

ERTMS

Un système de contrôle commande ouvert sur la gestion des circulations pour :

- * Favoriser l'interopérabilité des circulations sur le réseau européen à grande vitesse (et ultérieurement sur les réseaux classiques) ;
- * Augmenter la capacité des infrastructures ferroviaires ;
- * Réduire les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance des équipements de signalisation ;
- * Favoriser l'émergence d'applications concourant à une meilleure gestion des circulations (fluidification, marches optimisées, conduite assistée, voire pilotage automatique...);
- * Développer la concurrence et l'ouverture des marchés nationaux.

Tout en assurant un niveau de sécurité supérieur ou égal aux systèmes présentant un niveau classiques existants (règle du GAME) .Pour le système Bi-St ERTMS-TVM, un niveau de sécurité du contrôle de Vitesse plus important, l'affichage un niveau moindre.

Un nouveau système de sécurité : le système Bi-St-ERTMS-TVM extrait de texte réglementaire au niveau national pour autoriser la circulation sur le Réseau RFF : l'arrêté du 22 décembre 2009 :

- Les conditions d'aptitude physique et professionnelle et la formation du personnel habilité à l'exercice de fonctions de sécurité sur le réseau ferré national.
Pour être habilité à la maintenance du bistandart, il faut :
- Avoir suivi la formation TVM,
- Etre habilité TVM
- Avoir suivi la formation bistandart,
- Réussir la qualification bistandart.

Comme pour la maintenance TVM, l'habilitation est à renouveler annuellement.

LE PRINCIPE FONDATEUR

La signalisation, historiquement élaborée et présentée au sol, est en grande partie transférée à bord des trains. Cette évolution, amorcée avec la TVM et le KVB, est parachevée grâce à :

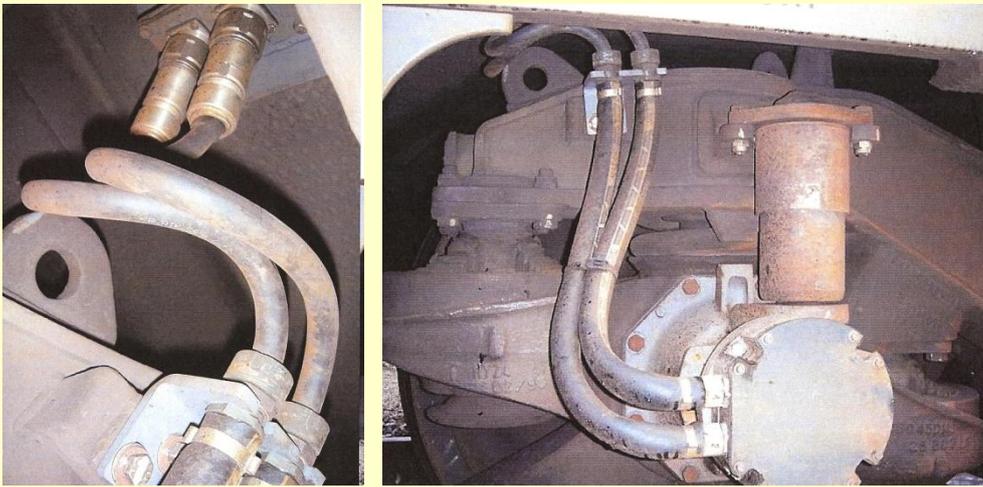
- * La maîtrise des calculateurs de sécurité à logique programmée
- * L'émergence de transmissions sol \leftrightarrow trains très performantes :
- * l'EUROBALISE (transmission ponctuelle du sol vers le bord)
- * le GSM-R (transmission continue bidirectionnelle).



Le radar .



L'euroantenne.



Les capteurs Weigand.

LE PARTAGE SOL / BORD

A BORD

- * La localisation précise du train grâce à une odométrie performante ;
- * L'élaboration d'un profil statique de vitesses limites que le train doit respecter ;
- * L'élaboration d'une signalisation d'annonce appropriée à ce profil et prenant en compte les performances réelles de freinage et la vitesse du train
- * La visualisation en cabine des informations de signalisation sur une interface homme-machine (DMI) ergonomique ;
- * Un contrôle de vitesse d'un très haut niveau de sécurité ;
- * Une ouverture vers le pilotage automatique



**L'ATOUT MAÎTRE D'ERTMS POUR
AUGMENTER LA CAPACITE DES LIGNES**

« LA DIFFÉRENTIATION DES DISTANCES D'ANNONCE PAR LA PRISE EN COMPTE DES PERFORMANCES REELLES DE FREINAGE DES TRAINS ET DE LEUR VITESSE INSTANTANÉE »

En signalisation classique, des distances d'annonce fixes :

- * appliquées à tous les trains quelles que soient leurs catégories et leurs vitesses d'approche ;
- * en général surdimensionnées du fait du découpage en cantons et des difficultés d'implantation.

