DEPARTEMENT DES MATERIELS
AUTOMOTEURS (MTA)

SNCF
DIRECTION DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION

CDG EXPRESS

ETUDE PRELIMINAIRE

CONCERNANT

LE MATERIEL ROULANT

Le 19/02/01

LIAISON PARIS EST - ROISSY

ETUDE PRELIMINAIRE CONCERNANT

LE MATERIEL ROULANT

1 SOMMAIRE

1 SOMMAIRE 1

2 PRÉAMBULE 3

3 HISTORIQUE 3

3.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE 3
3.2 MISSION DE MT ET CARACTÉRISTIQUES DU MATÉRIEL SOUHAITÉES PAR L'EXPLOITANT 4
3.2.1 Mission de MT 4
3.2.2 Caractéristiques du matériel souhaitées par l'exploitant 4

4 HYPOTHESES ET PROPOSITIONS DE MT 5

4.1 DISPOSITIONS TECHNIQUES COMMUNES A PRENDRE EN COMPTE 5
4.1.1 Alimentation du matériel : monotension ou bitension 5
4.1.2 Système de contrôle de vitesse 5
4.1.3 Sécurité - Incendie 6
4.1.4 Equipement des matériels d'un signal d'alarme ne provoquant pas automatiquement un freinage d'arrêt irréversible 6
4.1.5 Optimisation des caractéristiques de freinage 6
4.1.6 Aménagement des matériels pour répondre au niveau de confort demandé 7
4.1.6.1 Places assises de grand confort avec bagages à proximité du client 7
4.1.6.2 Portes d'accès assurant la montée et la descente du train de façon aisée 7
4.1.6.3 Accessibilité et plancher à hauteur constante 8
4.1.7 Compartiment bagages 9
4.1.8 Places pour la clientèle « Fumeurs » et « non Fumeurs » 9
4.1.9 Niveau acoustique et confort tympanique 9
4.1.10 Climatisation [espace Clientèle et Personnels de service] 10
4.1.11 Matériel équipé des moyens modernes d'information et de communication 10
4.1.12 Espace WC à rétention et WC pour clientèle handicapée 10
4.1.13 Fiabilité - Disponibilité 10
4.2 COMPLÉMENT D'ANALYSE PROPRE À CHACUN DES MATÉRIELS 11
4.2.1 Matériel à un étage de type Z TER 11
4.2.1.1 Performances de traction 11
4.2.1.2 Aménagements et Diagrammes 11
4.2.2 Matériel à deux niveaux 14
4.3 DIMENSIONNEMENT DU PARC 16
4.3.1 Matériel à un étage 16
4.3.2 Matériel à deux niveaux 16
4.4 SITE DE MAINTENANCE 17
4.5 COÛT DES MATÉRIELS 17
4.5.1 Coûts liés à l'acquisition du matériel neuf 18
4.5.1.1 Matériel à 1 niveau type ZTER Matériel 2 niveaux type TER2N ng 18
4.5.1.2 Coût estimé d'acquisition des rames 18

4.5.1.3 Bilan financier 18
4.5.1.4 Coûts liés aux installations de maintenance 18
4.5.1.5 Coût kilométrique des matériels 19

5 CONCLUSION ET POURSUITE DE L'ETUDE 19

ANNEXE PLANNING DE DÉROULEMENT D'UN PROJET 22

2 PREAMBULE

Dans le cadre de l'amélioration des accès terrestres aux aéroports parisiens et, en particulier, du renforcement de l'utilisation des transports en commun il est envisagé de créer une desserte dédiée directe entre la gare de Paris-Est et Roissy.

A cet effet un groupement d'intérêt économique a été créé.

Ce groupement a confié à la Direction du Matériel et de la Traction de la SNCF la mission de définir la faisabilité et les caractéristiques générales du matériel roulant et respectant les exigences présentées dans le cahier des charges n°5 – annexe du projet général.

3 HISTORIQUE

3.1 Contexte de l'étude

Aujourd'hui la desserte de l'aéroport de Roissy pour la clientèle n'est pas aisée quel que soit le moyen de transport utilisé.

Pour pallier ce problème, plusieurs projets de transport public ont été examinés.

La solution de réaliser, à partir de 2007, une liaison ferroviaire dédiée entre Paris-Est et l'aéroport de Roissy a été privilégiée.

Pour cette liaison ferroviaire, les principes suivants ont été retenus :

- Liaison ferroviaire dédiée Paris-Est – Roissy,
- Réalisation d'un tunnel de plus de 10 km de long ,
- Quais dédiés aussi bien en gare de Paris-Est qu'à celle de Roissy,
- Train direct dédié,
- Durée du trajet : moins de 20 minutes,
- Matériels ferroviaires avec un compartiment bagages utilisé dans le sens Paris-Roissy,
- Matériel avec confort acoustique soigné.

3.2 Mission de MT et caractéristiques du matériel souhaitées par l'exploitant

3.2.1 Mission de MT

La direction MT a donc été chargée de définir les caractéristiques générales du matériel roulant qui pourrait être affecté à cette future relation.

3.2.2 Caractéristiques du matériel souhaitées par l'exploitant

Pour répondre au cahier des charges dont les principaux points techniques sont cités au paragraphe précédent, le matériel à proposer devra posséder les caractéristiques suivantes :

- Matériel roulant apte à 160 km/h,
- Matériel offrant 400 places assises de grand confort,
- Matériel doté de systèmes de communication performants notamment en relation avec le service aérien,
- Matériel aménagé offrant aux clients la possibilité de conserver leurs bagages à proximité de leur place assise,
- Matériel avec compartiments bagages, ceux-ci pouvant être enregistrés au départ de Paris-Est,
- Matériel accessible aux personnes à mobilité réduite,
- Matériel équipé de WC accessible aux personnes à mobilité réduite et de type à rétention,
- Matériel avec système de contrôle de vitesse et systèmes de sécurité (incendie-signal d'alarme).

Dans le cadre de ce projet le recours à un matériel à deux niveaux a été également considéré.

Pour satisfaire tous ces besoins et répondre à la problématique posée par cette nouvelle liaison, la Direction MT a émis plusieurs hypothèses en s 'appuyant, dans un premier temps, sur des matériels existants.

Il s'agit donc, au stade actuel de la réflexion, de montrer que des réponses satisfaisantes peuvent être apportées au problème posé à partir de matériels connus de la SNCF et d'estimer la consistance du projet dans ces conditions.

Bien sûr, dans la suite du projet, en particulier avec le lancement d'un appel d'offres, des réponses différentes pourront être apportées et le choix le plus pertinent pourra donc se faire.

4 HYPOTHESES ET PROPOSITIONS DE MT

Pour répondre au cahier des charges et respecter les contraintes d'exploitation et de fiabilité auxquelles devront répondre les matériels, la direction de MT a examiné plusieurs pistes qui sont évoquées ci-après.

L'analyse du cahier des charges permet d'envisager, à ce stade de l'étude, des matériels qui, bien que ne répondant pas d'une façon exhaustive aux besoins exprimés, permettent de juger de leur pertinence.

De plus, les écarts identifiés entre ces besoins et les réponses apportées sont de nature à clarifier divers points du dossier et par la même de préciser le cahier des charges à retenir.

Afin de permettre cette étude, la direction de MT s'est appuyée sur des projets de matériels récents dont elle connaît les caractéristiques, les performances et les coûts : Il s'agit des projets TER2N ng et Z TER.

4.1 Dispositions techniques communes à prendre en compte

4.1.1 Alimentation du matériel : monotension ou bitension

La Direction MT, après réflexion, a orienté son choix vers un matériel bi-tension ; cette solution laisse un plus grand degré de liberté pour l'acheminement des rames vers le ou les centres d'entretien.

Elle permet également la souplesse d'utilisation des rames sur les autres portions de notre réseau ferré.

Néanmoins, dans l'appel d'offre, le choix entre un matériel monotension (25kV-50Hz) et un matériel bitension (25kV –50 Hz et 1,5 KV continu) devra rester possible pour permettre des propositions très ouvertes des industriels (en particulier étrangers).

4.1.2 Système de contrôle de vitesse

Ces matériels, qui emprunteront une portion de ligne à grande vitesse, seront équipés de la Transmission-Voie - Machine (TVM 430).

En outre, ce matériel devra être doté du système de contrôle de vitesse à balises (KVB).

4.1.3 Sécurité - Incendie

Ces matériels doivent répondre aux exigences ministérielles et normatives pour les circulations dans les tunnels.

Selon la catégorie du tunnel emprunté la conception du matériel varie et, en particulier, les matériaux à utiliser sont de classes différentes.

Le niveau de classement au feu et aux fumées des matériaux n'est pas sans conséquences sur le coût des matériels et reste à définir en fonction de la catégorie retenue pour le tunnel concerné.

La réglementation n'est précise que pour les tunnels de longueur inférieure à 10 km.

Le tunnel projeté ayant une longueur de 10,8 km, il est souhaitable pour éviter des impacts sur le matériel roulant d'examiner des aménagements d'infrastructure permettant le limiter les contraintes sur les matériels (par exemple grâce à des aménagements permettant une évacuation des passagers en position intermédiaire du tunnel). La position à retenir vis à vis de cet aspect du dossier (très structurant aussi bien pour l'infrastructure que pour le matériel roulant) doit être définie très en amont dans le projet.

4.1.4 Equipement des matériels d'un signal d'alarme ne provoquant pas automatiquement un freinage d'arrêt irréversible

Le cahier des charges prévoit que le matériel soit équipé d'un système d'alarme voyageurs ne provoquant pas un freinage d'arrêt irréversible : cette demande est pleinement justifiée du fait d'une circulation en tunnel long.

Le système utilisé sur les derniers matériels régionaux ou Ile de France capables d'une exploitation à agent seul (le SAI : signal d'alarme avec Interphonie) remplit cette condition.

La Z TER et le TER2N ng disposent d'un tel système.

Il conviendra de s'interroger sur la recevabilité du système SAFI (signal d'alarme inhibable) qui équipe certains matériels étrangers.

4.1.5 Optimisation des caractéristiques de freinage

Les caractéristiques de la ligne (rampe d'accès en entrée et en sortie : 35 mm/m sur quelques mètres) sont relativement sévères mais restent compatibles avec les performances des matériels roulants pris comme référence.

Cependant il conviendra d'être vigilant sur ce point car il est possible que certains matériels qui pourraient être proposés par les industriels soient incompatibles avec ces caractéristiques.

Le respect de cette contrainte risque d'entraîner les industriels à devoir renforcer le freinage du matériel qu'ils prévoiraient de nous proposer.

4.1.6 Aménagement des matériels pour répondre au niveau de confort demandé

4.1.6.1 Places assises de grand confort avec bagages à proximité du client

Le cahier des charges à respecter conduit à réfléchir sur le volume de bagages de chaque client et à prendre en compte le souhait du client de pouvoir les surveiller.

Les solutions examinées sont basées sur une quantité de bagages par voyageur estimée à 180 l (bagages accompagnés et bagages enregistrables) et prennent en compte que, dans le sens Roissy - Paris Est, le client aura la totalité de ses bagages avec lui .

Cela signifie que la totalité des bagages doit pouvoir être rangée dans les espaces accessibles aux voyageurs.

⇒ Les diagrammes des matériels en annexe illustrent différentes solutions.

- Les cases à bagages devront être disposées près des sièges pour les bagages moyennement lourds et encombrants ; pour ceux qui sont plus volumineux ou de masse trop importante, des espaces bagages devront être aménagés près des plate- formes pour faciliter les manutentions.

⇒ Largeur du couloir

Pour permettre à la clientèle de se déplacer aisément la largeur du couloir reste à déterminer et l'étude à mener devra prendre en compte que le client dans le sens Roissy-Paris se déplacera avec ses bagages (pas d'enregistrement) .

La largeur minimum à retenir (et qu'il faudra définir) risque de conduire à trouver un compromis sur le nombre de sièges de front (4 ?) ou certains équipements de confort (nombre et largeurs des accoudoirs).

4.1.6.2 Portes d'accès assurant la montée et la descente du train de façon aisée

Les voyageurs seront pour la plupart encombrés de bagages surtout dans le sens Roissy-Paris.

Les flux des voyageurs sur cette mission seront orientés soit à la montée soit à la descente.

La descente s'opèrera avec des voyageurs soit pressés d'accéder à l'aéroport soit chargés à l'arrivée à Paris.

La clientèle acceptera difficilement un délai d'attente excessif pour sortir du train.

La solution consistant à mettre des portes à deux flux offrant un passage libre d'au moins 1,500 m devrait être privilégiée.

Pour illustrer cette problématique, un tableau joint en annexe, reprend les temps de montée et descente des voyageurs pour les matériels pris comme référence qui disposent de portes de 1,100 m (Z TER) ou 1,300 m (TER2N ng).

Une autre fonction à prendre en compte pourrait être l'ouverture automatique de toutes les portes à l'arrêt du train en gare.

4.1.6.3 Accessibilité et plancher à hauteur constante

Le cahier des charges précise qu'il faut offrir à la clientèle un accès aisé et un plancher à hauteur constante.

Cette double exigence n'est pas simple à réaliser et ne peut concerner que le matériel à un niveau.

Pour satisfaire ce besoin sur le matériel à un niveau la hauteur de plancher doit être d'environ 1,200m.

Cette hauteur est imposée par la hauteur du plancher situé au dessus des bogies.

Cette caractéristique n'est pas du tout celle du matériel Z TER actuel pris comme référence.

De plus, elle nécessite de disposer d'un quai de 1150 mm de hauteur pour permettre un accès de plein-pied en gare.

Cette condition est à examiner avec les caractéristiques possibles de l'infrastructure, tout en prenant également en compte le cas des situations dégradées où le matériel CDG Express ne pourrait pas être reçu sur son quai dédié.

En ce qui concerne le matériel à deux niveaux, une architecture avec accès à une hauteur de 600 mm permet à la clientèle d'accéder au niveau inférieur avec une pente douce.

Par contre l'accès au niveau supérieur ou aux espaces situés en extrémités de caisses au dessus des bogies nécessite l'emprunt d'escaliers contraignants pour les voyageurs munis de bagages lourds et encombrants.

Si cette solution « deux étages » devait être retenue, il conviendrait d'examiner de manière approfondie cette question pour limiter les contraintes (cases à bagages judicieusement positionnées, niveau inférieur destiné préférentiellement aux voyageurs possédant des bagages lourds et encombrants).

A noter que la solution « matériel à deux étages » avec plateformes d'accès à 600 mm permet d'avoir des quais « normalisés » de 550 mm.

Des exemples d'emmarchement figurent en annexe pour le matériel à un niveau type ZTER et à deux niveaux type TER2N ng.

4.1.7 Compartiment bagages

Les besoins exprimés concernant le compartiment bagages conduisent à prévoir celui-ci à l'extrémité coté province de chaque train.

La hauteur du plancher situé nécessairement au dessus du bogie extrême est de l'ordre de 1200 mm.

L'infrastructure devra être prévue en conséquence.

Il conviendra de faire examiner la réception de la rame sur une voie différente de celle dédiée au matériel CDG Express (plate-forme élévatrice ?).

Il a été vérifié en outre que la masse des conteneurs destinés à transporter des bagages était compatible avec les exigences de définition du matériel roulant.

Il conviendra en outre d'approfondir les aspects mise en place et arrimage des conteneurs, évacuation du personnel de conduite, tenue des cloisons en cas de choc.

4.1.8 Places pour la clientèle « Fumeurs » et « non Fumeurs »

Après discussion et compte tenu que le temps de parcours sera inférieur à 20 mm, il est convenu qu'une seule classe « non –fumeurs » sera proposée à la clientèle.

Cette solution permet en outre de simplifier la conception du matériel en évitant des contraintes fortes liées aux problèmes du traitement et de la qualité de l'air conditionné.

4.1.9 Niveau acoustique et confort tympanique

Dans ce domaine la direction MT appuie son expérience sur les mesures et tests effectués avec les matériels en service.

Compte tenu qu'une grande partie des parcours s'effectue en tunnel à vitesse élevée (160 km/h) le problème du bruit à l'intérieur des véhicules doit faire l'objet d'une attention particulière.

Le retour d'expérience de la direction en la matière montre qu'une circulation en tunnel dans ces conditions augmente le niveau sonore à l'intérieur des véhicules d'environ 8 db.

