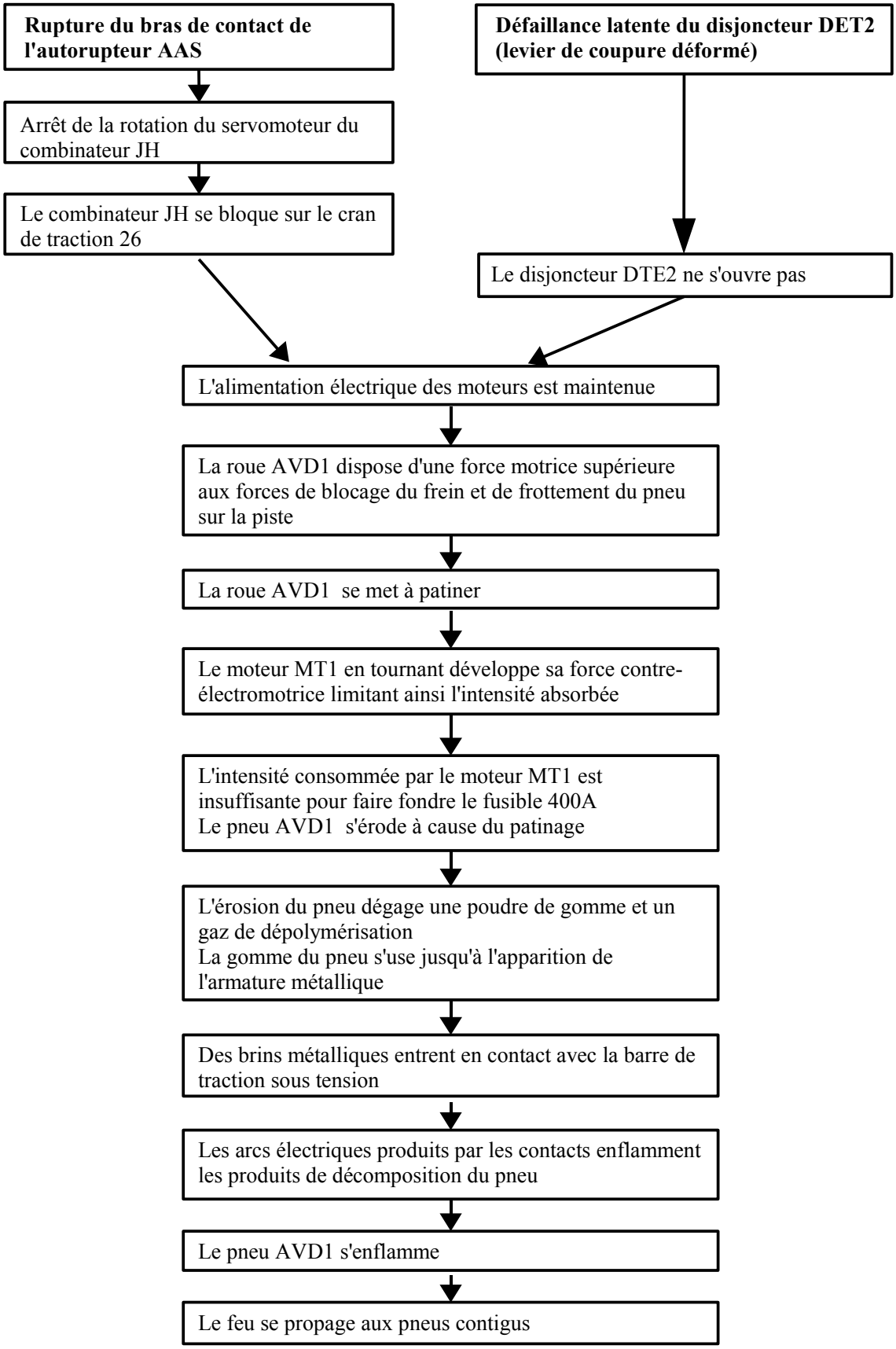
Les courts-circuits électriques provoqués par les brins métalliques du pneu en rotation ont pu, après avoir provoqué l'inflammation du pneu, déclencher une disjonction d'intensité "DI" qui coupe le courant de traction.

Propagation de l'incendie

Les flammes du pneu AVD1 se propagent aux autres pneus du bogie (pneus ARD2, ARG2*, AVG1), aux pneus auxiliaires correspondants ainsi qu'aux deux pneus porteurs de la rame 6033 se situant à l'aplomb du bogie enflammé de la motrice N 4086.

L'enchaînement des causes et conséquences selon un scénario très probable peut se schématiser de la façon suivante :

* Terme figurant dans le glossaire


Rupture du bras de contact de l'autorupteur AAS
Défaillance latente du disjoncteur DET2 (levier de coupure déformé)
Arrêt de la rotation du servomoteur du combinateur JH
Le combinateur JH se bloque sur le cran de traction 26
Le disjoncteur DTE2 ne s'ouvre pas
L'alimentation électrique des moteurs est maintenue
La roue AVD1 dispose d'une force motrice supérieure aux forces de blocage du frein et de frottement du pneu sur la piste
La roue AVD1 se met à patiner
Le moteur MT1 en tournant développe sa force contre-électromotrice limitant ainsi l'intensité absorbée
L'intensité consommée par le moteur MT1 est insuffisante pour faire fondre le fusible 400A
Le pneu AVD1 s'érode à cause du patinage
L'érosion du pneu dégage une poudre de gomme et un gaz de dépolymérisation
La gomme du pneu s'use jusqu'à l'apparition de l'armature métallique
Des brins métalliques entrent en contact avec la barre de traction sous tension
Les arcs électriques produits par les contacts enflamment les produits de décomposition du pneu
Le pneu AVD1 s'enflamme
Le feu se propage aux pneus contigus

5.2- Déroulement général de l'incendie et ses conséquences.

Le foyer principal de l'incendie a ainsi été constitué essentiellement par les pneumatiques, avec combustion d'une masse totale d'environ 180kg de caoutchouc.

Compte tenu du stationnement des 2 rames 6046 et 6033 en vis-à-vis, l'incendie est resté localisé dans le volume situé entre les bogies concernés des voitures N 4086 et N 4111.

Le potentiel énergétique élevé du foyer a permis un dégagement important de chaleur conduisant dans un délai de l'ordre de 10 à 15mn, dans les zones les plus exposées, à l'explosion des parties vitrées, à la fusion des composants en aluminium (revêtement extérieur des vantaux de porte) et à la déformation par flambage des structures métalliques du matériel roulant et du rail de traction.

Les quantités importantes de fumées et de gaz chauds dégagés par la combustion des pneumatiques ont été canalisées par les parois latérales des 2 voitures *« effet cheminée »* et se sont *«engouffrées»* dans les compartiments voyageurs à travers les surfaces vides offertes par les baies vitrées détruites.

Ces fumées et gaz ont pu être évacués naturellement par les lanterneaux situés en toiture, évitant par la même leur accumulation à l'intérieur du volume des 2 voitures.

L'ensemble de ces éléments permet d'expliquer la « graduation » des dégâts occasionnés à l'intérieur des 2 voitures (cf. décomposition en 3 zones évoquée précédemment) et d'attester de l'absence de phénomène de *« flash over »* (embrasement généralisé du volume intérieur des 2 voitures).

La « graduation » observée démontre que les matériaux des constituants intérieurs des 2 voitures n'ont pas contribué à propager, ni à amplifier l'incendie et apporte, par là même, la confirmation de leur très bon comportement au feu.

L'importance des dégâts occasionnés aux 2 voitures, en particulier dans les parties dites « exposées » peut être expliquée par 3 principaux facteurs :

- La proximité du « coeur » du foyer,
- La puissance du rayonnement thermique de ce foyer,
- La durée d'activation du foyer *[Nota : pour mémoire, les opérations d'extinction des sapeurs-pompiers ont débuté environ 50mn après le début de l'incendie]*.

Les flammes de couleur rouge décrites par le conducteur et les dommages observés au niveau des 2 voitures permettent d'affirmer que la température atteinte au plus fort du sinistre et à proximité immédiate du foyer a dépassé les 660° et vraisemblablement avoisiné les 800°.

Ces éléments et les constatations faites au niveau de la voûte (transformation physico-chimiques mineures) permettent de conclure que la température au niveau de la voûte n'a pas du, en revanche, excéder les 550-600°.

S'agissant de la température atteinte au niveau de la voûte, il convient cependant de rappeler la présence à la verticale du foyer d'un portique mobile de travaux qui a constitué une forme d'écran thermique pendant quelques minutes (temps nécessaire à la combustion des planches en bois servant de plancher pour l'échafaudage) et a ainsi joué un rôle de *« retardeur »* vis-à-vis de l'exposition de la voûte aux plus fortes températures.

5.3- Gestion des voyageurs et des circulations

5.3.1- Évacuation des voyageurs des rames

Les voyageurs évacuent spontanément pour ceux de la rame 6046 et sur demande du conducteur pour ceux de la rame 6033.

5.3.2- Évacuation des voyageurs des stations

5.3.2.1- Station de Simplon

Vers 16h35, la conductrice de la rame 6046, à destination de la Porte de Clignancourt, referme les portes de son train après que le service à quai ait été effectué. Elle aperçoit alors dans le miroir situé en tête de quai de la fumée blanche à l'arrière du train. Elle rouvre immédiatement les portes et avise le PCC. Les voyageurs évacuent spontanément le train. En moins d'une minute, le dégagement de fumée devient noir et s'épaissit très rapidement. Elle se dirige vers l'arrière du train mais ne peut dépasser le niveau de la quatrième voiture, le rideau de fumée lui interdisant de poursuivre sa progression. Elle aperçoit des flammes rougeâtres entre la cinquième et la sixième voiture.

Très peu de temps après, la rame 6033 à destination de la Porte d'Orléans entre en station sur la voie 1 et son conducteur aperçoit un léger dégagement de fumée blanche provenant de l'arrière du train arrêté sur voie 2. Une fois arrêté à quai, il constate que cette fumée s'épaissit vite, devient très importante et noircit. Il voit et entend un mouvement de panique dans les deux trains. Par radio, il demande aux voyageurs d'évacuer son train ainsi que le quai. Il voit 5 à 6 personnes sur le quai opposé, bloquées à l'arrière du train qui semblaient vouloir fuir par les voies. Il leur crie d'aller vers l'avant du train en longeant la voûte de la station et de la quitter.

Chacun des deux agents reçoit l'ordre du PCC d'actionner le rupteur de tête de son quai. Le portillon de bout de quai est libre, ils descendent au niveau des voies actionner ces rupteurs.

Les deux conducteurs se dirigent vers la recette de Simplon, où ils trouvent des policiers. Le conducteur de la rame 6033 redescend avec un policier sur le quai voie 1 pour être sûr qu'il n'y a plus de voyageurs. Ils parcourent une partie du quai, mais doivent renoncer devant l'importance des fumées et des bruits d'explosions. Ils pensent qu'il n'y a plus personne sur les quais et dans les trains. Cependant, il ne semble pas qu'à ce moment là une telle conclusion puisse être établie avec certitude.

5.3.2.2- Station Marcadet Poissonniers

Vers 16h41, le conducteur de la rame 418 qui est à quai à Marcadet Poissonniers signale la présence d'un nuage de fumée. Il fait évacuer son train. A 16h45, le conducteur se rend à la recette de la station. L'assistant IPEX est avisé à 16h49 par le centre de liaison qu'un SDF, qui a probablement inhalé des fumées, refuse de quitter le quai voie 1 où il se trouvait. Il est évacué de force par des agents RATP avec l'aide de la Croix Rouge.

Les fumées envahissant les quais de la ligne 12, ceux-ci sont évacués à leur tour à 17h00 et les trains ne desservent plus cette station.

A cette même heure, la station est fermée.

5.3.2.3- Autres stations

Les voyageurs évacuent les stations au fur et à mesure de leur fermeture, fermeture nécessitée par le déplacement des fumées et par la consistance des installations voies des stations où il est possible d'assurer un service provisoire.

5.3.3- Gestion des circulations

En fonction de l'envahissement des stations par les fumées et des possibilités techniques de faire faire demi-tours aux trains, les lignes impactées par les fumées ont été exploitées comme repris ci-dessous :

5.3.3.1- Ligne Nation – Porte Dauphine (ligne 2)

Le samedi 6 août, la station Barbès – Rochechouart n'a pas été desservie de 17h50 à la fin du service.

5.3.3.2- Ligne Porte de Clignancourt – Porte d'Orléans (ligne 4)

Le samedi 6 août, l'ensemble de la ligne est desservi jusqu'à 16h38. De 16h38 à 17h40, seule la section de ligne de Barbès – Rochechouart à Porte d'Orléans est desservie. De 17h40 à la fin de service le trafic n'est plus assuré que de Réaumur Sébastopol à la Porte d'Orléans.

Le dimanche 7 août, le trafic n'est assuré que de la Porte d'Orléans à Réaumur Sébastopol, du début du service à 7h24. Il est alors prolongé jusqu'à Barbès Rochechouart jusqu'à 7h48, heure où il reprend sur l'ensemble de la ligne, à l'exception de la station Simplon qui n'est pas desservie.

5.3.3.3- Ligne Porte de La Chapelle – Mairie d'Issy (ligne 12)

Le samedi 6 août, l'ensemble de la ligne est desservi jusqu'à 17h13 à l'exception de la station Marcadet Poissonniers qui n'est plus desservie dès 17h00.

De 17h13 à 17h24, seule la section de ligne de Jules Joffrin à Mairie d'Issy est desservie.

De 17h24 à 21h10 le trafic n'est plus assuré que de Trinité Estienne d'Orves à Mairie d'Issy. A cette heure là, il reprend sur l'ensemble de la ligne, à l'exception de la desserte de la station de Marcadet Poissonniers qui ne rouvrira que le lendemain au début du service.

5.4- Le désenfumage

L'IPEX est chargé de gérer le désenfumage pour l'ensemble du réseau. Un deuxième agent l'assiste.

La première fumée blanche apparaît à la station Simplon vers 16h35. Une à deux minutes plus tard, cette station se retrouve envahie de fumées noires très denses.

16h42 : l'IPEX est avisé par le PCC de la ligne 4 qu'il faut les pompiers à la station Simplon pour un incendie. Son assistant les appelle.

16h45 : En réponse à un appel du PC sécurité, avisé par ailleurs, l'IPEX parle, probablement de manière inconsciente, d'un dégagement de fumées sous une voiture. L'homme du PC sécurité indique qu'il pense que ce dégagement de fumée est lié à un patin de frein. L'IPEX répond qu'il n'en sait rien mais ne réalise pas qu'il devrait prendre les mesures prévues au GOL.

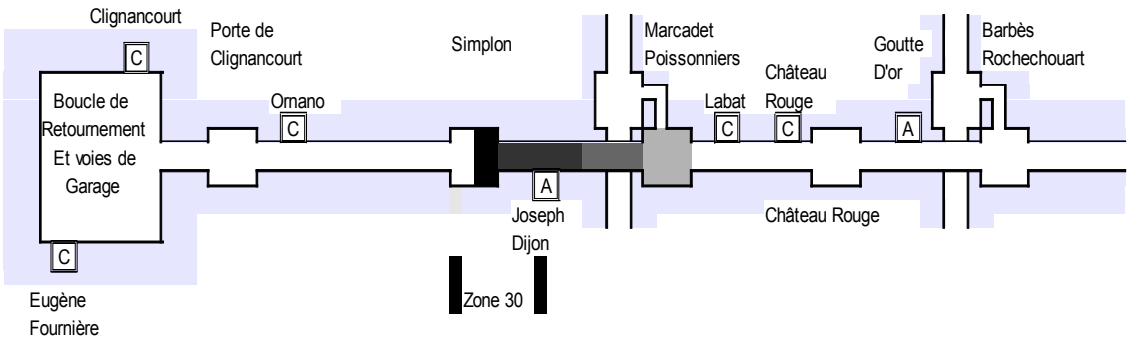
16h46 : l'Assistant IPEX est avisé par le centre de liaison de la Gare du Nord, qu'il y a des fumées à la station Marcadet Poissonniers. Il en avise les pompiers vers 16h48.

