

Quatre records du monde de vitesse sur rails par le système : « TGV »

Sur une idée de Michel Durochat et Gilbert Desplanques

Avec l'aide de l'« ABC du TGV, le Grand Livre du TGV »

Documents d'information SNCF, personnels,

**Photos: SNCF, Daniel Beylot, Jean-Jacques d'Angello, Jean Willemin
et Wikipédia :**



TGV/PSE

Programme de 1981 Opération « ANTILOPE » ou « TGV 100 » :



TGV Sud-Est rame 16 - Plaque du record mondial de vitesse.

La configuration de la rame avait une composition réduite à 2 motrices encadrant 5 remorques, c'est-à-dire 6 bogies moteurs et 4 porteurs. Elle mesurait 145m et disposait d'une puissance en essais de 10 000kW avec 1 300 volts aux bornes des moteurs de traction.

La R1 a été aménagée en voiture laboratoire.

Le 26 février 1981, la rame TGV Sud-Est avec sa livrée orange n° 16 a atteint 380 km/h sur la LGV Paris-Sud-Est (LN1) au nord de Pailly, dans l'Yonne. La tension était augmentée à 29 kV et les roues étaient d'un plus grand diamètre passant de 920 mm à 1050 mm. Cette rame a fait l'objet d'une rénovation de type 1 le 21 octobre 1999.

Le 100 du nom de l'opération TGV 100 fait référence à l'objectif de vitesse de 100 m/s (soit 360 km/h).

La rame TGV élue fut la n°16, livrée en octobre 1980. Elle fut équipée d'appareils contrôlant la vitesse, la stabilité des bogies, la température des boîtes d'essieux, les efforts transversaux et verticaux sur la voie, le captage du courant concernant le pantographe et la caténaire, mais aussi le confort, l'adhérence roue/rail et les effets aérodynamiques.

La configuration de la rame a été réduite à 2 motrices encadrant 5 remorques, c'est-à-dire 6 bogies moteurs et 4 porteurs. Les roues d'origine d'un diamètre de 920 mm ont été permutées avec d'autres de 1050 mm. La rame mesure 145 m et dispose d'une puissance en essais de 10 000 kW avec 1 300 Volts aux bornes des moteurs de traction. La R1 avait été aménagée en voiture laboratoire.

La zone d'essai choisie se situe sur la LN1 qui n'est pas encore en service, sur la voie 2 entre les PK 192 (vers Tonnerre) et 130 (sur le viaduc de Serein). Cette section dispose de longs alignements, les rayons des courbes étant compris entre 10 000 et 15 000 mètres. La géométrie de la voie a été affinée, tandis que la tension caténaire est portée à 29 kV. A noter que la signalisation normale de la ligne n'est pas en service durant ces essais.

Les 3 et 4 février 1981, un autre TGV-PSE, la rame n°21 fait plusieurs passages successifs dans la zone pour permettre la réalisation de ces corrections à la vitesse de 310 km/h.

Le 20 février, une marche de contrôle a lieu pour confirmer les résultats précédents et valider les diverses modifications, la rame n°21 atteint 314 km/h.

Le 25 février, la rame d'essai n°16 effectue cinq marches avec des montées progressives en vitesse à 300, 329, 340, 355 et 371 km/h. A noter que pour cette journée d'essais, la rame a été débaptisée et affublée du numéro 33, pour tromper les curieux et les journalistes...

Le lendemain 26 février 1981, lors de sa première marche, la rame TGV Paris-Sud-Est n°16 atteint **380 km/h**, nouveau record du monde, au pk 156 au nord de Pailly, dans l'Yonne. Cette vitesse a été tenue sur 1 kilomètre (entre les Pk 156.500 et 155.500).

Une seconde marche va suivre (avec des invités montés à Pailly) à la vitesse maximum de 364 km/h.

Au moment du record, c'est Henri Dejeux (chef de traction principal à Strasbourg) qui est aux commandes de la rame. Trois autres noms peuvent être associés à la conduite lors de cet événement, Daniel Levert (chef de dépôt à Strasbourg), Gabriel Jacquot (inspecteur traction à Paris-SE) et Jacques Ruiz (chef de traction principal à Paris-SE). M. André Cossé (ingénieur en chef MC) se trouve également à bord.

Les deux équipes de conduite (Levert-Ruiz et Jacquot-Dejeux), un Parisien et un Strasbourgeois, se relaient alternativement lors des essais.

Ce sera le dernier record dont la conduite est assurée par des cadres chefs de traction. Les suivants seront confiés à des conducteurs... dont c'est tout de même la fonction. On peut penser que les craintes d'un déraillement justifiaient à une certaine époque cette pratique.

La rame 16 dans sa livrée orange était constituée par les véhicules suivants :

- motrice TGV 23031 côté Paris (en tête durant les essais),
- remorque-motrice R1 (comp. bagages/1ère classe),
- 3 remorques intermédiaires (une 1ère classe + une 2ème classe/bar + une 2ème classe),
- remorque-motrice R2 (2ème classe),
- motrice TGV 23032.

Le jeudi 5 mars, six marches aller-retour à des vitesses de 280 à 334 km/h ont lieu avec la rame 16 sur la zone d'essais pour des prises de vue depuis un Transall de l'Armée de l'Air.

Ces images diffusées n'étaient donc pas, contrairement à ce que beaucoup pensaient, celles du record.

A noter que la rame 16 a fait l'objet d'une rénovation de type 1, le 21 octobre 1999.



TGV Atlantique.

Programmes de 1989 et 1990 TGV 117 et TGV 140.

Opération 117 :

L'Opération dite « 117 » est une campagne d'essais menée en 1989 (le 05 décembre 1989 à 482,400 km/h) et 1990, avec les rames TGVA n° 308 et 325 et dont l'apothéose sera le record du monde du 18 mai 1990 à 513,300 km/h.

La rame n°308 modifiée dans le cadre du record du monde, a été équipée de roues motrices plus grande et d'un câblage supplémentaire pour la voiture « Mélusine » incorporée dans la rame. Une identification de la motrice a été effectuée avec un encastrement fluo dans les phares et feux rouges de la M1.



Intérieur fluo des phares de la rame 308.



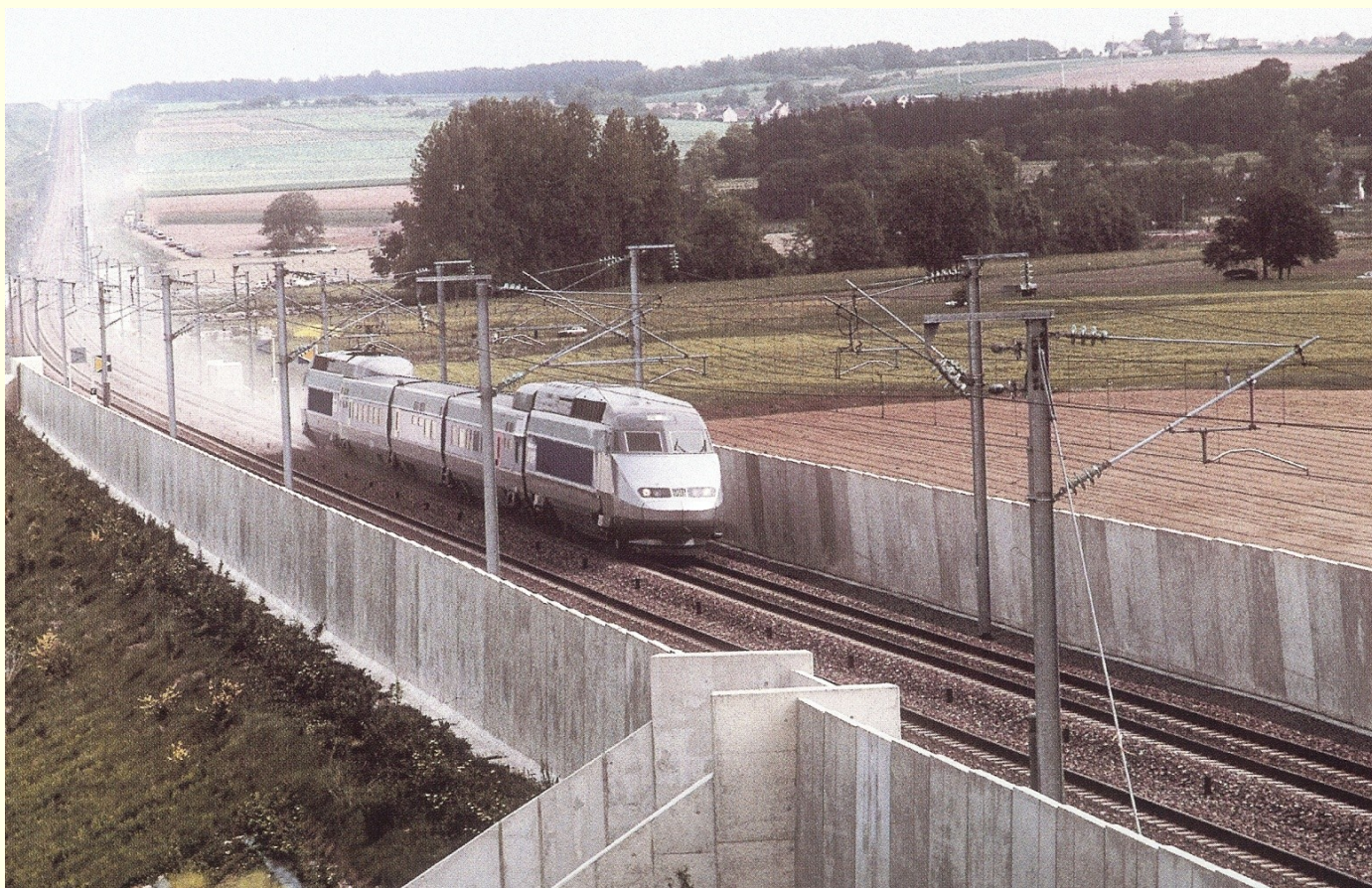
Rame n°308 modifiée pour le record à Chatillon.

Le 5 décembre 1989, la rame TGVA n° 325 en composition réduite à 6 caisses (M1 + R1 + R4 + R6 + R10 + M2), dont 2 motrices équipées de roues de 1050 mm au lieu des 920 mm habituellement, roule à 482,400 km/h, au sud de Vendôme sous une caténaire renforcée (bras de rappel spéciaux et tension du fil de contact à 2 800 daN) et électriquement poussée à 29 kV.

Tout le monde s'accorde pour dire qu'on peut faire mieux, c'est-à-dire plus vite. Avant la mise en service commercial de la ligne de la branche Aquitaine de la LGV2 prévue pour septembre 1990. Une nouvelle campagne d'essai a lieu entre le 30 avril et le 18 mai 1990. La rame n°325 est réduite 5 caisses et diverses modifications apportées qui permettent un gain de 10% de la résistance à l'avancement. Le diamètre des roues est porté cette fois à 1090 mm, le fil de contact est tendu à 3 300 daN.

Le matin du 18 mai 1990 à 10h06 la vitesse atteinte est 515,300 km/h, un nouveau record mondial de vitesse sur rail. Aux commandes de la rame TGVA n°325 : M Michel Massinon.





Le record du monde de vitesse du TGV Atlantique (515,3 km/h) est l'aboutissement d'un programme d'essais menés conjointement par la SNCF et ALSTHOM en 1989 et 1990 (avant l'ouverture au service commercial de la branche sud de la LN2 (LGV Atlantique), essais visant à explorer les possibilités extrêmes du système TGV. L'objectif de ces essais était d'atteindre la vitesse maximum possible avec une rame TGV dans des conditions permanentes de sécurité.

Les opérations TGV 117 et TGV 140, en référence aux objectifs de vitesse exprimés en mètres par seconde furent menées par la SNCF de novembre 1989 à mai 1990. Le point d'orgue de ces essais fut l'établissement le 18 mai 1990 du nouveau record mondial de vitesse ferroviaire à 515,3 km/h par la rame n° 325.

Le parcours d'essais

Les essais se sont déroulés sur un tronçon de la LGV2 au Sud de Courtalain quelques mois avant la mise en service commercial de la ligne. La réalisation des essais ne nécessita pas de modifications significatives de la voie ou de la caténaire.

La section d'essais commençait sur le tronc commun, au kilomètre 114, à l'embranchement de Dangeau. Elle s'étendait au delà de la bifurcation de Courtalain sur la branche sud-ouest en direction de Tours, la branche Ouest dessert Le Mans.

Du kilomètre 135 au kilomètre 170, la ligne fut tracée avec des courbes de plus en plus larges, atteignant un rayon minimum de 15 km après le kilomètre 150. Ces courbes furent construites avec un dévers supérieur à ce qui était strictement nécessaire pour une vitesse commerciale de 300 km/h. Au kilomètre 160, la ligne traverse la gare de Vendôme TGV. Au kilomètre 166, il y a une longue descente, avec une pente de 2,5 %, vers la vallée du Loir, affluent de la Loire que la ligne franchit par un ouvrage de 175 mètres. C'est le point où il était prévu d'atteindre les vitesses les plus élevées et la plus grande partie de l'activité se concentra dans cette zone. Un troisième paramètre entraînait en jeu la vitesse propagation de l'onde de la caténaire, la composition du fil de contact.

La branche sud-ouest (Tours) de la ligne fut contrôlée à l'aide d'un équipement spécial informatisé de maintenance de la voie, de la direction de l'Infrastructure de la SNCF. Comme sur toutes les LGV, les rails sont alignés avec une tolérance de 1 mm, et le ballast fut soufflé pour le purger des graviers trop fins. Les

marches d'essai eurent peu d'effets sur la voie. Il y eut jusqu'à quatre marches par jour. Après les essais la voie n'a nécessité que de légères reprises. Il s'agit d'une différence notable avec les conditions du record de vitesse de 1955, au cours duquel la voie fut fortement déformée durant la marche de la BB 9004 à 331 km/h. Des jauges de contraintes furent placées en plusieurs endroits, en particulier sur les joints de dilatation aux extrémités du pont sur le Loir.

La caténaire était une caténaire LGV standard, sans aucune modification, mise à part la tension du fil car lorsqu'un pantographe se déplace sous une caténaire, il crée une perturbation en forme d'onde qui se propage le long du fil à une vitesse déterminée par la tension du fil et sa masse par unité de longueur. Si le pantographe se déplace à la même vitesse que la perturbation, il provoque un déplacement vertical important et dangereux du fil de contact avec un risque de décollement et d'interruption du contact. Cette vitesse est la vitesse « critique », qui constitue une limite à celle pouvant être atteinte par le train. Ce problème fut au cœur des essais, puisqu'on désirait atteindre des vitesses bien supérieures à la vitesse critique de la caténaire *standard* des LGV. Il y avait deux solutions : augmenter la tension du fil ou réduire sa masse par unité de longueur. (voir l'article sur les caténaires BI n°94 page 11, www.actgv.fr rubrique technique)

Il fut envisagé de remplacer le fil de contact en cuivre par un fil plus léger en alliage de cadmium, mais il a fallu renoncer pour des questions de délai et de coût. La vitesse critique de la caténaire de la ligne d'essais dut donc être relevée seulement par l'augmentation de la tension mécanique du fil de contact. Pour les marches d'essais, la tension habituelle de 2 000 daN fut portée à 2 800 daN et exceptionnellement à 3 300 daN.

Au kilomètre 166, les poteaux caténaires étaient équipés de capteurs pour mesurer le déplacement du fil de contact. Lors du record à 515,3 km/h, le 18 mai, des déplacements verticaux de presque 30 cm furent enregistrés, à 1 ou 2 cm seulement des prévisions réalisées par simulation. La vitesse critique de la caténaire pour cette marche particulière fut de 532 km/h.

