

LIGNE NOUVELLE PROVENCE CÔTE D'AZUR

ATELIER SATURATION FERROVIAIRE SÉANCE DE TRAVAIL N°1

12 MAI 2016 - MARSEILLE

SOMMAIRE

1. LA SATURATION FERROVIAIRE - REPÈRES

1.1 COMMENT ANALYSER LA SITUATION FERROVIAIRE ET COMMENT L'ÉVALUER

Sources : Observatoires de la saturation ferroviaire

2. LES SYMPTÔMES DE LA SATURATION DU RÉSEAU FERRÉ EN RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

2.1 EXTRAITS DES SYMPTÔMES DE LA SATURATION FERROVIAIRE

2.2 CAUSES DE LA SATURATION DU NŒUD MARSEILLAIS EXTRAITS D'ÉTUDE SUR MARSEILLE ST-CHARLES

2.3 EXTRAIT D'ÉTUDES PRÉALABLES À L'ENQUÊTE D'UTILITÉ PUBLIQUE

Phase 1 - Comité territorial du Var
Information et consultation sur la Priorité 2

3. LES CAUSES DE LA SATURATION FERROVIAIRE EN RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

3.1 SYNTHÈSE DES ÉTUDES DE CAPACITÉ EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

LES LIMITES DU RÉSEAU FERRÉ EXISTANT

Sources : Rail Concept

3.2 LES CAUSES DE LA SATURATION FERROVIAIRE

3.3 EXTRAITS DE LA SYNTHÈSE DES ÉTUDES EN PHASE 1

3.4 EXTRAITS D'ÉTUDES PHASE 1

3.5 ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES ET EXPERTISES D'EXPLOITATION ET DE CAPACITÉ

1.

**LA SATURATION
FERROVIAIRE**
REPÈRES

LA SATURATION FERROVIAIRE
REPÈRES

1.1 COMMENT ANALYSER LA SITUATION FERROVIAIRE ET COMMENT L'ÉVALUER

Sources : Observatoires de la saturation ferroviaire

De la notion de saturation à
celle de capacité ferroviaire

Qu'est-ce que la saturation ferroviaire ?

Article 22 de la directive européenne 2001/14:

« Lorsqu'à l'issue de la coordination des sillons demandés et de la consultation des candidats, il s'avère impossible de répondre favorablement à toutes les demandes de capacités de l'infrastructure, le gestionnaire de l'infrastructure déclare immédiatement la section de l'infrastructure concernée infrastructure saturée. Il en va de même des infrastructures dont on peut penser qu'elles souffriront d'une même pénurie dans un proche avenir. »

En outre, la **déclaration de saturation** comporte des incidences : obligation pour le gestionnaire d'infrastructure d'élaborer une analyse puis un plan de renforcement des capacités, des critères de priorité et une tarification au titre de la rareté des capacités

Le cadre national

- Les conditions et incidences de la déclaration de saturation prévues par la directive 2001/14/CE (reprises par la directive 2012/34/CE) ont été transposées en droit français (article 26 du décret 2003-194)
- Ces dispositions sont ensuite reprises et précisées au chapitre 4.4.3 du document de référence du réseau de SNCF Réseau :

« Une ligne est déclarée saturée par Réseau Ferré de France quand des demandes de sillons réguliers pour circuler au moins une fois par semaine sur la durée de l'horaire de service, hormis cause travaux, n'ont pu donner lieu à attribution de sillons, à l'issue de la procédure de coordination et de réclamation »

Un cadrage réglementaire très général

- Une approche qui n'incite pas suffisamment à **l'anticipation** des phénomènes de saturation
 - Une approche qui ne permet pas de **comprendre** la saturation ferroviaire
 - Un **besoin de pédagogie** face à des notions complexes et des publics divers
- ⇒ Mais quels sont ces publics ?

La saturation vue par : le gestionnaire d'infrastructure (GI)

- Une difficulté à offrir de nouveaux sillons et à garantir une bonne qualité des sillons existants
- Une tension accrue entre l'offre de sillons et la maintenance de l'infrastructure
- Plus généralement, des arbitrages de plus en plus difficiles entre les divers paramètres pour optimiser l'allocation de capacité

La saturation vue par : les entreprises ferroviaires (EF)

- Dès la proposition de sillons par le GI :
 - des sillons non optimaux (itinéraire, temps de parcours, points d'arrêt, ...)
 - des freins au développement des services offerts (ex : impossibilité de réaliser des trains supplémentaires en heure de pointe)
 - des suppressions ou modifications de dessertes, qui se renforceront avec l'ouverture à la concurrence des activités voyageurs
- Lors de la réalisation du service :
 - des difficultés de production : retards, suppressions de trains et désorganisation des moyens de production
- Une source d'insatisfaction des clients ou des AO

La saturation vue par : les autorités organisatrices de transport (AO)

- Des demandes de développement d'offre non satisfaites
- Des objectifs de qualité de service non atteints : temps de parcours, fréquences, positionnement horaire, cadencement, ...
- Les règles de priorité, favorables aux longs parcours, peuvent désorganiser la structuration des TER
- Les accords-cadres posent des difficultés dans les secteurs saturés car ils s'apparentent à une « appropriation » des capacités offertes

La saturation vue par : les voyageurs et les chargeurs fret

- Pour les voyageurs :
 - des trains en retard, d'autres supprimés
 - des situations d'inconfort : difficulté d'accès au quais, trains chargés, voyages debout
 - des conditions de transport très vulnérables, sensibles aux incidents et aux interventions sur le réseau (travaux par exemple)
- Pour les chargeurs :
 - des temps de livraison rallongés et non garantis

La saturation vue par : les financeurs de l'infrastructure ferrée

- Le besoin d'un diagnostic fiable sur la saturation effective
- La volonté d'actionner tous les leviers de l'augmentation de la capacité ferroviaire et de justifier les dépenses
- Le souhait de la transparence sur les règles d'allocation de la capacité

La saturation vue par : le régulateur

- Gestion de la saturation : composante centrale de l'optimisation de l'usage de l'infrastructure ferroviaire
- Plusieurs dimensions au problème de gestion des contraintes de capacité (juridique, économique, technique)
- Dispositifs de tarification actuels insatisfaisants
- Une première étape essentielle : augmenter la transparence sur les contraintes de capacité existantes et travaux à conduire pour une caractérisation plus fine des effets de saturation

Deux lapalissades

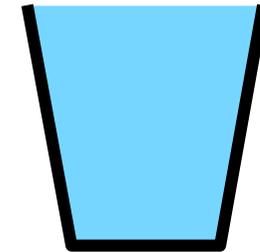
1. Il y a saturation lorsque la capacité du récipient devient insuffisante
⇒ Comprendre la saturation revient à appréhender la **question de la capacité ferroviaire**
2. La capacité d'un réseau peut être définie comme étant le nombre maximal de trains susceptibles de circuler dans des conditions données d'exploitation et de qualité de service

Mais

Là, où les choses se compliquent ...

Modifiée

- Pour un récipient comme pour un tuyau, la définition de la capacité semble simple
- Pour le ferroviaire :



Le moment où la saturation se manifeste dépend du service précis que l'on veut ajouter, mais pas seulement ...

Un besoin d'explicitation

⇒ Car il n'y a pas de **définition unique et dénuée d'ambiguïté** de la capacité ferroviaire

La capacité ferroviaire

-
1. Graphique de circulation et capacité d'une ligne
 2. Les facteurs influant sur la capacité en ligne
 3. Le fonctionnement des nœuds
 4. L'effet réseau
 5. Les grands principes d'allocation de la capacité

La sécurité dans le fer, c'est la signalisation !

- Aux vitesses usuelles, à cause d'une faible adhérence, un train ne peut s'arrêter sur la distance visible
- Ce sont les signaux et non l'appréciation de la distance de freinage par le conducteur qui assurent la sécurité

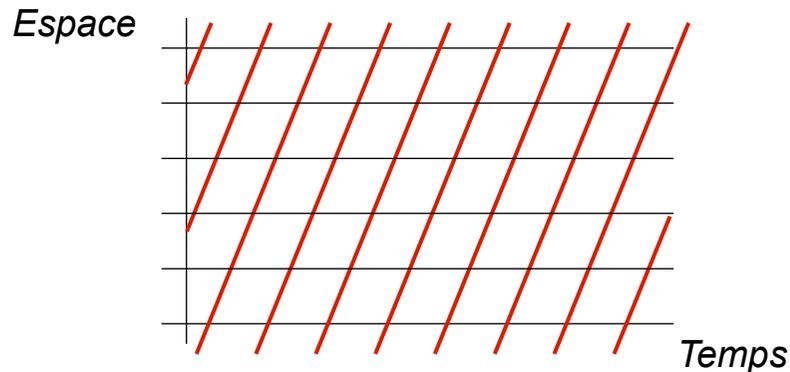
Conséquences :

1. L'infrastructure est découpée en éléments (**cantons ou blocs**, ...) occupables par un seul train à la fois
2. Les signaux déterminent le freinage à l'avance pour s'assurer de l'arrêt avant un bloc/élément occupé
3. La marche du train est programmée à l'avance de manière à ne pas être perturbée

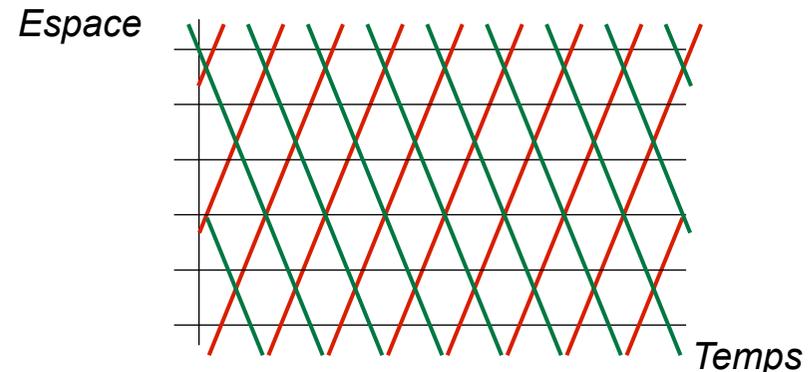
Les trains circulent selon des **sillons, programmés à l'avance.**

Le sillon et le graphique de circulation

- La route : autorégulation des véhicules sur une infrastructure mise à disposition
- Le fer : chaque train dispose d'un créneau d'utilisation de la ligne assigné très en amont, le sillon
- La succession des sillons est matérialisée par un **graphique des circulations**



Graphique pour un sens (sur une voie)



Graphique pour deux sens (une voie par sens)

L'effet du cantonnement

- L'occupation d'un canton fermant son utilisation pour un autre train, chaque train stérilise derrière lui une capacité utilisable, fonction de la **finesse du cantonnement**, de la **sophistication du système de signalisation** et des **performances de freinage des trains**

Temps de
succession minimal
de **5 minutes**



12 trains/heure

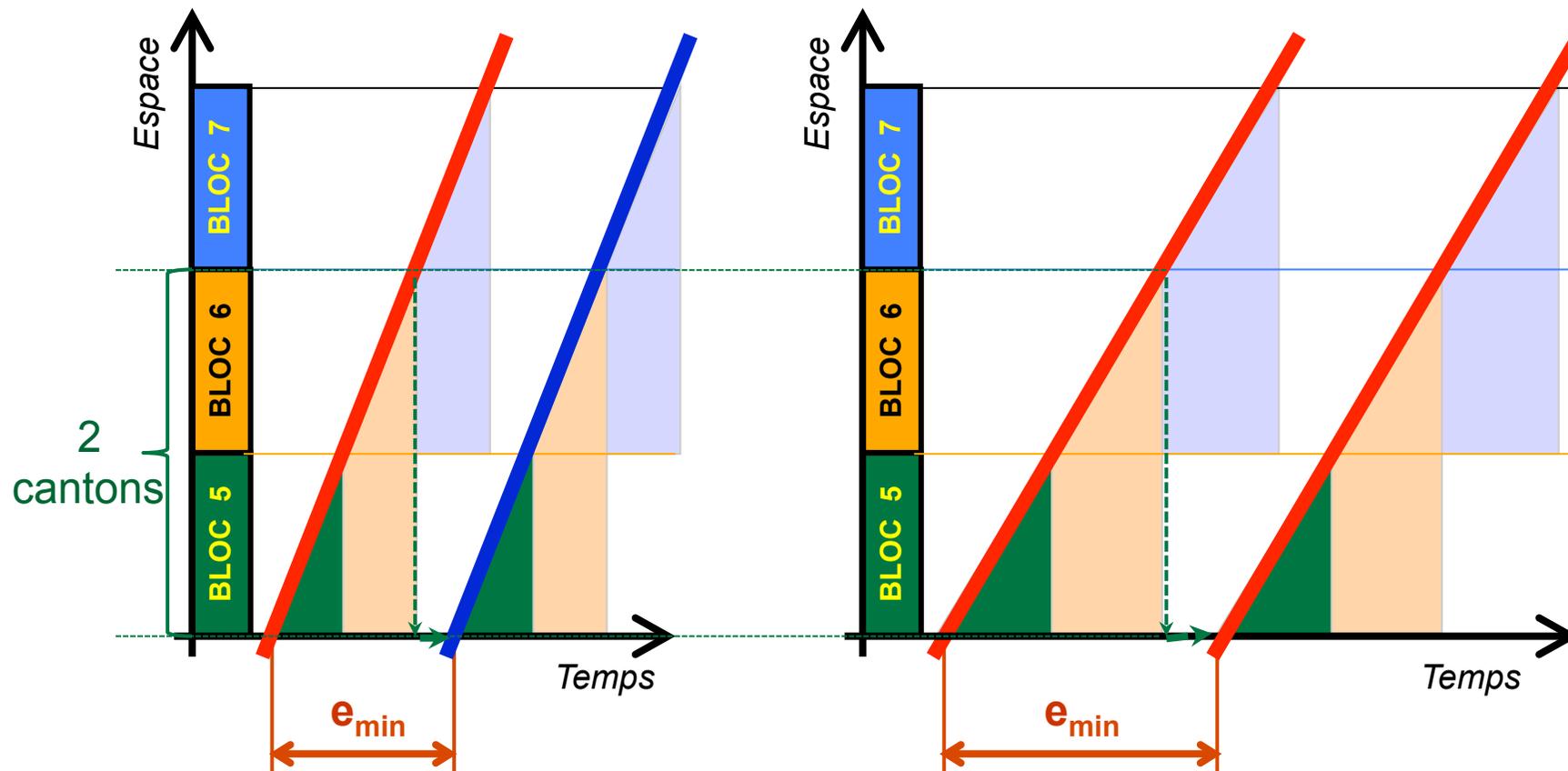
Temps de
succession minimal
de **4 minutes**



15 trains/heure

Effet de la vitesse pour un découpage en blocs donné

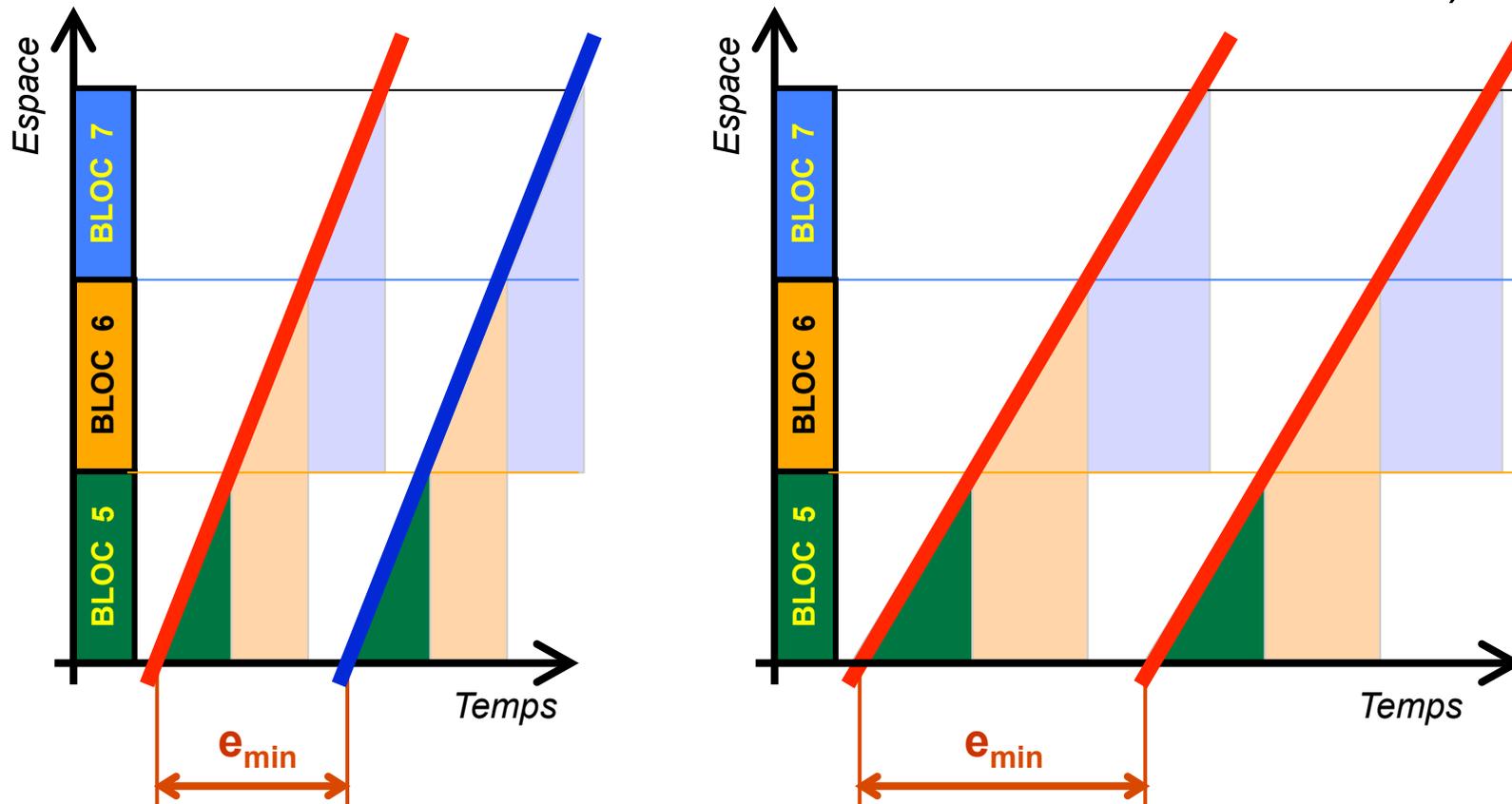
Sur une ligne existante avec son découpage en cantons donné, l'espacement des sillons dépend de la **vitesse du train** : pour une longueur donnée, moins le train va vite, plus il met de temps à parcourir le canton



Effet de la vitesse pour un découpage en blocs donné

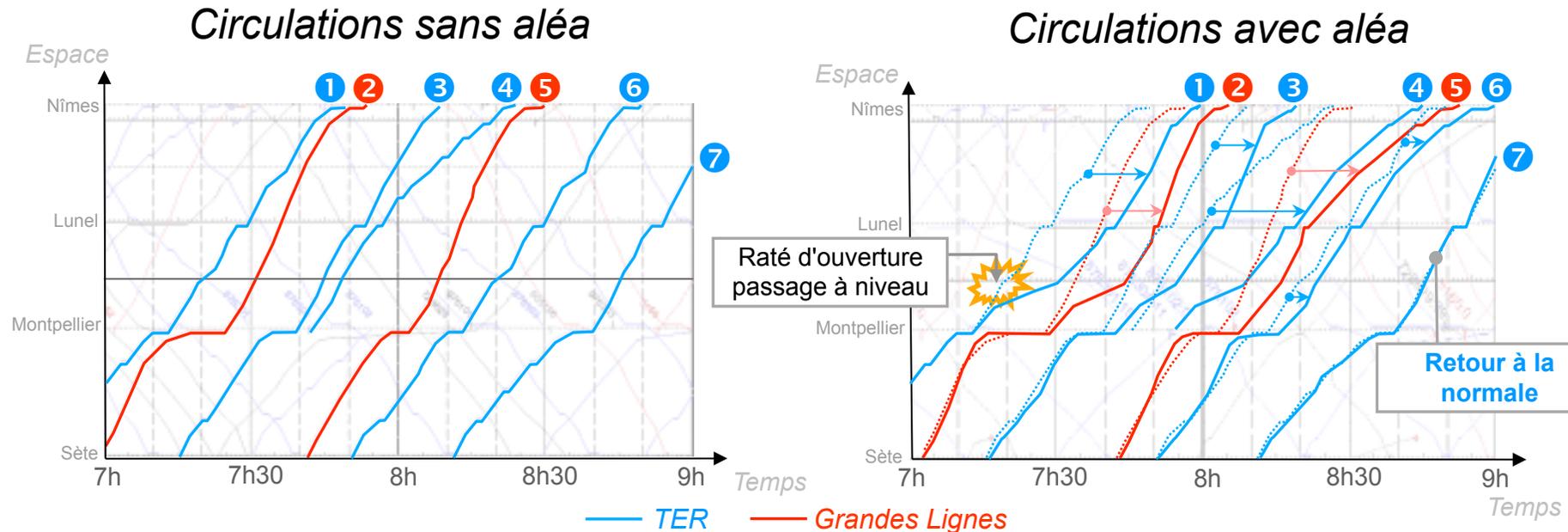
Par exemple, pour l'infrastructure **entre Nîmes et Narbonne** :

- ❑ 3 min 30 s entre trains aptes à 160 km/h
- ❑ 4 min 30 s entre autres trains de voyageurs ou de messageries
- ❑ 5 à 6 min entre trains de fret à 100 km/h (ou, en cas de travaux nécessitant un ralentissement à 100 km/h de tous les trains)

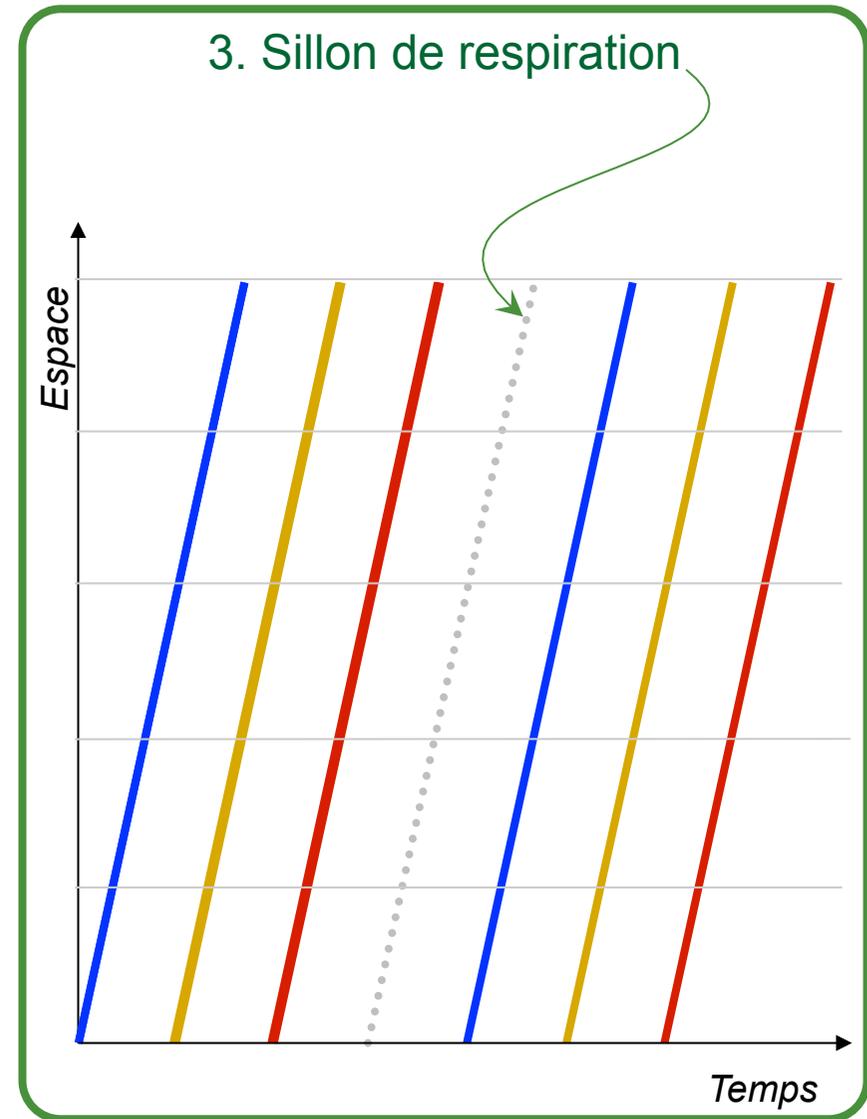
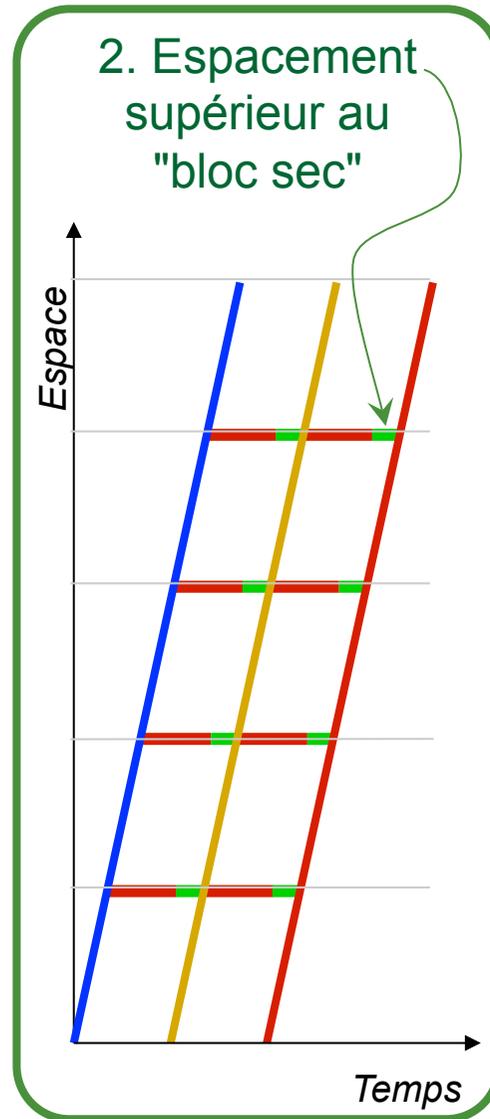
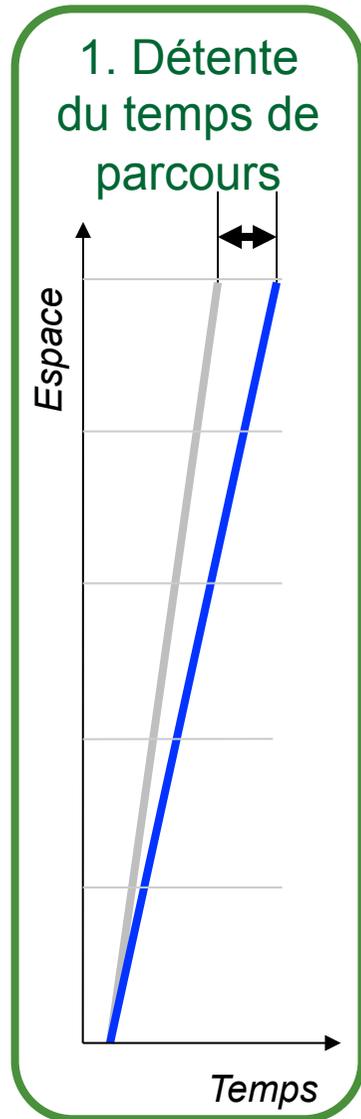


La robustesse de l'exploitation

- Dans l'exploitation quotidienne, les trains peuvent ne pas toujours suivre le graphique théorique programmé à l'avance (on dit aussi « en conception ») et accuser des retards
- Les retards se répercutent entre trains, selon un processus amplificateur ou atténuateur
- La **robustesse** d'une grille est sa capacité à résorber un retard dans un délai convenable

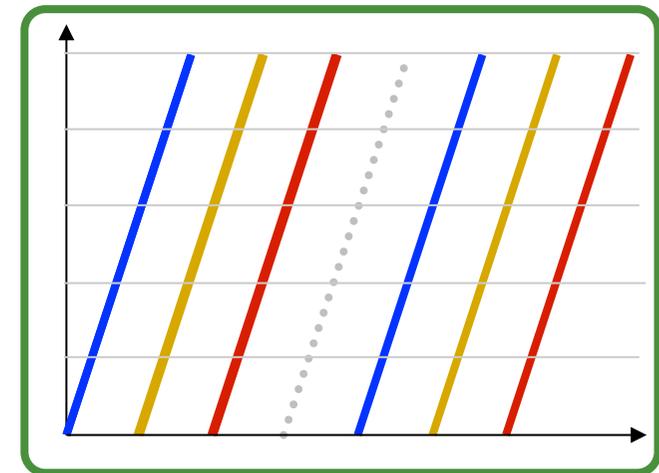
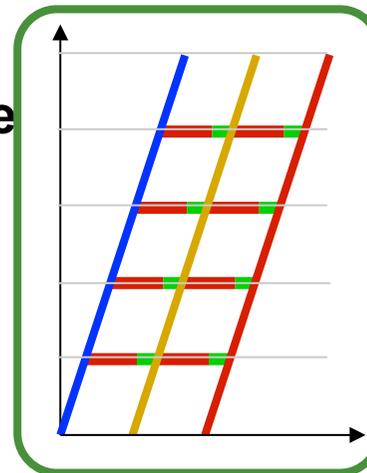
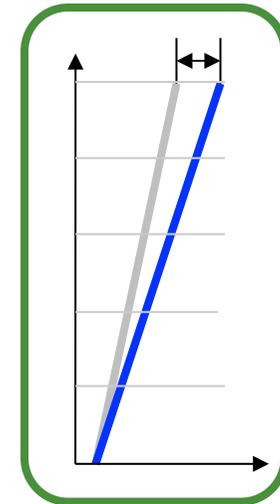


Assurer la robustesse en conception



Les "outils" de la robustesse

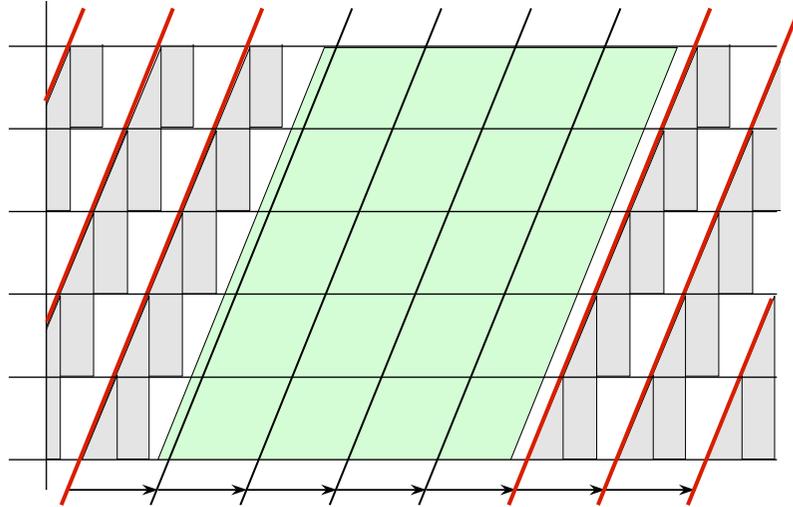
- Une **marge de régularité** (détente des temps de parcours) est prise afin d'assurer que chaque train puisse respecter son horaire, car les données des circulations réelles coïncident rarement avec celles du calcul de temps théorique
- Une **marge supplémentaire** est prise sous la forme d'un espacement supérieur au bloc et, si nécessaire, sous forme de sillon de respiration (sections d'infrastructure très chargées), afin d'éviter la propagation des perturbations d'un train à l'autre



La capacité : valeur unique et objective ?

- Les détentes et marges pour la robustesse dépendent des décisions d'exploitation et ne sont donc pas des valeurs universelles
- Des exemples :
 - La détente est de 4½ minutes par 100 km de ligne, sauf pour les LGV, où elle est en proportion du temps de parcours (5%, p.ex.)
 - La marge supplémentaire pour éviter la propagation des retards peut aller de quelques secondes à plusieurs minutes, selon le type de conflit (et les aléas d'arrondi du bloc sec...)
- Donc, même dans le cas d'une double voie à trafic homogène, **la capacité n'est pas une valeur unique et absolue**

La maintenance des infrastructures



*Exemple:
1 plage travaux
=
4 sillons supprimés*

- Chaque sillon consomme une partie de ce graphique, chaque plage travaux, aussi

La "compétition" entre sillons et travaux est source permanente de tension

La capacité en quelques mots

- Il y a saturation lorsque la capacité ne suffit plus pour augmenter les services
- La capacité est le nombre maximal de trains susceptibles de circuler sous des conditions d'exploitation et de qualité de service données
- En ligne, la capacité théorique est déterminée par l'espacement minimum que permettent la signalisation et les performances de freinage des trains
- La capacité réelle dépend toutefois des paramètres utilisés pour assurer la stabilité de l'offre (robustesse de la grille) et des éventuelles plages neutralisées à des fins de maintenance

La suite ...