Un bon niveau de confort acoustique permettant une conversation ou une communication téléphonique dans des bonnes conditions, impose un niveau sonore maximum de l'ordre de 70 db.

L'obtention de ce niveau de qualité acoustique pourrait avoir des conséquences sur certains équipements du matériel (utilisation de matériaux d'isolation performants, de vitrages renforcés, de portes d'accès très étanches et mise en place de portes de salle et surtout d'intercirculation).

Les matériels récents sont munis de système de freinage (disques de frein + semelles en matériaux composites) qui limitent la dégradation des tables de roulement, principale source de bruit en circulation : si ces dispositions techniques étaient reconduites sur le matériel CDG Express elles devraient limiter l'impact sur la conception du matériel.

En ce qui concerne le confort tympanique, un approfondissement du sujet est à mener pour déterminer les besoins et rédiger les spécifications à imposer.

Compte tenu des conditions de circulation prévues cela pourrait influer sur le niveau d'étanchéité imposé au matériel.

4.1.10 Climatisation [espace Clientèle et Personnels de service]

Le matériel retenu sera climatisé et un soin particulier sera à apporter pour réduire les nuisances acoustiques de la climatisation dans les salles voyageurs. Les matériels pris en référence doivent normalement permettre de satisfaire à ce besoin.

4.1.11 Matériel équipé des moyens modernes d'information et de communication

Les matériels roulants ferroviaires sont équipés d'une sonorisation . Le système demandé consiste en particulier à informer les clients sur l'état du trafic aérien.

Des réflexions complémentaires sont donc à mener pour préciser les spécifications de ce système.

Il conviendra de prendre en compte les problèmes de continuité de la liaison lors de la circulation en tunnel.

4.1.12 Espace WC à rétention et WC pour clientèle handicapée

Le cahier des charges précise la présence de WC à bord des rames .

Malgré le temps de trajet relativement court et compte tenu du niveau de prestation souhaitée, cette présence est jugée indispensable.

Pour des questions d'environnement, ces WC devront être sans rejet sur la voie (WC à rétention).

A noter que le WC à rétention implique de mettre en place dans les lieux de maintenance les ressources adéquates pour assurer les opérations de vidange et de remplissage de ce type de WC.

En outre chaque rame en service devra mettre à la disposition de la clientèle au moins un WC accessible aux personnes à mobilité réduite.

L'accès à ce WC nécessite de ne pas avoir à franchir de marche depuis la plate-forme d'accès.

4.1.13 Fiabilité - Disponibilité

Le service CDG Express impose d'avoir un excellent niveau de disponibilité opérationnelle du matériel, lui permettant de ne pas avoir de risque important d'arrêt intempestif en ligne.

Le matériel moderne (Z TER, TE2N ng en particulier) présente des dispositions constructives limitant effectivement ces risques (redondances de certains équipements).

Un tel matériel nécessite cependant une remise à niveau rapide des organes défaillants pour éviter de circuler dans des conditions fragilisées.

A ceci il faut rajouter l'effet «petit parc » qui doit être pris en compte lors du dimensionnement du parc nécessaire de matériels CDG Express.

4.2 Complément d'analyse propre à chacun des matériels

4.2.1 Matériel à un étage de type Z TER

La problématique posée par le respect du cahier des charges conduit à suggérer de s'appuyer sur le projet de construction actuel du matériel Z TER et d'examiner les modifications nécessaires pour respecter au mieux le CdC CDG-Express.

4.2.1.1 Performances de traction

Le matériel Z TER est conçu, dans sa version de base, pour une vitesse limite de 200 km/h.

Pour la liaison Paris Est – Roissy, la vitesse, qui est de 160 km/h, permet d'obtenir un gain de performances, en particulier au démarrage.

Ceci est envisageable par modification du rapport de réduction.

Cette évolution permettrait de porter l'accélération actuelle de 0,62 m /s² (de 0 à 50 km/h en palier) à environ 0,77m/s².

L'intérêt de ce gain d'accélération est à examiner au regard des performances des autres matériels empruntant la ligne.

Ce gain peut être utile en cas de perturbations dans la circulation des trains.

En contrepartie , dans le cas d'une base ZTER, cette évolution devrait entraîner quelques frais fixes supplémentaires.

4.2.1.2 Aménagements et Diagrammes

Un élément de base Z TER est constitué de 3 caisses avec une cabine de conduite à chaque extrémité.

La réponse à l'exigence de capacités de 400 places assises conduirait à utiliser 2 éléments en UM en permanence.

Pour améliorer les performances de capacité, minimiser les coûts d'acquisition, tout en conservant une bonne souplesse d'exploitation et de facilité de maintenance, il est proposé la réalisation d'une seule rame de 6 caisses sécable par moitié dont celle côté province comporte le compartiment bagages.

4 variantes d'aménagement sont décrites ci-après et illustrées par les diagrammes joints en annexe.

Cette solution a également l'avantage de faciliter diverses opérations de maintenance (maintenance par élément de trois caisses).

La problématique imposée par le cahier des charges de mettre à disposition de la clientèle un accès aisée et un plancher à hauteur constante reste entière pour ce type de matériel conçu avec une hauteur de plate-forme égale à 0,860m (par rapport au rail) et une hauteur de 1,200m au dessus des bogies.

Dans l'hypothèse de retenir pour le CDG Express cette différence de niveau du plancher les quais pourraient être adaptés en conséquence à une hauteur proche de 0,800m.

En outre une variante supplémentaire comportant 7 caisses au lieu de 6 est proposée.

Elle sous-entend que les infrastructure (longueur des quais) soient effectivement tout à fait compatibles avec cette longueur. De plus, elle conduit à une légère perte de performances d'accélération.

La présentation de ces variantes a pour but de permettre de visualiser quelques diagrammes possibles et d'en juger la pertinence, en particulier, en ce qui concerne la capacité à stocker des bagages.

A noter que le matériel dispose de porte-bagages le long des parois des salles voyageurs.

- Variante ZTER n°1

Cette solution composée de 6 caisses d'une longueur de 155,3m offre à la clientèle 439 places assises et des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges.

Composition :	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		compartiment bagages
		56 places assises
	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		75 places assises
	2 éléments motorisés	84x2 places assises
	2 éléments remorqués avec cabinet de toilette	
		70x2 places assises

Cette version impose aux clients chargés de transporter leurs bagages dans les salles voyageurs jusqu' à une case (de dimension réduite) disponible.

- Variante ZTER n°2

Cette solution composée de 6 caisses d'une longueur de 155,3m offre à la clientèle 396-7 places assises, des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges et sur chaque plate-forme un second espace bagages.

Composition :	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		compartiment bagages
		47 places assises
	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		66 places assises
	2 éléments motorisés	75x2 places assises
	2 éléments remorqués avec cabinet de toilette	
		67x2 places assises

Cette variante présente l'avantage d'offrir aux voyageurs des casiers à bagages de grande dimension sur les plate - formes et à l'entrée des salles voyageurs.

➢ Variante ZTER n°3

Cette solution composée de 6 caisses d'une longueur de 155,3m offre à la clientèle 398 places assises, des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges ,sur chaque plate-forme un second espace bagages et des portes de largeur 1,500m.

Cette variante prend en compte la capacité proche de 400 places assises mentionnées dans le cahier des charges et une offre 1ère/2ème classe.

Composition :	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		compartiment bagages
		45 places assises
	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		65 places assises
	2 éléments motorisés	78x2 places assises
	2 éléments remorqués avec	cabinet de toilette
		66x2 places assises

➢ Variante ZTER n°4

Cette solution composée de 7 caisses d'une longueur de 180,9m offre à la clientèle 476 places assises « classe unique », des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges et sur chaque plate-forme un second espace bagages.

Cette variante prend en compte la capacité proche de 400 places assises mentionnées dans le cahier des charges et une offre 1ère/2ème classe.

Composition :	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		compartiment bagages
		45 places assises
	1 élément moteur avec	cabine de conduite
		65 places assises
	2 éléments motorisés	78x2 places assises
	2 éléments remorqués avec	cabinet de toilette
		66x2 places assises
	1 élément remorqué avec	78 places assises

A noter que cet élément de 7 caisses permet de couvrir largement les besoins en capacité.

Elle permettrait également d'améliorer certains aménagements qui seraient jugés non optimaux en sacrifiant quelques places assises.

Par contre , la longueur de l'élément nécessite des quais de longueur adéquate.

4.2.2 Matériel à deux niveaux

Pour prendre en compte le recours à un matériel de deux niveaux mentionné dans le cahier des charges, MT a basé sa réflexion sur le matériel TER 2N ng, matériel récemment commandé par la SNCF (11/2000).

MT propose donc un matériel dérivé du TER 2Nng qui aurait une vitesse limite de 160 km/h et disposerait d'une motorisation répartie permettant d'obtenir de bonnes performances d'accélération au démarrage (0,9 m/s²).

Plusieurs variantes d'aménagement sont décrites ci-après et illustrées par les diagrammes joints en annexe.

L'accès des voyageurs pour ce matériel à deux niveaux se ferait par une plate-forme à 0,600m et le cheminement vers la salle inférieure par l'emprunt d'un plan légèrement incliné ; pour le niveau supérieur un escalier est prévu : il faudra orienter les voyageurs munis de bagages peu encombrants vers le niveau supérieur.

- TER2N ng variante 1 : Rame à 2 niveaux type TER2N ng avec 1ère et 2ème classe
- Variante TER2N ng n° 1A (4 caisses)

Cette solution composée de 4 caisses d'une longueur de 107,5m offre à la clientèle 335 places assises, des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges et des espaces bagages en extrémité de caisse.

Composition :	1 élément moteur ZBx avec	cabine de conduite
		Cabinet de toilette
		76 places assises
	1 élément moteur ZB avec	106 places assises
	1 élément moteur ZAB avec	96 places assises
	1 élément moteur ZBDx avec	cabinet de toilette
		compartiment bagages
		57 places assises

- Variante TER2N ng n° 1B (5 caisses)

Cette solution composée de 5 caisses d'une longueur de 133,9m offre à la clientèle 443 places assises, des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges et des espaces bagages en extrémité de caisse.

Composition : 1 élément moteur ZBx avec cabine de conduite
76 places assises
cabinet de toilette
1 élément moteur ZB avec 106 places assises
1 élément moteur ZB avec 108 places assises
1 élément moteur ZAB avec 96 places assises
1 élément moteur ZBDx avec compartiment bagages
cabinet de toilette
57 places assises

- TER2N ng variante 2 : Rame à 2 niveaux type TER2N ng avec 1ère et 2ème classes

- Variante TER2N ng n° 2A (4 caisses)

Cette solution composée de 4 caisses d'une longueur de 107,5m offre à la clientèle 359 places assises, des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges.

Composition : 1 élément moteur ZBx avec cabine de conduite
82 places assises
1 élément moteur ZB avec 114 places assises
1 élément moteur ZAB avec 104 places assises
1 élément moteur ZBDx avec cabinet de toilette
compartiment bagages
59 places assises

- Variante TER2N ng n° 2B (5 caisses)

Cette solution composée de 5 caisses d'une longueur de 133,9m offre à la clientèle 475 places assises, des espaces bagages à proximité d'un grand nombre de sièges.

Composition :	1 élément moteur ZBx avec	cabine de conduite 82 places assises
	1 élément moteur ZB avec	114 places assises
	1 élément moteur ZB avec	116 places assises
	1 élément moteur ZAB avec	104 places assises
	1 élément moteur ZBDx avec	cabinet de toilette compartiment bagages

A noter une caractéristique intéressante du matériel TER 2N ng : il s'agit de son caractère évolutif, c'est à dire de la possibilité qu'il offre de faire évoluer la composition de la rame en y ajoutant une caisse supplémentaire tout en conservant le niveau de performances (motorisation répartie).

Cette caractéristique pourrait permettre une progressivité dans les investissements et une montée en charge ultérieure.

4.3 Dimensionnement du parc

Pour assurer le service commercial tel que demandé, prendre en compte les besoins de la maintenance, le dimensionnement du parc pourrait être de 7 rames constituées chacune de deux éléments de trois caisses.

Dans le cas d'un matériel à un étage de grande longueur, il peut toutefois être judicieux de prévoir la possibilité d'une coupe facile au milieu de la rame pour permettre un entretien plus aisé (nécessité d'un bâtiment moins long pour la maintenance) ainsi qu'une meilleure maîtrise des immobilisations du matériel (immobilisation de 3 caisses au lieu de 6 au moins dans certains cas).

4.3.1 Matériel à un étage

La rame de base en exploitation commerciale pourrait être composée de deux éléments de trois caisses.

Pour la direction de MT, le principe de faire circuler des rames 2x3 caisses réduit les temps d'immobilisation et les coûts de maintenance.

En conclusion un parc de 7 rames de 6 caisses permettrait de répondre au besoin exprimé dans le cahier des charges du CDG Express.

4.3.2 Matériel à deux niveaux

La rame de base en exploitation commerciale pourrait être composée de 4 ou 5 caisses.

En conclusion un parc de 7 rames de 4 ou 5 caisses permettrait de répondre au besoin.

4.4 Site de maintenance

Pour assurer une bonne utilisation du parc CDG Express, le site de maintenance doit se situer dans un lieu aussi proche que possible de la zone d'utilisation afin d'éviter les parcours parasites.

Les établissements situés sur la région de PARIS-Nord (Le Landy, Joncherolles ou Mitry) ont été écartés compte tenu des difficultés d'acheminement depuis Paris-Est.

Les solutions les meilleures conduisent donc à un site d'affectation situé sur la région de Paris – Est.

Deux établissements existent sur cette région :

- l'EMT de Paris-Est (unité de Noisy) qui entretient des rames pour le compte de l'Ile de France. Compte tenu des capacités d'accueil résiduelles sur ce site et des projets envisagés par l'Ile de France devant conduire à l'affection de nouveaux matériels sur l'unité de Noisy (tram-train, matériels pour tangentielle), il n'est pas acquis, à ce jour, que la maintenance des rames CDG Express soit possible sur ce site,
- l'établissement de L'Ourcq qui sera chargé de la maintenance du futur TGV Est. A ce jour, il semble que cet établissement sera saturé avec les missions de maintenance d'ores et déjà prévues pour les TGV.

Une autre solution consiste à construire un nouvel établissement ; celui-ci pourrait logiquement être localisé à Roissy.

Cette solution, beaucoup plus coûteuse que les précédentes, n'est à envisager que si aucune des deux premières solutions ne peut être mise en œuvre .

Dans ce cas, il serait souhaitable qu'un parc plus important soit à entretenir dans ce nouvel établissement et la synergie avec d'autres projets doit être envisagée (Liaison rapide de Normandie Vallée de Seine ?).

4.5 Coût des matériels

Ce projet nécessitera le lancement d'un appel d'offres européen.

Les coûts qui sont indiqués ci-dessous s'appuient sur ceux des matériels pris en exemple dans cette étude (Z TER et TER2N ng)

Ces coûts sous-entendent comme postulat que le matériel CDG Express pourra effectivement être directement dérivé d'un matériel existant.

Si tel n'était pas le cas, les coûts (et en particulier les frais fixes) seraient à majorer d'une façon importante.

4.5.1 Coûts liés à l'acquisition du matériel neuf

4.5.1.1 Matériel à 1 niveau type ZTER Matériel 2 niveaux type TER2N ng

Frais fixes	150 MF	100 MF
Frais Ingénierie	18 MF	18 MF
Frais Outillage	5 MF	5 MF
Coût pièces de rechange	10 MF	10 MF
Coût de fournitures	5 MF	5 MF
Aléas techniques	18 MF	17 MF
Total	**206 MF**	**155 MF**

4.5.1.2 Coût estimé d'acquisition des rames

- Matériel à un niveau : Rame de 6 caisses 75 MF
- Matériel à deux niveaux Rame de 4 caisses 57 MF
- Matériel à deux niveaux Rame de 5 caisses 68 MF

4.5.1.3 Bilan financier

Acquisition de 7 rames de 6 caisses de matériel type ZTER	731 MF
Acquisition de 7 rames de 4 caisses de matériel type TER2N	554 MF
Acquisition de 7 rames de 5 caisses de matériel type TER2N	630 MF

4.5.1.4 Coûts liés aux installations de maintenance

La problématique de localiser le site de maintenance des matériels « CDG Express » doit s'examiner en considérant les ressources des établissements actuels situés à proximité de la zone d'exploitation : deux propositions ont été faites précédemment :

- Modernisation d'un centre existant à un coût estimé proche de 30 MF
- Création d'un établissement de maintenance coût estimé proche de 200 MF

4.5.1.5 Coût kilométrique des matériels

Les coûts ci-dessous comportent les coûts des opérations de maintenance qui seront effectués sur le matériel durant son cycle de vie (hors grosses opérations accidentelles et modernisation) : il s'agit donc d'un « coût lissé » sur la vie du matériel considérée égale à 30 ans.

