

CLEARSY

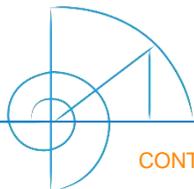
Safety Solutions Designer

AIX
LYON
PARIS
STRASBOURG

WWW.CLEARSY.COM

JUILL 2024

Présentation générale CLEARSY



CONTACT@CLEARSY.COM

Entreprise française indépendante

- ▶ Créé en 2001 par l'**équipe des auteurs de l'ATELIER B**, célèbre outil de méthode formelle
- ▶ Chiffre d'affaires 2023 : **20 M€, 160 ingénieurs et docteurs**
- ▶ **20% à l'étranger** : Brésil, Chili, Luxembourg, Suède, Norvège, Suisse, Belgique, Allemagne, Azerbaïdjan, Cameroun, Macao, Japon, USA, Canada, Italie ...
- ▶ **Partenariat avec le métro parisien (RATP)** pour développer et déployer des solutions innovantes de sécurité personnalisées
- ▶ Partenariat avec des usines pour la fourniture d'équipements industriels et avec des entreprises locales pour l'exportation/la distribution



Nous sommes designer

Offres CLEARSY

Gamme de systèmes de sécurité critiques conçus par CLEARSY

- ▷ Fourniture de systèmes de sécurité déjà développés et mis en service
- ▷ Adaptation des systèmes existants à des besoins spécifiques

Conception de systèmes de sécurité critiques

- ▷ Conception de systèmes de sécurité critiques clés en main (matériel et logiciel) certifiés SIL2 à SIL4
- ▷ Prototype de systèmes critiques pour la sécurité et preuve de concept

Conception de logiciels critiques pour la sécurité

- ▷ Utilisation de la **méthode B pour développer des logiciels critiques pour la sécurité** et pour **prouver les spécifications du système** : spécification formelle et vérification du code
- ▷ Maintenance de l'Atelier B, utilisé par Alstom et Siemens pour développer les systèmes critiques de sécurité ATP
- ▷ Conception de systèmes de supervision et de simulation
- ▷ Validation des données critiques pour la sécurité

ERTMS/ETCS Offres CLEARSY

Nous avons une connaissance approfondie de l'ERTMS/ETCS :

- ▷ SUBSET 026, spécification ERA DMI
- ▷ Développement de DMI (SIL0, SIL2)
- ▷ Éditeur de plan de voies
- ▷ Développement de l'EVC

Et une expertise approfondie en matière de simulation et d'essais :

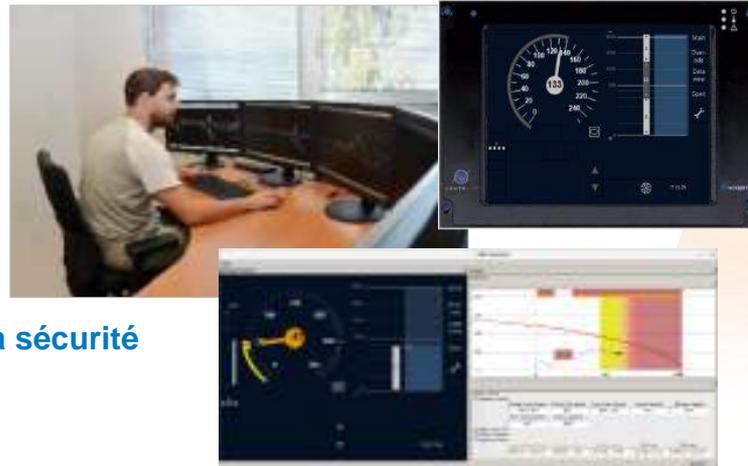
- ▷ Formation
- ▷ Tests (SUBSET 094, SUBSET 110/111/112)
- ▷ Simulation du comportement des trains
- ▷ Simulation en bord de piste (IXL, RBC, ...)

Outils disponibles développés par CLEARSY :

- ▶ **Simulateur opérationnel ETCS**
- ▶ **Simulateur de trafic ETCS - Editeur de plan de voie**
- ▶ **Banc d'essai ETCS RBC**
- ▶ **Banc d'essai de l'unité embarquée ETCS (EVC)**
- ▶ **Logiciel DMI multiplateforme**
- ▶ **Logiciel de validation des données critiques pour la sécurité**

Produit disponible développé avec CENTRALP :

- ▶ **A SIL2 DMI**



ERTMS/ETCS

20 ans d'expérience

Plus de 20 ans d'expérience - depuis les débuts de l'ERTMS

- ▶ Fondé dans le cadre de l'ancien **ERRI** (Institut européen de recherche ferroviaire - financé par l'UIC - Union internationale des chemins de fer) pour développer le premier simulateur ETCS pour le **projet A200**.
- ▶ Notre première mission : **traduire les détails complexes des spécifications techniques d'interopérabilité (STI) en un ensemble d'outils de formation et de test des équipements.**

Référence dans ERTMS

- ▶ Développement du **premier simulateur ETCS**
- ▶ **L'UNISIG** nous a demandé de développer le premier banc d'essai pour les systèmes embarqués
- ▶ Le banc d'essai a été livré au **CEDEX**, puis au **DLR** et à **MULTITEL**, **trois laboratoires ERTMS bien connus en Europe qui certifient que les systèmes sont conformes aux STI.**
- ▶ Aide l'**ERA** (Agence ferroviaire européenne) et le **groupe d'utilisateurs ERTMS** à consolider les spécifications de la ligne de base 3.
- ▶ Aujourd'hui, nos outils continuent d'aider les entreprises à **développer et à tester leurs nouveaux systèmes ERTMS et à former leurs collaborateurs.**

UNISIG



Notre expertise

Normes pour les systèmes critiques de sécurité ferroviaire

- ▷ Normes **CENELEC** : EN 50126, EN 50128 et EN 50129
- ▷ **AREMA**

Lignes urbaines - Métro et métro léger

- ▷ **CBTC** (Communication Based Train Control) : collaboration avec les principaux fournisseurs pour l'exploitation automatique des trains (ATO), la protection automatique des trains (ATP) et la supervision automatique des trains (ATS). Expérience de l'exploitation des trains GoA2 à 4
- ▷ **Signalisation** : Réalisation de plusieurs systèmes d'interverrouillage basés sur des automates et des relais.

Grandes lignes - Trains régionaux et grande vitesse

- ▷ **ERTMS** (Système européen de gestion du trafic ferroviaire) : CLEARSY dispose d'un département dédié (ERSA)
- ▷ **Signalisation**

Clients et partenaires ferroviaires



Utilisation de la méthode formelle B

Développement formel du logiciel ATP (CBTC)

- ▷ Équipes expertes en conception et développement de logiciels de sécurité, vérification et validation
- ▷ Alstom (URBALIS), Siemens (TRAINGUARD)

Vérification formelle des systèmes basée sur les propriétés

- ▷ New York City Subway / THALES (ligne Flushing terminée en 2015, en cours pour les autres)
- ▷ SNCF : NEXTRégio (ERTMS)
- ▷ RATP : Octys (CBTC)

Vérification formelle des logiciels basée sur les propriétés

- ▷ ALSTOM (Urbalis 400), RATP / SIEMENS (Octys, TRAINGUARD)

Validation formelle des données

- ▷ ALSTOM, RATP, SNCF, THALES, ATKINS, ATOS, SIEMENS, MHI

B



Vérification formelle des systèmes basée sur les propriétés

Vérification de la sécurité du CBTC de NYCT

NYCT nous a confié le soin de démontrer que les propriétés du système sont conformes aux spécifications et quelles hypothèses doivent être vérifiées pour assurer la sécurité des opérations quotidiennes.

