

CORE BRIEF

Stratégie, Politique et Organisation de la maintenance des Equipements et Systèmes Electriques utilisés par les réseaux de Métros.

Les équipements et installations constituant les systèmes électriques utilisés sur les réseaux de Métros sont en pleine évolution technologique.

Cette évolution impacte directement les stratégies et les organisations de maintenance. De ce fait les réseaux mondiaux s'intéressent de plus en plus :

- aux nouvelles stratégie, politique et organisation de la maintenance*
- à l'opportunité de nouvelles politiques de sous-traitance*
- à l'évolution de l'efficacité économique et plus particulièrement au Life Cycle Cost (LCC).*

L'évolution des stratégies de maintenance est en relation directe avec la politique de renouvellement des équipements.

Le renouvellement d'un équipement ou d'un système trouve sa justification en relation avec les critères suivants :

- **Obsolescence réglementaire** : ce type d'obsolescence intervient à la suite d'une modification des dispositions réglementaires générales, avec obligation de se mettre en conformité dans un délai donné. Comme exemple, on peut citer la législation relative à l'éradication de l'amiante.
- **Obsolescence commerciale** : ce cas vise toute inadéquation manifeste entre la manière de réaliser une fonction et les moyens disponibles ou en usage sur le marché pour réaliser la dite fonction. On peut, à titre d'exemple, mentionner un matériel roulant d'aspect désuet ou l'impossibilité d'accepter les cartes bancaires ou les chèques libellés en Euros pour un équipement de billettique.
- **Obsolescence fonctionnelle** : il y a obsolescence fonctionnelle toutes les fois que les équipements existants ne permettent pas, quelles que soient les évolutions que l'on puisse leur faire subir, de répondre à une nouvelle exigence fonctionnelle. Comme exemple, on peut citer les nouvelles fonctions demandées par l'exploitant relatives à une augmentation ou une diminution significative de l'intervalle pour un système de contrôle de vitesse.
- **Obsolescence technique** : ce cas d'obsolescence concerne les cas où il n'est plus possible de trouver soit les pièces détachées, soit les compétences pour faire perdurer l'utilisation d'une technique ou d'un équipement donné.
- **Déliquescence** : derrière la notion de déliquescence, il faut voir l'incapacité émergente d'un équipement à remplir la fonction qui lui est dévolue, et ceci suite à la diminution significative du temps moyen entre panne (en anglais, MTBF, mean time between failure) ou à une augmentation sensible du temps moyen pour réparer (en anglais, MTTR, mean time to repair). Le niveau de pannes de l'équipement devient inacceptable.
- **Diminution du coût global de possession (ou LCC)** : l'équipement revient globalement trop cher par rapport à ce qu'offre le marché.

Nature des obsolescences observées
d'après une enquête auprès de 19
réseaux

Obsolescences	%
Techniques	43
Fonctionnelles	28
Déliquescences	21
Diminution du LCC	5
Commerciales	2
Réglementaires	1



Paris

Du fait du renouvellement, l'organisation de la maintenance évolue avec l'apparition de nouvelles stratégies appliquées de manières différenciées.

Toutefois de nouvelles tendances sont observées :

• La maintenance est devenue un service pleinement orienté vers le client

Traditionnellement les indicateurs utilisés par la maintenance mesuraient la disponibilité et la fiabilité technique des installations. De plus en plus, de nouveaux indicateurs mesurent la qualité perçue par le voyageur. En effet, une indisponibilité intervenant pendant l'heure de pointe n'a pas le même impact qu'une perturbation constatée pendant une période de faible trafic. Les exigences contractuelles, utilisées par exemple dans les contrats liant les autorités organisatrices aux réseaux exploitants s'attachent plus à mesurer le nombre de voyageurs retardés qu'à mesurer la disponibilité technique des installations.

• La spécification de la maintenance à la conception' tend à se normaliser avec le Soutien Logistique Intégré (SLI)

L'organisation de la maintenance est spécifiée par l'Ingénierie de Maintenance le plus en amont possible et fait l'objet de spécifications dites de *Soutien Logistique Intégré* (SLI). L'industriel titulaire du marché est dans l'obligation de fournir toutes les données permettant l'organisation de la maintenance et l'évaluation de son coût sur le cycle de vie. L'objectif est de définir le système de soutien par intégration à la conduite de programme et au projet de l'ensemble des besoins et des contraintes liées à l'exploitation et à la maintenance.

• L'organisation de la maintenance (MCO) s'effectue en parallèle du projet principal

L'organisation à mettre en place doit permettre le « Maintien en Condition Opérationnelle » (MCO) des nouveaux équipements et installations. Le MCO assure la sécurité, la disponibilité et la pérennité des installations pendant le cycle de vie.

De plus en plus, le projet global d'implantation ou de renouvellement d'un système comprend deux parties devant être développées de manière simultanée :

- la conception, la réalisation, la validation et la mise en service du système principal,
- l'organisation ou l'adaptation de l'exploitation et de la maintenance.

L'organisation différencie la *maintenance sur site* (1er niveau) et la *réparation des équipements déposés* (2e et 3e niveaux) dans des ateliers spécialisés.

• Les techniques de supervision se généralisent avec la création de PC de maintenance

La majorité des réseaux dispose d'un *poste central de supervision* des équipements. Il est en général commun à plusieurs disciplines et situé dans les mêmes locaux que la régulation de trafic.

Comme cela est le cas pour les métros automatiques, les équipements embarqués à bord des trains communiquent des informations de maintenance au sol de manière continue ou ponctuelle. La disponibilité des systèmes ATO-ATP-ATC² peut ainsi être observée en temps réel.