En raison des puissances appelées par la rame, pour certaines des marches les plus rapides, au delà de 500 km/h, la tension d'alimentation de la caténaire fut portée à 29,5 kV, la tension nominale des lignes en exploitation étant de 25 kV.

Les trains d'essais

Au cours des premières étapes alors que l'opération TGV 117 (504 km/h) était encore en phase de définition, différents critères ont été retenus dans la préparation d'un train d'essais. Ils concernaient l'aérodynamisme, la traction et les systèmes électriques, les rails et le contact avec la caténaire.

L'objectif principal du programme d'essais était d'explorer les limites du système TGV et de caractériser son comportement à de très hautes vitesses. Un principe avait guidé les techniciens : utiliser une rame TGV de série et la modifier le moins possible. La rame n° 325 du TGVA (la 25^e de la série Atlantique) fut choisie de manière arbitraire pour être le point de départ des modifications. Il faut souligner que cette rame n'avait rien de spécial, et qu'elle retourna après les essais au service commercial auquel elle était destinée. Actuellement, les seuls signes distinctifs de la rame 325 qui la démarquent des autres rames Atlantiques sont un ruban bleu peint sur le nez (*n'existe plus aujourd'hui, retiré quand la 4402 l'a détrôné*) et des plaques de bronze rivées sur les flancs des deux motrices pour commémorer l'évènement.

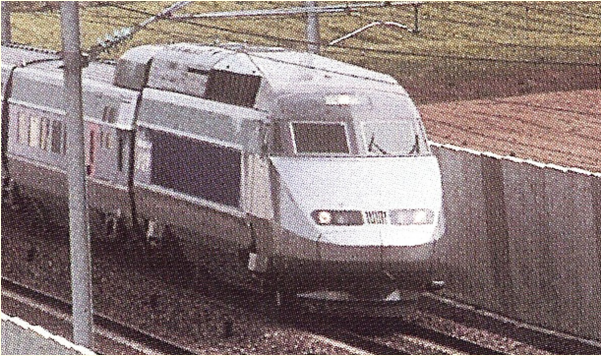
Rame 325, première version

Les modifications, lors de la préparation de la seconde campagne d'essais, commencèrent par un raccourcissement de la rame qui passa de sa composition normale à dix caisses à seulement quatre caisses, entraînant une augmentation importante de la puissance massique. La composition était la suivante : motrice TGVA : 24049, remorque R1 (241325), remorque R4 (244325), remorque R6 (246325), remorque R10 (240325) et motrice TGVA : 24050. La longueur de la rame était réduite à 125 m au lieu de 237 et sa masse à 300 tonnes au lieu de 490.

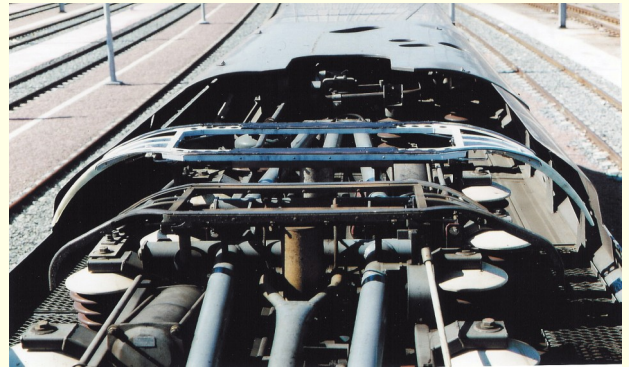
L'aérodynamisme du TGV Atlantique était déjà très bonne et fut très peu améliorée. On décida que la rame 325 aurait un « avant » et un « arrière » pour les marches à grande vitesse, de façon à simplifier les modifications.

Normalement, une rame TGV est symétrique et réversible, mais les deux motrices de la rame 325, 24049 et

24050, furent définies, respectivement, comme motrice de tête et motrice de queue. Sur le toit de l'élément de tête, 24049, les pantographes furent déposés et le carénage du toit étendu sur l'ouverture,



Configuration record (à gauche)



Configuration commerciale (à droite)

On fit de même pour le pantographe 1 500 V DC de la motrice de queue 24050. Un seul pantographe devait être utilisé à grande vitesse : le modèle GPU (Grand Plongeur Unique) de Faiveley subsistant sur la motrice 24050.

Comme dans un TGV normal, la motrice de tête devait être alimentée depuis la motrice de queue par la ligne de toit courant sur toute la longueur de la rame. D'autres améliorations, comme des membranes de caoutchouc obturant l'espace entre deux remorques, et un spoiler arrière sur la motrice 24050 furent envisagées, puis abandonnées. Juste pour le Fun car il n'apportait rien.



Les moteurs de traction synchrones à courant alternatif (type SM47) des motrices 24049 et 24050 ne pouvaient pas tourner trop vite, à cause des limitations de la commutation de fréquence de l'alimentation électrique. Les techniciens ont choisi 4000 tours par minute à 420 km/h comme ratio optimum, à la suite des essais de la rame 325 à grande vitesse avec les équipements de traction de série. Le nouveau ratio de traction fut obtenu en changeant le rapport de transmission (1.065 au pont moteur) et en augmentant le diamètre des roues. Comme pour la campagne d'essais de 1981 sur la rame TGV PSE n° 16, les roues d'origine des motrices 24049 et 24050 de 920 mm ont été remplacées par des roues de 1050 mm.

Pour prévenir des problèmes électriques, des composants haute puissance semi-conducteur (en particulier des thyristors) furent sélectionnés avec une attention spéciale à leur qualité. Le transformateur principal de chaque motrice fut remplacé par un modèle plus puissant (l'enroulement du secondaire surdimensionné, l'enroulement du secondaire Auxiliaire a été sous dimensionné d'où la perte de la clim dans la rame), capable de supporter 6400 kVA, près de 45 % de plus que les transformateurs de série. Des essais poussés furent réalisés sur les systèmes électriques, pour déterminer leurs limites d'utilisation. Ces essais ont permis de s'assurer que des températures acceptables ne seraient jamais dépassées au cours des essais.

Ensuite, l'interface roue-rail fut étudiée. Les roulements des essieux ne furent pas modifiés, une rupture d'entretien pour 10 000 km en service commercial sur la LN1 LGV (LGV Sud-est). Les amortisseurs antilacet furent resserrés et doublés de chaque côté, ce qui porta leur nombre à un total de quatre amortisseurs antilacet sur chaque bogie, redondance destinée à faire face à une éventuelle avarie à grande vitesse. À la suite des premiers essais et des simulations informatiques, les amortisseurs transverses furent resserrés sur les bogies moteurs, (porté à 1500 daN (front raide) 1200 daN (front adouci) au lieu de 1100 daN bogie moteur et 1200 daN bogie porteur).

La campagne d'essais de 1981 avait fourni des données précieuses et des modèles informatiques sur l'interaction entre le pantographe et le fil de contact de la caténaire, et donné un éclairage sur la dynamique très sensible de ce système. Une très grande excursion verticale du fil de contact (plus de 30 cm) a été observée au cours des essais de 1981, et fut attribuée au rattrapage par le pantographe de l'onde qu'il crée devant lui dans le fil de contact. Pour cette raison, il fut non seulement nécessaire de régler la caténaire pour augmenter la vitesse de propagation de l'onde, mais aussi d'ajuster finement le pantographe lui-même.

Le modèle de pantographe équipant la rame 325 était le GPU de Faiveley. L'archet équipant ce pantographe pèse moins de 8 kg et est monté sur un amortisseur vertical avec un débattement de 150 mm. La structure principale du pantographe est constituée de tubes cylindriques, ce qui (selon Faiveley) réduit la sensibilité du pantographe aux variations aléatoires des facteurs environnementaux. Les seules modifications apportées au pantographe GPU furent une augmentation de la rigidité des amortisseurs pneumatiques et une réduction de la portance aérodynamique de la structure. (la hauteur des suspensions pneumatiques des BP extrêmes était réglée à 10 mm au-dessus de la cote nominale celle des motrices à + 90mm, le but n'était pas d'augmenter le débattement, mais de surélever les caisses pour éviter les contacts avec les grandes roues).



La suspension remorque:

La suspension des remorques fut relevée de 20 mm en surgonflant les boudins de la suspension secondaire et en insérant des cales pour augmenter le débattement de la suspension et s'adapter aux plus grandes roues des motrices.



*Boudin de
suspension
gonflant.*

*bande de
caoutchouc en-
tre les caisses*

*Disque de freins
sur l'essieu*



Les freins des remorques furent réglés pour permettre une dissipation d'énergie de 24 MJ par disque au lieu des 18 MJ habituels, avec un total de 20 disques.

Beaucoup des modifications énumérées ci-dessus, y compris sur les moteurs de traction synchrones, furent testées à des vitesses supérieures à 400 km/h sur la rame TGV Sud-Est n° 88. Au cours d'un essai à grande vitesse, les techniciens ont cherché à provoquer une instabilité sur un bogie en réduisant fortement l'amortissement antilacet, sans y parvenir.



Enfin, la plupart des sièges de la remorque R1 furent enlevés et l'espace transformé en laboratoire pour produire et enregistrer les données d'essais sur la dynamique des véhicules, la dynamique et le contact avec la caténaire, les efforts de traction, l'aérodynamique, le confort intérieur et le bruit, ainsi qu'une série d'autres paramètres.

Le 30 novembre 1989, la rame 325 est sortie des ateliers de Châtillon-Montrouge et acheminée sur le parcours d'essais pour sa première course d'essai. Les techniciens de Châtillon ont consacré 4500 heures de travail sur les modifications, ce qui est impressionnant si on considère que leur première mission, et leur priorité, est la maintenance du parc des TGV Atlantique assurant le service commercial. La première campagne d'essais menée avec la rame 325, jusqu'au 1er février 1990 est résumée dans la chronologie des marches du record ci-dessous.

Rame 325, seconde version

Le 1^{er} février 1990 à 15 h 30, la rame 325 est retournée aux ateliers de Châtillon pour un long moment. Elle avait alors établi un nouveau record du monde à 482,4 km/h le 5 décembre 1989. Les techniciens avaient jusqu'au 1er mars 1990 pour réaliser un nouveau programme de modifications destinées à permettre de recueillir de nouvelles données et réaliser un coup publicitaire autour des 500 km/h. Ce second tour de modifications devait tirer un avantage direct de l'expérience engrangée lors de la première phase.

Les essieux des motrices 24049 et 24050 furent déposés et envoyés aux ateliers de Bischheim en Alsace le 02 février 1990 pour les adapter à des roues plus grandes de 1090 mm. L'essieu de tête de la motrice 24049 fut équipé de jauges de contrainte et renvoyé à Châtillon 8 jours après les autres essieux le 22 février. À l'origine, le second essieu devait aussi être équipé de la sorte, mais l'échéance du 1er mars n'en laissait pas le temps. Pour s'adapter aux roues plus grandes, des patins de frein spéciaux ont été usinés pour les sabots de freins des motrices 24049 et 24050. Avec 15 mm d'épaisseur, deux arrêts d'urgence seulement étaient garantis.

Le 6 février 1990, les remorques furent soulevées et la remorque R6 enlevée de la rame. Cela portait la rame 325 à la composition minimum possible puisque la remorque bar R4 fait fonction de « clef de voûte » dans la conception articulée du TGV. La rame 325 pesait maintenant 250 tonnes et mesurait 106 m de long. Du 7 au 14 février 1990, les trois remorques restantes subirent d'autres modifications. La ligne de toit en 25 kV servant à alimenter la motrice de tête fut remplacée par un simple câble; ce qui permit de déposer les isolateurs qui la soutenaient entre les caisses et qui perturbaient l'écoulement de l'air. Des membranes de caoutchouc furent installées pour couvrir l'espace entre les remorques et les bogies porteur de la R1 et R10. (pour compenser la différence de hauteur entre la motrice et la rame).

Dans l'intervalle entre motrices et remorques, de grands carénages furent installés. Ces « chasse-neige », montés sous les attelages, étaient conçus pour empêcher la formation d'une zone de basse pression entre les véhicules, qui avait provoqué une traînée significative lors des essais précédents. Sur les motrices, des boucliers en tôle métallique furent apposés sur les bogies, et le carénage frontal fut allongé vers le bas de 10 cm pour compenser la plus grande taille des roues. Enfin, un spoiler amovible fut installé sur le nez de la motrice de queue 24050.



Pose du spoiler sur la motrice 24050



Carénage avant rallongé.

Les améliorations de l'aérodynamique étaient censées entraîner une réduction de 10 % de la traînée. Au cours de la précédente phase d'essais, la force de la traînée atmosphérique avait atteint la valeur de 9 tonnes à la vitesse de 460 km/h. Sur la nouvelle version de la rame 325, cette valeur ne devait pas être atteinte, selon les prévisions, avant 500 km/h.

Le 27 février 1990, après accouplement des deux rames, la rame 325 sortit des ateliers de Châtillon pour la seconde fois, avec deux jours d'avance sur le programme. Cette fois, il fallut 2000 heures de travail en atelier pour effectuer les modifications. La seconde campagne d'essais, qui culmina avec l'établissement du record mondial de vitesse de 515,3 km/h est résumée ci-dessous.

Chronologie des essais

Première campagne : de novembre 1989 à février 1990:

30 novembre 1989.

Premier jour d'essai. À 7 h 29, la rame 325 quitte les ateliers de Châtillon derrière la rame 308. La rame 325 ne pouvait pas rejoindre le secteur des essais par ses propres moyens parce que le système de traction sous 1500 V continu avait été déposé et que plusieurs sections de voies entre Paris et Massy sont électrifiées en 1500 V. Arrivée à Massy à 7 h 49. Après contrôle des détecteurs de boîtes chaudes et du système électrique, la rame 325 est dissociée de la rame 308 à 8 h 21 et quitte Massy. À 8 h 52, la rame 325 dépasse la voie de garage de Dangeau, au kilomètre 114, et pénètre dans la zone d'essais. Les conditions météo sont communiquées par radio à l'équipe de conduite :

- 7 °C ; température du rail,
- - 6 °C ; vent d'est, 3 km/h ; visibilité, 500 m.

Un cerf sur les voies retarde la première marche et une équipe est appelée pour l'endormir. La seconde marche de la journée commence à 12 h 03 et la rame 325 atteint 391 km/h au kilomètre 169, s'arrêtant à 12 h 24 au kilomètre 210, à la fin du secteur d'essai. Au cours du retour sur Dangeau à vitesse réduite, la rame 325 est lancée pour une troisième marche d'essai et atteint 407 km/h au kilomètre 142.

1er décembre 1989.

Les conditions météo causent des problèmes de captage, avec la présence de givre sur la caténaire.

Au cours de la première marche de la journée, les moniteurs vidéo montrent d'intenses étincelles entre le pantographe et le fil de contact. Les essais sont interrompus et la caténaire mise à la terre tandis que les techniciens grimpent sur le toit de la motrice 24050 pour examiner le pantographe. Le pantographe est réglé pour assurer un contact plus ferme avec le fil et les marches suivantes ne rencontrent pas de problèmes. Au cours de la troisième et dernière marche de la journée, la rame 325 atteint la vitesse de 442.6 km/h au kilomètre 164,3.

4 décembre 1989.

