



# Capacité de la ligne ferroviaire Bayonne - Hendaye

Septembre 2009



**INGENIEURS CONSEILS**  
Aménagements Régulation du trafic  
Modélisation Transports urbains  
Planification Etude d'impacts



**Citec Ingénieurs Conseils**  
70314  
47, route des Acacias  
Case postale 1711  
1211 Genève 26  
Tél + 41 22 / 809 60 00  
Fax +41 22 / 809 60 01  
E-Mail citec@citec.ch



## Sommaire

---

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introduction</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1. Contexte  | 3         |
| 1.2. Champs d'étude géographique et temporel                   | 3         |
| 1.3. Objectifs de l'étude et méthodologie                      | 5         |
| 1.4. Limites de l'étude  | 5         |
| <b>2. Données de base et hypothèses</b>                        | <b>7</b>  |
| 2.1. Infrastructures   | 7         |
| 2.2. Marches types   | 8         |
| 2.3. Scénarii d'offre voyageurs                                | 8         |
| 2.4. Calcul de la capacité journalière                         | 10        |
| 2.5. Besoin en sillons fret à moyen et long terme              | 12        |
| <b>3. Diagnostic</b>   | <b>15</b> |
| 3.1. Trafic actuel (voyageurs et marchandises)                 | 15        |
| 3.2. Capacité en sillons fret des 3 scénarii d'offre voyageurs | 15        |
| 3.3. Eléments limitant la capacité                             | 17        |
| <b>4. Capacité en termes de sillons fret</b>                   | <b>19</b> |
| 4.1. Scénario voyageur de référence                            | 19        |
| 4.2. Aménagements envisageables et gain en capacité            | 19        |
| 4.3. Mesures combinées, capacité à long terme                  | 22        |
| 4.4. Autres éléments à prendre en compte                       | 22        |
| 4.5. Capacité de la ligne à long terme                         | 23        |
| 4.6. Satisfaction de la demande et autres conclusions          | 24        |
| <b>5. Capacité en tonnes</b>                                   | <b>25</b> |
| <b>6. Conclusions</b>  | <b>27</b> |
| <b>7. Annexes</b>  | <b>29</b> |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>Auteurs:</b><br>Fabrice Piat<br>Jean-Daniel Buri | <b>Vérificateurs:</b><br>Philippe Gasser | <b>Date validation:</b><br>4 septembre 2009 |
|---|--|---|



# 1. Introduction

## 1.1. Contexte

Le couloir côtier compris entre Bayonne et la frontière espagnole voit déjà passer de nombreuses infrastructures de transports telles que voie de chemin de fer, autoroute, gazoduc, ligne électrique à haute tension.

Malgré cela, une nouvelle coupure du territoire se prépare, sous la forme d'une nouvelle ligne ferroviaire. Cette dernière reliera entre eux les réseaux ferrés à grande vitesse français et espagnol projetés ou en construction (LGV Sud Europe Atlantique et Y Basque). Cette nouvelle ligne ne sera pas à proprement parlé une ligne à grande vitesse car la vitesse de projet prévue n'est que de 220 km/h pour les trains voyageurs.

Au vu du nombre de trains circulant actuellement sur la ligne existante et du nombre de trains de voyageurs internationaux prévus sur la nouvelle ligne, il semblerait que la ligne actuelle, moyennant adaptation et modernisation, permette d'écouler durant de nombreuses années le trafic ferroviaire international prévu.

Afin de confirmer cette hypothèse, il est nécessaire de déterminer précisément la capacité des infrastructures actuelles. Cette analyse doit également permettre de montrer quelles sont les pistes d'optimisations envisageables afin de permettre l'augmentation du nombre de trains pouvant être écoulés via la ligne existante. Cette optimisation doit prendre en compte toutes les composantes du système ferroviaires, soit l'infrastructure, l'exploitation (règles et structure horaire) ainsi que le matériel roulant.

## 1.2. Champs d'étude géographique et temporel

Le champ d'étude principal concerne la ligne ferroviaire existante entre Bayonne et Hendaye (frontière espagnole). Afin de prendre en compte les contraintes induites par la bifurcation de Mousserolles (sise à 2 km de la gare de Bayonne), les deux lignes à simple voie de Puyoô et de St.-Jean Pied-de-Port qui s'y connectent font partie du champ d'étude.

Le reste du réseau ferré existant ou à construire (LN Dax – Bayonne, Y-Basque), n'est pas pris en compte. Par contre, certaines contraintes induites sont prises en compte grâce à l'horaire des trains grande ligne circulant via Bordeaux.

Deux horizons de planification sont pris en compte pour l'analyse de la capacité de la ligne :

- Moyen terme : ~ 2015      mise en service du Y-Basque, y compris le réaménagement du complexe Hendaye-Irun
- Long terme : 2030 et +      mise en service de la ligne grande vitesse Bordeaux – Dax – Bayonne (raccordement au niveau de la gare de Labenne).

Figure 1 : Champ de l'étude



### 1.3. Objectifs de l'étude et méthodologie

L'objectif de la présente étude est de déterminer, pour la ligne ferroviaire Bayonne – Hendaye, la capacité en termes de nombre de sillons<sup>1</sup> journaliers pour les trains de Fret. D'autre part, l'étude doit permettre de montrer si des aménagements sont susceptibles d'apporter un gain de capacité sans pour autant construire de nouvelles voies.

Finalement, la comparaison de la capacité avec les prévisions de la demande doit permettre de montrer à quel horizon la ligne actuelle sera saturée et par conséquent à quel horizon de nouvelles mesures devront être envisagées (nouvelle ligne par exemple).

La capacité d'un réseau ferré peut être définie comme étant *le nombre maximal de train susceptibles de circuler dans des conditions données d'exploitation et de qualité de service*.

En partant de la définition ci-dessus, la capacité ne peut pas être définie comme une valeur analytique. La seule manière objective de définir la capacité consiste à construire un horaire tenant compte de toutes les contraintes d'exploitation. La capacité résiduelle peut alors être déterminée par saturation, c'est-à-dire par recherche de tous les sillons, d'un certain type, pouvant être tracés dans la grille horaire.

La méthodologie consiste donc à construire, à partir d'hypothèses fournies par la région Aquitaine et RFF, des scénarii d'offre voyageurs pour les deux horizons de planification. Ces horaires sont ensuite saturés afin d'une part de déterminer la capacité en sillons de fret, et d'autre part de mettre en évidence les points critiques (diagnostic).

L'analyse des goulets d'étranglement permet ensuite de proposer des mesures d'infrastructures et/ou d'exploitation qui seront testées individuellement. Les plus pertinentes sont alors retenues. Une nouvelle saturation permet finalement de déterminer la capacité ultime en termes de sillons de fret par heures types puis, pour toute la journée.

### 1.4. Limites de l'étude

L'étude ne prend en considération que les circulations entre Bayonne et Hendaye. Sur le reste de leur parcours, c'est-à-dire au-delà d'Hendaye vers l'Espagne ainsi qu'au nord de la gare de Bayonne, en direction Dax et au-delà, l'insertion des sillons trains de fret dans la trame des trains voyageurs n'a pas été étudiée. La capacité globale du réseau peut donc être plus faible que celle calculée. Dans ce cas, le goulet d'étranglement se situe ailleurs sur le réseau et si les conditions aux frontières sont respectées, tous les sillons arrivant à Bayonne ou à Hendaye pourront transiter par la ligne.

La capacité calculée ne tient pas compte de certains facteurs externes susceptibles de modifier l'un ou l'autre des paramètres de l'exploitation. Ainsi, la suffisance de l'alimentation électrique pour permettre le passage de l'ensemble des sillons n'a pas

---

<sup>1</sup> droit de passage sur une section (de voies ferrées) donnée pendant une période de temps donnée ; dans un horaire graphique (diagramme espace-temps), chaque sillon est représenté par un trait.

été vérifiée. Des aménagements électriques pourraient être nécessaires pour atteindre la capacité maximale calculée dans le cadre de cette étude.

D'autre part, étant donné les horizons de planification, les contraintes liées à la rotation du matériel roulant et du personnel n'est que partiellement pris en compte.



