

Séance d'information OFT, 22. Novembre 2006

## 4. Migration Zugsicherung en Suisse

### Stratégie et plan de migration

Concept pour la réalisation de ETCS en Suisse

### Phase de migration 1 - équiper

Remplacement de ZUB / SIGNUM par des composants ETCS

### Phase de migration 2 - rééquiper

Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision



**Arnold Trümpi**  
I-ETCS, CFF Infrastructure

Séance d'information OFT, 22. Novembre 2006

## 4. Migration Zugsicherung en Suisse

### Stratégie et plan de migration

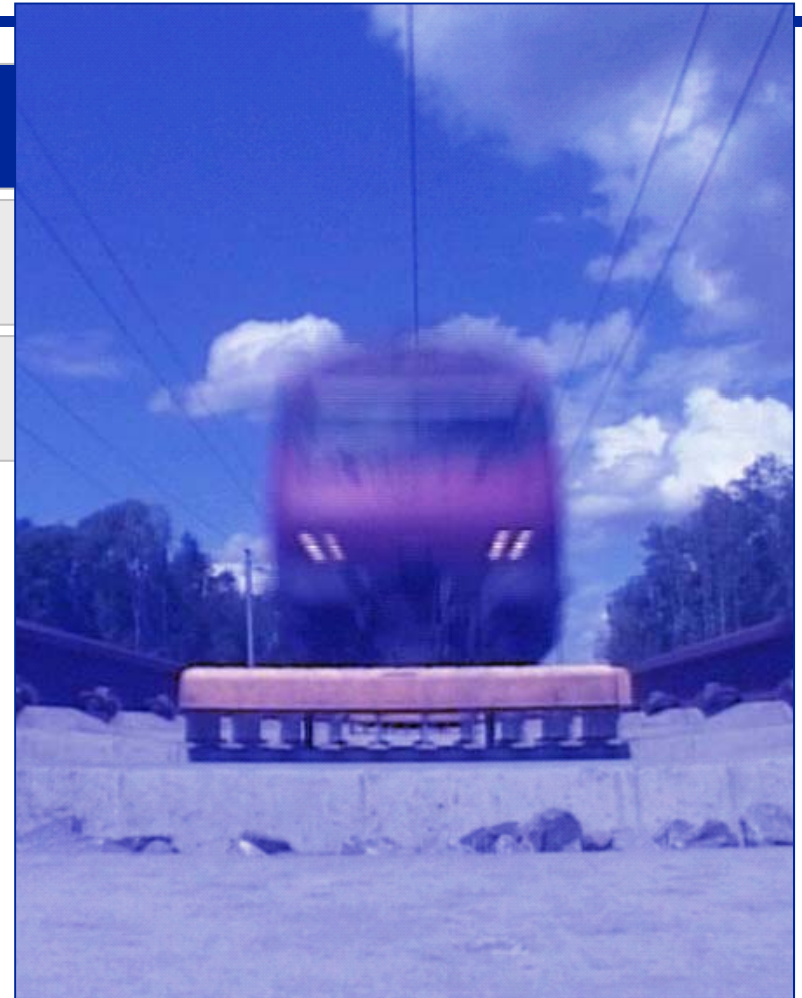
Concept pour la réalisation de ETCS en Suisse

#### Phase de migration 1 – équiper

Remplacement de ZUB / SIGNUM par des composants ETCS

#### Phase de migration 2 - rééquiper



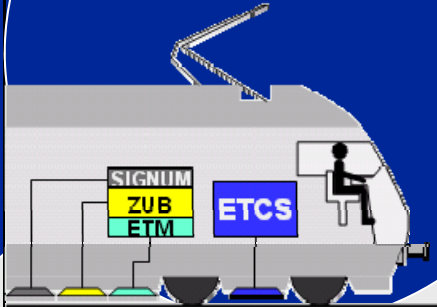

Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision



**Arnold Trümpi**  
I-ETCS, CFF Infrastructure

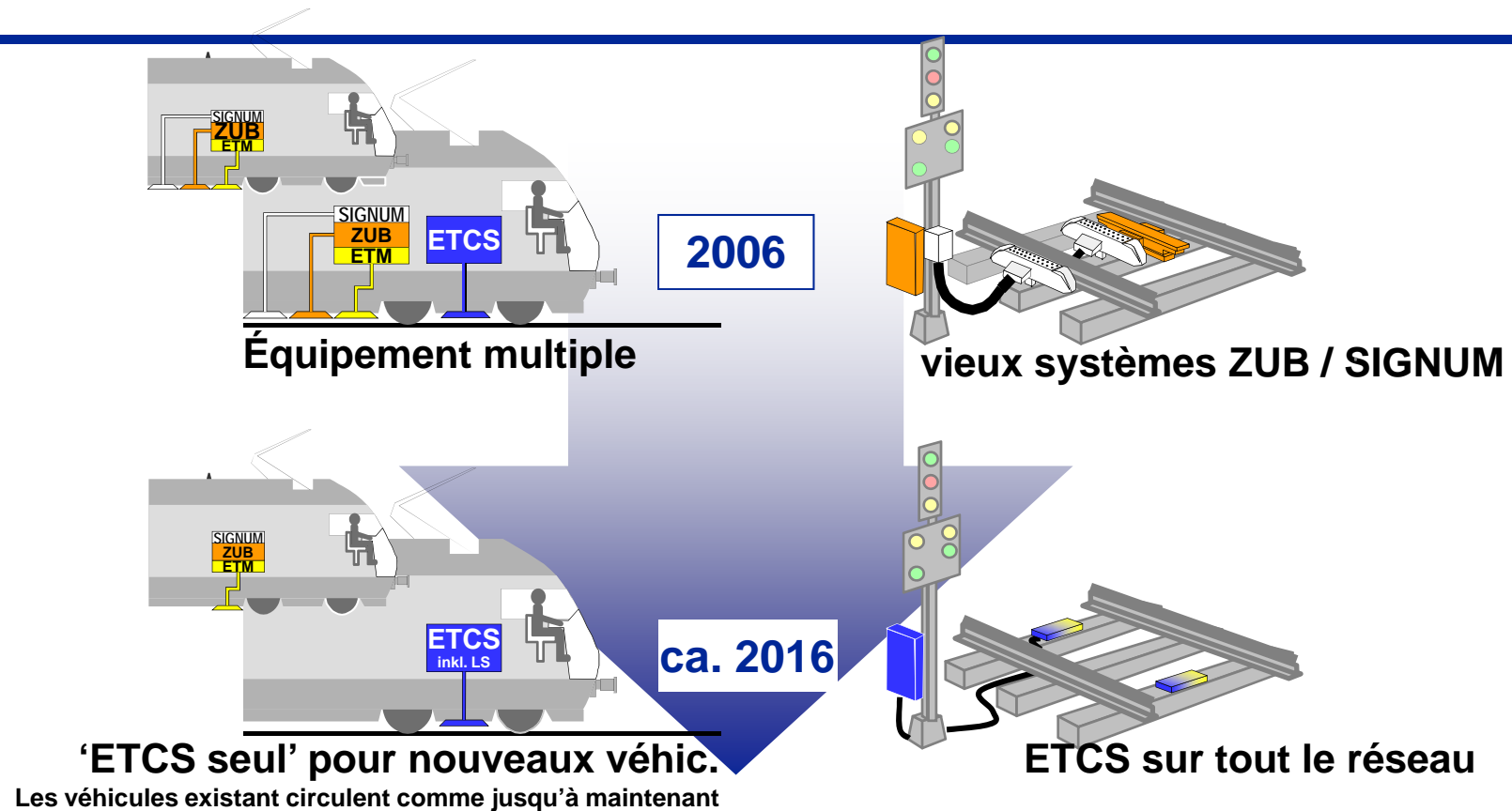
Stratégie et plan de migration

# Fil conducteur pour la réalisation de ETCS en Suisse

Maintien de la substance	Temps de parcours Capacité du réseau	Accès au réseau	Interopérabilité
 <p>Les vieux systèmes ZUB et Signum ne correspondent plus aux exigences de sécurité actuelles et sont donc à remplacer.</p>	 <p>Grandes vitesses et temps réduit entre les trains présupposent une signalisation en cabine.</p>	 <p>Les compagnies accédant au réseau sont obligées, actuellement, d'équiper leurs véhicules de plusieurs systèmes coûteux.</p>	 <p>Les directives légales exigent la réalisation de l'interopérabilité européenne.</p>

Stratégie et plan de migration

# Le but visé de la stratégie ETCS



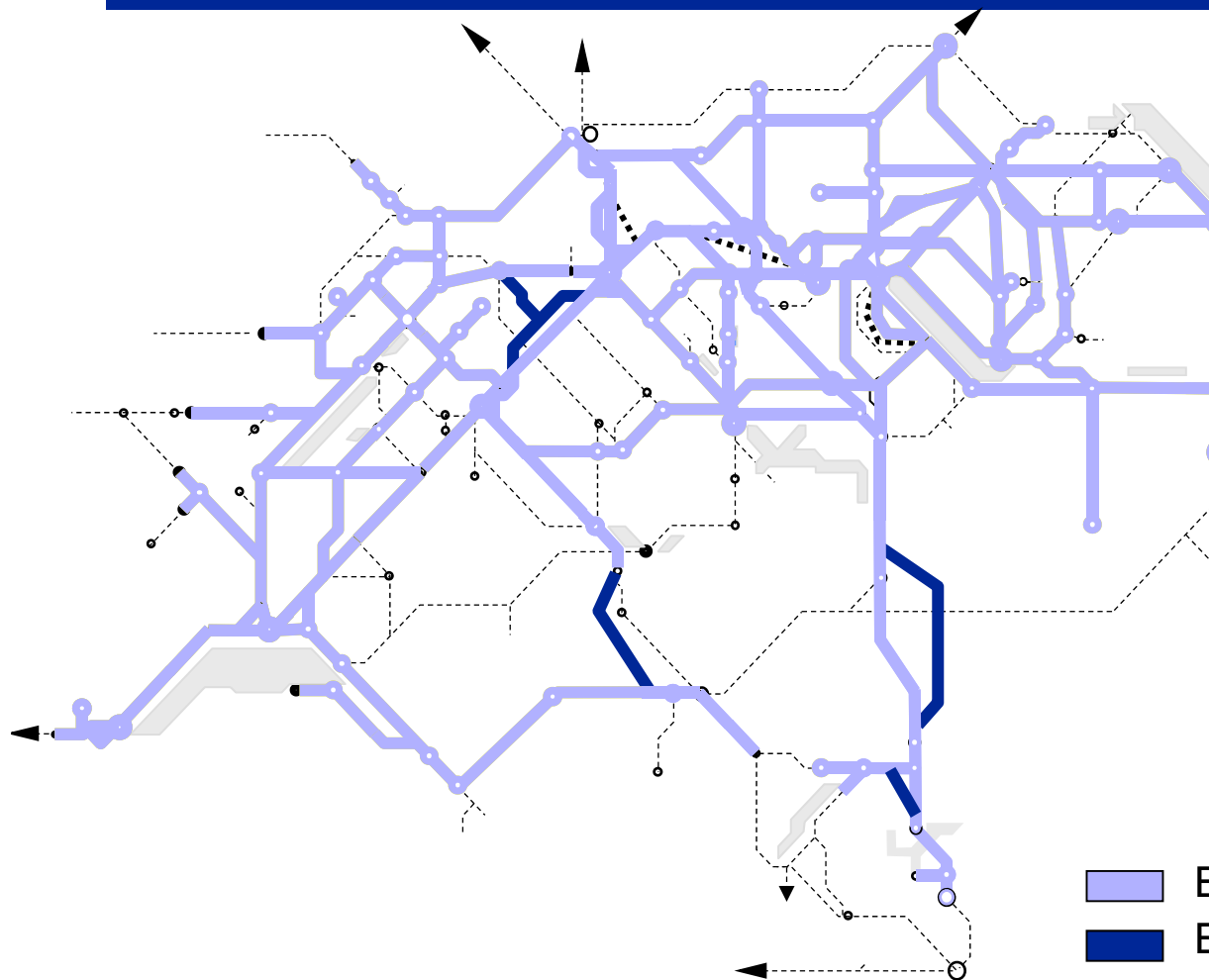
## But visé pour celui qui accède au réseau:

A partir d'environ 2015 le matériel roulant n'a besoin que d'un équipement ETCS pour un accès au réseau non limité.