► Gagner du temps

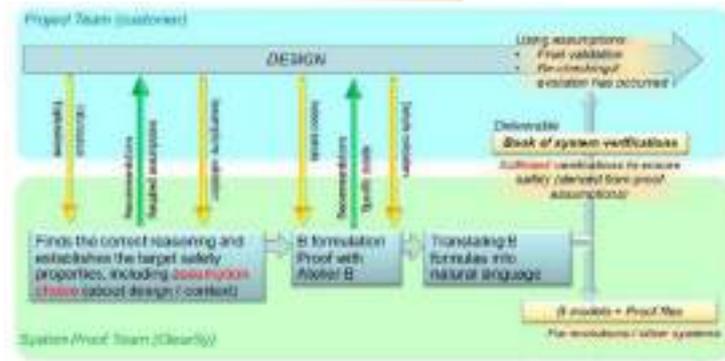
- ▷ Prendre en compte tous les détails de la conception dès la première phase

► Renforcer la sécurité

- ▷ Définir les tests suffisants qui doivent être réussis avant le fonctionnement quotidien
- ▷ Définir les tests d'acceptation des sous-composants

► Moins dépendant

- ▷ Faciliter l'intégration des sous-composants grâce à un modèle du système.
- ▷ Moins de dépendance à l'égard d'un seul fournisseur



Cette organisation a été utilisée pour le projet NYCT

Systeme : Méthode de vérification du CBTC de la ligne 7 à New York, des CBTC du métro parisien (RATP), de l'ERTMS de la SNCF (Marseille Vintimille ETCS HL3)
Logiciel : ALSTOM, RATP

Validation formelle des données

S'assurer que les données et les paramètres du système critiques pour la sécurité sont corrects

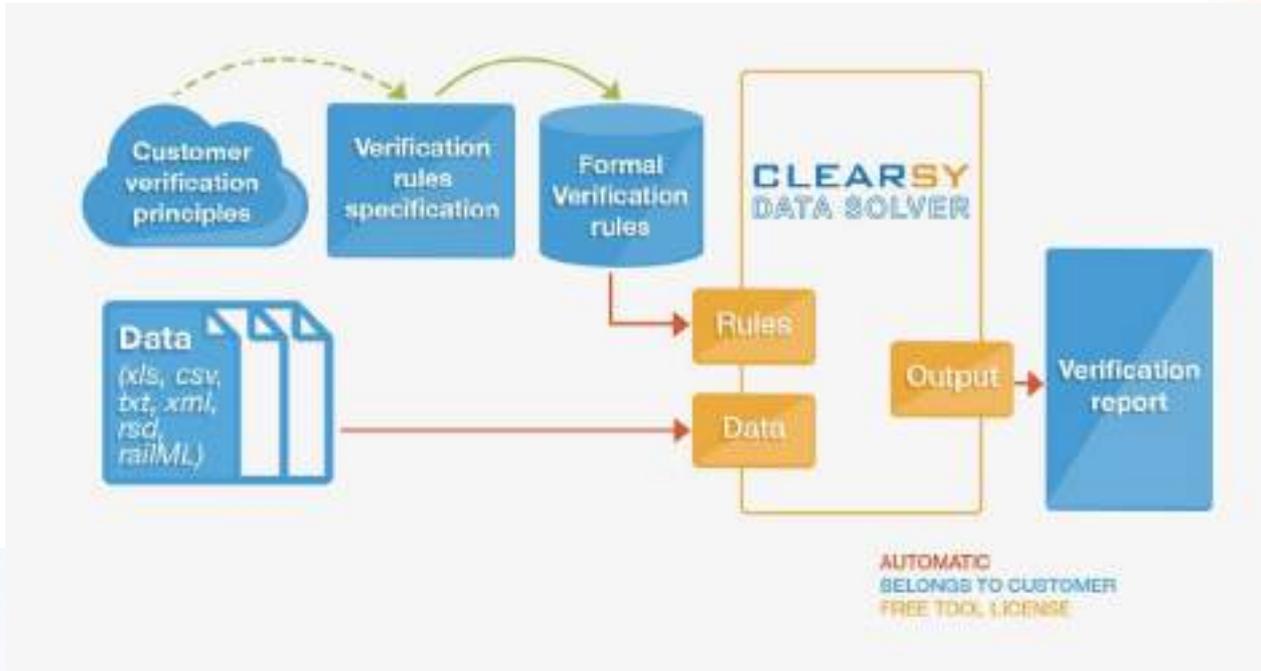
Les applications logicielles critiques pour la sécurité sont développées et validées indépendamment et chaque partie doit être sûre au même niveau : SIL4

CLEARSY propose un **outil de validation des données** et ses services associés.

Avantages :

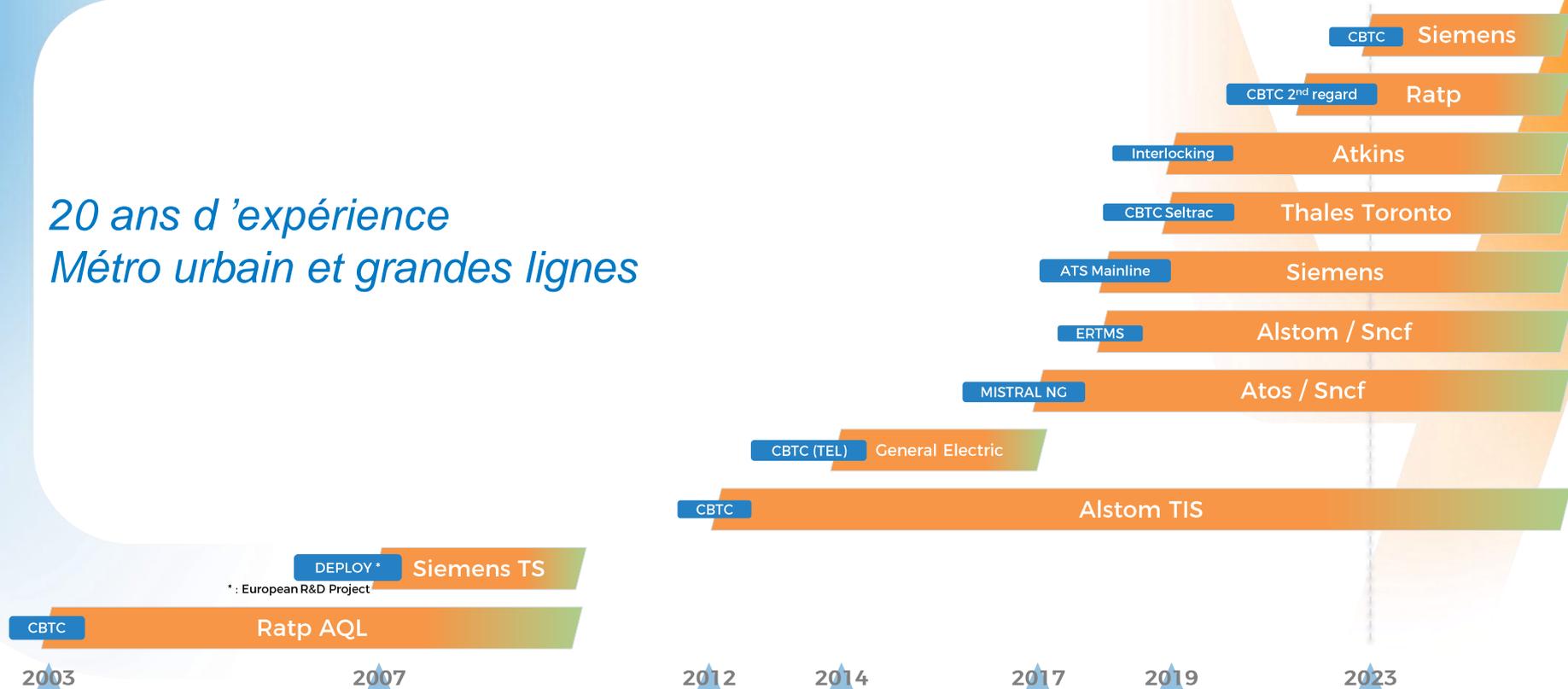
- ▶ Il est **rapide** : quelques heures suffisent pour valider un projet ferroviaire complet. Cette rapidité ne pourra jamais être égalée par une vérification humaine.
- ▶ Il est **automatique, exhaustif**, presse-bouton et **répérable à l'envie** (il évite les phases fastidieuses de non-régression, les phases faciles d'itération).
- ▶ Il élimine les erreurs humaines, car il utilise des **techniques formelles certifiées**.
- ▶ Il permet une **forte réutilisation** d'un projet à l'autre (capitalisation des connaissances et de la base de données des règles génériques).
- ▶ Il est **certifié T2** (y compris le moteur ProB) pour le projet SIL4 selon la norme Genelec EN 50128.
- ▶ Objectifs = CBTC, Mainline, Interlocking, ...

