



HAL
open science

Le modèle de Prédiction de Trafic Voyageurs de la Ligne à Grande Vitesse “ Sud Europe Atlantique ” (Tours - Angoulême - Bordeaux)

Ioannis Tellakis

► **To cite this version:**

Ioannis Tellakis. Le modèle de Prédiction de Trafic Voyageurs de la Ligne à Grande Vitesse “ Sud Europe Atlantique ” (Tours - Angoulême - Bordeaux). Gestion et management. 2008. dumas-00732400

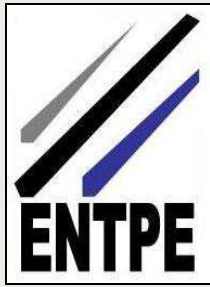
HAL Id: dumas-00732400

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00732400>

Submitted on 14 Sep 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



MASTER 2 PROFESSIONNEL

« TRANSPORTS URBAINS ET
REGIONAUX DE PERSONNES »

RAPPORT DE STAGE

LE MODELE DE PREVISION DE TRAFIC VOYAGEURS
DE LA **LGV SEA** (TOURS-ANGOULEME-BORDEAUX)



Auteur

IOANNIS TELLAKIS

Maître de Stage

PIERRE LABORDE

Enseignants

PATRICK BONNEL

BRUNO FAIVRE D'ARCIER

Période du Stage

AVRIL-SEPTEMBRE 2008

15 Septembre 2008



Fiche bibliographique

[Intitulé du diplôme] Master Professionnel Transports Urbains et Régionaux de Personnes (TURP)		
[Tutelles] - Université Lumière Lyon 2 - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)		
[Titre] Le modèle de Prévision de Trafic Voyageurs de la Ligne à Grande Vitesse « Sud Europe Atlantique »		
[Sous-titre] Tours – Angoulême – Bordeaux		
[Auteur] Ioannis TELLAKIS		
[Membres du Jury (nom et affiliation)] Patrick BONNEL – Président du Jury, (Professeur/Chercheur au LET-ENTPE) Olivier KLEIN – Expert, (Chercheur au LET-ENTPE) Pierre LABORDE – Maître de Stage, (Ingénieur, Expert)		
[Nom et adresse du lieu du stage] COTEBA Développement 2 avenue François Mitterrand 93210 La-Plaine-Saint-Denis - France		
[Résumé] Le modèle de prévision de trafic voyageurs de la LGV SEA a pour finalité d'estimer l'évolution des trafics ferroviaires sur l'axe atlantique, suite à l'ouverture de la nouvelle ligne (2016), suivant différents scénarios d'évolution de la demande voyageur, de l'offre de transports (prix, temps de parcours, fréquences etc.) et des caractéristiques socio-économiques nationales et locales (Population, PIB) entourant le projet. Ce modèle se décompose en quatre sous-modèles (Génération, Distribution, Choix Modal, Induction). Les horizons d'étude retenus sont : 2016 – 2020 – 2025 – 2040 – 2059. Ce rapport présente le cadre méthodologique, les résultats et les hypothèses retenues de l'étude de trafic voyageurs, avec toute l'argumentation utile à la bonne compréhension de la méthode de modélisation.		
[Mots clés] LGV SEA, Atlantique, Modèle, Prévision, trafic, voyageurs, fer, part modale, Tours, Bordeaux, Angoulême	Diffusion : - papier : [oui/ non] [*] - électronique : [oui/ non] [*] (* : Rayer la mention inutile) Confidentiel jusqu'au : 30 septembre 2011	
[Date de publication] Septembre 2008	[Nombre de pages] 109	[Bibliographie (nombre)] 11

Publication data form

[Entitled of Diploma] Master Degree Diploma in Urban and Regional Passenger Transport Studies		
[Supervision by authorities] - Université Lumière Lyon 2 - Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE)		
[Title] Model of Passenger Traffic Forecast of the High Speed Line "South Europe Atlantic"		
[Subtitle] Tours – Angouleme – Bordeaux		
[Author] Ioannis TELLAKIS		
[Members of the Jury (name and affiliation)] Patrick BONNEL – President of the Jury, (Professor, Researcher at LET-ENTPE) Olivier KLEIN – Expert, (Researcher at LET-ENTPE) Pierre LABORDE – Training supervisor, (Engineer, Expert)		
[Place of training] COTEBA Développement 2, avenue François Mitterrand 93210 La-Plaine-Saint-Denis - France		
[Summary] The object of the Model of Passenger Traffic Forecast of the HSL SEA is to estimate the level of rail traffic on the Atlantic axis, after the opening of the new line (2016). Various scenarios are studied, considering the variation of the transport mode's offer (price, time, frequency etc) and of the national and local socio-economic characteristics (Population, GDP). This model consists of four sub-models (Generation, Distribution, Mode Choice, Induction). The horizons of the study are: 2016 – 2020 – 2025 – 2040 – 2059. This report presents the methodology followed, the results, and the assumptions of the project, with relevant discussion of the issues for good comprehension of the method of modelling".		
[Key Words] HSL SEA, Atlantic, Model, Forecast, Traffic, passenger, train, Tours, Bordeaux, Angouleme	Distribution statement : - Paper : [yes / ñe] [*] - Electronic : [yes / ñe] [*] (* Scratch the useless mention)	Declassification date : 30 September 2011
[Publication date] September 2008	[Nb of pages] 109	[Bibliography] 11

Remerciements

Je tiens à remercier, tout d'abord, mon maître de stage, Pierre LABORDE, qui m'a fait confiance dans la réalisation de cette étude et il m'a aidé sur la rédaction de ce rapport.

Je remercie aussi tout particulièrement Xavier RIPA et Thomas RESSICAUD, avec qui j'ai eu le plaisir de travailler sur l'élaboration du modèle de prévision et qui m'ont aidé dans mon travail dès les premiers jours de mon stage.

Un grand merci à tout le personnel de la Société COTEBA Développement pour leur sympathie et leur disponibilité et notamment à Maria KOUVIELOU, Estelle ROSSO, Sylvie DOMINGUEZ, Pierre TANEL et Anthony DANNEYROLLE.

Enfin, je voudrais remercier Patrick BONNEL et Bruno FAIVRE D'ARCIER, qui m'ont permis d'approfondir mes connaissances sur le domaine de transports avec ma participation à la 16^{ème} Promotion du Master TURP.

Sommaire

LISTE DE TABLEAUX.....	6
LISTE DE FIGURES	7
1. INTRODUCTION	9
1.1 PREAMBULE.....	9
1.2 PRESENTATION DE LA MISSION DU STAGE	10
1.3 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	23
2. CADRE METHODOLOGIQUE	29
2.1 PREAMBULE.....	29
2.2 HORIZONS D'ETUDE ET SITUATIONS CONSIDEREES	30
2.3 ZONAGE ET PERIMETRE DE L'ETUDE	31
2.4 LE MODELE DE PREVISION DE TRAFIC LGV SEA.....	33
3. LOGICIEL DE SIMULATION	43
3.1 PREAMBULE.....	43
3.2 ORGANIGRAMME DU LOGICIEL	43
3.3 DONNEES ET SORTIES DU MODELE.....	45
4. RESULTATS	58
4.1 PREAMBULE.....	58
4.2 RESULTATS DU « SCENARIO CENTRAL »	58
4.3 SCENARII FAVORABLE ET DEFAVORABLE	67
4.4 ANALYSE DE SENSIBILITE	68
4.5 GRANDS PROJETS DE SUD-OUEST (GPSO).....	73
5. CONCLUSION	77
5.1 L'ETUDE ET SES RESULTATS	77
5.2 EXPERIENCE PERSONELLE DE STAGE	78
6. BIBLIOGRAPHIE	79
7. ANNEXES	80

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution du Trafic Voyageurs TGV radial	16
Tableau 2 : Demande voyageurs 2003	29
Tableau 3 : Nombre de zones par pays	32
Tableau 4 : Elasticités retenues au PIB	35
Tableau 5 : Valeurs pour la formulation du modèle gravitaire.....	37
Tableau 6 : Attributs pour la formulation des utilités	40
Tableau 7 : Voyageurs annuels LGV SEA 2016 à 2059, par type de trafic	61
Tableau 8 : Evolution du trafic – LGV Méditerranée	64
Tableau 9 : Progression considérée pour le saut de trafic entre Référence et Projet	65
Tableau 10 : Test de Sensibilité, PIB +/- 10 %	68
Tableau 11 : Test de Sensibilité, Tarifs ferroviaires +/- 10 %.....	69
Tableau 12 : Test de Sensibilité, Tarifs aériens +/- 20 %.....	69
Tableau 13 : Test de Sensibilité, Coût de carburants +/- 10 %.....	69
Tableau 14 : Test de Sensibilité, Valeur du Temps +/- 20 %	70
Tableau 15 : Test de Sensibilité, Effet frontière +/- 20 %.....	70
Tableau 16 : Test de Sensibilité, Péages routiers +/- 20 %	71
Tableau 17 : Test de Sensibilité, Temps de trajet ferroviaire +/- 10 %.....	71
Tableau 18 : Gains de temps avec les GPSO	73
Tableau 19 : Trafic ferroviaire sur la LGV SEA, avec et sans les GPSO	74

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Schéma de la LGV SEA	10
Figure 2 : Projets prioritaires du Réseau Trans-Européen des Transports.....	14
Figure 3 : Schéma Directeur National des LGV (avril 1992).....	15
Figure 4 : Répartition du trafic sur l'axe Tours-Bordeaux selon son type	16
Figure 5 : Principaux flux entre les grandes zones – Mode Fer.....	17
Figure 6 : Répartition modale sur l'axe Tours-Bordeaux en 2003.....	18
Figure 7 : Croissance des Trafics (indice 100 en 1992)	19
Figure 8 : Organigramme du “Groupement EIFFAGE”	20
Figure 9 : Localisations du Groupe COTEBA	24
Figure 10 : Le Tramway de Nice.....	26
Figure 11 : Organigramme du Groupe COTEBA.....	27
Figure 12 : Aire d'étude et son zonage à proximité du projet.....	31
Figure 13 : Schéma des Principes du Fonctionnement du Modèle SEA	34
Figure 14 : Ordinogramme du fonctionnement du Modèle	44
Figure 15 : Extrait de l'onglet 'Demande_2003'	46
Figure 16 : L'onglet 'Mobilité' du modèle	47
Figure 17 : L'onglet 'Socio_économie'	47
Figure 18 : Extrait d'onglet 'Socio_éco', les prévisions sur la Population et le PIB. 48	
Figure 19 : L'onglet 'Offre_2003'	49
Figure 20 : Partie de l'onglet 'Offre_projet_2016'	50
Figure 21 : L'onglet 'Coûts_mode' du logiciel	51
Figure 22 : Caractéristiques d'évolution de l'offre ferroviaire, onglet 'Critères_offre' 52	
Figure 23 : Extrait de l'onglet 'Gain_de_temps'	53
Figure 24 : La feuille 'Demande_FdE_2025'.....	54
Figure 25 : L'onglet qui représente la demande en situation Référence en 2040....	54
Figure 26 : La demande par tronçon en 2016, feuille 'Demande_éligible'	55
Figure 27 : L'onglet 'Outputs_2020' qui présent la demande éligible sur la LGV SEA en 2020.....	56
Figure 28 : La présentation graphique de la répartition modale dans l'onglet 'Outputs_2020' à l'horizon 2020.	56
Figure 29 : La demande éligible par tronçon aux différents horizons	57
Figure 30 : Evolution au 'Fil de l'Eau' de la demande (tous modes).....	58
Figure 31 : Trafic ferroviaire sur la LGV SEA à l'horizon 2016	59

Figure 32 : Répartition modale en 2003 et en 2016.....	60
Figure 33 : Evolution du trafic ferroviaire sur la LGV SEA	61
Figure 34 : Clientèle nouvelle de Référence à Projet en % par minute gagnée pour différents projets ferroviaires	62
Figure 35 : Montée en charge LGV SEA, Progression du gain de trafic.....	65
Figure 36 : Montée en charge du trafic sur la LGV SEA	66
Figure 37 : Résultats des Scénarii Favorable et Défavorable.....	67
Figure 38 : Récapitulatif de Tests de sensibilité réalisés	72
Figure 39 : Trafic ferroviaire sur la LGV SEA, avec le GPSO	74

1. INTRODUCTION

1.1 PREAMBULE

Dans le cadre de mon Master 2 Professionnel « Transports Urbains et Régionaux de Personnes » de l'Université Lyon II et de l'Ecole Nationale de Travaux Publics de l'Etat (ENTPE), j'ai effectué un stage d'une durée de six mois au sein de COTEBA Développement, à partir de 7 avril 2008 jusqu'au 30 septembre 2008.

La mission principale de ce stage était la participation à l'élaboration du **Modèle de prévision de trafic voyageurs** de la nouvelle Ligne ferroviaire à Grande Vitesse « Sud Europe Atlantique » (**LGV SEA**).

Ce modèle de prévision a pour finalité d'estimer l'évolution des trafics ferroviaires sur l'axe atlantique, suite à l'ouverture de la LGV SEA (2016), suivant différents scénarios d'évolution de la demande voyageur, de l'offre de transports (prix, temps, fréquences, conditions de rabattement et de diffusion...) et des caractéristiques socio-économiques nationales et locales entourant le projet. Les horizons d'étude retenus sont : 2016 – 2020 – 2025 – 2040 – 2059.

Ce rapport présente le cadre méthodologique, les hypothèses et les résultats de l'étude de trafics voyageurs, avec toute l'argumentation utile à la bonne compréhension de la méthode de modélisation. Ce travail a été réalisé par COTEBA au sein du groupement TRACTEBEL – COTEBA.

1.2 PRESENTATION DE LA MISSION DU STAGE

1.2.1 Présentation du Projet, la LGV SEA

1.2.1.1 Préambule

Le projet de la nouvelle ligne ferroviaire à grande vitesse **Sud Europe Atlantique (LGV SEA)** consiste en la réalisation d'une nouvelle infrastructure entre Saint-Avertin (au sud-est de Tours) et Ambarès-et-Lagrave (au sud de Bordeaux), qui représente un linéaire de 302 km et 39 km de raccordements. Le coût de ce projet a été estimé à environ 7 milliards d'euros.

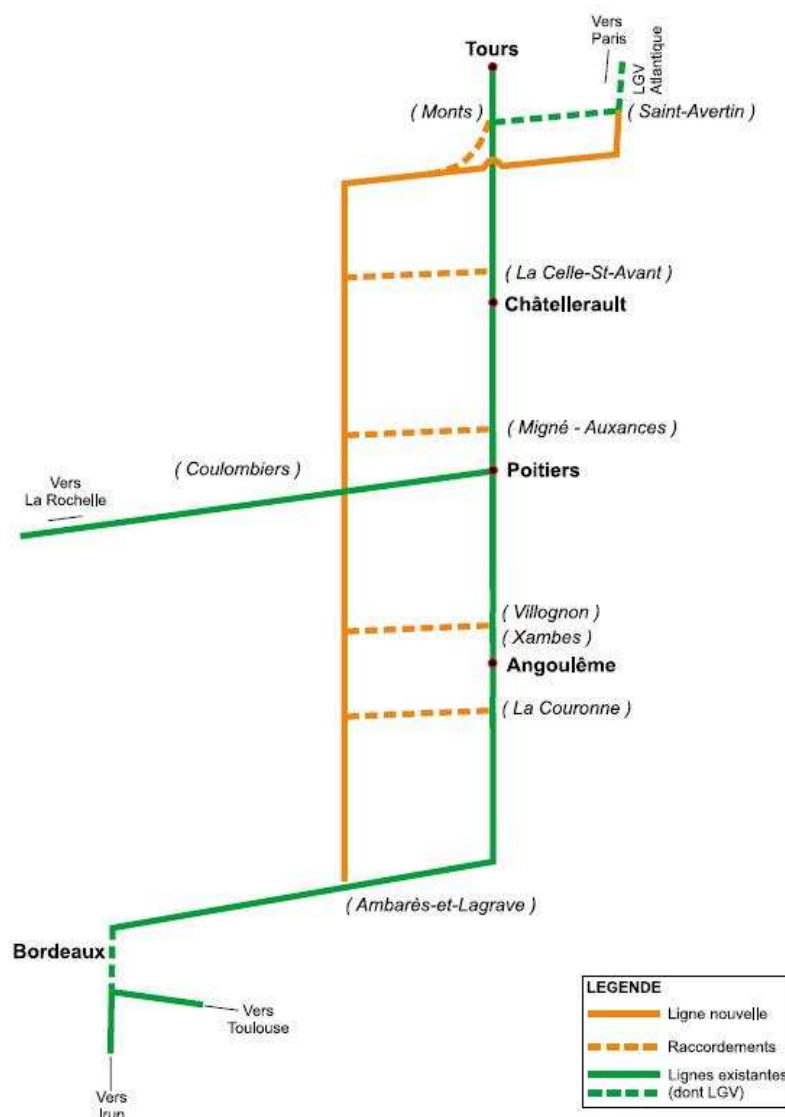


Figure 1 : Schéma de la LGV SEA (Source : SETEC)

La LGV SEA s'inscrit dans la continuité géographique de la LGV Atlantique, qui relie Paris à Tours. La liaison ferroviaire entre le grand Sud-ouest et l'Île-de-France, circulée en TGV depuis 1990.

La nouvelle ligne, dédiée aux voyageurs, est dimensionnée géométriquement pour une vitesse de 350 km/h et permettra une amélioration importante de la desserte ferroviaire des régions concernées. Le meilleur temps de transport entre Bordeaux et Paris sera alors diminué d'une heure, s'établissant à environ deux heures. Conjointement, grâce notamment à la capacité offerte par la ligne nouvelle, les fréquences (nombre de trains par jour) augmenteront. La qualité de la desserte ferroviaire actuelle des villes situées sur l'axe, dont Bordeaux, s'améliorera.

A son ouverture, la ligne nouvelle sera parcourue par des rames TGV Atlantique, qui constituent l'essentiel du parc circulant actuellement sur cet axe ferroviaire. La vitesse commerciale des TGV est de 300 km/h. A moyen terme (horizon 2020-2030), le remplacement progressif des rames Atlantique, mises en service entre 1989 et 1990, par des rames plus rapides et plus modernes, pourrait permettre de relever la vitesse à 320 km/h sur l'ensemble du réseau Atlantique (lignes Paris - Bordeaux et Paris - Rennes).