## But visé pour Infrastructure:



Les vieux systèmes ZUB/Signum doivent être remplacés et simplifiés par ETCS Level 1 Limited Supervision dans le cadre du maintien de la substance jusqu'en 2015 environ.

# Vision ~2015: réalisation de ETCS sur tout le réseau



## But visé jusqu'à environ 2015

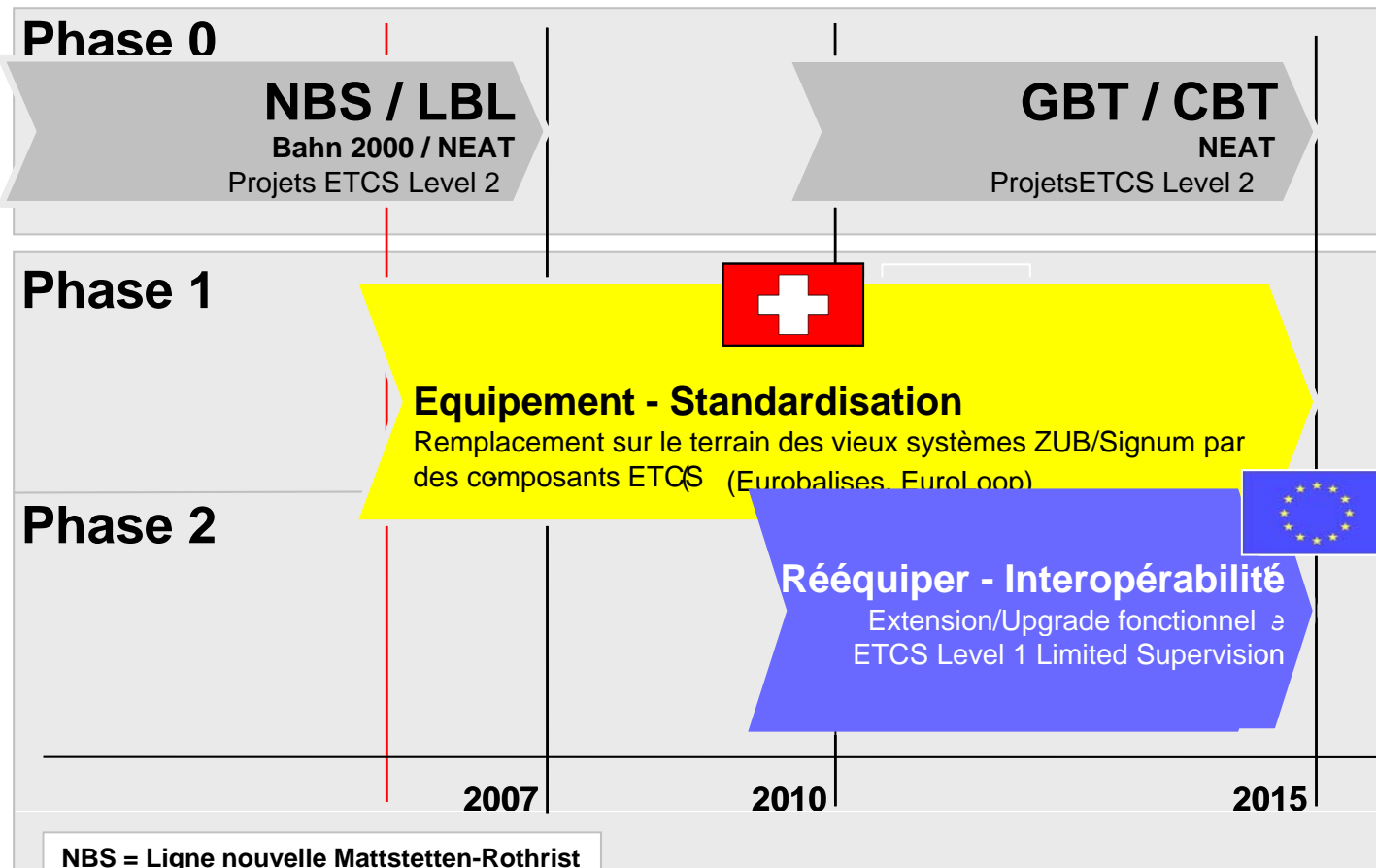
- ETCS est réalisé sur le réseau à voie normale suisse. Seul ETCS est nécessaire pour l'accès au réseau suisse.
- Sur environ 95% du réseau, le système national ZUB/Signum est remplacé par ETCS en mode d'utilisation Level 1 Limited Supervision.
- Sur les nouvelles lignes (environ 5% du réseau) est mis en service ETCS en mode d'utilisation Level 2.

-  ETCS Level 1 Limited Supervision
-  ETCS Level 2

Stratégie et plan de migration

# La réalisation sur tout le réseau en 3 phases

## Phases de réalisation



NBS = Ligne nouvelle Mattstetten-Rothrist  
 LBL = Ligne de base du Lötschberg  
 GBT = Tunnel de base du Gotthard  
 CBT = Tunnel de base du Ceneri

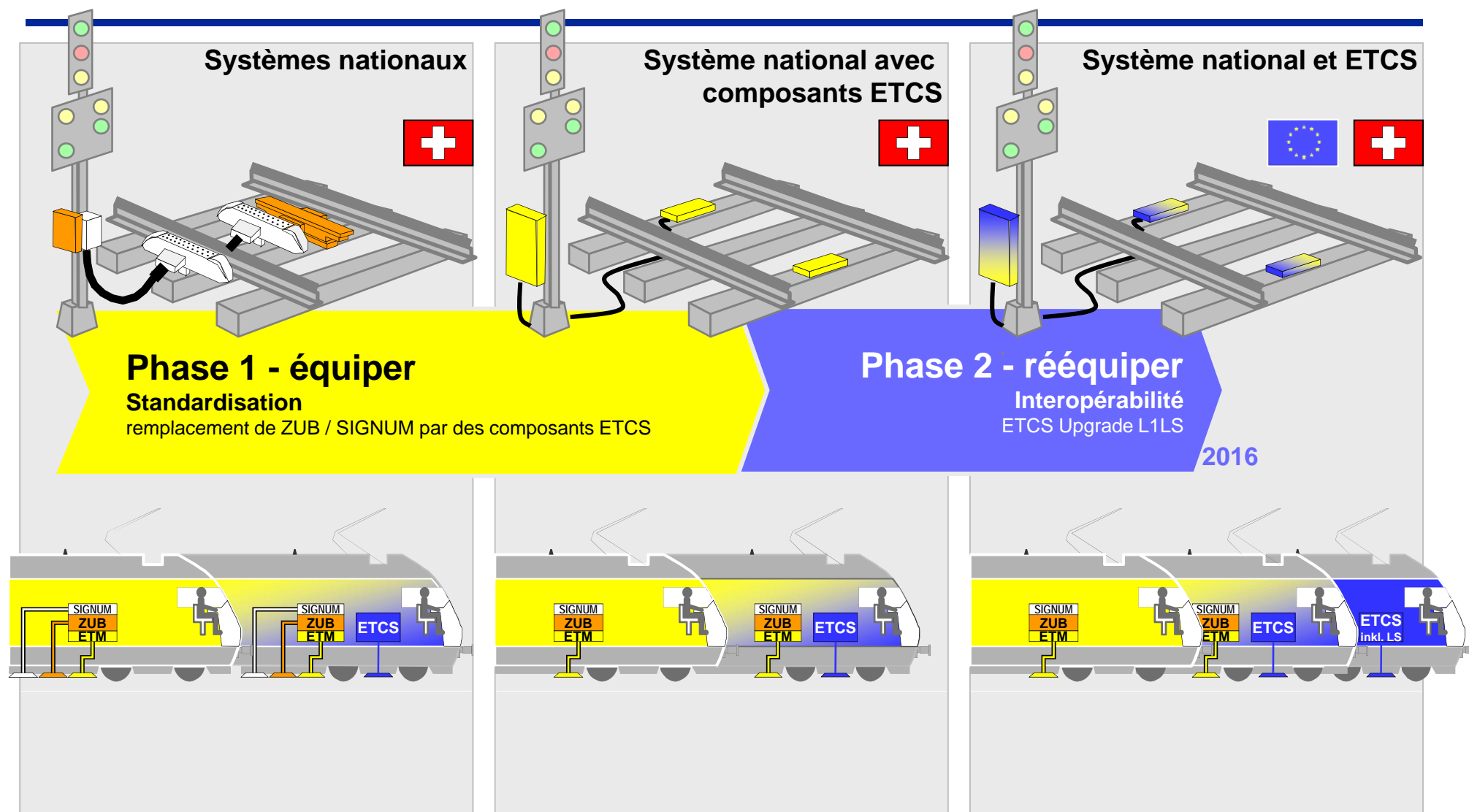
## Buts à atteindre
















Stratégie et migration

# La réalisation sur le terrain



# Risques de la stratégie de migration

Risques /  Conséquences si le risque se réalise /  mesures à prendre pour minimiser le risque
<p><b><u>Sauvegarde de l'investissement:</u> Le nouveau mode d'utilisation ETCS «Limited Supervision» n'est pas accepté ou accepté avec retard dans les spécifications européennes ERTMS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Scénarios alternatifs doivent être testés (Level 1 FS, Level 2, STM national pour P44).</li> <li> L'alliance avec d'autres compagnies (DB, ÖBB, Infrabel, Banverket) est constamment renforcée.</li> </ul>
<p><b><u>Délais/Ressources:</u> la stratégie ne peut pas être réalisée pour 2015 (Corridor 2012) pour cause de manque de ressources dans les compagnies de chemin de fer et dans l'industrie.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Des équipements multiples coûteux pour les nouveaux véhicules sont aussi nécessaires après 2016.</li> <li> Reflexions approfondies sur le 'périmètre' de production pour la réalisation de ETCS sur le réseau CFF.</li> </ul>
<p><b><u>Coûts:</u> les coûts s'écartent de plus de +30% des estimations initiales.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Nouvelle priorité du projet entraînant retard du projet.</li> <li> Mesures d'optimisation des coûts (production en série) sont introduites.</li> </ul>
<p><b><u>Faisabilité technique:</u> la migration ne peut pas être réalisée comme planifié.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Les investissements réalisés jusqu'ici ne peuvent pas être utilisés comme il a été planifié.</li> <li> Tests de faisabilité réalisés avec succès en laboratoire, expérimentation planifiée sur tronçon pilote.</li> </ul>
<p><b><u>Finançabilité:</u> la Confédération réduit les moyens financiers (programme d'allègement).</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Retard du projet dû aux ressources financières.</li> </ul>