Une fois ces généralités considérées, il importe d'appréhender maintenant les cas particuliers de :

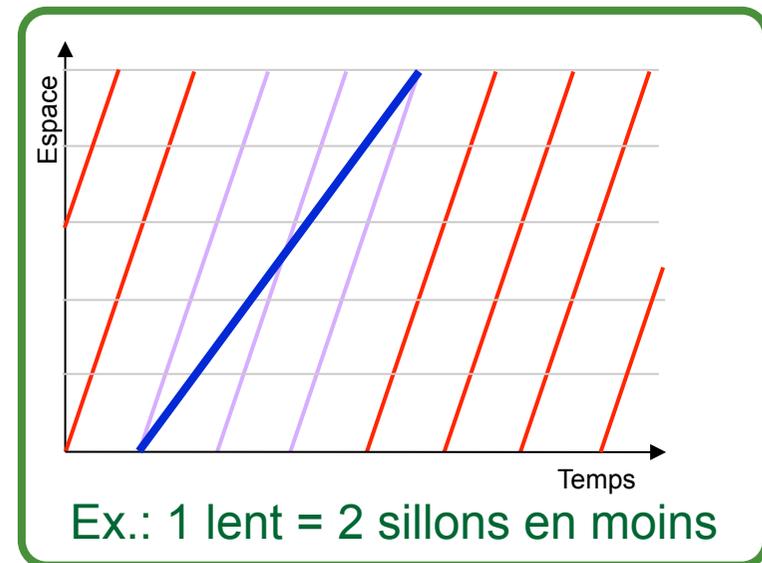
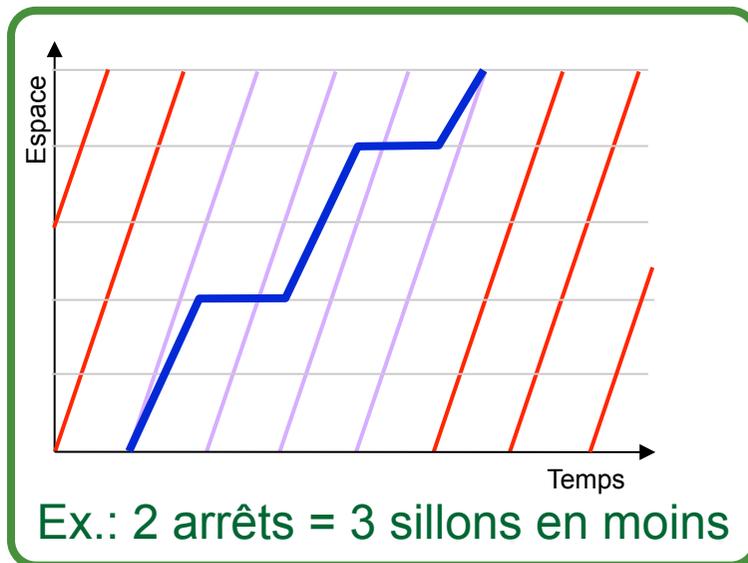
- ❑ La capacité des **lignes ferroviaires**,
- ❑ La capacité des **nœuds ferroviaires**,
- ❑ Enfin la **capacité du réseau**

La capacité ferroviaire

-
1. Graphique de circulation et capacité d'une ligne
 2. Les facteurs influant sur la capacité en ligne
 3. Le fonctionnement des nœuds
 4. L'effet réseau
 5. Les grands principes d'allocation de la capacité

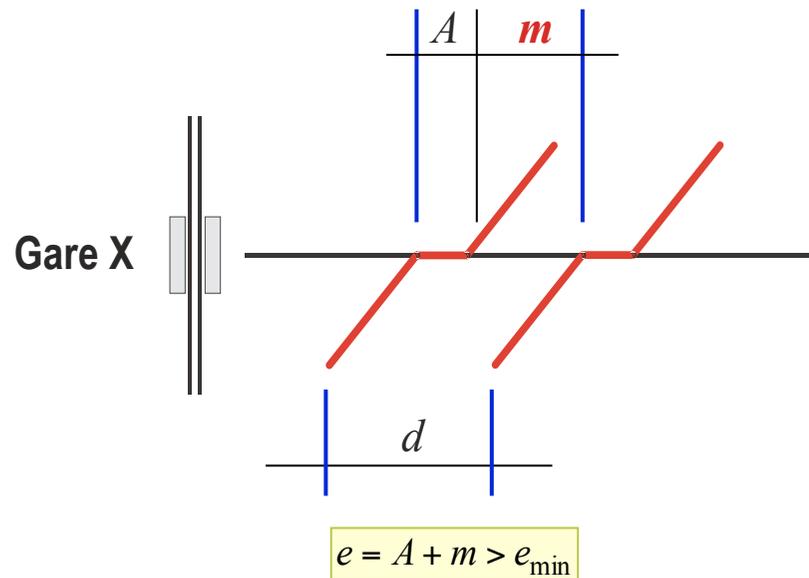
Mixité des trafics (hétérogénéité)

- La **différence de vitesse commerciale** entre trains empruntant la même ligne est source de réduction de la capacité. Une différence de vitesse peut être due à :
 - une variation dans la politique d'arrêt entre trains de même performance (missions)
 - une différence de performances entre trains (types de train ou de matériel roulant)



Les gares intermédiaires

Les gares intermédiaires à 1 voie à quai par direction peuvent limiter la capacité d'une ligne lorsque la durée d'arrêt et les temps d'entrée et de sortie cumulés **dépassent l'espace minimum que permet la signalisation en ligne**



Exemple:

- La signalisation en ligne permet un espacement de 4 minutes, soit 15 trains/heure.
- Si un arrêt en gare X demande 3 minutes et qu'il faut en plus 5 minutes de séparation entre départ et arrivée sur la même voie à quai, l'espacement utile devient 8 minutes et la capacité de la ligne tombe à 7½ trains/heure

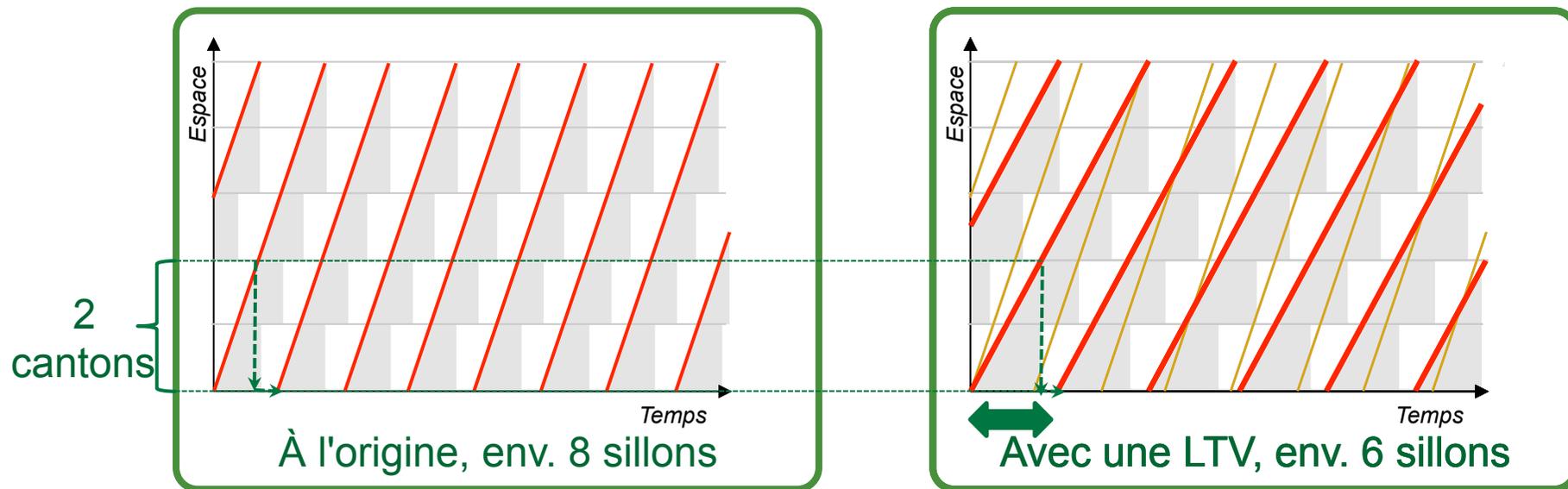
m = temps de succession entre départ et arrivée sur la même voie de quai

A = durée de l'arrêt

e = espacement

Limites temporaires de la vitesse

- Si une limite temporaire de la vitesse (LTV) est appliquée à une ligne à trafic homogène et dont la signalisation a été conçue pour une vitesse supérieure
 - cela augmente le temps d'occupation des blocs et
 - rallonge, par voie de conséquence, l'espacement entre trains
- Une réduction de la capacité s'ensuit
- Par exemple, une telle LTV peut être appliquée à une voie dont les travaux de nuit obligent à réduire la vitesse des trains la journée



La capacité ferroviaire

-
1. Graphique de circulation et capacité d'une ligne
 2. Les facteurs influant sur la capacité en ligne
 3. Le fonctionnement des nœuds
 4. L'effet réseau
 5. Les grands principes d'allocation de la capacité

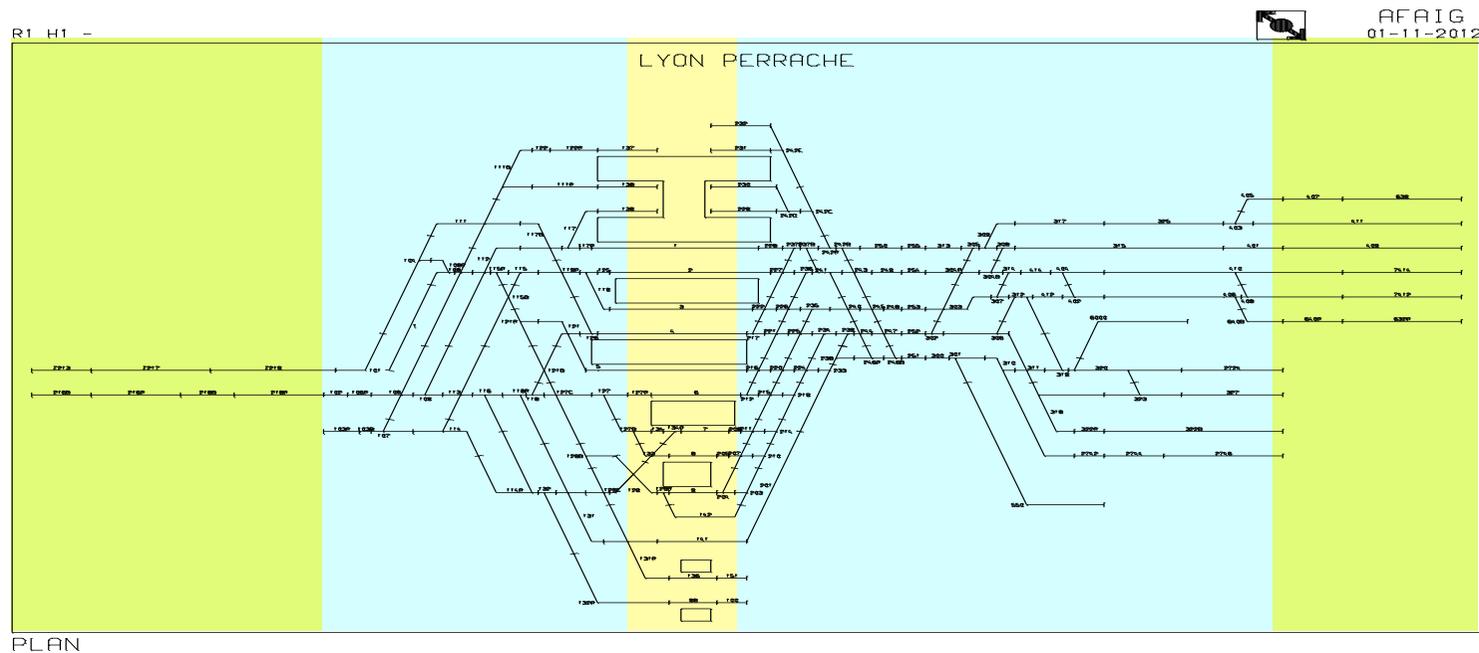
Les grandes gares

- Du point de vue de leur configuration, il y a des gares en **impasse** et des gares **traversantes**
- Du point de vue fonctionnel, une gare peut être un terminus de ligne ou être traversée

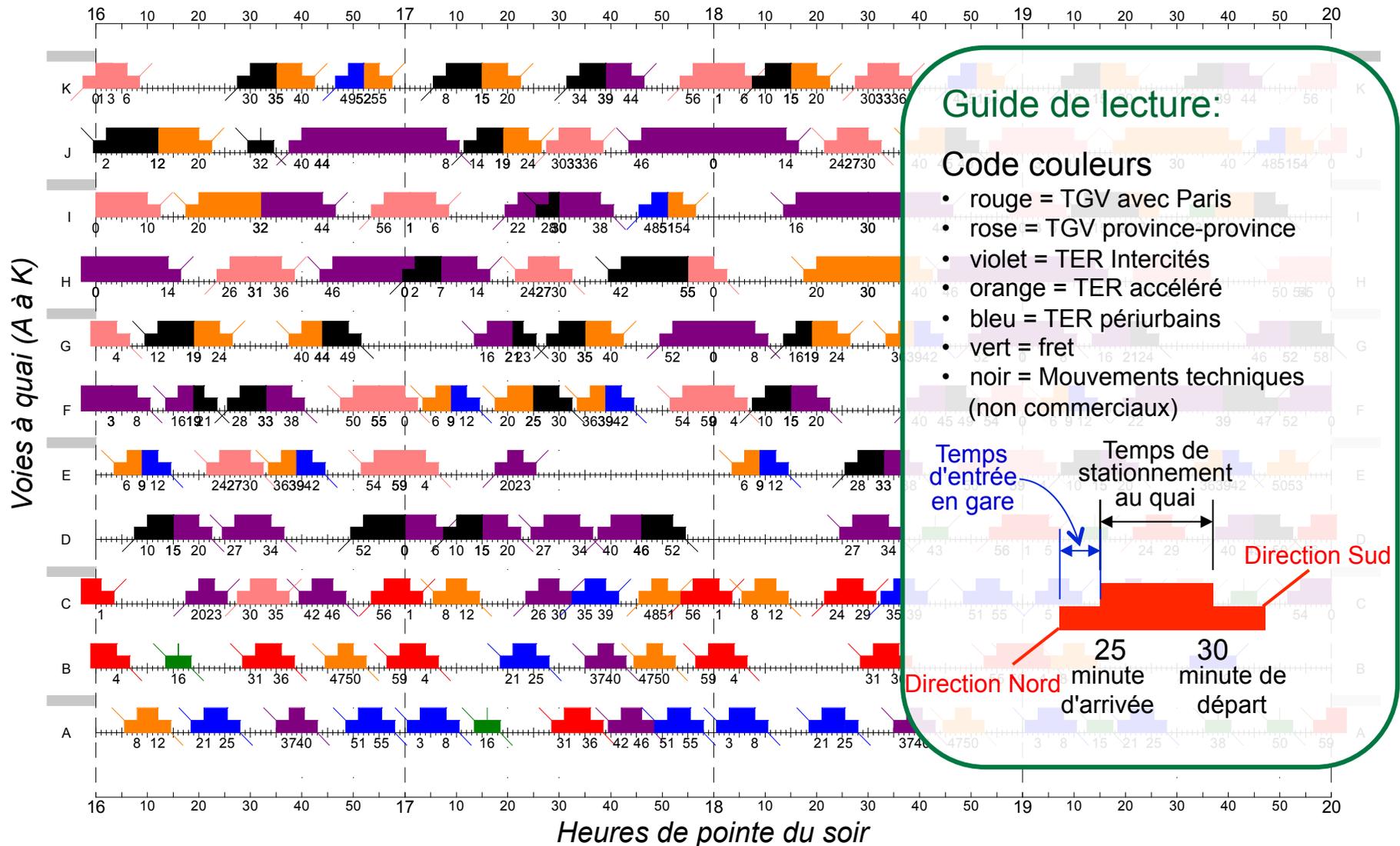
Fonctionnant essentiellement ...	Gare en impasse	Gare traversante
... en terminus	Grandes gares parisiennes dont gare de Lyon	Lyon Perrache
... en passage	Zurich, Marseille (partiellement)	Lyon Part-Dieu, Montpellier, Nîmes, Perpignan

La capacité des nœuds

- C'est d'abord la capacité en gare avec deux aspects :
 - l'utilisation des voies à quai pour le stationnement des trains
 - l'utilisation des voies d'accès en tête de gare pour les mouvements de trains vers les quais ou des centres techniques
- C'est aussi la capacité de certaines lignes qui composent le nœud (notamment pour relier 2 gares)



Capacité des voies à quai : exemple du Graphique d'Occupation des Voies à quais (GOV) de Lyon Part-Dieu



Capacité des voies à quai : dimensions des quais et accès piétons

- Les dimensions des quais peuvent induire des contraintes limitant la capacité de réception de trains sur ces quais :
 - lorsque la longueur d'un quai, par exemple, est trop faible pour recevoir certains trains
 - lorsque la largeur du quai ou ses accès ne permettent pas l'écoulement des flux voyageurs de 2 trains, l'un au départ et l'autre à l'arrivée, placés de part et d'autre du même quai

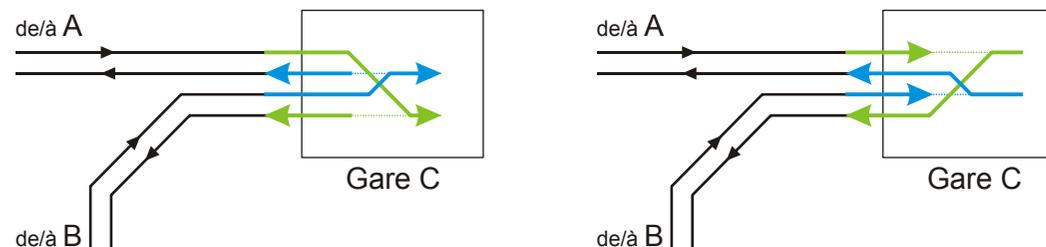
Gestion des mouvements en gare : itinéraires, postes d'aiguillage

- Un train, pour atteindre une voie à quai dans la gare ou pour la quitter, emprunte un itinéraire
- L'exploitation de la gare exige que :
 - l'itinéraire d'entrée ou de sortie soit "établi" à temps pour ne pas perturber la marche du train
 - mais en ayant au préalable interdit tout **itinéraire antagoniste**
 - et que l'itinéraire établi soit libéré (en entier ou progressivement) dès la fin de son utilisation
- Cette gestion de l'attribution d'itinéraires dans le temps est réalisée par le(s) **poste(s) d'aiguillage**

Cisaillements : les conflits-types dans une gare

- Deux itinéraires sont **antagonistes** lorsqu'ils utilisent un même élément d'infrastructure
- Souvent, ces conflits d'itinéraires sont des "**cisaillements**"

Exemple de cisaillement dans une gare en impasse

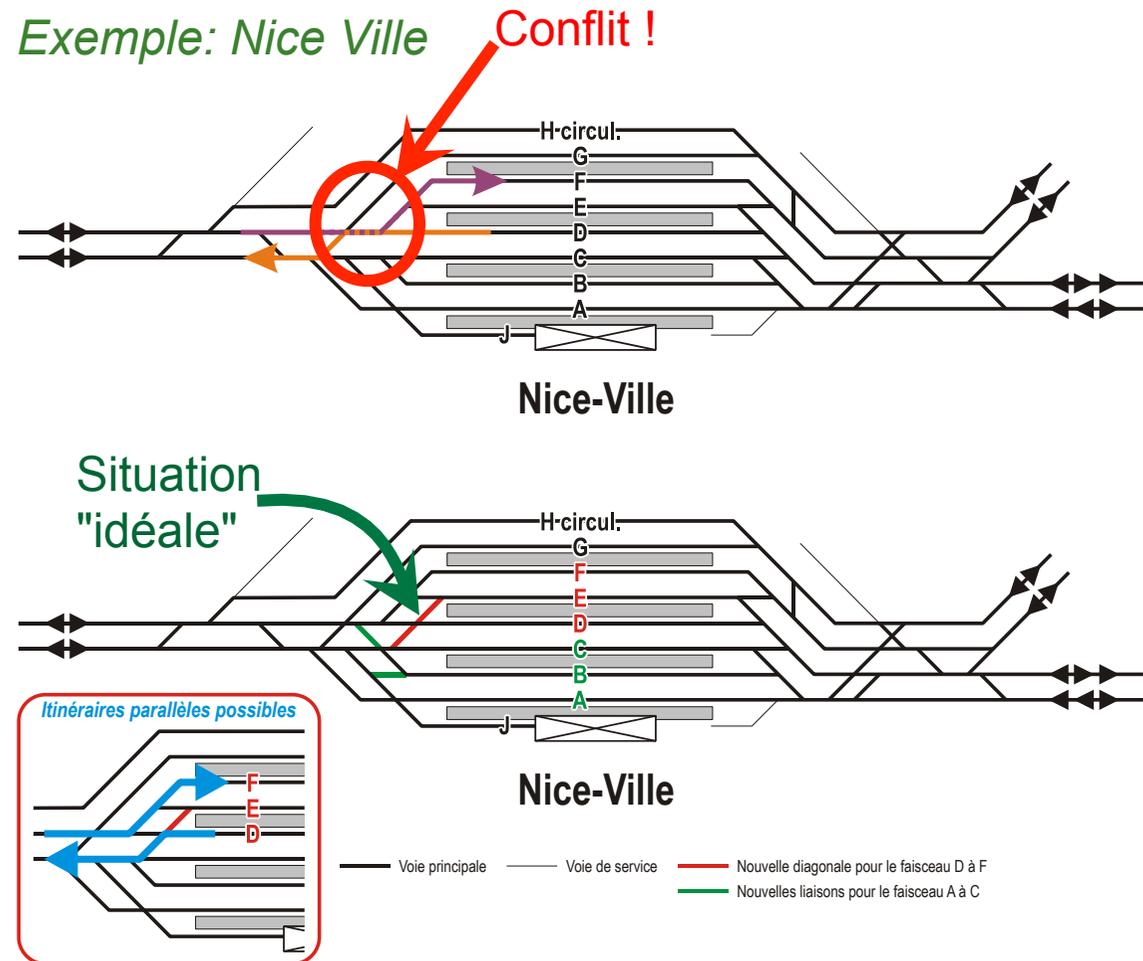


Les conflits se produisent soit à l'arrivée des 2 trains (figure de gauche), soit au départ des 2 trains (figure de droite) selon la manière dont on organise la réception des trains sur les voies à quais

- Des cisaillements existent tout aussi bien dans les gares en impasse que dans les gares traversantes
- Il se produisent également en pleine voie, lorsqu'il y a des bifurcations qui ne sont pas dotées de "sauts-de-mouton" (voir plus loin)

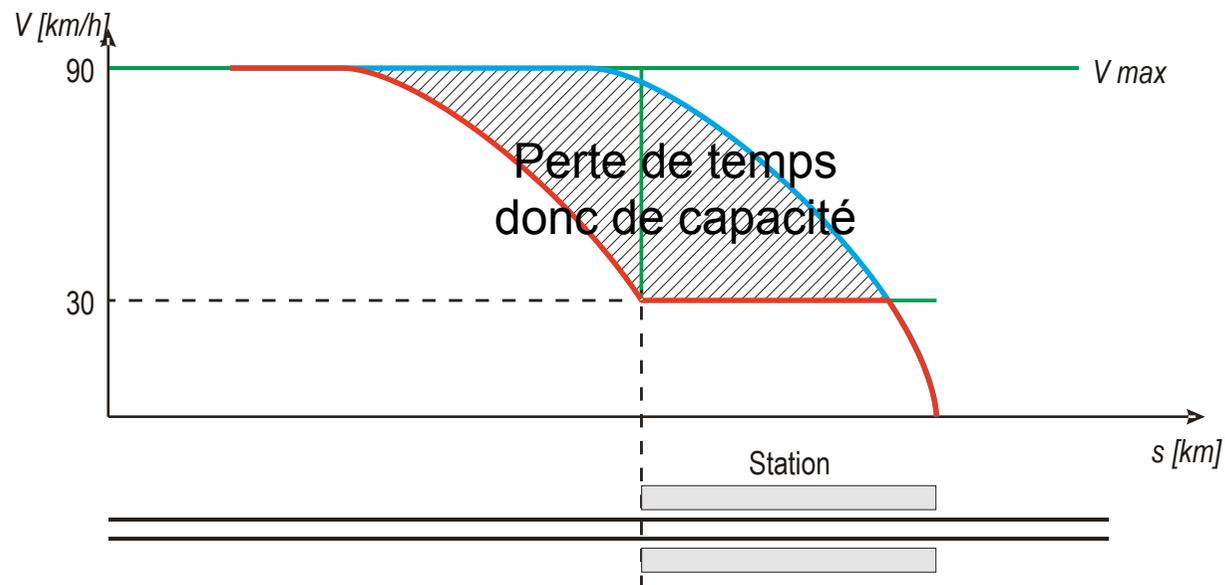
Simultanéité d'itinéraires impossible

Lorsque le plan des voies (ou le poste) ne permet pas d'accorder simultanément des itinéraires parallèles, la capacité d'entrées et sorties est réduite



Réduction de la vitesse en entrée ou sortie des gares

- Toute réduction trop tôt de la vitesse, comme tout manque de performance en accélération, engendre des pertes de temps, rallonge l'espacement entre trains et réduit la capacité
 - *Exemple : la Visa (vitesse sécuritaire d'approche), le KVB, la limitation de vitesse en traversée de gare, le comportement du conducteur, ...*



Capacité en gare, en quelques mots

- La capacité d'une gare est atteinte lorsqu'on n'arrive pas à :
 - ❑ placer un train sur une voie à quai
 - ❑ tracer l'itinéraire d'entrée ou de sortie d'un train (mouvement commercial ou technique)
- Ceci dépend essentiellement:
 - ❑ du plan des voies de la gare
 - ❑ des performances de la signalisation et du poste (technologie des matériels et outils logiciels)

La capacité ferroviaire

-
1. Graphique de circulation et capacité d'une ligne
 2. Les facteurs influant sur la capacité en ligne
 3. Le fonctionnement des nœuds
 4. L'effet réseau
 5. Les grands principes d'allocation de la capacité

Des lignes, des gares, une structuration des dessertes

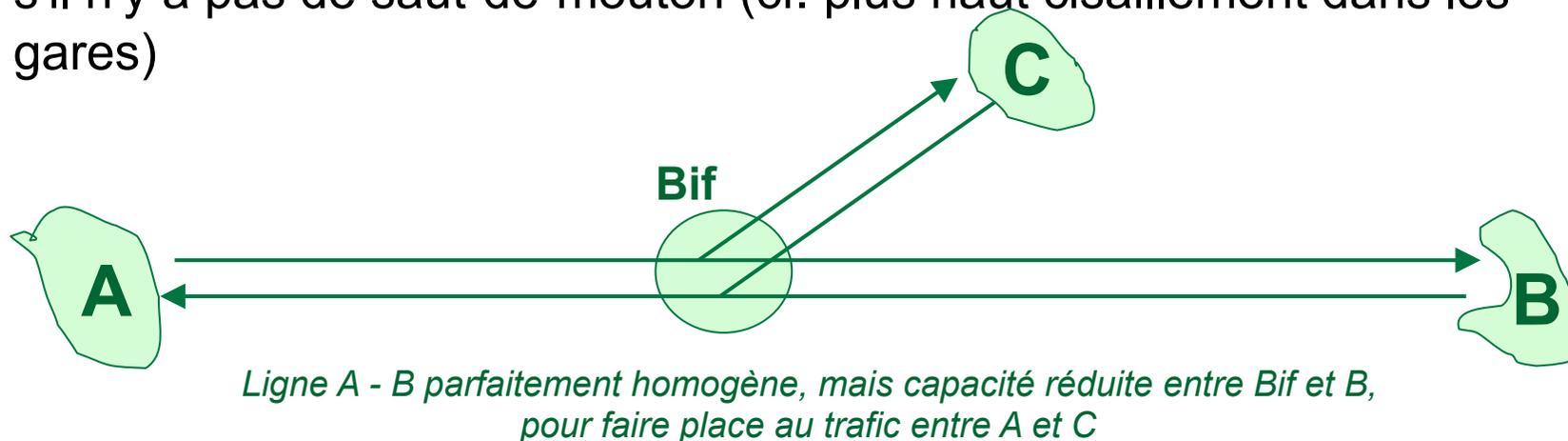
- Un réseau étant composé de tronçons de ligne, de gares et autres nœuds...
- ... sa capacité est fortement dictée par **les éléments les moins capacitaires** (tout comme la résistance d'une chaîne dépend de son maillon le plus faible)
- La mutualisation dans l'utilisation d'un même élément par plusieurs lignes a aussi pour conséquence une réduction de la capacité utilisable (par rapport à un raisonnement fait sur un seul tronçon)
- En outre, le **cadencement** généralisé du réseau, en structurant les dessertes, introduit certaines rigidités
- Tous ces phénomènes constituent **l'effet réseau**

Bifurcations et branchement latéraux

Sur une infrastructure aux caractéristiques homogènes, mais qui comporte une bifurcation, la capacité hors tronc commun se retrouve réduite (en proportion du flux latéral entrant et sortant du tronc commun)



À cela s'ajoute la réduction de la capacité provoquée par le cisaillement, s'il n'y a pas de saut-de-mouton (cf. plus haut cisaillement dans les gares)

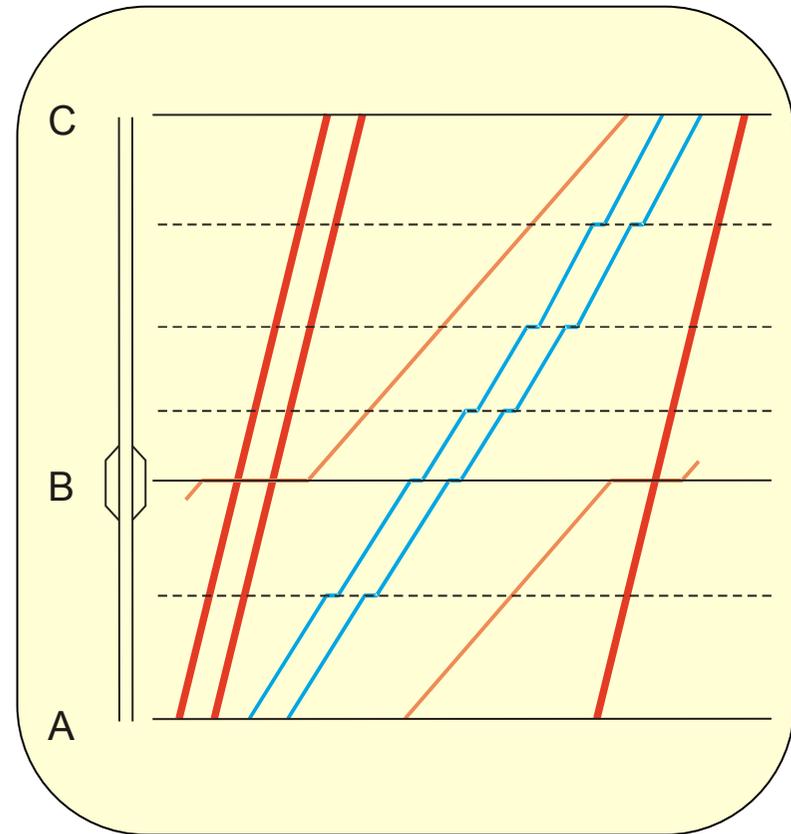


Horaire structuré

- Maîtrise des types des missions :
 - Nombre fini (et pas trop élevé)
 - Missions bien distinctes les unes des autres
 - Chaque train appartient à une mission (pas de train dit « hors système »)

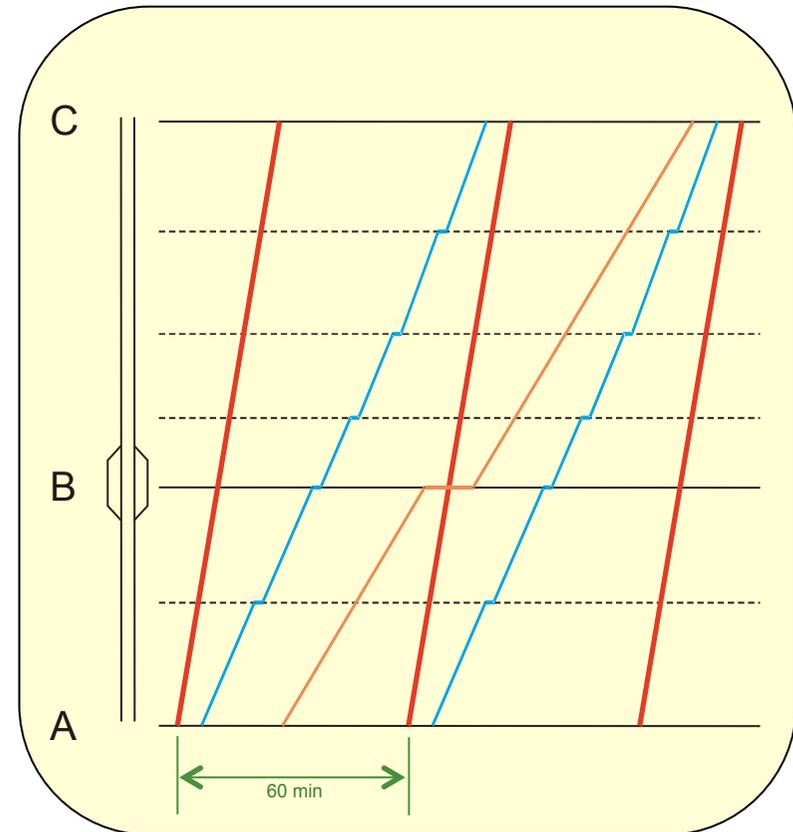
Simplicité dans :

- L'organisation (GI+EF)
- La compréhension (clients)



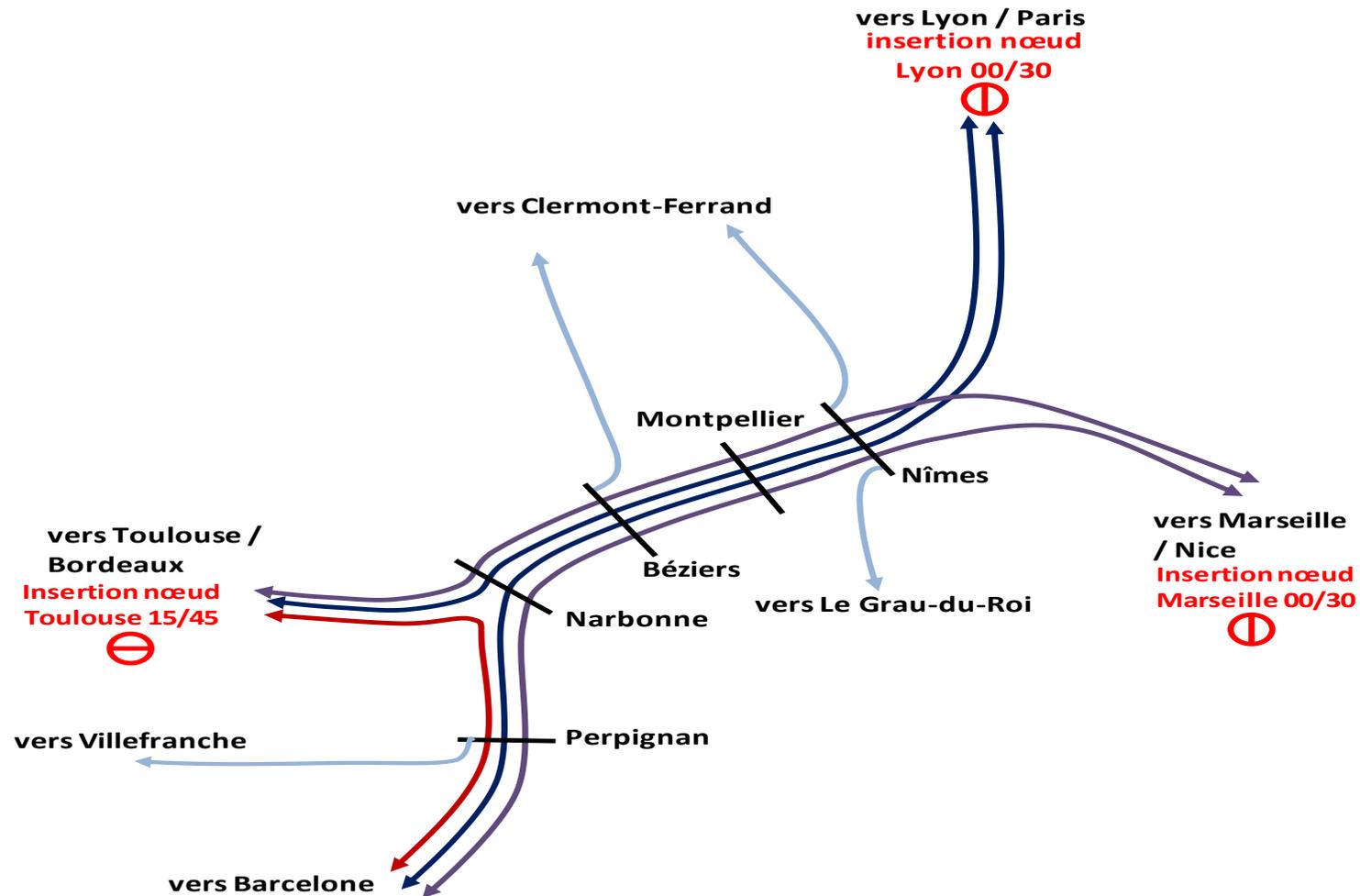
Horaire cadencé

- Programmation périodique des missions :
 - Généralement, période horaire, ou fraction entière de l'heure
 - Peu dense → bi-horaire
 - Très dense → peu importe



- Meilleure productivité (mais pas inéluctablement)
- Couverture temporelle des services (présence dans le temps)
- Lisibilité de l'horaire / Affranchissement de l'horaire

Les contraintes de structuration du réseau : l'exemple de la ligne Nîmes - Perpignan



La capacité ferroviaire

-
1. Graphique de circulation et capacité d'une ligne
 2. Les facteurs influant sur la capacité en ligne
 3. Le fonctionnement des nœuds
 4. L'effet réseau
 5. Les grands principes d'allocation de la capacité

Demandeurs de sillons et conditions contractuelles

- Les principes d'attribution de la capacité sont décrits au chapitre 4 du **Document de Référence du Réseau** (DRR) de SNCF Réseau

- SNCF Réseau est le fournisseur d'accès et les **demandeurs de capacité** peuvent être :
 - des entreprises ferroviaires,
 - les regroupements internationaux d'entreprises ferroviaires européennes,
 - d'autres gestionnaires d'infrastructure européens,
 - des candidats dits autorisés : les AOT, les opérateurs de transport combiné, les personnes publiques organisant un service de transport de fret

- Un **contrat d'attribution de sillons** est conclu entre SNCF Réseau et le demandeur qui fixe les droits et les devoirs de chacun, notamment concernant la compatibilité matériel roulant - infrastructure

Le processus d'allocation de la capacité ferroviaire (1/2)

- L'allocation de la capacité ferroviaire est un long processus **commençant suffisamment en amont** afin de permettre :
 - la prise en compte de **tous les travaux** qu'il s'agisse en amont de la construction de nouvelles infrastructures, de la régénération du réseau existant, ou bien de son entretien courant ;
 - une anticipation pour une organisation optimisée de ces travaux tant au plan du couple fenêtres travaux / sillons commerciaux que de leurs coûts et modalités de réalisation
 - la prise en compte de l'évolution de **tous les besoins de circulation**, que cette évolution résulte en amont des projets de développement, des évolutions de la trame horaire à long terme, ou bien encore des adaptations plus ponctuelles ou de dernière minute

