

**Audit des études techniques  
de la réouverture de la ligne ferroviaire  
Pau-Canfranc  
pour le compte du  
Conseil Régional d'Aquitaine**



Version du 10.01.2006



**Audit des études techniques  
de la réouverture de la ligne ferroviaire  
Pau-Canfranc  
pour le compte du  
Conseil Régional d'Aquitaine**

**Maître d'Ouvrage :**

Conseil Régional d'Aquitaine  
Direction des infrastructures et des transports  
14, rue François de Sourdis  
F-33 077 Bordeaux Cedex

**Mandataire :**

TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH (TTK)  
Gerwigstraße 53, D-76131 Karlsruhe  
Contact : Marc Perez  
Tél. [49]721/62503-0, Fax. [49]721/62503-33  
E-mèl : [marc.perez@ttk.de](mailto:marc.perez@ttk.de)  
[www.ttk.de](http://www.ttk.de)

**Equipe d'étude :**

Marc Perez  
Fabien Guérin  
Olaf Ritz  
Rainald Knaup

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>6</b>
1.1	Contexte de l'audit .....	6
1.2	Avertissement, méthodologie de l'audit .....	7
1.3	Bases de l'audit.....	8
<b>2</b>	<b>Synthèse .....</b>	<b>9</b>
2.1	Résultats de l'audit .....	9
2.1.1	Volet investissement : .....	9
2.1.2	Volet bilans d'exploitation : .....	10
2.2	Perspectives.....	11
2.2.1	Une réouverture liée au transport du fret à travers les Pyrénées.....	11
2.2.2	Une réouverture qui doit s'inscrire dans un projet international unique.....	11
2.2.3	Un coût d'investissement de 150 € à la tonne transportée sur la partie française.....	11
2.2.4	Un projet qui permet d'évaluer le besoin d'un grand tunnel de base sous les Pyrénées .....	12
2.2.5	Une réouverture qui peut permettre de développer un projet voyageur local et interrégional.....	12
2.3	Les risques.....	13
<b>3</b>	<b>Bilan de la visite de terrain .....</b>	<b>14</b>
3.1	Section Pau - Oloron.....	14
3.2	Section Oloron - Canfranc .....	17
<b>4</b>	<b>Analyse critique et comparaison des deux études existantes.....</b>	<b>21</b>
4.1	Analyse critique, comparaison et optimisation des investissements .....	22
4.1.1	Observations générales sur les évaluations des investissements.....	22
4.1.2	Observations détaillées sur les expertises techniques, les études d'avant-projet et sur les études d'exploitation approfondies .....	23
4.1.2.1	Expertises techniques des infrastructures .....	23
4.1.2.2	Avant-projet des équipements ferroviaires .....	30
4.1.3	Optimisation des investissements .....	32
4.1.3.1	des standards de réouverture mieux adaptés à l'objectif de 1,45Mt/an	32

4.1.3.2	Synthèse comparative et essai d'estimation par TTK d'un « projet optimisé » 34	
4.1.4	Synthèse.....	38
4.2	Analyse critique, comparaison et optimisation de l'exploitation.....	40
4.2.1	Observations générales sur les études d'exploitation et de clientèle Systra de 2000 et 2003 .....	40
4.2.2	Analyse détaillée de l'études d'exploitation Systra 2003 et du bilan financier .....	40
4.2.3	Optimisation de l'exploitation voyageurs.....	42
4.2.4	Synthèse.....	43
4.3	Analyse critique du dossier de synthèse sur les bilans socio-économiques.....	44
<b>5</b>	<b>Les pistes à explorer pour relancer le projet .....</b>	<b>45</b>
5.1	L'élaboration d'un « projet international unique » qui pourrait être concédé 45	
5.2	Une meilleure justification pour l'intérêt collectif par l'augmentation de la rentabilité socio-économique .....	45
5.2.1	La nécessaire actualisation du calcul socio-économique.....	45
5.2.2	La prise en compte de nouvelles variables.....	45
5.3	Un itinéraire fret d'intérêt stratégique.....	46
5.3.1	Une capacité non négligeable pour le volume total de fret ferroviaire à faire passer à travers les Pyrénées, à envisager avant un tunnel de base. ....	46
5.3.2	Un axe qui peut servir de voie de délestage.....	46
5.3.3	Un axe qui peut accueillir rapidement un service de ferroutage.....	47
5.3.4	Un projet qui permet de faire du report modal sur l'axe pyrénéen Pau – Saragosse.....	47
5.3.4.1	L'exemple suisse.....	47
5.3.4.2	L'application au contexte de Pau - Canfranc .....	47
5.4	L'intégration dans un schéma multimodal voyageurs – fret .....	48
5.5	Une mise en service rapide d'un axe UIC jusqu'à Saragosse.....	48
<b>6</b>	<b>Difficultés et risques à prendre en compte .....</b>	<b>49</b>
6.1	Un projet qui dépend des politiques de transport déterminées par les Etats 49	
6.2	Aspect transfrontalier .....	49
6.3	Incertitudes techniques et expertises divergentes .....	49
6.4	Double contexte de crise du fret SNCF et d'ouverture du marché européen 50	

6.5	Question du tunnel du Somport .....	50
6.6	Contexte de 3 projets transpyrénéens en parallèle.....	50
6.7	Contexte d'une prévision de trafic incertaine dans le cadre d'un réseau autoroutier toujours plus maillé .....	50
<b>7</b>	<b>Conclusions.....</b>	<b>52</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>54</b>
8.1	Liste des études à auditer remises par la Région Aquitaine .....	54
8.2	Liste des études à auditer remises par RFF .....	56

### Tables des illustrations et tableaux

Tab. 1:	Investissements équipements et installations pour la réouverture du tunnel du Somport (tableau RFF).....	25
Tab. 2:	Exemple de projets de réouverture / modernisation .....	30
Tab. 3:	Coûts unitaires équipements ferroviaires .....	30
Tab. 4:	Bilan des PN.....	31
Tab. 5:	Légende des couleurs insérées dans le tableau .....	34
Tab. 6:	Comparaison des estimations des différentes études, hors PAI, MOU et MOE .....	35
Tab. 7:	Bilans avec PAI, MOU et MOE, toutes colonnes.....	36
Tab. 8:	Bilans avec PAI, MOU et MOE, colonnes principales.....	37
Tab. 9 :	Montée en charge du projet et équilibres économiques de l'opérateur de fret.....	42
Tab. 10 :	Equilibres économiques pour l'exploitation des trains de voyageurs (I).....	42
Tab. 11 :	Equilibres économiques pour l'exploitation des trains de voyageurs (II).....	43

# 1 Introduction

Cet audit a été commandé à TTK par la Région Aquitaine dans le but d'obtenir, dans un premier temps, un avis d'expert sur les différentes études concernant la réouverture de la ligne ferroviaire Pau – Canfranc.

## 1.1 Contexte de l'audit

Une liaison ferroviaire fret-voyageurs entre la France et l'Espagne existait entre Pau et Saragosse. Cette liaison a été interrompue en 1970 entre Oloron et Canfranc avec l'effondrement d'un viaduc lors du passage d'un train de marchandises. Depuis, la ligne est inutilisée.

Sa réouverture est envisagée dans le cadre d'une politique de report modal de la route vers le ferroviaire, afin de lutter contre la saturation des infrastructures routières existantes due à l'explosion du trafic poids lourds en transit dans les Pyrénées. Elle doit cadrer avec les projets ferroviaires situés aux deux extrémités des Pyrénées ( Perpignan – Figueras et Dax – Vitoria) et prendre en considération les futurs aménagements espagnols, notamment l'ouverture d'ici fin 2006 à Saragosse d'une plate-forme logistique connectée au réseau ferroviaire qui devrait être reliée par une ligne à écartement UIC à Canfranc.

### Les raisons de l'audit:

Le Conseil Régional d'Aquitaine a engagé en juillet 1999 une étude pour la réouverture de la ligne ferroviaire Pau-Canfranc-Saragosse. Cette étude, pilotée par le Conseil Régional mais qui associe à la fois l'État, RFF et la SNCF, est réalisée par le cabinet SYSTRA/JLR. Elle conclut sur l'intérêt d'un seul scénario : l'exploitation en traction électrique mixte mais à dominante fret avec mise à écartement européen (UIC) de l'axe jusqu'à Saragosse où une importante plate-forme intermodale est en projet. A terme, le trafic fret estimé est de 2,8 millions de tonnes nettes. Pour cela, il faut mettre la ligne Pau / Canfranc / Saragosse à écartement UIC de bout en bout, l'électrifier et lui permettre de supporter une charge à l'essieu de 22,5 tonnes. Le coût de la remise en état de la partie française et de sa modernisation est estimé à 100M€ par le cabinet JLR/SYSTRA.

Fort de ce résultat, dans l'esprit de rouvrir très rapidement cette ligne (projet de réouverture, avec peu de procédures et non création d'une ligne nouvelle) et donc de contribuer à une offre de transport alternative à très court terme, une première tranche de l'opération est inscrite au volet ferroviaire du Contrat de Plan Etat Région 2000/2006 pour un montant de 51,83 M € en Avril 2000.

Lors du sommet franco espagnol de Santander de mai 2000, les gouvernements des deux pays décident de tout mettre en œuvre pour la réouverture de la ligne. Le gouvernement espagnol présente alors devant la commission des infrastructures du sénat le plan ferroviaire 2000/2007, qui comprend la modernisation et mise aux normes UIC de la section Saragosse/ Huesca/ Canfranc.

Le livre blanc sur la politique commune des transports et de révision des orientations pour le développement du réseau trans-européen de transport invite les deux ministères espagnol et français à inscrire cette réouverture dans un contexte à plus long terme, incluant une nouvelle traversée fret à grand gabarit sous les Pyrénées.

En Juillet 2001, les ministres décident de lancer un programme d'étude complémentaires au niveau Avant-Projet. RFF est maître d'ouvrage côté français. Les études Avant-Projet, réalisées par la direction de l'ingénierie de la SNCF débouchent sur un coût d'investissement trois fois plus élevé que celui du dossier initial SYSTRA / JLR. Aucune décision sur l'engagement des travaux n'a été prise depuis et la situation est bloquée coté français.

Côté espagnol, les travaux sont terminés pour la section Saragosse-Huesca et les études opérationnelles lancées pour la section Huesca-Saragosse. Le gouvernement espagnol, sentant la réticence côté français, a proposé lors du sommet de Juin 2003 une mise en concession de la ligne avec apport de la totalité des investissements côté espagnol.

Afin de débloquent la situation et remettre ce projet en chantier, la Région Aquitaine a souhaité faire effectuer un audit expliquant les différences entre les deux études, ainsi qu'une réévaluation des investissements et des coûts d'exploitation à dire d'expert afin de trouver des pistes d'optimisation qui augmenteraient la rentabilité du projet.

## **1.2 Avertissement, méthodologie de l'audit**

Cet audit ne saurait être considéré comme une contre-expertise complète du projet de réouverture : l'objectif n'a pas été de « refaire » de façon exhaustive les études précédentes (notamment : étude de faisabilité SYSTRA et AVP SNCF), ce qui eût été impossible dans le temps et le budget imparti pour la mission. L'audit a consisté plutôt à analyser et à proposer une explication aux différences de coûts constatées, ainsi qu'à les comparer à ceux pratiqués sur d'autres projets dans une optique de « benchmarking ».

Afin d'avoir une connaissance *de visu* du dossier, une visite de terrain a été effectuée par le chef de projet, l'expert ferroviaire et l'expert ouvrage d'art de TTK.

Pour les postes de coûts qui paraissaient élevés et/ou insuffisamment justifiés, un échantillon de mesures a été analysé en détail. Sur cet échantillon, des évaluations ont été réalisées par TTK pour avoir des éléments de jugement et de comparaison sur les coûts estimés. La richesse des éléments à disposition, notamment dans le dossier d'APS, a permis en fin d'analyse d'effectuer un essai de réévaluation du projet « à dire d'expert ».

Dans une seconde étape, l'audit a été complété par des compléments d'information apportés par RFF, la SNCF et le Laboratoire des Ponts et Chaussées de Bordeaux (études dans le tunnel du Somport, protection contre les chutes de blocs, nature différente des études d'estimation des investissements), ainsi que par deux réunions techniques en mai et juillet 2005.

### 1.3 Bases de l'audit

TTK a eu pour mission d'analyser et de comparer les études suivantes :

L'étude de faisabilité JLR/SYSTRA ( 2000) sous maîtrise par la Région Aquitaine avec les études suivantes commandées par RFF :

- expertise technique SNCF, 2002 ;
- avant-projet des équipements ferroviaires pour la réhabilitation de la liaison ferroviaire Pau-Canfranc, SNCF, 2003 ;
- avant projet, dossier de synthèse, 2003<sup>1</sup> ;
- études d'exploitation, prévisions de trafic, bilans socioéconomiques, SYSTRA/EPYPSA, 2004.

