

Introduction au GSM-R

1. Parlez-vous GSM-R ?

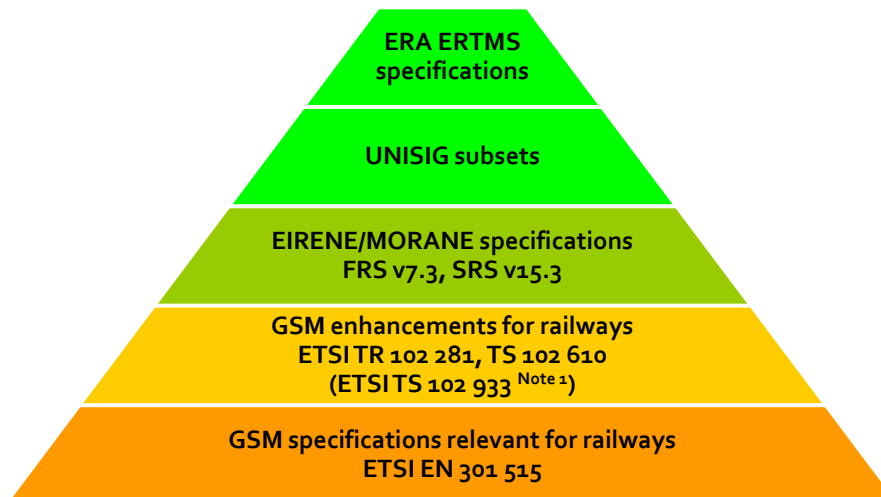
Le GSM-R est une variante pour le rail du GSM. Il s'inscrit dans un cadre plus vaste appelé ERTMS. L'ERTMS a pour objet de mettre en place un système paneuropéen de signalisation ferroviaire permettant aux trains de circuler sans contrainte d'un pays à l'autre : c'est l'interopérabilité des réseaux ferroviaires. (Aujourd'hui il y a plus de systèmes de signalisation que de pays. En France il y en a au moins deux qui coexistent.)

La signalisation ferroviaire fournit les ordres de circulation au train : limitation de vitesse à respecter, arrêt non prévu, information sur l'itinéraire pris par le train, etc.

ERTMS = GSM-R + ETCS

L'ETCS est la signalisation ferroviaire proprement dite. Le GSM-R assure deux fonctions : offrir des services de communication vocale, dont la possibilité de passer un appel d'urgence, et transmettre les données de signalisation ferroviaire ETCS jusqu'à la cabine de conduite de la locomotive. Quand la signalisation ferroviaire est transmise par GSM-R, on parle d'ETCS Level 2.

Les spécifications du GSM-R sont identiques à celles du GSM avec quelques ajouts :



Note 1 : L'ETSI TS 102 933 v1.3.1, relative au « récepteur amélioré », ne fait pas partie de la réglementation ferroviaire européenne. Elle est donc non contraignante.

Les spécifications Eirene, écrites par l'UIC, complètent celles du GSM et de l'ETSI afin d'assurer l'interopérabilité du GSM-R entre les différents réseaux ferroviaires européens :

- la FRS définit l'ensemble des besoins fonctionnels spécifiques au rail ;
- la SRS définit l'ensemble des besoins liés au réseau radio pour satisfaire la FRS.

Les exigences relatives à l'interopérabilité des réseaux ferroviaires européens (c.à.d. à la capacité d'une locomotive de passer d'un pays à un autre) y sont marquées MI (Mandatory for Interoperability).

Toutes ces spécifications font partie de la réglementation ferroviaire européenne. Elles sont référencées dans une décision européenne¹ et leur ensemble forme une version cohérente du GSM-R appelée « Baseline ». Une Baseline correspond à un ensemble de fonctions et de performances attendues. Si une nouvelle fonction est introduite, une nouvelle Baseline est créée.

Au cours de la vie d'une Baseline, il peut y avoir des Baseline Releases qui correspondent à des mises à jour (ou corrections) sans ajout fonctionnel. C'est l'Agence européenne du rail (ERA) qui a la responsabilité de maintenir les Baselines.

En 2014, la version en vigueur pour le GSM-R est la B0r3 ; elle correspond aux spécifications Eirene FRS v7.3.0 et SRS v15.3.0. Il s'agit donc de la troisième mise à jour de la toute première Baseline. Depuis janvier 2015, une nouvelle version B0r4 a été publiée pour le GSM-R, incluant les FRS v7.4.0 et SRS v15.4.0.

Il existe deux catégories de terminaux :

- Le « classique » pour le personnel au sol ou à bord des voitures
C'est un terminal de 2W (classe 4 selon la TS 05.05), comme ceux pour le grand-public.



