

## Débat public de l'Interconnexion Sud

### Note de synthèse : La capacité des lignes ferroviaires

Un atelier technique a été organisé dans le cadre du débat public par la Commission Particulière du Débat Public (CPDP) pour permettre aux acteurs de confronter leurs arguments sur une question ardue, mais essentielle à la bonne compréhension des enjeux du projet proposé par RFF. Pour éclairer le débat, la CPDP a demandé à un expert indépendant de RFF et de la SNCF de participer aux échanges. **Luigi Stähli** est expert en optimisation des systèmes ferroviaires. Il travaille pour la société suisse d'ingénierie SMA et associés SA. Les avis d'expert qu'il émet dans cette note sont appuyés sur le regard technique qu'il porte sur les propositions avancées par les uns et les autres. Ils n'engagent en aucune manière la CPDP.

L'objectif de la présente note est de fournir à l'ensemble des participants au débat public un document synthétique et accessible à tous, apportant les informations nécessaires pour que chacun puisse comprendre les enjeux du projet en termes de capacité ferroviaire, en soulignant les points sur lesquels un large accord semble se faire entre les participants et les points sur lesquels, au contraire, des désaccords voient le jour. Cette note de synthèse a été soumise, avant sa diffusion à tous, à l'ensemble des participants à l'atelier technique qui ont pu y apporter leur contribution.

Cette note de synthèse présente d'abord quelques définitions et notions de base nécessaires pour comprendre comment est organisée la circulation des trains sur une ligne ferroviaire. Dans un deuxième temps, elle aborde la question spécifique de la capacité sur les lignes ferroviaires à grande vitesse (LGV) concernées par le projet « interconnexion sud LGV ». Une troisième partie expose la problématique de la capacité relativement à la ligne existante entre Massy et Valenton. La quatrième partie traite des interférences éventuelles, toujours sous l'angle de la capacité, entre le projet de réaménagement de Massy-Valenton et le projet d'interconnexion Sud des LGV. Enfin, une dernière section évoque des alternatives différentes de celles proposées par RFF.

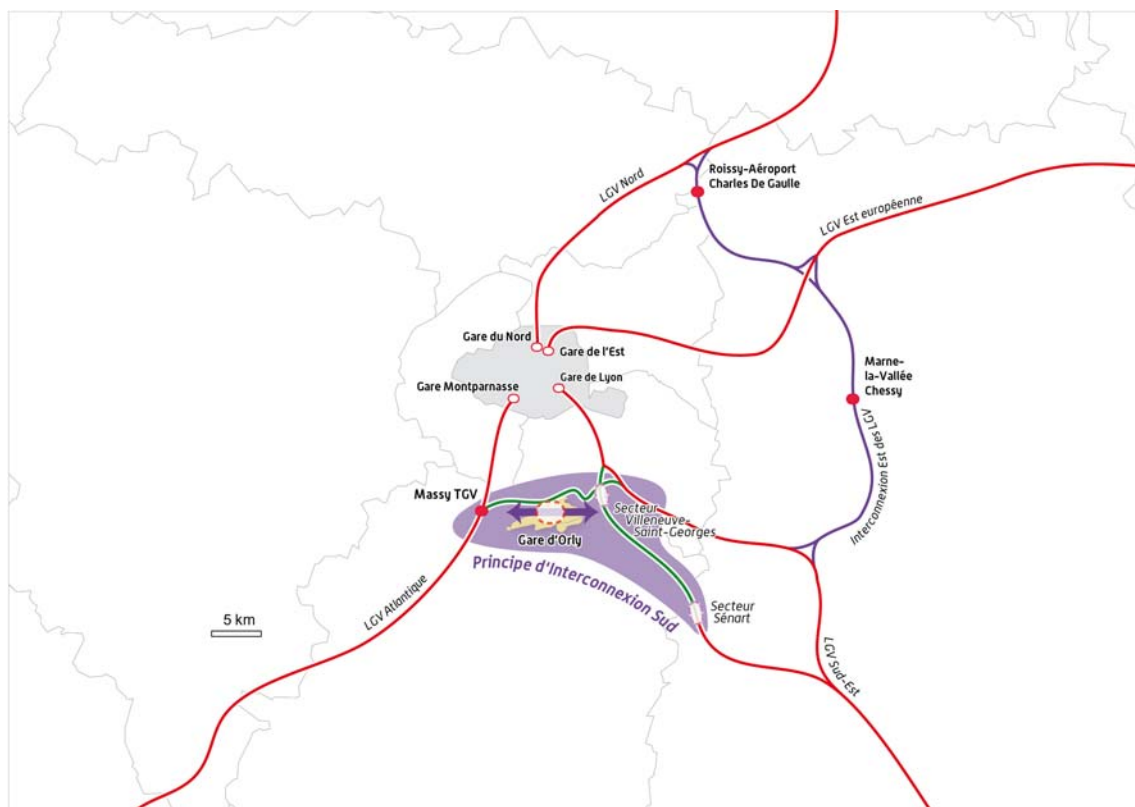


Figure 1: carte de principe du projet d'Interconnexion Sud des LGV en Ile de France dans le réseau grande vitesse régional, source : synthèse du dossier support de RFF.

### Quelques définitions et notions générales

- **TGV intersecteurs et radiaux**

Les **TGV intersecteurs** désignent les TGV circulant de province à province, sans point de départ ou d'arrivée dans une gare parisienne, mais pouvant desservir des gares franciliennes. Les TGV circulant entre Nantes et Lille, en passant par les gares de Massy TGV, Marne-la-Vallée et Roissy TGV, sont des trains intersecteurs.

Les **TGV radiaux** circulent entre une gare parisienne et une gare de province. Les TGV partant ou arrivant dans les gares Paris-Montparnasse, Paris-gare de Lyon, Paris-gare de l'Est ou Paris-gare du Nord sont des TGV radiaux.

- **La notion de « sillon ferroviaire »**

Un « sillon », dans le vocabulaire de l'exploitation ferroviaire, représente un créneau horaire réservé pour la circulation d'un train sur une voie, c'est une portion de voie, libre de tout obstacle (un autre train), qui se déplace le long de la voie en fonction de la vitesse et des arrêts éventuels prévus pour le train et des règles de sécurité. Les sillons sont programmés à l'avance sur l'ensemble du réseau ferroviaire par le gestionnaire de l'infrastructure ferroviaire (en France, il s'agit de RFF). Lorsqu'un opérateur de services ferroviaires (par exemple la SNCF), veut faire circuler un train, il doit acheter le sillon correspondant à RFF moyennant le versement d'un péage.

Dans l'exemple suivant, le trajet d'un TGV provenant de Paris Gare de Lyon en direction de Lyon Part Dieu (figure 2, parcours en bleu) est représenté dans le graphique en tenant compte de la vitesse d'avancement du train sur sa voie de circulation.

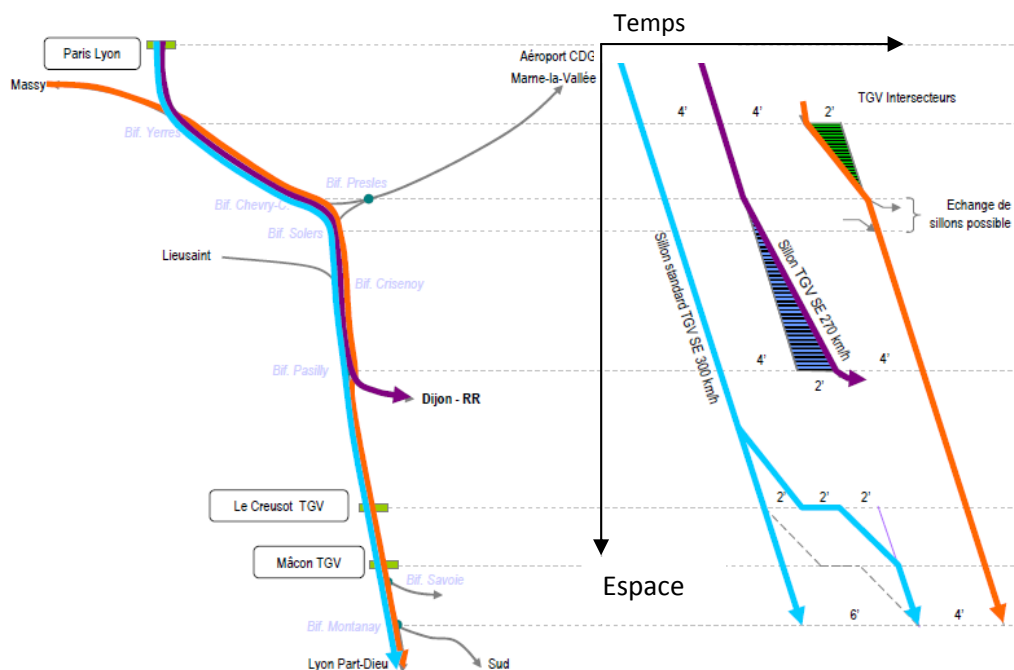


Figure 2: Exemple de tracé de sillon, source : présentation de RFF.

Dans cet exemple, la possibilité pour ce TGV de marquer un arrêt dans la gare intermédiaire du Creusot-TGV est également figurée avec le ralentissement du train, puis son temps d'arrêt et le délai d'accélération. On visualise qu'un arrêt de 2 minutes occupe en réalité la ligne pendant 6 minutes.

Le tracé violet figure le sillon d'un TGV Paris-Dijon qui peut venir occuper la ligne 4 minutes après le précédent. Cet espacement tient compte des performances du système actuel de signalisation (les informations concernant l'occupation de la voie sont transmises au conducteur du train soit visuellement grâce à des signaux implantés en bordure de la voie, soit sur un écran en cabine pour les TGV circulant à grande vitesse) et de la capacité de freinage des trains. Ce train « violet » n'est pas gêné par l'éventuel arrêt au Creusot du train qui le précède car il quitte la ligne Paris-Lyon en amont de cette gare, à la hauteur de la bifurcation de Passigny qui permet de rejoindre Dijon.

Le sillon d'un TGV « intersecteurs » est également figuré en orange, avec son insertion sur la ligne Paris-Lyon à la hauteur de Valentigney puis son accélération.

- **La capacité**

La capacité d'une ligne ferroviaire correspond en première approche au nombre de sillons disponibles sur celle-ci. Elle dépend de plusieurs facteurs physiques parmi lesquels, d'une part, les caractéristiques de la ligne elle-même et, d'autre part, les caractéristiques du matériel roulant. Si l'on prend le cas simple d'une ligne ferroviaire composée de 2 voies dédiées chacune à un sens de circulation, les trains circulant dans un sens se suivent sur la même voie, mais ne doivent pas se rattraper, même en cas d'arrêt intempestif de l'un d'entre eux. Dans le cas habituel, la voie est découpée en « cantons », c'est-à-dire en portions mesurant au minimum environ 0,5 km et pouvant aller jusqu'à plusieurs kilomètres. Le principe est d'empêcher 2 trains d'être présents sur le même canton au même moment.

On va décrire un système simplifié de signalisation pour en comprendre le principe. Dans la réalité, les systèmes de signalisation sont plus complexes.

L'entrée dans chaque canton est marquée par 1 feu de signalisation. Le feu qui marque l'entrée dans un canton peut donc être rouge, orange ou vert. Il indique l'état d'occupation du canton qui suit le signal. Si un train en circulation rencontre un signal rouge, cela signifie qu'un autre train est présent sur la portion de voie qui suit immédiatement le signal et que le train doit s'arrêter avant de franchir le signal (un système automatique assure l'arrêt du train en cas de dépassement d'un feu rouge d'arrêt). Si le train rencontre un feu orange, cela signifie que le canton suivant est libre, mais que le feu suivant est rouge, et donc que le canton d'après est occupé : le train doit alors ralentir pour se mettre en capacité de s'arrêter au prochain signal, au cas où celui-ci serait encore rouge au moment où il l'atteint. Si le signal est vert, les 2 cantons suivant sont libres et le train peut circuler librement. La commande de la couleur des feux et l'activation des dispositifs de sécurité associés sont gérées de façon automatique par un système appelé « bloc automatique lumineux » (BAL).

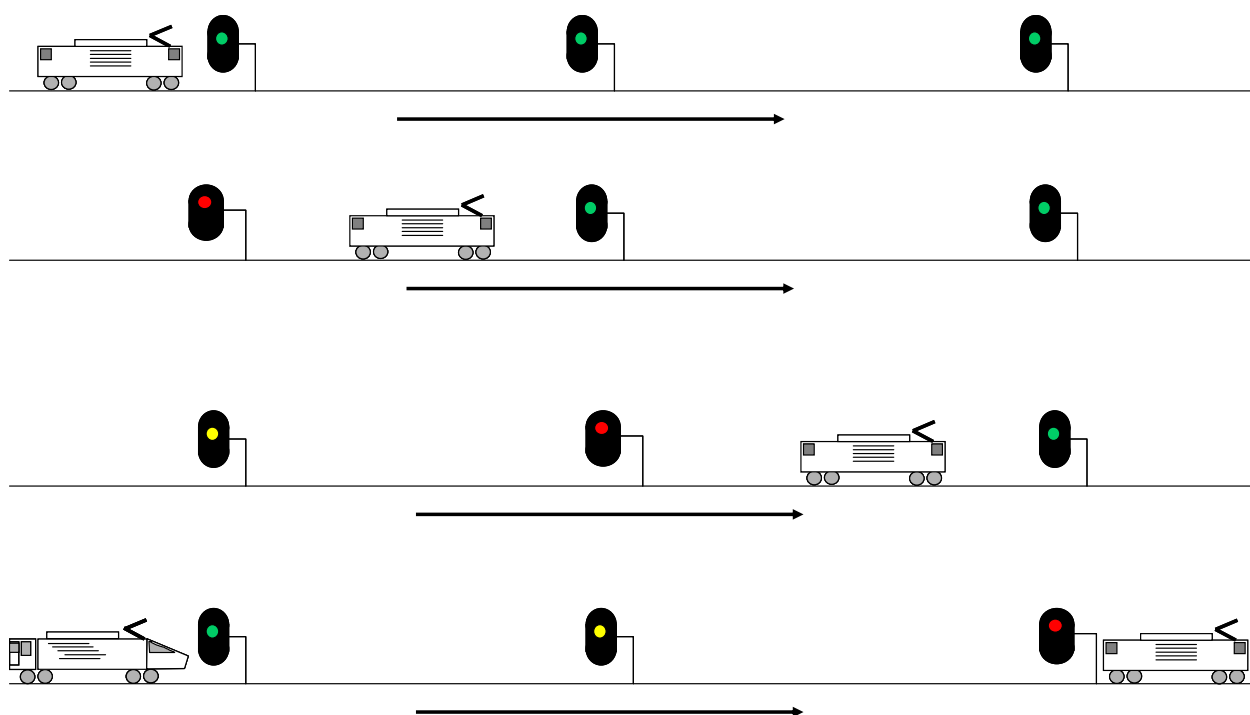


Figure 3: Espacement des trains sur une voie équipée de block automatique lumineux

- **L'influence des caractéristiques techniques de la voie et du train sur la capacité**

En suivant ce principe, on comprend que l'espacement entre 2 trains successifs dépend de la longueur des cantons puisque chaque train doit, pour que les trains ne soient pas contraints de ralentir, être séparé du précédent par au moins deux cantons libres afin de ne rencontrer que des signaux au vert. Si chaque canton mesure 5 km, on peut avoir en théorie un train venant de quitter le canton 0-5km, un deuxième canton libre entre 5 et 10km, et à nouveau un train sur le canton 10-15km, donc au maximum un train environ tous les 10km au mieux (longueur de deux cantons augmentée de la longueur du premier train et de la distance de visibilité du signal par le deuxième train). Si la voie est découpée en canton de 3km, autre exemple, l'espacement minimal théorique des trains se réduit au mieux à environ 6km et un nombre plus important de train peuvent circuler sur le même tronçon. On comprend donc que les caractéristiques de l'équipement de signalisation d'une

voie déterminent en partie sa capacité : en réduisant la longueur des cantons et en augmentant le nombre de feux de signalisation, on peut augmenter la capacité d'une voie ferrée.