Puis RFF a remis la contre-expertise effectuée par Setec de l'étude espagnole sur la remise en état du tunnel du Somport.

Les études de trafics et évaluations socio-économiques actualisées par Systra dans le cadre de l'hypothèse de réalisation d'un axe UIC sur la façade Atlantique (« référence bis ») concluent à un trafic qui plafonne à 1,45Mt/an. Cette hypothèse étant aujourd'hui considérée comme hypothèse de référence, la comparaison des études s'est faite sur la base d'un projet de réouverture à 1,45Mt/an. TTK a donc porté son attention sur le scénario B des études d'avant-projet pour effectuer la comparaison.

---

<sup>1</sup> On notera que ce « dossier de synthèse, avant projet » regroupe en fait 2 volets d'étude de nature différente : seule la partie « équipements ferroviaires » est en fait au niveau « avant projet », les parties ouvrages d'art et infrastructure n'étant qu'au niveau « expertises techniques ».



## 2 Synthèse

### 2.1 Résultats de l'audit

#### 2.1.1 Volet investissement :

TTK a comparé les besoins en investissements prônés par chaque étude, sur une base identique :

- De Pau à Oloron : renouvellement de la voie, changement du mode d'électrification, nouvelle signalisation, protections environnementales
- D'Oloron à la sortie du tunnel du Somport : remise en état des infrastructures, renouvellement de la voie, électrification, nouvelle signalisation, protections environnementales.

TTK valide le fait que l'étude SYSTRA a fortement sous-estimé les coûts d'investissement. Un coût de réouverture d'une ligne à 1,4M €/km est beaucoup trop optimiste si l'on se réfère à d'autres projets équivalents en Europe.

TTK constate en parallèle que l'étude SNCF est plus proche des véritables coûts de réouverture. Toutefois, les coûts unitaires SNCF peuvent être considérés maximaux dans une fourchette d'estimation. Il semblerait la SNCF a compté large pour ne pas prendre de risques de mauvaises surprises fréquentes dans les projets de transport et notamment ferroviaire, avec des coûts qui pourraient être surestimés d'environ 15% :

- Pour les postes « équipements ferroviaires », les mesures proposées sont ainsi pertinentes et les coûts unitaires SNCF sont corrects (un peu élevés pour ce qui concerne la voie).
- Pour les postes « infrastructures », un certain nombre de postes ne sont pas justifiés et/ou estimés largement : d'importants coûts de « travaux spécifiques » de rétablissement de l'infrastructure apparaissent sans évaluation concrète.
- Pour le tunnel du Somport, le rééquipement en infrastructure doit être considéré en plus grande partie comme « rétablissement d'emprunt », par contre, les mesures de mise en sécurité doivent être intégrées dans le chiffrage du projet.

*Finalement, on peut noter que :*

- *la convergence des estimations se situe plutôt sur les postes sans grandes incertitudes (équipements ferroviaires essentiellement) qui ont fait l'objet de véritables études avant-projet;*
- *les divergences dans les estimations se situent plutôt sur les postes pour lesquels les incertitudes sont grandes (infrastructures essentiellement), car les estimations sont issues d'études techniques qui ne sont pas du niveau avant-projet.*

*En fait ces divergences sont normales :*

- *SNCF a eu une mission d'estimation d'un AVP avec un objectif +0%/-20%. C'est par principe une estimation prudente qui conduit à un "haut de fourchette"; Elle est d'autant plus prudente qu'elle ne disposait pas d'études de niveau avant – projet pour le poste « infrastructures »*

- TTK a eu une mission d'expertise du potentiel d'optimisation avec des solutions innovantes (mais plus risquées), soit une estimation qui conduit à un "bas de fourchette".

On vérifie ceci avec un coût d'investissement moyen de 272M € +/-10% :

- fourchette basse de 245 M€ (TTK)
- fourchette haute de 299 M€ (valeur reprise par RFF)

Il est à noter que ces estimations portent sur des travaux qui vont de la gare de Pau à la sortie du tunnel ferroviaire du Somport. Or une partie de ces travaux concernent la remise à neuf de la section Pau – Oloron, qui doit être considérée comme des travaux de régénération qui seront anticipés, puisque la ligne est en mauvais état et nécessitera très bientôt des travaux lourds. Il paraît logique de déduire du projet une partie de ces coûts. Si on enlève le coût de la rénovation des gares (estimée par TTK à environ 3 M €), le coût des travaux s'élève à près de 40 M €. Il paraît équitable que la moitié de cette somme soit considérée comme de l'anticipation de la régénération et déduit du projet.

**Le coût des investissements optimisé et imputables au projet est de  
225 M €**

### 2.1.2 Volet bilans d'exploitation :

Les études de trafics, d'exploitation et les bilans ont été analysés :

- l'étude d'exploitation est jugée globalement de très haut niveau ;
- notamment, la capacité de la ligne est bien utilisée dans le scénario 3.1 (ou scénario B) avec une moyenne de 362 t/train net et 1,45Mt/an ;
- même si les prévisions sont extrêmement complexes et incertaines, notamment dans le cadre d'un projet de transport transfrontalier, le volume transportable de 1,45Mt/an peut être considéré comme vraisemblable dans la mesure où il représente une part très faible du volume global tout mode prévu à l'horizon 2020 ;
- les hypothèses de coûts d'exploitation fret peuvent être validées (comparables avec des exploitations similaires sur le Brenner) et pour un trafic objectif de 1,45Mt/an, l'analyse a permis de vérifier la faisabilité d'un bilan d'exploitation bénéficiaire pour un opérateur de fret, sans possibilité toutefois de recettes suffisantes pour assurer une rentabilité financière de l'investissement qui devra être pris en charge entièrement par la collectivité ;
- pour les voyageurs, dans l'hypothèse où l'exploitation de l'ensemble de la ligne ferait l'objet d'un appel d'offre pour l'exploitation voyageurs (intégration de l'ensemble Pau – Canfranc dans un projet soumis à concession hors RFF), le bilan pour la collectivité pourrait être positif : grâce à une baisse des coûts d'exploitation de 10,9€/train.km à 6€/train.km, le déficit pour l'ensemble de la ligne ne serait plus que de 0,6M €/an contre 1,5M €/an en référence sur la seule section Pau – Oloron avec exploitation SNCF. Ce élément amène à confirmer l'intérêt d'une option de réouverture mixte fret + voyageurs (une option « fret pur » sera de toute façon politiquement peu acceptable dans la vallée de l'Aspe).

**Pour le fret, le coût d'exploitation permet d'atteindre l' équilibre financier.**

**Pour les voyageurs, le projet d'extension de l'exploitation voyageurs de Oloron vers Canfranc pourrait se faire à niveau de subvention constante voire réduite avec une exploitation concédée .**

## **2.2 Perspectives**

### **2.2.1 Une réouverture liée au transport du fret à travers les Pyrénées**

La réouverture doit intervenir dans le cadre d'une politique des transports de développement du fret ferroviaire à travers les Pyrénées qui forment une barrière naturelle à protéger du trafic poids-lourds en transit. C'est l'enjeu principal sur lequel appuyer et justifier les coûts d'investissements liés à la réouverture.

Il faut donc prendre en compte le fait qu'il faut franchir cette barrière naturelle et que cela augmente *de facto* le coût des investissements qui ne peuvent être comparés qu'avec ceux de projets similaires.

### **2.2.2 Une réouverture qui doit s'inscrire dans un projet international unique**

La réouverture de la ligne Oloron – Canfranc doit intervenir dans le cadre d'un projet international unique sur l'ensemble Pau - Huesca nécessitant la recherche de solutions originales nouvelles pour la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, la gestion de l'infrastructure et l'exploitation.

L'intérêt de la réouverture de la section Oloron – Canfranc ne peut pas être jugé en soi, c'est l'intérêt du projet sur Pau – Huesca qui doit être pris en considération. La réouverture de la section Oloron – Canfranc n'est qu'une partie du projet. Il faut donc évaluer le coût total des investissements à faire sur Pau – Huesca pour décider de la pertinence de la réouverture.

### **2.2.3 Un coût d'investissement de 150 € à la tonne transportée sur la partie française**

La réouverture de la ligne Oloron – Canfranc devrait avoir un coût d'investissement qui se situe autour de 200 M €. Il faut également investir sur la ligne existante entre Pau et Oloron 45 M € pour que des trains de fret puissent y circuler. Ce coût ne peut pas être toutefois entièrement imputé au projet, car il comporte de la régénération de la ligne existante.

Si on retire les coûts liés uniquement à la partie voyageur (*installations commerciales et aménagement des gares estimés à 4,2 M €*), la réouverture de la ligne revient à un coût moyen de 150 € par tonne transportée sur la partie française pendant toute la durée d'amortissement de l'infrastructure. Sur une période de 50 ans, cela revient à 3 € par tonne transportée par an.

Ce coût peut être presque divisé par deux si le tonnage augmente au potentiel de 2,8 MT, moyennant quelques investissements supplémentaires.

**Pour le fret, l'intérêt collectif d'une telle solution de réouverture (investissement à la tonne transporté par an de 150 €/t/an pour 220 M € et 1,45Mt/an et faible rentabilité) se situe dans la moyenne d'autres projets d'infrastructures de développement du fret ferroviaire (qui ont tous une rentabilité faible, voire négative).**

Si on se réfère au projet du Lyon-Turin, le coût total est évalué à 15 milliards d'euros pour faire passer environ 40 MT de fret ferroviaire. Sur la partie française, le coût imputable au fret est de 6,4 Mds € (4,7 Mds € avant le tunnel et 1,7 Mds pour le tunnel), ce qui revient à 160 M€/t/an.

#### **2.2.4 Un projet qui permet d'évaluer le besoin d'un grand tunnel de base sous les Pyrénées**

Le projet de réouverture de la partie Oloron – Canfranc, qui certes représente un investissement important, est cohérent avec les démarches alpines, notamment en Suisse, qui consistent à saturer les lignes de montagne avant d'envisager un tunnel de base plus capacitaire.

Si les pouvoirs publics sont réticents à l'idée d'investir dans ce projet à cause du coût par rapport au service attendu, ils le seront tout autant pour un tunnel de base très capacitaire, car les coûts sont du même ordre.

Cette réouverture permettra de créer une nouvelle voie pour le fret ferroviaire à travers les Pyrénées et de voir s'il y a un potentiel de développement. De plus, elle permettra de créer des groupes de travail bi-nationaux qui prépareront ceux sur le tunnel de base.

Elle sera un test grandeur nature indispensable à tout projet de traversée centrale.

#### **2.2.5 Une réouverture qui peut permettre de développer un projet voyageur local et interrégional**

La réouverture de la section Oloron – Canfranc pour du trafic fret suppose la remise à niveau de la section Pau – Oloron qui est en mauvais état et menacée à moyen terme. Elle permet donc de pérenniser la desserte Ter actuelle qui pourrait comporter un volet périurbain s'associant à un futur projet de transport en commun en site propre sur l'agglomération de Pau.

Elle permet également d'envisager le développement d'autres types de dessertes voyageurs :

- L'extension de la desserte Ter jusqu'à Canfranc
- la création de dessertes interrégionales entre Pau et Huesca

## 2.3 Les risques

TTK ne nie pas l'existence de risques liés à la réouverture, qui sont toutefois moins liés au projet en lui-même qu'à la question même de développement du fret :

- comment peut-on raisonnablement envisager une croissance forte du trafic fret sur des infrastructures nouvelles alors même que le trafic fret sur les lignes existantes stagne en France, essentiellement du fait d'un coût à la tonne.km hors marché ? L'ouverture du marché européen permettra-t-elle de voir l'entrée de nouveaux opérateurs ferroviaires plus compétitifs, qui eux-mêmes pourraient aiguillonner la SNCF vers des gains de productivité suffisants pour ramener les coûts de la tonne.km transportés par rail vers des valeurs plus compétitives que la route sur les longues distances ?
- au delà des objectifs affichés de report modal sur le rail, le programme autoroutier espagnol est en train de conduire l'Espagne à doubler la France en nombre de kilomètre d'autoroutes et de voies express : le fret ferroviaire réussira-t-il à décoller dans une telle situation de compétition avec un réseau routier moderne ?