Avec ERTMS, des distances d'annonce optimisées, indépendantes du cantonnement :

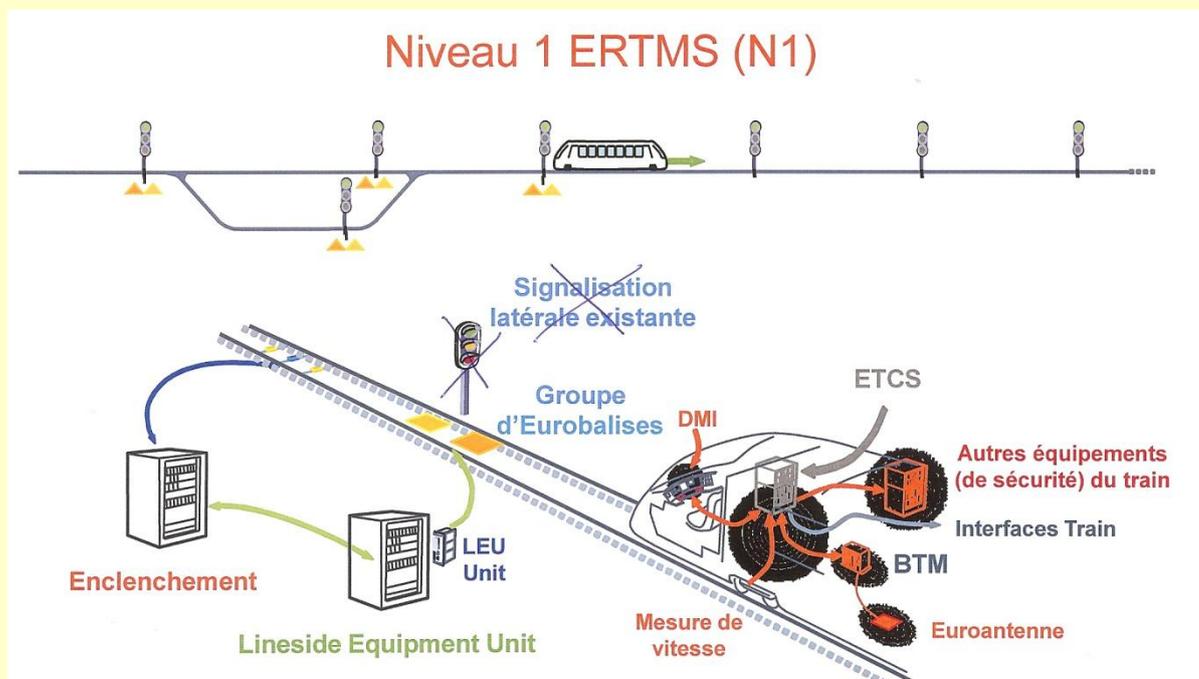
- * permettent de resserrer les trains mieux freinés que ceux utilisés comme référence pour le cantonnement ;
- * régularisent l'intervalle avec le train précédent en cas de rattrapage, ce qui favorise la résorption des aléas de circulation (les sujétions très pénalisantes de la VISA conjuguée au KVB sont évitées) ;
- * ouvrent des perspectives de relèvement de vitesse chaque fois que la vitesse limite du train est conditionnée par ses performances de freinage (d'où la possibilité de resserrer l'éventail des vitesses et de favoriser la circulation en batterie) ;
- * éludent sans coût supplémentaire de nombreux problèmes liés aux principes de signalisation (annonces de carrés à mauvais glissements,...).

LE SYSTÈME ERTMS SE DECLINE EN TROIS NIVEAUX DE FONCTIONNALITES

Le niveau 1 :

Seul ou en superposition avec une signalisation existante
(en principe latérale)

- * La ligne est découpée en cantons ;
- * Les informations sont transmises ponctuellement du sol aux trains par EUROBALISE ;
- * EUROBALISE recueille les informations d'occupation des cantons et de restrictions de vitesse via une interface avec la signalisation existante : le LEU (Lineside Electronic Unit) ;
- * Une transmission continue (optionnelle) EUROLOOP permet de libérer le train sous contrôle en cas de réouverture

