

# THALES



Lorraine **DURIEUX**

Manager Ligne de Produits  
Solutions Réseaux & Télécommunications Intégrées  
[lorraine.durieux@uk.thalesgroup.com](mailto:lorraine.durieux@uk.thalesgroup.com)

[www.Thalesgroup.com](http://www.Thalesgroup.com)

**Téléconduite  
des trains par  
communications  
satellites.**

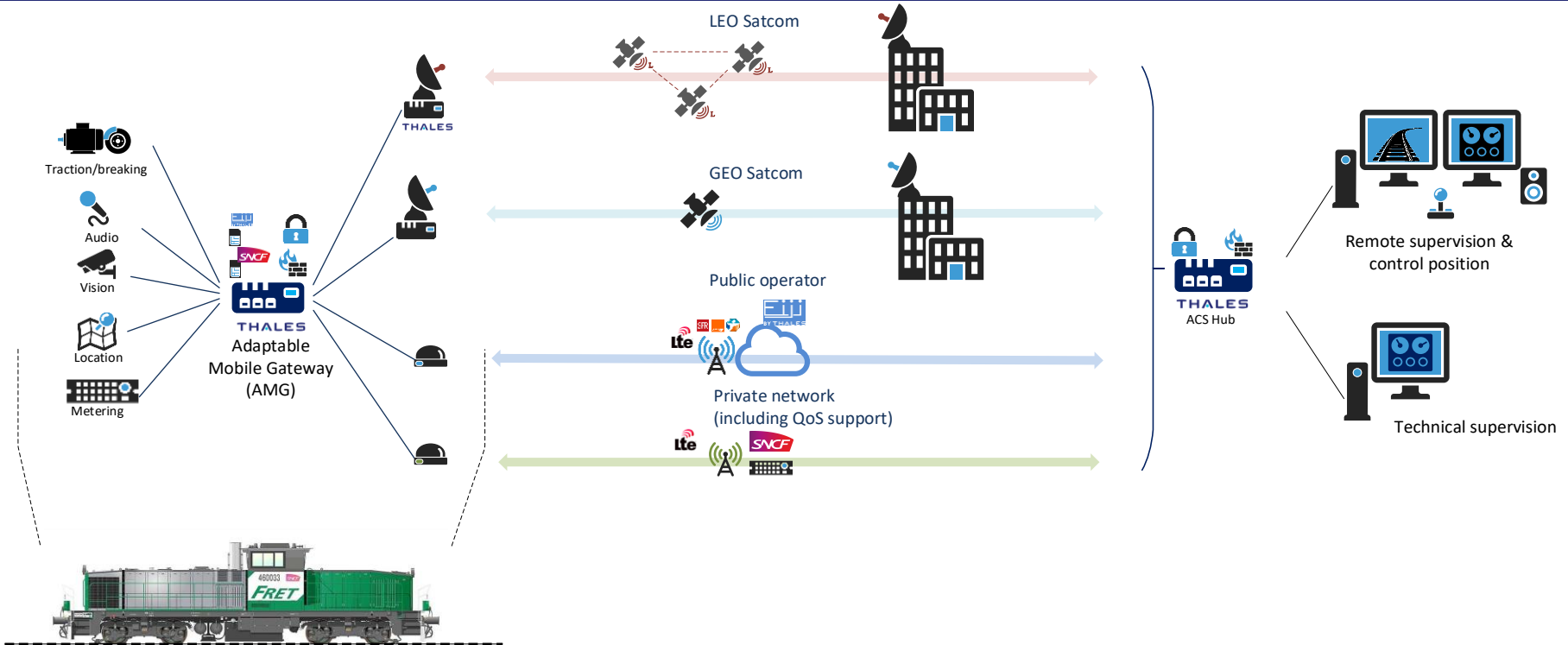


Démontrer la possibilité de **conduire en sécurité une locomotive depuis un site à distance**, avec un niveau de sécurité Globalement Au Moins Équivalent (GAME) à celui obtenu en présence d'un conducteur en cabine.



**Validation par Thales d'un système de communications adaptatives comprenant des technologies terrestres et satellites.**

# Architecture



Système de communications adaptatives adapté au besoin opérationnel de conduite et de supervision à distance des trains.

# Les essais terrain

- LTE privée & LTE publique sur voie principale (jusque 70km)
- LTE publique & Satcom GEO sur voie unique à trafic restreint
- SATCOM LEO sur voie de service



3 démonstrateurs et plus de 15 campagnes d'essais terrain.