Evidemment, si la voie de circulation que nous avons envisagée en coupe une autre, la signalisation se complexifie pour éviter toutes les situations où 2 trains pourraient se trouver en conflit sur le même tronçon. De ce fait, les contraintes de circulation de chacune des voies se répercutent sur l'autre et la capacité de chaque voie peut diminuer. Cette seconde situation illustre comment le tracé des voies peut influencer sur la capacité.

L'influence des caractéristiques du matériel roulant tient essentiellement à la capacité de freinage des trains en circulation. En effet, si l'on reprend notre voie ferroviaire parcourue par des trains circulant dans le même sens, on conçoit que la longueur d'un canton doit permettre à tous les trains lancés à pleine vitesse de freiner lorsqu'ils rencontrent un feu orange puis de s'arrêter avant le feu suivant dans le cas où il serait rouge. Tous les trains doivent donc être en mesure de s'arrêter sur la longueur représentée par un canton. La longueur des cantons ne peut donc pas être réduite sans contrainte afin d'augmenter la capacité. Pour prendre la mesure de ce problème, il faut savoir que la distance de freinage d'un train est beaucoup plus longue que celle d'une voiture ou d'un camion (car les roues en acier d'un train adhèrent beaucoup moins sur le rail, en acier également, que les pneus sur le bitume). Il faut aussi considérer que la signalisation est fixe le long de la voie et doit donc répondre à toutes les situations qui peuvent se présenter en évitant les possibilités d'accident : ce sont donc les plus mauvaises performances de freinage (le « plus mauvais » train en incluant les avaries qui ne peuvent être évitées) qui vont déterminer la longueur minimale des cantons et donc la capacité de la ligne.

Ces contraintes de distance de freinage conduisent, pour la circulation de trains à des vitesses élevées, à augmenter le nombre de cantons séparant deux trains plutôt que la taille de ces cantons. Ainsi, sur les lignes à grande vitesse Sud-Est et Atlantique (équipées du système de signalisation spécifique appelé « TVM300 »), le nombre de cantons minimum entre deux TGV est de 7 à 300km/h, vitesse à laquelle la distance d'arrêt est de 8km.

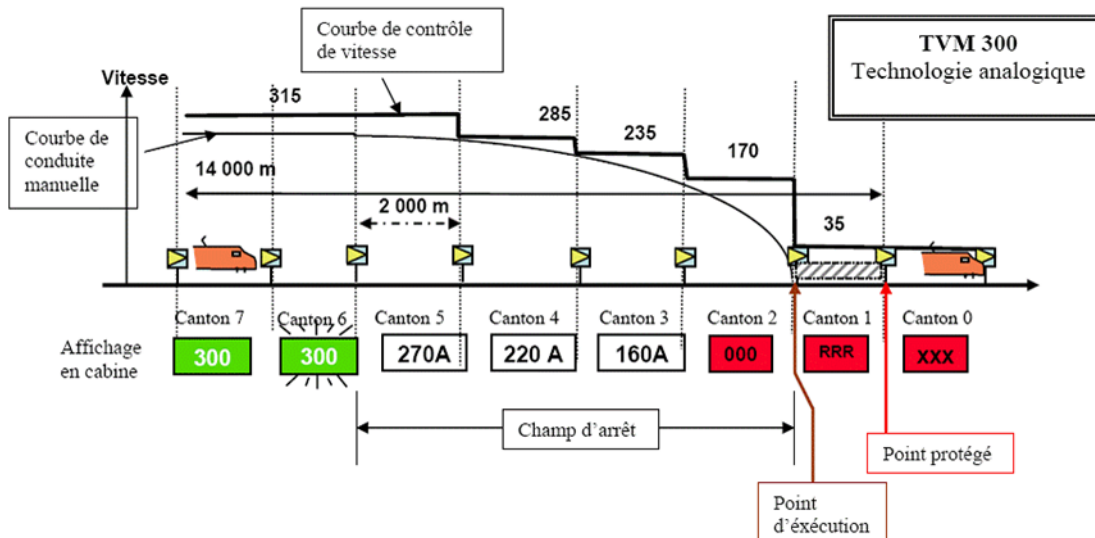


Figure 4: la signalisation TVM 300

- **Les services ferroviaires supportés par une voie ferrée : un facteur déterminant de sa capacité**

Mais au-delà des caractéristiques physiques de la voie et des trains, d'autres facteurs, qui tiennent au parcours réel des trains, modifient également la capacité d'une voie ferrée. Le premier de ces facteurs est la vitesse car, évidemment, plus un train circule vite, plus sa distance de freinage sera longue. Mais dans le même temps, un train plus rapide occupe chaque canton pendant un intervalle de temps moins long. La vitesse a donc un premier effet, défavorable à la capacité, d'allongement de la longueur des cantons, mais un second, favorable à la capacité en accélérant la libération de la voie. Ces 2 effets semblent alors se compenser au moins partiellement.

Dans la réalité, ce n'est pas toujours le cas. Pour le comprendre, supposons que sur notre voie ferrée, ne circulent dans une première hypothèse, que des trains de même vitesse et de même capacité de freinage. On peut, alors optimiser la longueur des cantons, et donc la capacité de la voie en fonction de ces caractéristiques homogènes des trains. Considérons maintenant une seconde hypothèse dans laquelle on prévoit sur la même ligne, de faire circuler un train supplémentaire plus rapide que les précédents. Ce train plus rapide obligerait à allonger la longueur des cantons. Mais comme, dans notre hypothèse, tous les autres trains continuent à circuler à vitesse lente, cet allongement n'est pas compensé par le raccourcissement du délai de parcours de chaque canton. Au final, la diversité des vitesses de circulation des trains que l'on doit prendre en compte sur beaucoup de lignes ferroviaires vient dégrader la capacité totale que l'on pourrait prévoir sur cette voie (en cumulant les contraintes de la distance de freinage des trains rapides et du délai de parcours des trains lents). Pour bien comprendre cette contrainte, il faut se représenter la modification de la signalisation comme une opération lourde, impliquant des travaux longs et très onéreux. Une telle opération n'est donc effectuée que rarement et la longueur des cantons est souvent définie pour plusieurs dizaines d'année.

Dans ces conditions, il est important d'analyser la capacité d'une ligne ferroviaire en considérant dans un premier temps que la longueur des cantons est déjà définie. Le schéma suivant (figure 5) illustre les « sillons » (la notion de sillon a été définie au début de la note) qu'il est possible de définir sur une voie sur laquelle circuleraient des trains de vitesses identiques. **E**

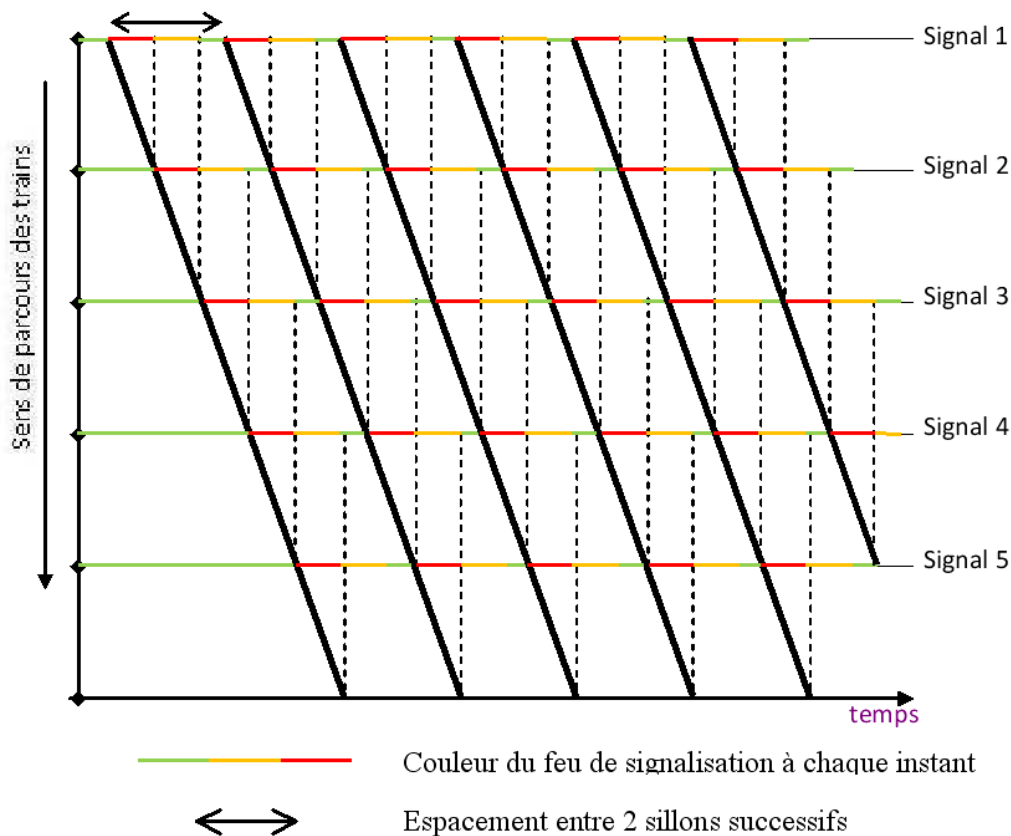


Figure 5: des sillons homogènes

Le second schéma, la figure 6 ci-dessous, illustre également une situation de trains homogènes, circulant tous à la même vitesse. La différence est qu'ils circulent, dans ce deuxième exemple, plus lentement que dans le premier. C'est ce que reproduit le tracé des sillons plus incliné que dans le schéma précédent. On visualise que des trains plus lents ne peuvent se succéder qu'à une fréquence moins élevée que celle que l'on pouvait atteindre avec des trains rapides, en raison d'un délai de libération des cantons plus important.

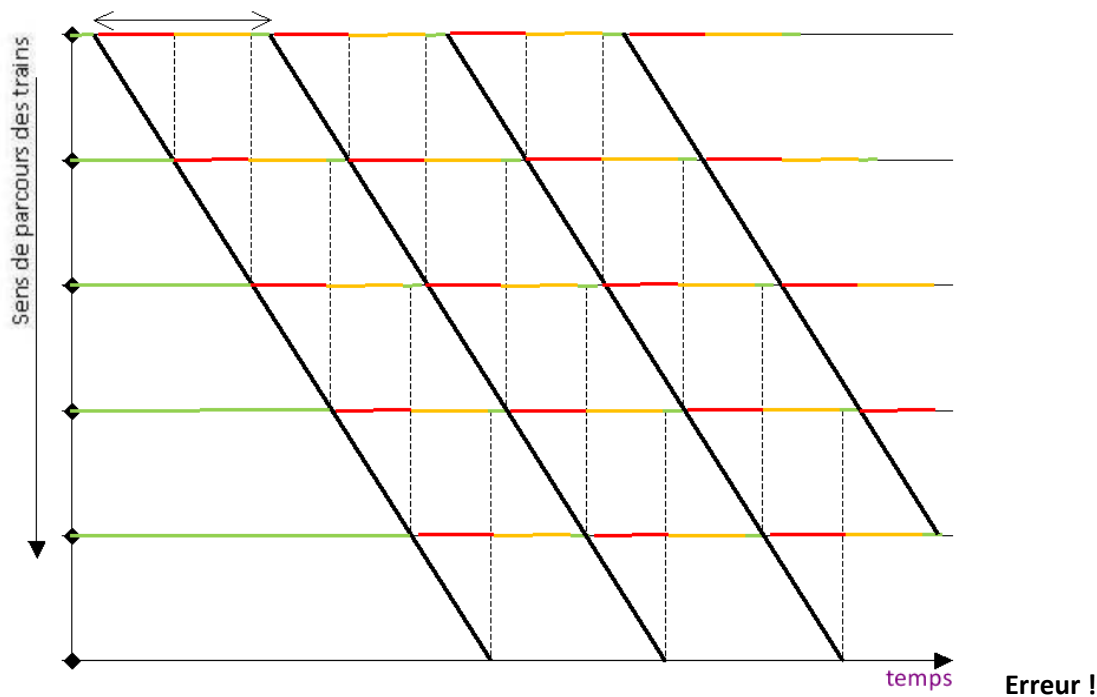


Figure 6: des sillons homogènes de trains moins rapides

Mais le troisième graphique (figure 7) montre que dans le cas où l'on alterne des trains rapides et des trains lents sur la même voie, l'espacement entre les trains est beaucoup plus important afin d'éviter que les trains rapides ne rattrapent les trains lents. Plus le différentiel de vitesse est important, plus la capacité est dégradée. L'effet est le même en cas d'arrêt d'un train sur la voie pour desservir une gare.

