

Edition	Date	Edition / revision
1	10/02/04	Creation

Edition: 1	Name	Date	Visa
Auteur	CUREAU JP		
Vérification :	GRAS R.		
Approbation :	SAISSET H.		

LGV PACA, QUEL MATERIEL ROULANT POUR LES SERVICES INTERCITES A GRANDE VITESSE ?

SOMMAIRE

SOMMAIRE

1. GENERALITES	1
1.1 PRESENTATION GENERALE DE L'ETUDE.....	1
1.2 PRESENTATION DES 5 SERIES DE MATERIEL ROULANT	1
1.3 GLOSSAIRE	2
2. MATERIEL ROULANT	1
2.1 AUTOMOTRICE Z 21500(ZTER).....	1
2.1.1 <i>Caractéristiques techniques générales</i>	1
2.1.2 <i>Caractéristiques générales de l'espace voyageurs</i>	2
2.1.3 <i>Compatibilité avec la LGV</i>	3
2.1.4 <i>Avantages de ce type de matériel</i>	3
2.1.5 <i>Inconvénients de ce type de matériel</i>	3
2.1.6 <i>Coût du matériel</i>	3
2.2 LE TGV PSE	4
2.2.1 <i>Caractéristiques techniques générales</i>	4
2.2.2 <i>Caractéristiques générales de l'espace voyageurs</i>	5
2.2.3 <i>Compatibilité avec la LGV</i>	5
2.2.4 <i>Avantages de ce type de matériel</i>	6
2.2.5 <i>Inconvénients de ce type de matériel</i>	6
2.2.6 <i>Coût du matériel</i>	6
2.2.7 <i>Hypothèse de modification de la rame</i>	7
2.3 LE TGV-A.....	9
2.3.1 <i>Caractéristiques techniques générales</i>	9
2.3.2 <i>Caractéristiques générales de l'espace voyageurs</i>	10
2.3.3 <i>Compatibilité avec la LGV</i>	11
2.3.4 <i>Avantages de ce type de matériel</i>	11
2.3.5 <i>Inconvénients de ce type de matériel</i>	11
2.3.6 <i>Hypothèse de modification de la rame</i>	11
2.3.7 <i>Coût du matériel</i>	12

SOMMAIRE

2.4	LE TGV-R.....	13
2.4.1	Caractéristiques techniques générales.....	13
2.4.2	Caractéristiques générales de l'espace voyageurs.....	14
2.4.3	Compatibilité avec la LGV.....	14
2.4.4	Avantages de ce type de matériel.....	15
2.4.5	Inconvénients de ce type de matériel.....	15
2.4.6	Hypothèse de modification de la rame.....	15
2.4.7	Coût du matériel.....	15
2.5	L'AGV.....	16
2.5.1	Caractéristiques techniques générales.....	16
2.5.2	Caractéristiques générales de l'espace voyageurs.....	17
2.5.3	Compatibilité avec la LGV.....	17
2.5.4	Avantages de ce type de matériel.....	18
2.5.5	Inconvénients de ce type de matériel.....	18
2.5.6	Coût du matériel.....	18
2.6	L'ICE 3.....	19
	Caractéristiques techniques générales.....	19
2.6.2	Caractéristiques générales de l'espace voyageurs.....	21
2.6.3	Compatibilité avec la LGV.....	21
2.6.4	Avantages de ce type de matériel.....	21
2.6.5	Inconvénients de ce type de matériel.....	21
2.6.6	Coût du matériel.....	21
2.7	L'ETR 460.....	22
2.7.1	Caractéristiques techniques générales.....	22
3.	CONCLUSION.....	1

GÉNÉRALITÉ

1. GENERALITES

1.1 Présentation générale de l'étude

Cette étude porte sur les futurs matériels roulant pour la ligne à Grande Vitesse en Région PACA.

Matériel roulant qui devrait être opérationnel autour de 2020, lors de la mise en service d'une LGV en 25 kV. Celle-ci reliera, via des parties de ligne classique en 1,5 kV, les villes de la cote d'azur.

Cette étude porte sur 6 séries de matériel roulant existantes et un projet de nouveau matériel automoteur à grande vitesse. Elle présente les avantages et les inconvénients pour chacun de ces matériels.