Principes de validation formelle des données T2 pour l'outil SIL4

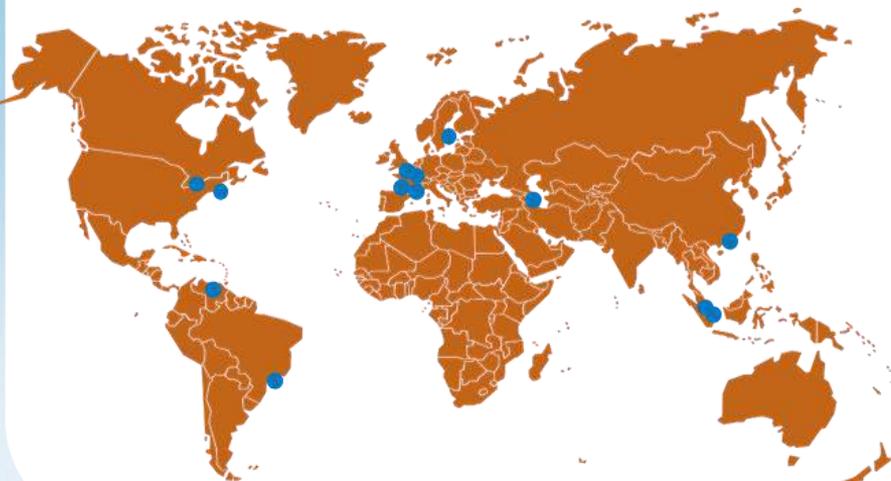


Références : leader du marché de validation formelle des données CBTC et ETCS

20 ans d'expérience
Métro urbain et grandes lignes



CLEARSY a déployé ses systèmes dans le monde entier



Arrêt automatique des trains

Déployé à Valenciennes, Nice, Lyon (France) et Bakou (Azerbaïdjan)

Système de contrôle de survitesse

Déployé à Paris (France)

Compteur d'essieux

Déployés à Bordeaux, Marseille (France), Luxembourg, Macao (Chine), ...

Systèmes de contrôle des portes palières

Déployé à Paris (France), Stockholm (Suède), Sao Paulo (Brésil), Caracas (Venezuela), Kuala Lumpur (Malaisie)

Système de détection d'intrusion

Déployé à New York (États-Unis)

Réseau d'E/S déportées de sécurité (SIL0, SIL2 et SIL4)

En cours de déploiement en Amérique du Nord

Relais de sécurité RS4 (SIL4)

Déployé en France, au Luxembourg, à Singapour, en Grèce, en Turquie, en Égypte, aux États-Unis ...

Porte palières pour plateforme autonome

Systèmes d'ouverture et de fermeture

- ▶ **Indépendant** de tout système de contrôle des trains (ATC ou seulement ATP) et de signalisation
- ▶ Peut être installé sur des **lignes existantes ou nouvelles**, sur des **trains existants ou nouveaux**, avec un **système de contrôle des trains existant ou nouveau**.
- ▶ Connecté au contrôleur PSD

Systèmes COPPILOT et DOF

SOLUTIONS POUR

Autorités métropolitaines

- ▷ Projet de retournement sans conducteur
- ▷ Tests de PSD
- ▷ Fonctionnement du PSD avant la mise en service d'un nouvel ATC*.
- ▷ Exploitation mixte pendant le déploiement de l'ATC (nouveaux et anciens trains mélangés)
- ▷ Système de sauvegarde pour le contrôle de la porte palière

Fournisseur PSD

- ▷ Projet PSD clé en main :
 - Y compris le système de contrôle critique de la sécurité sur les lignes existantes et nouvelles
 - Compatible avec tous les types de PSD et d'interfaces (demi-hauteur, demi-hauteur, hauteur)

Fournisseur ATC

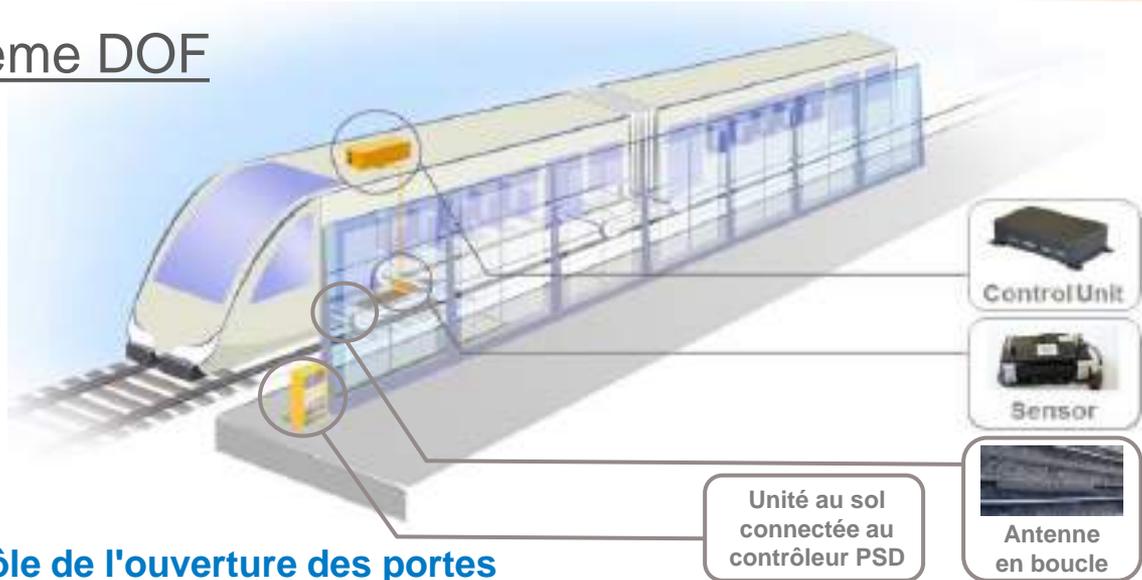
- ▷ Contrôle du PSD géré indépendamment de l'ATC

*ATC : Contrôle automatique des trains comme CBTC, ETCS,...