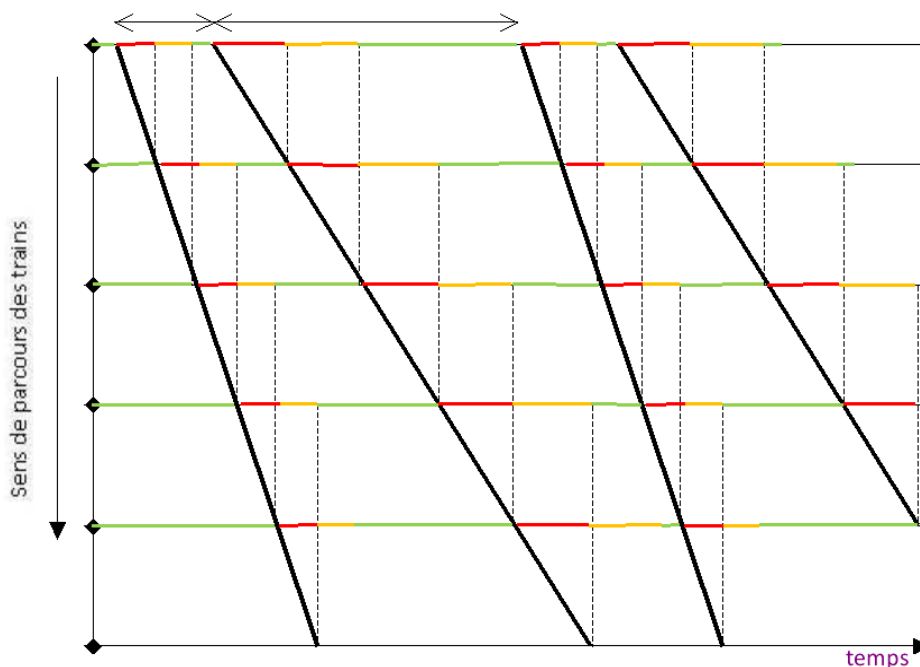


Figure 7: des sillons hétérogènes (trains rapides et lents)



La capacité d'une voie ferrée est donc également fortement influencée par les caractéristiques des services ferroviaires qu'elle est amenée à supporter.

## Lignes Grande Vitesse

- **Capacité des LGV**

Actuellement, compte tenu de la technologie de signalisation dont sont équipées les LGV Paris-Lyon et Atlantique (Paris-Tours/Paris-Le Mans), dénommée TVM300, la capacité théorique de ces lignes est de 15 sillons par heure et par sens avec une séparation de quatre minutes entre chaque train. En pratique, la capacité est de 12 sillons, exceptionnellement 13 à de rares moments de la journée sur la LGV Sud-est. En effet, il faut prendre en compte l'intégration des trains sur les voies, la vitesse de démarrage des trains, mais aussi réserver des sillons libres pour assurer la circulation de trains qui seraient retardés.

Avec la nouvelle signalisation européenne, appelée ERTMS, qui sera installée sur les LGV sud-est et Atlantique à l'horizon 2020, la durée entre le passage de chaque train passera à 3 minutes. Par conséquent, la nouvelle capacité théorique d'une ligne devient 20 sillons par sens et par heure. Pour les mêmes raisons que précédemment, la capacité réelle sera de 15 TGV.

Tout le monde s'accorde à dire que dans le projet d'interconnexion Sud, la capacité maximale sera de 15 TGV par heure et par sens (très exceptionnellement 16) pour les LGV radiales Sud-Est et Atlantique. C'est sur cette hypothèse que RFF a étudié le projet.

Le schéma suivant illustre le principe d'organisation des sillons correspondant, qui permet d'avoir 4 ou 5 sillons libres (« sillons de respiration ») par heure et par sens.

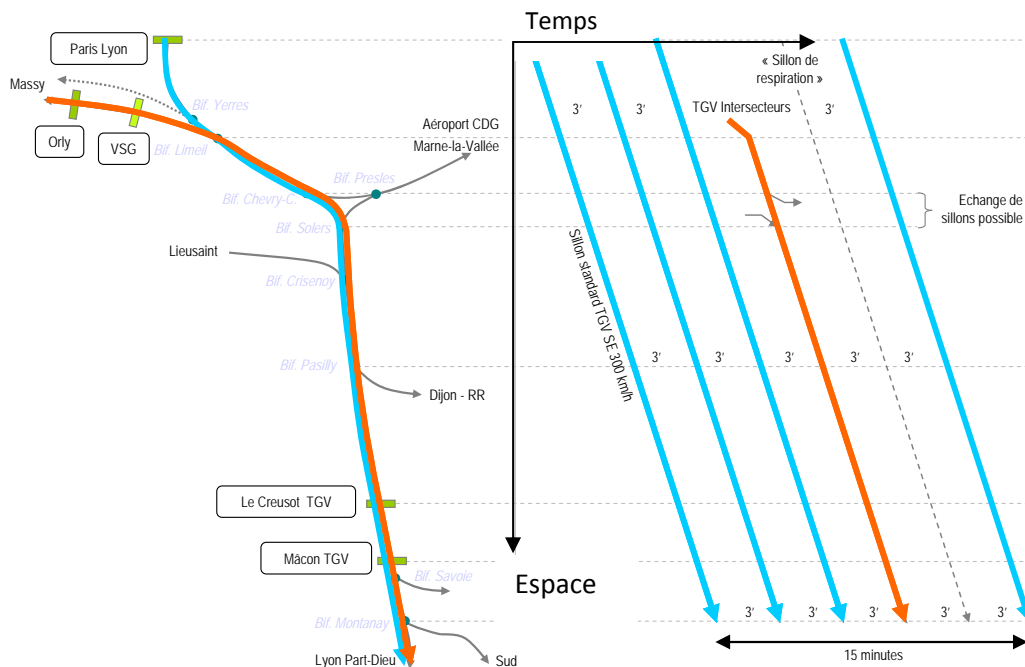


Figure 8 : Exemple de tracé de sillons sur la LGV Sud-Est à l'horizon de l'Interconnexion Sud, source : présentation de RFF.

- En plus de la signalisation, d'autres améliorations techniques pourraient-elles, à l'avenir, influencer sur l'augmentation de la capacité ?

A la vitesse de 300 km/heure, il n'est pas possible d'aller en dessous de 3 minutes entre chaque train pour des raisons de distance de freinage. Par contre, **Luigi Stähli** précise qu'il est envisageable de faire circuler davantage de trains en réduisant leur vitesse. En effet, en diminuant la vitesse de conduite, la distance de sécurité se réduit.

**RFF** indique ne pas prévoir de réduire la vitesse des TGV et ne prend pas en compte cette possibilité dans la capacité prévisionnelle du projet. En effet, une réduction de vitesse sur l'ensemble de la LGV Sud-Est aurait un impact inacceptable sur le temps de parcours, tandis qu'une réduction sur un court tronçon tel que Valenton-Coubert, qui pourrait être envisageable, ne permettrait pas d'augmenter en pratique la capacité de ce tronçon. Cela est dû au fait que, ce tronçon étant situé dans le prolongement du reste de la ligne, il devrait conserver une structure de sillons identique, même si l'espacement entre les trains pourrait théoriquement y être plus réduit. La seule possibilité pour y faire circuler plus de trains serait donc d'utiliser sur ce tronçon les « sillons de respiration », mais cela ferait alors obstacle à leur utilisation sur le reste de la ligne et ne permettrait donc pas d'avoir une robustesse suffisante.

Le schéma suivant montre comment un train supplémentaire sur le tronçon Valenton-Coubert entrerait en conflit avec un TGV retardé qui utiliserait un « sillon de respiration » à la suite d'un incident.

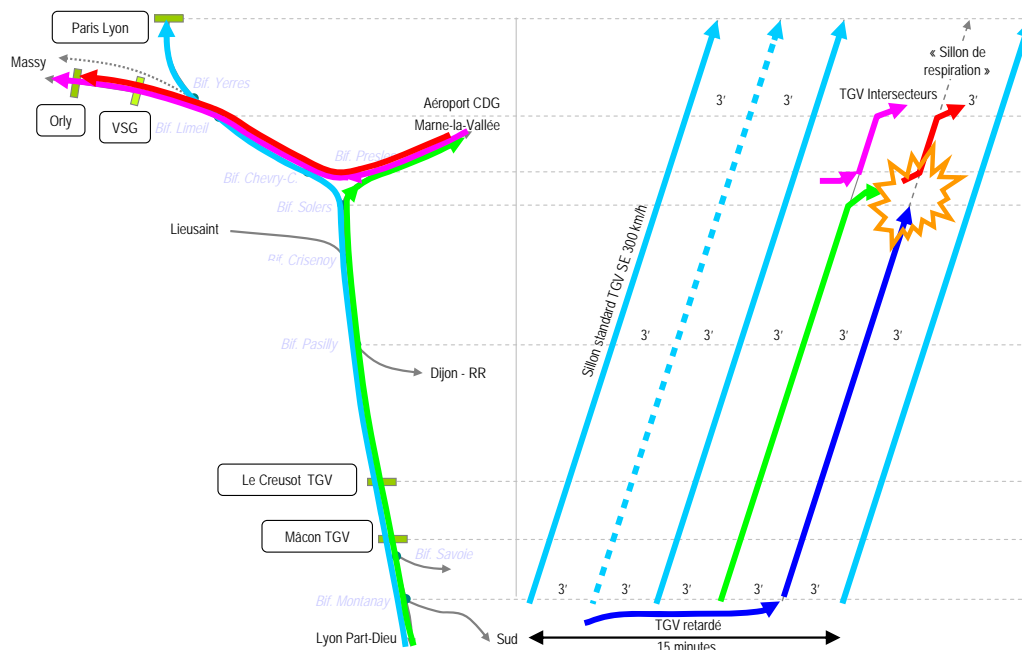


Figure 9 : Illustration du conflit que créerait l'ajout de sillons sur Valenton-Coubert, source : RFF.

- **Répartition des sillons entre TGV intersecteurs et radiaux**

En 2012, avec la généralisation du cadencement sur le réseau à grande vitesse, 13 TGV au maximum par heure et par sens pourront circuler sur la LGV Sud Est. RFF partagera cette capacité entre les dessertes radiales (provenant ou allant jusqu'à la gare de Lyon), à qui 11 possibilités de circulation par heure seront réservées, et les dessertes intersecteurs qui occuperont au maximum 2 sillons par heure (figure 10). Sur la LGV Atlantique, limitée à 12 circulations au total par heure et par sens, on retrouvera au sud de Massy ces 2 sillons dévolus aux TGV intersecteurs s'ajoutant à un maximum de 10 circulations radiales (les TGV au départ ou à l'arrivée à Paris-Montparnasse).

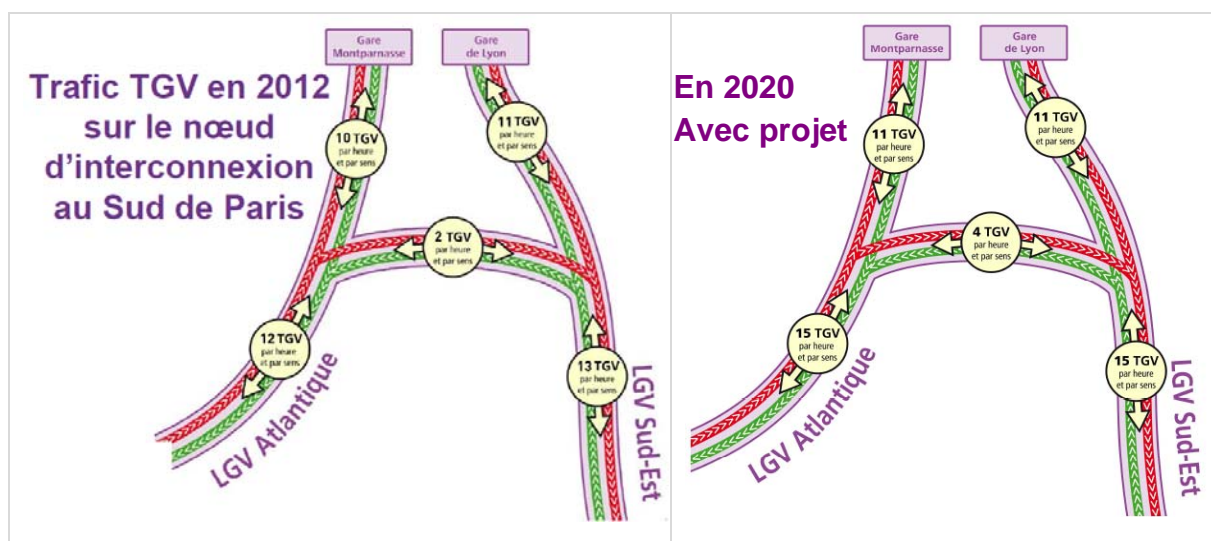


Figure 10: Répartition des TGV intersecteurs et radiaux (nombre de trains par heure et par sens), sans et avec ERTMS et le projet d'interconnexion sud, proposé par RFF.

Avec la réalisation de l'interconnexion sud et l'installation de la nouvelle signalisation ERTMS, RFF prévoit que sur les 15 TGV de la LGV Sud Est ou Atlantique, 4 trains soient des intersecteurs et 11 des radiaux. La SNCF s'accorde sur ces proportions qui lui semblent répondre aux besoins.

Entre la mise en service de l'ERTMS sur les radiales Atlantique et Sud-Est à l'horizon 2020 et la mise en service éventuelle de l'interconnexion Sud que RFF annonce pour la période 2020-2025 au plus tôt, les limites de capacité de la ligne Massy-Valenton (qui seront traitées plus loin dans ce document) restreignent le nombre de TGV intersecteurs à 3/h.

- Cette répartition entre TGV radiaux et TGV intersecteurs pourrait-elle évoluer ?

Avec le projet d'interconnexion sud, une nouvelle demande va se créer autour des nouvelles gares en Ile-de-France. Dans ce cadre, l'idée est avancée d'organiser un système de TGV ayant pour origine une gare francilienne (ne partant donc pas de Paris, mais des gares TGV d'Orly ou de Roissy par exemple). Pour **Rémy Pradier**, représentant de l'association **SADUR** (défense des usagers du RER D), une évolution dans le sens d'une augmentation des TGV intersecteurs ou ayant pour origine une gare TGV francilienne, présenterait en outre l'avantage de contribuer à désengorger les gares parisiennes.

