



Dick Tinder

The role of satellites in movement authorization: an intercontinental perspective

George Raymond, Railweb GmbH
Independent Consultant

Conference on European Satellite
Navigation for Railways

Lille, 20 November 2014

Le rôle des satellites dans les autorisations de mouvement ferroviaires : un regard intercontinental

George RAYMOND, Railweb GmbH
Consultant indépendant

Conférence sur la navigation par satellite européenne dans le ferroviaire

Lille, le 20 novembre 2014



Dick Tinder



Two train control functions

Over many decades, railways throughout the world have developed two distinct functions for train control:

- 1. Issuance and transmission** of movement authorities.
- 2. Enforcement** of movement authorities, in other words the “safety net” that prevents a train from exceeding its movement authority.



Deux fonctions dans le pilotage des trains

Depuis bien des décennies et partout dans le monde, les chemins de fer ont développé deux fonctions distinctes pour le pilotage des trains :

1. **L'octroi et la transmission** des autorisations de mouvement.
2. **Le contrôle du respect** de ces autorisations de mouvement, c'est-à-dire le « filet de sécurité » qui empêche un train de dépasser son autorisation.



Two train control functions

Over many decades, railways throughout the world have developed two distinct functions for train control:

- 1. Issuance and transmission of movement authorities.**
- 2. Enforcement** of movement authorities, in other words the “safety net” that prevents a train from exceeding its movement authority.





Deux fonctions dans le pilotage des trains



Depuis bien des décennies et partout dans le monde, les chemins de fer ont développé deux fonctions distinctes pour le pilotage des trains :

- 1. L'octroi et la transmission des autorisations de mouvement.**
- 2. Le contrôle du respect** de ces autorisations de mouvement, c'est-à-dire le « filet de sécurité » qui empêche un train de dépasser son autorisation.

1. Movement authority issuance and transmission

	A. Lines with centralized control of signals	B. Lines with no centralised control of signals (just automatic block signals)	C. Lines with no signals
 United States	About 1/2 of route-km	About 1/6 of route-km	About 1/3 of route-km
 Europe	Nearly 100%	Rare	Rare
Issuance of movement authorities	Interlocking systems	The dispatcher uses a computer system with vital logic for conflict detection	
Transmission of movement authorities to driver	Lineside or cab signals	By radio (voice or electronic message)	

1. Octroi et transmission des autorisations de mouvement

	A: Lignes avec commande centralisée des signaux	B: Lignes sans commande centralisée des signaux (signaux à block automatique)	C: Lignes sans signaux
 Etats-Unis	1/2 des lignes environ	1/6 des lignes environ	1/3 des lignes environ
 Europe	Très majoritaires	Rares	Rares
Octroi des autorisations de mouvement	Systemes d'enclenchement	Le régulateur utilise un système informatique ayant une logique sécurisée de détection de conflits	
Transmission des autorisations de mouvement au conducteur	Signaux en bordure de voie ou en cabine	Par radio (voix ou message électronique)	

- **About 1/3 of United States route-km**
- **No lineside signals** (except for simple status e.g. of turnouts)
- **No track circuits**
- **Dispatcher issues movement authorities to driver by radio (voice or electronic message)**



(3) David W. Dupler

- 1/3 des lignes aux Etats-Unis environ
- Pas de signaux latéraux (sauf de simple indications d'état, par exemple des aiguilles)
- Pas de circuits de voie
- Régulateur octroie des autorisations de mouvement au conducteur par radio (voix ou message électronique)



(3) David W. Dupler



Two train control functions

Over many decades, railways throughout the world have developed two distinct functions for train control:

1. **Issuance and transmission** of movement authorities.
2. **Enforcement** of movement authorities, in other words the “safety net” that prevents a train from exceeding its movement authority.








Deux fonctions dans le pilotage des trains






Depuis bien des décennies et partout dans le monde, les chemins de fer ont développé deux fonctions distinctes pour le pilotage des trains :

1. **L'octroi et la transmission** des autorisations de mouvement.
2. **Le contrôle du respect** de ces autorisations de mouvement, c'est-à-dire le « filet de sécurité » qui empêche un train de dépasser son autorisation.