Système de contrôle des portes palières SIL3 avec équipement embarqué

Autorisation d'ouverture des portes lorsque le train s'arrête dans la zone de tolérance et que les portes du train s'ouvrent

Système DOF



SIL3 : contrôle de l'ouverture des portes

SIL4 : activer les portes latérales du train

Produit éprouvé déjà utilisé

- ▶ Ligne 1 du métro de Paris (quatre ans d'exploitation), en service sur les lignes 13 et 4
 - ▷ Le produit DOF CLEARSY est indépendant du système CBTC.
 - ▷ Le CBTC ne gère pas les PSD

Système DOF



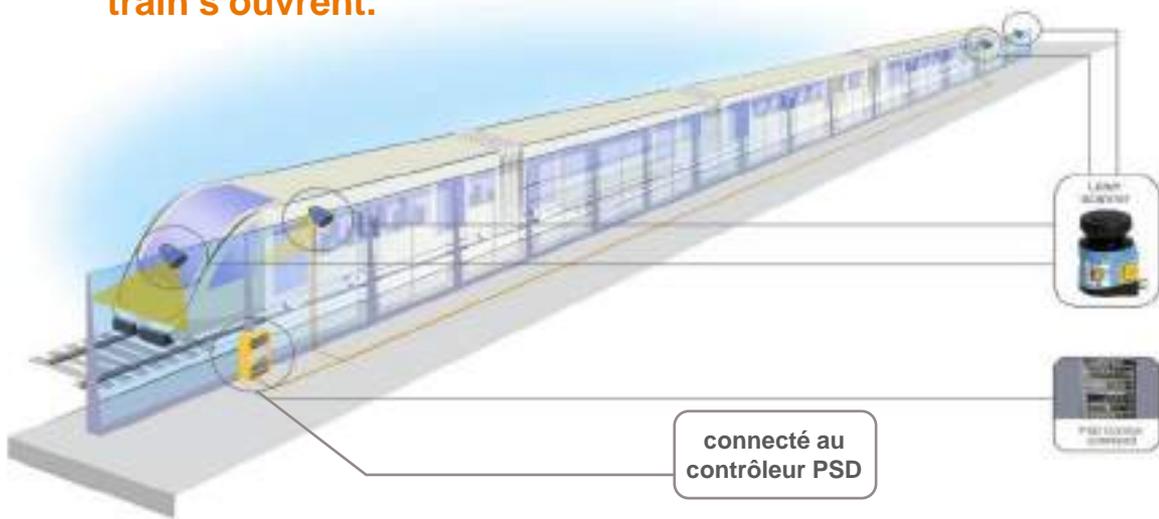
BOMBARDIER
TRANSPORT

- ▶ Version améliorée de DOF
 - ▷ SIL4
 - ▷ Sélectivité des portes : chaque portes opposée et les portes du train sont synchronisés.
 - ▷ Ouverture adaptée aux différentes longueurs de train
 - ▷ En cas d'obstruction, réouverture automatique des seules portes de train concernées et de leurs PSD associées
 - ▷ Connectivité LAN ou interface de relais : interface avec le contrôleur PSD et le réseau de train

Système de contrôle des portes SIL3 avec uniquement des équipements au sol

Autorisation d'ouverture de la PSD : le train s'arrête dans la zone de tolérance et les portes du train s'ouvrent.

Système COPPILOT



- ▶ **Pas d'équipement à bord** seulement au sol
- ▶ 2 portes détectées par laser : ouverture et fermeture des portes du train gérées par l'opérateur du train
- ▶ Les lasers de tête et de queue assurent le positionnement correct du train et l'arrêt du train.
- ▶ **Contrôle d'ouverture de porte SIL3 ou SIL4**

Facilité d'installation sur les stations nouvelles et existantes

Système COPPILOT

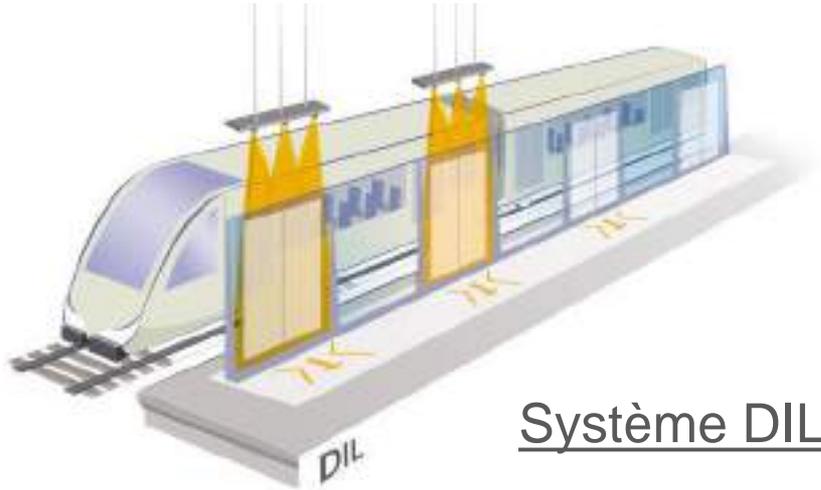
- ▶ En service pendant 9 mois à **Paris** pendant la **période de test de la PSD**
 - ▷ COPPILOT a été choisi pour gérer 3 PSD de 3 fabricants différents de PSD mécaniques sur 3 quais. La RATP ne souhaitait aucune installation sur les 65 trains pendant la durée du test.
- ▶ En service dans le **métro de Sao Paulo** : **Tamanduatei, Vila Matilde, Sacoma, Vila prudente** (1er projet en Amérique du Sud), déploiement sur les lignes 1, 2, 3
 - ▷ 143 trains partagés sur 3 lignes, 7 types de trains : impossible d'installer du matériel à bord
 - ▷ Metrô souhaitait un **système auxiliaire SIL3** pour contrôler la PSD. COPPILOT a été sélectionné et est devenu le système principal pour compenser les retards de livraison du CBTC...
 - ▷ 2018 : 5 plateformes supplémentaires à équiper, **projet de retournement sans conducteur**
- ▶ Une version monorail en test pour la ligne 15 du **monorail de Sao Paulo**. Elle a été mise à niveau pour une application monorail (certification SIL4). 13 stations seront équipées
- ▶ En service à **Stockholm** : 6 plates-formes en service (2 stations)
 - ▷ Fonctions supplémentaires : Ouverture individuelle PSD, 2 longueurs de trains, guidage de l'accostage, trains à double sens et possibilité de gérer 2 positions d'accostage.
- ▶ **Projet en cours à Los Teques Line (Caracas)**
 - ▷ Fonctions supplémentaires : 2 longueurs et 2 types de trains, 2 positions d'accostage ...