1.2 Présentation des 5 séries de matériel roulant

L'étude porte sur :

- L'automotrice Z 21500 (ZTER)
- Le TGV PSE
- Le TGV-A
- Le TGV-R
- L'AGV

La possibilité d'utiliser des locomotives BB 36000 aptes à 220 km/h avec des voitures Corail aptes à 200 km/h n'est pas envisageable car la charge à l'essieu dépasserait pour la locomotive largement les 17 tonnes autorisées sur LGV.

Pour que cette étude soit complète nous vous présentons le train à grande vitesse allemand ICE 3 qui sera le seul à être compatible (dans la gamme ICE) avec nos lignes à grande vitesse, au niveau charge à l'essieu ainsi qu'au niveau de la signalisation cabine.

Enfin nous vous parlerons de l'ETR 460 qui assure la liaison Lyon Turin en commun avec des TGV-PLT mais qui n'est à ce jour utilisable que sous tension continue.

GÉNÉRALITÉ

1.3 Glossaire

Abréviations	Désignation
AGV	Automotrice à Grande Vitesse
ATBL	Signalisation cabine néerlandaise
ETR 460	Train pendulaire Italien
ICE 3	Train à Grande Vitesse Allemand dernière génération
INDUSI	Répétition des signaux allemand
KVB	Contrôle de vitesse par balise
LGV	Ligne à grande vitesse
LZB	Linienzug-beeinflussung (signalisation cabine allemande)
M	Motrice
R1, R2, R3...	Numéro de remorque
TGV	Train à Grande Vitesse
TGV PSE	Train à Grande Vitesse, Paris Sud Est
TGV-A	Train à Grande Vitesse, Atlantique
TGV-R	Train à Grande Vitesse, Réseau
TGV-PLT	Train à Grande Vitesse tri courant spécialement équipé pour assurer la liaison Lyon Turin
TVM 430	Transmission voie machine (signalisation cabine utilisée sur la LGV)

LES MATÉRIELS ROULANTS

2. LES MATERIELS ROULANTS

2.1 Automotrice Z 21500(ZTER)



2.1.1 Caractéristiques techniques générales

Type	Automotrice
Vitesse maximale	200 km/h
Composition	2 motrices et 1 remorque
Longueur de la rame	79,024 m
Longueur hors tout des motrices	26,45 m
Longueur hors tout de la remorque	25,60 m
Largeur de caisse	2,905 m
Masse en ordre de marche	161 430 kg
Masse en charge normale	178 310 kg
Mode de traction	Electrique
Alimentation électrique	1,5 kV continu / 25 kV monophasé 50 Hz
Puissance maximale à la jante en traction	1760 kW

LES MATÉRIELS ROULANTS

Effort de traction à la jante au démarrage	120 kN
Distance et temps pour atteindre le 200 km/h en charge normale	10 500 m / 4 mn 30 sec.
Accélération résiduelle à 200 km/h en charge normale	0,03 m/s ²
Distance d'arrêt à 200 km/h en palier en charge normale	1390 m en freinage d'urgence 1590 m en freinage maximal de service
Types de signalisations compatibles	Répétition des signaux KVB
Compatibilité en UM	Entre elles, jusqu'à 3 rames

2.1.2 Caractéristiques générales de l'espace voyageurs

Portes d'accès voyageurs	Louvoyantes-coulissantes, à 1 vantail
Nombres de portes d'accès	2 portes pneumatiques par motrice (1 par face) 2 portes pneumatiques par remorque (1 par face)
Hauteur de plancher au dessus du rail	Salle des motrices et remorque 1,10 m Plate-forme d'accès 0,860 m pour les motrices Plate-forme d'accès 0,550 m pour la remorque
Espace voyageurs motrice 1	Petite salle: 1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs, 18 places Grande salle: 2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs, 46 places Salon rotonde sur plate forme d'accès, 9 places WC accessible handicapé
Espace voyageurs motrice 2	Petite salle: 1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs, 18 places Grande salle: 2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs, 46 places WC accessible handicapé
Espace voyageurs remorque	Petite salle: 2 ^{ème} "coach" fumeurs, 22 places Grande salle: 2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs, 32 places Salle basse : 2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs, 17 places ou 15 places + 1 emplacement handicapé WC accessible handicapé
Total voyageurs assis	1 ^{ère} classe, 36 places / 2 ^{ème} classe 172 places
Confort thermique	Chauffage / climatisation à régulation

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.1.3 Compatibilité avec la LGV

Pour pouvoir emprunter la Ligne à Grande Vitesse, les 2 motrices devront être équipées de la TVM 430.

