



DOCUMENT PÉDAGOGIQUE

Les signaux

Les régimes d'exploitation des lignes

Les systèmes d'espacement des trains

* * *

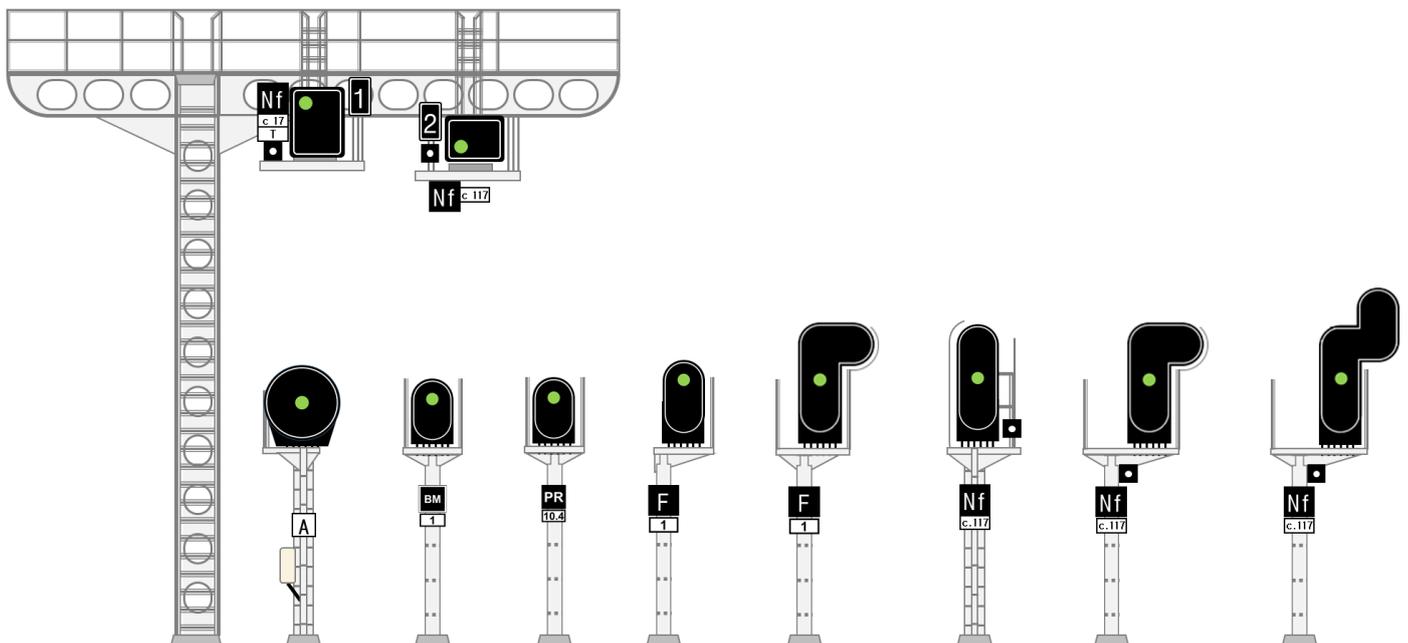


Table des matières

Objet	3
Vocabulaire	3
Abréviations	3
1. Les risques ferroviaires	7
2. Les signaux	8
2.1. Principe	8
2.2. La signalisation à main	8
2.3. La signalisation au sol	8
2.3.1. Signaux de protection	8
2.3.2. Signaux de cantonnement	8
2.3.3. Signaux d'annonce d'arrêt	9
2.3.4. Signaux d'indication de marche	9
2.3.5. Signaux de limitation de vitesse	10
2.3.6. Signaux indicateurs de direction	12
2.3.7. Signaux caractéristiques de prescriptions particulières	12
2.3.8. Signalisation de sortie de certains faisceaux ou groupes de voies convergentes	13
2.4. La signalisation de cabine	14
3. Les régimes d'exploitation des lignes	15
3.1. Définition	15
3.2. Principe	15
3.3. Les lignes à une seule voie	16
3.3.1. La voie unique	16
3.3.2. La voie unique à signalisation simplifiée (VUSS)	17
3.3.3. La voie unique à trafic restreint (VUTR)	17
3.3.4. L'exploitation en navette	18
3.3.5. La voie banalisée	18
3.4. La double voie	19
3.4.1. Les installations de contresens (ICS)	20
3.4.2. La voie unique temporaire à caractère permanent	22
3.4.3. La voie unique temporaire	23
3.4.4. Mouvement à contre-voie	25
4. Les systèmes d'espacement des trains	27
4.1. Définition	27
4.2. Principe	27
4.3. Le cantonnement téléphonique	28
4.4. Le block manuel (BM) par appareils	29
4.4.1. Le block manuel unifié (BMU) en double voie	30
4.4.2. Le block manuel de voie unique (BMVU)	32
4.5. Le block automatique (BA)	33
4.5.1. Le block automatique lumineux (BAL)	34
4.5.2. Le block automatique à permissivité restreinte (BAPR)	34
4.6. La signalisation de cabine	35
4.6.1. La TVM (Transmission Voie Machine) sur LGV	35
4.6.2. L'ETCS (niveaux 1 et 2)	39

Objet

Dans le cadre de l'écriture par SNCF Réseau de la documentation d'exploitation et des règles d'exploitation particulières applicables sur le réseau ferré national^(*), certains textes, précédemment mis à la disposition des exploitants ferroviaires, deviennent internes à SNCF Réseau et ne sont donc plus disponibles à l'externe.

C'est la raison pour laquelle, l'EPSF a jugé nécessaire de continuer à faire bénéficier l'ensemble des exploitants ferroviaires de certains éléments issus de ces textes permettant une meilleure compréhension du système ferroviaire et donc de sa sécurité.

Ce document, établi en prenant en compte les systèmes existants à la date de sa publication, peut être utilisé, à l'initiative des exploitants ferroviaires, à l'intention des personnels de leur choix.

Dans ce cadre, le présent document est destiné à exposer les principes généraux relatifs :

- aux signaux ;
- aux régimes d'exploitation des lignes ;
- aux différents systèmes d'espacement des trains.

Publié à titre d'information, il n'a pas de valeur réglementaire au même titre que :

- l'arrêté du 19 mars 2012 *fixant les objectifs, les méthodes, les indicateurs de sécurité et la réglementation technique de sécurité et d'interopérabilité applicables sur le réseau ferré national* et plus particulièrement son annexe VII ;
- la documentation d'exploitation publiée par SNCF Réseau.

(*) définies par l'article 3 de l'arrêté du 19 mars 2012.

Vocabulaire

Le vocabulaire employé dans le présent document pédagogique est conforme au Document technique de l'EPSF référencé DC A-B 0 n°2, intitulé *Vocabulaire utilisé dans les textes « sécurité des circulations » de l'EPSF*.

Abréviations

A	ADV	Appareil de voie
	BA	Block automatique
B	BAL	Block automatique lumineux
	BAPR	Block automatique à permissivité restreinte
	BM	Block manuel
	BMCV	BM par circuit de voie
	BMVU	BM de voie unique

C	CAPI	Cantonnement assisté par informatique
	CC	Commande et contrôle
	COVIT	Contrôle de vitesse
	CT	Cantonnement téléphonique
D	DAAT	Dispositif d'arrêt automatique des trains
	DMI	Driver machine interface : dispositif qui permet la communication entre le système bord et le conducteur
	DV	Double voie
E	EOA	End of authority (fin d'autorisation de mouvement)
	EPSF	Établissement public de sécurité ferroviaire
	ETCS	European train control system (système européen de contrôle commande des trains)
	ERTMS	European rail traffic management system (système européen de gestion du trafic ferroviaire)
	EVC	European vital computer. (ordinateur européen de sécurité) : calculateur de bord qui supervise la marche du train en fonction des données sol et bord
F	FA	Fermeture automatique
	FS	Full supervision (supervision complète) : mode technique dans lequel le train est supervisé en vitesse et déplacement = marche normale attribuée au train
G	GI	Gestionnaire d'infrastructure
	GSM/GFU	Global system for mobile communication/Groupe fermé d'utilisateurs
	GSM-R	Global system for mobile communication railways (Système de communication téléphonique pour mobile dédié aux chemins de fer)
	GSM-R Data	Système de transmission de données entre les installations « sol » et les installations « bord » via le réseau GSM-R
I	ICS	Installations de circulation à contre-sens
	IPCS	Installations permanentes de contre-sens
	IS	Installation de sécurité
	ITCS	Installations temporaires de contre-sens
J	JRU	Juridical recording unit (Enregistreur des paramètres d'exploitation)
K	KVB	Contrôle de vitesse par balises

L	LEU	Line side electronic unit (codeur ERTMS)
	LGV	Ligne à grande vitesse
M	MA	Movement authority : autorisation donnée à un train de circuler vers un point donné en tant que mouvement supervisé
N	Nf	Non franchissable
	NL	Non leading (non en tête) : Mode technique de circulation utilisé pour la double traction ou la pousse
O	OS	On sight (conduite à vue) : mode technique de circulation qui autorise le conducteur à s'avancer en marche à vue. En ETCS1, le mode OS accompagné du message textuel national « Voie de service » impose la marche en manœuvre pour la réception sur voie de service
P	PI ETCS	Point d'information ETCS : constitué d'une ou plusieurs balises transmettant des informations vers le bord (par exemple PI avancé ou PI signal)
	PL	Pleine ligne
	PLD	Point limite de domaine : point où une transition entre ETCS et un autre système de signalisation a lieu
	PN	Passage à niveau
R	RBC	Radio block center : système centralisé fonctionnant avec les enclenchements afin d'établir et de contrôler l'espacement et le mouvement des trains en envoyant et recevant des informations par radio en ETCS2 ou 3
	RST	Radio sol-train
	RT	Renseignement technique
	RV	Reversing (refoulement) : mode technique de circulation utilisé pour permettre au train de reculer d'urgence sans signaux ni ordre dans une zone prédéfinie. Ce mode n'est pas utilisé sur le RFN
S	SGS	Système de gestion de la sécurité
	SH	Shunting (manœuvre) : mode technique de circulation manœuvre
	SN	System national : mode technique de circulation de niveau STM
	SR	Staff responsible (responsabilité agent) : mode technique de circulation utilisé dans les situations dégradées. Il est utilisable sous la responsabilité respective de l'agent-circulation et du conducteur
	STM	Specific transmission module (Module spécifique de transmission) : ce dispositif permet à l'ETCS d'utiliser un système de signalisation national

T	TECS	Tableau lumineux d'entrée à contre sens
	TIV	Tableau indicateur de vitesse
	TR	Trip : mode technique de circulation entraînant une application irréversible du freinage d'urgence par le système ETCS jusqu'à l'arrêt du train
	TSCS	Tableau lumineux de sortie à contre sens
	TVM	Transmission voie machine
	V	VB
VP		Voie principale
VS		Voie de service
VU		Voie unique
VUT		Voie unique temporaire
VUTP		Voie unique temporaire à caractère permanent

1. Les risques ferroviaires

Les trains doivent circuler en toute sécurité. Les risques majeurs liés aux circulations ferroviaires sont les suivants :

- **le rattrapage** des trains qui circulent dans le même sens sur la même voie ;
- **la prise en écharpe**, c'est-à-dire la collision latérale de trains qui circulent sur des itinéraires convergents ;
- **le nez à nez**, c'est-à-dire la collision frontale de trains qui circulent en sens contraire sur la même voie ;
- **le déraillement** ;
- **la collision avec un obstacle.**

On prévient ces risques notamment par :

- la mise en place d'une signalisation ;
- l'établissement d'un régime d'exploitation de la ligne (double voie, voie banalisée, voie unique) ;
- la mise en place d'un système d'espacement des trains ;
- la mise en œuvre de procédures d'exploitation.

D'autres dispositifs techniques contribuent également à couvrir ces risques tels que :

- les installations de sécurité, notamment les enclenchements des postes d'aiguillage ;
- le DAAT qui est un dispositif permettant d'assurer l'arrêt automatique des trains en cas de franchissement intempestif d'un point d'information avec signal d'arrêt fermé ;
- le KVB, le COVIT (TVM) sont des exemples de systèmes de contrôle de la vitesse, avec contrôle de franchissement des signaux non franchissables ;
- le système de contrôle commande des trains, intégré dans l'ETCS.

La sécurité des circulations repose aussi sur le respect rigoureux des consignes et instructions opérationnelles par tous les agents concernés par la circulation des trains.

