



Thématique : Transports

CATENAIRE INTELLIGENTE / DETECTION DE PANTOGRAPHES BLESSES

Sponsor : Thales

THALES

Fiche d'identité du Challenge

ELEMENTS CLES DU CHALLENGE

Nom du sponsor : THALES SIX et GTS France

Statut juridique¹ : SA

Type de structure (PME / ETI /GE etc.) : GE

CONTACT POUR LE CHALLENGE

Martine Lapierre

CTO, GROUP IS

+33607057950

RESUME DU CHALLENGE

Le pantographe est l'archet sur le toit d'un train permettant de capter l'énergie de traction. Le but de ce challenge est de développer un système de détection des pantographes blessés, avant qu'ils ne viennent arracher le fil caténaire. La détection par caméra doit être efficace de jour comme de nuit, doit lire la plaque d'immatriculation du train, et par IA détecter l'existence d'anomalie dans le profil 3D du pantographe. Les données documentant les blessures sont frugales et doivent être extrapolées.

Thales désire industrialiser et commercialiser ce système qui intéresse les opérateurs ferroviaires français et étrangers. Le Groupe dispose d'une connaissance métier et d'un laboratoire d'IA d'analyse d'images avec apprentissage sur échantillon réduit. La SNCF possède des données de blessures qui devraient être utilisées sous accord de confidentialité.

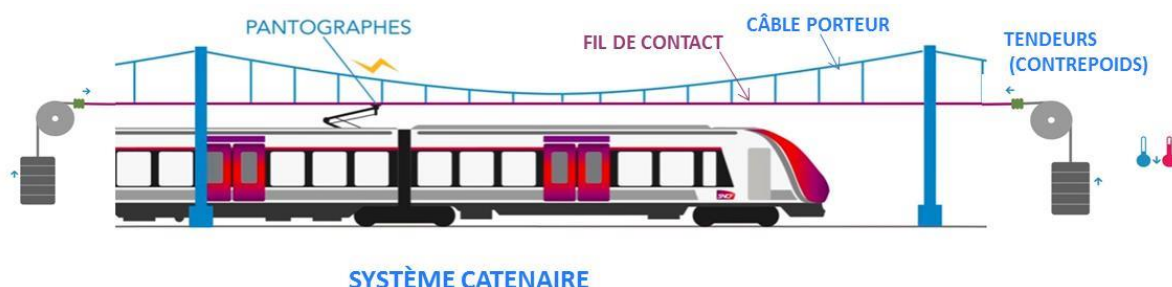
¹ Si le sponsor est un consortium, précisez à chaque fois les différents membres du consortium.

Sommaire

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU CHALLENGE.....	4
2. ETAT DE L'ART DE LA SOLUTION ACTUELLE ET CHALLENGE A RESOUDRE	4
3. RESULTATS ATTENDUS.....	5
4. JEUX DE DONNEES A DISPOSITION ET EQUIPE MOBILISEE PAR LE SPONSOR.	5
5. COMPETENCES ET ENGAGEMENTS DU SPONSOR	6
6. DEROULEMENT DU CHALLENGE.....	6
7. EXIGENCE ET CRITERES DE SELECTION.....	7
8. RESTITUTION DU CHALLENGE.....	8
9. PERSPECTIVES ET RETOMBEEES POSSIBLES DU CHALLENGE POUR LE LAUREAT	8

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU CHALLENGE

La traction électrique des trains se fait soit à l'aide d'un rail conducteur (métros) soit à l'aide d'une caténaire (trains longue distance, RER et tramways). Le système caténaire véhicule de très hautes tensions (25000V ou 1500V) sur le fil de contact qui sont transmises à la motrice du train par le pantographe :



Lorsqu'un train roule avec un pantographe dont certains éléments sont cassés ou profondément écaillés, il peut arracher le fil de contact de la caténaire, et par suite entraîner une coupure de trafic ferroviaire longue et coûteuse à réparer.