Un certains nombres d'éléments pourront toutefois conduire la collectivité à prendre tout de même ce risque du pari du développement du fret ferroviaire :

- comment gérer la croissance des trafics pyrénéens à moyen et long terme en évitant les futurs couloirs de camions dans les vallées ?
- quid des objectifs de préservation de l'environnement ?
- quid de l'évolution des réserves de pétrole à l'horizon 2020 si la Chine et l'Inde devaient poursuivre leur rythme de développement économique ?

Dans le cadre d'un tel pari sur l'avenir, la réouverture de l'axe Pau – Canfranc pourra alors avoir valeur de test et de première phase d'une amorce de renaissance du fret ferroviaire de/vers l'Espagne.

### 3 Bilan de la visite de terrain

Au préalable de l'analyse critique et comparaison des deux études existantes, une visite de terrain a été effectuée par le chef de projet, l'expert ferroviaire et l'expert ouvrage d'art de TTK. Cette visite n'a pas eu l'objectif de « refaire » de façon exhaustive l'expertise SNCF (ce qui eût été impossible dans le temps et le budget imparti pour l'audit) mais d'avoir une connaissance *de visu* du dossier avec aperçu général :

- de l'état de la voie, du ballast, de la caténaire ;
- d'un certain nombre d'ouvrages d'art (ponts, viaducs, entrée nord du tunnel du Somport) ;
- de l'état de l'infrastructure (remblais, déblais, état de la végétation...) ;
- de l'environnement traversé par la voie (et notamment 2 points durs : l'environnement urbain qui s'est développé autour de la voie à Bidos, et le passage de la voie très proche du village d'Etsaut).

#### 3.1 Section Pau - Oloron

Sur la section Pau – Oloron (exploitée par des Z2), la visite de terrain a permis de noter :

- un état de la voie et du ballast qui permettra de tenir encore 15 à 20 ans pour le TER moyennant un entretien régulier : ce minimum d'entretien n'est toutefois pas assuré et un ralentissement de -4min a été mis en place depuis décembre 2004 ;
- un niveau d'équipement des gares intermédiaires minimal (la gare de Gan ayant été visitée) : quais sommaires, pas d'abris pour les voyageurs, pas d'automates de vente, ni parking-relais, ni abri vélos...

##### Gare d'Oloron



Gare de Gan



Observation des voies



Gare de Pau



à gauche, la voie vers Oloron



le poste de commande (ancienne technologie)





### 3.2 Section Oloron - Canfranc

Sur la section Oloron – Canfranc, la visite de terrain a permis de noter :

- un état de la voie et du ballast qui ne permet pas d'envisager une réouverture de la ligne aux services réguliers de voyageurs et/ou fret sans renouvellement complet. Toutefois, une réouverture pour un service de type touristique pourrait se faire sur les voies existantes sur une grande partie de l'itinéraire ;
- un certain nombre d'ouvrages d'art est soit à mettre à niveau, soit à reconstruire pour toute remise en service, même touristique (ponts détruits, emprunts, tunnel du Peilhou, tunnel du Somport) ;
- l'infrastructure est dans un mauvais état général : la végétation a fortement envahi les déblais et remblais, voire la voie elle-même dans certains sites : une réouverture de la ligne aux services réguliers de voyageurs et/ou fret nécessitera ainsi des travaux importants de remise en état de l'infrastructure. Toutefois, ces travaux pourraient être réduits à un minimum de débroussaillage pour l'exploitation d'un service de type touristique ;
- l'environnement traversé par la voie est très urbanisé à Bidos ; une remise en service de la ligne pour des trafics fret importants pourraient poser des problèmes d'accessibilité sociale non négligeables et nécessiter des investissements lourds de protection de la voie : suppression du PN34 avec tranchée protégée de murs anti-bruits. Dans le secteur du PN34, une réouverture pour de seuls services voyageurs ou bien pour un service touristique serait en revanche plus facilement acceptable par les riverains et serait plus facilement gérable avec une simple remise en service de l'ancien PN adapté à la configuration du rond-point actuel.

#### Tunnel du Somport



Viaduc du Peilhou



Viaduc d'Urdos et pont métallique de Accous



Vues de la voie entre Oloron et Canfranc



PN 55



Différentes vues de la ligne entre Oloron et Canfranc



PN 34



## 4 Analyse critique et comparaison des deux études existantes

Mise en forme : Puces et numéros

Concernant la méthodologie, cette étude a été envisagée dans une optique de « benchmarking » plutôt que dans une optique de réelle contre-expertise complète et exhaustive pour laquelle le budget et le temps nécessaire ne sont pas disponibles. Il s'agit d'expliquer les différences de coûts constatées et de comparer les coûts estimés à ceux pratiqués sur d'autres projets.

L'audit des deux études a pu alors être mené par un travail approfondi sur les dossiers d'études disponibles :

### A. Etude patrimoniale et de remise en état de la ligne ferroviaire Oloron – Canfranc

Maîtrise d'ouvrage : Conseil Régional d'Aquitaine  
Maîtrise d'œuvre : JLR/SYSTRA  
Coût : 106 714 € (700 000F)  
Date des différents rapports : mars à octobre 2000

### B. Etudes complémentaires pour la réouverture Pau – Canfranc - Saragosse

Maîtrise d'ouvrage : RFF

#### I. Etude d'exploitation, prévisions de trafic, bilans socioéconomiques de la réouverture de l'axe Pau Canfranc Saragosse

Maîtrise d'œuvre : SYSTRA/ EPYPSA  
Coût : 152 400€HT  
Date des différents rapports : mai 2002 à février 2004

#### II. Expertise technique, analyse des contraintes environnementales, études AVP des superstructures

Maîtrise d'œuvre : SNCF Direction de l'ingénierie  
Coût : 990 400€HT  
Date des différents rapports :

- juin 2002 à août 2002 pour les expertises techniques
- novembre 2003 pour les études AVP sur les équipements ferroviaires

(voir liste détaillée en annexe)

Conformément au cahier des charges, l'audit a consisté en :

1. une analyse des similitudes et des écarts des deux études existantes : volet investissement ;
2. une l'analyse des similitudes et des écarts des deux études existantes : volet exploitation ;
3. une analyse critique des solutions proposées.

Dans une seconde étape, l'audit a été affiné grâce à des compléments d'information apportés par RFF, la SNCF et le Laboratoire des Ponts et Chaussées de Bordeaux sur les points suivants :

- la remise en état du tunnel du Somport, avec communication fin mai par RFF de la contre-expertise de l'étude espagnole confiée à Setec<sup>2</sup>
- la protection contre les chutes de blocs
- les estimations des investissements

Ces informations ont notamment été recueillies lors des deux réunions de mai et juillet 2005.

## **4.1 Analyse critique, comparaison et optimisation des investissements**

Les études de trafics et évaluations socio-économiques actualisées par Systra dans le cadre de l'hypothèse de réalisation d'un axe UIC sur la façade Atlantique (« référence bis ») concluent à un trafic qui plafonne à 1,45Mt/an. Cette hypothèse étant aujourd'hui considérée comme hypothèse de référence, la comparaison des études s'est faite sur la base d'un projet de réouverture à 1,45Mt/an. TTK a donc porté son attention sur le scénario B des études d'avant-projet.

### **4.1.1 Observations générales sur les évaluations des investissements**

#### Etude Systra

L'étude Systra a consisté en une première estimation des coûts de réouverture de la ligne, de niveau étude de faisabilité. Les estimations peuvent être jugées aujourd'hui trop optimistes : certains postes de coûts ont été omis (remise en état du tunnel du Somport), télécommunications, environnement et insertion, aménagements des gares et appareils de voie, mise à niveau des équipements et de la signalisation sur la section Pau - Oloron) ; d'autres très sous-estimés (remise en état de l'infrastructure : ouvrages en terre et hydraulique, protection de la voie). Les coûts ont en revanche été correctement évalués en ce qui concerne les ouvrages d'art et la voie. Les évaluations de l'électrification et de la signalisation semblent légèrement sous-estimées.

Les phasages de réalisation proposés sont jugés judicieux : ils sont d'ailleurs repris dans leurs grandes lignes dans les études d'avant-projet et d'exploitation.

#### Etudes SNCF

Les éléments de coûts que l'on trouve dans les études sont disparates et peu homogènes les uns les autres. On ne trouve pas de correspondance entre les coûts estimés dans l'avant projet (dossier de synthèse RFF de 2003, pp. 41-42) et les coûts fournis par RFF à Systra pour les évaluations socio-économiques (dossier Systra p.54, tableau 13). Dans la mesure où les différentes études n'ont été réalisées ni simultanément, ni au même niveau d'approfondissement (expertises tech-

---

<sup>2</sup> L'étude de la remise en état du tunnel, confiée aux espagnols, n'avait jamais été donnée à la Région Aquitaine.

niques / avant-projet), l'ensemble du dossier représente un ensemble peu intégré et difficile à vérifier.

En ce qui concerne l'expertise technique, celle-ci est constituée d'une série d'études par thème (ponts, tunnels, ouvrages en terre, murs, environnement...). Comme précisé plus haut, ces études sont disparates et peu homogènes entre elles : certaines sont très approfondies, bien documentées et de très grande qualité avec de nombreuses illustrations photographiques (ponts, tunnels, PN) ; d'autres affichent des coûts sans réelle justification (« travaux d'infrastructures spécifiques », fils de protection contre la chute de blocs).

Pour un certain nombre de postes, un échantillon de mesures a été analysé en détail. Des évaluations ont été réalisées par TTK pour avoir des éléments de jugement et de comparaison sur les coûts estimés. Pour la plupart des postes « d'équipement ferroviaire », les coûts unitaires SNCF sont corrects, quoique pour certains légèrement surévalués. Les estimations des postes « ouvrages d'art » sont également correctes et convergent d'ailleurs avec les estimations Systra. Les dossiers du poste « infrastructure » ne convainquent en revanche pas de leur crédibilité : doute sur des doubles comptes, coûts non justifiés.

Globalement, on peut juger que la SNCF a compté large dans les estimations des dossiers « expertise technique » pour ne pas prendre de risques de mauvaises surprises fréquentes dans les projets de transport et notamment ferroviaires. L'approche prudente pratiquée laisse peu de place à des solutions innovantes qui pourraient permettre de construire moins cher.

Par ailleurs, sur le poste « tunnel du Somport », TTK estime qu'une partie des investissements prévus devrait être considérée comme « rétablissement d'emprunt » qui ne devrait pas être affectée au projet.

## **4.1.2 Observations détaillées sur les expertises techniques, les études d'avant-projet et sur les études d'exploitation approfondies**

### **4.1.2.1 Expertises techniques des infrastructures**

#### Remise en état du tunnel du Somport

Dans le cadre du groupe de travail franco-espagnol, les représentants du Ministère du Fomento ont remis à RFF en octobre 2003 une étude réalisée par AEPO relative à la réouverture du tunnel ferroviaire international du Somport. Cette étude a estimé les coûts des aménagements nécessaires pour remettre le tunnel en exploitation à 32M€. Les 16M€ (aléas, MOU et MOE inclus) intégrés dans le dossier de synthèse correspondent à la moitié des coûts estimés par l'étude AEPO espagnole<sup>3</sup>.

Afin de donner un avis, RFF a examiné avec l'aide d'experts de la société SETEC sur la base de ses propres référentiels et compte-tenu des règlements français en vigueur, les rapports d'études correspondants.

<sup>3</sup> Le tunnel est international et les frais de remise en état sont à partager entre l'Espagne et la France au prorata du nombre de kilomètres dans chaque pays.

Les résultats des expertises réalisées par AEPO puis SETEC pour la réouverture du tunnel du Somport pour le trafic ferroviaire sont récapitulés dans le tableau page suivante.