Il faut cependant souligner que le choix de créer de nouveaux services ferroviaires revient d'abord aux exploitants (et éventuellement pour les services régionaux, aux collectivités locales dans le cadre de leur rôle d'autorité organisatrice des transports). A cet égard, l'attractivité du positionnement des

nouvelles gares est un élément déterminant. La création de nouveaux TGV « pseudo-radiaux » entre l’Île-de-France et les régions de province devra néanmoins s’opérer dans le cadre des contraintes de capacité du réseau qui restent fortes dans le sud de l’Île-de-France et sur les LGV radiales.

En second lieu, ces TGV circulant entre les gares franciliennes et les régions de province existent déjà : ce sont les TGV intersecteurs dont la clientèle est à 40% composée de voyageurs montant ou descendant en Île-de-France. L’accroissement prévu de cette clientèle est un élément majeur d’explication de l’augmentation du nombre de TGV intersecteurs. C’est *in fine* une des justifications importantes du projet.

Cela étant, on peut constater que les horaires des TGV intersecteurs peuvent, à certains moments apparaître comme mal adaptés aux besoins de la clientèle des gares franciliennes. C’est en particulier le cas aujourd’hui pour la desserte de Roissy tôt le matin ou tard le soir alors que les besoins, concernant des correspondances aériennes nocturnes existent. Ces désajustements résultent pour partie de la prolongation des trains intersecteurs en province puisque pour desservir Roissy à 5h du matin, un TGV devrait partir à 4h de Lille, alors même que le besoin à Lille sur cette tranche horaire est très faible et que les circulations sur la LGV ne sont pas possible pour permettre son entretien. Dès lors, il peut être pertinent d’imaginer que certains TGV intersecteurs puissent avoir leur origine ou leur terminus dans une gare francilienne.

Ce principe nécessite que les gares d’interconnexion concernées possèdent suffisamment de voies à quai permettant d’accueillir les trains à l’origine ou terminus (qui stationnent plus longtemps que les trains de passage). Dans le cas de gares TGV avec un arrêt systématique des trains, 2 voies à quai (une dans chaque sens) permettent d’accueillir un TGV environ toutes les 10 minutes par sens (soit 6 TGV par heure et par sens en considérant un temps de stationnement de 5mn). Avec 4 voies à quai, il est possible d’accueillir de l’ordre de 12 TGV par heure et par sens, soit 6 TGV par heure et par sens + des TGV terminus et origine. Dans le cadre du projet Roissy-Picardie, une modification de la gare Roissy TGV, consistant à passer de 4 à 6 voies à quai, est envisagée. Les gares TGV prévues dans le projet interconnexion sud (Orly + Villeneuve-Saint-Georges ou Lieusaint) sont dimensionnées à 4 voies à quai.

Cependant, **Luigi Stähli** insiste sur l’atout que représente la simplicité des gares TGV franciliennes, ne serait-ce qu’en termes d’économie d’investissement. Il propose, avant de rechercher des solutions coûteuses en équipement, de réfléchir à des solutions d’exploitation différentes. Par exemple : plutôt que de faire démarrer le TGV qui desservirait Roissy à 5h du matin, il peut être judicieux de le préparer et de le faire partir, même sans voyageur, de Gare du Nord, (ou de son dépôt) pour que la desserte de Roissy ne soit qu’un simple passage n’immobilisant pas les voies à quai trop longtemps.

- Les études et les estimations de trafic ont été réalisées notamment à partir de la situation actuelle, c’est-à-dire d’une offre commerciale qui est exclusivement celle de la SNCF. L’ouverture à la concurrence du transport ferroviaire de voyageurs sur le réseau à grande vitesse ne pourrait elle pas engendrer une répartition différente de la demande de sillons entre TGV radiaux et TGV intersecteurs ?

En effet, il est très probable que les éventuels nouveaux opérateurs développeront en priorité une offre radiale plus facile à exploiter et à rentabiliser. Cependant, la capacité d’une ligne est fixée et les sillons sont tracés par le gestionnaire de l’infrastructure, RFF en France, indépendamment de l’exploitant (ou des exploitants) qui fera (feront) circuler des trains. Cette grille constitue un « catalogue de sillons » que RFF propose ensuite aux différents exploitants. Sur chaque itinéraire, le nombre de sillons disponibles est donc déterminé et doit être réparti entre l’ensemble des exploitants qui en font la demande. Si de nouveaux exploitants veulent développer une offre radiale ou une offre de TGV intersecteurs, ils devront le faire dans ce cadre, au détriment, au moins sur

certaines créneaux horaires (les « heures de pointe »), de l'offre de la SNCF. Depuis décembre 2011, une autorité indépendante, l'Autorité de Régulation des Activités Ferroviaires (ARAF), a été instituée par la loi pour veiller à l'égalité de traitement des différents opérateurs.

**Luigi Stähli** précise que non seulement les possibilités de modification du positionnement des sillons intersecteurs, mais aussi celles de répartition entre sillons radiaux et sillons intersecteurs sont limitées par les contraintes d'organisation au niveau du réseau national des sillons optimisés grâce à l'horaire cadencé coordonné. En particulier, les principes de fonctionnement de l'échange des sillons à Coubert (fig. 2 et 15) impliquent que le nombre de sillons intersecteurs soit pair sur la LGV sud-est car il combine les sillons des 2 sens et des 2 demi-heures. De ce fait, les répartitions possibles des sillons entre TGV radiaux et TGV intersecteurs évoluent par palier : avec 15 disponibles sur les LGV équipées de l'ERTMS, les répartitions possibles sont (15 ; 0) ou (13 ; 2) ou (11 ; 4) – celle qui a été retenue – ou (9 ; 6)...

- **Répartition de la demande de sillons dans la journée**

Les graphiques d'utilisation de la LGV Sud-Est (figure 11) montrent que le nombre de trains qui circulent effectivement au cours de la journée est irrégulier. On observe des « heures de pointe » marquées le matin et le soir, légèrement décalées suivant le sens de parcours. Les intersecteurs, en faible pourcentage, ont des heures de pointes plus marquées (10h-12h, 14h-15h, 17h-18h, 19h-21h). On note qu'une interruption de trafic d'une heure environ intervient en milieu de journée, pour faciliter l'entretien.

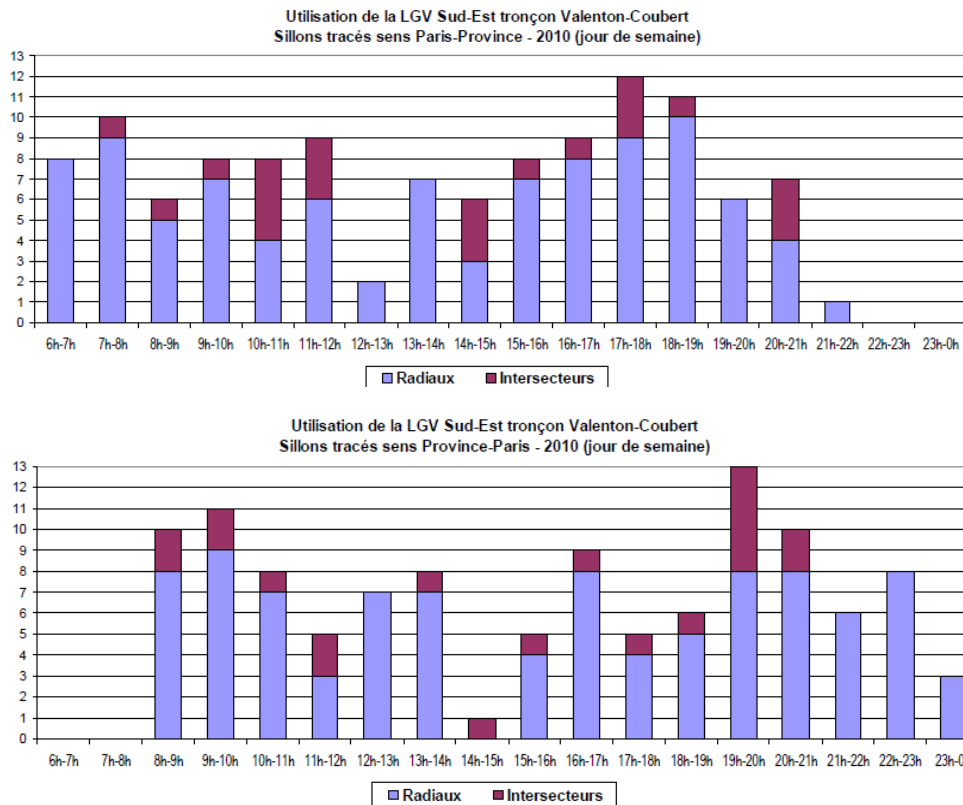


Figure 11: Répartition des sillons sur la LGV Sud Est dans la journée, pour les intersecteurs et radiaux, situation de 2010.

Source: RFF

Le constat est le même face au graphique d'utilisation de la LGV Atlantique (figure 12). Les heures de pointe et la répartition dans la journée sont similaires pour les deux lignes. On notera par ailleurs

que, suivant les heures, un nombre importants de sillons restent disponibles sur les deux lignes, mais en dehors de ces « heures de pointe » qui sont les plus attractives pour l'exploitant commercial (la SNCF) et pour la clientèle.

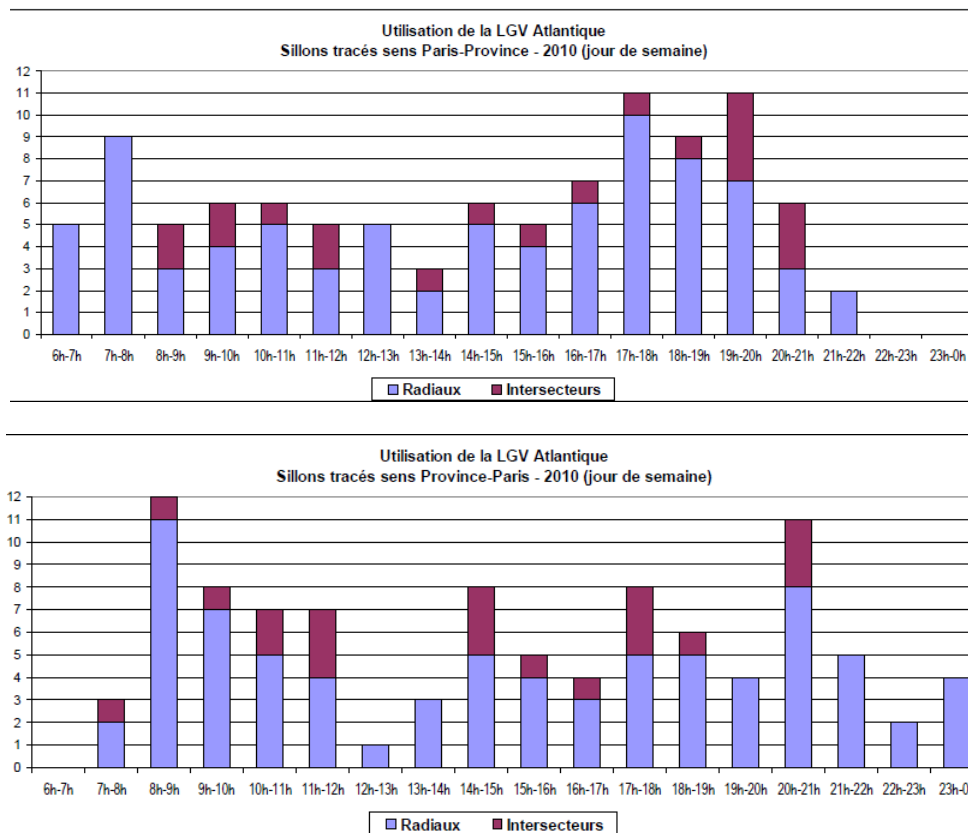


Figure 12: Répartition des sillons sur la LGV Atlantique dans la journée, pour les intersecteurs et radiaux, situation de 2010.  
Source: RFF

Avec le projet d'interconnexion sud, RFF estime que le nombre de TGV intersecteurs augmentera, notamment aux heures de pointe. RFF donne, dans le dossier du maître d'ouvrage, une prévision du nombre de TGV par jour en 2020, soit 86 TGV par jour avec le projet et 74 sans le projet (situation de référence). A titre d'illustration, une répartition indicative des trains dans la journée est donnée dans le graphique prévisionnel suivant (figure 13), avec en bleu les trains relatifs à la situation de référence et en vert ceux qui s'ajoutent aux précédents en situation de projet. Contrairement aux graphiques précédents, celui-ci ne représente que les TGV intersecteurs (en un point quelconque de la ligne d'interconnexion sud, entre la LGV-Atlantique et la LGV sud-est).

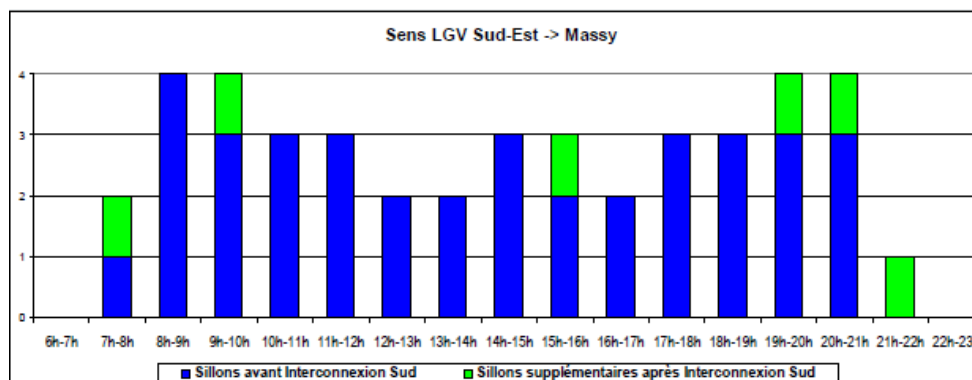


Figure 13 : Hypothèse de répartition dans la journée des sillons intersecteurs, sens LGV Sud Est vers Massy, situation à l'horizon 2020. Source: RFF

D'après ces prévisions, on retrouvera, comme actuellement des heures durant lesquelles des sillons seront disponibles. Cette disponibilité permet d'envisager une croissance ultérieure du nombre de trains puisque le projet, associé au passage à l'ERTMS sur les LGV radiales, rend disponibles 4 sillons TGV par heure et par sens tout au long de la journée.