Ils prennent en compte les coûts d'entretien et de nettoyage des matériels et la réalisation de ces opérations pendant la journée.

Ils visent un parc de 42 caisses pour le matériel à 1 étage ou de 28 ou 35 caisses pour le matériel à deux niveaux qui effectue mensuellement 10 000 km.

Le coût estimé, selon le type de matériel retenu pour le CDG Express, sera proche pour

- un élément type ZTER composé de 2 éléments de 3 caisses de 16 F/ km

- un élément à 2 étages composé de 4 caisses de 16 F/km

- un élément à 2 étages composé de 5 caisses de 20 F/ km

5 CONCLUSION ET POURSUITE DE L'ETUDE

Cette première phase d'étude a permis la mise en évidence de quelques points importants :

– **Pour un matériel à un étage :**

L'exemple choisi (la ZTER) montre que ce matériel permet de juste satisfaire au besoin de capacité (400 places), sans possibilité d'accroissement ultérieur et en réalisant un élément de 6 caisses (avec 1 cabine de conduite à chaque extrémité).

Il en sera à peu près de même pour tout matériel à un étage, disposant d'aménagements semblables.

La demande d'un plancher continu n'est pas satisfaite : des escaliers permettent d'accéder aux salles voyageurs depuis la plate-forme d'accès. Par contre, l'accès depuis des quais normalisés de 550 mm est possible du fait d'une plate-forme à 860 mm, ce qui peut être utile en cas d'impossibilité d'accéder à la voie dédiée.

Il conviendra donc de s'interroger, pour l'élaboration du cahier des charges sur cet aspect important pour la définition du matériel roulant (introduira-t-on une flexibilité ?).

La largeur des portes (1 100 mm) ne permet pas un passage simultané de deux flux de voyageurs.

L'intérêt d'une porte plus large (1 500 mm pour permettre le double flux voyageurs munis de bagages) est à mettre en regard d'un surcoût lors de l'achat du matériel.

Une autre solution peut être de faire appel à une caisse disposant de deux portes simple flux.

En ce qui concerne les performances, un matériel de type ZTER présente des caractéristiques satisfaisantes aussi bien en freinage qu'en traction : l'intérêt d'un changement de rapport de réduction pour fixer la vitesse limite à 160 km/h au lieu de 200 km/h serait à examiner.

- **Pour un matériel à deux étages :**

L'exemple choisi (le TER 2Nng) permet de satisfaire aux besoins en matière de capacité et son évolutivité peut être intéressante pour faire coller au mieux l'investissement au volume de voyageurs à transporter.

Par contre, la continuité du plancher n'est pas obtenue : la plate-forme d'accès à 500 mm permet cependant l'accès au niveau inférieur par une rampe en pente douce. L'accessibilité au niveau supérieur est, quant à elle, beaucoup plus malaisée.

Dans ce cas également, les portes de 1 300 mm ne permettent pas tout à fait un passage double flux à des voyageurs munis de bagages encombrants.

Il conviendrait d'examiner de même l'intérêt de porter leur largeur à 1 500 mm en regard d'un surcoût éventuel.

Les performances du TER 2Nng sont limites (la vitesse maximale de 160 km/h n'offre pas une marge d'accélération importante). De même le frein électrique n'est pas largement dimensionné.

Là encore des études plus précises seront nécessaires pour mieux définir la recevabilité d'un tel matériel en l'état ou bien la nécessité de spécifier des performances plus importantes.

La poursuite de l'étude doit donc traiter un certain nombre de points pour aboutir à l'écriture du cahier des charges d'appel d'offre.

Compte tenu du petit nombre de rames à acquérir, il conviendra de prévoir le maximum de flexibilités dans ce cahier des charges pour permettre aux industriels de proposer des matériels directement dérivés de matériels déjà réalisés. Une meilleure connaissance de ces matériels est donc indispensable pour apprécier les écarts existants.

Il faut préciser que le fait de faire appel à un matériel initialement prévu pour un exploitant autre que la SNCF (donc étranger) conduira, de toute façon, à une nécessaire adaptation de ce matériel ("francisation" pour l'ergonomie de conduite, norme feu - fumée, point très sensible dans ce projet, ...).

MT propose donc, pour les mois à venir, de poursuivre la demande de la façon suivante :

- approfondissement des matériels existants ou en cours de conception sur le marché européen;
- rédaction d'une SBU (spécification du besoin utilisateur) par la maîtrise d'ouvrage;
- écriture du cahier des charges intégrant des exigences fonctionnelles et des flexibilités les plus larges possibles.

ANNEXE PLANNING DE DEROULEMENT D'UN PROJET

Désignation d'un groupe de projet	1 mois
Rédaction de la spécification du besoin [SBU]	6 mois
Appel à candidatures	1 mois
Rédaction du cahier des charges fonctionnel CdCF	6 mois
Appel d'offres	3 mois
Dépouillement de l 'AO	3 mois
Passation du marché	1 mois
Etudes	9 mois
Industrialisation	2 mois
Fabrication	11 mois
Homologation et essais de mise au point	3 mois
Expérimentation	8 mois
Mise en service commercial	6 mois

Durée estimée à 5 ans

NOTA : Ce planning est donné à titre indicatif. Le planning réel sera fonction du degré d'évolution par rapport à un matériel existant.

CDG Express

Variante Z TER n°4

Rame de 7 caisses

CDG EXPRESS A 1 NIVEAU

Base ZTER - 7 caisses

	Rame mixte 1ère et 2 ème classe		Rame 2 ème classe
	Capacité totale par caisse	Capacité 1ère Cl. par caisse	Capacité totale par caisse
M1	65 Pl.	19 Pl.	65 Pl.
R1	66 Pl.		66 Pl.
M2	74 Pl.	28 Pl.	78 Pl.
R3	78 Pl.		78 Pl.
M3	74 Pl.	28 Pl.	78 Pl.
R2	66 Pl.		66 Pl.
M4	45 Pl.		45 Pl.
Total	468 Pl.	75 Pl.	476 Pl.

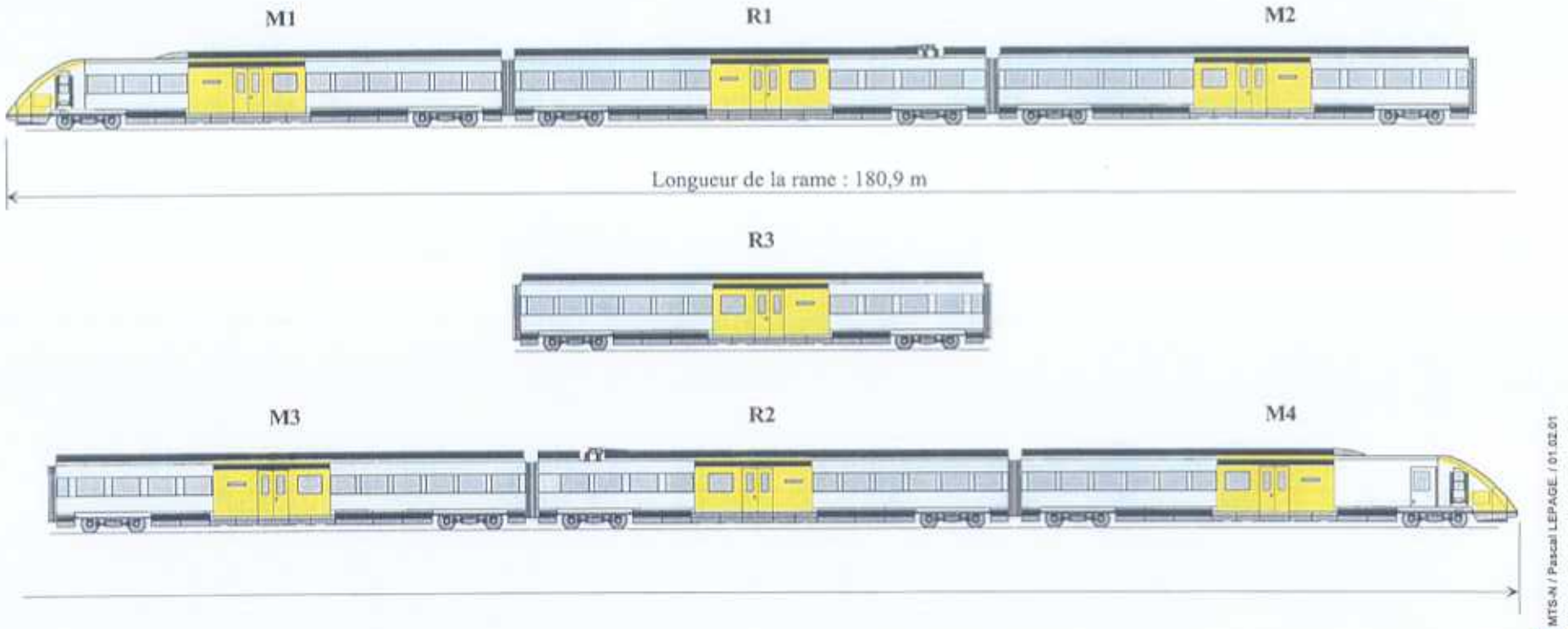
MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : 468 places (ou 476)

75 places - 1ère Classe
393 places - 2ème Classe

ou

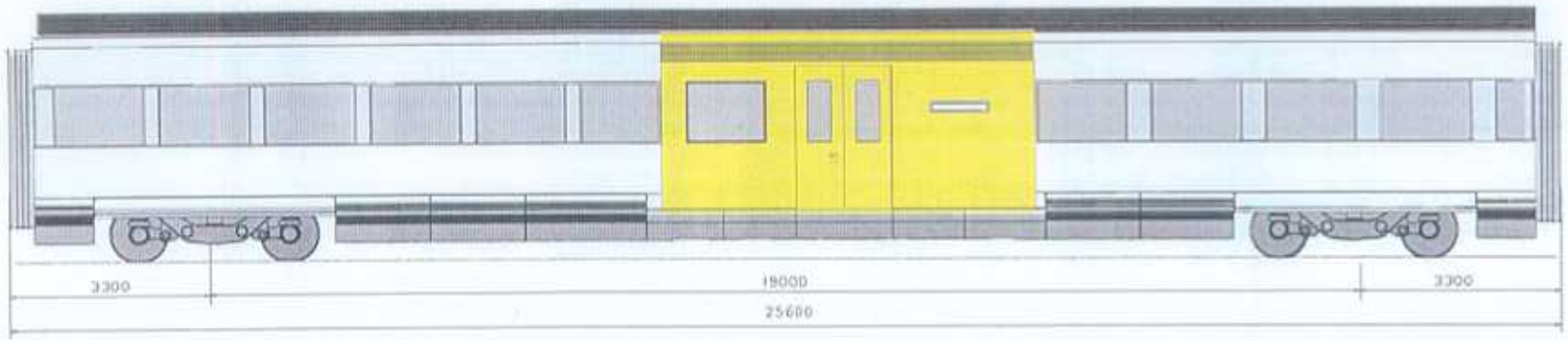
476 places - 2ème Classe

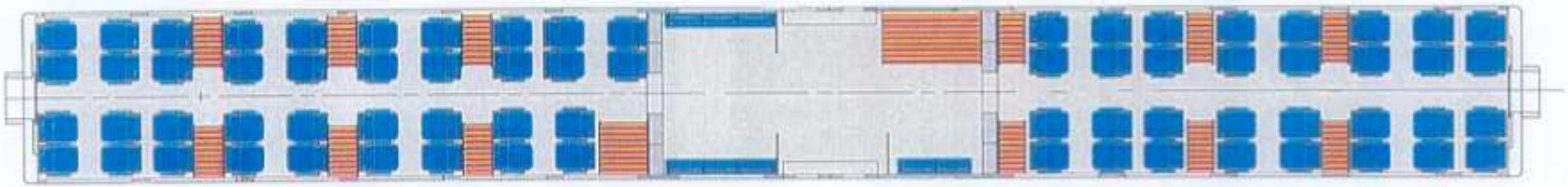


MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Remorque R3

78 places - 2ème Classe





MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG Express

Variante Z TER n° 3

Rame de 6 caisses

CDG EXPRESS A 1 NIVEAU

Base ZTER

	Rame mixte 1ère et 2 ème classe		Rame 2 ème classe
	Capacité totale par caisse	Capacité 1ère Cl. par caisse	Capacité totale par caisse
M1	65 Pl.	19 Pl.	65 Pl.
R1	66 Pl.		66 Pl.
M2	74 Pl.	28 Pl.	78 Pl.
M3	74 Pl.	28 Pl.	78 Pl.
R2	66 Pl.		66 Pl.
M4	45 Pl.		45 Pl.
Total	390 Pl.	75 Pl.	398 Pl.

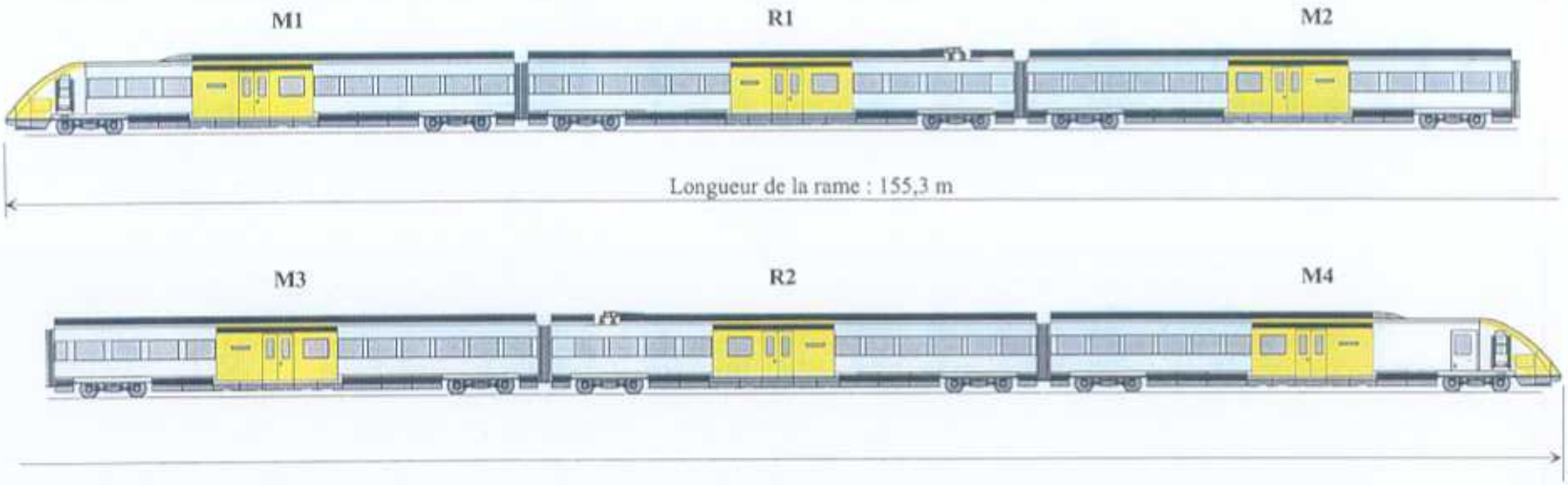
MTS-N / Pascal LEPAGE. / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : 390 places (ou 398)