Installations ou équipements	Estimation SETEC TPI			Estimation AEPO
	Equipements nécessaires	Equipements dus au Tunnel Routier	Equipements complémentaires	
<b>1 Génie civil</b>				
* Ouvrages de Génie Civil	660 000	-	-	731 000
* Voie sur dalle et drainage	6 320 000	-	-	6 550 000
* Trottoir latéral	1 165 000	-	-	500 000
* Réservoirs aux têtes	180 000			
Sous total 1	<b>8 325 000</b>			<b>7 781 000</b>
<b>2 Equipements ferroviaires</b>				
* Signalisation ferroviaire	1 750 000	-	-	4 426 200
* Radio communication ferroviaire	1 000 000	-	-	(inclus ci-dessus)
* Catenaire	2 370 000	-	-	985 000
Sous total 2	<b>5 120 000</b>			<b>5 411 200</b>
<b>3 Equipements de sécurité et d'exploitation</b>				
* Réseau lutte contre l'incendie	1 800 000	-	-	1 406 400
* Equipements électriques	3 900 000	-	-	5 836 000
* Equipements communication	2 150 000	-	-	1 498 000
* Métallerie	800 000	-	-	-
* Équipement locaux techniques	150 000	-	-	-
* Installations GTC	1 000 000	-	-	1 063 000
Sous total 3	<b>9 800 000</b>			<b>9 803 400</b>
<b>4 Equipements de ventilation</b>				
* Ventilation des rameaux		510 000		3 453 600 (?)
* Métallerie des rameaux		500 000		-
* Ventilation du Tunnel :				
- Installation			6 000 000	2 452 000
- Complément énergie			2 500 000	-
- Complément GTC			500 000	-
Sous total 4		<b>1 010 000</b>	<b>9 000 000</b>	<b>5 905 600</b>
<b>5 Equipements divers complémentaires</b>				
* Contrôle d'accès (CCTV)			1 500 000	2 911 000
* Sonorisation des rameaux			200 000	195 200
Sous total 5			<b>1 700 000</b>	<b>3 106 200</b>
<b>Montants globaux</b>	<b>23 245 000</b>	<b>1 010 000</b>	<b>10 700 000</b>	<b>32 007 400</b>
		<b>24 255 000</b>	<b>10 700 000</b>	<b>32 007 400</b>

Tab. 1: Investissements équipements et installations pour la réouverture du tunnel du Somport (tableau RFF)

Suite à ce récapitulatif, on note que l'estimation pourrait être réduite à 25 M€ (au lieu de 32), mais qu'elle pourrait grimper à 35 M€ si l'on doit mettre de la ventilation en cas d'incendie (*dans le dernier bulletin de RFF, des expérimentations tendraient à montrer que la ventilation ne servait à rien en cas d'incendie, donc il est encore difficile de se prononcer sur sa nécessité et le coût est de 9 M€*) et des équipements complémentaires de contrôle d'accès et de sonorisation.

Concernant la question plus spécifique des infrastructures, les solutions préconisées dans les documents d'étude ont été expertisées : pour 8km de tunnel, les coûts estimés pour l'infrastructure apparaissent plausibles (démontage de la voie couverte actuelle, remontage d'une voie avec rails à gorge encastrée dans une voie routière, mesures de signalisation ferroviaire et de mixité d'usage comme voie de secours du tunnel routier), comme le montre l'essai d'évaluation TTK suivant :

réfection du tunnel (d'après SNCF):	730.258 €, valeur vraisemblable
enlèvement du revêtement et des rails actuels :	
(5,5 m x 0,3 m x 8.000 m x 25 €/m <sup>3</sup> ):	330.000 €
voie ferrée : ( 8.000 m x 500 €):	4.000.000 €
voie routière : (5,5 m x 8.000 m x 75 €):	3.300.000 €
<hr/>	
Soit au total	8.360.258 €

Toutefois, on notera :

1. que l'enlèvement du revêtement actuel et la réalisation d'une voie routière relèvent en partie au moins du rétablissement d'un emprunt fait pour utiliser la galerie ferroviaire comme galerie de sécurité du tunnel routier : ces coûts ne peuvent donc pas être affectés au projet ferroviaire (de même que des coûts de signalisation liés à la fonction de mise en compatibilité de la galerie de secours avec la circulation de trains) ;
2. les postes voies et signalisation sont comptés par ailleurs.

TTK considère ainsi que l'on peut classer 50% du montant « infrastructures » dans la catégorie « rétablissement des emprunts », soit pour la partie française (4M€) une réduction de 2M€.

#### Remise en état des autres tunnels

Les mesures proposées pour remettre en service les tunnels sont nécessaires, les coûts estimés paraissent réalistes. Parmi les mesures proposées, telle ou telle pourrait être économisée dans une première phase, mais sera nécessaire tôt ou tard. La mise en place de systèmes d'aération dans les tunnels n'est pas jugée nécessaire, mais pourrait être imposée par des normes de sécurité de plus en plus exigeantes.

En ce qui concerne le tunnel du Peilhou, TTK estime à 5M€ (335m\*15.000€/m) plutôt que 10M€ le coût d'une reconstruction neuve<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> SNCF ayant estimé le coût du percement d'un nouveau tunnel qui serait beaucoup plus long que l'ancien, d'où le montant plus élevé.

### Remise en état des ouvrages d'art

Pour les ouvrages d'art les estimations de coûts sont bien justifiées dans les documents et jugées plausibles.

### Remise en état des murs de soutènement

La nécessité des mesures proposées pour les murs de soutènement n'apparaît pas partout évidente, parmi les mesures proposées, telle ou telle pourrait être économisée dans une première phase (10 à 20 ans) et ne sera indispensable que bien plus tard. Les coûts estimés sont conformes aux solutions proposées, mais les solutions proposées ne sont pas forcément les moins chères : dans certains secteurs où la voie n'est pas très visible, des solutions de renforcement par béton projeté / ancré seraient moins chères que la réfection des murs en pierre.

Les exemples suivants permettent d'illustrer l'analyse :

exemple 1 : km 273,822 : 224.000 € pour 1.130 m<sup>2</sup> = 200 €/m<sup>2</sup>

*La nécessité d'une réfection immédiate n'est pas démontrée. En cas de réfection, le coût proposé semble très élevé.*

exemple 2 : Km 284,286 : 226.000 € pour 530 m<sup>2</sup> = 425 €/m<sup>2</sup>

*La nécessité d'une réfection immédiate n'est pas démontrée. En cas de réfection, le coût proposé correspond à une paroi béton projeté / encre plus un habillage en pierre. Sans l'habillage, le coût de la simple solution béton projeté / encre reviendrait à 300 €/m<sup>2</sup> x 530 m<sup>2</sup> = 160.000 €.*

exemple 3 : km 288,318 : 217.000 € pour 2.200 m<sup>2</sup> = 100 €/m<sup>2</sup>

*La réfection immédiate est nécessaire.*

exemple 4 : km 293,610 : 230.000 € pour 1.300 m<sup>2</sup> = 175 €/m<sup>2</sup>

*La réfection immédiate est nécessaire.*

- En général, dans une optique d'optimisation, il faudrait distinguer les mesures pouvant être différées et qui pourront être réalisées sans gros problème en exploitation (exemples : murs de soutènement sous la voie) des mesures à réaliser immédiatement car difficilement réalisables en exploitation (exemple : murs de soutènement donnant sur la voie, tunnels).

### Ouvrages en terre et hydrauliques

Dans le total de 8,6M € pour ce poste :

- 0,5M € sont estimés « à dire d'expert » pour l'entretien des ouvrages hydrauliques ; pour ce poste, les estimations de coûts sont bien justifiées dans les documents et jugées plausibles ;
- environ 2M € concernent effectivement le débroussaillage et le curage : ces coûts sont bien évalués, bien justifiés et plausibles ;
- environ 4M € concernent des « travaux spécifiques » estimés pour chaque site visité « à dire d'expert » ;
- environ 2M € de « travaux spécifiques » sont ajoutés « à dire d'expert » du fait de l'impossibilité de visiter toute la ligne sans débroussailler.

Sur 8,6M €, 6M € concernent ainsi un poste de « travaux spécifiques » difficilement vérifiable sur lequel le doute est permis, comme le montrent les exemples suivants :

exemple 1 : Km 261.086 – 262.700 : 895.000 € pour 1.614 m => 554 €/m

La section est longue et est caractérisée par différents problèmes. Dans la deuxième section, des travaux de terrassement sont nécessaires, qui peuvent être estimés à 600 €/m (2 cotés x hauteur 3m x 100 €/m<sup>2</sup>). Toutefois, ces travaux n'étant pas nécessaires de façon continue, TTK estime le coût à 650.000 € (400 €/m) au lieu des 895.000 € de la SNCF.

<u>exemple 2</u> :	km 266.006 – 266.207 :	150.000 € pour 201 m = 746 €/m
	km 266.207 – 266.661	265.000 € pour 454 m = 584 €/m
	km 266.960 – 268.512	385.000 € pour 1.552 m = 248 €/m
<hr/>		
total :		800.000 € pour 2207 m = 362 €/m

Ces coûts ne concernent que des mesures de protection active contre les chutes de blocs, comptées par ailleurs dans le dossier « chute de blocs » au prix de 1.270.255 € ( 516 €/m) entre les km 265.957 bis 268.417 (2460 m), soit sur quasiment la même section. Il est difficile de savoir si il y a double compte ou bien si ces coûts concernent effectivement des mesures différentes.

exemple 3 : km 269.619 – 269.748 : 225.500 € pour 129 m = 1.748 €/m

Mesure de protection active contre les chutes de blocs, cette fois-ci non comptée dans le dossier « chutes de blocs ».

exemple 4 : km 270.141 – 270.723 : 340.000 € pour 582 m = 584 €/m

Mesure de protection active contre les chutes de blocs, cette fois-ci déjà comptée dans le dossier « chutes de blocs ». Il est difficile de savoir si il y a double compte ou bien si ces coûts concernent effectivement des mesures différentes..

exemple 5 : km 288.100 – 288.430 : 160.000 € pour 330 m = 485 €/m

Mesure de protection passive contre les chutes de blocs (remise en place des filets détecteurs), cette fois-ci déjà comptée dans le dossier « chutes de blocs ». Il est difficile de savoir si il y a double compte ou bien si ces coûts concernent effectivement des mesures différentes.

exemple 6 : km 296.205 – 297.053 : 241.750 € pour 848 m = 285 €/m

Pas de justification, ni photo : coûts estimés « à dire d'expert » car aucune visite n'a été possible.

exemple 7 : km 297.860 – 298.630 : 376.000 € pour 770 m = 488 €/m

Pas de justification, ni photo : coûts estimés « à dire d'expert » car aucune visite n'a été possible.

exemple 8 : km 298.800 – 298.890 : 225.000 € pour 90 m = 2.500 €/m

Prix de mesures de protection active contre les chutes de blocs (filets ancrés) non compris dans le dossier « chutes de blocs » qui paraît exagérément élevé.

Faute de justification suffisante, TTK propose pour le poste « infrastructure » une réestimation plus vraisemblable à hauteur de 50% du montant retenu dans l'expertise SNCF, soit 0,5M € d'entretien des ouvrages hydrauliques, 2M € de « débroussaillage et curage » et un reste de 1,8M € de « travaux spécifiques ».

## Protection contre les chutes de blocs et avalanches, risques liés au gave

L'expertise des risques d'avalanches est en revanche de grande qualité : l'analyse est complète et les mesures proposées cohérentes et adaptées au cas par cas aux risques encourus. A chaque section de paravalanche construit sur la RN134 devra correspondre une section de paravalanche sur l'infrastructure ferroviaire effectivement à intégrer dans les coûts de réouverture de la ligne.

Des mesures de protections de la voie sont proposées sur des sections où la voie est proche de la RN134 : certaines mesures de protections de la route et du train sont en fait affectées au projet. Le rapport est illustré de photos de cailloux tombés sur la voie (il serait toutefois intéressant de documenter si ces chutes, tout à fait normales sur tous les réseaux ferroviaires et routiers en site montagneux, ont eut lieu sur une période de 30 ans, ou bien en 1 an).

La nécessité de protections passives ou actives est analysée. En ce qui concerne les protections actives, les propositions et coûts sont vraisemblables (0,8M €) mais une partie des mesures proposées est comptée d'ailleurs dans le dossier « ouvrages en terre ». Il est difficile de savoir si il y a double compte ou bien si ces coûts concernent effectivement des mesures différentes.

Pour les mesures de protection active, le prix unitaire de 1900€/m de fil de détection de la chute de blocs est jugé très élevé par TTK. Il n'est en tout cas pas expliqué (fournisseurs ?). Une telle somme, estimée uniquement pour la détection passive, permettrait de construire des grilles de protection actives sur les 4,7km à protéger. Ce prix unitaire est à l'origine du budget de 10M€ (auxquels s'ajoutent 2M€ de signalisation).

Ce prix unitaire de 1900€/m serait d'après SNCF toutefois conforme à d'autres réalisations en France. D'après SnCF-Ingénierie, ce coût intègre par contre la signalisation, contrairement à ce qui est indiqué dans les dossiers : un ordre de 2M € rajouté a posteriori pour la signalisation est donc à retrancher du total .

En ce qui concerne les mesures de protection contre un débordement du gave, les mesures proposées sont estimées nécessaires et les coûts des mesures paraissent plausibles.