Si ces sillons sont disponibles, leur utilisation éventuelle dépend d'abord des exploitants de services ferroviaires à grande vitesse. Ce sont eux qui demandent à RFF, en fonction de considérations commerciales (relatives au trafic supplémentaire qu'ils peuvent escompter) et techniques (disponibilité des sillons, rotation du matériel), de leur octroyer contre le versement d'un péage le droit de faire circuler un train en plus sur un sillon disponible. L'utilisation de la capacité offerte par la future interconnexion sud LGV dépend des demandes qui seront adressées à RFF par les exploitants ferroviaires.

- **La circulation des trains inter secteurs et radiaux sur le tronc commun de la LGV Sud Est**

A l'Est du tronçon Massy-Valenton, tous les TGV intersecteurs empruntent sur quelques kilomètres un tronçon de la LGV Sud-Est qu'ils partagent donc avec les TGV radiaux vers Dijon, Lyon et au-delà. Ce tronçon commun relie l'actuelle grande ceinture (Massy-Valenton) à la LGV interconnexion Est en Ile-de-France (qui dessert Marne-la-Vallée Chessy TGV et Roissy TGV). Ce tronçon, entre Valenton et Coubert, aboutit au triangle de Coubert qui distribue le trafic vers Lyon ou vers Marne-la-Vallée (figure 14). Il conditionne la gestion des sillons radiaux sur la LGV Sud-Est et des TGV intersecteurs. Il s'agit du point névralgique du réseau à grande vitesse français autour duquel s'organise la circulation des trains sur l'ensemble des LGV.

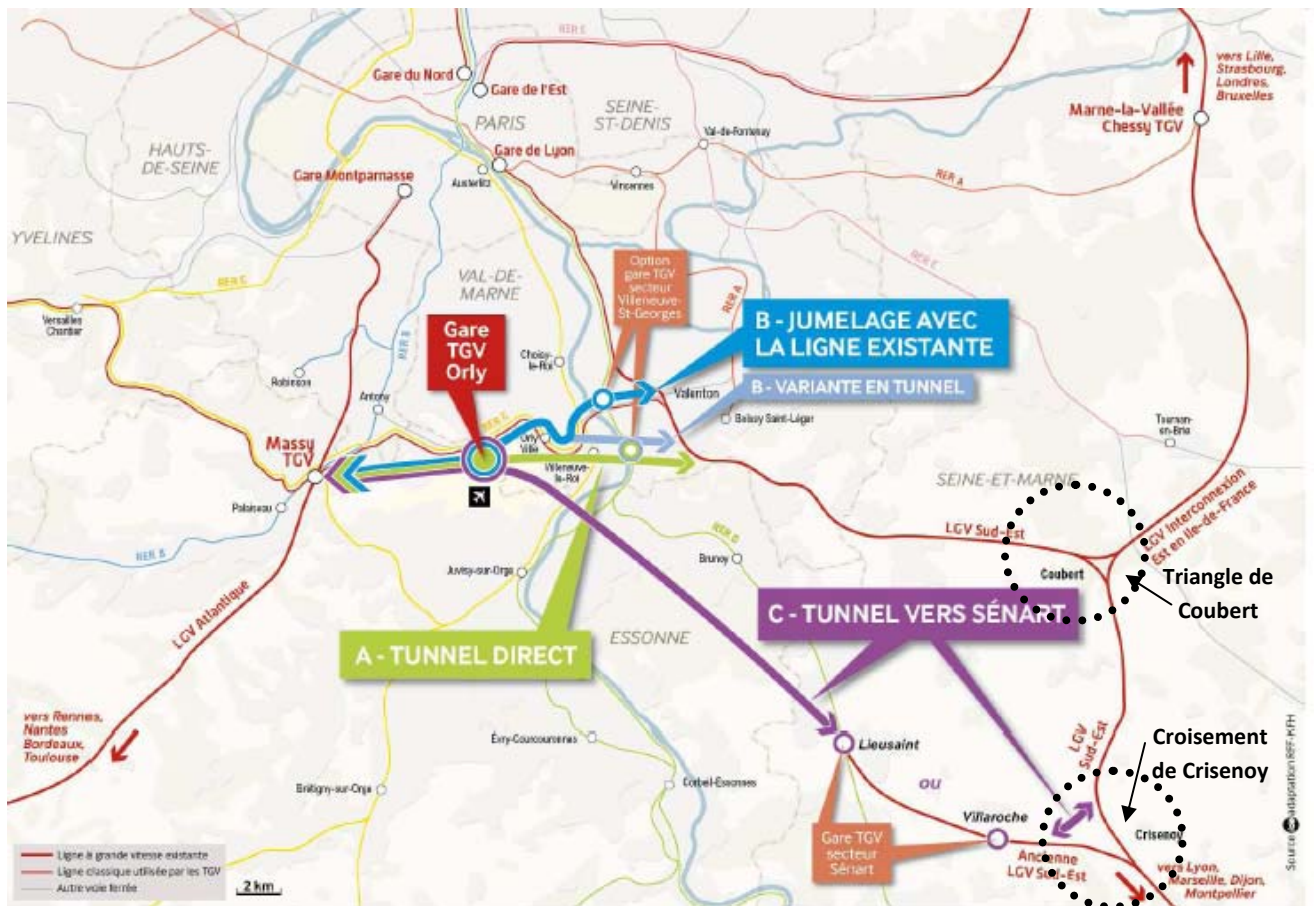


Figure 14: Carte des scénarios de l'interconnexion sud et les zones de rencontre des TGV inter secteurs et radiaux, source RFF.

Actuellement, au niveau de Valenton, un TGV intersecteur provenant de Massy en direction, par exemple, de Lyon Part-Dieu, s'insère entre les circulations des TGV radiaux (reliant la Gare de Lyon à Lyon Part-Dieu, par exemple).

Mais il existe d'autres TGV intersecteurs qui, provenant de la ligne Atlantique (Rennes/Nantes/Bordeaux), poursuivent leur parcours vers la LGV-Est (Strasbourg) ou la LGV-Nord (Lille-Bruxelles). A Valenton, ces trains doivent s'insérer comme les précédents parmi les TGV radiaux en direction de Lyon. Après quelques kilomètres de parcours sur la LGV sud-est, au triangle de Coubert, ils quittent la LGV sud-est pour gagner Marne-la-Vallée sur la ligne d'interconnexion Est.

Ce faisant, ces TGV intersecteurs de l'Atlantique vers le nord-est libèrent la totalité du sillon sur lequel ils auraient circulé s'ils avaient dû rejoindre Lyon. Or, les sillons de la LGV Sud-Est sont très demandés, en particulier aux heures de pointe. Il convient donc de les utiliser au maximum. Dans l'organisation actuelle, on profite donc de ce sillon libéré entre Coubert et Lyon pour insérer un autre sillon pour les TGV intersecteurs venant du Nord en direction de Lyon. La figure 15 illustre ce rendez-vous entre un TGV de l'Atlantique vers le Nord-Est (tracé violet) et un TGV du Nord-Est vers le Sud-Est (tracé vert). Ce principe d'organisation optimise l'utilisation de la LGV Sud-Est à condition que le nombre de TGV de l'Atlantique vers le Nord-Est (tracé violet) et de TGV du Nord-Est vers le Sud-Est soit équilibré.



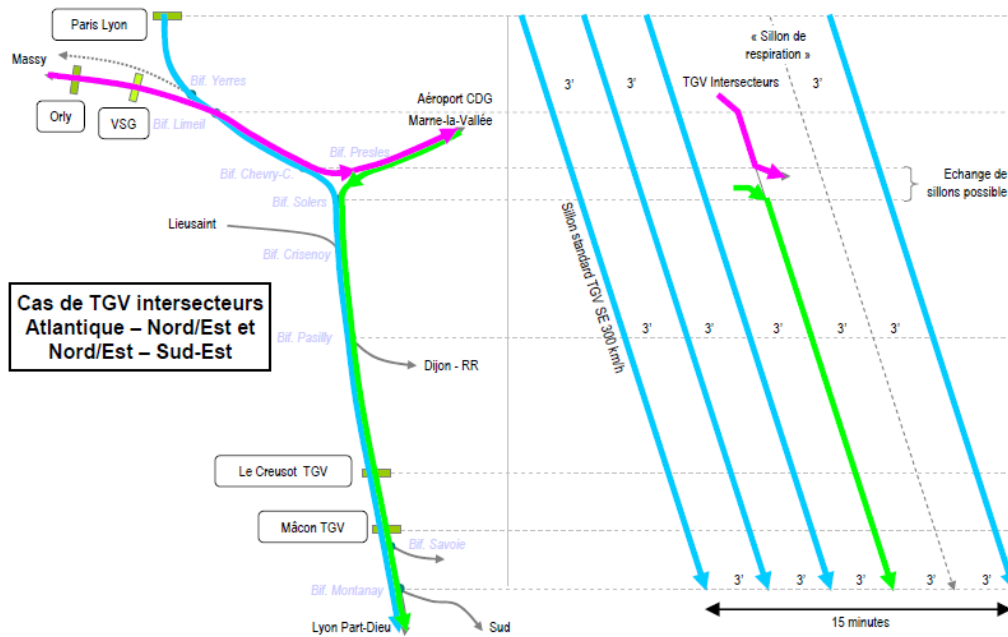


Figure 15: Triangle de Coubert : échange de sillons entre deux TGV intersecteurs sur la LGV Sud Est, en 2020 dans le scénario A ou B, source RFF

- N'existe-t-il pas d'autres itinéraires qui pourraient éviter à certains TGV intersecteurs de charger le tronçon Valenton-Coubert ?

**M. Yves Boutry**, de la **FNAUT-IDF** (Fédération Nationale des Associations d'Usagers des Transports), soumet l'idée que des TGV en direction de Valenton puissent être déviés de la ligne d'interconnexion Sud au niveau de Villeneuve-Saint-Georges, et récupérer la LGV Sud Est plus au Sud, par le raccordement existant à Lieusaint.

Cette solution, dans la situation actuelle, impliquerait d'établir un raccordement au niveau de Villeneuve-Triage entre l'actuelle ligne de « Grande Ceinture » et les voies de la ligne Paris-Melun vers le sud. Un tel raccordement a existé dans le passé. Il est aujourd'hui démonté mais la plateforme, qui présente une courbe très prononcée, existe encore.

Cependant, précise **RFF**, il rejoint les voies utilisées par la ligne du RER D sur laquelle aucun sillon n'est disponible. Seules les voies rapides situées du côté est du triage de Villeneuve-Saint-Georges seraient susceptibles d'accueillir ces TGV. Pour les rejoindre, un nouveau raccordement serait nécessaire, mais il serait difficile à réaliser au-dessus du faisceau de voies de triage. Son apport en termes de capacité de l'interconnexion et de la LGV sud-est n'est donc pas évident. En situation de projet, la même solution peut être imaginée dans le cadre du scénario B, avec les mêmes limites. Cette solution n'a pas d'objet dans le scénario C qui débouche à Lieusaint et elle impliquerait d'établir un raccordement souterrain et sous-fluvial coûteux, à la hauteur de la gare de Villeneuve-Saint-Georges dans le scénario A.

**Luigi Stähli** confirme les problèmes de capacité que cette idée engendrerait pour le RER D et ajoute qu'elle ne serait pas pertinente pour la gestion de la capacité sur LGV. En effet, si un TGV Atlantique – Sud-est dévié par Lieusaint était tracé en complémentarité d'un sillon Atlantique – Nord-est utilisant la LGV sud-est entre Valenton et Coubert, il resterait à tracer les sillons Nord-est – Sud-est qui ne pourraient plus être tracés grâce à l'échange des sillons au triangle de Coubert (flux équilibrés, fig. 2 et 15), ce qui aboutirait à une perte de capacité sur la LGV sud-est.

Dans le cadre de l'organisation cadencée des circulations de TGV, l'utilisation du raccordement de Lieusaint (aujourd'hui envisageable pour les seuls TGV radiaux circulant entre la gare de Lyon et le Sud-Est) n'est pas programmée en situation normale de fonctionnement, justement afin d'optimiser les capacités à la fois sur la LGV Sud-Est et sur la ligne empruntée par le RER D. Le raccordement de Lieusaint reste possible pour gérer les situations perturbées.

- **Le fonctionnement de ce complexe en situation de projet**

Le projet proposé par RFF conserve ce point de rendez-vous à Coubert dans les scénarios A et B du projet d'interconnexion sud et le décale vers le Sud, en créant un nouveau « triangle » au niveau de **Crisenoy**, dans le cas du scénario C.

RFF considère que les deux zones d'échange possibles fonctionneront sur le même principe. Cependant, **Luigi Stähli** insiste sur la difficulté d'optimiser l'exploitation de la LGV Sud-Est si la zone d'échange est décalée à Crisenoy. En effet, le principe d'échange de sillons sur la LGV Sud-Est en un point de rendez-vous entre TGV intersecteurs parcourant des itinéraires différents, nécessite que le nombre de TGV intersecteurs sur les itinéraires qui se croisent soit équilibré : pour chaque TGV quittant la LGV Sud-Est pour prendre la LGV d'interconnexion, il faut un TGV venant de la ligne d'interconnexion et continuant sur la LGV Sud-Est.