Les circuits Basse Tension devront être modifiés pour prendre en compte la mise en service de la TVM en arrivant sur LGV (ajout d'une position LGV sur le commutateur pantographe) et son contrôle d'armement par le KVB.

Une étude d'utilité et de faisabilité d'une butée LGV sur le pantographe devra sûrement être menée, bien que la vitesse maximum du ZTER soit inférieure à celle d'un TGV.

2.1.4 Avantages de ce type de matériel

Les avantages de ce type de matériel sont :

- Matériel récent de conception et de technologie modernes
- Espace passagers très bien aménagé
- 208 places assises
- Possibilité d'unité multiple
- Vitesse maximale 200 km/h

2.1.5 Inconvénients de ce type de matériel

Le principal inconvénient de ce type de matériel est la différence de vitesse par rapport à un TGV.

Il est impossible de faire rouler sur une LGV, 2 types de matériels dont les vitesses ne sont pas identiques sauf si les sillons sont suffisamment espacés pour permettre ce genre de circulation.

L'installation de deux équipements TVM 430 plus les modifications des circuits de commande et l'étude sur la butée pantographe n'est pas une dépense négligeable.

2.1.6 Coût du matériel

Le coût d'un matériel ZTER est de l'ordre de 5,5 millions d'Euros mais ce prix est fonction du nombre d'éléments commandé auquel il faudra ajouter le prix de la modification TVM 430 de l'ordre de **153 000 Euros**

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.2 Le TGV PSE



2.2.1 Caractéristiques techniques générales

Type	Automotrice
Vitesse maximale	300 km/h
Composition	2 motrices et 8 remorques
Longueur de la rame	200,19 m
Longueur hors tout des motrices	22,15 m
Longueur hors tout des remorques	21,845 m pour les remorques d'extrémités 18,70 m pour les remorques intermédiaires
Largeur de caisse	2,814 m pour les motrices 2,904 m pour les remorques
Masse en ordre de marche	385 000 kg
Masse en charge normale	418 000 kg
Mode de traction	Electrique
Alimentation électrique	1,5 kV continu / 25 kV monophasé 50 Hz
Puissance maximale à la jante en traction	6450 kW en 25 kV 3050 kW en 1,5 kV

LES MATÉRIELS ROULANTS

Effort de traction à la jante au démarrage	220 kN en 25 kV
Distance pour atteindre le 300 km/h en charge normale	Plus de 20 km
Accélération résiduelle à 300 km/h en charge normale	0,04 m/s ²
Distance d'arrêt à 300 km/h en palier en charge normale	3200 m en freinage d'urgence
Types de signalisations compatibles	Répétition des signaux KVB TVM 430
Compatibilité en UM	Entre elles, jusqu'à 2 rames

2.2.2 Caractéristiques générales de l'espace voyageurs

Portes d'accès voyageurs	Louvoyantes-coulissantes, à 1 vantail
Nombres de portes d'accès	2 portes pneumatiques par remorque (sauf en R4), 1 par face
Hauteur de plancher au dessus du rail	Salle des remorques : 1,069 m
Espace voyageurs remorque 1	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs + espace handicapé 35 places + WC handicapé
Espace voyageurs remorque 2	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs 35 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 3	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs 38 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 4	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 20 places + Bar
Espace voyageurs remorque 5	2 ^{ème} classe "coach" fumeurs 60 places + 2 WC
Espace voyageurs remorque 6	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 60 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 7	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 60 places + 2 WC
Espace voyageurs remorque 8	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 60 places + 1 WC
Total voyageurs assis	1 ^{ère} classe, 108 places / 2 ^{ème} classe 260 places
Confort thermique	Chauffage / climatisation à régulation

2.2.3 Compatibilité avec la LGV

Pas de problème de compatibilité.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.2.4 Avantages de ce type de matériel

Les avantages de ce type de matériel sont :

- Matériel depuis longtemps amorti
- 368 places assises
- Possibilité d'unité multiple
- Vitesse maximale 300 km/h
- Pas de modification pour emprunter la LGV

2.2.5 Inconvénients de ce type de matériel

Les TGV PSE ont été livrés entre 1978 et 1985. La SNCF a déjà effectué une opération mi-vie sur ce type de matériel et les a modernisés en 2000. En 2020 ils devraient avoir 35 ans pour les plus jeunes et 42 ans pour les plus vieux.

La durée de vie de ce genre de matériel est estimée à 30 ans mais peut être augmentée d'au moins 10 ans en pratiquant des opérations de maintenance assez lourdes et coûteuses.