## 2. Données de base et hypothèses

### 2.1. Infrastructures

#### Ligne actuelle

Toutes les données relatives aux infrastructures ont été fournies par RFF. La description des lignes et leurs principales caractéristiques sont issues des renseignements techniques des différentes lignes comprises dans le champ d'étude. Les performances des installations de sécurités sont définies dans les normes de tracé sur lignes nationales et régionales. Ces documents définissent les temps de successions et les contraintes entre sillons incompatibles devant être pris en compte lors de l'élaboration d'un horaire.

Mis à part le renouvellement de la voie, différentes opérations d'aménagements sont planifiées d'ici 2013 sur les lignes considérées, soit :

- création de passages souterrains,
- remplacement du pont sur l'Adour (Bayonne) permettant un relèvement de la vitesse des trains (70 km/h),
- renforcement du talus d'Urrugne permettant de lever le ralentissement actuel,
- aménagements des installations d'Hendaye en vue de supprimer le statut de gare d'arrêt général,
- renforcement des installations fixes de traction électriques.

Deux de ces opérations auront un impact positif sur le temps de parcours des trains. Par contre, les gains de temps moyens étant du même ordre de grandeur pour les trains voyageurs et les trains de fret, ils n'ont pas d'impact significatif sur la capacité de la ligne.

#### Nouvelles lignes

Le premier horizon d'étude est lié à l'ouverture de la nouvelle ligne expansion à voie normale dite du Y-Basque. Cette ligne devra se raccorder au complexe ferroviaire Irun-Hendaye pour permettre le transit des trains, tant fret que voyageurs. Un réaménagement de ces gares étant nécessaire il sera possible de supprimer tous les conflits entre les trains de fret et les trains voyageurs ayant leur terminus à Hendaye (-Irun). Ce réaménagement du nœud transfrontalier est une hypothèse importante de cette étude.

Dans le deuxième horizon de planification, le projet de nouvelle ligne à grande vitesse au sud de Bordeaux n'est que partiellement considéré. En effet, conformément aux objectifs de cette étude, le tronçon entre Bayonne et la frontière espagnole n'est pas pris en compte. Dans cette hypothèse, la nouvelle ligne se raccorde à la ligne Dax – Bayonne aux environs de Labenne.

## 2.2. Marches types

Les temps de parcours utilisés pour cette étude de capacité ont été fournis par RFF. Ils sont issus de calcul de marche THOR et tiennent compte de la détente usuelle de 4,5 min aux 100 km.

Les marches ont été calculées pour le matériel roulant moderne couramment utilisé dans la région. Tout ou partie de ceux-ci seront retirés du service avant la fin de la période couverte par cette étude. A défaut de pouvoir connaître les futurs véhicules il est raisonnable de faire l'hypothèse qu'ils seront au moins aussi performants que le matériel roulant actuel.

Le matériel roulant suivant a servi de base aux calculs :

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| - TGV                                | TGV Atlantique en US ou UM <sup>2</sup>                |
| - TER Dax – Hendaye                  | AGC B81500 (bimode, 3 caisses)                         |
| - TER Bayonne – Puyôo                | AGC B81500 (bimode, 3 caisses)                         |
| - TER Bayonne – St-Jean-Pied-de-Port | X73500 (monocaisse)                                    |
| - Fret ME 120 <sup>3</sup>           | locomotive BB 7200<br>locomotive BB 27000 US           |
| - Fret MA 100                        | locomotive BB 7200 couple PV<br>locomotive BB 27000 US |

Les temps de parcours des TGV varient de quelques minutes suivant la composition du train. Etant donné le peu de différence et afin de ne pas restreindre l'exploitation, les sillons sont tracés pour les rames circulant en unité multiple.

L'analyse des différentes marches calculées pour les trains de fret montre également que les temps de parcours entre Bayonne et Hendaye ne varient que d'une à deux minutes. Cette différence n'étant pas significative, les sillons ont tous été tracés pour les trains les plus lents, soit les MA 100. Ce choix évite de devoir affecter les sillons par type de trains et permet une plus grande souplesse d'exploitation.

## 2.3. Scénarii d'offre voyageurs

La structuration du réseau ferré national doit conduire à la mise en service, dès décembre 2011, d'un horaire cadencé sur l'ensemble des régions françaises. Mis en œuvre par RFF, ce projet est en cours d'élaboration. Aucun horaire ou structure d'horaire n'étant encore disponible, le futur horaire cadencé aquitain n'a pas pu servir de base à cette étude.

Les scénarii d'offre voyageurs et leurs horaires associés, ont été construits à partir des indications fournies par RFF et la Région Aquitaine, à savoir :

- dès la mise en service le l'horaire cadencé, Bordeaux sera un nœud de correspondance 00/30, c'est-à-dire que les trains et notamment les TGV en

---

<sup>2</sup> US : unité simple, soit une seule rame  
UM : unité multiple soit deux rames accouplées

<sup>3</sup> ME 120 : train de messagerie pouvant circuler à 120 km/h,  
MA 100 : train marchandise pouvant circuler à 100 km/h,  
pour chaque catégorie, les deux locomotives permettent les mêmes temps de parcours

direction de Bayonne arrivent à Bordeaux quelques minutes avant et repartent quelques minutes après l'heure pleine ou la demi,

- à plus long terme, la mise en service de la nouvelle ligne à grande vitesse au sud de Bordeaux permettra de ramener le temps de Bordeaux – Bayonne aux alentours de l'heure, par conséquent Bayonne deviendra un nœud 00/30,
- la Région a défini des objectifs de desserte pour 2010 et des fréquences cibles pour 2020 qui n'ont pas été actualisées,
- la trame TGV doit être complétée par des trains intercity afin d'offrir une cadence horaire en heure de pointe et aux deux heures en heures creuses, entre Bayonne et Hendaye la politique d'arrêt actuelle est reconduite,
- entre Bayonne et Hendaye, la desserte TER est considérée comme une desserte périurbaine avec un souhait de 2 trains par heure et par sens aux heures de pointe et une cadence horaire le reste de la journée,
- sur les autres lignes l'offre comprend deux fois moins de trains (cadence horaire en HP et aux deux heures en HC) et se réduit à un train toutes les deux heures sur la ligne de St-Jean-Pied-de-Port,
- en gare de Bayonne, des correspondances doivent être assurées idéalement entre tous les trains, les trains structurants sont les TGV.

Sur la base de ces indications, 3 scénarii d'offre voyageurs ont été construits :

- 2015 : scénario à court terme tenant compte du cadencement national,
- 20xx : scénario à long terme après la mise en service de la ligne à grande vitesse au Sud de Bordeaux, mais tenant compte d'un niveau de service équivalant au scénario 2015,
- 20xy : scénario à long terme avec renforcement de la desserte.

### Schémas de desserte et horaires des scénarii 2015 et 20xx

Ces schémas de desserte (heure de pointe, HP et heure creuse, HC) sont conformes aux indications fournies par la Région Aquitaine. Ils sont en outre semblables à ceux pris en compte dans la précédente étude de capacité réalisée dans le cadre du débat public sur la LGV Bordeaux – frontière espagnole. Le schéma ci-dessous présente les différentes missions et leur fréquence.

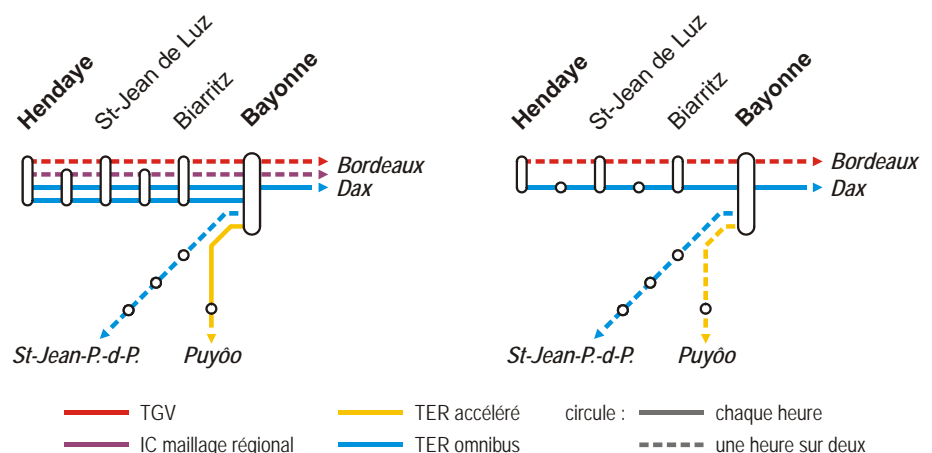


Figure 2 : Schémas de desserte des scénarii 2015 et 20xx (HP à gauche, HC à droite)

Aux heures de pointe, seul l'un des deux TER Hendaye – Bayonne est prolongé jusqu'à Dax voire au-delà. C'est ce sillon qui est conservé durant les heures de pointe.