• Les nouvelles technologies rendent possible des regroupements d'activités par niveau de maintenance

Pour les installations anciennes, les réseaux avaient pour habitude d'organiser la maintenance par technologie ou par métier. Des équipes dédiées prenaient en charge la signalisation, le contrôle de vitesse, les postes de commande, l'affichage, les communications, ...

Avec les nouveaux systèmes, les applications s'intègrent dans une même technologie et de ce fait les équipes de maintenance sont maintenant organisées plus par niveau de maintenance que par application.

¹ Processus de production d'équipements qui intègre les besoins et contraintes de maintenance dès le stade de la conception.

² ATO : Automatic Train Operation (Pilotage automatique) ; ATP : Automatic Train Protection (Contrôle de Vitesse) ; ATC : Automatic Train Control (ATO+ATP)

- **La maintenance préventive systématique à intervalles déterminés reste appliquée à la grande majorité des équipements.**

Toutefois, cette maintenance tend à diminuer avec la généralisation des systèmes électroniques et informatiques en remplacement des applications électromécaniques.

- **L'exigence de disponibilité devient plus importante**

Les équipes de maintenance assurent une *couverture horaire* plus importante. Certains systèmes comme l'aide au dégarage des trains, la régulation automatique des trains, l'affichage d'information pour le voyageur étaient considérés comme des systèmes « d'aide à l'exploitation ». Ces systèmes deviennent de plus en plus indispensables à l'exploitation nominale des réseaux. De ce fait, les exigences de présence et de couverture horaire des équipes de maintenance sont de plus en plus importantes. Le week-end peut être couvert par des astreintes à domicile.

- **L'optimisation de la maintenance par la fiabilité (RCM)**

La "Reliability Centered Maintenance" commence à être appliquée. Il est vrai que ces méthodes, comme la maintenance prédictive s'appliquent plus aux équipements électromécaniques soumis à usure qu'aux équipements électroniques.

Le Management rigoureux de la sécurité ainsi que la généralisation de l'Assurance Qualité constituent des facteurs de progrès.

Les réseaux distinguent de manière claire :

- **Les équipements de sécurité** (Contrôle commande des trains et signalisation)
- **Les équipements non de sécurité** (Télécommunications, affichage, supervision, ...)

Il est à noter qu'il faut être très vigilant car certains équipements n'étant pas conçus en sécurité, interviennent dans l'application de procédures d'exploitation ou de maintenance qui, elles, contribuent à la *sécurité globale*. Par exemple, les communications radio ne sont pas conçues en sécurité, mais leur disponibilité peut contribuer à la sécurité.

Pour les équipements de sécurité, les *procédures de maintenance* découlent obligatoirement d'analyses de danger et de risque.

Des *habilitations* du personnel sont souvent exigées, et des niveaux de formation et de savoir-faire requis.

Le matériel est suivi individuellement en position par une *gestion de configuration* et tout acte de maintenance fait l'objet d'un *double contrôle* et d'une *traçabilité* associée.

L'*assurance qualité* s'applique de plus en plus à l'ensemble des organisations de maintenance. Elle prend en compte les spécificités des équipements de sécurité. Elle est de plus en plus organisée par « *processus* », traite des non-conformités, contribuant ainsi à une dynamique de progrès continu.

La *certification* par des organismes externes est de plus en plus recherchée.

De nouveaux outils contribuent à l'optimisation économique et technique.

Des indicateurs pour mesurer l'*efficacité du travail* des mainteneurs existent :

- globalement au niveau des équipes dans 75% des réseaux ;
- au niveau individuel des techniciens seulement dans 30% des réseaux.

Les *indicateurs techniques* sont généralement les suivants :



Hambourg



Madrid

- nombre de défaillances, de pannes avec distinction de celles ayant un impact sur l'exploitation des trains ;
- le délai d'intervention et le temps de dépannage ;
- le temps d'arrêt du service et l'impact éventuel sur les trains retardés ;
- la disponibilité, fiabilité, MTBF, récurrences ;
- le volume de maintenance préventive ;
- éventuellement les coûts.

L'ensemble de ces données est stocké et traité dans des systèmes de *Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur* (GMAO) qui gère également les *configurations installées*.

La *documentation* tend à être informatisée et devient accessible au poste de travail.

Les *systèmes de tests* sont de plus en plus intégrés aux équipements sous la forme de BITE (Built-In-Test-Equipment).

Le *retour d'expérience* et l'*analyse statistique* tendent à se généraliser.

Conclusions

1. C'est à l'occasion des renouvellements que l'on modifie **l'organisation de la maintenance**. La principale cause de renouvellement est **l'obsolescence technique**.
2. La maintenance doit être spécifiée et organisée dès la conception des systèmes selon une stratégie d'ingénierie simultanée. De nouvelles **méthodes de spécification et d'optimisation de la maintenance** commencent à être appliquées par les réseaux (SLI, MCO, RCM, Télémaintenance,...).
3. **La relation avec l'industrie** doit être établie de manière claire pour les deux parties.
4. Les **procédures** d'intervention sur les équipements de sécurité découlent obligatoirement d'analyse de danger et de risque. Les méthodes de **l'Assurance Qualité** tendent à se généraliser.
5. Les **logiciels** font l'objet de démarches spécifiques qu'il faut obligatoirement prendre en compte.
6. Le **métier de mainteneur** demande des compétences spécifiques qu'il ne faut surtout pas laisser perdre avec le temps.
7. Les **finalités de la maintenance** sont la sécurité des voyageurs, la disponibilité des installations et l'optimisation économique. Pour ce faire, de nombreux outils et méthodes sont disponibles.

Ce Core Brief a été préparé par le Sous-comité Installations électriques et systèmes de sécurité
de la Division des Métros