16h48 : entendant son assistant évoquer la présence de fumées à la station Marcadet Poissonniers, l'IPEX envisage la présence d'un dégagement de fumée. Il décide alors de consulter le GOL. Il détermine sur le GOL que l'accident est situé en zone 30. Il ne consulte pas la liste des ventilateurs arrêtés et comme aucune mention n'est portée sur le GOL, il prend les mesures « procédure normale »prévues pour cette zone. Le ventilateur prédominant (Joseph Dijon) étant commandé depuis la recette A de la station Marcadet Poissonniers A, il cherche à contacter l'agent de cette recette. N'y arrivant pas, il demande à son assistant (à 16h51) d'appeler le centre de liaison

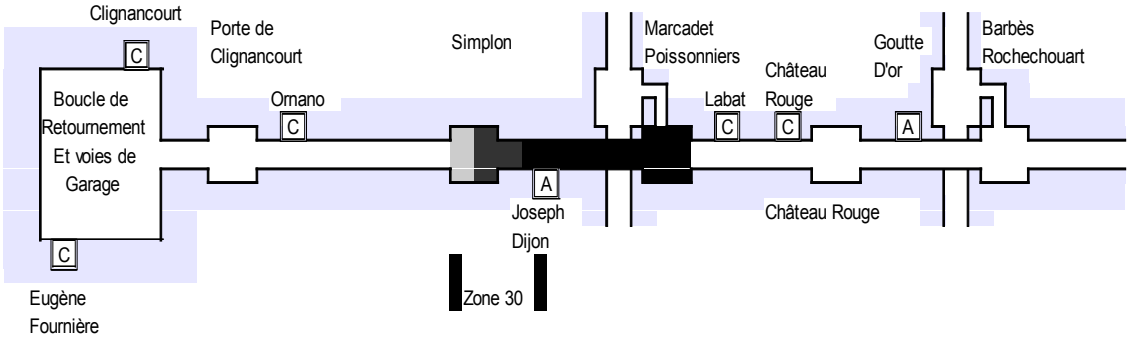
de Paris-Nord pour lui indiquer qu'il est urgent de contacter Marcadet Poissonniers. Le centre de liaison ayant pu contacter l'agent de cette station, lui demande d'appeler l'IPEX pour la manoeuvre du ventilateurs. Le centre lui donne le numéro de téléphone de l'IPEX.

Durant cette période, les fumées envahissent le tunnel côté Marcadet Poissonniers sous l'effet de la ventilation de confort et attirées par les ventilateurs Labat et Château-Rouge qui sont en mode confort. Les mouvements de fumées sont schématisés ci-après :

Vers 16h41



vers 16h50



Légende :

- État des ventilateurs
  - A : arrêt
  - C : mode confort (extraction à puissance limitée)
  - E : mode extraction (extraction à puissance maximale)
  - I : insufflation

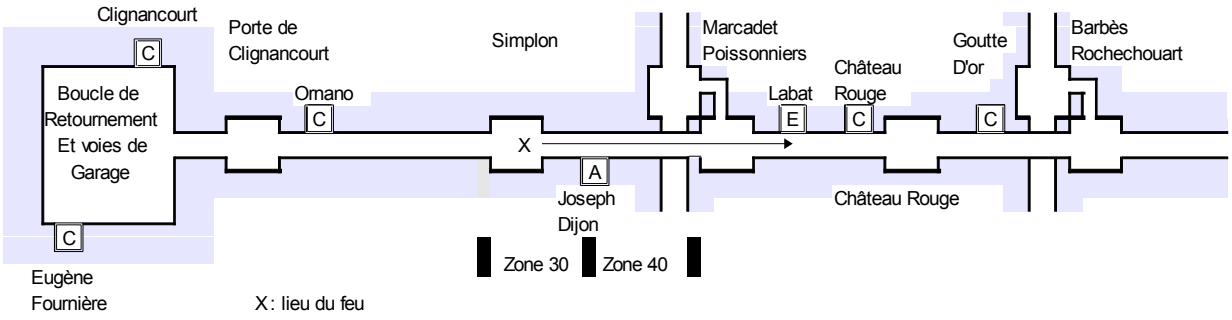
- Développement des fumées :
  - densité faible
  - densité moyenne
  - fumées très noires et très chaudes

16h52 : L'agent de Marcadet Poissonniers appelle l'IPEX et l'avise que le ventilateur JOSEPH DIJON n'est pas disponible mais que par contre le ventilateur LABAT fonctionne. L'IPEX consulte à nouveau son GOL sans interrompre la conversation et donne ordre de mettre le ventilateur LABAT en extraction (l'IPEX applique par erreur les mesures prévues par le GOL pour la zone 40 en « procédure normale » alors que l'incident se situe en zone 30 et que, du fait de la non

disponibilité du ventilateur JOSEPH DIJON, c'est la procédure dégradée qui devrait être appliquée).

La procédure zone 40 normale ainsi mise en oeuvre est la suivante :

Zone 40 « procédure normale » (mise en oeuvre vers 16h52)

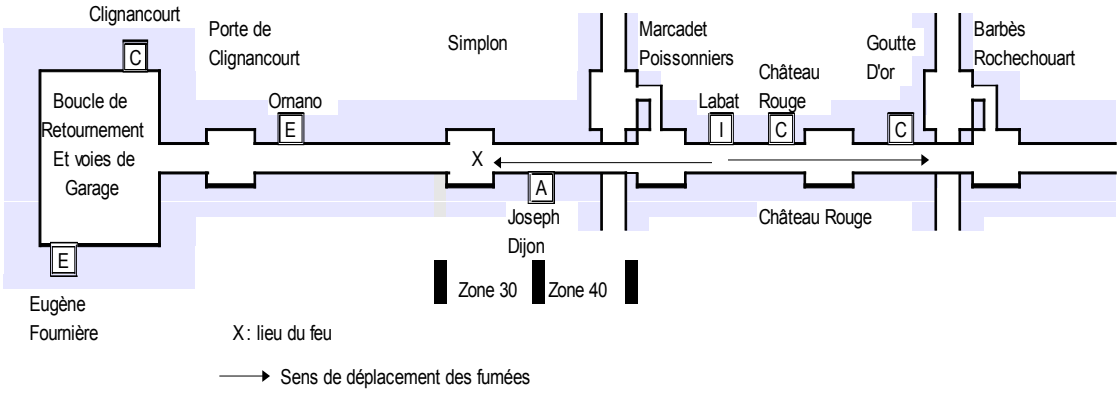


Elle a pour conséquence de faire circuler les fumées en direction de Marcadet Poissonniers.

Petit à petit, les stations de Marcadet-Poissonniers, Château-Rouge, Barbès-Rochechouart et les lignes en correspondance 12 et 2 se retrouvent enfumées et, bien que le feu soit situé à l'extrémité de la station Simplon du côté Marcadet Poissonniers, la station Simplon est également enfumée. On peut penser que la puissance d'extraction globale sans le ventilateur Joseph Dijon est trop faible pour un tel feu et que donc, les fumées (au moins pour partie) prennent le chemin le plus court : les trémies d'accès de la station Simplon.

Lorsque l'IPEX s'aperçoit de son erreur, il fait prendre les mesures prévues pour la zone 30 « procédure dégradée ». Le ventilateur Labat doit alors être mis en insufflation et les ventilateurs Eugène-Fournière et Ornano en extraction selon le schéma suivant :

Zone 30 « procédure dégradée » (position prévue des ventilateurs et circulation de l'air)



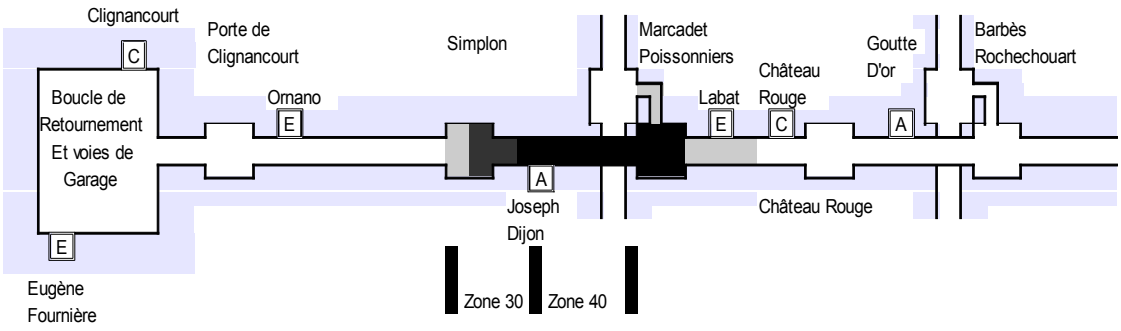
Du fait que les fumées avaient dépassé le ventilateur Labat, sa mise en insufflation a fait déplacer les fumées des deux côtés vers les stations de Barbès Rochechouart et Simplon.

16h54 : l'assistant IPEX donne ordre à l'agent de la station Porte de Clignancourt de mettre les ventilateurs EUGÈNE FOURNIÈRE et ORNANO en extraction. Puis à 16h56, il rappelle le centre de liaison de Paris Nord pour que celui-ci demande à l'agent de Marcadet Poissonniers de

rappeler l'IPEX, une modification étant à apporter au régime d'un ventilateur (Labat). Celui-ci les rappelle à 16h59. L'IPEX lui demande de modifier le sens de fonctionnement du ventilateur LABAT (de la position extraction à la position insufflation). Bien que les pompiers aient donné l'ordre d'évacuer la station, l'agent de Marcadet Poissonniers obtient de leur part d'aller faire cette manipulation avant de quitter la station. Des fumées finissent d'envahir la station Simplon et atteignent maintenant la salle des recettes.

Peu avant que le ventilateur LABAT soit en insufflation, le développement des fumées est le suivant :

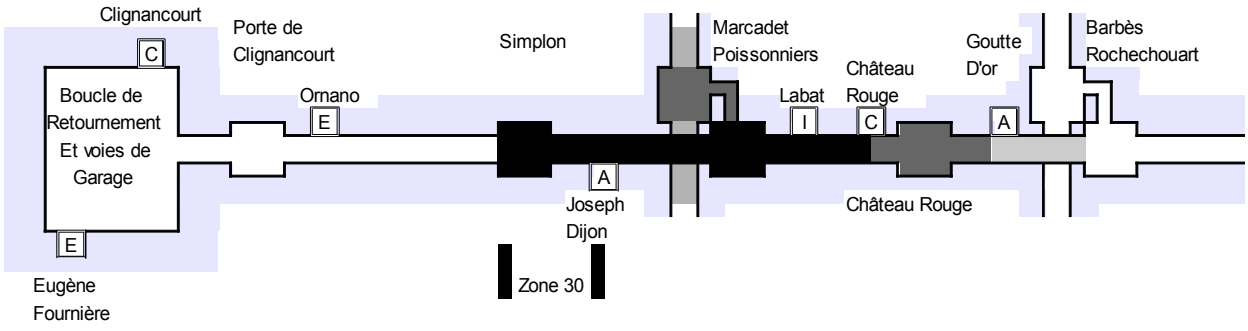
Un peu avant 17h00



A 17h le ventilateur LABAT est en insufflation, ce qui permet de réaliser enfin la configuration "zone 30, procédure dégradée" prévue par le GOL.

Les fumées accumulées dans les tunnels sont alors refoulées vers les stations Simplon et Marcadet-Rochechouart.

De 17h à 17h16



Une telle manoeuvre ne contribue pas au désenfumage de la station Simplon qui au contraire est totalement envahie de fumées noires et à haute température. Les pompiers ne peuvent plus intervenir sur les quais. Le commandant des opérations de secours appelle alors l'IPEX à 17h03 pour lui signaler cette difficulté au niveau du désenfumage ; il demande que les fumées soient évacuées par le tunnel et qu'une insufflation d'air frais soit faite par la station. Prenant acte des résultats insatisfaisants de la procédure de désenfumage en cours, **l'IPEX décide alors de faire mettre à l'arrêt les ventilateurs Ornano, Eugène Fournière et Labat,** ce qui correspond à la procédure à appliquer en cas de non fonctionnement d'un ventilateur prédominant lorsqu'il n'y a pas de « procédure dégradée » au GOL**.**

17h05 : l'assistant IPEX croit appeler un agent de la Porte de Clignancourt pour lui faire

arrêter les ventilateurs Eugène Fournière et Ornano alors qu'en réalité il se retrouve en relation avec le centre de liaison de la Gare du Nord. Comme il doit aussi intervenir avec un agent de Marcadet Poissonniers, il traite d'abord cette intervention. Il demande que le ventilateur LABAT soit mis à l'arrêt.

17h07 : l'assistant IPEX cherche à nouveau à appeler la Porte de Clignancourt et tombe une fois encore sur le centre de liaison de Paris-Nord. Il apprend alors que cette station est en cours de fermeture et qu'il n'est plus possible de joindre personne. Le centre de liaison n'a pas de moyens pour faire arrêter ces trois ventilateurs. L'assistant IPEX appelle alors le PCC de la ligne 4 en lui indiquant qu'il faut faire mettre à l'arrêt ces trois ventilateurs. Le ventilateur LABAT sera à l'arrêt à 17h16 après une intervention guidée par l'assistant IPEX d'un sous/chef de la ligne 12, et les ventilateurs EUGENE FOURNIERE et ORNANO seront arrêtés à 17h21.

17h08 : le chef de secteur de la ligne 12 avise l'IPEX que les stations de Marcadet Poissonniers et Jules Joffrin se plaignent de la présence de fumées. L'IPEX va regarder ce qu'il peut faire mais il lui refuse de prendre les mesures pour désenfumer Marcadet Poissonniers ligne 12 pour ne pas contrarier le désenfumage de la ligne 4.

17h11 : le commandant des opérations de secours rappelle l'IPEX, indiquant que le sens des fumées n'est toujours pas le bon. L'IPEX répond qu'il est au courant mais qu'il n'a personne pour le moment pour intervenir à Marcadet Poissonniers.

17h13 : L'IPEX est avisé que les fumées ont atteint la station de Barbès Rochechouart.

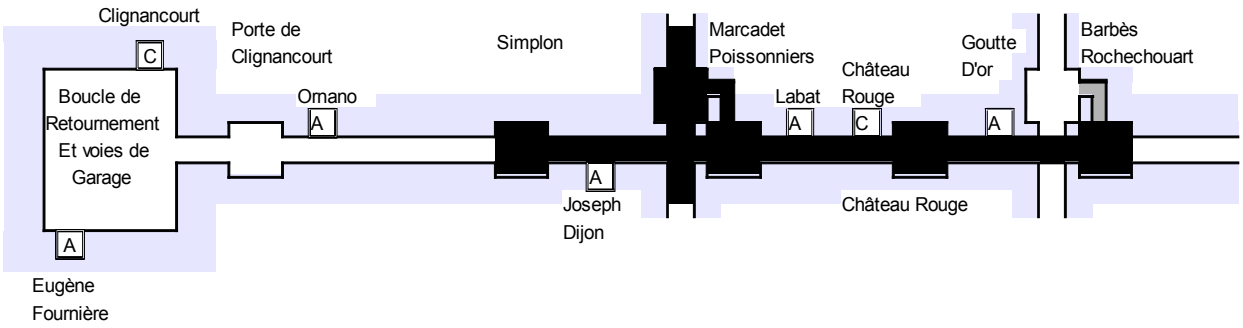
A 17h20, les 3 ventilateurs de LABAT, EUGENE FOURNIERE et ORNANO sont arrêtés. Sous l'effet de la ventilation naturelle et de l'extraction (en mode confort) assurée par le ventilateur Château Rouge, les fumées se déplacent de Simplon vers Barbès-Rochechouart. Il semble également que la combustion des pneus cesse vers cette période. En effet, lors des premières mesures prises (application de la procédure normale pour la zone 40), le ventilateur Labat était en extraction conjointement avec la ventilation naturelle. Malgré ces mesures, non seulement la station Simplon n'avait pas été mise hors fumées, mais celles-ci l'avaient totalement envahi sans cependant s'engager dans le tunnel Simplon-Porte de Clignancourt, alors que dans la dernière phase, les fumées quittent la station. Au bout de quelques minutes, la fumée diminue notablement dans la station Simplon. On peut également penser que le feu des pneus perd de son intensité par manque de combustible.

17h22 : l'assistant IPEX appelle la recette A de Barbès Rochechouart pour savoir si le ventilateur GOUTTE d'OR est en état de fonctionnement. L'agent de la recette lui indique que le ventilateur est commandé depuis la recette B, dont il donne le numéro de téléphone. Il appelle alors la recette B, qui lui apprend que ce ventilateur n'est pas disponible (arrêté jusqu'au 17 août). L'assistant IPEX rappelle à l'IPEX qu'il travaille en situation dégradée.