Les grilles horaires construites à partir de ces schémas de desserte sont présentés dans l'annexe 1. Sur la ligne principale, le positionnement horaire des sillons TGV structure le graphique. Sur les deux lignes à simple voie de Puyôo et de St-Jean-Pied-de-Port les horaires sont déterminés par l'emplacement des stations de croisement. Lorsque deux solutions sont envisageables, celle permettant les meilleures correspondances en gare de Bayonne est privilégiée. Toutefois, les contraintes sont telles que les correspondances ne sont de loin pas idéales.

### Schémas de desserte et horaires du scénario 20xy

Avec seulement 1.5 trains par heure et par sens entre Bayonne et Hendaye, la desserte en heure creuse des scénarii précédents n'est pas très attractive. A long terme, il semble nécessaire de prévoir un renforcement de cette offre. Le maintien aux heures creuses du sillon IC (maillage régional) permet de combler les trous entre les trains TGV. Aux heures de pointe, le prolongement des deux sillons TER Hendaye – Bayonne jusqu'à Dax ou au-delà complète l'amélioration de la desserte voyageurs.

La figure ci-dessous présente les schémas de desserte de ce nouveau scénario. Les horaires sont construits de la même manière que précédemment. Ils sont présentés dans l'annexe 1.

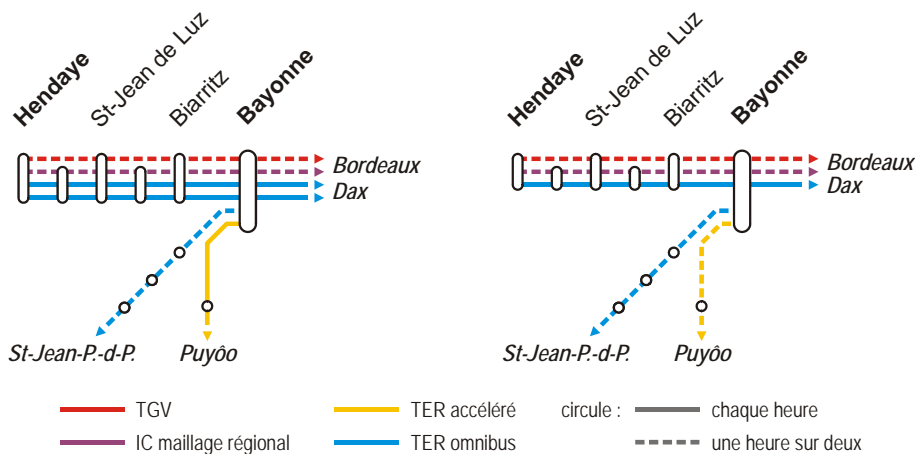


Figure 3 : Schémas de desserte du scénario 20xy (HP à gauche, HC à droite)

## 2.4. Calcul de la capacité journalière

### Découpages de la journée en périodes horaires

L'horaire complet sur 24 heures n'a pas été construit. Seuls des tranches de deux heures types ont été réalisées pour chacune des deux périodes horaires définies ci-dessus (HP et HC). Le calcul de la capacité journalière nécessite donc de connaître les durées de ces deux périodes horaires auxquels s'ajoute les heures de nuit et les blancs travaux (période d'entretien des infrastructures sans circulation).

Tous les calculs présentés dans cette étude tiennent compte de la répartition suivante :

- Heures de pointe 7 y compris la période de mi-journée
- Heures creuses 10
- Heures de nuit 3
- Blancs travaux 4

Ces hypothèses peuvent être qualifiées de conservatrices car elles intègrent de grandes périodes contraignantes pour la capacité. Ainsi, alors que l'offre de mi-journée n'est que rarement aussi fournie que celles des heures de pointe du matin et du soir, elle est quand même considérée comme une heure de pointe. D'autre part, sachant que l'interruption de la voie pour cause d'entretien n'a pas lieu tous les jours, la période des blancs travaux est généreusement dimensionnée.

### Capacité durant les heures de nuit

Alors que la capacité en sillon fret des heures creuses et heures de pointe est déterminé par saturation de l'horaire voyageurs, la capacité des heures de nuit peut se calculer analytiquement. En effet, en l'absence de trains voyageurs et étant donné que seul un type de train marchandises est pris en compte, tous les sillons sont parallèles (Fig. 4). Dans ces conditions, la capacité de la ligne se calcule comme étant le rapport entre la période de temps (T) et le temps de succession minimal entre trains (d).

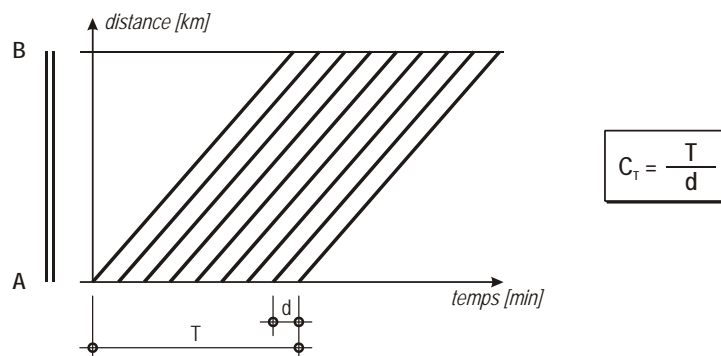


Figure 4 : Capacité d'une ligne à trafic homogène (heures de nuit avec trafic fret)

Afin de ne pas surestimer la capacité journalière et de laisser des périodes de "respiration" dans l'horaire, seule le 70 % de la capacité théorique est prise en compte. Cette hypothèse permet également de ne pas concentrer le trafic durant les heures de nuit.

### Capacité journalière

Bien que l'horaire voyageurs soit symétrique, certaines contraintes ne le sont pas. La capacité disponible n'est alors pas identique pour les deux sens de circulation. Or, de manière générale, les flux doivent être plus ou moins symétriques, tout au moins en ce qui concerne le nombre de wagons devant transiter par la frontière franco-espagnole. Cela est d'autant plus vrai pour le trafic combiné (containeurs, caisses mobiles et autoroute roulante) ou les trains circulent sous forme de navettes. A défaut de charge à transporter, les wagons doivent revenir à vide pour une nouvelle rotation.

Afin de garder cet équilibre la capacité prise en compte dans chaque période est symétrisée. Le sens le moins capacitaire détermine alors la capacité.

Finalement, la capacité journalière se calcule comme suit :

