

# **THNS 2014 - L'application et les innovations de CBTC dans le fonctionnement sécuritaire du réseau ferroviaire urbain en Chine**

*LIU Huiming, Thales Saic Transport (TST)*

## **1.Introduction**

### **1.1 Système des signaux et CBTC**

« Le système des signaux » implique le système garantissant la sécurité du train dans le Rail Transit. Cette appellation populaire provient de l'ancien système où les résultats de contrôle étaient transmis au conducteur à travers des feux de signalisation. Les premiers systèmes des signaux mettaient l'accent sur le contrôle des équipements d'à côté du rail, la machine d'aiguillage, le circuit électrique du rail et les liens entre les sémaphores. Le contrôle du train dépendait ainsi totalement du respect des règles par le conducteur. Avec le développement technologique et la prise en compte de l'augmentation de l'intervalle de fonctionnement et du souci de la sécurité, le système des signaux a évolué : du contrôle simple des feux de signalisation à la protection directe du train, de la vérification passive de la position du train à la vérification active, du contrôle fixe de l'intervalle (obturateur fixe) à l'obturateur mobile en fonction de la position du train en temps réel. Le contrôle du train basé sur la communication (Communication-Based-Train-Control, CBTC) est la technologie la plus avancée dans le système des signaux à jour, permettant la plus grande efficacité du fonctionnement et la protection la plus sûre du train.

Le système des signaux fait partie des nombreux systèmes au sein du Rail Transit. Les connaissances du grand public sur ce système viennent principalement du reportage portant sur les accidents du métro ou du train national, tels que l'accident du 23 juillet en 2004, et le retard du métro à cause de la panne des signaux. Cela justifie l'importance du système des signaux concernant la sécurité et l'efficacité du Rail Transit, et une priorité doit être donnée à la sûreté, la fiabilité et la disponibilité du système.

### **1.2 Shanghai Thales Saic Transport et CBTC**

CBTC est la technologie du contrôle du train à jour la plus avancée, avec la mise en place de la plus nouvelle technique de radiocommunication et de contrôle. Mais l'invention et l'application de CBTC et de son obturateur mobile date des années 1980. Le Groupe Thales a créé le premier obturateur mobile du monde Selrac®, et l'a appliqué à la ligne Jasper et au Vancouver Skytrain au Canada, mais il s'agissait de la communication train-terre en fonction de la boucle d'induction. C'est aussi le Groupe Thales qui a introduit le premier CBTC en Chine, la ligne I à Wuhan, il y a 10 ans. CBTC a connu un grand essor en Chine : 10 km de couverture en 2004 représentant 4 % de la totalité du réseau des métros, contre plus de 2000 km et 82 % en fin de 2014. Il est devenu le leader de la technologie des signaux.

En tant que coentreprise entre le Groupe Thales et Shanghai Electric Group, Shanghai Thales Saic Transport se concentre sur CBTC du métro, et a grandi avec la technologie de CBTC et le marché du métro en Chine. Nos activités ont tracé beaucoup de villes chinoises : Wuhan, Shanghai, Nanjing, Guangzhou, Shenzhen, Beijing, Hefei, etc.

En plus, ce qui nous apporte le plus de fierté, c'est que durant la dernière décennie en Chine, et une trentaine d'années dans le monde entier, le Groupe Thales est arrivé à réduire le nombre d'accidents à zéro.

## 2. Innovations dans le domaine de la sécurité des signaux

La sécurité est un enjeu éternel dans les signaux et le fonctionnement du métro. La sécurité des signaux / du fonctionnement résulte des efforts conjoints entre le fournisseur des signaux et les équipes de fonctionnement et de maintien. C'est vraiment un grand thème. Au lieu de cerner systématiquement la garantie de la sécurité du fonctionnement, nous nous bornons ici à parler de quelques expériences pratiques sur la sécurité dans nos anciens projets.

Accumuler simplement plusieurs sous-systèmes ne signifie pas un système sécuritaire : l'accumulation de quelques sous-systèmes d'une sécurité complète de quatrième rang n'aboutit pas nécessairement à un système général d'une sécurité complète de même rang.



SIL4 système S1 + SIL système S2 + ... ≠ SIL4 système intégré

Il faut prendre en considération les conditions d'application de tous les systèmes et les interactions entre les différents systèmes. Nous mettons l'accent ici sur l'importance des interfaces internes et externes pour la sécurité.

A l'intérieur du système, vu que le système CBTC est conçu pour réaliser beaucoup de tâches avancées, les liens entre les sous-système s'avèrent très étroits, ce qui complexifie relativement les interfaces. Ainsi, les sous-systèmes matures et les interfaces bien conçues et validées constituent d'importants enjeux pour garantir la sécurité. Nous tendons à utiliser les systèmes intégrés au lieu de changer la structure du système en fonction de chaque projet.