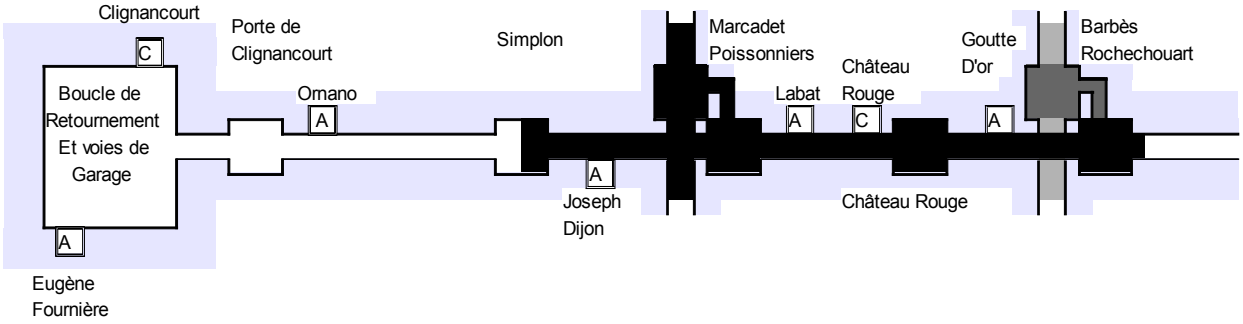
17h27 : le responsable des pompiers indique à l'IPEX que la configuration de désenfumage est bonne pour eux. Il demande s'il est possible de faire une extraction « plein pot » par Château Rouge. L'IPEX lui répond qu'il ne peut pas faire mieux pour le moment. L'IPEX indique également aux pompiers qu'il cherche à désenfumer la ligne 12 qui est touchée.

Durant cette dernière période, les fumées se sont développées comme repris sur les schémas ci-dessous :

vers 17h25



A partir de 17h27



5.5- Secours

5.5.1- Alerte et engagement des secours

16h42 : le commissariat du 18ème arrondissement, averti par un apple extérieur, appelle le centre de coordination des opérations de transmissions (CCOT*) de la brigade de sapeurs pompiers de Paris faisant mention de fumée à la station de métro Simplon. Sur questionnement du stationnaire (sapeur-pompier tenant le standard des pompiers) traitant l'appel, l'appelant précise qu'une évacuation du public est en cours. A 16h43 : la RATP appelle à son tour le CCOT mentionnant un dégagement de feu sous voiture, en direction de Clignancourt, métro Simplon. Enfin, plusieurs autres appels parviennent au CCOT avec mention de personnes incommodées par les fumées à la station Marcadet-Poissonniers et de développement de fumées Boulevard Barbès et d'Ornano.

16h45 : le premier engin pompe quitte son centre de secours dans le cadre du détachement pré-constitué INTERFER (plan de secours sapeurs pompiers pour intervention sur le réseau ferré).

A 16h52, le premier engin pompe se présente à la station SIMPLON et l'officier de permanence se présente à 16h53. Vers 16h55, une première équipe de pompiers est sur le quai voie 1. Elle vérifie qu'il n'y a plus de personnes sur ce quai et dans la rame n°6033 sans monter dans celle-ci.

Vers 17h00, les fumées refoulent soudainement et envahissent toute la station. Malgré le port des appareils respiratoires isolants (ARI*), les sapeurs-pompiers doivent se replier en raison du rayonnement thermique et des fumées. L'officier de permanence de la 9ème compagnie a rencontré deux conducteurs et des policiers, devant la recette. Ils lui ont donné l'assurance que plus aucune personne ne se trouvait en bas, mais sans préciser que deux trains se trouvaient en station. Il est convaincu qu'il n'y en a qu'un et que les deux conducteurs étaient à bord de ce seul train. A cet

* Terme figurant dans le glossaire

instant, toutes les personnes se trouvant encore devant la recette sont contraintes d'évacuer la station.

L'intégralité de la station étant pour eux évacuée, les sapeurs-pompiers ne se préoccupent pas du quai voie 2. La communication entre les sapeurs-pompiers et les agents de la RATP a été peu claire. Pour ces derniers, il est évident qu'il y a deux trains puisqu'ils sont deux conducteurs. Par contre, les pompiers considèrent qu'il n'y a qu'un train avec deux agents à bord. Les conducteurs ne pensent pas à parler de deux trains et les pompiers ne posent pas de questions pour connaître la situation exacte auprès de ces agents.

17h00 : le commandant de groupement arrive et prend le commandement des secours. Il charge l'officier de permanence de s'attaquer au feu. En raison d'un tirage défavorable, la pénétration des sapeurs-pompiers est impossible dans cette configuration, des fumées très chaudes circulant en direction des sapeurs-pompiers devant attaquer le feu. Vers 17h20, le COS demande donc à l'IPEX une modification du régime de ventilation, notamment en lui demandant de souffler en station et d'extraire en interstation. Devant l'absence de modification du tirage et au regard des importants dégagements de fumées dans les stations encadrantes, le COS réitère sa demande quelques minutes plus tard en demandant de souffler par la station Porte de Clignancourt et d'extraire par la station Marcadet.

L'IPEX décide alors de mettre tous les ventilateurs à l'arrêt ; la déclivité de la ligne instaure un tirage naturel dans le sens demandé. Ce tirage est également renforcé par l'appui de la ventilation opérationnelle mise en oeuvre à l'entrée de la bouche de métro Simplon.

Vers 17h25, la température dans la station Simplon ayant diminuée, l'équipe d'attaque du feu peut y pénétrer et progresser vers le foyer. Elle se rend sur le quai voie 1. L'officier de permanence, assuré par ailleurs que le courant de traction est coupé, traverse la rame n°6033 pour descendre sur la voie opposée afin d'examiner la meilleure manière d'attaquer le feu. C'est à cet instant qu'il découvre la présence de la seconde rame (n°6046). Il est aux environs de 17h30. Les équipes procèdent à l'extinction du sinistre.

5.5.2- Organisation mise en place par la RATP

5.5.2.1- Organisation mise en place par la RATP pour la ligne 4

16h48 : le chef de régulation du PCC de la ligne 4 désigne l'agent de maîtrise de la station de Porte de Clignancourt comme Chef d'incident local. Les chefs des secteurs sud et nord de la ligne 4 arrivent sur les lieux à 16h55. Le chef de régulation du PCC nomme alors le chef de secteur sud comme chef d'incident local en remplacement de l'agent de maîtrise précédemment désigné. Le chef de secteur sud le corrige immédiatement en lui indiquant que c'est le chef du secteur nord qui est chef d'incident local et qu'il a le brassard le désignant. A 17h30, le cadre transport de la ligne 4, arrivé sur les lieux, prend la fonction de chef d'incident local.

17h55 : le directeur de permanence, arrivé sur les lieux, prend la fonction de chef d'incident principal.

5.5.2.2- Organisation mise en place par la RATP pour la ligne 2

16h50 : le chef du secteur centre de la ligne 4 prend la fonction de chef d'incident local pour la ligne 2.

5.5.2.3- Organisation mise en place par la RATP pour la ligne 12

Aucun chef d'incident local n'a été mis en place pour la ligne 12.

6- Causes et facteurs associés, orientations préventives

Le déroulement de l'accident et les investigations réalisées ont fait apparaître différents domaines dans lesquels il convient de rechercher et d'analyser les causes et facteurs qui ont pu jouer un rôle, afin de dégager les recommandations préventives utiles.

Six domaines sont examinés ci-après :

- les organes défaillants,
- le comportement au feu du matériel roulant et des installations fixes,
- la prévention des risques de patinage,
- la ventilation et les consignes du GOL,
- l'alerte et les secours,
- la gestion des situations d'urgence.

6.1- Organes défaillants

6.1.1- L'autorupteur

Son avarie a été décrite au paragraphe 4.2.1. Le bras conducteur de l'autorupteur AAS a été constaté rompu au niveau de son sertissage sur le bras isolant en bakélite. Le retour d'expérience de la RATP ne fait apparaître aucun cas semblable d'avarie ; à ce jour, cela constitue une défaillance isolée. La RATP a déjà pris des mesures concernant le contrôle du parc et le renforcement de la maintenance.

Contrôle du parc :

Dès le 11 août 2005, la RATP a lancé une campagne de contrôle de ces autorupteurs sur l'ensemble du parc MP 59 (rames sur pneu des lignes 4, 6 et 11) dont la consistance est la suivante :

- contrôle du bras mobile de l'AAS dans son intégralité, et plus particulièrement la fixation du bras métallique mobile qui supporte le contact (présence des contre-écrous et tôles freins repliées),
- vérification que les câbles des bras sont correctement fixés (cosses bien serties, aucun défaut visible notable),
- vérification de la présence de la pastille et de sa bonne soudure sur le bras métallique mobile.

En cas de défaut constaté, il est prescrit de poser un contre écrou et de plier les tôles freins. Si nécessaire, il faut changer la pastille du contact mobile.

Renforcement de la consistance de maintenance :

La RATP a édité une version B de la fiche technique de maintenance FT n° 59 06100 E 01 « combinateur JH », approuvée pour mise en application le 03 novembre 2005. En ce qui concerne l'autorupteur, la consistance supplémentaire des travaux de maintenance apparaît ainsi :

- contrôle visuel et assurance du bon état des fils et des cosses d'alimentation de l'autorupteur et du serrage des connexions,
- assurance visuelle du bon état des sertissages et des soudures,
- contrôle de la présence de toutes les tôles freins et vérification du rabat correct sur les

écrous,

- Les illustrations de la fiche ont été rendues explicites pour visualiser ces points de contrôle.

Ces mesures n'appellent pas d'observations supplémentaires.

6.1.2- Le disjoncteur DET2

Le résultat de l'expertise de cet organe figure au paragraphe 4.2.1.

Dès le 12 août 2005, la RATP décide de compléter la campagne de contrôle des bras de l'autorupteur AAS par la vérification conjointe de l'état des disjoncteurs « ATM », recouvrant en particulier les disjoncteurs utilisés sur le matériel MP 59 (édition de la note d'application « NAP 0502666101 »). Il s'est agi de :

- contrôler visuellement la chambre de coupure,
- vérifier l'existence éventuelle d'un dur mécanique lors de la manipulation du levier de coupure,
- rechercher des traces d'échauffement sur la bobine de soufflage,
- contrôler visuellement les contacts de puissance : rechercher des traces d'érosion causées par l'arc de coupure,
- rechercher un éventuel début de fusion du levier de coupure,
- rechercher d'éventuelles traces de frottement du contact mobile de coupure sur la corne en cuivre inférieure de soufflage de la cheminée.

Il est acté le principe de vérifier la position des contacts de coupure à l'aide d'un gabarit spécialement conçu afin de faciliter la détection d'une fusion du levier.

En cas de défaut constaté, il faut remplacer le contacteur.

En cohérence avec cette note d'application, la RATP a produit une nouvelle version (version B) de la fiche technique « FTOS PF 61012 E02 ». La consistance des travaux de maintenance ainsi que la fréquence sont renforcés :

- à chaque examen technique (ET), la fiche technique FTOS 6101 E02 est appliquée dans son intégralité,
- à chaque visite de sécurité VS1, VS2, VS3, VS4 et VS5, la FTOS est appliquée partiellement, pour les contrôles de montée-descente de l'équipage mobile, la détection des durs mécaniques, les contrôles de la chambre de coupure, des contacts de puissance et la recherche de traces d'échauffement sur la bobine de soufflage et le levier de coupure,
- lors des visite de sécurité de rang pair (VS2 et VS4), l'application de la fiche technique FTOS prescrit en outre le nettoyage des contacts à l'écouvillon et le dépoussiérage.

Finalement, le disjoncteur d'équipement de traction bénéficie d'une maintenance renforcée tant en fréquence qu'en consistance. Il subit maintenant une intervention de maintenance tous les mois. L'inventaire des travaux de maintenance a été mis à jour lors de l'édition annuelle suivante, en milieu d'année 2006.

Le renforcement de la maintenance du disjoncteur DET est justifié par les dégradations constatées au cours des expertises. La question peut se poser de connaître la tenue en service de ces disjoncteurs depuis qu'ils ont été implantés sur le matériel MP 59 en 1999 (392 disjoncteurs concernés) :

Nombre de disjoncteurs déposés (MP 59 ligne 4)	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	15	5	14	56	42	27

On observe qu'à partie de la quatrième année (2002), la fréquence de dépose augmente notablement, suivie d'une décrue progressive. Néanmoins, le taux de dépose enregistré en 2004 (27 / 392 = 6.8 %) n'est pas négligeable ; l'évènement de 2005 milite pour un renforcement de la maintenance, ce que la RATP a initié dès le mois d'août, le risque redouté étant celui d'une demande de maintien indu de la traction tandis que le disjoncteur n'est plus en mesure d'ouvrir le circuit de puissance.

Ce renforcement de la maintenance des pièces défaillantes lors de l'incendie du 06 août 2005 n'appelle pas d'observations particulières ; il devrait faire l'objet d'un suivi et d'une évaluation.

Recommandation R1 (RATP) : vérifier, au titre du retour d'expérience, que la maintenance renforcée du disjoncteur équipement de traction, prévue par la RATP, est bien adaptée.

6.2- Comportement au feu du matériel roulant et des installations fixes

6.2.1- Matériel roulant

Les matériels roulants MP 59 de la ligne 4 ont fait l'objet d'une opération de rénovation lourde entre 1990 et 1992.

Les 2 rames endommagées lors de l'incendie du 6 août 2005 à la station Simplon (n° 6033 et 6046) ont été remises en service après rénovation, respectivement le 30/04/1991 et le 24/11/1991.

La rénovation de ces matériels MP 59 a été menée en référence aux spécifications en usage à la RATP, reposant sur l'application d'un document commun SNCF-RATP dit « GTM 001 » choix des matériaux pour véhicules ferroviaires, comportement au feu**,** lequel a été intégralement repris par la suite pour donner forme à la norme NF F 16-101.

Le choix des matériaux rénovés a donc été fait selon des critères conformes aux dispositions de la norme NF F 16-101, une attention particulière ayant été portée aux équipements jugés sensibles tels que les sièges et tous les composants situés dans le volume voyageur.

Les matériaux non rénovés (ex : câbles de ligne de train) ont, quant à eux, été maintenus en l'état.

Les données analysées concernant le classement feu/fumée des matériaux ont montré que les écarts aux dispositions de la norme NF F 16-101 sont très mineurs et qu'ils sont sans incidence significative du point de vue de la propagation de l'incendie.

Les analyses poursuivies ont également confirmé le caractère prépondérant des pneumatiques (en particulier de roulement) du point de vue de l'apport énergétique (40%), d'autant que les hypothèses de calcul simplificatrices prises en compte concernant le taux de destruction de certains constituants sont vraisemblablement surestimées et atténuent certainement la part des pneumatiques dans cet apport.

Dans la réalité, il est vraisemblable que la part des pneumatiques dans l'apport énergétique avoisine les 50 %.

6.2.2- Cas des pneus

L'instruction technique relative à la sécurité dans les tunnels des systèmes de transport public guidés urbains de personnes, annexée à l'arrêté interministériel du même nom du 22 novembre 2005, prévoit que tout nouveau matériel roulant métro doit respecter notamment les dispositions de la norme française NF F 16-101 « Matériel roulant ferroviaire – comportement au feu, choix des matériaux » (pour les matériels de la catégorie A1) dont la publication remonte cependant à octobre 1988.

Antérieurement, l'instruction technique interministérielle n° 98-300 du 08 juillet 1998 relative à « la sécurité dans les tunnels ferroviaires » demandait déjà de se conformer aux dispositions de cette norme dans le cas des matériels roulants métros.

De nombreux matériels roulants métros sur pneus aujourd'hui en service ont ainsi été conçus conformément à cette norme. Celle-ci attribue aux matériaux une note M ou I (feu) et une note F (fumée) allant de 0 à 4 ou 5 dans le sens de la performance décroissante.

S'agissant des pneumatiques, aucun classement feu/fumée n'est réellement préconisé, sauf à retenir l'objectif général de classement commun à tous les matériaux extérieurs, à savoir M2F1.

Dans la pratique, le comportement au feu des pneumatiques équipant les matériels roulants métros est très éloigné de cet objectif du fait des besoins en terme de performance et de durabilité des pneumatiques.