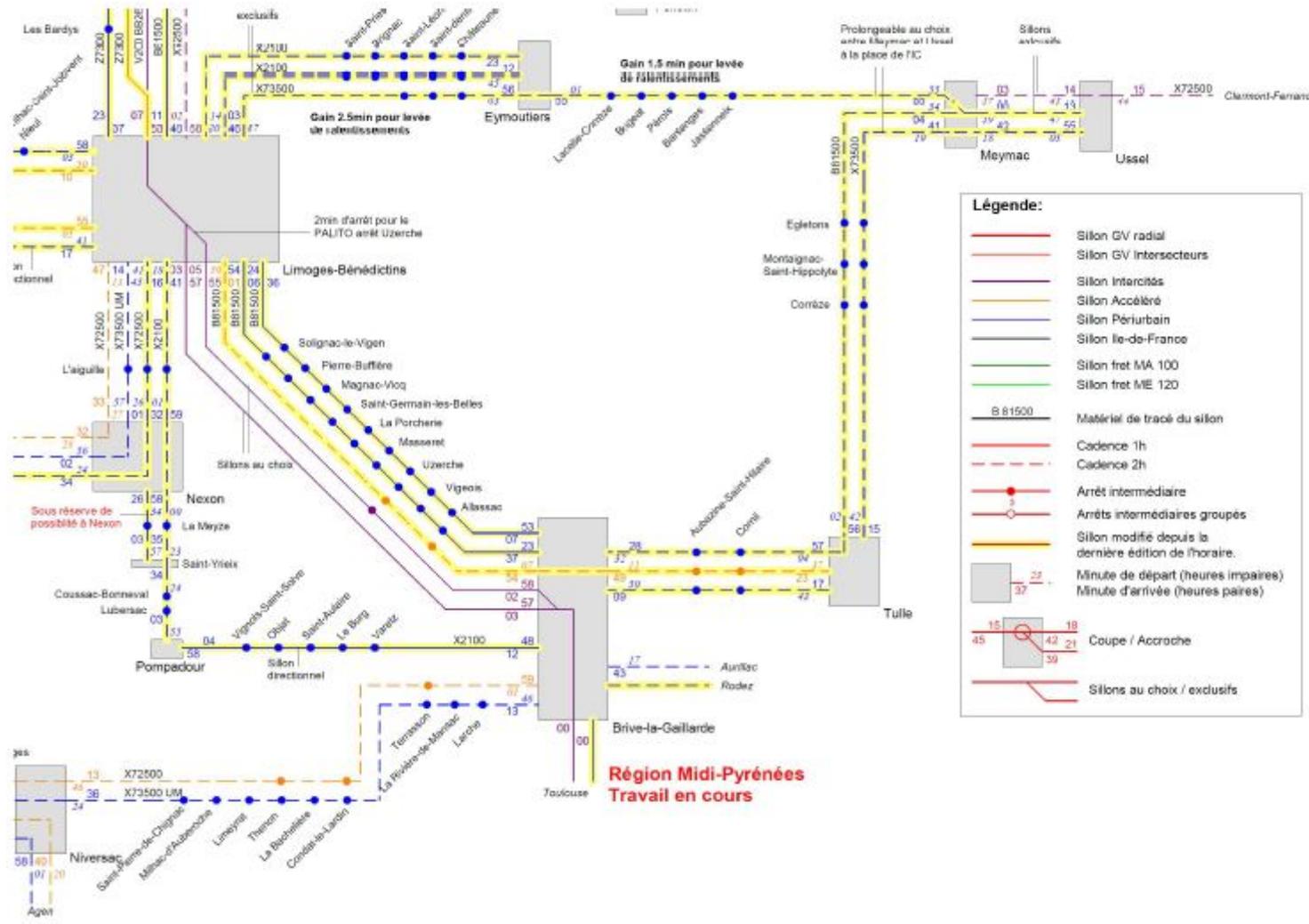
Le processus d'allocation de la capacité ferroviaire (2/2)

- L'objectif visé par le processus est d'assurer la meilleure utilisation des infrastructures et le développement équilibré de l'ensemble des services ferroviaires
- Le processus d'allocation de la capacité se déroule dans le cadre d'une **concertation constante** entre SNCF Réseau, les EF voyageurs et fret, les candidats autorisés et les AOT, les services de l'Etat : tant au niveau national que régional, de nombreuses instances de concertation existent
- L'étape ultime est l'élaboration de l'**horaire du service annuel** (SA - Service Annuel) et l'**attribution des sillons** aux demandeurs

L'allocation de capacité : étape 1

- De 5 ans à 2 ans (avril) avant l'année n : **structuration de la capacité du graphique**
- Il s'agit de définir les principes d'organisation du plan de sillons et de la capacité travaux
- Donnée d'entrée : accords-cadres, expression des besoins clients, trafics existants et analyse prospective, programmation des travaux
- Produits de sortie :
 - Etablissement d'une trame horaire systématique bâtie sur les principes du cadencement (sillons dits préconstruits)
 - Positionnement fin des fenêtres travaux
 - Repérage capacitaire des chantiers hors fenêtres (gares notamment) et nécessitant des LTV
 - Les sillons commerciaux ne comprennent que les sillons cadencés ou a minima réguliers

De 5 à 2 ans avant l'année n : exemple d'une trame horaire systématique



Document de référence du réseau ferré national
Horaire de service 2015

L'allocation de capacité : étape 2

- Durant l'année $n - 2$, d'avril à décembre : **pré-construction du graphique 24 heures**
- SNCF Réseau consulte les clients sur leurs commandes potentielles d'un jour type, soit par activation des sillons préconstruits de la trame, soit par demande de sillons spécifiques
- Produits de sortie :
 - Le graphique 24h00
 - Programme général des fenêtres travaux
 - Catalogue de sillons fret et de sillons pèlerins
 - Des études de faisabilité internationale de plans de transport
- Le graphique 24h00 est compatible avec les engagements pris en accord-cadre. Il prépare la construction de l'horaire du service annuel, mais ne correspond, à ce stade, à aucun engagement ferme

L'allocation de capacité : étape 3

- Durant l'année $n - 1$ de janvier à septembre : **construction de l'horaire du SA**
- Il s'agit, sur la base des demandes de sillons, de construire l'horaire **en coordonnant** au mieux, si besoin, les demandes concurrentes
- Donnée d'entrée : les catalogues de sillons fret et de sillons pèlerins, les commandes de sillons faites au plus tard avant avril $n - 1$, la trame, le graphique 24h00 et les fenêtres travaux issus des étapes précédentes
- Produits de sortie :
 - Un projet d'horaire du service annuel en juillet $n - 1$
 - L'horaire du service annuel définitif en septembre $n - 1$
 - Les sillons demandés sont ainsi attribués formellement aux demandeurs

L'allocation de capacité : étape 4

- De septembre $n - 1$ à décembre n : **adaptation de l'horaire du service annuel**
- Traitement des demandes tardives de sillons
- Une règle : le tracé des sillons en demande tardive ne peut entraîner de modification des sillons déjà attribués dans l'horaire du SA sans l'accord des titulaires de ces derniers

L'allocation de capacité : les règles de priorité entre les demandes de sillons

- En phase de construction du graphique 24 heures, l'ordre de priorité est le suivant :
 - Sillons de la trame horaire systématique (sillons cadencés) et, en premier lieu, ceux prévus en accord-cadre
 - Autres sillons accord-cadre
 - Sillons fret et voyageurs internationaux
 - Autres sillons nationaux en commençant par les plus longs parcours

- Dans le cadre de la coordination des commandes pour la production de l'horaire du SA :
 - Sillons préconstruits fret et voyageurs commandés plus de 200 jours par an
 - Les autres sillons en priorité de plus long parcours commandés plus de 200 jours par an
 - Les autres sillons en priorité de plus long parcours commandés moins de 200 jours par an

2.

**LES SYMPTÔMES
DE LA SATURATION
DU RÉSEAU FERRÉ
EN RÉGION
PROVENCE-ALPES-
CÔTE D'AZUR**

**LES SYMPTÔMES DE LA SATURATION
DU RÉSEAU FERRÉ EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

2.1

EXTRAITS DES SYMPTÔMES DE LA SATURATION FERROVIAIRE

Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire

Une fréquentation des gares dans la région PACA proportionnellement plus faible que dans d'autres aires urbaines

- **Aire urbaine** = ensemble de communes d'un seul tenant, constitué par un pôle urbain de plus de 10 000 emplois et par des communes rurales ou unités urbaines dont au moins 40% de la population résidente ayant un emploi travaille dans le pôle urbain ou dans des communes attirées par celui-ci (INSEE)
- Fréquentations 2014 :
 - **Marseille Saint-Charles** : 11 413 643 voyageurs
 - **Aix en Provence-TGV** : 3 219 330 voyageurs

Classement des 25 aires urbaines les plus peuplées :
 ((2) = partie française)

# Classement	Aires urbaines	Population de l'aire urbaine (INSEE, RP 2013)
1	Paris	12 405 426
2	Lyon	2 237 676
3	Marseille - Aix-en-Provence	1 734 277
4	Toulouse	1 291 517
5	Bordeaux	1 178 335
6	Lille (2)	1 175 828
7	Nice	1 004 826
8	Nantes	908 815
9	Strasbourg (2)	773 447
10	Rennes	700 675
11	Grenoble	684 398
12	Rouen	660 256
13	Toulon	611 978
14	Montpellier	579 401
15	Douai - Lens	539 322
16	Avignon	518 981
17	Saint-Étienne	515 240
18	Tours	487 023
19	Clermont-Ferrand	472 943
20	Nancy	432 788
21	Orléans	425 495
22	Angers	407 295
23	Caen	405 409
24	Metz	389 898
25	Dijon	380 236

Classement des gares les plus fréquentées :
 (au sein des 25 aires urbaines les plus peuplées)

# Classement	Gares	Fréquentation 2014 (SNCF opendata)
1	Nord + St Lazare + Gare de Lyon + Montparnasse + Vaugirard + Est + Austerlitz	505 068 649
2	Lyon Part Dieu + Saint-Exupéry TGV + Perrache	35 579 239
3	Lille Flandres	18 171 496
4	Strasbourg	17 856 123
5	Marseille Saint-Charles + Aix TGV	14 632 973
6	Bordeaux Saint-Jean	10 590 564
7	Toulouse Matabiau	9 469 130
8	Nantes	9 454 606
9	Rennes	8 562 946
10	Nancy	7 755 016
11	Montpellier Saint-Roch	7 671 307
12	Grenoble	7 579 731
13	Metz	7 148 580
14	Nice	7 102 548
15	Rouen Rive Droite	6 253 804
16	Dijon	5 744 718
17	Angers Saint Laud	5 037 554
18	Avignon Centre + Avignon TGV	4 836 855
19	Tours	4 370 801
20	Clermont Ferrand	3 576 536
21	Saint-Étienne Châteaureux	3 328 818
22	Toulon	3 305 429
23	Orléans	3 189 038
24	Caen	3 138 116
25	Lens	1 635 157

⇒ Sources : SNCF Open Data/ INSEE

Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire

Des trains plus souvent annulés et en retard qu'ailleurs

Régularité des TER

Statistiques 2013-2015 (SNCF Open data)	Nombre de trains programmé	Nombre de trains ayant circulé	Nombre de trains annulés	taux d'annulation	Nombre de trains en retard à l'arrivée	taux de retards
Alsace	697 546	690 341	7 477	1,1%	26 099	3,8%
Aquitaine	320 989	313 475	7 524	2,3%	36 873	11,8%
Auvergne	209 755	206 393	3 362	1,6%	14 597	7,1%
Basse Normandie	123 280	120 302	2 958	2,4%	7 016	5,8%
Bourgogne	286 985	282 283	4 702	1,6%	24 969	8,8%
Bretagne	304 229	301 145	3 084	1,0%	17 193	5,7%
Centre	343 665	336 780	6 885	2,0%	25 589	7,6%
Champagne Ardenne	227 792	224 101	3 691	1,6%	11 813	5,3%
Franche Comté	208 839	206 698	2 161	1,0%	16 626	8,0%
Haute Normandie	217 771	214 169	3 602	1,7%	11 414	5,3%
Languedoc Roussillon	177 570	171 458	6 112	3,4%	19 162	11,2%
Limousin	152 864	148 635	4 229	2,8%	11 398	7,7%
Lorraine*	nc	nc	nc	nc	nc	nc
Midi Pyrénées	314 214	306 202	8 012	2,5%	29 011	9,5%
Nord Pas de Calais	653 432	639 107	13 420	2,1%	51 680	8,1%
Pays de la Loire	396 672	389 465	7 207	1,8%	28 936	7,4%
Picardie	406 040	400 145	5 895	1,5%	34 070	8,5%
Poitou Charentes	129 614	127 591	2 023	1,6%	10 321	8,1%
Provence Alpes Côte d'Azur	533 815	505 783	28 032	5,3%	87 418	17,3%
Rhône Alpes	1 052 195	1 032 833	19 362	1,8%	118 873	11,5%
Moyenne nationale	6 757 267	6 616 906	139 738	2,1%	583 058	8,8%

Statistiques 2013-2015 (SNCF Open data)	# Classement % de trains annulés	taux d'annulation	# Classement % de trains retardés	taux de retards	# Classement nb de trains par voie	Longueur de voie (km)	Nb de trains programmés/km de voie
Alsace	3	1,1%	1	3,8%	19	682	1023
Aquitaine	14	2,3%	18	11,8%	7	1500	214
Auvergne	6	1,6%	6	7,1%	6	1000	210
Basse Normandie	15	2,4%	5	5,8%	17	317	389
Bourgogne	8	1,6%	14	8,8%	4	1500	191
Bretagne	1	1,0%	4	5,7%	10	1381	220
Centre	12	2,0%	8	7,6%	8	1600	215
Champagne Ardenne	7	1,6%	2	5,3%	9	1057	216
Franche Comté	2	1,0%	10	8,0%	13	850	246
Haute Normandie	9	1,7%	3	5,3%	16	567	384
Languedoc Roussillon	18	3,4%	16	11,2%	1	1500	118
Limousin	17	2,8%	9	7,7%	3	978	156
Lorraine*	nc	nc	nc	nc	nc	3766	nc
Midi Pyrénées	16	2,5%	15	9,5%	5	1560	201
Nord Pas de Calais	13	2,1%	11	8,1%	12	2700	242
Pays de la Loire	10	1,8%	7	7,4%	15	1122	354
Picardie	4	1,5%	13	8,5%	11	1769	230
Poitou Charentes	5	1,6%	12	8,1%	2	922	141
Provence Alpes Côte d'Azur	19	5,3%	19	17,3%	18	1257	425
Rhône Alpes	11	1,8%	17	11,5%	14	3000	351

*Le Président de la Région Lorraine s'est opposé, par courrier du 10 juillet 2013, à ce que SNCF transmette à l'AQST les données relatives aux trains TER lorrains en retard ou annulés, au motif qu'il n'a pas "de visibilité sur les capacités des régions à poursuivre leurs missions d'autorité organisatrice des transports régionaux".

⇒ Taux de retards et d'annulation les plus élevés de France en 2015 avec 1 TER sur 6 en retard et 1 TER sur 20 annulé (1)

⇒ Source : regularite-mensuelle-ter_analyse.xls (SNCF Opendata)

Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire

Régularité des InterCités

Statistiques 2013-2015 (SNCF Open data)	Ligne	Nombre de trains programmés	Nombre de trains ayant circulé	Nombre de trains annulés	taux d'annulation	Nombre de trains en retard à l'arrivée	taux de retards	Classement du plus grand taux d'annulation	Classement du plus grand taux de retards
Axe Atlantique Méd.	BORDEAUX ST JEAN - NICE	4 694	4 603	91	1,9%	1 088	23,6%	6	1
	NICE - BORDEAUX ST JEAN	4 266	4 181	85	2,0%	878	21,0%	5	3
	HENDAYE - TOULOUSE MATABIAU	2 292	2 197	95	4,1%	188	8,6%	3	40
	TOULOUSE MATABIAU - HENDAYE	2 298	2 207	91	4,0%	187	8,5%	4	41
	NANTES - BORDEAUX ST JEAN	1 885	1 866	19	1,0%	332	17,8%	19	7
	BORDEAUX ST JEAN - NANTES	1 785	1 754	31	1,7%	281	16,0%	10	8
Axe Centre Sud-Ouest	PARIS AUSTERLITZ - BOURGES	2 963	2 943	20	0,7%	300	10,2%	30	27
	BOURGES - PARIS AUSTERLITZ	2 884	2 865	19	0,7%	431	15,0%	32	10
	PARIS AUSTERLITZ - CERBERE	3 984	3 944	40	1,0%	396	10,0%	20	30
	CERBERE - PARIS AUSTERLITZ	4 295	4 258	37	0,9%	548	12,9%	24	15
	PARIS AUSTERLITZ - ORLÉANS	8 049	7 993	56	0,7%	1 550	19,4%	29	5
	ORLÉANS - PARIS AUSTERLITZ	8 405	8 342	63	0,7%	1 293	15,5%	26	9
	PARIS AUSTERLITZ - TOURS	3 013	3 001	12	0,4%	596	19,9%	42	4
	TOURS - PARIS AUSTERLITZ	2 919	2 906	13	0,4%	437	15,0%	41	11
Axe Est Centre	PARIS EST - BELFORT	3 044	3 022	22	0,7%	317	10,5%	28	24
	BELFORT - PARIS EST	2 795	2 754	41	1,5%	247	9,0%	13	39
	CLERMONT FERRAND - BÉZIERS	980	967	13	1,3%	51	5,3%	16	47
	BÉZIERS - CLERMONT FERRAND	722	709	13	1,8%	45	6,3%	7	46
	BORDEAUX ST JEAN - LIMOGES	674	670	4	0,6%	29	4,3%	34	48
	LIMOGES - BORDEAUX ST JEAN	710	699	11	1,5%	47	6,7%	12	45
	CLERMONT FERRAND - NÎMES	882	836	46	5,2%	66	7,9%	2	43
	NÎMES - CLERMONT FERRAND	986	934	52	5,3%	104	11,1%	1	19
	CLERMONT FERRAND - PARIS BERCY	5 355	5 342	13	0,2%	535	10,0%	46	31
	PARIS BERCY - CLERMONT FERRAND	5 277	5 267	10	0,2%	569	10,8%	48	20
	LYON PART DIEU - NANTES	2 381	2 340	41	1,7%	246	10,5%	11	23
	NANTES - LYON PART DIEU	575	565	10	1,7%	39	6,9%	9	44
	NEVERS - PARIS BERCY	3 564	3 540	24	0,7%	359	10,1%	31	28
	PARIS BERCY - NEVERS	3 432	3 420	12	0,3%	443	13,0%	45	14
	PARIS EST - TROYES	6 238	6 160	78	1,3%	595	9,7%	17	35
	TROYES - PARIS EST	5 228	5 157	71	1,4%	502	9,7%	15	33
Axe Nord-Normandie	PARIS NORD - AMIENS	5 134	5 096	38	0,7%	968	19,0%	27	6
	AMIENS - PARIS NORDS	4 212	4 172	40	0,9%	902	21,6%	21	2
	PARIS NORD - BOULOGNE	1 907	1 900	7	0,4%	229	12,1%	43	16
	BOULOGNE - PARIS NORD	2 708	2 684	24	0,9%	349	13,0%	23	13
	PARIS ST LAZARE - CAEN	5 532	5 500	32	0,6%	655	11,9%	35	17
	CAEN - PARIS ST LAZARE	4 503	4 480	23	0,5%	435	9,7%	40	34
	CHERBOURG - PARIS ST LAZARE	4 550	4 526	24	0,5%	382	8,4%	38	42
	PARIS ST LAZARE - CHERBOURG	3 995	3 981	14	0,4%	457	11,5%	44	18
	PARIS VAUGIRARD - GRANVILLE	3 641	3 618	23	0,6%	344	9,5%	33	36
	GRANVILLE - PARIS VAUGIRARD	3 632	3 595	37	1,0%	324	9,0%	18	38
	PARIS ST LAZARE - LE HAVRE	7 942	7 897	45	0,6%	848	10,7%	37	21
	LE HAVRE - PARIS ST LAZARE	7 866	7 803	63	0,8%	785	10,1%	25	29
	MAUBEUGE - PARIS NORD	6 086	6 029	57	0,9%	597	9,9%	22	32
	PARIS NORD - MAUBEUGE	5 064	5 035	29	0,6%	466	9,3%	36	37
	PARIS ST LAZARE - TROUVILLE DEAUVILLE	2 191	2 186	5	0,2%	303	13,9%	47	12
	TROUVILLE DEAUVILLE - PARIS ST LAZARE	2 090	2 079	11	0,5%	215	10,3%	39	26
	TOURS - CAEN	1 489	1 468	21	1,4%	156	10,6%	14	22
	CAEN - TOURS	1 758	1 727	31	1,8%	181	10,5%	8	25

⇒ Source : regularite-mensuelle-intercites_analyse.xls (SNCF Opendata)

Moyenne nationale		170 875	169 218	1 657	1,0%	21 295	12,6%		
-------------------	--	---------	---------	-------	------	--------	-------	--	--

Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire

Régularité des TGV

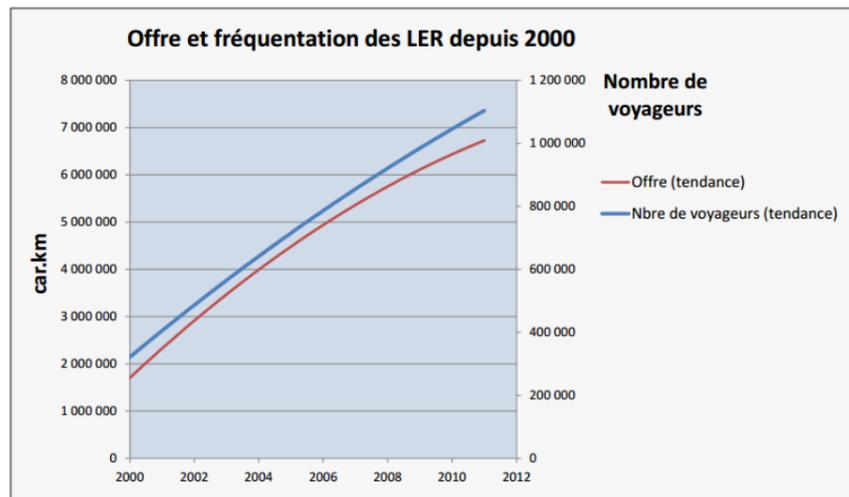
Statistiques 2013-2015 (SNCF Open data)	Ligne	Nombre de trains programmés	Nombre de trains ayant circulé	Nombre de trains annulés	Taux d'annulation	Classement du plus grand taux d'annulation	Nombre de trains en retard à l'arrivée	Taux de retards	Classement du plus grand taux de retards	
Axe Atlantique	TOUTES LES CIRCULATIONS : ANGERS SAINT LAUD <-> PARIS MONTPARNASSE ANGOULEME <-> PARIS MONTPARNASSE BORDEAUX ST JEAN <-> PARIS MONTPARNASSE BREST <-> PARIS MONTPARNASSE LA ROCHELLE VILLE <-> PARIS MONTPARNASSE LAYAL <-> PARIS MONTPARNASSE LE MANS <-> PARIS MONTPARNASSE RENNES <-> LYON PART DIEU NANTES <-> PARIS MONTPARNASSE POTIERS <-> PARIS MONTPARNASSE GUIMPER <-> PARIS MONTPARNASSE RENNES <-> PARIS MONTPARNASSE ST MALO <-> PARIS MONTPARNASSE ST PIERRE DES CORPS <-> PARIS MONTPARNASSE TOULOUSE MATABIAU <-> PARIS MONTPARNASSE TOURS <-> PARIS MONTPARNASSE YANNES <-> PARIS MONTPARNASSE	554 390	551 811	2 579	0,5%	8	50 377	9,1%	15	
	MARSEILLE ST CHARLES -> LILLE	8 450	8 379	71	0,8%	2	2 130	25,4%	1	
	LILLE -> MARSEILLE ST CHARLES	8 195	8 164	31	0,4%	14	1 732	21,2%	3	
	AUTRES CIRCULATIONS : ARRAS <-> PARIS NORD DOUAI <-> PARIS NORD DUNKERQUE <-> PARIS NORD LILLE <-> PARIS NORD LILLE <-> LYON PART DIEU	159 484	158 607	877	0,5%	5	18 310	11,5%	11	
	TOTAL AXE NORD	176 129	175 150	979	0,6%		22 172	12,7%		
	Axe Est	TOUTES LES CIRCULATIONS : METZ <-> PARIS EST MULHOUSE VILLE <-> PARIS LYON NANCY <-> PARIS EST NANTES <-> STRASBOURG REIMS <-> PARIS EST STRASBOURG <-> PARIS EST	138 005	137 565	440	0,3%	15	10 918	7,9%	16
		AIX EN PROVENCE TGV -> PARIS LYON	21 549	21 533	16	0,1%	17	2 867	13,3%	10
		PARIS LYON -> AIX EN PROVENCE TGV	21 612	21 598	14	0,1%	18	2 344	10,9%	12
		AVIGNON TGV -> PARIS LYON	22 589	22 472	117	0,5%	6	3 477	15,5%	8
		PARIS LYON -> AVIGNON TGV	23 156	23 068	88	0,4%	13	2 164	9,4%	14
	Axe Sud-Est	MARSEILLE ST CHARLES -> PARIS LYON	23 533	23 477	56	0,2%	16	1 853	7,9%	17
		PARIS LYON -> MARSEILLE ST CHARLES	24 765	24 665	100	0,4%	12	1 782	7,2%	18
		MARSEILLE ST CHARLES -> LYON PART DIEU	29 186	29 052	134	0,5%	9	5 894	20,3%	4
		LYON PART DIEU -> MARSEILLE ST CHARLES	31 324	31 174	150	0,5%	7	6 852	22,0%	2
NICE VILLE -> PARIS LYON		10 193	10 102	91	0,9%	1	1 970	19,5%	5	
PARIS LYON -> NICE VILLE		9 862	9 794	68	0,7%	4	1 865	19,0%	6	
TOULON -> PARIS LYON		13 090	12 998	92	0,7%	3	2 148	16,5%	7	
PARIS LYON -> TOULON		11 676	11 627	49	0,4%	10	1 668	14,3%	9	
AUTRES CIRCULATIONS : ANNECY <-> PARIS LYON BELLEGARDE (AIG) <-> PARIS LYON BESANCON FRANCHE COMTE TGV <-> PARIS LYON CHAMBERY CHALLES LES EAUX <-> PARIS LYON DIJON VILLE <-> PARIS LYON GRENOBLE <-> PARIS LYON LE CREUSOT MONTCEAU MONTCHANIN <-> PARIS LYON LYON PART DIEU <-> MONTPELLIER LYON PART DIEU <-> PARIS LYON Macon LOCHE <-> PARIS LYON MONTPELLIER <-> PARIS LYON MULHOUSE VILLE <-> PARIS LYON NIMES <-> PARIS LYON PERPIGNAN <-> PARIS LYON SAINT ETIENNE CHATEAUCREUX <-> PARIS LYON VALENCE ALIXANTGV <-> PARIS LYON		452 666	450 797	1 869	0,4%	11	47 628	10,6%	13	
TOTAL SUD-EST		695 201	692 357	2 844	0,4%		82 512	11,9%		
Moyenne nationale			2 435 055	2 424 390	10 665	0,4%		270 663	11,2%	

⇒ Source : regularite-
mensuelle-
tgv_analyse.xls
(SNCF Opendata)

Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire

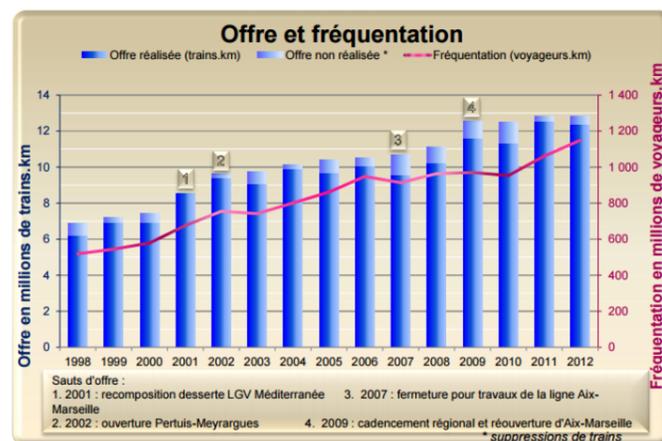
Les données de l'AOT Régionale en 2014

Région Provence Alpes Côte d'Azur Enjeux de l'AOT Régionale : Un service de LER en développement



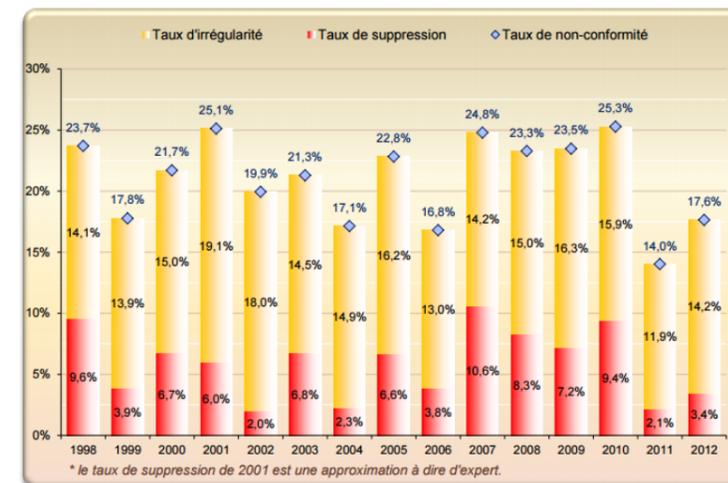
Région Provence Alpes Côte d'Azur Enjeux de l'AOT Régionale : Une offre de TER qui progresse

- Et une demande qui suit la progression de l'offre



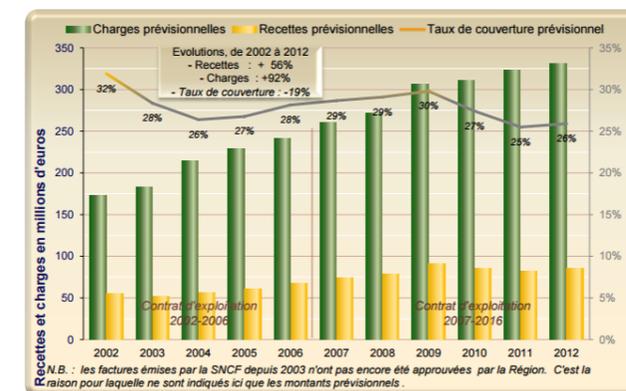
Région Provence Alpes Côte d'Azur Enjeux de l'AOT Régionale : Une fiabilité des services assez chaotique

- Et fragile



Région Provence Alpes Côte d'Azur Equation économique TER

- Un taux de couverture des charges par les recettes de l'ordre de 26%
- Une contribution qui s'accroît mécaniquement d'année en année



Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire



Enjeux de l'AOT Régionale : Politique tarifaire

La politique tarifaire a dynamisé la fréquentation



TER	2010	2011	2012	Variation 2012/2011	Variation 2011/2010	Variation sur la période d'impact de la réforme 2012/2010
Fréquentation (en milliers de vk)	953 392	1 061 052	1 147 035	+ 8,1%	+11,3%	+20,3%
Fréquentation (en voyages)	21 324 626	24 449 513	26 285 142	+7,5%	+14,7%	+23,3%
Usagers fidélisés (abonnés + cartes de réduction dont Zou Etudes; Zou 50/75)	67 035	94 784	99 718	+ 5,2%	+41,3%	+49%

Fortement impulsée par l'initiative Zou!

- 18% à 20% des porteurs de cartes Zou! utilisaient le mode routier auparavant
- Coût de réforme Zou! : 16M€ en année pleine
- 140,000 porteurs de la cartes Zou!



Enjeux de l'AOT Régionale : Politique tarifaire

Au-delà d'un simple coût, Zou! est un réel investissement

- Encouragement des jeunes à utiliser les Transports Collectifs
- Une mesure d'équité sociale
- Contribue activement au développement économique, en rapprochant les travailleurs de leur zone d'emploi via une mobilité simplifiée
- Participe à la réduction de l'usage automobile et à la respiration des zones urbaines engorgées
- Est visible et possède une certaine notoriété



Comparaison avec les autres régions

En 2010

Offre/habitant (train.km/hab)	
CENTRE	7,92
LORRAINE	6,91
ALSACE	5,07
CHAMPAGNE-ARDENNE	4,92
PICARDIE	4,75
HAUTE-NORMANDIE	4,35
AUVERGNE	4,24
MIDI-PYRÉNÉES	4,18
RHÔNE-ALPES	4,08
PAYS DE LA LOIRE	3,80
BOURGOGNE	3,25
NORD-PAS-DE-CALAIS	3,17
PACA	3,15
BRETAGNE	2,60
AQUITAINE	2,58
LANGUEDOC-ROUSSILLON	2,58
BASSE-NORMANDIE	2,03
FRANCHE-COMTÉ	1,72
LIMOUSIN	1,25
POITOU-CHARENTES	0,57
Moyenne nationale	3,66

➔ Encore du potentiel de croissance



Comparaison avec les autres régions

En 2010

Voyageurs par train TER		Budget Ter en €/hab (2010)	
PICARDIE	121	PICARDIE	114,48
RHÔNE-ALPES	97	BOURGOGNE	110,63
PAYS DE LA LOIRE	93	ALSACE	85,5
NORD-PAS-DE-CALAIS	89	AUVERGNE	84,29
ALSACE	86	LIMOUSIN	73,21
PACA	84	NORD-PAS-DE-CALAIS	71,63
CENTRE	83	RHÔNE-ALPES	70,33
LANGUEDOC-ROUSSILLON	78	LORRAINE	68,91
BRETAGNE	76	CHAMPAGNE-ARDENNE	67,79
HAUTE-NORMANDIE	69	FRANCHE-COMTÉ	61,22
AQUITAINE	68	BASSE-NORMANDIE	58,13
BOURGOGNE	67	MIDI-PYRÉNÉES	57,99
MIDI-PYRÉNÉES	66	PACA	55,98
LORRAINE	65	AQUITAINE	51,81
CHAMPAGNE-ARDENNE	55	CENTRE	51,54
POITOU-CHARENTES	55	HAUTE-NORMANDIE	48,89
BASSE-NORMANDIE	54	LANGUEDOC-ROUSSILLON	45,32
FRANCHE-COMTÉ	50	POITOU-CHARENTES	32,38
AUVERGNE	44	PAYS DE LA LOIRE	32,16
LIMOUSIN	28	BRETAGNE	30,93
Moyenne nationale	71	Moyenne nationale	63,66

➔ Encore du potentiel de croissance

Description de différents symptômes de la saturation ferroviaire

Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur

Comparaison avec les autres régions

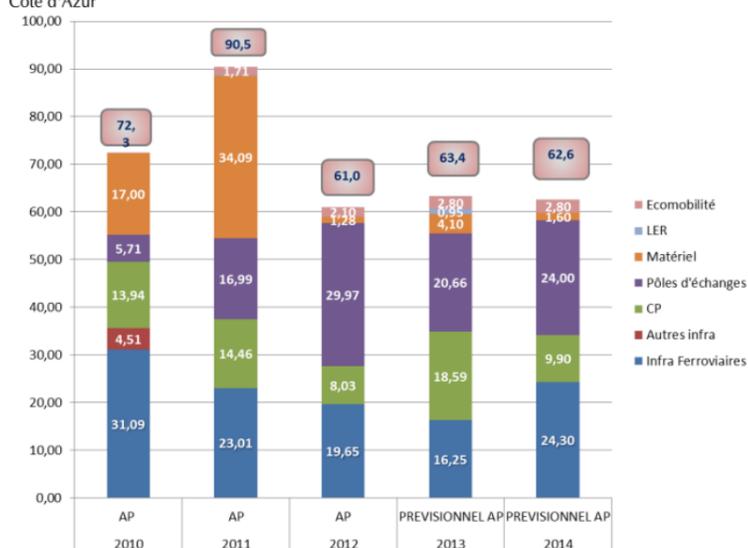
2012 : Taux de couverture (%)	
HAUTE-NORMANDIE	35,8
CENTRE	35,5
PICARDIE	33,75
RHÔNE-ALPES	32,61
ALSACE	30,96
PAYS DE LA LOIRE	30,84
BRETAGNE	30,33
NORD-PAS-DE-CALAIS	29,69
CHAMPAGNE-ARDENNE	29,64
BASSE-NORMANDIE	28,32
BOURGOGNE	27,76
LANGUEDOC-ROUSSILLON	27,46
PACA	26,34
AQUITAINE	25,43
MIDI-PYRÉNÉES	23,15
POITOU-CHARENTES	22,16
LORRAINE	21,48
FRANCHE-COMTÉ	21,06
AUVERGNE	18,37
LIMOUSIN	16,59

⇒ **Pour plus d'informations, cf Bilan AOT en Annexe (Bilan CPER 2007_2013.pdf)**

Région
Provence
Alpes
Côte d'Azur

Autorisations de programme (investissements)

- Périmètre tout investissement CPER et hors CPER



• Rajouter environ l'équivalent de 50M€/an depuis 2012 pour les nouveaux matériels roulants

**LES SYMPTÔMES DE LA SATURATION
DU RÉSEAU FERRÉ EN RÉGION
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR**

2.2

CAUSES DE LA SATURATION
DU NŒUD MARSEILLAIS
EXTRAITS D'ÉTUDE SUR
MARSEILLE ST-CHARLES

1 ... LES CAPACITES DE L'ETOILE FERROVIAIRE DE MARSEILLE

1.1 LES MOUVEMENTS DES TAGV TRAVERSANT MARSEILLE BRIDENT LA CAPACITE DE LA GARE ACTUELLE

1.1.1 L'ENTREE NORD DE MARSEILLE : UN TRONÇON SATURE

La gare actuelle de Marseille-Saint-Charles est située à l'extrémité de la l'artère « impériale » dite « PLM » de Paris-Gare de Lyon à Marseille-Saint-Charles. Cette gare en impasse est également le point de convergence de 3 autres lignes (Figure 1):

- La ligne de Lyon-Perrache à Marseille-Saint-Charles par Aix-en-Provence,
- La ligne de Marseille-Saint-Charles à Vintimille,
- La ligne de L'Estaque à Marseille-Saint-Charles par Arenc.