Comme à l'habitude, la rame 308 ouvre le parcours d'essais et signale du givre sur certaines sections de la caténaire et faible adhérence du rail. Malgré un léger glissement, la rame 325 atteint 463 km/h lors de sa première marche, au kilomètre 165. Seconde marche, 473 km/h. La troisième marche n'atteint que 463 km/h à cause d'un double déclenchement du disjoncteur principal. Le soir, la décision est prise d'augmenter la tension mécanique de la caténaire de 2700 daN à 2800 daN dans la section la plus rapide du parcours d'essais. (La tension normale est de 2000 daN).

5 décembre 1989.

La journée commence par un temps très froid avec une première marche à 474,5 km/h. La rame 325 retourne se garer à Dangeau et attend l'autorisation de s'élancer à nouveau. À 11 h 07, la rame 308 annonce par radio que la voie est prête, après un passage à 350 km/h. Le dirigeant des essais, Pierre Delfosse, exprime son espoir que la marche suivante sera bonne. La rame 325 quitte Dangeau à 11 h 36 et commence à accélérer :

- kilomètre 124,1 : 300 km/h ;
- kilomètre 129 : 350 km/h ; les aiguilles de la bifurcation de Courtalain sont franchies à 363 km/h sans une secousse ;
- kilomètre 149,5 : 450 km/h ;
- kilomètre 154,8 : 460 km/h ;
- kilomètre 163,9 : 470 km/h ;
- kilomètre 166 : 480 km/h. **600 mètres plus loin, à 11 h 37, le nouveau record mondial est établi à 482,4 km/h.**
- Au kilomètre 169, on demande au conducteur, Michel Boiteau, de mettre la puissance à zéro. Les chiffres de la marche sont calculés. À partir d'un départ arrêté :
- * 6 min 15 s et 22 km pour 400 km/h,
- * 8 min et 33 km pour 440 km/h,
- * 9 min et 40 km pour 460 km/h.

La fin de cette marche, la rame 325 a parcouru 337 km à des vitesses supérieures à 400 km/h. Un enregistrement des marches du record est diffusé dans le monde entier.

Du 06 décembre 1989 au 19 janvier 1990.

Les essais se poursuivent. La rame 325 appelle 13 MW sur la caténaire, à peu près la même puissance que deux rames de série du TGV Atlantique. Des essais de croisements à grande vitesse sont effectués avec les rames 308 et 325, réalisant une vitesse relative de 777,7 km/h. Tous les essais se déroulent sans anicroche et les paramètres de sécurité définis par précaution au début ne sont jamais outrepassés. Les données recueillies au cours des essais depuis le record du 5 décembre indiquent que les limites du système TGV n'ont pas encore été atteintes. À la lumière de ces résultats, on décida de tenter une seconde phase d'essais, pour tester des vitesses de l'ordre de 500 km/h.

L'équipe chargée des essais devait aller vite car la mise en service commerciale de la ligne était programmée pour le mois de septembre 1990.

29 janvier 1990.

Pour la première fois, les marches d'essais à grande vitesse sont tentées sur la voie 2. Roulant sur la voie de droite (« à contresens ») la rame 325 franchit les aiguilles en gare de Vendôme à 462 km/h.

1er février 1990.

Dernière marche de cette première série d'essais. À 15 h 30, la rame 325 retourne aux ateliers de

Châtillon. Elle y restera un mois, pour y subir de nouvelles modifications en vue de la seconde série d'essais.

Seconde campagne : de mars à mai 1990

5 mars 1990.

Première marche de la rame 325, version 2, à 408 km/h. Pour le retour au garage de Dangeau, l'équipe de conduite change de cabine pour une seconde marche. Quand la rame est remise sous tension, une panne électrique détruit le transformateur principal de la motrice arrière 24050. Cela met fin à la journée d'essais et la rame 325 est renvoyée de Châtillon accouplée à la rame 308. Le soir même, le transformateur endommagé est remplacé par un transformateur à enroulement secondaire surdimensionné. Les techniciens passèrent toute leur nuit à réparer le système électrique de la motrice 24050. De nombreux circuits 1500 V et 72 V avaient été gravement endommagés par le 25 kV lors de la panne.

6 mars 1990.

Après de nombreuses marches au ralenti sur les voies des ateliers pour régler finement le nouveau transformateur, la rame 325 repart une nouvelle fois pour les voies d'essais à 10 h 05. Elle n'y parvint pas, tombant en panne à nouveau à Saint-Léger, avant d'être remorquée vers Châtillon par la rame 308.

9 mars 1990.

À 6 h 30, les techniciens sont encore occupés à changer un moteur de traction et l'électronique basse tension. Il faut encore plus de temps pour remettre la rame 325 en forme. À 19 h 00, on annonce que la SNCF a décidé de repousser les essais jusqu'à ce que la motrice 24050 soit rééquipée du transformateur installé avant l'incident du 5 mars. Il est effet douteux que la rame 325 puisse disposer d'assez de puissance avec le transformateur standard pour atteindre les 500 km/h.

4 mai 1990.

La rame 325 est de retour sur les voies d'essais pour sa seconde journée. **Le record du 5 décembre 1989 (482,400 km/h) est battu, avec une vitesse de plus de 485 km/h.** le seuil des 500 km/h semble proche.

9 mai 1990.

Un cerf sur la section d'essais retarde la première marche de la journée de plus d'une heure. Lors de la troisième marche, démarrée à Dangeau à 14 h 38, la rame 325 écrit l'histoire en franchissant les 500 km/h au kilomètre 164,8. À 14 h 49, la rame 325 atteint la vitesse record de 506,5 km/h, au kilomètre 165,9. Au cours de cette marche, plus de 3 km sont parcourus à des vitesses supérieures à 500 km/h. La quatrième marche commence avec l'habituel bulletin météo. Courtalain : température 23°C, température du rail 32°C ; kilomètre 166 : température 24°C, température du fil de contact 25°C, vent, ouest, 10 km/h. la marche se déroule comme suit :

- * kilomètre 124,4, 300 km/h;
- * kilomètre 130,1, 360 km/h;
- * kilomètre 137,0, 400 km/h;
- * kilomètre 146,6, 450 km/h;
- * kilomètre 153,0, 480 km/h;
- * kilomètre 156,6, 490 km/h
- * kilomètre 162,0, 500 km/h.

À 16 h 43, quelques secondes plus tard, les chiffres clignotent sur les écrans 510,6 km/h. Cette marche est remarquable en ce sens que cette vitesse a été atteinte sans l'aide de la pente au kilomètre 166. Les aiguilles en gare de Vendôme furent passées à 502 km/h.

10 mai 1990.

- Première marche impeccable à 509,9 km/h.
- Seconde marche, pas si bonne.
- Troisième marche, problème. À la vitesse de 300 km/h, l'archet du pantographe commence à décoller du fil de contact. La rame 325 retourne à Dangeau à vitesse réduite et la caténaire est

mise à la terre pour permettre aux techniciens d'inspecter le pantographe. On suppose qu'un fil d'accéléromètre a interféré avec l'archet; le fil est remplacé.

- Quatrième marche, l'archet recommence à sauter sur le fil de contact. Lors du retour à Dangeau, l'amortisseur du pantographe est remplacé.
- Cinquième marche, même phénomène, à 339 km/h. Les essais sont arrêtés pour la journée.

11 mai 1990.

La SNCF annonce une interruption du programme d'essais à cause d'un «problème mineur» sur l'interface pantographe/fil de contact. Après un examen minutieux du pantographe, la rame 325 continue les essais malgré les mauvaises nouvelles et réalise des marches à 505 km/h et 508,9 km/h.

14 mai 1990.

Un ajustement délicat de la rame 325, destiné à optimiser l'effort de traction à très grande vitesse, provoque un problème électrique. Les techniciens choisissent des réglages moins ambitieux pour éviter ce problème.

16 mai 1990.

- La première marche atteint 505,8 km/h au kilomètre 166,2. Jacques Fournier, président de la SNCF, présent à bord de la rame 325 ce jour-là, félicite l'équipe de conduite pour cette nouvelle marche au-dessus des 500 km/h.
- Seconde marche: 506 km/h.
- Troisième marche : 510,8 km/h au kilomètre 166,8.

Ces deux dernières marches sont impeccables, sans aucun des problèmes électriques rencontrés précédemment.

17 mai 1990.

Jour de repos pour l'équipe. La rame 325 stationne dans sa base, les ateliers de Châtillon.

18 mai 1990.

C'est le dernier jour d'essai programmé. À l'aube, la rame 308 accoste à nouveau la 325 et l'attelage Scharfenberg est enclenché. La rame 325 est remorquée vers la zone d'essais, avec l'arrêt habituel à Massy pour embarquer une partie de l'équipe technique résidant en banlieue. Ce jour là les marches sont programmées comme un évènement médiatique, malgré le travail des personnes à bord surveillant le comportement de la rame encore plus que les autres jours. La remorque R10 sera remplie de journalistes. À 8 h 08, les rames 308 et 325 arrivent à Dangeau et sont désaccouplées. La rame 313 arrive derrière et permet à Michel Delebarre, ministre des transports, de monter dans la cabine de la rame 325. La rame 313 continue jusqu'à la gare de Vendôme avec un contingent de dirigeants de la SNCF, conduits par le président Jacques Fournier, et diverses personnalités invitées. À 8 h 43, un cerf est signalé sur le parcours d'essais. Après un léger retard pour dégager la voie, la rame 325 quitte le garage de Dangeau à 9 h 51. La tension de la caténaire a été portée de 25 à 29,5 kV. 15 minutes plus tard, à 10 h 06, **la rame 325 accroche le nouveau record mondial de vitesse à 515,3 km/h** au bas de la descente au kilomètre 166,8. Le train s'arrête quelques minutes plus tard au kilomètre 210 et l'équipage sabre le champagne avec le ministre. Aussitôt après, la rame 325 retourne à la voie 4 de la gare de Vendôme tous feux allumés et actionnant ses avertisseurs, félicitée par une foule de journalistes.

TGV POS « Projet TGV 150 » devenu « opération V 150 »

À l'occasion de la célébration des 25 ans du TGV, Madame Anne-Marie Idrac, présidente de la SNCF, a annoncé que l'entreprise envisageait une nouvelle campagne d'essais visant à améliorer le record du monde de vitesse sur rail à l'occasion des tests de la nouvelle LGV Est-Européenne.

Avant la mise en service de la ligne du TGV Est le 10 juin 2007, la SNCF, RFF et Alstom ont effectué une

campagne à haute vitesse ayant permis d'atteindre 574,8 km/h. Le nom de code de la campagne d'essais était *V 150*, pour 150 m/s (540 km/h) et son coût estimé à 30 millions d'euros (financé à égalité par la SNCF, RFF et Alstom). Deux principaux facteurs ont permis de battre l'ancien record de 1990:

- une longue section de la LGV Est présente des courbes de très grand rayon, favorables à la circulation à vitesse très élevée. L'ensemble de la ligne est prévu pour permettre aux trains de circuler à au moins 360 km/h. La vitesse commerciale à l'ouverture sera de 320 km/h (contre 300 km/h pour la LGV Atlantique sur laquelle eut lieu le record de 1990).

la rame d'essais mobilise les plus récentes technologies d'Alstom. Modifiée à partir d'une rame POS du TGV Est, elle inclut une voiture intermédiaire sur bogies moteurs d'un nouveau type construite spécialement à cette occasion.

Rame d'essai 4402.

Le nouveau dessin des trains, aux formes plus arrondies, arrivé avec la troisième génération de TGV « TGV Duplex en 1996 », assure une meilleure aérodynamique aux trains et donc un meilleur comportement des matériaux à très grande vitesse (plus de 500 km/h). Cette technologie ferroviaire qui a fait des progrès en 17 ans permet de se rapprocher des 600 km/h que seuls les trains à sustentation magnétique sont censés atteindre.



Train MAGLEV à Sustentation magnétique.

La rame 4402, aussi appelée rame *V 150* (pour 150 m/s = 540 km/h), est une rame de service modifiée comme lors du record de 1990, sauf la remorque centrale R4 modifiée pour y introduire les éléments de la chaîne de traction AGV (TFP, blocs moteurs, bloc commun, etc....) et les extrémités ont été adaptées pour recevoir les bogies AGV. Celle-ci est constituée de 2 motrices de TGV POS et 3 voitures de TGV Duplex. Avec une longueur de 107 mètres, elle est environ deux fois plus courte qu'un TGV de série et pèse 265 tonnes.

Constitution de la rame:

- Motrice de la rame TGV POS n° 4402, M2 (383004 en tête; M1 384003 en queue).
- Remorques extrêmes R1 et R8 de TGV Duplex réalisées dans la chaîne de construction d'Alstom à Reichshoffen et incorporées après l'opération dans la rame 618,
- R4 sur la base d'une remorque Duplex de la chaîne de construction d'Alstom à Aytré.

Principales modifications:

- Roues: tous les essieux étaient équipés de roues de 1092 mm de diamètre au roulement,
- Suspension: un calage des suspensions secondaires (60 mm pour les motrices et 50 mm pour tronçon) a été mis en œuvre (prise en compte des raideurs et du REX du record de 1990),
- Amortisseurs: le nombre et la caractéristique des amortisseurs antilacet et transversaux étaient identiques à ce qui avait été appliqué sur la 325 pour le record de 1990,
- Chaîne de transmission: rapport des POS de 1,057 au lieu de 1,159 pour la rame de série,
- Roulements des boîtes d'essieux: tous les roulements étaient de construction SNR à cage polyamide; ils avaient préalablement rodés au banc (Vitry sur Seine) en simulant un parcours d'environ 40 000 km à une vitesse de 320 km/h.

Contrairement à la rame utilisée pour les essais de 1990, la rame 4402 dispose de deux bogies moteurs supplémentaires, à deux essieux, situés de part et d'autre de la voiture centrale utilisant la technologie de l'AGV d'Alstom. Les moteurs sont de nouveaux moteurs synchrones à aimants permanents d'une puissance unitaire de 1 000 kW (environ 770 kW pour les moteurs de série, caractérisés par une meilleure puissance massique de presque 1 kg/kW). Leur faible taille leur permet une utilisation en traction répartie, comme dans le cas des futures rames AGV. La puissance de cette rame a ainsi été portée à 19 600 kW soit plus du double de celle d'une rame TGV POS classique (9 280 kW). Le diamètre des roues des motrices a été porté à 109,2 cm contre 92 cm pour une rame de série afin de limiter la vitesse de rotation des moteurs.

La tension électrique de la caténaire montée à 31 kV contre 25 kV en temps normal et sa tension mécanique à 4 000 daN contre 2 600 daN habituellement. La rame est alimentée par un pantographe de type CX (allégé, autopiloté, asservi à la vitesse et mesure : efforts, accélération et déplacement) de la société Faiveley dont l'effort, qui est fonction de la vitesse, est piloté par l'intermédiaire d'une carte électronique. La réaction contrôlée du pantographe suivant la vitesse permet d'annuler les effets aérodynamiques qui se déclenchent avant 530 km/h. Le but est d'éviter les disjonctions entre la caténaire et le pantographe pour transmettre le maximum de puissance. La tête de captage est du type monobande. Le matériau employé pour cette bande est un carbone composite appelé «Triplex» qui est déjà utilisé sur les rames Paris-Sud-Est pour le captage en courant continu, il est fourni par la société Carbone Lorraine. Ce matériau est une base de carbone métallisé à laquelle se greffent des éléments de structure verticale, fortement imprégnés et permettant donc le passage d'un courant très élevé. Le courant capté sur cette unique bande est de l'ordre de 800 A pour cette application.