# LEO SATCOM – bande L

## Description du système

- Dispositif Thales Iridium Next

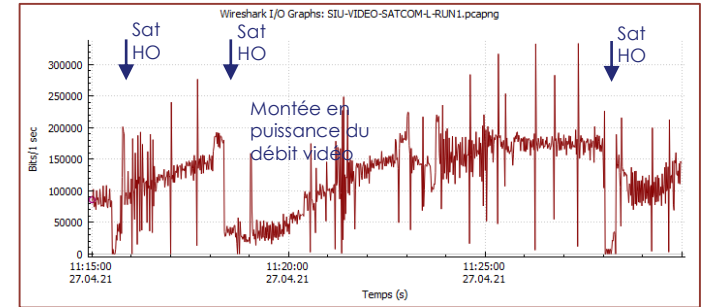


## Observations

- Effet de palier et de montée en puissance en phase de chauffe
- Mécanismes de stockage/compression/transfert pour des transmission montantes
- Bonne couverture radio par rapport à la bande Ka mais débit limité
- Interférences du modem dans la bande GSM-R nécessitant un mécanisme de contrôle à distance du dispositif
- Perte de données lors des changements de satellites, problème remonté à Thales Inc.

## Résultats obtenus

- Dispositif testé avec succès en zone rurale et sur lignes de service
  - **Téléconduite réalisée jusque 15 km/h (cas d'usage : mouvements en dépôt)**
- Hybridation démontrée avec des réseaux 4G/LTE privé et publique
  - **Très bonne qualité de la vidéo grâce au mécanisme d'hybridation (150kbps)**



Evolution du débit vidéo reçu utilisant le SATCOM L



Cartographie des changements de satellites

Caractéristiques	Valeurs
Débit	150 kbps
Latence	800 ms
Handovers	Intra satellite : pas d'impact Inter satellites : courte perte
Couverture	Dépend de l'environnement

Synthèse des performances techniques du système

# SATCOM GEO – bande Ka

## Description du système

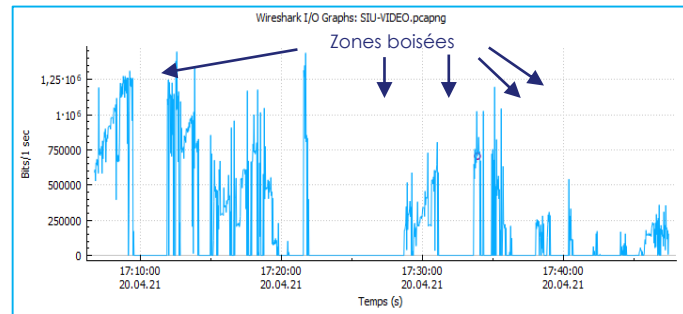
- Système fourni par le CNES, antennes par ACTIA

## Observations

- Dispositif très sensible à l'environnement, notamment pylônes, arbres,...
- ⇒ 36% de disponibilité sur l'ensemble de la voie de test dédiée au SATCOM.

## Résultats

- Pas de téléconduite réalisée : ligne d'expérimentation difficile pour le SATCOM Ka/GEO non anticipée (végétation, orientation de la ligne)



Evolution du débit vidéo reçu utilisant le SATCOM Ka



Caractéristiques	Valeurs
Débit	1,2Mbps lorsque couverture disponible
Latence	600ms
Handovers	Non observé du a l'instabilité globale du système
Couverture	Très faible (36,7% of the test time)

Synthèse des performances techniques du système

# Éléments de comparaison

Technologie	Latence moyenne	Débit	Couverture	Disponibilité	Commentaire
<b>GPRS privé</b>	Elevée	Très Faible	Large	Garantie	
<b>WiFi</b>	Faible	Très élevé	Très faible	Garantie	WiFi dédié => cout
<b>4G publique</b>	Faible	Elevé	Large	Non garantie	
<b>4G privée</b>	Faible	Très élevé	Faible	Garantie	Réseau LTE dédié => cout
<b>5G publique</b>	Très Faible	Elevé	Large	Non garantie	
<b>5G privée</b>	Très Faible	Très élevé	Faible	Garantie	Réseau LTE dédié => cout
<b>SATCOM L</b>	Elevée	Faible	Très large	Non garantie	Insensible aux intempéries Station de base USA
<b>SATCOM Ka</b>	Moyenne	Moyen	Très large	Non garantie	Sensible au masquage



## Technologie SATCOM L/LEO

- Solution a priori viable sur les lignes non-équipées de réseaux dédiés (eGPRS) et où les réseaux publics terrestres sont peu ou pas déployés
- Circulations à faible vitesse pour dégager la voie ou d'autres situations à définir (par exemple le cas d'un ATO GoA4 en panne arrêté à la voie)
- Nécessaire de robustifier les protocoles de communication sur la couche applicative pour la téléconduite et vérifier que le changement de satellite n'impacte pas la vidéo

## Technologie SATCOM Ka/GEO

- Solution a priori non viable pour la téléconduite dans les modalités d'utilisation envisagées
- Nécessaire d'identifier les cas d'usages que pourraient être couverts par ce type de technologie
- Intérêt d'étudier d'autres technologies satellitaires possibles comme les technologies émergentes avec la 5G

**La technologie satellite ouvre des cas d'usages prometteurs, notamment en zone rurales pour des opérations de service et de maintenance.**



Merci



Lorraine **DURIEUX**

Manager Ligne de Produits

Solutions Réseaux & Télécommunications Intégrées

*lorraine.durieux@uk.thalesgroup.com*