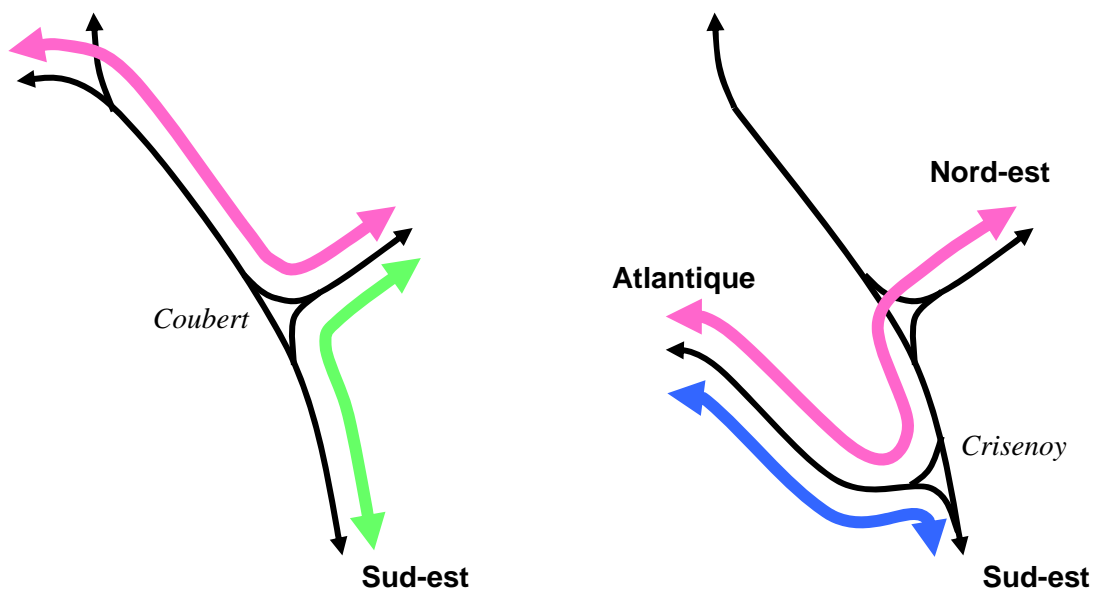


Figure 16: Itinéraire des TGV intersecteurs se croisant au triangle de **Coubert** dans le cas des scénarios A ou B

Itinéraire des TGV intersecteurs se croisant au triangle de **Crisenoy** dans le cas du scénario C

Les flux de l'Atlantique vers le Nord-Est sont équivalents aux flux du Nord-Est vers le Sud-Est, aujourd'hui comme en situation de projet. Ils permettent donc de conserver l'équilibre de fonctionnement du triangle de Coubert dans le cas des scénarios A et B. Dans le cas du scénario C, comme le montre la figure 16, le rendez-vous doit être organisé à Crisenoy entre des flux de TGV différents ; des TGV circulant de l'Atlantique vers le Nord-Est d'une part et des TGV du Sud-Est vers l'Atlantique d'autre part. Or ce dernier flux est moins important que le premier : à l'échéance du projet, circuleront sur l'interconnexion sud (dans les deux sens) 56 TGV de l'Atlantique vers le Nord-Est contre 30 TGV du Sud-Est vers l'Atlantique). Ce déséquilibre ne permettra pas d'organiser un rendez-vous pour chaque TGV de l'Atlantique vers le Nord-Est. Dans cette situation, certains TGV de

l'Atlantique vers le Nord-Est utiliseront le sillon sur lequel ils circulent, mais rendront aussi inutilisable un sillon entier entre l'Ile-de-France et le Sud-Est. L'organisation des rendez-vous au niveau de Crisenoy dans le cadre du scénario C impliquerait une utilisation non optimale de la LGV Sud-Est, la plus chargée du réseau.

**RFF** reconnaît que cet élément constitue une contrainte supplémentaire à la construction des horaires mais considère qu'elle serait gérable et qu'elle ne met pas en cause l'intérêt global du scénario C. RFF estime d'une part que cette contrainte peut être limitée par une meilleure optimisation des TGV Atlantique – Nord-Est (par exemple en développant le jumelage de deux rames de TGV simples de provenances distinctes en les accrochant ou en les séparant, selon le sens de circulation, dans une gare en Ile-de-France). Des études plus poussées devraient être menées afin de définir plus précisément le nombre de TGV dont les circulations pourraient être ainsi jumelées. Une première approche donne un ordre de grandeur de 10%, soit 5-6 TGV Atlantique – Nord-Est sur les 56 prévus en situation de projet. Avec ces jumelages de certains TGV intersecteurs, la consommation supplémentaire de sillons sur la LGV Sud-Est induite par le scénario C est de l'ordre d'une vingtaine. A plus long terme, estime RFF, cette contrainte pourra être levée par la réalisation ultérieure de la LGV POCL (Paris Orléans Clermont-Ferrand Lyon) qui permettra d'alléger le trafic sur la LGV Sud-Est.

D'autre part, cette contrainte de construction des horaires est à examiner au regard d'une autre contrainte : la saturation du barreau commun emprunté par les radiales et les intersecteurs, le tronçon Valenton – Coubert dans le cas des scénarios A et B, et le tronçon Coubert – Crisenoy dans le cas du scénario C (cf. figure 16). Pour RFF, l'échéance de cette saturation est plus lointaine : elle correspondrait à un horizon où le développement ultérieur des trafics TGV intersecteurs ou radiaux combiné à la création éventuelle de nouvelles liaisons (navette à grande vitesse francilienne par exemple) viendrait consommer la marge apportée par la LGV POCL. Elle pourrait néanmoins s'avérer majeure en fonction de l'évolution souhaitée du trafic sur le système d'interconnexion. En effet, le doublement de ce barreau semble beaucoup plus difficile à réaliser pour des raisons environnementales et financières sur le tronçon Valenton – Coubert (zone urbanisée, coût du doublement estimé à 1 milliard d'euros) que sur le tronçon Coubert – Crisenoy (zone rurale, coût du doublement estimé à 350 millions d'euros).

**Luigi Stähli** insiste pour sa part sur deux obstacles qui, de son point de vue technique, s'opposent à l'optimisation des rendez-vous des TGV intersecteurs au niveau de Crisenoy dans le cadre du scénario C. D'abord, souligne-t-il, le déséquilibre des flux à apparier à la hauteur de Crisenoy se traduit par la consommation, pour un niveau de desserte inchangé, d'au moins une bonne vingtaine de sillons supplémentaires par sens sur la LGV Sud-Est, ce qui ne lui semble pas supportable pour la ligne la plus chargée du réseau à grande vitesse. Cette surcharge risque d'impliquer des arbitrages entre TGV intersecteurs et TGV radiaux qui ne seront pas toujours favorables aux premiers.

Une seconde conséquence de cette solution, continue **Luigi Stähli**, concerne les contraintes qu'elle apporte à l'autre extrémité du projet Interconnexion Sud, sur le tronçon commun du TGV-Atlantique au sud de Massy. Ce tronçon commun, avant la bifurcation de Courtalain vers Tours d'une part et Le Mans de l'autre, est l'autre secteur le plus chargé du réseau. Or, comme l'illustre la figure 16, l'organisation des rendez-vous à Crisenoy implique de mettre à disposition 2 fois plus de sillons sur entre Crisenoy et l'Atlantique, de la même manière qu'aujourd'hui et dans les scénarios A ou B, 2 fois plus de sillons sont nécessaires sur la LGV d'interconnexion Est depuis Coubert vers Marne-la-Vallée et Roissy. Sur la LGV d'Interconnexion Est, ce besoin dédoublé de sillons ne pose pas de difficulté majeure puis qu'il n'entre pas en concurrence avec les besoins de TGV radiaux. Il est ensuite réparti efficacement sur les LGV radiales Est-Européenne (vers Strasbourg) et Nord (vers Lille), auxquelles viendrait s'ajouter le barreau Roissy – Picardie s'il était réalisé. Cette répartition du besoin supplémentaire de sillons

intersecteurs entre plusieurs lignes radiales permet de respecter sur chacune d'elles une proportion satisfaisante de sillons intersecteurs.

Dans le cas du scénario C, c'est donc sur la LGV d'interconnexion sud qu'il faudrait réserver 8 sillons intersecteurs par heure (en contrepartie des 4 sillons intersecteurs sur la LGV Paris-Lyon et des 4 autres sur la LGV d'interconnexion Est). Sur ce tronçon, cela ne pose aucune difficulté. En revanche, ces 8 sillons par heure aboutissent tous, à partir de Massy, sur le tronc commun (vers Bordeaux d'une part et vers la Bretagne d'autre part), de la LGV Atlantique jusqu'à Courtalain. Sur la section Massy – Courtalain, déjà très empruntée et dont la charge va fortement augmenter avec la réalisation désormais lancée des LGV Tours-Bordeaux et Le Mans-Rennes, **Luigi Stähli** affirme qu'il est tout simplement impossible de réserver 8 sillons aux TGV intersecteurs. En conséquence, le scénario C crée donc un problème majeur de capacité sur la LGV Atlantique.

- **La demande de TGV par jour**

**RFF et la SNCF** prévoient qu'à l'horizon 2020, sans l'interconnexion Sud, 74 TGV intersecteurs circuleront chaque jour au total dans les deux sens, contre 41 aujourd'hui. Cette croissance du nombre de TGV répond à la croissance spécifique du trafic province-province et du trafic province-Ile-de-France (hors gares parisiennes). Elle n'est techniquement possible qu'avec les aménagements prévus de la ligne existante entre Massy et Valenton.

Avec le projet d'interconnexion Sud, les prévisions de trafic conduisent à estimer un nombre de 86 TGV intersecteurs par jour qui circuleront sur cet axe, également en 2020. Ce passage de 74 à 86 est le résultat de l'augmentation de la desserte intersecteurs due principalement à l'afflux de voyageurs supplémentaires dans les nouvelles gares TGV créées en Ile-de-France (Orly + éventuellement Villeneuve-Saint-Georges ou Lieusaint). Cette croissance de la fréquence de desserte rend également les parcours province-province plus attractifs et stimule donc la demande sur ces itinéraires.

Le chiffre de 86 TGV intersecteurs par jour en 2020 est fondé sur les études de trafic qui ont été menées par RFF. Il est donc le résultat de la combinaison d'un facteur de demande de transport et d'un facteur d'offre.

Le facteur de demande correspond à l'évolution du trafic assuré par les TGV intersecteurs. Le facteur d'offre tient pour partie à la fréquence des TGV intersecteurs programmés à cet horizon, mais aussi à la contrainte d'un maximum de 4 circulations intersecteurs par heure qui limite cette fréquence aux heures de pointe. Après 2020, la croissance du trafic est appelée à se poursuivre. Concernant le trafic intersecteurs, on a vu que des sillons restent disponibles, dans la limite de 4/heure/sens au total qui, en 2020, ne serait atteinte que 4 heures par jour et par sens selon les hypothèses retenues. Cette limite permettra une croissance ultérieure d'environ 20 % du nombre de trains par jour, sachant que le développement du trafic pourra aussi être absorbé par une augmentation de la capacité des trains.

La capacité offerte au trafic intersecteurs est contrainte par la capacité des LGV radiales. Le projet d'interconnexion sud des LGV ne peut répondre à l'objectif de lever cette contrainte. A long terme, selon les projets actuellement envisagés, **RFF** estime que c'est le projet de LGV POCL (Paris Orléans Clermont-Ferrand Lyon) qui est appelé à apporter une réponse à la croissance des trafics en offrant de nouveaux sillons entre l'Ile-de-France et le sud-est.

- **Incidences sur le projet Interconnexion Sud de la perspective du projet POCL**

Le projet de LGV POCL (Paris Orléans Clermont-Ferrand Lyon) fait partie des projets ferroviaires mentionnés par la loi de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement du 3 août 2009 (liste des 2 500 kilomètres de LGV complémentaires à lancer après 2020). Ce projet vise à relier Orléans au réseau à grande vitesse, assurer, à terme, une desserte de Clermont-Ferrand en moins de deux heures, et améliorer la desserte de Bourges et des villes du Grand Centre. Il a aussi pour objectif de constituer un itinéraire complémentaire et alternatif à la LGV Sud-Est, contribuant à répondre aux enjeux à long terme de croissance du trafic et de qualité de service sur cette ligne.

Ce projet a fait l'objet d'une saisine de la Commission nationale du débat public qui a décidé le 2 mars 2011 d'organiser un débat public. Ce débat devrait se tenir d'octobre 2011 à janvier 2012.

Les études actuelles laissent, pour **RFF**, ouvertes deux variantes d'itinéraire en Île-de-France, passant par le secteur de Brétigny (91) ou le secteur de Lieusaint (77), suivant des solutions techniques partiellement souterraines pour accéder à Paris, en gare d'Austerlitz ou en gare de Lyon.

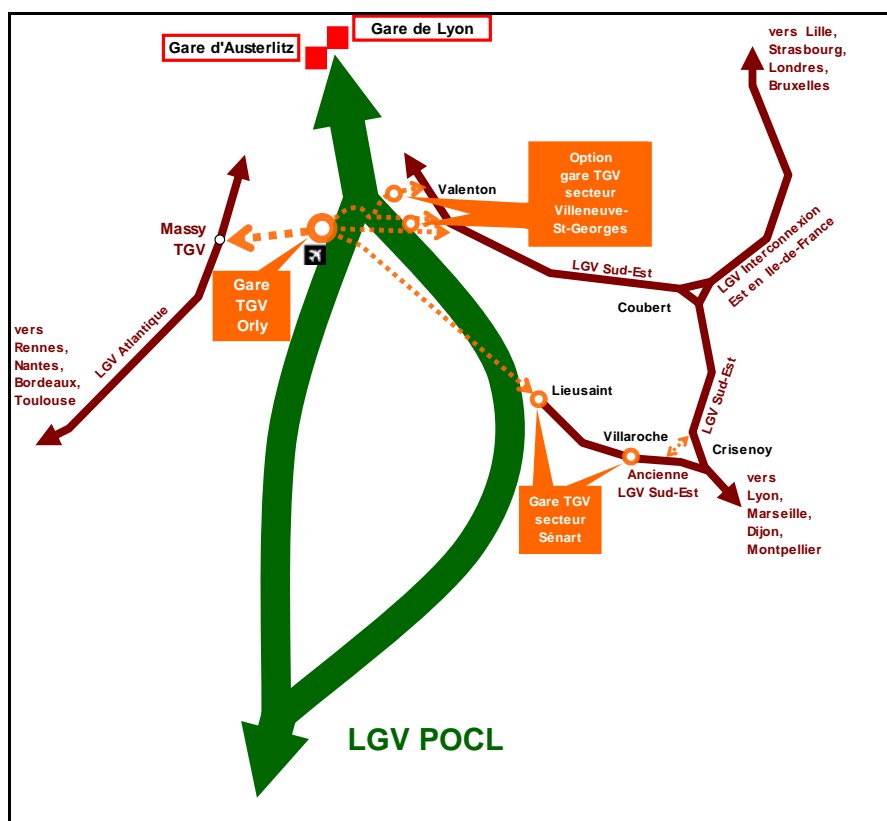


Figure 17: Variantes d'itinéraire de la LGV POCL en Île-de-France, source RFF

La LGV POCL sera utilisée très majoritairement par des liaisons radiales, qui ont pour origine ou terminus actuel soit la gare d'Austerlitz, soit la gare de Lyon. Compte tenu des capacités potentiellement disponibles dans chacune de ces gares, il est prévu que la plupart des trains radiaux circulant sur cette LGV aient leur terminus en gare d'Austerlitz, mais aussi que certains trains puissent avoir leur terminus en gare de Lyon.