Configuration record à gauche
pour le pantographe

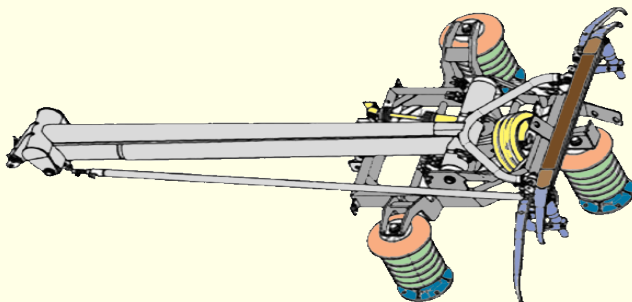
Configuration service
commercial à droite



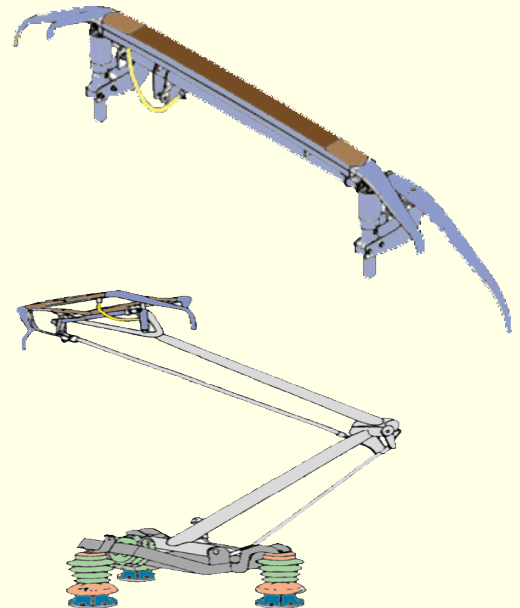
LE PANTOGRAPHE DU RECORD

Le captage de la rame V 150 était obtenu avec un pantographe CX asservi à la vitesse, appareil en service sur PLT, Duplex et POS, équipé d'un archet monobande carbone triplex.

Cet archet est « STI »
(Spécifications techniques d'interopérabilité).



Pantographe CX unipalettte « STI ».



Pantographe CX service commercial.

Le pantographe V150

Ainsi équipée, la rame V 150 a parcouru 2173 km à plus de 400 km/h dont 728 km à plus de 500 km/h. Pour l'ensemble de cette campagne, seulement 4 bandes de frottement ont été utilisées, leur dépose ayant été effectuée, la plupart du temps, plus par précaution que par nécessité.

Afin de ne pas gaspiller l'énergie, l'aérodynamique a été optimisée ; pare brise affleurant, abaissement de la garde au rail (sous motrices), capotage complet de la toiture motrice de tête, capotage partiel de la toiture de la motrice de queue (à l'emplacement du pantographe 1,5kV déposé), continuité sous motrices/tronçon, césure fermée latéralement par un soufflet continu.

Enfin les bouts avant ont été renforcés pour améliorer la tenue aux chocs potentiels avec animaux : étrave métallique, film de renfort des parties polyester. Des renforts ont été également ajoutés pour améliorer la tenue à l'air : points d'appuis latéraux, sangles en toiture sur capot. La rame était démunie d'essuie-vitres.

Plus de 600 capteurs ont été installés à bord afin de recueillir des informations techniques sur les essais à très grande vitesse. À pleine vitesse il faut une distance de 33 km pour arrêter le TGV.



Motrice rame n°4402 en version commercial

Enfin les bouts avant ont été renforcés pour améliorer la tenue aux chocs potentiels avec animaux : étrave métallique, film de renfort des parties polyester. Des renforts ont été également ajoutés pour améliorer la tenue à l'air : points d'appuis latéraux, sangles en toiture sur capot. La rame était démunie d'essuie-vitres.



Motrice rame n° 4402
en configuration record.

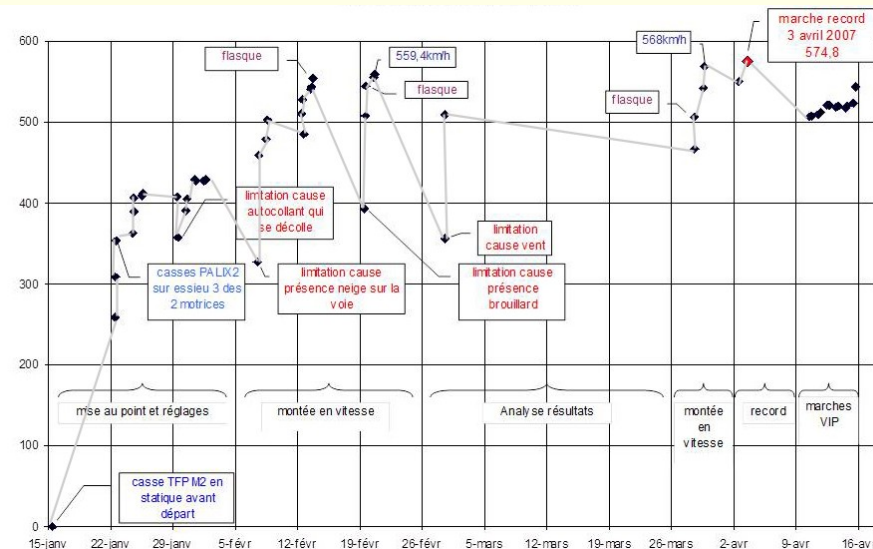
Le carénage de la motrice en configuration record, nous pouvons voir la différence du bouclier avant, le renforcement de la suspension bogie, le diamètre des roues plus grand, l'attelage entièrement rentré (la queue de centrage a été déposée) dans le bouclier et d'un seul tenant améliorant l'étanchéité, (fabriqué par Bischheim).



Les pantographes de la motrice avant ont été déposés et carrossés, les essuie-glaces ont été également déposés. Le nez de la motrice est d'un seul tenant et nous pouvons voir que l'attelage est entièrement rentré.

Campagne d'essais

Avant de réaliser la tentative officielle et homologuée visant à dépasser les 540 km/h (150m/s) du monde, une campagne d'essais a été effectuée à partir du 15 janvier 2007. 40 marches d'essai, mobilisant 300 ingénieurs et techniciens, ont été réalisées à plus de 450 km/h. Chaque essai nécessitait 40 techniciens à bord du TGV.



Le précédent record de 1990 a été battu plus d'une dizaine de fois mais de façon non officielle. La rame d'essai aurait atteint 553 km/h le 13 février 2007 selon un article du journal Le Parisien publié le lendemain (554,3 km/h selon la SNCF) puis 559,4 km/h le 20 février. La rame est ensuite restée en atelier quelques semaines, au Technicentre Est-Européen de Pantin, pour laisser la place aux cérémonies de livraison de la ligne à grande vitesse à Réseau Ferré de France. Ce délai a été mis à profit pour procéder à l'habillage de

la rame V150 dans une nouvelle livrée pour le record du monde officiel. La SNCF aurait alors déclaré que les 580 km/h étaient envisageables pour la tentative officielle. Finalement, elle choisit de ne pas dépasser cette limite pour ne pas risquer de casser quoi que ce soit, la principale inquiétude portant sur la caténaire.



Tentative officielle

La rame TGV 4402, lors de sa montée en vitesse sur la LGV Est Européenne le 2 avril 2007. De nombreux amateurs se sont pressés pour assister à l'événement.

Le 26 mars 2007.

La SNCF, Alstom et Réseau Ferré de France ont présenté officiellement la rame du record du monde à la presse, au cours d'une conférence de presse au Technicentre Est Européen. La livrée, au design retravaillé, représente « la vague de la fusion du métal, de la vitesse, du mercure, façon « **jet de chrome** ».

Les essais ont repris les 28 et 29 mars 2007. Il s'agit de la toute dernière semaine précédant la date prévue pour le record. Le planning est serré pour permettre de rendre la ligne en vue de la préparation de l'ouverture au service commercial prévue le 10 juin 2007.

28 mars 2007.

Un incident déclenche un freinage d'urgence. La vitesse atteinte n'a été que de 506,1 km/h ce jour-là. Une conduite de frein et une vitre cassée sur une voiture Duplex sont réparées pendant la nuit.

29 mars 2007.

Les essais ont été plus fructueux. Après un premier passage à 541,4 km/h spectaculaire sous la pluie, le deuxième essai de la journée se conclut par une pointe à 568 km/h aux alentours de 15 heures. La perte

d'une pièce à plus de 500 km/h n'est pas bénin. Par ailleurs, il est important que l'arrêt complet a nécessité 16.500 km en pente de 5⁰/₀₀ la température des disques est montée à 700° C. ceux-ci n'ont subi aucune dégradation et ont continué la campagne d'essais sans aucune intervention autre qu'une visite approfondie suite à cet incident.

2 avril 2007.

La journée est consacrée à une répétition officielle. En effet, le record est prévu pour se dérouler le lendemain devant la presse et en présence de nombreux officiels. Il s'agit de tout régler, tout vérifier. Comme pour le lendemain, un seul passage est prévu, vers 13 heures, l'heure du journal télévisé de milieu de journée. Tout se déroule bien, et par beau temps. Pour le plaisir et pour réaliser quelques belles prises de vues, les deux rames (la rame V150 et la rame de balayage 4404) vont se mettre en place à l'extrémité du domaine d'essais en roulant côté à côté. La vitesse atteinte a été 550,1 km/h.

3 avril 2007.

Est le jour de la tentative officielle. Aux commandes de la rame 4402: Eric Pieczak, conducteur d'essais de la rame. À son bord : deux huissiers, des techniciens d'Alstom, de la SNCF et de RFF, des journalistes et des invités, dont La Présidente de la SNCF Madame Anne-Marie Idrac, le commissaire européen Jacques Barrot soit en tout une centaine de personnes.



Le TGV s'est élancé à 13h01 de la commune de Prény (en Meurthe et Moselle) dans le sens Nancy-Paris.

Après 10 km, l'unique pantographe de la rame est baissé pendant 2 km, et le train traverse la zone dans laquelle l'alimentation passe de 25 kV à 31 kV, tension permettant de fournir la puissance nécessaire pour dépasser les 500 km/h. Le pantographe est ensuite de nouveau relevé, et au bout de 10 minutes, la vitesse de 515,3 km/h (précédent record officiel) est dépassée.

Après 13 minutes de parcours, la vitesse maximum de **574,8 km/h** (soit 159,7 mètres par seconde) est atteinte sur la commune de Eclaires (Marne), au PK 193,2, dépassant ainsi l'objectif initial de 540 km/h (150 m/s).

À son arrivée en gare de Champagne-Ardenne, la rame V150 avait parcouru 150 km en 30 minutes. Une réception est organisée dans la nouvelle gare en présence de nombreux invités. Vers 16 heures, pour le retour vers Paris, la rame du record roule à côté du TGV qui ramène les journalistes pendant 30 km.



Après le record

Du 10 au 15 avril, la rame du record a encore effectué deux marches par jour pour recevoir des invités, VIP ou personnels des entreprises de SNCF, Alstom, RFF ayant participé à la préparation du record. Le dimanche 15 avril, pour la dernière marche et pour dire adieu à la rame V150, l'équipe fait une pointe à la vitesse de 542,9 km/h (150,8m/s atteinte lors de la dernière marche du 15 avril).

La rame a ensuite été démontée en plusieurs tronçons pour être exposés en plusieurs endroits afin de célébrer le record - et prolonger l'effort de communication au-delà de l'élection présidentielle, qui a eu tendance à faire oublier le record du monde de vitesse sur rails. L'événement le plus spectaculaire après le record du monde a été la navigation sur la Seine.

La motrice de tête M2 et la remorque labo R8 de la rame 4402 exposée au pied de la Tour Eiffel. La motrice M2 (motrice arrière de la rame POS 4402 mais motrice avant côté Paris pour le record du monde



sur la rame V150) et la remorque Duplex laboratoire ont été convoyées sur une barge au Port de Gennevilliers. Après un parcours de Gennevilliers au Port Suffren le 12 mai 2007, l'opération « 574,8 km/h sur Seine » était organisée le 13 mai 2007 à Paris. Le tronçon de la rame V150 avec quelques membres de l'équipe du record sur la barge a effectué une traversée de Paris saluée par des orchestres et la foule. L'ensemble a ensuite été exposé pendant une semaine au pied de la Tour Eiffel.

Après leur retour à Gennevilliers, les deux éléments ont été envoyés en Alsace, exposés à la Cité du Train à Mulhouse, et pour finir, au Jardin des Deux Rives, sur le Rhin, entre France et Allemagne, à l'occasion des cérémonies d'ouverture au public de la ligne à grande vitesse Paris-Strasbourg.

- La rame sera ensuite « remise au type » pour s'intégrer dans la flotte des rames commerciales. Les deux motrices redeviendront des motrices standard sur la rame POS 4402. Les deux voitures Duplex d'extrémité seront intégrées à une rame TGV Duplex. Et la voiture-motrice intermédiaire est répartie chez Alstom.

- * L'équipe projet (Alstom, SNCF et RFF) : 60 personnes,
- * Les heures de développement : environ 100 000 heures,
- * La puissance: 19,6 MW (environ 25 000 cv),
- * Tension d'alimentation : 31 000 volts dans la zone du record (contre 25 000 normalement),
- * Le poids : 265 tonnes, (pesée faite en décembre 2006 à Aytré),
- * La longueur : 107 m,
- * Le nombre de marches d'essais : 40 marches à des vitesses supérieures à 450 km/h,
- * Le nombre d'heures d'essais : 200 h,
- * Les kilomètres d'essais parcourus : 3200 km,
- * 728 kilomètres au-dessus de 500 km/h au cours de 28 marches,
- * Le nombre de points de contrôle : 600,
- * Coût de ce record : 30 millions d'euros,

* Coût en électricité de la tentative officielle: 200€ facturés

- Plus de 350 capteurs, pour plus de 500 paramètres qui furent analysés dans la voiture R8 par plus de 40 techniciens

PRÉPARATION ET RAISON D'UN NOUVEAU RECORD !!!

Les objectifs techniques:

Novembre 2005:

Naissance (officielle) du « Projet (top secret) V150 » liant les trois partenaires : SNCF, RFF, Alstom

Côté infra, zone d'essais GV définie par les calculs de performance d'une rame courte (type 325):

- tendre la caténaire: vitesse critique $> 600 \text{ km/h}$,
- corriger les dévers,
- fournir une tension à la caténaire d'au moins 30 kV.

Côté Matériel rame, définition en cours.

- quelle rame ? POS + tronçon 1 niveau, ou POS + tronçon Duplex ?
- améliorer le terme C: rame courte + « modifs aéro »,
- disposer d'une puissance à la jante d'au moins 18 MW,
- disposer d'un pantographe léger non agressif,
- renforcer la structure avant.