Thales désire offrir une solution de détection automatique des pantographes blessés, à base de caméra intelligente, analysant en temps réel le profil des pantographes passant dans son champ de vision à une librairie de profils normaux et anormaux. Cette caméra intelligente, exploitant des algorithmes d'intelligence artificielle (Deep Learning), effectuera un diagnostic local pour ne transmettre que les alertes à un centre de supervision. Il est important de lire la plaque d'immatriculation pour pouvoir traiter le dérangement à postériori avec la bonne entreprise ferroviaire.

Ce dispositif « caténaire intelligente » sera installé sur un pont de signalisation en entrée de gare (avant éclatement des voies) pour superviser un maximum de trains avec un minimum de caméras.

Selon notre estimatif, pour un pays comme la France qui compte 15500 km de voies électrifiées, le besoin en nombre de « caténaires intelligentes » serait de 1500, plus environ 2000 systèmes à l'export. Ces besoins sont à étaler sur 10 ans. Ce volume peut être atteint si le système peut être réalisé pour un coût objectif de moins de 8k€.

Le système peut ensuite être enrichi pour effectuer d'autres détections : par exemple vérifier qu'un train sortant de réparation sort capots fermés et sans outil abandonné sur le toit.

2. ETAT DE L'ART DE LA SOLUTION ACTUELLE ET CHALLENGE A RESOUDRE

Il existe un système commercialisé sur ce sujet par la société CAMLIN (Irlande), mais son prix (environ 150K€) est prohibitif, aussi il est très peu déployé.

Thales estime que les progrès de l'IA et du prix des caméras proche Infra-rouge, permettent de concevoir un système plus simple et potentiellement 10 fois moins cher : éviter d'inclure un radar pour détecter le passage des trains, ne pas recadrer les caméras au vol grâce à l'utilisation de trois caméras - une pour le pantographe, et une par localisation de plaque d'immatriculation.

Les challenges technologiques rencontrés pour effectuer ces détections sont :

- Détection temps réel prouvée efficace pour un train circulant entre 60 et 160 Km/h ;
- Frugalité des données d'incident : si la librairie des pantographes en bon état est riche (plus de cinquante modèles, chacun vus sous tous les angles possibles), la librairie des blessures est pauvre, et sa vision sous tous les angles inexistante ;
- Annoter la nature de l'anormalité à l'Entreprise Ferroviaire (Explainable AI) en documentant les images par un texte (métadonnée) donnant un diagnostic et les raisons qui le sous-tendent ;
- Besoin de documenter la totalité des pantographes existants, sinon, le détecteur ne sera pas efficace ;

- Cyber-sécurité de la transmission pour protéger les données des Entreprises Ferroviaires concurrentes entre elles : profil de sécurité élevé sur un protocole qui sera fourni par Thales ;
- Limitation de la bande passante télécom nécessitant une intelligence « à l'edge » pour n'envoyer que les alertes et non pas toutes les images ;
- Tenue du prix cible de la solution.

3. RESULTATS ATTENDUS

Le résultat attendu est une reconnaissance des défauts des pantographes roulant à 80km/h, avec un bon niveau de confiance dans le diagnostic. Pour permettre une validation progressive du système, il est proposé une qualification en 5 phases :

- La première étape consiste à acquérir les images d'un train en détectant le passage de train par l'existence de mouvement sur la vidéo. Le système effectue alors des traitements d'analyse locaux. Le résultat de la prise de vue doit être une image analysable malgré la vitesse (jusqu'à 80km/h);
- La seconde étape est l'analyse du passage du train suivant un script sur un serveur d'analyse. Ce script réalise alors un rapport des éléments globaux sauvegardés, effectue un diagnostic d'alerte le cas échéant, avec la création de métadonnées pour expliquer ce diagnostic positif. Le résultat est la lecture d'une plaque d'immatriculation, ainsi qu'un diagnostic OK / non OK sur un pantographe. La détection pourra être pondérée par des indices de confiance sur 1) la bonne reconnaissance du pantographe et 2) la caractérisation du défaut constaté ;
- La troisième étape consiste à intégrer la solution de détection avec un système de télécommunication IoT : en cas de diagnostic usage de protocoles de communications cyber-sécurisés pour une session de transmission vers un cloud distant ;
- La quatrième étape consiste à enrichir l'apprentissage pour l'ensemble des pantographes et pour un minimum de 3 types d'alertes par pantographe, ceci malgré le contexte de frugalité des images de défaut. Ces 3 types d'alerte sont :
 - Fissure, Sillon, Ecaille ou absence de bande de carbone sur une portion de la surface normale ;
 - Corne cassée ou présentant une écharde vers le fil de contact ;
 - Hauteur des archets anormale.
 Un jumeau numérique ou physique d'une partie des pantographes est une solution possible pour cette étape ;
- La cinquième étape consiste à vérifier la détection de la « caténaire intelligente » sur un mix de trafic réel (donc probablement peu d'alertes) et de trafic simulé. La qualité de détection sur les alertes provoquées, dans l'application Thales est le résultat attendu.