2.2.6 Coût du matériel

Le prix du rame TGV PSE en 1985 était d'environ **11 millions d'Euros**

Pour information une opération mi-vie TGV PSE en 1999 coûtait **environ 2 millions d'Euros** et représentait **24 500 heures de travail**.

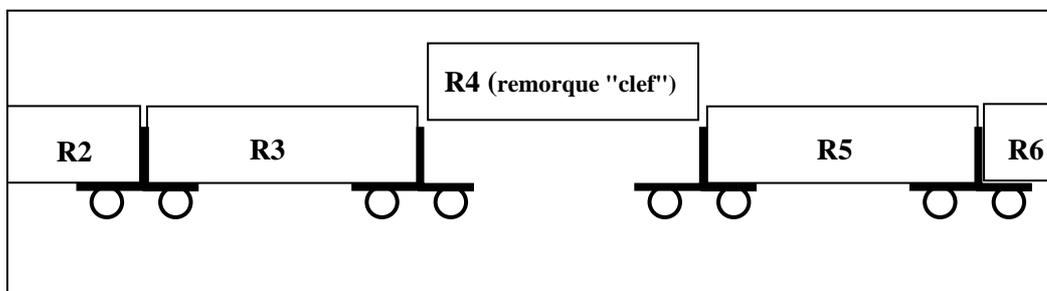
LES MATÉRIELS ROULANTS

2.2.7 Hypothèse de modification de la rame

L'idée de couper un TGV PSE en deux parties n'est pas adéquate pour les raisons suivantes.

Tout d'abord, les remorques intermédiaires du TGV n'ont pas de bogies en propre, elles partagent un bogie avec la remorque adjacente (voir schéma ci dessous) donc impossible de placer un bogie en dessous de ces remorques. De plus la remorque R4 étant la remorque "Clef" elle ne possède pas de bogie.

Pour information la remorque "clef" R4 vient reposer sur les 2 anneaux fixes et les demi-bogies des remorques adjacentes R3 et R5 (voir schéma ci dessous).



Ensuite, un TGV de par sa conception, possède des redondances qui lui permettent dans la plupart des cas d'avarie de continuer sa mission.

En cas de suppression d'une motrice ou de certaines remorques, nous aurions donc :

- Suppression de la redondance d'alimentation en 25 kV d'une motrice à l'autre (perte d'un disjoncteur principal et d'un pantographe),
- Suppression de la redondance d'alimentation des auxiliaires 1500 V et 380 V (remorques 1 et 8),
- Suppression de la redondance d'alimentation des circuits Basse Tension 72 V (remorques R3 et R6) et donc en cas de panne du chargeur batterie perte des antienrayeurs.
- etc

La seule modification que l'on pourrait apporter à ce TGV **sous réserve d'étude et d'essais** serait de supprimer les remorques qui n'ont pas d'appareillages indispensables R2, R5 et R7. La remorque R4 étant la remorque "clef", elle reste indispensable.

Ce qui donnerait un TGV composé de M1-R1-R3-R4-R6-R8-M2 pour 213 places assises.

Cette modification entraînerait la reprise du maillage des antienrayeurs, du secours fermeture de porte, etc...

LES MATÉRIELS ROULANTS

De plus elle risquerait d'entraîner des altérations de performances de traction et de freinage, **elle devrait donc être validés par des essais.**

Il se posera enfin le problème de la maintenance de ces rames plus courtes car les installations et outillages existants ne seront plus adaptées dans les établissement de maintenance.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.3 Le TGV-A



2.3.1 Caractéristiques techniques générales

Type	Automotrice
Vitesse maximale	300 km/h
Composition	2 motrices et 10 remorques
Longueur de la rame	237,59 m
Longueur hors tout des motrices	22,15 m
Longueur hors tout des remorques	21,845 m pour les remorques d'extrémités 18,70 m pour les remorques intermédiaires
Largeur de caisse	2,814 m pour les motrices 2,904 pour les remorques
Masse en ordre de marche	444 000 kg
Masse en charge normale	485 000 kg
Mode de traction	Electrique
Alimentation électrique	1,5 kV continu / 25 kV monophasé 50 Hz
Puissance maximale à la jante en traction	8750 kW en 25 kV 3880 kW en 1,5 kV