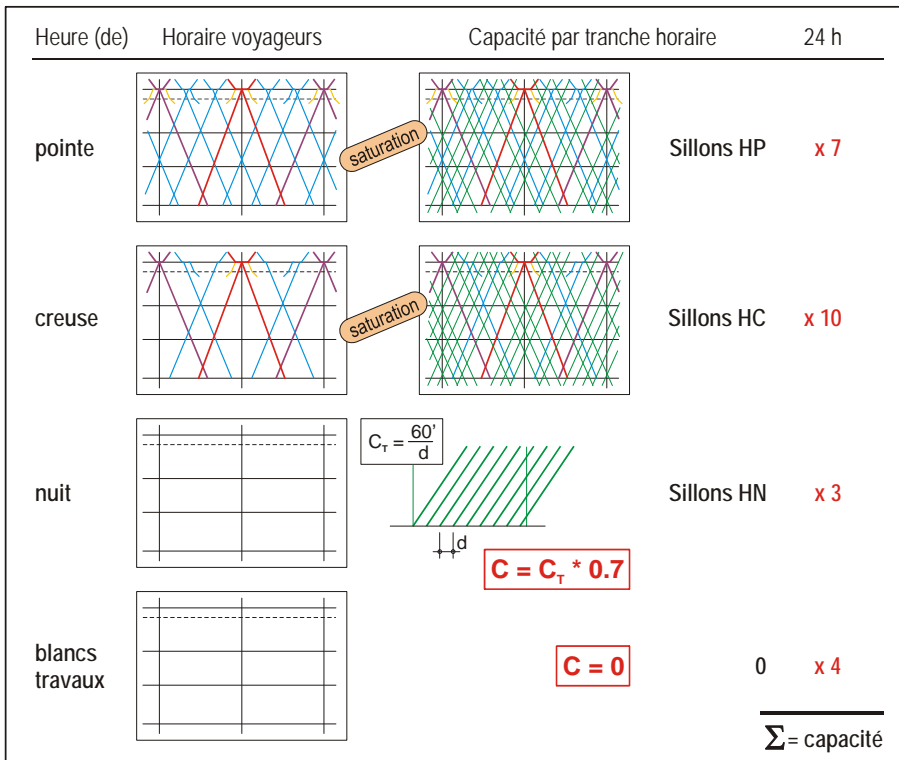


Figure 5 : Calcul de la capacité journalière

## 2.5. Besoin en sillons fret à moyen et long terme

De nombreuses analyses de la demande existent pour la traversée des Pyrénées. Les besoins en sillons fret internationaux via le Pays Basque ont été définis lors des études du Débat Public consacré au projet ferroviaire Bordeaux – Espagne<sup>4</sup> (2006) et plus récemment dans le cadre des études dites GPSO, des Grands Projets du Sud Ouest<sup>5</sup> (2009).

Les deux graphiques clés de ces études sont repris ci-dessous.

Le document le plus récent définit le besoin en sillons fret entre Bordeaux et Dax. La majorité de ces sillons étant destiné au trafic international, ces valeurs peuvent être considérées comme une limite supérieure de la demande sur la ligne Bayonne – Hendaye. Ces prévisions tablent donc sur un trafic fret de

- 60 allers-retours soit 120 sillons par jour en 2020,
- 90 allers-retours, soit 180 sillons, par jour en 2050.

<sup>4</sup> Scénario de mise à 4 voies de la ligne existante, Document n° 3, Août 2006, Egis Rail

<sup>5</sup> Etude de la pertinence et de la faisabilité de la mixité voyageurs/fret de la ligne nouvelle Bordeaux-Dax, Synthèses et conclusions, Juin 2009, RFF







## 3. Diagnostic

### 3.1. Trafic actuel (voyageurs et marchandises)

Si le nombre de trains voyageurs peut être estimé à partir des fiches horaires publiées pour les voyageurs, il n'en va pas de même pour le trafic fret. Les valeurs données ci-dessous ont été transmises par RFF sur la base des enregistrements HOUAT (horaire pré opérationnel) de quatre jours types, un mardi et un vendredi de janvier ainsi qu'un mardi et un vendredi de juin/juillet 2009 (Tab. 1).

Tableau 1 : trafic actuel à Biarritz (2 sens confondus)

|                              | janvier 2009 |           | juin/juillet 2009 |           |
|------------------------------|--------------|-----------|-------------------|-----------|
|                              | mardi        | vendredi  | mardi             | vendredi  |
| TGV et trains grandes lignes | 16           | 22        | 23                | 26        |
| TER                          | 19           | 20        | 24                | 24        |
| Fret régulier                | 27           | 30        | 25                | 26        |
| Fret facultatif              | 59           | 46        | 59                | 46        |
| Autres trains                | 4            | 9         | 6                 | 11        |
| <b>Sillons réguliers</b>     | <b>66</b>    | <b>81</b> | <b>78</b>         | <b>87</b> |

Les données HOUAT ne permettant pas de savoir si les sillons facultatifs ont été utilisés, mais dans la grande majorité des cas il ne le sont pas. En admettant que ces sillons n'ont pas été activés, le trafic actuel se situe donc entre 60 et 90 sillons par jour, deux sens confondus. Le trafic fret représente un peu moins de la moitié du trafic total de la ligne.

### 3.2. Capacité en sillons fret des 3 scénarii d'offre voyageurs

Pour chaque scénario, les horaires saturés de la ligne Bayonne – Hendaye sont présentés dans l'annexe 2.

Entre Bayonne et Hendaye, les trains de fret ne sont pas autorisés à circuler à plus de 80 km/h. Pour cette vitesse, le temps de successions minimaux définis dans les normes de tracé est de 5 minutes. Ce paramètre influence directement les résultats de la saturation qui sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Capacité journalière en sillon fret sans aménagements

|                                   |                   | 2015       | 20xx       | 20xy       |
|-----------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| HC                                | Hendaye – Bayonne | 6          | 7.5        | 6.5        |
|                                   | Bayonne – Hendaye | 5          | 6.5        | 6          |
| HP                                | Hendaye – Bayonne | 4          | 4.5        | 4.5        |
|                                   | Bayonne – Hendaye | 2.5        | 3.5        | 3.5        |
| HN                                | Par sens          | 8          | 8          | 8          |
| <b>Total fret / jour (2 sens)</b> |                   | <b>182</b> | <b>226</b> | <b>216</b> |

Bien que comportant le même nombre de trains voyageurs, le scénario 2015 est moins capacitaire que le scénario 20xx. Cela s'explique par le positionnement des

sillons qui sont plus contraignants pour capacité, notamment les trains TER ayant leur terminus en gare de Bayonne. Le scénario 20xy est moins capacitaire que le scénario 20xx en raison de l'augmentation du nombre de trains voyageurs en heure creuse.

Globalement la capacité de la ligne Bayonne – Hendaye est déjà très bonne avec plus de 180 sillons de fret disponible par jour, soit en moyenne 4.5 sillons par heure (sur les 20 heures d'exploitation) et par sens.

Une telle capacité est obtenue grâce à l'homogénéité des vitesses commerciales des différents trains. En effet, avec des vitesses maximales de 100 et 80 km/h pour les trains voyageurs, respectivement marchandises, les temps de parcours Bayonne - Hendaye varient de 33 à 35 minutes (y compris les TGV avec 2 arrêts intermédiaires). Ainsi, les sillons étant presque parallèles, la capacité se rapproche de la capacité théorique définie ci-dessus pour les heures de nuit.

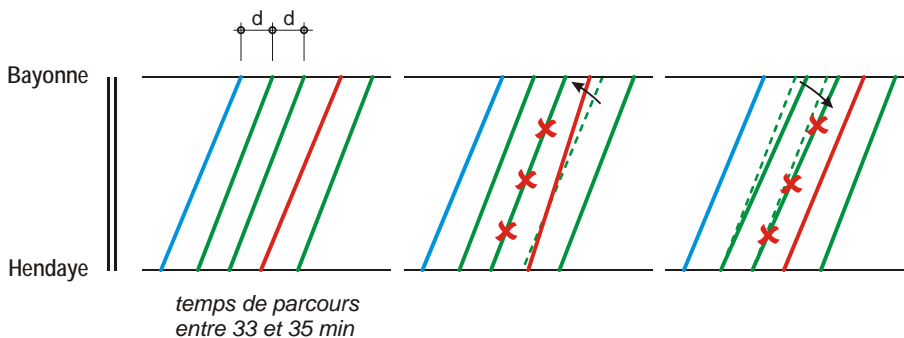


Figure 8 : Influence de la vitesse relative des trains sur la capacité

Si les vitesses actuelles offrent une bonne capacité à cette ligne, toute modification des temps de parcours a une influence négative sur la capacité :

- l'accélération des trains voyageurs conduit à un rattrapage de sillon fret précédent qui ne peut de ce fait plus être utilisé,
- le ralentissement des trains marchandises conduit également à un rattrapage par le train suivant.

Actuellement, le tonnage autorisé pour chaque locomotive est relativement faible par rapport à d'autres lignes au profil comparable (1'220 t au lieu des 1'800 t en rampe de 10 ‰). Le renforcement de l'alimentation électrique de la ligne permettra sans doute un relèvement des tonnages autorisés. Si une telle mesure est bénéfique pour le tonnage transporté, il n'en est pas de même pour la vitesse des trains. En effet, à pleine charge, la puissance des locomotives ne leur permet pas de maintenir une vitesse supérieure à 60 km/h ce qui leur fera perdre de précieuses minutes.

Pour maintenir durablement ces performances de l'infrastructure, il est donc nécessaire de conserver durablement le faible écart de vitesse entre les trains voyageurs et marchandises. Au besoin, un renforcement des moyens de traction (locomotives plus puissantes ou circulant en unités multiples) doit permettre aux trains marchandises de garantir les temps de parcours actuel, même en cas d'augmentation du tonnage autorisé.