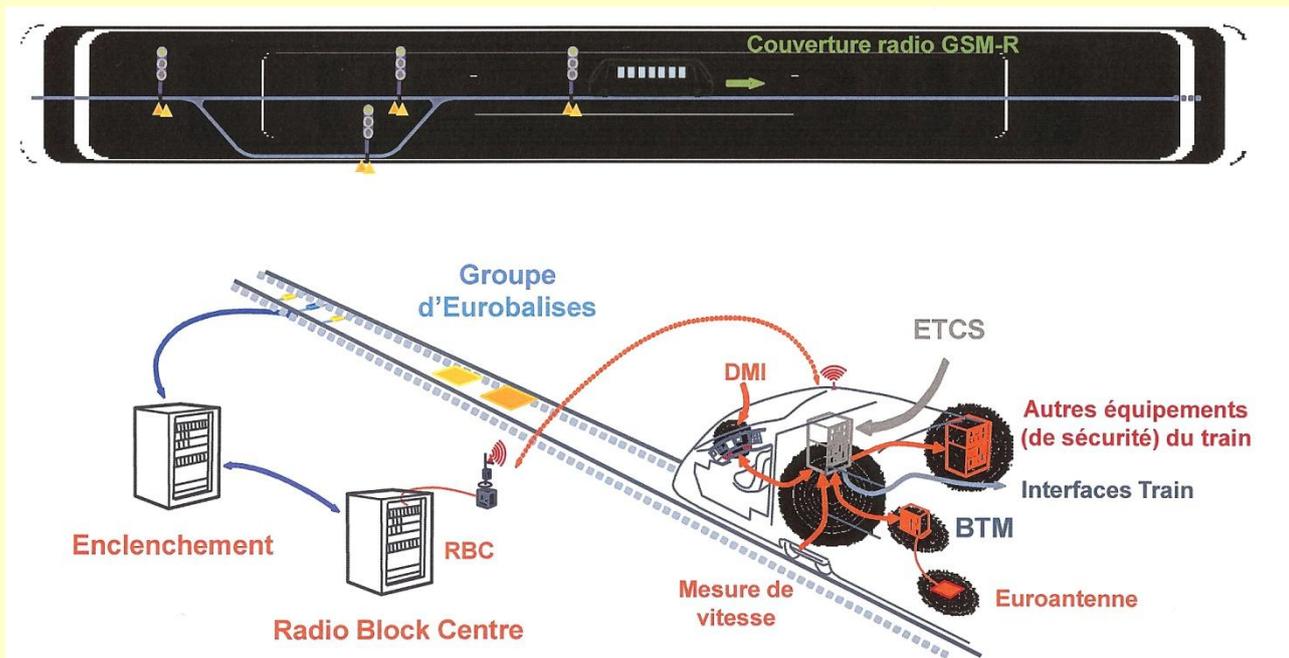


Le niveau 2

Seul ou en superposition avec une signalisation existante
(latérale ou de cabine)

- * La ligne est découpée en cantons ;
- * Les informations sol ↔ trains sont échangées en continu par le GSM-R ;

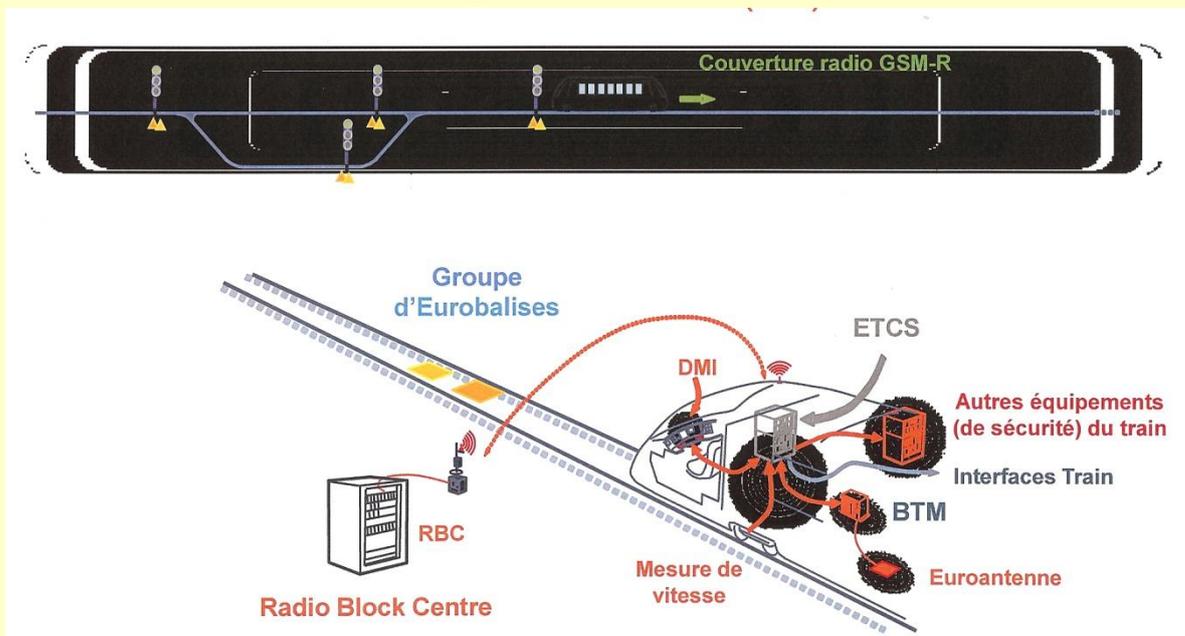
* Les trains reçoivent des autorisations de mouvement (MA) élaborées par un RBC (Radio Block Center) interfacé avec le système de cantonnement (CdV ou compteurs d'essieux) et les postes (enclenchement et contrôle des itinéraires).