Séance d'information OFT, 22. Novembre 2006

## 4. Migration Zugsicherung en Suisse

Stratégie et plan de migration

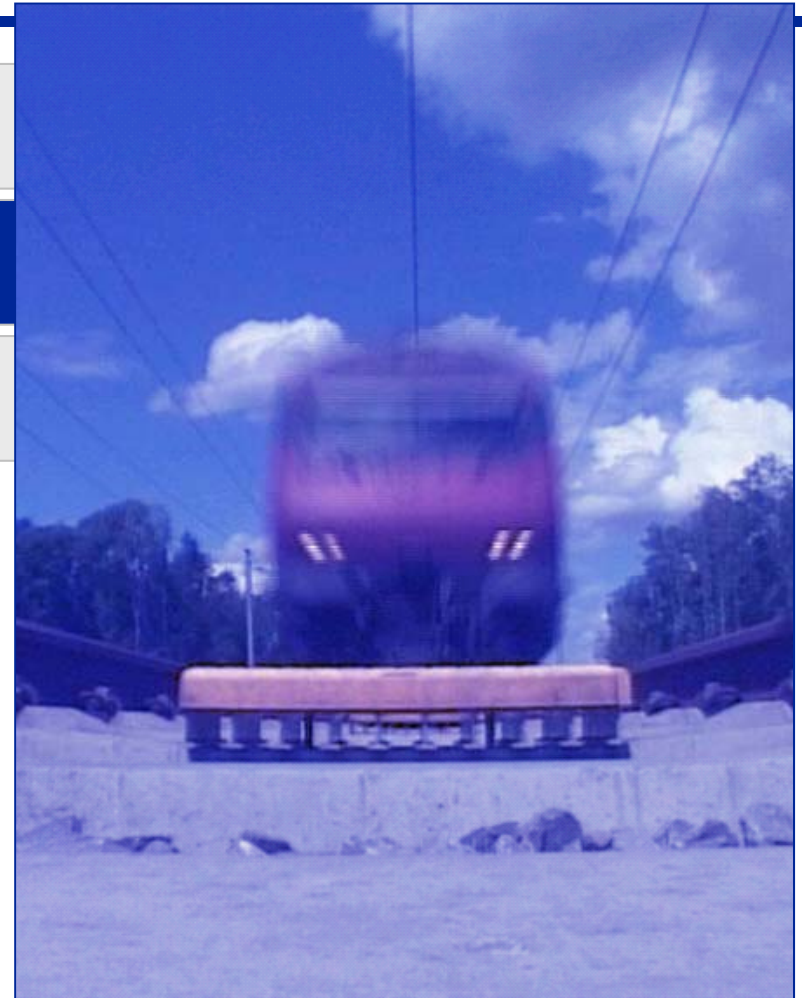
Concept pour la réalisation de ETCS en Suisse

**Phase de migration 1 - équiper**

Remplacement de ZUB / SIGNUM par des composants ETCS

Phase de migration 2 - rééquiper

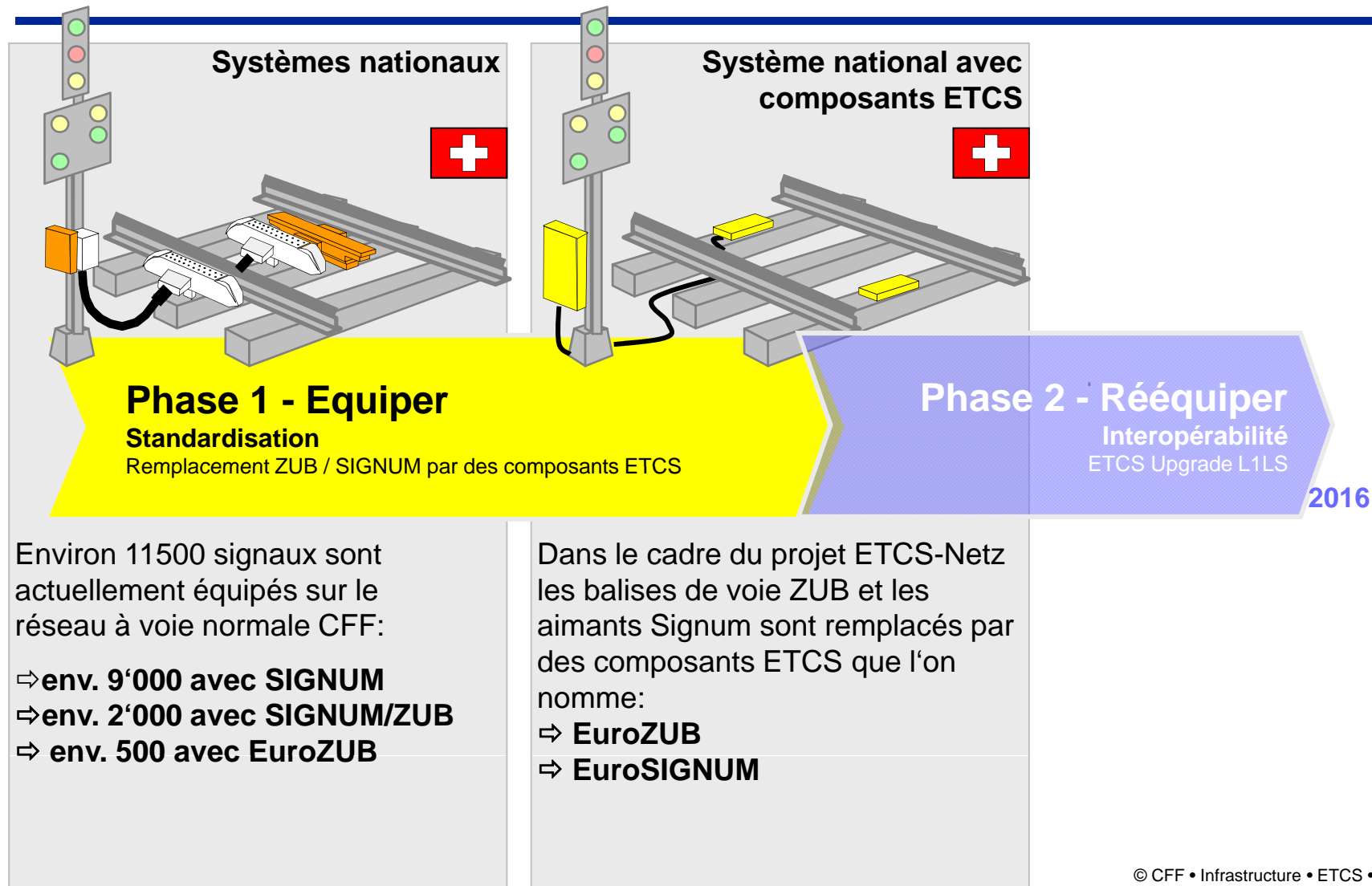
Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision



**Andreas Zünd**  
I-BA, CFF Infrastructure

Stratégie et plan de migration

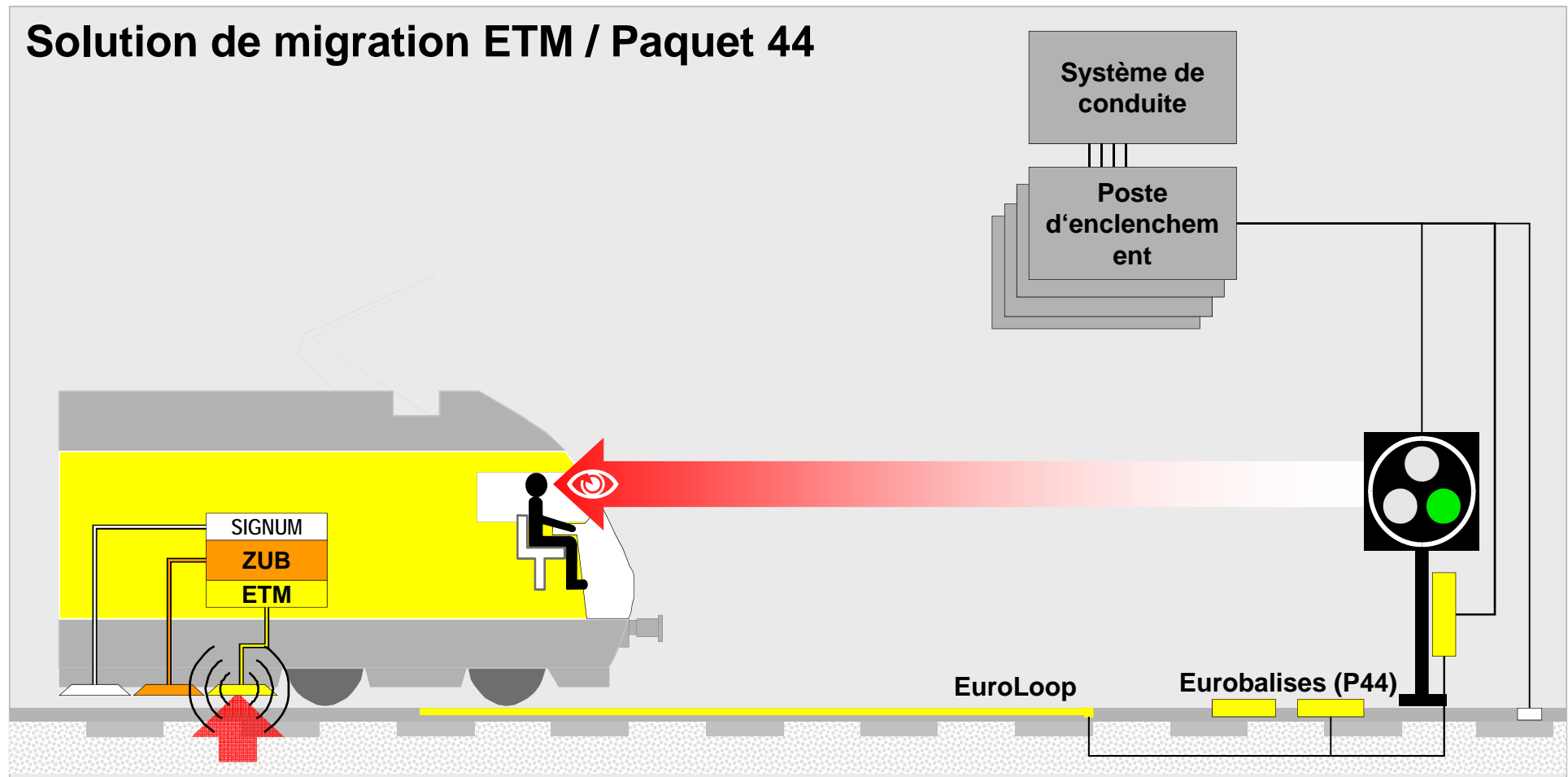
# Situation initiale – But visé



Phase de migration 1 - Equiper

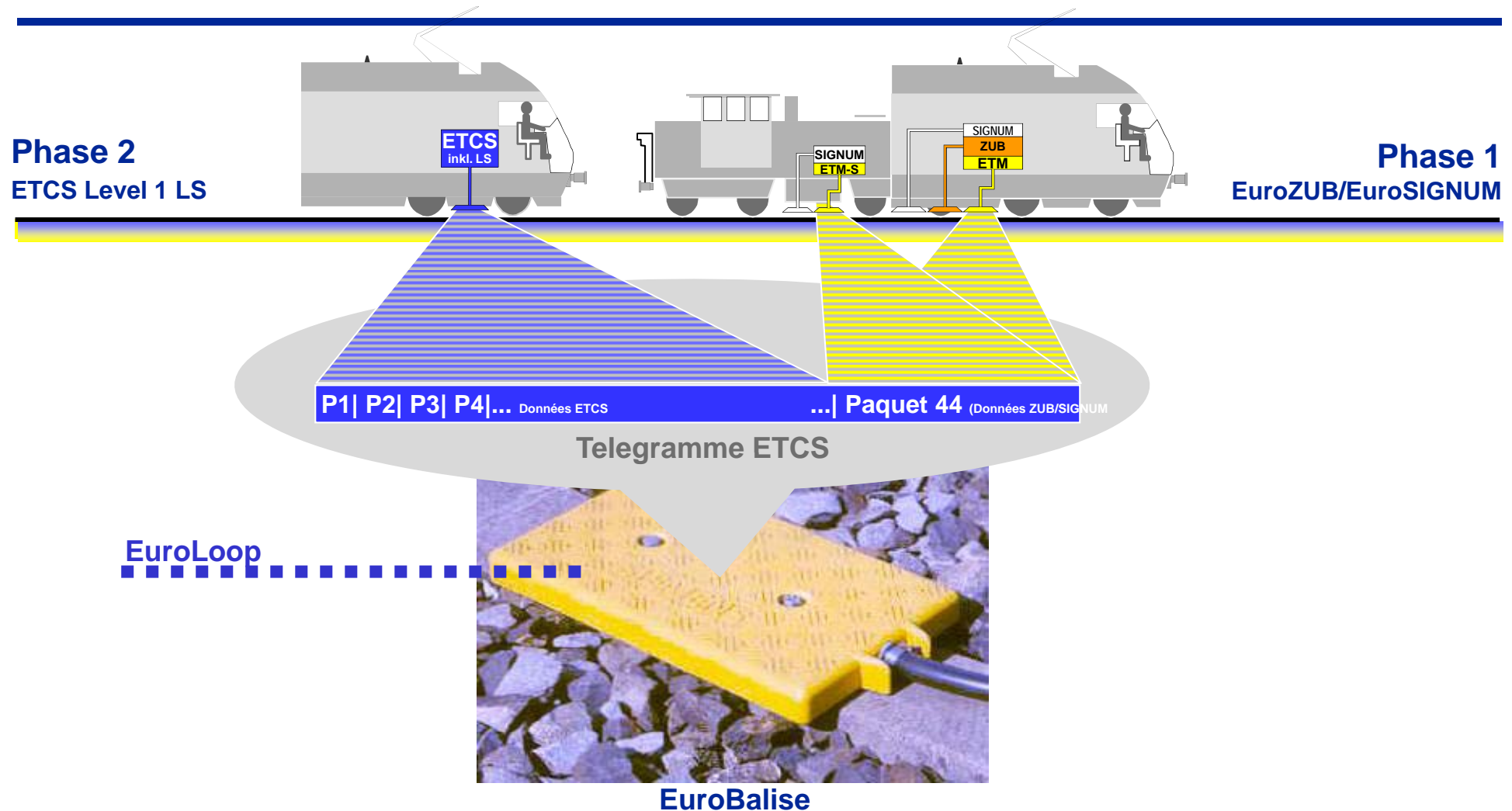
# Dépendance véhicule/terrain

## Solution de migration ETM / Paquet 44



Phase de migration 1 - Equiper

# Le double usage de l'eurobalise



Phase de migration 1 - Equiper

# Situation de la surveillance des trains en Suisse

## **SIGNUM – surveillance ponctuelle Avertissement/Halte**

- ➔ «sécurité automatique des trains», en service depuis environ 1935
- ➔ Sur l'ensemble de la Suisse, env. 12'000 signaux équipés (98%)
- ➔ Véhicules: tous les véhicules de lignes sont équipés et certains véhicules de manoeuvre et de service (Signum seul)

Etat: désuet – SIGNUM ne remplit plus les exigences opérationnelles de sécurité élevées.



Aimant de voie Signum

## **ZUB – surveillance de courbes de freinages par secteur**

- ➔ En service depuis environ 1990.
- ➔ Sur l'ensemble de la Suisse, environ 2'500 signaux sont équipés dont 800 avec boucles ZUB.
- ➔ Véhicules: tous les véhicules de lignes sont équipés.

Etat: plus disponible - Le système ZUB121 (au sol) et le système embarqué dans le véhicule ne sont plus disponibles chez Siemens pour de nouvelles installations.

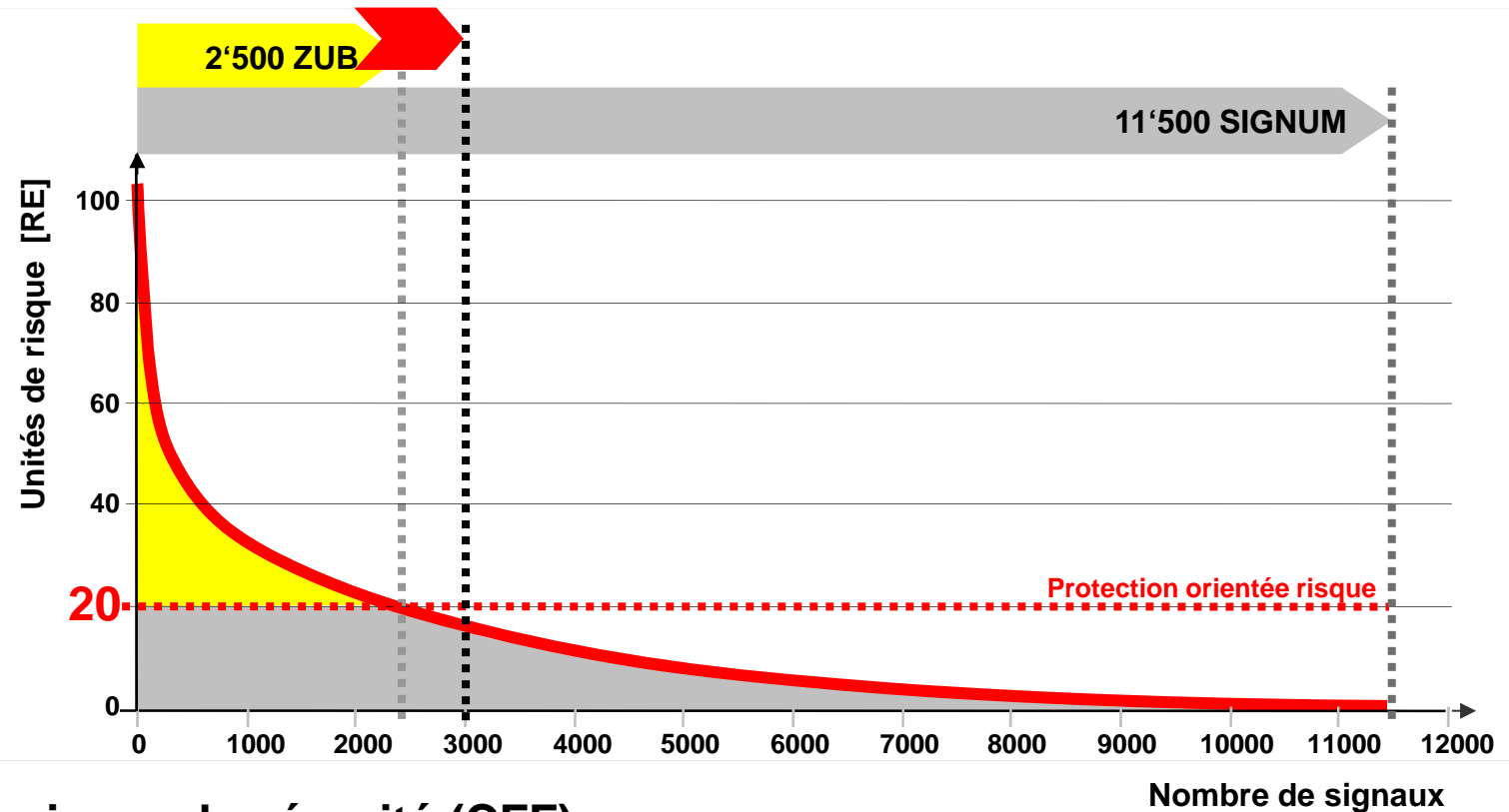
Nouveau produit: EuroZUB (au sol) et ZUB262ct pour les véhicules.



Balise de voie ZUB et aimant de voie SIGNUM

Etat initial de ETCS en Suisse

# Evolution du risque / niveau de sécurité



## Amélioration du niveau de sécurité (CFF)

- ➡ Accroissement prévu du trafic ferroviaire (pronostic jusqu'en 2030).
- ➡ Nouvelle évaluation des risques en considérant le trafic futur.
- ➡ Continuation du développement de la sécurité des trains ciblé vers l'amélioration du niveau de sécurité.
- ➡ Equipement de 500 sections supplémentaires avec EuroZUB jusqu'en 2010.