La LGV Méditerranée rejoint l'axe PLM, ainsi que la ligne de la Côte Bleue provenant de Martigues, à environ 7 km de la gare St-Charles. Cette section doit donc supporter, sur 2 voies, 10 trains par heure de pointe et par sens en provenance ou à destination de 3 lignes dont la LGV. Lors de la réouverture de la ligne Marseille – Aix après augmentation de capacité, afin de permettre la mise en place de l'offre prévue sur cette ligne, les contraintes induites sur l'entrée nord de Marseille ont amené l'AOT à renoncer à la desserte de points d'arrêt périurbains du nord de Marseille pour assurer un débit suffisant sur cette section.

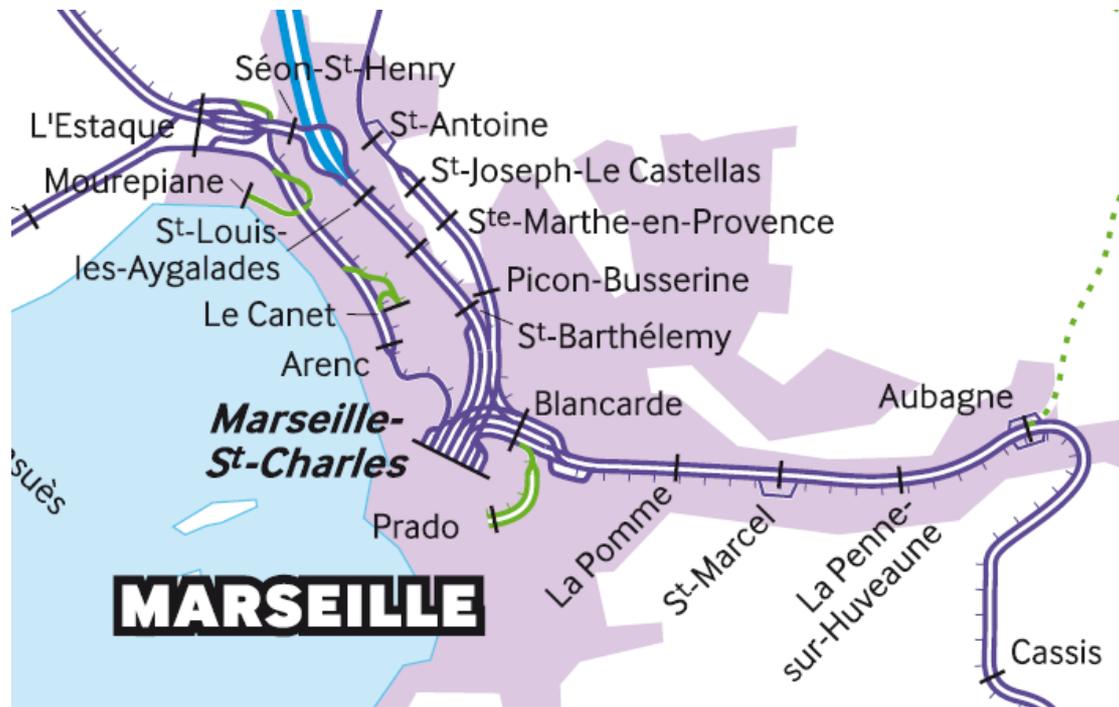


Figure 1 : plan de situation

1.1.2 LES CISAILLEMENTS AU NIVEAU DE LA BIFURCATION D'AIX

A l'heure actuelle, environ 30% des TAGV arrivant à Marseille continuent ensuite leur trajet vers Toulon ou Nice. Certains d'entre eux utilisent le raccordement des Chartreux, qui relie la ligne PLM à la ligne Marseille – Vintimille sans passer par la gare St-Charles, de manière à offrir le meilleur temps de parcours entre Paris et Nice. Ce faisant, ils coupent la trajectoire des TER en provenance ou à direction d'Aix-en-Provence (Figure 2), en utilisant les mêmes voies sur quelques centaines de mètres, dans certains cas à contresens (Figure 2). Cette situation limite fortement la capacité du nœud ferroviaire, car pour garantir à la fois la fluidité du trafic et la sécurité, le tracé des sillons horaires doit respecter des temps de séparation de plusieurs minutes entre deux mouvements incompatibles (5 minutes pour les circulations de sens contraires sur une même voie par exemple), auxquels s'ajoutent les temps de libération des sections de voie concernées en cas de contresens.

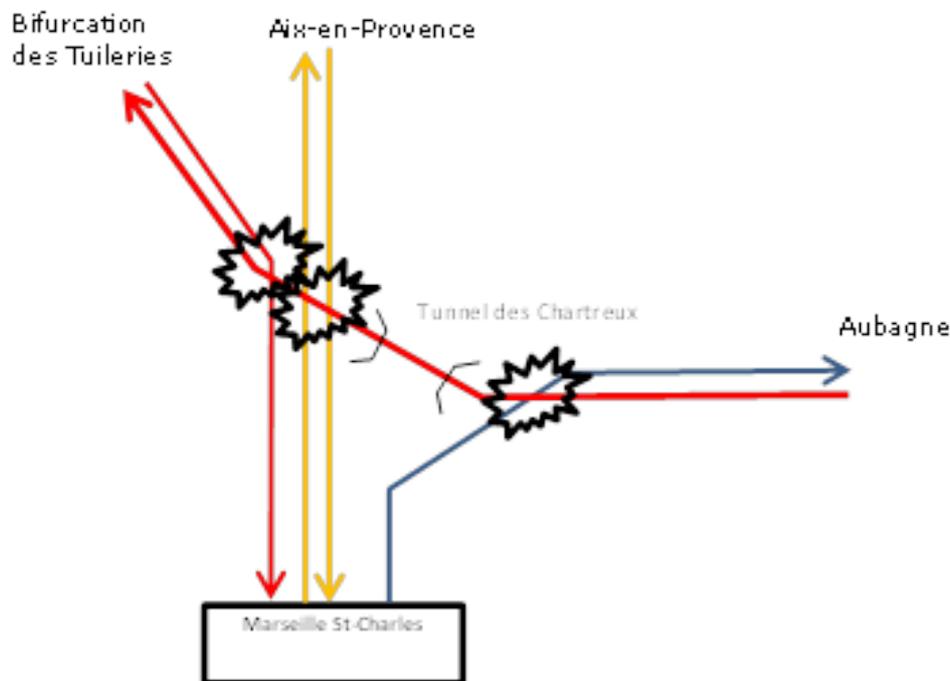


Figure 2 : les zones de conflits autour du raccordement des Chartreux

Les études de l'étoile d'Aix menées au titre du CPER ont montré que des investissements dans la signalisation permettraient de gagner quelques secondes à chaque conflit potentiel, ce qui améliorerait sans doute la fluidité de la gestion du trafic, mais ne serait en aucun cas suffisant pour augmenter la capacité du plan de voies.

Dans la situation actuelle, certaines variations de quelques minutes des heures d'arrivée et de départ des TAGV à Marseille ne sont pas possibles car elles rendraient nécessaire la construction d'une dénivellation (viaduc ou tunnel) au niveau de la bifurcation de la ligne d'Aix, autrement dit en milieu urbain dense, pour pouvoir exploiter les liaisons Marseille – Aix avec les fréquences actuelles.

Dans un tel contexte, et malgré sa mise à double voie sur quelques sections supplémentaires dans les prochaines années, la ligne d'Aix sera limitée à 4 trains par heure de pointe dans chaque sens, et la PLM aux 10 trains actuels, tant que la traversée souterraine de Marseille ne sera pas mise en service.

Une situation analogue se retrouve à l'autre extrémité du raccordement des Chartreux, aggravée par les conflits avec les entrées et sorties du dépôt de Blancarde (Figure 3).

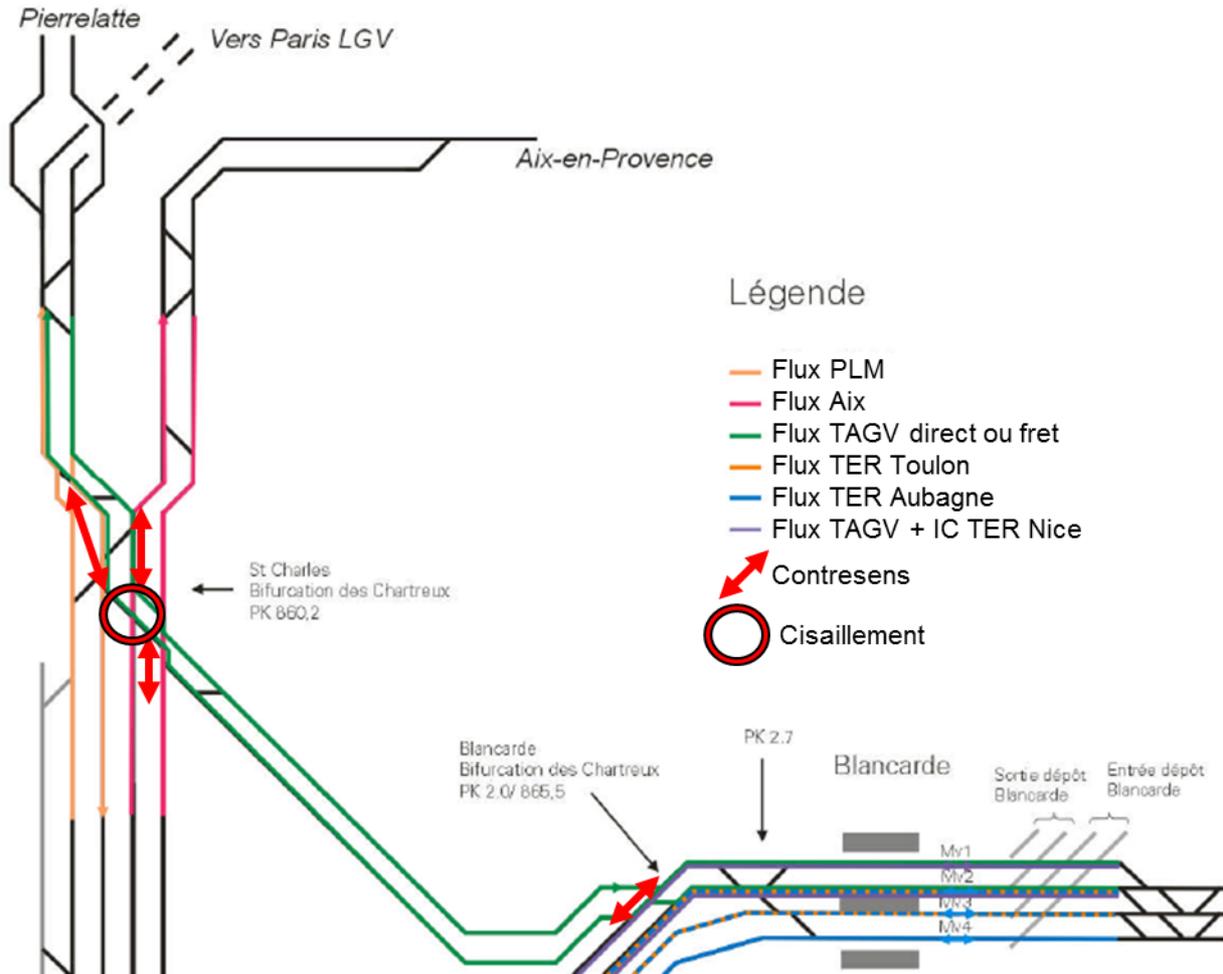


Figure 3 : contresens et cisaillements au niveau des bifurcations d'Aix et des Chartreux

1.1.3 LES CISAILLEMENTS AU NIVEAU DE LA BIFURCATION SUD DES CHARTREUX

De part et d'autre de la gare de la Blancarde, les trains circulant sur le raccordement des Chartreux doivent croiser la soixantaine de mouvements quotidiens de rames vides en provenance ou à destination du dépôt, qui comprend une part importante des capacités de remisage de Marseille. Comme les TER Aix – Marseille évoqués plus haut, ces mouvements sont également en conflit avec les TAGV qui rebrousse en gare St-Charles. Ces mouvements techniques pourraient être moins nombreux si la gare St-Charles disposait de davantage de voies de remisage plus aisément accessibles, mais la situation de la gare sur un promontoire en milieu urbain ne favorise guère une évolution future dans ce sens.

1.1.4 LES CISAILLEMENTS AU NIVEAU DE LA BIFURCATION DE TOULON

Comme déjà mentionné plus haut, la gare de Marseille-Saint-Charles est, comme celles de Tours ou de Lille-Flandres, une gare en « impasse ». Dans cette configuration, toute circulation qui entre en gare doit obligatoirement rebrousser chemin pour quitter la gare, qu'il s'agisse d'une circulation commerciale ou d'un mouvement technique. Entre les lignes convergeant vers la gare et les voies à quai, ces mouvements doivent emprunter des voies dites de « circulation », au nombre de 6 actuellement, qui constituent à la fois un goulet d'étranglement et une zone de transition d'une ligne à l'autre. Les incompatibilités d'itinéraires (conflits de sens ou de cisaillement) y sont donc nombreuses.

Afin de minimiser ces incompatibilités d'itinéraires, l'exploitation de la gare est organisée en appliquant le principe des « tubes », qui vise à séparer le plus possible les circulations de provenances ou de destinations différentes (Figure 4).

On affecte ainsi par principe les 3 paires de voies de circulation aux différentes lignes et aux voies à quai :

- Toulon (voie G et A circulation) : voies à quai A, B, 5, 3
- Aix (voies B et C circulation) : voies à quai C, D, E
- PLM (voies D et F circulation) : voies à quai F, G, H, I, J, K, L
- Marseille-Maritime – l'Estaque (voie unique banalisée) : voies à quai M, N.

Ce principe d'exploitation ne peut toutefois être respecté de manière absolue pour les circulations qui arrivent d'un tube et repartent vers un autre (TAGV ou Corail Intercités notamment) et imposent donc le cisaillement des itinéraires des autres tubes : un TAGV arrivant d'Avignon et à destination de Toulon doit utiliser sur plusieurs centaines de mètres la même voie de circulation que les trains de sens contraire vers Aix, et couper la voie des trains venant d'Aix lorsqu'il repart vers Toulon après rebroussement.

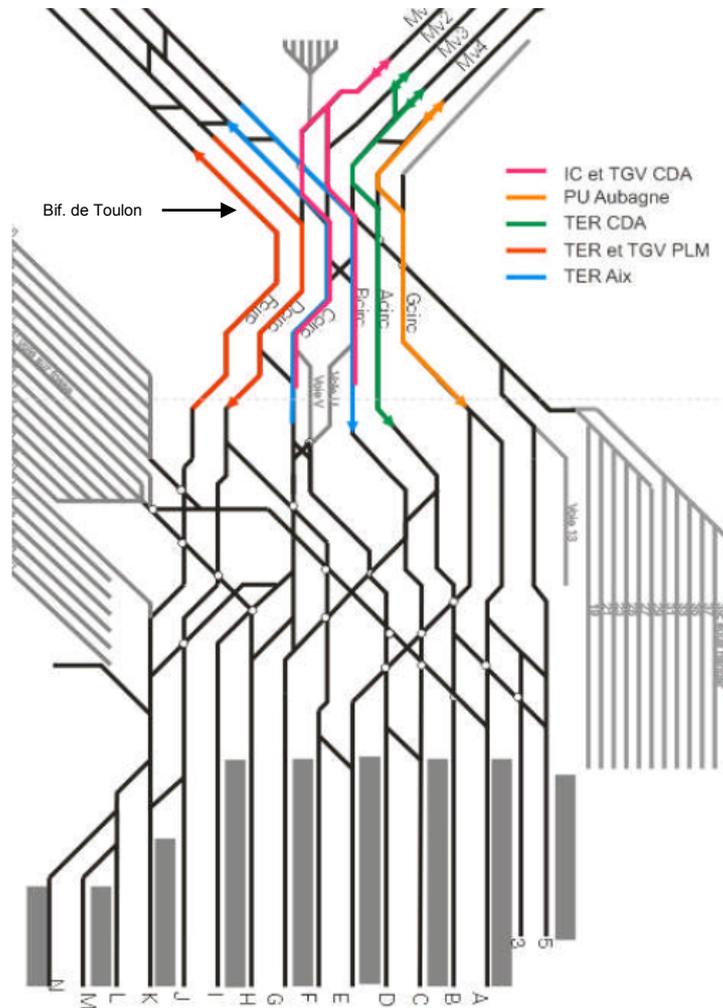


Figure 4 : les tubes de circulation au niveau de la zone d'échanges

De même, chaque arrivée et chaque départ de TER d'Aix bloque les TER Intervilles et TAGV en arrivée ou départ vers Toulon pendant 4 minutes, ce qui compte tenu de simultanités entre arrivées et départs à certaines minutes de l'heure, et de certaines fenêtres libres trop réduites entre deux périodes de blocages consécutives, produit au total 28 minutes de blocage chaque heure de pointe pour l'horaire 2014 (Figure 5). Le blocage réciproque est particulièrement pénalisant lorsque les TAGV sont en rames doubles (400 m, soit la moitié de la longueur de la zone d'échanges), compte tenu également de la vitesse réduite des mouvements (de l'ordre de 20 km/h).

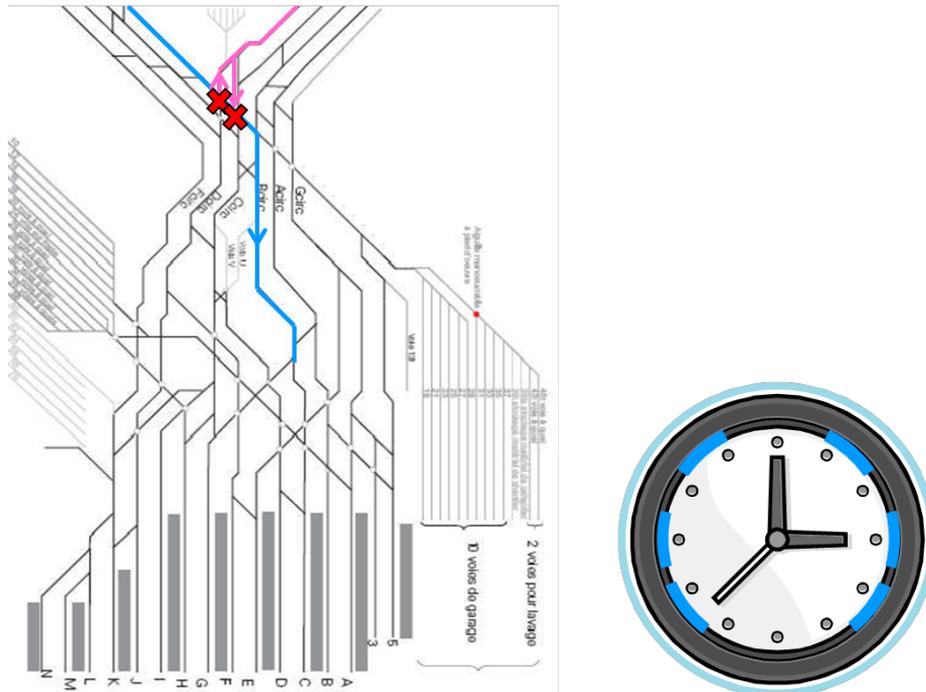


Figure 5 : incidence d'une arrivée d'Aix sur les mouvements de TAGV de et vers Toulon

1.1.5 LES REBROUSSEMENTS CONSOMMENT DE LA CAPACITE A QUAI

Les conflits d'utilisation des voies d'accès à la gare ne sont pas les seules causes de pénurie de capacité liées aux rebroussements des TAGV. Chaque rebroussement consomme en effet plus de 10 minutes, soit deux fois plus de temps d'arrêt en gare que ne le nécessitent la montée et la descente des voyageurs. Ce surstationnement est imposé par les opérations techniques et de sécurité liées à la fermeture et à l'ouverture successives des postes de conduite, ainsi que le temps nécessaire au conducteur pour parcourir toute la longueur du train, car il ne serait pas économiquement acceptable de prévoir une relève systématique du conducteur pour 2h30 de conduite.

Ce surstationnement directement lié au rebroussement consomme une ressource rare, la capacité à quai, qui se trouve ainsi réduite pour les autres trains, tout en pénalisant directement le temps de parcours des voyageurs traversant Marseille sans y descendre.

Au total, les conflits d'utilisation des voies d'entrée nord de Marseille et des voies de circulation de la zone d'échange d'avant-gare, les conflits de cisaillement aux trois bifurcations du triangle des Chartreux ainsi que la suroccupation des voies à quai liée aux rebroussement se cumulent pour brider considérablement la capacité du nœud ferroviaire.

**LES SYMPTÔMES DE LA SATURATION
DU RÉSEAU FERRÉ EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

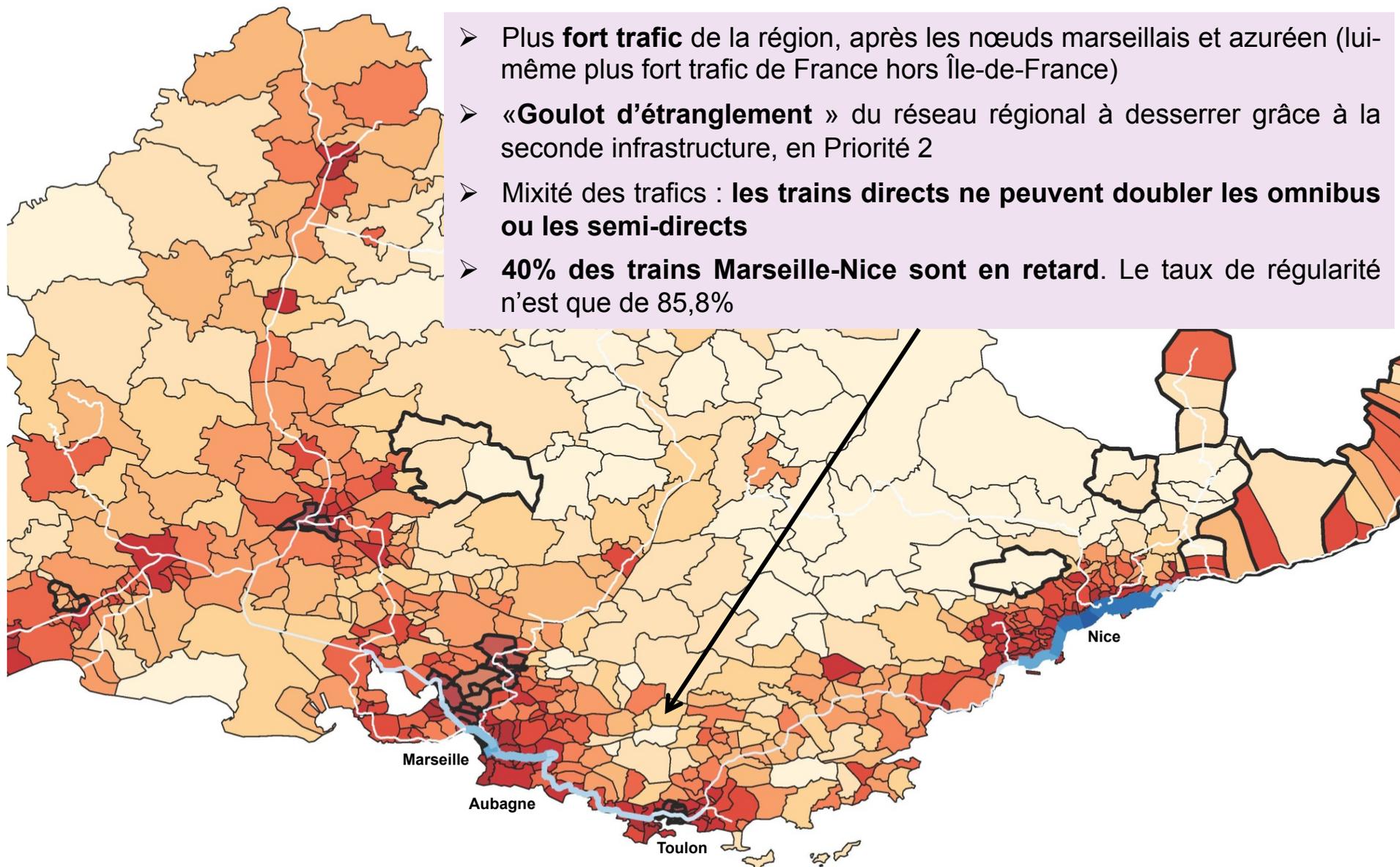
2.3

EXTRAIT D'ÉTUDES PRÉALABLES À L'ENQUÊTE D'UTILITÉ PUBLIQUE

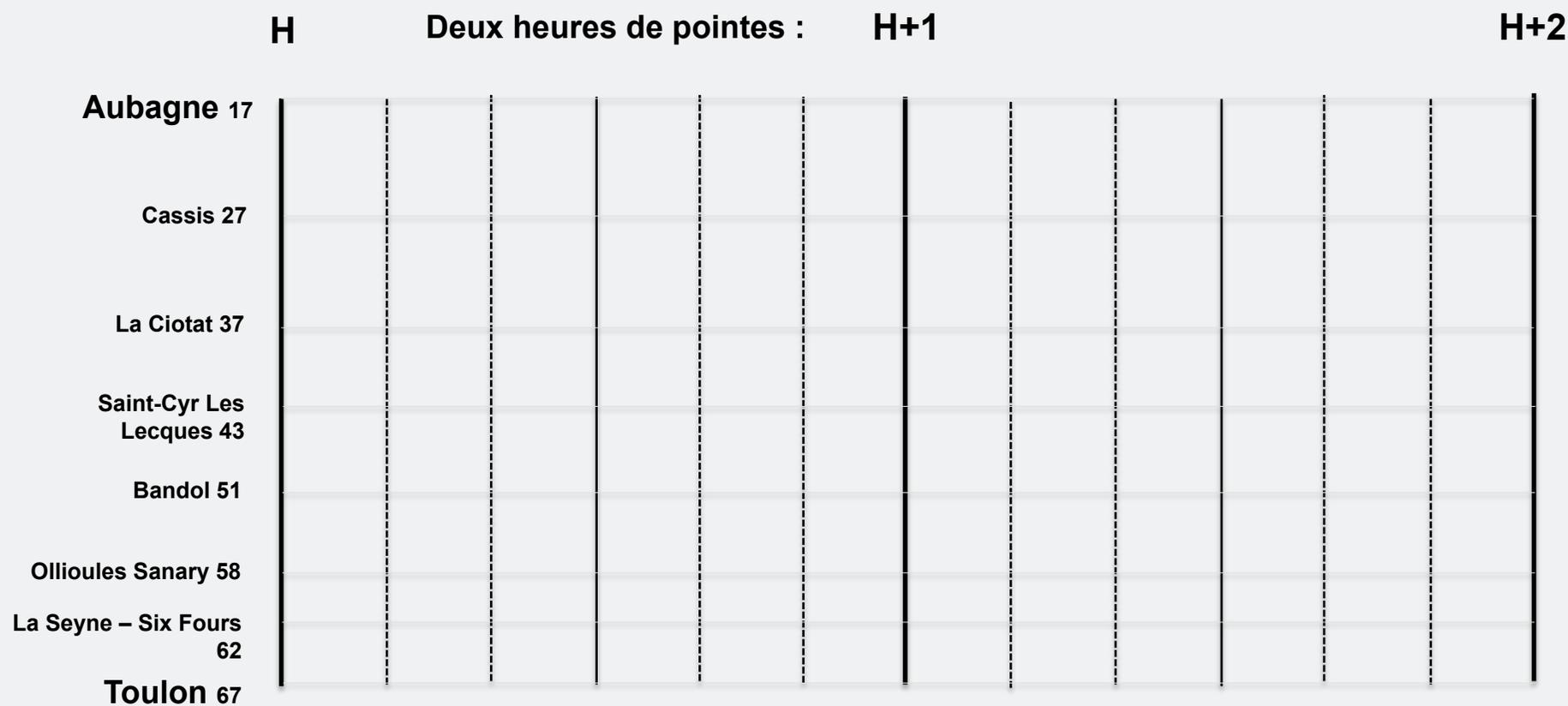
Phase 1 - Comité territorial du Var
Information et consultation sur la Priorité 2

Les enjeux : Aubagne – aire toulonnaise

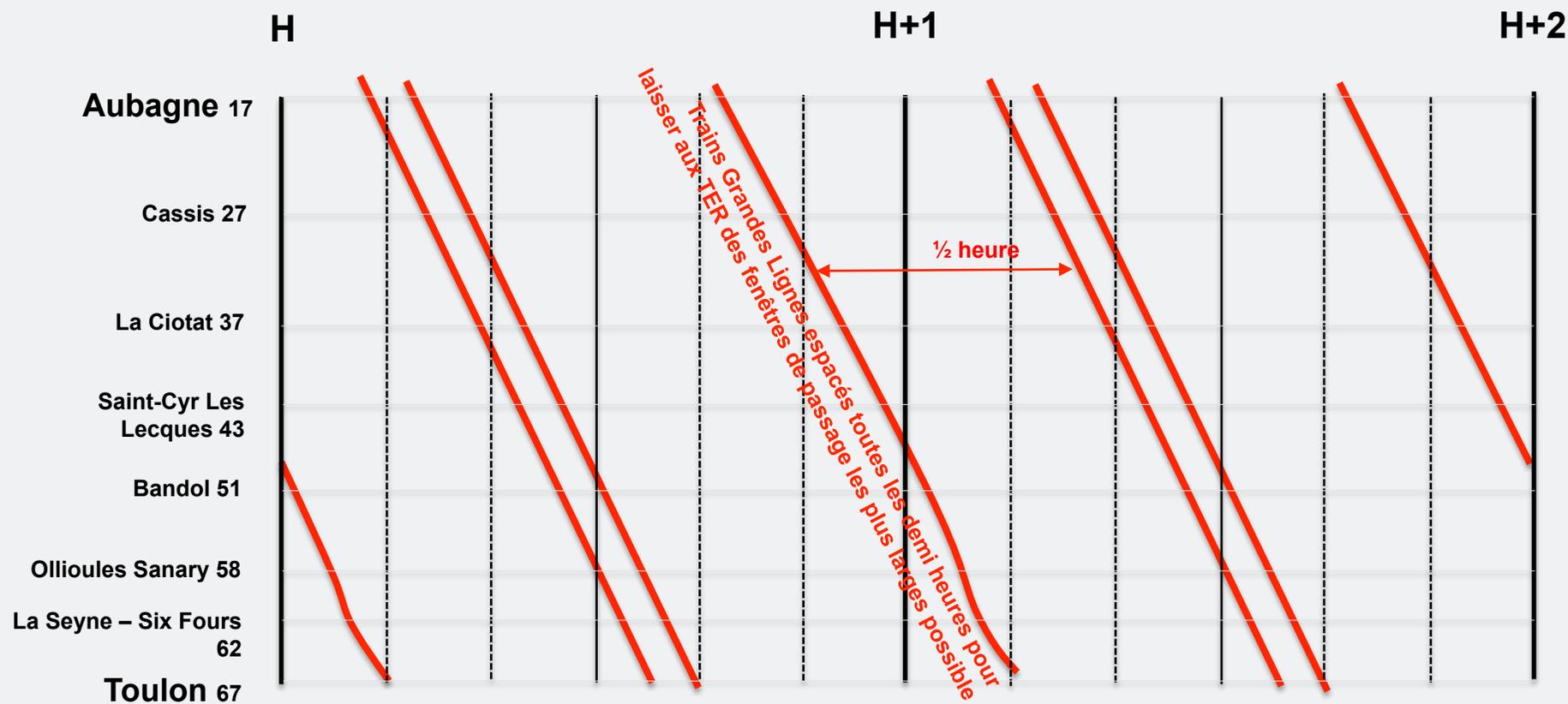
- Plus **fort trafic** de la région, après les nœuds marseillais et azuréen (lui-même plus fort trafic de France hors Île-de-France)
- «**Goulot d'étranglement** » du réseau régional à desserrer grâce à la seconde infrastructure, en Priorité 2
- Mixité des trafics : **les trains directs ne peuvent doubler les omnibus ou les semi-directs**
- **40% des trains Marseille-Nice sont en retard**. Le taux de régularité n'est que de 85,8%



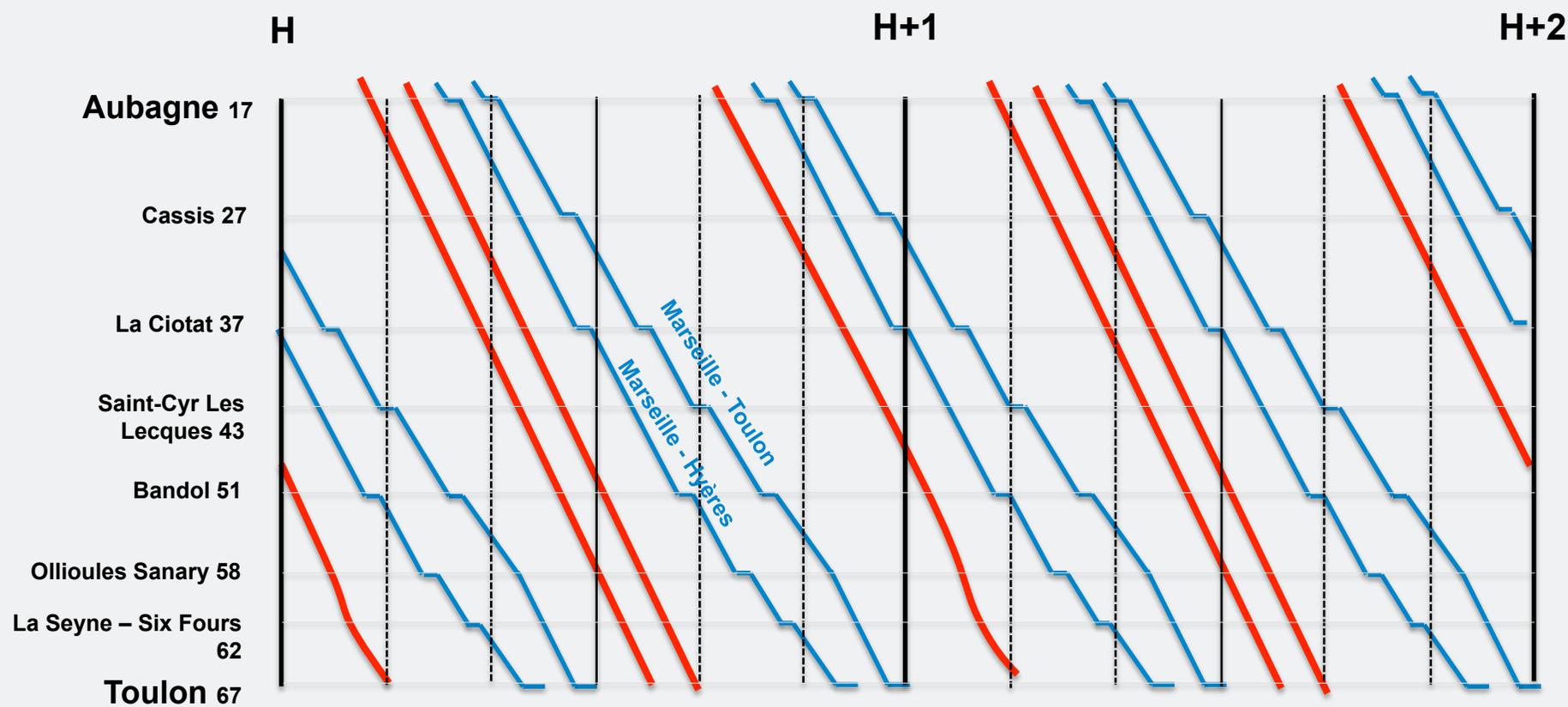
Pourquoi la ligne Aubagne – Toulon est saturée



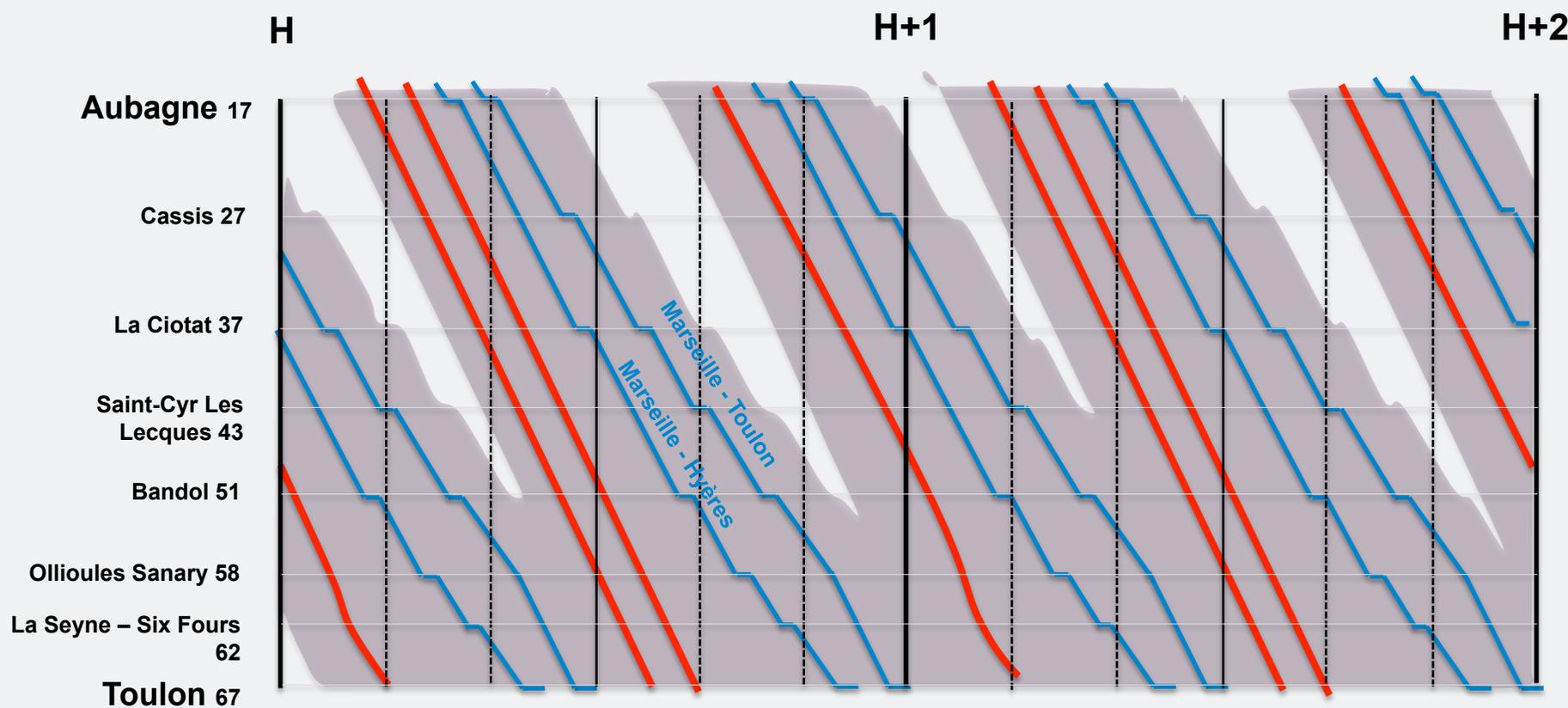
Pourquoi la ligne Aubagne – Toulon est saturée



Pourquoi la ligne Aubagne – Toulon est saturée



Pourquoi la ligne Aubagne – Toulon est saturée :



Compte tenu des espacement de sécurité entre les trains, les zones d'exclusion sont continues et ne laissent plus de passage. Au-delà du Marseille-Hyères et du Marseille-Toulon, il n'est pas possible d'ajouter un TER

3.