Le niveau 3

Seul (pas de superposition envisagée)

- * La ligne n'est pas découpée en cantons ;
- * La transmission sol ↔ trains est continue par le GSM-R ;
- * Le RBC assure seul l'espacement (block mobile), il est interfacé avec les postes pour l'enclenchement et le contrôle des itinéraires ;
- * Les trains doivent être équipés d'un dispositif de contrôle d'intégrité ;
- * Si la détection du rail cassé est exigée, elle est assurée en dehors de ERTMS.



EN COROLLAIRE :

1-LA SIGNALISATION DE CABINE

- * Élude les difficultés d'implantation des signaux latéraux,
- * Réduit les limitations de vitesse superposées et présente la plus basse au mécanicien, ce qui :
- * évite les difficultés d'interprétation par les ADC dans les cas complexes de superposition,
- * ouvre des perspectives de limitations de vitesse plus différenciées (et d'amélioration des performances):
- * en supprimant les inévitables lissages introduits pour des raisons ergonomiques en signalisation latérale,
- * en introduisant de nouvelles catégories de trains (par exemple trains pendulaires, tram-trains, autoroute ferroviaire,...)
- * Améliore notablement le confort de la conduite en évitant les difficultés de visibilité des signaux latéraux : brouillard, soleil rasant, obstacles, confusion avec des signaux voisins, etc...

2 - LE GSM-R: UNE LIAISON TRAIN-SOL BIDIRECTIONNELLE

La liaison train-sol, inexistante avec les systèmes classiques, permet :

- * de connaître avec une excellente précision la position des trains en ligne ce qui élude le problème du suivi des trains du sol,
- * de contrôler l'accès à des lignes interdites (ou soumises à restrictions) pour les trains non équipés des systèmes prévus pour y circuler.

Le caractère continu de la transmission par le GSM-R ouvre des perspectives de commande optimisées de certains équipements depuis les trains eux mêmes (cas des PN de gare...).

3- DES FONCTIONNALITES NOUVELLES.

- 1- L'arrêt sélectif d'un train en urgence,
- 2- Le refoulement d'un train en urgence sur une zone prédéfinie (par exemple en tunnel),
- 3- La protection des zones de manœuvre: protection d'une zone prédéfinie vis à vis des circulations extérieures et de l'extérieur vis à vis des manœuvres,
- 4- Contrôle de l'immobilisation du train sous ERTMS en absence d'autorisation de mouvement,
- 5- Possibilité d'afficher des messages de texte au mécanicien.

MOYENNANT DES COMPLEMENTS DE DEVELOPPEMENT, DES OUVERTURES:

1- sur des améliorations de la sécurité.

- * 1- Vérification de compatibilités train / infrastructure (par exemple, gabarit, courant de traction, CEM,...)
- * 2- Contrôle impératif du respect des avis BTE (arrêts prescrits, ralentissements)
- * 3- Respect de restrictions d'acheminement ou (et) de croisement (en tunnel notamment).

2- SUR LA GESTION DES CIRCULATIONS

L'association d'ERTMS et du GSM-R ouvre des perspectives de mises en œuvre de systèmes :

- * de fluidification des circulations des circulations
- * de respect de marches optimisées et réactualisées en cours de voyage en vue de :
- * réaliser des économies d'énergies
- * de détendre la marche pour respecter un rendez-vous
- * résorber un retard à coût minimal

Ces systèmes requièrent une grande précision dans la conduite du train, contrainte qui peut déboucher sur une conduite assistée, voire un pilotage automatique.

3- SUR UNE REDISTRIBUTION DES FONCTIONS DES POSTES.

- * 1- Des demandes de passage et des zones d'approche personnalisées par circulation,
- * 2- Le transit souple par le suivi des circulations.

Objectifs: gains de performances et réduction des coûts d'investissements et de maintenance en réduisant (supprimant) les circuits de voie.

LE SYSTÈME DE CONTRÔLE COMMANDE FERROVIAIRE INTEROPÉRABLE EUROPÉEN

LE BORD: EQUIPEMENTS ET FONCTIONNEMENT

LES COMPOSANTS EMBARQUES

- * L 'Interface homme - machine (**MMI**)
- * Le Calculateur de bord (**EVC**)
- * L 'Odo-Tachymètre
- * L 'Interface avec le frein et les fonctions auxiliaires (**TIU**)
- * L 'Unité d'enregistrement juridique (**JRU**)
- * Le Boîtier de réception (**BTM**)
- * L '**EUROANTENNE**
- * Les postes **GSM-R** (en niveaux 2 ou 3).