La LGV SEA possède une vocation **européenne** (appartenance au RTE-T), **nationale** (inscription au schéma directeur des LGV) et **régionale** (desserte locale). Elle fait partie de la **Liste des Projets Prioritaires** du Parlement Européen et aussi de la celle du Comité Interministériel d'Aménagement et de Compétitivité des Territoires (**CIACT**).

1.2.1.2 Les finalités du Projet

Le cahier des charges de l'itinéraire entre Tours et Bordeaux a été approuvé par décision ministérielle en 1996, à l'issue d'un débat sur l'intérêt économique et social du projet lancé dès 1994 en application de la circulaire dite « Bianco » de 1992. Il précise les quatre grandes finalités de la LGV Sud Europe Atlantique :

- Ouvrir un axe à grande vitesse vers la péninsule ibérique.
- Se connecter à un réseau de transport de qualité, ouvrant les régions, Centre, Poitou-Charentes et Aquitaine sur les principales métropoles européennes.
- Accroître la capacité de transport ferroviaire au profit du fret et des transports régionaux sur la ligne actuelle.
- Irriguer l'ensemble des territoires des régions desservies.

1.2.1.3 Les objectifs de service

La ligne nouvelle a été conçue de manière à répondre aux objectifs suivants :

- Garantir une **offre ferroviaire de haute qualité** en assurant notamment le gain de temps la plus important possible pour permettre l'amélioration significative des temps de parcours, notamment pour les grandes agglomérations régionales. La LGV permettra de gagner, à l'horizon 2016, environ 50 minutes sur les services TGV entre Paris et Bordeaux.
- Libérer la maximum de créneaux horaires sur la ligne classique pour permettre, dès les premières phases de réalisation, le **développement du fret et des TER**.
- Pour garantir la diffusion aussi large que possible des avantages de la grande vitesse à l'ensemble des territoires, le cahier des charges de l'infrastructure propose de desservir les **gares actuelles**. Ces gares doivent devenir des **pôles d'échanges multimodaux** performants, assurant une bonne articulation entre les divers modes de transport, en particulier entre le TGV, les grandes lignes et le TER.

Ainsi, plus généralement, il est admis que le projet aura des effets positifs sur :

- **L'aménagement du territoire.** Le projet contribuera grandement au rééquilibrage des territoires de l'Ouest Atlantique (en améliorant les temps de parcours et la fréquence de desserte TGV et en offrant de nouvelles capacités pour le fret et les TER) en les dotant d'une liaison de qualité comparable à l'axe Paris-Lyon-Marseille et en offrant un nouvel axe performant pour les relations avec la péninsule ibérique.
- **Le développement économique et social.** La nouvelle ligne concernera un vaste public qui bénéficiera directement ou indirectement du service de transport offert. Les conséquences sociales et économiques résultent du rapprochement des hommes, des familles, des bassins d'emplois, des entreprises et des services (commerce, administration, enseignement, tourisme, culture...)
- **L'intégration européenne :** au-delà du territoire français, le réseau des LGV contribue à cette intégration. Reliant déjà les réseaux belge, néerlandais, anglais, allemande, luxembourgeois et bientôt espagnol et italien, l'extension du réseau à grande vitesse français est la concrétisation des ambitions européennes.

1.2.1.4 Historique des décisions

Le programme de la LGV SEA a nécessité un travail collectif important, conclu par des décisions des institutions et instances concernées. Un bref rappel des étapes de ce processus est proposé ci-après.

La LGV SEA s'inscrit dans la continuité géographique de la LGV Atlantique. Les premières études de cette dernière ont menées au cours de la période 1975-1977, alors que le TGV Sud-Est (Paris-Lyon) était en construction.

Devant le succès technique et commercial rencontré par le TGV Sud-Est, une instruction d'étude du projet de TGV Atlantique a été adressée à la SNCF par le Président de la République en 1981. La SNCF a adopté le projet de TGV Atlantique en 1982 et a lancé les études qui ont abouti à sa déclaration d'utilité publique le mai 1984.

La section Paris (Montparnasse) / Le Mans, puis la branche sud-ouest vers Tours été mises en service respectivement en 1989 et 1990.

Il faut également signaler :

- Le relèvement de vitesse à 220 km/h sur Tours-Bordeaux, achevé en 1990, sur de nombreux secteurs
- Le prolongement de la desserte TGV jusqu'à La Rochelle, mis en service en 1993.

Depuis cette date, le réseau ferroviaire du grand Sud-Ouest n'a bénéficié d'aucune amélioration importante.

Après la réalisation de la LGV Atlantique, la LGV SEA a été prise en compte dans de nombreux documents fixant le cadre des politiques publiques.

L'Europe a affirmé l'intérêt du projet et renouvelé son inscription dans ses décisions relatives à la politique des grandes infrastructures. La LGV SEA est clairement évoquée dans **la liste des 30 projets prioritaires** du réseau transeuropéen de transport (RTE-T), complétée et corrigée en 2003.

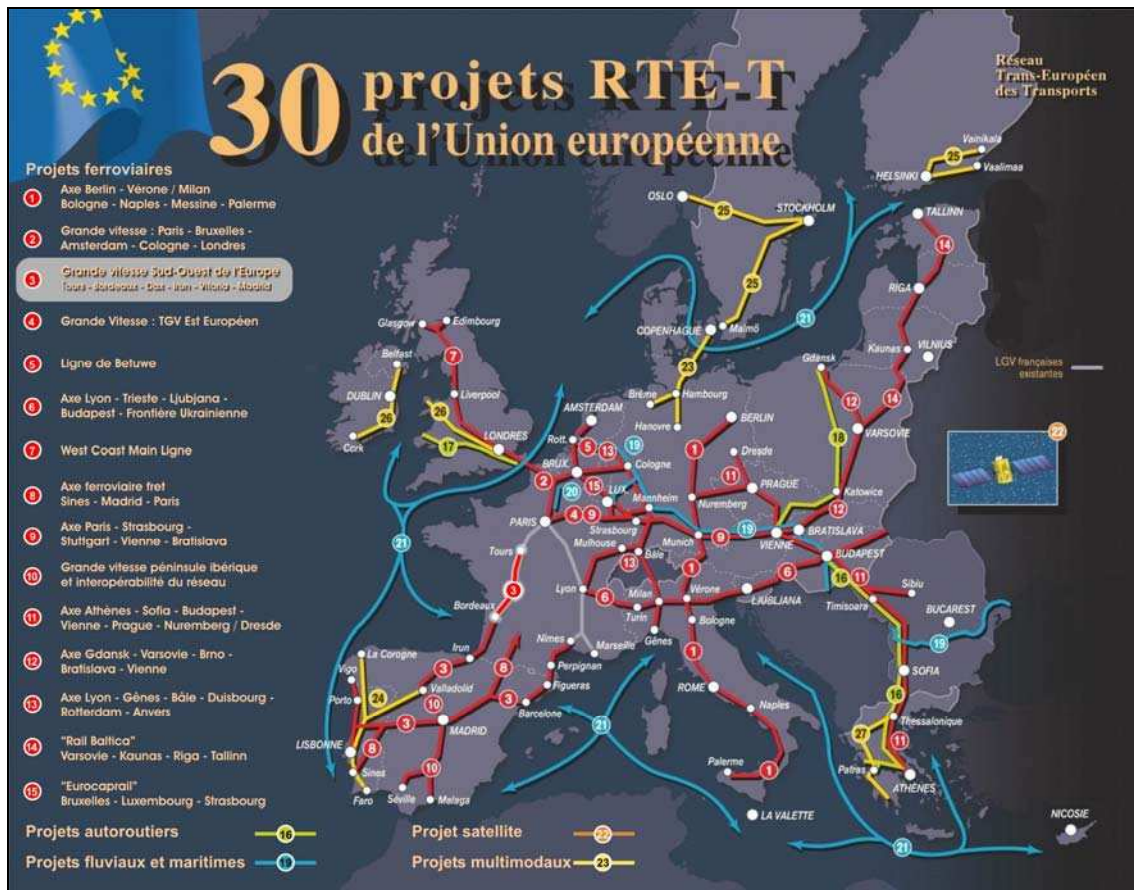


Figure 2 : Projets prioritaires du Réseau Trans-Européen des Transports
(Source : Union Européenne)

Conjointement, l'Etat a régulièrement réaffirmé son engagement en faveur de la LGV SEA dans différents documents. Par exemple, dans le schéma directeur national des LGV en 1992 et dans le « rapport Joly » en 2003 qui a réaffirmé *l'intérêt national certain et la dimension européenne* de la LGV SEA et de ses prolongements vers l'Espagne.



Figure 3 : Schéma Directeur National des LGV (avril 1992) (Source : RFF)

Il faut également signaler la constance avec laquelle les Comités Interministériels d'Aménagement et de Développement du Territoire (**C.I.A.D.T**) ont promu le programme. La LGV SEA fait partie de la liste du C.I.A.D.T. qui propose la mise en œuvre 94 principaux projets routiers, ferroviaires, fluviaux, aéroportuaires et maritimes à accélérer ou à lancer.

On doit noter que le programme de TGV Aquitaine est appelé LGV Sud Europe Atlantique depuis 2001, conformément à ses vocations nationale et européenne.

Ultérieurement les Grands Projets du Sud Ouest (GPSO), qui permettront d'assurer la continuité d'une offre grande vitesse vers le Sud jusqu'à Bayonne et Toulouse, sont à considérées dans les prévisions de trafic au-delà de 2020.

1.2.1.5 La demande de transport sur la LGV SEA

La liaison ferroviaire entre le grand sud-ouest et l'Île-de-France, circulée en TGV depuis 1990, connaît un grand succès auprès des voyageurs.

On peut distinguer **quatre types de trafic** TGV sur cette ligne :

- **le trafic radial** : entre la zone d'étude et la région parisienne (68%, soit plus des deux tiers du trafic),
- **le trafic de cabotage** : entre les régions de la zone d'étude (18% du trafic),
- **le trafic de jonction**: entre la zone d'étude et les autres régions françaises (11% du trafic) et
- **le trafic transpyrénéen** : entre la péninsule ibérique et la France, qui ne représente qu'une part minime du trafic total (3%).

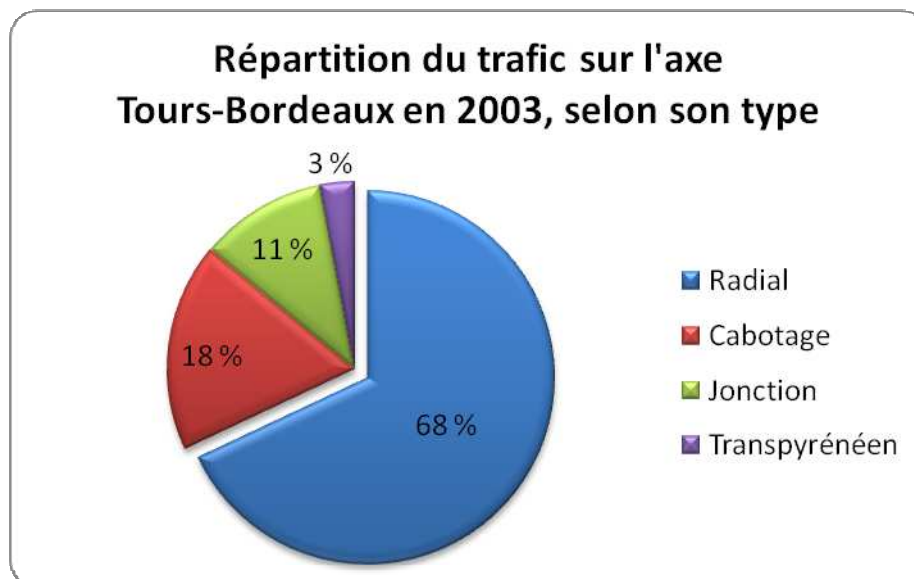


Figure 4 : Répartition du trafic sur l'axe Tours-Bordeaux selon son type
(Source : RFF)

Entre 2000 et 2005, la croissance du trafic TGV sur les relations avec l'Ile-de-France a connu un léger tassement. Ce phénomène était lié au ralentissement de la croissance économique, à ses répercussions sur la mobilité globale, sans doute aux conséquences des attentats du 11 septembre 2001, ainsi qu'aux prémisses des limites de capacité des infrastructures en certains endroits de l'axe.

Tableau 1 : Evolution du Trafic Voyageurs TGV radial

Régions	2000	2005	Evolution tcma %
Centre	137 000	166 000	+3.9 %
Poitou-Charentes	3 337 000	3 483 000	+0.9 %
Aquitaine	3 910 000	4 316 000	+2.0 %
Midi-Pyrénées	1 053 000	1 179 000	+2.3 %
TOTAL	8 437 000	9 144 000	+1.6 %

(Source : SNCF)

Le **trafic de cabotage** TGV s'élève en 2005 à 2 446 000 voyageurs, le **trafic international** à 361 000 voyageurs et le **trafic de jonction** à 1 581 000 voyageurs.

La zone d'étude est fragmentée en 5 zones principales afin d'établir un panorama de l'offre et des flux principaux. Ces zones sont les suivantes :

- Région parisienne
- Nord - Est
- Zone SEA
- Sud France
- Sud Europe

Voici un panorama des flux principaux entre ces 5 grandes zones pour le mode Fer.

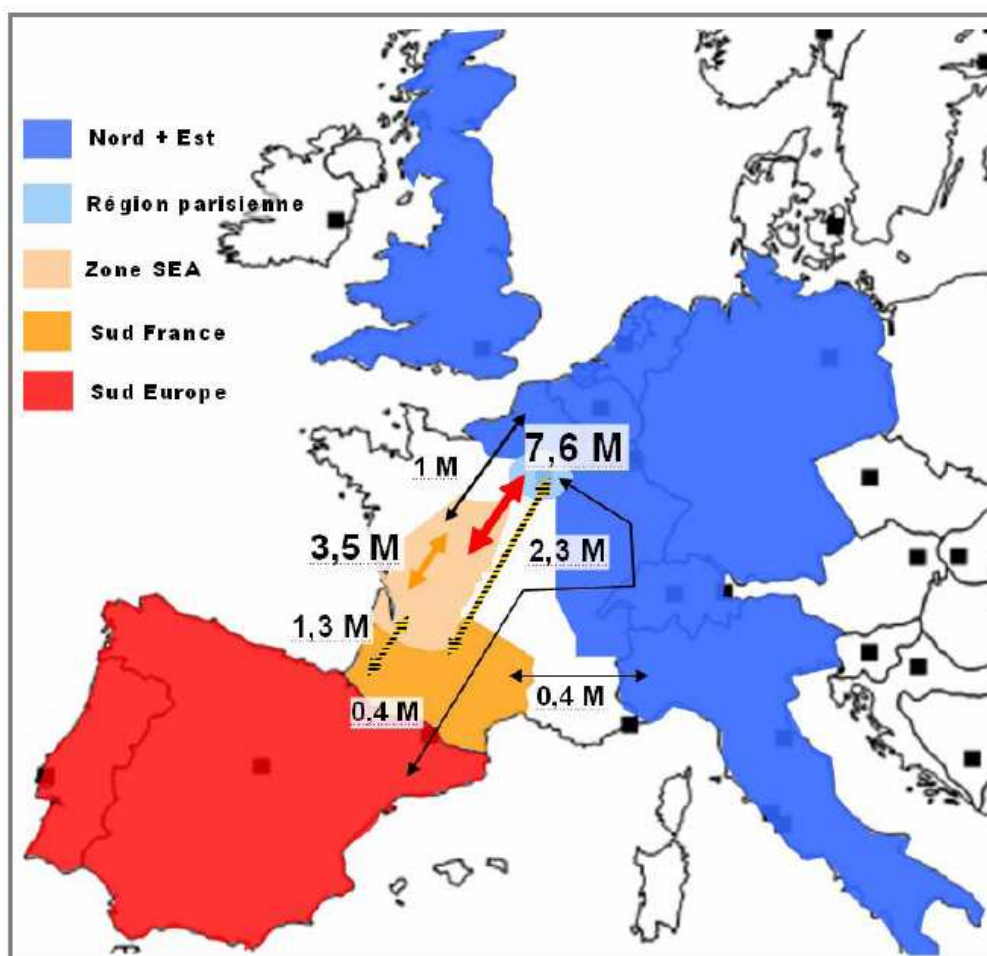


Figure 5 : Principaux flux entre les grandes zones – Mode Fer
(Source : SNCF/COTEBA)

L'O/D principale est Zone SEA – Région parisienne avec 45 % des voyages. La zone SEA est concernée par 75 % des flux, la région parisienne par 60 %. Les zones Nord + Est, Sud France et Sud Europe sont concernées, en cumulé sur les trois zones, par environ 30 % des déplacements.

Avec respectivement 4,3 et 3,5 millions de voyageurs en 2005, les régions Aquitaine et Poitou-Charentes constituent le cœur du marché TGV. Ces deux flux représentent 82 % du trafic radial. Ce marché correspond à des durées de trajet comprises entre 2h et 3h de Paris (pour l'Aquitaine nord), pour lesquelles le TGV trouve sa pleine pertinence.

La région Midi-Pyrénées, plus éloignée, génère chaque année 1,2 million de voyageurs en TGV avec l'Ile-de-France. La ligne Paris-Bordeaux accueille une partie de ce trafic, en transit par Bordeaux.

Concernant la **répartition du trafic**, réalisé sur l'espace concerné par la LGV SEA en 2003, selon le mode de transport utilisé, on observe que le moyen principal est la voiture.