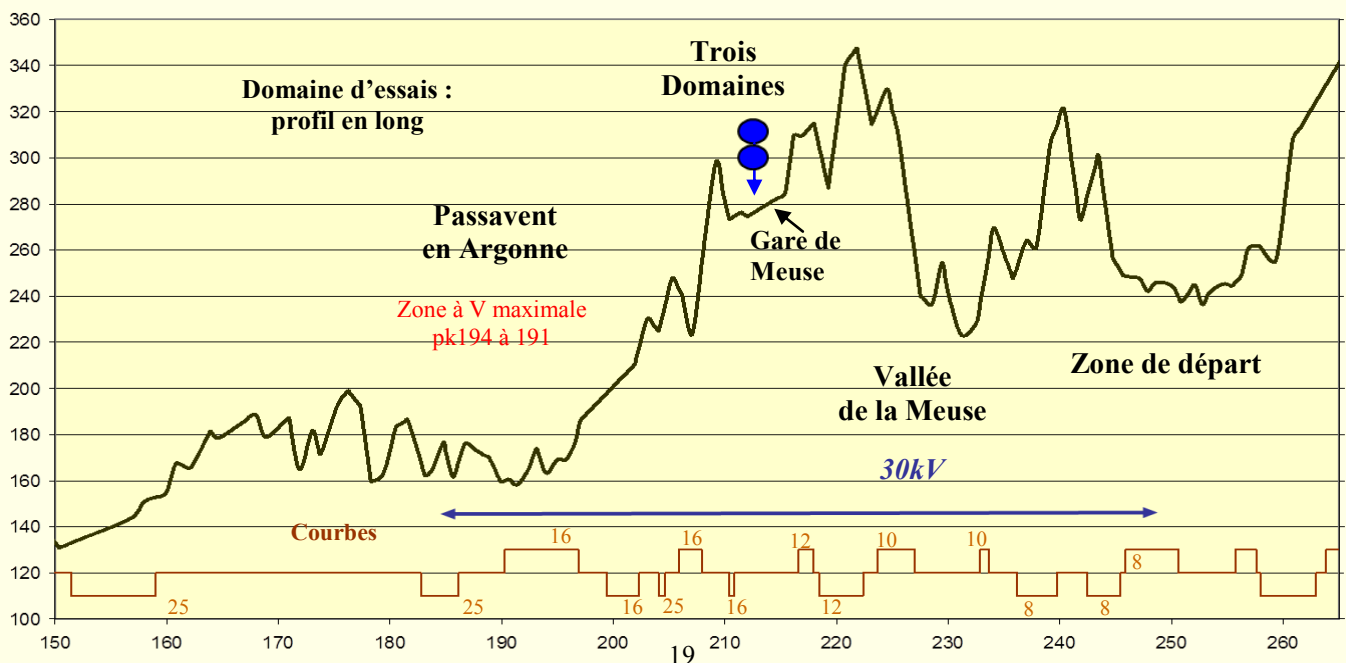


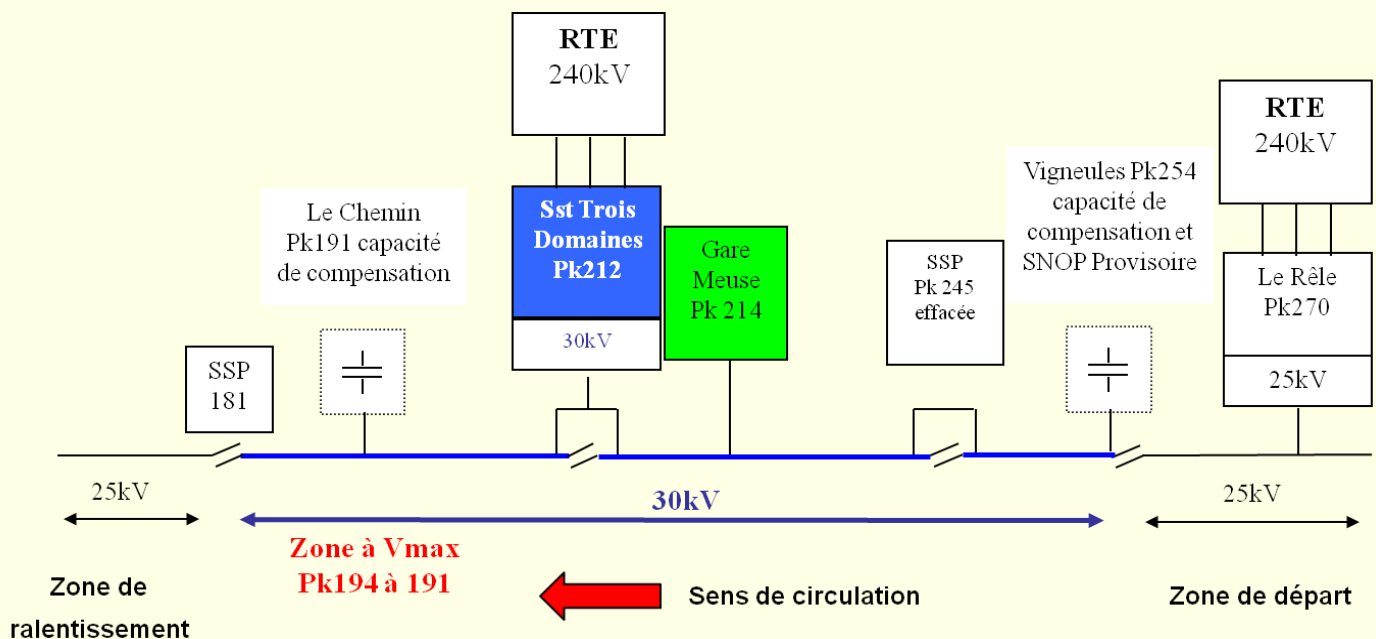
Objectif fondamental: assurer la sécurité du train : comportement dynamique, stabilité, choc frontal.
études préliminaires

recherche par calcul de la zone de Vmax sur l'ensemble LGV Est Europe. **Objectif visé les 570 km/h + 0 à 5**

Installation électrique pour la zone du record.

V150 - domaine d'essais - profil en long





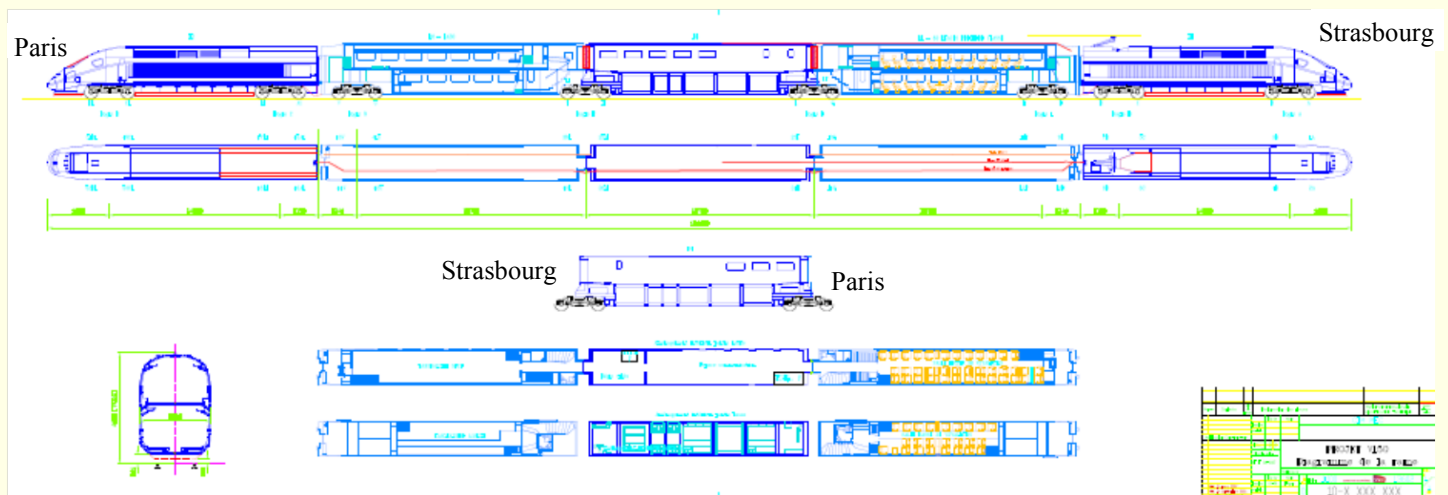
Les courbes sur la zone d'essai

Les contraintes:

Insuffisance de dévers maximale sur la zone d'essai; V150:

- Courbe de 8334m au Pk 236 - 450km/h,
- V Max se situe en courbe de 16667 m de rayon (15000 en 1990),
- Dévers nominal adopté pour le service commercial 320 km/h: 51 mm (soit 180mm d'insuffisance de dévers à 570 km/h...),
 - Décision de relever le dévers jusqu'à 130 mm,
 - Insuffisance de dévers à 570 km/h: 100mm,

La rame « V150 »: le choix (11/2005).



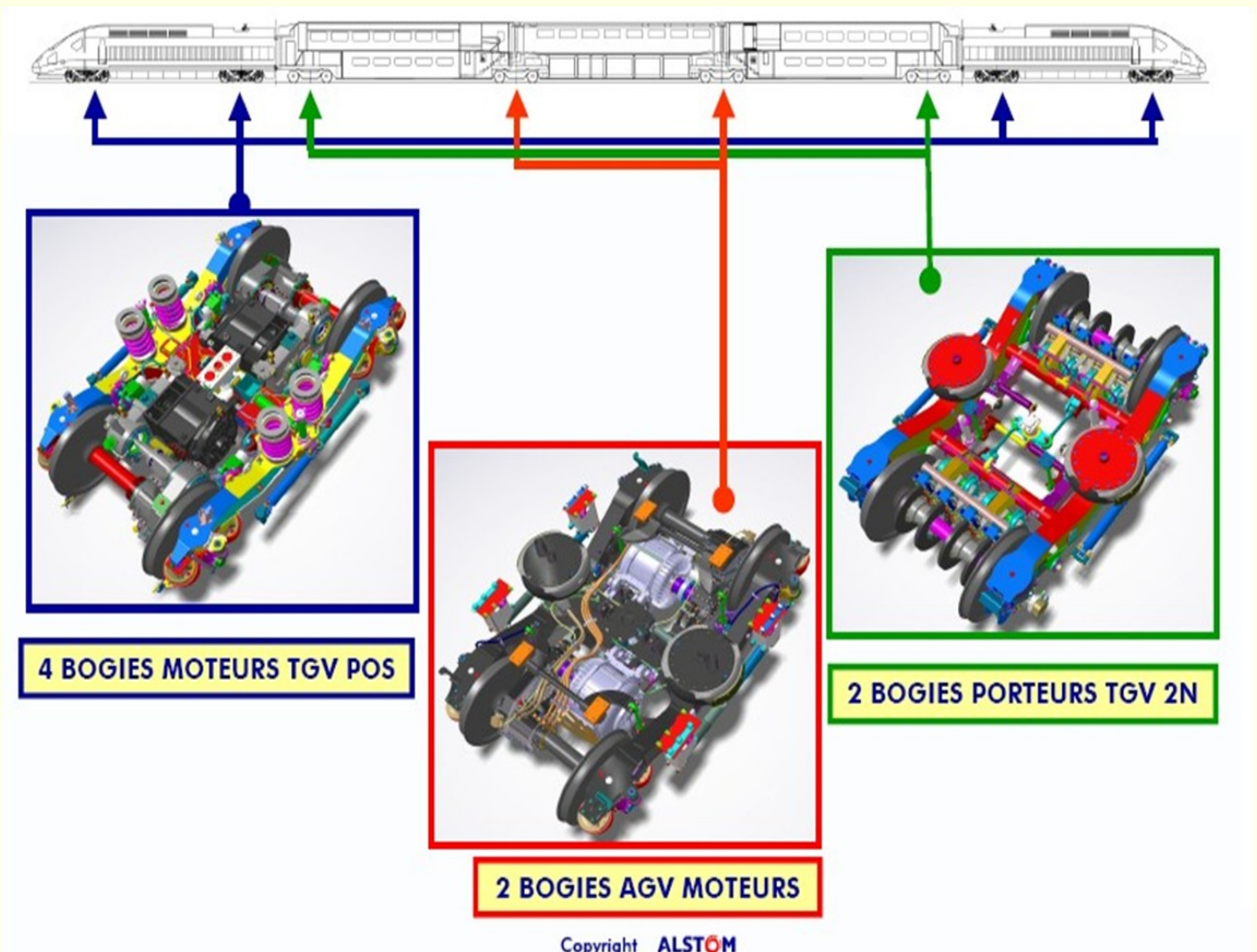
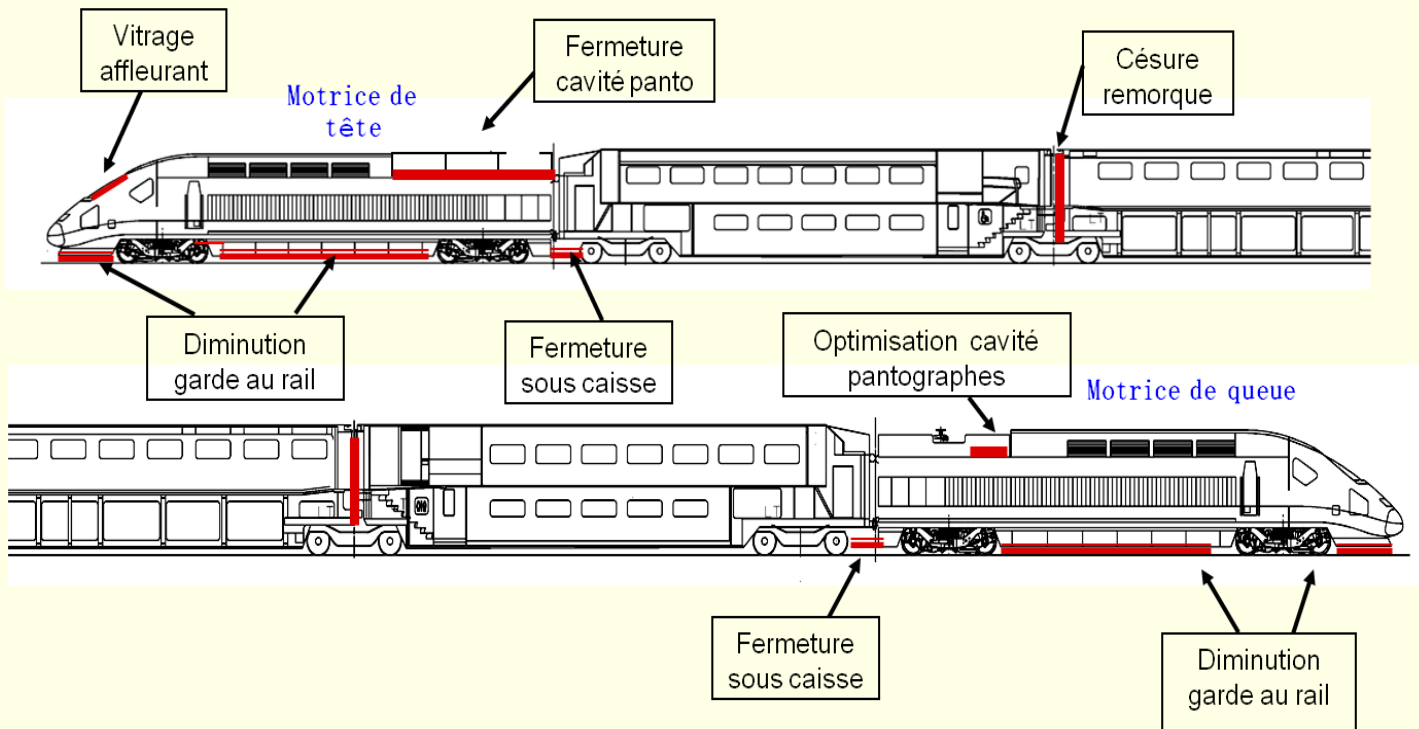
Le choix:

- architecture similaire à la rame de 1990: M + 3R + M
- Motrices: TGV POS en cours de livraison adaptation SNCF,
- Tronçon: 2 remorques TGV Duplex en cours de livraison + construction d'une remorque R4 avec substitution des équipements auxiliaires par la motorisation AGV (adaptation Alstom.*)