75 places - 1ère Classe
315 places - 2ème Classe

ou

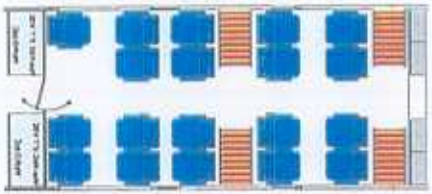
398 places - 2ème Classe



MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrice M1

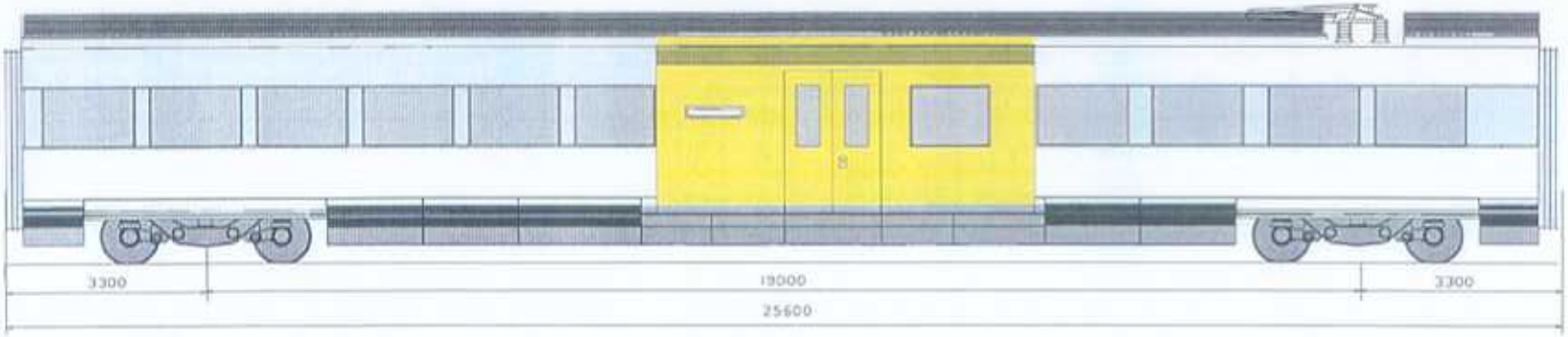
19 places - 1ère Classe ou 65 places -2ème Classe
46 places - 2ème Classe

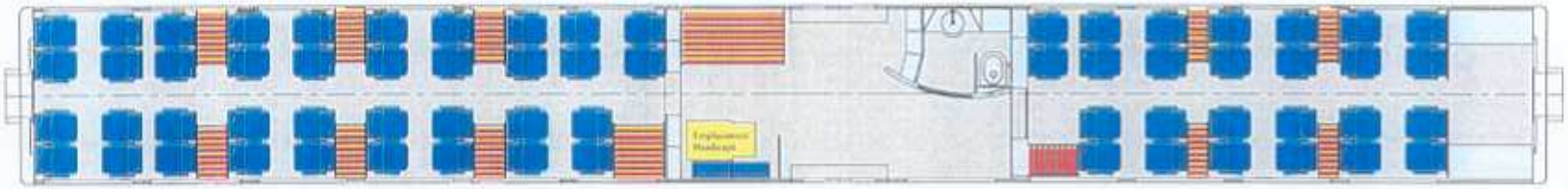


MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Remorques R1-R2

66 places - 2ème Classe

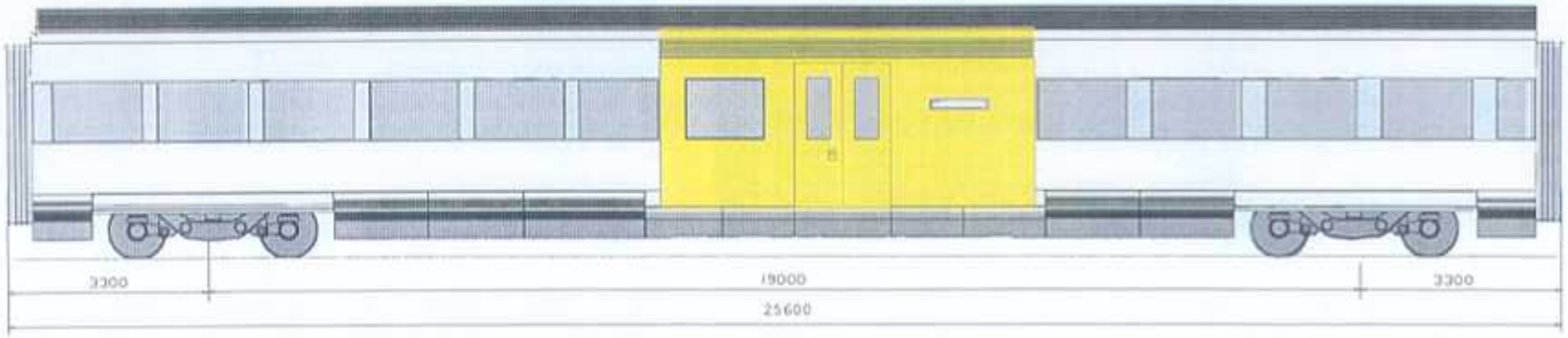


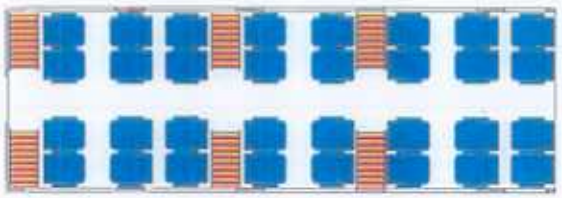


MTS-N / Pascal LEPAGE. / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrices M2-M3

28 places - 1ère Classe ou 78 places - 2ème Classe
46 places - 2ème Classe

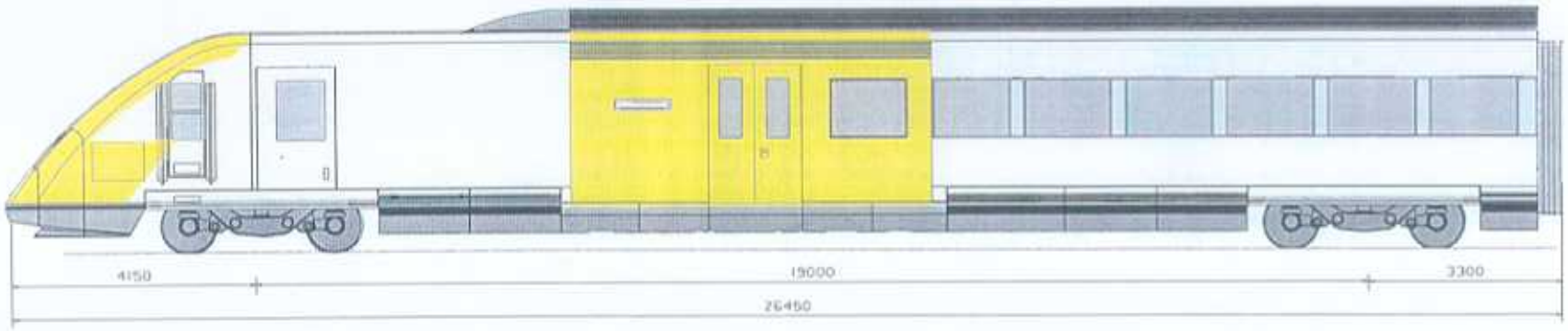




MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrice M4

45 places - 2ème Classe
Compartiment à bagages



MTS-N / Pascal LEPAGE / 01.02.01

CDG Express

Variante Z TER n° 1

Rame de 6 caisses

CDG EXPRESS A 1 NIVEAU

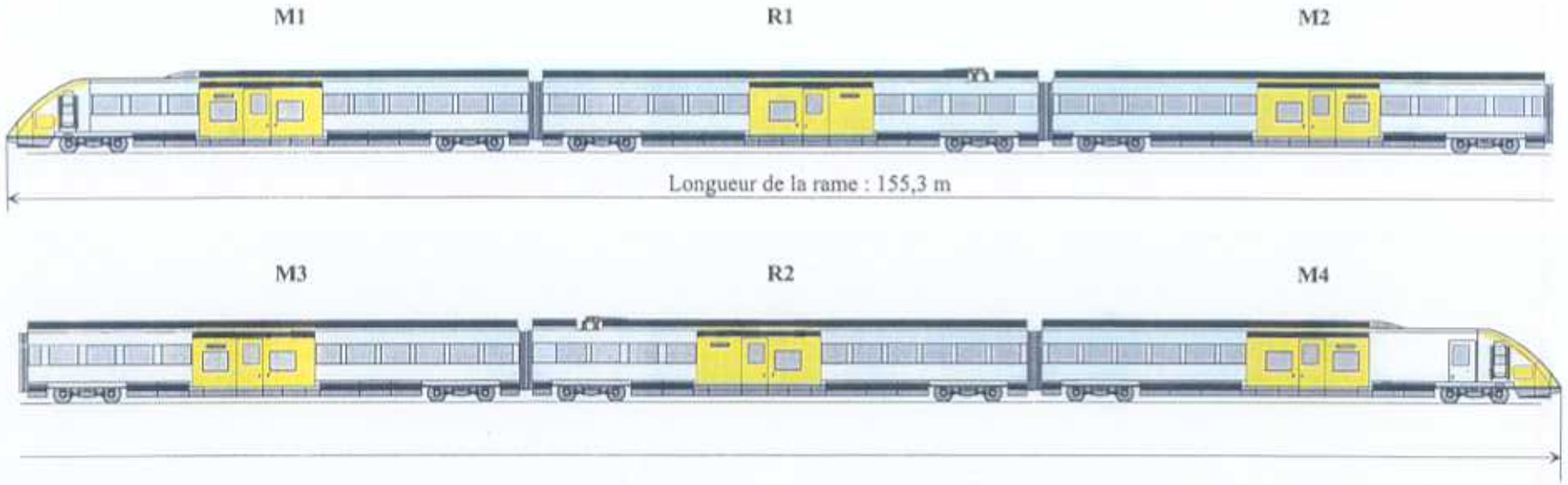
Base ZTER

	Capacité totale par caisse	Capacité 1ère Cl. par caisse
M1	75 Pl.	19 Pl.
R1	70 Pl.	
M2	84 Pl.	28 Pl.
M3	84 Pl.	28 Pl.
R2	70 Pl.	
M4	56 Pl.	
Total	439 Pl.	75 Pl.

MTS-N / Pascal LEPAGE. / 12.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : 439 places

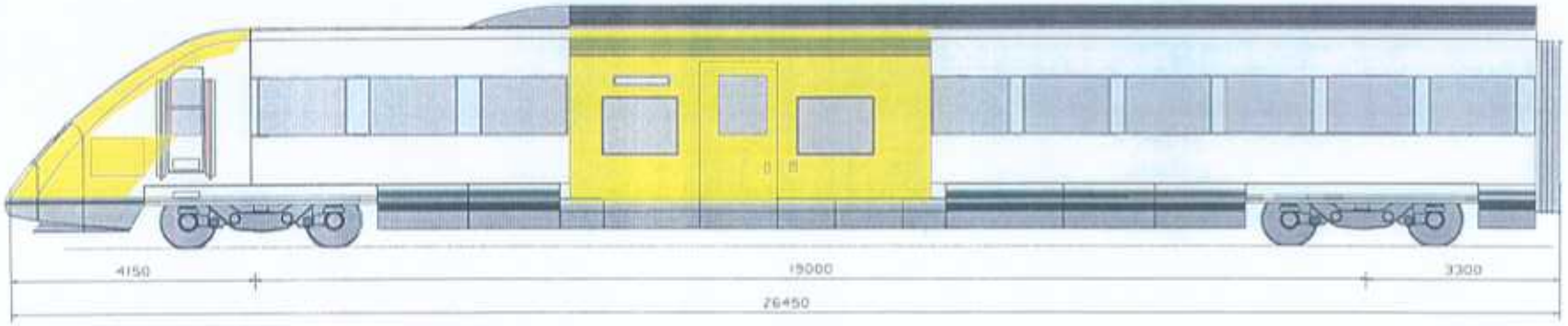
75 places - 1ère Classe
364 places - 2ème Classe

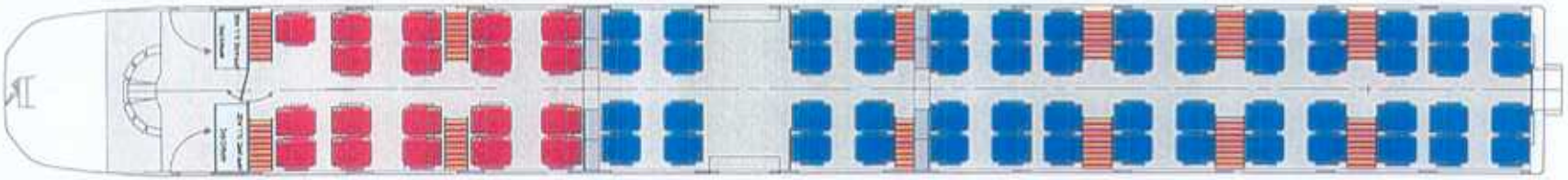


MTS-N / Pascal LEPAGE / 12.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrice M1

19 places - 1ère Classe
56 places - 2ème Classe

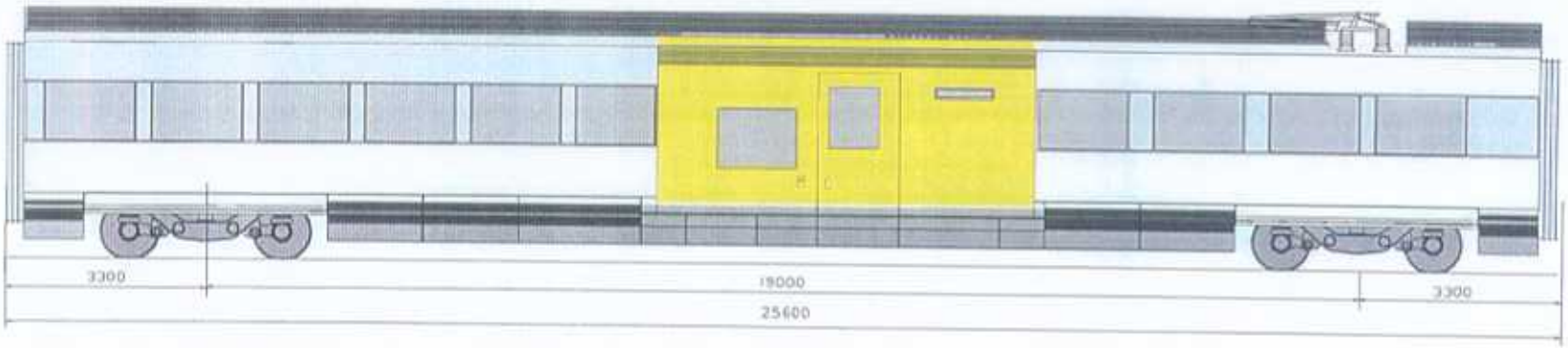


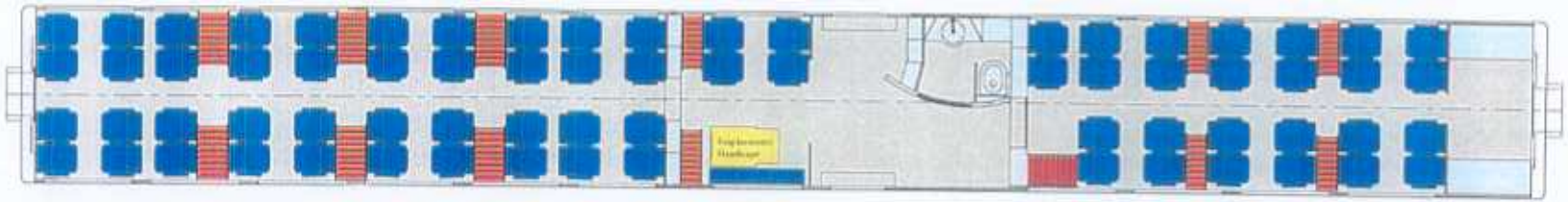


MTS-N / Pascal LEPAGE / 12.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Remorques R1-R2