**LES CAUSES DE
LA SATURATION
FERROVIAIRE
EN RÉGION
PROVENCE-ALPES-
CÔTE D'AZUR**

**LES CAUSES DE LA SATURATION
FERROVIAIRE EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

3.1

SYNTHÈSE DES ÉTUDES DE CAPACITÉ EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR LES LIMITES DU RÉSEAU FERRÉ EXISTANT

Sources : Rail Concept

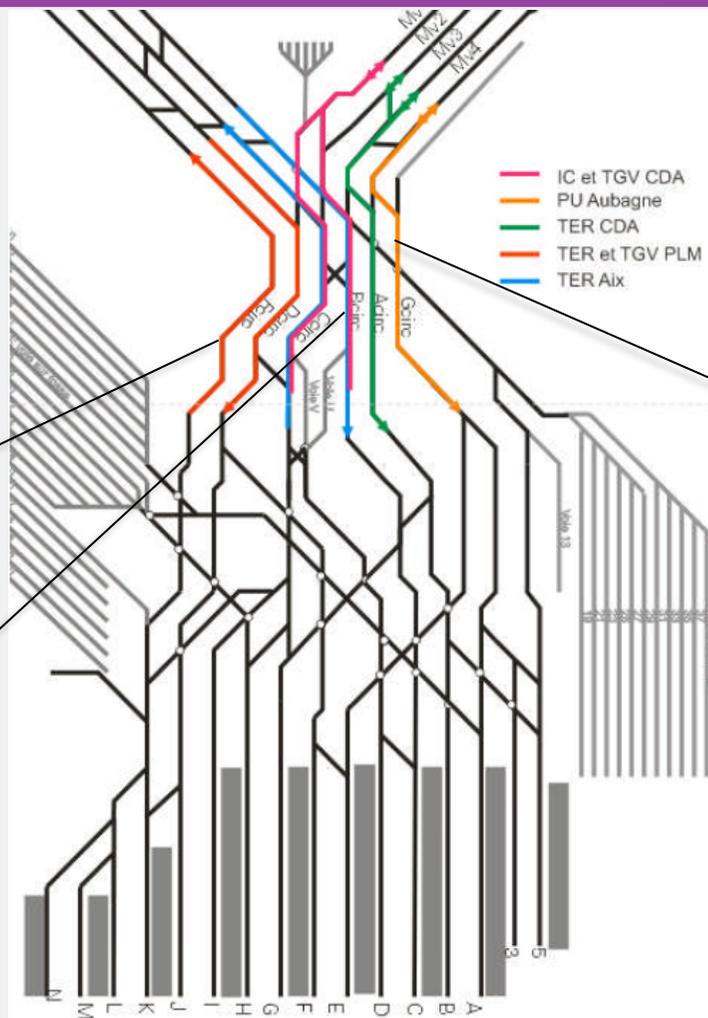
1. Un réseau existant saturé: le nœud de Marseille

Les études du cadencement 2009 ont mis en évidence la saturation de la gare de Saint-Charles aux heures de pointe: le service TER prévu n'a pas pu être entièrement mis en œuvre

TER et TAGV PLM et LGV Med: 6,5 sillons / h / sens en 2014

TER Aix / Briançon (97 par jour actuellement) + IC et TAGV en rebroussement vers Nice se cisailent et se partagent 2 voies de circulation

Le rebroussement avec cisaillement des voies de circulation par les TAGV LGV Med - Toulon / Nice est très consommateur de capacité



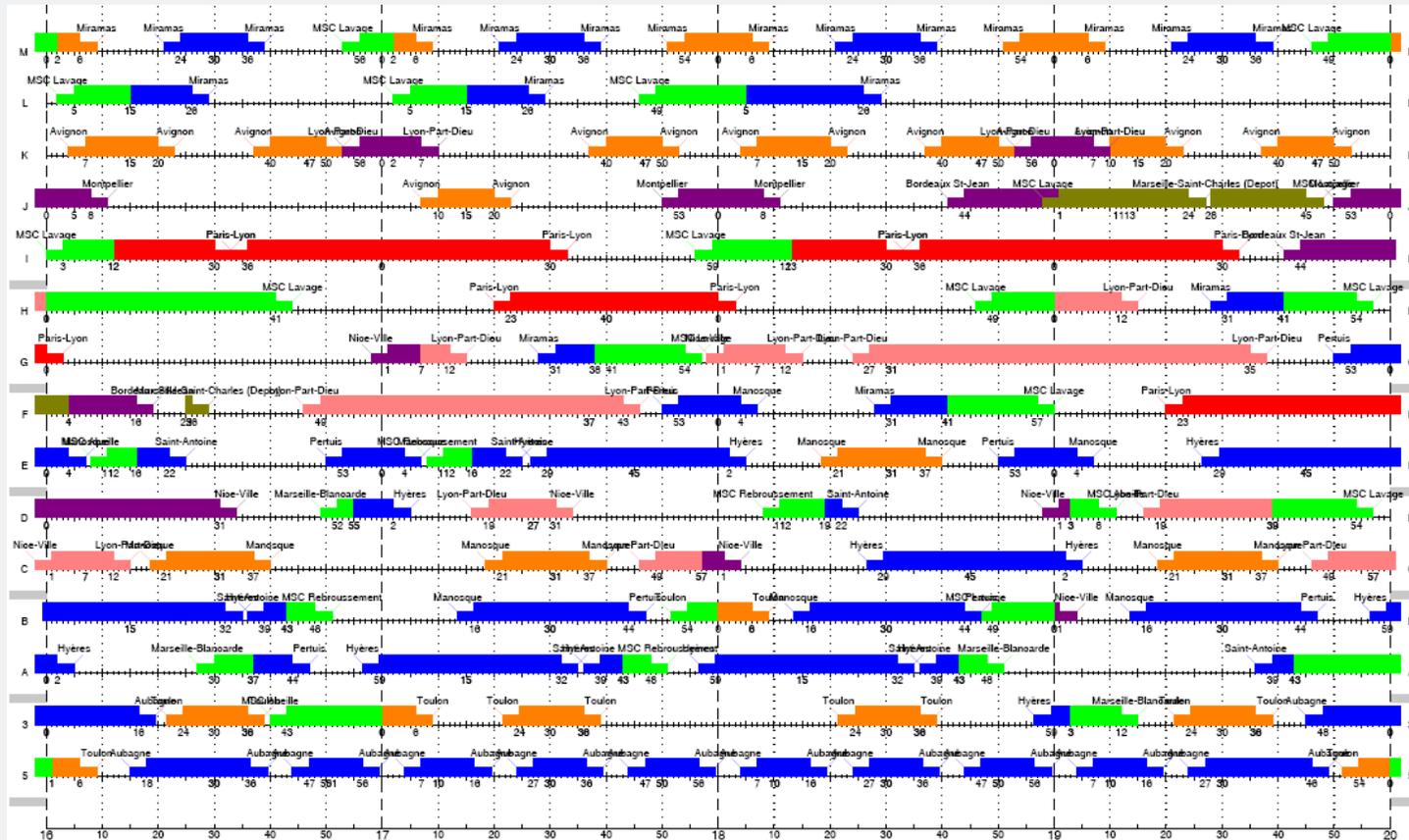
TER Aubagne + TER Toulon en (7 sillons / h / sens en 2014) en partie sur voies uniques

2 Les limites de capacité du réseau existant

E-LGVPACA.1-EXC-EXT.EXP-PRD-RFF-00001
Version 0a

1. Un réseau existant saturé: le nœud de Marseille

Le GOV 2014 de St-Charles réalisé en 2009 pour le CPER Marseille – Aubagne est saturé (aucune heure identique à l'autre) sans tenir compte de l'augmentation du trafic TAGV postérieure à 2009 (Rhin-Rhône, CNM,...)

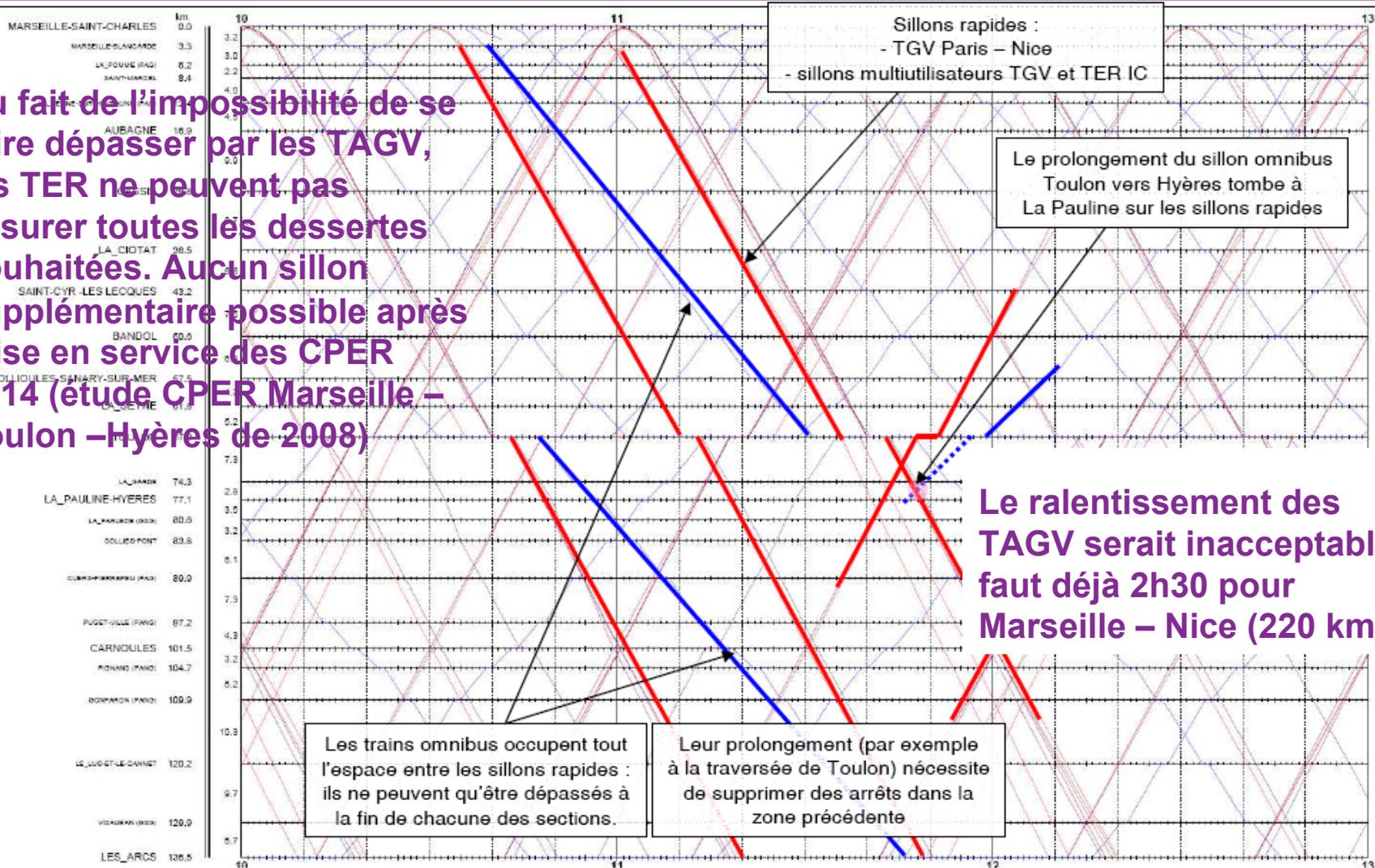


3 Les limites de capacité du réseau existant

E-LGVPCA.1-EXC-EXT.EXP-PRD-RFF-00001
Version 0a

2. Un réseau existant saturé: Aubagne – Toulon - Hyères

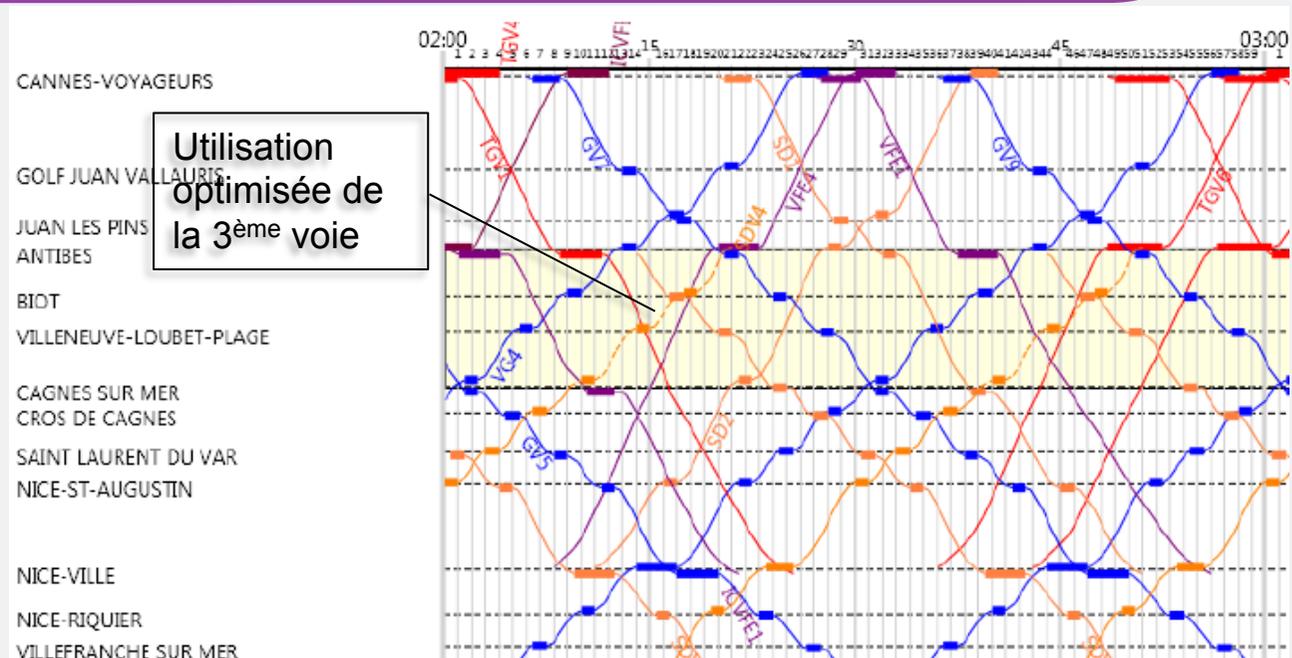
Du fait de l'impossibilité de se faire dépasser par les TAGV, les TER ne peuvent pas assurer toutes les dessertes souhaitées. Aucun sillon supplémentaire possible après mise en service des CPER 2014 (étude CPER Marseille – Toulon – Hyères de 2008)



4 Les limites de capacité du réseau existant

3. Un réseau existant saturé: Cannes – Nice – Monaco

Etude Rail Concept pour le CPER 3^{ème} voie Antibes – Cagnes (2008): la densification TER souhaitée entre Cannes et Antibes n'est pas réalisable (sans voies supplémentaires à Cannes)



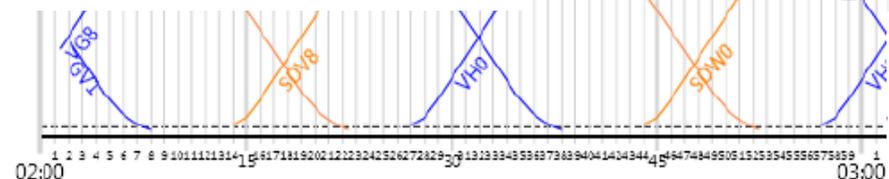
En conclusion, l'insertion d'un TER Semi Direct toutes les 2 heures entre Cannes et Nice n'est pas envisageable dans l'état actuel des infrastructures et du graphique. Le positionnement d'un tel sillon n'est possible qu'en réalisant la domestication de certains autres trains et des modifications d'infrastructures, à savoir:

- Création d'un passage dénivelé pour aller de la voie littorale à la Voie Unique de Grasse édulant ainsi les problèmes de cisaillement à hauteur de la Bif de Grasse.
- Mise à 4 voies à quai de Cannes Voyageurs afin de permettre la mise en place de trains Origine Terminus (ou de stationnements longs) dans cette gare.

5 Les limites de capacité du rés

E-LGVPACA.1-EXC-EXT.EXP-PRD-RFF-00001
Version 0a

VINTIMILLE



**LES CAUSES DE LA SATURATION
FERROVIAIRE EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

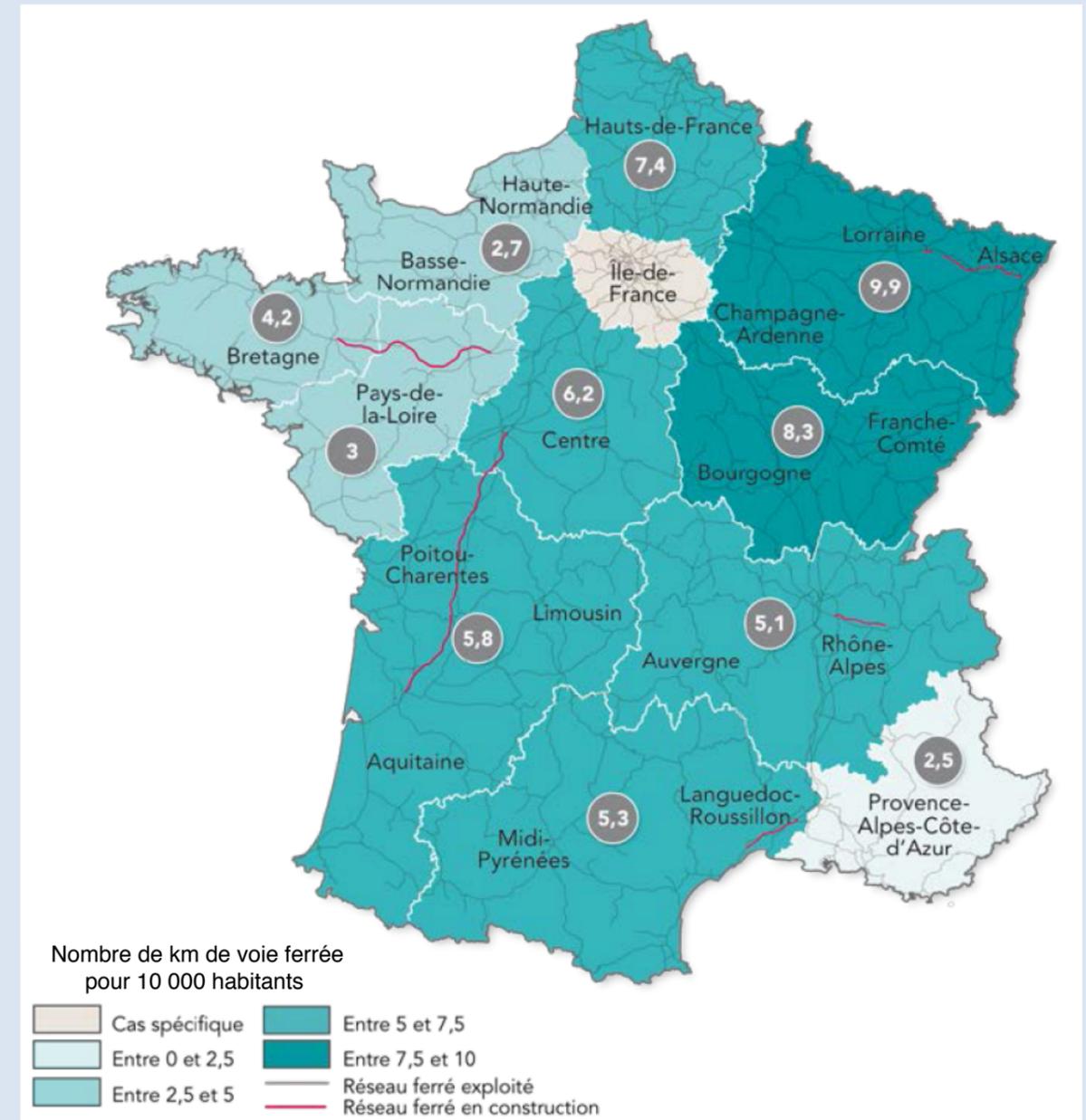
3.2

LES CAUSES DE LA SATURATION FERROVIAIRE

UN RESEAU FERROVIAIRE REGIONAL SOUS-DIMENSIONNE

Situation en PACA

- La région Provence-Alpes-Côte d'Azur dispose du plus petit linéaire de voie ferrée par habitant de France (2,5 km pour 10 000 habitants)
- La ligne unique entre Marseille et Vintimille, colonne vertébrale de la desserte régionale, est la plus chargée de France (hors Ile-de-France) avec 280 trains chaque jour en 2016.
- Elle date de 1860, quand la région comptait 1,6 millions d'habitants, soit trois fois moins d'habitants qu'aujourd'hui / Elle date de 1860, quand la région était trois fois moins peuplée qu'aujourd'hui.
- Conséquences : une ligne littorale totalement saturée, des trains du quotidien bondés, avec des taux de retards et d'annulation les plus élevés de France : en 2015, 1 TER sur 6 est en retard et 1 TER sur 20 est annulé. (1)
- Avec une fréquentation en forte croissance depuis 15 ans : +117% (x 2.17) dans les Bouches-du-Rhône (2), les gares sont en limite de capacité et l'offre ferroviaire ne peut plus répondre à l'augmentation de la demande.
- La gare de Marseille Saint Charles ne se classe qu'au 5e rang des gares de province en France (derrière Strasbourg et Lille) alors qu'elle dessert la 2ème ville de France.
- Conséquences :
 - la ligne littorale existante est totalement saturée et ne peut accueillir plus de trains.
 - les trains du quotidien sont bondés : la fréquentation des gares est en forte croissance, traduisant un besoin de déplacement fort et en croissance.
 - la régularité des trains en Provence-Alpes-Côte d'Azur est la plus faible de France.

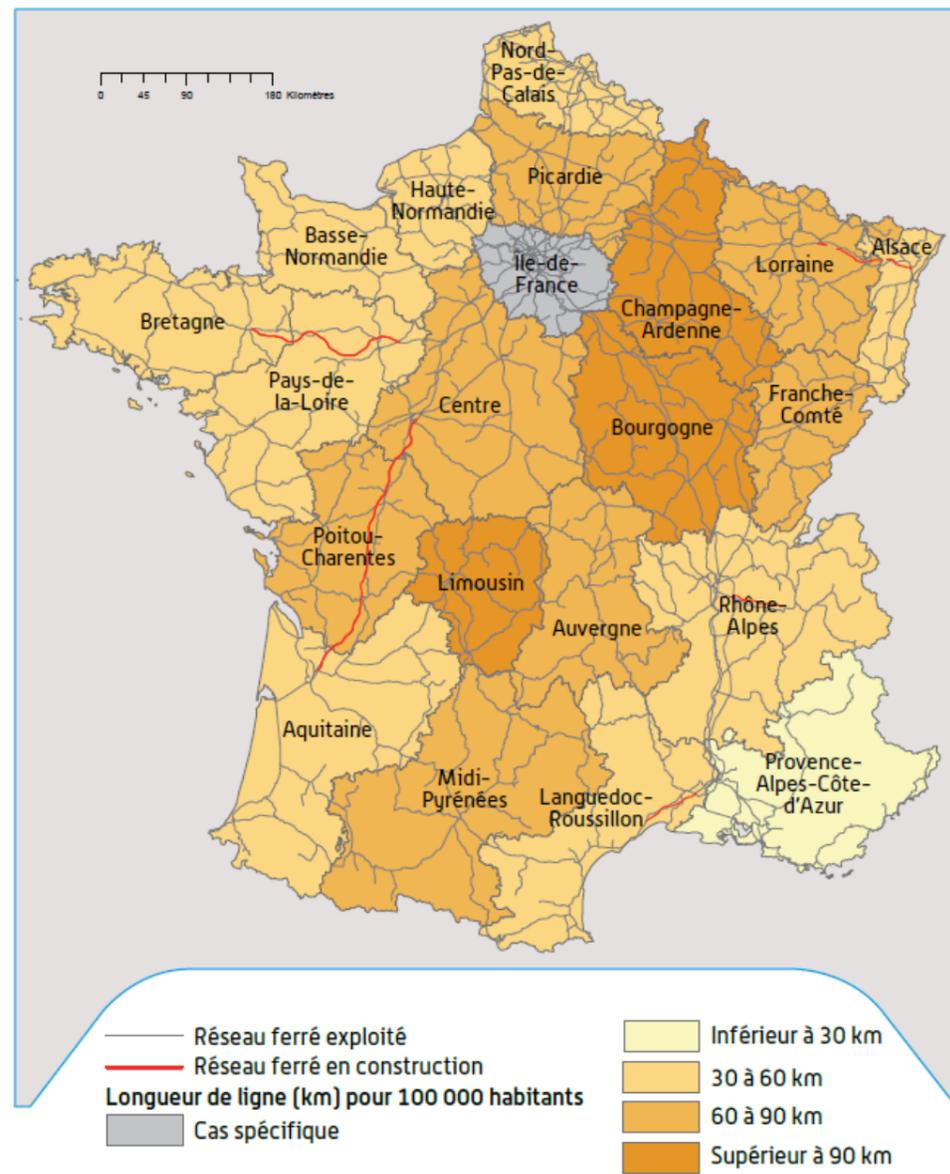


UN RESEAU FERROVIAIRE REGIONAL SOUS-DIMENSIONNE

Le sous-dimensionnement du réseau ferré régional

- La région Provence - Alpes - Côte d'Azur dispose de la **plus petite longueur de voie ferrée par habitant de France**.
- La ligne entre Marseille et Vintimille est vieille de 150 ans et **a peu évolué depuis sa construction en 1860** et son électrification dans les années 1960, **alors même que la population de la région a triplé dans le même temps**.
- Son tracé à 2 voies fait office de **colonne vertébrale de la desserte du littoral**. Elle est seulement irriguée par quelques branches comme Cannes-Grasse, La Pauline - Hyères, Nice-Breil sur Roya, toutes en voie unique, mais aussi la ligne des Alpes via Aix-en-Provence. Son tracé, souvent sinueux sur les sections montagneuses, limite la vitesse et n'offre que très peu de possibilités de dépassement des trains lents par des trains rapides.
- Du fait de la forte densité de population le long du littoral (notamment dans les métropoles marseillaise, toulonnaise et niçoise), **la ligne Marseille-Vintimille est pourtant la plus fréquentée de France** (hors Ile-de-France).
- L'ensemble de ces caractéristiques explique le constat actuel d'une ligne saturée, ne répondant plus aux besoins de TER fréquents et de trains grandes lignes rapides. De plus, l'hétérogénéité des trafics qui conduit à faire circuler tous types de trains, rapides, semi-directs et omnibus sur deux voies et **l'absence d'itinéraires de délestage**, expliquent le taux important d'irrégularité de la ligne et la multiplication des situations dégradées en cas d'incidents et de travaux.