LES MATÉRIELS ROULANTS

Effort de traction à la jante au démarrage	220 kN en 25 kV
Distance pour atteindre le 300 km/h en charge normale	16 250 m en 6 mn 30 sec.
Accélération résiduelle à 300 km/h en charge normale	
Distance d'arrêt à 300 km/h en palier en charge normale	3250 m en freinage d'urgence
Types de signalisations compatibles	Répétition des signaux KVB TVM 430
Compatibilité en UM	Entre elles, jusqu'à 2 rames

2.3.2 Caractéristiques générales de l'espace voyageurs

Portes d'accès voyageurs	Louvoyantes - coulissantes, à 1 vantail
Nombres de portes d'accès	2 portes pneumatiques par remorque (sauf en R4), 1 par face
Hauteur de plancher au dessus du rail	Salle des remorque 1,069 m
Espace voyageurs remorque 1	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs + Salon + espace handicapé 44 places + WC handicapé
Espace voyageurs remorque 2	1 ^{ère} classe "semi compartiments" non fumeurs 36 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 3	1 ^{ère} classe "semi compartiments" non fumeurs 36 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 4	2 ^{ème} classe Bar
Espace voyageurs remorque 5	2 ^{ème} classe "coach" fumeurs 60 places + 2 WC
Espace voyageurs remorque 6	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 60 places + 2 WC
Espace voyageurs remorque 7	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 60 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 8	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs + compartiments "famille" 56 places + 2 WC
Espace voyageurs remorque 9	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs + compartiments "famille" 56 places + 2 WC dont 1 avec équipement nursery
Espace voyageurs remorque 10	2 ^{ème} classe "coach" + espace "groupe" non fumeurs 77 places + 2 WC
Total voyageurs assis	1 ^{ère} classe, 116 places / 2 ^{ème} classe 369 places
Confort thermique	Chauffage / climatisation à régulation

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.3.3 *Compatibilité avec la LGV*

Pas de problème de compatibilité.

2.3.4 *Avantages de ce type de matériel*

Les avantages de ce type de matériel sont :

- Matériel plus récent que le TGV SE (date de première livraison 1988)
- Possibilité d'unité multiple
- Vitesse maximale 300 km/h
- Pas de modification pour emprunter la LGV

2.3.5 *Inconvénients de ce type de matériel*

Le TGV Atlantique est composé d'un nombre trop important de voitures donc de places assises (485 au total) pour une offre régionale.

Son coût d'entretien serait prohibitif par rapport à son utilisation.

2.3.6 *Hypothèse de modification de la rame*

Comme pour le TGV PSE il est impossible de raccourcir la rame arbitrairement pour les raisons suivantes :

- 7 remorques sur 10 sont spécifiques et emportent des appareillages électriques redondants ou des spécificités mécaniques impossibles à modifier.
- Un système informatique embarqué relie les motrices et les remorques et la disparition d'une remorque entraînerait une grosse modification du logiciel de ce système.

La seule modification que l'on pourrait apporter à ce TGV **sous réserve d'étude et d'essais** serait de supprimer les remorques qui n'ont pas d'appareillages indispensables R2, R7 et R9. La remorque R4 étant la remorque "clef", elle reste indispensable.

Ce qui donnerait un TGV composé de M1-R1-R3-R4-R5-R6-R8-R10-M2. pour 333 places assises

Cette modification entraînerait la reprise du maillage des antienrayeurs, du secours fermeture de porte etc...

De plus elle risquerait d'entraîner des changements de performances de traction et de freinage, **elle devrait donc être validés par des essais.**

Il se posera enfin le problème de la maintenance de ces rames plus courtes car les installations et outillages existants ne seront plus adaptées dans les établissement de maintenance.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.3.7 Coût du matériel

Le prix d'une rame TGV-A en 1994 était d'environ **14 millions d'Euros**

Pour information une opération mi-vie TGV A en **2002** coûtait environ **1,1 millions d'Euros** et représentait **25 000 heures de travail** et **58 jours d'immobilisation**.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.4 Le TGV-R

(Série bi courant)



2.4.1 Caractéristiques techniques générales

Type	Automotrice
Vitesse maximale	300 km/h
Composition	2 motrices et 8 remorques
Longueur de la rame	200,19 m
Longueur hors tout des motrices	22,15 m
Longueur hors tout des remorques	21,845 m pour les remorques d'extrémités 18,70 m pour les remorques intermédiaires
Largeur de caisse	2,814 m pour les motrices 2,904 pour les remorques
Masse en ordre de marche	386 000 kg
Masse en charge normale	416 000 kg
Mode de traction	Electrique
Alimentation électrique	1,5 kV continu / 25 kV monophasé 50 Hz
Puissance maximale à la jante en traction	8800 kW en 25 kV 3680 kW en 1,5 kV