Système de surveillance de l'écart de sécurité de la plate-forme SIL3

CONTRÔLE DE LA SÉCURITÉ DES LACUNES

- ▶ En service à PARIS sur la ligne 1, déploiement à PARIS sur la ligne 4, système de sécurité critique
- ▶ Système de détection d'une personne dans la zone d'espacement entre la porte du quai et la porte du train

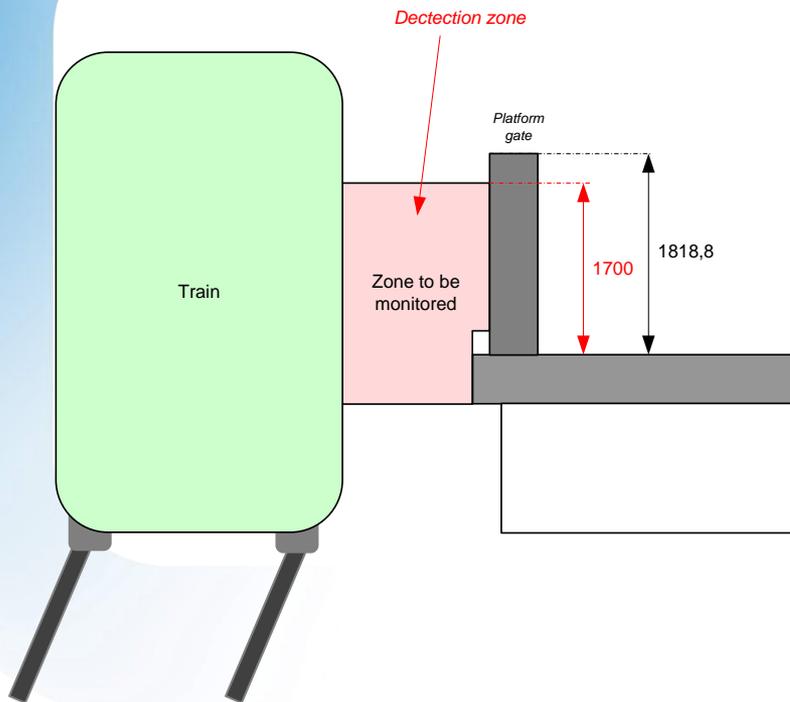


Système DIL



Capteurs laser surveillant les lacunes

Surveillance de ces espaces (système DIL)



Station Bastille à Paris



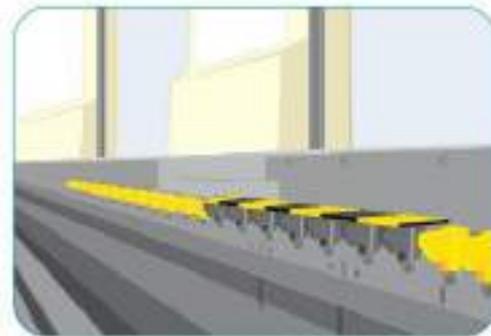
- ▶ Des lasers sont également utilisés pour détecter les personnes qui tentent de s'échapper dans le tunnel.
- ▶ Le système est en service dans 3 gares du réseau parisien : Charles de Gaulle Etoile, Nation et Bastille
- ▶ En déploiement sur la ligne 4 de Paris

Remplissage souple de la lacune entre le quai et le bord de la porte *entre le quai et le bord de la porte sur la ligne 1 du métro de Paris et de Lyon*

- ▶ Le comblement de l'espace évite une chute accidentelle si une personne se place entre le quai et le train.
 - ▷ Fixé sur la plate-forme
 - ▷ Matériau en caoutchouc - Flexible

Déjà en service

- ▶ Lignes 1 et 4 du métro de Paris
- ▶ Lyon lignes A & B



Système de détection des intrusions sur les voies, *Testé à New York (MTA)*

Détecte la chute d'un passager sur les rails

► Laser

Les images sont analysées pour déterminer si un objet est un rongeur ou un être humain.

La précision est essentielle :
Pour éviter les fausses alertes positives

► Alarme et stroboscope

Ils sont activés pour avertir l'agent de train en cas de chute d'une personne sur les voies.



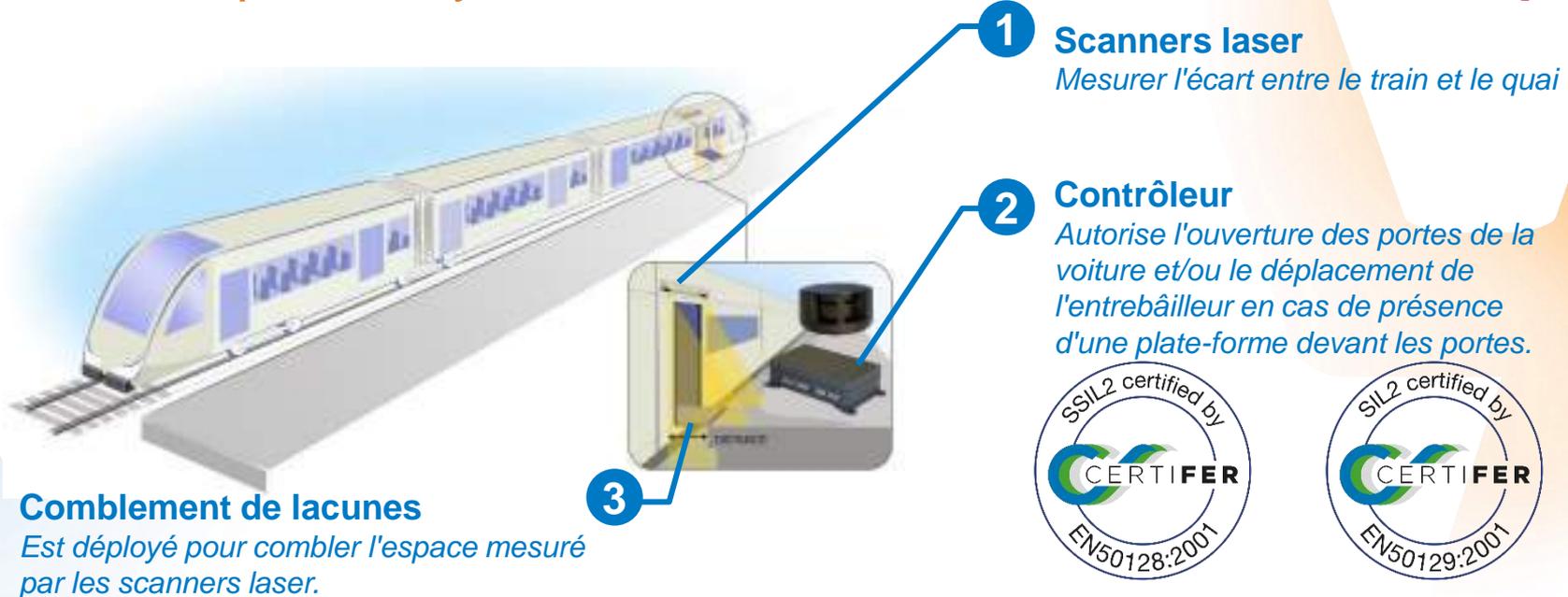
Des systèmes similaires sont déjà en service dans d'autres pays :

- ▷ **Lyon** : basé sur l'infrarouge
- ▷ **Nuremberg** : sur la base d'un radar
- ▷ **Budapest** : sur la base d'un radar

Détecter le quai et mesurer l'écart entre le train et le quai (SIL2) entre le train et la plate-forme (SIL2)