Figure 21 - Longueur de réseau ferré exploité par région



⇒ Source : dossier ministériel

Classement par longueur de voie ferrée :

Régions	Population 2015 (INSEE)	Longueur de voie ferrée (km)
Corse	326 898	nc
Île-de-France	12 073 914	nc
Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine	5 560 405	5505
Nord - Pas-de-Calais-Picardie	6 006 853	4469
Auvergne-Rhône-Alpes	7 874 586	4000
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes	5 904 843	3400
Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées	5 791 865	3060
Bourgogne-Franche-Comté	2 821 042	2350
Centre-Val-de-Loire	2 582 374	1600
Bretagne	3 294 302	1381
Provence-Alpes-Côte d'Azur	4 989 435	1257
Pays de la Loire	3 716 068	1122
Normandie	3 334 657	884
France métropolitaine	64 277 242	29028

Classement par nb de km de voie ferrée pour 10 000 habitants :

Régions	Nb de km de voie ferrée pour 10 000 habitants	Soit...
Corse	nc	nc
Île-de-France	nc	nc
Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine	9,9	9,9 km de voie pour 10 000 habitants
Bourgogne-Franche-Comté	8,3	8,3 km de voie pour 10 000 habitants
Nord - Pas-de-Calais-Picardie	7,4	7,4 km de voie pour 10 000 habitants
Centre-Val-de-Loire	6,2	6,2 km de voie pour 10 000 habitants
Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes	5,8	5,8 km de voie pour 10 000 habitants
Languedoc-Roussillon-Midi-Pyrénées	5,3	5,3 km de voie pour 10 000 habitants
Auvergne-Rhône-Alpes	5,1	5,1 km de voie pour 10 000 habitants
Bretagne	4,2	4,2 km de voie pour 10 000 habitants
Pays de la Loire	3,0	3 km de voie pour 10 000 habitants
Normandie	2,7	2,7 km de voie pour 10 000 habitants
Provence-Alpes-Côte d'Azur	2,5	2,5 km de voie pour 10 000 habitants
France métropolitaine	4,5	4,5 km de voie pour 10 000 habitants

⇒ Sources : SNCF Open Data/ INSEE

UN RESEAU FERROVIAIRE REGIONAL SOUS-DIMENSIONNE

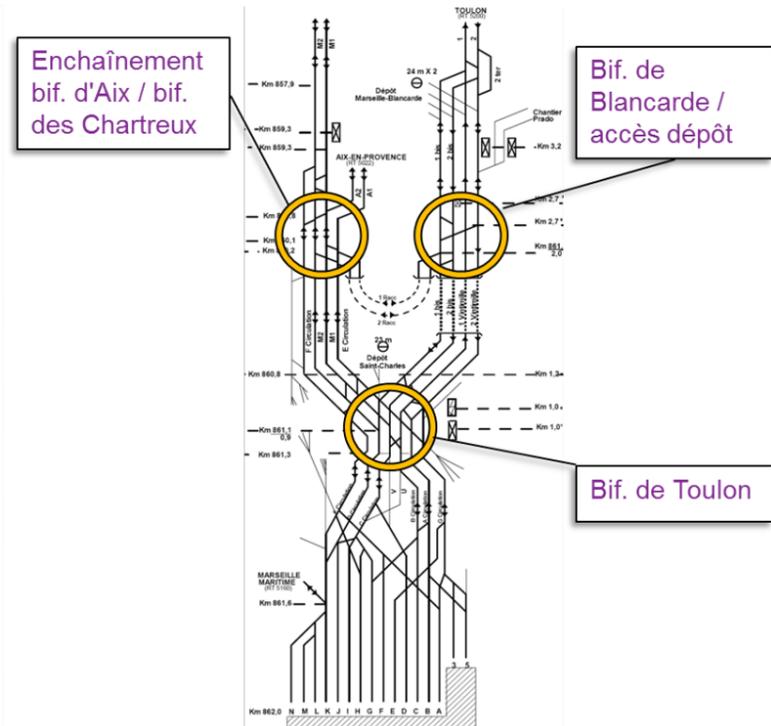
La saturation de la gare Marseille Saint Charles, point noir générateur de nombreux retards et annulations

- La gare de Marseille constitue en particulier un point dur de l'exploitation du réseau, du fait de sa configuration en impasse, de son caractère d'étoile ferroviaire pour le trafic régional et de porte d'entrée du système ferroviaire de la région.
 - Elle subit à ce titre de fortes contraintes de capacité, souvent amplifiées par les retards cumulés des trains à « longs parcours ».
 - **Configuration en impasse** : toutes les circulations diamétrales doivent **cisailer le plateau ferroviaire et impliquent une chute de la capacité d'accueil des trains** et plus particulièrement les trains provenant de la ligne Paris-Lyon à Marseille-Saint-Charles (« PLM ») et de la ligne Marseille-Aix :
 - Tous les itinéraires sont gérés sur une distance d'environ 1 km entre la bifurcation de Toulon et le fond de gare.
 - Les règles de sécurité imposent un délai de 4 minutes entre les circulations diamétrales. Ce phénomène est amplifié par la distance réduite réservée aux échanges associée à la longueur des trains. Ainsi une unité multiple de 400 m de long occupe la moitié de la zone d'échange durant son parcours.
- Cette configuration constitue donc un véritable goulot d'étranglement.**
- Pour réduire ces phénomènes :
 - **des mesures d'exploitation** du plateau ont été prises (gestion des circulations par corridors)
 - **des aménagements d'attente** sont en cours pour permettre l'arrivée des trains d'Aubagne liés à la mise en service de la 3^{ème} voie Marseille-Aubagne.
 - **Cependant, le système atteint ses limites et un réel saut quantitatif et qualitatif est nécessaire.**

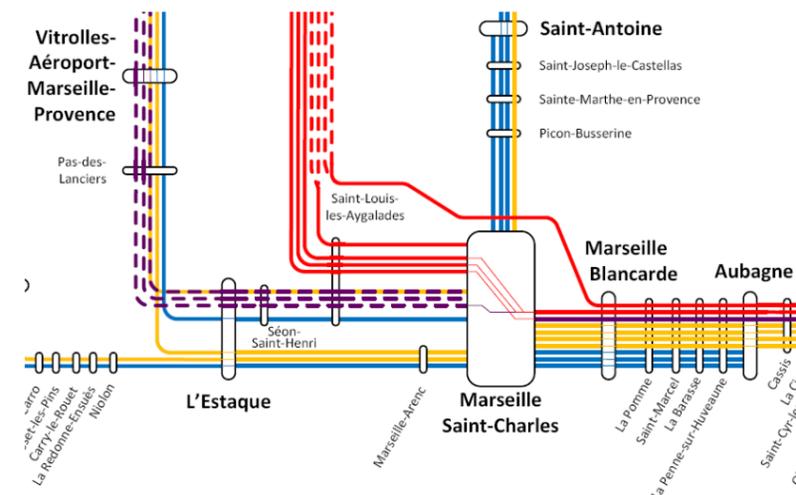
Les études du cadencement 2009 ont mis en évidence la saturation de la gare de Saint-Charles aux heures de pointe: le service TER prévu n'a pas pu être entièrement mis en œuvre

⇒ **Pour plus d'informations cf note en Annexe : Traversée souterraine Marseille – justification-01.doc**

Le nœud de Marseille : situation et principaux points de conflit :

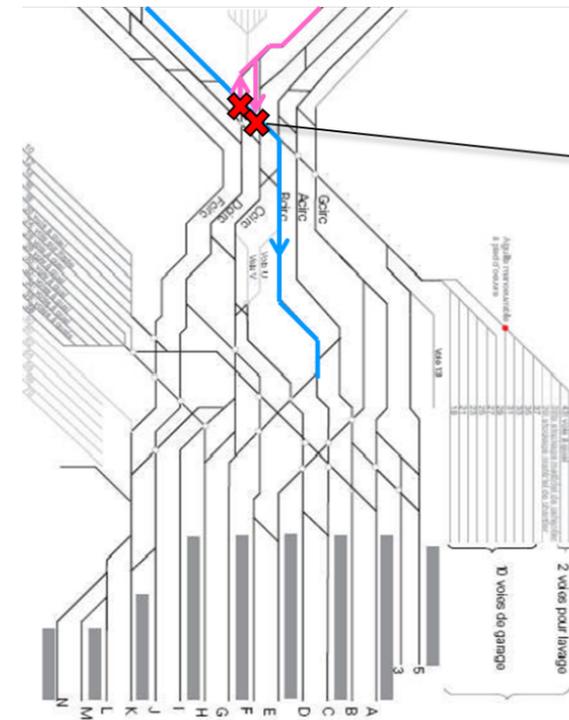
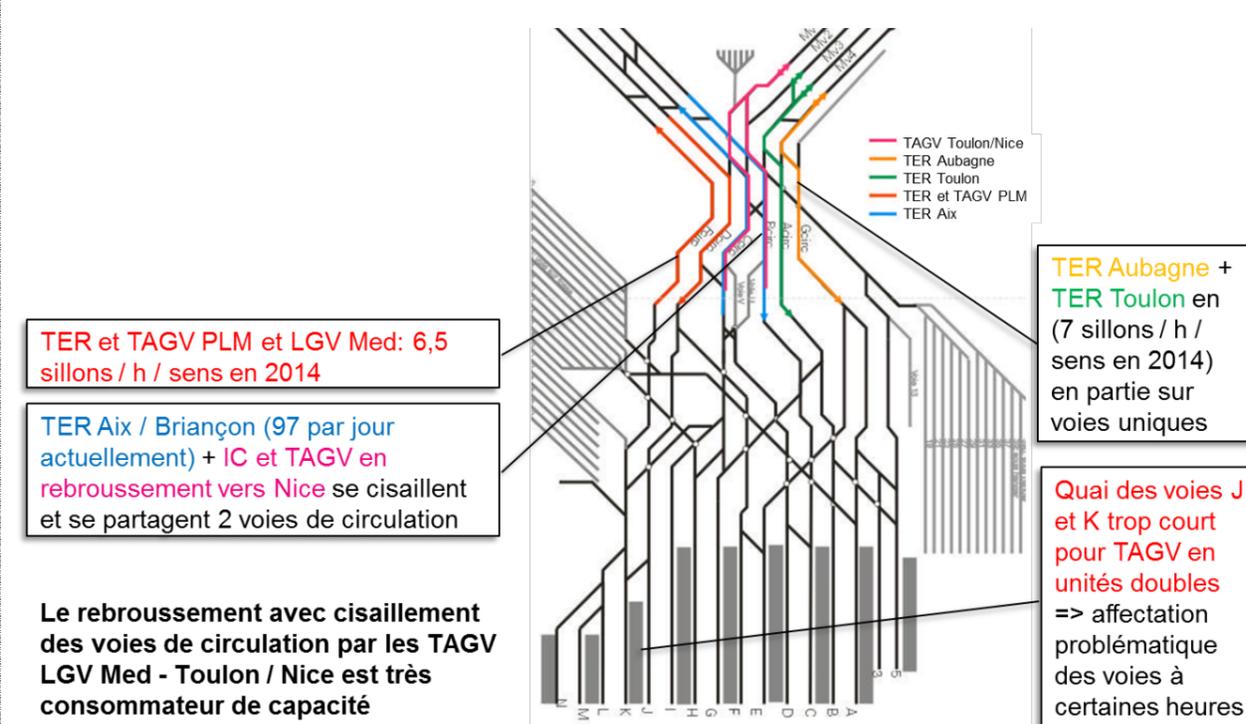


Le nœud de Marseille : schéma de desserte 2015 :



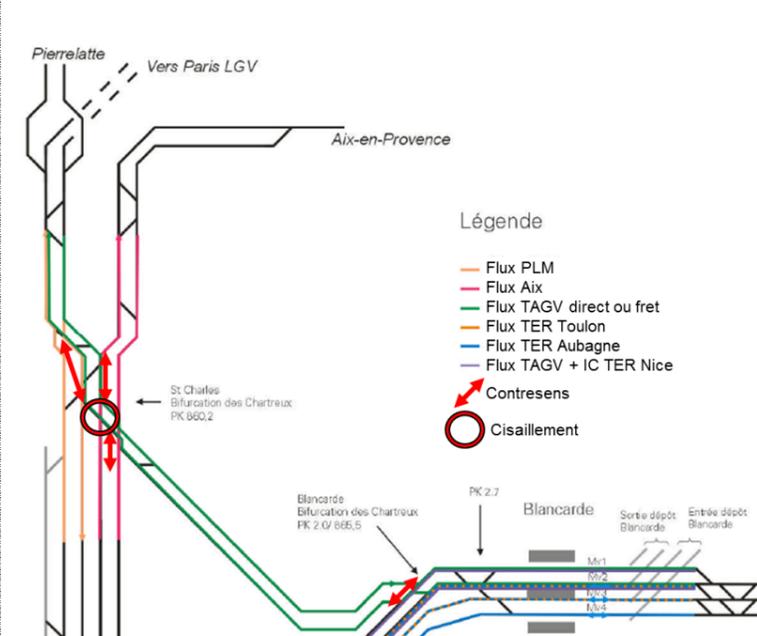
UN RESEAU FERROVIAIRE REGIONAL SOUS-DIMENSIONNE

Le nœud de Marseille : la bifurcation de Toulon



Chaque arrivée ou départ de TER Aix / Briançon bloque les IC TER et TAGV en arrivée ou départ vers Nice pendant 4 minutes

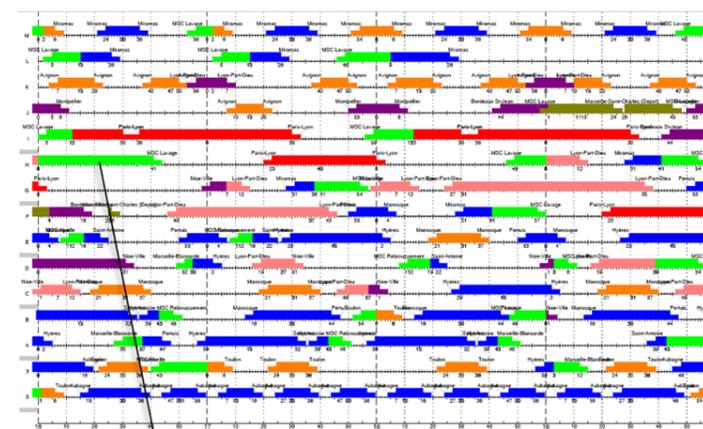
Le nœud de Marseille : les bifurcations des Chartreux et de Blancarde



Les circulations directes (TAGV Paris – Toulon sans arrêt ou fret) ont des fenêtres de passage très réduites du fait des nombreux conflits

(5 min d'espacement pour les circulations de sens contraires)

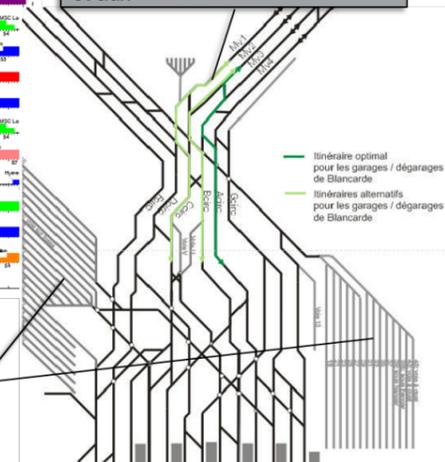
Le nœud de Marseille: les mouvements de service



L'itinéraire optimal vers le dépôt de Blancarde est trop occupé: des mouvements de service doivent se mêler aux TER d'Aix et aux TAGV Toulon / Nice

8 à 12 mouvements de service par heure pour les garages / dégarages et les manœuvres

Les accès aux remisages "lavage" et "Abeilles" coupent de nombreux itinéraires voyageurs



**LES CAUSES DE LA SATURATION
FERROVIAIRE EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

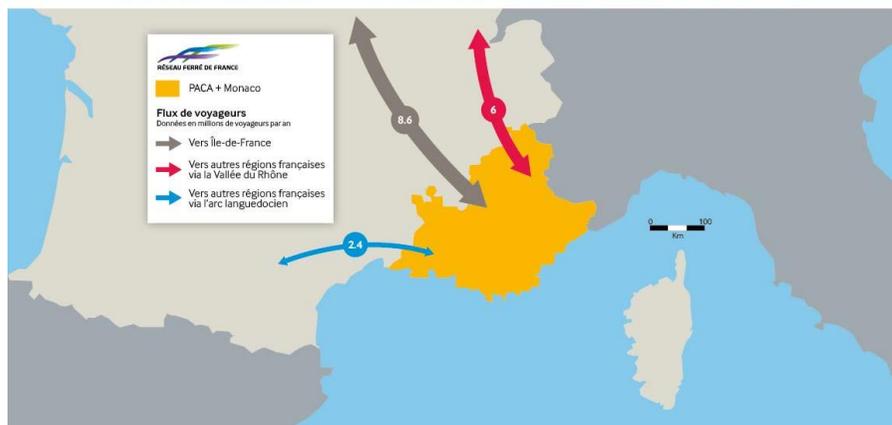
3.3

EXTRAITS DE LA SYNTHÈSE
DES ÉTUDES EN PHASE 1

Trafic ferroviaire sur le périmètre PACA+Monaco en 2009



Le trafic ferroviaire d'échange national avec PACA + Monaco en 2009



La part de marché du train pour les déplacements nationaux est estimée au global à 10%, avec des variations assez fortes en fonction de la distance et de la qualité de la desserte, le train ayant par exemple une part de marché de 49% pour les échanges avec l'Ile-de-France mais de seulement 2% pour les échanges avec Languedoc-Roussillon.

L'analyse détaillée des échanges avec l'Ile-de-France met clairement en évidence l'effet de la qualité de la desserte (temps de parcours et fréquence) sur la part modale du train, celle-ci avoisinant 60% pour les relations Ile-de-France – Bouches-du-Rhône, contre seulement 32% pour les relations Ile-de-France – Alpes-Maritimes.

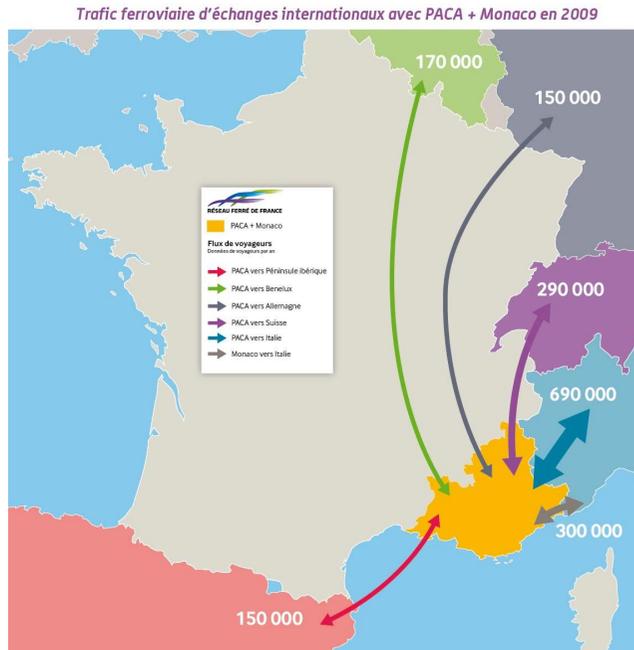
	Echanges avec l'Ile-de-France en 2009 en train		
	Trafic annuel (Mvoy/an)	Voyage / habitant / an	Part de marché
Vaucluse	1.30	2.78	54%
Bouches-du-Rhône	3.81	2.17	60%
Var	1.73	2.12	51%
Alpes-Maritimes	1.32	1.36	32%
Total / Moyenne	8.17	2.04	50%

Les échanges internationaux avec la région PACA et Monaco ne représentent qu'un dixième de l'ensemble des trafics ferroviaires nationaux et internationaux.

Ils sont principalement tournés vers l'Italie (0,7 million de voyageurs annuels depuis/vers PACA et 0,3 million depuis/vers Monaco) et vers la Suisse (0,3 million). Avec la péninsule ibérique, malgré la proximité relative, les trafics d'échange sont très faibles : cela s'explique par la mauvaise qualité de la desserte en train en 2009, dans l'attente des projets permettant de réaliser l'arc méditerranéen entre Barcelone et Gênes (les LGV Perpignan – Figueras et Figueras – Barcelone, le contournement de Nîmes et Montpellier (CNM), la ligne nouvelle Montpellier-Perpignan (LNMP) et la ligne nouvelle Provence Côte d'Azur).

La carte suivante présente les principaux trafics d'échange internationaux en relation avec la région PACA et Monaco. Les autres échanges internationaux représentent environ 90 000 déplacements annuels. A noter que les trafics PACA – Italie sont en majorité des déplacements de courte distance vers la Ligurie (360 000, soit 52%), alors que les échanges Monaco – Italie sont quasi-exclusivement des échanges entre Monaco et la Ligurie (99%).

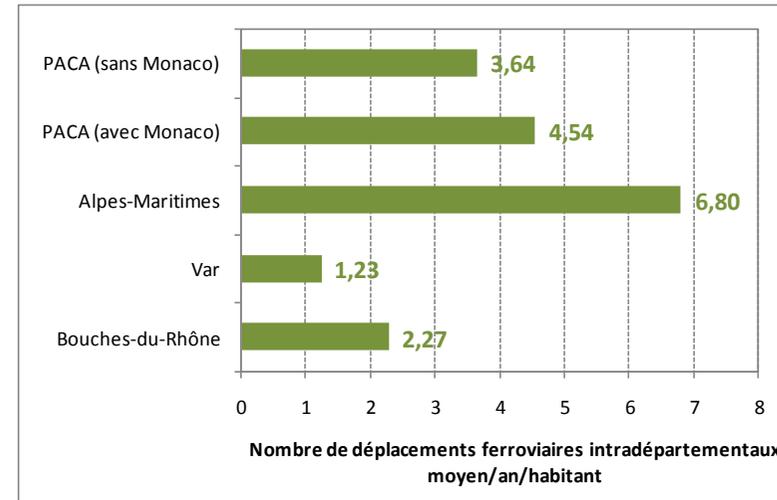
Enfin, le trafic de transit par [PACA + Monaco] correspond essentiellement à des déplacements entre l'Ile-de-France et l'Italie (460 000 voyageurs), alors que le transit Péninsule ibérique – Italie par le train est très faible (moins de 60 000 voyageurs).



LE MARCHÉ DU TRAIN POUR LES DÉPLACEMENTS RÉGIONAUX

Sur l'année 2009, 21,2 millions de voyageurs ont emprunté le train pour effectuer un déplacement à l'intérieur du périmètre [PACA + Monaco], dont 17 millions sur des relations internes à la région PACA et 4,2 millions sur des relations entre la région PACA et Monaco.

Le marché régional du train était donc légèrement supérieur en 2009 au marché ferroviaire de longue distance. Ce marché régional a connu un rythme de croissance élevé sur la période 1996 - 2009 (+3,9% en moyenne annuelle), principalement dû à la forte augmentation des dessertes TER et à la dégradation simultanée des conditions d'usage de la voiture (congestion et envolée des prix du carburant). Toutefois, avec en moyenne 4,5 déplacements régionaux en train par habitant et par an, [PACA + Monaco] ne se classe qu'au cinquième rang français (hors Ile-de-France), loin derrière l'Alsace (10,1), la Lorraine (6,5) ou le Nord Pas-de-Calais (6,3). Ce chiffre masque des disparités départementales très fortes, comme le montre le graphique ci-après.



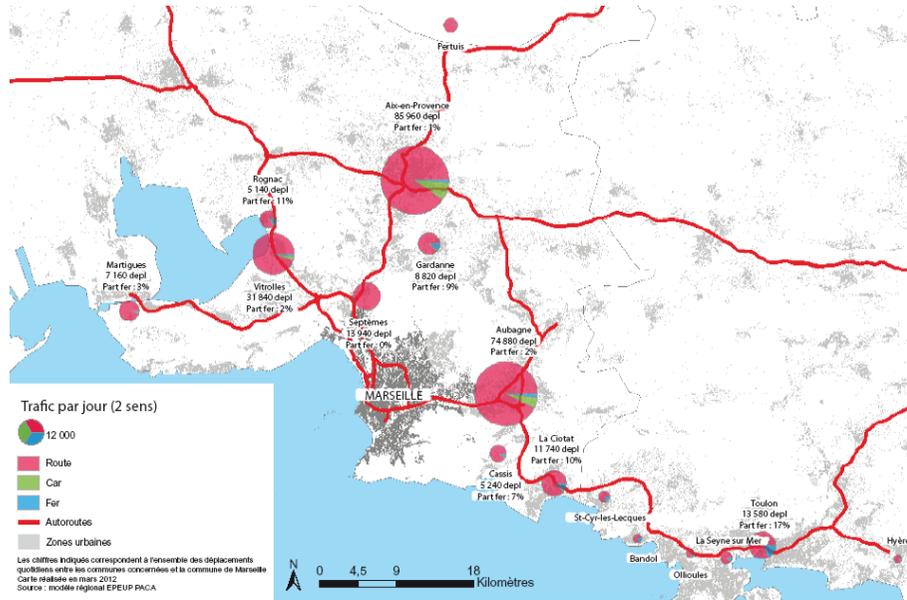
Ainsi, en dehors du secteur littoral entre Cannes et Monaco, le train peine à capter des parts de marché élevées, même sur des secteurs fortement congestionnés, comme l'indiquent les cartes suivantes.

La part de marché du train plafonne ainsi à moins de 3% sur de nombreuses relations périurbaines autour de Marseille (Marseille - Aix : 1%, Marseille - Aubagne : 2%, Marseille - Vitrolles : 2%) et de Nice (Nice - Cagnes : 1%, Nice - Villefranche-sur-Mer : 3%). En revanche, elle atteint des valeurs plus élevées sur des relations plus longues, où le train peut être plus compétitif que la route en raison, notamment, du poids relatif moins fort des temps de parcours terminaux (Nice - Cannes : 12%, Marseille - Toulon : 17%, Nice - Monaco : 25%).

AUJOURD'HUI, DES DÉPLACEMENTS PÉRIURBAINS NOMBREUX MAIS EFFECTUÉS EN VOITURE

Les déplacements quotidiens très importants entre les différents pôles urbains de la Région constituent un potentiel de clients très fort pour les trains du quotidien.

Sur les relations périurbaines (Aix-en-Provence - Marseille, Aubagne - Marseille), la part des personnes utilisant les transports collectifs est relativement faible : le potentiel de clients susceptibles de basculer de la route vers le fer du fait d'une amélioration de l'offre ferroviaire est donc extrêmement important.



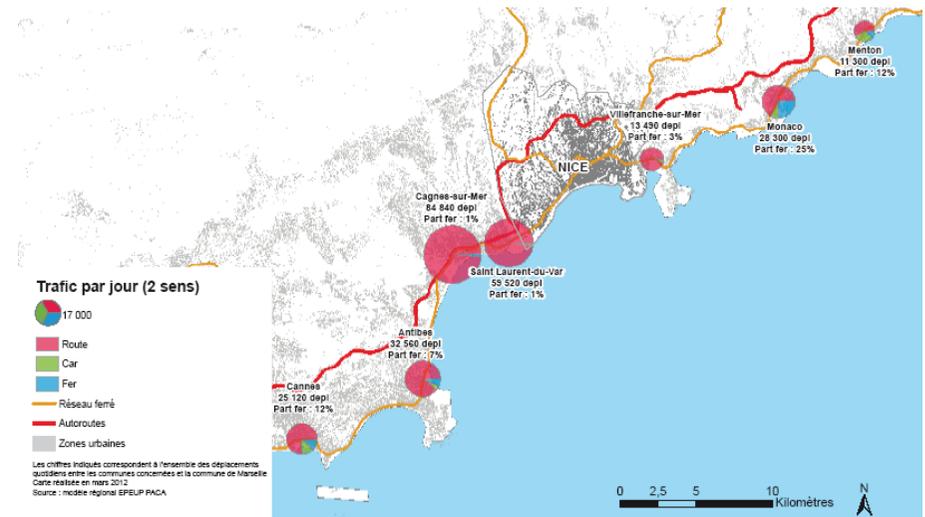
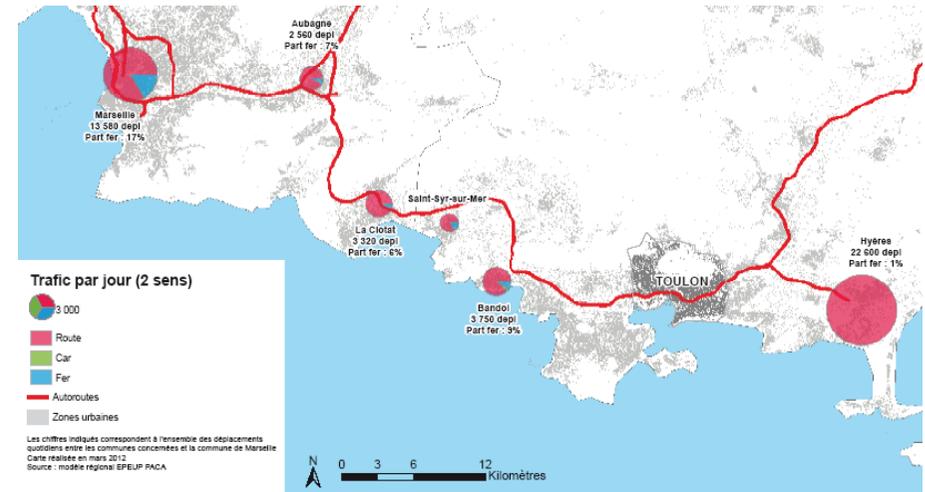
Déplacements quotidiens actuels (2009) vers ou depuis Marseille

Entre Nice et Monaco, 25 % des voyageurs font le déplacement en train et 7 % en car : un tiers des voyageurs utilisent donc les transports en commun.

Ceci s'explique par la saturation des accès routiers à Monaco mais aussi par le niveau de desserte ferroviaire : 4 trains par heure. Ce niveau de desserte est possible car il y a très peu de trains Grandes Lignes qui circulent sur cette section.

Le trafic ferroviaire dans le périmètre [PACA + Monaco] est essentiellement porté par des déplacements intra-départementaux de courte distance et par les déplacements entre les Alpes-Maritimes et Monaco, les échanges entre les trois départements littoraux (Bouches-du-Rhône, Var et Alpes-Maritimes) étant à l'heure actuelle peu développés en raison de la mauvaise qualité de l'offre ferroviaire (faibles fréquences, temps de parcours peu concurrentiels de la voiture, fortes irrégularités des temps de parcours⁵...). Ainsi, 70% du trafic ferroviaire régional concerne les déplacements internes aux Alpes-Maritimes, aux Bouches-du-Rhône et les échanges Alpes-Maritimes – Monaco.

⁵ En 2009, plus de 40% des TER Marseille – Nice présentaient un retard supérieur à 5 minutes.



Déplacements quotidiens actuels (2009) vers ou depuis Toulon (en haut) et Nice (en bas)

La région Provence – Alpes – Côte d'Azur dispose donc de la plus petite longueur de voie ferrée par habitant de France.

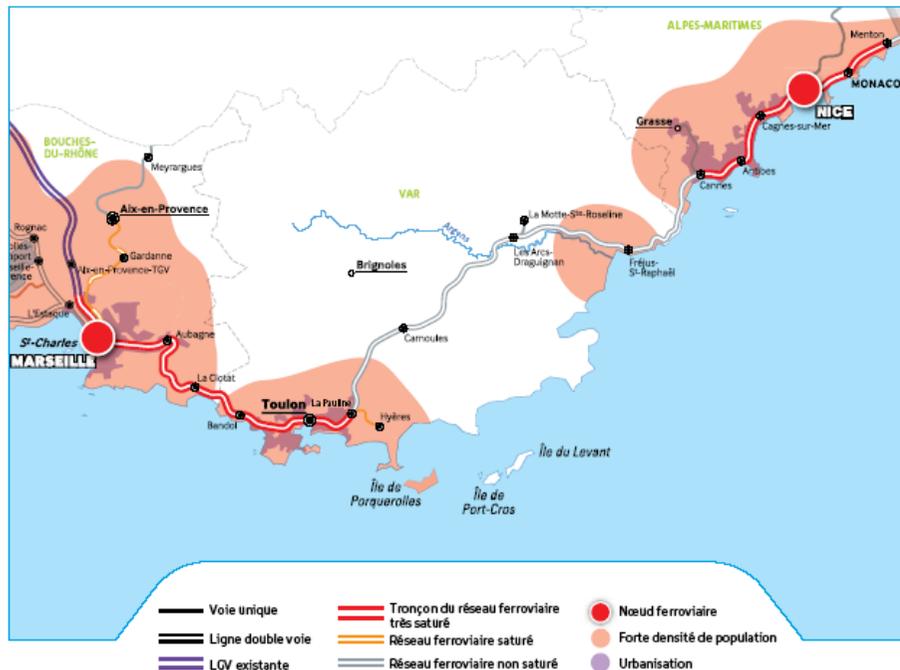
UN RESEAU FERROVIAIRE VIEUX DE 150 ANS

De plus, pour répondre aux besoins quotidiens de transport sur le cordon littoral, la région PACA dispose d'une unique ligne ferroviaire qui a peu évolué depuis sa construction en 1860 et son électrification dans les années 1960. Ses capacités et ses performances dépassées ainsi que le vieillissement accéléré de certains de ses composants jouent un rôle dans la majeure partie des retards de trains.

UNE SEULE LIGNE SUR L'AXE PRINCIPAL MARSEILLE-NICE

80% des habitants de la région sont concentrés sur une bande de 25 à 40 km le long du littoral.

Cette concentration se renforce au fil des années.



Si les lignes ferroviaires de la région présentent un maillage relativement important à l'Ouest de Marseille, à l'Est, la ligne Marseille Vintimille fait seule office de colonne vertébrale de la desserte du littoral (avec quelques branches comme Cannes-Grasse ou La Pauline – Hyères, ainsi que la ligne qui relie Marseille aux Alpes [Marseille-Grenoble/Briançon], toutes en voie unique.

De plus, du fait de la forte densité de population le long du littoral (notamment dans les métropoles marseillaise, toulonnaise et niçoise), la ligne Marseille-Vintimille est la plus fréquentée de France (hors Ile-de-France).

Cette configuration perturbe fortement le trafic dès qu'un incident survient, d'autant qu'il n'y a pas d'itinéraire de secours ni de délestage, avec des répercussions sur le plan régional et national lorsqu'un train Intercité ou un TAGV est retardé.

Or, près du quart du linéaire est saturé (cf. graphique ci-dessus), ce qui multiplie les situations dégradées qui se répercutent alors sur l'ensemble du réseau régional et au-delà.

UNE COEXISTENCE DIFFICILE ENTRE TRAINS LONGUE DISTANCE ET TRAINS REGIONAUX

Cette configuration du réseau ferré oblige à faire circuler tous types de trains, à des vitesses différentes, sur une même infrastructure. En raison de cette concentration de circulations à des vitesses différentes sur une unique ligne et sans possibilité de dépassement en dehors des grandes gares, il n'existe pas de capacité résiduelle pour ajouter des trains sur les sections les plus fréquentées.



L'axe Aubagne – Toulon illustre cette situation. Sur les 2 voies de la ligne, circulent tous types de trains (TAGV, TER omnibus, TER semi-directs, fret...) sans pouvoir se dépasser, hormis à Saint-Cyr-Les-Lecques, mais uniquement pour le fret. De ce fait, les TER ne peuvent pas assurer toutes les dessertes souhaitées. En effet, 1/2 heure sépare deux TAGV en heure de pointe. Entre Marseille et Toulon, un omnibus met 16 minutes de plus qu'un TAGV en s'arrêtant dans les 8 gares entre Marseille et Toulon. Un deuxième TER serait donc rattrapé par le TAGV suivant.

Le même scénario se produit sur la section Cannes – Nice. La forte fréquentation de voyageurs mêlée à la configuration de l'infrastructure à 2 voies oblige à ce que cette dernière soit empruntée à la fois par

plusieurs types de trains lents (TER omnibus et semi-directs) et par plusieurs types de trains rapides (TAGV et Intercités). Ceci a des conséquences contraignantes sur les montages horaires en limitant la capacité résiduelle, et fragilise l'exploitation. La desserte TER cadencée de la section Cannes - Nice est de ce fait limitée à 3 trains par heure de bout en bout alors que la demande en nécessiterait le double déjà à l'heure actuelle.

DES GARES QUI REVELENT LES FAIBLESSES STRUCTURELLES DU SYSTEME

Les gares sont un autre secteur particulièrement sensible.

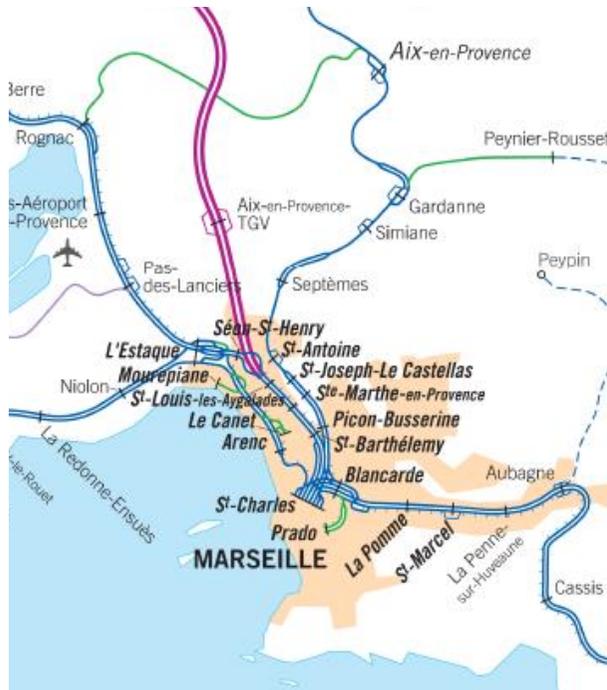
Le complexe ferroviaire marseillais est la porte d'entrée du système ferroviaire de la région, et sa plaque tournante.

La gare de Marseille Saint-Charles présente un cumul de faiblesses structurelles qui explique les fortes contraintes de capacité et les effets de saturation, souvent amplifiés par les retards cumulés des trains à « longs parcours ».

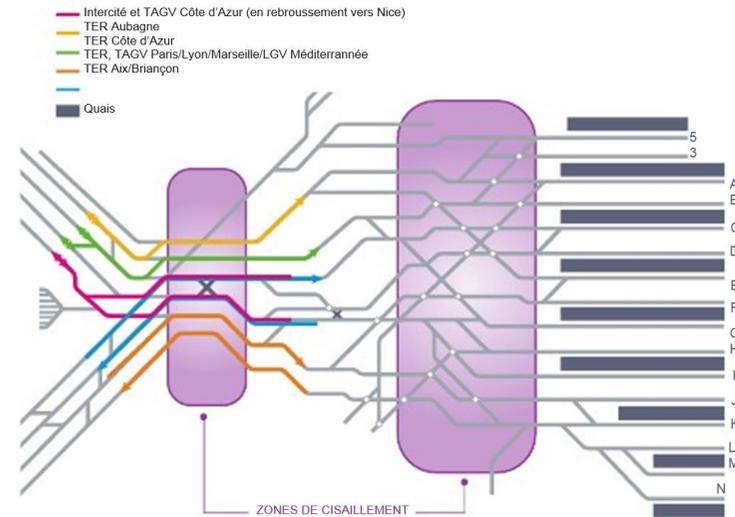
En effet, créée en 1848 sur un site façonné par une topographie contrainte (plateau étroit), il s'agit d'une gare en impasse, avec 16 voies à quai, qui absorbent 23 trains à l'heure de pointe. Cela signifie qu'un train qui entre en gare doit obligatoirement rebrousser chemin pour la quitter. Ce point impose donc de nombreux mouvements techniques extrêmement chronophages et consommateurs de capacité.

Mais, en outre, la gare possède d'autres points de blocage :

- L'étrangement en entrée de gare, mêlé à la grande diversité de types de trains qui circulent sur la ligne, provoque de nombreux et importants effets de cisaillements. En effet, les trains de la ligne Aix-en-Provence - Marseille doivent croiser le trajet des trains Paris - Nice ; les TAGV en direction de Toulon ou Nice qui desservent Saint-Charles doivent couper de nombreuses voies en entrée ou sortie de la gare ;



- Les trains doivent couper de nombreux itinéraires et faire des manœuvres pour rejoindre leur lieu de remisage ou leur atelier. Tout cet ensemble fait que les incidents, aussi petits qu'ils soient, ne sont pas isolés et ont des répercussions sur le reste de la ligne. La propagation des incidents est amplifiée par les diverses contraintes susmentionnées.



CONCLUSION

L'infrastructure existante, dont l'axe Marseille - Vintimille est la dorsale unique, présente de nombreux points critiques pour son exploitation actuelle. En effet, cette partie du réseau ferré de la région PACA est saturée. Le moindre incident a des répercussions sur l'ensemble du réseau local, régional, voire national. Le développement de l'offre ferroviaire se trouve donc aujourd'hui contraint.

Le CPER 2007-2013 a permis les développements nécessaires pour permettre au système de fonctionner jusqu'à l'horizon 2030.

Au-delà, les augmentations de desserte possibles seront très limitées voire nulles sur certaines zones, alors qu'elles seraient déjà justifiées par la demande actuelle.

Pour répondre à la dynamique démographique et à l'attractivité de son espace littoral, des mesures de modernisation du réseau ferré dans la région PACA sont urgentes. L'exploitation ferroviaire de l'axe Marseille - Vintimille demeurera délicate et son développement impossible en l'absence de doublement de l'infrastructure.