2. Movement authority enforcement

	 Europe	 United States
<ul style="list-style-type: none"> Average train speed Average train density 	Higher	Lower
Dominant traffic	Passenger	Freight
	 Oliver Jaeschke	 Eric Haas
Movement authority enforcement	Quasi-standard	Justified only on lines with significant passenger traffic
		 Stephen Bradley

2. Contrôle du respect des autorisations de mouvement

	 Europe	 Etats-Unis
<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse moyenne • Densité moyenne 	Plus élevée	Moins élevée
Trafic dominant	Voyageurs	Fret
	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Oliver Jaeschke</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Eric Haas</p>
Contrôle du respect des autorisations de mouvement	Quai-standard	Justifiée sur les seules lignes à grand trafic voyageurs
		 <p style="text-align: right; font-size: small;">Stephen Bradley</p>



The Chatsworth crash



<http://la.streetsblog.org>

Chatsworth crash reenactment

- 2008 collision in Chatsworth (California) killed 25
- Driver of passenger train was texting to a friend, missed red signal
- US Congress set 2015 deadline to install **Positive Train Control (PTC)** on all lines with significant traffic, whether signaled or not





Reconstruction de la collision de Chatsworth

- 25 morts dans la collision à Chatsworth (Californie) en 2008
- Le conducteur du train de voyageur textait à un ami, n'a pas vu le signal
- Le Congrès des Etats-Unis a décrété l'installation pour 2015 du **Positive Train Control (PTC)** sur toute ligne à trafic significatif, qu'elle ait des signaux ou non



Positive train control (PTC)

Very roughly speaking:

	ETCS Levels 1 to 3	Positive Train Control (PTC)
Main deployment zone	 Europe	 United States
Chief expected improvement	Interoperability between countries	Safety
1. Issuance of movement authorities	Integrated	no
2. Enforcement of movement authorities		yes
Deployment	Multi-decade migration	From 2015

Positive Train Control (PTC)

Très schématiquement:

	ERTMS, niveaux 1 à 3	Positive Train Control (PTC)
Zone de déploiement principale	 Europe	 Etats-Unis
Amélioration principale escomptée	L'interopérabilité entre pays	Sécurité
1. Octroi des autorisations de mouvement	Intégrés	Non
2. Contrôle du respect des autorisations de mouvement		Oui
Déploiement	Migration sur plusieurs décennies	A partir de 2015



ETCS Levels

	ETCS Level 1	ETCS Level 2	ETCS Level 3
Line-side signals	yes	no	no
Transmission of movement authorities	transponder (balise)	radio	radio
Track circuits or axle counters needed for positioning	yes	yes	no
On-board train integrity monitoring	no	no	yes






Niveaux ERTMS

	ERTMS niveau 1	ERTMS niveau 2	ERTMS niveau 3
Signaux latéraux	Oui	Non	Non
Transmission des autorisations de mouvement	Balise	Radio	Radio
Circuits de voie ou compteurs d'essieux nécessaires au positionnement	Oui	Oui	Non
Contrôle embarqué de l'intégrité du train	Non	Non	Oui




Train control systems without track circuits

Examples of train control systems without track circuits or axle counters:

	PTC for lines without signals	ETCS Level 3	Other integrated radio control systems
Main deployment zone			
Fixed track transponders (balises)	no	yes	no
1. Issuance of movement authorities	no	Integrated	Integrated
2. Enforcement of movement authorities	yes		

Systemes de pilotage de train sans circuits de voie

Exemples de systemes de pilotage de train sans circuits de voie ou compteurs d'essieux :

	PTC pour lignes sans signaux	ERTMS niveau 3	Autres pilotages integres par radio
Zone de deployment principale			
Balises fixes	Non	Oui	Non
1. Octroi des autorisations de mouvement	Non	Integres	Integres
2. Controle du respect des autorisations de mouvement	Oui		

A first derivative: ERTMS Regional

First implementation on
143-km Västerdalsbanan in
Sweden in February 2012

- No track circuits or axle counters
- Passive ERTMS transponders (balises)
- Odometry
- Fixed blocks
- GSM-R radio transmits authorities
- **No satellite positioning**



Un premier dérivé : ERTMS Régional

Première mise œuvre sur la
Västerdalsbanan (143 km) en
Suède en février 2012

- Ni circuits de voie, ni compteurs d'essieux
- Balises ERTMS passives
- Odométrie
- Blocks fixes
- GSM-R transmet autorisations de mouvement
- Pas de positionnement satellite



Svenska Järnvägsklubben (Swedish Railway Club)



Another integrated radio control system: VCTC

- Over the last decade, the consultancy **Strategic Rail LLC** has developed an integrated radio control concept it calls *Virtual Centralized Traffic Control (VCTC)*.
- The founder of Strategic Rail is Ron Lindsey, the former head of the Advanced Train Control program of large US freight railroad.
- Unaffiliated with any other company, Strategic Rail supplies independent advice to its client, be it a railway, transport ministry or signaling supplier.
- Strategic Rail developed a complete VCTC strategy for Egypt in 2011-2013 and is now working in Kazakhstan.
- Systems similar to VCTC are under development in other countries such as Panama and Iraq.