Phase de migration 1 - Equiper

## Réalisation ZUB/SIGNUM ⇒ EuroZUB/EuroSignum

### Situation

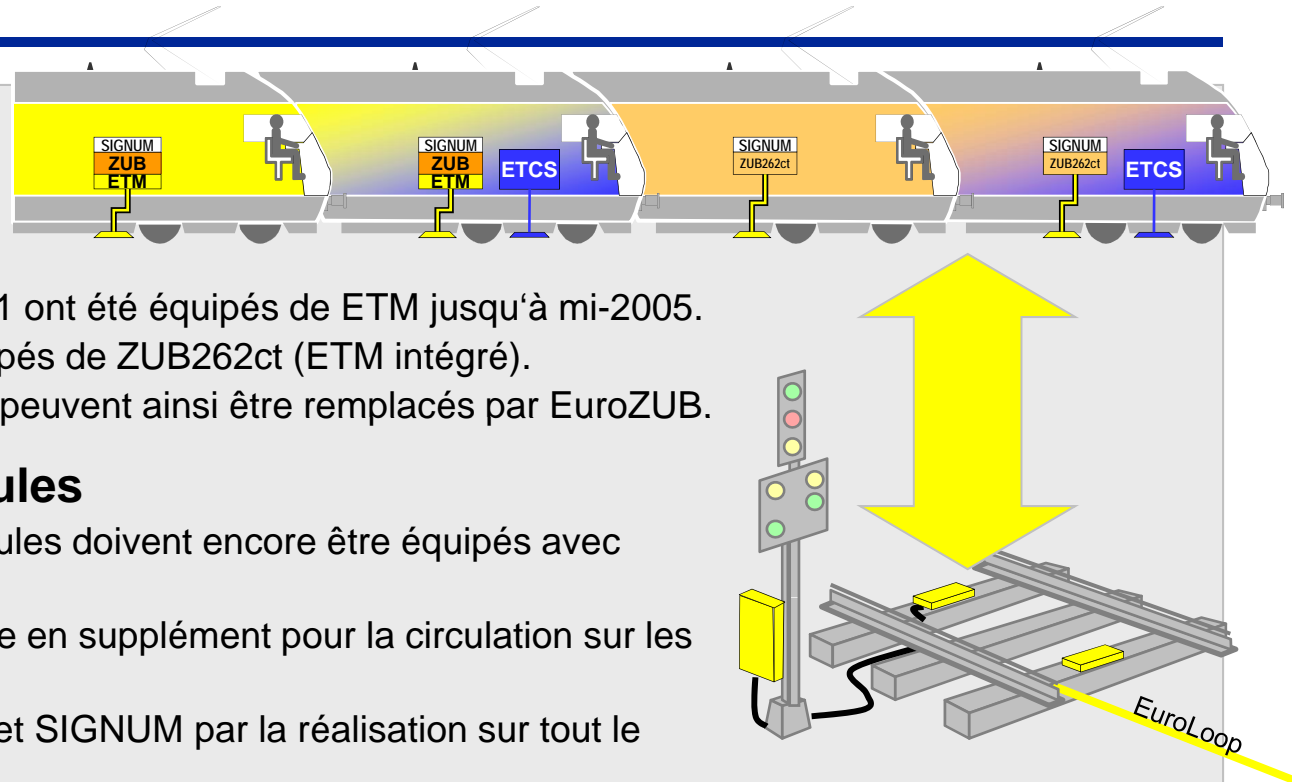
- ➔ Tous les véhicules munis de ZUB121 ont été équipés de ETM jusqu'à mi-2005.
- ➔ Les nouveaux véhicules seront équipés de ZUB262ct (ETM intégré).
- ➔ Les équipements ZUB sur le terrain peuvent ainsi être remplacés par EuroZUB.

### Conséquences pour les véhicules

- ➔ Pour le moment les nouveaux véhicules doivent encore être équipés avec Signum/ZUB 262ct.
- ➔ Un équipement ETCS est nécessaire en supplément pour la circulation sur les lignes ETCS Level 2 ( NBS, LBT).
- ➔ On peut éliminer les antennes ZUB et SIGNUM par la réalisation sur tout le réseau de EuroZUB/EuroSIGNUM.

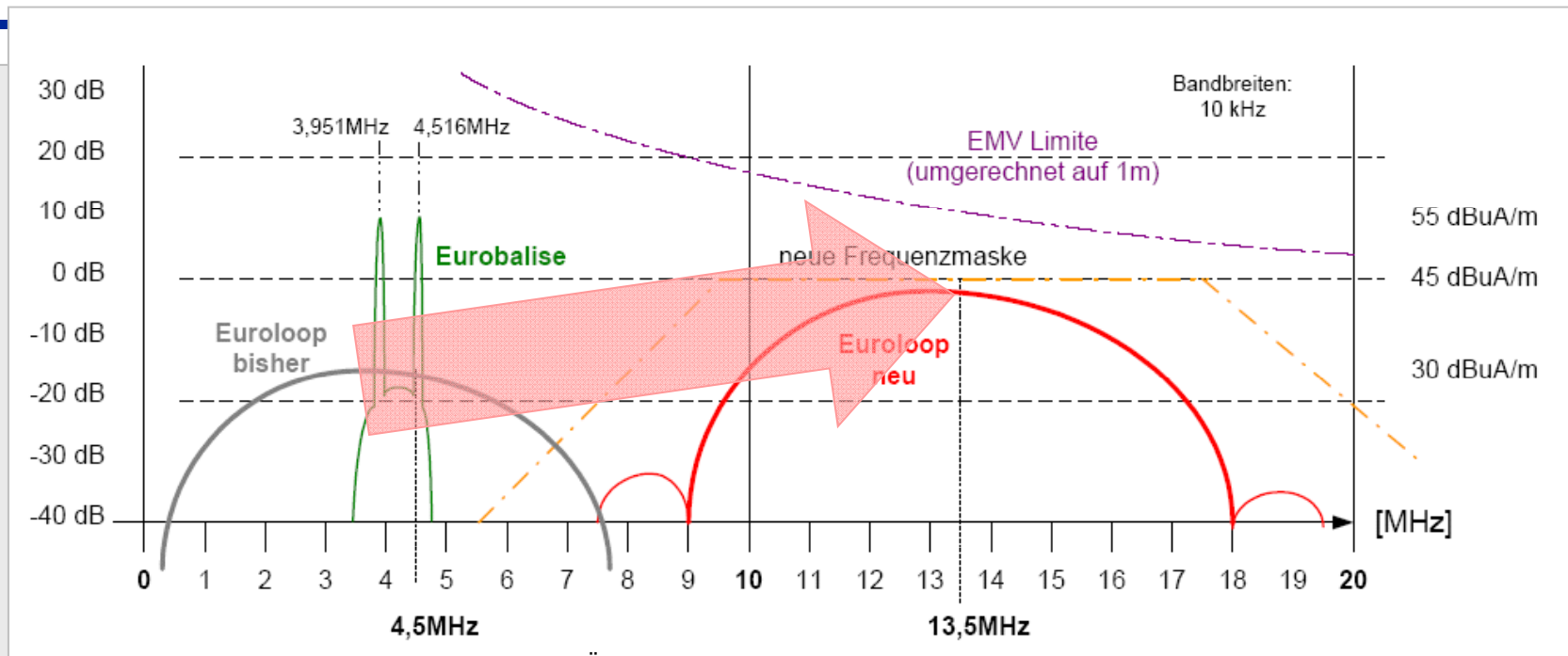
### But visé

- ➔ Les conditions de base pour ETCS Level 1 Limited Supervision (Phase 2) sont définies par le remplacement de SIGNUM/ZUB sur le terrain.
- ➔ Fin 2015: remplacement sur tout le réseau de Signum/ZUB par EuroSIGNUM/EuroZUB.



Phase de migration 1 - Equiper

# Modification EuroLoop



## Situation

Übersicht der Frequenzbereiche / Pegel von Eurobalise und EuroLoop (Quelle: Siemens)

- La spécification de l'Euroloop a été officiellement introduite en 2000 dans les normes ETCS.
- Les systèmes Euroloop (sur le terrain et embarqué) ont été jusqu'à présent uniquement proposés par Siemens.
- La spécification de l'euroloop doit être adaptée à cause des perturbations dues à l'influence du canal de réception de l'Euroloop sur les eurobalises.
- La nouvelle spécification de l'euroloop nécessite une modification du canal de réception de l'euroloop.

Phase de migration 1 - Equiper

# Modification EuroLoop

## Situation

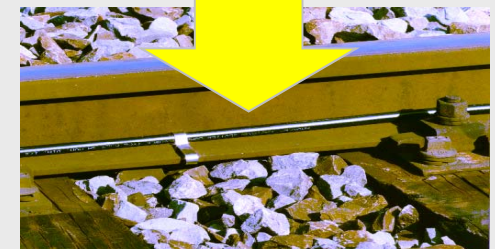
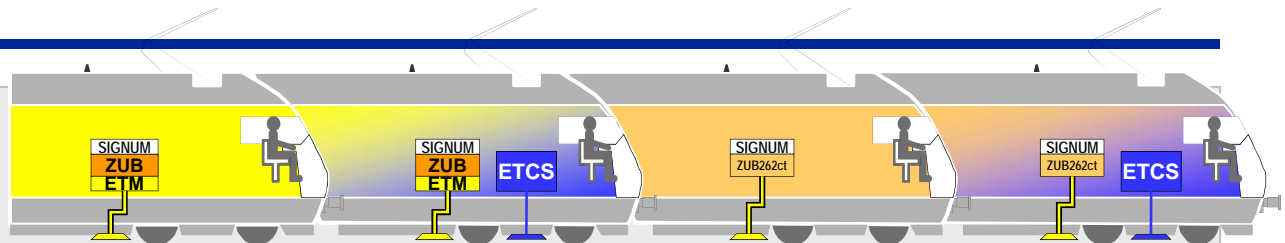
- ➔ Les euroloops sont installées pour les fonctions d'empêchement de départ et de libération.
- ➔ Tous les systèmes embarqués ZUB262ct et ZUB/ETM contiennent une unité de réception euroloop.
- ➔ Le déplacement de fréquence dû à la spécification (4.5→13.5MHz) nécessite une modification du système euroloop embarqué et sur le terrain.

## Conséquence au niveau véhicule

- ➔ L'unité de réception euroloop doit être modifiée pour tous les éléments ZUB/ETM et ZUB262ct embarqués.
- ➔ Un ré-équipement avec la nouvelle unité de réception euroloop (→ ZUB262ct) est nécessaire pour les systèmes embarqués ZUB262c.

## But visé

- ➔ Fin 2007: développement et homologation de l'unité de réception modifiée de l'euroloop.
- ➔ Fin 2008: conclusion de la modification sur le terrain/sur le véhicule (phase de migration courte et coordonnée)



Phase de migration 1 - Equiper

## ETM pour véhicule SIGNUM (ETM-S)

### Situation

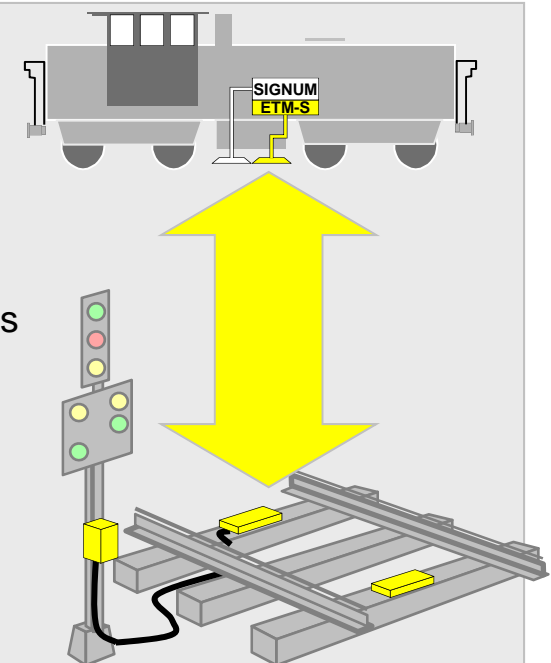
- ➔ Les véhicules ,SIGNUM-seul' (de manoeuvre et de service) ne disposent d'aucune unité de réception pour les eurobalises (ETM).
- ➔ Le remplacement de SIGNUM par EuroSIGNUM sur le terrain ne peut donc pas encore se faire.
- ➔ Le développement de ETM pour SIGNUM (ETM-S) a été initié chez Siemens.

### Conséquence

- ➔ Equipement des véhicules ,SIGNUM-seul' avec ETM-S indispensable.
- ➔ Le remplacement de SIGNUM par EuroSIGNUM sur le terrain ne pourra avoir lieu seulement après l'équipement des véhicules avec ETM-S.