LES DONNEES NECESSAIRES

DONNEES TRANSMISES PAR LE SOL

- * Description statique de la voie (Route Map):
- * Profils de vitesses statiques (y compris les LTV)
- * Profils topographiques (rampes et pentes)
- * Ordres ponctuels (Couper Courant, Commutation radio,...)
- * Données dynamiques:
- * Autorisations de mouvement,
- * Mode de fonctionnement,
- * Messages textuels
- * Données de configuration du bord (paramètres nationaux)
- * Données d'autres systèmes (via paquet 44, par exemple données KVB,...).

DONNEES SPECIFIQUES AU TRAIN

- * Données d'identification (identifiant ERTMS, n° du train, identifiant AdC, ...)
- * Performances de freinage (gamma de décélération, temps de mise en action de freins)
- * Caractéristiques du train (vitesse maximale, longueur, nombre d'essieux, charge à l'essieu,...)
- * Données auxiliaires (portes, position panto, etc).

LA LOCALISATION

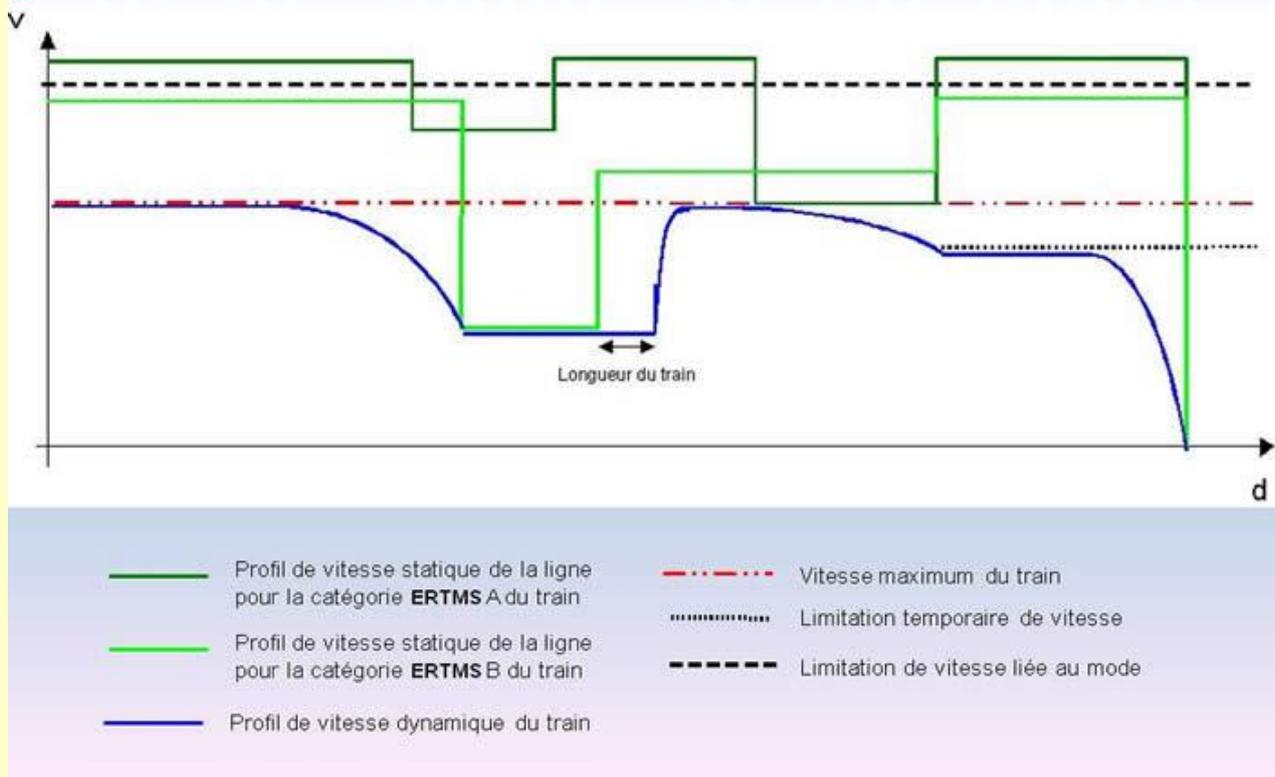
- * Le train détermine lui-même sa position en ligne à partir d'informations issues d'un odomètre embarqué
- * L'odomètre traite des informations de vitesse fournies par des capteurs pour déterminer la distance parcourue
- * Toute mesure de vitesse subit une imprécision qui affecte le calcul de la distance et engendre une incertitude croissant avec cette distance
- * Pour les traitements à bord, la sécurité impose donc de majorer la distance calculée de son incertitude, ce qui réduit les distances et peut conduire à :
 - * prescrire un arrêt ou un ralentissement très en amont du point but
 - * prendre en charge intempestivement le train avec le contrôle de vitesse
- * Pour minimiser cette incertitude, on recale la distance par des balises dite de recalage (EUROBALISES passives).