4. JEUX DE DONNEES A DISPOSITION ET EQUIPE MOBILISEE PAR LE SPONSOR

Le projet sera fait en coopération avec la SNCF qui possède des photos de pantographes blessés sous plusieurs angles. Ces photos digitalisées seront fournies, ainsi que les modèles 3D de pantographes normaux existants. Il est souhaitable que les défauts identifiés sur un type de pantographe soient généralisés aux pantographes similaires. De plus, une comparaison avec une image normale doit permettre d'identifier des éléments non standards, qui seront considérés comme des défauts, pour vérification par un opérateur humain.

Le démonstrateur pourra être installé sur un pont public supervisant une entrée de gare. Si la SNCF l'autorise, ce pont pourra être un pont SNCF, ce qui évite de surveiller le matériel en permanence pendant l'expérimentation.

Thales fournira la partie télécommunication du système, ainsi que l'application centrale pour visualiser les incidents.

5. COMPETENCES ET ENGAGEMENTS DU SPONSOR

Œuvrant dans les domaines de l'aérospatiale, de l'aéronautique, du transport, de la défense et de la sécurité physique ou numérique, Thales se spécialise dans la conception, le développement et le déploiement de produits, systèmes et solutions de haute technologie.

Thales fournit à ses clients les outils technologiques permettant de collecter les données, de les traiter en les corrélant avec de la connaissance métier, de les diffuser et, ainsi, de les aider à mieux comprendre et anticiper l'environnement, à en maîtriser la complexité pour choisir la meilleure option, à agir et obtenir les meilleurs résultats. Cette maîtrise de la « chaîne de décision critique » implique de développer des systèmes, produits et solutions à base d'intelligence artificielle de confiance (validée, vérifiée voire qualifiée et responsable).

Aujourd'hui, l'IA fait l'objet de nombreux travaux de recherche et de développement chez Thales, allant du capteur intelligent (cognitive sensor) au système de systèmes, qui fonde notamment les architectures des nouvelles plateformes de défense tels que le C2 (Command & Control) ou le C4I (Command, Control, Communications, Computers & Intelligence) et la vidéosurveillance.

À titre d'exemple la Commission Européenne a confié à Thales le projet AI4EU (79 partenaires de 23 pays) pour fédérer l'écosystème d'IA en Europe et favoriser le partage, l'usage et la valorisation de nouvelles solutions dans des domaines structurants de l'économie européenne que sont la robotique, la santé, les médias, l'agriculture, les nouveaux senseurs (IoT) et la cybersécurité.

Dans le cadre de ce Challenge « Caténaire Intelligente » Thales s'engage à sponsoriser une start-up ou une PME avec qui elle :

- Intégrera un POC (Proof of concept) pour vérifier la faisabilité et la qualité de la solution ;
- testera une copie du POC en site réel par exemple au sein du Digital Open Lab de la SNCF ;
- supportera l'industrialisation de la solution, si le POC est positif, pour permettre la production en quantité et la diffusion mondiale dans le monde des transports ferrés longue distance ou tramway ;
- Coordonnera avec la SNCF et/ ou sa filiale Altametrus le process d'homologation, et l'interface avec l'équipe trafic qui possède la relation avec les entreprises ferroviaires.