**RFF** estime que la création de cette LGV permettra d’y reporter une partie du trafic de la LGV Sud-Est, ce qui facilitera en particulier l’exploitation du tronçon commun assurant la liaison entre l’Interconnexion Sud et l’Interconnexion Est (tronçon Valenton – Coubert dans le cas des scénarios A et B, tronçon Coubert – Crisenoy dans le cas du scénario C). En effet, cette possibilité de report sera sensiblement plus élevée que la croissance du trafic générée par le projet de LGV POCL sur les liaisons avec le Sud-Est, dont le gain de temps ne dépassera pas 10 minutes environ.

L’allègement de ce tronçon commun permettra d’envisager des circulations supplémentaires sur l’Interconnexion Sud, mais cela restera tributaire de la capacité disponible sur le reste du parcours de ces circulations, en fonction du type de liaison souhaité (TGV intersecteur ou navette à grande vitesse francilienne par exemple).

La décomposition envisagée du trafic empruntant la LGV POCL est indiquée dans le schéma suivant (Figure 18) :

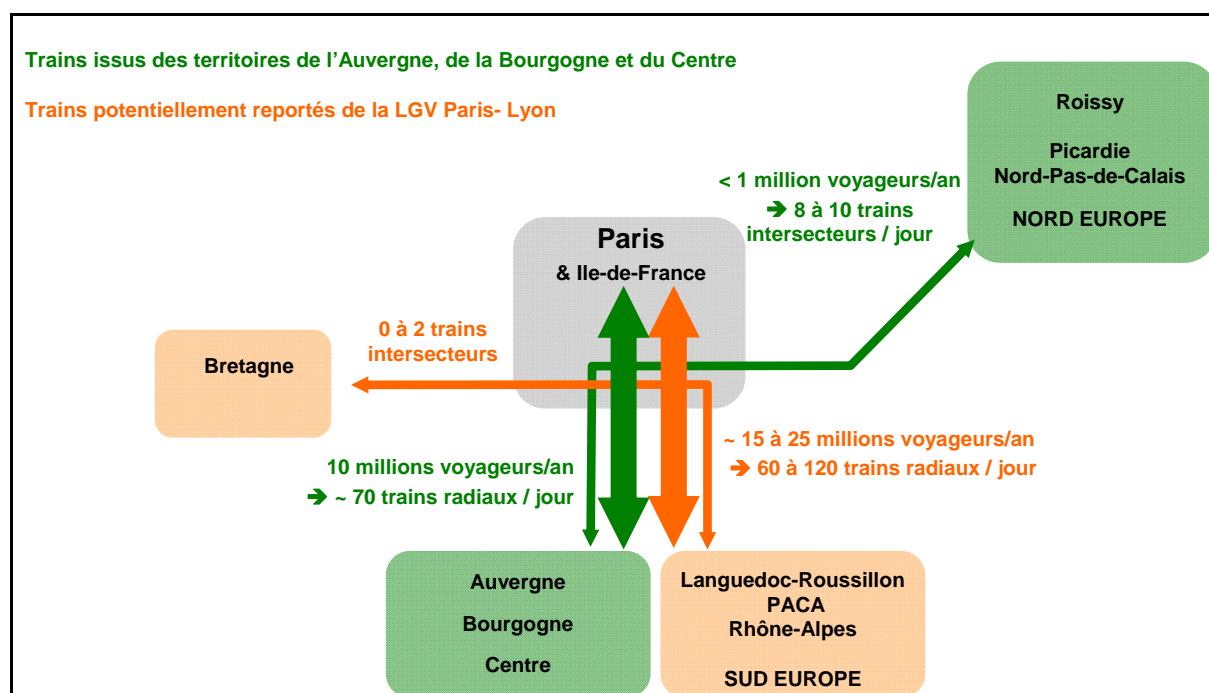


Figure 18 : Décomposition prévisionnelle du trafic empruntant la LGV POCL, source RFF

L’utilisation de la LGV POCL par des TGV intersecteurs reliant le Sud-Est au Nord et à l’Est n’est pas envisagée d’une part parce que leur temps de parcours serait dégradé et d’autre part parce qu’il leur faudrait emprunter le tronçon Valenton – Coubert ou le tronçon Coubert – Crisenoy, ce qui nuirait à l’allègement du trafic sur ces tronçons.

**Luigi Stähli** porte sur les conséquences du projet POCL en matière de capacité ferroviaire vers le Sud-Est un regard sensiblement différent. Il observe que la justification en termes d’aménagement du territoire du projet risque de se traduire par une multiplication des besoins de dessertes concernant le « grand centre » (Auvergne, Bourgogne et Centre) et par la présence de nombreuses gares TGV le long de la ligne. Ces trains, et les gares en ligne dont la desserte consomme presque 2 sillons pour chaque arrêt – comme on l’a vu plus haut avec l’exemple d’un TGV desservant la gare du Creusot sur l’actuelle LGV Paris-Lyon – limitent selon lui fortement la contribution que l’on peut attendre du projet de LGV POCL au déchargement du trafic de l’actuelle LGV Sud-Est.

En outre, l'expert met en garde contre une vision trop simpliste de la synergie que l'on peut espérer entre ce projet et le projet Interconnexion Sud dans son scénario C à travers le partage d'un tronçon commun entre Lieusaint et la zone d'Orly (voir figure 17). Les contraintes d'exploitation qui en résulteraient, en venant s'ajouter à celles du triangle de Crisenoy déjà évoquées, risquent de se traduire, estime-t-il, par de nouvelles limites en matière de capacité et de robustesse.

### La ligne actuelle entre Massy et Valenton

Actuellement, les TGV intersecteurs passant par Massy empruntent une ligne, dite de « grande ceinture », entre Massy et Valenton. Sur cette ligne, circulent non seulement ces TGV, mais aussi le RER C et des trains de fret (nombreux entre Orly et Valenton). Cette « mixité » du trafic pose de nombreux problèmes d'exploitation, le moindre incident sur l'un des services se répercutant sur l'autre. En outre, la disposition des voies sur cet itinéraire est particulièrement contraignante pour les TGV : elle impose d'abord aux TGV de couper les voies de circulation des autres trains, à l'Est d'une part, dans le secteur de la gare des Saules à Orly, et à l'Ouest d'autre part, dans la zone Massy-Antony. Dans le langage ferroviaire, cette situation est désignée sous le terme de « cisaillement ». Par ailleurs, le plan actuel des voies impose aux TGV de circuler, à proximité de Massy et de la gare des Saules, sur de courts tronçons de voie unique (donc parcourue par les TGV dans les 2 sens). Un programme de réaménagement est envisagé depuis plusieurs années pour supprimer ces contraintes spécifiques.



Figure 19: Tronçon Massy Valenton actuel, source RFF

La figure 20 ci-dessous montre, dans sa partie gauche, que les TGV arrivant de Massy doivent actuellement, pour gagner Valenton, couper la voie Est-Ouest du RER C qui circule en sens inverse. Dans l'autre sens, les TGV arrivant de Valenton doivent utiliser le même jeu d'aiguillage et couper la voie Ouest-Est de l'itinéraire de ceinture empruntée par les trains de fret autour de Paris. Les solutions techniques proposées dans ce secteur Est portent sur la création d'un « saut de mouton » (c'est-à-dire un passage dénivelé permettant aux trains de traverser une voie sans la couper) entre la gare des Saules et d'Orly-Ville (figure 20, à droite). Le projet a été validé et les travaux doivent commencer début 2012.

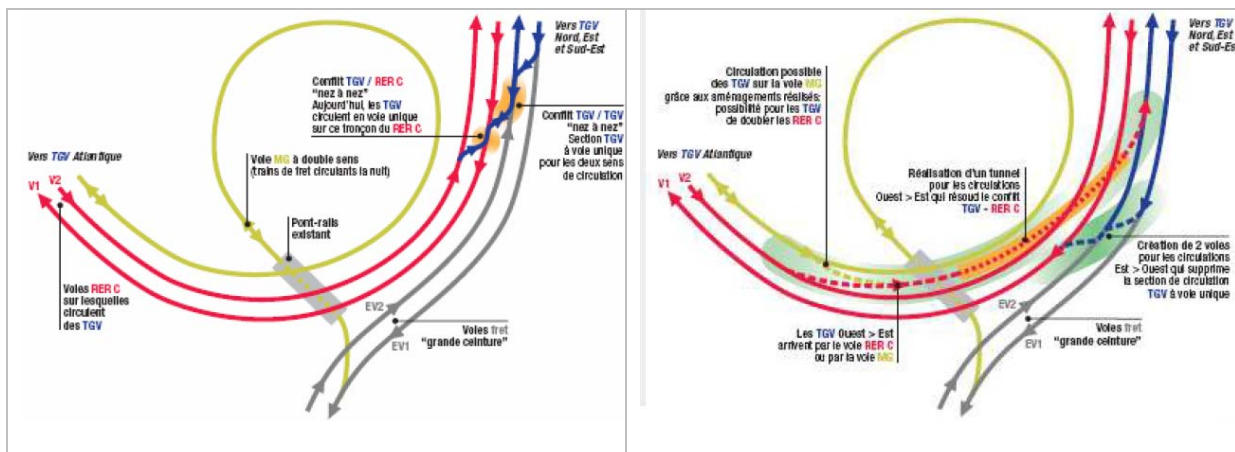


Figure 20: A l'extrémité Est de Massy Valenton, avant et après les travaux, source RFF

A l'Ouest, les TGV venant de Massy doivent actuellement utiliser une voie unique puis couper à contresens la voie Est-Ouest du RER C (figure 21, à gauche). Le projet consiste à éviter les cisaillements avec la création d'un passage des TGV sous les voies du RER C et à dédoubler les voies en sortie de la gare Massy TGV pour éliminer le « nez à nez » des TGV sur la portion de voie unique actuelle (figure 21, partie droite). La proposition initiale de RFF pour répondre à ces fonctionnalités a soulevé de fortes oppositions, notamment au niveau d'Antony. Le projet est en révision actuellement et RFF annonce une proposition, qui sera soumise à concertation, courant 2011. RFF annonce travailler pour trouver une solution technique différente de celle proposée en 2003, mais les fonctionnalités de l'aménagement resteront identiques.

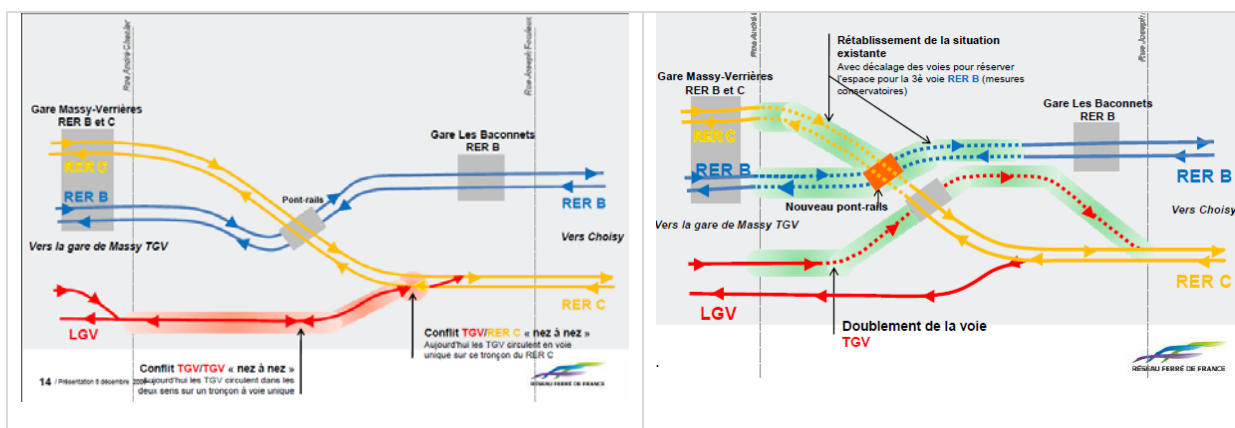


Figure 21: A l'extrémité Ouest de Massy Valenton, schéma de principe, datant de 2003, du projet d'aménagement, source RFF

• **Capacité**

Aujourd'hui, si l'on considère un jour de semaine standard, 41 TGV intersecteurs circulent par jour, au total des deux sens, sur cet itinéraire, avec des contraintes d'exploitation qui nuisent fortement à la régularité. Comme il est précisé dans le dossier du maître d'ouvrage, il est possible d'envisager, en l'état actuel de l'aménagement, la circulation d'une cinquantaine de TGV, en ajoutant des trains principalement en dehors des heures de pointe. Il faut ajouter à ces TGV, 75 RER quotidiens (2 sens confondus) entre Massy et Pont-de-Rungis (fréquence à la demi-heure) et le double à partir de Pont-de-Rungis vers Orly et Choisy-le-Roi (fréquence au quart d'heure). 56 trains de fret sont prévus quotidiennement sur la grande ceinture entre Valenton et la bifurcation des Saules (deux sens



confondus). Plus à l'ouest, 7 sillons de trains de fret sont prévus pour desservir le MIN de Rungis et 2 sont prévus pour circuler jusqu'à Massy. Aujourd'hui, ces sillons réservés pour les trains de fret ne sont pas utilisés systématiquement par les opérateurs ferroviaires.

Avec la réalisation des aménagements prévus à l'Est et à l'Ouest dans le cadre du projet Massy-Valenton, la capacité disponible pour les TGV intersecteurs sur ce tronçon de la « grande ceinture » augmente. Les études prévoient qu'en 2020 74 TGV intersecteurs par jour dans les deux sens circuleront sur cet axe, avec une robustesse de l'exploitation bénéfique à la régularité des TGV et du RER C. En outre, avec l'aménagement Massy-Valenton, il est prévu un doublement de la fréquence du RER C entre Pont-de-Rungis et Massy pour atteindre un train tous les quarts d'heure.