LE PROFIL DE VITESSE STATIQUE DU TRAIN

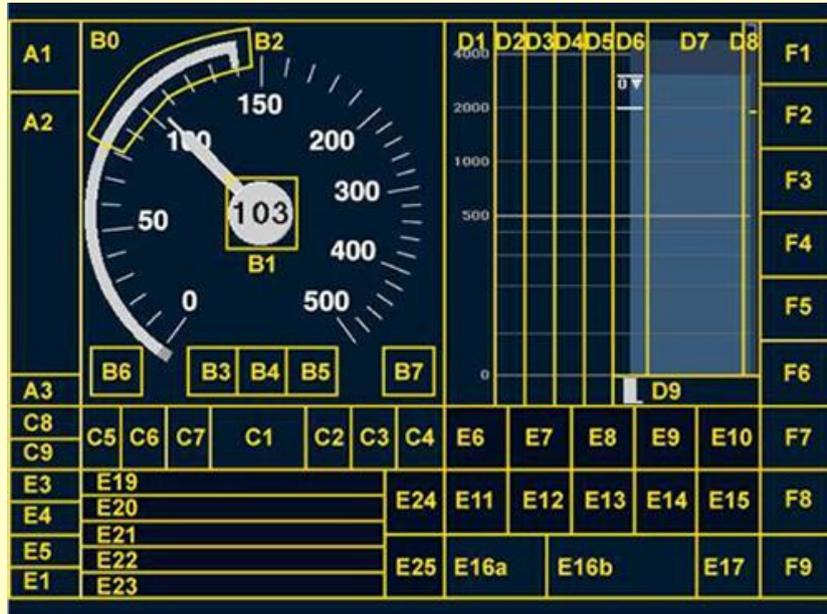
C'est la résultante d'une part, des différents profils de vitesse reçus du sol et d'autre part, des vitesses limites propres au train.

- * Les profils reçus du sol sont:
 - * les différents profils correspondants aux catégories ERTMS du train. Ces profils combinent les vitesses limites fixées par les RT pour les différentes catégories de trains et les limitations permanentes de vitesse également différenciées par catégories de trains
 - * les limitations de vitesse sur aiguilles
 - * les limitations temporaires de vitesse
- * Les vitesses limites connues à bord sont:
 - a) la vitesse limite propre au train compte tenu de sa catégorie et de sa composition
 - b) la vitesse limite inhérente au mode technique.

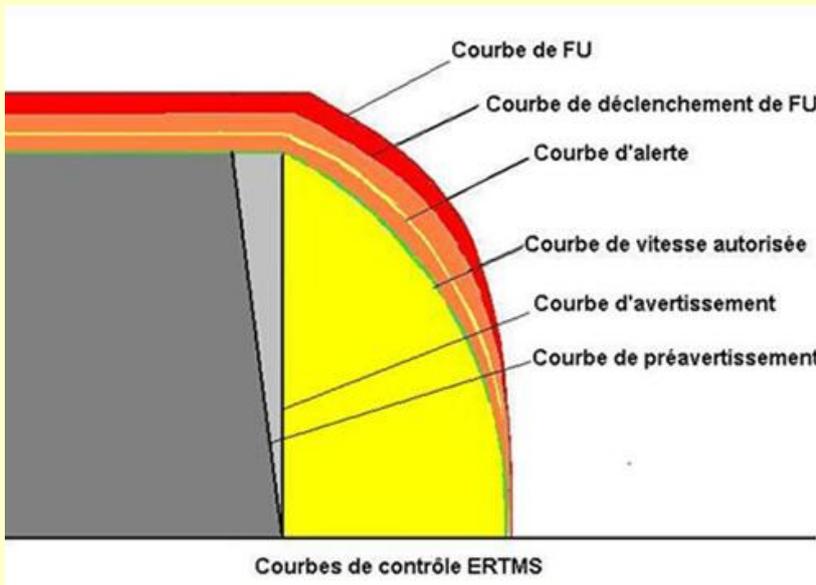
EXEMPLE DE PROFIL DE VITESSE



L'INTERFACE HOMME-MACHINE (MMI)



L'APPROCHE D'UN POINT D'ARRÊT



LE MMI: VITESSE LIMITE CONSTANTE (140 km/h)



LE MMI: APPROCHE D'UNE RESTRICTION DE VITESSE (PREMONITOIRE)