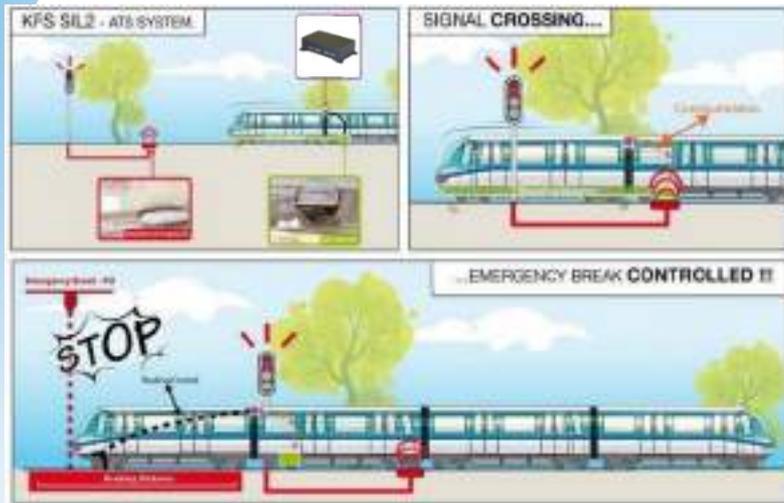
Tous les composants du système sont montés sur la carte

ALSTOM



fonctionnant sur **ALSTOM Train STI PMR**

Arrêt automatique des trains (ATS) - SIL2



Systeme KFS et KPVA

- 1 L'opérateur de train est chargé d'arrêter le train lorsqu'il y a un signal restrictif et est responsable de la vitesse du train.
- 2 Le frein d'urgence est actionné si le train dépasse un signal restrictif.

KFS doit être **HAUTEMENT DISPONIBLE** et c'est pourquoi SIL2 est suffisant.

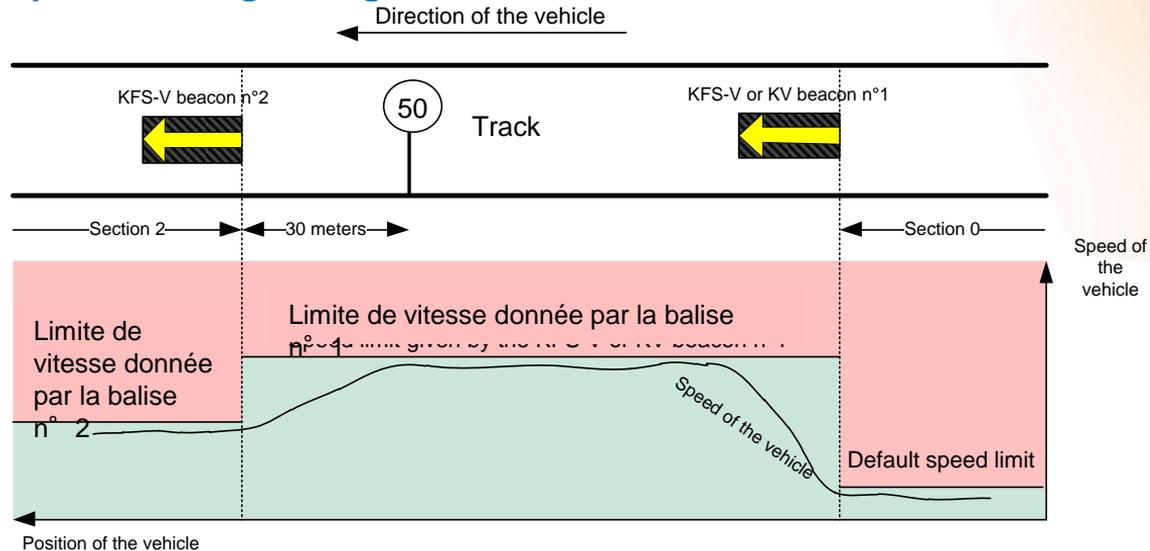
Ex : Le système ATS des trains de banlieue parisiens est SIL0.

Le KPVA mesure la **vitesse instantanée des trains** à un point défini de la ligne et applique un **arrêt d'urgence en cas de survitesse**.

Contrôle de la vitesse par section

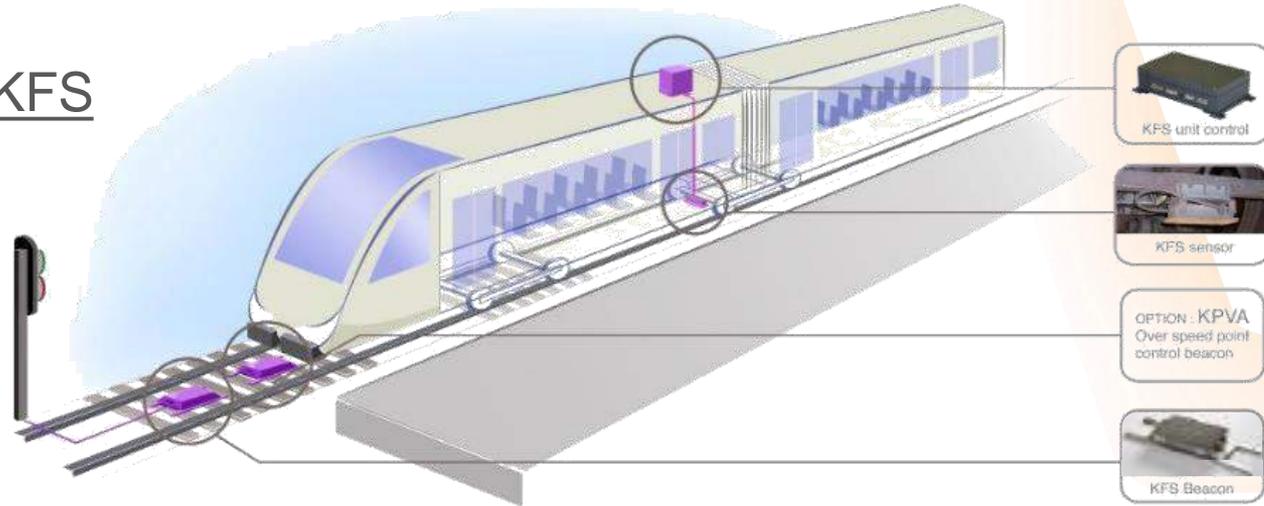
KFSV

- ▶ Des balises installées sur la voie communiquent les limitations de vitesse au contrôleur embarqué.
- ▶ Le contrôleur compare la limite de vitesse à la vitesse du train. En cas de dépassement de vitesse, **il applique le freinage d'urgence.**



Arrêt automatique des trains (ATS) - SIL2

Système KFS



KFS installé pour :
Tramway de Valenciennes, Nice, Lyon -
France - et métro de Bakou - Azerbaïdjan



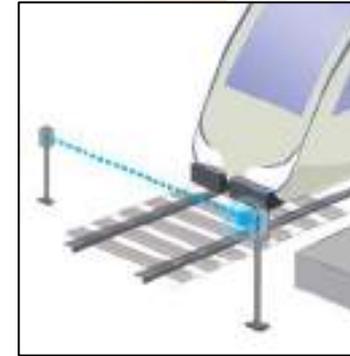
Le KPVA est installé sur toutes les lignes du métro parisien (brevet de la RATP).

Détection des voies vacantes - barrière hyperfréquence

Dans le domaine de la recherche et du développement

Alternative au capteur de roues en acier : lorsqu'un train franchit la barrière, il est détecté.