Ce chiffre quotidien de 74 TGV intersecteurs est discuté. **M. Nehme**, représentant la **commune d'Antony**, souligne que le nombre de trains proposés par jour (74 TGV) avec le premier projet de 2003, n'a pas évolué en 2011, malgré les modifications du projet et l'évolution potentielle de la demande. Selon **M. Perzo**, de **CELFI-IDF**, aux prémices du projet RFF annonçait devoir répondre à une demande de 64 TGV par jour. Ce chiffre a évolué jusqu'à atteindre 74 actuellement.

La crainte qui s'exprime derrière ces contestations de chiffre est que la réalisation du projet Massy-Valenton entraîne une augmentation des circulations de TGV sur cette ligne jusqu'à retrouver le niveau actuel de fragilité de l'exploitation tout en induisant une augmentation des nuisances subies par les riverains.

Pour **RFF**, le projet de 2003 cherchait à assurer un ensemble de fonctionnalités (suppression de la voie unique et des cisaillements) qui demeurent inchangées aujourd'hui. La proposition annoncée courant 2011 devra répondre aux mêmes objectifs en matière d'exploitation ferroviaire. Seules les solutions techniques pour obtenir ces fonctionnalités doivent évoluer. Sous cette hypothèse de respect de toutes les fonctionnalités recherchées, les évolutions de trafics attendues sont indépendantes de la solution technique qui sera mise en œuvre. De plus, RFF souligne que la réalisation du projet Massy-Valenton s'accompagnera de la mise en place de protections phoniques qui limiteront les nuisances subies par les riverains.

En l'absence d'ERTMS sur les lignes radiales, la capacité de la ligne Massy-Valenton est de 2 sillons TGV par heure et par sens, découlant de la capacité disponible pour les TGV intersecteurs sur ces lignes radiales. Afin de répondre au mieux à la demande, il sera possible de faire circuler un troisième TGV « hors système » (c'est-à-dire non cadencé) à certaines heures, après réalisation de la partie est du projet Massy-Valenton qui apportera la souplesse d'exploitation indispensable.

Avec la réalisation d'ERTMS sur les lignes radiales et du projet Massy-Valenton, la capacité de la ligne Massy-Valenton peut-être portée théoriquement à 4 sillons TGV par heure et par sens, mais il apparaît souhaitable de la limiter en pratique à 3 sillons TGV par heure et par sens en moyenne. En effet, pour avoir une robustesse suffisante de l'exploitation, il convient de garder disponible en moyenne un « sillon de respiration » par heure et par sens pour les TGV (les RER C doivent pour leur part être nécessairement en nombre pair pour s'intégrer au fonctionnement de l'ensemble de la ligne). Afin de répondre au mieux à la demande, il est envisageable de faire circuler un quatrième TGV à certaines heures, mais en allégeant d'autant des tranches horaires proches si l'on veut éviter une dégradation des conditions d'exploitation.

Le chiffre de 74 TGV quotidiens en situation de référence (2020 sans le projet Interconnexion Sud) est fondé sur les besoins du trafic, tout en étant pratiquement équivalent à la limite de ce que permet physiquement la capacité pratique de l'infrastructure compte tenu du niveau de robustesse visée.

Pour RFF, c'est justement la croissance continue de cette demande qui justifie le projet Interconnexion Sud à cette date. C'est évidemment aux heures de pointes, justement les plus contraintes, que la possibilité de faire circuler des TGV supplémentaires répondrait le plus aux besoins du trafic.

On réalise à ce stade que la notion de capacité doit s'apprécier avec des indicateurs différents. Du point de vue de l'exploitation ferroviaire, c'est la notion de « sillons par heure » qui est importante, de manière à prendre en compte, en différents points du réseau, les contraintes dues aux interférences de la circulation d'un train sur la circulation des autres. En revanche, d'autres problématiques importantes, telles que l'estimation du service rendu par une desserte ou les nuisances supportées par les riverains, peuvent amener à raisonner en nombre de trains quotidiens.

### Interférence entre le projet Interconnexion sud et le projet Massy-Valenton

Une première question concernant les interférences entre les 2 projets est de savoir si la réalisation rapide de l'interconnexion Sud des LGV ne rend pas inutile la réalisation du projet Massy-Valenton. Dans cet esprit, l'idée d'une réalisation anticipée d'une première phase de l'interconnexion Sud entre Massy et la zone d'Orly-Rungis, en particulier, cherche à éviter les aménagements à la hauteur de Massy et Antony objets de contestations.

**RFF**, la **SNCF** et **l'Etat**, défendent la réalisation de la totalité du projet Massy-Valenton. L'argumentaire souligne que l'ampleur de l'investissement n'est pas le même pour les 2 projets. Le projet Massy-Valenton vise à faciliter l'insertion des TGV pour améliorer l'exploitation. Du point de vue de l'exploitation ferroviaire, ces aménagements sont considérés comme urgents. La réalisation partielle des seuls aménagements à Orly n'apporte que peu d'avantages en matière d'exploitation. Elle n'aurait qu'un faible impact sur la capacité et la fluidité du trafic. Sans travaux à l'Ouest, on reste dans la situation où moins de 60 sillons intersecteurs par jour sont envisageables avec seulement une cinquantaine de sillons possibles dans le cadre de la trame horaire cadencée, ce qui implique de fortes contraintes d'exploitation pour les sillons supplémentaires qui pourraient être tracés « hors système ». De plus, seule la réalisation du projet complet permet de passer de la demi-heure au quart d'heure la fréquence du RER C entre Pont-de-Rungis et Massy. Dans cette optique, les 2 projets n'apparaissent pas en concurrence. Ils constituent au contraire les étapes d'un programme coordonné dont l'objectif est d'améliorer la situation actuelle qui pèse sur les deux trafics, RER et TGV.

En ce qui concerne le commencement des travaux de l'interconnexion Sud de façon anticipée, **RFF** souligne que des études techniques très poussées sont indispensables avant de commencer le percement d'un tunnel. Les projets d'infrastructure doivent aussi traverser différentes étapes réglementaires obligatoires (dont l'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique). Sans évoquer les contraintes de financement, ces impératifs impliquent un délai minimum d'au moins cinq à six ans avant que les travaux puissent s'engager.

Il faut compter ensuite avec les délais de réalisation des travaux eux-mêmes. La vitesse d'avancement d'un tunnelier (il s'agit de l'engin auquel il revient de creuser le tunnel) peut être estimée à 3km par an. Ce n'est qu'une fois le tunnel creusé que l'équipement ferroviaire peut réellement commencer. Par ailleurs, il faut aussi penser à optimiser sur l'ensemble du projet l'usage du ou des tunneliers qui seront utilisés, qui sont des équipements très lourds, onéreux, difficiles à déplacer et longs à mettre en place. Dans les meilleures conditions financières et techniques, **RFF** estime que l'Interconnexion Sud pourrait être achevée entre 2020-2025. En conséquence,

l'anticipation de la réalisation de l'interconnexion sud, pour éviter les travaux à l'Ouest du tronçon Massy-Valenton, lui semble difficile à envisager.

Un phasage des travaux de la réalisation du projet d'interconnexion Sud consistant à construire en première phase un tronçon Massy-Orly/Rungis se heurte selon le maître d'ouvrage aux mêmes contraintes de délai pour les études et les procédures. Par ailleurs, RFF estime que le phasage ne permettrait que difficilement de gagner du temps dans la réalisation des travaux. Dans l'hypothèse de réalisation du projet sans phasage (par exemple le scénario A), pour chaque « tube », deux tunneliers fonctionneraient en même temps aux extrémités opposées, en se rejoignant à Orly (situé à peu près au milieu du segment). Avec un phasage, un seul tunnelier par tube serait engagé et mettrait donc autant de temps à faire « une moitié » de tunnel que les deux tunneliers opposés pour réaliser le tunnel de bout en bout.

En outre, dans le cas où un premier tronçon serait réalisé à l'ouest, il faudrait le raccorder à la ligne classique existante Massy-Valenton quelque part dans le secteur de Rungis. Dans l'hypothèse d'une gare TGV située sous l'aéroport ou à Cœur d'Orly, ce raccordement coûterait très cher alors même qu'il ne serait appelé à ne servir que quelques années au plus, en attendant la réalisation de la partie Est du projet en seconde phase. Un tel phasage n'est donc envisageable que dans l'hypothèse d'une gare provisoire (avec les mêmes questions de surcoût) ou définitive à Pont-de-Rungis ou Rungis La Fraternelle. Enfin, la réflexion sur ce sujet doit intégrer les autres objectifs du projet et notamment ceux liés à la desserte de la zone et de l'aéroport d'Orly.

En réponse, des acteurs d'Antony, dont M. Perzo (CELF) reviennent sur la nécessité de réaliser le plus rapidement le projet d'interconnexion Sud des LGV. Ils insistent sur le fait que, dans cet esprit, toutes les solutions visant à accélérer le lancement de ce projet doivent être examinées, sans exclusive. Par ailleurs, ils soulignent l'effort inégal consenti pour aménager la ligne existante entre Massy et Valenton d'une part alors et pour le projet d'interconnexion Sud des LGV d'autre part. Ils rappellent que l'aménagement de Massy-Valenton, pour 47,5 millions € prévus initialement pour sa partie ouest, permettra de passer de 2 à 3 circulations de TGV intersecteurs par heure et par sens en heure de pointe (sous réserve de disposer de l'ERTMS sur les lignes radiales) alors que l'on s'apprête à engager près de 3 milliards d'euros pour le projet d'interconnexion Sud des LGV dont l'un des objectifs principaux est de permettre d'augmenter le nombre de TGV intersecteurs de 3 à 4. Cette disproportion des moyens consentis pour passer de 2 à 3 puis de 3 à 4 sillons TGV par heure semble paradoxale. Dans ces conditions, ces acteurs estiment que les riverains et les usagers du RER C et des TGV intersecteurs sont légitimes à exiger de RFF que la solution technique d'aménagement de la ligne existante sur les territoires de Massy et Antony soit traitée avec d'autres moyens. Enfin ils rappellent l'existence d'une expertise réalisée par EGIS-RAIL et remise en mars 2008 présentant plusieurs propositions et s'interrogent sur l'usage qu'en a fait RFF.

### D'autres hypothèses d'aménagement de l'interconnexion sud

- **Une troisième voie banalisée**

M. Bernard Gobitz avance l'idée de construire une troisième voie banalisée sur la ligne existante entre Chemin d'Antony et Orly. Cette proposition a depuis été détaillée dans une contribution écrite mise en ligne sur le site du débat. Dans cette zone, les contraintes d'espace et de nuisances peuvent apparaître moindres puisqu'il s'agit essentiellement d'interstices non bâtis ou industriels de relativement faible densité et comptant beaucoup moins d'habitants que d'autres secteurs de l'agglomération. En outre, il existe déjà une troisième voie dévolue à l'accès fret du MIN de Rungis sur la partie Est. L'investissement à consentir serait donc beaucoup plus faible que celui envisagé

pour l'Interconnexion Sud. Il pourrait conduire à un rapport très favorable entre les avantages générés (gain de capacité, amélioration du trafic) et les coûts engagés. La réalisation de cette troisième voie pourrait enfin être incluse dans un programme plus global d'aménagement de la ligne existante commençant par le traitement des nuisances phoniques de l'itinéraire Massy-Valenton en préalable à la réalisation des aménagements prévus entre Massy et Valenton.

- En considérant la création de cette troisième voie et les travaux sur la section Ouest du tronçon Massy-Valenton réalisés, quelle pourrait-être le gain de capacité sur Massy-Valenton dans cette hypothèse économique ?

**RFF** et la **SNCF** font valoir que l'exploitation efficace d'une troisième voie « banalisée » (c'est-à-dire ouverte à la circulation des trains dans les 2 sens) implique que celle-ci puisse, à certains moments de la journée, être dédiée aux circulations dans un sens puis, à d'autres moments, aux circulations dans l'autre sens. Cette solution est compatible avec des situations dans lesquelles la répartition du trafic par sens est fortement déséquilibrée selon la période considérée. Dans le cas de la ligne Massy-Valenton, au contraire, les dissymétries de volume de circulation sont très faibles. En effet, le nombre de RER C qui circulent sur la ligne est le même à tous moments dans les 2 sens – en dépit des dissymétries du nombre de passagers – puisque la desserte est cadencée et que, quoi qu'il en soit, les rames du RER C qui arrivent à Massy doivent aussi en revenir. Pour les TGV intersecteurs, on ne constate pas non plus de dissymétrie par sens qui permettent de tirer avantage de cette solution. En conséquence, l'utilisation d'une troisième voie, si elle permet temporairement d'alléger les problèmes dus à la mixité des circulations dans un sens, les laissent inchangés dans l'autre sens.

**Luigi Stähli** partage ces arguments sur la complexité de l'exploitation d'une troisième voie. Il souligne cependant que cette suggestion ouvre la voie à une réalisation plus économique et plus progressive (phasée) du projet qui mérite d'être prise en considération et approfondie. Dans la logique du scénario B, elle impliquerait par exemple de traiter la desserte de l'aérogare d'Orly depuis une gare TGV située sur le tracé de la ligne actuelle, dans la zone de Rungis, avec correspondance Orlyval.

- **Mutualisation des investissements**

La création d'une ligne dédiée à un type de trafic (ici le TGV) n'est pas une solution évidente pour tout le monde. Une idée d'un citoyen parisien concerne la mutualisation des investissements lourds, qui existe dans des pays voisins, de façon à ce que les infrastructures profitent à tous les types de trafics (pour la France : RER, Fret, train corail...). Cette approche peut s'envisager sur le tronçon Massy-Valenton, d'après lui.

**Luigi Stähli** témoigne de ce que les pays voisins, l'Allemagne notamment, cherchent actuellement à séparer les flux lorsque les trafics sont très élevés. L'utilisation partagée des infrastructures entre plusieurs types de services ferroviaires est une solution qui s'impose notamment quand les niveaux de trafic ne justifient pas la réalisation d'une ligne dédiée jugée trop coûteuse ou trop complexe.