Mobile GSM-R

- Celui à bord d'une locomotive
C'est un terminal de 8W (classe 2 selon la TS 05.05).
Il se décompose en deux parties : le module radio et l'interface homme-machine. Il peut être dédié à la réception de la signalisation ferroviaire ; il est alors data-only et appelé EDOR.

¹ A date il s'agit de la Décision 2012/88/EU telle qu'amandée par la Décision 2015/14/EU et intitulée "Technical Specification for Interoperability (TSI) relating to the Control-Command and Signalling (CCS) subsystems". Le GSM-R, comme la signalisation ferroviaire paneuropéenne ETCS, fait partie des sous-systèmes contrôle-commande et signalisation (CCS). C'est le tableau A-2 de l'Annexe A de la CCS TSI (telle qu'amandée par l'Annexe de la Décision 2015/14/EU) qui liste les spécifications applicables.

Suite de la note 1 : La spécification ETSI TS 102 933 v1.3.1 n'est pas listée dans l'Annexe A : elle ne fait pas encore partie de la réglementation ferroviaire européenne et n'est donc pas contraignante.



Interface HM



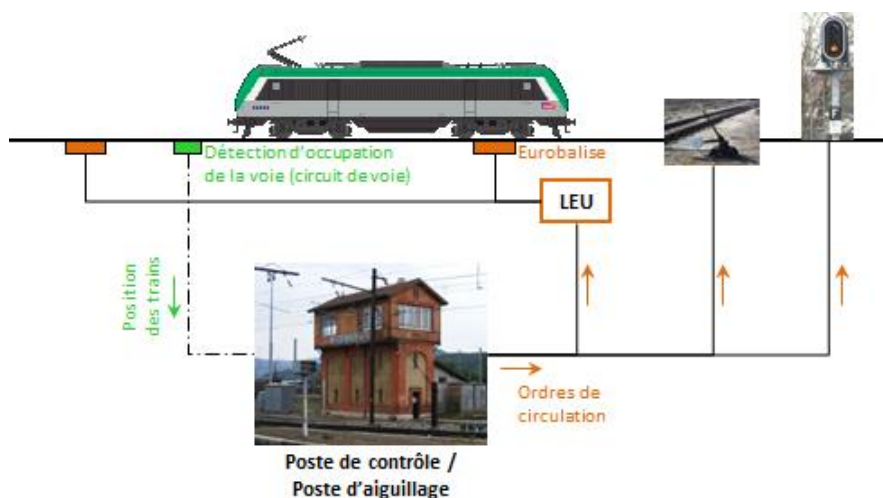
Module radio

2. ERTMS et ETCS

2.1 ETCS Level 1

Le niveau 1 correspond à un système de transmission ponctuelle à l'aide de balises placées entre les rails. Ces balises (Eurobalises) donnent sa position au train et transmettent les données de signalisation à la cabine. Soit ces balises sont préprogrammées et fournissent toujours la même information, soit elles communiquent les informations dictées par un LEU qui lui-même les reçoit du poste de contrôle.

L'ETCS L1 fonctionne par canton : tant qu'un train ou un wagon est présent sur le canton, un deuxième train ne peut y entrer. Les circuits de voie détectent la présence d'un train ou d'un wagon et remontent l'information au poste de contrôle. L'indication d'occupation de la voie est ainsi remontée au poste de contrôle qui génère les ordres de circulation envoyés aux LEU puis aux balises.



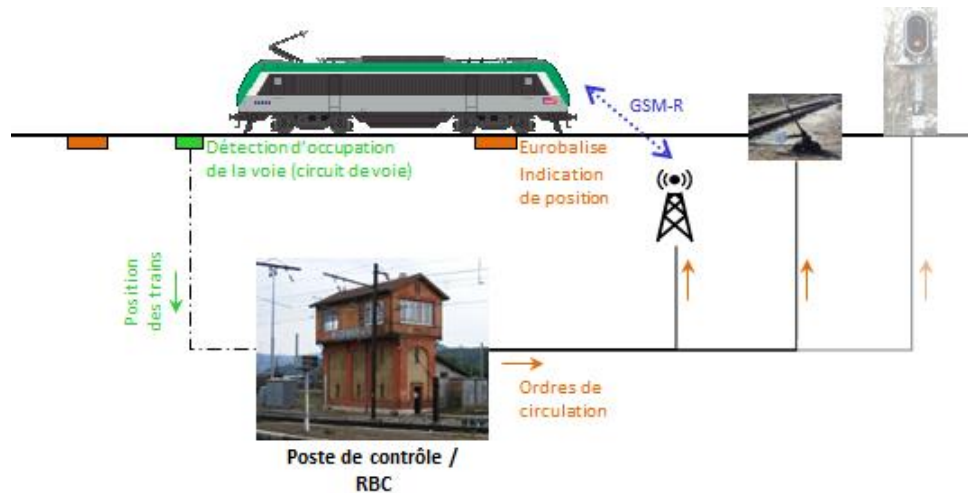
Le niveau 1 n'utilise donc pas le GSM-R.