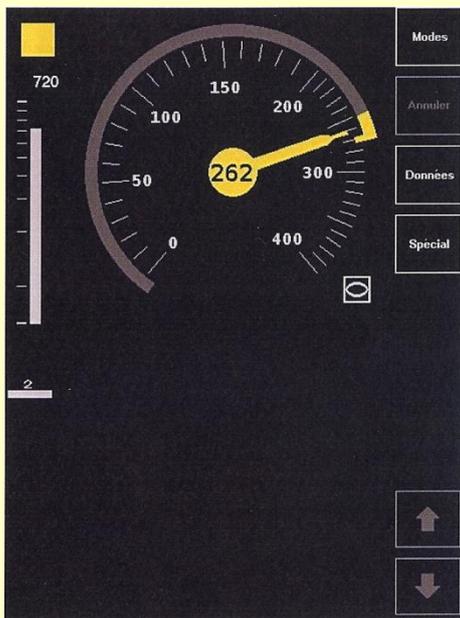
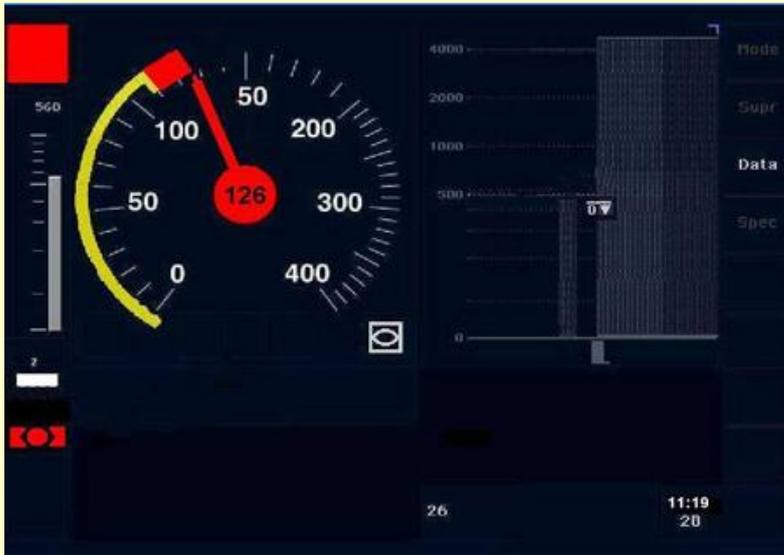
LE MMI: FRANCHISSEMENT DE LA COURBE D'AVERTISSEMENT



LE MMI: FRANCHISSEMENT DE LA COURBE DE VITESSE MAXIMALE AUTORISEE

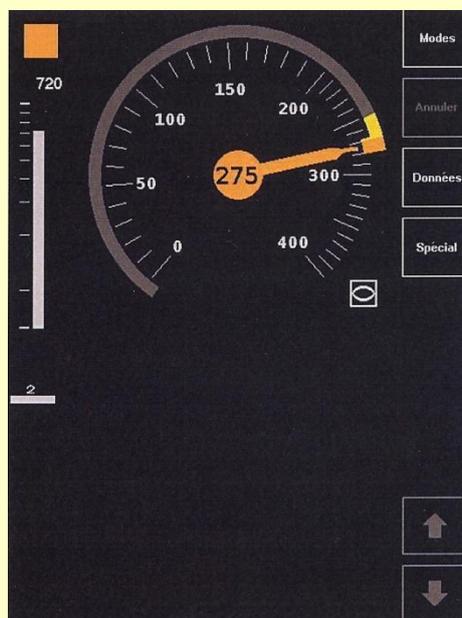


LE MMI: PRISE EN CHARGE PAR LE CONTRÔLE DE VITESSE

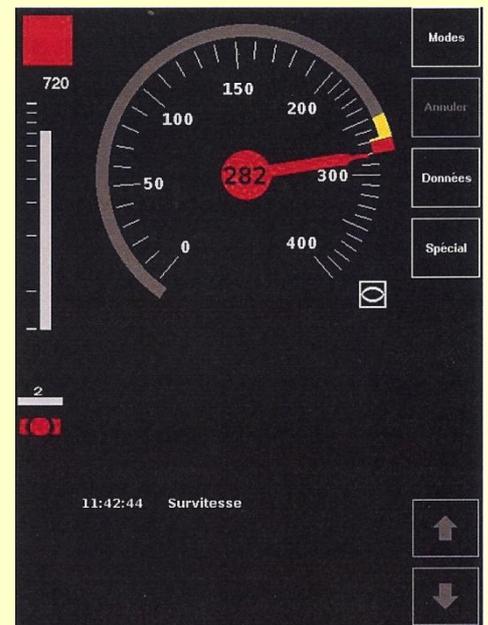


Le bistandart a reçu l'ordre (par balise si N1 ou GSM-R en NB2) de baisser la vitesse max à 250 km/h. Le bargraphe représente la distance but (ici il nous reste 720 m pour ralentir à la vitesse but 250 km/h).