Dans le cas des pneumatiques équipant les matériels roulants MP 59 endommagés lors de l'incendie de la station Simplon, le classement feu/fumée donné par le fournisseur est I4/F3. Ce résultat est très médiocre par rapport aux performances requises pour d'autres types d'équipement.

Même si l'objectif d'améliorer le classement feu/fumée des pneumatiques est difficilement accessible, il est néanmoins souhaitable d'inciter l'industrie à poursuivre ses recherches dans cette direction.

6.2.3- Installations fixes

Les barrières anti-franchissement situées entre les 2 voies ont eu un comportement au feu remarquable.

Le tapis PA (gaines en voie contenant les câbles du pilotage automatique)a été légèrement endommagé.

Il n'a pas participé à la propagation de l'incendie et les dégagements de fumée associés ont été très limités compte tenu de la masse très faible de matériau détruite.

Concernant le tapis PA, on peut relever que, si la RATP ne prévoit pas de remplacement systématique du tapis actuel [classé M4-F4 (ou F5)], en cas de détérioration, il est renouvelé par un tapis présentant de meilleures caractéristiques de comportement au feu (classement I2-F1).

Par ailleurs, la modernisation du réseau métro (avec la mise en place du système OURAGAN) va entraîner le remplacement du tapis PA par des balises de localisation.

6.3- Prévention des risques de patinage

Compte tenu d'une occurrence significative de l'évènement « patinage » (cf paragraphe 4.5.1), il semble justifié de placer la fonction « ouverture du circuit de puissance » sous contrôle, outre le renforcement de la maintenance précédemment cité. Cela peut se faire en modifiant le schéma électrique de chaque motrice par l'introduction d'une fonction nouvelle pouvant provoquer, si nécessaire, l'ouverture forcée des circuits d'alimentation des moteurs de traction par les contacteurs du JH ; cette fonction agirait lorsque le JH se bloquerait sur un cran de « traction » et

que le disjoncteur DET-ATM n'aurait pas ouvert le circuit de puissance (la cause la plus probable étant un blocage mécanique du disjoncteur en position fermée). Nous sommes ainsi conduits à émettre la recommandation suivante :

Recommandation R2 (RATP) : Étudier, tester puis appliquer une modification du schéma électrique des motrices MP 59 consistant à détecter un blocage simultané du JH sur un cran de traction et du disjoncteur de l'équipement électrique. Lorsque cette détection devient effective, la nouvelle fonction ainsi introduite doit provoquer l'ouverture forcée des circuits d'alimentation des moteurs de traction.

Cette opération pourra être conduite par étapes successives :

- conception du schéma électrique modifié,
- réalisation d'un prototype sur une motrice et mise en tests,
- extension du prototype à plusieurs motrices de quelques trains, pour validation de la modification,
- édition de la modification, constitution des approvisionnements et généralisation progressive de cette modification à l'ensemble du parc des motrices MP 59.

Les disjoncteurs des rames MP 59 de la ligne 11 présentent un meilleur comportement que sur la ligne 4. Le retour d'expérience donne le résultat suivant (114 disjoncteurs concernés) :

Nombre de disjoncteurs déposés (ligne 11)	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	0	0	0	0	7	5

Le taux de dépose pour l'année 2004 est de 4/114 = 4,4 % ; la RATP appréciera d'ici là, en fonction du retour d'expérience acquis sur le MP 59 (ligne 4) modifié et compte tenu de la durée de vie résiduelle de ce matériel, si la maintenance renforcée suffit pour le matériel ligne 11, ou si la modification s'impose.

Remarque concernant le matériel sur pneus de la ligne 6 (MP 73) : le retour d'expérience évoqué au paragraphe 4.5.1. (évènements antérieurs de nature comparable) ne fait pas apparaître de patinages intempestifs pour ce matériel et pour des patinages du type de celui rencontré à la station Simplon ; bien que la conception électrique relève de la même famille (moteurs à courant continu alimentés en courant continu), le circuit de commande du combinateur de démarrage (JH) a sa fonction de coupure (de technologie différente) beaucoup moins sollicitée du fait de l'alimentation en basse tension de ce circuit.

S'il se produit un incident de traction aboutissant à un patinage de roue, le scénario du 06 août 2005 peut se reproduire. Il est alors légitime de s'interroger sur le niveau de risque présenté par l'ensemble du trafic métro assuré en matériel sur pneus des cinq lignes 1, 4, 6, 11 et 14. L'article 04-01 « conception des voitures », rédigé à l'origine de ce matériel, tiré du chapitre 4 du Règlement général d'exploitation de la RATP (dispositions relatives au matériel roulant) ne semble pas en adéquation avec les faits constatés :

« Les voitures utilisées pour le transport des voyageurs doivent satisfaire à toutes les conditions de sûreté désirables. Les parties non métalliques du matériel roulant doivent être constituées avec des matériaux réputés incombustibles où cela est possible et avec des matériaux réputés ininflammables pour le reste. Les matériaux non complètement incombustibles voisins des conducteurs de courant électrique, même protégés, sont séparés de ces conducteurs et de leurs enveloppes par une matière incombustible durable et résistante. Les voitures doivent être munies de

portes facilement manoeuvrables par les voyageurs ou à ouverture automatique. Des appuis efficaces et en nombre convenable doivent être installés pour les voyageurs debout. Chacun des accès est pourvu, à l'intérieur et de chaque côté des portes, de poignées montoires formant garde-doigts ».

Il est vrai que les matériels MP 89 et MP 05, de par leur conception, présentent un facteur de risque moindre ; la traction est réalisée avec des moteurs asynchrones, dont le circuit de commande, pour éviter un couple moteur indésirable, contrôle qu'il n'y a pas de courant de traction absorbé lors des séquences de freinage et d'arrêt. Ce contrôle est réalisé par un relais de courant sur le matériel MP 89, par un capteur de courant pour le matériel MP 05, lequel provoque l'ouverture du disjoncteur de traction au bout de trois secondes. En outre, le matériel MP 05 disposera d'un blocage de l'onduleur à l'arrêt pour garantir l'absence de couple moteur. Les matériels MP 89 et MP 05 disposent en outre d'un système d'anti-patinage qui contrôle l'adhérence (par contrôle de la vitesse du moteur). En cas de perte d'adhérence, le système d'anti-patinage réduit le niveau du couple moteur. Enfin, le matériel MP 05 sera équipé d'une carte électronique, traitée en sécurité, contrôlant les différents systèmes exposés ci-dessus.

Il est donc très vraisemblable que les matériels modernes sur pneus (actuels MP 89 des lignes 1 et 14, puis MP 05 sur la ligne 1) présentent un niveau de risque (patinage et non coupure de l'alimentation de la traction) bien moindre que les matériels plus anciens MP 59 et 73 des lignes 4, 6 et 11. Pour connaître le niveau de risque résiduel lorsque les actions sur le MP 59 auront été réalisées, il est souhaitable de connaître le risque pour les matériels « modernes ».

Observations complémentaires : évolution possible dans l'affectation des matériels sur pneumatiques.

Le matériel MP 59 de la ligne 4 doit être réformé dans un avenir proche. Pour le remplacer, la RATP prévoit un scénario de migration des rames, à la faveur de l'arrivée du nouveau matériel sur pneu « MP 05 ».

Ligne 1 : mise en service des rames MP 05 de 2009 à 2011, en principe, en remplacement des rames MP 89.

Ligne 4 : engagement des rames MP 89, issues de la ligne 1, en remplacement des rames MP 59, destinées à être réformées, sur la période 2009 à 2011.

Ligne 11 : le matériel MP 59 serait retiré du service à l'échéance 2011 – 2012 et remplacé par un nouveau matériel.

Cette mutation de matériels roulants réduit le risque par le simple fait d'introduire une technologie électrique plus performante en ce qui concerne le circuit de commande traction.

Recommandation R3 (RATP) : évaluer le niveau de risque présenté par le parc des matériels MP 89 et MP 05 (à l'échéance de sa mise en service ligne 1) : risque de patinage en traction ou à l'arrêt cumulé avec une non ouverture du disjoncteur de traction.

Le risque « futur » pour l'ensemble des lignes de la RATP équipées en matériels sur pneus sera constitué de la somme des risques :

Σ risques = r(MP 59 L 11) + r(MP 89 L 4) + r(MP 73 L 6) + r(MP 05 L 1) + r(MP 89 L 14)

L'objectif de prévenir et de réduire le risque de patinage d'une roue pneu est beaucoup plus accessible. Dans certaines villes de province, des métros sur pneumatiques ont été construits à partir des années 70. Il semble logique de passer en revue les technologies utilisées dans les chaînes de traction électrique de ces matériels roulants sur pneus et d'évaluer le risque de patinage d'une roue, afin de proposer éventuellement, pour les matériels qui le nécessitent, une amélioration des circuits électriques.

Recommandation R4 (STRMTG*) : faire évaluer pour chaque métro de province sur pneu le risque de survenue d'un patinage d'une roue en traction ou à l'arrêt cumulé avec une non ouverture du disjoncteur de traction.

6.4- Ventilation et GOL

Il est apparu que divers dysfonctionnements ont retardé l'intervention des pompiers puisqu'ils n'ont attaqué le feu qu'à 17h30 pour un début d'incendie vers 16h37. Ces dysfonctionnements concernent 5 aspects repris ci-après :

- le délai d'information de l'IPEX,
- l'identification en temps réel de la procédure GOL à appliquer,
- la pertinence des mesures prévues au GOL,
- la liaison avec les opérateurs en station pour leur donner les instructions relatives à la commande des ventilateurs,
- l'accès aux lieux de commande des ventilateurs,

6.4.1- Délai d'information de l'IPEX

Il est prévu que ce soit l'IPEX qui avise les sapeurs-pompiers lorsque leur intervention est nécessaire. Mais les conducteurs des rames n'ont pas de liaison directe avec lui. L'information transite donc par le canal du PCC.

Dans le cas de l'accident étudié, il apparaît que l'IPEX n'a été avisé qu'au bout d'un peu moins de six minutes, temps long alors que l'on sait que les premières minutes sont fondamentales lorsqu'il y a dégagement de fumées[13]. Il lui a fallu environ six minutes de plus pour réaliser qu'il se trouvait probablement avec un incendie accompagné de fumées noires.[14]

L'analyse des échanges du Chef de régulation avec les conducteurs des rames 6033 et 6046 semble montrer qu'il a d'abord cherché à comprendre ce qui se passait et faire prendre les mesures dépendant directement de lui (confirmation de la coupure du courant de traction) au lieu de donner priorité à l'information de l'IPEX en vue de la demande d'intervention des sapeurs-pompiers.

Il semblerait nécessaire que soit examiné, dans les différentes situations d'accident pouvant se présenter, l'ordre des mesures à prendre et que soit défini un petit nombre de situations types, clairement définies par des critères simples et pour lesquelles des réactions réflexes seraient demandées aux agents.

6.4.2- L'identification de la procédure du GOL à appliquer

Comme indiqué au point 5.4, le délai pour se trouver dans la configuration nécessaire pour l'intervention des pompiers a été long. L'accident s'est produit vers 16h35 et il a fallu environ 25 minutes pour que la configuration des ventilateurs corresponde à celle prévue par le GOL, zone 30 « procédure dégradée ». Il est alors apparu que cette configuration ne permettait pas aux pompiers d'intervenir (cf. paragraphe 6.4.2 ci-après). Il a encore fallu une vingtaine de minutes pour que la nouvelle configuration retenue par l'IPEX (mise à l'arrêt des trois ventilateurs EUGENE FOURNIERE, ORNANO et LABAT) soit effectivement réalisée.

L'IPEX n'a réalisé la présence de fumées justifiant des mesures de désenfumage qu'à 16h48 soit 6 minutes après le premier avis reçu et environ 13 minutes après le début de l'incendie.

---

* Terme figurant dans le glossaire

13 Par contre les sapeurs-pompiers ont été avisés dans la demi-minute qui a suivi.

14 Durant cet intervalle de temps, il a pu penser être en présence d'un incendie de sabot (environ une trentaine par an).

Il n'a pas vérifié si le ventilateur principal de la zone à désenfumer n'était pas arrêté. Il apprend son arrêt une fois la recette commandant ce ventilateur contactée. Il prend, par erreur, les mesures pour une autre zone que celle à désenfumer et, en sus, avec application de la procédure normale. Lorsqu'il s'en aperçoit, il fait modifier les fonctionnements d'un certains nombre de ventilateurs. Ces successions de manoeuvre ont entraîné l'enfumage des stations de Simplon, Marcadet Poissonniers, Château-Rouge et Barbès Rochechouart, rendant alors difficile la mise en oeuvre des modifications ultérieures.

La connaissance de l'indisponibilité d'un ventilateur est fondamentale pour l'IPEX, les mesures à prendre étant totalement différentes selon les ventilateurs disponibles. Pour une durée d'indisponibilité comprise entre 24 heures et un mois, il n'est pas prévu réglementairement que le GOL soit annoté. L'IPEX doit aller rechercher l'indication sur un document annexe classé dans un bac. Cela entraîne une perte de temps et la tendance à donner les instructions à la recette sans se préoccuper de l'indisponibilité éventuelle du ventilateur prédominant, celle-ci alertant l'IPEX sur la non disponibilité du ventilateur, lorsque cela est le cas, à la réception de l'ordre de l'IPEX.

La mise à jour du GOL en temps réel, au minimum pour les arrêts programmés des ventilateurs prédominants[15], permettrait à l'IPEX de prendre sans retard les décisions correspondantes aux possibilités du moment. Pour les GOL ne comportant pas les procédures dégradées, les procédures provisoires devraient également être fournies en temps réel.

Par ailleurs dès qu'un ventilateur est techniquement disponible, il est remis en service sans que la procédure de désenfumage provisoire soit obligatoirement annulée. On peut donc se retrouver, en cas d'accident ou d'incident, dans une situation où les ordres de l'IPEX sont inadaptés.

La remise en service d'un ventilateur après arrêt programmé ne devrait être effectuée qu'à partir du moment où les procédures du GOL prennent bien compte cette fin d'indisponibilité.

D'où la recommandation ci-après :

Recommandation R5 (RATP) : réviser les procédures de mise à jour et la présentation du GOL afin que l'IPEX dispose d'un document reflétant exactement, à l'exception des indisponibilités de très courtes durées, la situation sur le terrain.

6.4.3- La pertinence des mesures prévues au GOL

Rappelons que, comme cela a été indiqué en 5.4. ci-dessus, le désenfumage a été mis en oeuvre en trois temps avant d'être arrêté (horaires approximatifs) :

- de 16h35 (début de l'incendie) à 16h52, le système de ventilation reste à l'état normal de veille ; ce délai relativement long correspond à la transmission de l'alerte, à la décision d'engager le désenfumage et à la mise en oeuvre des commandes des ventilateurs,
- de 16h52 à 17h00, le système de ventilation est par erreur activé selon la procédure "zone 40 procédure normale", au lieu de la procédure "zone 30 procédure dégradée" prévue par le GOL ; la progression des fumées dans le tunnel de Simplon vers Château-Rouge s'en trouve accélérée,
- de 17h00 à 17h20, le système de ventilation est mis en oeuvre conformément à la bonne procédure (zone 30 procédure dégradée) figurant au GOL.

Cette phase de mise en oeuvre effective du GOL se traduit par un échec : la station Simplon, où l'intervention des pompiers était possible jusque vers 17h00, est envahie par des fumées noires et brûlantes, refoulées par le ventilateur LABAT mis en insufflation, qui obligent les pompiers à l'évacuer.

15 En moyenne 3% des ventilateurs sont en arrêt pour une maintenance améliorative et 1% en maintenance corrective.

Il apparaît donc que les consignes figurant au GOL en cas de fumées dans la station Simplon, lorsque le ventilateur JOSEPH DIJON est indisponible, ne sont pas pertinentes.

Cette conclusion semble rester valable même si le GOL avait été appliqué correctement dès 16h52 (dans un tel cas, la diffusion des fumées vers d'autres stations que Simplon serait cependant restée limitée).

Cette difficulté n'avait pas échappé aux rédacteurs du GOL, qui ont mentionné dans le GOL lui-même que la procédure "zone 30 procédure dégradée" entraînait l'enfumage de la station Simplon.