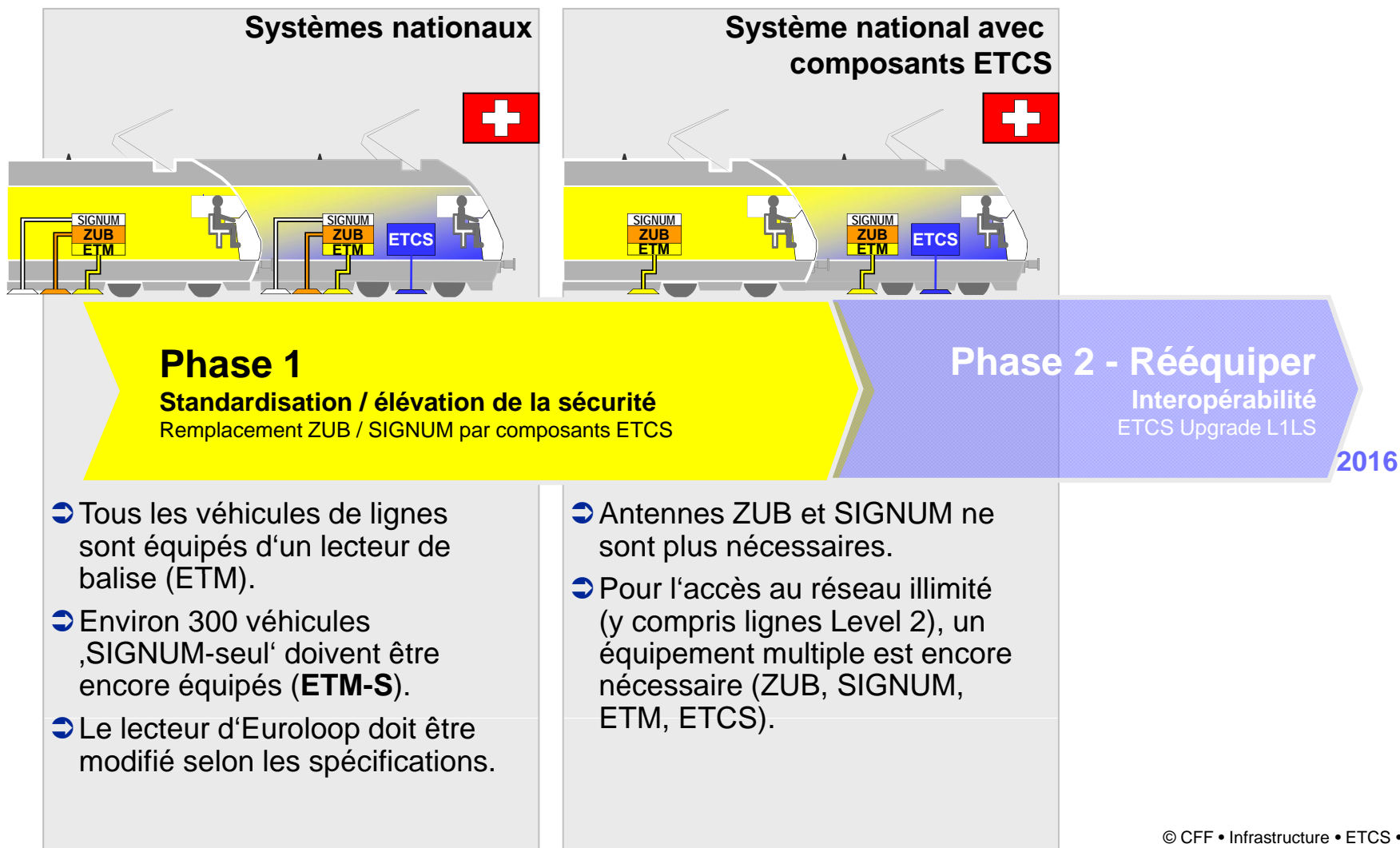
### But visé

- ➔ Milieu 2007: équipement d'un véhicule prototype CFF.
- ➔ Fin 2008: tous les véhicules SIGNUM-seul' sont équipés avec ETM-S selon les directives de l'OFT.



Phase de migration 1 - Equiper

# Résultat de la phase 1



Séance d'information OFT, 22. Novembre 2006

## 4. Migration Zugsicherung en Suisse

Stratégie et plan de migration

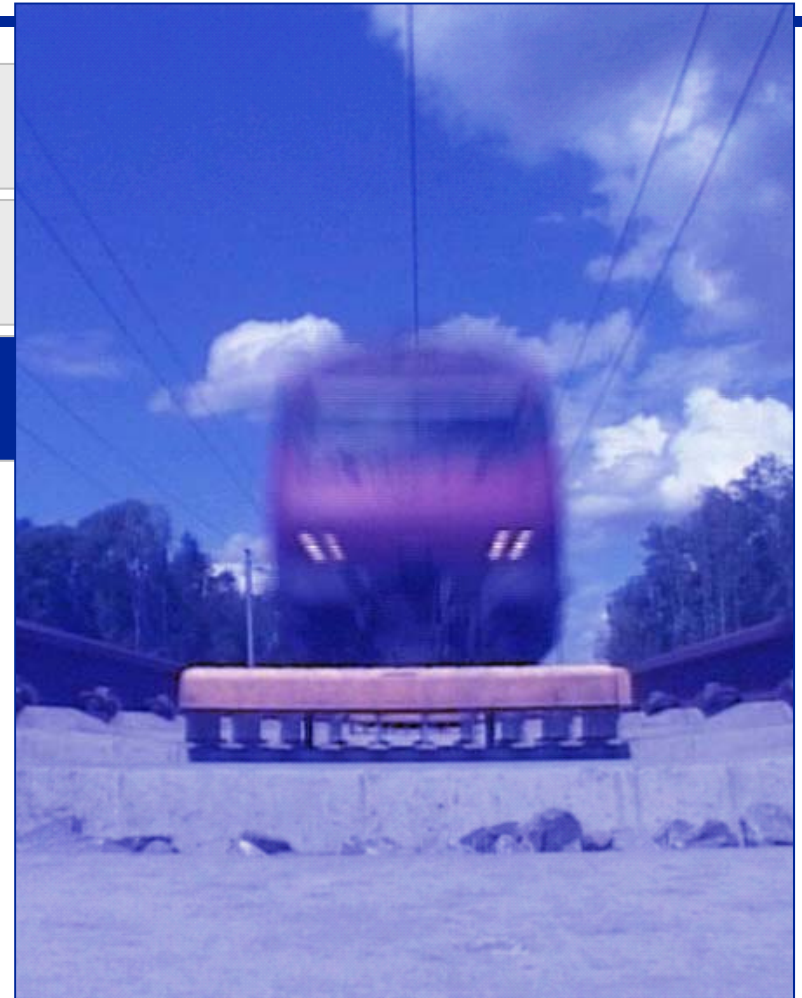
Concept pour la réalisation de ETCS en Suisse

Phase de migration 1 - Equiper

Remplacement ZUB / SIGNALUM par des composants ETCS

Phase de migration 2 - Rééquiper

Upgrade ETCS Level 1 Limited Supervision

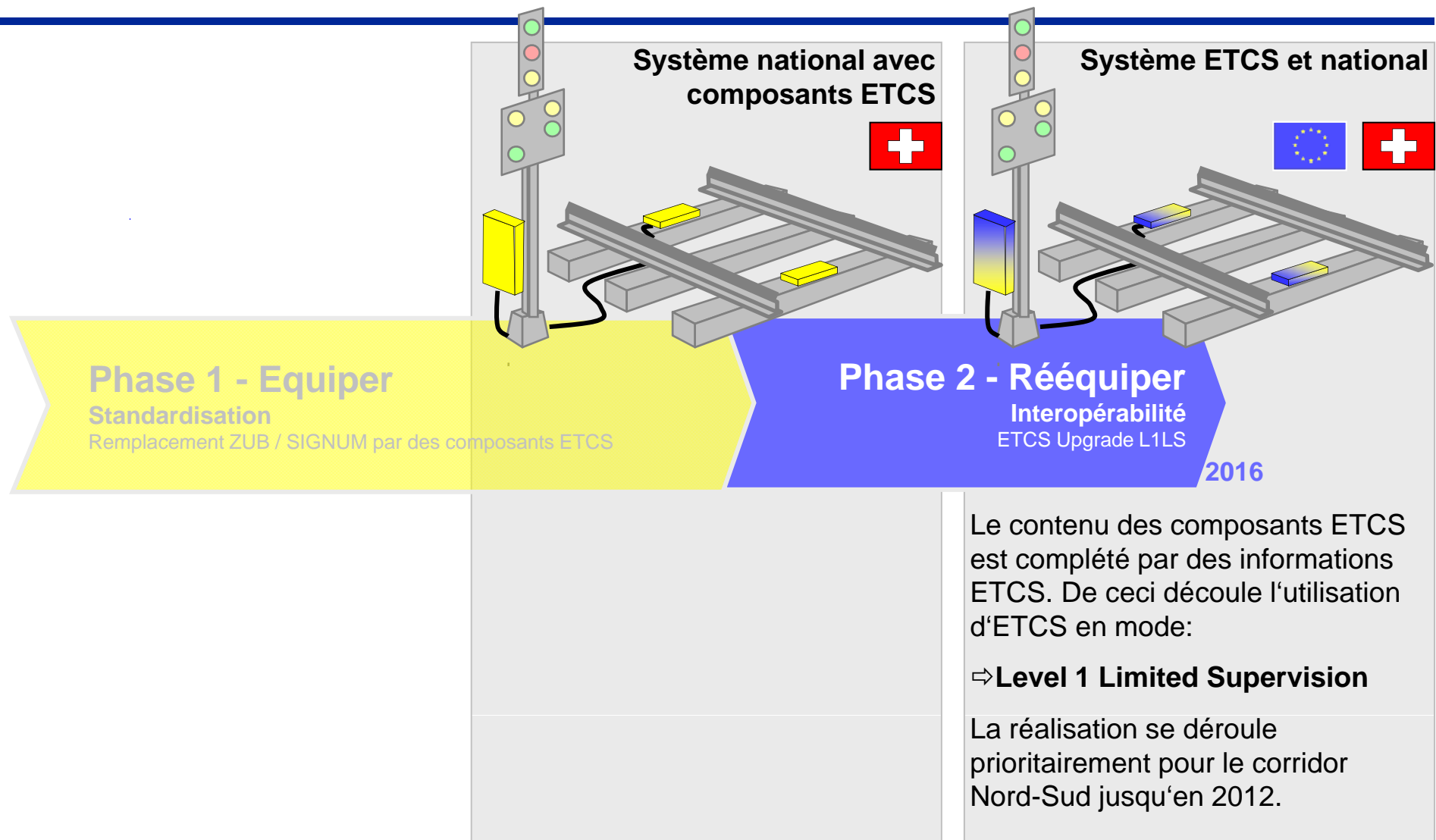


**Arnold Trümpi**  
I-ETCS, CFF Infrastructure



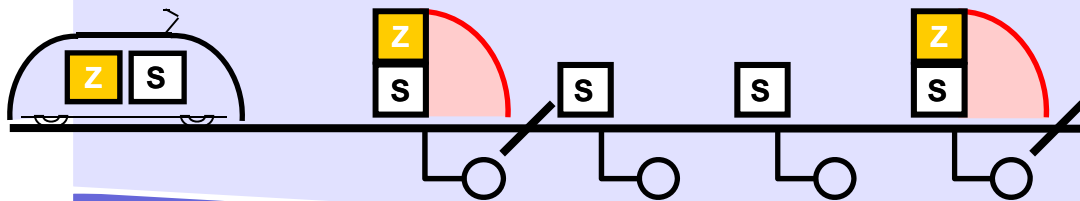
Stratégie et plan de migration

## Situation initiale – But visé



Phase de migration 2 - Rééquiper

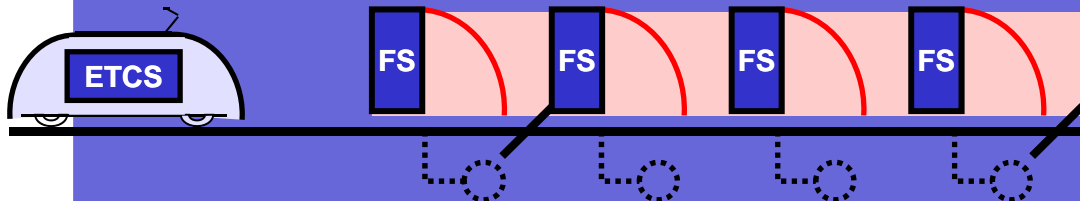
# Limited Supervision ↔ Full Supervision



## Système de sécurité national

Équipement selon des dispositions nationales de sécurité (évolution historique).