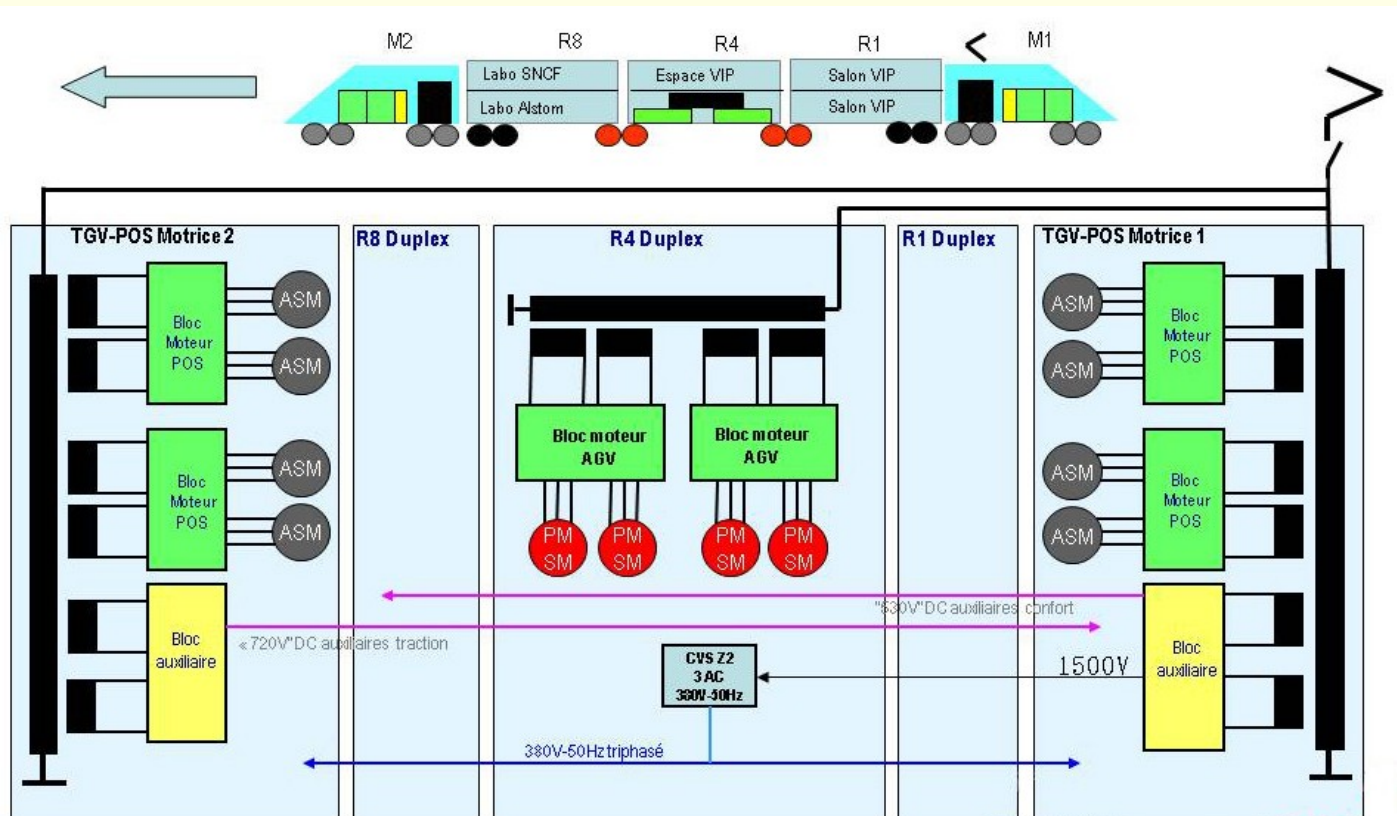
* à l'époque du choix l'AGV est en cours de développement

Adaptations aérodynamiques:

les choix:



Architecture traction de la rame V 150



deux motorisations réunies pour le meilleur,

Le moteur synchrone à aimants permanents développé pour l'AGV

MSAP	Type 12LCS 3550B
Équipe les rames AGV	12 moteurs (AGV11)
Puissance continue	730kW
Autoventilé, 12 pôles	
Vitesse de rotation à 350km/h	4570tr/mn
Tension efficace entre phases	2400V
Masse	775kg +/-1%



MSAP - V150	
Puissance après réglages	1000kW
Vitesse de rotation à 574,8km/h	4925tr/mn



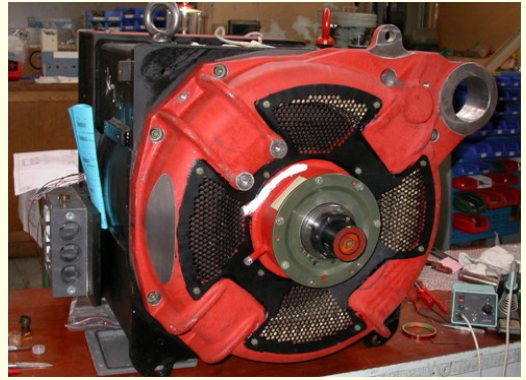
encombrement 680 mm x 690 mm x 735 mm (H x l x L)

montage en bogie:

- Transversal,
- Fixation sur traverse,
- Accouplement à dentures.

Le moteur asynchrone du TGV POS

Moteur asynchrone à cage	
Puissance nominale	1200kW
Vitesse de rotation à 320km/h	3800tr/mn
Tension entre phases à 320km/h	1390V
Fréquence stator à 320km/h	192Hz
masse	1350kg



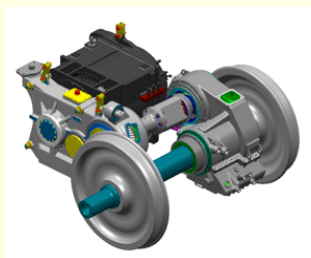
Le moteur POS-V150	
Réduction du nb de spires/pôle	28 au lieu de 36
Puissance pour $U_{cat} > 30,5kV$	2160kW
Vitesse de rotation à 574,8km/h	5033tr/mn
Tension entre phases à 574,8km/h	1496V
Intensité voisine de	850Aeff
Température en sortie	<140°C



Vitesses de rotation des organes de transmission (tr/mn)

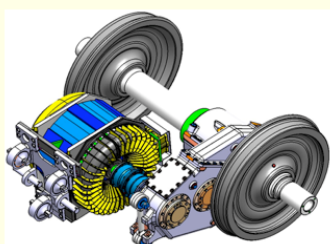
Ø roue = 1092mm

TGV



	320 km/h	500 km/h	574,8 km/h
Moteur	2802	4378	5033
Tripode	1643	2567	2951
Essieu	1555	2429	2792

AGV



Référence série POS:
rame commerciale
(Roues usées: 850mm)

	320 km/h
Moteur	3949
Tripode	2315
Essieu	1997

	320 km/h	500 km/h	574,8 km/h
Moteur	2741	4283	4924
Essieu	1555	2429	2792

La marche « record »

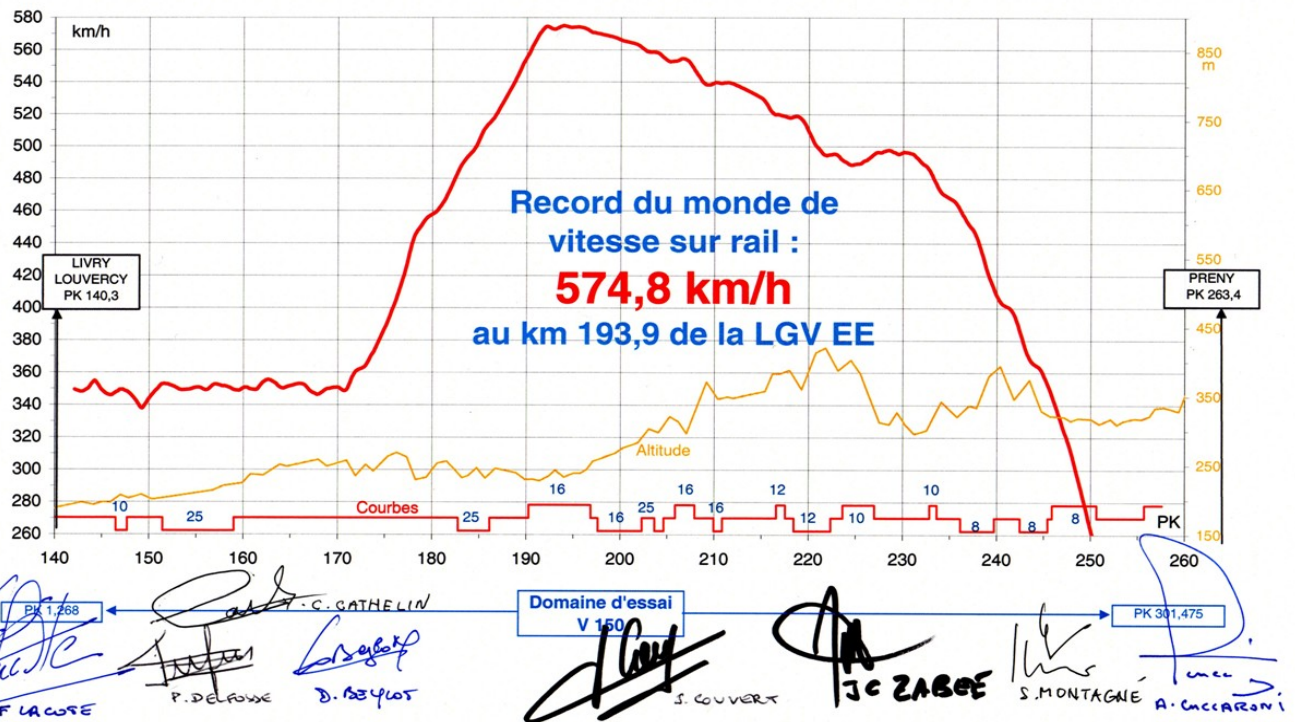


Opération V 150

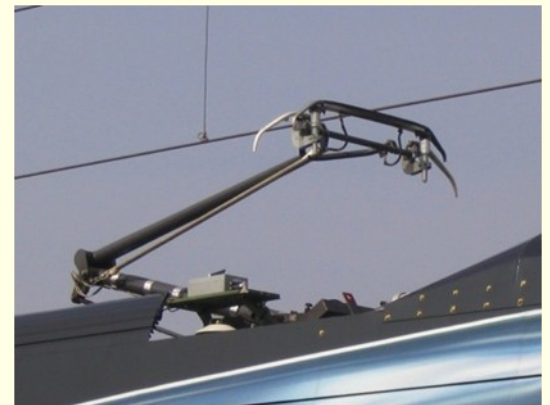
DIAGRAMME DE VITESSE

Marche n° 093-02

du Mardi 03 avril 2007



V150: « caténaire - panto : RAS »



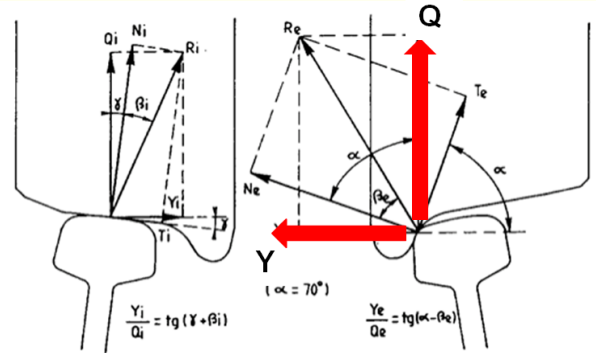
pantographe Cx asservi à la vitesse en service sur PLT, Duplex et POS.



Un archet mono bande, carbone triplex
574,8 km/h pk 193, 91. Tension : 30,2 kV.
Intensité captée sur une génératrice de longueur 60mm : 776 Aeff

Critère de déraillement.

Mesure des forces Y et Q



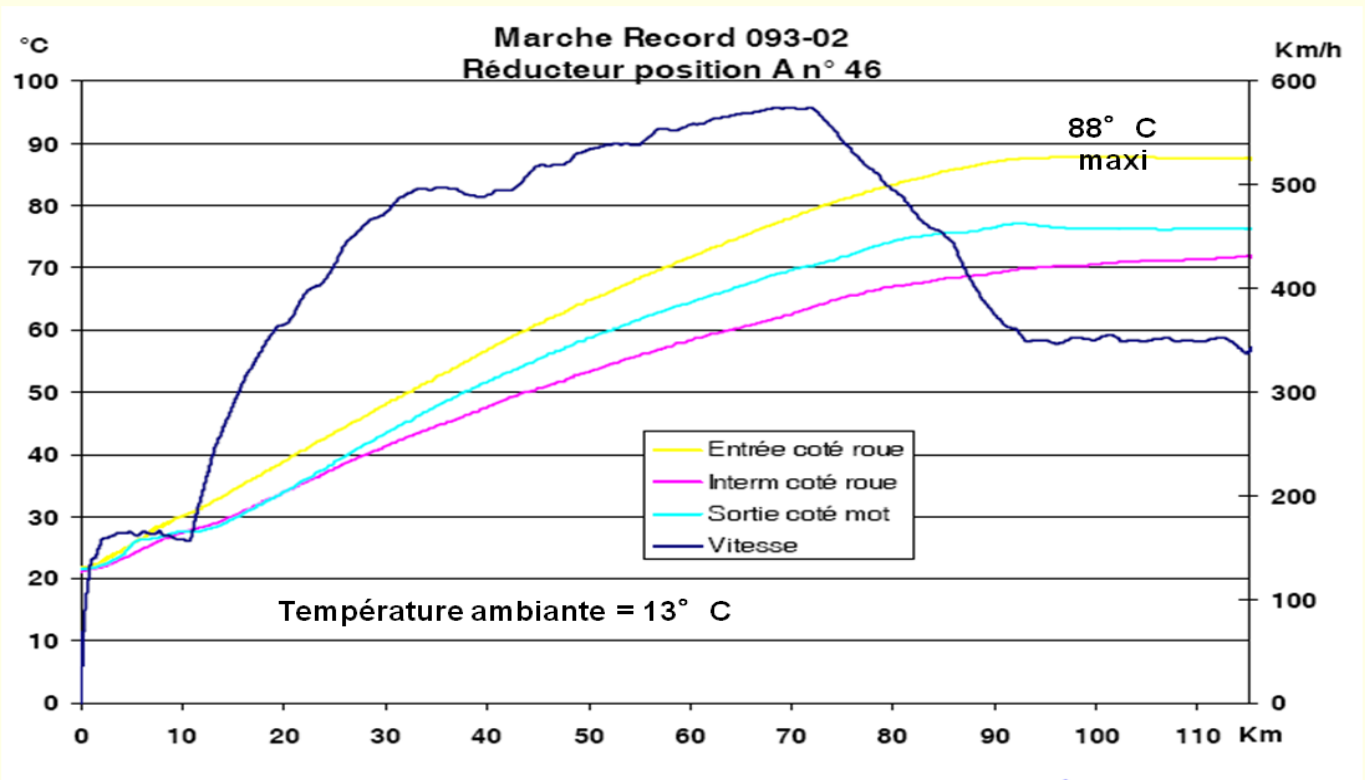
Q : efforts verticaux

Y : efforts transversaux

Rapport Y/Q : critère de déraillement

La valeur limite retenue pour l'opération V150 : $Y / Q < 0,6$. Critère jamais dépassé au cours de la campagne