70 places - 2ème Classe

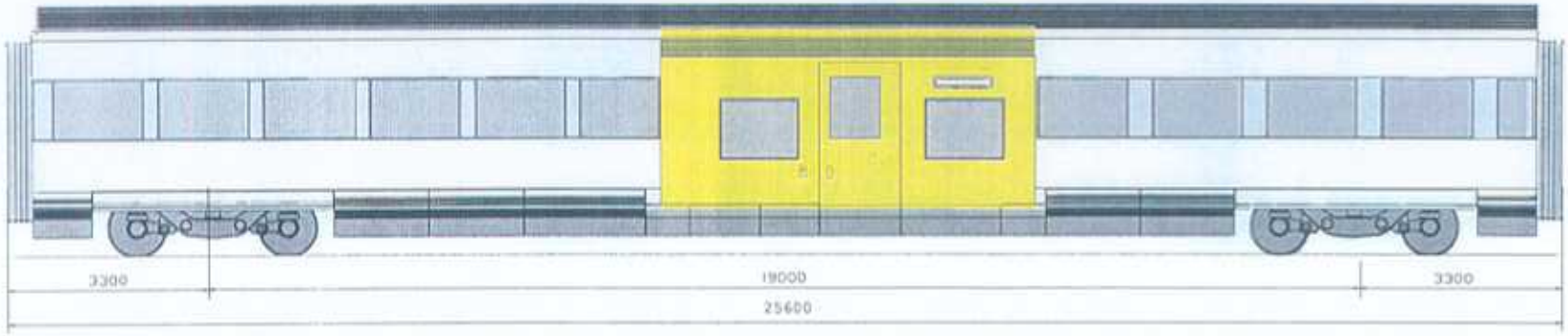


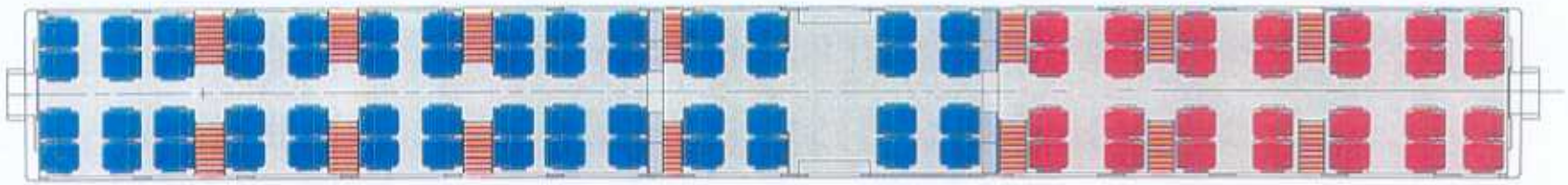


MTS-N / Pascal LEPAGE / 12.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrices M2-M3

28 places - 1ère Classe
56 places - 2ème Classe

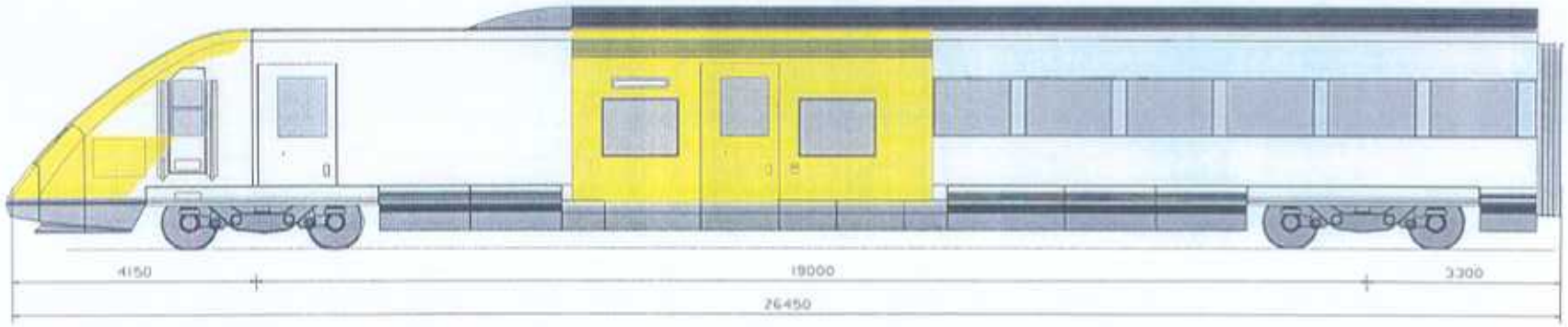


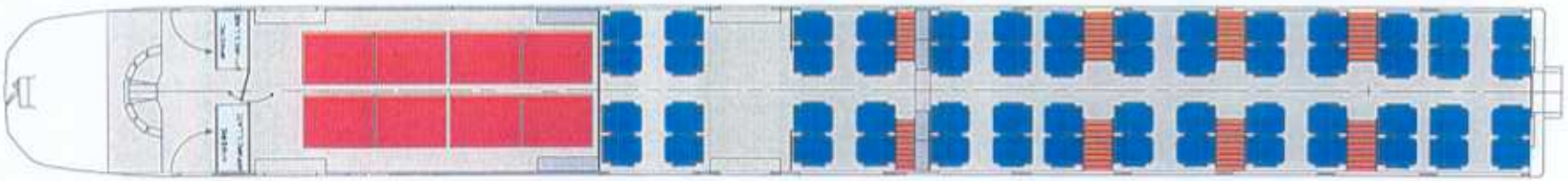


MTS-N / Pascal LEPAGE / 12.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrice M4

56 places - 2ème Classe
Compartiment à bagages





MTS-N / Pascal LEPAGE / 12.01.01

CDG Express

Variante Z TER n° 2

Rame de 6 caisses

CDG EXPRESS A 1 NIVEAU

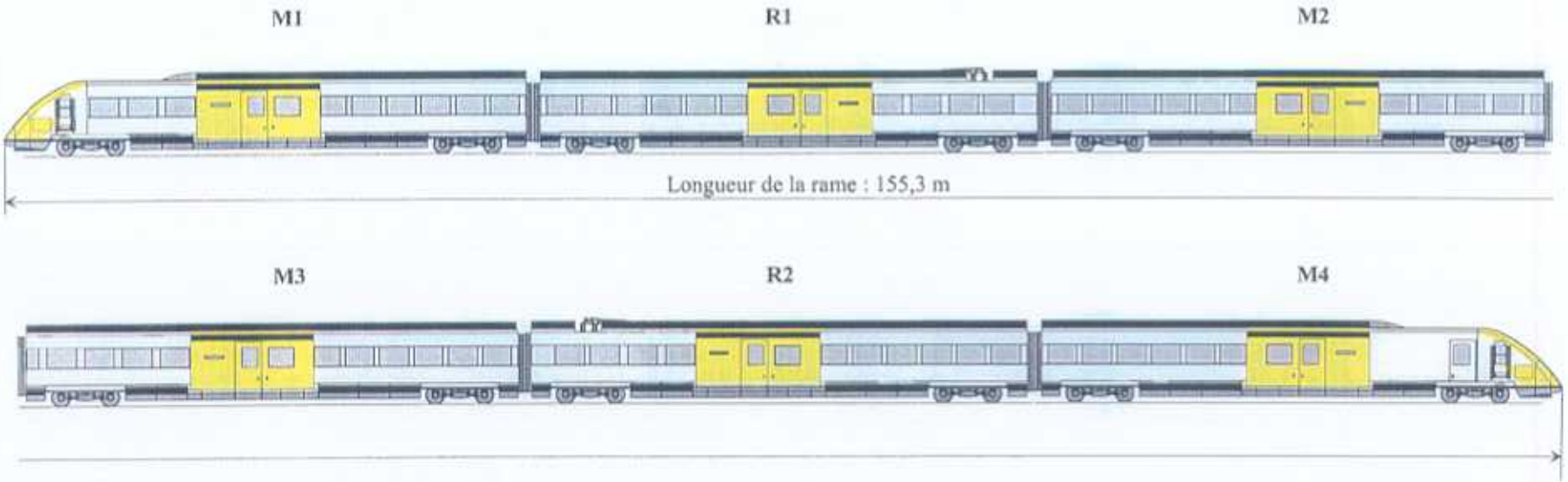
Base ZTER

	Capacité totale par caisse	Capacité 1ère Cl. par caisse
M1	66 Pl.	19 Pl.
R1	67 Pl.	
M2	75 Pl.	28 Pl.
M3	75 Pl.	28 Pl.
R2	67 Pl.	
M4	47 Pl.	
Total	397 Pl.	75 Pl.

MTS-N / Pascal LEPAGE. / 25.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : 397 places

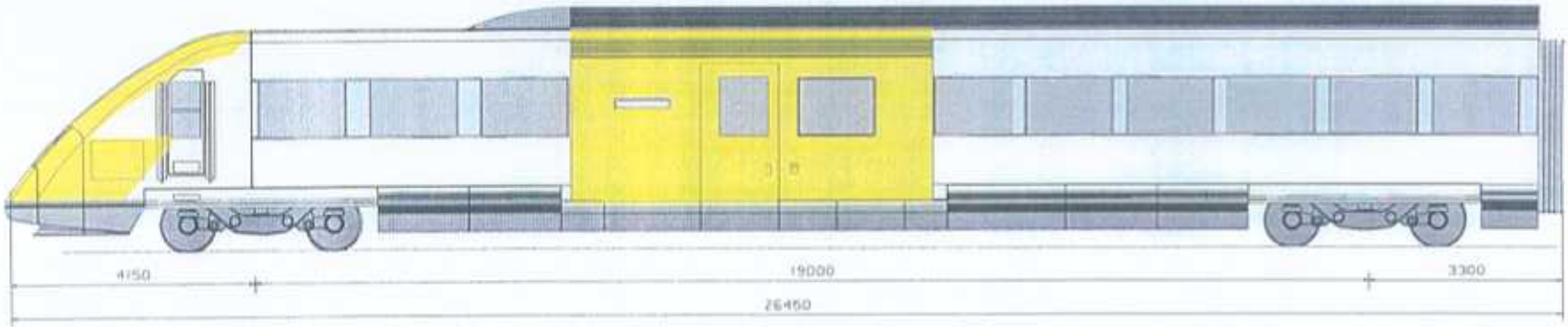
75 places - 1ère Classe
322 places - 2ème Classe



MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrice M1

19 places - 1ère Classe
47 places - 2ème Classe



MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

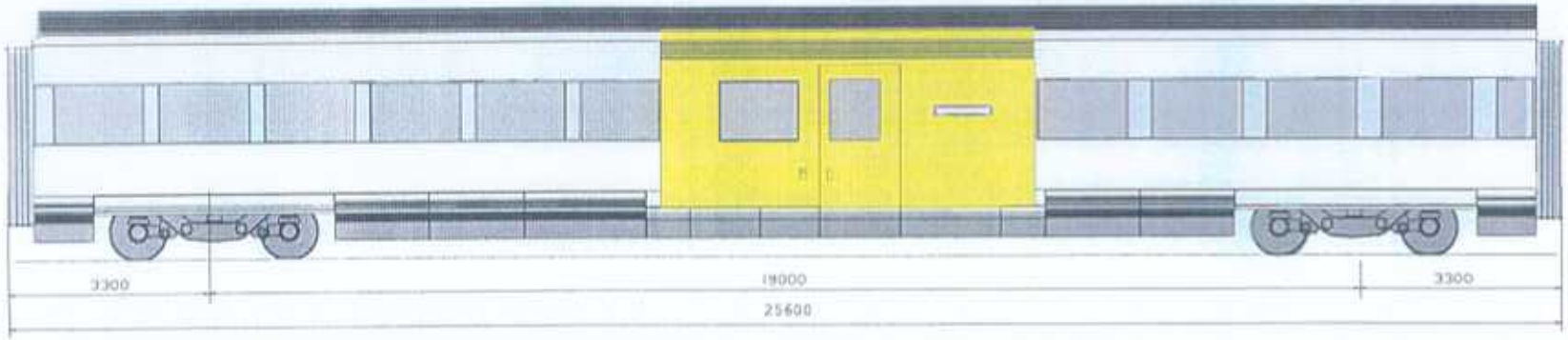
CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Remorques R1-R2

67 places - 2ème Classe

MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrices M2-M3

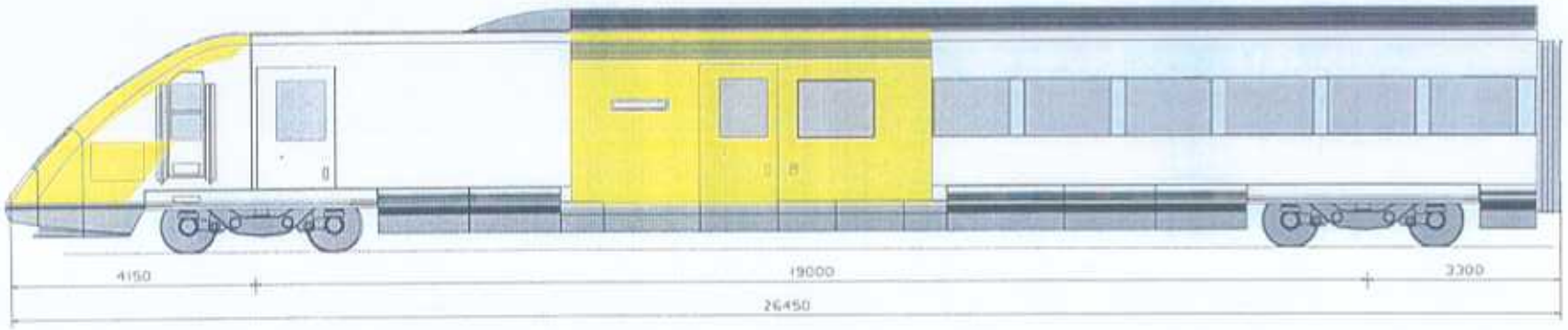
28 places - 1ère Classe
47 places - 2ème Classe

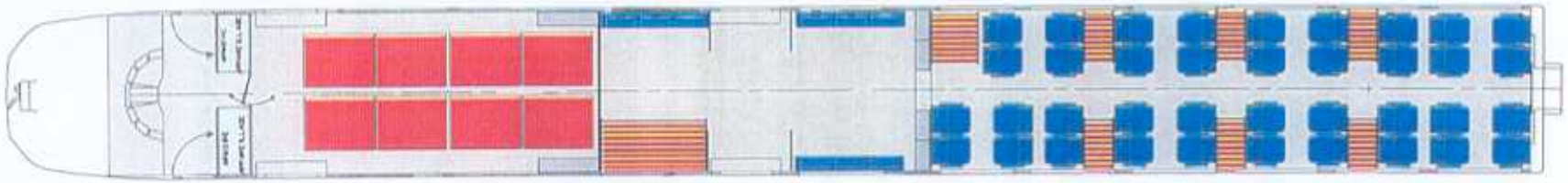


MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG EXPRESS à 1 NIVEAU : Motrice M4

47 places - 2ème Classe
Compartiment à bagages





MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG Express

Variantes TER2N ng 1A et 1B

1A Rame de 4 caisses

1B Rame de 5 caisses

CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX

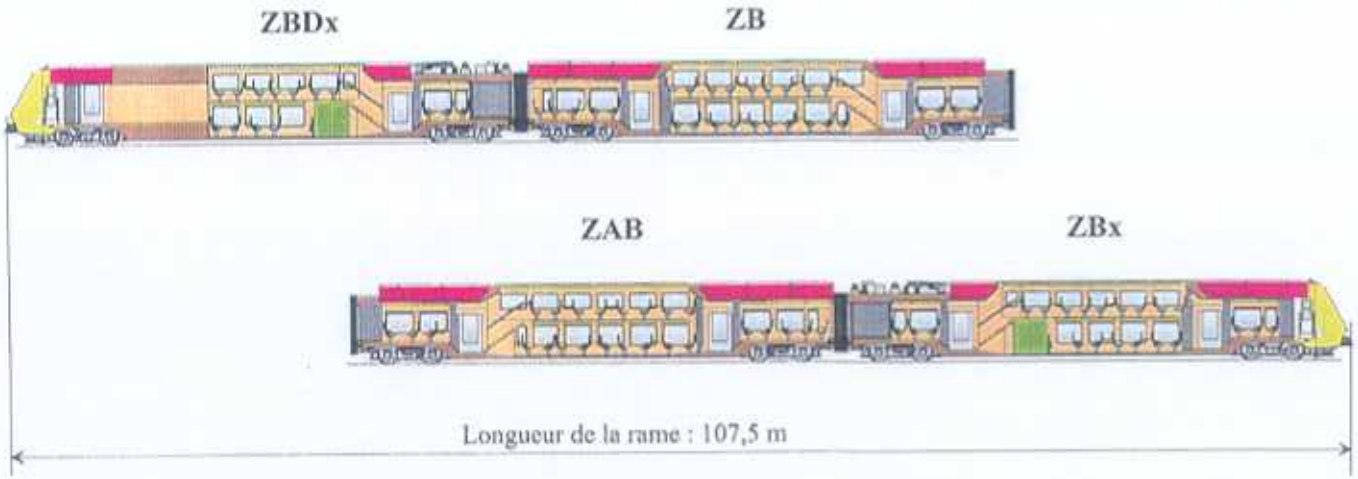
Base TER2N NG

Composition 4 Caisses		Composition 5 Caisses	
ZBx	82 Pl.	ZBx	82 Pl.
ZB	114 Pl.	ZB	114 Pl.
ZAB	104 Pl.	ZB	116 Pl.
ZBDx	59Pl.	ZAB	104 Pl.
		ZBDx	59 Pl.
	359 Pl.		475 Pl.
	107,5 m		133,9 m