## Traitement environnemental

Le montant réservé pour le traitement environnemental (protections phoniques, schéma directeur paysager, réduction des impacts dus aux travaux, maîtrise des risques dus à la pollution) correspond à 7,3% du total, cohérent avec les sommes dépensées pour le projet de réouverture de la ligne du Haut Buget. Toutefois, ce niveau apparaît élevé si l'on considère qu'il s'ajoute aux 15% d'aléas, aux coûts de protection de la voie, aux coûts de dénivellation de la voie dans le site sensible du PN34 (Bidos, 8M€) : pour TTK cette dénivellation avec mise en tranchée de la voie est en effet justifiée autant (sinon plus) pour des raisons environnementales que pour des questions de sécurité et fluidité des trafics. Pour cette raison, TTK considère qu'il est raisonnable de compter la moitié du coût de dénivellation du PN34 (4M€) comme inclut dans le montant de 14M€ provisionné pour le traitement environnemental : comme ce coût est déjà compté par ailleurs, il faut alors déduire 4M€ du coût compté dans le poste « traitement environnemental ».

### 4.1.2.2 Avant-projet des équipements ferroviaires

#### Données de comparaison

Pour juger de la plausibilité des coûts SNCF, les coûts catalogue de la DB (Vorschrift 808.0212) ainsi que les exemples de projets suivants ont été considérés :

		Coûts	longueur	M€/km	
2000	Lahn-Dill-Kreis	7,16	3	2,4	réouverture d'une section du Taunusbahn, comprenant un tunnel de 1km
1998	Landkreis Karlsruhe	13,3	10	1,3	Electrification et mise à niveau de la signalisation de la ligne Ubstadt – Odesheim
2003	Baden – Württemberg	15,3	30	0,52	Electrification Freudenstadt – Eutingen (voie unique)
2003	Baden – Württemberg (Schwarzwald)	50,3	32	Mio. €/km 1,6	modernisation du Murgtalbahn (Rastatt – Raumünzach) avec électrification, 8 nouveaux points d'arrêt, modernisation de la signalisation.

Tab. 2: Exemple de projets de réouverture / modernisation

De plus ont été considérés les coûts unitaires suivants :

Poste	Coûts unitaires moyens
renouvellement complet ballast + traverses + voies : 400 – 500 €/m	450 €/m
aiguillage (en fonction du type avec v <sub>max</sub> 80 km/h : 50 –80.M€)	70.000 €/ aiguillage
Signalisation ESTW par signal ou jonction (aiguillage)	82.000 €/unité
mise en sécurité technique d'un P.N. (par ex. SAL 2)	250.000 €/P.N.
PN sans signalisation	50.000 €/ P.N.
adaptation de la signalisation d'un PN	50.000 €/ P.N.
Electrification 250 – 300 €/m	270 €/m

Tab. 3: Coûts unitaires équipements ferroviaires

#### Voies

Les voies d'évitement et de croisement sont cohérents avec les schémas d'exploitation développés par Systra.

Les solutions techniques ferroviaires proposées pour les voies sont conformes aux règles de l'art : renouvellement complet du ballast, des traverses et des voies. Pour 92km et un coût moyen de 450€/m, une estimation sommaire conduit à 42 M€, auxquels on peut ajouter environ 6 M€ pour les aiguillages et voies en gare. On vérifie que les coûts SNCF sont plausibles quoique surévalués de 10%.

#### Signalisation

Une estimation des coûts de signalisation basée sur le plan de voie à construire pour le scénario B conduit à un coût de 5M€ sur la section Pau – Oloron + 11M€ sur la section Oloron – Canfranc : cette estimation permet de vérifier que les coûts estimés par la SNCF sont corrects.

## Alimentation électrique

Les solutions techniques ferroviaires proposées pour l'électrification sont conformes aux règles de l'art. Une estimation des coûts d'électrification conduit à 25 M€ pour 93km + 1,2 M€ pour les voies en gare, plus le coût des sous-stations (3 – 4 M€). Ces coûts sont conformes aux coûts estimés par la SNCF.

Une option d'optimisation de l'électrification par alimentation du haut de la ligne par le côté espagnol n'a toutefois pas été approfondie : une économie de 3 à 4M€ pourrait ainsi être développée : *on note ici l'intérêt qu'il y aurait à ne traiter qu'un seul projet international de réouverture Pau – Huesca (un seul maître d'ouvrage délégué, un seul maître d'œuvre, un seul concessionnaire de l'infrastructure, un seul exploitant) plutôt que de relier 2 projets nationaux distincts.*

## Télécommunications (après entretien avec ACOR)

L'équipement en télécommunication est estimé en Allemagne sur une voie nouvelle à environ 100.000 €/km et comprend entre autres l'équipement radio, le câblage téléphonique de la ligne, une centrale téléphonique (à Pau), un haut parleur tous les 2km (standard DB, non indispensable). En retenant cet élément comme base de calcul, on peut estimer les coûts du poste télécommunications à 0,1M€/km pour la section Pau – Oloron (modernisation) et à 5,7M€ pour la section Oloron – Canfranc, soit au total 5,8 M€. Les coûts estimés par la SNCF peuvent donc être jugés plausibles.

## Passages à niveau (P.N.)

sections	S.A.L. 2	S.A.L. 0	sans mesure de sécurisation technique	Privés : sans mesure de sécurisation technique	Somme
Pau – Oloron	16	1	12	1	30
Oloron – Canfranc	16		12	9	37

Tab. 4: Bilan des PN

Pour la section Pau – Oloron, une adaptation des sécurisations des PN est nécessaire pour environ 850.000€ (17 x 50.000€). Pour la section Oloron – Canfranc, les PN doivent être remis en service et pour un minimum de 15 PN, équipés de sécurisation technique (3,5 Mio. € = 14 x 250.000€ + 350.000€ pour le PN 55). En complément, la dénivellation du PN 34 est estimée indispensable en cas de réouverture de la ligne au trafic fret (milieu urbain, carrefour giratoire) avec un coût de 8M€ (mise de la voie en tranchée et passage routier supérieur). Pour 21 PN sans sécurisation technique, sont estimés 1,05 M€ (21 x 50.000€). Au total, on arrive à des coûts de 5,75 M€ pour les PN + 8M€ pour la dénivellation du P.N 34.

Cette estimation permet de vérifier que aussi bien dans les estimations Systra (sans aucune dénivellation) et que dans l'APS SNCF (avec dénivellation des PN 34 et 55), les coûts estimés sont bien documentés et réalistes. Les coûts des projets de dénivellations sont estimés plausibles (exemple de la dénivellation du PN Kork sur la voie Appenweier - Strasbourg : 11 M€). Toutefois, vu l'importance des coûts de ces dénivellations, TTK estime possible dans une démarche d'optimisation du

projet de ne retenir que la dénivellation du PN 34 ; en revanche, l'ouvrage de suppression du PN 55 peut être économisé (7 à 8 M€ d'économie).

### Gares et bâtiments annexes

Le traitement des gares et des points d'arrêts est conforme aux règles de l'art et représente un minimum.

En ce qui concerne le traitement des bâtiments annexes (garages, dépôts, postes d'exploitation...), une réserve concerne les aménagements proposés pour la gare de Pau : allongement des voies de garage et poste de commande centralisé des aiguillages des voies de garage. Une estimation TTK (allongement des voies plus commande informatisée des aiguillages) conduit à un coût de 3M€ contre 6,5M€ pour la SNCF. Par ailleurs, cet aménagement de la gare de Pau ne devrait pas être affecté qu'au projet Pau – Canfranc puisqu'il pourrait servir aussi aux trains de fret Bayonne – Toulouse. Pour ces postes, TTK estime que le coût d'aménagement de la gare de Pau affecté au projet pourrait ainsi être réduit de 50% au minimum.

## **4.1.3 Optimisation des investissements**

### **4.1.3.1 des standards de réouverture mieux adaptés à l'objectif de 1,45Mt/an**

Les standards techniques retenus par la SNCF pour la réouverture sont du meilleur niveau possible. Les solutions proposées seront tôt ou tard à mettre en œuvre, mais pas forcément nécessaires dans une première phase (10 à 15 ans) d'exploitation : les pistes envisageables pour différer telle ou telle mesure et rendre l'investissement plus accessible en première phase n'ont pas été explorées.

Par ailleurs, il existe une ambiguïté sur les choix techniques retenus pour le projet : celui-ci est dimensionné pour pouvoir accueillir 3 à 4Mt de fret par an à terme (le scénario B n'est donc qu'une phase intermédiaire du scénario C) alors que les prévisions tablent sur un trafic qui plafonne à 1,45Mt si une ligne UIC continue est construite sur la façade Atlantique. Il est difficile de savoir sans investigation approfondie dans quelle mesure tel ou tel choix proposé pour le scénario B n'intègre pas déjà des éléments qui ne seront pleinement utilisés que dans des scénarios C de perspective incertaine. Un scénario dimensionné seulement pour 1,5Mt/an pourrait en ce sens être moins cher (« scénario B' »), quitte à induire des surcoûts lors d'un passage ultérieur vers un scénario C', comme l'illustre la figure suivante.



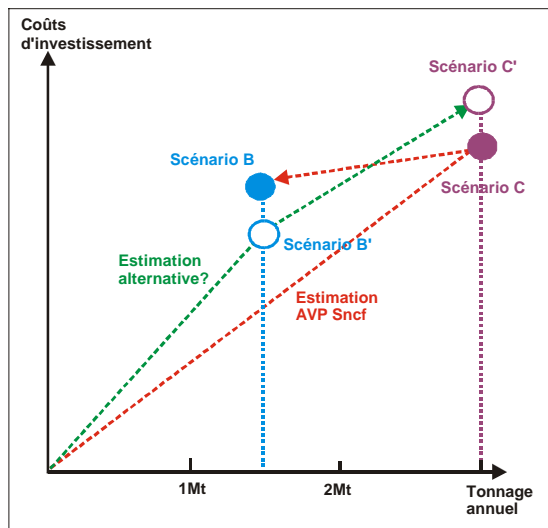


Fig. 1 : Optimisation du projet scénario B (-> B') ou du projet scénario C ?

#### 4.1.3.2 Synthèse comparative et essai d'estimation par TTK d'un « projet optimisé »

Le tableau suivant permet de récapituler les éléments d'investissements évalués et/ou indiqués dans les études Systra et RFF/SNCF. A été ajouté une colonne « estimation TTK », faite dans l'hypothèse d'un scénario B' (tel qu'explicité dans la figure précédente) et d'un contexte de « projet international unique » avec un maître d'ouvrage efficace et capable d'optimisations. Cette « estimation TTK » permet :

- d'apporter un jugement sur le caractère sous ou surévalué des études précédentes ;
- d'offrir une première estimation du potentiel d'économie possible dans une démarche d'optimisation.

	Accord "pour l'essentiel" sur les mesures proposées et les coûts
	Accord sur les coûts mais pas sur les mesures proposées
	Accord sur les mesures mais pas sur les coûts
	Accord ni sur les coûts ni sur les mesures proposées

Tab. 5: Légende des couleurs insérées dans le tableau

le SYSTRA	Expertise SNCF 2002 hyp. basse	Expertise SNCF 2002 hyp. haute
7.943	6.432	18.860
8.382	8.327	11.336
0	1.578	1.578
213	8.635	8.635
534	10.653	12.528
6.327	4.410	4.410
		14.494
23.401	40.065	71.841
11.854		
14.640		
9.985		
11.891		
	11.200	18.400
48.370	11.200	18.400
71.772	51.265	90.241
0	0	0
16.268		
3.735		
20.003	0	0
20.003	0	0
91.775	51.265	90.241
23.401	40.065	71.841
68.373	11.200	18.400



SYSTRA	Expertise SNCF 2002		Expertise SNCF 2002	
	mm. basse	mm. haute	mm. basse	mm. haute
71.772	51.265		90.241	
20.003		0		0
91.775	51.265		90.241	
23.401	40.065		71.341	
68.373	11.200		18.400	
10%	15%		15%	
12%	12%		12%	
3%	3%		3%	
10%	15%		15%	
12%	12%		12%	
3%	3%		3%	
116.330	68.063		119.811	
29.603	53.193		95.381	
86.727	14.870		24.429	
<b>128.447</b>	<b>75.153</b>		<b>132.291</b>	
1.396	817		1.438	
3.430	4.153		4.237	

mm. recalculé)
0% courant
masse RFF : 261M€
unnel Somport

mmes

	Etude SYSTRA 2000	Etude AVP SNCF 2004	Données RFF 2003 pour bilan socio-éco	Estimation TTK	Différence estimation TTK - estimation AVP
	71.772	158.150		131.315	-26.835
	20.003	48.764		43.504	-5.260
	91.775	206.914		174.819	-32.095
	23.401	86.098		65.572	-20.526
MOU	68.373	120.816		109.247	-11.568
aires	10%	15%		10%	
	12%	12%		12%	
	3%	3%		3%	
	10%	10%		10%	
	12%	10%		12%	
	3%	3%		3%	
	116.330	264.841	270.834	221.522	-43.319
	29.603	114.667	140.694	82.949	-31.718
	86.727	150.174	130.140	138.573	-11.601
	<b>128.447</b>	<b>292.427</b>	<b>299.045</b>	<b>244.596</b>	<b>-47.831</b>
	1.396	3.179	3.250	2.659	-520
emprunts	3.430	5.000		6.000	1.000

incipales

Ce tableau de synthèse permet de noter les éléments d'analyse suivants :

- TTK valide le fait que l'étude SYSTRA a fortement sous-estimé les coûts d'investissement. Un coût de 1,4M €/km n'est pas crédible.
- TTK constate en parallèle que l'étude SNCF est plus proche des véritables coûts de réouverture. Toutefois, les coûts unitaires SNCF peuvent être considérés maximaux dans une fourchette d'estimation. Il semblerait la SNCF a compté large pour ne pas prendre de risques de mauvaises surprises fréquentes dans les projets de transport et notamment ferroviaire, avec des coûts qui pourraient être surestimés d'environ 15% :
  - Pour les études d'avant projet des équipements ferroviaires, les mesures proposées sont ainsi pertinentes et les coûts unitaires SNCF sont corrects (un peu élevés pour ce qui concerne la voie).
  - Pour le tunnel du Somport, le rééquipement en infrastructure doit être considéré en partie comme « rétablissement d'emprunt ».
  - Pour l'expertises techniques de l'infrastructure, un certain nombre de postes ne sont pas justifiés et/ou estimés largement : d'importants coûts de « travaux spécifiques » de rétablissement de l'infrastructure apparaissent sans évaluation concrète.