La partie jaune de l'arc de cercle disparaît progressivement jusqu'à ce qu'on ait atteint notre distance but



Si le conducteur ne respecte pas la courbe de freinage, il est menacé de FU par un passage de l'aiguille à orange, et la présence d'un carré grossissant.



FU pour survitesse.

Le FU (Freinage d'Urgence) est relâché automatiquement lorsque la vitesse du train est de nouveau dans la zone grise.

LES MODES TECHNIQUES DE FONCTIONNEMENT

Les modes techniques de fonctionnement, qui correspondent à des fonctionnalités actives ou inhibées, peuvent ne pas coïncider avec les modes de conduite.

PRINCIPAUX MODES TECHNIQUES

SB : Stand By <==> Mode Démarrage

FS : Full Supervision <==> Mode supervision totale

OS : On Sight <==> Mode supervision partielle

SR : Staff Responsible <==> Mode dégradé

SH : Shunting <==> Mode Manœuvre

Mode Full Supervision

- C'est le mode normal de circulation des trains
- Toutes les données train et voie sont disponibles à bord
- L'équipement de bord affiche la vitesse du train, la vitesse maximale autorisée et en préavis uniquement, la vitesse but et la distance but à respecter.
- L'équipement de bord supervise les mouvements du train (vitesse et déplacement).



Mode On Sight

- Le mode OS permet d'autoriser l'engagement du train sur une partie de voie susceptible d'être occupée.
- Toutes les données train et voie sont disponibles à bord sauf l'assurance de la libération de tout ou partie de la voie allouée au train.
- L'équipement de bord affiche la vitesse du train
- L'équipement de bord supervise les mouvements du train (vitesse plafond et déplacement).



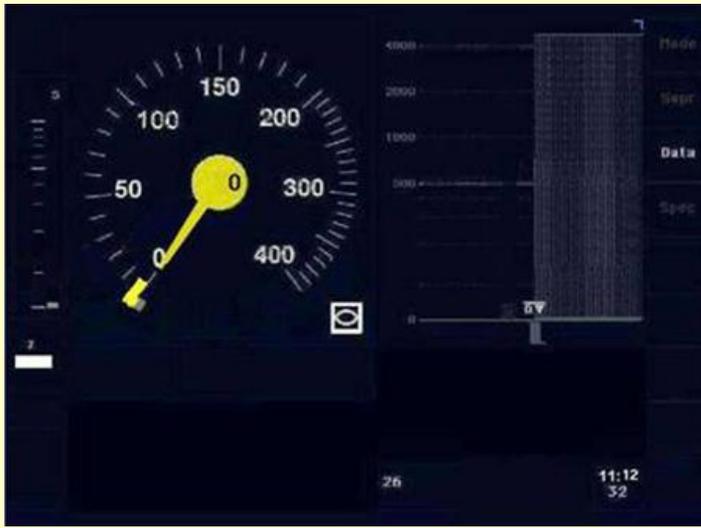
Mode Staff (*) Responsible

- Ce mode est utilisé en situation d'exploitation dégradée (par exemple: franchissement d'un signal fermé)
- L'équipement de bord supervise les mouvements du train par rapport à une vitesse plafond, une distance donnée et éventuellement un (des) groupe(s) de balises préprogrammées
- Les groupes de balises donnant l'ordre « arrêt en cas de mode SR » déclenchent l'arrêt immédiat du train
- L'équipement de bord contrôle une vitesse plafond, une distance et le franchissement des balises.



Mode Shunting

- Le mode SH est réservé aux mouvements de manœuvre (*)
- L'équipement du bord supervise les mouvements du train par rapport à une vitesse plafond et une zone de manœuvres délimitée par des balises
- A l'intérieur de la zone de manœuvre, les contrôles de franchissement sont inhibés
- L'équipement de bord affiche la vitesse du train et la vitesse plafond, l'équipement de bord contrôle la vitesse plafond
(*) mais, inversement, des mouvements de manœuvre peuvent se faire en mode FS



Mode	
Data Entry	Shunting
Non-loading	
Previous	

Mode	
Data Entry	Shunting
Non-loading	
Previous	

Attente mode SH



Mode	
Data Entry	Shunting
Non-loading	
Previous	

Data entry		
Train length	150	
Maximum speed	230	
Country	Netherlands	
Braking percentage		
Type of brakes		
1	2	3
4	5	6
7	8	9
Del	0	
Change list	Train number	X

Data validation		Do you agree ?	
Train length	150	Yes	No
Maximum speed	230		
Country	Netherlands		
Braking percentage	185		
Type of brakes	R		
		Change list	X

Mode	
Start of Mission	Shunting
Non-leading	Staff Responsible
On Sight	STM
Previous	

Gilbert 23 avril 2011 / 27 02 2012