Le problème paraît lié à l'architecture du GOL actuel, qui s'appuie sur un découpage en zones (tel que la zone 30) composées d'une station et d'une interstation. Les mesures de désenfumage sont les mêmes pour toute la zone, que l'origine des fumées (ou les rames bloquées) se situent en station ou en interstation. L'évacuation des voyageurs étant plus difficile en interstation qu'en station, les mesures proposées tendent logiquement à privilégier le désenfumage en interstation.

De ce fait, l'expérience de l'incendie de la station Simplon devrait conduire à réexaminer la pertinence des mesures prévues au GOL dans les différents cas de figure possibles et, le cas échéant, distinguer les mesures à mettre en oeuvre dans une zone donnée selon que la priorité se situe en station ou en interstation.

A noter que le GOL est actuellement préparé par des spécialistes qui se basent sur leur expérience, les installations physiques et techniques en place ; et il est difficile, par expérience, d'être sûr de la circulation des fumées compte tenu des nombreux paramètres intervenant dans l'obtention d'un résultat. Il est notamment impossible de faire des essais en situation de gaz chauds.

Recommandation N°6 (RATP) : revoir la consistance des mesures de désenfumage prévues par le GOL, afin de prévenir les cas où les mesures pourraient s'avérer inefficaces voire négatives.

6.4.4- La liaison avec les opérateurs en station

Les tableaux du GOL indiquent les recettes à contacter par téléphone pour modifier le régime de fonctionnement des ventilateurs. Le numéro de téléphone de ces recettes n'est pas indiqué sur le GOL. L'IPEX est donc obligé de les rechercher dans l'annuaire téléphonique de la RATP ce qui entraîne une perte de temps et un risque d'erreur.

L'indication des numéros des recettes sur le GOL au droit de l'indication de la recette à contacter permettrait de résoudre les difficultés soulevées.

D'où la recommandation ci-après :

Recommandation R7 (RATP) : améliorer l'ergonomie de mise en oeuvre du GOL, notamment en indiquant les numéros de téléphones des recettes au droit des zones où elles interviennent.

6.4.5- L'accès aux lieux de commande des ventilateurs

La commande des ventilateurs est manuelle, les organes de commande étant situé dans des recettes de station. Ces recettes sont susceptibles d'être dans la zone en feu ou enfumée. Elles peuvent avoir été évacuées par les agents appelés par l'IPEX pour commander les ventilateurs comme cela a été constaté dans le cas de Simplon. Cette situation peut être grave, notamment lorsque les premières mesures prises sont à modifier. Il devient alors difficile, voire impossible d'effectuer les manoeuvres nécessaires.

La meilleure solution pour résoudre ce problème est de mettre en service une télécommande sécurisée des ventilateurs. Elle est en cours pour la ligne 4.

Recommandation R8 (RATP) : prévoir de mettre en oeuvre une télécommande centralisée des ventilateurs, en priorité pour les lignes sur pneus.

6.5- Alerte et secours

6.5.1- Procédures d'alerte des services de secours

Le premier appel reçu par les pompiers est un appel du commissariat de police du 18ème arrondissement, peu précis, dans lequel ne sont pas évoqués les notions de victimes ni d'attentat (explosion). L'appelant n'est pas témoin direct des faits. Conformément aux procédures internes des sapeurs-pompiers, malgré cette imprécision, le CCOT déclenche le départ des engins pour feu en station de métro (motif 115).

Le deuxième appel provient de la RATP (assistant IPEX sur demande du PCC de la ligne 4). Il n'obéit pas à une grille d'appel formalisée. On y dénote une confusion sur le mot « voiture » interprété par le stationnaire du CCOT comme « véhicule routier » sur la voie publique, corrigé par l'appelant. L'appel n'est pas optimisé dans la prise de renseignements notamment sur les notions de victimes potentielles et d'attentat (explosion) qui pourraient conduire à un ajustement des moyens de secours engagés (motif 121). Le choix d'une réponse de type feu classique s'est fait sur la base de renseignements qui auraient pu être moins douteux.

Il apparaît ainsi que les appels qui ont conditionné le départ des secours auraient pu être plus précis de manière à lever de façon plus convaincante le doute sur le risque d'attentat.

Recommandation R9 (BSPP*, RATP) : élaborer une grille d'appel pré-établie en concertation entre la BSPP et la RATP (entre le SDIS* et tout exploitant de transport public) afin d'optimiser le traitement de l'alerte.

Cet outil se justifie d'autant plus que les réponses différenciées pré-établies (détachements pré-constitués) en fonction des scénarios, existent. Il devrait être testé à l'occasion des exercices réguliers menés en commun sur la gestion des situations d'accident.

6.5.2- L'information des intervenants extérieurs

L'officier de permanence des sapeurs pompiers découvre la présence d'un deuxième train stationné en gare un peu plus de trente cinq minutes après son arrivé sur les lieux.

Cette méconnaissance de la situation exacte semble provenir du fait que les deux parties (conducteurs et officier de permanence) se sont parlés, mais sans lever toutes les ambiguïtés de compréhension. Pour les conducteurs : ils sont deux donc il y a deux trains. Pour l'officier de permanence : le centre de coordination des opérations et de transmissions (CCOT) lui a parlé d'un incendie sous une voiture, il n'y a donc qu'un train en cause et la présence de deux conducteurs s'explique par le fait que le deuxième faisait un parcours avec le premier, ou était en formation...

Dans le cas particulier cela n'a pas eu de conséquence, mais dans d'autres situations analogues cela pourrait en avoir. Et la question se pose également pour les relations avec les forces de police, notamment pour détecter la présence d'éventuelles victimes.

Il est indispensable qu'une réflexion soit menée pour mettre au point des procédures permettant que dès les premières minutes d'un sinistre les informations échangées soient rigoureuses et complètes.

* Terme figurant dans le glossaire

6.5.3- Les communications radio

La qualité et la rapidité des informations sont des points fondamentaux pour un traitement optimisé d'un accident. Il est apparu des dysfonctionnements dans les liaisons radios entre les agents sur le terrain au niveau :

- des identifications des personnes ou des trains,
- de la qualité des messages transmis,
- de l'utilisation de la radio.

6.5.3.1- Identification des intervenants

Le PCC comme les agents sur le terrain font des erreurs sur le train appelé (« Le ... le train qui est à Marcad ..., heu à Simplon Voie 1, tu me reçois là ? ») ou sur le numéro de leur train (« la 18, heu ... la 14 au PCC).

La manière d'identifier les trains n'est pas homogène : certaines fois on ne garde que les deux derniers chiffres du numéro commercial (« la 18 », « la 14 »), d'autre fois les trois chiffres (« la 419 »)

Les intervenants gradés s'identifient par leur prénom (« Olivier », « Peggy »).

Une identification rigoureuse, tant des personnes que des trains est indispensable. Un ordre donné à une personne et qu'une autre prend pour elle peut avoir des conséquences graves. Au niveau des gradés, ils se connaissent bien. Mais cela n'écarte pas tout risque de confusion, concernant les fonctions assurées par exemple.

Il est nécessaire d'avoir un mode d'identification rigoureux afin de limiter des risques d'erreurs.

6.5.3.2- Les messages

Le texte de ceux-ci comporte des commentaires allongeant ces messages et n'apportant rien au traitement de l'accident (« Il se démerde, il m'arrête le ventilateur .... parce que les pompiers ne peuvent pas éteindre sans l'arrêt de ce ventilateur »).

Les messages doivent se limiter à :

- *des informations ciblées, en provenance du terrain, afin que les organismes centraux puissent prendre des décisions en fonction de la réalité de l'incident,*
- *des ordres des organismes centraux vers le terrain,*
- *la confirmation par le terrain de la réalisation de ces ordres.*

Tous ces messages doivent être courts, se limiter strictement aux éléments utiles au traitement de l'incident. Il serait également intéressant d'examiner la possibilité de pré-formater un maximum de messages.

Il est également apparu que certains intervenants coupaient des conversations en cours, sans qu'une urgence particulière le justifiât.

L'utilisation de la radio doit être codifiée et les règles respectées.

La qualité des transmissions radio laisse également à désirer. Cela entraîne des risques de malentendus et des répétitions, surchargeant ainsi le réseau.

6.5.3.3- La qualité du système radio

Il est apparu que le PCC a dû faire répéter ses partenaires, que certaines conversations étaient hachées, inaudibles.

L'organisation de la circulation des trains, hors de l'aspect sécurité, étant basée tant en situation normale qu'en situation perturbée sur la radio, il est indispensable que son fonctionnement ne puisse entraîner des risques d'erreurs de compréhension.

Recommandation R10 (RATP) : préciser l'organisation des échanges de messages en situation d'urgence, améliorer la formation des agents et assurer la qualité technique des transmissions.

7- Conclusions

L'incendie des deux rames à la station Simplon apparaît comme un évènement grave, qui aurait pu avoir des conséquences lourdes si une rame s'était trouvée arrêtée en tunnel, comme cela aurait pu être le cas en période de pointe.

7.1- Identification des causes et facteurs associés ayant concouru à l'accident

Causes directes

La cause immédiate de l'incendie est la **double défaillance de l'appareillage électrique de traction** d'une motrice, lors de l'arrêt de la rame à la station Simplon :

- d'une part, la rupture du bras de contact du servomoteur entraînant le combinateur de traction qui interrompt le processus d'arrêt du moteur,
- d'autre part, la panne latente d'un disjoncteur qui aurait alors dû s'ouvrir mais qui reste bloqué en position fermée.

De ce fait, le bogie moteur reste en "demande de traction" malgré l'arrêt de la rame, ce qui provoque le patinage d'une roue puis l'abrasion, l'éclatement et l'incendie du pneu.

Une seconde cause directe de l'incendie est la **vulnérabilité particulière du pneumatique aux risques d'inflammation et de combustion**. Il constitue un matériau "hors norme" par rapport aux autres matériaux concernés par l'incendie, qui se sont bien comportés ; son emploi appelle donc des préconisations particulières.

Facteurs associés

Différents **facteurs aggravants, de nature technique ou organisationnelle**, ont pu retarder ou perturber la gestion ultérieure de l'incendie ; notamment le désenfumage, après correction d'une erreur initiale, n'a pu être établi de manière satisfaisante.

Les facteurs mis en évidence concernent :

- la multiplicité des documents à consulter et des instructions à donner par l'inspecteur de permanence de la RATP pour mettre en oeuvre les procédures d'urgences,
- le défaut d'efficacité de la consigne de désenfumage figurant au "guide opérateur de ligne" en cas de fumées dans la station Simplon,
- les difficultés rencontrées dans les communications entre intervenants, liées en particulier à la connaissance des coordonnées d'appel des interlocuteurs, à la confusion des échanges et à la qualité technique parfois déficiente des liaisons radio.

7.2- Recommandations émises

Les dix recommandations formulées à l'issue de l'enquête technique portent sur cinq catégories de mesures :

- la prévention des défaillances électriques à l'origine de l'incendie,

- la prévention des risques de patinage de roue sur l'ensemble des lignes de métro sur pneus,
- le réexamen des consignes de désenfumage figurant au guide opérateur de ligne, pour en améliorer la mise à jour permanente, l'ergonomie d'utilisation et, autant que nécessaire, le contenu,
- la mise en oeuvre d'une télécommande centralisée de désenfumage pour les lignes sur pneus de la RATP,
- l'organisation rigoureuse et efficace des communications entre les intervenants concernés en cas d'accident.

7.3- Récapitulatif des recommandations

Recommandation R1 (RATP) : vérifier, au titre du retour d'expérience, que la maintenance renforcée du disjoncteur équipement de traction, prévue par la RATP, est bien adaptée.

Recommandation R2 (RATP) : Étudier, tester puis appliquer une modification du schéma électrique des motrices MP 59 consistant à détecter un blocage simultané du JH sur un cran de traction et du disjoncteur de l'équipement électrique. Lorsque cette détection devient effective, la nouvelle fonction ainsi introduite doit provoquer l'ouverture forcée des circuits d'alimentation des moteurs de traction.

Recommandation R3 (RATP) : évaluer le niveau de risque présenté par le parc des matériels MP 89 et MP 05 (à l'échéance de sa mise en service ligne 1) : risque de patinage en traction ou à l'arrêt cumulé avec une non ouverture du disjoncteur de traction.

Recommandation R4 (STRMTG) : faire évaluer pour chaque métro de province sur pneu le risque de survenue d'un patinage d'une roue en traction ou à l'arrêt cumulé avec une non ouverture du disjoncteur de traction.

Recommandation R5 (RATP) : réviser les procédures de mise à jour et la présentation du GOL afin que l'IPEX dispose d'un document reflétant exactement, à l'exception des indisponibilités de très courtes durées, la situation sur le terrain.

Recommandation R6 (RATP) : revoir la consistance des mesures de désenfumage prévues par le GOL, afin de prévenir les cas où les mesures pourraient s'avérer inefficaces voire négatives.

Recommandation R7 (RATP) : améliorer l'ergonomie de mise en oeuvre du GOL, notamment en indiquant les numéros de téléphones des recettes au droit des zones où elles interviennent.

Recommandation R8 (RATP) : prévoir de mettre en oeuvre une télécommande centralisée des ventilateurs, en priorité pour les lignes sur pneus.

Recommandation R9 (BSPP*, RATP) : élaborer une grille d'appel pré-établie en concertation entre la BSPP et la RATP (entre le SDIS* et tout exploitant de transport public) afin d'optimiser le traitement de l'alerte.

Recommandation R10 (RATP) : préciser l'organisation des échanges de messages en situation d'urgence, améliorer la formation des agents et assurer la qualité technique des transmissions.

* Terme figurant dans le glossaire

ANNEXES

- Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête
- Annexe 2 : Le réseau métropolitain autour de la station Simplon
- Annexe 3 : Schéma de la station Simplon
- Annexe 4 : Contacts roues / infrastructure du MP 89
- Annexe 5 : Diagramme de la rame MP 59
- Annexe 6 : État visuel de la motrice 4086 incendiée
- Annexe 7 : État du « bogie avant » de la motrice 4086
- Annexe 8 : Schéma de principe de la traction électrique à courant continu
- Annexe 9 : Circuit d'alimentation des moteurs de traction
- Annexe 10 : Groupe de traction, dessin « MP 59 0957 »
- Annexe 11 : Autorupteur AAS monté sous le véhicule
- Annexe 12 : Numérotation des roues de la motrice 4086
- Annexe 13 : Description du Guide Opérateur de Ligne (GOL)
- Annexe 14 : Bras de contact AAS désolidarisés
- Annexe 15 : Disjoncteur « DET » : bras du contact de soufflage déformé
- Annexe 16 : Chronologie relative au patinage de la rame 6046
- Annexe 17 : Les contacts du disjoncteur
- Annexe 18 : Ouverture du disjoncteur

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

BEA-TT 2005-008

ministère
des Transports
de l'Equipement
du Tourisme et
de la Mer

conseil général
des Ponts
et Chaussées

BEA-TT
Bureau d'enquêtes
sur les accidents de
transport terrestre

Le Directeur

DECISION

Le directeur du Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre ;

Vue la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002 relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et notamment son titre III sur les enquêtes techniques ;
Vu le décret n°2004-85 du 26 janvier 2004 relatif aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre ;
Vu l'arrêté du 1er juillet 2005 portant délégation de signature au directeur du Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT) .

DECIDE

Article unique : Une enquête technique, effectuée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002 susvisée, est ouverte sur l'incendie survenu dans le métro parisien à la station Simplon le 6 août 2005.