➔ Implémentation modulable

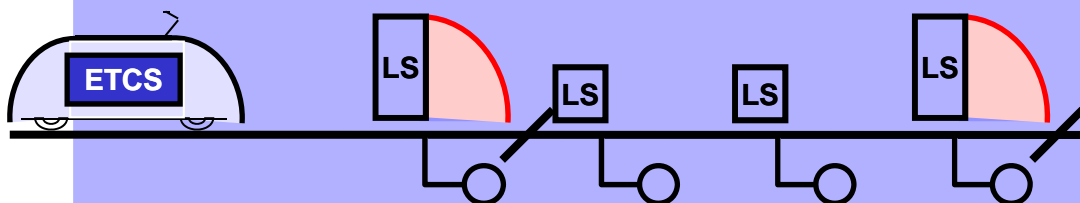


## ETCS Level 1 (Full Supervision)

Signalisation en cabine avec surveillance continue de la vitesse; implémentation d'un système SIL4 nécessaire.

➔ Investissements élevés dans la programmation et les installations sur le terrain afin de maintenir la capacité.

➔ Augmentation de la sécurité



## ETCS Level 1 Limited Supervision

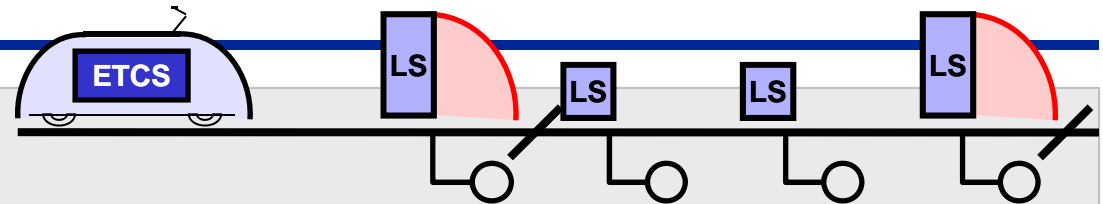
Signalisation extérieure avec surveillance en arrière-plan; implémentation modulable d'avertissement/halte- jusqu'à surveillance de vitesse.

➔ Adaptable aux données nationales.

➔ Augmentation de la sécurité sans perte de capacité.

Phase de migration 2 - Rééquiper

## Avantage de «Limited Supervision»

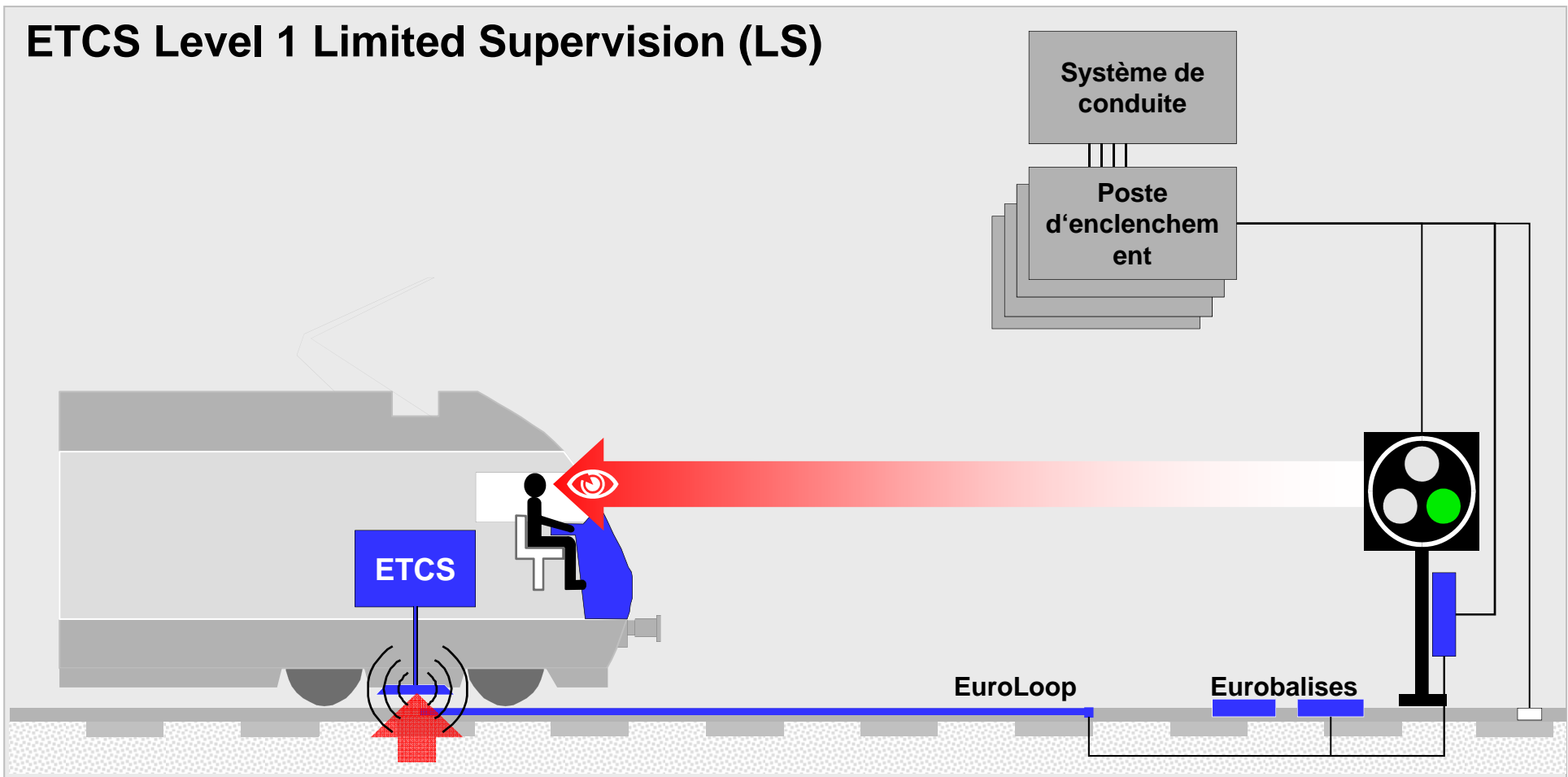


- ➔ LS facilite la réalisation de l'interopérabilité technique sur le terrain et dans les noeuds sans modification importante des installations de sécurité existantes.
- ➔ LS se base sur une surveillance en arrière-plan (pas de signalisation CAB), le mécanicien conduit encore selon la signalisation extérieure et les prescriptions de circulation nationales.
- ➔ LS facilite une réalisation simplifiée (Hardware et programmation) sur le terrain, car une implémentation SIL4 n'est pas nécessaire.
- ➔ LS facilite un recouvrement ou un remplacement du système de surveillance des trains actuel ,qui agit ponctuellement, avec au minimum le même niveau de sécurité.
- ➔ LS facilite la réalisation courante de ETCS à des coûts réalistes et dans un temps de migration raisonnable.
- ➔ LS est une solution de migration intermédiaire sur le chemin (à long terme) d'une implémentation Full-Supervision.

Phase de migration 2 - Rééquiper

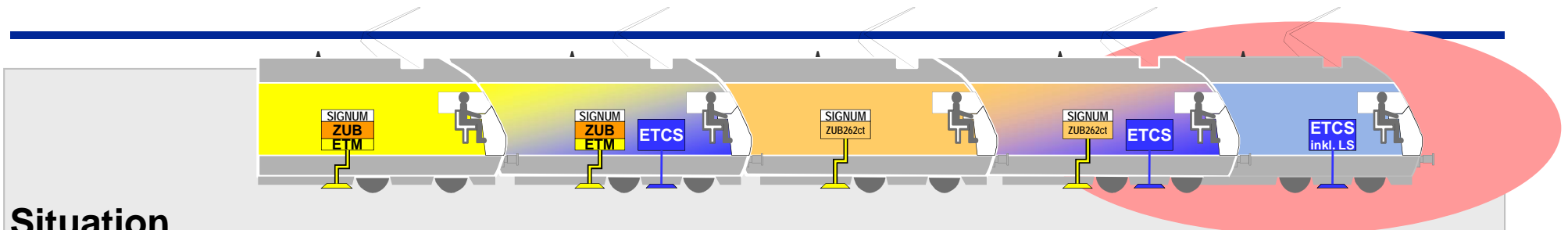
# Dépendance terrain/véhicule

## ETCS Level 1 Limited Supervision (LS)



Phase de migration 2 - Rééquiper

# Réalisation ETCS sur le terrain/dans le véhicule



## Situation

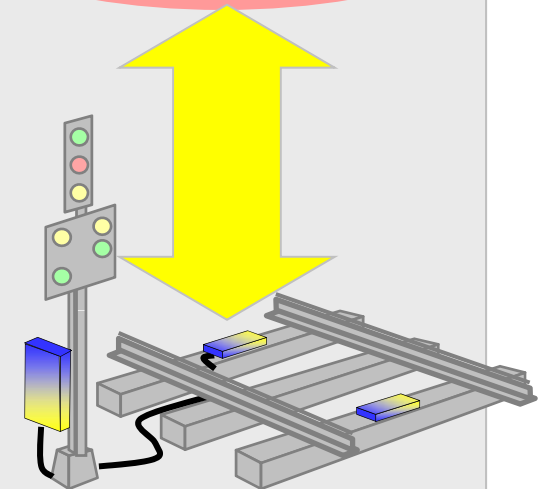
- ➔ Les systèmes SIGNUM/ZUB sont vieux, respectivement plus livrables. Le remplacement par ETCS Level 1 Limited Supervision aura lieu jusqu'en 2015.
- ➔ Limited Supervision n'est pas encore aujourd'hui partie intégrante de la spécification ERTMS (SRS). L'intégration aura lieu avec la prochaine version en 2009 environ.