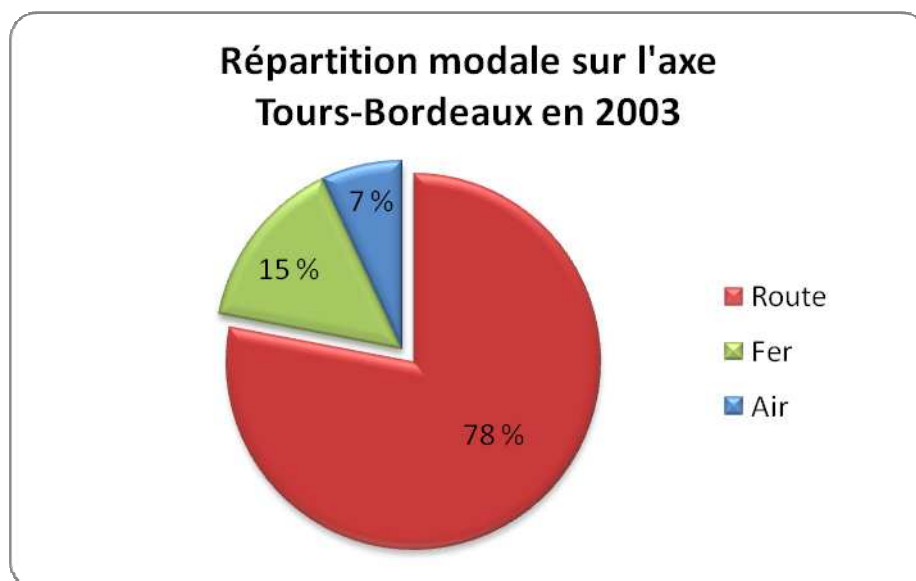


Figure 6 : Répartition modale sur l'axe Tours-Bordeaux en 2003
(Source : RFF)

La figure ci-dessous présente l'évolution des trafics ferroviaire, routier et aérien à partir de 1992 sur l'axe d'étude de la LGV Atlantique.

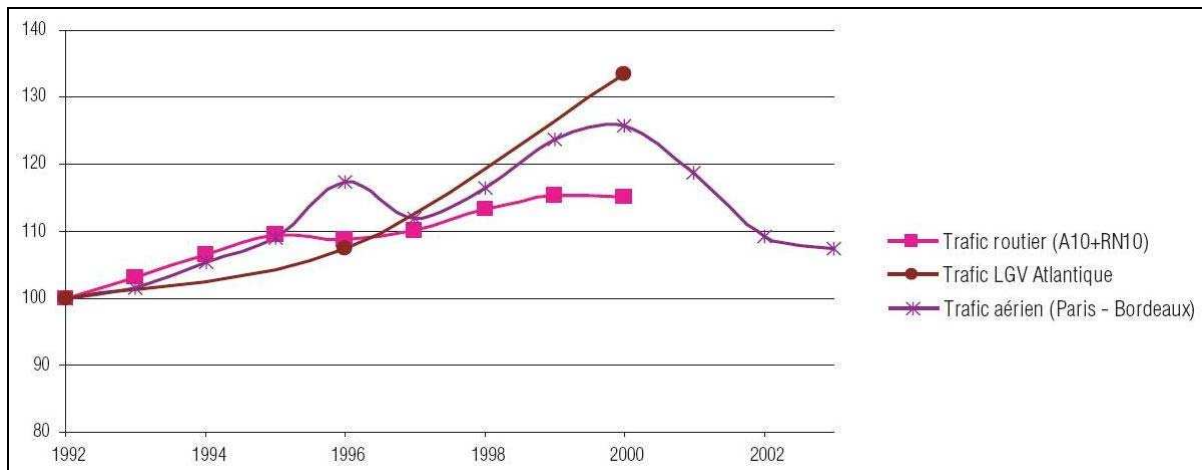


Figure 7: Croissance des Trafics (indice 100 en 1992) (Source : RFF)

1.2.2 Objet du Stage

Pour la réalisation du projet de la LGV SEA, **RFF** envisage de lancer une consultation dans le cadre d'une délégation de service public portant sur la conception, la construction, la maintenance, le renouvellement, l'exploitation et le financement de cette nouvelle ligne. Trois Groupements d'Entreprises ont répondu à cet appel à concession. EIFFAGE, VINCI et BOUYGUES.

Le Groupe EIFFAGE a demandé aux Entreprises **TRACTEBEL** et **COTEBA** leur assistance technique, concernant l'établissement d'un modèle d'estimation de la **demande** de déplacements de voyageurs sur la LGV SEA, de l'**offre** de missions, trains et sillons associée et des **recettes**. TRACTEBEL et COTEBA, ont décidé d'offrir leurs services de conseil à EIFFAGES-Concessions en groupement d'entreprises conjoint pour les besoins du projet. Le Groupe Scott Wilson est l'auditeur de trafic de l'étude et il fait le lien entre EIFFAGE et les banques (Dexia, Lazard etc.), concernant le financement du Projet.

L'organigramme ci-dessous présente la structure du "Groupement d'entreprises EIFFAGE" concernant l'appel à concession de la LGV SEA.

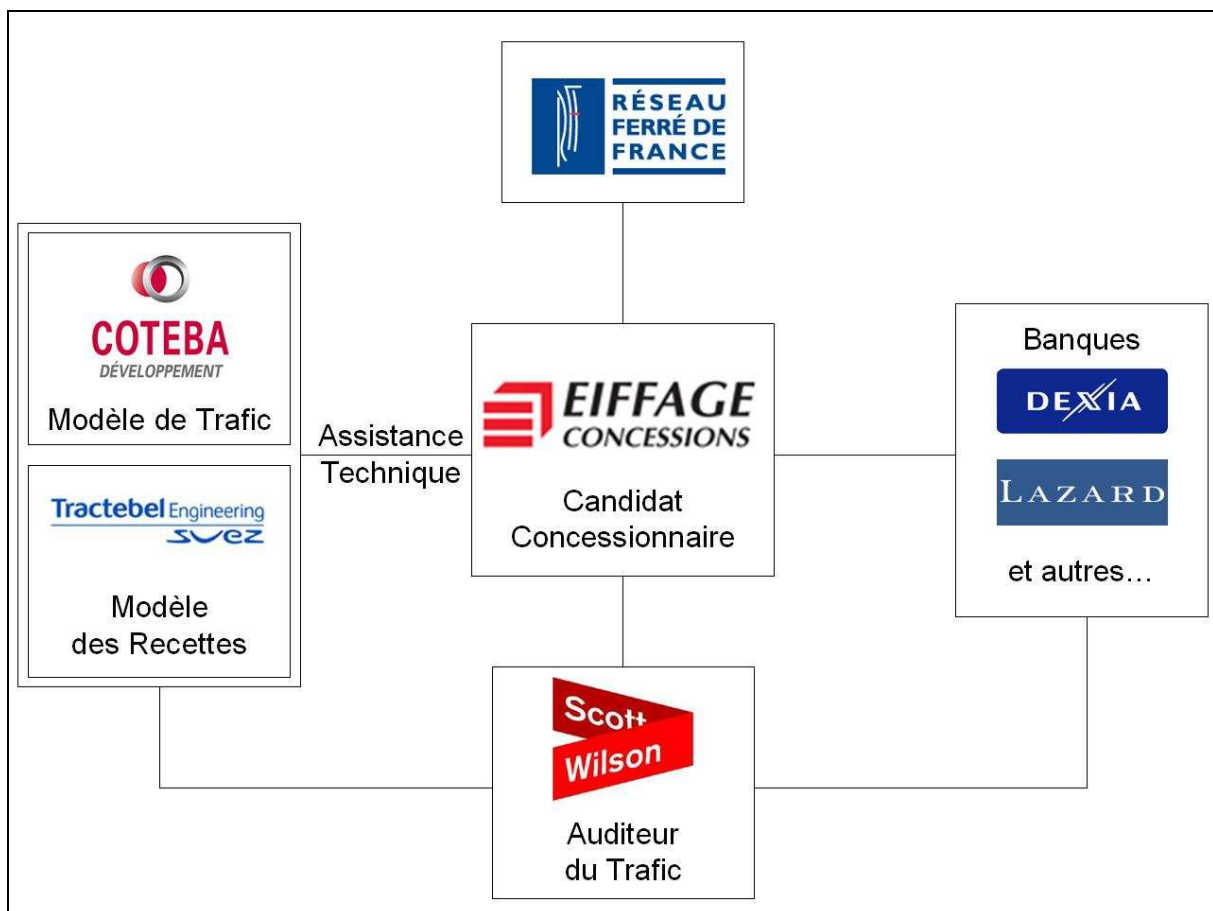


Figure 8 : Organigramme du "Groupement EIFFAGE" (Source : COTEBA)

L'équipe de COTEBA est responsable de l'élaboration du **Modèle d'estimation de la demande Voyageurs** (modèle de trafic) pour la future LGV SEA.

Les **objectifs principaux de la modélisation des trafics voyageurs** sont :

- fournir les points d'appui nécessaires pour qu'EIFFAGE puisse définir une stratégie d'offre de sillons avec les modalités de tarification de ces sillons, qui soit cohérente avec des perspectives réalistes de report et d'induction de trafic passagers sur l'axe de la LGV SEA,
- constituer le dossier trafic qu'attend l'autorité concédante pour la remise des offres initiales, dont les détails demandées.

Pour le département « Développement Territorial et Mobilité » cette mission est un travail important, qui mobilise une équipe complète (trois ingénieurs, un technicien et moi-même). La durée de cette étude est 7 mois (février 2008-septembre 2008).

Le **véritable objectif de ce stage** est de participer :

- à l'élaboration du modèle de prévision du trafic ;
- à la mise au point du logiciel de prévision dans l'optique d'une remise à RFF de ce modèle dans le dossier d'offre d'EIFFAGE.

1.2.3 Problématique

Pour atteindre l'objectif défini précédemment, il faut d'abord répondre aux questions suivantes :

1. Quels sont précisément les **produits** attendus par le commanditaire de l'étude (EIFFAGE) et son auditeur de trafic (Scott Wilson).
 - ⇒ Les résultats principaux du trafic.
 - ⇒ Les détails utiles à l'analyse et au dimensionnement de l'offre des trains, en vue de calcul des recettes de péages.
 - ⇒ Les demandes supplémentaires de résultats (tests, détails etc.) liés à l'intervention de l'auditeur pour la préparation de son rapport (pour les banques et pour le dossier d'offre).
2. Quels sont les résultats attendus du modèle (**Outputs**) et si ces résultats répondent aux attends du commanditaire ?
 - ⇒ Demande éligible
 - ⇒ Part modale
 - ⇒ Trafic induit etc.
3. Quels sont les données nécessaires (**Inputs**) ?
 - ⇒ Prévisions Socio-économiques
 - ⇒ L'offre actuelle et future
 - ⇒ Demande actuelle etc.

4. Quelle est la **Chaîne du Modèle** ?
 - ⇒ 4 sous-modèles :
 - Génération
 - Distribution
 - Choix Modal
 - Induction

5. Quels sont les **Outils** qu'on va utiliser pour le déroulement du modèle ?
 - ⇒ Excel (applications Macro)
 - ⇒ Davisum

6. Quel est le **Planning** du travail ?
 - ⇒ Les dates limites dans lesquelles les différentes étapes du modèle doivent être prêtes.

1.3 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE



Le groupe **COTEBA** est un leader du **management de projets** et de l'**ingénierie** :

- dans le bâtiment, l'industrie, les infrastructures et les transports
- avec leurs composantes de sécurité et de développement durable.

L'activité opérationnelle du groupe **COTEBA** est répartie entre des **branches** spécialisées et des **entités géographiques**.

Les six **branches spécialisées** par type d'ouvrage sont :

- ✓ Bâtiments privés
- ✓ Equipements publics
- ✓ Immobilier Services
- ✓ Industrie et Activités
- ✓ Transport et Infrastructure
- ✓ Projets multi-sites

Chaque branche est composée de pôles ou départements et elle est rattachée au siège du Groupe.

Quant à son organisation géographique, le Groupe est déployé en réseaux, **Agences Régionales**, couvrant tout le territoire français, et **filiales à l'international**.

- ✓ Réseau d'agences régionales en France :
 - 1 implantation principale en Ile-de-France
 - Saint-Denis (siège social)
 - La Défense
 - Antony
 - Boissy
 - 7 agences régionales :
 - Nord
 - Est
 - Rhône Alpes
 - Aquitaine
 - Midi-Pyrénées
 - Provence
 - Côte d'Azur – Monaco
- ✓ Réseau International, 30 filiales et implantations en :
 - Europe
 - Afrique du Nord
 - Moyen Orient
 - Extrême Orient

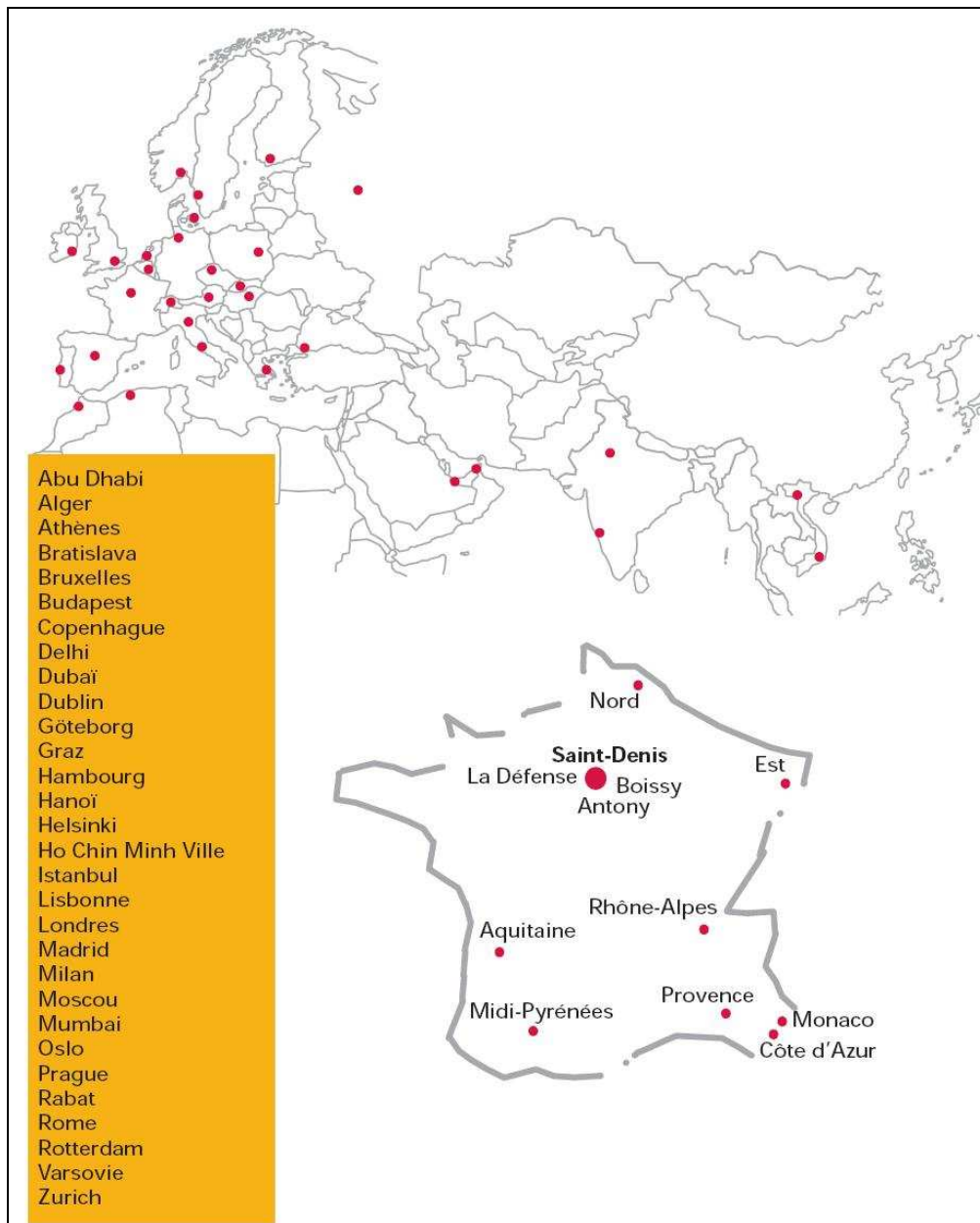


Figure 9: Localisations du Groupe COTEBA (Source : COTEBA)

Depuis 1961, **COTEBA** maîtrise la conception et la réalisation des projets. Quelques étapes majeures ont jalonné son **histoire** :

- 1961 : **Création** de la société par un maître d'ouvrage professionnel
- Après plusieurs changements d'actionnaires, COTEBA rejoint la **Compagnie Générale des Eaux**
- 1995 : celle-ci regroupe toutes ses activités immobilières dans le pôle **CGIS** auquel COTEBA est rattachée
- Juillet 2000 : Vivendi (ex Compagnie Générale des Eaux) cède la CGIS à un groupe d'investisseurs financiers associés aux principaux cadres de l'entreprise puis CGIS devient **Nexity**

- Septembre 2003 : **premier LBO** (leverage buy out ou rachat avec effet de levier c'est-à-dire avec endettement) ; le management de COTEBA associé à deux fonds spécialisés, CIC-Finance et SOCADIF, rachète COTEBA à Nexity
- COTEBA rachète au Groupe Thalès une partie de ses activités **d'Ingénierie de la construction**
- Octobre 2007 : deuxième LBO ; la totalité du capital de COTEBA est désormais détenue par son management.

Cette évolution vers l'**indépendance financière** est le résultat de l'expansion de COTEBA qui s'est progressivement développée sur de nouveaux marchés, sur de nouveaux métiers, dans de nouveaux domaines en intégrant de nouvelles préoccupations.

Comme c'est déjà défini, le Groupe **COTEBA** couvre deux compétences principales :

1. **Management des Projets** : COTEBA peut assurer la maîtrise de tous les aspects d'un projet, en s'appuyant sur des méthodes et des outils performants :
 - Organisation
 - Conception fonctionnelle et technique
 - Contractualisation
 - Réalisation Opérationnelle
 - Gestion des coûts et des délais
 - Assurance qualité
 - Système d'information de projet
 - Intégration de l'environnement
 - Maîtrise des risques
2. **Ingénierie** : COTEBA est dotée d'une capacité technique (études techniques spécialisées) qui lui permet d'assurer le dialogue et fonctionnel avec ses clients et les autres concepteurs.

Le Groupe, renforcé par l'intégration des activités d'ingénierie provenant de Thalès à :

- la capacité de concevoir et de réaliser de grands projets
- une compétence diversifiée : bâtiments, industrie, infrastructures et systèmes de transports, projets multi-sites
- des références prestigieuses, tant en France qu'à l'international.