Ces procédures sont de la responsabilité des exploitants ferroviaires. Elles sont décrites dans le manuel du système de gestion de la sécurité (SGS) qu'ils établissent et qui fait l'objet d'une instruction par l'EPSF chargé de délivrer le certificat ou l'agrément de sécurité.

2. Les signaux

2.1. Principe

Pour transmettre au conducteur des ordres et informations liées à la sécurité des circulations, il est fait usage de signaux.

2.2. La signalisation à main



signaux à main de manœuvre



signal à main de départ



signal d'arrêt à main

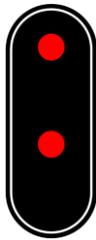


jalon à damier bleu et blanc

2.3. La signalisation au sol

La signalisation au sol est normalement implantée à gauche ou au-dessus de la voie concernée.

2.3.1. Signaux de protection



carré



carré violet



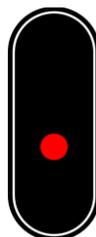
disque



guidon d'arrêt

Les signaux de protection sont destinés à interdire l'accès à un itinéraire, à une aiguille, à un PN, etc. Ils sont généralement manœuvrés depuis des postes par des agents de SNCF Réseau.

2.3.2. Signaux de cantonnement



sémaphore



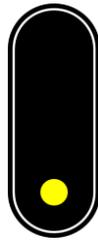
feu rouge clignotant

Les signaux de cantonnement sont destinés à assurer l'espacement des circulations de même sens.

Sur les sections de lignes équipées en block automatique (BA), les signaux de cantonnement **se ferment automatiquement** dès l'occupation du canton et restent fermés jusqu'à sa complète libération.

Sur les sections de lignes équipées en block manuel (BM), les signaux de cantonnement sont **manœuvrés depuis des postes par des agents du service du GI chargé de la gestion des circulations**.

2.3.3. Signaux d'annonce d'arrêt



avertissement

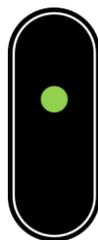


feu jaune clignotant

Le carré, le sémaphore et le feu rouge clignotant sont normalement **annoncés à distance** par un **avertissement** qui peut lui même être précédé, en signalisation lumineuse, par un **feu jaune clignotant**.

Toutefois les signaux qui ne peuvent être abordés qu'en marche à vue ou en marche en manœuvre ne sont normalement pas annoncés (par exemple, le guidon d'arrêt). Il en est de même des signaux situés sur voie principale à la sortie des gares en impasse.

2.3.4. Signaux d'indication de marche



feu vert



feu vert clignotant

Le feu vert indique au conducteur que la circulation en marche normale est autorisée, s'y rien ne s'y oppose.

Sur les sections de ligne où la vitesse des trains est supérieure à 160 km/h, un **feu vert clignotant** précède généralement l'avertissement ou le feu jaune clignotant.

2.3.5. Signaux de limitation de vitesse

Ils limitent à un taux déterminé la vitesse des trains sur une partie de voie ou au franchissement de certains points particuliers (aiguille, traversée de gare, etc.).

■ Les limitations permanentes de vitesse (en complément de celles pouvant figurer dans les RT)

- Sur des parties de voie par tableau indicateur de vitesse (TIV) ordinaire



TIV fixe à distance
indiquant la vitesse
à respecter



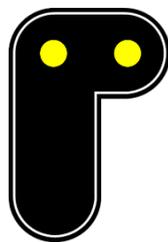
pancarte Z
signal d'exécution
indiquant le début de
la zone à parcourir à
vitesse limitée



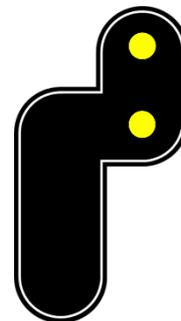
pancarte R
signal de reprise
indiquant la fin de
la zone à parcourir à
vitesse limitée

- Au franchissement de certains points particuliers (exemple des aiguilles)

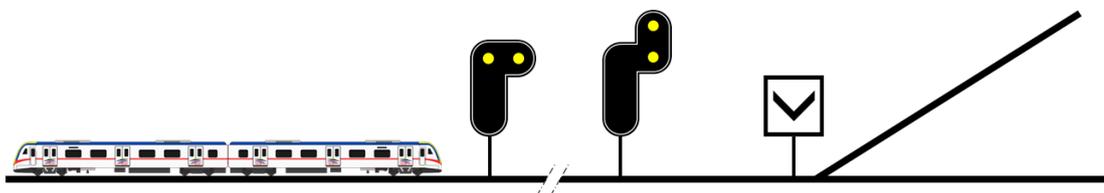
- Ralentissement à 30 km/h en signalisation lumineuse



ralentissement 30
à distance



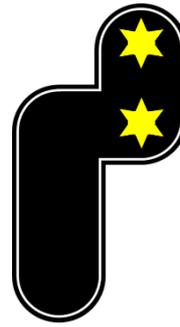
rappel 30
qui précède l'aiguille



- Ralentissement à 60 km/h en signalisation lumineuse



ralentissement 60
à distance

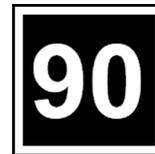


rappel 60
qui précède l'aiguille

- TIV mobiles



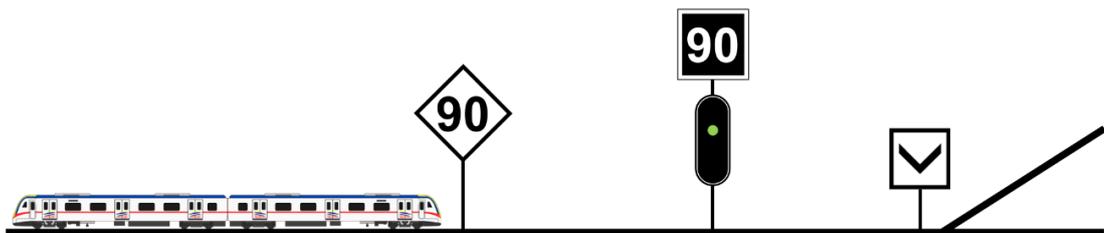
TIV à distance



TIV de rappel
toujours groupé avec le
carré qui précède l'aiguille

Ces tableaux peuvent être lumineux ou mécaniques ; lorsqu'ils sont ouverts ils présentent une bande verticale blanche continue.

Si cela est nécessaire, l'emplacement de l'aiguille (ou de la première aiguille dans le cas d'aiguilles successives) est repéré par un chevron pointe en bas.



Le chevron pointe en bas permet d'indiquer au conducteur l'emplacement à partir duquel il doit appliquer la vitesse prescrite.

■ Les limitations temporaires de vitesse

Cette signalisation s'applique sur des parties de voie (chantiers de travaux, etc.) sur lesquelles une limitation temporaire de vitesse doit être observée.



TIV à distance
Disque jaune si
 $V \leq 40$ km/h



TIV d'exécution

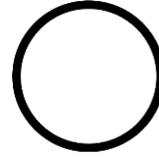


tableau blanc de reprise

2.3.6. Signaux indicateurs de direction

Ils renseignent les conducteurs sur la direction géographique qui leur est donnée.

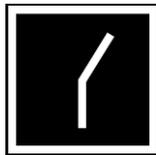
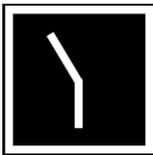


tableau indicateur de direction
à distance
(TIDD)



indicateur de direction
(ID)

2.3.7 Signaux caractéristiques de prescriptions particulières

Ils renseignent les conducteurs sur des particularités.

On trouve :

- des tableaux ;
- des pancartes ;
- la bande lumineuse jaune ;
- la croix de Saint-André (annulation des signaux).

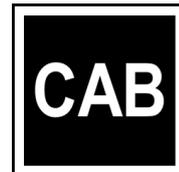
■ Exemples de tableaux



accès direct vers
une voie de service



circulation dirigée
vers un sas



circulation dirigée
vers une ligne à
signalisation de cabine

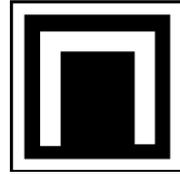
■ Exemples de pancartes



application de la marche à vue



limite de manœuvre



ouvrage d'art à gabarit réduit

■ Bande lumineuse jaune horizontale



La bande lumineuse jaune horizontale est utilisée en complément de l'avertissement. Elle indique au conducteur que son train est dirigé vers une voie à quai de courte longueur ou bien que sa longueur se trouve réduite.

■ Croix de Saint-André (annulation des signaux)



2.3.8. Signalisation de sortie de certains faisceaux ou groupes de voies convergentes

Elle peut être constituée de :



chevron pointe en haut

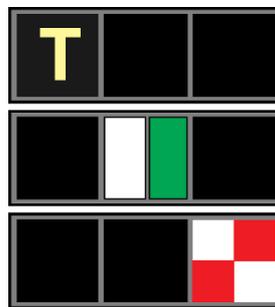


tableau lumineux de correspondance (TLC)



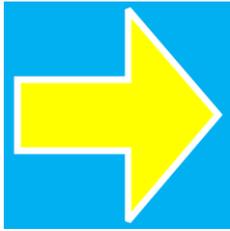
tableau lumineux indicateur de provenance (TIP)

2.4. La signalisation de cabine

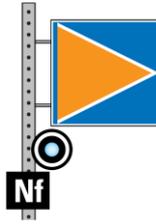
Sur les lignes à signalisation de cabine, le système transmet de manière continue (ou discontinue) en cabine de conduite des ordres et une consigne de vitesse associée éventuellement à une distance but.

La signalisation de cabine peut être complétée par une signalisation au sol dans certains cas pour :

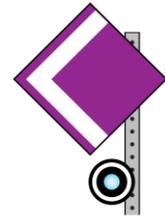
- **repérer** les points à ne pas dépasser comme, par exemple :



repère d'arrêt ETCS



repère Nf
de la TVM



Jalon de manœuvre
de la TVM

- **donner** des ordres de traction électrique, des informations aux points d'entrée et de sortie du domaine de signalisation de cabine, etc.

Des pancartes ou tableaux indiquent ces ordres et informations.

Ces repères, pancartes ou tableaux sont implantés :

- à gauche de la voie sur les plateformes à une seule voie ;
- côté piste, à l'extérieur sur les plateformes à deux voies ;
- dans le cas de plan de voie plus complexe, les pancartes ou tableaux sont fléchés.

Nota : les repères ETCS et de la TVM ne sont pas fléchés du fait de leur graphisme indiquant la voie à laquelle ils s'adressent.

Point de transition de signalisation (entrée sur LGV, armement de la signalisation de cabine).

Le point de transition de signalisation (tableau CAB), ainsi que l'armement de la signalisation de cabine, se situent à hauteur ou immédiatement en aval du dernier signal au sol (signal carré).

3. Les régimes d'exploitation des lignes

3.1. Définition

Ensemble des règles d'exploitation, c'est-à-dire des règles appliquées pour organiser et assurer le trafic, propres à une ligne en fonction des installations mises en œuvre pour en assurer l'exploitation.

Les principaux régimes d'exploitation sont : la voie unique, la voie banalisée, la double voie.

3.2. Principe

Il ne faut pas confondre régime d'exploitation et nombre de voies sur une plateforme car il existe des plateformes à 2 voies qui ne sont pas des « double voie », des plateformes à 3 ou 4 voies qui sont des « double voie », des plateformes à 1 seule voie qui ne sont pas des « voie unique ».

Les appellations et définitions de ces régimes d'exploitation sont donc très importantes car elles entraînent notamment des contraintes particulières de conduite que ce soit en situation normale ou dégradée (implantation des signaux, marche à vue ou règle spéciale de certains signaux par exemple).

En voie unique, l'organisation de la circulation des trains des deux sens sur une même voie génère un risque spécifique de nez à nez en plus du risque de rattrapage également présent sur les lignes à double voie.

L'exploitation sous le régime de la « double voie » permet, par conception, d'éviter le risque de nez à nez, compte tenu de l'affectation des trains à un sens de circulation par voie. Cependant sur certaines lignes, la circulation des trains s'effectue selon l'un des deux régimes suivants : la voie unique (voir 3.3.1.) ou la voie banalisée (Voir 3.3.5.).

Pour connaître le régime d'exploitation de la section de ligne, il faut consulter le livret A des renseignements techniques (RT).



3.3. Les lignes à une seule voie

Elles sont principalement exploitées selon les dispositions du régime général d'exploitation de la **voie unique**, certaines d'entre elles disposant d'un minimum d'équipement de signalisation sont désignées « **voie unique à signalisation simplifiée** » (Voir 3.3.2.).