LES MATÉRIELS ROULANTS

Effort de traction à la jante au démarrage	220 kN en 25 kV
Distance pour atteindre le 300 km/h en charge normale	Moins de 16 250 m
Accélération résiduelle à 300 km/h en charge normale	0,11m/s ²
Distance d'arrêt à 300 km/h en palier en charge normale	3350 m en freinage d'urgence
Types de signalisations compatibles	Répétition des signaux KVB TVM 430
Compatibilité en UM	Entre elles, jusqu'à 2 rames

2.4.2 Caractéristiques générales de l'espace voyageurs

Portes d'accès voyageurs	Louvoyantes-coulissantes, à 1 vantail
Nombres de portes d'accès	2 portes pneumatiques par remorque (sauf en R4), 1 par face
Hauteur de plancher au dessus du rail	Salle des remorque 1,069 m
Espace voyageurs remorque 1	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs + Salon + espace handicapé 42 places + 1 WC handicapé
Espace voyageurs remorque 2	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs 39 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 3	1 ^{ère} classe "coach" non fumeurs 39 places + 1 WC
Espace voyageurs remorque 4	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 16 places + Bar
Espace voyageurs remorque 5	2 ^{ème} classe "coach" fumeurs 56 places + 2 WC
Espace voyageurs remorque 6	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 56 places, Espace "Famille" 2 WC
Espace voyageurs remorque 7	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 56 places, Espace "Famille" 1 WC
Espace voyageurs remorque 8	2 ^{ème} classe "coach" non fumeurs 73 places, Espace "Groupes" 2 WC
Total voyageurs assis	1 ^{ère} classe, 120 places / 2 ^{ème} classe 257 places
Confort thermique	Chauffage / climatisation à régulation

2.4.3 Compatibilité avec la LGV

Pas de problème de compatibilité

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.4.4 Avantages de ce type de matériel

Les avantages de ce type de matériel sont :

- Matériel relativement récent (date de première livraison 1992)
- 377 places assises
- Possibilité d'unité multiple
- Vitesse maximale 300 km/h
- Pas de modification pour emprunter la LGV
- Matériel déjà utilisé en TER GV sur la région Nord Pas de Calais

2.4.5 Inconvénients de ce type de matériel

Ce matériel est très sollicité et n'a donc pas beaucoup de disponibilité surtout pour un rôle de desserte régionale.

2.4.6 Hypothèse de modification de la rame

Il est impossible de raccourcir la rame pour les raisons suivantes :

- 7 remorques sur 8 sont spécifiques et comportent des appareillages électriques redondants ou des spécificités mécaniques impossibles à modifier.
- Un système informatique embarqué relie les motrices et les remorques et la disparition d'une remorque entraînerait une grosse modification du logiciel de ce système.

2.4.7 Coût du matériel

Le prix du rame TGV-R en 1992 était d'environ **13,5 millions d'Euros**.

En 1998 le prix de revient de la maintenance et du nettoyage d'une rame TGV-R était de **332 469 Euros/an** par rame pour un kilométrage d'environ **33 000 km par mois**.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.5 L'AGV



2.5.1 Caractéristiques techniques générales

L'AGV est un projet en cours de test mais qui n'est pas encore finalisé.

Hormis le TGV 001 et le prototype japonais Star 21 développé par East-JR, l'AGV est le premier train à grande vitesse au monde qui utilise le concept de motorisation répartie avec une architecture de rame articulée.

LES MATÉRIELS ROULANTS

Les données ci dessous sont données pour information

Type	Automotrice
Vitesse maximale	320 km/h
Composition	2 remorques pilote + X remorques motorisées modulables en fonction des besoins
Longueur de la rame	AGV 7 : 140 m AGV 10 : 200 m AGV 12 : 240 m
Masse à vide	AGV 7 : 250 000 kg AGV 10 : 344 000 kg AGV 12 : 406 000 kg
Puissance maximale à la jante en traction	AGV 7 : 5600 kW en 25 kV AGV 10 : 8400 kW en 25 kV AGV 12 : 11 200 kW en 25 kV
Nombre de bogies	AGV 7 : 8 AGV 10 : 11 AGV 12 : 13
Taux de motorisation	AGV 7 : 50 % AGV 10 : 54 % AGV 12 : 62 %
Mode de traction	Electrique
Alimentation électrique	1,5 kV continu / 25 kV monophasé 50 Hz