Le **système de management** du Groupe est organisé autour de la **satisfaction des Clients** (référentiel ISO 9001) et de la **santé / sécurité des personnes** (référentiel OHSAS 18001). Dès 1994, COTEBA était la première société française à être

certifiée ISO 9001. Cette certification a toujours été renouvelée et est complétée depuis août 2004 par la certification OHSAS 18001.

Le Groupe compte maintenant plus de 1000 collaborateurs de 40 nationalités différentes, dont :

- 67% à l'Île-de-France
- 14% aux autres Régions françaises
- 19% à l'International

Parmi les projets réalisés de COTEBA en 2007 on trouve le Tour Generali à la Défense, le Tramway de Nice et le Tramway du Mans.



Figure 10 : Le Tramway de Nice (Source : COTEBA)

L'organigramme du **Groupe COTEBA** est présenté ci-dessous. Le Département « Développement Territorial et Mobilité » (**DTM**) fait partie de la branche « Transports et Infrastructures » (**CTI**).

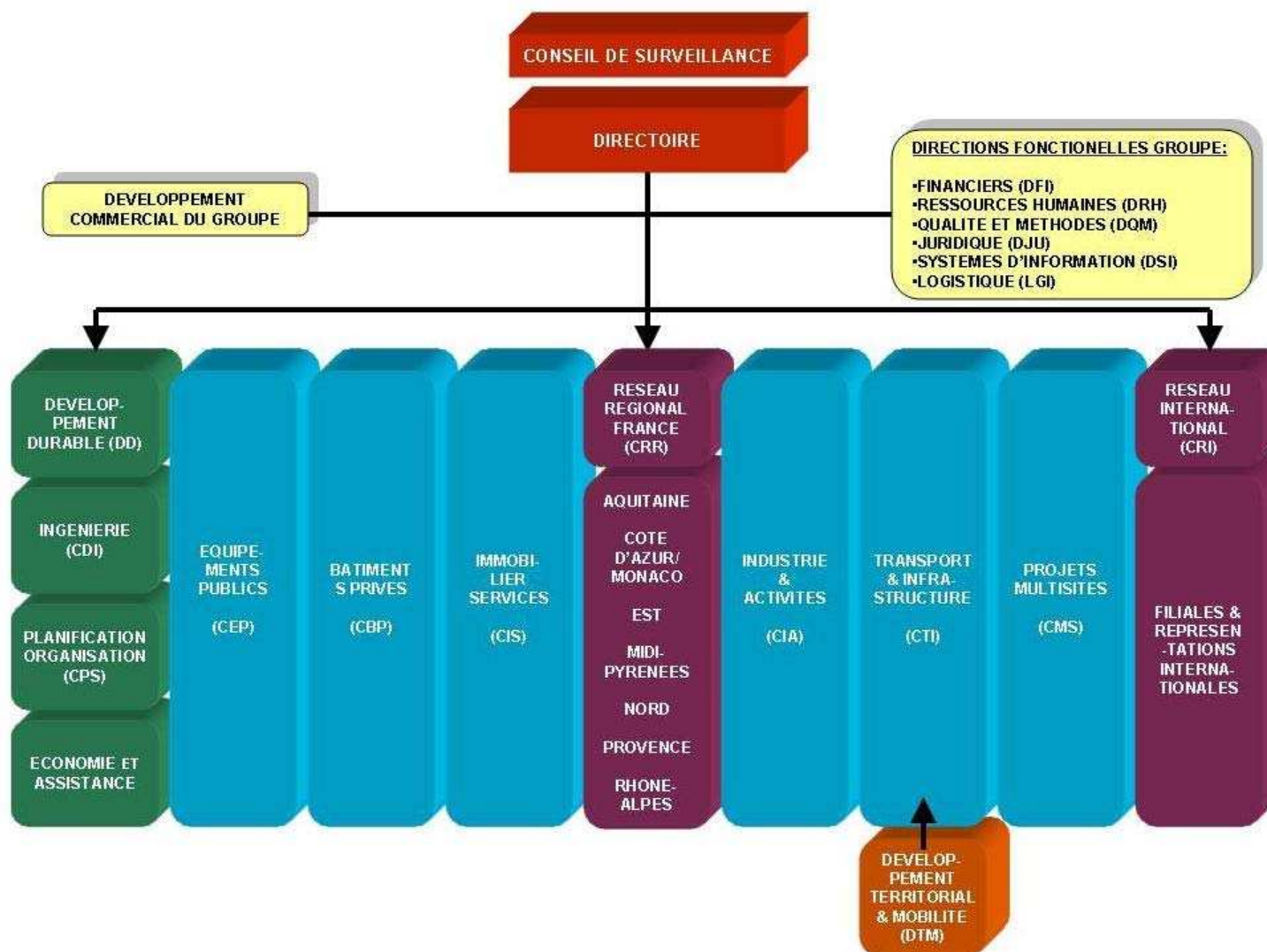


Figure 11 : Organigramme du Groupe COTEBA (Source : COTEBA)

2. CADRE METHODOLOGIQUE

2.1 PREAMBULE

Cette partie du rapport a pour objectif de définir la méthodologie employée dans le cadre de la modélisation de trafic voyageurs SEA. Il précise les différentes étapes du modèle et les formulations employées pour les réaliser.

La demande de voyageurs a été étudiée à partir des informations détaillées pour l'année 2003 qui figurent dans le Dossier de Consultation, informations issues de la base de données élaborée lors de l'étude réalisée par SETEC pour RFF. Le marché des voyageurs tous modes et par mode a été décomposé pour la modélisation en cinq segments relatifs aux motifs de voyage suivants : Domicile – Travail et Ecole, Professionnel, Personnel vacances, Personnel week-end et Personnel autres.

Il s'agit de la demande de voyageurs, dite « **Demande Globale** », qui réunit tous les flux entre paires de zones pour le zonage à 86 zones. C'est cette demande qui a été modélisée pour les étapes de Génération, Distribution et Choix modal.

Parmi les flux de la Demande Globale, certains ne sont pas concernés par le projet LGV SEA entre Tours et Bordeaux, par exemple les flux entre Toulouse et Agen, Toulouse et Bordeaux. La « **Demande Eligible** » de voyageurs est la part de la demande globale qui est effectivement concernée par le projet.

Pour clarifier la différence entre les 2 demandes, le tableau ci-après présente les valeurs de trafic 2003 pour la demande globale et la demande éligible.

Tableau 2 : Demande voyageurs 2003

Modes	Demande globale 2003		Demande éligible 2003	
Route	90 907 140	77,6 %	31 407 685	61,0 %
Fer*	17 573 890	15,0 %	11 564 954	22,5 %
Air	8 736 805	7,5 %	8 492 984	16,5 %
Total	117 217 835		51 465 623	

* demande ferroviaire TER et TGV

(Source : RFF)

2.2 HORIZONS D'ETUDE ET SITUATIONS CONSIDEREES

D'après le manuel d'élaboration des offres transmis, dans le cadre du dossier de consultation des entreprises, par RFF, les prévisions de déplacements sont effectuées aux **horizons futurs** suivants :

- **2016** : Mise en service de la LGV SEA
- **2020 et 2025** : Moyen terme
- **2040 et 2059** : Long terme

Pour chaque différent horizon, les trois situations suivantes étaient considérées :

- **la Situation « Fil de l'Eau » (FdE)**, caractérisant l'évolution de la mobilité hors évolution des offres de transport ;
- **la Situation de « Référence » (REF)**, intégrant l'ensemble des évolutions d'offre hors LGV SEA;
- **la Situation de « Projet » (Projet)**, qui correspond à l'ajout à la situation de « Référence », du projet LGV SEA entre Tours et Bordeaux avec toutes les modifications permettant d'accorder la desserte avec la demande prévisible grâce au projet.

2.3 ZONAGE ET PERIMETRE DE L'ÉTUDE

L'aire d'étude concernée par le projet est constituée de la France, de ses pays limitrophes (Espagne, Royaume Uni, Allemagne, Belgique/Luxembourg, Suisse et Italie) ainsi que du Portugal et des Pays Bas.

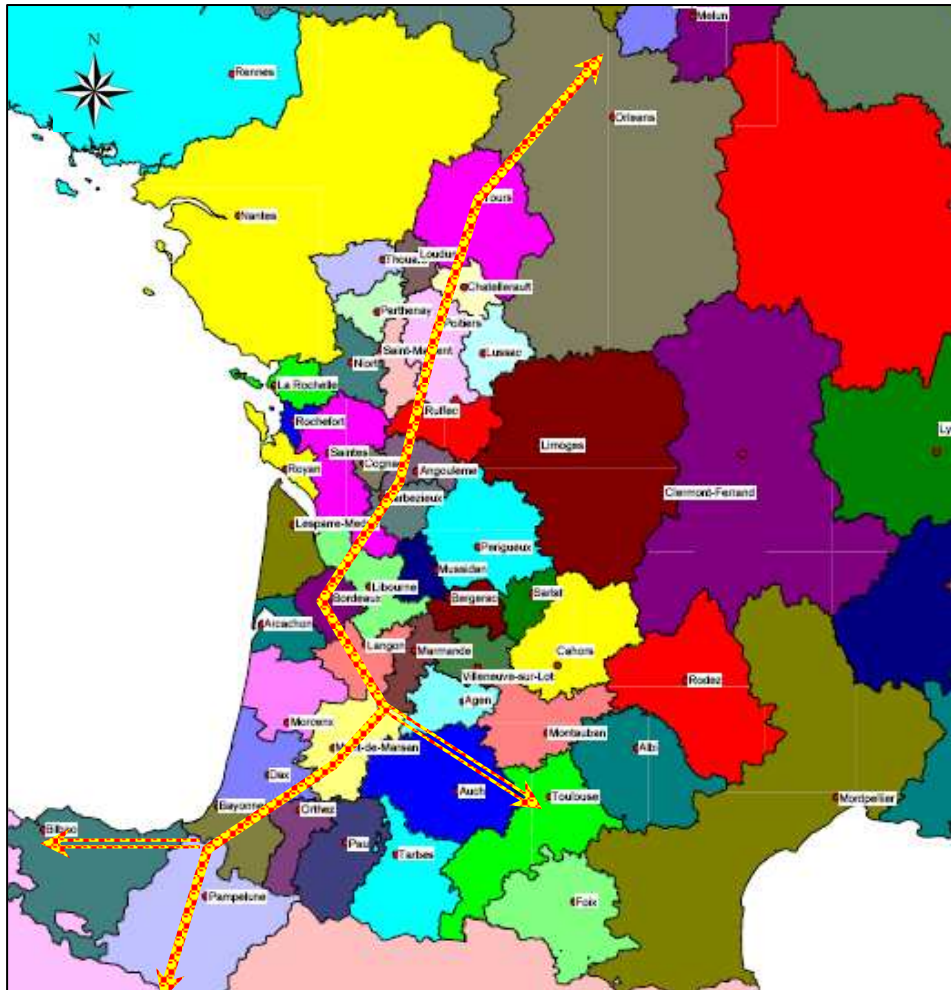


Figure 12 : Aire d'étude et son zonage à proximité du projet
(Source : SETEC/COTEBA)

L'aire d'étude est composée de 86 zones¹ réparties de la manière suivante :

- **72 zones pour la France**, correspondant à différentes échelles administratives, allant du canton pour les zones limitrophes au projet, à la région pour les zones plus éloignées ;

¹ Parmi ces 86 zones, on distingue 85 zones géographiques et 1 zone caractérisant l'aéroport Roissy Charles de Gaulle. Cette zone sert à comptabiliser les trafics nationaux en transit pour un vol international à Roissy CDG.

- **14 zones pour les pays limitrophes**, correspondant à une échelle régionale ou nationale en fonction de leur interaction avec le projet. Le tableau, ci-dessous présente le nombre de zones retenues dans chacun des pays de l'aire d'étude :

Tableau 3 : Nombre de zones par pays

Pays	Nombre de zones
Belgique/Luxembourg	1
Suisse	1
Allemagne	2
Espagne	6
Italie	1
Pays Bas	1
Portugal	1
Royaume Uni	1

(Source : SETEC)

Le périmètre d'étude retenu correspond à l'ensemble des trafics associés à la zone impactée par l'axe atlantique à grande vitesse entre Tours et Bordeaux. Cette zone d'étude a été fragmentée de façon à pouvoir appréhender l'ensemble des flux de longue distance, de moyenne distance et des flux locaux interrégionaux ou intra-régionaux pouvant être en relation avec le projet ou étant à la marge de la future LGV.

Le zonage détaillé de l'étude figure en (Cf. annexe 7.1, page 80).

Les quatre grands types de trafic retenus pour l'étude du projet de LGV SEA sont les suivants :

- Le **trafic radial**, représentant l'ensemble des trafics en rapport avec la région Ile-de-France ;
- Le **trafic de jonction**, caractérisant l'ensemble des déplacements région/région, hors Ile-de-France ; les flux en liaison avec les pays limitrophes hors Espagne et Portugal ont également été inclus dans cette catégorie de trafic ;
- Le **trafic de cabotage**, regroupant l'ensemble des flux internes aux régions Centre, Poitou-Charentes et Aquitaine ;
- Le **trafic transpyrénéen**, incluant l'ensemble des trafics liés à l'Espagne et au Portugal.

Au total, ces types de trafic se décomposent en **1 515 trafics O/D double sens**, dont **1 320** concernent directement la LGV SEA.

2.4 LE MODELE DE PREVISION DE TRAFIC LGV SEA

Le modèle de prévision de trafic voyageur SEA se décompose en quatre sous-modèles.

L'évolution de la demande au « Fil de l'Eau » est estimée à partir de deux premiers sous-modèles:

- 1) **Un modèle de Génération** : dont l'objectif est de projeter la demande globale au « Fil de l'Eau » aux différents horizons d'étude (total de la Matrice O/D).
- 2) **Un modèle de Distribution** : permettant la distribution des trafics de la demande globale sur l'ensemble des O/D étudiées aux différents horizons.

La prévision du trafic au « Fil de l'Eau » a été réalisée sur la demande globale, hors trafics en correspondances avec Roissy CDG. Les trafics en correspondances avec l'aéroport Roissy CDG ont été projetés à partir d'un taux de croissance annuel de 4,1 %, valeurs issues des études effectuées par le Service d'Etude Statistique, du Ministère de l'Equipeement et de l'Aménagement Durable (SES).

L'estimation des trafics en situations « Référence » et « Projet » a été réalisée à partir :

- 3) **d'un modèle de Choix Modal** : dont le but est d'estimer les reports modaux liés aux variations de l'offre entre les situations « Fil de l'Eau ⇔ Référence » et les situations « Référence ⇔ Projet ».
- 4) **d'un modèle d'Induction** : évaluant les trafics induits par l'amélioration des offres ferroviaires, aériennes ou routières.

L'élaboration du **modèle de l'Affectation** du trafic aux sillons a été réalisée par l'autre membre du groupement, TRACTEBEL.

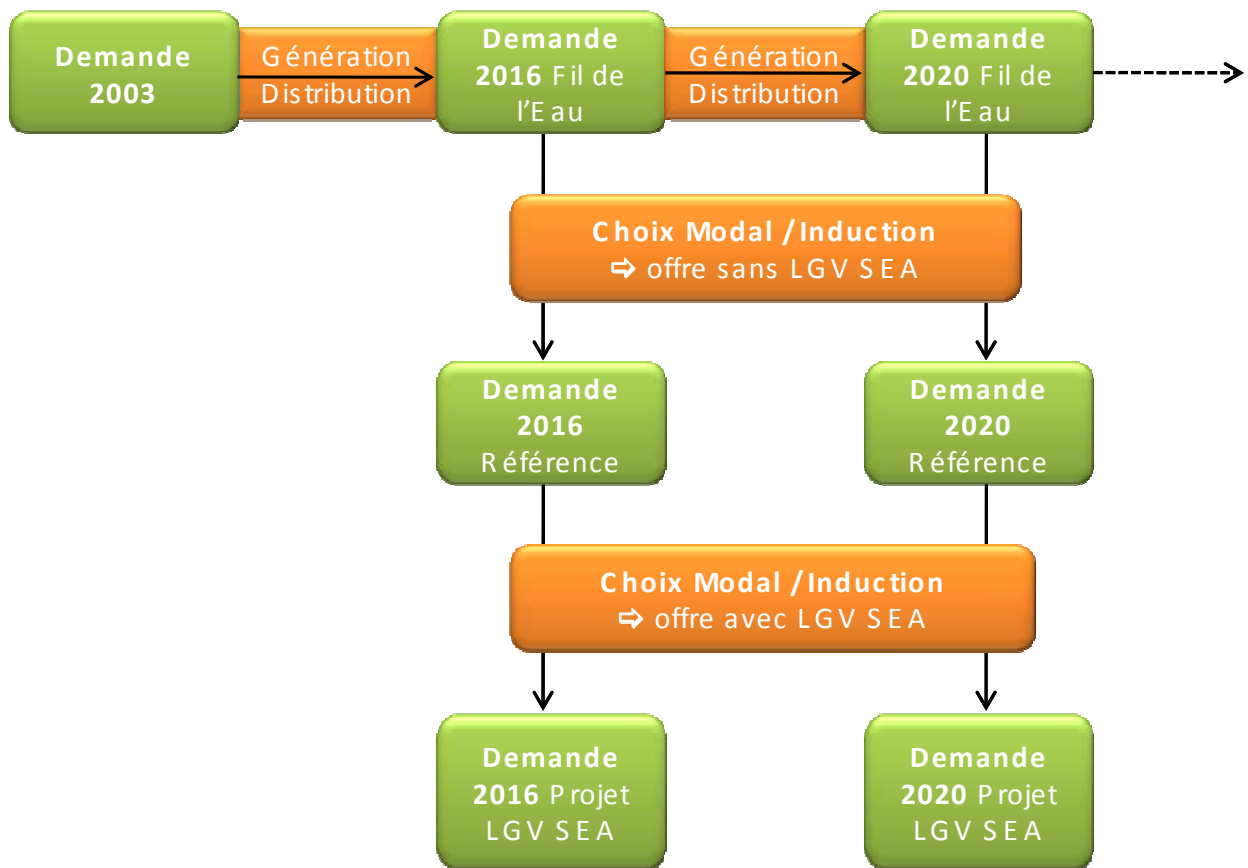


Figure 13 : Schéma des Principes du Fonctionnement du Modèle SEA
(Source : COTEBA)

2.4.1 Modèle de Génération

Le modèle de génération, qui fixe le total des trafics tous modes de la matrice aux différents horizons d'étude, a été mis en œuvre à partir :

- ✓ d'une **élasticité du trafic au PIB**, par mode et par motif,
- ✓ d'une **élasticité du trafic au prix du baril de pétrole**, tous modes et tous motifs et
- ✓ d'une surcroissance des trafics internationaux, liée à la **diminution des effets frontières**.