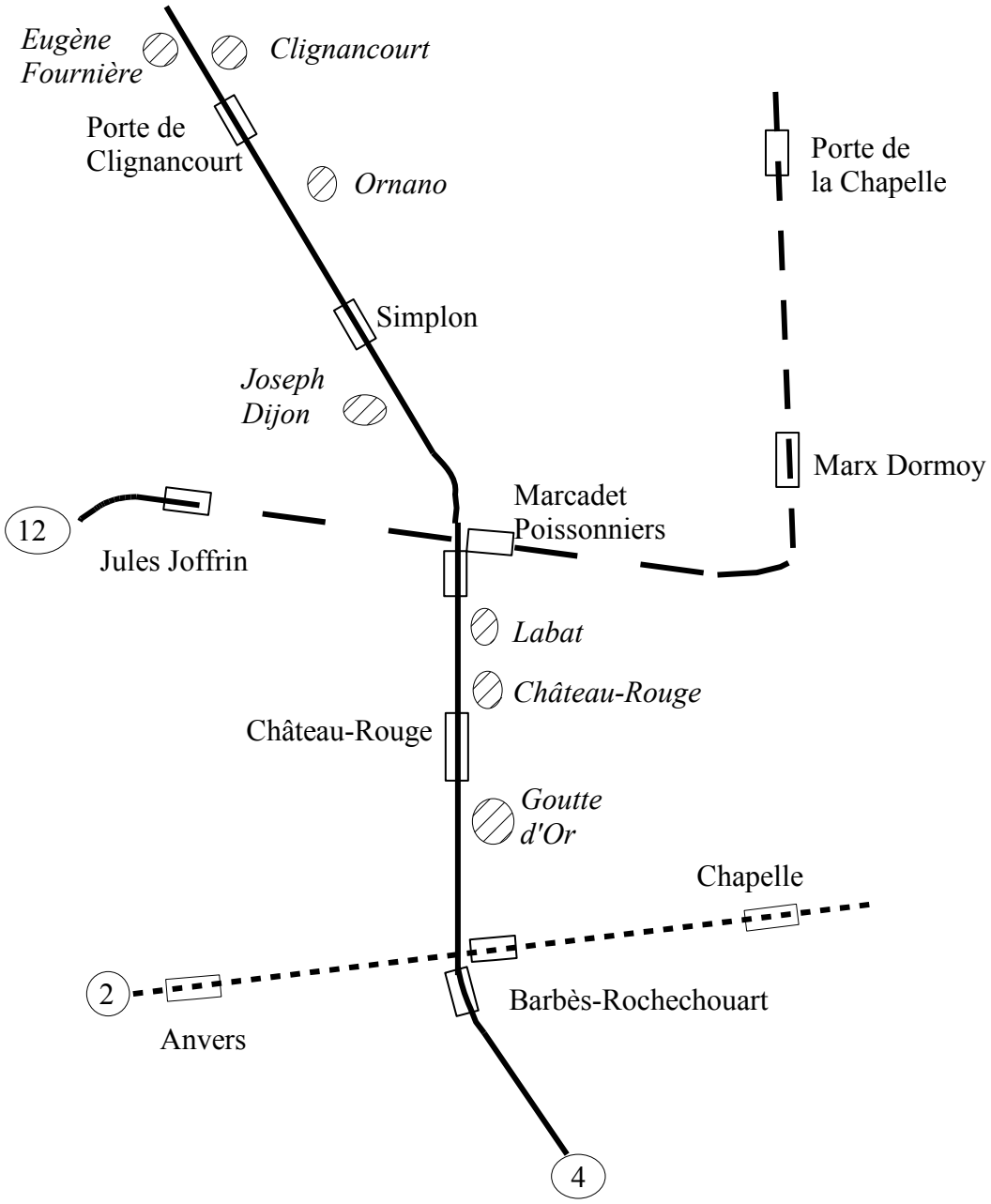
Fait à Paris le 8 août 2005

Pour le Ministre et par délégation,
Pour le Directeur du BEA-TT empêché,
L'Inspecteur général de l'Equipement
Secrétaire général du BEA-TT,

Yves BONDUELLE

22, rue Monge
75005 Paris
téléphone :
01 40 81 23 27
télécopie :
01 40 81 21 50
mél : jean-gerard.koenig
@equipement.gouv.fr

Annexe 2 : Le réseau métropolitain autour de la station Simplon



(2) Ligne de métro n°2, Porte dauphine - Nation

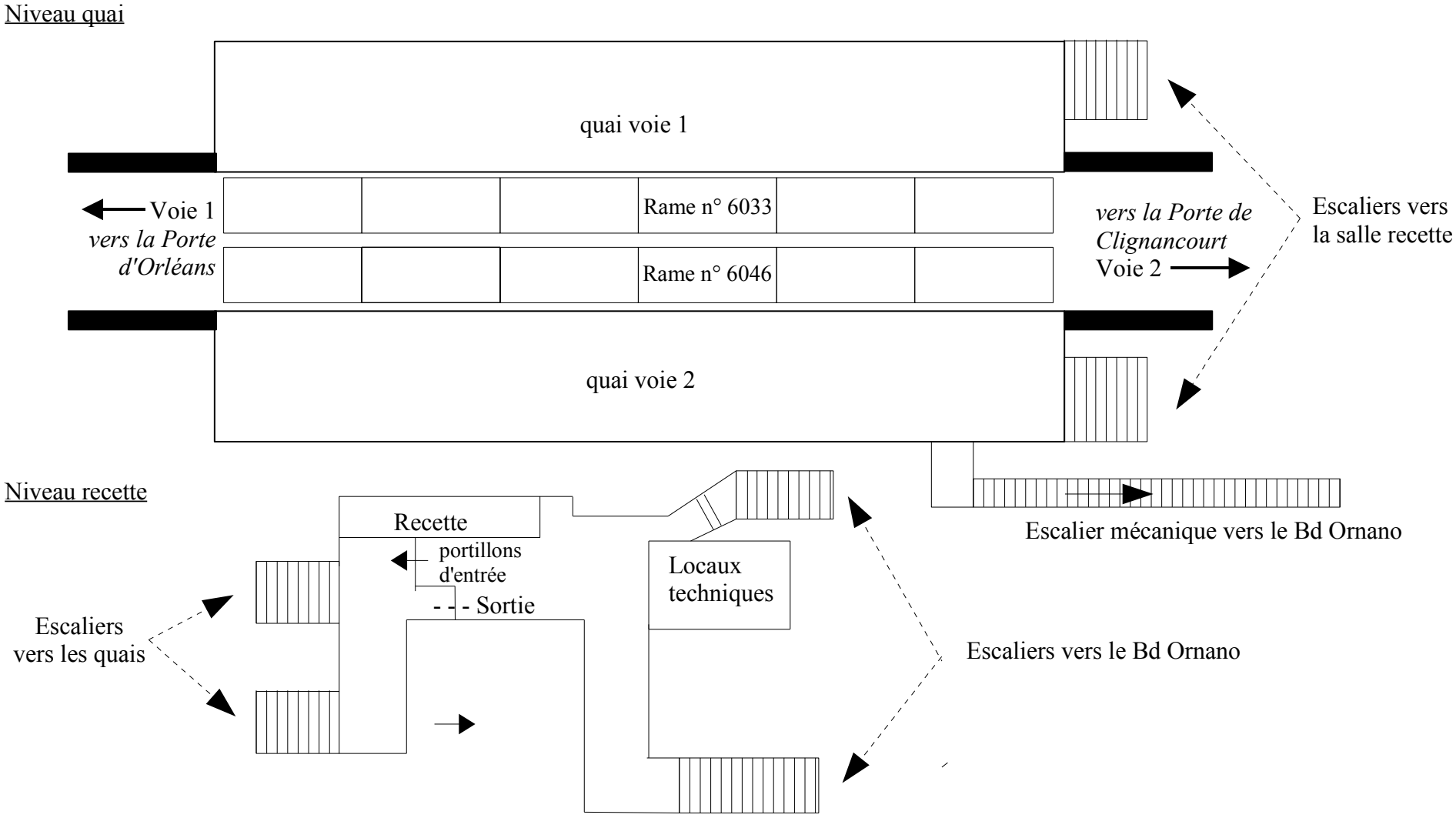
(4) Ligne de métro n°4, Porte d'Orléans – Porte de Clignancourt

(12) Ligne de métro n°12, Mairie d'Issy – Porte de la Chapelle

Station

Ventilateur

Annexe 3 : Schéma de la station Simplon

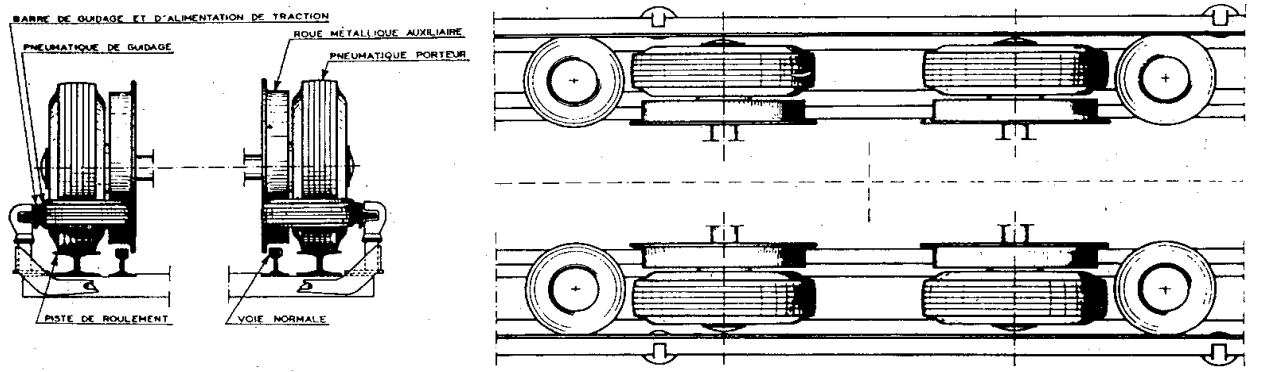


Annexe 4 : Contacts roues / infrastructure du MP 89

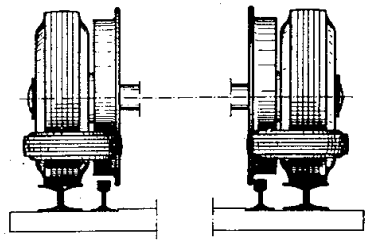
Planche 3

ROUES

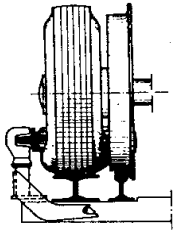
MP 59 73



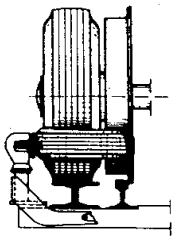
ROULEMENT NORMAL SUR VOIE COURANTE



PASSAGE NORMAL D'UN APPAREIL DE VOIE

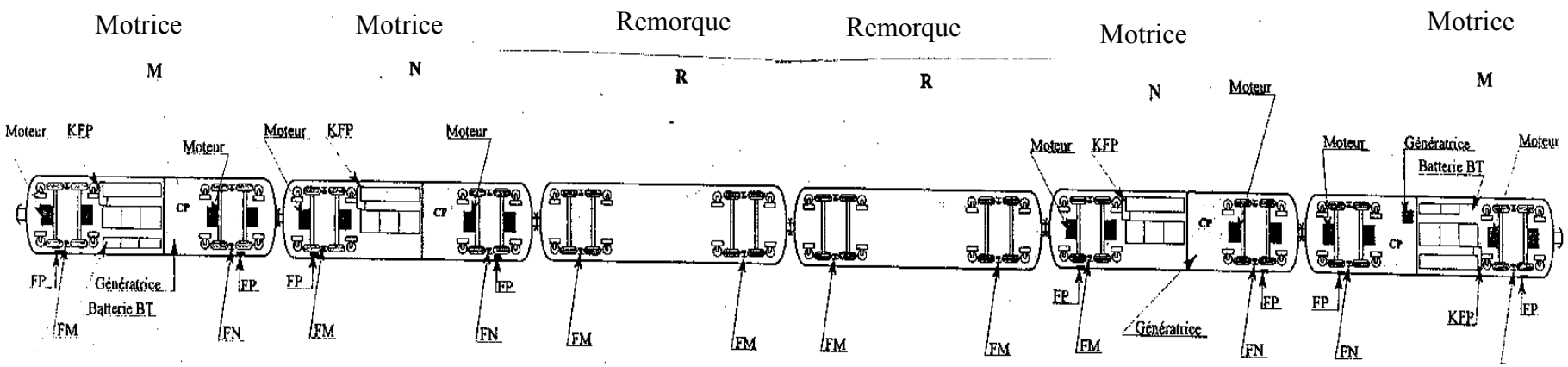


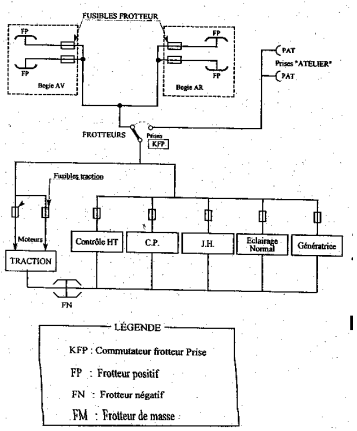
CAS D'UN PNEU PORTEUR DÉGONFLÉ



CAS D'UN PNEU DE GUIDAGE DÉGONFLÉ

Annexe 5 : Diagramme de la rame MP 59

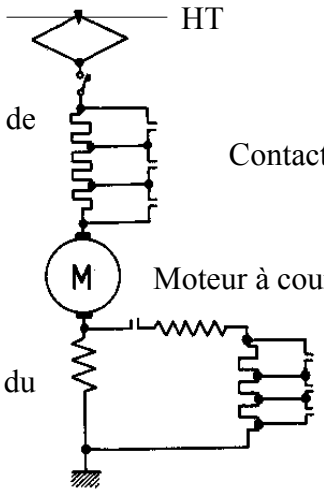




Annexe 6 : État visuel de la motrice 4086 incendiée

Annexe 7 : État du « bogie avant » de la motrice 4086

Annexe 8 : Schéma de principe de la traction électrique à courant continu



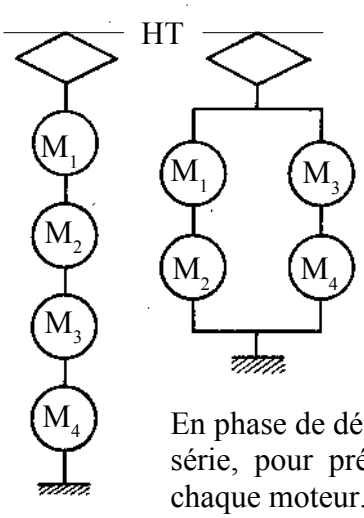
Rhéostat de démarrage

Contacteurs d'élimination des résistances rhéostatiques

Moteur à courant continu

Inducteur du moteur

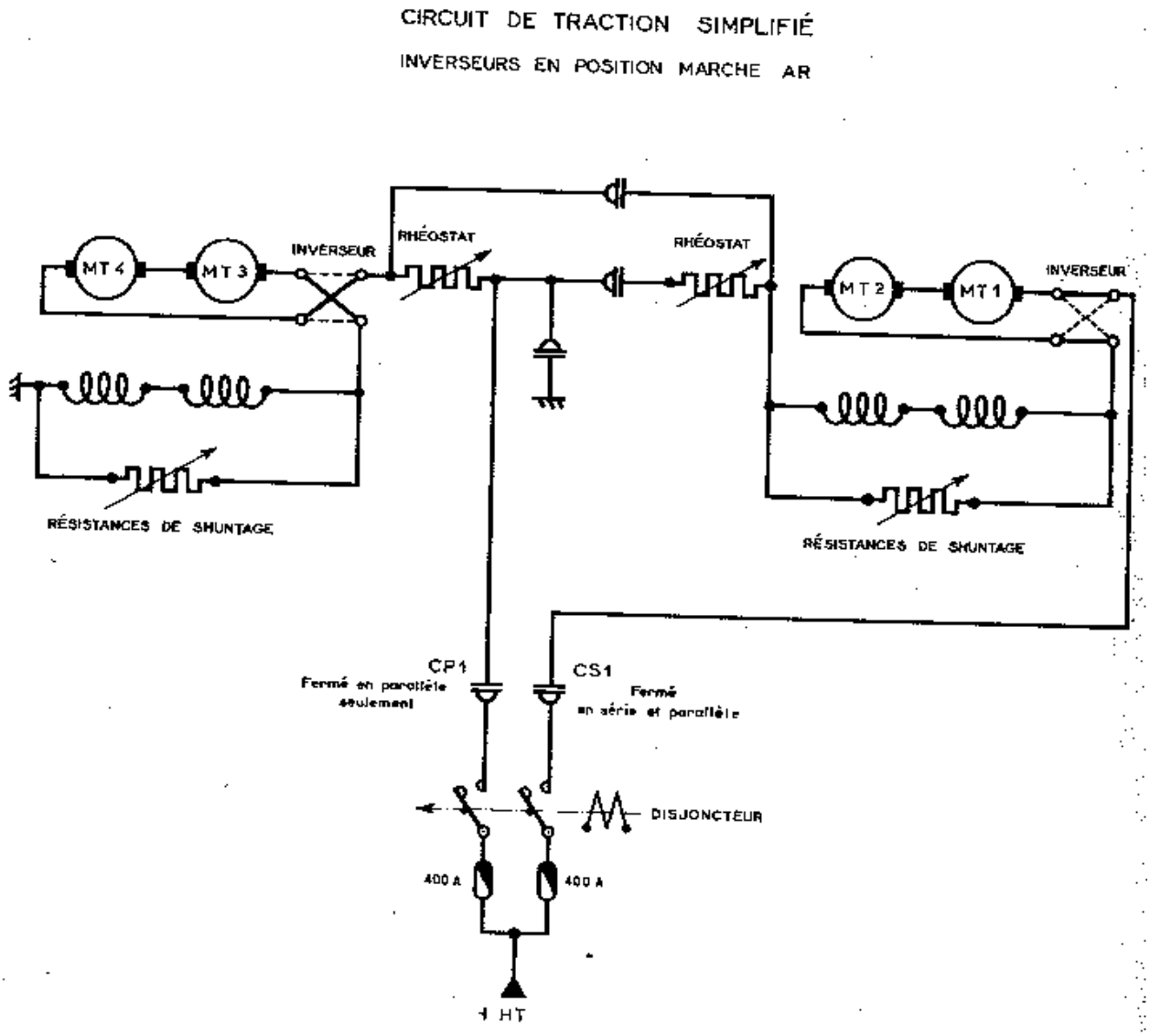
Contacteurs de shuntage de l'inducteur



En marche normale, les 4 moteurs de la motrice sont connectés en « série-parallèle ».