D'autres lignes, peu fréquentées et fermées au service voyageur sont exploitées selon le régime de la **voie unique à trafic restreint**. (Voir 3.3.3.).

Il existe aussi un régime d'exploitation en **navette** (Voir 3.3.4.).

Enfin d'autres lignes disposant d'installations de sécurité s'opposant notamment au nez à nez sont exploitées selon le régime de la **voie banalisée** (Voir 3.3.5.).

3.3.1. La voie unique

Définition

Régime d'exploitation d'une ligne dans lequel les trains des deux sens circulent sur la même voie, les dispositions à prendre pour éviter la rencontre de deux trains de sens contraire ne sont pas automatiques mais résultent de procédures à appliquer par les personnels affectés à la circulation des trains, voire par les personnels des trains dans certains cas de lignes faiblement équipées. Ces dispositions sont définies par le gestionnaire d'infrastructure.

Principe

■ Le risque de nez à nez

Les documents horaires sont conçus en respectant des obligations fondamentales telles que le croisement obligatoire de deux trains en gare, qui permettent d'éviter le nez à nez pour les trains de sens contraires.

Ce risque est donc avant tout couvert par le respect de l'ordre normal de circulation des trains figurant aux documents horaires.

En effet, le principe d'exploitation d'une ligne à voie unique s'effectue selon des modalités définies par SNCF Réseau, qui prévoient notamment le respect absolu de l'ordre théorique de succession des trains et en conséquence de l'ordre chronologique d'occupation de la voie unique. Une circulation qui n'est pas à son ordre, ne peut occuper la voie unique sans procédure.

En cas de modification de l'ordre théorique (retard, train supprimé, etc.), des procédures permettent d'organiser le nouvel ordre de circulation des trains (procédures de reports de croisement, dépassements, etc.).

Le respect des procédures reposant sur l'humain, certaines lignes sont équipées d'une « barrière » technique de sécurité : le block manuel de voie unique (BMVU - voir 4.4.2.). Des moyens d'arrêt

complémentaires (DAAT, GSM/GFU, RST, coupure d'urgence si la ligne est électrifiée, ...) peuvent être utilisés ou mis en place afin de réduire les conséquences d'une erreur humaine.

■ Le risque de rattrapage

Le risque de collision par rattrapage est couvert par le mode de cantonnement. Les différents modes de cantonnement existants sont :

- le cantonnement téléphonique (Voir - 4.3.) ;
- le cantonnement assisté par informatique (CAPI - voir 4.3.) ;
- le cantonnement assisté par informatique initié en 1995 (CAPI 95 - voir 4.3.) ;
- le block manuel de voie unique (BMVU - voir 4.4.2.).

3.3.2. La voie unique à signalisation simplifiée (VUSS)

Définition

Certaines lignes à voie unique sont désignées à la documentation d'exploitation comme « *Lignes à voie unique à signalisation simplifiée* ».

Par rapport au régime général de la voie unique, ce type de ligne se distingue par la mise en œuvre d'un minimum d'équipements. Ils se limitent à une pancarte « gare » à distance et à un repère d'entrée.

Principe

■ Le risque de nez à nez

Elles sont exploitées selon les modalités du régime général d'exploitation de la voie unique (notamment le respect de l'ordre théorique de circulation).

Leur fonctionnement repose en outre sur l'arrêt général des circulations dans toutes les gares.

■ Le risque de rattrapage

La gestion de l'espace est assurée par le cantonnement téléphonique.

Il n'y a aucune barrière technique de sécurité, toute erreur humaine peut avoir des conséquences graves. Des boucles de rattrapage peuvent permettre de pallier ces erreurs (DAAT, CAPI, GSM/GFU, RST, coupure d'urgence si la ligne est électrifiée, etc.).

3.3.3. La voie unique à trafic restreint (VUTR)

Définition

Ce régime concerne des lignes fermées au service voyageurs qui ne comportent normalement pas de signaux. Les règles concernant le régime général d'exploitation de la voie unique ne sont pas applicables et sont remplacées par des modalités particulières définies par SNCF Réseau.

Principe

Une consigne locale d'exploitation adaptée à chaque VUTR précise les caractéristiques d'exploitation comme la vitesse de la ligne, la signalisation, les établissements, les liaisons téléphoniques, les PN, etc.

Elle est complétée par un programme de circulation qui comporte les horaires des trains devant circuler et précise les dispositions particulières concernant chaque train (trains entre lesquels l'espacement doit être assuré, croisements, etc.).

Ces lignes ne comportent normalement pas de signaux, les limitations de vitesse à observer sur les aiguilles ainsi que les autres limitations permanentes de vitesse sont inscrites à la consigne locale d'exploitation de la ligne ; elles ne sont pas rappelées par des signaux sur le terrain.

Par principe, la vitesse de circulation ne dépasse généralement pas 50 km/h.

Aucun enclenchement n'est prévu. Chaque ligne dépend d'un agent de SNCF Réseau dénommé « chef de ligne ». La sécurité des circulations est assurée par le chef de ligne et par les agents des trains.

Nota : Les VUTR ne sont pas définies dans les RT.

3.3.4. L'exploitation en navette

Définition

Régime d'exploitation d'une ligne sur laquelle la circulation d'un train ne peut être autorisée qu'après dégagement du train précédemment engagé, l'engagement et le dégagement se faisant au même point.

Principe

L'exploitation en navette consiste à n'autoriser la présence que d'une seule circulation sur la section de ligne concernée, cette circulation revenant à son point de départ, ce qui par conception limite les risques de collision de trains.

Toutefois, le programme peut inclure moyennant des procédures adaptées des mouvements de desserte, avec ou sans possibilité de garage (desserte origine terminus ou desserte en antenne).

L'accès à la voie exploitée en navette est commandé par un signal muni du DAAT ou du KVB.

3.3.5. La voie banalisée

Définition

Régime d'exploitation d'une ligne à une ou plusieurs voies parcourues par les trains des deux sens. Sur ces voies, des installations de sécurité s'opposent à l'expédition de deux trains de sens contraire à la

rencontre l'un de l'autre. Sur les lignes à plusieurs voies banalisées, les trains d'un même sens peuvent circuler indifféremment sur l'une quelconque de ces voies.

Principe

Une voie banalisée peut être découpée en plusieurs intervalles (points entre lesquels il n'existe aucune possibilité de croisement ou dépassement).

Sur une voie, quel que soit le sens :

- les signaux sont normalement implantés à gauche ;
- le découpage éventuel d'un intervalle en cantons est identique.

■ Le risque de nez à nez

Les deux extrémités d'un intervalle de voie banalisée sont équipées de signaux d'arrêt non permissifs permettant d'arrêter et de retenir les trains se dirigeant vers l'intervalle. Elles sont reliées par un enclenchement entre itinéraires de sens contraires.

Le risque de nez à nez est pris en charge notamment, par l'enclenchement entre itinéraires de sens contraire. Cet enclenchement agit directement sur le circuit de commande des signaux de protection donnant accès à l'intervalle. Il nécessite la mise en œuvre de circuits de voie ou de compteurs d'essieux qui interviennent en outre dans le block automatique (cf. rattrapage ci-dessous).

Les installations de sécurité s'opposent à l'expédition de deux trains de sens contraire dans le même intervalle. Cette interdiction est maintenue tant que l'intervalle est occupé.

■ Le risque de rattrapage

L'espacement est assuré automatiquement.

En signalisation au sol, l'espacement des trains de même sens est assuré par le block automatique par l'intermédiaire de circuits de voie ou de compteur d'essieux. Selon l'importance du trafic, il peut s'agir de :

- BAPR : La longueur d'un canton de BAPR peut atteindre 15 km ou plus ;
- BAL : La longueur maximale d'un canton de BAL n'excède pas généralement 2,8 km ce qui permet un écoulement de trafic plus important

En signalisation de cabine, la TVM ou l'ETCS assurent l'espacement.

3.4. La double voie

Définition

Régime d'exploitation d'une ligne à deux voies (ou plus) dans lequel chaque voie est normalement affectée à la circulation des trains dans un sens déterminé.

Principe

■ Le risque de nez à nez

Sur une ligne à deux voies, les circulations empruntent normalement la **voie de gauche** dans le sens de la marche (*voie de droite sur les lignes désignées à la documentation d'exploitation*).

La double voie est exploitée selon les modalités définies par SNCF Réseau qui prévoit que chaque agent du service de la gestion des circulations doit disposer en temps utile des informations nécessaires pour assurer le service de la circulation des trains, notamment les informations relatives à l'ordre théorique et réel de succession des trains, à l'horaire et aux voies de circulation des trains.

Dans certains cas, il peut être nécessaire (travaux, incidents, etc.) d'organiser la circulation des trains des deux sens sur une seule voie. Les circulations se déplaçant sur une voie en sens inverse du sens normal sont dites à « **contresens** » sur une installation de contre sens (**ICS**) ou sur une voie unique temporaire (**VUT**). Elles sont dites à « **contre-voie** » dans les autres cas.

En fonction des installations et équipements en place :

- utilisation d'installations qui s'opposent au nez à nez :
 - installation de contre sens (**ICS**) : installations permanentes de contre sens (**IPCS**) ou installations temporaires de contresens (**ITCS**) - voir 3.4.1. ;
 - voie unique temporaire à caractère permanent (**VUTP**) - voir 3.4.2. ;
- ou mise en place de procédures :
 - voie unique temporaire (**VUT**) - voir 3.4.3. ;
 - mouvement à **contre voie** - voir 3.4.4.

■ Le risque de rattrapage

L'espacement est assuré selon les principes définis au chapitre 4. Sur une voie les signaux sont normalement implantés à gauche.

3.4.1. Les installations de contresens (ICS)

3.4.1.1. Les installations permanentes de contresens (IPCS)

Principe

Certaines sections de ligne comportent des installations permanentes de contresens (**IPCS**). Ces installations accessibles sans arrêt des trains à l'entrée, permettent à tout moment la circulation des trains à contresens sans que les conducteurs en soient préavisés autrement que par la signalisation.

■ Le risque de nez à nez

Des enclenchements de sécurité s'opposent à l'expédition de deux trains de sens contraire à la rencontre l'un de l'autre.

- Le risque de rattrapage

L'espacement des trains circulant dans le sens normal est assuré dans les conditions habituelles.

L'espacement des trains à contresens est assuré automatiquement.

Avis au conducteur

Les sections de ligne équipées d'IPCS sont désignées aux RT.

La circulation (*entrée et sortie*) sur IPCS est indiquée au conducteur par la signalisation.

3.4.1.2. Les installations temporaires de contresens (ITCS)

Principe

L'ITCS est un régime temporaire d'exploitation permettant en double voie de faire circuler sur une voie des trains en sens inverse du sens normal.

Ces installations, accessibles sans arrêt des trains à l'entrée, permettent à tout moment la circulation des trains à contresens. Elles sont installées en prévision de chantier de travaux qui vont nécessiter l'obstruction d'une des deux voies.

- Le risque de nez à nez

Des enclenchements de sécurité s'opposent à l'expédition de deux trains de sens contraire à la rencontre l'un de l'autre.

Les ITCS ont leurs extrémités dans les gares les plus rapprochées encadrant le chantier de travaux prévu ou bien dans des postes de pleine voie existants ou créés à cet effet, considérés dès lors comme des gares. Si le chantier se déplace, les extrémités de l'ITCS sont reportées au fur et à mesure de la progression du chantier par phases successives, chaque phase faisant l'objet d'une ITCS distincte.

- Le risque de rattrapage

L'espacement des trains circulant dans le sens normal est assuré dans les conditions habituelles.

L'espacement des trains à contresens est assuré automatiquement.