2.4.1.1 Elasticité au PIB

Les élasticités au PIB retenues sont les suivantes :

Tableau 4 : Elasticités retenues au PIB

	Motif DE/DT	Motif Professionnel	Motifs Personnels
Route	1,000	1,020	0,990
Fer	0,800	0,816	0,792
Air	Sans objet	1,278	1,213

(Source : Hypothèses COTEBA)

Ces élasticités par mode et par motif correspondent à :

- ⇒ **1,00** pour le mode routier
- ⇒ **0,80** pour le mode ferroviaire
- ⇒ **1,25** pour le mode aérien

Ces valeurs ont été élaborées à partir d'une analyse de l'évolution du trafic sur la période 1990-2006 et d'une analyse de différentes études réalisées pour le compte de RFF.

La répartition par motif a été réalisée en considérant

- une élasticité au PIB légèrement plus importante pour le motif professionnel (+2%), liée notamment au phénomène de globalisation et de libéralisation des marchés et
- une élasticité au PIB légèrement plus faible pour le motif personnel (-1%).

Une vérification de la conservation des élasticités par mode a ensuite été effectuée.

2.4.1.2 Elasticité au prix du baril du pétrole

Afin de caractériser l'impact de l'augmentation du prix de l'énergie sur la mobilité tous modes, le modèle de génération intègre une élasticité des déplacements au prix de l'énergie. Cette élasticité est considérée sans évolution des tarifs des modes en rapport à la variation de l'énergie. Elle traduit uniquement l'impact du prix de l'énergie sur la croissance globale de la mobilité, à conditions tarifaires stables.

A partir des travaux menés par le SES (demande de transport en 2025, mise à jour en mai 2007), il apparaît une **élasticité de - 0,0043** entre la mobilité interurbaine, à PIB constant, et le niveau du prix du baril. Bien qu'elle semble légèrement faible, cette valeur d'élasticité a été adoptée pour ajuster, dans le cas « Fil de l'eau », le trafic tous modes, en rapport à la variation du prix du baril de pétrole.

2.4.1.3 Réduction des effets frontières

Pour tenir compte de la réduction des effets frontière, la croissance des trafics franco-espagnols tous modes confondus, a été majorée en appliquant les mêmes taux différentiels que ceux utilisés dans l'étude de SETEC (dossier de consultation). Les différentiels de croissance appliqués dans le cadre du scénario « Fil de l'eau » sont donc les suivants :

- **+0,70 %** annuel pour la période 2003 – 2015 ;
- **+0,50 %** annuel pour la période 2016 – 2030

Ces différentiels de croissance sont du même niveau que ceux utilisés dans les études de prévision des trafics voyageurs pour le projet de tunnel international Lyon – Turin. Ils ont été mis au point entre 2001 et 2003 suite aux enseignements de l'utilisation du modèle de trafic MATISSE développé par l'INRETS. Depuis 2003, ces éléments sont régulièrement repris en France dès que l'on traite les flux de passagers internationaux.

2.4.2 Modèle de Distribution

Le modèle de distribution a pour objectif de projeter, à partir des valeurs observées en 2003, la distribution des trafics tous modes sur l'ensemble des O/D étudiées. Il est basé sur une formulation gravitaire des flux O/D, puis utilisé par application de la méthode pivot.

La formulation gravitaire, qui a été utilisée et qui a été calée sur les matrices O/D 2003 segmentées par motif, est la suivante :

$$T_{ij} = K \times I \times (\text{Pop}_i^a \times \text{PIB}_j^b + \text{Pop}_j^a \times \text{PIB}_i^b) \times \text{Exp}(\text{Acc})^c$$

Avec :

T_{ij} étant le trafic double sens entre les zone i et j

K étant une constante

I étant une variable muette valant 1 si la zone i ou la zone j est Paris, autrement elle vaut 1

Pop_i étant la population de la zone i

PIB_i étant le PIB de la zone i

Acc étant le logsum des utilités de chaque mode pour la relation i-j

a, b, c étant des constantes de calage

La méthode pivot utilisée est la suivante :

$$T_{ij}^{\text{FdE}} = \lambda \times T_{ij}^{2003} \times \left(1 + \frac{T_{ij}^{\text{FdE modélisé}} - T_{ij}^{2003 \text{ modélisé}}}{T_{ij}^{2003 \text{ modélisé}}} \right)$$

Avec λ coefficient d'ajustement permettant de reconstituer le total de la demande globale de l'horizon considéré.

Le tableau, ci-dessous, présente les valeurs retenues pour la formulation du modèle gravitaire.

Tableau 5 : Valeurs pour la formulation du modèle gravitaire

R ²	DE-DT		Affaires professionnelles		Week-End		Vacances		Affaires personnelles	
	Coeff,	t test	Coeff,	t test	Coeff,	t test	Coeff,	t test	Coeff,	t test
	0,49	15,806	0,56	31,111	0,542	27,100	0,531	24,136	0,579	32,167
<i>Population origine</i>	0,275	9,821	0,358	22,375	0,295	15,526	0,257	12,850	0,298	17,529
<i>PIB destination</i>	0,868	22,842	1,563	39,075	1,501	34,907	1,853	34,962	1,400	37,838
<i>Accessibilité</i>	2,84	6,514	8,389	9,050	5,041	4,562	1,883	4,241	3,555	6,657
<i>Indicateur Paris</i>	30,35	2,020	45,99	3,493	63,92	3,229	40,778	2,905	37,626	3,475
<i>Constante</i>										

(Source : COTEBA)

2.4.3 Modèle du Choix Modal

Le modèle de prévision de trafic voyageur LGV SEA est un modèle de choix modal de type logit multinomial, faisant intervenir une procédure de choix des usagers pour les modes de transports suivants :

- ✓ Mode aérien
- ✓ Mode ferroviaire
- ✓ Mode routier

Ce modèle de choix modal a été calé sur cinq segments de demande, donnant ainsi lieu à cinq sous modèles caractérisant au mieux les attributs de chacun des sous segments de demande. Les cinq sous segments considérés sont les déplacements pour les motifs suivants :

- Domicile Travail/Domicile Etude (DT/DE),
- Affaires professionnelles,
- Week-End,
- Vacances et
- Affaires personnelles.

Le modèle de prévision de trafic voyageurs LGV SEA évalue pour chaque mode i (fer, route et air) et pour chaque segment de demande j une fonction d'utilité U_{ij} , qui fait intervenir les différents attributs du mode considéré.

La caractérisation des attributs des utilités de chaque mode a été réalisée à partir des caractéristiques des offres ferroviaires, routières et aériennes.

Ainsi, les attributs des fonctions d'utilités relatives à chaque mode sont :

- Pour le **mode ferroviaire** :
 - le temps de déplacement (temps de rabattement et de diffusion inclus)
 - les coûts de déplacement (coûts de rabattement et de diffusion inclus)
 - les fréquences ferroviaires journalières (pour un jour moyen annuel)
 - le nombre de correspondances
- Pour le **mode routier** :
 - le temps de déplacement
 - le coût de déplacement

➤ Pour le **mode aérien** :

- le temps de déplacement (temps de rabattement et de diffusion inclus)
- les coûts de déplacement (coûts de rabattement et de diffusion inclus)
- les fréquences aériennes journalières (pour un jour moyen annuel)

Pour chaque segment de demande, les formulations utilisées pour caractériser les utilités des modes sont :

➤ Pour le train :

$$U_{\text{fer}} = a_{11} \times \text{Coût} + a_{12} \times \text{Temps} + a_{13} \times \text{Ln}(\text{Fréquence}) + a_{14} \times \text{NbCorr} + a_{15}$$

➤ Pour l'avion :

$$U_{\text{air}} = a_{21} \times \text{Coût} + a_{22} \times \text{Temps} + a_{23} \times \text{Ln}(\text{Fréquence}) + a_{24}$$

➤ Pour la voiture :

$$U_{\text{route}} = a_{31} \times \text{Coût} + a_{32} \times \text{Temps} + a_{33}$$

Les coefficients a_{ij} ont été estimés à l'aide du logiciel BIOGEME, mis au point par Michel Bierlaire, professeur à l'Ecole Polytechnique de Lausanne.

Le tableau, ci-dessous, présente l'ensemble des valeurs retenues pour le modèle de prévision de trafic voyageurs LGV SEA.

Tableau 6 : Attributs pour la formulation des utilités

	Segment de demande	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Mode	Attribut / Motif	Domicile - Emploi Domicile - Travail	Affaire Professionnelle	Week-end	Vacances	Loisir
Voiture	Coûts	-0,0600	-0,0195	-0,0500	-0,0425	-0,0400
	Temps	-0,0121	-0,0139	-0,0123	-0,00649	-0,0116
	Constante	0,0211	-0,0684	-0,113	0,0288	-0,0868
Train	Coûts	-0,0600	-0,0195	-0,0500	-0,0425	-0,0400
	Temps	-0,00759	-0,0107	-0,0104	-0,00537	-0,00902
	Fréquence	0,845	0,659	0,696	0,942	0,684
	Correspondance	-0,101	-0,72	-0,299	-0,1	-0,403
	Constante	-3,2	-3,62	-3,31	-4,12	-3,47
Avion	Coûts	-	-0,0195	-0,0500	-0,0425	-0,0400
	Temps	-	-0,0254	-0,0161	-0,011	-0,0186
	Fréquence	-	0,1	0	0,232	0
	Constante	-	2,9	0,5230	1,21	2,02

Ces utilités sont ensuite utilisées à partir d'une formulation logit définissant la part relative du mode i sur le trafic tous modes de chaque couple O/D considéré :

$$P_j(i) = \frac{\text{Exp}(U_{ij})}{\sum_k \text{Exp}(U_{kj})}$$

La part modale ainsi évaluée a ensuite été appliquée dans le modèle de prévision de trafic LGVSEA à partir d'une méthode pivot, afin de caractériser les variations de comportements des usagers entre deux situations données (Fil de l'Eau/Référence, Référence/Projet).

Cette méthode pivot étant la suivante :

$$P_{\text{Ref}}(i) = P_{\text{FdE}}^{\text{observée}}(i) + (P_{\text{Ref}}^{\text{modélisée}}(i) - P_{\text{FdE}}^{\text{modélisée}}(i))$$

2.4.4 Modèle d'Induction de Trafic

L'un des éléments principaux dans le gain de trafic lié à la création d'une nouvelle infrastructure ou à l'amélioration d'une infrastructure existante est l'apparition de trafic, qui se manifeste suite à la création du projet. Ces flux, qui ne se seraient pas manifestés si l'infrastructure n'avait pas été créée ou si le service n'avait pas été amélioré, sont appelés trafics induits par le projet. Ces usagers se décomposent en deux types :

- Les usagers qui modifient leurs comportements et accroissent la fréquence de leurs déplacements ;
- Les usagers qui ne se déplaçaient, mais qui du fait de l'amélioration du mode, développent une nouvelle mobilité.

Le calcul du trafic induit est réalisé à partir de la variation d'accessibilité par O/D d'après la formule suivante :

$$T_{\text{induit}}^{\text{fer}} = \lambda \times \left(\left(\frac{\sum_{\text{projet}} e^{u_i}}{\sum_{\text{référence}} e^{u_i}} \right)^c - 1 \right) \times T_{\text{référence}}$$

c étant le coefficient de l'accessibilité issu du modèle de génération/distribution,

λ étant le coefficient de répartition du trafic induit sur le fer, dépendant O/D par O/D du différentiel d'utilité entre le fer et les autres modes.

Contribution personnelle dans le cadre du Stage :

- ✚ Préparation de données Socio-économiques (Population, PIB, etc.)
- ✚ Mise en place des données pour leur exploitation par le logiciel
- ✚ Application des élasticités à la demande de base (2003)
- ✚ Participation au calage du modèle gravitaire
- ✚ Participation à l'élaboration du code de logiciel (Visual Basic)

3. LOGICIEL DE SIMULATION

3.1 PREAMBULE

Dans le cadre de mon stage, j'ai contribué à la mise en place des éléments structurels du logiciel de prévision. Dans ce chapitre ces éléments sont décrits pour l'essentiel à travers toutes ses étapes.

3.2 ORGANIGRAMME DU LOGICIEL

Pour l'élaboration du modèle de prévision des trafics, comme on l'a déjà décrit au chapitre 2, on a utilisé le logiciel Microsoft Excel. L'utilisation de ce logiciel est rendue obligatoire par le dossier de consultation distribué par RFF aux candidats. Pour chaque étape du modèle, tous les calculs sont codifiés avec le langage de programmation Visual Basic.

L'organigramme ci-dessous présente la logique du fonctionnement du modèle.

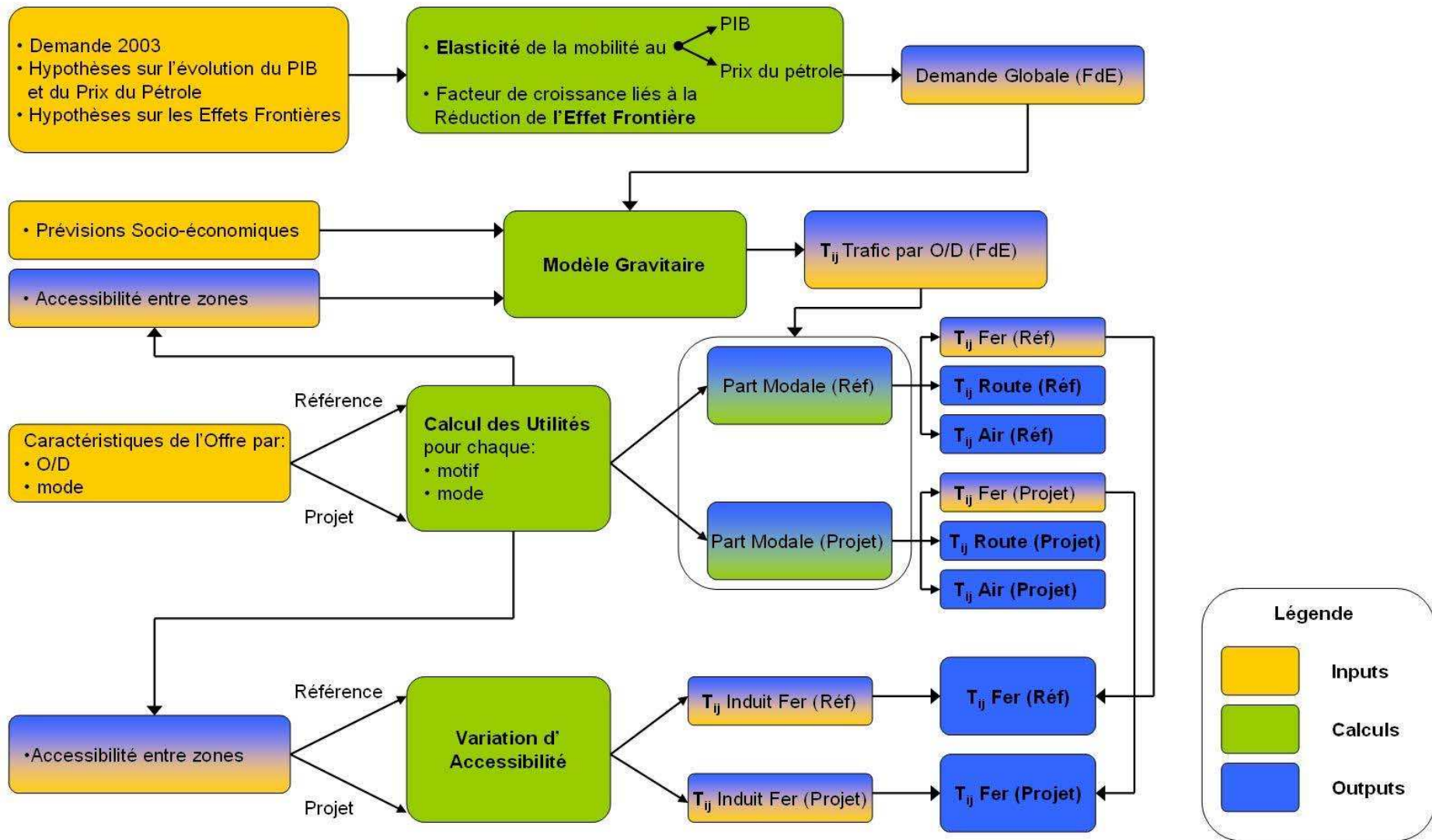


Figure 14 : Ordinoigramme du fonctionnement du Modèle (Source : COTEBA)

3.3 DONNEES ET SORTIES DU MODELE

Les données nécessaires (inputs) ont été enregistrées dans des feuilles Excel. Elles ont ensuite pu être utilisées pour les calculs du modèle à l'aide de liaisons Macros entre le code développé et le fichier Excel. Les résultats produits (Outputs) par le modèle ont aussi été enregistrés dans de feuilles Excel du même fichier.

Les différents onglets (données et sorties) sont présentés dans les paragraphes suivants.

3.3.1 Données (Inputs)

On peut séparer les données utilisées à chaque étape du modèle en deux catégories :

- ⇒ **les données externes** : données de sources externes (issues de l'INSEE, Eurostat etc.) après un traitement concernant les besoins de l'étude ;
- ⇒ **les données internes**, qui sont aussi des résultats intermédiaires dans la chaîne complète : résultats des étapes successives de calcul du modèle.

Les onglets utilisés pour l'insertion des données externes dans le modèle sont présentés ci-dessous.