En phase de démarrage, les 4 moteurs de la motrice sont en série, pour présenter une tension réduite aux bornes de chaque moteur.

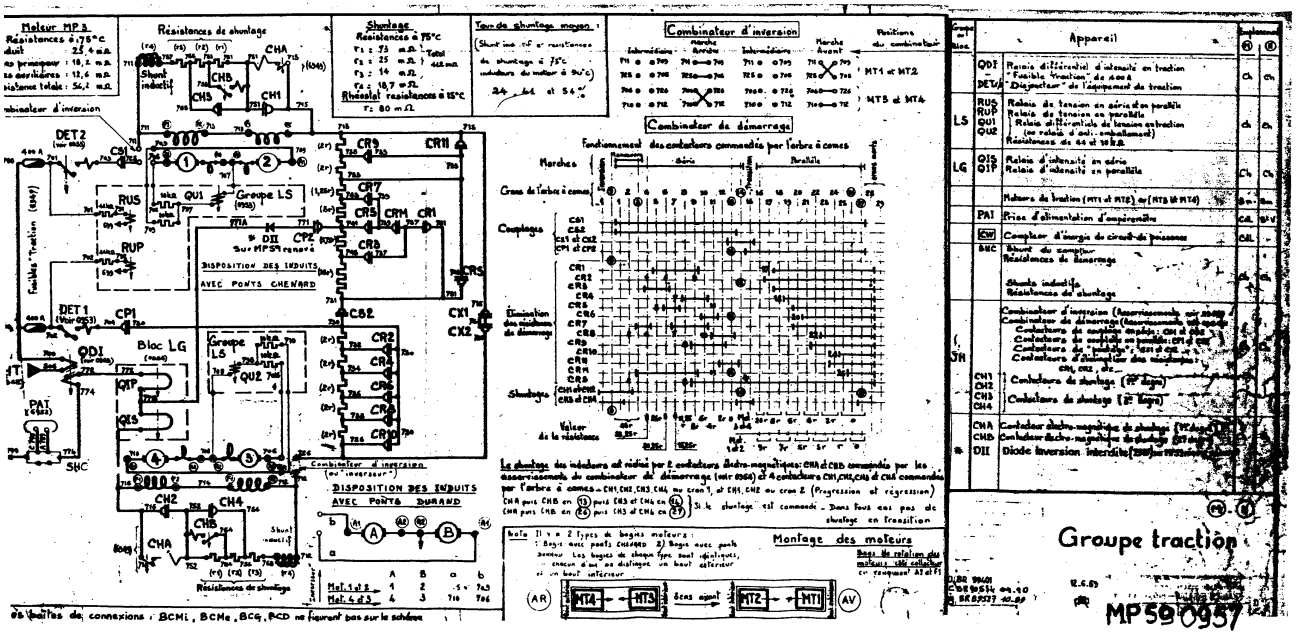
Annexe 9 : Circuit d'alimentation des moteurs de traction



SME : servomoteur électrique d'entraînement du combinateur rhéostatique

AAS : autorupteur d'alimentation du SME

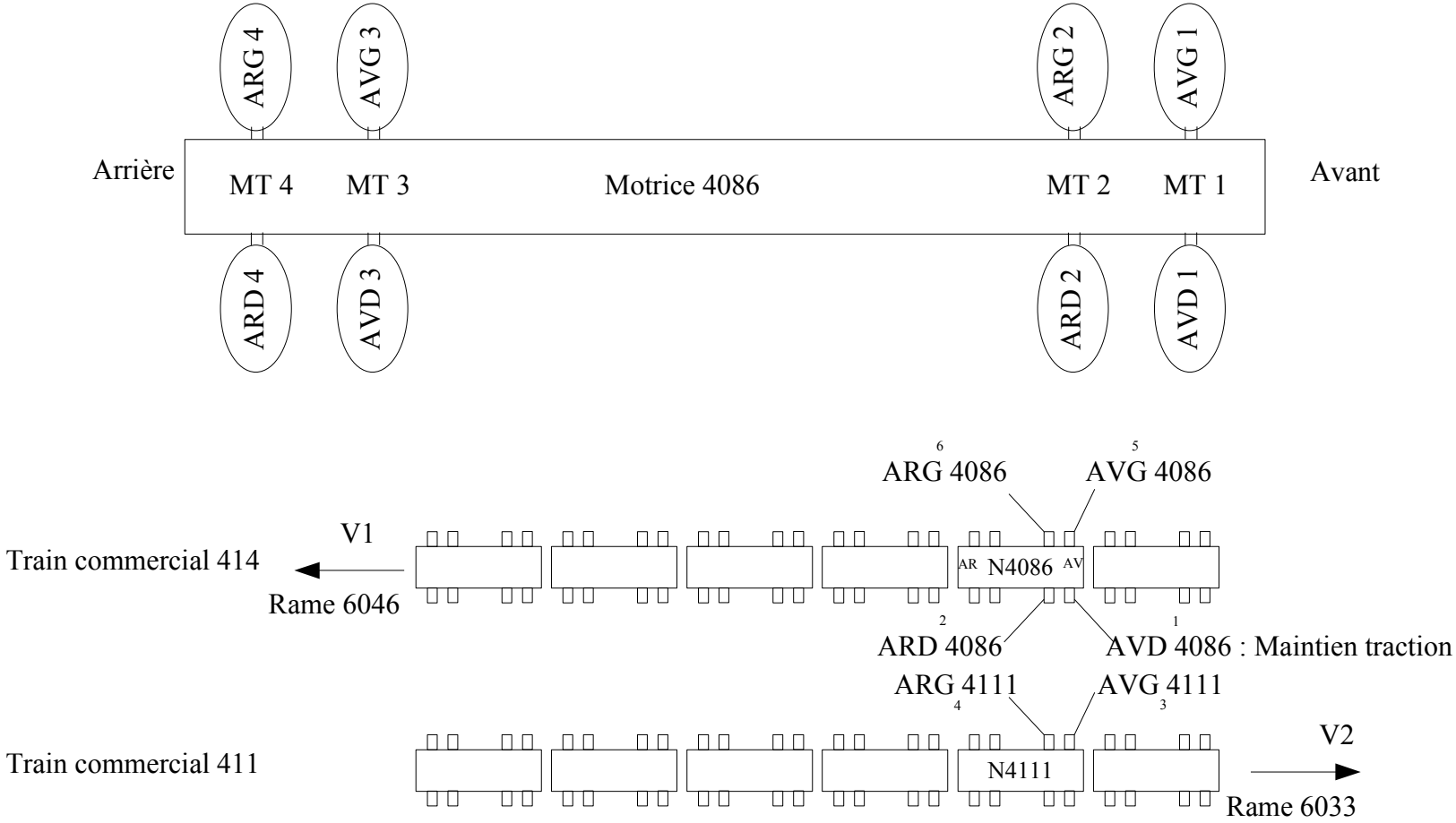
Annexe 10 : Groupe de traction, dessin « MP 59 0957 »



Annexe 11 : Autorupteur AAS monté sous le véhicule

Les engrenages de transmission entre le servomoteur et la roue crantée ne sont pas visibles sur cette photo ; le rapport d'engrenage fait correspondre une rotation d'un cran de la roue crantée à une rotation complète du servomoteur.

Annexe 12 : Numérotation des roues de motrice 4086

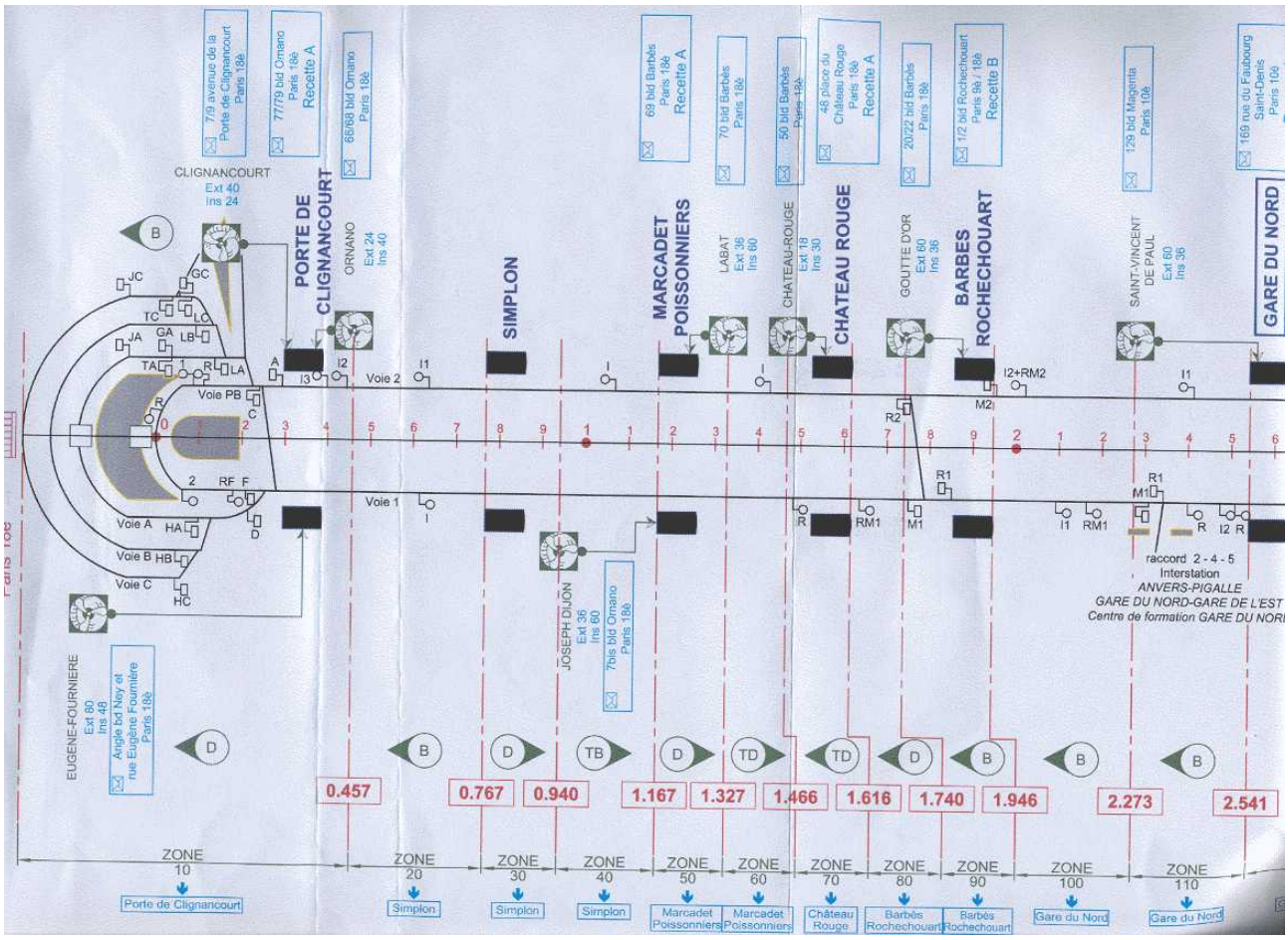


Annexe 13 : Description du Guide Opérateur de Ligne (GOL)

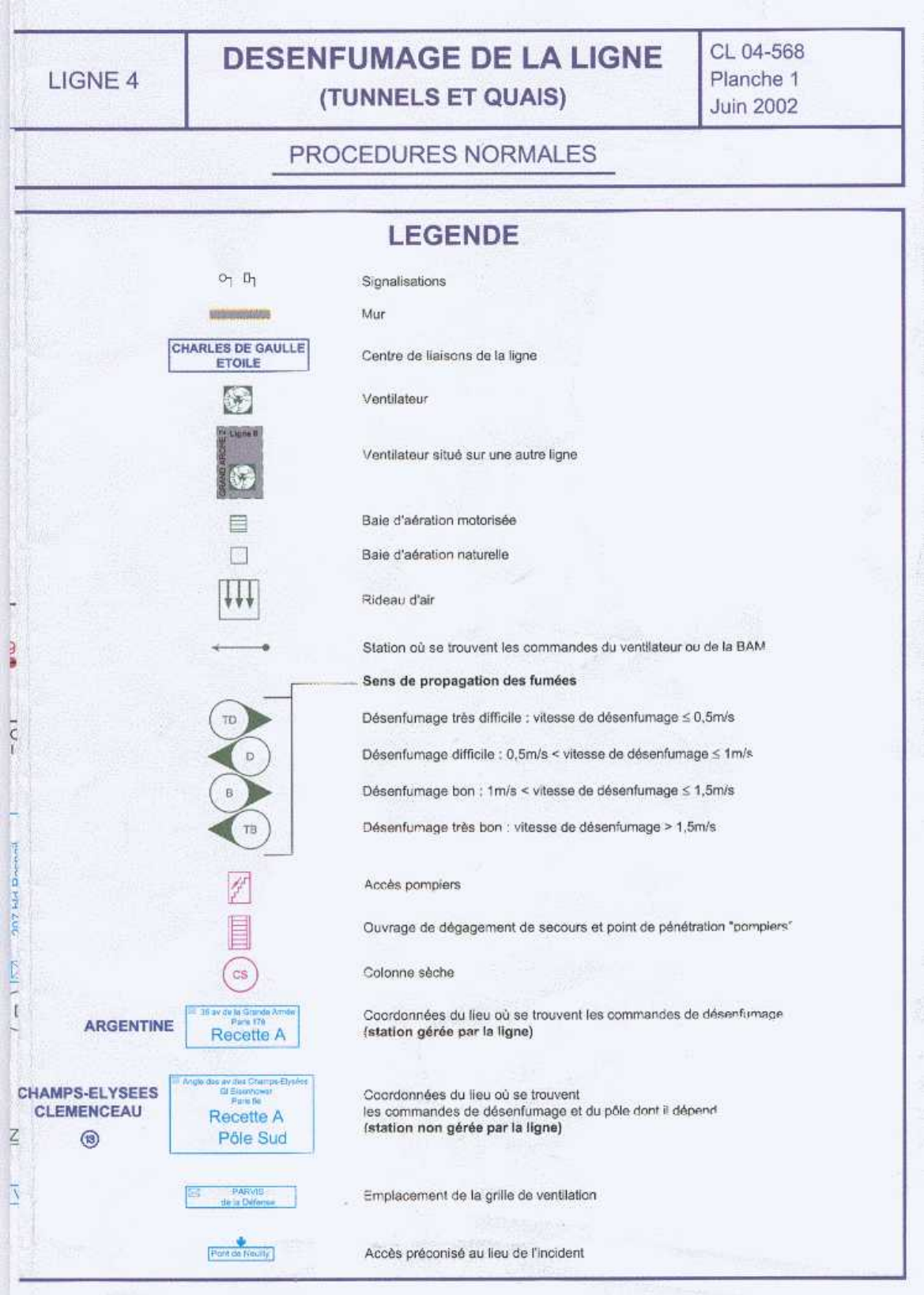
Le GOL comporte des fiches décrivant son utilisation, un schéma et des tableaux de procédures.