Avis au conducteur

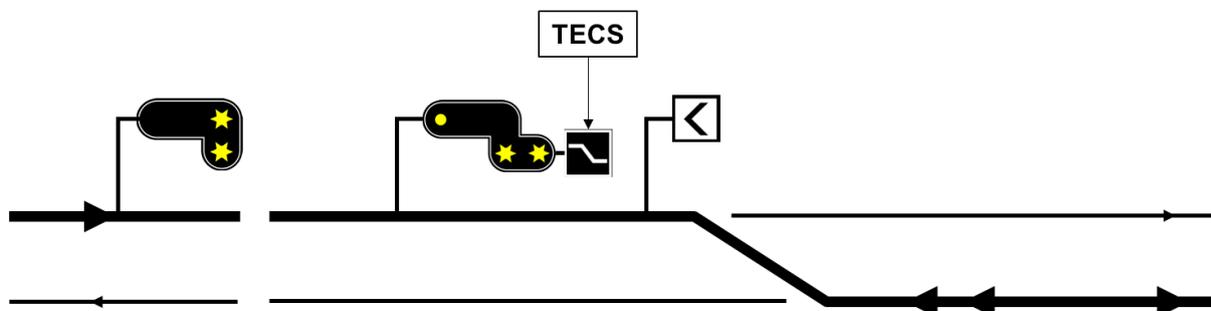
Les informations nécessaires aux conducteurs sont fournies par le gestionnaire d'infrastructure aux entreprises ferroviaires. Les particularités de signalisation et d'exploitation de l'ITCS sont mentionnées.

Un schéma adapté à ses besoins peut compléter ces informations.

La circulation (*entrée et sortie*) sur ITCS est indiquée au conducteur par la signalisation.

3.4.1.3. Circulation à contresens sur une ICS

L'entrée d'un parcours à contresens sur une ICS est repérée par un tableau lumineux d'entrée à contresens (TECS). Ce tableau, normalement éteint, est groupé avec le panneau qui porte le carré protégeant l'aiguille d'entrée.



Exemple d'entrée à contresens à 60 km/h sur une section de ligne où la circulation normale se fait à gauche

Les signaux s'adressant aux conducteurs des trains circulant à contresens sont :

- implantés à droite (disposition inverse sur les lignes où la circulation se fait normalement à droite) ;
- répétés sur les engins moteurs.

Les ICS peuvent comporter à contresens un ou plusieurs cantons.

La sortie d'un parcours à contresens est repérée par un tableau lumineux de sortie de contresens (TSCS). Ce tableau est groupé avec le panneau qui porte le signal « carré » protégeant l'aiguille de sortie.

3.4.2. La voie unique temporaire à caractère permanent

Principe

Les installations de voie unique temporaire à caractère permanent (VUTP) permettent la circulation occasionnelle des trains des deux sens sur une seule voie, entre deux gares, sans arrêt à l'entrée et sans préavis aux conducteurs.

Les sections de ligne équipées de VUTP sont désignées aux RT.

■ Le risque de nez à nez

Des enclenchements de sécurité s'opposent à l'expédition de deux trains de sens contraire à la rencontre l'un de l'autre.

■ Le risque de rattrapage

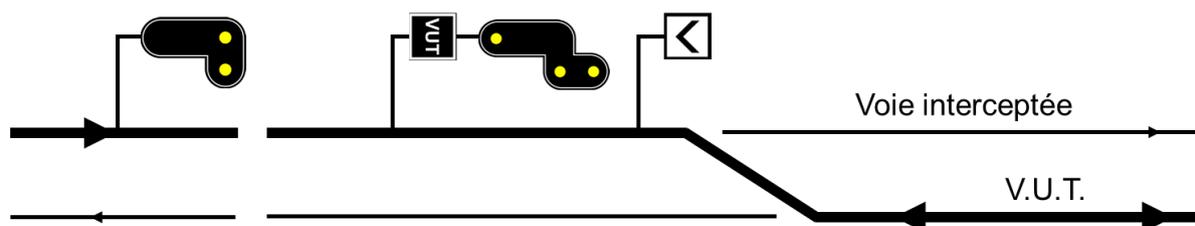
L'espacement des trains circulant dans le sens normal est assuré dans les conditions habituelles.
L'espacement des trains à contresens est assuré automatiquement.

Circulation à contresens

L'entrée d'un parcours à contresens est repérée par un **tableau VUT** groupé avec le panneau qui porte le carré protégeant l'aiguille d'entrée.

La présentation du **tableau VUT** indique au conducteur :

- que le train est dirigé et est **autorisé à s'engager à contresens** ;
- qu'à partir de ce tableau, **les signaux qui le concernent sont implantés à droite**.



Exemple d'entrée à 30 km/h sur VUTP

La vitesse limite à ne pas dépasser est fixée à 70 km/h.

La sortie du parcours à contresens est repérée par un **tableau « FIN de VUT »** groupé avec le panneau qui porte le signal carré protégeant l'aiguille de sortie.

La présentation du **tableau « FIN de VUT »** indique au conducteur :

- que le train est parvenu à la fin du **parcours à contresens** ;
- qu'à partir de ce tableau, **les signaux qui le concernent sont implantés à gauche**.

3.4.3. La voie unique temporaire

Principe

Lorsqu'une cause quelconque (*incident, exécution de travaux, etc.*), interdit l'utilisation d'une voie et en l'absence d'installations permettant la circulation dans les deux sens en sécurité sur l'autre voie (ICS, voie banalisée), la circulation des trains est organisée par les agents du service de gestion des circulations situés aux extrémités selon des procédures adaptées.

La VUT est donc un régime temporaire d'exploitation permettant, sur une ligne à double voie non équipée d'installation de contresens, de faire circuler les trains des deux sens sur une seule et même voie.

Les trains devant circuler à contre sens sont **arrêtés à l'entrée**.

La circulation sur la VUT dans les deux sens se fait selon le principe de la demande et de l'accord de voie entre agents du service de la gestion des circulations.

La vitesse limite à contre sens est de 70 km/h.

La sortie de la VUT est repérée soit :

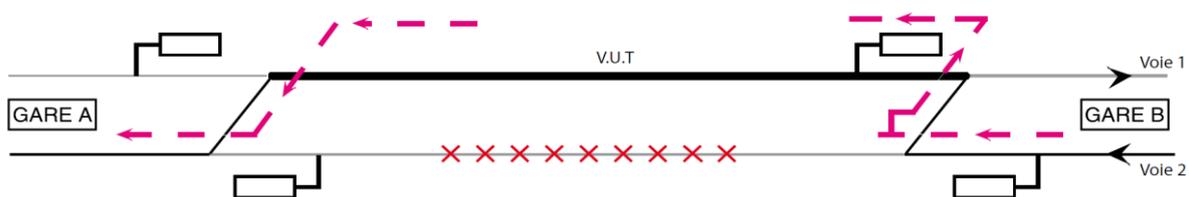
- par un signal carré implanté à gauche, à droite ou au-dessus de la voie ;
- par un signal d'arrêt à main.

Organisation

La VUT est établie entre les deux changements de voies utilisables les plus rapprochés qui en constituent les extrémités.

La VUT est organisée par l'agent du service de la gestion des circulations qui expédie les trains à contresens sur cette voie (gare B dans l'exemple ci-dessous) et qui doit aviser ou faire aviser les agents intéressés : agents des postes, des PN gardés, agents travaillant sur la voie ou les caténaires.

Circulation sur la VUT



■ Le risque de nez à nez

L'expédition de tout train sur la VUT est subordonnée à un accord de voie donné par l'agent du service de gestion des circulations de l'autre extrémité de la VUT à l'agent du service de gestion des circulations qui doit expédier le train.

■ Le risque de rattrapage

Les trains de sens normal sont cantonnés dans les conditions habituelles.

Les trains circulant à contresens sont cantonnés téléphoniquement dans les conditions prévues pour la voie unique (voir 4.3.).

Avis au conducteur

En sens normal : aucun avis n'est fait au conducteur, les trains circulent sans arrêt à l'entrée.

À contre sens : le conducteur est arrêté à l'entrée de la VUT puis informé par écrit par l'agent du service de la gestion des circulations qu'il va circuler à contresens en VUT.

Cet ordre écrit reprend les points ou zones du parcours sur lesquels le conducteur doit appliquer des prescriptions particulières.

En effet, les installations et la signalisation ne sont généralement pas prévues pour les circulations en sens inverse du sens normal (PN, limitations de vitesse, etc.).

3.4.4. Mouvement à contre-voie

Principe

Lorsqu'une cause quelconque (*incident, secours, travaux inopinés de courte durée, etc.*), interdit l'utilisation d'une voie, en l'absence d'installation permettant la circulation dans les deux sens sur l'autre voie (ICS, voie banalisée) et qu'il n'est pas envisagé d'organiser une VUT (par exemple, du fait que très peu de circulations seront concernées), la circulation d'un train n'empruntant pas le sens normal se fait alors à contre-voie sur la voie non interceptée. Les trains devant circuler à contre-voie sont **arrêtés à l'entrée**.

Le mouvement à contre-voie peut être effectué :

- d'un point quelconque vers un point situé en amont (ces points pouvant être un point de pleine voie, une gare, un évitement télécommandé) ;
- à l'intérieur d'une gare.

Organisation

Mouvements à contre-voie à l'intérieur d'une gare

Lorsqu'un mouvement à contre-voie doit être effectué à l'intérieur d'une gare, il est organisé à l'initiative de l'agent du service de gestion des circulations.

Le conducteur est avisé par l'agent du service de la gestion des circulations qu'il doit effectuer un mouvement à contre-voie et que le mouvement s'effectue :

- soit comme une manœuvre. Dans ce cas le conducteur sera renseigné et guidé par des signaux de manœuvre ;
- soit par la transmission d'un ordre écrit ou d'une dépêche.

Autres mouvements à contre-voie

- d'une gare vers la gare en amont ou de la gare en avant vers un point de pleine voie

L'agent chargé d'organiser ce mouvement à contre-voie est l'agent du service de gestion des circulations de la gare dans laquelle le mouvement a son origine.

- d'un point de pleine voie vers la gare en arrière

L'agent chargé d'organiser ce mouvement à contre-voie est l'agent du service de gestion des circulations de la gare dans laquelle le mouvement se termine.

Dans ces deux cas, l'agent du service de la gestion des circulations, après avoir obtenu l'assurance que la partie de voie à parcourir est libre et le restera, remet un ordre écrit ou transmet une dépêche au conducteur pour circuler à contre-voie.

■ En pleine voie

Le conducteur est responsable de ce mouvement, lorsqu'il prend l'initiative d'exécuter ce mouvement :

- à la suite d'une rupture d'attelage lorsque le train peut être reconstitué ;
- à la suite d'un léger dépassement du point d'arrêt habituel dans un établissement PL.

Circulation à contre-voie

Après arrêt du train, l'agent du service de la gestion des circulations, selon le cas, remet au conducteur un ordre écrit ou le transmet par dépêche. Cet ordre reprend les points ou zones du parcours sur lesquels le conducteur doit appliquer des prescriptions particulières.

En effet, les installations et la signalisation ne sont généralement pas prévues pour les circulations en sens inverse du sens normal (PN, limitations de vitesse, etc.).

Lorsque le conducteur est en tête du mouvement, la circulation s'effectue en **marche à vue** sur tout le parcours effectué à contre-voie (le conducteur peut rencontrer un obstacle non protégé).

Lorsque le conducteur n'est pas en tête, la circulation est guidée par des signaux de manœuvre.

La fin du parcours à contre voie est généralement repérée soit :

- par un **signal carré** ;
- par un **signal d'arrêt à main**.

4. Les systèmes d'espacement des trains

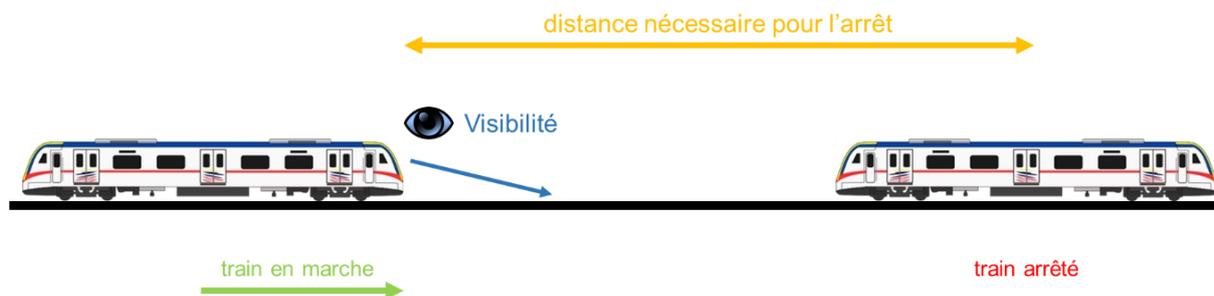
4.1. Définition

Le système d'espacement des trains de même sens, est destiné à éviter les rattrapages et consiste à fractionner la ligne en plusieurs cantons dont l'entrée est protégée par un signal d'arrêt.

4.2. Principe

Compte tenu de leur masse importante, de leur vitesse élevée, de la faible adhérence rail-roue, les trains ont besoin d'une distance importante pour s'arrêter.