Demande 2003

La demande de voyageurs pour l'année 2003 a été étudiée par chaque couple de zones (O/D). Pour chaque O/D, la demande a été décomposée en cinq segments relatifs aux motifs de déplacement. Les caractéristiques définies pour chaque couple O/D et motif de déplacement sont les suivants :

- le type de trafic (Radial, Jonction, etc.)
- la distance entre les deux zones (Longue Distance/Moyenne Distance)
- le trafic total en 2003
- le trafic par mode de déplacement
- la part modale

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	Numéro	NZ_O	NZ_D	Motif	Periode	TypeTraf	MDLD	Total	Fer	Rte	Air	P_fer	P_rte	P_air	
2	1002001	1	2	1	1002	3 MD		137 225,30	4 798,69	132 426,60		0	3,50%	96,50%	0
3	1002002	1	2	2	1002	3 MD		645 375,58	4 504,65	640 870,93		0	0,70%	99,30%	0
4	1002003	1	2	3	1002	3 MD		37 352,34	9 047,79	28 304,56		0	24,22%	75,78%	0
5	1002004	1	2	4	1002	3 MD		277 265,28	4 039,57	273 225,71		0	1,46%	98,54%	0
6	1002005	1	2	5	1002	3 MD		173 877,47	790,19	173 087,28		0	0,45%	99,55%	0
7	1002006	1	2	6	1002	3 MD		568 238,36	4 512,13	563 726,23		0	0,79%	99,21%	0
8	1004001	1	4	1	1004	3 MD		25 393,15	8 270,05	17 123,10		0	32,57%	67,43%	0
9	1004002	1	4	2	1004	3 MD		73 067,34	9 235,43	63 831,91		0	12,64%	87,36%	0
10	1004003	1	4	3	1004	3 MD		54 080,66	14 653,21	39 427,46		0	27,10%	72,90%	0
11	1004004	1	4	4	1004	3 MD		46 251,34	7 524,62	38 726,72		0	16,27%	83,73%	0
12	1004005	1	4	5	1004	3 MD		42 644,98	1 580,76	41 064,22		0	3,71%	96,29%	0
13	1004006	1	4	6	1004	3 MD		65 095,30	9 897,94	55 197,35		0	15,21%	84,79%	0
14	1005001	1	5	1	1005	3 MD		20 475,12	2 270,91	18 204,21		0	11,09%	88,91%	0
15	1005002	1	5	2	1005	3 MD		86 749,48	2 124,26	84 625,21		0	2,45%	97,55%	0
16	1005003	1	5	3	1005	3 MD		8 176,24	4 219,14	3 957,10		0	51,60%	48,40%	0
17	1005004	1	5	4	1005	3 MD		62 103,54	1 836,91	60 266,63		0	2,96%	97,04%	0
18	1005005	1	5	5	1005	3 MD		40 849,59	361,44	40 488,15		0	0,88%	99,12%	0
19	1005006	1	5	6	1005	3 MD		80 436,43	2 132,34	78 304,09		0	2,65%	97,35%	0
20	1006001	1	6	1	1006	3 MD		7 082,93	542,64	6 540,29		0	7,66%	92,34%	0
21	1006002	1	6	2	1006	3 MD		30 877,93	474,35	30 403,57		0	1,54%	98,46%	0
22	1006003	1	6	3	1006	3 MD		2 414,91	993,23	1 421,68		0	41,13%	58,87%	0
23	1006004	1	6	4	1006	3 MD		22 162,57	510,38	21 652,19		0	2,30%	97,70%	0
24	1006005	1	6	5	1006	3 MD		14 712,68	166,37	14 546,31		0	1,13%	98,87%	0
25	1006006	1	6	6	1006	3 MD		28 598,58	466,02	28 132,56		0	1,63%	98,37%	0
26	1007001	1	7	1	1007	3 MD		25 809,60	3 855,02	21 954,58		0	14,94%	85,06%	0
27	1007002	1	7	2	1007	3 MD		102 033,41	3 584,76	98 448,64		0	3,51%	96,49%	0
28	1007003	1	7	3	1007	3 MD		11 776,04	7 085,11	4 690,93		0	60,17%	39,83%	0
29	1007004	1	7	4	1007	3 MD		111 507,38	3 060,40	108 446,98		0	2,74%	97,26%	0
30	1007005	1	7	5	1007	3 MD		76 997,23	630,02	76 367,21		0	0,82%	99,18%	0

Figure 15 : Extrait de l'onglet 'Demande_2003' (Source : COTEBA)

Génération

Pour la projection aux différents horizons de la demande globale de base (2003) en situation « Fil de l'Eau », les données nécessaires sont les hypothèses retenues pour l'évolution de la mobilité (élasticités, etc.) et des valeurs socio-économiques (PIB, prix du baril, etc.). Deux feuilles différentes ont été créées ("Mobilité" et "Socio-économie").

Dans l'onglet "Mobilité", on trouve :

- les élasticités au PIB par :
 - mode,
 - motif et
 - période
- l'élasticité au prix du baril
- le taux de croissance du trafic concernant la réduction des effets frontières
- l'évolution de la valeur du temps

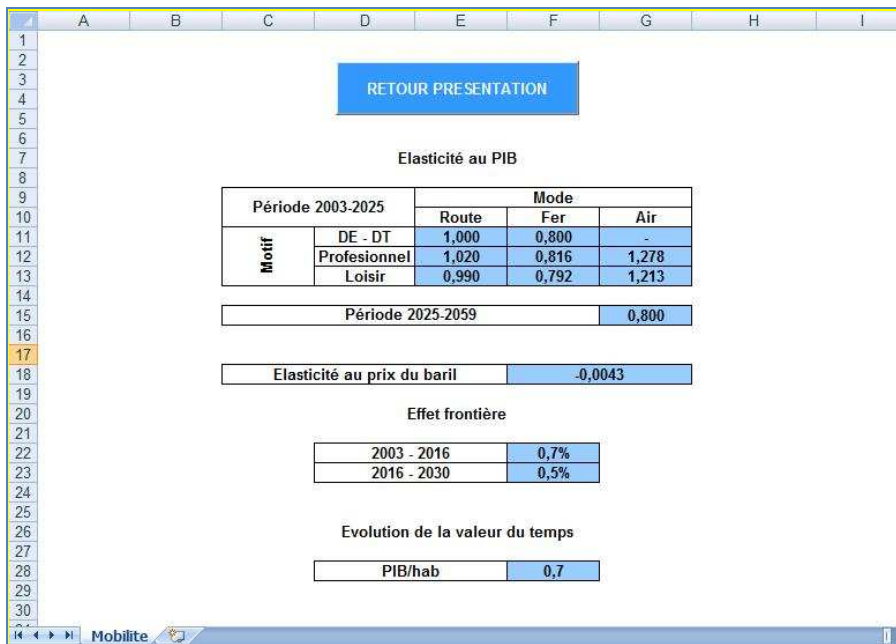


Figure 16 : L'onglet 'Mobilité' du modèle (Source : COTEBA)

Dans l'onglet "Socio-économie", on trouve :

- les prévisions sur l'évolution du prix du baril du pétrole
- le taux de croissance du PIB pendant la période de l'étude
- le taux de croissance de la population
- présentation graphique des hypothèses retenues

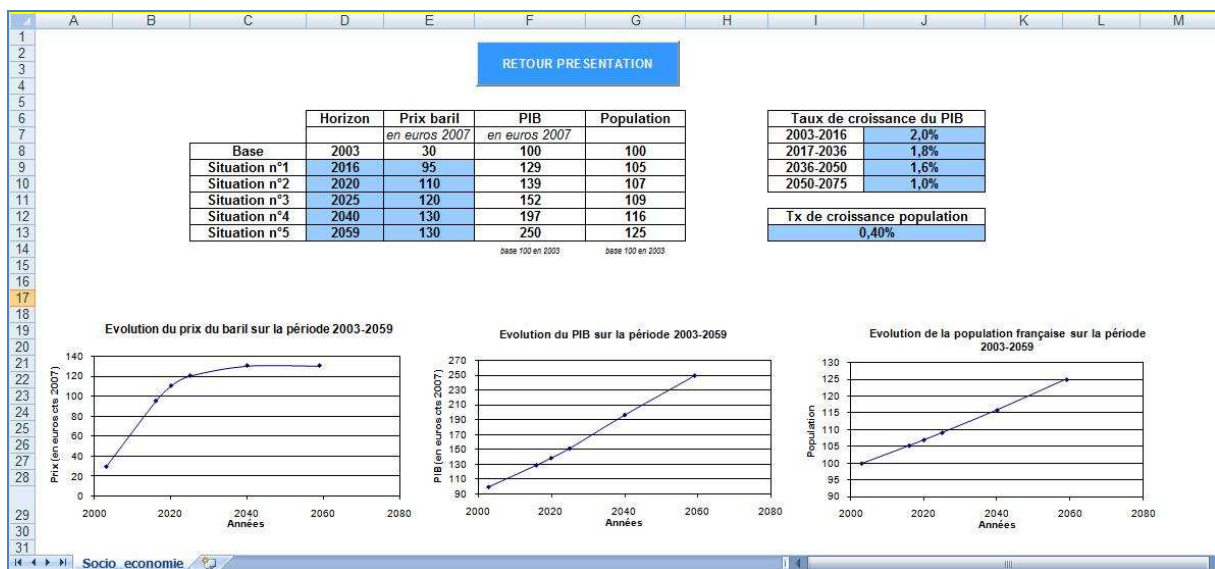


Figure 17 : L'onglet 'Socio_économie' (Source : COTEBA)

Distribution

Après l'estimation de la demande globale aux différents horizons de l'étude, on doit la distribuer par mode et par motif de déplacement pour chaque O/D. La distribution a été réalisée avec un modèle gravitaire et les données nécessaires sont les prévisions socio-économiques (PIB, population) pour chaque zone du périmètre de l'étude.

Dans l'onglet "Socio-éco" on trouve les prévisions du PIB et de la population pour chaque zone pendant la période étudiée (jusqu'à 2059), qui ont été réalisées par rapport aux données statistiques pour la période 1995-2005 et les hypothèses retenues.

	A	B	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
89	PIB	Centre de zonage	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
90	1	Angoulême	5.267	5.339	5.411	5.484	5.558	5.632	5.707	5.783	5.860	5.938	6.017	6.096	6.176	6.257
91	2	Cognac	1.718	1.736	1.754	1.772	1.791	1.809	1.828	1.847	1.866	1.885	1.904	1.924	1.943	1.963
92	3	Bartzeaux	1.240	1.252	1.265	1.278	1.292	1.305	1.318	1.332	1.345	1.359	1.372	1.386	1.400	1.414
93	4	Ruffec	1.804	1.820	1.836	1.853	1.869	1.886	1.902	1.919	1.936	1.953	1.970	1.987	2.004	2.021
94	5	La Rochelle	6.758	6.920	7.086	7.256	7.429	7.606	7.787	7.973	8.162	8.355	8.553	8.755	8.961	9.172
95	6	Rochefort	1.648	1.677	1.706	1.735	1.764	1.794	1.825	1.856	1.887	1.919	1.951	1.984	2.018	2.051
96	7	Saintes	5.009	5.079	5.150	5.222	5.295	5.368	5.443	5.518	5.593	5.670	5.748	5.826	5.905	5.985
97	8	Royan	3.204	3.271	3.339	3.408	3.479	3.551	3.625	3.700	3.776	3.853	3.932	4.013	4.095	4.179
98	9	Niort	5.705	5.857	6.014	6.174	6.339	6.507	6.680	6.857	7.039	7.225	7.416	7.611	7.811	8.017
99	10	Saint Maixent	1.753	1.792	1.830	1.870	1.911	1.952	1.994	2.037	2.081	2.125	2.171	2.217	2.264	2.313
100	11	Parthenay	1.997	2.038	2.079	2.121	2.164	2.208	2.253	2.298	2.344	2.391	2.439	2.488	2.538	2.588
101	12	Thouars	3.313	3.388	3.464	3.542	3.621	3.702	3.785	3.870	3.956	4.044	4.133	4.225	4.318	4.414
102	13	Poitiers	8.195	8.358	8.524	8.692	8.864	9.039	9.217	9.398	9.582	9.770	9.960	10.155	10.352	10.553
103	14	Châtellerault	2.466	2.499	2.532	2.565	2.599	2.634	2.668	2.703	2.738	2.774	2.810	2.846	2.883	2.920
104	15	Lussac	1.304	1.322	1.340	1.358	1.377	1.396	1.415	1.434	1.453	1.472	1.492	1.512	1.532	1.553
105	16	Loudun	701	708	714	721	728	735	741	748	755	762	769	776	783	790
106	17	Bordeaux	31.491	32.122	32.763	33.416	34.081	34.758	35.447	36.148	36.862	37.588	38.327	39.079	39.844	40.623
107	18	Lespègne-Médoc	2.592	2.637	2.682	2.728	2.775	2.823	2.871	2.920	2.970	3.021	3.072	3.124	3.177	3.230
108	19	Arcachon	5.323	5.489	5.659	5.834	6.014	6.200	6.391	6.588	6.790	6.999	7.213	7.434	7.662	7.896
109	20	Langon	2.714	2.760	2.806	2.853	2.901	2.949	2.998	3.048	3.098	3.150	3.202	3.254	3.308	3.362
110	21	Libourne	8.807	8.953	9.101	9.251	9.403	9.557	9.714	9.872	10.033	10.196	10.362	10.529	10.699	10.871
111	22	Dax	5.821	5.947	6.075	6.206	6.340	6.478	6.615	6.757	6.901	7.049	7.199	7.352	7.508	7.667
112	23	Morcenx	1.454	1.476	1.498	1.520	1.542	1.564	1.587	1.610	1.634	1.657	1.681	1.706	1.730	1.755
113	24	Mont-de-Marsan	3.263	3.312	3.362	3.413	3.464	3.516	3.569	3.622	3.676	3.730	3.786	3.841	3.898	3.955
114	25	Agen	4.374	4.455	4.537	4.621	4.706	4.793	4.881	4.970	5.061	5.153	5.247	5.342	5.439	5.537
115	26	Marmande	1.822	1.846	1.874	1.900	1.927	1.953	1.981	2.008	2.036	2.064	2.092	2.121	2.150	2.179
116	27	Villeeneuve sur Lot	2.457	2.491	2.526	2.561	2.597	2.633	2.669	2.706	2.743	2.780	2.818	2.857	2.896	2.935
117	28	Pau	10.789	11.022	11.260	11.544	11.814	12.090	12.372	12.660	12.954	13.254	13.561	13.874	14.194	14.521
118	29	Orthez	2.034	2.069	2.105	2.141	2.178	2.215	2.253	2.292	2.331	2.370	2.411	2.451	2.493	2.535
119	30	Bayonne	9.688	9.940	10.198	10.463	10.734	11.011	11.296	11.587	11.885	12.191	12.504	12.824	13.152	13.488
120	31	Périgueux	5.764	5.867	5.972	6.079	6.187	6.297	6.409	6.522	6.638	6.755	6.873	6.994	7.117	7.241
121	32	Bergerac	1.846	1.877	1.909	1.941	1.973	2.006	2.039	2.073	2.107	2.142	2.177	2.213	2.249	2.286
122	33	Sarlat	1.142	1.164	1.187	1.210	1.233	1.257	1.281	1.306	1.331	1.357	1.383	1.409	1.436	1.463
123	34	Mussidan	1.317	1.341	1.365	1.390	1.415	1.440	1.466	1.492	1.519	1.546	1.573	1.601	1.629	1.658
124	35	Rodez	1.678	1.702	1.726	1.751	1.777	1.803	1.829	1.856	1.884	1.912	1.941	1.970	1.999	2.029
125	36	Toulouse	49.533	50.815	52.128	53.473	54.850	56.261	57.707	59.186	60.702	62.254	63.843	65.470	67.136	68.842

Figure 18 : Extrait de l'onglet 'Socio_éco' avec les prévisions sur la Population et le PIB (Source : COTEBA)

Choix Modal

Pour l'estimation de la répartition du trafic par mode on utilise le sous-modèle du choix modal. Les données nécessaires pour cette partie du modèle sont les caractéristiques de l'offre des transports aux différents horizons. Pour chaque horizon (2003-2059) et chaque situation différente (« Référence » et « Projet ») de l'étude un onglet a été créé avec toutes les caractéristiques de l'offre de tous les modes de transports.

Donc, 11 différents onglets ont été créés :

- un pour la définition de l'offre à l'année 2003,
- 5 pour la situation « Référence », un pour chaque horizon de prévision et
- 5 pour la situation « Projet », un pour chaque horizon de prévision.