- ▶ Système SIL4
- ▶ Technologie hyperfréquence
- ▶ Moins de maintenance que le capteur infrarouge :
meilleure disponibilité
- ▶ Convient aux applications intérieures et extérieures
- ▶ Système plug and play : le système est très compact



testé à Lyon

Relais vitaux certifiés SIL4 RS4



Caractéristiques du relais vital RS4 :

- ▷ Contacts normalement ouverts dont l'ouverture est garantie avec un **niveau SIL4***.
- ▷ **Pas de soudure des contacts de transfert**
- ▷ Adapté aux **applications à bord et en bord de piste** (vibrations, chocs, environnement,...)
- ▷ Contacts scellés pour assurer un **contact à faible courant** (4mA à 1 VAC et 1VDC)
- ▷ **Montage DIN ou 3U**
- ▷ **Petite taille et poids léger**

REFERENCES	SIL4 NO CONTACTS	NC CONTACTS
RS4 DIN 202 24V	2	2
RS4 3U 202 24V	2*2 (2 relais 202)	2*2
RS4 DIN 384 24V	3	4
RS4 DIN 462 24V	4	2
RS4 DIN 406 24V	4	6
RS4 DIN 202 110V	2	2
RS4 B 24 0 24	24 contacts right and left	



Relay 3U card packaging



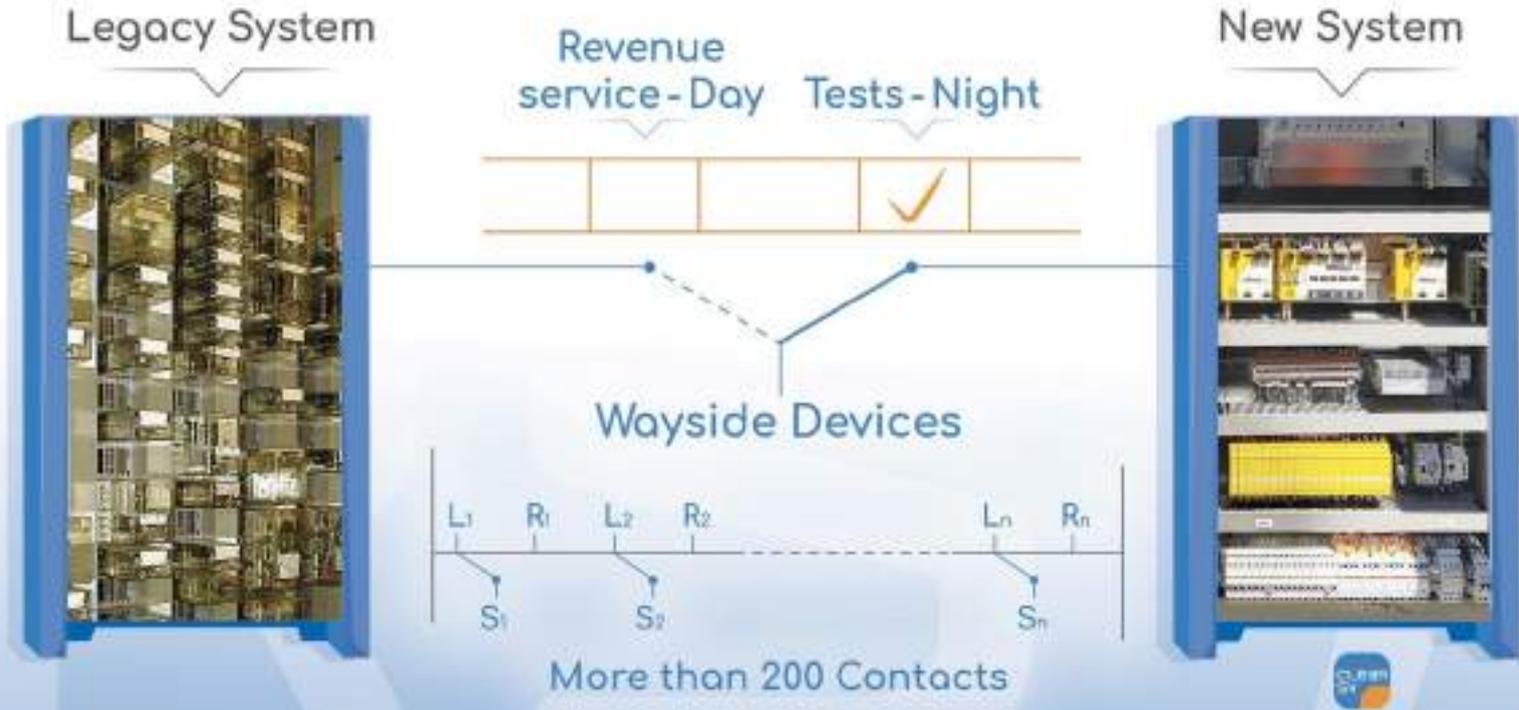
Emballage DIN, Relais



Systeme d'interface à verrouillage
24 contacts NF et 24 contacts NO
Emballage de carte 6U

*SIL4 : la probabilité que les contacts NO ne s'ouvrent pas est de 10-8 par heure.

Système d'interface de verrouillage vital



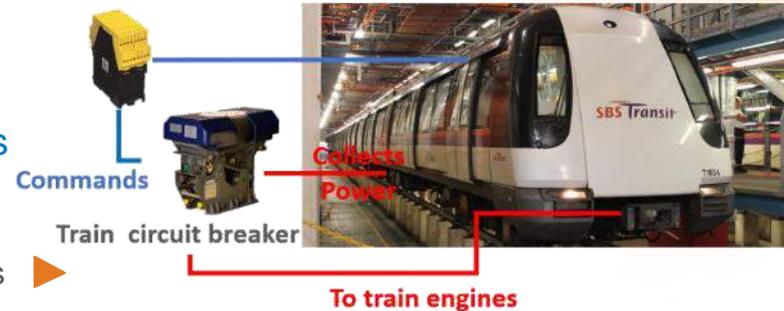
Applications du relais RS4

- ▶ Relais d'interface de sécurité pour automate SIL4
 - ▷ Entrées et sorties
 - ▷ Isolation galvanique de 2kV (AC)
- ▶ Contacts de signalisation fermés et verrouillés commandés par l'unité de contrôle des portes de l'écran de la plate-forme
- ▶ Relais de sécurité pour applications embarquées
 - ▷ Disjoncteur de traction du train de commande

RS4 contrôle les disjoncteurs ▶



LUXTRAM - Tramway luxembourgeois ▲



Réseau d'E/S déportées de sécurité (SIL0, SIL2, SIL4) SATURN

Réduction du câblage pour les applications à bord ou en bord de piste

- ▶ Remplacer le câblage par un réseau de sécurité
- ▶ Protocole de communication non standard à source ouverte
 - Protocole compatible EN50159
- ▶ Différents modules de niveau de sécurité sur le même réseau
- ▶ Temps de réponse du réseau industriel : 10 à 15 ms
- ▶ Débit de données : 12 Mbits/s sur 100 m
- ▶ Emballage 3U
- ▶ Jusqu'à 512 entrées/sorties
- ▶ Partenariat avec : Leroy Automation