De ce fait, la distance nécessaire pour obtenir l'arrêt est généralement plus grande que la partie de voie visible par le conducteur. Dans ces conditions, le conducteur d'un train en marche ne voyant pas à temps la queue d'un train arrêté ou circulant à plus faible vitesse devant lui risquerait de le heurter.



Pour prévenir le risque de rattrapage : un dispositif d'espacement des trains appelé « cantonnement » est mis en place selon les principes suivants :

- la ligne est divisée en portions de voie appelées « cantons » ;
- l'entrée de chaque canton est normalement commandée par un signal ;
- un seul train est normalement admis dans chaque canton.
- aucun train ne peut normalement pénétrer dans un canton occupé, du fait du maintien à la fermeture du signal d'entrée du canton durant tout le temps de son occupation.

Dans certains cas particuliers, la pénétration d'un train dans un canton occupé ainsi que les modalités de franchissement du signal d'entrée du canton sont prévues dans une procédure propre à chaque mode de cantonnement

Les différents modes de cantonnement

On distingue :

- le cantonnement téléphonique ;
- le block manuel par appareils (BM) ;
- le block automatique : lumineux (BAL) ou à permissivité restreinte (BAPR) ;
- l'ETCS 1 généralement superposé à la signalisation au sol ;
- l'espacement sur lignes à grande vitesse (TVM, ETCS 2).

Sur les sections de lignes équipées en **cantonement téléphonique** ou en **block manuel par appareils**, les signaux de cantonnement sont **manœuvrés au sol ou depuis des postes par des agents** du service du gestionnaire d'infrastructure (GI) chargé de la gestion des circulations **dénommés « gardes »**.

Sur les sections de lignes équipées en **BAL ou BAPR**, les signaux de cantonnement **se ferment automatiquement** dès l'occupation du canton et restent fermés jusqu'à sa complète libération.

Sur les sections de lignes à signalisation de cabine, équipées en **TVM ou ETCS**, les informations liées à l'espacement des trains sont données au conducteur **automatiquement** directement en cabine de conduite.

Pour déterminer le mode et le cas échéant les postes de cantonnement d'une section de ligne, il faut consulter les RT.

4.3. Le cantonnement téléphonique

Le cantonnement téléphonique n'est utilisé que sur des lignes où le trafic est peu important en double voie ou en voie unique. Ce mode de cantonnement exige peu d'installations de sécurité, il repose essentiellement sur l'application de procédures. Il ne comporte pas de dispositif de détection de circulation.

Principe

La ligne est divisée en cantons délimités par des postes de cantonnement. Chaque poste est relié aux postes voisins par le téléphone et dispose normalement des signaux permettant d'arrêter et de retenir les trains :

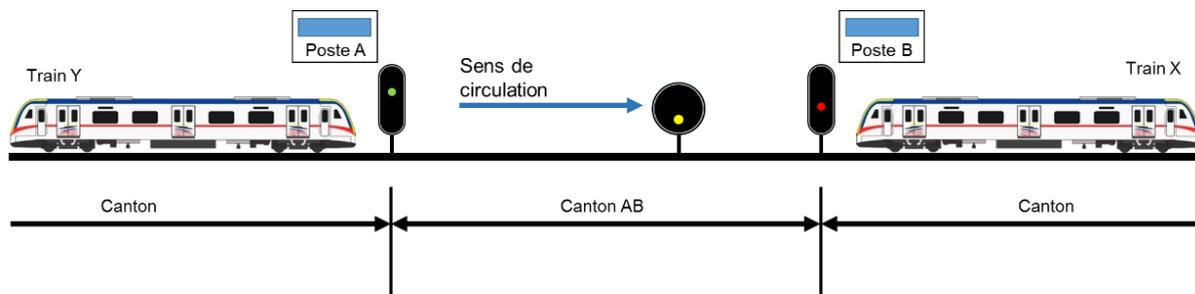
- chaque train est annoncé, avant son départ ou son passage, par dépêche entre chaque gare ;
- la voie libre est rendue, par dépêche, derrière un train dès qu'il est arrivé complet et protégé par les signaux du poste ».

Sur les lignes à voie unique où est utilisé le cantonnement téléphonique, les signaux sont normalement fermés et ne sont ouverts pour un train qu'après application des procédures de sécurité.

Par ailleurs, pour encore plus de sécurité, lors de la réception de dépêches d'annonce ou de reddition, la répétition intégrale (collationnement) de celles-ci est effectuée par dépêche.

Toute erreur humaine constitue un événement pouvant avoir des conséquences graves. Afin de limiter les conséquences de cet événement et selon la géographie, il peut être mis en place des moyens d'arrêt supplémentaires (DAAT, GSM/GFU, RST, coupure d'urgence si la ligne est électrifiée, ...).

Comment s'effectue le cantonnement entre le Poste A et le Poste B ?



La voie étant préalablement libre, le train « X » est arrivé au poste B ;

Le garde du poste B ferme ses signaux derrière le train « X », s'assure que le train « X » est bien arrivé entier (signalisation d'arrière du train).et avise le garde du poste A que «la voie est libre » (canton AB)

Le garde du Poste A étant informé que le canton AB est libre, annonce le train « Y »au garde du Poste B et peut ouvrir le signal pour lui permettre de se rendre jusqu'au Poste B.

Particularités

CAPI (Cantonnement Assisté Par Informatique)

A la suite de l'accident ferroviaire de Flaujac en 1985, les lignes à voie unique avec voyageurs ont été équipées d'un système d'assistance informatique au cantonnement (CAPI).

Cet équipement a permis de remplacer les échanges téléphoniques entre agents du service de gestion des circulations par des dialogues informatiques pré formatés, dont la traçabilité est assurée, réduisant ainsi les risques d'erreurs humaines.

CAPI 95 (Cantonnement Assisté Par Informatique initié en 1995)

Cette nouvelle version mise en service à partir de 1996, consiste à combiner le système CAPI à la mise en place d'un DAAT (Dispositif d'arrêt automatique des trains) sur le terrain afin d'arrêter les trains en cas d'erreur humaine. (exemple : en cas d'ouverture du signal et d'expédition d'un train sans avoir reçu voie libre)

4.4. Le block manuel (BM) par appareils

Ce type de block est utilisé en double voie et en voie unique.

Principe

La ligne est divisée en cantons délimités par des postes de cantonnement. Un signal de cantonnement commande l'entrée de chaque canton. Chaque poste est relié aux postes voisins par le téléphone et par des appareils de block. Les appareils de block et les signaux sont manœuvrés, depuis les postes,

par des gardes. Lorsque ce block est en dérangement, les gardes appliquent la procédure du cantonnement téléphonique.

Comment s'effectue le cantonnement ?

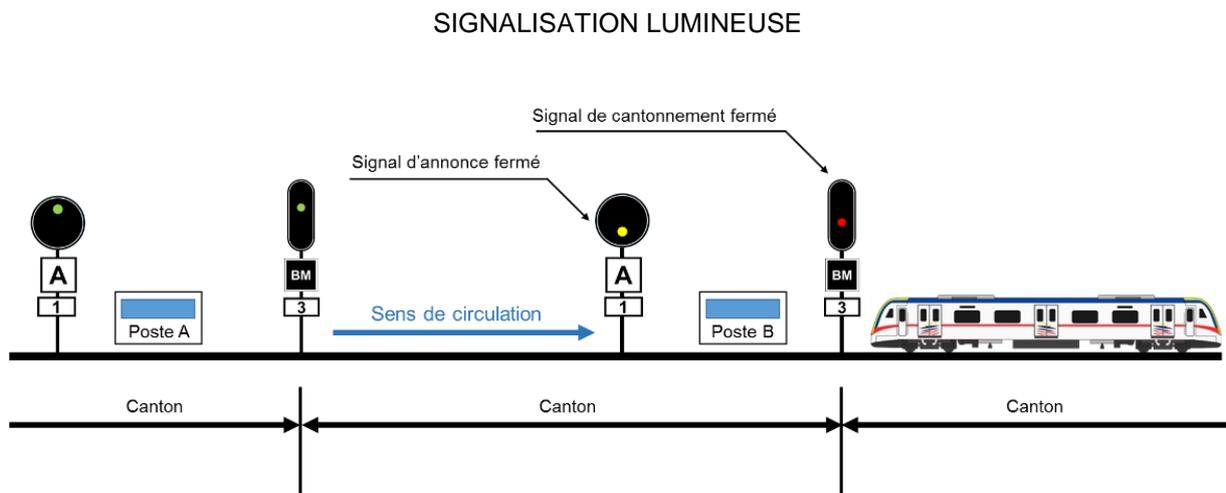
4.4.1. Le block manuel unifié (BMU) en double voie

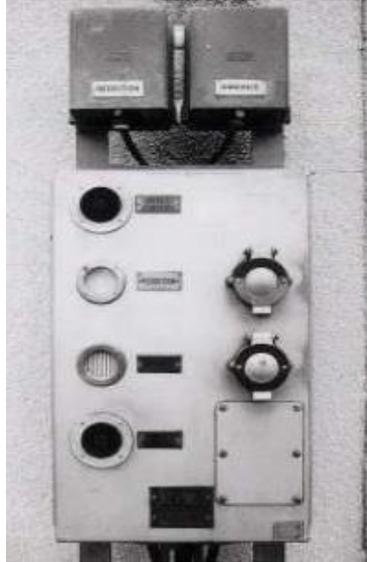
La liaison par appareils de block entre les postes successifs permet aux gardes :

- d'ouvrir le signal qui commande l'entrée du canton, si celui-ci est libre ;
- d'interdire l'ouverture du signal qui commande l'entrée du canton, si celui-ci est occupé ;
- d'annoncer du poste A au poste B l'expédition d'un train dans le canton AB ;
- d'indiquer, du poste B au poste A, que le canton est libre de A vers B lorsque le train est arrivé complet à B.

La vérification de la libération complète d'un canton ne peut se faire que par l'observation directe, par le garde, de la présence de la signalisation d'arrière au passage ou à l'arrivée de chaque train.

Les signaux de block sont des sémaphores. Ils sont munis d'une fermeture automatique (FA) qui assure également le blocage du signal. Le système de cantonnement n'étant pas permissif, le sémaphore ne peut pas être franchi à l'initiative du conducteur.





Exemple d'appareil de block en double voie.

Cet appareil installé pour chaque sens permet, par appui sur un bouton, d'annoncer les trains au poste suivant et de rendre voie libre au poste précédent.

La fermeture automatique du sémaphore est confirmée par l'opérateur qui ne peut le rouvrir que lorsque les conditions techniques vérifiées par le système de block le permettent.

Les principes généraux sont les suivants :

- avant le départ ou le passage d'une circulation, l'opérateur vérifie qu'il a bien reçu voie libre (observation d'un voyant à la boîte de block) puis commande l'ouverture du sémaphore ;
- l'annonce est effectuée après le départ ou le passage de la circulation, elle est subordonnée à la fermeture du sémaphore, elle confirme le blocage de ce signal ;
- la possibilité de rendre voie libre est tributaire du passage effectif de la circulation à un point donné sur un détecteur de passage ;
- éventuellement, un commutateur de mise hors service permet, lors de la fermeture du poste, de s'effacer du service du cantonnement ; les sémaphores sont maintenus ouverts. Le cantonnement est alors assuré par les deux gares encadrantes.

En situation dégradée, principalement en cas de dérangement, l'opérateur doit revenir aux règles du cantonnement téléphonique.

Avantages du block manuel par rapport au cantonnement téléphonique

Les trains actionnent des pédales de voie lors du passage au niveau des postes, des liaisons électriques interdisent l'ouverture, par le garde, du sémaphore commandant l'entrée d'un canton tant que ce dernier est occupé par le train.

Limites

Les cantons peuvent être très longs (de poste à poste) ce qui contraint le débit de la ligne.

La nuit, quand il y a moins de circulations, certains postes peuvent fermer et les cantons sont encore plus longs (plusieurs dizaines de kilomètres)

4.4.2. Le block manuel de voie unique (BMVU)

Ce type de block a pour objet :

- d'une part, d'assurer l'espacement des trains de même sens ;
- d'autre part de s'opposer à l'expédition d'un train d'une gare vers la gare suivante si un train de sens contraire est déjà engagé entre ces deux gares.

L'existence du block ne dispense en aucune façon de l'observation des prescriptions réglementaires spéciales aux lignes à voie unique qui demeurent entièrement applicables.