2.5.2 Caractéristiques générales de l'espace voyageurs

Capacité	AGV 7 : 250 à 300 voyageurs AGV 10 : 350 à 400 voyageurs AGV 12 : 450 à 550 voyageurs
Confort thermique	Chauffage / climatisation à régulation

2.5.3 Compatibilité avec la LGV

Pas de problème de compatibilité

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.5.4 Avantages de ce type de matériel

Les avantages de ce type de matériel sont :

- Matériel à la pointe du progrès (bloc moteur à IGBT, motorisation asynchrone, etc)
- AGV 7 : 250 à 300 voyageurs
- Possibilité d'unité multiple
- Vitesse maximale 320 km/h
- Pas de modification pour emprunter la LGV
- Matériel modulable à la demande au niveau du nombre de remorques.

2.5.5 Inconvénients de ce type de matériel

Nous n'avons pas de données suffisantes pour pouvoir trouver des inconvénients à ce type de matériel.

Le seul petit problème à ce stade de l'étude, car à part une rame en essais mais qui n'était pas une rame AGV complète, est que nous n'avons pas de retour d'expérience sur le comportement technique, le confort voyageurs, les coûts, etc.. d'une rame AGV.

De plus, les données constructeurs sont très difficiles à obtenir car ce matériel est en plein développement.

2.5.6 Coût du matériel

Le coût de ce type de matériel (sous réserve) devrait être de l'ordre de **12,6 millions d'Euros**.

Par contre, les remorques pilotes transportant des passagers entraîneront obligatoirement, pour une longueur de rame identique, un coût à la place inférieur à celui d'un TGV équipé de 2 motrices.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.6 L'ICE 3

(Série 406)



2.6.1 Caractéristiques techniques générales

L'ICE 3 représente le troisième génération de trains à grande vitesse allemands.

Sa charge à l'essieu, qui n'excède pas les 17 t, respecte la règle française, aujourd'hui érigée en norme européenne par le biais des Spécifications Techniques d'Interopérabilité (STI).

Il existe plusieurs versions d'ICE qui peuvent circuler sous courant monophasé 15 et 25 kV ainsi que sous continu 1,5 et 3 kV, lui permettant de franchir les frontières électriques.

L'ICE 3 (série 406) quadricourant est encore en cours d'essais sur les lignes SNCF.

Son homologation dépend donc de ces essais. Les données ci dessous ne sont pas figées et des options sont toujours possible (suppression d'une tension d'utilisation comme le 15 kV 16 2/3 Hz inutile en France par exemple).

Par contre le 3 kV continu pourrait à terme, si les équipements de signalisation italienne et le pantographe étaient implanté sur le train, lui permettre, après des tests et modifications, d'aller sur le réseau de chemin de fer italien.

LES MATÉRIELS ROULANTS

Type	Rame conventionnelle à motorisation répartie
Vitesse maximale	330 km/h en alimentation monophasée 220 km/h en alimentation continue
Composition	2 remorques pilote motorisée + 2 remorques motorisées + 4 remorques
Longueur de la rame	197,6 m
Longueur des remorques	25,675 m pour les remorques d'extrémités 24,775 m pour les remorques intermédiaires
Largeur de caisse	2,95 m
Masse en charge normale	Série 406 : 435 000 kg
Mode de traction	Electrique
Alimentation électrique	25 kV monophasé 50 Hz / 15 kV 16 2/3 Hz 3 kV continu / 1,5 kV continu
Puissance maximale à la jante en traction	8000 kW en 25 kV 8000 kW en 15 kV 4200 kW en 3 kV 3000 kW en 1,5 kV
Effort de traction à la jante au démarrage	300 kN en 25 kV
Temps pour atteindre le 280 km/h en charge normale	4 mn 36 sec
Accélération résiduelle à 300 km/h en charge normale	0,05 m/s ²
Distance d'arrêt à 300 km/h en palier en charge normale	
Types de signalisations compatibles	LZB INDUSI ATBL Répétition des signaux (optionnel) KVB (optionnel) TVM 430 (optionnel)
Compatibilité en UM	Entre elles, jusqu'à 2 rames

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.6.2 Caractéristiques générales de l'espace voyageurs

Capacité (ICE 3 série 406)	1 ^{ère} classe : 136 voyageurs 2 ^{ème} classe : 266 voyageurs
Confort thermique	Chauffage / climatisation à régulation

2.6.3 Compatibilité avec la LGV

Pas de problème de compatibilité si les options de signalisation française sont prises en compte.