#### 4.1.4 Synthèse

On peut noter que :

- la convergence des estimations se situe plutôt sur les postes sans grandes incertitudes ayant fait l'objet d'études d'avant projet abouties (équipements ferroviaires essentiellement) ;
- les divergences dans les estimations se situent plutôt sur les postes qui n'ont pas fait l'objet d'études d'avant projet et pour lesquels les incertitudes sont grandes (infrastructures essentiellement).

En fait ces divergences sont normales :

- SNCF a eu une mission d'estimation avec objectif +0%/-20%, soit une estimation prudente qui conduit à un "haut de fourchette";
- TTK a eu une mission d'expertise du potentiel d'optimisation avec des solutions innovantes (mais plus risquées), soit une estimation qui conduit à un "bas de fourchette".

On vérifie ceci avec un coût d'investissement moyen de 272M€ +/-10% :

- fourchette basse de 245M€ (TTK)
- fourchette haute de 299M€ (valeur reprise par RFF)

Il est à noter que ces estimations portent sur des travaux qui vont de la gare de Pau à la sortie du tunnel ferroviaire du Somport. Or une partie de ces travaux concernent la remise à neuf de la section Pau – Oloron, qui doit être considérée comme des travaux de régénération qui seront anticipés, puisque la ligne est en mauvais état et nécessitera très bientôt des travaux lourds. Il paraît logique de déduire du projet une partie de ces coûts. Si on enlève le coût de la rénovation des gares (estimée par TTK à environ 3 M €), le coût des travaux s'élève à près de 40 M €. Il paraît équitable que la moitié de cette somme soit considérée comme de l'anticipation de la régénération et déduit du projet.

**Le coût des investissements optimisé et imputables au projet est de  
225 M €**



## **4.2 Analyse critique, comparaison et optimisation de l'exploitation**

### **4.2.1 Observations générales sur les études d'exploitation et de clientèle Systra de 2000 et 2003**

L'étude d'exploitation Systra de 2000 était du niveau « faisabilité ». Elle est reprise au niveau « avant-projet » dans l'étude Systra de 2003.

Les évaluations de trafics fret de Systra en 2000 tablent sur une évolution de 1,45Mt/an vers 3Mt/an sur la ligne entre Pau et Canfranc. Les nouvelles estimations de l'étude Systra 2003 tablent pour le fret sur les mêmes ordres de grandeur, avec une réserve : dans l'hypothèse d'une mise en service rapide (2015) d'un axe UIC Bordeaux – Madrid via Irun (« référence bis »), le trafic de la ligne Pau – Canfranc plafonnera à environ 1,5Mt/an, ce qui correspond à un scénario d'exploitation avec des trains limités à 770T, éprouvé et sans risques (au contraire des scénarios d'exploitation plus ambitieux qui demanderont des renforts de tractions dont la faisabilité est plus incertaine).

En ce qui concerne les trafics voyageurs Pau - Canfranc, ils sont estimés par Systra en 2000 à près de 2000 voy./j. (environ 10% de part modale fer plus 950 voyageurs touristiques par jour) puis en 2003 à seulement la moitié, 1000 voy./j. (7% de part modale fer, plus seulement 156 voyageurs touristiques par jour). A titre comparatif, la SNCF estime à 150 le potentiel voyageur d'une exploitation Pau – Bedous. On note par ailleurs que :

- La perte des trafics fer en cas de réalisation du barreau semi-autoroutier Pau – Oloron, probablement très forte, n'est pas testée.
- Les gains de trafics fer en cas de réalisation d'un TCSP urbain qui desservirait la gare de Pau, probablement très forte, n'est pas testée.
- Les gains de trafics fer en cas de constitution d'une communauté tarifaire Pau – Oloron, probablement très forte (et notamment pour les trafics tourisme/loisirs de week-end et jours fériés) n'est pas testée.

### **4.2.2 Analyse détaillée de l'études d'exploitation Systra 2003 et du bilan financier**

L'étude d'exploitation est jugée globalement de très haut niveau :

- l'analyse des matériels roulants envisageables et les recommandations sont pertinentes.
- Le schéma d'exploitation avec règles de fonctionnement fret/voyageurs est en cohérence avec les positionnement des croisements et des évitements. Ce schéma cadencé est très optimisé et très judicieux : il est difficile de proposer mieux.
- Les opérations de manœuvres et de changements de machines sont cohérentes et conformes aux contraintes identifiées.
- La capacité de la ligne est bien utilisée dans le scénario 3.1 (B) (étude Systra 2003 p.136) avec une moyenne de 362 t/train net et 1,45Mt/an.

## Coûts d'exploitation

Les coûts d'exploitation adoptés apparaissent tout à fait vraisemblables<sup>5</sup>, avec des coûts qui croissent dans les options d'exploitation avec croissance de 1,45Mt/an à 3Mt/an (exploitation plus complexe, renforts de traction), qui restent stables dans l'option plus vraisemblable de plafonnement du trafic à 1,45Mt/an (« référence bis » : hypothèse d'une mise en service rapide (2015) d'un axe UIC Bordeaux – Madrid via Irun).

Dans l'option de plafonnement des trafics à 1,45Mt/an, les coûts d'exploitation proposés pour le fret sont de 9€/train.km, soit pour un train de 362t en moyenne un coût de 0,025€/t.km (contre 14,6€/train.km dans l'ancienne étude Systra). A cela, il faut ajouter un péage d'usage de 0,531€/train.km qui ne couvre pas la charge réelle d'entretien estimée plutôt par RFF à 2,5€/train.km. Ces niveaux de coûts sont tout à fait vraisemblables. Le taux de 250 j./an est courant dans le transport de fret.

Pour les trains de voyageurs, les coûts adoptés sont de 10,9€/train.km, valeurs conformes à une exploitation ferroviaire classique. Toutefois, des pistes de productivité telles que la conduite à agent seul, bien adaptées aux lignes secondaires, ne sont pas du tout explorées : de nombreux exemples illustrent que les coûts d'exploitation pourraient être réduits au minimum de moitié (offres autour de 6€/train.km dans les appels d'offre en Allemagne, coûts de 4€/train.km à Karlsruhe).

Les coûts marginaux fret adoptés sur les autres sections de 1€/train.km voy. et 2€/train.km fret sont plausibles.

Les coûts des investissements en matériel sont plausibles.

## Recettes et bilan d'exploitation fret

Les recettes d'exploitation sont calculées sur les bases de 0,036€/Tkm (contre 0,5F/voy.km et 0,2F/T.km dans l'ancienne étude Systra).

L'excédent brut d'exploitation est positif, pour peu que le trafic transporté sur la ligne atteigne bien les 1,45Mt/an, comme le montre le test d'une montée en charge progressive du trafic dans le tableau suivants :

---

<sup>5</sup> Comparables avec des exploitations similaires sur le Brenner.

jours / an	150	200	250
T/train	200	300	362
train/j	8	12	16
T/an	240.000	720.000	1.448.000
km	92	92	92
train.km/an	110400	220800	368000
Coûts d'entretien (2,5€/train.km)	276.000	552.000	920.000
Coûts d'exploitation	993.600	1.987.200	3.312.000
Total entretien+exploitation	1.269.600	2.539.200	4.232.000
Recettes d'exploitation	794.880	2.384.640	4.795.776
Excédent brut d'exploitation	-474.720	-154.560	563.776

Tab. 9 : Montée en charge du projet et équilibres économiques de l'opérateur de fret

On vérifie que le projet pourra pour ce qui concerne le fret être exploité sans subvention d'équilibre. Il ne faudra toutefois pas attendre des recettes d'exploitation qui permettent de rembourser l'investissement initial consenti par la collectivité. Ce cas de figure est d'ailleurs le plus courant dans les investissements ferroviaires qui au mieux atteignent le petit équilibre (projets TGV actuels, tunnel sous la Manche, tunnels de base transalpins).

#### Recettes et bilan d'exploitation voyageurs

En ce qui concerne l'exploitation voyageurs, les évaluations conduisent aux équilibres économiques suivants :

Coûts moyens sncf 2005	Pau-Oloron	Oloron-Canf.	Total
jours / an	310	310	310
voy./j.	2000	900	
train/j 1 sens	12	6	
voy.km/an	21.700.000	15.903.000	37.603.000
km	35	57	92
train.km/an	260400	212040	472440
Coûts d'entretien (2,5€/train.km)	651.000	530.100	1.181.100
Coûts d'exploitation (10,9€/train.km)	2.838.360	2.311.236	5.149.596
Total entretien+exploitation	3.489.360	2.841.336	6.330.696
Recettes d'exploitation (0,09€/voy.km)	1.953.000	1.431.270	3.384.270
Bilan d'exploitation	-1.536.360	-1.410.066	-2.946.426

Tab. 10 : Equilibres économiques pour l'exploitation des trains de voyageurs (I)

On note que avec une exploitation classique avec la SNCF, le projet d'extension de l'exploitation voyageurs de Oloron vers Canfranc conduira à un besoin supplémentaire de couverture du déficit de 1,4M€/an.

#### 4.2.3 Optimisation de l'exploitation voyageurs

Dans l'hypothèse où l'exploitation de l'ensemble de la ligne ferait l'objet d'un appel d'offre pour l'exploitation (intégration de l'ensemble Pau – Canfranc dans un projet soumis à concession hors RFF), le bilan pour la collectivité pourrait être positif : grâce à une baisse des coûts d'exploitation de 10,9€/train.km à 6€/train.km, le déficit pour l'ensemble de la ligne ne serait plus que de 0,6M€/an contre 1,5M€/an en référence sur la simple section Pau – Oloron avec exploitation SNCF.

Coûts sncf ou privé après appel d'offre	Pau-Oloron	Oloron-Canf.	Total
jours / an	310	310	310
voy./j.	2000	900	
train/j 1 sens	12	6	
voy.km/an	21.700.000	15.903.000	37.603.000
km	35	57	92
train.km/an	260400	212040	472440
Coûts d'entretien (2,5€/train.km)	651.000	530.100	1.181.100
Coûts d'exploitation (6€/train.km)	1.562.400	1.272.240	2.834.640
Total entretien+exploitation	2.213.400	1.802.340	4.015.740
Recettes d'exploitation (0,09€/voy.km)	1.953.000	1.431.270	3.384.270
Bilan d'exploitation	-260.400	-371.070	-631.470

Tab. 11 : Equilibres économiques pour l'exploitation des trains de voyageurs (II)

#### 4.2.4 Synthèse

Pour le fret, le coût d'exploitation permet d'atteindre l' équilibre financier.

Pour les voyageurs, le projet d'extension de l'exploitation voyageurs de Oloron vers Canfranc conduira à un besoin supplémentaire de couverture du déficit d'exploitation de 0,6M€/an avec une exploitation optimisée.