### 3.3. Eléments limitant la capacité

L'analyse des horaires saturés permet de mettre en évidence les différents éléments limitant la capacité, soit :

- la bifurcation du Mousserolles,
- la configuration des voies de la gare de Bayonne avec un grand nombre de sillons ayant leur terminus dans cette gare,
- les temps de succession entre trains,
- la structure de l'horaire sur les lignes à simple voie.

#### Bifurcation de Mousserolles

Le principal goulet d'étranglement de la capacité entre Bayonne et Hendaye est constitué par la bifurcation de Mousserolles permettant l'accès aux deux lignes à simple voie de Puyôo et St-Jean-Pied-de-Port.

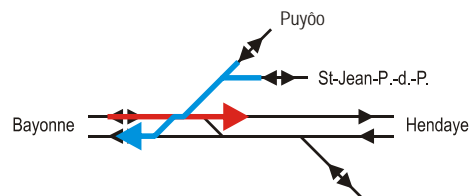


Figure 9 : Itinéraires incompatibles dans la bifurcation de Mousserolles

Tous les trains arrivant des deux lignes à simple voie cisailent l'itinéraire des trains circulant en direction d'Hendaye. Ce point de conflit a un impact significatif sur la capacité dans le sens Bayonne – Hendaye (Tab. 2)

#### Trains terminus en gare de Bayonne

Lorsque des trains ont leur terminus dans une gare de passage, ils doivent se garer sur les voies latérales pour libérer les voies principales. Quel que soit la position des voies de garage, le train cisaille obligatoirement les voies principales, soit lors de son entrée en gare, soit lors de sa sortie. (Fig. 10).

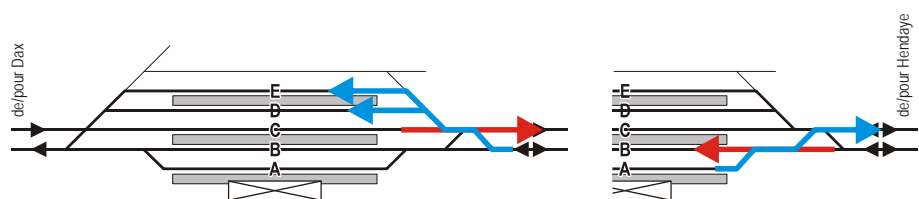


Figure 10 : Cisaillement d'itinéraires en entrée ou sortie de gare

Les trains ayant leur terminus sont les TER des deux lignes à simple voie et certains trains Hendaye – Bayonne. Ils arrivent donc tous du même côté de la gare. Les voies principales de passage en gare de Bayonne sont les voies B et C, il existe des voies de garage de part et d'autre des voies de circulations. Les cisaillements peuvent donc avoir lieu soit à l'arrivée soit au départ et impacte donc les deux sens de circulation.

#### Proximité des deux points de conflits précédents

La bifurcation de Mousserolles est située à seulement 2 kilomètres de la gare de Bayonne. Du fait de la proximité des deux points de conflits, les trains arrivant à

Bayonne depuis les deux lignes à simple voie pénalisent fortement la capacité en direction d'Hendaye (Fig. 11).

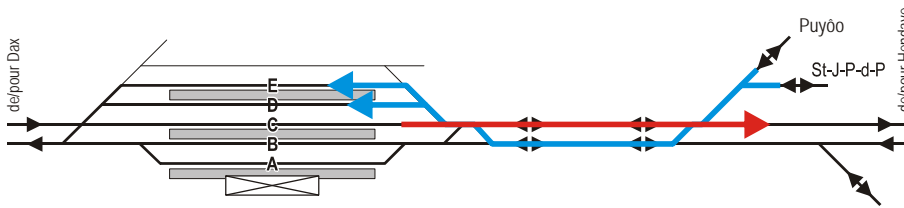


Figure 11 : Double cisaillement des trains arrivant de Puyôo ou St-Jean-Pied-de-Port

En effet, les temps de séparation (temps devant s'écouler entre le passage de trains ayant des itinéraires incompatibles) sont trop importants par rapport au temps de parcours pour permettre à deux trains de se croiser entre la gare et la bifurcation (Fig. 12). Ainsi, tout train voyageur arrivant d'une des deux lignes à simple voie de Puyôo ou de St-Jean-Pied-de-Port et devant se garer à Bayonne sur les voies D et E bloque durant près de 12 minutes le trafic en direction d'Hendaye.

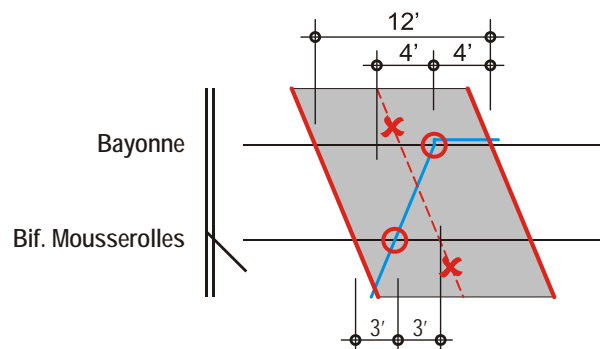


Figure 12 : Horaire schématique et fenêtre durant laquelle aucun train ne peut circuler

### Des temps de succession entre les trains importants

Le temps de succession entre deux sillons de même sens est de 5 minutes sur la ligne Bayonne - Hendaye. Ce temps est relativement élevé pour une ligne internationale devant écouler un fort trafic fret. Cette valeur dépend des installations de sécurité et en particulier du découpage de la ligne en tronçons de blocks.

Etant donné qu'il existe en France des lignes permettant un temps de succession plus faible, des aménagements sont possibles pour permettre d'améliorer le débit de la ligne.

### Structure de l'horaire sur les lignes à simple voie

La position des points de croisement sur les horaires sur les lignes à simple voie impose de fait les minutes de circulation des trains. Etant donné les contraintes évoquées ci-dessus dans la bifurcation de Mousserolles et en gare de Bayonne, la position de ces trains influence la capacité. Ainsi, les contraintes de ces lignes se reportent sur le trafic fret.

La recherche de solutions optimales du point de vue de la capacité conduit forcément à prévoir de nouveaux points de croisement sur l'une ou l'autre des lignes à voie unique. De tels investissements étant difficilement justifiables pour des résultats peu importants, cette piste d'amélioration ne sera pas poursuivie dans cette étude.

## 4. Capacité en termes de sillons fret

### 4.1. Scénario voyageur de référence

Afin de calculer les améliorations possibles et leurs impacts sur la capacité, il est nécessaire de partir du même horaire voyageur.

Etant donné le cadre de l'étude, il est nécessaire d'étudier la capacité à long terme, soit au même horizon que celui envisagé pour la construction de la nouvelle ligne entre Bayonne et la frontière espagnole. Parmi les deux horaires construits à cet horizon, celui du scénario 20xy a été privilégié car c'est celui qui comporte le plus de trains voyageurs et donc celui qui a priori a le moins capacitaire pour le trafic fret.

### 4.2. Aménagements envisageables et gain en capacité

L'analyse des éléments mis en évidence par le diagnostic permet de proposer des modifications des infrastructures susceptibles de permettre un gain en capacité. Quatre aménagements sont envisageables :

- saut de mouton à la bifurcation de Mousserolles,
- banalisation complète des voies entre Bayonne et la bifurcation de Mousserolles,
- création de voies terminus centrales en gare de Bayonne,
- diminution du temps de succession en ligne.

#### Saut de mouton de Mousserolles

La norme de tracé actuelle prévoit pour la bifurcation de Mousserolles, un temps de séparation de 3 minutes entre sillons incompatibles. Cette valeur peut être considérée comme étant un minimum pour les bifurcations à niveau. La modification des installations de sécurité ne permettent donc pas de réduire cette valeur.

Ainsi, seul un saut-de-mouton<sup>6</sup> (Fig. 13) permet d'apporter une amélioration. Il supprime tous les conflits de circulations dans la bifurcation qui ne constitue donc plus une contrainte pour la capacité. Par contre cette solution ne supprime pas les conflits en gare de Bayonne, mais permet de diminuer la plage durant laquelle aucun train ne peut circuler en direction d'Hendaye.