Thales se propose d'identifier un responsable « caténaire intelligente » issu de la ligne de produit « Service Digitaux/Maintenance prédictive » de sa Business Unit systèmes de transport terrestre, afin de favoriser les échanges avec le lauréat. Ce responsable transmettra au lauréat les données et les interfaces techniques utiles au développement et aux tests d'intégration. Il servira de chef de projet pour établir, suivre le planning, et favoriser l'intégration. Avec les équipes de recherche de Thales, il suivra les évolutions des algorithmes et des procédés pour résoudre les challenges technologiques mentionnés. Enfin il assurera le lien avec le client final SNCF et sa filiale Altametrus.

6. DEROULEMENT DU CHALLENGE

Organisation du Projet

Thales, accompagné d'Altametrus, fournit à l'entreprise sélectionnée des données d'identification de pantographes normaux et blessés, ainsi que le contexte métier précis.

Thales accompagnera l'entreprise sélectionnée dans la sélection des algorithmes les plus appropriés, et se propose de compléter la réalisation de cette entreprise (caméra, détection locale) par la fourniture de la partie télécom, l'introduction de cyber sécurité dans l'Internet des objets, et les mesures pour le respect au mieux de la réglementation dans le traitement des données.

Thales pourrait éventuellement disposer d'un cas d'usage précis grâce au Digital Open Lab de la SNCF Réseau, et a dès maintenant accès à un lot de données pour traitement et test de la solution.

L'expérimentation se fera en cinq étapes suivant la sélection du partenaire (tâche 1) :

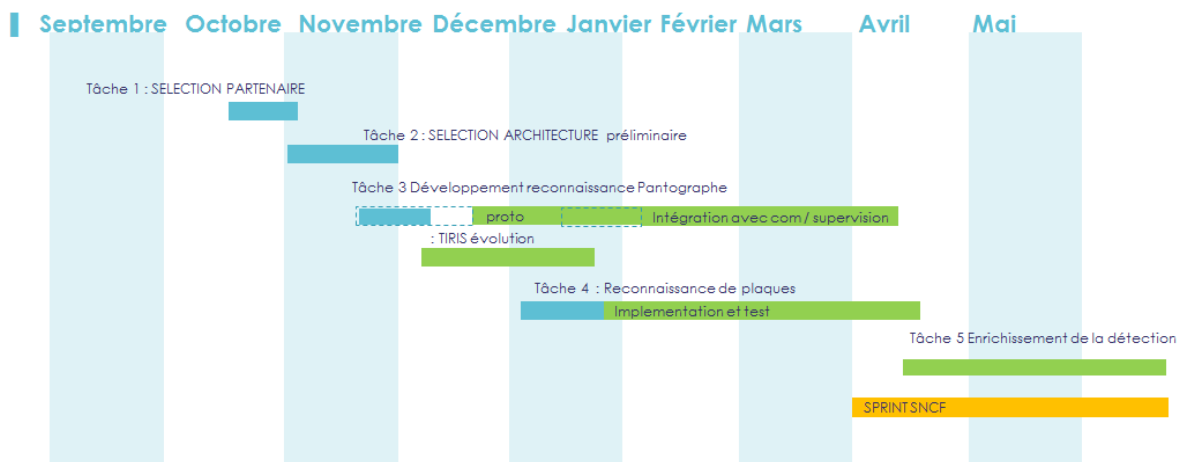
- La tâche 2 consiste à définir l'architecture de la solution, puis à démarrer le développement
- La tâche 3 permet d'