MTS-N / Pascal LEPAGE / 22.01.01

CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Composition 4 caisses

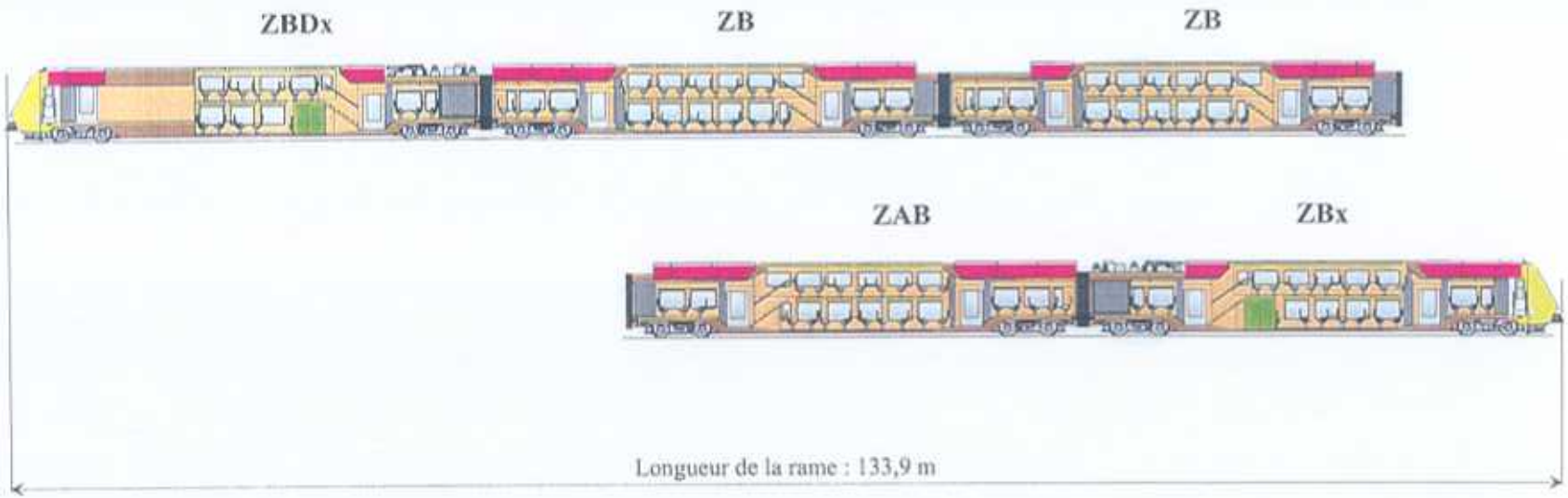
359 places
86 places - 1ère Classe
273 places - 2ème Classe



MTS-N / Pascal LEPAGE / 22.01.01

CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Composition 5 caisses

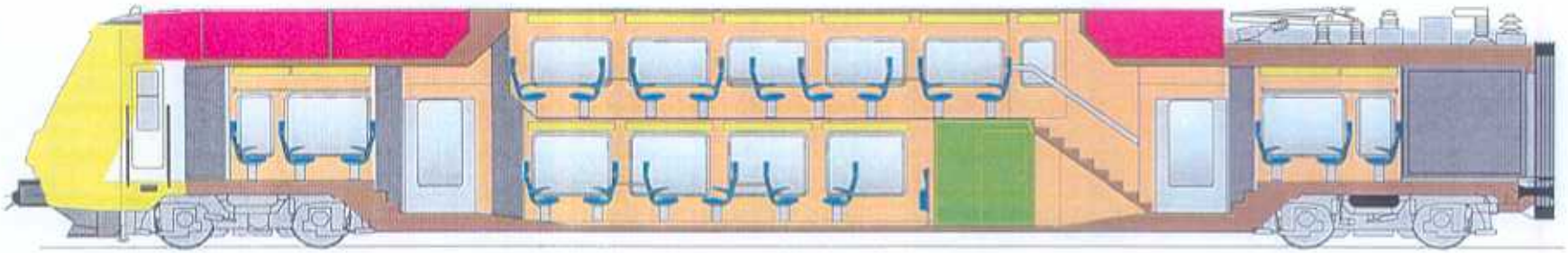
475 places
86 places - 1ère Classe
389 places - 2ème Classe



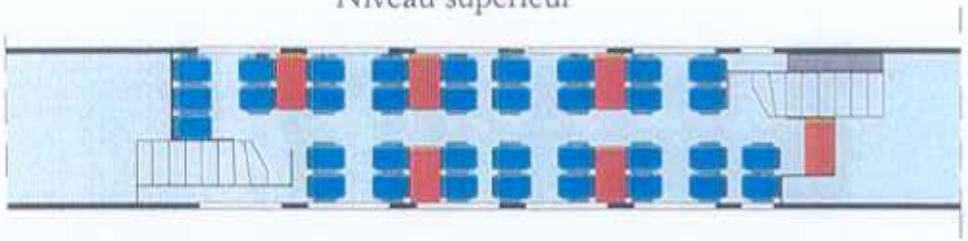
MTS-N / Pascal LEPAGE / 22.01.01

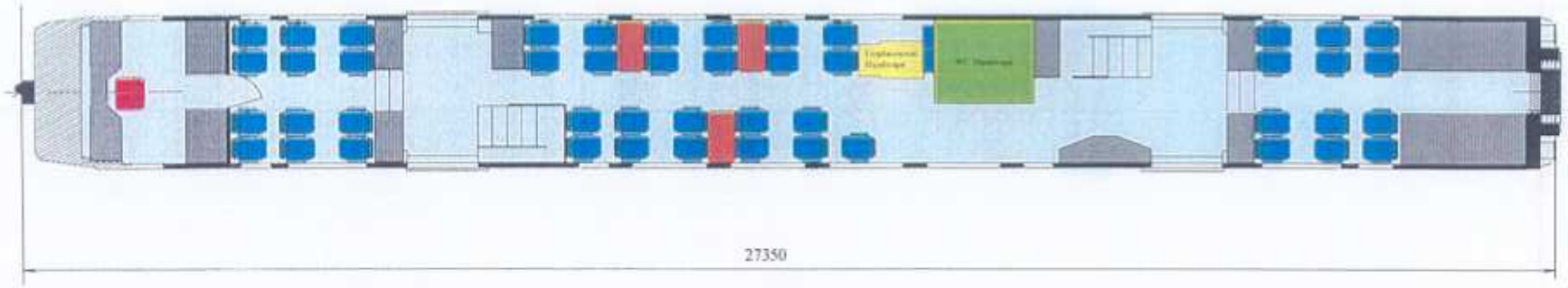
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZBx

82 places - 2ème Classe



Niveau supérieur

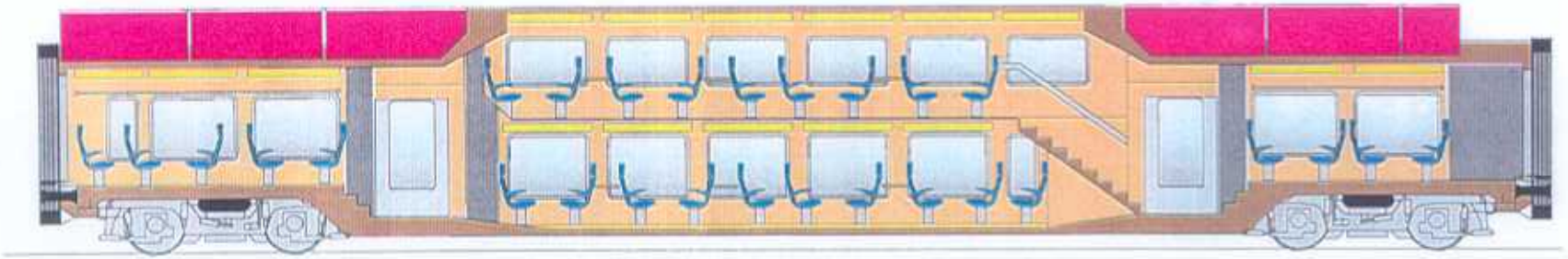




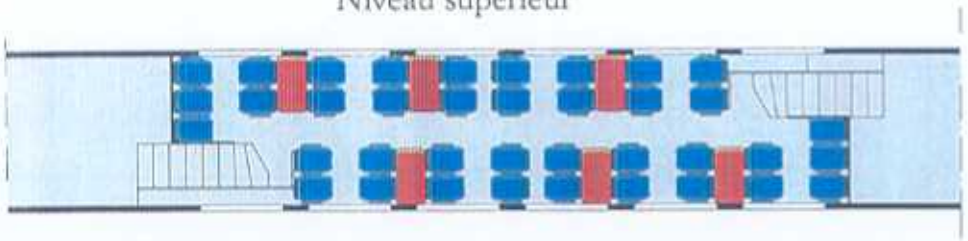
MTS-N / Pascal LEPAGE / 22-01-01

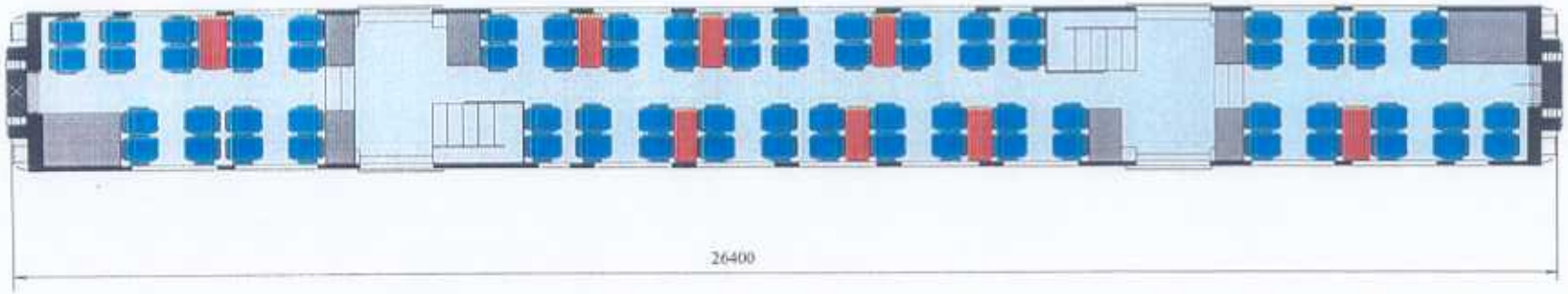
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZB

114 places - 2ème Classe



Niveau supérieur

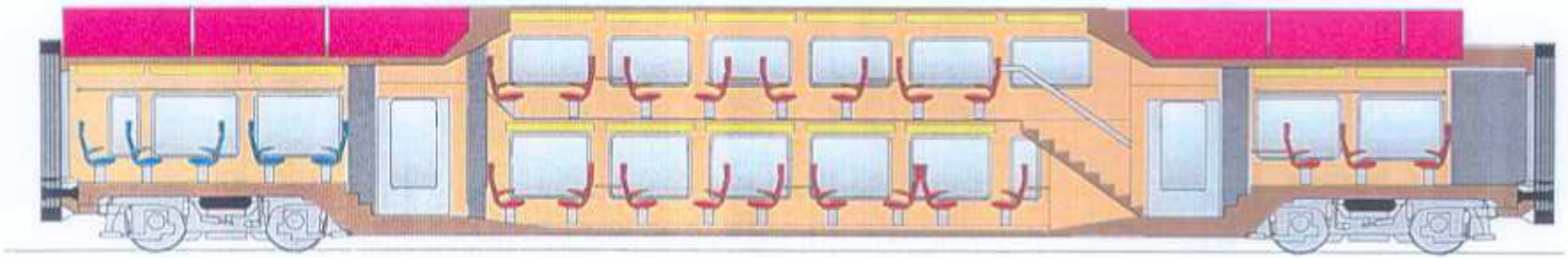




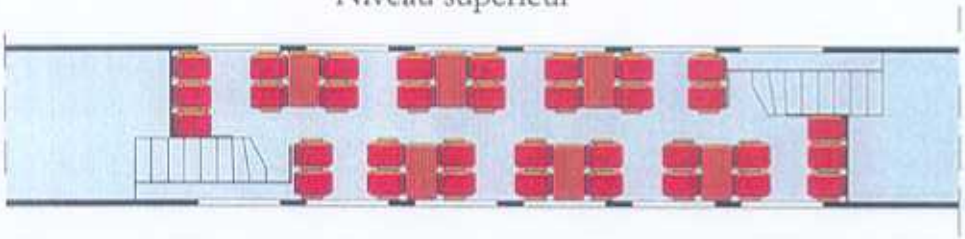
MTS-N / Pascal LEPAGE / 22.01.01

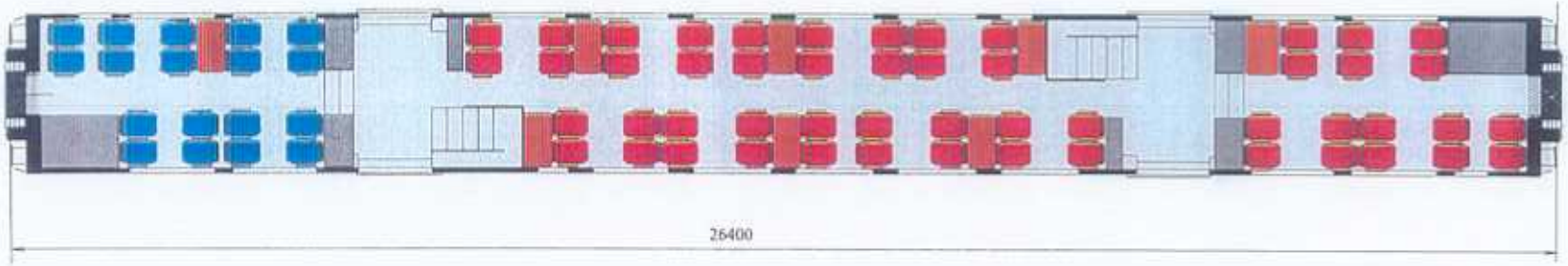
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZAB

86 places - 1ère Classe
18 places - 2ème Classe



Niveau supérieur

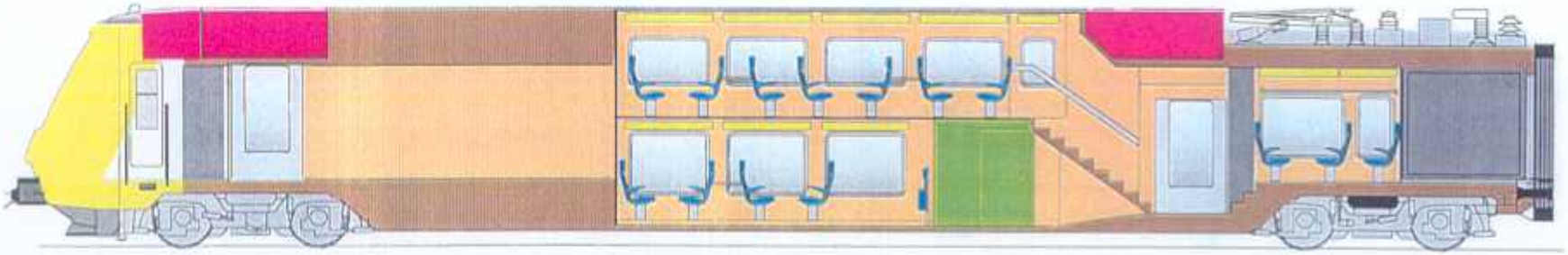




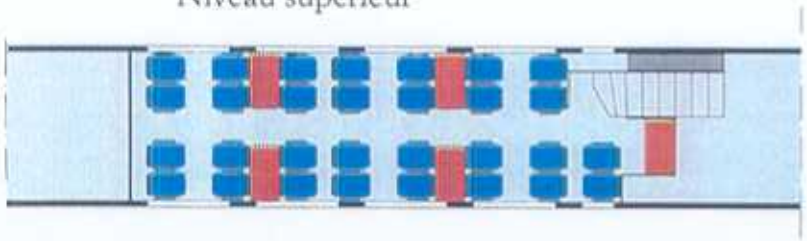
MTS-N / Pascal LEPAGE / 22.01.01

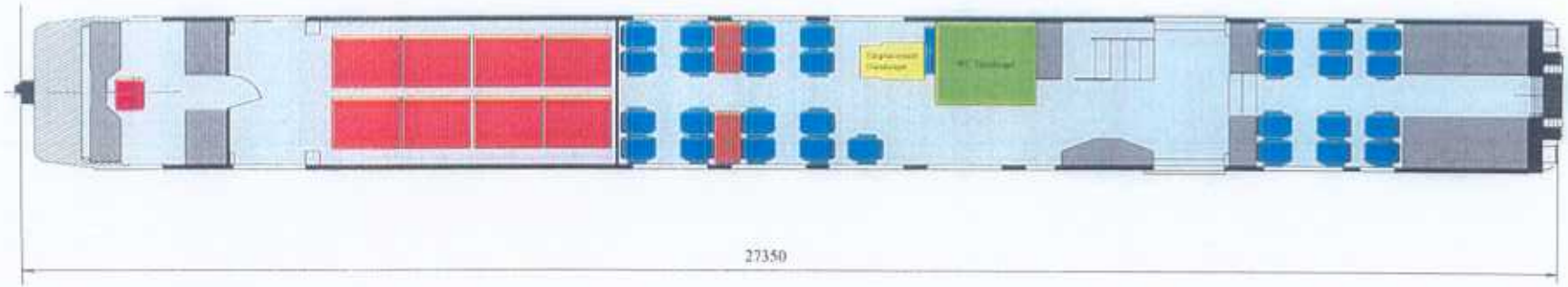
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZBDx

59 places - 2ème Classe



Niveau supérieur





MTS-N / Pascal LEPAGE / 22.01.01

CDG Express

Variantes Z TER

Variantes TER 2N ng

Etude de faisabilité - aménagements

MTS N le 01/02/01
Pascal LEPAGE

CDG EXPRESS
Etude de faisabilité – Aménagement

	Sur base ZTER	**Sur base TER2N NG**	**Nouveau matériel**
Classement feu fumée suivant NF F 16-101	A2 pas suffisant	A2 pas suffisant	A1 à prévoir
Nombre de Caisses	6 (3 + 3) ou 7 (3+1+3) *sans cabine intermédiaire*	4 ou 5	6 (3 + 3)
Longueur de la rame	155,3 m ou 180,9 m	107,5m ou 133,9 m	≤ 160 m
Capacité totale	390 ou 468 places	335 ou 443 places	400 places
Capacité 1ère Classe	75 places	80 places	80 places
Volume bagage par voyageur	0,18 m^3/voy.	0,11 m^3/voy.	à définir
WCH **étanche**	possible en option	possible en option	à prévoir
Hauteur plateforme	860 mm	600 mm	1000 à 1200 mm
Quai compatible	810 mm ≈	550 mm	920 à 1150 mm
Plancher continu	Non	Compartiment inférieur avec plateforme	A prévoir
Nombres de portes par face	6 ou 7	7 ou 9	6 ou 12
Largeur de passage des portes d'accès	>1300 mm *(modification ZTER)*	1300 mm	≥ 1300 mm
Nombre de flux par face	12 ou 14	14 ou 18	12 ou 24
Flux le plus chargé	78 voyageurs	26,5 voyageurs	20 voyageurs ou 40 voyageurs
Temps d'arrêt pour montée/descente	88 s	63 s	50 s ou 90 s

CDG Express

VariantesTER2N ng 2A et 2B

2A Rame de 4 caisses

2B Rame de 5 caisses

CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX

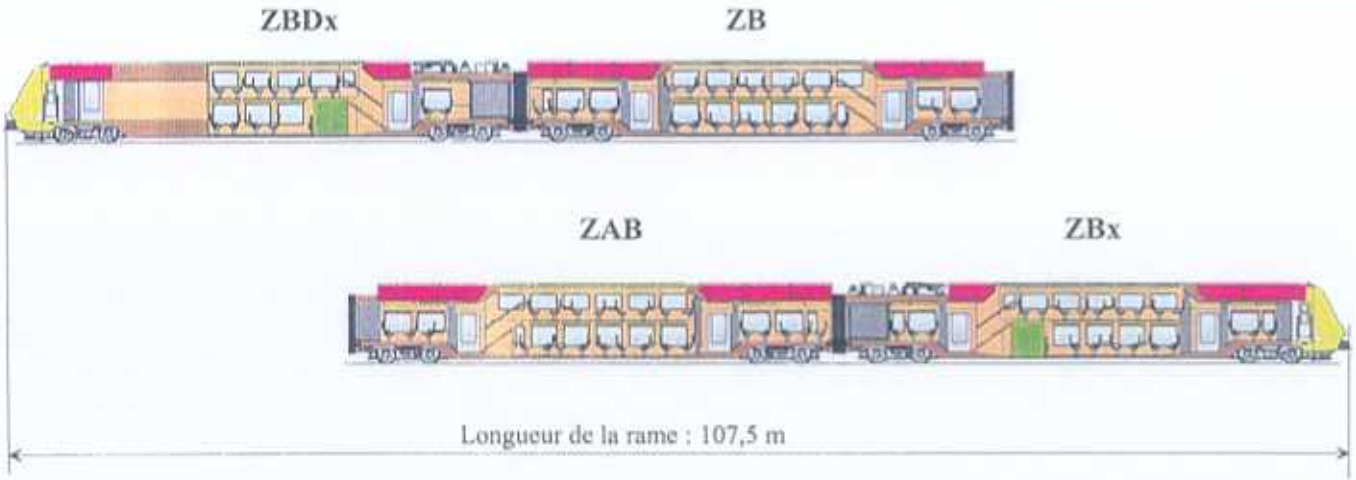
Base TER2N NG

Composition 4 Caisses		Composition 5 Caisses	
ZBx	76 Pl.	ZBx	76 Pl.
ZB	106 Pl.	ZB	106 Pl.
ZAB	96 Pl.	ZB	108 Pl.
ZBDx	57 Pl.	ZAB	96 Pl.
		ZBDx	57 Pl.
	335 Pl.		443 Pl.
	107,5 m		133,9 m

MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Composition 4 caisses

335 places
80 places - 1ère Classe
255 places - 2ème Classe



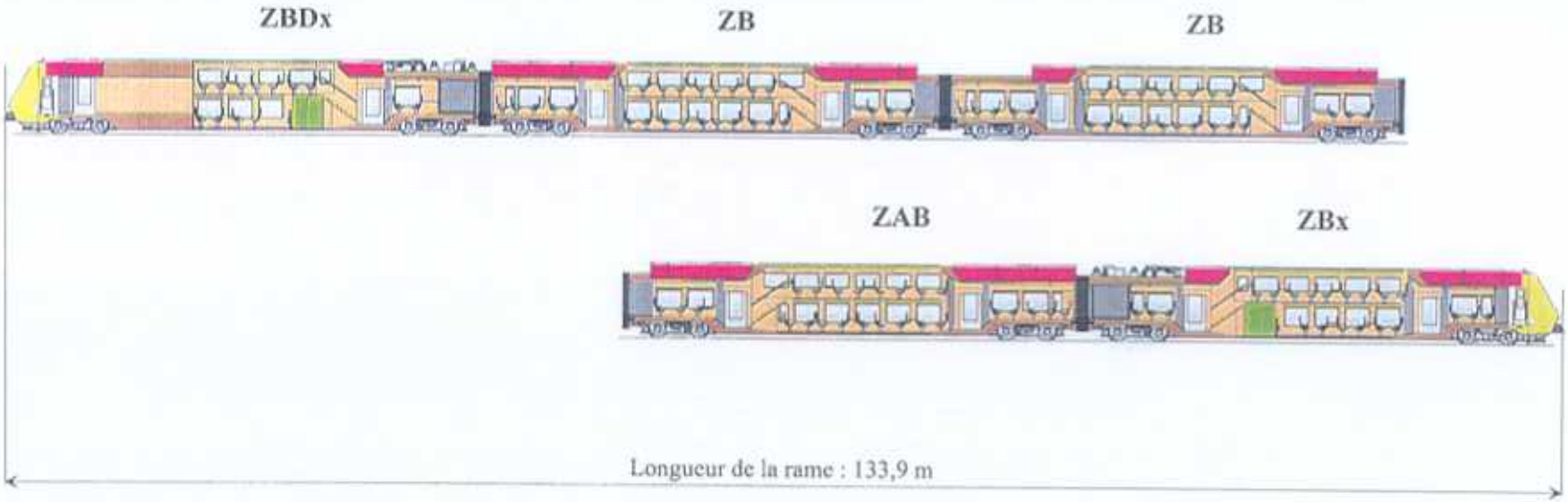
MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Composition 5 caisses

443 places

80 places - 1ère Classe

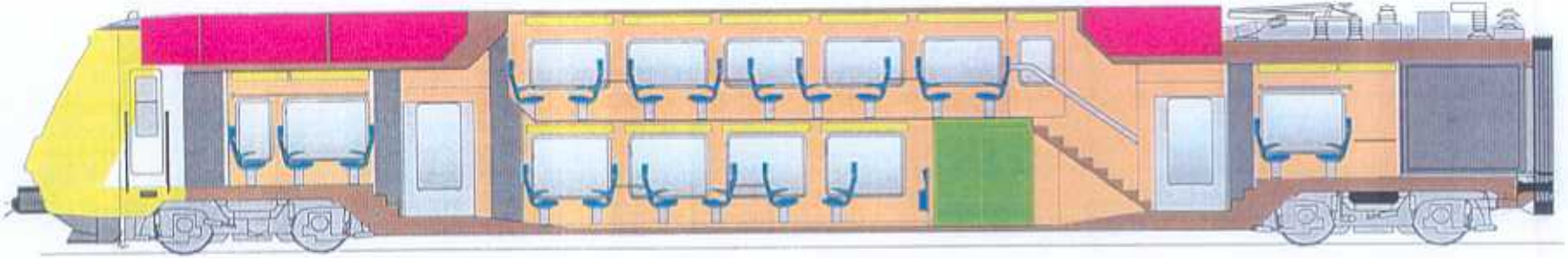
363 places - 2ème Classe



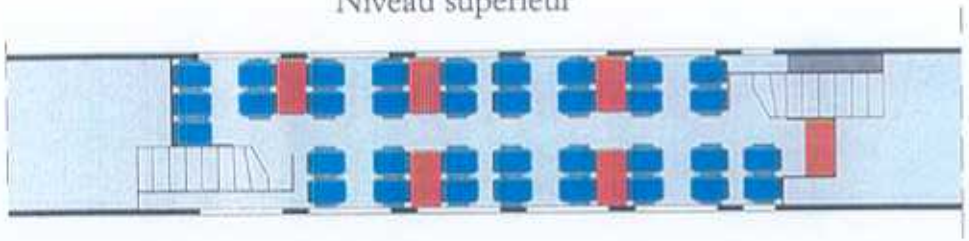
MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

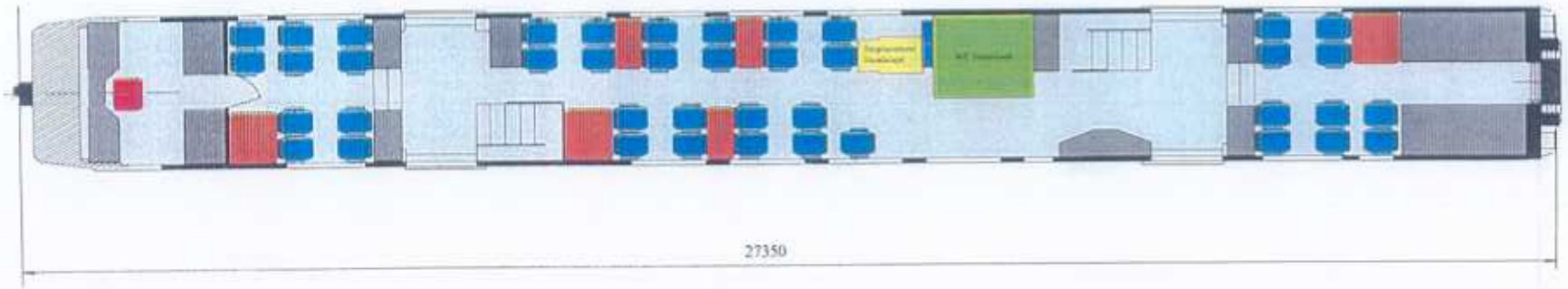
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZBx

76 places - 2ème Classe



Niveau supérieur

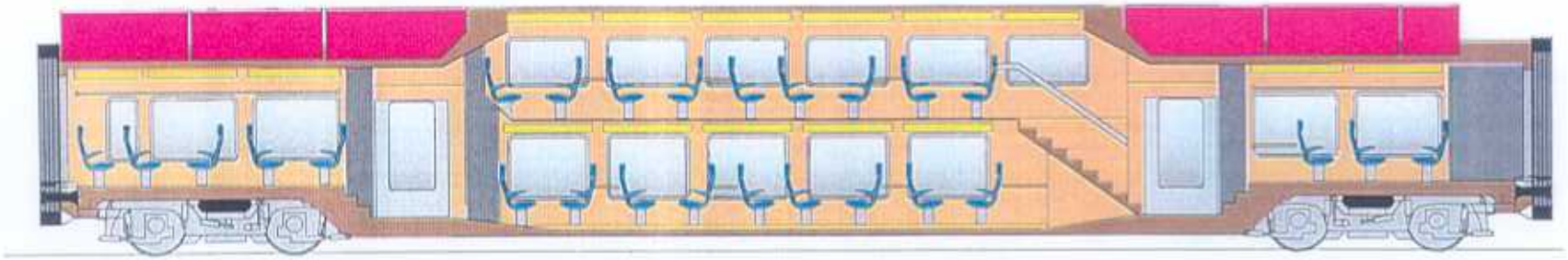




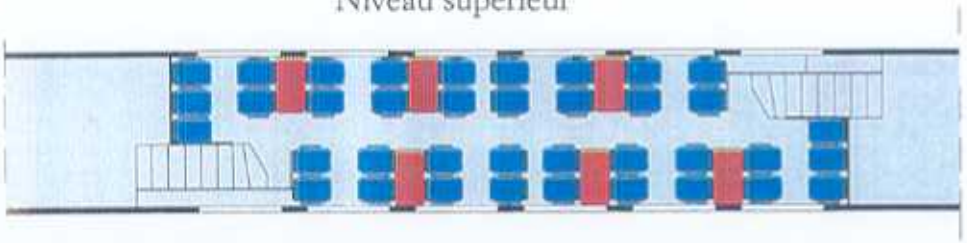
MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