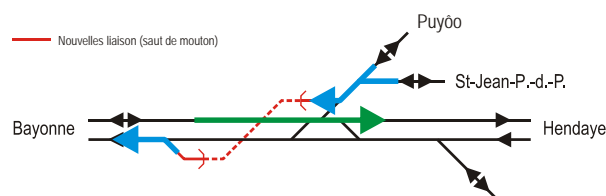


Figure 13 : Saut de mouton à Mousserolles, variante par-dessous (tunnel)

<sup>6</sup> Un saut de mouton est un ouvrage d'art permettant aux trains venant des lignes à simple voie de passer par-dessus ou dessous les voies de la ligne Bayonne – Hendaye

### Banalisation des voies entre la gare et la bifurcation

Les voies situées entre la gare de Bayonne et la bifurcation de Mousserolles sont déjà banalisées, c'est-à-dire que les trains peuvent circuler indifféremment sur la voie de droite ou la voie de gauche. Cet aménagement est principalement utilisé pour la desserte de l'embranchement de Marracq situé 600 m après la bifurcation.

Cette banalisation permet aux trains venant des lignes à voie uniques de Puyôo et de St-Jean-Pied-de-Port de rester sur la voie impaire (voie normalement utilisée dans le sens Bayonne – Hendaye). Par contre l'absence d'une diagonale d'échange implantée après la bifurcation empêche dans le même temps de faire circuler un train à destination d'Hendaye via la voie paire.

L'aménagement analysé consiste donc à poser cette diagonale (parcourable en déviation à vitesse de ligne) et ainsi à pouvoir faire circuler simultanément en banalisation deux trains de sens contraire (Fig. 14).

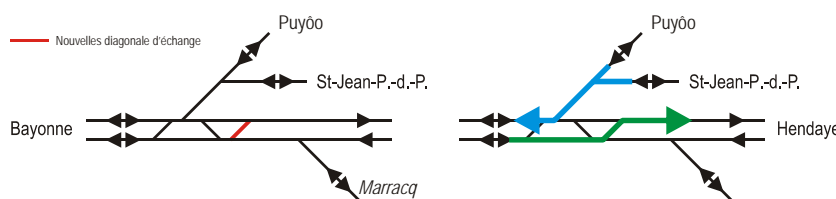


Figure 14 : Nouvelle diagonale permettant d'exploiter pleinement la banalisation

Cette solution permet non seulement de supprimer les conflits dans la bifurcation, mais également en gare de Bayonne pour les trains en terminus devant se garer sur les voies D et E. Par contre l'utilisation de voies banalisées en circulation alternées (trains circulant dans un sens puis dans l'autre) est un facteur limitant la capacité. En effet un temps tampon doit être respecté entre chaque changement de sens de circulation.

### Voies terminus en gare de Bayonne

Le nombre de voies à quai en gare de Bayonne est suffisant pour recevoir tous les trains voyageurs prévus à l'horizon d'étude. La modification de leur affectation permet de supprimer tous les cisaillements entre les trains terminus et les trains en transit. Pour cela, les voies extérieures (A et E) doivent devenir les voies principales de circulation, laissant ainsi les trois voies centrales pour recevoir et expédier les trains rebrousant dans cette gare.

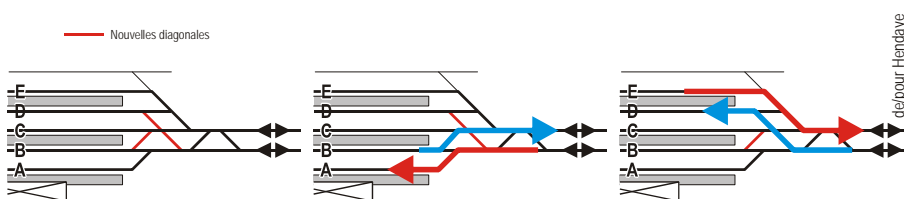


Figure 15 : Aménagement de voies terminus centrales en gare de Bayonne

Pour pouvoir exploiter pleinement cette nouvelle affectation, il est nécessaire de créer de nouvelles diagonales dans la tête sud (côté Hendaye) de la gare (Fig. 15). Seul cet aménagement permet des circulations en parallèle et supprime toutes les contraintes entre sillons.

### Temps de succession en ligne

Un nouveau découpage du block de ligne ou l'installation d'un système performant, tel que le nouveau système européen ETCS (niveau 1 ou 2) permet de diminuer le temps de succession entre trains et ainsi d'augmenter le débit de la ligne.

L'hypothèse tient compte des temps pratiqué sur d'autres lignes françaises fortement sollicités, soit :

- 3 minutes après un train voyageur
- 4 minutes après un train marchandises

La technique ferroviaire actuelle permet d'aller au-delà de ces valeurs. Une telle hypothèse ne sera cependant envisagée que si les valeurs ci-dessus ne sont pas suffisantes.

### Apport de chacun des aménagements

Pris séparément, chaque aménagement a été testé sur la base de l'horaire du scénario 20xy. Les résultats par période ainsi que pour la journée sont repris dans le tableau ci-dessous. Les horaires graphiques saturés correspondant sont présentés dans l'annexe 2.

Tableau 3 : Capacité journalière avec aménagements et scénario d'offre 20xy

|                              |                   | Saut de mouton | Banali-sation | Terminus central | Temps de succ. |
|------------------------------|-------------------|----------------|---------------|------------------|----------------|
| HC                           | Hendaye – Bayonne | 6.5            | 6.5           | 6.5              | 9              |
|                              | Bayonne – Hendaye | 7              | 6.5           | 6.5              | 8.5            |
| HP                           | Hendaye – Bayonne | 4.5            | 4.5           | 5.5              | 7.5            |
|                              | Bayonne – Hendaye | 5              | 4             | 4.5              | 6.5            |
| HN                           | Par sens          | 8              | 8             | 8                | 10             |
| <b>Total / jour (2 sens)</b> |                   | <b>240</b>     | <b>234</b>    | <b>240</b>       | <b>320</b>     |
| Δ 20xy                       | Sillons           | 24             | 18            | 24               | 104            |
|                              | %                 | + 11 %         | + 8 %         | + 11 %           | + 48 %         |

Les résultats montrent que les trois premières mesures offrent des gains du même ordre de grandeur. Cependant la banalisation est pénalisée par les temps nécessaire à l'inversion du sens de circulation des trains. Les deux autres mesures apportent le même gain en supprimant l'un ou l'autre des conflits (gare de Bayonne ou bifurcation de Mousserolles). Le coût, mais surtout la faisabilité technique d'un tel ouvrage sur le site de Mousserolles conduit à l'abandon de cette mesure au profit des voies terminus.

La modification du temps de succession entre trains permet un grand saut qualitatif puisqu'elle permet à elle seule d'augmenter de près de 50 % le nombre de sillon fret par jour. Les gains sont répartis sur toutes les périodes horaires évitant ainsi de déséquilibrer la répartition des sillons sur l'ensemble de la journée.

Ainsi, les deux derniers aménagements testés sont conservés pour la suite de l'étude. La réalisation des deux aménagements peut être envisagé pour voir si des effets combinés sont possibles.

### 4.3. Mesures combinées, capacité à long terme

La prise en compte simultanée des deux mesures les plus prometteuses permet de construire de nouveaux horaires saturés. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous conjointement à chacune des mesures prises séparément. Les horaires graphiques saturés sont présentés dans l'annexe 3.

Tableau 4 : Capacité journalière avec aménagements et scénario d'offre 20xy

|                              |                   | Terminus central | Temps de succ. | Terminus central + Temps de succession |
|------------------------------|-------------------|------------------|----------------|--|
| HC                           | Hendaye – Bayonne | 6.5              | 9              | 9                                      |
|                              | Bayonne – Hendaye | 6.5              | 8.5            | 9                                      |
| HP                           | Hendaye – Bayonne | 5.5              | 7.5            | 7.5                                    |
|                              | Bayonne – Hendaye | 4.5              | 6.5            | 7                                      |
| HN                           | Par sens          | 8                | 10             | 10                                     |
| <b>Total / jour (2 sens)</b> |                   | <b>240</b>       | <b>320</b>     | <b>338</b>                             |
| Δ 20xy                       | Sillons           | 24               | 104            | 122                                    |
|                              | %                 | + 11 %           | + 48 %         | <b>+ 56 %</b>                          |

Les résultats montrent que la prise en compte des deux mesures permet encore des gains de capacités. Par rapport au scénario de base, le gain total dépasse les 50 %. La capacité en sillons fret sur la ligne Bayonne – Hendaye est de 338 sillons de fret auxquels s'ajoutent 82 sillons voyageurs, soit un total de plus de 400 sillons.