LE NŒUD MARSEILLAIS ET LA GARE DE MARSEILLE ST CHARLES

SITUATION

La gare de Marseille-Saint-Charles est une gare en impasse qui s'est développée en fonction des évolutions successives du besoin. Les derniers investissements pour augmenter sa capacité ferroviaire remontent à 1983, avec la création de 4 voies à quai

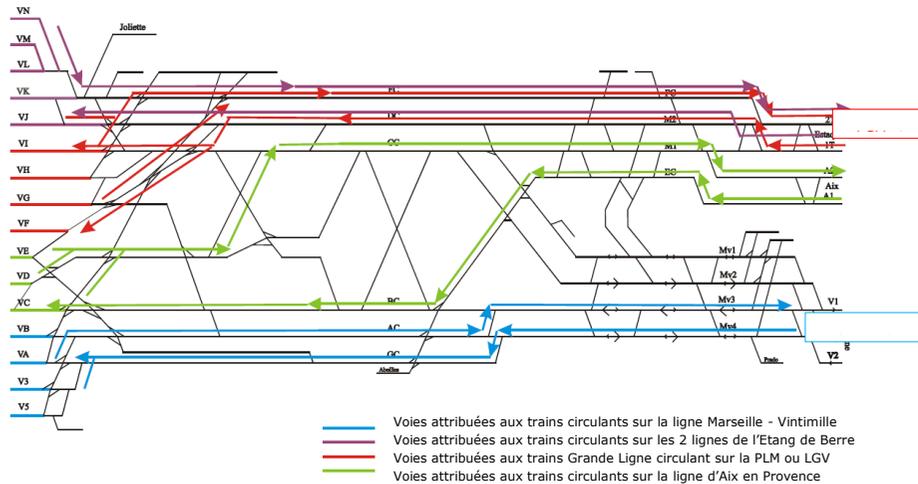
supplémentaires, offrant ainsi à la gare 16 voies à quai au total. Depuis lors, le nombre de circulations n'a cessé d'augmenter, grâce à la création de la LGV Méditerranée en 2001 et le doublement de trafic entre Marseille et Aix en 2009, qui se sont traduits par des renforts progressifs de TER.

Aujourd'hui, la gare est ainsi arrivée à saturation avec 23 trains par heure en période de pointe⁷, 400 mouvements de trains par jour, et 140 mouvements techniques.

Cette configuration de gare provoque le rebroussement de nombreux trains à Marseille-Saint-Charles pour desservir la gare lors d'un transit joignant la LGV Méditerranée ou la ligne Paris – Lyon – Marseille à la ligne de Toulon – Nice ou vice versa. Ces mouvements viennent compliquer l'exploitation nominale de la gare puisqu'ils passent d'un groupe de voies à l'autre lors de leur rebroussement.

En outre, à l'entrée nord de Marseille, TGV et TER circulent conjointement sur une section à 2 voies de 7 km de longueur, rendant encore plus difficile l'exploitation de la ligne.

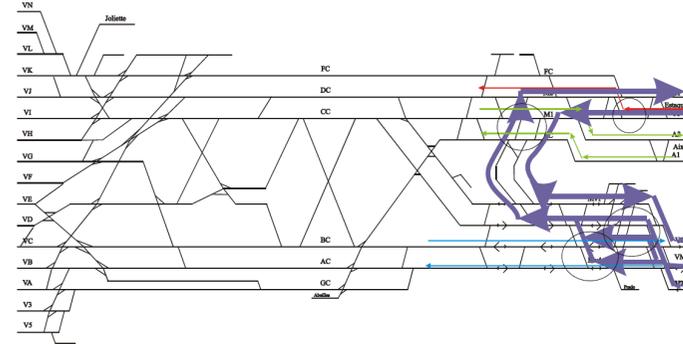
Du fait de l'augmentation de l'offre, la capacité de gestion des modes dégradés s'est trouvée réduite, et diverses actions ont été entreprises pour maintenir à court terme les conditions d'exploitation :



Exploitation par tube permettant de réduire les conflits et les cisaillements

⁷ Après mise en service de la 3^{ème} voie Marseille-Aubagne en 2014

Cependant, plusieurs points de conflits persistent. A titre d'exemple, la figure suivante illustre le problème pour un train en provenance/destination de la ligne classique Paris - Marseille sans arrêt à Saint Charles. En effet, il doit utiliser le raccordement des Chartreux, provoquant donc des cisaillements avec d'autres trains qui pourraient entrer ou sortir du fond de gare.



De plus, toutes ces voies et raccordements sont aussi utilisés pour le remisage et l'entretien du matériel roulant, ce qui porte le nombre total de mouvements à 45 en heure de pointe, et consomment donc énormément de capacité.

Dans ces conditions, la capacité résiduelle est très faible. La gare ne peut plus accueillir de trains supplémentaires en heure de pointe, et le taux de ponctualité de Saint Charles est de l'ordre de 75%, alors que la demande de transport progresse...

Tous ces constats ont mis en évidence la nécessité d'étudier la désaturation du complexe ferroviaire marseillais.

ENJEUX A COURT TERME

Deux axes d'amélioration ont été proposés afin de résoudre le problème du nœud de Marseille Saint Charles :

- optimiser l'offre de trains, notamment à l'heure de pointe, afin de limiter l'augmentation de circulations sur le plateau ;
- optimiser le système de production régional afin d'améliorer la régularité.

Comme déclinaison de ces axes d'amélioration, quelques solutions partielles ont été proposées :

- redécoupage du cantonnement en avant-gare ;
- utilisation d'unités multiples à 2 niveaux permettant d'augmenter la capacité des trains ;

- fonctionnalités supplémentaires (jonctions entre voies, etc.).

Ces actions, indispensables pour maintenir à court terme la capacité actuelle, restent largement insuffisantes face aux enjeux à moyen terme. En effet, comme ce sont des solutions palliatives, elles ne permettent aucun développement ultérieur de l'offre. Il s'agit donc de solutions incompatibles avec les prévisions futures des besoins en déplacements.

ENJEUX A MOYEN TERME

Les études socio-économiques prévoient que la gare de Marseille Saint Charles accueille 20 millions de passagers par an à l'horizon 2020-2025, contre 12 millions d'aujourd'hui. Pour répondre à une telle demande, cela nécessite de réaliser un saut qualitatif et quantitatif important.

Compte tenu de l'espace disponible, aucun aménagement de surface ne pourra répondre à de tels besoins. Il n'existe pas d'autre solution envisageable qu'une gare souterraine.

LE PROJET DE GARE SOUTERRAINE



Le site de la gare de Marseille

L'espace disponible en surface étant fortement contraint, et à l'instar des solutions mises en œuvre à Bologne ou à Malmö par exemple, il apparaît nécessaire de doter Marseille d'une gare souterraine. Au stade actuel des réflexions, le projet comporte deux parties :

- création de 4 voies à quai en souterrain en liaison avec la gare existante ;
- réalisation d'environ 11 km de traversée souterraine de Marseille en amont et en aval de la gare.

Ces actions permettraient de :

- doubler la capacité de la gare, qui passera de 23 à 44 trains en heure de pointe ;
- augmenter l'offre commerciale journalière (offre accrue de moitié pour les principaux TER et multipliée par 4 pour les TAGV) ;
- réduire les temps de parcours de 10 min sur les liaisons Est-Ouest, grâce à la suppression des rebroussements ;
- créer des liaisons diamétrales Toulon – Aubagne – Marseille – Vitrolles-Aéroport-Marseille Provence (VAMP), sans rupture de charge avec des temps de parcours attractifs pour l'utilisateur (Aubagne – Vitrolles-aéroport en 25 min au lieu d'environ 1 heure aujourd'hui).

MARSEILLE – TOULON

Cette section est aujourd'hui très contrainte à certaines heures et pour chaque sens, car elle ne dispose que de deux voies entre Blancarde et Toulon. Sur cette infrastructure cohabitent des TAGV et des TER avec de nombreux arrêts, sans possibilité de dépassement, même en cas d'incident⁸.

Les TER omnibus induisant un impact négatif sur le temps de parcours des trains directs (TAGV et Intercités), des solutions ont été prévues :

- le développement des TER entre Aubagne et Toulon, qui a été prévu en 2015 jusqu'aux limites de capacité par une desserte alternée de certaines gares ;
- la mise à 3 voies de la section Blancarde – Aubagne. Cet aménagement va permettre à court terme de séparer les dessertes omnibus des trains directs entre ces deux gares, dont les TER Marseille – Toulon.

Cette segmentation supposera une exploitation des omnibus strictement sur une seule voie, qui se croiseront à La Barasse et Blancarde. Il faudra les privilégier à l'entrée-sortie de St-Charles pour éviter l'effet en cascade induit par un retard qui se répercuterait d'un sens de circulation sur l'autre.

Avec de tels aménagements, le problème de régularité dû à la cohabitation des trains directs et omnibus entre Blancarde et Aubagne sera réduit. Toutefois, l'exploitation de St-

⁸ Les voies d'évitement de St Cyr ne sont pas utilisables par les trains de voyageurs en service commercial.

Charles sera toujours délicate jusqu'à création de la gare souterraine et d'une 4^{ème} voie dans la vallée de l'Huveaune en raison des contraintes de croisement des trains.

L'AIRE AZURENNE ET LA GARE DE NICE

CANNES - NICE



Il s'agit du cœur de l'exploitation de la Côte d'Azur. Ici également, le manque de capacité ferroviaire de la ligne est lié aux différences de vitesse des trains qui circulent sur celle-ci.

Entre Cannes sur Mer et Nice, la section est à 2 voies, sauf en gare de Cannes-sur-Mer où une voie centrale sert de terminus pour les TER, renforçant ainsi le service entre cette ville et Monaco. Ainsi, il est possible d'avoir une desserte adaptée aux circonstances (missions directes, semi-directes ou omnibus).

Cette configuration du plan de transport autour de Nice, avec un fort développement du TER, est très contraignante pour les trains rapides. En effet, ils suivent toujours des TER avec l'espacement minimal, provoquant souvent de l'irrégularité en cascade dès qu'il y a un retard.

Une 3^{ème} voie entre Antibes et Cagnes-sur-Mer a été réalisée. Pour la circulation des trains, plusieurs configurations ont été proposées :

- la voie centrale utilisée seulement dans un sens. Or, les études réalisées mettent en évidence que les trains des 2 sens se succèderont à intervalles trop faibles pour que cette solution puisse être mise en œuvre ;
- la circulation des TER sur les voies extérieures, et des trains rapides sur l'unique voie centrale dans les deux sens avec échappement médian pour partager la voie entre les deux sens. Mais cet autre montage est aussi complexe et fragile. En effet, on n'est pas ici dans une problématique de trafic exagérément déséquilibré entre pointe et contre pointe (comme on peut en trouver parfois sur certains axes aux abords de Paris), mais plutôt sur un RER côtier équilibré des deux sens, pour lequel seule une configuration à 4 voies sur toute la section Cannes - Nice serait adaptée, une partie des trains directs étant aussi des TER. Or les contraintes foncières rendent économiquement impossible un élargissement de la plate-forme à 4 voies.

Compte tenu de cette situation, seules des configurations d'horaires très particulières permettent d'exploiter cette troisième voie en mode normal. Lorsque ces conditions sont réunies (absence de ralentissement pour travaux notamment), elle permet un renfort de desserte omnibus entre Antibes et Nice. Elle apporte également de la souplesse d'exploitation en mode dégradé.

Cette configuration du plan de transport autour de Nice, avec un fort développement du TER, est très contraignante pour les trains rapides. En effet, ils suivent toujours des TER avec l'espacement minimal, provoquant souvent des perturbations en cascade dès le moindre retard.

La vulnérabilité de la ligne existante : tempête sur la plage de Cannes vue depuis le train



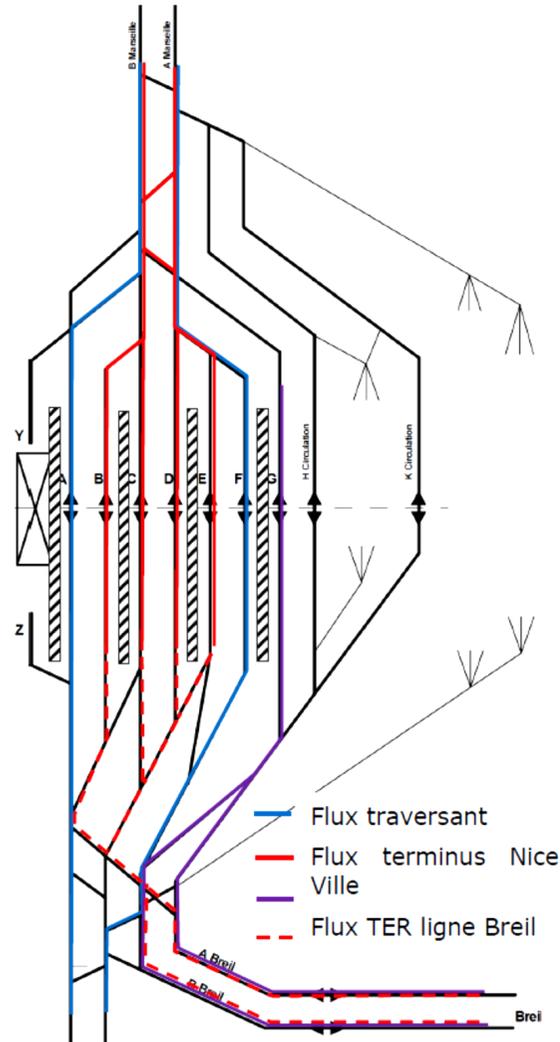
GARE DE NICE

Hormis à certaines heures de flanc de pointe, les TER de la ligne côtière sont maintenant diamétralisés autant que possible de part et d'autre de Nice. Ceci contribue à la simplification de l'exploitation de la gare avec passage de part et d'autre des voies centrales.

La gare de Nice Ville comporte 7 voies et les TER côtiers passent le plus souvent sur les voies extérieures. Les voies centrales sont surtout réservées aux origines et terminus des trains rapides touchant Nice, venant de Marseille ou au-delà comme les TER IC et les TGV, et trains de nuit ou d'Italie pour certains IC.

La construction de deux voies à quai supplémentaires sera nécessaire pour atteindre les objectifs de développement du TER à l'horizon des priorités 1 et 2, par exemple en mettant à quai les voies H et K circulation.

Les trains origine / terminus Nice sont évacués pour la plupart vers le site de remisage de Nice St-Roch, ou manœuvrés vers le dépôt jouxtant la gare. La double voie existant entre Nice-Ville et St-Roch se trouve très utilisée car partagée entre les TER de la ligne de Breil et les circulations de service dans les deux sens pour garage/dégarage.



**LES CAUSES DE LA SATURATION
FERROVIAIRE EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

3.4 EXTRAITS D'ÉTUDES PHASE 1

2 LE CONSTAT : UN SYSTEME EN LIMITE DE CAPACITE

Le système ferroviaire régional joue un rôle important dans la vie quotidienne des habitants de la région, mais il apparaît très fragile.

De nombreux usagers réclament en priorité une amélioration de ce service, en termes d'offre, mais surtout en termes de fiabilité et de régularité.

Il ne se passe guère de journées sans qu'un incident perturbe le trafic. En outre, la configuration du réseau, avec une seule ligne entre Marseille et Nice qui constitue la dorsale de ce réseau, conduit à ce que le moindre incident local a des répercussions sur l'ensemble du réseau, et même hors de la région, quand un TGV est retardé.

La nécessité d'engager des travaux importants de rénovation de cette ligne, vieille de 150 ans, complique encore son exploitation : les travaux engagés dans le cadre du présent Contrat de Plan Etat Région (3^{ème} voie entre Marseille et Aubagne,) ont imposé des suppressions de train, des rallongements de temps de parcours, voire des interruptions sur près de 80 heures d'affilée.

La poursuite de ce programme de rénovation, qui nécessitera au moins deux décennies, imposera des contraintes durables pour l'exploitation de la ligne.

Une augmentation de la capacité des trains est une réponse à la saturation des rames : elle a déjà été mise en œuvre sur les tronçons qui connaissent les plus fortes fréquentations, entre Cannes et Nice notamment. Cependant ce type de mesure a atteint aujourd'hui ses limites car la longueur des quais a déjà été portée progressivement à un minimum de 215 m voire 220 m sur Marseille – Vintimille, dans des conditions d'insertion souvent problématiques.

Pour comprendre ces faiblesses, il faut analyser les conditions d'exploitation de la ligne actuelle : c'est l'objet du chapitre suivant, qui détaille la ligne tronçon par tronçon.

3 LES CONDITIONS TECHNIQUES D'EXPLOITATION

Les conditions d'exploitation de chaque zone particulière sont décrites d'Ouest en Est sans qu'il y ait une quelconque priorisation, même si la zone de Marseille demeure la plus sensible.

3.1 L'ENTREE « NORD » DE MARSEILLE

3.1.1 UN TRONÇON SATURÉ

La LGV Méditerranée rejoint l'axe PLM en amont de la gare de St Louis - les Aygaldes, soit à environ 7 km de la gare St Charles, sur un axe qui voit donc cohabiter sur 2 voies les trains en provenance ou à destination de l'Estaque (confluence/divergence des lignes de la Côte Bleue et de Rognac) et les TGV en provenance ou à destination de la LGV. Cette section présente donc une charge de circulation importante. Cette densité de trafic a conduit à supprimer la desserte de points d'arrêt périurbains du nord de Marseille (le Canet, St-Barthélemy).



A cette section, s'ajoutent (depuis 2008) les 2 voies dédiées au trafic entre Marseille et Aix en Provence.

3.1.2 LES CISAILLEMENTS

Certaines circulations doivent « couper » (ou cisailer) les voies « Aix » en provenance ou à direction du tunnel des Chartreux. Cette situation, qui permet d'éviter le rebroussement à St-Charles tout en améliorant les temps de parcours de certains TAGV (qui en conséquence ne peuvent desservir St Charles), libère donc de la capacité en avant-gare.

Néanmoins, cette situation génère des points de conflit en mode opérationnel, crée un point de difficulté dans la construction d'une grille horaire et demeure un point de fragilité dans le cadre de l'exploitation opérationnelle.

A titre d'exemple, en situation de référence (sans LGV PACA), la variation de quelques minutes des heures d'arrivée et de départ des TAGV à Marseille rendrait nécessaire la construction d'un saut-de-mouton en milieu urbain dense au niveau de la bifurcation de la ligne d'Aix pour pouvoir exploiter les liaisons Marseille – Aix actuelles.

Dans un tel contexte, les augmentations de trafic de la ligne d'Aix liées à sa mise à double voie sur certaines sections impacteront d'autant plus les conditions d'exploitation de la zone.

3.2 LA GARE DE MARSEILLE ST CHARLES

La gare de Marseille Saint Charles est, à l'identique des gares tête de ligne parisiennes, une gare en « impasse » avec 16 voies à quai.

C'est-à-dire qu'une circulation qui entre en gare doit obligatoirement rebrousser chemin pour quitter la gare, qu'il s'agisse d'une circulation commerciale ou de mouvements d'engins moteurs.

La gare est desservie par des automoteurs (y compris les TAGV) qui nécessitent simplement de changer d'extrémité de conduite. Mais elle accueille également des trains « tractés » (de type Corail par exemple) qui nécessitent d'amener un engin en « queue » de la rame pour lui permettre de repartir ; il faut ensuite manœuvrer l'engin moteur qui a tracté le train à l'arrivée. Ceci entraîne alors des doubles ou triples mouvements qui utilisent l'infrastructure de la gare (notamment de et vers Blancarde) et impactent d'autant les conditions d'exploitation.

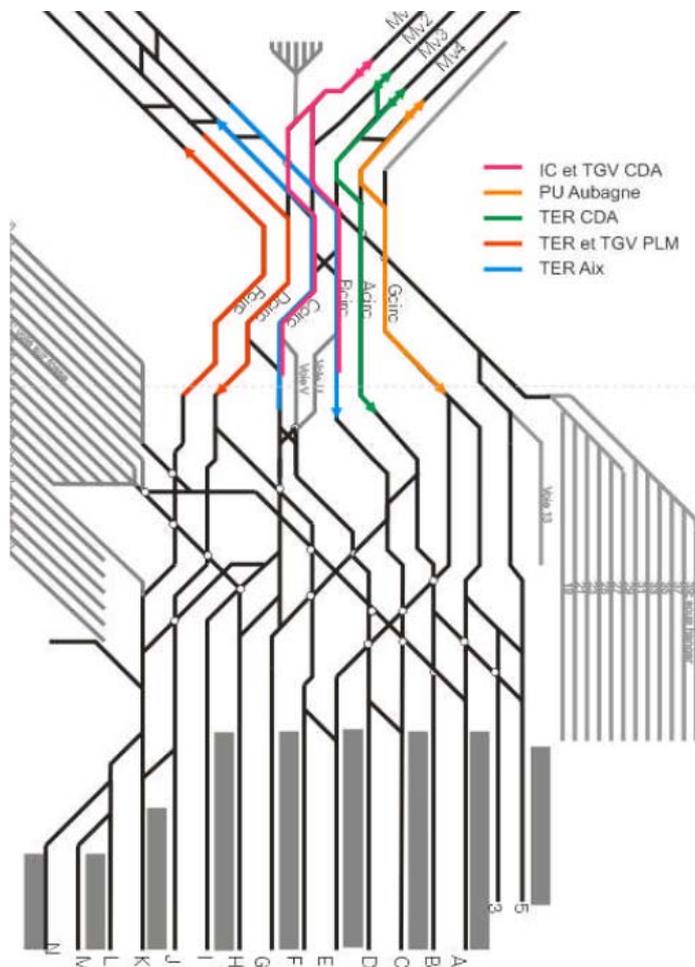
L'exploitation de la gare Saint Charles (c'est-à-dire l'organisation des circulations tant en conception de service qu'en gestion des situations opérationnelles, avec les infrastructures actuellement en service) est réalisée en appliquant le principe des « tubes » ou des axes.

On tente alors d'utiliser, pour les circulations d'une même provenance et d'une même destination, des itinéraires compatibles qui n'engendrent pas de conflit avec un autre « tube ».

Les 6 voies d'avant gare permettent de dédier, de manière théorique des voies de circulation aux axes et de positionner les circulations de chaque axe sur les voies à quai:

- Toulon (voie G et A circulation) – voies A, B, 5, 3,
- Aix (voies B et C circulation) – voies C, D, E ;
- PLM (voies D et F circulation) – voies F, G, H, I, J, K, L ;
- Marseille-Maritime – l'Estaque (voie unique banalisée) – voies M, N.

Ce type d'exploitation ne peut toutefois être respecté de manière absolue notamment en raison des rebroussements des circulations qui arrivent d'un tube et repartent d'un autre (TAGV ou Corail Intercités notamment) et imposent donc des cisaillements des itinéraires des autres tubes. A cela s'ajoutent les effets des cisaillements entre les trains qui circulent via le tunnel des Chartreux et ceux qui arrivent d'Aix qui doivent parfois être « dévoyés », sans oublier les nombreux mouvements techniques qui circulent entre Blancarde et St-Charles ou entre St Charles et les différents chantiers de remisage de la gare.



L'ensemble de ces éléments (gare en impasse, nombre de circulations, convergence des flux en avant gare, mouvements techniques, cisaillements) constitue la problématique d'exploitation de cette gare et explique les effets de saturation qui souvent sont amplifiés par les retards cumulés des trains « longs parcours » (TAGV, Corail Intercités).

Lors des études préalables à la mise en place du cadencement 2009, la saturation de la gare de Saint-Charles aux heures de pointe est apparue de manière évidente. Le service TER prévu par les services du Conseil régional n'a pas pu être entièrement mis en œuvre en raison de difficultés d'insertion des sillons à long parcours non systématiques (trains de nuit, trains nationaux de l'arc languedocien principalement) et des nombreux mouvements de service associés.

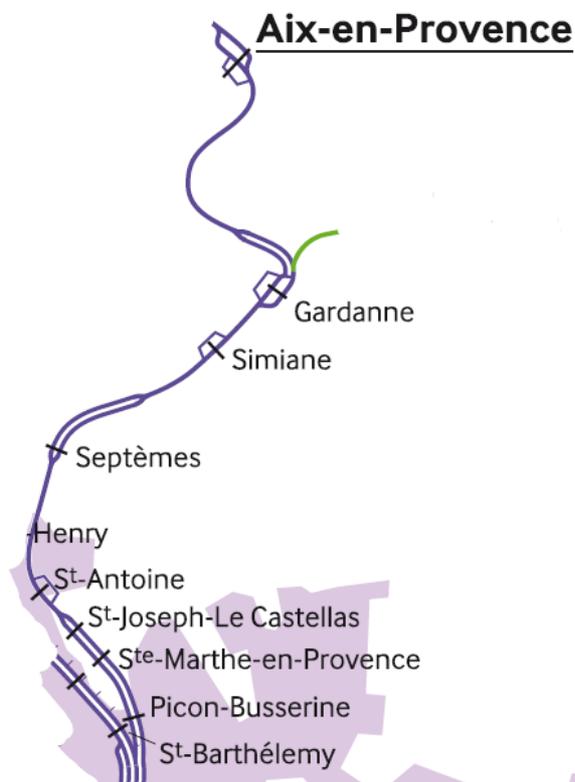
Les études complémentaires de capacité du projet CPER Marseille – Aubagne - Toulon menées en 2009, qui incluaient l'étude sommaire du graphique d'occupation des voies (GOV) de Marseille-St-Charles, ont démontré qu'en dépit des nouvelles communications mises en service en gare fin 2011, la densification des circulations prévue au terme de ce projet (2014) rendrait l'exploitation de la gare particulièrement fragile en raison des fortes contraintes de capacité. En particulier, il n'a pas été possible d'affecter les mêmes voies à quai aux trains de mêmes types de missions tout au long de la journée. L'étude n'a permis d'obtenir un résultat qu'en supposant une évolution nulle du nombre de TAGV journaliers entre 2009 et 2014, ce qui n'est pas réaliste compte tenu de la mise en service de la LGV Rhin-Rhône fin 2011 et de l'augmentation de la fréquence des TGV en provenance et à destination du Languedoc programmée dans l'intervalle.

Le plateau de St-Charles n'est donc plus guère capable, dans la configuration actuelle, d'accueillir des circulations supplémentaires.

3.3 LIGNE AIX - MARSEILLE

La mise à double voie partielle associée à la commande centralisée facilitant l'exploitation de la zone a permis le renforcement de la desserte de cet axe.

Toutefois, cette ligne est un facteur de fragilité par sa configuration en partie à voie unique et les conditions de circulation dans l'avant gare de St-Charles.



Son développement est possible par augmentation du doublement de la voie (voire le doublement total), mais les contraintes liées au plateau de St Charles en limiteront les effets.

3.4 MARSEILLE - AUBAGNE

Cette section, à deux voies, est aujourd'hui très sollicitée notamment aux heures de pointe (des deux sens).

Sa mise à 3 voies prévue dans le cadre du CPER en 2014 permettra de mieux gérer les dessertes omnibus qui circuleront néanmoins en voie unique, avec croisements à La Barasse et Blancarde, avec tous les risques d'irrégularité propres à ce système.



Toutefois, cette infrastructure permettra de séparer les omnibus des trains plus rapides en direction de Toulon.

3.5 AUBAGNE - TOULON

Cette section, à deux voies, voit circuler des trains à vitesses différentes sans possibilité de dépassement (hormis à St Cyr pour les trains de fret).

Un omnibus Marseille – Toulon dispose juste du temps suffisant pour desservir toutes les gares entre deux passages de trains rapides: il est alors impossible d'insérer une circulation supplémentaire.



Avec la mise en service de la 3^{ème} voie entre Marseille et Aubagne, les dépassements pourront avoir lieu dans cette zone, mais entre Aubagne et Toulon, il faudra toujours faire cohabiter les différents types de circulations. Ainsi, à la mise en service du projet, il ne sera toujours pas possible de desservir certaines gares du parcours Aubagne – Toulon plus de deux fois par heure, alors que la demande de transport est déjà suffisante à l'heure actuelle pour 4 trains par heure de pointe.

3.6 GARE DE TOULON

La gare de Toulon comporte 5 voies à quai, et une sixième sans quai. Elle assure une fonction de passage avec arrêt, mais aussi sans arrêt, souvent avec dépassement, et pour les deux sens. Elle assure également une fonction origine - terminus avec stationnement à quai de certains TER (parfois des TAGV).

A certaines heures, en fonction des types de circulations, les installations atteignent les limites des conditions d'exploitation.

3.7 TOULON - LES ARCS

La section comprise entre Toulon et Les Arcs est moins sollicitée que la section Ouest. Elle présente néanmoins deux points de fragilité pouvant dérégler le système notamment en heure de pointe :

La bifurcation de La Pauline : Cette bifurcation, à niveau (c'est-à-dire que les trains en direction d'Hyères peuvent être en conflit avec ceux qui arrivent des Arcs et se dirigent vers Toulon) donne accès à la ligne d'Hyères, à voie unique.

En l'absence de point de croisement, un seul train par sens peut circuler sur le parcours entre La Pauline ⇔ Hyères. La signalisation et la vitesse de la zone imposent une fenêtre de passage réduite péjorant fortement l'occupation de l'infrastructure dans la zone.

Les types de missions : Sur cette section, la succession des trains rapides rend difficile l'insertion des TER locaux en raison des nombreux arrêts, avec une seule possibilité de dépassement à Carnoules. La seule solution pour ne pas péjorer le train rapide, qui met déjà 2 h 30 min entre Marseille et Nice (2 h en voiture), est de ne pas desservir certaines gares mais c'est alors la desserte des agglomérations qui est altérée alors qu'elle n'est déjà pas très étoffée.

La construction d'une grille bien cadencée est donc délicate même si les besoins en déplacement semblent plus limités que sur d'autres sections.



La gare des Arcs comporte 3 voies à quai. La voie centrale reçoit les TER terminus – origine côté Toulon mais également ceux qui le sont côté Cannes. En effet, la gare présente la particularité d'être origine de sections différentes tournées vers Marseille d'un côté et Nice de l'autre.

Le montage horaire doit donc tenir compte de cette particularité qui n'empêche malheureusement pas les conflits d'exploitation en cas de retard d'une mission ou de l'autre, avec des conséquences sur la régularité (des deux côtés !).

3.8 LES ARCS ST-RAPHAËL CANNES

Une grande majorité des TER côté Nice sont limités à St Raphaël (gare également équipée de 3 voies) et sont « retournés » sur la voie centrale. Cette situation limite, en partie, les difficultés que pourraient rencontrer la gare des Arcs.

Comme il n'y a plus d'arrêts intermédiaires entre les Arcs et Fréjus, les TER omnibus circulent jusqu'à St Raphaël sans gêner les trains rapides. Cette situation élude ainsi les problèmes de rattrapage qui se retrouvent entre St Raphaël et Cannes.

En effet, les 8 gares desservies présentent la même situation qu'entre Toulon et Les Arcs avec les mêmes effets et les mêmes conséquences (détente des trains rapides et/ou diminution des dessertes).



Il est donc difficile d'envisager une desserte de la zone structurée avec cohabitation cadencée des différents types de missions.

En situation opérationnelle, un train lent desservant les gares ralentit fortement le train rapide qui le suit jusqu'à ce qu'un dépassement en gare soit possible (St Raphaël ou Cannes).

La gare de Cannes la Bocca est aujourd'hui point d'origine – terminus de TER de et vers Nice. Ils sont « retournés » à Cannes-Marchandises qui possède les installations appropriées.

3.9 GRASSE - CANNES

Cette section, à voie unique, a été dernièrement remise en service pour les trains de voyageurs.

C'est une ligne moderne et électrifiée avec des installations télécommandées depuis Cannes. Les trains de dirigeant vers Grasse cisailent la voie 2 de la ligne vers Nice. Néanmoins, les installations et la fréquence faible (1 TER par heure) permettent l'utilisation sans réelles contraintes de cette zone.

Toutefois, les besoins exprimés par le Conseil régional d'augmenter la fréquence à 2 trains par heure à l'horizon 2014 porteront le système à saturation au niveau de cette bifurcation, y compris avec la création en cours d'un point de croisement supplémentaire pour faciliter la gestion des retards. L'étude de capacité réalisée en 2008 dans le cadre du CPER a

montré que toute augmentation de trafic ultérieure dans la zone (Grasse Cannes ou St Raphaël Nice) nécessitera une dénivellation de la bifurcation.

3.10 GARE DE CANNES CENTRE

Avec 3 voies à quai, cette gare permet d'assurer des alternats (réception sur 2 voies différentes de 2 trains de même sens qui se suivent de manière très rapprochée), sauf en cas de croisement. Le montage horaire est réalisé dans ce sens. Cela permet le dépassement d'un train lent (TER) par un train rapide (TAGV).

Les difficultés d'exploitation peuvent survenir dans le cas de retard d'un train d'un sens qui gênerait l'alternat pour l'autre sens.

Ce sont les limites d'une gare à 3 voies avec les augmentations de trafic et les types de mission différentes. Une gare à 4 voies ne reporte pas, dans ce cas, les retards d'un sens vers l'autre.

De plus, la configuration à 3 voies oblige à différer dans le temps les dépassements dans un sens des dépassements dans l'autre sens, ce qui empêche toute augmentation de fréquence significative entre Antibes et Cannes, comme l'a montré l'étude de capacité CPER de 2008. Par exemple, en raison de cette situation, il ne sera pas possible de prolonger à Cannes les services supplémentaires rendus possibles par la 3^{ème} voie Antibes – Cagnes en cours de construction.

3.11 CANNES – NICE

Cette zone présente une forte demande en déplacements et pas uniquement dans le cadre de la période estivale. Cette section est un point essentiel de l'exploitation ferroviaire de la Côte d'Azur.

Actuellement à 2 voies, avec des possibilités de dépassement à Antibes et Cagnes sur Mer qui présentent 3 voies (voir commentaires sur les autres gares de ce type), la zone avec 6 arrêts TER est empruntée par des missions totalement différentes (TAGV, TEOZ et Intercités TER qui desservent longuement les gares importantes, TER omnibus, TER semi directs ne desservant qu'Antibes, Juan-les-Pins et Cagnes) qui imposent des montages horaires contraints.

Cette situation entraîne fréquemment des irrégularités dans la zone, qui se répercutent alors sur les autres zones du fait des longs parcours de certains trains et des configurations de gare à 3 voies.

Dans ce contexte, la mise à 3 voies de la section comprise entre Antibes et Cagnes sur Mer est une solution limitée d'amélioration du système dans la zone. Avec les augmentations de trafic qu'elle permet, la voie centrale sera utilisée (comme entre Marseille et Aubagne) en voie unique pour un seul sens avec utilisation de toute la capacité permise.



L'utilisation de cette 3^{ème} voie comme voie de dépassement est envisageable en opérationnel mais pas en conception de service puisque le moindre retard se répercuterait en cascade sur les 2 sens. D'autant qu'on ne trouve pas, ici, d'effet de pointe et de contre pointe (les trafics sont similaires dans les deux sens, le matin comme le soir), qui permet d'équilibrer, à certaines périodes de la journée la répartition des trafics selon le sens.

Un passage à 4 voies eut été plus efficace avec affectation des trains lents sur 2 voies (1 par sens) et des trains rapides sur les autres mais évidemment très coûteux, voire impossible, au vu de la densité de l'urbanisation le long de la ligne.

La section Cannes – Nice restera donc un point de fragilité, même après réalisation de la 3^{ème} voie : les perturbations inévitables continueront de se répercuter sur l'ensemble du trafic régional, voire national. L'offre TER possible sur cette section restera en-deçà de la demande actuelle, notamment entre Cannes et Antibes.

Seul un doublement de l'infrastructure, qui n'est guère envisageable sur place en raison de la densité urbaine, peut permettre d'atteindre la robustesse nécessaire du système.

3.12 GARE DE NICE

La gare de Nice Ville comprend actuellement 7 voies à quai.

La limitation des TER « origine – terminus » et leur diamétralisation, notamment sur l'axe côtier permet de réserver la voie A pour les TER Menton Cannes. Les TER de l'autre sens circulent sur la voie F. La voie G est, en principe, réservée aux TER de la ligne de Breil.

Les voies centrales sont réservées aux autres circulations, qu'elles soient origine ou terminus en provenance de l'Ouest (Marseille) ou de l'Est (Monaco Italie).

Toutefois, ces nombreuses circulations « origine – terminus » imposent des mouvements de manœuvre (également appelés mouvements techniques) vers les sites de remisage (chantier nord ou St Roch).

Les nombreux mouvements vers cette dernière zone (manœuvres ou trains commerciaux de et vers Drap Cantaron) occupent l'infrastructure. Les conditions d'exploitation de la zone demandent donc une vigilance pour limiter notamment les effets de retard en arrivée ou pour les mises à quai au départ.