Au cours des essais à grande vitesse en France, des décollements et projections de ballast dus à l'aérodynamisme de la rame et à des phénomènes inconnus sur les TGV ont fortement endommagé la rame au niveau des essieux et des tôles sous caisse. Ce qui rend incertaine son aptitude à circuler sur les lignes françaises à grande vitesse.

2.6.4 Avantages de ce type de matériel

Les avantages de ce type de matériel sont :

- Matériel à la pointe du progrès
- Possibilité d'unité multiple
- Vitesse maximale 330 km/h

2.6.5 Inconvénients de ce type de matériel

Le prix de ce matériel est prohibitif pour l'utiliser dans une desserte régionale. En effet ces rames sont faites pour circuler sur de longue distance comme un TGV-R. Le nombre de places (402) nous paraît un peu élevé pour ce genre de desserte.

Les phénomènes de décollement de ballast dû à ses caractéristiques et de son aérodynamisme, rendent improbable sont homologation pour la circulation sur le réseau ferré Français.

2.6.6 Coût du matériel

Le prix de ce matériel était d'environ **18,6 millions d'Euros** en 1999.

LES MATÉRIELS ROULANTS

2.7 L'ETR 460



2.7.1 Caractéristiques techniques générales

L'ETR 460 qui relie Turin à Lyon ne peut circuler que sur les voies équipées de caténaire 3 kV et 1,5 kV continu.

Une version bicourant 25 kV alternatif et 3 kV continu était en étude pour pouvoir emprunter les lignes nouvelles à grande vitesse italienne qui sont alimentées en 25 kV alternatif.

Sous réserve d'être en version tricourant 25 kV alternatif, 3 kV et 1,5 kV continu voire bicourant 25 kV alternatif et 1,5 kV continu et d'ajouter d'autres options techniques (TVM 430 par exemple) plus des tests d'homologation il pourrait à terme rouler sur le réseau LGV français.

Sa charge à l'essieu, inférieure 17 t, son gabarit de 2,8 m ne sont pas des freins pour l'empêcher d'emprunter le réseau LGV.

Sa vitesse maximale de 250 km/h peut par contre gêner les circulations de TGV sur la ligne à grande vitesse.

Cette rame appelée en Italie "Pendolino" est équipée du système pendulaire.

Sa capacité est de 458 sièges (137 en 1^{er} classe, 321 en 2^{ème} classe).

Son petit frère l'ETR 470 est bicourant 15 kV alternatif et 3 kV continu pour la liaison italo-suisse.

CONCLUSION

3. CONCLUSION

Si le choix de ce futur matériel est programmé pour les années 2020, nous pouvons conclure de cette petite étude que :

- les TGV PSE seraient dépassés techniquement et en limite de vie en 2020 mais que la SNCF accepterait peut être plus facilement de modifier et de céder les rames TGV PSE pour une offre intercity à grande vitesse.
- les TGV Atlantique pourraient être utilisés en supprimant, après des études et des tests, 3 remorques. En investissant pour une nouvelle modernisation et des opérations lourdes de maintenance et d'esthétique, nous pourrions prolonger de 10 ans la vie des rames.
- le TGV-R ne peut être raccourci et que ce type de matériel est très sollicité, donc qu'il sera difficile, à moins que la SNCF ait achetée de nouvelles rames pour augmenter son parc, de l'utiliser en régional.
- le choix d'acheter des rames Z TER roulant à 200 km/h peut être une bonne option, à condition que les créneaux de circulation des trains autorisent des différences de vitesse entre un TGV et une rame Z TER.
- la rame AGV serait un bon compromis pour ce genre d'utilisation car complètement modulable en fonction des besoins. Son prix pourrait par contre freiner son utilisation en régional.
- La rame ICE est encore en cours d'homologation sur le réseau français, mais sa conception et son prix ne font pas de lui un concurrent sérieux pour des petites liaisons régionales. Il est en effet taillé pour faire de l'endurance comme un TGV Réseau.
- L'ETR 460 ne permet pas pour le moment, une circulation sur des voies équipées de caténaire 25 kV. Il est donc éliminé d'entrée, mais à terme si une version bicourant 25 kV et 1,5 kV était développée, il pourrait être un concurrent sérieux. De plus s'il était en version tricourant 25 kV, 3 kV et 1,5 kV il pourrait passer la frontière France / Italie par la côte, par contre il reste une inconnue, son prix.