### 4.4. Autres éléments à prendre en compte

Les analyses présentées ci-dessus ne tiennent pas compte de certains trains qui ne circulent que quelques fois par jour. En effet dans une étude de ce type, il est très difficile de prendre en compte les exceptions. Elles peuvent cependant être traitées à posteriori en définissant l'impact de leur circulation sur la capacité globale de la ligne. Les trains suivant doivent donc encore être pris en compte

- Trains fret origine ou terminus du terminal combiné de Mouguerre embranché sur la ligne à simple de voie de Puyôo,
- TGV internationaux qui en l'absence de nouvelle ligne à travers le Pays Basque doivent emprunter la ligne actuelle, mais cependant sans arrêt entre Bayonne et la frontière.

De même l'impact d'une modification de la longueur des trains peut également être pris en compte à ce stade de l'étude.

#### Trains de/pour le terminal combiné de Mouguerre

Une partie du trafic fret passant par la gare de Bayonne dessert le terminal combiné de Mouguerre. Pour y accéder, les trains doivent emprunter la bifurcation de Mousserolles.

Les trains marchandises à destination du terminal ne gênent pas la circulation en sens inverse. Par contre chaque sillon utilisé pour ces trains ne peut être affecté au trafic international. La capacité précédemment calculé est donc diminuée d'autant.

Par contre, en plus de l'utilisation d'un sillon précédemment tracé entre Hendaye et Bayonne, les trains de sens contraire (départ du terminal en direction de Dax),



cisailent le flux Bayonne – Hendaye au niveau de la bifurcation de Mousserolles. Une analyse des graphiques présentés dans les annexes montre que suivant l'heure de départ de Mouguerre, ces trains sont susceptibles de faire disparaître entre 0 et 2 sillons. En admettant une hypothèse moyenne chaque sillon tracé à partir du terminal diminue la capacité de 2 sillons, un dans chaque sens (le sillon utilisé et un sillon de sens contraire).

Selon les hypothèses de trafic pour 2020 (fig. 6), 16 sillons par jour, soit 8 sillons par sens sont nécessaire pour desservir le terminal. En tenant compte de l'hypothèse ci-dessus et en admettant que la perte de sillons soit identique pour chaque sens de circulation, il est nécessaire de retrancher 32 sillons du total présenté dans le tableau 3. La capacité journalière est donc ramenée à 306 sillons.

### TGV internationaux

Les TGV internationaux (4 à 6 par jour) sont déjà compris dans le nombre de sillons pris en compte pour construire l'horaire voyageurs. Par contre, la suppression des arrêts intermédiaires permet à ces trains de circuler plus rapidement. Comme le démontre la figure 8, l'accélération d'un sillon peut avoir un impact sur la capacité.

Normalement, ces TGV doivent circuler dans l'un des sillons prévus pour les autres circulations à grande vitesse desservant la gare de Bayonne, soit aux alentours de la minute 00. Ce positionnement permet sans problème d'accélérer ces sillons entre Bayonne et Hendaye. En effet, l'analyse des graphiques horaires montrent que les trains de Puyôo arrivent un peu avant et repartent un peu après le TGV le "protègent" ainsi des trains de fret. La fenêtre disponible dans le graphique est suffisamment grande pour éviter tout rattrapage avant la frontière.

Par conséquent, il est possible d'admettre que les TGV internationaux n'ont pas d'impact sur la capacité de la ligne.

### Trains de fret longs

De nombreux pays se posent la question d'augmenter la capacité de transport en allongeant les trains de fret de 700 à 1'500 m. En admettant que les trains longs n'ont pas de problèmes de traction (nombre et puissance des locomotives suffisant) ils peuvent circuler à la même vitesse que les trains actuels. Seules les phases d'accélération et de freinage sont plus lentes, mais les trains de fret circulant sans arrêt cela n'a pas de conséquence sur la capacité.

Par contre, l'allongement des trains a forcément un impact au niveau du temps de succession. Le dégagement moins rapide des tronçons de blocks allonge le temps nécessaire entre deux trains de ce type. Seule une étude technique détaillée permet de déterminer les nouveaux temps de succession. Il est toutefois possible d'affirmer qu'ils ne doubleront pas et par conséquent que la diminution de la capacité sera inférieure à 50 %.

Finalement, si le nombre de train diminue, la capacité de transport sera au moins équivalente à celle permise par les trains conventionnels. Cette hypothèse n'est donc pas retenue pour la suite de cette étude.

## 4.5. Capacité de la ligne à long terme

En arrondissant légèrement vers le bas la capacité calculé précédemment, l'étude montre que la ligne Bayonne – Hendaye peut écouler 300 trains de fret par jour (deux sens confondus). Avec un tel nombre de sillons, l'horaire ne comporte aucune

plage de respiration permettant de trouver des sillons de remplacement en cas de problèmes d'exploitation.

Pour garantir la stabilité de l'horaire, il est donc nécessaire de ne tenir compte d'une partie seulement de ces sillons. Ainsi en ne tenant compte que du 80 % des sillons tracés, la **capacité utile à long terme est de 240 sillons fret par jour** (2 sens confondus).

En tenant compte des trains voyageurs, la capacité totale de la ligne est de **322 trains par jours**, deux sens confondus, soit :

- 16 TGV
- 18 Intercité
- 48 TER omnibus
- 240 Fret

Ne sont pas compris dans ces chiffres les trains TER des lignes de Puyôo et St-Jean-Pied-de-Port ainsi que les trains de fret desservant le terminal combiné de Mouguerre.

#### 4.6. Satisfaction de la demande et autres conclusions

La prévision de la demande publiée récemment par RFF (§ 2.5) table sur un besoin de 180 sillons fret à l'horizon 2050. Avec une capacité de 240 sillons fret la ligne ferroviaire actuelle pourra, moyennant quelques aménagements, répondre à la demande. Une réserve de 60 sillons sera encore disponible ce qui correspond au quart de la capacité calculée.

Parmi les 240 sillons fret disponibles, seuls 48 sillons, soit le 20 % de la capacité, sont tracés durant les heures de nuit. Cette répartition favorable garanti la circulation des trains durant toute la journée

Finalement cette étude montre que la ligne Bayonne – Hendaye ne constitue pas le goulet d'étranglement du réseau transfrontalier franco-espagnol. Bien que l'étude ne couvre que la ligne et pas le réseau dans son ensemble, les résultats sont suffisamment clairs pour permettre d'affirmer que tous les trains se présentant aux portes de la ligne pourront y circuler.

#### Garanties à long terme

Pour rappel, les performances de cette ligne sont principalement dues à l'homogénéité des temps de parcours des différentes catégories de trains. La capacité définie ci-dessus ne pourra être garantie qu'en maintenant durablement le faible écart de vitesse existant entre les trains voyageurs et marchandises.

Au besoin, il sera nécessaire de prévoir le renforcement des moyens de traction (locomotives plus puissantes ou circulant en unités multiples) pour permettre aux trains de marchandises de garantir les temps de parcours actuels, voire au besoin d'accélérer les marches si une telle mesure est prise pour les trains voyageurs.

## 5. Capacité en tonnes

Au-delà du nombre de sillons, il est important de déterminer les prestations de transport, soit le tonnage annuel net, de la ligne. La transformation du nombre de sillon en tonnes n'est pas immédiate et repose sur un certain nombre d'hypothèses afin de tenir compte :

- du taux de remplissage moyen des trains (dépend du taux de remplissage des wagons, de la masse spécifique des matières transportées et du nombre de wagons vides),
- tare des wagons (dépend du nombre de wagons et de leur type).

A défaut de statistiques sur le taux de remplissage des trains, il est nécessaire de faire quelques hypothèses.