Dans l'onglet "Offre 2003" pour chaque couple O/D et motif de déplacement on définit :

- le type de trafic (Radial, Jonction, etc.)
- la distance entre les deux zones (Longue Distance/Moyenne Distance)
- les caractéristiques de l'offre routière
 - le coût de déplacement
 - le temps de déplacement
- les caractéristiques de l'offre ferroviaire
 - le coût de déplacement (tarif ferroviaire et coût de rabattement)
 - le temps de déplacement (temps du trajet et temps de rabattement)
 - les fréquences ferroviaires journalières (pour un jour moyen annuel)
 - le nombre de correspondances
- les caractéristiques de l'offre aérienne
 - le coût de déplacement (tarif aérienne et coût de rabattement)
 - le temps de déplacement (temps du trajet et temps de rabattement)
 - les fréquences aériennes journalières (pour un jour moyen annuel)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Numéro	NZ O	NZ D	Motif	TypeTraf	MDLD	car_cost	car_time	rail_cost	rail_time	rail_freq	rail_co	air_cost	air_time	air_freq
256	1070001	1	70	1	3 MD		8,661927	89,917713	18,374425	171,5479838	3,8461538	0	21057,894	20093	9999
257	1070002	1	70	2	3 MD		7,9432272	89,666994	23,622282	172,0870674	3,8461538	0	21057,894	20088	9999
258	1070003	1	70	3	3 MD		7,5527875	89,713091	17,931564	171,2617582	3,8461538	0	21057,894	20093	9999
259	1070004	1	70	4	3 MD		5,5629015	96,385348	21,587933	170,4131166	3,8461538	0	21057,894	20093	9999
260	1070005	1	70	5	3 MD		4,9708838	97,847265	21,574415	171,0511509	3,8461538	0	21057,894	20093	9999
261	1070006	1	70	6	3 MD		5,9149593	89,980791	21,72504	171,8351973	3,8461538	0	21057,894	20093	9999
262	1072002	1	72	2	2 LD		73,2466	512,2241	75,034709	347,9758002	11,423077	0,910256	334,56637	335,2097	1,415336
263	1072004	1	72	4	2 LD		56,455603	560,82488	69,432089	359,6536872	11,423077	0,910256	186,66333	336,8269	1,415336
264	1072005	1	72	5	2 LD		45,2185	566,41364	69,403056	355,0898643	11,423077	0,910256	223,80168	337,6914	1,415336
265	1072006	1	72	6	2 LD		60,228895	516,65704	69,72089	346,564087	11,423077	0,910256	234,17732	338,7128	1,415336
266	1073002	1	73	2	2 LD		68,263758	640,86167	83,108146	627,4623165	4	1,5	279,66313	465,9772	2,403194
267	1073004	1	73	4	2 LD		52,615024	678,82414	76,944161	641,0164916	4	1,5	157,19309	470,9772	2,403194
268	1073005	1	73	5	2 LD		42,142362	701,79113	76,912729	635,7193984	4	1,5	187,94314	470,9772	2,403194
269	1073006	1	73	6	2 LD		56,131625	649,48356	77,256827	625,823783	4	1,5	196,42592	470,9772	2,403194
270	1074002	1	74	2	2 LD		104,15151	966,09524	85,793075	743,1537079	6,4230769	1,53022	423,53312	473,2114	3
271	1074004	1	74	4	2 LD		80,275891	1047,3805	79,442402	765,5299828	6,4230769	1,53022	234,59515	478,2114	3
272	1074005	1	74	5	2 LD		64,297522	1056,872	79,410172	756,7851339	6,4230769	1,53022	282,03412	478,2114	3
273	1074006	1	74	6	2 LD		85,641246	973,49344	79,763004	740,4486907	6,4230769	1,53022	295,12073	478,2114	3
274	1075002	1	75	2	2 LD		105,09081	734,91105	82,525585	640,5013038	8,8461538	1,656731	410,03394	478,2114	3
275	1075004	1	75	4	2 LD		80,99987	787,48532	76,402107	647,2936082	8,8461538	1,656731	227,33259	483,2114	3
276	1075005	1	75	5	2 LD		64,877398	795,3165	76,370848	644,6391147	8,8461538	1,656731	273,20566	483,2114	3
277	1075006	1	75	6	2 LD		86,413613	739,50926	76,713051	639,6801976	8,8461538	1,656731	285,8603	483,2114	3
278	1076002	1	76	2	4 LD		30,544218	336,89951	63,89632	366,636382	4,8461538	0,897436	21057,894	20088	9999
279	1076004	1	76	4	4 LD		30,683361	359,61071	59,81042	368,0082713	4,8461538	0,897436	21057,894	20093	9999
280	1076005	1	76	5	4 LD		21,395842	362,00486	59,787869	370,5515045	4,8461538	0,897436	21057,894	20093	9999
281	1076006	1	76	6	4 LD		32,766417	342,05304	60,034742	367,5331645	4,8461538	0,897436	21057,894	20093	9999
282	1078002	1	78	2	4 LD		55,946092	709,8341	76,3456	819,6094261	1,6153846	1,24359	296,25397	301,27	5
283	1078004	1	78	4	4 LD		56,200952	747,54777	70,65183	828,5659065	1,6153846	1,24359	166,11896	306,27	5
284	1078005	1	78	5	4 LD		39,189536	763,60674	70,622408	847,3545288	1,6153846	1,24359	198,79355	306,27	5

Figure 19 : L'onglet 'Offre_2003' (Source : COTEBA)

Pour la définition de l'offre pour les situations « Référence » et « Projet » on ajoute encore trois caractéristiques :

- le Δ Temps : la différence éventuelle entre le temps de parcours en train en situation 2003 et en situation étudiée,

- le Δ Fréq : la différence éventuelle entre les fréquences ferroviaires journalières en situation 2003 et en situation étudiée et
- le Δ Rup : la différence éventuelle du nombre de correspondances entre la situation 2003 et la situation étudiée.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Numéro	NZ_O	NZ_D	Motif	TypeTraf	MDLD	car_cost 2016	car_time	rail_cost	rail_time REF	rail_freq REF	rail_co REF	air_cost	air_time	air_freq	Δ Tps	Δ Freq	Δ Rup	
340	2008001	2	8	1	3 MD	9,92	57,37063	9,8178776	128,96	8,00	0,18	25497,01	20093	11379,79	0	0	0	
341	2008002	2	8	2	3 MD	9,09	57,04405	11,898067	129,98	8,00	0,18	25497,01	20088	11379,79	0	0	0	
342	2008003	2	8	3	3 MD	8,65	63,8975	9,6477027	130,33	8,00	0,18	25497,01	20093	11379,79	0	0	0	
343	2008004	2	8	4	3 MD	6,37	61,93147	11,102246	130,28	8,00	0,18	25497,01	20093	11379,79	0	0	0	
344	2008005	2	8	5	3 MD	5,69	63,25217	11,09695	127,24	8,00	0,18	25497,01	20093	11379,79	0	0	0	
345	2008006	2	8	6	3 MD	6,77	57,33901	11,154931	130,05	8,00	0,18	25497,01	20093	11379,79	0	0	0	
346	2013001	2	13	1	3 MD	32,83	106,6188	18,133408	158,75	8,00	0,97	25497,01	20093	11379,79	-7	1	0	
347	2013002	2	13	2	3 MD	30,11	106,1295	24,076762	158,58	8,00	0,97	25497,01	20088	11379,79	-7	1	0	
348	2013003	2	13	3	3 MD	28,63	106,2699	17,761729	158,93	8,00	0,97	25497,01	20093	11379,79	-7	1	0	
349	2013004	2	13	4	3 MD	21,09	121,9234	21,638606	160,04	8,00	0,97	25497,01	20093	11379,79	-7	1	0	
350	2013005	2	13	5	3 MD	18,84	125,2158	20,927038	162,41	8,00	0,97	25497,01	20093	11379,79	-7	1	0	
351	2013006	2	13	6	3 MD	22,42	106,7469	21,753675	158,49	8,00	0,97	25497,01	20093	11379,79	-7	1	0	
352	2014001	2	14	1	3 MD	40,48	141,7238	19,276025	184,19	4,00	1,19	25497,01	20093	11379,79	-7	0	0	
353	2014002	2	14	2	3 MD	37,12	141,4755	25,853769	181,79	4,00	1,19	25497,01	20088	11379,79	-7	0	0	
354	2014003	2	14	3	3 MD	35,29	141,5467	18,852448	176,49	4,00	1,19	25497,01	20093	11379,79	-7	0	0	
355	2014004	2	14	4	3 MD	25,98	149,4915	23,172913	164,15	4,00	1,19	25497,01	20093	11379,79	-7	0	0	
356	2014005	2	14	5	3 MD	23,23	151,1626	22,45973	176,85	4,00	1,19	25497,01	20093	11379,79	-7	0	0	
357	2014006	2	14	6	3 MD	27,64	141,7889	23,30405	182,65	4,00	1,19	25497,01	20093	11379,79	-7	0	0	
358	2036001	2	36	1	3 LD	68,82	223,6205	48,66456	294,95	5,00	1,28	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
359	2036002	2	36	2	3 LD	63,11	223,3139	66,907719	294,33	5,00	1,28	25497,01	20088	11379,79	-25	1	0	
360	2036003	2	36	3	3 LD	60,01	222,526	47,873384	295,18	5,00	1,28	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
361	2036004	2	36	4	3 LD	44,20	235,0013	59,916538	296,15	5,00	1,28	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
362	2036005	2	36	5	3 LD	39,49	237,8323	57,391914	295,53	5,00	1,28	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
363	2036006	2	36	6	3 LD	46,99	224,8754	60,16148	294,59	5,00	1,28	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
364	2043001	2	43	1	3 LD	75,94	247,1386	46,824533	290,05	7,00	2,20	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
365	2043002	2	43	2	3 LD	69,64	247,8958	64,658741	290,85	7,00	2,20	25497,01	20088	11379,79	-25	1	0	
366	2043003	2	43	3	3 LD	66,21	245,6895	45,050404	290,64	7,00	2,20	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
367	2043004	2	43	4	3 LD	48,77	267,142	57,791713	288,51	7,00	2,20	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
368	2043005	2	43	5	3 LD	43,58	278,5522	55,267619	288,61	7,00	2,20	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
369	2043006	2	43	6	3 LD	51,86	249,4455	58,031377	290,63	7,00	2,20	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
370	2044001	2	44	1	3 MD	52,91	172,6525	39,367725	217,10	7,00	2,08	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	
371	2044002	2	44	2	3 MD	48,52	171,9196	54,913668	217,98	7,00	2,08	25497,01	20088	11379,79	-25	1	0	
372	2044003	2	44	3	3 MD	46,14	172,9846	38,688989	216,00	7,00	2,08	25497,01	20093	11379,79	-25	1	0	

Figure 20 : Partie de l'onglet 'Offre_projet_2016' (Source : COTEBA)

L'évolution de l'offre de transports pendant la période d'étude a été définie avec trois onglets différents ("Coûts modes", "Critères offre" et "Gain de temps").

Au début on définit le coût de déplacement par mode en 2003 :

- fer
 - tarif ferroviaire
 - coût de rabattement
- air
 - tarif aérien
 - coût de rabattement
- route
 - coût d'essence
 - coût de péages
 - taux d'occupation de voitures

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Numéro	NZ_O	NZ_D	Motif	TypeTraf	MDLD	rail_cost_2003	Fer_C_rab	Air_cout_rab	Air_tarif	R_Dist_S	R_Dist_Pay	Tx_Occ
636	3073002	3	73	2	2	LD	80,76859541	4,491881175	10528,947	10528,947	862,16	326,63	1,542868267
637	3073004	3	73	4	2	LD	74,60461111	4,491881175	10528,947	10528,947	862,16	326,63	2,001747371
638	3073005	3	73	5	2	LD	74,57317868	4,491881175	10528,947	10528,947	862,16	326,63	2,499195129
639	3073006	3	73	6	2	LD	74,91727668	4,491881175	10528,947	10528,947	862,16	326,63	1,876339526
640	3075002	3	75	2	2	LD	80,18603455	4,491881175	10528,947	10528,947	1128,26	736,05	1,542868267
641	3075004	3	75	4	2	LD	74,06255702	4,491881175	10528,947	10528,947	1128,26	736,05	2,001747371
642	3075005	3	75	5	2	LD	74,03129771	4,491881175	10528,947	10528,947	1128,26	736,05	2,499195129
643	3075006	3	75	6	2	LD	74,37350057	4,491881175	10528,947	10528,947	1128,26	736,05	1,876339526
644	3076002	3	76	2	4	LD	50,88196875	15,16668234	10528,947	10528,947	427,43	174,59	1,898639489
645	3076004	3	76	4	4	LD	46,79606894	15,16668234	10528,947	10528,947	427,43	174,59	1,890029544
646	3076005	3	76	5	4	LD	46,77351775	15,16668234	10528,947	10528,947	427,43	174,59	2,710454608
647	3076006	3	76	6	4	LD	47,02039083	15,16668234	10528,947	10528,947	427,43	174,59	1,769874897
648	3078002	3	78	2	4	LD	74,00604946	4,491881175	10528,947	10528,947	806,59	326,24	1,898639489
649	3078004	3	78	4	4	LD	68,31228022	4,491881175	10528,947	10528,947	806,59	326,24	1,890029544
650	3078005	3	78	5	4	LD	68,28285738	4,491881175	10528,947	10528,947	806,59	326,24	2,710454608
651	3078006	3	78	6	4	LD	68,60495597	4,491881175	10528,947	10528,947	806,59	326,24	1,769874897
652	3084002	3	84	2	4	LD	86,62534049	4,491881175	10528,947	10528,947	1309,96	519,87	1,898639489
653	3084004	3	84	4	4	LD	80,05412351	4,491881175	10528,947	10528,947	1309,96	519,87	1,890029544
654	3084005	3	84	5	4	LD	80,02095067	4,491881175	10528,947	10528,947	1309,96	519,87	2,710454608
655	3084006	3	84	6	4	LD	80,38410139	4,491881175	10528,947	10528,947	1309,96	519,87	1,769874897
656	3085002	3	85	2	2	LD	77,77243583	4,491881175	10528,947	10528,947	1037,44	561,34	1,542868267
657	3085004	3	85	4	2	LD	71,81678126	4,491881175	10528,947	10528,947	1037,44	561,34	2,001747371
658	3085005	3	85	5	2	LD	71,78623918	4,491881175	10528,947	10528,947	1037,44	561,34	2,499195129
659	3085006	3	85	6	2	LD	72,1205903	4,491881175	10528,947	10528,947	1037,44	561,34	1,876339526
660	3092001	3	92	1	1	LD	45,11655568	3,131268405	10528,947	10528,947	9999	9999	9999
661	3092002	3	92	2	1	LD	58,97586896	3,131268405	10528,947	10528,947	9999	9999	9999
662	3092003	3	92	3	1	LD	44,31470384	3,131268405	10528,947	10528,947	9999	9999	9999
663	3092004	3	92	4	1	LD	54,32718204	3,131268405	10528,947	10528,947	9999	9999	9999
664	3092005	3	92	5	1	LD	54,30222563	3,131268405	10528,947	10528,947	9999	9999	9999
665	3092006	3	92	6	1	LD	54,57514817	3,131268405	10528,947	10528,947	9999	9999	9999

Figure 21 : L'onglet 'Couts_mode' du logiciel (Source : COTEBA)

Ensuite on définit les caractéristiques de l'évolution de l'offre de chaque mode pendant la période de l'étude :

- Offre ferroviaire
 - les horizons importants concernant le changement de l'offre ferroviaire (ouverture de la ligne SEA, passage à 320 km/h etc.)
 - le taux de croissance moyen annuel de tarifs ferroviaires
 - le taux de croissance moyen annuel du coût de rabatement
 - les sur-tarifs liés à l'ouverture de la LGV SEA
- Offre routière
 - le taux de croissance moyen annuel du coût d'essence
 - le taux de croissance moyen annuel du coût des péages
- Offre aérienne
 - le taux de croissance moyen annuel de tarifs aériens
 - le taux de croissance moyen annuel du coût de rabatement

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		CARACTERISTIQUES DES OFFRES AERIENNES ROUTIERES ET FERROVIAIRES						
2								
3								
4			RETOUR PRESENTATION					
5								
6								
7		OFFRE AERIENNE		OFFRE ROUTIERE		OFFRE FERROVIAIRE		
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14		OFFRE FERROVIAIRE						
15		Temporalité des projets						
16		Horizon d'ouverture projet complet	2016					
17		Horizon d'ouverture des GPSO	2020					
18		Passage à 320 km/h	2025					
19								
20								
21		Tarifs ferroviaires - TCMA			Coûts de rabattement - TCMA			
22		2003-2016	0,50%	2003-2016	1,41%			
23		2016-2020	1,50%	2016-2020	1,03%			
24		2020-2025	1,50%	2020-2025	0,79%			
25		2025-2040	0,00%	2025-2040	0,00%			
26		2040-2059	0,00%	2040-2059	0,00%			
27								
28		Evolution des tarifs ferroviaires en %			Evolution des coût de rabattement en %			
29		Situation n°1	6,70%	Situation n°1	20,00%			
30		Situation n°2	13,25%	Situation n°2	25,00%			
31		Situation n°3	22,00%	Situation n°3	30,00%			
32		Situation n°4	22,00%	Situation n°4	30,00%			
33		Situation n°5	22,00%	Situation n°5	30,00%			
34								
35								
36		Surtarifs liés à l'ouverture de la LGV SEA						
37		<i>en euros/min gagnée</i>	Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4	Situation 5	
38		Motif DE DT	0,1	0,105	0,11	0,11	0,11	
39		Motif Professionnel	0,3	0,315	0,33	0,33	0,33	
40		Motif WE	0,2	0,21	0,22	0,22	0,22	
41		Motif Vacances	0,1	0,105	0,11	0,11	0,11	
42		Motif Autres Loisirs	0,2	0,21	0,22	0,22	0,22	
43								
44		Surtarifs liés à l'ouverture de LGV annexes						
45		<i>en euros/min gagnée</i>	Situation 1	Situation 2	Situation 3	Situation 4	Situation 5	
46		Motif DE DT	0,1	0,105	0,11	0,11	0,11	
47		Motif Professionnel	0,3	0,315	0,33	0,33	0,33	
48		Motif WE	0,2	0,21	0,22	0,22	0,22	
49		Motif Vacances	0,1	0,105	0,11	0,11	0,11	
50		Motif Autres Loisirs	0,2	0,21	0,22	0,22	0,22	
51								
52								

Figure 22 : Caractéristiques de l'évolution de l'offre ferroviaire, onglet 'Critères_offre'
(Source : COTEBA)

Dans la troisième feuille Excel on trouve le gain du temps pour chaque O/D après les différents changements des infrastructures ferroviaires :

- ouverture de la LGV SEA (à 300 km/h)
- passage à 320 km/h
- mise en service des GPSO (Grands Projets du Sud-ouest)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ld	NZ O		NZ D		SEA complet	Passage à 320km	Temps GPSO
3422	17039001	17	Bordeaux	39	Tarbes		0	-21
3423	17039002	17	Bordeaux	39	Tarbes		0	-21
3424	17039003	17	Bordeaux	39	Tarbes		0	-21
3425	17039004	17	Bordeaux	39	Tarbes		0	-21
3426	17039005	17	Bordeaux	39	Tarbes		0	-21
3427	17039006	17	Bordeaux	39	Tarbes		0	-21
3428	17041001	17	Bordeaux	41	Montauban		0	-31
3429	17041002	17	Bordeaux	41	Montauban		0	-31
3430	17041003	17	Bordeaux	41	Montauban		0	-31
3431	17041004	17	Bordeaux	41	Montauban		0	-31
3432	17041005	17	Bordeaux	41	Montauban		0	-31
3433	17041006	17	Bordeaux	41	Montauban		0	-31
3434	17043001	17	Bordeaux	43	Orleans		-48	0
3435	17043002	17	Bordeaux	43	Orleans		-48	0
3436	17043003	17	Bordeaux	43	Orleans		-48	0
3437	17043004	17	Bordeaux	43	Orleans		-48	0
3438	17043005	17	Bordeaux	43	Orleans		-48	0
3439	17043006	17	Bordeaux	43	Orleans		-48	0
3440	17044001	17	Bordeaux	44	Tours		-48	0
3441	17044002	17	Bordeaux	44	Tours		-48	0
3442	17044003	17	Bordeaux	44	Tours		-48	0
3443	17044004	17	Bordeaux	44	Tours		-48	0
3444	17044005	17	Bordeaux	44	Tours		-48	0
3445	17044006	17	Bordeaux	44	Tours		-48	0
3446	17045001	17	Bordeaux	45	Paris		-48	0
3447	17045002	17	Bordeaux	45	Paris		-48	0
3448	17045003	17	Bordeaux	45	Paris		-48	0
3449	17045004	17	Bordeaux	45	Paris		-48	0
3450	17045005	17	Bordeaux	45	Paris		-48	0
3451	17045006	17	Bordeaux	45	Paris		-48	0

Figure 23: Extrait de l'onglet 'Gain_de_temps' (Source : COTEBA)

3.3.2 Sorties (Outputs)

On peut séparer les sorties du modèle en deux catégories :

- ⇒ **les résultats intermédiaires** (données internes) : données qui seront reprises pour les étapes suivantes ;
- ⇒ **les résultats finaux** : résultats par rapport à la demande et à ses caractéristiques aux différents horizons de l'étude.