Plateforme de sécurité CLEARSY

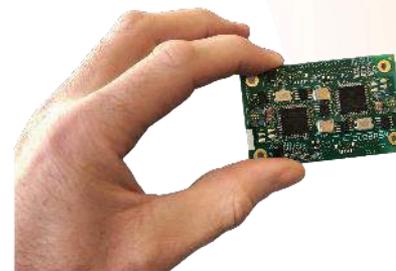
Plateforme d'exécution de sécurité à faible coût pour les applications SIL4

La plateforme de sécurité CLEARSY combine :

- ▶ Un **environnement de développement logiciel complet** basé sur un **langage formel** (langage mathématique B) et utilisant une double chaîne de compilation (certifiée T3)
- ▶ Une **plateforme informatique** qui **intègre nativement les principes de sécurité** (5cm x 8cm)

Les objectifs de la plate-forme sont les suivants

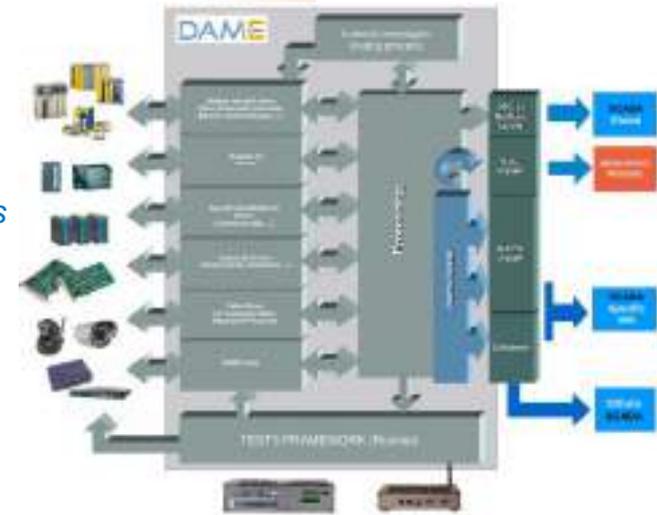
- ▶ **Faciliter le développement de systèmes et de logiciels certifiés SIL4**
- ▶ **Réduction drastique du temps et des efforts de certification (80%)**, certificat générique SIL4 fourni
- ▶ **Réduire considérablement les coûts** liés à leur développement



DAME

SCADA personnalisé

- ▶ **SCADA sur mesure pour des applications ou des systèmes de petite ou de grande taille : architecture flexible**
- ▶ **Élargir à la demande la gamme des dispositifs et des protocoles pris en charge**
- ▶ **Interface avec le SCADA disponible sur le marché : *préparation des données, état des composants***
- ▶ **Supervision en temps réel de grands systèmes complexes (PLC, dispositifs d'E/S numériques, ...)**
- ▶ Calcul en temps réel et déclenchement d'alarmes
- ▶ Collecte et archivage des données d'entrée
- ▶ Archivage des **alarmes**
- ▶ Fournit des données et des alarmes dans HMI, Modbus, OPC



Ligne **RATP** 1 sur 3 stations (DIL) : PLC et données laserscan

Monorail Sao Paulo ligne 15 (COPPILOT) : Modbus IP, données capteurs laser, vidéo (13 stations)

Ligne Caracas Los Teques (6 stations) (COPPILOT) : PLC, serveur Modbus IP (exportation vers SCADA)

Ligne Honolulu (21 stations) : Carte E/S, RS485 (ATC), Modbus RTU (Unité de contrôle des portes)

Système de supervision centralisée des systèmes de sécurité incendie SIL2



- ▶ Transmet les données relatives à la sécurité incendie (alarmes et état des équipements) **des stations au centre de commandement.**
- ▶ Examine l'équipement de sécurité incendie et l'état de son propre système
- ▶ Informe en temps réel les responsables de la sécurité incendie de tout événement survenant sur le réseau surveillé.
- ▶ Fournit au système d'exploitation toutes les **données nécessaires à la procédure d'urgence préalable à la première inspection**
- ▶ **Contrôle à distance en SIL2 (IEC 61508 (édition 2) - Parties 1 à 4), les dispositifs de sécurité sur site**
- ▶ Contrôle permanent de la validité des données (alarmes, exécution des commandes)

Systeme de supervision certifié, approuvé et interopérable

- ▶ Apte à superviser les systemes d'incendie des **bâtiments accessibles au public**
- ▶ Approuvé par le **CNPP** (article GA44.2) et Certifié **SIL2**
- ▶ **Interopérable** : fonctionne avec le matériel de n'importe quel fabricant
- ▶ **Flexible** : peut être interfacé avec de nombreux systemes de sécurité incendie différents
- ▶ En cours de déploiement dans le **métro de Paris (RATP)** : il centralise la supervision de tous les systemes de sécurité incendie du réseau métropolitain de Paris, et **dans le "Grand Paris"**, le réseau étendu de banlieue et de métro de la région parisienne.



DMI SIL2 et Plateforme générique SIL2 associée

- ▶ Base ETCS 3 DMI basé sur une **plate-forme générique SIL2**
- ▶ L'application IHM spécifique du client peut être ajoutée et ne modifie pas le certificat.
- ▶ DMI gère les dispositifs de sécurité selon CENELEC SIL2
- ▶ EN 50126 (RAMS), EN 50128 (logiciel), EN 50129 (matériel)
- ▶ SUBSET 026 v 3.6.0 chapitre 4.7 / Spécification ERA v 3.6.0 / SUBSET 091 v 3.6.0



Certification



Logiciel développé par **CLEARSY**



Matériel développé par **CENTRALP**

Simulateur opérationnel et de trafic ETCS

Simulateur opérationnel

Construire une visualisation en temps réel d'un train circulant sous supervision ERTMS

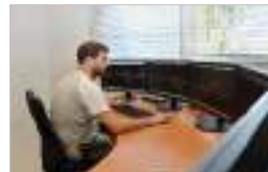
- ▶ Messages latéraux prédéfinis
- ▶ Messages de RBC simulés
- ▶ Autonome
- ▶ Ligne de base 2 ou ligne de base 3
- ▶ Première version en 2005
- ▶ Fonctionnement sous Linux



Simulateur de trafic

Construire un modèle technique détaillé d'un chemin de fer complet fonctionnant sous ERTMS

- ▶ Première version publiée en 2002
- ▶ Simulateurs pour toutes les parties de l'ERTMS :
 - ▷ IXL
 - ▷ RBC
 - ▷ Définition automatique de l'itinéraire
 - ▷ Trains
- ▶ Peut inclure plusieurs OPSIMU sans 3D



Simulateur de trafic

Banc d'essai de l'unité embarquée ETCS

- ▶ Première version en 2001 (projet européen EMSET)
- ▶ Essais d'unités industrielles embarquées
- ▶ Interfaçage via SUBSET-094



Banc d'essai ETCS RBC

- ▶ Première version en 2009
- ▶ Basé sur un simulateur de trafic
- ▶ Les simulateurs de piste remplacés par des équipements industriels
- ▶ Trains simulés
- ▶ Permet la connexion avec le banc d'essai OBU
- ▶ Permet l'intégration du SUBSET-111-2 pour effectuer des tests IOP (TVS)



Le matériel du banc d'essai RBC est installé dans une armoire avec l'équipement testé.

*RBC : Centre de bloc radio

Contact

- ▶ www.clearsy.com
- ▶ contact@clearsy.com
- ▶ 320 Av. Archimède
Les Pléïades III – BAT A
13100 Aix-en-Provence
FRANCE