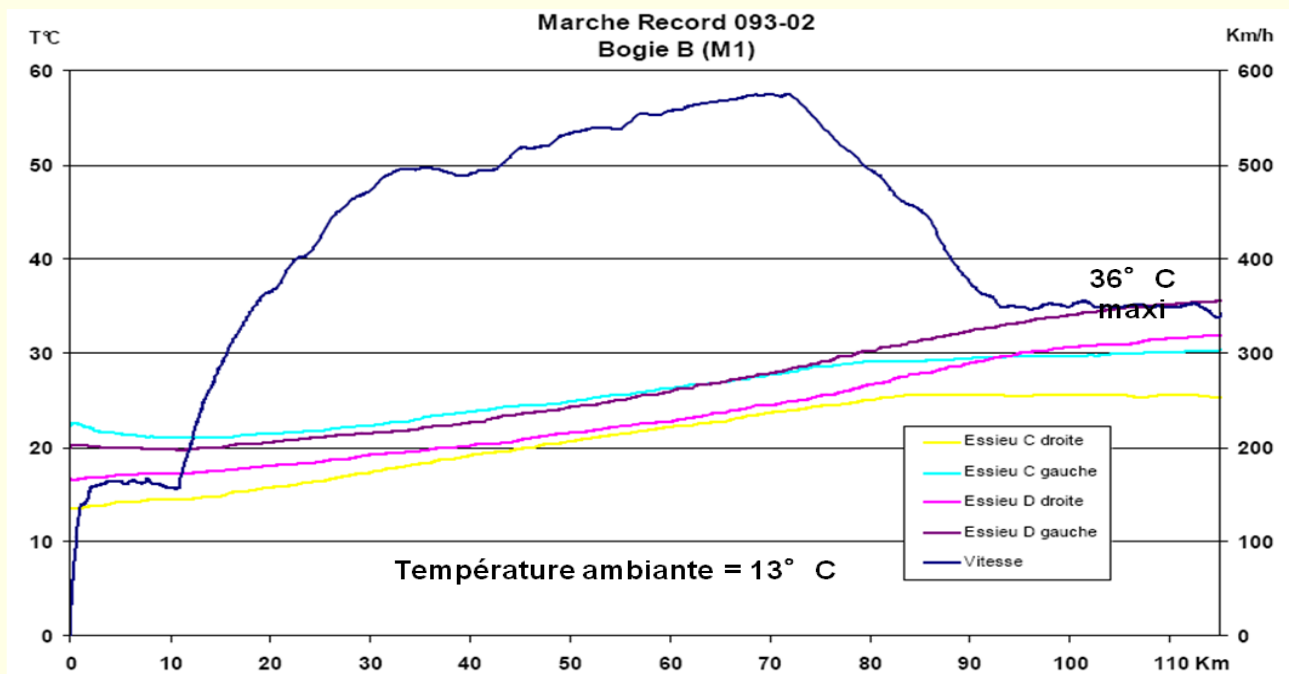
Comportement thermique des réducteurs TGV POS



Température maxi atteinte lors de la campagne d'essai = 96° C (Réd.C n° 48) lors de la marche n° 105-04 du 15/04/07 (543 km/h) avec une ambiante de 30° C

Comportement thermique des roulements de boîtes d'essieux

Schéma page suivante:



Température maxi atteinte lors de la campagne d'essai = 49° C (essieu A gauche) lors de la marche n° 105-04 du 15/04/07 (542 km/h) avec une ambiante de 30° C

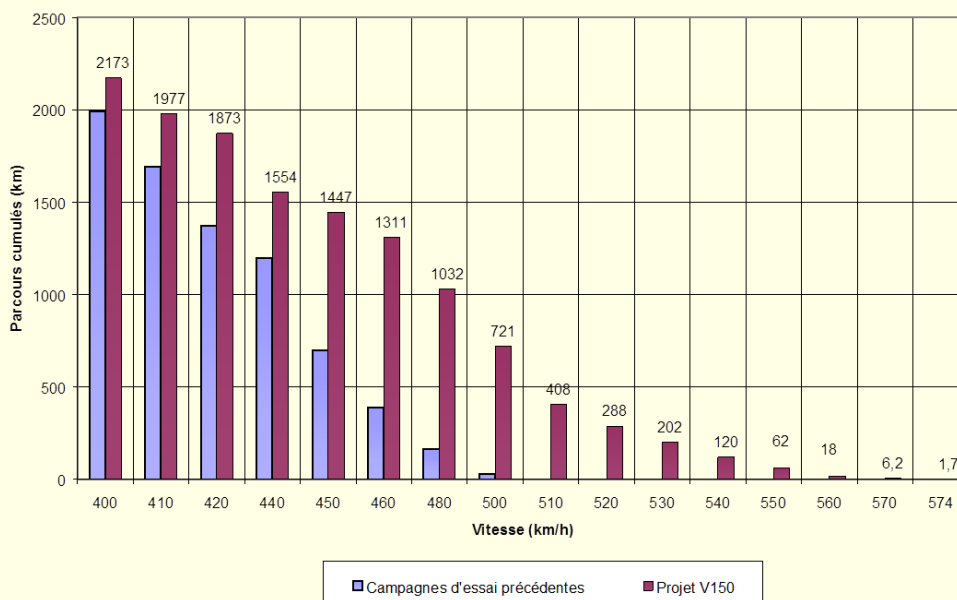
Marches à très grande vitesse: bilan pour la SNCF et ses partenaires

- 728 km à V > 500 km/h (28 marches),
- 52,7 km à V > 550 km/h,
- Voie ballastée/voie sur béton: envoi de ballast,
- Captage,
- Adhérence à très haute vitesse,
- Garnitures et disques de frein: énergie dissipée lors du freinage à 506 km/h,
- Motorisation AGV,
- Structure TGV Duplex,
- Richesse des données expérimentales: simulations: validité des codes de calcul,
- Données de maintenances pour aujourd'hui et pour demain.....

Histogramme comparatif :

Km parcourus entre les campagnes à très grande vitesse du « 515.3 » (1990) et du « 574.8 » (2007).

Campagnes d'essai à haute vitesse et projet V150



Un grand merci à
Daniel Beylot
pour la richesse des
renseignements au sujet
du record V 150.

Une marche d'endurance à très grande vitesse sur la plus longue ligne à grande vitesse en Europe opération « SARDINE ».

Le samedi 26 mai 2001, en présence de Louis Gallois, Président de la SNCF, la rame TGV réseau n°531 effectue la liaison entre Calais Frethun et Marseille Saint-Charles en moins de 4 heures, soit un parcours de 1067,200 kilomètres à la vitesse de 300 km/h.

Pour réaliser ce parcours à grande vitesse, entre la Mer du Nord et la Méditerranée, la rame TGV circule sur plusieurs lignes à grande vitesse du réseau français, dont la ligne TGV Méditerranée construite entre Valence et Marseille et qui entrera en service commercial le dimanche 10 juin 2001.

Avec cette construction de 250 kilomètres de ligne nouvelle, le réseau à grande vitesse exploité par la SNCF représente désormais 1500 kilomètres de lignes parcourables à la vitesse de 300 km/h vers le Nord, l'Atlantique, le Sud-Est et la Méditerranée.

Le dimanche 10 juin 2001, la mise en exploitation du TGV Méditerranée entraîne la modification de 20 000 horaires de trains de toutes catégories sur l'ensemble du réseau. Cette modification, l'une des plus importantes depuis de nombreuses années, a été conçue, étudiée et réalisée par l'activité «Infrastructure» de la SNCF, pour permettre aux activités commerciales de proposer leurs meilleurs trains (TGV, Grandes Lignes, Fret, TER ou Ile de France) à leurs clients.

Avec la mise en service de la section de Valence à Nîmes et Marseille à grande vitesse, les rames TGV vont rouler à 300 km/h pendant plusieurs heures sur des relations commerciales telles que Lille-Montpellier ou Bruxelles-Marseille.

Dans le cadre des différents essais qu'elle effectue sur le TGV Méditerranée, depuis le mois d'octobre 2000, la direction du Matériel et de la Traction a entrepris une série de marches d'endurance à très grande vitesse sur longs parcours afin d'effectuer des mesures de comportement d'une rame TGV. Le TGV réseau n°531, équipé d'un laboratoire de l'Agence d'Essai Ferroviaire (AEF) de Vitry-sur-Seine, permettant d'enregistrer le comportement dynamique de la rame, les températures des différentes composantes et de surveiller le captage du courant de traction par le pantographe, a ainsi effectué plusieurs marches, sans arrêt, entre Calais Frethun et Marseille sur la plus longue ligne nouvelle à grande vitesse française, soit un parcours de 1059,500 km.

Ces marches ont été préparées par la direction de l'Infrastructure qui a trouvé un «sillon» entre ces deux villes pour permettre à la direction du Matériel et de la Traction de circuler en toute sécurité et sans perturber les TGV du service commercial proposés à nos clients.

A l'occasion de la fin de ces essais d'endurance à très grande vitesse sur longs parcours, le Président Louis Gallois a convié près de 250 représentants de la Presse, Personnalités à l'accompagner à bord de la rame TGV n°531, ce samedi 26 mai 2001, pour effectuer le trajet entre Calais Frethun et Marseille Saint-Charles en moins de 4 heures. Le sillon (horaire) défini par l'Infrastructure doit permettre aux techniciens et à l'équipe de conduite de ce TGV d'établir un record de temps de trajet qui sera enregistré par un huissier de justice, à la fois entre ces deux villes mais aussi sur une distance de 1000 kilomètres de ligne à grande vitesse (entre la vallée de l'Aa et le viaduc de Ventabren).

Trois conducteurs ont participé à ce record,

- * Jean-Luc Romain sur le trajet Nord
- * Georges Hervé sur la LN1,
- * Augustin Burgarella sur le trajet Sud.

Le temps de parcours était de 3h29 et 54 s. La vitesse moyenne a été de 306,37 km/h.

Les vitesses sur le parcours ont varié selon les lieux:

- * 340 km/h de Calais à Lille,
- * 200 km/h la Traversée de Lille,

- * 340 km/h de Lille à la Bif de Vémars,
- * 230 km/h de Vémars à Roissy,
- * 300 km/h de Roissy au triangle de Coubert,
- * 230 km/h sur le triangle de Coubert,
- * 330 km/h de Coubert à Valence (des passages à 300 km/h au niveau du Creusot/Mâcon,
- * 240 km/ le Col du bois Clair,
- * 260 km/h le tunnel de la Côtère,
- * 360 km/h de Valence à Marseille, (le viaduc d'Avignon a été franchi à 330 km/h).

Ce trajet record établi permettra à la SNCF de disposer de connaissances supplémentaires dans le domaine de la très haute vitesse sur des longs parcours afin d'assurer, au quotidien, à ses clients le meilleur du TGV dans les domaines de la sécurité, de la régularité et du confort.

Le 10 juin 2001, avec la mise en service commerciale du TGV Méditerranée, la SNCF exploitera 1520 kilomètres de lignes à grande vitesse:

- la ligne TGV Paris Sud-Est (LN1) : de Paris Gare de Lyon (Combs la Ville) à Lyon (Sathonay): 418 km, mise en service en 1981-1983,
- la ligne TGV Atlantique (LN2) : de Paris Montparnasse au Mans (Connerre) et Tours (Monts): 287 km, mise en service en 1989-1990,
- la ligne TGV Nord (LN3): de Paris Gare du Nord (Gonesse) à Frethun (Calais) et à la frontière belge: 346 km, mise en service en 1993,
- la ligne TGV de jonction en Ile de France (LN3) : de Créteil à Moussy le Neuf: 104 km, mise en service en 1994-1996,
- la ligne TGV Rhône-Alpes (LN4): de Lyon (Montanay) à Saint-Marcel lès Valence: 115 km, mise en service en 1994,
- la ligne TGV Méditerranée (LN5): de Saint-Marcel lès Valence à Nîmes (Manduel) et Marseille: 250 km, mise en service en 2001.

Le trajet de la rame TGV Réseau n° 531 du samedi 26 mai 2001, entre Calais Frethun et Marseille emprunte différentes lignes nouvelles sur une longueur totale de 1059,500 km autorisées à la vitesse de 300 km/h à laquelle s'ajoute une section de l'ancienne ligne PLM pour atteindre la gare de Marseille Saint-Charles:

- de Calais Frethun à Vémars: 296,700 km sur la ligne TGV Nord,
- de Vémars à Solers: 55,900 km sur la ligne TGV de jonction en Ile de France,
- de Solers à Montanay: 377,400 km sur la ligne Paris Sud Est,
- de Montanay à Saint-Marcel lès Valence: 113,800 km sur la ligne TGV Rhône-Alpes,
- de Saint-Marcel lès Valence au Nord de Marseille: 215,700 km sur la ligne TGV Méditerranée,
- du Nord de Marseille à Marseille Saint-Charles: 7,700 km sur la ligne P.L.M.

Construire l'horaire d'un train : un travail long et minutieux :

La marche de la rame TGV n°531 entre Calais Frethun et Marseille Saint-Charles du 26 mai 2001 a fait l'objet d'une étude minutieuse de la part de l'activité Infrastructure, afin de concilier la possibilité de rouler à la vitesse de 300 km/h sur la totalité du parcours sans gêner ou être gênée par les TGV du service commercial, en garantissant bien entendu toutes les conditions de sécurité de cette circulation particulière.

Tracer l'horaire d'un train:

Pour construire l'horaire d'un train, qu'il soit TGV ou autre, l'Infrastructure prend en compte plusieurs paramètres:

- la marche de base d'un train: il s'agit d'établir un horaire avec la performance technique la plus tendue qu'un train peut réaliser selon les caractéristiques de la ligne, les performances de la locomotive (vitesse limite, puissance, performance de freinage) et le tonnage du train.
- la marge de régularité: il faut y ajouter un temps de parcours supplémentaire qui, inclus dans la marche du train, lui permet de faire face aux petits aléas qui peuvent se produire (ralentissements éventuels en raison de trains précédents retardés, limitations temporaires de vitesse, arrêts prolongés en gare pour la montée ou la descente de groupes de voyageurs par exemple). Cette

marge est de quelques minutes et est calculée en pourcentage du temps de trajet sur les lignes nouvelles à grande vitesse et au prorata de la distance parcourue sur les autres lignes.

- l'horaire de ce train doit être intégré dans le graphique de circulation en tenant compte de l'espacement à prévoir entre les trains encadrant, les croisements pour les lignes à voie unique, les conflits avec les autres trains aux bifurcations,
- l'horaire prévu de ce train ne doit pas saturer le graphique de la ligne intéressée, afin de pouvoir garder une certaine capacité pour résorber une situation perturbée.

La définition de la capacité d'une ligne à admettre la circulation d'un certain nombre de trains est complexe à évaluer: elle dépend de nombreux paramètres tels que les caractéristiques de son exploitation (vitesse limite, système de signalisation, voies d'évitement ou de garage de trains), de l'ordonnancement des trains et des différents plans de transport demandés par les activités.

Anticiper les demandes des clients-:

En dehors du plan de transport défini par les différentes activités pour un service déterminé, l'activité Infrastructure prévoit des sillons (horaires) facultatifs pour permettre la circulation de trains à certaines dates. Ces sillons permettent de répondre à des demandes importantes en période de pointe (trains supplémentaires), d'accepter les demandes de trains spéciaux en affrètement (pour des groupes, des sociétés, des associations) ou de trains de fret supplémentaires à la demande des chargeurs.

Permettre l'entretien des lignes entre les circulations des trains-:

L'entretien courant d'une ligne ne peut être effectué qu'en l'absence de circulations. L'activité Infrastructure prévoit des périodes pendant lesquelles aucune circulation n'est prévue et appelée des «blancs travaux». Ces périodes durent de 1h30 à 2h00, soit un temps permettant d'effectuer des opérations simples telles qu'intervention sur les signaux, changement d'un rail ou de certains équipements.