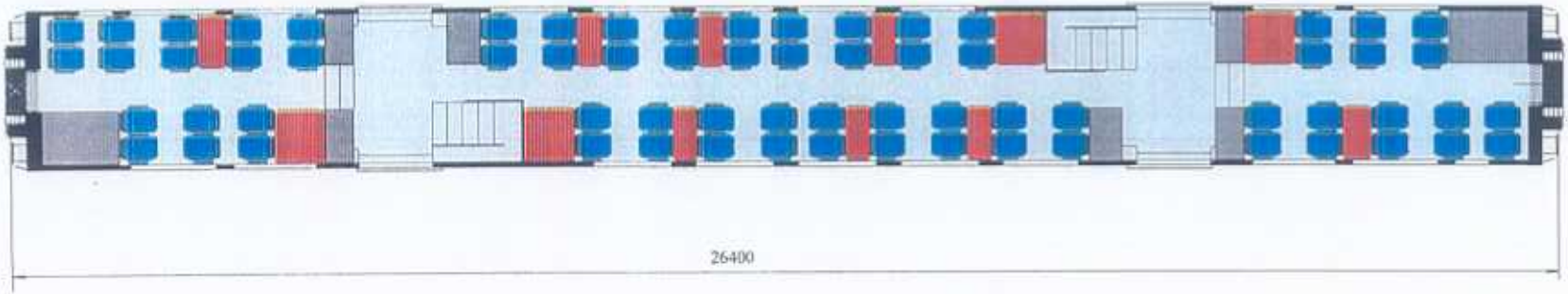
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZB

106 places - 2ème Classe



Niveau supérieur

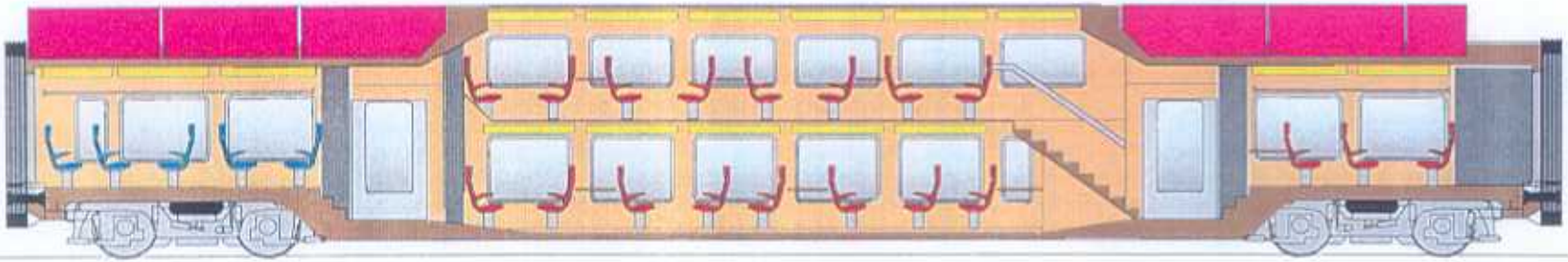




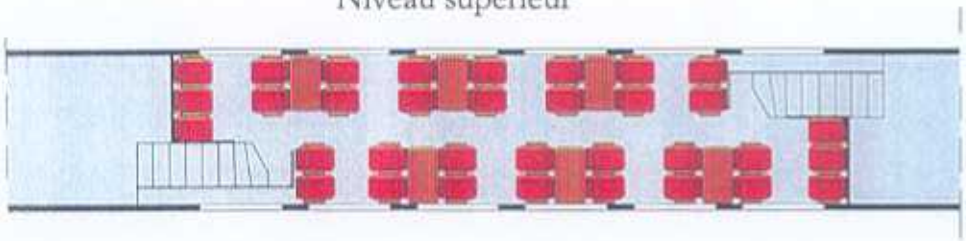
MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

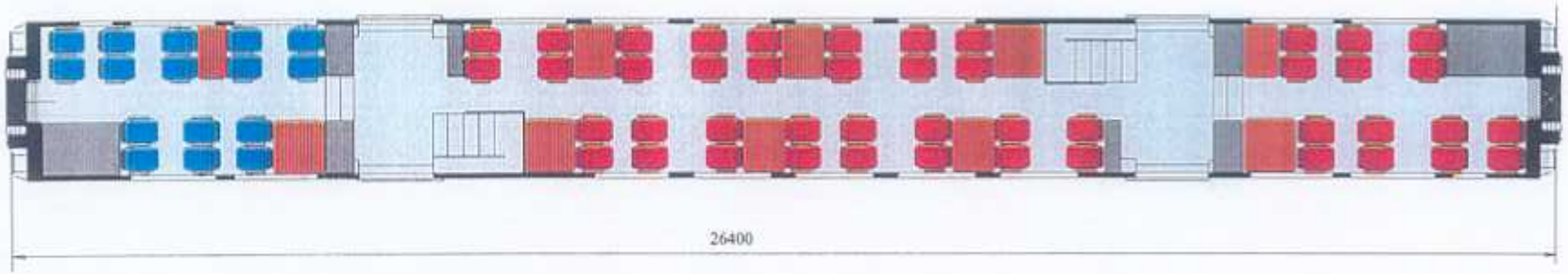
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZAB

80 places - 1ère Classe
16 places - 2ème Classe



Niveau supérieur

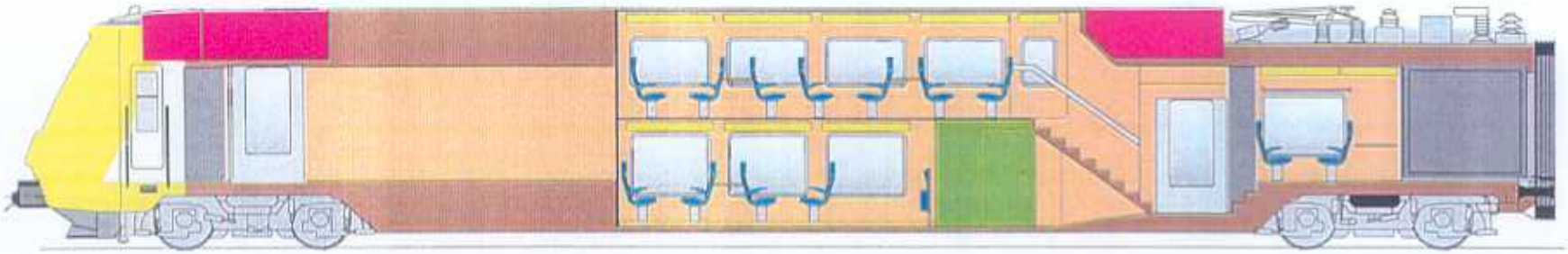




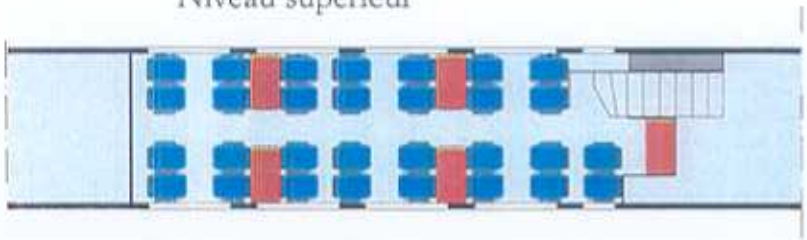
MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

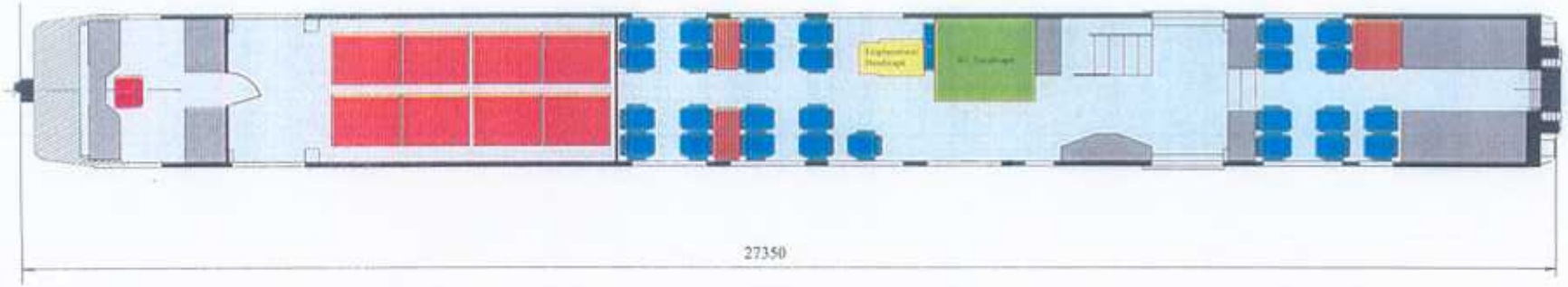
CDG EXPRESS à 2 NIVEAUX : Motrice ZBDx

57 places - 2ème Classe



Niveau supérieur





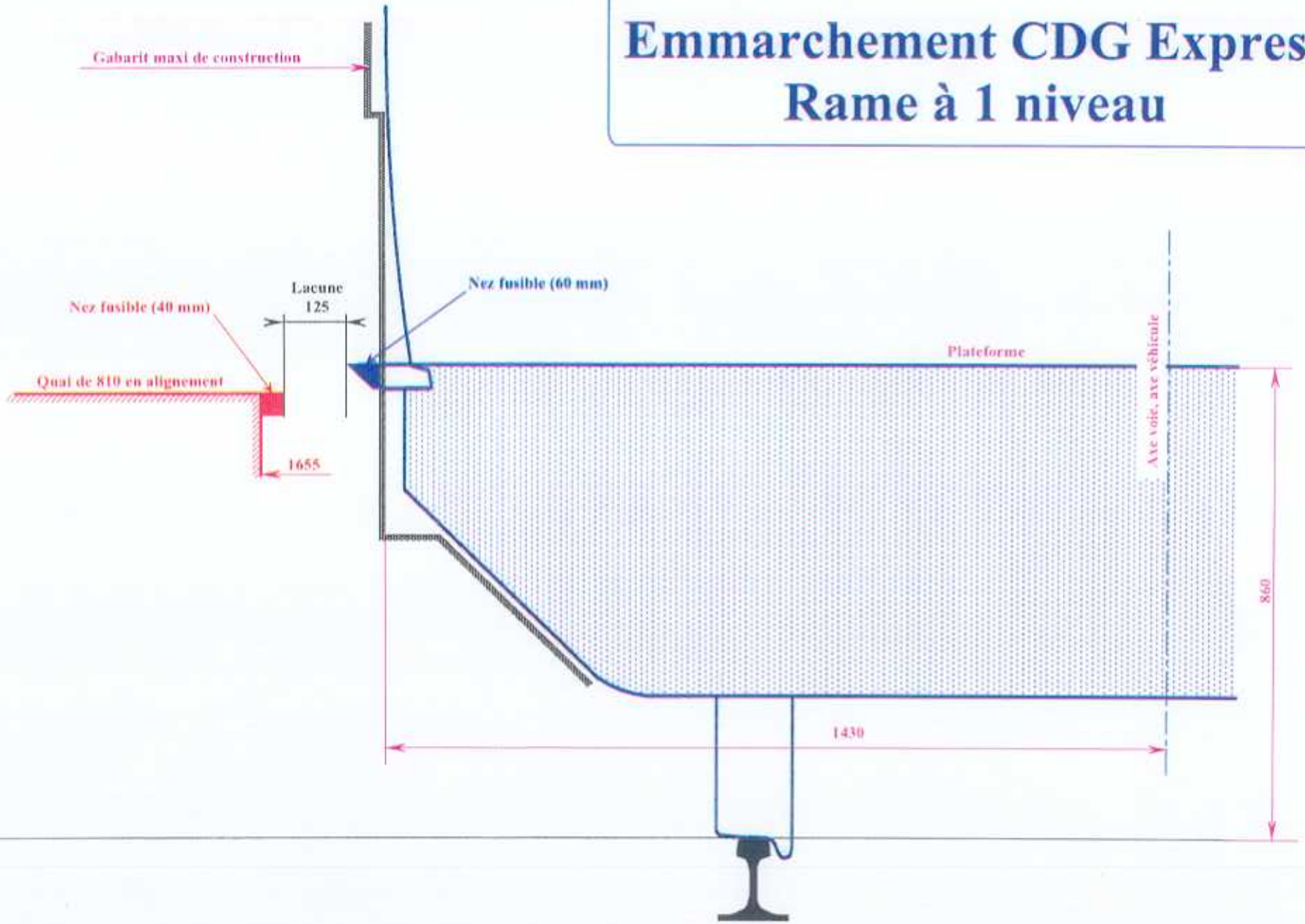
MTS-N / Pascal LEPAGE / 25.01.01

CDG Express

Variantes Z TER

Accès

Emmarchement CDG Express
Rame à 1 niveau



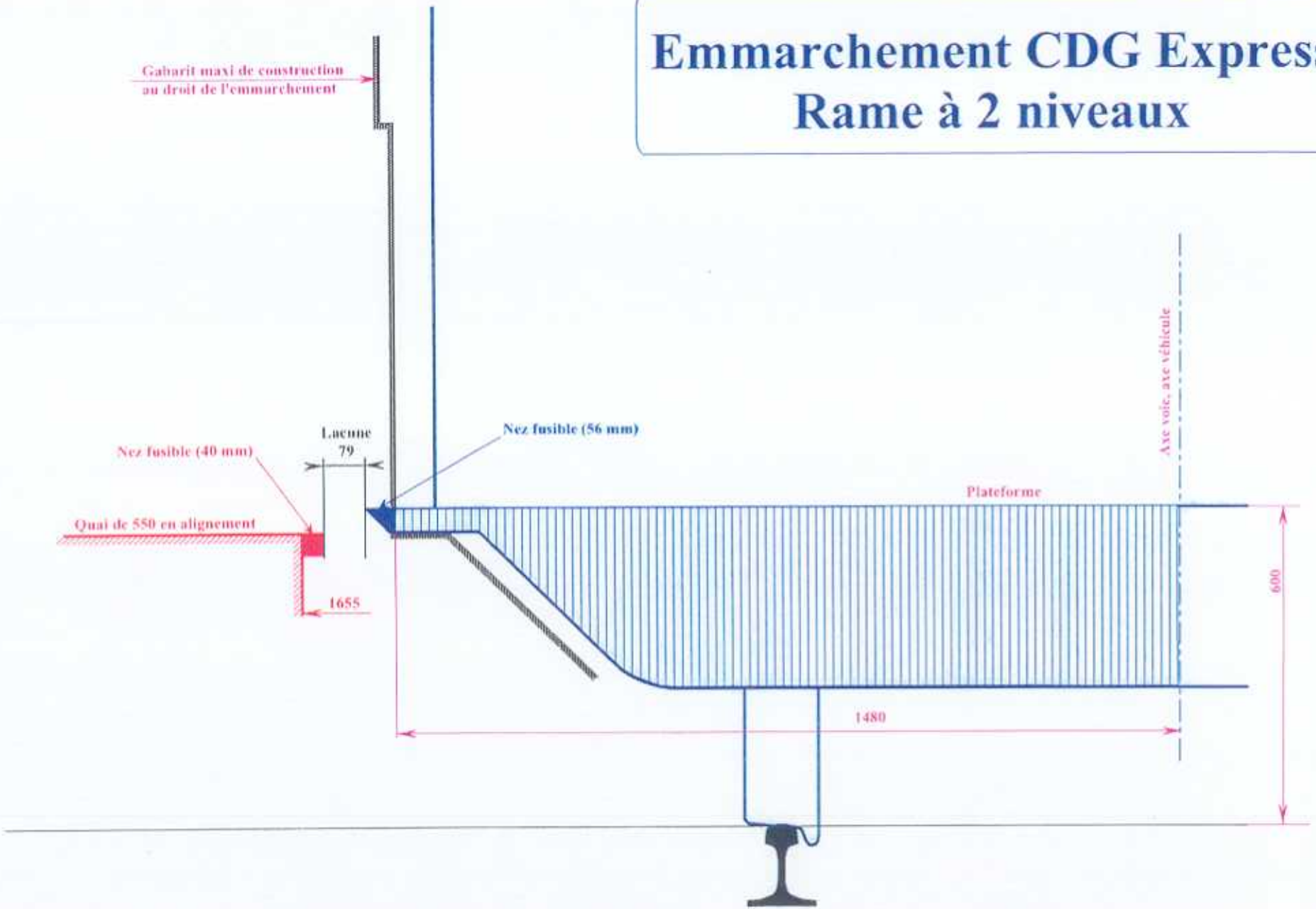
MTS-N / Pascal LEPAGE / 31.01.01

CDG Express

Variantes TER 2N ng 1 & 2

Accès

Emmarchement CDG Express
Rame à 2 niveaux



MTS-N / Pascal LEPAGE / 31.01.01