3.13 NICE – VINTIMILLE

Cette section à deux voies ne présente pas actuellement de contraintes fortes de capacité sur les TER, en raison de l'absence de circulations rapides systématiques. Les conditions de circulation dans la zone, notamment entre Nice et Menton, avec un système d'espacement des trains peu performant, imposent de domestiquer les trains rapides afin de les insérer entre deux trains lents.

Des dépassements (ou des origine-terminus) sont possibles à Monaco et à Menton qui possèdent 3 voies à quai.

Le renforcement de la desserte de la zone, entre Nice et Monaco notamment, suppose d'améliorer le débit par redécoupage du block et par relèvement de vitesse là où cela apparaît techniquement possible.

**LES CAUSES DE LA SATURATION
FERROVIAIRE EN RÉGION**
PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

3.5 ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES ET EXPERTISES D'EXPLOITATION ET DE CAPACITÉ

1 INTRODUCTION

1.1 OBJET

Nous cherchons ici à :

- identifier les points durs de l'exploitation actuelle du périmètre étudié (aussi bien dans les nœuds qu'en ligne) ;
- réaliser une analyse critique des Etudes Complémentaires au débat public, et tout particulièrement sur les scénarios « Métropoles du Sud ».

Nous avons procédé en 3 temps :

- Dire d'expert sur l'identification des points durs de l'exploitation actuelle ;
- Examen des documents produits par les Etudes Complémentaires essentiellement Analyse fonctionnelle – Capacité et Evaluation des temps de parcours ; pour leurs composantes Métropoles du Sud ;
- Identification des évolutions depuis les Etudes Complémentaires et analyse des conclusions

1.2 DÉFINITIONS

Les définitions ci-après sont données pour la bonne compréhension du document et de la maîtrise de la documentation en général.

- **LGV Méditerranée** : LGV entre le Sud de Lyon et l'entrée nord de Marseille.
- **Axe PLM** : Axe Paris – Lyon – Marseille historique (i.e. pré LGV Méditerranée).
- **Portique** : Entrée de la gare de Marseille St-Charles.
- **Exploitation en tubes / tubes de voies** : flux séparés sur des voies parallèles dans une zone complexe.

1.3 DOCUMENTS DE REFERENCE

L'analyse objet de cette note a été menée sur les documents produits par les Etudes Complémentaires pour leurs composantes Métropoles du Sud :

- Analyse fonctionnelle – Capacité ;
- Evaluation des temps de parcours.

Les illustrations sont extraites des renseignements techniques des lignes et de la carte RFF « Le réseau ferré en France ».

2 POINTS DURS DE L'EXPLOITATION ACTUELLE

Nous examinerons le périmètre en le parcourant sensiblement d'Ouest en Est

2.1 L'ENTRÉE OUEST DE MARSEILLE

2.1.1 TRONC COMMUN TGV / TER

La LGV Méditerranée rejoint l'axe Paris - Lyon - Marseille (PLM) par un saut de mouton peu avant la halte de St Louis les Ayygalades

Sur la section de 7 km entre la jonction LGV Méditerranée / PLM et l'extrémité des quais de la gare St-Charles, les trains des deux axes circulent conjointement sur une section à 2 voies dont la charge est très importante au point que les rares trains TER de desserte des haltes de la section sont strictement contingentés à des heures de moindre trafic et ne peuvent connaître aucun développement (Le Canet et St-Barthélémy ne peuvent même plus être desservis dans le montage cadencé retenu).

Peu après St-Barthélémy l'axe PLM fait plateforme conjointe avec l'axe venant d'Aix mis à 2 voies en 2008 entre Marseille et le viaduc St Antoine. Depuis cette date, les 4 voies contigües ainsi formées sont exploitées en tubes de 2 voies (1 par axe) quasi-indépendants pour les trains allant jusqu'au fond de gare de Marseille pour limiter autant que faire se peut les cisaillements entre eux.

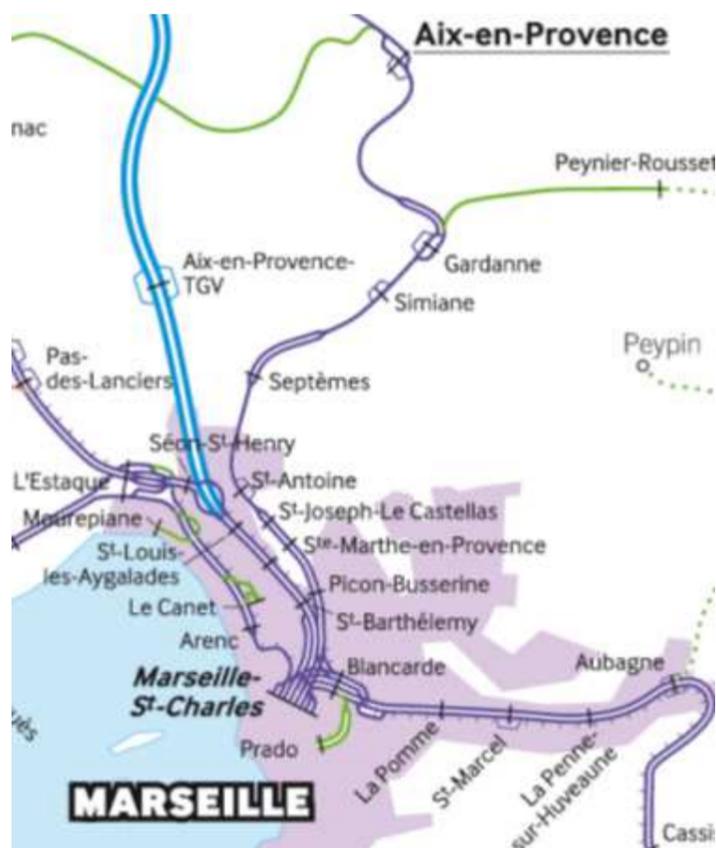


Figure 2.1 – Réseau actuel aux alentours de Marseille

2.1.2 CISAILLEMENT DE LA LIGNE D'AIX

Cependant certains trains de l'axe PLM sont obligés de cisailer l'axe d'Aix pour accéder au raccordement des Chartreux qui permet d'éviter le rebroussement à St-Charles : c'est le cas des TGV du courant Paris-Nice, mais aussi de la totalité des trains de fret du transit de Miramas vers Cannes et Vintimille ainsi que des trains de desserte entre Miramas et la vallée de l'Huveaune, zone industrielle à l'est de Marseille

Ce point de cisaillement constitue à l'évidence un point de difficulté de montage des horaires manifeste et de fragilité de l'exploitation opérationnelle : par exemple un TGV venant de Nice doit cisailer à niveau les 2 voies de l'axe d'Aix, et la voie Nord sud de l'axe PLM avant de s'insérer lui-même sur la voie Sud Nord de l'axe PLM ; lorsqu'un train de fret emprunte le même itinéraire il se trouve le plus souvent arrêté à la sortie du raccordement des Chartreux au moindre retard même infime d'un train cisailleur. Son redémarrage et la lenteur qui en découle provoque un effet de cascade sur les trains suivants dont l'itinéraire est cisailé mettant en jeu la régularité des lignes PLM, LGV Méditerranée et d'Aix.

Dans un tel contexte, tout développement des TER de l'axe d'Aix, dont la mise à double voie récente sur quelques km n'est qu'une étape avant doublement probable de la quasi-totalité de l'axe, se heurtera à une contrainte forte.

2.1.3 UTILISATION DES VOIES DU PORT

Sur l'axe PLM lui-même, la limite de capacité est pratiquement atteinte à certaines heures sur le tronc commun rejoignant la LGV Méditerranée. Cependant, un développement des TER a été récemment réussi grâce à l'utilisation de l'axe alternatif des voies dites « du Port de Marseille » rejoignant l'Estaque à St-Charles via Arenc, itinéraire rendu possible par la construction du tunnel de Lajout joignant directement Arenc à St-Charles en évitant le rebroussement à la Joliette. Cet itinéraire est encore à voie unique entre Arenc et St-Charles ce qui limite malheureusement son débit mais le tunnel a été construit à double voie et un doublement de l'ensemble de l'axe est envisageable.

Bien que plus lent que l'itinéraire via St-Louis-les-Ayygalades, cet itinéraire a le mérite de desservir Arenc et son pôle en développement. Il permet à l'Estaque de rejoindre aussi bien l'axe PLM que la ligne de la Cote Bleue vers Martigues.

Sa limite actuelle est constituée par le parcours à voie unique Arenc - St-Charles. Plus tard il restera contraint par le trafic fret de la desserte du port de Marseille qui doit être ménagé.

2.2 LA GARE DE MARSEILLE ST-CHARLES

2.2.1 ATTRIBUTION THEORIQUE DES VOIES A QUAI

Marseille St-Charles est une gare en cul de sac comportant 16 voies à quai. On trouve d'est en ouest les voies 5, 3, puis de A à N (cf. Figure 2.2 p.7).

Ses installations d'accès entre la gare et les diverses lignes ont été renforcées d'abord en 2001 par l'ajout d'une 5^{ème} voie au portique d'entrée de gare, puis d'une sixième en 2008 (lors du renforcement de la desserte d'Aix avec mise à double voie).

On trouve donc maintenant 6 voies de circulation vers les lignes au niveau du portique qui ont permis de privilégier l'exploitation en tubes par groupe de 2 voies en séparant autant que faire se peut les trafics de la ligne de Toulon à l'est (voie G et A circulation), d'Aix (voies B et C circulation) de la PLM (voies D et F circulation)

Un 4^{ème} tube a aussi été constitué par le débouché à voie unique de la voie des ports venant d'Arenc.

A cette rationalisation des tubes, correspond une affectation concomitante des voies en gare par logique géographique associée. Ainsi :

- le groupe Toulon est plutôt constitué des voies 5, 3, A, B ;
- le groupe Aix, plutôt des voies C, D, E ;
- le groupe PLM des voies F, G, H, I, J, K, L ;
- le groupe Port des voies M et N.

2.2.2 SPECIFICITES

Mais cette attribution ne peut être absolue. En effet, un certain nombre de trains rebroussement à Marseille St-Charles pour la desservir lors d'un transit joignant la LGV Méditerranée ou la PLM à la ligne de Toulon – Nice ou vice versa. Il s'agit d'un certain nombre de TGV Intersecteurs de provenances diverses, de certains TGV radiaux du courant Paris – Toulon – Hyères et de trains TEOZ du courant Bordeaux – Nice.

Ces trains viennent compliquer l'exploitation nominale de la gare puisqu'ils passent d'un groupe à l'autre lors de leur rebroussement, le rebroussement sud-nord étant celui qui implique le cisaillement du plus grand nombre de voies.

Dès lors les trains de la ligne d'Aix par exemple dont on a déjà vu plus haut que leurs horaires étaient influencés par ceux des TGV du courant Paris – Nice au cisaillement des Chartreux, sont aussi dépendants des horaires des TGV et des TEOZ rebroussant à Marseille. Cette dépendance dans les montages horaires a aussi des incidences en cas de retard sur la régularité réciproque des axes, même si par l'augmentation de certaines simultanités entre voies de gares à St-Charles on a pu tenter de minimiser les effets. Mais cela implique une forte réactivité des équipes de gestion de la circulation de la gare et des décalages incessants de voies, car quoi de commun entre un TEOZ, un train de la

ligne d'Aix et un train de la LGV Méditerranée qui viennent d'horizons différents et font subir à la gare de St-Charles l'influence des retards qu'ils importent de toute la France !

D'autres phénomènes ajoutent à la difficulté d'exploitation de la gare : le groupe PLM s'appuie sur un nombre de voies difficiles à gérer en cisaillements à niveau, vu leur nombre. Un renforcement du groupe « port » serait le bienvenu, qui répartirait mieux l'adéquation voies à quai / voies en ligne.

Le groupe PLM subit aussi les effets des garages-dégarages des rames sur le faisceau de remisage.

D'autre part les accès de et vers le dépôt de Blancarde peuvent contrarier les tracés des trains d'Aix : or beaucoup de matériels sont entretenus à Blancarde.

2.2.3 TROISIEME VOIE BLANCARDE – AUBAGNE

Enfin, parmi les coups partis on citera la mise à 3 voies de la ligne de Toulon entre Blancarde et Aubagne (voir 2.3). Les trains circulant sur cette 3^{ème} voie (les omnibus Marseille Aubagne des 2 sens exploités en voie unique, avec notamment croisement aux heures de pointe à Blancarde) ne bénéficieront pas d'une 7^{ème} voie au portique qui les aurait rendus indépendants jusque dans les voies de St-Charles, et leurs horaires devront être compatibles avec une exploitation à 6 voies à ce niveau, donc avec beaucoup d'autres trains. Les choix de montage apparaissent très serrés. Des séquences variées avec reports de voies seront montées, avec leur lot de fragilité en cas de retard.

2.2.4 RESUME

En résumé l'exploitation de St-Charles est et restera complexe et difficile à simplifier. Le nombre de voies n'est pas vraiment en cause, même si, dans les marges encore possible d'un petit développement, une à deux voies supplémentaires pourraient se révéler utiles à moyen terme, pour le développement de la ligne d'Aix par exemple.

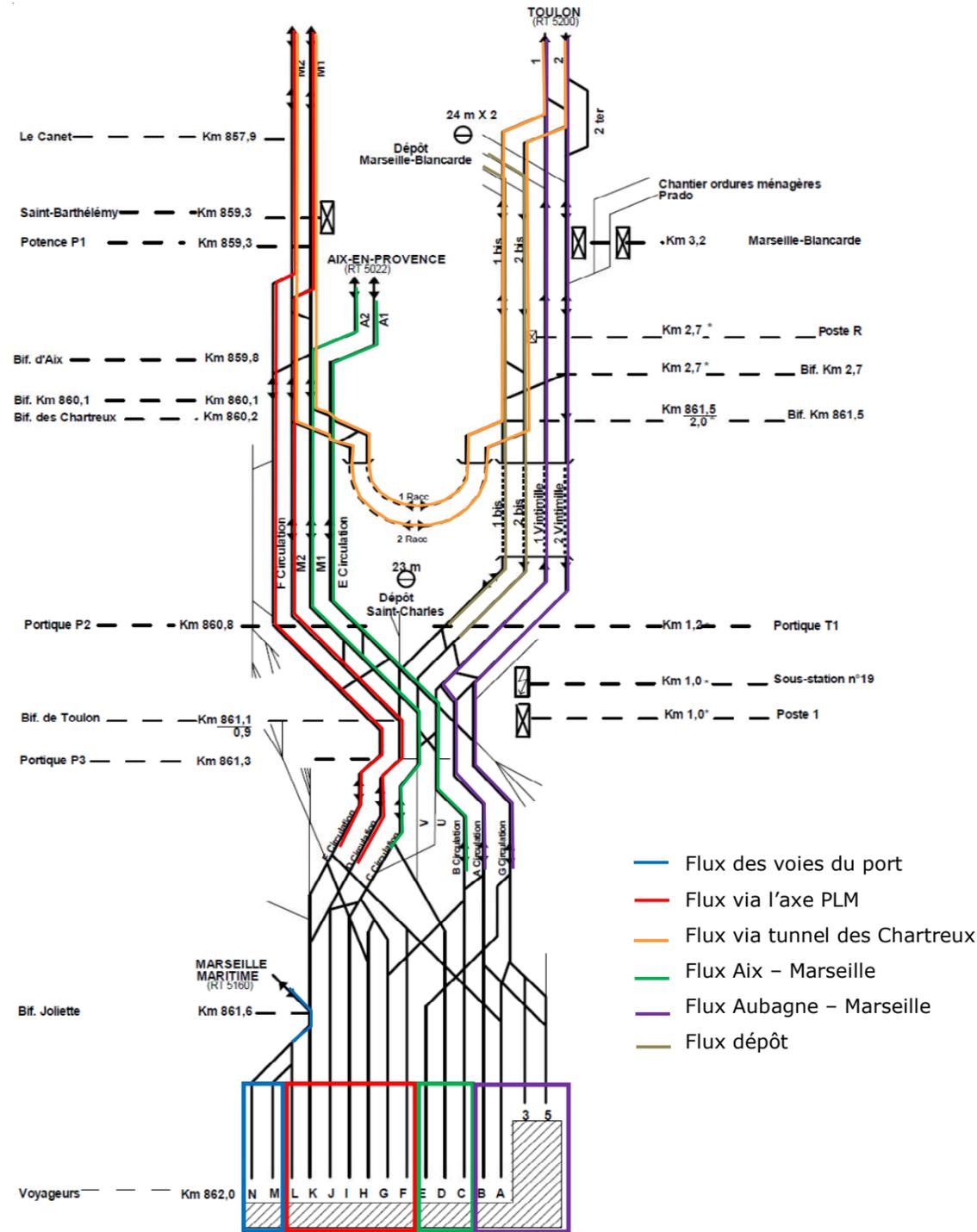


Figure 2.2 – Flux actuels en gare de Marseille

2.3 MARSEILLE – AUBAGNE – TOULON

Cette section est aujourd'hui très contrainte à certaines heures et pour chaque sens car à deux voies entre Blancarde et Toulon. Il faut faire cohabiter des TGV, et des TER avec de nombreux arrêts, sans possibilité de dépassement, même opérationnel (les évitements de St Cyr bien qu'utilisés parfois sont en principe dédiés au fret et il est difficile de faire admettre à des voyageurs migrants d'être retenus plusieurs minutes pour dépassement par un TGV en retard par exemple).



Figure 2.3 – Réseau actuel entre Marseille et Toulon

Dans la pratique le développement des TER entre Aubagne et Toulon sera prévu en 2012 jusqu'aux limites par exploitation en demi zones, car un omnibus intégral induit trop de conséquences sur le temps de parcours des trains directs (GV, TEOZ et autres TER IC PACA).

La mise à 3 voies de la section Blancarde – Aubagne va permettre à court terme de séparer sur ce parcours les dessertes omnibus de tous les trains sans arrêt entre ces deux gares, à commencer par les autres TER Marseille – Toulon.

Cette indépendance supposera une exploitation stricte des omnibus sur leur voie unique, qui se croisent à La Barasse et Blancarde. Il faudra les privilégier à l'entrée-sortie de St-Charles pour éviter l'effet en cascade induit par un retard qu'ils prendraient sinon par réinjection de la voie unique.

On aura donc bien séparé directs et omnibus entre Blancarde et Aubagne, ce qui est une bonne chose pour la régularité, mais il faudra jouer fin à St-Charles puisqu'il n'y aura toujours que 6 voies au portique.

2.4 MARSEILLE – AIX

La mise à double voie partielle assortie d'une commande centralisée qui permet des reports plus faciles de croisement a permis le renforcement de la desserte de cet axe, avec une bonne réactivité en cas de retard.

Pour autant cette ligne reste forcément un facteur de fragilité tant qu'elle reste à voie unique et que son exploitation joue au cœur du plateau St-Charles. Son développement dépend d'une mise à double voie plus importante, mais à condition aussi que certains des conflits de cisaillement déjà décrits pour St-Charles et ses abords soient résolus concomitamment.

2.5 TOULON – LES ARCS

La gare de Toulon est à la charnière des sections Marseille – Toulon et Toulon – Les Arcs : dans l'exploitation actuelle certains trains de/vers Marseille, des TER mais aussi certains TGV sont terminus à Toulon.

La gare de Toulon ne comporte que 5 voies à quai, et une sixième sans quai, et comme elle assure à la fois une fonction terminus avec séjour à quai des TER entre deux réutilisations (les TGV sont en principe évacués dans un faisceau en bout de gare coté Nice) et une fonction passage avec arrêt, mais aussi sans arrêt, et souvent avec dépassement, parfois pour les deux sens, à certaines heures ses installations se trouvent exploitées aux limites.

La section Toulon – Les Arcs, moins circulée que la section précédente, puisque certains trains sont terminus à Toulon, présente cependant deux particularités qui font qu'aux heures de pointe TER, les montages horaires sont contraints et donc la régularité fragile :

- à la gare de La Pauline bifurque l'antenne d'Hyères, qui concerne plus de la moitié des TER qui continuent depuis Marseille au-delà de Toulon (ou vice versa), mais aussi certains TGV. La bifurcation de La Pauline est à niveau, et la ligne d'Hyères à voie unique n'accepte qu'un seul train sur le parcours La Pauline Hyères. La fenêtre graphique de cisaillement entre les trains venant de Nice et ceux allant à Hyères est particulièrement large (donc contraignante) du fait de la signalisation et de la vitesse possible des trains rapides à cet endroit.
- la section Toulon – Les Arcs subit un différentiel de vitesse moyenne assez fort entre les trains rapides qui peuvent rouler à 140 km/h sur cette section, et les trains omnibus qui desservent 10 gares intermédiaires. Le temps de parcours peut varier de 35 à 60 minutes selon les cas, mais certains trains rapides doivent voir leur marche détendue de 5 minutes sur le parcours pour insertion, ou bien certains TER doivent sauter quelques gares pour le même motif. Il y a des difficultés pour le montage d'une grille bien cadencée. Sur cette section, on rappelle que la desserte TER n'est pas très étoffée, et qu'il est difficile de faire mieux. Cependant les besoins en desserte restent limités sur cette zone.

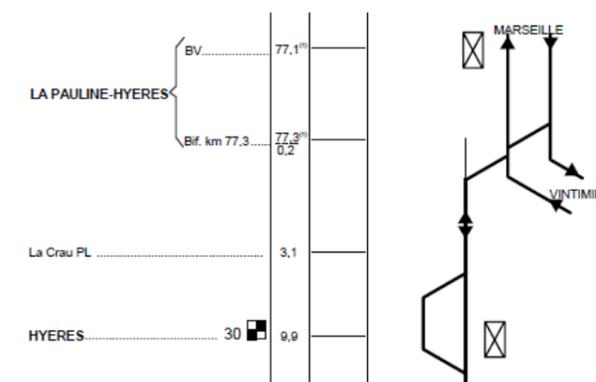


Figure 2.4 – Antenne d'Hyères

En gare des Arcs, les TER omnibus sont reçus sur voie centrale (la gare comporte 3 voies principales actives), mais partagent cette voie terminus avec les trains TER omnibus venant de Nice. A certains moments, il y a des arrivées ou des départs très proches des deux côtés, dans un contexte de passage de TGV ou de TER IC sur les autres voies avec ou sans arrêt. C'est donc une gare qui induit parfois quelques conflits d'exploitation en cas de retard d'une mission ou de l'autre, avec conséquence sur la régularité.

2.6 LES ARCS – ST-RAPHAËL – CANNES

A partir des Arcs, l'exploitation des TER locaux est tournée vers Nice. Aujourd'hui, hormis les TER IC qui circulent en continuité sur l'axe Marseille Nice, les autres TER sont exploités de manière étanche (en termes de missions) de part et d'autre des Arcs les uns tournés vers Marseille, les autres vers Nice. D'où la description au point précédent de la fonction de terminus des deux sens dévolu à la gare des Arcs laquelle n'a pas été vraiment conçue pour cela. Notons que si les missions TER sont étanches, les parcs des deux côtés s'échangent à la gare des Arcs, sur les faisceaux de garage par exemple (qui sont d'ailleurs conséquents), certains types d'engins étant entretenus à Marseille et d'autres à Nice, mais étant exploités en mélange de part et d'autre des Arcs.

Entre Les Arcs et Fréjus, il n'y a plus de service ferroviaire omnibus, les gares du Muy et de Puget-sur-Argens étant désaffectées. De ce fait les TER omnibus comme semi-directs roulent à une vitesse voisine des rapides sur ce parcours sans problème de capacité. De plus, environ un TER sur deux n'atteint pas les Arcs, mais est limité à St-Raphaël en venant de Nice ou au-delà, avec terminus sur la voie centrale de cette gare.



Figure 2.5 – Réseau actuel entre Les Arcs et Cannes

On ne retrouve donc des problèmes de rattrapage des trains lents par les rapides que sur la section de St-Raphaël à Cannes qui comporte 8 gares ou points d'arrêt. C'est en partie tempéré par la faible vitesse maximale de circulation des trains rapides, y compris TGV dans le secteur de l'Esterel (95 km/h). Il existe bien un évitement circulation central à Anthéor, mais il est en principe pour le fret, et situé hors quai de la station. De fait les trains rapides se retrouvent-ils souvent contraints par les TER en cas de retard sur la section. Aujourd'hui la desserte TER n'est pas franchement développée sur le parcours et la fréquence oscille entre 30 et 45 minutes à en pointe, et tous les TER ne desservent pas tous les arrêts de manière assez

erratique pour éviter de trop détendre les trains rapides. Là encore une desserte bien structurée et fréquente paraît difficile à monter dans le contexte du passage des trains de grand parcours qui sont presque aussi nombreux que près de Marseille. La contrainte n'est évidemment pas la même le matin ou en fin d'après-midi, le nombre de trains de nuit, qui se mélangeaient aux TER du matin, ayant fortement diminué ces dernières années.

2.7 GRASSE – CANNES

Cette section à voie unique remise en service voici quelques années dans son intégralité, électrifiée et télécommandée depuis Cannes bifurque à proximité du point d'arrêt de Cannes La Bocca (situé sur l'artère littorale) mais ne le dessert pas. Cette bifurcation est à niveau, coupant la voie du sens Marseille-Nice (mais on peut partir en banalisation sur cette voie depuis Cannes).

Aujourd'hui la fréquence en pointe sur la ligne est de l'ordre de l'heure pour chaque sens avec des trains assurant en général des missions omnibus entre Grasse et Vintimille. Mais du fait du succès elle va être portée à la demi-heure pendant une bonne partie de la journée. Dans la situation actuelle en cas de retard venant de la voie unique, c'est la voie centrale de Cannes qui sert de point de rétention du train montant sur Grasse, avec des conséquences car cette voie est nécessaire pour effectuer de nombreux alternats de trains rapides d'un sens ou de l'autre selon les heures. Un retard sur la voie unique est donc susceptible d'impacter le trafic des deux sens de la voie littorale au niveau de Cannes, mais avec la fréquence actuelle d'une heure, cette situation reste acceptable. Avec la fréquence de la demi-heure cela aurait été plus gênant et pour accepter cette fréquence un nouvel évitement est actuellement en construction au tout début de la ligne de Grasse, au niveau du point d'arrêt du Bosquet, qui pourra jouer un rôle de sas de rétention dans les deux sens sur la voie unique : attente d'un train venant de Grasse pour insertion sur la voie littorale sans obérer la gare de Cannes. D'autre part le cisaillement à niveau pour monter à Grasse reste acceptable à la fréquence de la demi-heure et reste maîtrisé par la gare de Cannes qui, rappelons-le, commande l'intégralité de la ligne de Cannes à Grasse, avec possibilités de banalisation si-besoin.

Rappelons enfin que la gare de Cannes La Bocca reste un point de terminus pour des trains TER du courant Cannes – Nice et au-delà, lesdits trains effectuant leur retournement dans les installations de Cannes marchandises sur un tiroir approprié, mais néanmoins latéral ce qui n'est pas idéal et induit des cisaillements qui sont cependant limitée à des mouvements à vide. Mais le nombre de trains terminus Cannes La Bocca a déjà diminué depuis l'ouverture de la ligne de Grasse et devrait diminuer encore par envoi vers la ligne de Grasse renforcée.

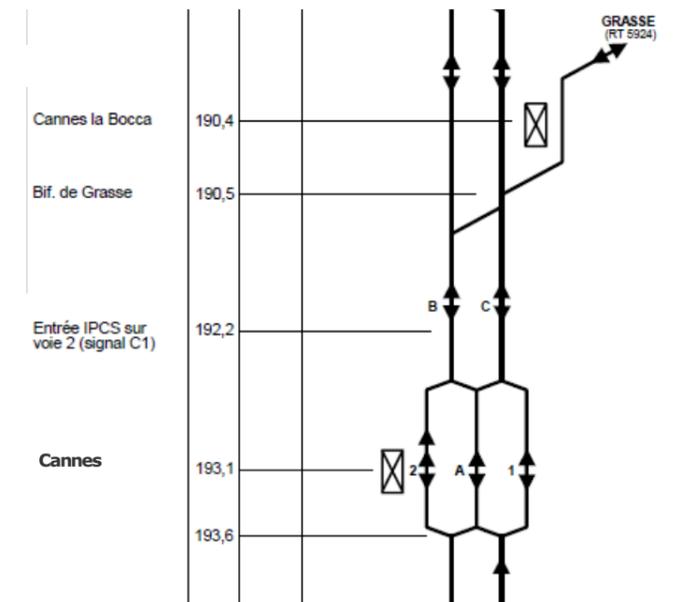


Figure 2.6 – Bifurcation de la ligne Cannes – Grasse

2.8 CANNES – NICE

2.8.1 SECTION ACTUELLE CANNES – NICE



Figure 2.7 – Réseau actuel entre Cannes et Vintimille

On entre ici dans le cœur de l'exploitation de la Côte d'Azur. Entre Cannes et Antibes, la section est à deux voies avec deux arrêts TER contraignants qui domestiquent les trains rapides. Mais à côté de cela, on a des gares d'arrêt pour les trains rapides, notamment TGV, avec des arrêts longs à Cannes et à Antibes pour des services voyageurs conséquents, ceci compensant presque cela.

A Cannes comme à Antibes, les 3 voies à quai sont utilisées pour assurer des alternats dans le sens le plus utile du moment aussi bien pour les TER que pour les trains rapides.

Entre Antibes et Nice, la section est à 2 voies, sauf en gare de Cagnes sur Mer où une voie centrale sert maintenant de terminus pour des TER renforçant le service entre Cagnes et Monaco. Entre Antibes et Nice, 6 arrêts TER sont possibles, mais il existe des missions directes, semi-directes ou omnibus adaptées aux circonstances. Dans ce contexte, les vitesses des trains rapides sont assez faibles sans dépasser 130 km/h et les montages horaires sont très contraints, provoquant souvent de l'irrégularité en cascade dès qu'il y a un retard.

2.8.2 TROISIEME VOIE ANTIBES – NICE

Un fort développement TER est aussi demandé autour de Nice, c'est pourquoi la section Antibes - Nice St-Augustin va être passée à 3 voies en deux étapes de part et d'autres de Cagnes-sur-Mer. D'ores et déjà les projections de grilles retenues pour la mise en service de cette 3^{ème} voie prévoient de n'utiliser la voie médiane que dans un sens : cette section sera quasi saturée dès la mise en service de la 3^{ème} voie. Ceci reste vrai y compris avec une utilisation théorique différente de la voie centrale : circulation des TER sur les voies extérieures, et des rapides sur l'unique voie centrale dans les deux sens avec échappement médian pour partager la voie entre les deux sens. Cet autre montage serait complexe et fragile. Il se traduirait, pour traiter les cas de retard, par le fait d'intercaler les trains rapides TER ou TGV du sens qu'on voudrait sacrifier entre les TER lents pour privilégier l'autre sens. On n'est en effet pas ici dans une problématique de trafic exagérément déséquilibré entre pointe et contre pointe, comme on peut en trouver parfois sur certains axes aux abords de Paris, mais plutôt sur un RER côtier équilibré des deux sens, qui s'accommoderait mieux de 4 voies, une partie des trains directs étant aussi des TER.

2.9 NICE – VINTIMILLE

Cette section à deux voies est aujourd'hui décrite comme plus importante encore pour le service TER que le côté ouest de Nice, du moins jusqu'à Monaco point d'orgue du trafic sur la section, y compris en venant d'Italie

En revanche la quasi-totalité des TER IC et autres TGV et TEOZ ne dépassent pas Nice en venant de Marseille, même s'il existe aussi quelques mouvements IC entre Nice et l'Italie, lesquels (comme les TGV de la section) desservent Monaco et Menton.

Dans ces conditions, les circulations autre que TER sont entièrement domestiquées par les TER qui eux-mêmes sont exploités en TER semi-directs et directs mais assez domestiqués entre eux aussi. Les 5 arrêts entre Nice et Monaco ne sont alors pas tous desservis, ni les 2 entre Monaco et Menton

Compte tenu du relief, aucune amélioration directe de l'infrastructure existante n'est programmée, et donc aucune amélioration des temps de parcours n'est attendue. La régularité de la section reste assez bonne car il y a moins de mélange de trains qu'ailleurs, même si les circulations TER n'ont pas toutes la même mission.

A Monaco, dont la traversée a été en deux étapes mise entièrement en tunnel, la gare comporte 3 voies à quai et constitue le terminus (position centrale) de certains TER.

A Menton, il y a aussi trois voies à quai (terminus latéral) et un petit faisceau de garage des TER.

Au-delà de Menton les trains atteignent l'Italie et la gare de Vintimille (pour plus de la moitié des TER circulant sur la section) sans problème majeur à signaler.

2.10LA GARE DE NICE

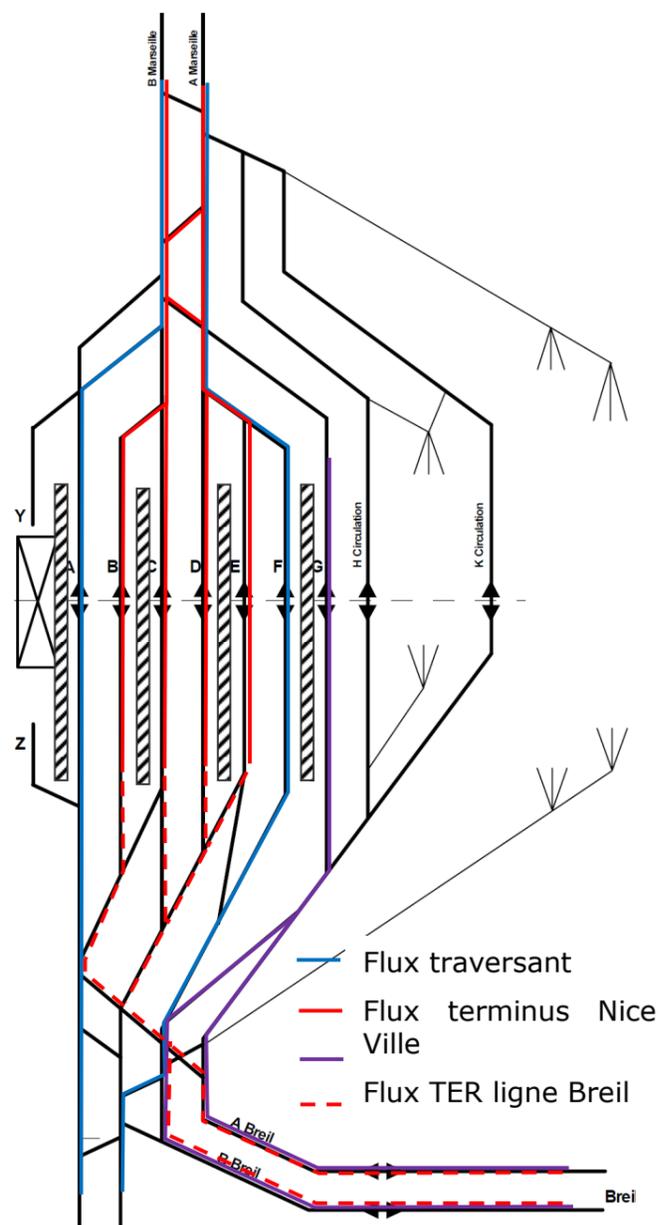


Figure 2.8 – Flux actuels en gare de Nice Ville

Hormis à certaines heures de flanc de pointe, les TER de la ligne côtière sont maintenant diamétralisés le plus possible de part et d'autre de Nice ce qui contribue à la simplification de l'exploitation de la gare avec passage de part et d'autre des voies centrales.

La gare de Nice Ville (ou Nice Thiers) comporte en effet 7 voies et les TER côtiers passent le plus souvent sur les voies A (le long du BV) et F. La voie G est plutôt dévolue aux TER de la ligne de Breil, et les voies centrales B à E, aux origines et terminus des trains rapides touchant Nice, venant de Marseille ou au-delà comme les TER IC, les TGV ou les TEOZ, et trains de nuit ou d'Italie pour certains IC

Les trains origine / terminus Nice sont évacués pour la plupart d'entre eux, notamment les TGV vers le site de remisage de Nice St-Roch, ou manœuvrés vers la gérance voitures jouxtant la gare. Ces mouvements sont réalisés avec tiroir ou évolution coté St-Roch, et la double voie existant entre les deux gares se trouve finalement très utilisée partagée entre les TER de la ligne de Breil en augmentation récente du moins jusqu'à Drap Cantaron (et plus bientôt), et les évolutions techniques des deux sens pour garage/ dégarage.

La question d'une huitième voie à quai se pose dans le cadre du développement de TER, par exemple en mettant à quai la voie H circulation.