Mais certaines opérations de maintenance, beaucoup plus importantes, imposent une programmation à long terme ainsi que certaines mesures d'adaptation du plan de transport. Par exemple, le changement d'un aiguillage, d'une durée de plusieurs heures, conduit l'Infrastructure à envisager des modifications d'horaires de trains, des transbordements ou des détournements par d'autres itinéraires, avec information préalable auprès de nos clients.

Cela a été le cas pour la mise en place des aiguillages d'accès, depuis la ligne classique PLM (Paris Lyon Méditerranée) vers la ligne TGV Méditerranée, imposant à certaines dates des détournements des TGV par la ligne de la rive droite du Rhône, ou encore, plus récemment, la mise en service du poste d'aiguillage du type PRCI à Marseille dans la nuit du 28 au 29 avril dernier, pour laquelle il a fallu renoncer à toutes les circulations de train afin de permettre de «basculer» toutes les commandes des installations de sécurité de l'ancien PRS vers le nouveau PRCI.

L'activité Infrastructure au quotidien :

L'Infrastructure gère ainsi, 365 jours par an et 24h/24 les horaires de:

- 1000 trains de Grandes Lignes quotidiens, dont 500 TGV,
- 5000 trains en Ile de France,
- 5500 trains TER,
- 2000 trains de Fret
- 500 parcours divers (locomotives circulant entre les gares et leurs dépôts sur 32000 kilomètres de lignes exploitées)
- ce qui représente environ 37 000 sillons (horaires) de trains en mémoire (incluant les marches facultatives pour répondre à la demande, notamment, des clients Fret).

Retour sur la LGV Méditerranée'

Avec cette construction de 250 kilomètres de ligne nouvelle, le réseau à grande vitesse exploité par la SNCF a atteint en 2001, 1 500 kilomètres de lignes parcourables à la vitesse de 300 km/h, vers le Nord, l'Atlantique, le Sud-Est et la Méditerranée.

La mise en exploitation du TGV Méditerranée a entraîné la modification de 20 000 horaires de trains de toutes catégories sur l'ensemble du réseau. Cette modification, l'une des plus importantes depuis de nombreuses années, a été conçue, étudiée et réalisée par l'activité «Infrastructure» de la SNCF, pour permettre aux activités commerciales de proposer leurs meilleurs trains (TGV, Grandes Lignes, Fret, TER ou Ile de France) à leurs clients.

Avec l'ouverture des sections à grande vitesse de Valence à Nîmes et Marseille, les rames TGV peuvent pratiquer la vitesse de 300 km/h pendant plusieurs heures sur des relations commerciales telles que Lille-Montpellier ou Bruxelles-Marseille.

Après les travaux de génie civil, les travaux de superstructure et les essais de circulation TGV sur les 250 kilomètres du projet TGV Méditerranée, la Direction de l'Infrastructure a eu en charge la préparation de l'exploitation de la ligne, c'est-à-dire la confection des horaires des différentes circulations.

Si l'offre TGV Méditerranée va modifier les horaires des TGV entre Paris, Marseille et Montpellier, elle nécessite aussi l'adaptation des horaires de nombreux trains (grandes lignes ou TER) en correspondance avec ces TGV.

En fait l'exploitation de cette nouvelle ligne à compter du 10 juin 2001 a rendu nécessaire la refonte complète de tout l'ensemble de la desserte du Sud-Est de la France compte-tenu de:

- la vitesse limite de la ligne TGV de Paris à Lyon portée à 300 km/h à compter du 10 juin 2001,
- la création de nouveaux TGV (suite au cadencement Paris-Marseille, Paris-Montpellier et Lille-Marseille),
- l'adaptation des dessertes TER en Rhône-Alpes, Provence Alpes Côte d'Azur et en Languedoc Roussillon.

Ces nouveaux horaires du service voyageurs conduisent également à modifier ceux des trains de fret sur les parcours communs des lignes classiques et imposent une nouvelle confection des plans d'occupation des grandes gares voyageurs. Par voie de conséquence, les horaires des sillons d'échanges entre les gares et les centres de maintenance (entrée ou sortie de dépôt des locomotives, entrée ou sortie des centres de maintenance des TGV) sont également modifiés ainsi que les périodes pendant lesquelles la maintenance des équipements fixes est effectuée.

20 000 horaires de trains de toutes catégories sont donc modifiés à compter du 10 juin 2001, la préparation de ce service ayant été réalisée en 3 ans par la direction de l'Infrastructure en fonction des besoins des autres Activités de l'entreprise.

L'AEF:

L'**A**gence d'**E**ssai **F**erroviaire, (**AEF**), a été créée le 1er février 1999 et certifiée ISO 9001 en mai 2000. Entité autonome au sein de la Direction du Matériel de la SNCF, ses 280 agents exercent des activités de laboratoire pour l'entreprise, mais aussi pour des clients extérieurs (constructeurs, réseaux ferroviaires, sociétés d'ingénierie ...) par le biais du GIE Eurail Test (SNCF/RATP). Tout près de Paris, et sur les 3,75 hectares que couvre son site de Vitry sur Seine, l'AEF (Agence d'Essai Ferroviaire) rassemble les compétences scientifiques et techniques nécessaires à la réalisation d'essais ou expertises sur le matériel roulant. Ce laboratoire est l'aboutissement d'une longue histoire initiée en 1933 avec l'inauguration du « banc des locomotives » pour devenir ensuite le centre d'essai de Vitry puis l'AEF le 1er février 1999.

Ses activités d'ingénierie d'essais, effectuées en ligne, sur site ou sur banc d'essai, concernent l'ensemble des composants des matériels ferroviaires et couvrent tout leur cycle de vie. Elles portent sur leur résistance, l'environnement, la maintenance et l'analyse de défaillance.

Des essais pour le TGV Méditerranée :

L'AEF a réalisé quatre types de prestations différentes dans le cadre de la mise en service du TGV Méditerranée :

Les montées en vitesse :

Effectuées par la rame TGV 531 après l'achèvement de la voie, ces montées en vitesse consistent à vérifier que la circulation des TGV se fera en toute sécurité, qu'aucun défaut de la voie ne dégradera le confort

attendu par les voyageurs et que le captage du courant est correct. Chaque portion de voie est parcourue successivement à 100 km/h, puis à 220, 260, 300, 330 et enfin 350 km/h. Au cours de ces circulations, une surveillance permanente du comportement des bogies, des caisses et du pantographe est assurée. A l'issue de chaque marche, les enregistrements des différentes mesures sont analysés et, si nécessaire, des mesures correctives des défauts constatés sont appliquées.

La marche d'homologation :

À l'issue des montées en vitesse, une marche officielle, dite d'homologation, a été effectuée le 20 avril 2001 à 330 km/h, en présence de représentants de RFF et de la Direction des Transports Terrestres.

Les vents traversiers :

Dans la vallée du Rhône, les vents latéraux peuvent approcher des vitesses de l'ordre de 120 km/h. Avant d'engager des TGV circulant à 300 km/h sur des ouvrages d'art qui peuvent s'élever jusqu'à 53 m du sol, tel que le viaduc des Angles, il était nécessaire d'apprécier les conséquences de ces vents traversiers sur la sécurité des circulations.

Deux types d'essais ont été entrepris :

- des essais à bord de la rame 531, équipée d'une sonde anémométrique et d'essieux de mesure, ont évalué pour chaque portion de ligne l'incidence du vent sur la rame et quantifié son comportement dynamique;
- des essais à poste fixe depuis des stations de mesure installées le long de la voie ont permis de caractériser l'influence du vent sur le délestage de la rame et de réaliser un monitoring du phénomène en exploitation commerciale.

L'analyse de ces essais a validé les études météorologiques et les simulations dynamiques réalisées en amont et a confirmé la nécessité de limiter la vitesse des TGV en fonction de la force et de la direction du vent : à titre d'exemple, une pointe de mistral à 190 km/h obligera le conducteur à ramener sa vitesse à 80 km/h afin de maintenir la stabilité de son train.

L'impact acoustique :

Une campagne de mesures acoustiques a été organisée par l'AEF afin de caractériser le bruit perçu par les riverains lors du passage des différents TGV appelés à circuler sur la ligne nouvelle Méditerranée et de s'assurer du respect des niveaux sonores calculés lors de l'étude prévisionnelle de bruit réalisée dans le cadre de la procédure d'impact. Ces niveaux, mesurés à 25 m, sont limités à 91 dB(A).

83 points récepteurs ont été disposés en façade des habitations de riverains concernés à des distances comprises entre 25 m et 2 275 m de la voie et ont enregistré l'impact acoustique des TGV Duplex, Réseau et Sud-Est rénovés pendant un mois.

L'examen des 1500 enregistrements obtenus a confirmé les niveaux calculés dans la plupart des cas, validé l'efficacité des écrans anti-bruit déjà installés et conduit à en prolonger certains sur quelques centaines de mètres.

La rame Réseau 531 : les coulisses d'une performance :

Mises en service commercial sur Paris-Lille en 1993, les rames "Réseau" sont étroitement dérivées des TGV Atlantique. Ces TGV, ainsi dénommés parce qu'ils sont aptes à circuler sur la totalité du réseau ferroviaire français, appartiennent à la deuxième génération de Trains à Grande Vitesse.

La 531, une rame adaptée pour les essais :

La rame Réseau 531 assure depuis le 3 octobre 2000 les essais de la ligne nouvelle TGV Méditerranée entre Valence et Avignon où elle vérifie le comportement de la voie et le captage du courant à 350 km/h.

Ce TGV, mis en service le 15 juillet 1993, a parcouru, depuis, plus de 2 millions et demi de kilomètres. Il n'a subi aucune modification structurelle pour accomplir ses missions de rame d'essais, mais un certain nombre d'adaptations ont été nécessaires pour assurer la sécurité de ses circulations à très grande vitesse :

La voiture n° 1 a été équipée par l'Agence d'Essai Ferroviaire d'un laboratoire qui permet de surveiller l'ensemble des paramètres.



Pour lui permettre d'atteindre des vitesses de l'ordre de 350 à 360 km/h, l'Etablissement Industriel du Landy, en liaison avec les experts de la Direction du Matériel, a modifié les logiciels qui pilotent les blocs moteurs afin que leur puissance puisse passer de 1100 kW à 1400 kW. La rame a été dotée d'amortisseurs plus rigides afin d'assurer sa stabilité. Le diamètre des essieux n'a pas été augmenté, mais est soigneusement vérifié. Enfin, les systèmes de contrôle de vitesse ont été neutralisés ... et remplacés par un Chef de Traction qui veille à la sécurité en cabine de conduite.

Le Centre Audiovisuel de la SNCF l'a équipée de caméras, d'écrans plasma et d'une régie qui permettent aux passagers de la 531 d'apprécier tous les aspects d'une marche d'essai.... et pour un record d'endurance :

Pour la marche record du 26 mai, quelques dispositions complémentaires ont été prises :

- des capteurs ont été installés sur certains organes susceptibles de "chauffer" :
- moteurs, réducteurs, transformateurs ...

Une équipe de techniciens de l'Ingénierie du Matériel vérifie en permanence les paramètres électriques et le comportement mécanique de la rame. Enfin, des dépanneurs sont présents à bord afin de réinitialiser certains organes qui pourraient se mettre hors service, la performance nécessitant toute la puissance disponible, alors qu'en service normal, même en cas d'isolement d'un ou deux blocs moteurs sur quatre, le TGV peut continuer normalement sa mission.

Trois répétitions ont été effectuées entre le 13 avril et le 19 mai afin de vérifier l'aptitude de la rame 531 à circuler à haute vitesse en continu sur une longue distance.

Ce trajet record permettra à la SNCF de disposer de connaissances supplémentaires dans le domaine de la grande vitesse sur des longs parcours et d'offrir à ses clients, au quotidien et à 300 km/h, le meilleur du TGV dans les domaines de la sécurité, de la régularité et du confort.

C'est aussi un champ d'exploration qui permet de valider les dispositions à prendre pour réaliser le TGV Est dont la desserte sera assurée, en première étape, par des rames proches des "Réseau" (mais avec motorisation asynchrone) circulant à 320 km/h.

11 caméras, 25 moniteurs vidéo et l'expérience Centre Audiovisuel de la SNCF pour suivre l'événement «en direct» dans la rame TGVR.

Pour permettre aux invités de la marche d'endurance exceptionnelle en TGV entre Calais-Frethun et Marseille Saint-Charles de vivre «en direct» cet événement, le Centre Audiovisuel de la SNCF, chargé des productions de films, de photos, d'événementiels et d'annonces numérisées pour l'entreprise a équipé la rame 531 d'une régie vidéo destinée à diffuser, sur les 25 moniteurs à écran plat LCD (cristaux liquides) répartis sur l'ensemble des voitures (sauf la remorque 1 qui est le laboratoire de mesure et la régie vidéo), un programme issu des 11 caméras placées aux meilleurs endroits :

- trois en motrice avant : le défilement avant, l'intérieur de la cabine et le défilement avant vu de l'extérieur de la cabine à un mètre de la voie,
- deux en motrice arrière : le défilement arrière et une vue latérale extérieure de la rame,

- quatre en remorque 1 : deux pour l'intérieur du laboratoire, une pour la surveillance du pantographe et une mobile pour filmer des détails du travail effectué dans le laboratoire ou plus simplement des paysages spécifiques des régions traversées.
- deux caméras en remorque 2 sur le plateau d'interview.

En plus de ces caméras, un magnétoscope lecteur, un convertisseur diapo/vidéo ainsi qu'un incrustateur permet d'afficher le compteur distance / vitesse issu d'un ordinateur de l'Agence d'Essai Ferroviaire. L'arrivée à Marseille a été diffusée en direct à la télévision au journal de 13h00.

Pour faire fonctionner l'ensemble, il aura fallu tirer environ mille mètres de câbles vidéo, 600 mètres de câbles audio et autant de câbles secteur, faire réaliser des supports spéciaux pour les moniteurs, installer cinq CVS (convertisseurs statiques) qui transforment la tension batterie de la rame en tension secteur utilisable par les appareils, sans coupure, et prendre un peu de courant sur un groupe électrogène. Cette installation a été mise en place depuis le début du mois de janvier 2001 (premiers essais sur la ligne TGV Méditerranée) dans une configuration plus simple après avoir résolu les problèmes techniques dus aux phénomènes d'induction induits par les courants de traction sur la caténaire et la ligne haute tension posée sur le toit de la rame qui se caractérisent par une ronflette son intense et des zébrures sur la vidéo.

La rame 531 sera déséquippée dès le 8 juin et remise en service commercial pour assurer la desserte TGV Méditerranée.

En 2007, la rame 531 est démantelée. Son tronçon de 8 remorques, encadré par des motrices neuves constituera la nouvelle rame POS n° 4418. Ses motrices encadreront le tronçon de la rame 4509 et formeront la nouvelle rame 553

Au-delà de la performance technologique et humaine, le TGV Méditerranée a été pensé et conçu pour être une vraie réussite commerciale. Il illustre parfaitement la politique de volume affichée par l'entreprise avec « un train plus simple et moins cher ».

Au-delà de la performance technologique et humaine, le TGV Méditerranée a été pensé et conçu pour être une vraie réussite commerciale. Il illustre parfaitement la politique de volume affichée par l'entreprise depuis 3 ans avec « un train plus simple et moins cher ».

La première relation commerciale entre Paris et Marseille le 10 juin 2001, va faire du grand Sud-Est, qui compte un quart de la population française, une terre accessible et irriguée et un vrai vivier économique européen. Car il ne s'agit pas de relier simplement 2 villes entre elles, mais de créer un réseau sur 70 villes, modifiant ainsi profondément la géographie nationale des transports.