### Compositions types

Les trains complets (taux de remplissage de 100 %) ont souvent une masse de 1'800 t, correspondant à 20 wagons à 4 essieux circulant sur une ligne dont la charge admise est de 22.5 t par essieu. Ces wagons ayant une tare moyenne de 25 t, la tare du train (locomotive non comprise) est de 500 t. La charge transportée est donc de 1'300 t soit 72 % de la charge remorquée. Ce type de train est celui dont la charge nette est la plus élevée car il y a peu de wagons qui sont tous remplis à 100 %.

Les trains du transport combiné ont quand à eux une tare moyenne de 20t soit au maximum 400 t pour un train complet. Par contre, le taux de remplissage de ces trains est très variable puisqu'ils circulent en navette et qu'il arrive donc qu'une composition doive revenir quasiment à vide pour entamer une nouvelle rotation.

### Hypothèses

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- tare des wagons d'un train 500 t
- taux de remplissage des wagons 60 %
- nombre de jour de circulation par an 250

### Charges admissibles

Actuellement, la charge admissible entre Hendaye et Bayonne est de 1220 t pour les locomotives usuellement utilisées circulant en unité simple. En raison de la faiblesse de l'alimentation électrique, la charge remorquée est plus faible que sur les autres lignes pour des déclivités n'excédant pas 10 ‰. Ailleurs, les mêmes locomotives peuvent tirer des trains de 1'800 t sur des rampes équivalentes.

A terme, les aménagements prévus devraient permettre de relever la limite. Par contre cette mesure pourrait avoir une incidence sur la vitesse des trains et par conséquent la capacité. Afin de tenir compte de cette éventualité, les calculs tiennent compte des valeurs de tonnage admissible. Ainsi, la valeur basse pourra correspondre au maintien du tonnage actuel ou à la perte de quelques sillons dans le cas d'un relèvement du tonnage sans adaptation des moyens de traction.

Le détail des calculs est repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Calcul du tonnage annuel net

|                             |               |            |            |
|-----------------------------|---------------|------------|------------|
| Charge admissible           |               | 1'220 t    | 1'800 t    |
| Charge maximale net         | - 500 t       | 720 t      | 1'300 t    |
| Tonnage net moyen par train | 60 %          | 430 t      | 780 t      |
| Tonnage journalier net      | * 240 sillons | 103'200 t  | 187'200 t  |
| Tonnage annuel net          | * 250 jours   | 25.8 mio t | 46.8 mio t |

Vu les hypothèses, ces valeurs doivent être prises avec prudence. Elles constituent une fourchette dans laquelle se situera la capacité de transport de la ligne après réalisation des aménagements définis ci-dessus.

## 6. Conclusions

Cette étude a fait ressortir que la ligne ferroviaire actuelle reliant, Bayonne à Hendaye, n'est pas saturée et que, moyennant un certain nombre d'aménagements, elle pourra techniquement supporter l'ensemble du trafic prévu durant près d'un demi-siècle.

La ligne est actuellement empruntée par moins de 100 trains réguliers par jour (sillons voyageurs et fret, deux sens confondus). Les aménagements en cours de réalisations (notamment passages sous voies et amélioration de l'alimentation électrique) permettront d'y faire circuler au moins 120 trains de fret par ainsi qu'un peu plus de soixante-dix trains voyageurs (hypothèses volontariste).

A plus long terme, des aménagements complémentaires (non planifiés à ce jour) permettront de doubler la capacité en sillon fret. Pour y parvenir, il est nécessaire de diminuer le temps de succession entre les trains (3 min après un train voyageurs et 4 minutes après un train de fret) et de réaménager la gare de Bayonne (création de voies terminus centrales). Ainsi à terme, la ligne actuelle pourra écouler **au moins 240 trains de marchandises** ainsi qu'un peu plus de quatre-vingt trains voyageurs (deux sens confondus), soit tout confondu, un peu plus de 320 sillons par jour (160 dans chaque sens). Seul 20% des sillons fret (48) sont tracé durant la nuit.

Ces valeurs tiennent compte :

- des trains voyageurs circulant sur les lignes à simple voie de Puyôo et de St-Jean-Pied-de-Port,
- de 16 trains de fret journaliers desservant le terminal combiné de Mouguerre, embranché sur la ligne de Puyôo,
- du réaménagement du complexe d'Hendaye-Irun afin de permettre, dans le cadre de la mise en service du Y-Basque, le transit des trains de fret sans conflit avec le trafic voyageurs.

D'autre part, les hypothèses pessimistes suivantes ont été prises en compte dans le calcul de la capacité journalière.

- 4 heures de nuit sans aucun train,
- durant 3 autres heures de la nuit, le graphique n'est saturé qu'à 70 %,
- la période de mi-journée est considérée comme une période de pointe en trafic voyageurs,
- la capacité est symétrisée; le sens de circulation le moins capacitaire est déterminant,
- seul le 80 % de la capacité théorique en sillons fret, tel que défini ci-dessus est finalement retenu afin d'offrir des périodes de respiration au graphique et ainsi garantir la stabilité de l'horaire.

### Une capacité largement suffisante en 2050

Les dernières prévisions publiées par RFF tablent sur un besoin de 90 allers-retours, soit 180 sillons fret, par jour en 2050 entre Bordeaux et Dax.

Ainsi, avec 240 sillons fret par jour, la capacité de la ligne Bayonne – Hendaye est largement suffisante pour écouler tout le trafic. En effet, même en admettant que

tous ces sillons Bordeaux – Dax soient nécessaires au trafic transfrontalier, la ligne aura encore une réserve de capacité de l'ordre de 30 %.

En tenant compte d'un taux de remplissage moyen des trains de 60 %, le tonnage net transitant entre Bayonne et Hendaye pourra atteindre 25 à 40 millions de tonnes par an (charge remorquée de 1'220 à 1'800 t).

### **Les temps de parcours homogènes offrent une grande capacité**

Avec plus de 320 trains par jour, cette ligne à double voie offre une très bonne capacité. Cette performance exceptionnelle est obtenue grâce à l'homogénéité des vitesses commerciales des différents trains. En effet, avec des vitesses maximales de 100 et 80 km/h pour les trains voyageurs, respectivement marchandises, les temps de parcours Bayonne - Hendaye varient de 33 à 35 minutes (y compris les TGV avec 2 arrêts intermédiaires).

Pour maintenir durablement ces performances de l'infrastructure, il est nécessaire de conserver durablement le faible écart de vitesse entre les trains voyageurs et marchandises. Au besoin, un renforcement des moyens de traction (locomotives plus puissantes ou circulant en unités multiples) doit permettre aux trains marchandises de garantir les temps de parcours actuel, même en cas d'augmentation du tonnage autorisé.

Par contre, bien que plus rapide, la circulation de quelques trains de voyageurs internationaux (sans arrêts entre Bayonne et la frontière) n'entraîne pas de diminution de la capacité. L'horaire comporte suffisamment de plages de respirations (60 sillons par jour non retenus) pour absorber ces sillons.

De même la circulation de trains de fret longs (1'500 m) ne modifie pas significativement la capacité en terme de tonnage annuels nets. En effet, l'augmentation du tonnage transporté par train sera compensée par la diminution du nombre de sillons consécutive à l'allongement du temps de succession entre trains.

### **En conclusion**

Au-delà des chiffres, cette étude démontre que la ligne ferroviaire Bayonne – Hendaye ne constitue pas un goulet d'étranglement de la capacité de l'axe de transit franco-espagnol. Les problèmes de capacité étant situés en dehors du Pays-Basque (ligne des Landes, traversée de Bordeaux, continuité au-delà du Y-Basque), la ligne pourra durablement accepter le trafic qui parviendra jusque là.

Pour atteindre les 320 sillons par jour, il est toutefois nécessaire de respecter les conditions suivantes :

- maintien de l'homogénéité des temps de parcours des différents types de trains (au besoin par un renforcement des moyens de traction),
- équipement de la ligne d'un système de sécurité performant,
- aménagement de la gare de Bayonne avec voies terminus centrales,
- aménagement du nœud d'Hendaye-Irun pour séparer les trafics voyageurs et fret en transit.

Par contre, à terme, l'exploitation de l'ensemble du potentiel de la ligne mettra en évidence d'autres problématiques telles que :

- nuisances occasionnées par le passage de 320 trains par jour,
- concurrence pour l'utilisation de la capacité entre les besoins du trafic fret et un éventuel réseau de type RER à travers le Pays Basque.