A Le Schéma

A.1 Le Schéma proprement dit



A.2 La légende



B. Les tableaux de procédures

Le ventilateur prédominant est indiqué en caractères majuscules.

Page de gauche

Zones de désenfumage procédures normales zones 10 à 50

Zones	Commandes	Conséquences
20	*Porte de Clignancourt Recette A* **1 ORNANO (EXT)** *Marcadet-Poissonniers Recette A* **2 Joseph Dijon (INS)**	
30	*Marcadet-Poissonniers Recette A* **1 JOSEPH DIJON (EXT)** *Porte de Clignancourt Recette A* **2 Ornano (INS)**	
40	*Marcadet-Poissonniers Recette A* **1 LABAT (EXT)** *Château Rouge Recette A* **2 Château Rouge (EXT)** *Marcadet-Poissonniers Recette A* **3 Joseph Dijon (INS)**	*Enfumage de la station Marcadet-Poissonniers*
50	*Marcadet-Poissonniers Recette A* **1 LABAT (EXT)** *Château Rouge Recette A* **2 Château Rouge (EXT)** *Marcadet-Poissonniers Recette A* **3 Joseph Dijon (INS)**	

Page de droite

Zones de désenfumage procédures dégradées zones 10 à 50

Zones	Commandes	Conséquences
20	*Marcadet-Poissonniers Recette A* **1 Joseph Dijon (INS)**	*Enfumage de la station Simplon*
30	*Porte de Clignancourt Recette A* **1 Eugène-Fournière (EXT)** **2 Ornano (EXT)** *Marcadet-Poissonniers Recette A* **3 Labat (INS)**	*Enfumage des stations Simplon, Porte de Clignancourt, et des boucles du terminus de Porte de Clignancourt*
40	*Marcadet-Poissonniers Recette A* **1 Joseph Dijon (EXT)** *Porte de Clignancourt Recette A* **2 Ornano (EXT)** *Barbès Rochechouart Recette B* **3 Goutte d'Or (INS)**	
50	*Barbès-Rochechouart Recette B* **1 Goutte d'Or (EXT)** *Marcadet-Poissonniers Recette A* **2 Joseph Dijon (ARR)** **3 Labat (ARR)** *Château Rouge Recette A* **4 Château Rouge (ARR)** *Gare du Nord Recette A* **5 Saint-Vincent de Paul (ARR)** *Gare de l'Est Recette B* **6 Des 2 Gares (ARR)**	*Enfumage de la station Château Rouge*

C. Utilisation du GOL

Lorsque l'IPEX est avisé de présence de fumées en un lieu donné, il détermine, à l'aide des informations reçues et du schéma du GOL, la zone à désenfumer.

Il va alors sur le tableau des procédures et il y trouve les mesures à appliquer. Il appelle, ou fait appeler par son assistant, les recettes indiquées en leur donnant verbalement ordre de mettre les ventilateurs dans les positions indiquées par le GOL.

Dans le cas de la ligne 4, il retient les mesures de la procédure dégradée s'il sait que le ventilateur prédominant est en panne ou lorsqu'il l'apprend de son correspondant. Pour les lignes où il n'est pas prévu de procédure dégradée, il fait mettre à l'arrêt tous les ventilateurs secondaires lorsque le ventilateur prédominant ne fonctionne pas.

Dans tous les cas, si le résultat obtenu n'est pas satisfaisant, il adapte les mesures (généralement par arrêt d'un ou plusieurs ventilateurs).

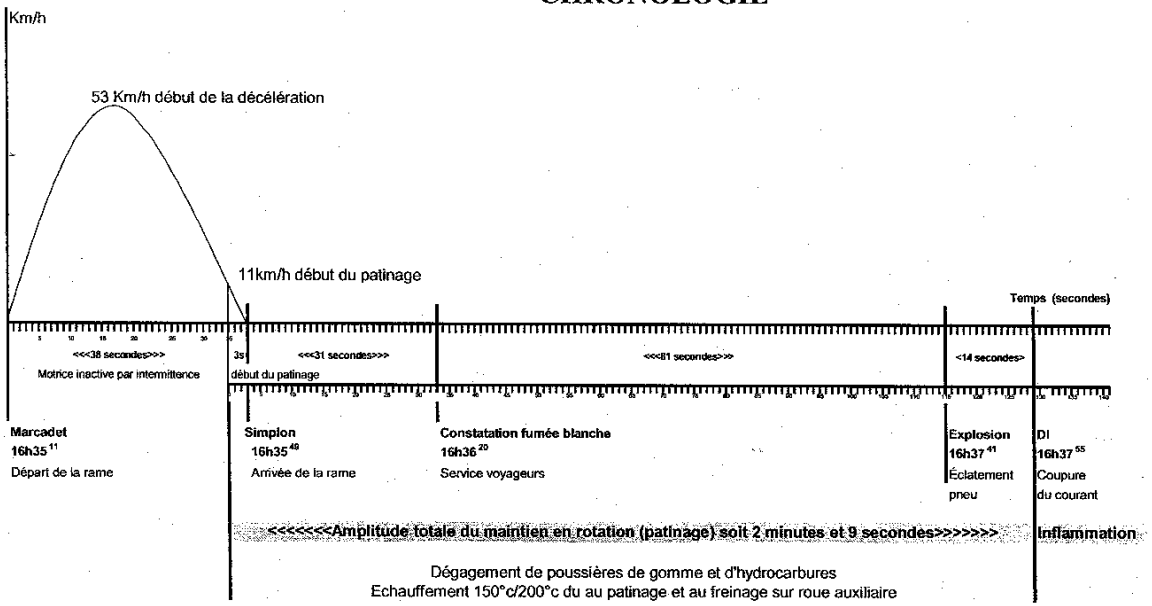
Annexe 14 : Bras de contact AAS désolidarisés

Annexe 15 : Disjoncteur « DET » : bras du contact de soufflage déformé

Annexe 16 : Chronologie relative au patinage de la rame 6046

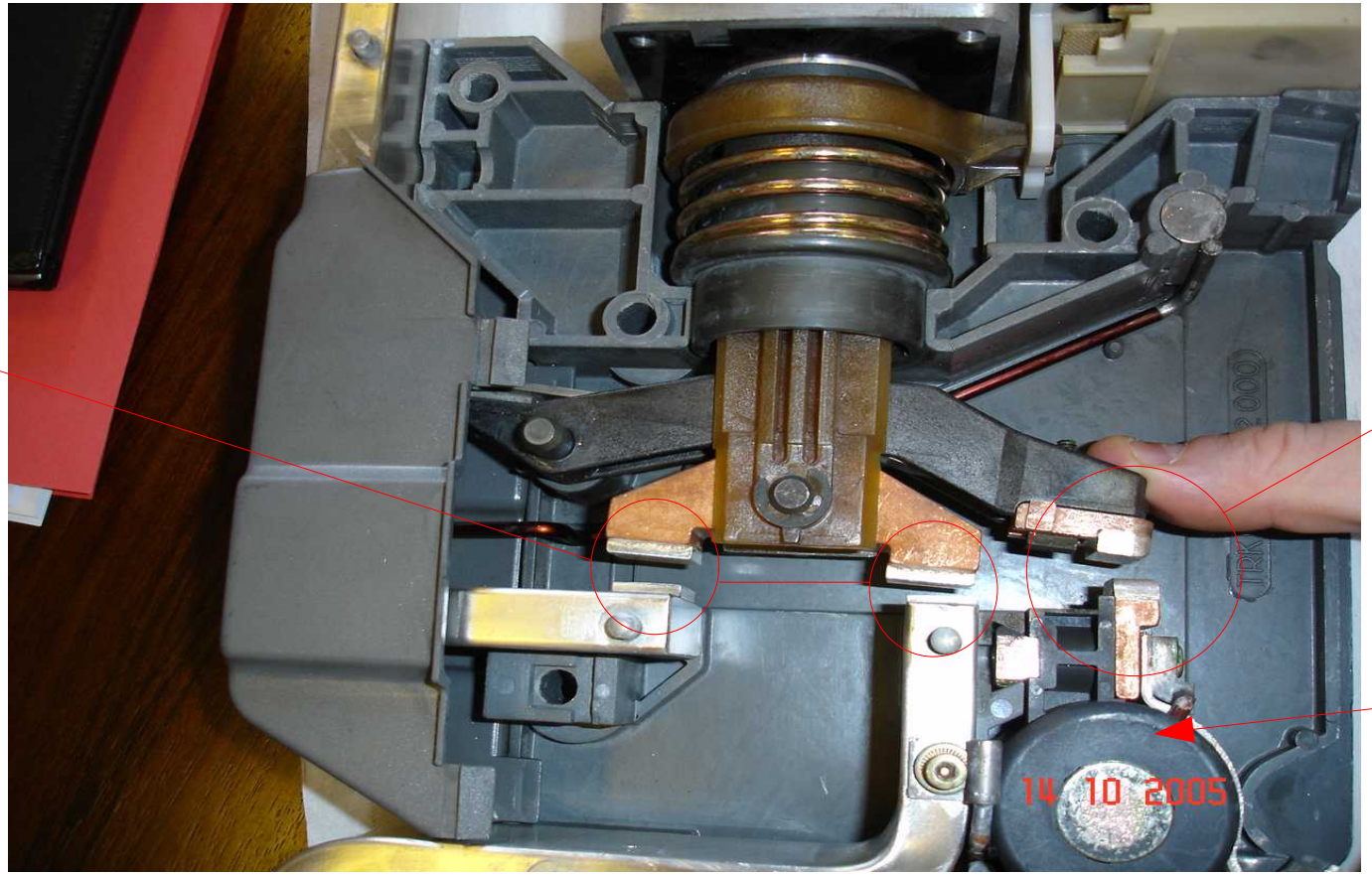
RATP

CHRONOLOGIE



MRF/ETUDES 13/10/05

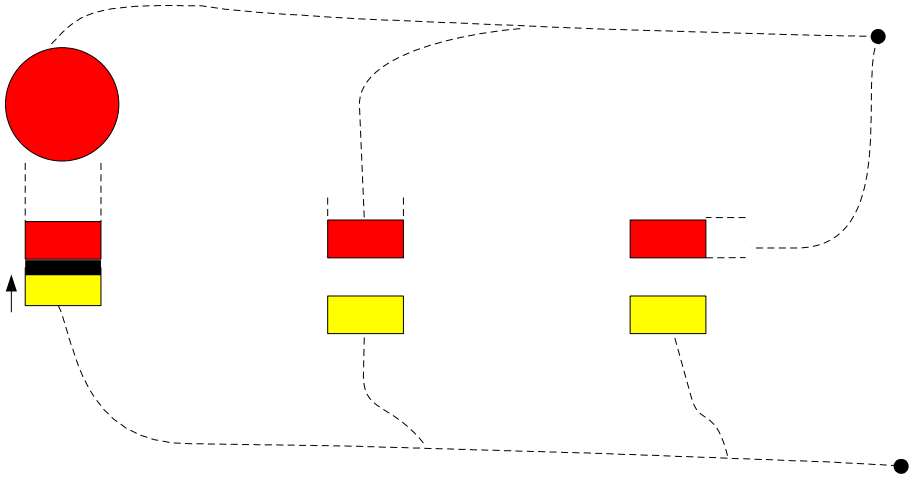
Annexe 17 : Les contacts du disjoncteur



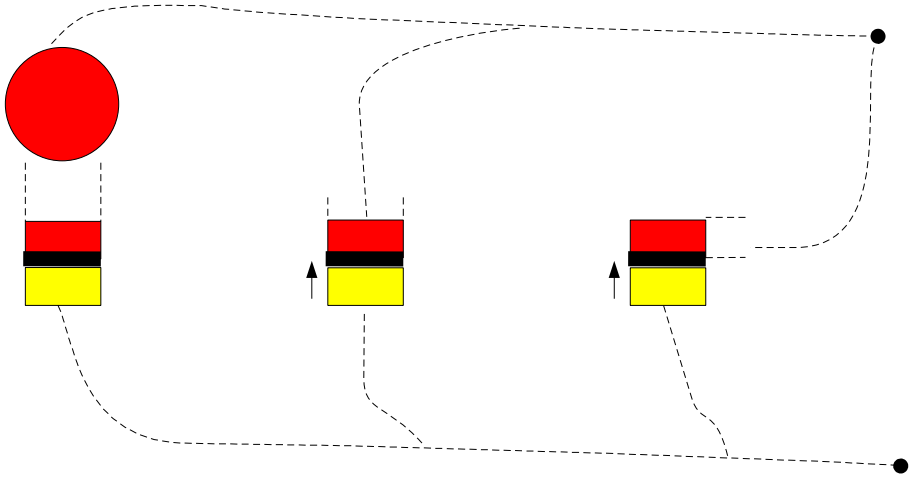
Annexe 18 : Ouverture du disjoncteur

Fermeture du disjoncteur :

1- Fermeture des contacts de coupure

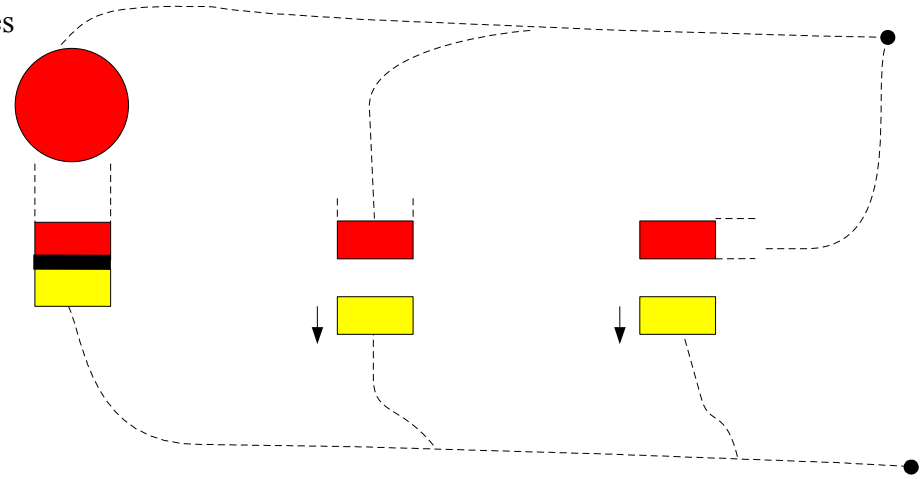


2- Fermeture des contacts de puissance

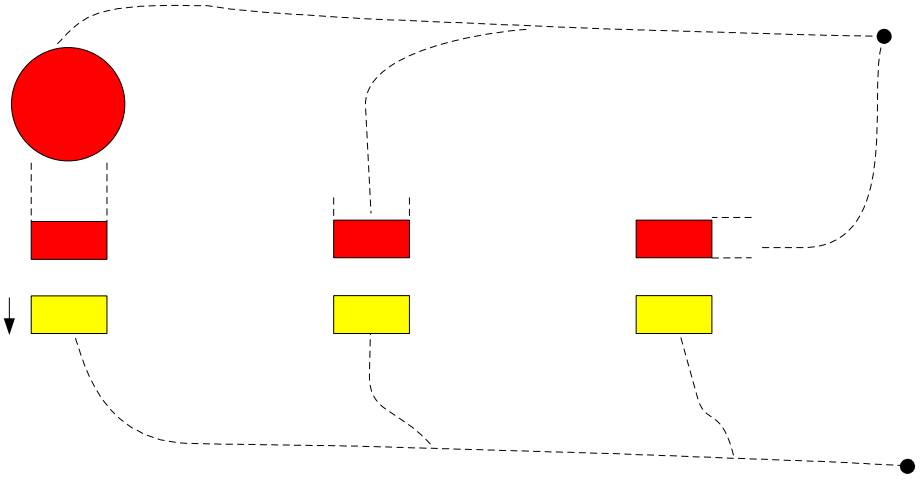


Ouverture du disjoncteur :

3- ouverture des contacts de puissance



4- ouverture des contacts de coupure



Légende :

Contacts fixes

Contacts mobiles

Bobine de soufflage

BEA-TT

Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

Tour Pascal B
92055 La Défense
cedex
téléphone :
33 (0) 1 40 81 21 83
télécopie :
33 (0) 1 40 81 21 50
mèl :
Cgpc.Beatt@equipement.gouv.fr
Web :
www.bea-tt.equipement.gouv.fr