Les signaux de block sont des sémaphores normalement fermés ; ils sont munis d'une fermeture automatique (FA) qui assure également le blocage du signal, le sémaphore n'est pas permissif.

La fermeture automatique du sémaphore est confirmée par l'opérateur qui ne peut le rouvrir que lorsque les conditions techniques vérifiées par le système de block le permettent.

Les principes généraux sont les suivants :

- avant le départ ou le passage d'une circulation, l'opérateur effectue une opération de « test » en vue de permettre l'ouverture du sémaphore. Cette opération a pour but notamment de vérifier automatiquement pour le sens opposé, que les conditions suivantes sont bien remplies :
 - le sémaphore est bien fermé et bloqué ;
 - la voie est libre de toute circulation ;
- l'annonce est effectuée après le départ ou le passage de la circulation, elle est subordonnée à la fermeture du sémaphore, elle confirme le blocage de ce signal ;
- la possibilité de rendre voie libre est tributaire du passage effectif de la circulation à un point donné sur un détecteur de passage ;
- le block est interrompu à la traversée des gares ;
- un commutateur de mise hors service permet, lors de la fermeture de la gare, de s'effacer du service de la circulation ; les sémaphores sont maintenus ouverts. Le cantonnement est alors assuré par les deux gares encadrantes.

En situation dégradée, principalement en cas de dérangement, l'opérateur doit revenir aux règles du cantonnement téléphonique.

Exemple d'appareil de block en voie unique



4.5. Le block automatique (BA)

Principe

Le block automatique se caractérise en block automatique lumineux (BAL) et en block automatique à permissivité restreinte (BAPR) par :

- le fonctionnement entièrement automatique des signaux de cantonnement dont le changement d'état (fermeture ou ouverture) est provoqué par le passage des circulations sans aucune intervention humaine ;
- l'état d'occupation de chaque canton, agissant directement sur le signal d'entrée correspondant est obtenu par le circuit de voie en BAL, généralement par un comptage d'essieu en BAPR.

Le BAL permet un débit élevé des circulations sur la ligne.

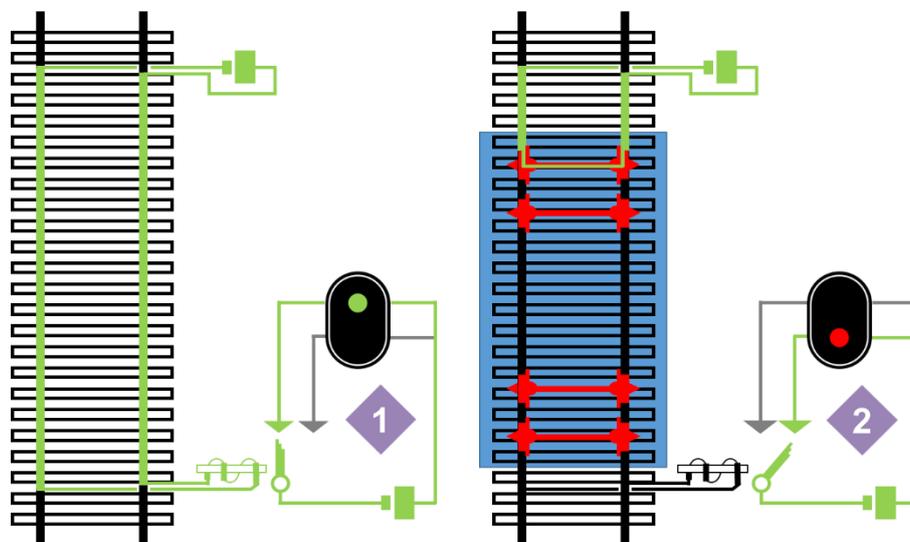
Fonctionnement d'un circuit de voie

Un circuit de voie est principalement constitué de trois éléments :

- un émetteur, branché à l'une des extrémités de la zone. Il délivre un courant qui peut être de différente nature selon les types de circuit de voie (continu, impulsionnel, alternatif, etc.) ;
- une ligne de transmission, constituée par les deux files de rails ;
- un récepteur, branché à l'autre extrémité de la zone. Il assure le filtrage, l'amplification et la transformation du signal reçu via les rails, ce qui agit sur un relais appelé relais de voie. Les contacts de ce relais sont utilisés pour établir ou couper le circuit électrique du signal d'entrée du canton.

Lorsqu'aucun véhicule n'est présent sur la zone délimitant le circuit de voie (voie libre), le signal délivré par l'émetteur parvient au récepteur à travers la ligne de transmission, et le relais de voie est excité. Le feu d'entrée du canton est à voie libre (cas 1 ci-dessous).

Lorsqu'un véhicule est présent, son premier essieu agit comme une faible résistance, appelée shunt, qui court-circuite la transmission. Dans ce cas, le niveau du signal parvenant au récepteur n'est plus suffisant et le relais de voie se désexcite, ce qui entraîne la fermeture du signal d'entrée du canton (cas 2 ci-dessous).



Fonctionnement des compteurs d'essieux

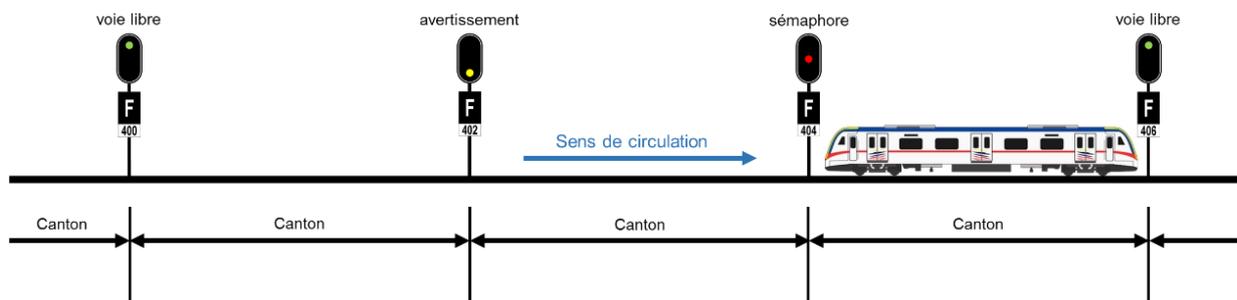
Un compteur d'essieux est un dispositif technique servant à détecter la présence d'une circulation sur une section, par comptage des essieux qui franchissent les détecteurs encadrant cette section.

Un point de détection est installé à chaque extrémité de la section, et chaque fois qu'un essieu passe sur ce point au début de la section, un compteur s'incrémente. Quand le train passe sur le point de détection en fin de la section, le compteur décrémente. Si le nombre final est zéro, la section est présumée libre pour un deuxième train et le signal d'entrée du canton présentera l'indication « voie libre ».

4.5.1. Le block automatique lumineux (BAL)

Le signal d'entrée du canton présente une indication liée à l'état d'occupation du ou des cantons suivants (indication d'arrêt, d'annonce ou de voie libre).

La longueur maximale d'un canton est en principe de 2800 m. Elle est généralement de 1500 m sur les lignes parcourues à la vitesse maximale de 160 km/h.



Avantages du BAL

Le BAL offre un niveau élevé de sécurité et permet un débit important.

Limites

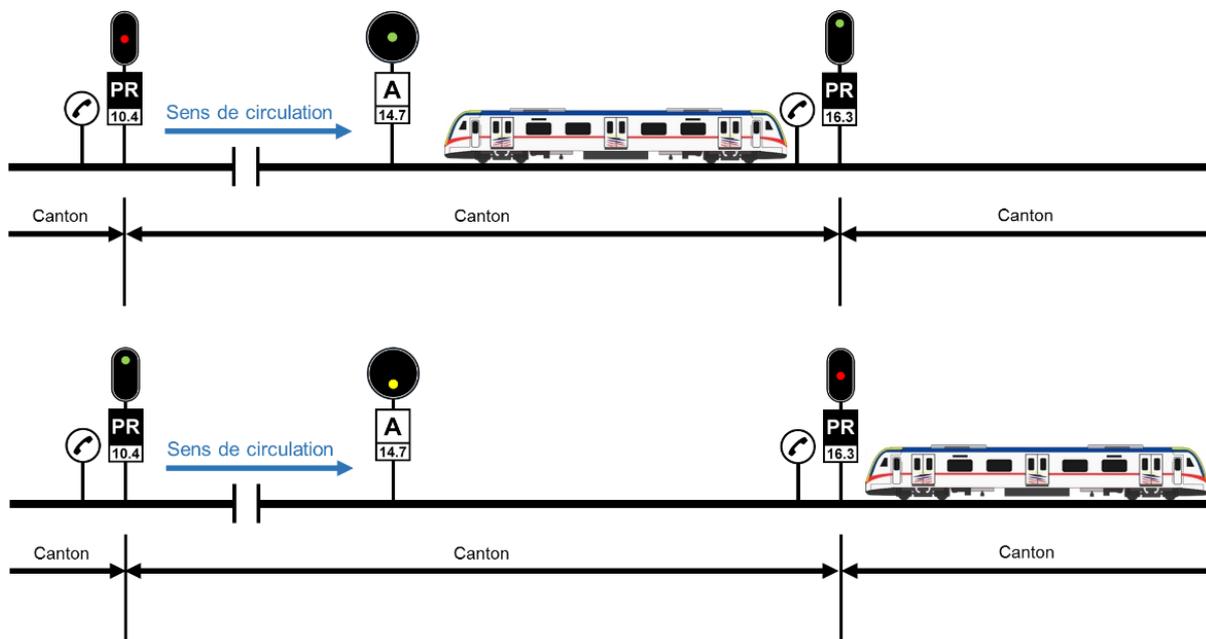
L'installation du BAL est très coûteuse.

Son fonctionnement nécessite une garantie de contact électrique entre la roue et le rail.

4.5.2. Le block automatique à permissivité restreinte (BAPR)

Le signal d'entrée du canton est un signal qui présente une indication liée à l'état d'occupation du canton suivant (indication d'arrêt ou de voie libre). Sur certaines lignes l'occupation du canton n'est pas obtenue par le circuit de voie mais par un système de comptage d'essieux entrants et sortants.

Les cantons sont beaucoup plus longs que le BAL (jusqu'à 15 km et plus) et par conséquent le débit est moins important.



Avantages du BAPR

Le BAPR offre un bon niveau de sécurité et il est moins coûteux que le BAL.

Limites

Ce type de block n'est adapté qu'aux lignes conventionnelles à trafic moyen compte tenu de l'espacement imposé entre 2 trains successifs.

4.6. La signalisation de cabine

4.6.1. La TVM (Transmission Voie Machine) sur LGV

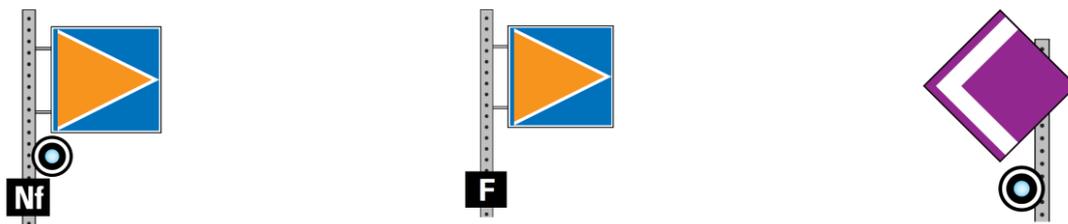
Principe

L'observation de la signalisation au sol placée généralement latéralement à la voie, ne peut être correctement réalisée que si la vitesse n'excède pas 220 Km/h. Au-delà de cette vitesse, les lignes sont dénommées « lignes à grande vitesse », et on utilise de ce fait la signalisation de cabine.

Les signaux sont remplacés sur la voie par des repères et des jalons, et en cabine par des indications de vitesse limite. De même les indications de sectionnement et de passage pantographe baissé sont reportées en cabine.

Le block en signalisation de cabine est caractérisé par des informations liées à l'espacement des trains données au conducteur **automatiquement** et directement.