A l'extérieur du système, il y a des interfaces avec de différents systèmes externes, les fournisseurs des systèmes externes diffèrent selon les projets, et il existe l'incertitude temporelle en ce qui concerne quelques systèmes externes complexes, les portes du train par exemple. Ainsi, les systèmes externes constituent un défi vis-à-vis de la sécurité.

Communiquer profondément avec d'autres fournisseurs, définir explicitement les interfaces et effectuer le contrôle sur place et l'épreuve simulée permettent de réduire les risques des interfaces externes.

(2) utiliser la technologie de défense et de sécurité dans le système de la communication des données

Menaces	Défenses
---------	----------

Le système de la communication des données fait partie importance de CBTC. Même si ce système n'est pas considéré comme crucial, les interventions et les dérangements non malveillants et les attaques malveillantes de hack doivent être pris en compte au cours de la conception du système.

Les interventions et les dérangements non malveillants conduiraient à bloquer la communication des données, interrompre le service et détruire la disponibilité du système. Un exemple de ce genre de dérangement : il y a deux ans, à Shenzhen, le signal de WIFI a dérangé le système de contrôle du train, et a obligé le train à s'arrêter. Le recours à la technologie de radiocommunication imbrouillable (FHSS par exemple) peut résoudre ce problème.

Le piratage est une attaque malveillante, ce qui causerait la paralysie du réseau ou de graves accidents en se déguisant en système de sécurité. Par exemple, le hack peut donner un faux ordre au train, conduisant même aux graves accidents comme la collision. Ainsi, il faut se garder de ce genre de risques.

Les appareils de sécurité et de confidentialité et l'accord de sécurité d'un port à l'autre, c'est-à-dire l'accord de sécurité pré-défini entre les systèmes de sécurité, peuvent prévenir les problèmes de sécurité causés par le piratage.

Le tableau suivant illustre les différentes menaces envers la communication et les mesures de défenses.

THREATS 威胁	DEFENCES 防护							
	Sequence Number 序列码	Time Stamp 时间戳	Time Out 限时	Feed-back Message 反馈信息	Source and Destination Identifier 双向识别授权	Identification Procedure 确认机制	Safety Code 安全码	Cryptographic Techniques 密码技术
Repetition 重复发码	X	X						
Deletion 删除报文	X							
Insertion 插入报文	X			X	X	X		
Resequence 调换报文次序	X	X						
Corruption 感染报文							X	X
Delay 延时报文		X	X					
Masquerade 伪装				X		X		X

	Numéro de séquence	Timbre de temps	Dépassement du temps	Message de feed-back	Source et destination identifiées	Procédure d'identification	Code de sécurité	Techniques de cryptographie
Répétition	×	×						
Suppression	×							
Insertion	×			×	×	×		
Reséquence	×	×						
Corruption							×	×
Délai		×	×					
Masquage				×		×		×

(3) Les techniques d'obturateur mobile apportent aux clients la sûreté de fonctionnement CBTC

Le système de CBTC résulte du développement technologique naturel basé sur l'informatique avancée et la radiocommunication. Il a pour objectifs de fournir aux clients le fonctionnement parfait en fonction de l'obturateur mobile et de leur apporter de réelles valeurs, y compris la sûreté de fonctionnement.

La Chine est le seul pays du monde qui est de nature à et en train de construire un réseau du Rail Transit susceptible de répondre aux immenses besoins des transports : les métros à Beijing transportent plus de 10 millions de passagers chaque jour, contre 8 millions à Shanghai. La Chine a raison d'utiliser les techniques d'obturateur mobile, car ces dernières peuvent garantir la sûreté du plus haut niveau et permettre le plus grand nombre de passagers et les plus petits intervalles temporel et spatial entre trains. Le traitement pertinent d'une telle quantité de passagers est une condition nécessaire de la sécurité, et lorsque trop de passagers s'encombrent sur le quai, nous pouvons nous imaginer du risque.

Par ailleurs, CBTC est capable de traiter la grande quantité de passagers et l'organisation compliquée du fonctionnement en Chine, grâce à ses fonctions de défense ATP/ATO à deux sens et ses fonctions de régulation ATS, surtout celles-là peuvent aider les agents de garde à réparer les pannes. Selon nos expériences, les accidents sont souvent arrivés lors de l'intervention massive humaine dans la réparation des pannes.