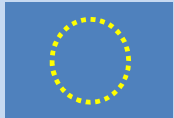
Un autre pilotage intégré par radio: le VCTC

- Au cours de la dernière décennie, le cabinet de conseil **Strategic Rail LLC** a développé un concept de pilotage intégré qu'il appelle *virtual centralized traffic control* ou **VCTC**.
- Le fondateur de Strategic Rail est Ron Lindsey, l'ancien directeur d'un programme pour le développement d'un pilotage de train avancé à un grand réseau de fret américain.
- Sans appartenance à une autre société, Strategic Rail fournit des conseils indépendants au client, que celui-ci soit un réseau ferré, un ministère ou un industriel de la signalisation ferroviaire.
- Strategic Rail a développé une stratégie VCTC complète pour l'Égypte en 2011-2013 et travaille actuellement en Kazakhstan.
- Des systèmes comparables à VCTC sont en développement dans d'autres pays comme le Panama et l'Irak.

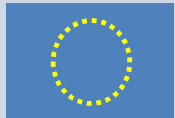


Train positioning without track circuits

Train positioning systems without track circuits or axle counters must generally combine position information from all the following sensors and sources (for example, by using a Kalman filter):



- **ETCS Level 3:** Fixed track transponders (balises)



et

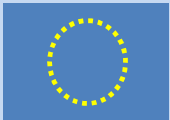


- Odometry
- On-board accelerometers detecting which turnout branch a train takes. (Also, turnouts report their position to the central control system.)
- **GNSS-based positioning** at front and possibly end of train.

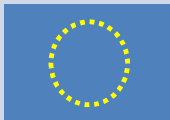


Positionnement des trains sans circuits de voie

Les systèmes de positionnement de train sans circuits de voie ou compteurs d'essieux doivent en général combiner les informations de positionnement de tous les capteurs et sources suivants (par exemple, au moyen d'un filtre de Kalman) :



- **ERTMS niveau 3** : balises fixes



et



- Odométrie
- Accéléromètre embarqué qui détermine la branche de l'aiguille qu'emprunte le train. (D'ailleurs, les aiguilles communiquent leur position à la centrale de pilotage.)
- **Positionnement par satellite** de la tête et éventuellement la queue du train



Satellites and movement authorities

In train control, the advent of:

- the self-checking functions of Galileo and
 - other improvements in accuracy and safety integrity
- are allowing satellite positioning to advance:
- from its current role as a basis for movement authority **enforcement** as in PTC in the United States
 - to a new role as a basis for movement authority **issuance**, as in ETCS Level 3 and other integrated radio control systems such as VCTC.

What are the opportunities for intercontinental synergy?



Les satellites dans les autorisations de mouvement

Dans le pilotage des trains, l'arrivée:

- des fonctions d'auto-surveillance de Galileo et
- d'autres améliorations dans la précision et l'intégrité sécuritaire

sont en train de permettre le positionnement par satellite d'avancer :

- de son rôle actuel comme base **du contrôle du respect** des autorisations de mouvement, comme dans le PTC aux Etats-Unis,
- vers un nouveau rôle comme base **de l'octroi** de ces autorisations de mouvement, comme dans ERTMS niveau 3 et d'autre systèmes intégrés de pilotage par radio comme VCTC.

Quelles sont les opportunités de synergie intercontinentale ?



Thanks

The following people assisted me in preparing this presentation:

- **Ron Lindsey**, Independent Consultant, Strategic Rail LLC, USA, comarch@aol.com.
- **Juliette Marais**, French Institute of Science and Technology for Transport, Development and Networks (IFSTTAR), France, juliette.marais@ifsttar.fr.
- **Markus Montigel**, systransis AG, Switzerland, m.montigel@systransis.ch.
- **Jörn Pacht**, Professor, Braunschweig Technical University, Germany j.pacht@tu-bs.de.

However, any errors remain my own!

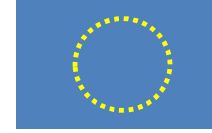
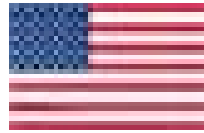


Remerciements

Les personnes suivantes m'ont aidé à préparer cet exposé :

- **Ron Lindsey**, consultant indépendant, Strategic Rail LLC, USA, comarch@aol.com.
- **Juliette Marais**, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), France, juliette.marais@ifsttar.fr.
- **Markus Montigel**, systransis AG, Suisse, m.montigel@systransis.ch.
- **Jörn Pacht**, Professeur, Université Technique de Braunschweig, Allemagne, j.pacht@tu-bs.de.

Toute erreur reste néanmoins la mienne !



Thank you!

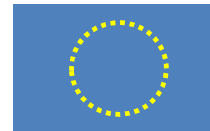
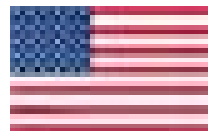
George Raymond, Railweb GmbH
Independent Consultant
graymond@railweb.ch



David W. Dupler



Svenska Järnvägsklubben



Merci !

George RAYMOND, Railweb GmbH
Consultant indépendant
graymond@railweb.ch



David W. Dupler

Lille, le 20 novembre 2014



Svenska Järnvägsklubben

Copyright © George RAYMOND, Railweb GmbH

34