2.2 ETCS Level 2

Le niveau 2 correspond à un système de transmission permanente assurée par une connexion GSM-R. Cette liaison GSM-R transmet les données de signalisation à la cabine. (Celles-ci ne sont donc plus transmises par les balises.)

L'ETCS L2 fonctionne lui-aussi par canton : tant qu'un train ou un wagon est présent sur le canton, un deuxième train ne peut y entrer. Les circuits de voie détectent la présence d'un train ou d'un wagon et remontent l'information au poste de contrôle (désormais appelé RBC) qui génère les ordres de circulation envoyés aux trains via le réseau GSM-R.

En parallèle, les balises donnent ponctuellement au train sa position. Entre deux balises, le train calcule sa position et la transmet régulièrement au RBC via la connexion GSM-R.



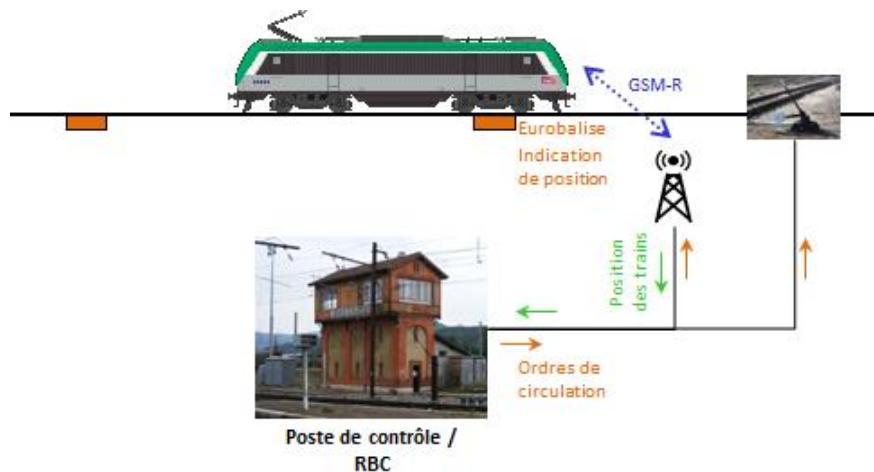
Les signaux le long des voies peuvent être déposés.

A noter : L'ETCS Level 2 n'est utilisé en France que sur la LGV Est. Partout ailleurs le GSM-R n'est utilisé pour le moment que pour des communications vocales. A terme, l'ensemble des LGV devraient en être équipées.

2.3 ETCS Level 3

Comme le niveau 2, le niveau 3 correspond à un système de transmission permanente assurée par une connexion GSM-R. Cette liaison GSM-R communique les données de signalisation à la cabine.

L'ETCS L3 fonctionne par canton glissant : il est calculé dynamiquement en fonction de la position des trains qui se suivent. Le train doit vérifier lui-même son intégrité (e.g. perte d'un wagon). Il n'y a plus ni signaux le long des voies, ni circuits de voie. Le train calcule lui-même sa position et la transmet régulièrement au RBC via la connexion GSM-R. Des balises donnent ponctuellement au train sa position afin de corriger d'éventuelles dérives.



A noter : L'ETCS Level 3 n'a jamais été déployé, en dehors d'une expérimentation.

2.4 Pile protocolaire

La signalisation ferroviaire ETCS est transportée via le GSM-R selon la pile protocolaire ci-dessous.

Application	-> railway signalling
Euroradio Safety Layer	-> cryptography
X.224	-> connection mode (connectionless or connection-oriented)
T.70	-> data transfer supervision
HDLC or X.25 LAPB	-> framing and error control (e.g. CRC checksum)
GSM Phy. L.	-> CSD channel

Note : Un canal CSD correspond à une transmission de données via un appel téléphonique. Le débit est limité à 4,8 kb/s ou 9,6 kb/s !

Annexe : Acronymes

- BER = Bit Error Rate
- E-GSM = Extended GSM band, 880-915 MHz / 925-960 MHz
- EDOR = ETCS Data Only Radio
- EIRENE = European Integrated Radio Enhanced Network
- ERTMS = European Rail Traffic Management System
- ETCS = European Train Control System
- FRS = Functional Requirements Specification
- GSM-R = GSM for Railway
- I = Informative
- Interlocking = Poste de contrôle local
- LEU = Lineside Electronic Unit
- MI = Mandatory for Interoperability
- Movement authority = Ordre de circulation
- O = Optional
- R-GSM = Railways GSM band, 876-915 MHz / 921-960 MHz

- RBC = Radio Block Centre
- SRS = System Requirements Specification
- UE = User Equipment
- UIC = Union Internationale des Chemins de fer
- UIC frequency range, 876-880 MHz / 921-925 MHz