### 4.3 Analyse critique du dossier de synthèse sur les bilans socio-économiques

Une note de synthèse des bilans socio-économiques a été rédigée par RFF : cette note amène les commentaires suivants :

- 2 passages sont difficiles à comprendre avec des contradictions dans le texte : « l'intérêt de la réouverture de l'axe n'est pas négligeable, il existe **donc** un important risque trafic » ; « les homologues espagnols ont émis des réserves sur le nombre de trains de fret pouvant circuler via Hendaye, on peut **donc** noter que ces remarques ne remettent pas en cause les conclusions générales et les risques trafics identifiés dans cette étude ».
- Dans un contexte d'incertitude sur les coûts d'investissement, les seuls tests de sensibilité des études Systra qui sont défavorables au projet sont repris dans la synthèse. Le test avec -20% sur l'investissement qui conduit avec les valeurs IDRAC à un TRI de +4,9% n'est pas repris. Le test d'une situation avec voie mixte UIC Saragosse – Valence qui pourrait sensiblement renforcer l'intérêt du projet n'est pas évoqué.
- La limitation des trafics à 1,45Mt/an, dans un contexte de partage avec 2 nouveaux axes UIC côtiers et de difficultés d'exploitation de tonnages supérieurs pourrait être présentée comme une option satisfaisante : le niveau d'investissement à la tonne transporté (150 M€/t/an) n'étant pas mauvais si l'on compare avec celui de projets plus lourds (160 M€/t/an pour 40Mt/an pour la partie française du Lyon - Turin). Cette limitation est toutefois qualifiée de « risque trafic important ».
- Les coûts d'investissements cités dans la synthèse sont différents de ceux de l'APS SNCF, ce qui pose la question de la cohérence des chiffres utilisés.
- Une partie des coûts investis coté espagnol sont pris dans l'évaluation socio-économique : ce point est a priori justifié. Toutefois, le volume des coûts retenus est arbitraire et non expliqué.
- Dans le calcul des bénéfices actualisés, le fait que le report modal route sur rail coûte plus cher (baisse de recettes fiscales routières de -87M€) qu'il ne rapporte en gains sur les effets externes (+69M€), signifie que **toute politique volontariste de report modal pour le franchissement de secteurs sensibles tels que les massifs montagneux conduit à un bénéfice actualisé négatif**. Ce point mériterait débat et évolution des principes de calculs socio-économiques dans le contexte particulier des franchissements de massifs montagneux.

En définitive, la note de synthèse RFF recommande à l'Etat plus ou moins explicitement d'éviter de s'engager sur le projet. RFF sous-entend probablement une question majeure que pose le débat sur la réouverture de l'axe Pau - Sarragosse :

- comment peut-on raisonnablement envisager une croissance forte du trafic fret sur des infrastructures nouvelles alors même que le trafic fret sur les lignes existantes stagne en France, essentiellement du fait d'un coût à la tonne.km hors marché ?

## **5 Les pistes à explorer pour relancer le projet**

### **5.1 L'élaboration d'un « projet international unique » qui pourrait être concédé**

Il est certain que la réalisation de deux projets nationaux qui se rejoignent à la frontière ne représente pas une solution de réouverture économique et adaptée. De la même manière que le projet Perpignan – Figueras, l'ensemble des investissements :

- de mise à niveau Pau – Oloron,
  - de réouverture Oloron – Canfranc,
  - de mise à niveau et à écartement UIC Canfranc – Huesca,
- devraient être traités comme un projet international unique de réouverture Pau – Huesca avec :
- un seul maître d'ouvrage délégué,
  - un seul maître d'œuvre,
  - un seul gestionnaire de l'infrastructure,
  - un seul exploitant qui assurerait la traction des trains des opérateurs de fret internationaux.

Il faudrait déterminer quelle pourrait être le périmètre d'une section internationale entre Pau et Saragosse qui pourrait faire l'objet d'une concession optimisant les investissements et l'exploitation. La partie Oloron – Jaca semble être une option judicieuse, mais il faut bien l'étudier car il ne faut pas avoir de problèmes d'infrastructures majeurs en aval et en amont du projet. Si on se réfère au projet Perpignan – Figueras, on constate que le tronçon Figueras – Barcelone ne sera pas prêt à la mise en service du tunnel.

### **5.2 Une meilleure justification pour l'intérêt collectif par l'augmentation de la rentabilité socio-économique**

#### **5.2.1 La nécessaire actualisation du calcul socio-économique**

Le calcul de la rentabilité socio-économique doit être refait, car il a été basé sur un coût d'investissement beaucoup trop incertain, toutes les études n'étant pas du niveau AVP. Ce calcul ne peut donc pas servir de justification à un refus du projet. Il est donc nécessaire de cerner avec plus d'exactitude ces coûts en amenant les études techniques existantes au niveau AVP.

De plus, une nouvelle circulaire, plus favorable aux investissements dans les projets d'infrastructures, doit être appliquée, basée sur un taux d'actualisation à 4% au lieu de 8%.

#### **5.2.2 La prise en compte de nouvelles variables**

Des tests de sensibilité du TRI à la variation de différents paramètres ont été effectués par Systra :

- test avec les valeurs de coûts externes « IDRAC » (qui représentent un minimum dans le contexte du transit dans un site montagneux, les valeurs Boiteux étant quand à elles négligeables et adaptées tout au plus en rase campagne « classique ») : TRI de 3% ;
- test avec une hypothèse de réduction des coûts d'investissement de 20% : 4,9%, soit un taux supérieur au nouveau taux d'actualisation récemment retenu en France et qui permettrait donc de justifier la réalisation du projet par la puissance publique.

D'autres tests de sensibilité qui permettraient d'améliorer encore le TRI pourraient être réalisés :

- test avec l'adoption des valeurs de coûts externes « urbains » dans le cas de sites sensibles tels que les massifs montagneux ;
- test avec des hypothèses de trajets ferroviaires plus longs coté espagnol, dans la mesure où l'aménagement d'une ligne mixte à écartement UIC Sarragosse – Valence est désormais envisagé pour l'horizon 2015.

### **5.3 Un itinéraire fret d'intérêt stratégique**

En termes stratégiques, la mise à disposition d'un axe central supplémentaire aux axes côtiers a un sens dans une politique de développement du fret ferroviaire, ceci même si ces axes côtiers sont aménagés en continuité d'écartement UIC.

#### **5.3.1 Une capacité non négligeable pour le volume total de fret ferroviaire à faire passer à travers les Pyrénées, à envisager avant un tunnel de base.**

La capacité de la ligne est évaluée à 3 – 4 Mt/an. Ce niveau n'est pas négligeable face aux 18 à 21 MT/an envisagés au maximum sur l'axe Atlantique à l'horizon 2020, à la condition que le réseau espagnol soit à écartement UIC. C'est une contribution non négligeable à la problématique du fret ferroviaire à travers les Pyrénées.

Du point de vue de TTK, il est prématuré d'envisager un tunnel de base sous les Pyrénées (10 à 20 milliards d'euros) si l'on est aujourd'hui pas sûr de charger l'axe Pau – Sarragosse : pour 225 à 300M€ d'investissement coté français, la réouverture de l'axe Pau – Canfranc peut dans ce contexte avoir valeur de test et de première phase d'une amorce de renaissance du fret ferroviaire de/vers l'Espagne. L'exemple suisse montre que les autorités ont d'abord demandé aux opérateurs de fret ferroviaire (CFF et BLS) de démontrer leur capacité de pousser l'exploitation des lignes de montagne à leur seuil de saturation et même au-delà avant de réaliser les tunnels de base.

#### **5.3.2 Un axe qui peut servir de voie de délestage**

En cas de phénomènes de saturation ou de perturbation d'exploitation des itinéraires côtiers, la liaison Dax - Pau – Saragosse constitue un itinéraire « bis » qui peut servir de délestage occasionnel.

Comme l'indiquent les autorités espagnoles, si la somme [voies actuelles + voies nouvelles] sera effectivement mise un jour à écartement UIC (soit des capacités de

4 voies coté Méditerranée et coté Atlantique), cette perspective est très lointaine et pendant longtemps, les seuls axes à écartement UIC disponible seront des lignes à grande vitesse avec peu de sillon pour le fret : les 16 sillons AR de l'axe Pau – Saragosse représenteront ainsi un appui intéressant, notamment dans les pointes estivales de trafics TGV de/vers l'Espagne

### **5.3.3 Un axe qui peut accueillir rapidement un service de fer-routage**

Les gabarits des tunnels entre Oloron – Canfranc permettent d'envisager un service transfrontalier de ferroulage longue distance qui viendrait compléter celui sur l'axe atlantique. Ainsi, il serait envisageable d'établir un service Saragosse – Tours dont il faudrait étudier la possibilité d'équilibre financier.

### **5.3.4 Un projet qui permet de faire du report modal sur l'axe pyrénéen Pau – Sarragosse**

#### **5.3.4.1 L'exemple suisse**

Le projet de réouverture de la ligne ferroviaire Oloron – Canfranc s'inscrit en principe dans le cadre d'une politique d'internalisation des coûts externes du transport routier, particulièrement élevés dans le franchissement des massifs montagneux, avec choix d'un report modal des trafics de la route vers le rail. En Suisse, cette politique se traduit par :

- un investissement massif dans les nouvelles percées alpines (30km de tunnel du Lötschberg et 70km cumulés de tunnels sur l'axe du St Gottard) ;
- un gel des nouvelles autoroutes qui pourraient faciliter le transit routier par les Alpes ;
- une politique de régulation des trafics par un péage autoroutier élevé pour les PL visant à inciter : 1/ les chargeurs à utiliser le rail et 2/ les camions à utiliser les services de « route roulante » ferroviaire entre Bâle et Chiasso ;
- une mise en pratique de l'ouverture des infrastructures nord-sud au maximum d'opérateurs ferroviaires (RAILION, coopération CFF+FS...) ;
- en définitive, la politique suisse consiste à fixer des objectifs cibles en termes de trafics par rail et par route à l'horizon 2020 et à se donner les moyens en termes d'infrastructure, de tarification et de compétition ferroviaire pour arriver à ces objectifs.

#### **5.3.4.2 L'application au contexte de Pau - Canfranc**

Dans le contexte du projet Pau - Canfranc, l'analyse du contexte suisse amène à noter les points suivants :

- le tunnel du Somport est aujourd'hui gratuit. Dans un contexte de réouverture de la ligne ferroviaire, la question d'un péage PL pourrait être posée (avec interdiction de circuler sur la route du col) et serait en cohérence avec une politique d'internalisation des coûts externes. L'affectation des recettes du péage à l'amortissement des investissements du projet ferroviaire permettrait ainsi d'alléger la facture pour la collectivité.



## **5.4 L'intégration dans un schéma multimodal voyageurs – fret**

La mise en place d'un schéma multimodal de l'axe Pau – Saragosse cohérent est en réalité un préalable nécessaire au projet. Il faut que la collectivité se fixe des objectifs volontaristes en matière de report sur le mode ferroviaire et qu'elle détermine les actions et les investissements nécessaires pour y arriver.

Le projet Pau – Canfranc – Saragosse pourrait être une des clefs essentielle de réussite de ce schéma.

## **5.5 Une mise en service rapide d'un axe UIC jusqu'à Saragosse**

Cet axe peut être mise en service plus rapidement (avant 2010) que l'axe côtier Atlantique (horizon 2015 / 2020) qui dépend à la fois de la réalisation de l'Y basque (dont la date de mise en service reste incertaine) et de la mise en service du tronçon Dax – Vitoria qui n'est est qu'au stade du débat public. Son coût n'est d'ailleurs pas du même ordre de grandeur.

## 6 Difficultés et risques à prendre en compte

### 6.1 Un projet qui dépend des politiques de transport déterminées par les Etats

Dans le contexte de contraintes financières lourdes, RFF n'a en fait ni les moyens, ni la mission de se substituer à l'Etat pour poser les grandes questions stratégiques liées au projet de réouverture de la ligne Pau – Canfranc :

- l'ouverture du marché européen permettra-t-elle de voir l'entrée de nouveaux opérateurs ferroviaires plus compétitifs, qui eux-mêmes puissent aiguillonner la SNCF vers des gains de productivité suffisants pour ramener les coûts de la tonne.km transportés par rail vers des valeurs plus compétitives que la route sur les longues distances ?
- Le développement du fret ferroviaire est un pari incertain sur l'avenir où les opérateurs devront faire leurs preuves. Comment dans ce cadre peut-on défendre des investissements lourds « maximalistes »<sup>6</sup> et renoncer à des opérations plus légères qui pourraient servir de test ? Comment gérer la croissance des trafics pyrénéens à moyen et long terme en évitant les futurs couloirs de camions dans les vallées et amorcer une politique de relance du fret ferroviaire si l'on renonce déjà aux investissements les moins coûteux ?

### 6.2 Aspect transfrontalier

L'aspect transfrontalier représente une première difficulté du dossier, dans la mesure où il implique :

- la coopération et coordination de 2 autorités politiques décisionnelles de part et d'autre de la frontière ;
- la coopération et coordination de 2 maîtres d'ouvrages infrastructure de part et d'autre de la frontière.