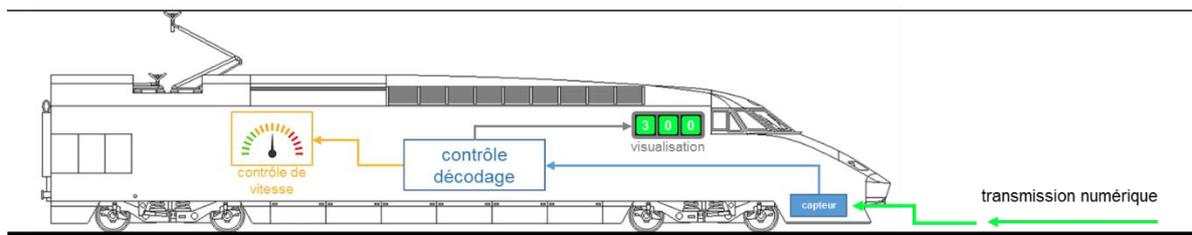
Exemples des jalons et repères



En TVM, la signalisation est réalisée techniquement par l'envoi d'informations continues au train par le biais des circuits de voie, et par des balises d'informations ponctuelles.

En outre un contrôle de vitesse est réalisé, obligeant le conducteur à respecter les indications en cabine, et provoquant le cas échéant le freinage du train (prise en charge).

Les matériels circulant sur ces lignes doivent être pourvus des équipements nécessaires.



La captation du message TVM par le train

La TVM 300

Le système permet la circulation de trains jusqu'à 300 Km/h et utilise le principe d'envoi d'informations en continu via la voie. La TVM 300 peut générer un maximum de 18 informations continues (dont seules 14 sont actuellement utilisées) complétées par un maximum de 14 informations ponctuelles (dont 11 sont utilisées).

La TVM 430

Du fait de l'évolution technologique, a été créée la TVM 430, plus performante notamment en termes de quantité d'informations transmises.

En fait avec la TVM 430 l'information reçue est beaucoup plus riche qu'avec la TVM 300. Avec la TVM 300 seule est transmise la vitesse maximale à ne pas dépasser dans le canton où se trouve le TGV.

Avec la TVM 430 les données transmises sont :

- la vitesse maximale à ne pas dépasser dans le canton où se trouve le TGV ;
- la vitesse à respecter à la fin du canton, la vitesse à respecter à la fin du canton suivant ;
- le profil de la voie (pente/rampe avec taux) ;
- la distance d'un point fixe donné jusqu'à la fin du canton.

L'affichage en cabine



Les signaux sont présentés au conducteur sous la forme d'afficheurs, présentant une information de vitesse limite.

Exemples d'indications présentées au conducteur



Un autre afficheur est également utilisé pour les indications ponctuelles : vitesse, sectionnement, passage pantographe baissé.

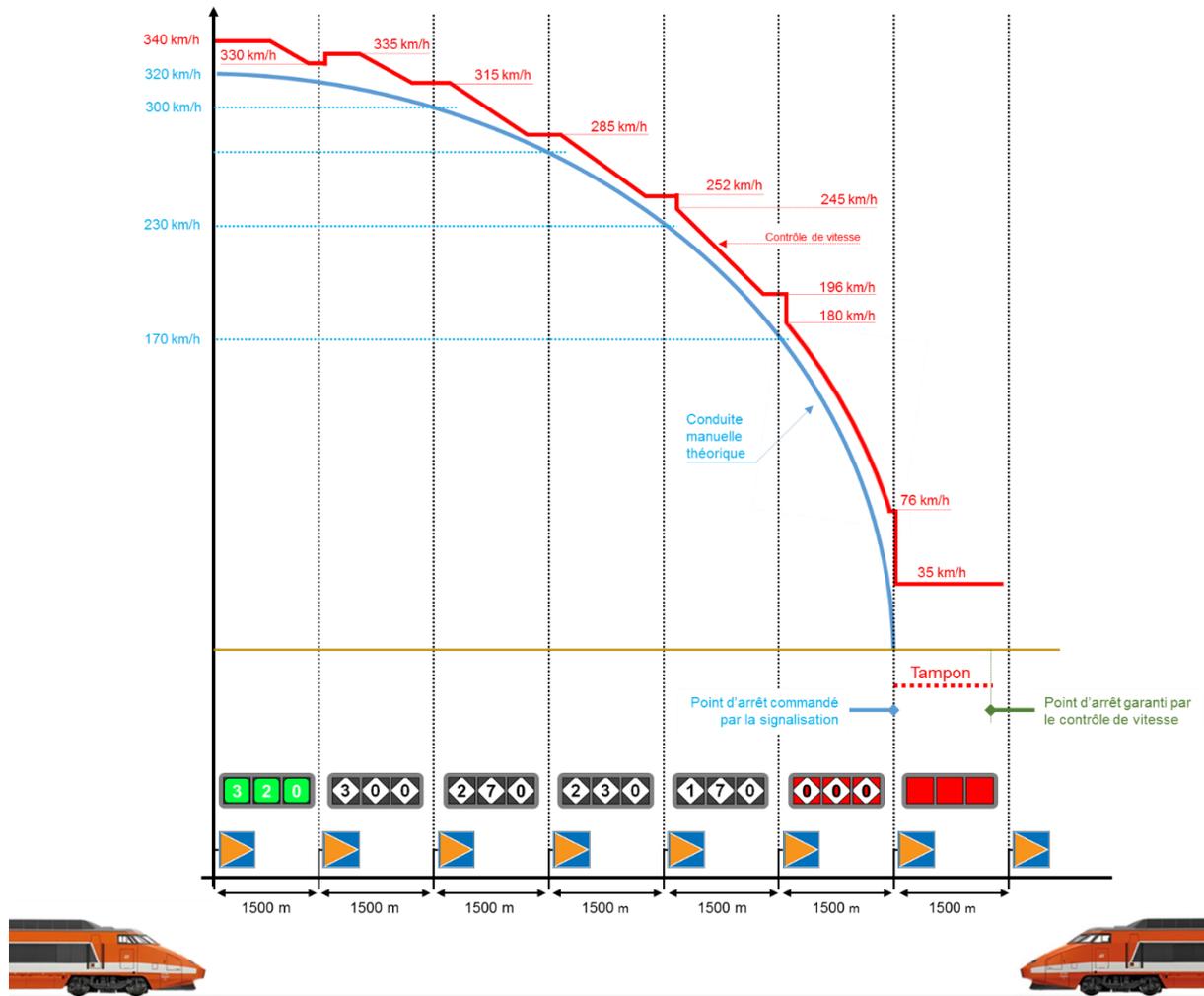


Comment s'effectue le cantonnement en TVM 430 ?

Exemple d'un TGV circulant à 300 km/h derrière un autre TGV arrêté sept cantons plus loin (dernier canton en bas à droite sur le graphique).

Sur le graphique : deux courbes : en bleu courbe de vitesse réelle du train suiveur, en rouge courbe de contrôle de ce train.

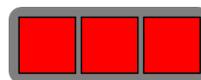
En bas du graphique : il s'agit de la vitesse limite, indiquée en cabine de conduite, que le TGV suiveur doit respecter à la fin de chaque canton, selon sa position dans les divers cantons.



Dans cette séquence, toutes les informations présentées en cabine sont clignotantes sauf



et



Différences fonctionnelles

Un engin équipé de la TVM 300 ne peut circuler que sur une ligne équipée de la TVM 300.

Un engin équipé de la TVM 430 peut circuler indifféremment sur une équipée ligne de la TVM 300 ou de la TVM 430.

Les appareillages « bord » de la TVM 300 effectuent un traitement analogique des signaux lus par les capteurs.

Les appareillages « bord » de la TVM 430 effectuent un traitement numérique des signaux lus par les capteurs que l'équipement sol soit TVM 300 ou TVM 430.

Lorsqu'un engin équipé de la TVM 300 ou de la TVM 430 circule sur une ligne équipée de la TVM 300, le contrôle de vitesse (COVIT) est réalisé par palier en fonction des taux de vitesses affichés.

Lorsqu'un engin équipé de la TVM 430 circule sur une ligne équipée de la TVM 430, le contrôle de vitesse (COVIT) est réalisé à partir d'une courbe qui dépend :

- des performances de freinage du mobile ;
- du taux de la vitesse affichée ;
- de la distance à parcourir et des déclivités.

4.6.2. L'ETCS (niveaux 1 et 2)

Généralités

ETCS est le système européen de contrôle commande des trains. La partie bord est interopérable. La partie sol peut être différente selon les pays tout en répondant aux mêmes objectifs de fonctionnalité.

Il existe quatre niveaux différents dont deux sont en service : L'ETCS1 et L'ETCS 2. L'ETCS 0 est interdit en France. L'ETCS 3 n'est pas présenté dans le présent document car encore à l'état de développement dans la plupart des pays de l'Union européenne.

Il s'agit d'un système de signalisation de cabine et de contrôle de vitesse faisant appel aux trois composantes suivantes :

- sol : pour la gestion des circulations comprenant notamment l'espacement, la protection des points à protéger et des circulations ;
- bord : pour l'affichage des ordres et informations à destination du conducteur et le contrôle de la bonne exécution de ceux-ci, dénommé EURO CAB ;
- liaison : pour les échanges de données entre le sol et le bord :
 - liaison ponctuelle unidirectionnelle du sol vers le bord par EURO BALISES,
 - liaison radiotéléphonique continue et bidirectionnelle par GSM-R DATA pour ETCS2 dénommé EURORADIO.

Sur le RFN, sont mis en œuvre les niveaux d'exploitations suivants :

→ L'ETCS1 sur certaines lignes parcourables jusqu'à 220 km/h.

Il correspond à un système de signalisation de cabine, généralement superposé à la signalisation au sol existante, dont les informations entre le sol et le bord sont transmises ponctuellement par eurobalise.

→ L'ETCS2 sur certaines lignes à grande vitesse. Il correspond à un système de signalisation de cabine dont les informations entre le sol et le bord sont transmises en temps utile ou cycliquement par liaison permanente GSM-R DATA.

L'ETCS2 est un système qui ne nécessite pas la matérialisation des cantons sur le terrain.

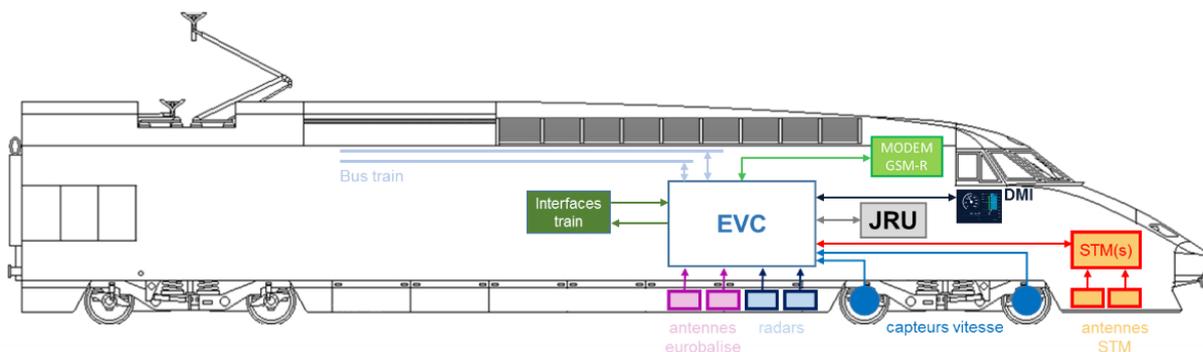
Préalablement à tout déplacement, les données relatives au train doivent être saisies ou paramétrées à bord. Ainsi, le système peut, à partir des données bord et sol, superviser le train, c'est-à-dire contrôler sa vitesse et ses déplacements et intervenir en cas de nécessité.

La détection d'une circulation sur une partie de voie est réalisée au moyen de circuits de voie ou de compteurs d'essieux.

En ETCS2, la combinaison des équipements sol et bord est telle qu'elle ne nécessite, normalement, pas de signalisation complémentaire au sol.

Équipement bord

Le bord est constitué d'un DMI, d'un EVC, de capteurs odométriques (de vitesse), d'antennes pour la lecture des PI ETCS, un modem GSM-R (Euroradio) pour ETCS2, d'une unité juridique d'enregistrement des paramètres d'exploitation, d'interfaces avec le train.



Exemple de principe d'un équipement bord

Le DMI

Le DMI est l'interface entre le conducteur et la machine. Il permet d'afficher les ordres et instructions en fonction des données sol et/ou bord. Le conducteur renseigne également le système par saisie de données.

L'espacement des circulations et la protection des points dangereux se traduisent par l'affichage en temps utile d'une vitesse but et d'une distance but. La vitesse but doit être respectée par le conducteur au point défini par la distance but.

En « marche normale », le DMI indique au conducteur la vitesse autorisée qui ne doit pas être dépassée. Dans ce cas il n'y a pas d'affichage de la distance but et de la vitesse but.