Quand la ligne tombe en panne (panne du rail, du réseau ...), le système d'obturateur mobile a ses moyens pour assurer facilement le fonctionnement continu après la panne : installer automatiquement routage de rentrée anormale, et fournir le fonctionnement ATP/ATO à deux sens dans quelques lignes ; l'essentiel est que la sécurité est garantie par le système, libérant le conducteur d'un contrôle artificiel du train.

(4) la culture de sécurité et le respect strict des procédures de sécurité

Il est évident que la sécurité est garantie par une organisation et des procédures. Ce qui est crucial, c'est que le service de sécurité doit être indépendant des autres services. Le service de sécurité indépendant est composé par :

Le service du projet de sécurité, totalement indépendant du service des R et D et d'autres services, est chargé de mettre en place les activités concernant le projet de sécurité.

Le service de défense de la sécurité : chargé de l'explication des critères de sécurité et de la justesse de l'exécution du projet de sécurité, et ensuite de vérifier l'intégrité des documents du projet et de délivrer le certificat pour l'inauguration et le fonctionnement du projet. C'est "le tiers" au sein de l'entreprise.

Le comité de sécurité, composée d'experts de plusieurs domaines de notre entreprise, chargé de prendre des décisions sur la sécurité des stratégies concernant les inter-produits et inter-projets.

Les procédures de sécurité de Thales Saic Transport ont suivi l'exemple du Groupe Thales, se sont perfectionnées au cours de beaucoup de projets, et correspondent aux normes et critères tels que CENLEC.

Les procédures de sécurité fiables sont indispensables pour garantir la sécurité et établir la confiance des clients envers la sécurité du système.

Quelques complètes que soient les procédures de sécurité, ces dernières ne peuvent fonctionner qu'à condition d'être respectées. Il faut que les procédures et la conscience de sécurité deviennent une culture d'entreprise. Thales Saic Transport a pour la première valeur la sécurité, ce qui veut dire qu'avant de prendre chaque décision, chacun de notre entreprise se demande d'abord si cela va entraîner des problèmes de sécurité, si oui, nous nous défendons de le faire. Thales Saic Transport fournit aux clients non seulement le système des signaux, mais aussi la sécurité.

### **3. Les opportunités de développement pour CBTC en Chine**

Pendant la dernière décennie, nous avons vu beaucoup d'opportunités pour CBTC en Chine :

Au cours de l'exécution des projets, on s'est référé à beaucoup de critères et de normes, que ce soit au niveau international ou national, dans les voies ferrées ou d'autres secteurs concernés, mais il existe souvent des incompatibilités ou des désaccords entre ces critères, ce qui ne répond pas aux besoins réelles de CBTC. A cela s'ajoute l'absence de lois et de règlements.

En plus, les interfaces externes diffèrent selon les villes, les propriétaires et les fournisseurs. C'est normal pour un projet. Mais en effet, quand il s'agit de la situation concrète de la construction des métros en Chine, beaucoup de villes construisent en même temps leur réseau de métros, leurs demandes technologiques restent presque les mêmes, et le nombre des principaux fournisseurs du système de contrôle (le train, les portes ...) est limité. Ainsi, nous avons l'occasion de développer nos activités dans ce domaine.

A cela s'ajoute le fait que CBTC a été utilisé dans certaines lignes de métro, mais les techniques d'obturateur mobiles sont exclues, ou ne sont pas parfaitement exploitées, ce qui

n'apporte pas aux clients l'aide nécessaire dans le fonctionnement. Cela s'explique en partie par le manque de normes et de critères sur l'obturateur mobile.

En tant que fournisseur mature et responsable, Thales Saic Transport désire progresser et se développer à ces égards avec CBTC en Chine.

- établir des normes complètes pour CBTC ;
- correspondre aux différents critères et normes ;
- renforcer la sécurité et la confidentialité de la communication des données ;
- Augmenter des normes pour l'obturateur mobile.

L'établissement de ces normes permet d'augmenter le niveau général de CBTC, surtout les normes pour l'obturateur mobile aideront les clients à disposer d'une plus grande capacité de traitement des passagers.

Définir explicitement le document des interfaces externes et préciser la responsabilité des fournisseurs d'interfaces renforceront la sécurité et la disponibilité de tout le système du métro, non seulement du système des signaux.

Les interfaces conformes avec des tâches précises et les critères relatifs à la sécurité de la communication des données renforceront aussi la sécurité du système.

Il y a dix ans, Thales Saic Transport a mis en service la première ligne avec CBTC en Chine, et a gagné de grands succès (y compris une grande sécurité) dans le marché chinois de CBTC.

Dans le futur, Thales Saic Transport, fournisseur mature et responsable, a pour l'intention de contribuer à l'avancement de la technologie CBTC, et de se développer avec le Rail Transmit chinois.