### 6.3 Incertitudes techniques et expertises divergentes

Les estimations des coûts de réouverture Oloron – Canfranc et de mise à niveau de l'ensemble de l'itinéraire Pau-Canfranc vont de 115M€ (SYSTRA, CE 2000, soit 1,23M€/km) à 292M€ (expertise SNCF-Ingénierie, CE 2003, soit 3,1M€/km). Le coût estimé par SYSTRA est à première vue très bon marché, le coût SNCF, quoique élevé, ne paraît pas invraisemblable au regard d'opérations similaires et des difficultés spécifiques du site. Une mise en compétition de la maîtrise d'œuvre, voire de la maîtrise d'ouvrage similaire à celle pratiquée pour les lignes nouvelles (qui nécessiterait une modification législative) permettrait peut être de préciser ces éléments de coûts avec la certitude de coûts optimisés.

---

<sup>6</sup> 100km de tunnels pour la liaison transalpine, tunnel de base sous les Pyrénées...

## **6.4 Double contexte de crise du fret SNCF et d'ouverture du marché européen**

La crise du fret SNCF pose aux projets tels que le projet de réouverture de la ligne Oloron – Canfranc une question redoutable : comment peut-on raisonnablement envisager une croissance forte du trafic fret sur des infrastructures nouvelles alors même que le trafic fret sur les lignes existantes stagne en France, essentiellement du fait d'un coût à la tonne.km hors marché ?

Face à cette question, l'ouverture du marché européen ouvre une perspective, celle de voir l'entrée de nouveaux opérateurs ferroviaires plus compétitifs, qui eux-mêmes puissent aiguillonner la SNCF vers des gains de productivité suffisants pour ramener les coûts de la tonne.km transportés par rail vers des valeurs plus compétitives que la route sur les longues distances.

## **6.5 Question du tunnel du Somport**

La réouverture de la ligne Oloron – Canfranc nécessite la réutilisation ferroviaire du tunnel du Somport, aujourd'hui utilisé comme galerie de sécurité pour le tunnel routier. Cette fonction de galerie de sécurité devra rester possible en cas de réouverture de la ligne ferroviaire, avec réciprocity des fonctions (le tunnel routier jouant le rôle de galerie de sécurité pour le tunnel ferroviaire).

## **6.6 Contexte de 3 projets transpyrénéens en parallèle**

La traversée des Pyrénées fait aujourd'hui l'objet de 3 projets en parallèle :

- la ligne nouvelle mixte TGV/fret Perpignan – Barcelone, en travaux avec ouverture prévue en 2007-2008 ;
- la réouverture de la ligne Oloron – Canfranc (dont la mise en service est désormais incertaine) ;
- la ligne nouvelle internationale Dax - San Sebastian (études de scénarios en cours, horizon de mise en service 2020) connectée au Y Basque en construction (horizon de mise en service 2010).

Si le projet Perpignan – Barcelone est aujourd'hui lancé, les deux autres, bien que de nature et de montants très différents, restent à financer et peuvent se retrouver dans une certaine concurrence dans l'affectation des fonds publics régionaux, nationaux et européens. Il n'est pas impossible en ce sens que RFF et SNCF souhaitent concentrer leurs efforts (et agir dans le sens d'une concentration des efforts de leurs autorités de tutelle) sur le projet le plus stratégique par crainte d'une dispersion des attentions et moyens.

## **6.7 Contexte d'une prévision de trafic incertaine dans le cadre d'un réseau autoroutier toujours plus maillé**

En ce qui concerne les trafics, les prévisions sont extrêmement complexes et incertaines, comme dans tout projet transport, surtout transfrontalier. Cette incertitude est d'autant plus grande qu'elle s'inscrit dans le cadre d'une politique des transports aux contours encore flous.

Effectivement, le contexte du développement du fret ferroviaire de/vers l'Espagne est très incertain, marqué par des éléments favorables et défavorables dont il est difficile d'estimer aujourd'hui les effets escomptables à moyen et long terme :

Dans les effets favorables, on notera :

- la hausse du prix du pétrole et donc le renchérissement des coûts du transport routier ;
- la mise aux normes UIC du réseau classique en Espagne qui va permettre de développer le transport de fret international ;
- l'aménagement de la ligne ferroviaire Dax-Pau par laquelle passeront les trains de fret utilisant la ligne Pau-Canfranc-Saragosse (augmentation de capacité avec une nouvelle signalisation et renforcement de l'alimentation électrique) ;
- l'éventuel retard de l'Y basque qui limiterait l'augmentation du trafic fret passant par Hendaye et le probable manque de sillons fret sur la nouvelle ligne ;
- les objectifs de préservation de l'environnement qui vont être de plus en plus drastiques en zone montagneuse ;
- l'ouverture du fret à la concurrence qui peut amener à moyen terme des opérateurs de fret privés très compétitifs.

Dans les effets défavorables :

- au delà des objectifs affichés de report modal sur le rail, le programme autoroutier espagnol est en train de conduire l'Espagne à doubler la France en nombre de kilomètre d'autoroutes et de voies express : le fret ferroviaire réussira-t-il à décoller dans une telle situation de compétition avec un réseau routier moderne ?
- de même coté français, les projets routiers d'aménagements de la RN134, l'autoroute Langon - Pau-Oloron prolongée par la route Pau-Langon offriront au transport routier une offre concurrente performante.

## 7 Conclusions

Au vu de l'audit réalisé, TTK identifie un enjeu de réouverture pour une solution la plus économique possible avec la meilleure rentabilité financière pour le gestionnaire d'infrastructures et la meilleure rentabilité socio-économique pour la puissance publique française. Cette solution est caractérisée par les éléments suivants :

- un projet international unique sur l'ensemble Pau - Huesca nécessitant la recherche de solutions originales nouvelles pour la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, la gestion de l'infrastructure et l'exploitation ;
- un projet de réouverture qui s'inscrit dans un schéma multimodal de l'axe cohérent et qui soit décliné en 3 volets :
  - un volet périurbain Pau – Bidos ;
  - un projet voyageurs grandes lignes et touristique Pau – Huesca ;
  - un projet fret axé sur un objectif de 1,45Mt/an.

Il faudrait, avant de se prononcer sur ce projet, préciser les points suivants :

### 1. les conditions de réalisation d'un projet international unique :

- analyse des solutions juridiquement envisageables (GIE franco-espagnol, PPP etc... de telles solutions pourraient nécessiter une modification législative permettant la mise en compétition des maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre pour la modernisation de certains axes ferroviaires secondaires existants (cas des antennes relativement indépendantes du réseau principal, qui pourraient être mieux gérées localement qu'au niveau national par RFF, ou bien de lignes internationales telles que Pau – Canfranc dont la maîtrise d'ouvrage serait confiée à un gestionnaire des infrastructures unique (espagnol, français ou franco-espagnol)) ;
- rencontre des acteurs potentiel du projet coté espagnol : RENFE fret, voyageurs et infrastructures ;
- synthèse ;

### 2. le projet de réouverture :

- analyse des enjeux financiers d'une mise à péage du tunnel du Somport avec affectation des recettes au projet ferroviaire ;
- analyse d'une option type ferroutage dans le cadre de restrictions lourdes de la circulation PL sur la RN134 ;
- analyse des impacts sur le projet de la modernisation et mise à écartement UIC de l'axe Valence – Saragosse ;
- bilan socio-économique et financier du projet, comparé avec celui produit par le groupement SYSTRA / EPYSA. Ce bilan exposera clairement le risque financier du gestionnaire d'infrastructures et celui de l'exploitant ferroviaire. Un test de sensibilité de ce bilan à diverses hypothèses (niveaux des coûts externes, niveaux des trafics) sera proposé.

Il est également nécessaire de mettre toutes les études au niveau AVP et de recalculer les impacts économiques, sociaux et financiers en conséquence.

Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.

## 8 ANNEXES

### 8.1 Liste des études à auditer remises par la Région Aquitaine

#### A. Etude patrimoniale et de remise en état de la ligne ferroviaire Oloron – Canfranc

Maîtrise d'ouvrage : Conseil Régional d'Aquitaine

Maîtrise d'œuvre : JLR/SYSTRA

Coût : 106 714 € (700 000F)

- Rapport d'étude – mars 2000
- Annexes au rapport d'étude (cartes, schémas, planches et photographies) – mars 2000
- Rapport de synthèse – mai 2000
- Rapport technique complémentaire – octobre 2000

#### B. Etudes complémentaires pour la réouverture Pau – Canfranc - Saragosse

Maîtrise d'ouvrage : RFF

##### I. Etude d'exploitation, prévisions de trafic, bilans socioéconomiques de la réouverture de l'axe Pau Canfranc Saragosse

Maîtrise d'œuvre : SYSTRA/ EPYPSA

Coût : 152 400€HT

- o «phase 1 : méthodologie » édition 2 de mai 2002
- o «phase 2 : exploitation » édition 3 de janvier 2003
- o «phase 3 : étude de trafics » édition 6 de mars 2003
- o «rapport complémentaire - référence bis » édition 5 d'octobre 2003
- o «phase 4 – bilans socio-économiques » édition 5 d'octobre 2003
- o «note de synthèse de l'étude » version 2 du 13 février 2004

##### II. Expertise technique, analyse des contraintes environnementales, études AVP des superstructures

Maîtrise d'œuvre : SNCF Direction de l'ingénierie

Coût : 990 400€HT

#### a) Expertise technique ligne de Pau à Canfranc

Note de synthèse – juillet 2002

##### Ouvrages d'art :

- tunnels – rapport final– juin 2002
- tunnels – ventilation – portalet hélicoïdal– juillet 2002

- tunnels – investigations complémentaires – Peillhou, Portalet, Larry, Somport – juillet 2002
- murs – rapport final– juin 2002
- ponts – rapport final– juin 2002

#### Infrastructures :

- expertise de la plateforme – septembre 2002
- ouvrages en terre – rapport final - juin 2002
- chute de blocs – rapport final– juin 2002
- risques d'avalanches – rapport final – juin 2002
- hydraulique – rapport final – juillet 2002

#### Passages à niveau :

- passages à niveau - rapport final – juillet 2002

#### Electrification :

- alimentation électrique –rapport final – juillet 2002

#### Environnement

- environnement –rapport final – juillet 2002

#### Voies et ballastage

- études sommaire de longueurs de voie d'évitement – août 2002

### **b). Avant-projet des équipements ferroviaires Réhabilitation de la liaison ferroviaire de Pau à Saragosse section de ligne de Pau à Canfranc**

Maîtrise d'œuvre : SNCF direction de l'ingénierie

Date études : novembre 2003

#### Dossier de synthèse

##### Dossier technique

- annexe 1 - Schémas d'installation
- annexe 2 – passages à niveau
- annexe 3 – positionnement des gares et PN sur carte IGN
- annexe 4 – implantation du point de manœuvre
- annexe 5 – grilles de trafic

##### Dossier voie

- Notice descriptive des travaux de voie et des appareils
- annexe 1 – organisation du chantier
- annexe 2 – besoins en trains travaux
- annexe 3 – schémas d'armement
- annexe 4 – appareils estimations

##### Dossier signalisation

- Principes d'installation de la signalisation
- Notice explicative



- annexe 1 – schémas avant-programme
- annexe 2 – récapitulatif des estimations
- annexe 3 – autres schémas d'installation

#### Dossier caténaires et alimentation HT

- rapport d'étude sur l'alimentation électrique 2x25000V
- annexes
- antenne 1500V depuis Pau
  
- notice explicative des équipements d'alimentation électrique
- annexe 1 – estimations
- annexe 2 – plans de masse
- annexe 3 – plannings
  
- notice technique – caténaires
- annexe 1 – estimations
- annexe 2 – schémas généraux d'alimentation

#### Dossier de traitement des PN particuliers et des points de manoeuvre

- étude complémentaire d'aménagement du PN34
- étude complémentaire d'aménagement du PN55
- étude d'aménagement du PN66
- étude comparative des points de manoeuvre entre la gare de St Christau Lurbe et la gare de Bedous

#### Dossier des ouvrages d'art

- notice explicative sur les ponts rails de la section de Pau à Oloron
- dossier avant projet viaduc de Borce / Etsaut
- dossier avant projet viaduc de Peilhau

#### Dossier SEM

- études de protection de compatibilité électromagnétique

#### Dossier des télécommunications et des alimentations BT

- programme des télécommunications RFF et SNCF
- programme et notice d'aménagement des alimentations basse tension
- annexe – besoins et estimations

## **8.2 Liste des études à auditer remises par RFF**