## Conséquence

- ➔ Un équipement embarqué multiple SIGNUM/ZUB/ETM est encore nécessaire jusqu'à la réalisation de ETCS sur tout le réseau.
- ➔ ETCS ne peut tout d'abord qu'être utilisé sur la NBS et la LBL.

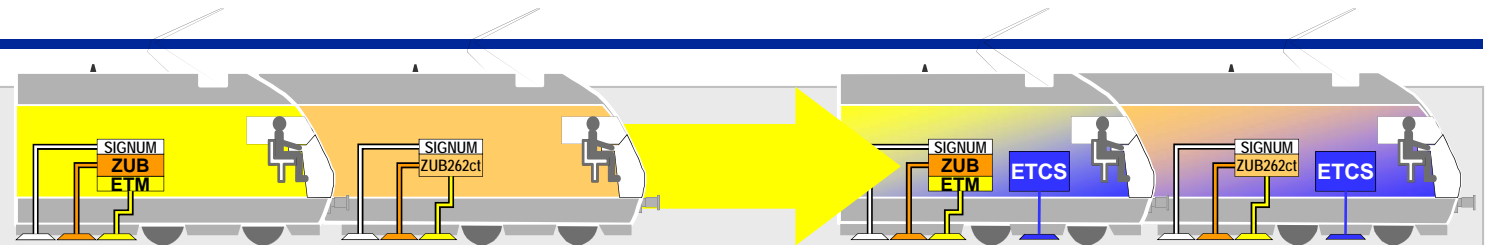
## But visé

- ➔ 2010: Début de la réalisation LS sur le réseau.
- ➔ 2013: Le Corridor Lötschberg/Simplon peut être traversé avec ETCS.
- ➔ 2016: L'ensemble du réseau normal en Suisse peut être parcouru en mode ETCS .
- ➔ 2016: Les nouveaux véhicules n'ont plus besoin que d'un équipement ETCS.



Phase de migration 2 - Rééquiper

# 



## Situation

- ➔ L'équipement minimal pour les véhicules de lignes est SIGNUM/ZUB/ETM respectivement SIGNUM/ZUB262ct.
- ➔ Un équipement ETCS supplémentaire est nécessaire pour la mise en service sur des lignes ETCS Level 2.

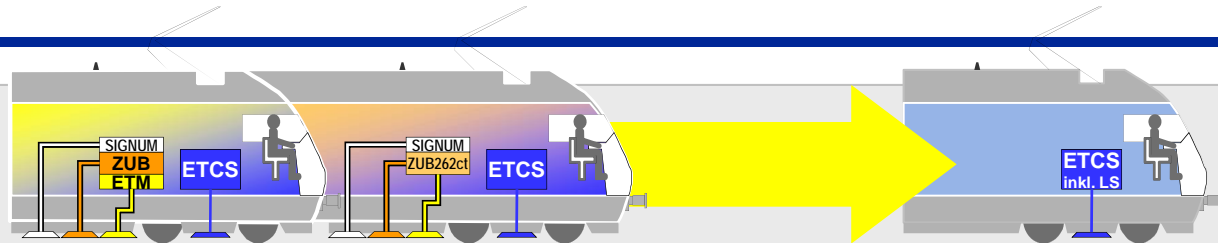
## Recommandation

- ➔ Si une mise en service sur les lignes ETCS Level 2 est prévue, il est sensé d'équiper les véhicules existant de ETCS jusqu'à 2015.



Phase de migration 2 - Rééquiper

# Upgrade du système ETCS



## Situation

- ➔ Les véhicules ETCS existant sont basés sur la version SRS 2.x.  
Ces véhicules circulent encore avec ETM après la réalisation ETCS sur tout le réseau hormis sur les lignes ETCS Level 2.
- ➔ La Limited Supervision sera implémentée avec SRS 3.x. Les systèmes embarqués version SRS 3.x ne pourront être commandés qu'à partir de 2010/11.
- ➔ Les véhicules futurs version SRS 3.x peuvent aussi circuler sur des lignes version SRS2.3.0 (compatibilité „arrière”).
- ➔ Les systèmes embarqués basés sur SRS3.x ont besoin d'un lecteur d'euroloop pour l'accès au réseau suisse.

## Recommandation

- ➔ Un Upgrade des véhicules de version ETCS SRS2.x et SRS3.x est sensé, si en même temps SIGNUM/ZUB/ETM peuvent être démontés (au plus tôt 2016). La complexité des systèmes se réduit, les coûts d'entretien des véhicules peuvent être réduits.

Phase de migration 2 - Rééquiper

# Situation des coûts véhicules ETCS

## Situation

- ➔ Il a été payé en moyenne 550'000 francs par système pour l'équipement de véhicules par 644 systèmes ETCS (coûts d'ensemble) . Les coûts d'intégration du système représentent environ un tiers des coûts d'ensemble.
- ➔ Pour l'équipement de petites séries de véhicules, il faut compter en particulier avec des coûts fixes uniques élevés pour l'intégration du système.
- ➔ La version actuelle SRS 2.x peut être introduite pour les projets Level 2 actuels. Dans l'avenir (2012 corridor / 2015 réseau entier) une version SRS 3.x est indispensable pour la circulation intérieure suisse et le passage de la frontière, ce qui engendre des coûts supplémentaires.

## Recommandation

- ➔ Un pré-équipement ETCS est jusqu'à présent non-économique, car, de trop négligeables préparatifs sont possibles, du fait d'interfaces systèmes non normés.
- ➔ Lors de l'acquisition de systèmes ETCS pour véhicules, il faudrait prévoir, si possible contractuellement une future adaptation à SRS 3.x .
- ➔ L'équipement ETCS est à prévoir avec unité de réception Euroloop pour un futur engagement sans restriction de véhicules sur des lignes Level 1 LS.



# Coûts de développement du système ETCS-véhicule

## Situation

- ➔ Environ 10'000 locomotives seront équipées avec ETCS dans les dix prochaines années, dans le cadre de la stratégie ,corridor' de l'union européenne.
- ➔ On peut en déduire qu'en particulier dans le cadre du renouvellement de la flotte (taux de renouvellement annuel de 2 à 2,5 % ), de nouveaux véhicules seront livrés avec ETCS à la sortie d'usine et qu'ainsi il n'y aura pas de coûts d'intégration.
- ➔ L'union européenne et les commissions d'entreprises ferroviaires pronostiquent les coûts suivants pour les systèmes ETCS-véhicules (coûts totaux y compris l'engineering) :

Equipment Type	Type of installation	Cost estimate (k€)
Level 1	On new rolling-stock	90 - 100
	On pre-fitted rolling stock	100 - 110
	Retrofitting on RS where space is available	170 - 200
	Retrofitting on RS where space is at a premium	260 - 300
Level 2	On new rolling-stock	120 - 140
	On pre-fitted rolling stock	130 - 160
	Retrofitting on RS where space is available	200 - 250
	Retrofitting on RS where space is at a premium	300 - 350

Phase de migration 1 - Equiper

## Bilan de la réalisation ETCS en Suisse

---

- ➔ EuroZUB/EuroSIGNUM, sur la base d'eurobalises avec paquet de télégramme 44, sont introduits sur le terrain et le seront de façon continue sur l'ensemble du réseau à voie normale (phase 1 de ETCS-Réseau).
- ➔ EuroZUB/EuroSIGNUM est le premier degré pour ETCS Level 1 LS
  - La réalisation LS nécessite un complément dans les télégrammes des balises (L1LS plus P44)
  - La sécurité orientée-risque reste existante avec LS (Avertissement/Halte et surveillance de vitesse)
  - Condition: courbes de freinage ZUB et ETCS doivent être identiques (distance signal avancé).
- ➔ EuroZUB/EuroSIGNUM restent en parallèle avec L1LS, aussi longtemps que des véhicules sans équipement ETCS circulent sur le réseau.
- ➔ ETCS Level 1 LS reste en service jusqu'à ce qu'il soit remplacé à long terme par un mode Full Supervision ( Level 2).
- ➔ La mise en place de ETCS dans les noeuds pour l'accroissement de capacité est préconisée (l'électronique avant le béton).

Bilan et remarque de conclusion

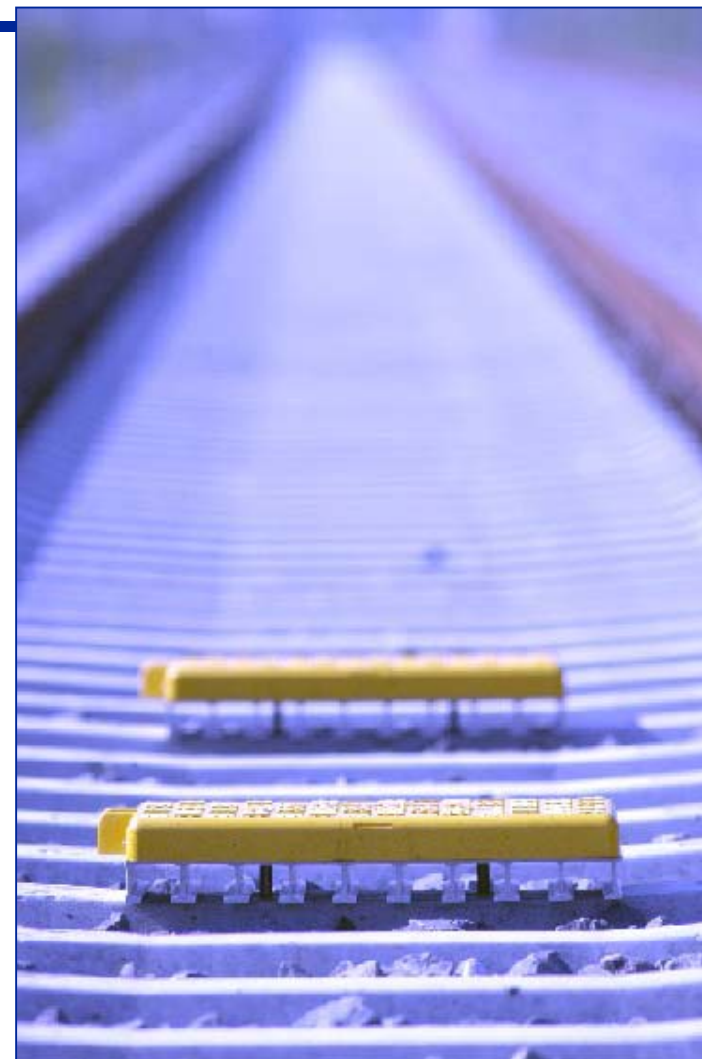
## L'image de la réalisation sur tout le réseau





---

# Merci beaucoup!



Phase de migration 1 - Equiper

# Differenciati  : ETCS L1LS ⇔ ETCS L2

Maintien de la substance: remplacement  
ZUB/SIGNUM

Extension: NBS, LBL, GBT



Interopérabilité (technique)

Lignes pouvant être parcourues avec ETCS et  
ETM

Pas d'influence sur le poste  
d'enclenchement

Vitesse maximum 160km/h

signaux extérieurs/surveillance en arrière  
plan

**ETCS Level 1LS**

Lignes pouvant être parcourues seulement  
avec ETCS

Remplacement nécessaire du poste  
d'enclenchement

Vitesse >160km/h

CAB-signalisation en cabine (SIL4)

**ETCS Level 2**