- acquérir les images d'un train avec une sélection des imagerie détectant le passage d'un train, par l'unité de traitement (pas besoin de radar, l'analyse d'image suffit). (on rappelle que la détection peut se faire de jour comme de nuit).
 - d'analyser le passage du train suivant un script sur un serveur d'analyse. Ce script réalise alors un rapport des éléments globaux sauvegardés sur les pantographes détectés, effectue un diagnostic d'alerte le cas échéant, avec la création de métadonnées pour expliquer ce diagnostic positif.
 - accorder l'alerte transmise au modèle d'information et à la pile de protection de cybersécurité pour un usage de bout en bout avec le serveur Thales de supervision.
 - En parallèle, Thales fournit la partie telecom, et met au point les vues de restitution pour l'opérateur, sur la plateforme de gestion TIRIS.
- La tâche 4 consiste à lire les plaques d'immatriculation de la locomotive qui peut se trouver à l'avant ou sur le côté de la motrice (on rappelle que la détection peut se faire de jour comme de nuit).
- La dernière tâche (5) consiste à enrichir l'apprentissage d'intelligence artificielle commencée dans la tâche 3 sur l'ensemble de pantographes et pour un minimum de 3 types d'alertes par pantographe, ceci malgré le contexte de frugalité des images de défaut. Ces 3 types d'alerte sont
 - Fissure, Sillon, Ecaille ou absence de bande de carbone sur une portion de la surface normale
 - Corne cassée ou présentant une écharde vers le fil de contact
 - Hauteur des archets anormale

Un jumeau numérique ou physique d'une partie des pantographes est une solution possible pour cette étape.

- Durant cette dernière étape, un essai sur site SNCF permettra de vérifier la détection de la « caténaire intelligente » sur un mix de trafic réel (donc probablement peu d'alertes) et de trafic simulé.

Planning prévisionnel :



7. EXIGENCE ET CRITERES DE SELECTION

Les entreprises intéressées devront montrer :

- leur niveau de compétence dans le domaine de l'apprentissage automatique (« machine learning ») pour la détection et la classification d'objets dans des images;
- leur aptitude à prendre en compte les impacts liés aux caractéristiques des scènes observées (vitesses de défilement des trains, variabilité des conditions d'éclairage, variabilité des fonds, variabilité des conditions d'installation des caméras, dimension des

pantographes et des défauts recherchés, ...), le facteur traitement en temps réel (au sens traitement en quelques minutes maximum) étant à considérer ;

- leur aptitude à prendre en compte l'influence des paramètres d'acquisition (champ de vue, orientation de la ligne de visée, résolution du capteur, cadence vidéo, ...), le facteur variabilité des conditions d'installation étant à considérer ;
- leur aptitude à prendre en compte les caractéristiques des bases d'apprentissage, en particulier leur frugalité et leur évolutivité dans le temps (nouveaux exemples, nouveaux pantographes, nouvelles classes de défauts) ; la performance de la détection (contexte de limitation des faux positifs, mais reconnaissance des défauts) est à considérer ;
- leur capacité à implémenter sur des systèmes électroniques embarqués les algorithmes envisagés ;
- leurs idées innovantes pour expliquer les prises de décision dans le diagnostic fourni par l'IA.

Pour chacun des items listés ci-dessus, les éléments de réponse pourront porter sur les projets réalisés, les produits développés, le positionnement par rapport à l'état de l'art, l'expérience des acteurs.

8. RESTITUTION DU CHALLENGE

Dans chacune des 5 étapes mentionnées au paragraphe 3, la restitution se fera par constat d'analyse d'image en présence du Sponsor et de l'utilisateur final (SNCF).

La démonstration en étape 5 sur site réel pourra faire l'objet si les résultats sont concluants, d'une journée de démonstration avec des invités de la région Ile de France pour mettre en valeur la qualité du Challenge.

Le transfert de technologie vers Thales et SNCF/Altametriz sera étudié lors de cette restitution : le plus probable est un transfert et une mise à disposition du code exécutable paramétré du logiciel edge et réplique matérielle du PoC.

9. PERSPECTIVES ET RETOMBÉES POSSIBLES DU CHALLENGE POUR LE LAUREAT

Si le test est positif (performance et gamme de prix), Thales est intéressé par l'industrialisation de la solution, afin d'en devenir le promoteur pour son marketing et sa vente par les entités françaises et internationales de Thales.

Ainsi qu'indiqué précédemment, le marché potentiel, si le prix cible est atteint, est de 3500 « caténaires intelligentes » vendues à un horizon de 10 ans.

Si le besoin existe, Thales peut accompagner et référencer le lauréat dans son processus d'accès au marché financier. Il peut offrir lui-même ou servir d'intermédiaire pour la recherche d'expertise complémentaire.