Un secteur pouvant présenter différentes couleurs est utilisé pour indiquer les ordres de vitesse ou d'arrêt.

Enfin, d'autres indications sont affichées telles que la signalisation de traction électrique, le niveau d'exploitation, le mode technique. Les changements d'indication au DMI peuvent être accompagnés d'indications sonores. Une zone en partie basse du DMI est également réservée pour l'affichage de messages textuels. Certaines informations qui peuvent également être affichées par l'entreprise ferroviaire ne sont pas reprises dans le présent document.



Exemple d'affichage sur le DMI

Dans cet exemple, le conducteur autorisé à circuler à 140 km/h maximum, circule à 125 km/h, il va devoir observer une phase de ralentissement afin de respecter la vitesse maxi de 100 km/h (vitesse But) à une distance de 2850 mètres (distance But).

Le DMI – Le code des couleurs

Les couleurs ont la signification suivante :

- blanc/gris clair/gris foncé ► aucune action immédiate n'est exigée du conducteur ;
- jaune ► le conducteur doit intervenir si la vitesse réelle est proche de la vitesse autorisée (risque de passer à la couleur orange en l'absence de réaction) ;
- orange ► l'intervention est insuffisante (risque de passer à la couleur rouge en l'absence de réaction du conducteur) ;
- rouge ► réaction trop tardive du conducteur, prise en charge par le système (peut revenir au jaune, au gris ou au blanc après une action appropriée).

Le fonctionnement

Généralités

ETCS niveau 1

■ Transmission sol-bord

Ce niveau utilise une transmission ponctuelle à l'aide de balises placées au pied des signaux et en amont. Ces balises (eurobalises) communiquent les données de signalisation au train.

- Détection des trains

Le niveau 1 nécessite l'utilisation d'un système de détection des trains au sol (tel que des circuits de voie, compteurs d'essieux et autres). Toutes ces informations sont donc transmises ponctuellement au train. La cadence de l'information donnée pouvant être augmentée en jouant sur le nombre de balises, ou en installant une boucle (euroloop), équivalent d'une balise mais longeant la ligne sur une certaine distance.

ETCS niveau 2

- Transmission sol-bord

Les données de signalisation sont transmises de manière permanente, via le réseau GSM-R. Le train communique constamment sa position (qu'il détermine avec un odomètre) au centre de contrôle qui lui communique en retour les actions à effectuer (vitesse, arrêt, etc.).

Des eurobalises sont toujours présentes sur la voie pour recalibrer éventuellement l'odométrie embarquée.

- Détection des trains

Un système de détection des trains au sol s'appuie sur l'existence des circuits de voie pour localiser un train aval sur un canton. Cette information est transmise au radio block center (RBC) qui gère ensuite l'espacement entre deux circulations.

Le train suiveur reçoit une nouvelle autorisation de circulation par l'intermédiaire de la liaison radio GSM-R.

Dès que le train aval libère un canton le poste central de commande reçoit l'information correspondante du sol qui est transmise par liaison radio au train suiveur.

Le niveau 2 rend disponible quasi immédiatement une information « libératoire » pour le train suiveur et contribue ainsi à augmenter la fluidité. Cette immédiateté est la différence par rapport à la signalisation conventionnelle, où une demi-minute est parfois nécessaire pour libérer un aiguillage alors que le train est déjà bien loin.

Les modes techniques

Les modes techniques utilisés sur le RFN sont :

- **Mode FS** : Conduite en supervision complète.

Toutes les données train et voie sont disponibles à bord.

Le DMI affiche :

- la vitesse réelle du train et la vitesse autorisée ;
- lors de l'approche d'un EOA, d'un repère d'arrêt ETCS ou un heurtoir, la vitesse but et la distance but.

Le système « bord » supervise la vitesse, le déplacement du train, le respect de l'EOA matérialisé par un repère d'arrêt ETCS, un signal d'arrêt ou un heurtoir en ETCS1.

■ **Mode OS** : Conduite en marche à vue

Toutes les données train et voie sont disponibles à bord sauf l'assurance de la libération de toute ou partie de la voie allouée au train.

Le DMI affiche les mêmes indications qu'en mode FS

Le système « bord » assure également la supervision comme en mode FS.

■ **Mode SR** : Conduite sous la responsabilité des agents

Ce mode technique est utilisé pour les situations dégradées et la procédure « Mise en service » lorsque le bord n'a pas reçu d'allocation de voie. Le système « bord » ne supervise que la vitesse du mode SR et le franchissement des repères d'arrêt ETCS et des signaux d'arrêt.

■ **Mode SH** : Circulation en manœuvre

Ce mode technique est sélectionné par le conducteur pour les mouvements de manœuvre. Le système « bord » ne supervise que la vitesse du train.

■ **Mode NL** : Conduite d'un engin moteur non en tête du mouvement

Ce mode technique est utilisé en cas de pousse ou de double traction.

Protection contre le rattrapage

En mode FS, une vitesse autorisée affichée sans la présentation de l'EOA signifie « marche normale ».

La MA constituée d'un ou plusieurs cantons est allouée canton par canton, par ajout successif d'un canton.

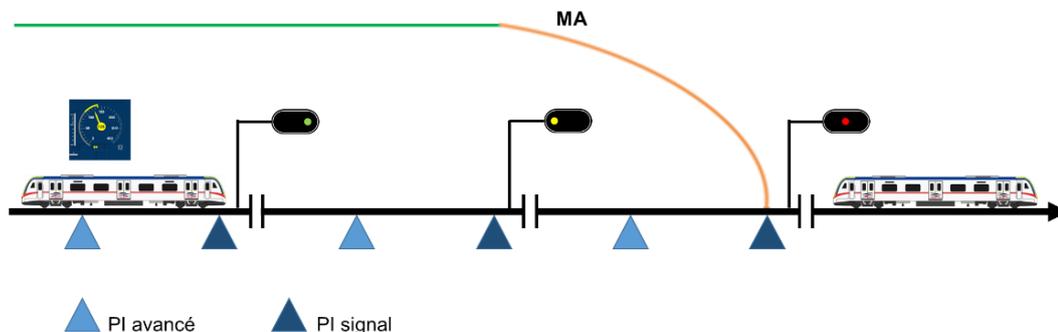
Si le canton en aval du dernier canton alloué est occupé le train doit être en mesure de s'arrêter avant l'entrée de ce canton. Le conducteur est alors avisé par une indication sonore au DMI.

Dès lors, les indications de conduite (vitesse but égale à 0 et une distance but) permettant de respecter la courbe de freinage sont affichées.

Le conducteur doit ralentir de façon à être en mesure de s'arrêter avant l'EOA, tout en respectant la vitesse autorisée.

ETCS 1 avec signalisation au sol

La fin d'autorisation de mouvement (EOA) coïncide sur le terrain avec un signal d'arrêt (C, (S), S, GA), ou un heurtoir.

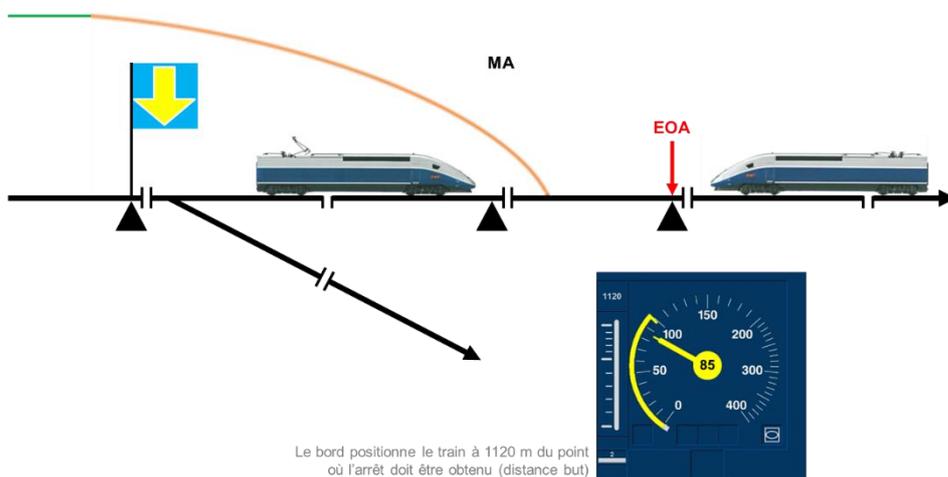


Si le canton aval se libère et que toutes les conditions sont réunies, le PI signal ou avancé alloue une MA en mode FS.

ETCS 2

L'EOA n'est pas matérialisé sur le terrain mais peut correspondre à un repère d'arrêt ETCS.

Si le canton se libère, la MA est prolongée immédiatement et l'affichage au DMI se modifie en conséquence.



Fonction « train trip »

Elle provoque un freinage d'urgence irréversible, le passage en mode technique TR est caractérisé par l'allumage au DMI des symboles « mise en action du freinage » et « mode trip ».

Elle se déclenche notamment :

- en cas de franchissement intempestif de l'EOA, d'un signal d'arrêt ou heurtoir en mode SR en ETCS1 ou encore du repère d'arrêt ETCS en mode SR en ETCS ;
- en cas de défaut de fonctionnement des lecteurs de balise ou de plusieurs PI ;
- pour un arrêt d'urgence inconditionnel en ETCS 2 ;
- en absence de MA au PLD.

Le « train trip » impose au conducteur de prendre toutes les mesures de protection nécessitées par les circonstances.

La délivrance par l'agent du service chargé de la gestion des circulations de l'ordre écrit correspondant autorise le conducteur à se remettre en marche en mode SR ou SH s'il n'a pas reçu de MA.

Autres fonctions essentielles

■ Limitations de vitesse

Les limitations permanentes ou temporaires de vitesse, y compris celles reprises aux renseignements techniques, sont transmises au train avec l'allocation de voie.

Les limitations de vitesse particulières à certains engins moteur :

- reprises aux RT ;
- reprises dans les attestations de compatibilité ;
- signalisées par TIV pentagonaux accompagnés de pancartes L ;

ne sont pas gérées par le système ETCS.

Le bord détermine alors la vitesse à afficher sur le DMI en tenant compte de la catégorie du train, de sa longueur et de ses caractéristiques.

Les limitations de vitesse implantées à l'improviste nécessitent la remise au conducteur d'un ordre de limitation de vitesse jusqu'à la mise en service de points d'informations (PI) sur le terrain en ETCS 1 ou la programmation du GEST en ETCS 2.

Nota : En ETCS 2, le GEST est l'équipement sol relié aux RBC permettant aux opérateurs du service assurant la surveillance, le fonctionnement et l'entretien des installations techniques et de sécurité du RFN, la mise en place des signalisations temporaires.

■ Signalisation de traction électrique

Comme pour les limitations de vitesse, la signalisation de traction électrique est transmise au train avec l'allocation de voie. Le bord affiche les indications nécessaires sur le DMI, sauf en mode SR pour respecter la signalisation de traction électrique.

Les signaux de traction électrique implantés à l'improviste nécessitent la remise au conducteur d'un ordre écrit jusqu'à la mise en service de PI sur le terrain.

- Transition de niveau

Toute transition de niveau est annoncée au DMI au minimum 7 à 10 secondes avant le PLD.

Au PLD, le bord active le nouveau système de signalisation associé au niveau avec une demande d'acquiescement au DMI (sauf pour les transitions entre niveau ETCS 1 et ETCS 2) à acquiescer dans les cinq secondes.

À défaut d'acquiescement dans ce délai, une mise en action automatique du freinage est déclenchée.

Le conducteur respecte la réglementation relative, soit à la signalisation au sol, soit à la signalisation de cabine TVM ou ETCS 1 ou ETCS 2.

FICHE D'IDENTIFICATION

Référentiel	Document pédagogique
Titre	Signaux - Régimes d'exploitation des lignes - Systèmes d'espacement des trains

Résumé

Ce texte a pour objet d'exposer les principes généraux relatifs à la signalisation, aux différents systèmes d'espacement des trains et aux régimes d'exploitation des lignes.

Historique des versions

Numéro de version	Date de version	Objet de la modification
1	05/07/2017	Création

Pour toute question ou remarque relative à ce texte, veuillez utiliser le formulaire de contact du site Internet de l'EPSF en cliquant sur le logo ci-dessous :



en sélectionnant le sujet « Les documents de l'EPSF » et en indiquant la référence de ce texte dans le message.

Division Règles et référentiels
Établissement public de sécurité ferroviaire – Direction des Référentiels
60, rue de la Vallée – CS 11758 - 80017 AMIENS Cedex