Les onglets qui sont les sorties du modèle sont :

Demande □ **Fil de l'Eau**

Pour chaque horizon (2016-2059) on a un onglet différent. Les caractéristiques de la demande en situation « Fil de l'Eau » pour chaque couple O/D sont :

- le trafic total
- le trafic par mode (Fer-Route-Air)
- la répartition modale

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Numéro	NZ_O	NZ_D	Motif	TypeTraf	MDLD	Total	Fer	Rte	Air	P_fer	P_rte	P_air	
3440	17044001	17	44	1	3 MD	37092	14588	22504	0	39,3%	60,7%	0,0%	
3441	17044002	17	44	2	3 MD	139905	32406	107499	0	23,2%	76,8%	0,0%	
3442	17044003	17	44	3	3 MD	16592	11954	4638	0	72,0%	28,0%	0,0%	
3443	17044004	17	44	4	3 MD	94745	22902	71844	0	24,2%	75,8%	0,0%	
3444	17044005	17	44	5	3 MD	64413	13974	50440	0	21,7%	78,3%	0,0%	
3445	17044006	17	44	6	3 MD	133758	38314	95443	0	28,6%	71,4%	0,0%	
3446	17045001	17	45	1	1 LD	72673	70519	2154	0	97,0%	3,0%	0,0%	
3447	17045002	17	45	2	1 LD	1323522	780163	116384	426974	58,9%	8,8%	32,3%	
3448	17045003	17	45	3	1 LD	51119	48695	2425	0	95,3%	4,7%	0,0%	
3449	17045004	17	45	4	1 LD	572767	369847	129779	73141	64,6%	22,7%	12,8%	
3450	17045005	17	45	5	1 LD	440575	170455	232354	37766	38,7%	52,7%	8,6%	
3451	17045006	17	45	6	1 LD	636216	352594	159331	124292	55,4%	25,0%	19,5%	
3452	17046001	17	46	1	1 LD	6435	6148	286	0	95,5%	4,5%	0,0%	
3453	17046002	17	46	2	1 LD	116473	68571	15600	32301	58,9%	13,4%	27,7%	
3454	17046003	17	46	3	1 LD	4568	4246	322	0	92,9%	7,1%	0,0%	
3455	17046004	17	46	4	1 LD	55478	32385	17330	5763	58,4%	31,2%	10,4%	
3456	17046005	17	46	5	1 LD	48673	14894	30962	2817	30,6%	63,6%	5,8%	
3457	17046006	17	46	6	1 LD	61649	30957	21333	9358	50,2%	34,6%	15,2%	
3458	17047001	17	47	1	1 LD	8062	7639	423	0	94,8%	5,2%	0,0%	
3459	17047002	17	47	2	1 LD	151108	84465	22847	43796	55,9%	15,1%	29,0%	
3460	17047003	17	47	3	1 LD	5751	5275	476	0	91,7%	8,3%	0,0%	
3461	17047004	17	47	4	1 LD	73241	40081	25501	7659	54,7%	34,8%	10,5%	
3462	17047005	17	47	5	1 LD	68124	18485	45689	3949	27,1%	67,1%	5,8%	
3463	17047006	17	47	6	1 LD	82363	38232	31325	12807	46,4%	38,0%	15,5%	
3464	17048001	17	48	1	1 LD	5643	5181	462	0	91,8%	8,2%	0,0%	
3465	17048002	17	48	2	1 LD	143212	57413	25026	60773	40,1%	17,5%	42,4%	
3466	17048003	17	48	3	1 LD	4098	3577	520	0	87,3%	12,7%	0,0%	
3467	17048004	17	48	4	1 LD	67158	27217	27906	12034	40,5%	41,6%	17,9%	
3468	17048005	17	48	5	1 LD	68216	12546	49970	5701	18,4%	73,3%	8,4%	

Figure 24 : La feuille 'Demande_FdE_2025' (Source : COTEBA)

Demande □ **Référence**

Pour chaque horizon on crée une feuille (5 feuilles différentes en total). Les caractéristiques de la demande en situation « Référence » pour chaque O/D étudiée sont :

- le trafic total
- le trafic par mode (Fer-Route-Air)
- le trafic induit à chaque mode (nul pour route et air) après l'amélioration d'infrastructures
- la répartition modale
- et le trafic gagné ou perdu pour chaque mode par rapport à la situation « Fil de l'Eau ».

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Numéro	NZ_O	NZ_D	Motif	TypeTraf	MDLD	Total	Fer	Route	Air	T_indus_fer	T_indus_rte	T_indus_air	P_fer	P_rte	P_air	Report_fer	Report_rte	Report_air	
1074	5075002	5	75	2	2 LD	878	577	0	302	0	0	0	85,6%	0,0%	34,4%	295	-289	-6	
1075	5075004	5	75	4	2 LD	670	345	215	110	0	0	0	51,5%	32,1%	16,4%	201	-201	-1	
1076	5075005	5	75	5	2 LD	1.269	328	865	77	0	0	0	25,8%	68,1%	6,1%	235	-235	0	
1077	5075006	5	75	6	2 LD	824	465	266	93	0	0	0	56,5%	32,3%	11,2%	266	-266	0	
1078	5076002	5	76	2	4 LD	1.874	183	1.691	0	0	0	0	9,8%	90,2%	0,0%	13	-13	0	
1079	5076004	5	76	4	4 LD	1.799	108	1.691	0	0	0	0	6,0%	94,0%	0,0%	27	-27	0	
1080	5076005	5	76	5	4 LD	4.526	194	4.332	0	0	0	0	4,3%	95,7%	0,0%	20	-20	0	
1081	5076006	5	76	6	4 LD	1.682	133	1.549	0	0	0	0	7,9%	92,1%	0,0%	25	-25	0	
1082	5078002	5	78	2	4 LD	4.010	925	3.085	0	0	0	0	23,1%	76,9%	0,0%	628	-628	0	
1083	5078004	5	78	4	4 LD	2.819	751	2.068	0	0	0	0	26,6%	73,4%	0,0%	619	-619	0	
1084	5078005	5	78	5	4 LD	5.945	461	5.483	0	0	0	0	7,8%	92,2%	0,0%	231	-231	0	
1085	5078006	5	78	6	4 LD	2.431	714	1.717	0	0	0	0	29,4%	70,6%	0,0%	529	-529	0	
1086	5079002	5	79	2	4 LD	364	64	300	0	0	0	0	17,7%	82,3%	0,0%	0	0	0	
1087	5079004	5	79	4	4 LD	902	34	868	0	0	0	0	3,7%	96,3%	0,0%	3	-3	0	
1088	5079005	5	79	5	4 LD	2.761	71	2.690	0	0	0	0	2,6%	97,4%	0,0%	6	-6	0	
1089	5079006	5	79	6	4 LD	339	42	297	0	0	0	0	12,4%	87,6%	0,0%	1	-1	0	
1090	5080002	5	80	2	4 LD	2.968	251	2.717	0	0	0	0	8,5%	91,5%	0,0%	147	-147	0	
1091	5080004	5	80	4	4 LD	2.252	339	1.913	0	0	0	0	15,1%	84,9%	0,0%	289	-289	0	
1092	5080005	5	80	5	4 LD	9.696	263	9.433	0	0	0	0	2,7%	97,3%	0,0%	155	-155	0	
1093	5080006	5	80	6	4 LD	3.348	379	2.969	0	0	0	0	11,3%	88,7%	0,0%	312	-312	0	
1094	5082002	5	82	2	2 LD	1.672	556	1.116	0	0	0	0	33,3%	66,7%	0,0%	497	-77	-420	
1095	5082004	5	82	4	2 LD	286	137	101	48	0	0	0	47,8%	35,5%	16,7%	107	-3	-103	
1096	5082005	5	82	5	2 LD	188	74	13	101	0	0	0	39,4%	6,7%	53,9%	55	-51	-4	
1097	5082006	5	82	6	2 LD	398	145	204	49	0	0	0	36,4%	51,3%	12,3%	103	-24	-79	
1098	5083002	5	83	2	2 LD	411	133	39	211	28	0	0	39,2%	9,4%	51,4%	78	-78	0	
1099	5083004	5	83	4	2 LD	271	85	110	76	0	0	0	31,4%	40,5%	28,1%	56	-56	0	
1100	5083005	5	83	5	2 LD	511	126	332	53	0	0	0	24,7%	64,9%	10,4%	108	-108	0	
1101	5083006	5	83	6	2 LD	318	120	134	64	0	0	0	37,6%	42,1%	20,2%	79	-79	0	
1102	5084002	5	84	2	4 LD	2.218	813	1.010	0	395	0	0	54,5%	45,5%	0,0%	685	-685	0	
1103	5084004	5	84	4	4 LD	2.446	558	1.881	0	27	0	0	23,9%	76,1%	0,0%	475	-475	0	
1104	5084005	5	84	5	4 LD	4.734	1.884	2.850	0	0	0	0	39,8%	60,2%	0,0%	1.635	-1.635	0	
1105	5084006	5	84	6	4 LD	1.847	584	1.216	0	46	0	0	34,1%	65,9%	0,0%	469	-469	0	
1106	5085002	5	85	2	2 LD	8.400	5.551	1.678	872	299	0	0	69,6%	20,0%	10,4%	271	-269	-3	
1107	5085004	5	85	4	2 LD	5.826	2.864	2.648	313	0	0	0	49,2%	45,5%	5,4%	157	-155	-1	
1108	5085005	5	85	5	2 LD	9.384	3.831	5.334	219	0	0	0	40,8%	56,8%	2,3%	2.098	-2.097	-1	
1109	5085006	5	85	6	2 LD	7.633	4.212	3.156	265	0	0	0	55,2%	41,3%	3,5%	444	-443	-1	

Figure 25 : L'onglet qui représente la demande en situation Référence en 2040 (Source : COTEBA)

Demande Projet

Pour la demande en situation « Projet » cinq onglets différents ont été également créés et leur contexte est le même avec les onglets en situation « Référence ».

Demande Eligible

Dans cet onglet la demande relative à la LGV SEA est répartie entre les 6 différents tronçons de la nouvelle ligne. Les 6 tronçons sont :

1. Saint-Pierre des Corps/Châtellerault
2. Châtellerault/Poitiers
3. Poitiers/Ruffec
4. Ruffec/Angoulême
5. Angoulême/Libourne
6. Libourne/Bordeaux

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Numéro	NZ_O	NZ_D	Motif	TypeTraf	MDLD	Eligible	Part_TER_2003	SPC-Ch	Ch-P	P-Ruf	Ruf-Ang	Ang-Lib	Lib-Bor	2016					
128	1041001	1	41	1	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	638	638
129	1041002	1	41	2	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1155	1155
130	1041003	1	41	3	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	511	511
131	1041004	1	41	4	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1061	1061
132	1041005	1	41	5	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	649	649
133	1041006	1	41	6	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	977	977
134	1042001	1	42	1	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	58	58
135	1042002	1	42	2	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	94	94
136	1042003	1	42	3	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	48	48
137	1042004	1	42	4	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	76	76
138	1042005	1	42	5	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	35	35
139	1042006	1	42	6	3	LD	1,00	0,0%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	123	123
140	1043001	1	43	1	3	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	3407	3407	3407	3407	0	0
141	1043002	1	43	2	3	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	6023	6023	6023	6023	0	0
142	1043003	1	43	3	3	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	3410	3410	3410	3410	0	0
143	1043004	1	43	4	3	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	4009	4009	4009	4009	0	0
144	1043005	1	43	5	3	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	2367	2367	2367	2367	0	0
145	1043006	1	43	6	3	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	5661	5661	5661	5661	0	0
146	1044001	1	44	1	3	MD	1,00	9,1%	1	1	1	1	0	0	4528	4528	4528	4528	0	0
147	1044002	1	44	2	3	MD	1,00	7,6%	1	1	1	1	0	0	6930	6930	6930	6930	0	0
148	1044003	1	44	3	3	MD	1,00	17,5%	1	1	1	1	0	0	3491	3491	3491	3491	0	0
149	1044004	1	44	4	3	MD	1,00	6,7%	1	1	1	1	0	0	4928	4928	4928	4928	0	0
150	1044005	1	44	5	3	MD	1,00	1,9%	1	1	1	1	0	0	2456	2456	2456	2456	0	0
151	1044006	1	44	6	3	MD	1,00	4,7%	1	1	1	1	0	0	8140	8140	8140	8140	0	0
152	1045001	1	45	1	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	9858	9858	9858	9858	0	0
153	1045002	1	45	2	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	152303	152303	152303	152303	0	0
154	1045003	1	45	3	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	6685	6685	6685	6685	0	0
155	1045004	1	45	4	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	95157	95157	95157	95157	0	0
156	1045005	1	45	5	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	27238	27238	27238	27238	0	0
157	1045006	1	45	6	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	81171	81171	81171	81171	0	0
158	1046001	1	46	1	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	862	862	862	862	0	0
159	1046002	1	46	2	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	13673	13673	13673	13673	0	0
160	1046003	1	46	3	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	596	596	596	596	0	0
161	1046004	1	46	4	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	8503	8503	8503	8503	0	0
162	1046005	1	46	5	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	2458	2458	2458	2458	0	0
163	1046006	1	46	6	1	LD	1,00	0,0%	1	1	1	1	0	0	7229	7229	7229	7229	0	0

Figure 26 : La demande par tronçon de LGV SEA en 2016, feuille 'Demande_éligible' (Source : COTEBA)

Outputs

Il y a 5 onglets différents, un pour chaque horizon de l'étude. Dans chacun il y a un tableau avec le trafic pour chaque situation étudiée (« Fil de l'Eau », « Référence » et « Projet ») et pour chaque mode de transport par :

- type de trafic et
- motif de déplacement

RESULTS																
Horizon 2020	TRAFFICS ELIGIBLES - LGV SEA															
	2003				FdE				Ref				Projet			
	Fer TGV	Fer TER	Route	Air	Fer TGV	Fer TER	Route	Air	Fer TGV	Fer TER	Route	Air	Fer TGV	Fer TER	Route	Air
Radial	8 401 467	0	7 189 000	4 265 860	11 768 668	0	10 630 666	7 606 238	15 207 033	0	8 457 920	6 340 619	18 719 543	0	7 479 094	5 529 302
Intersecteur	1 389 236	0	6 990 831	1 239 911	1 906 540	0	10 217 829	2 162 255	3 734 312	0	8 905 532	1 683 454	4 546 692	0	8 541 804	1 547 354
Cabotage	1 069 423	340 182	15 915 978	0	1 494 653	470 922	23 709 630	0	2 197 000	629 696	22 926 504	0	2 582 197	629 696	22 629 912	0
Transpnrénen	364 646	0	1 311 976	2 987 210	541 124	0	2 093 526	5 386 507	2 281 523	0	1 509 753	4 231 910	2 650 961	0	1 424 665	4 115 976
Total	11 224 772	340 182	31 407 685	8 492 864	15 711 190	470 922	46 730 651	15 155 000	23 420 697	629 696	41 800 091	12 226 864	28 499 394	629 696	40 075 175	11 192 632

PARTS MODALES																
Horizon 2020	TRAFFICS ELIGIBLES - LGV SEA															
	2003				FdE				Ref				Projet			
	Fer TGV	Fer TER	Route	Air	Fer TGV	Fer TER	Route	Air	Fer TGV	Fer TER	Route	Air	Fer TGV	Fer TER	Route	Air
Radial	42,3%	0,0%	36,2%	21,5%	33,2%	0,0%	35,4%	23,3%	59,1%	0,0%	23,2%	21,1%	59,0%	0,0%	22,6%	17,4%
Intersecteur	14,4%	0,0%	72,7%	12,9%	13,3%	0,0%	71,5%	15,1%	25,1%	0,0%	62,3%	31,1%	0,0%	58,4%	19,6%	0,0%
Cabotage	6,2%	2,0%	91,9%	0,0%	5,8%	1,8%	82,4%	0,0%	8,3%	2,4%	89,0%	0,0%	10,0%	2,4%	87,6%	0,0%
Transpnrénen	7,8%	0,0%	28,1%	64,1%	6,7%	0,0%	26,1%	67,2%	28,4%	0,0%	18,8%	52,7%	32,4%	0,0%	17,4%	50,2%
Total	21,8%	0,7%	61,0%	16,5%	20,1%	0,6%	59,8%	19,4%	30,0%	0,8%	53,3%	15,7%	35,4%	0,8%	49,8%	13,9%

Figure 27 : L'onglet 'Outputs_2020' qui présent la demande éligible sur la LGV SEA en 2020 (Source : COTEBA)

On trouve aussi une présentation graphique de ces résultats :

- Un histogramme avec le trafic total pour chaque situation différente et
- 4 graphiques type-camembert avec la répartition modale pour chaque situation (2003, FdE, Référence et Projet).

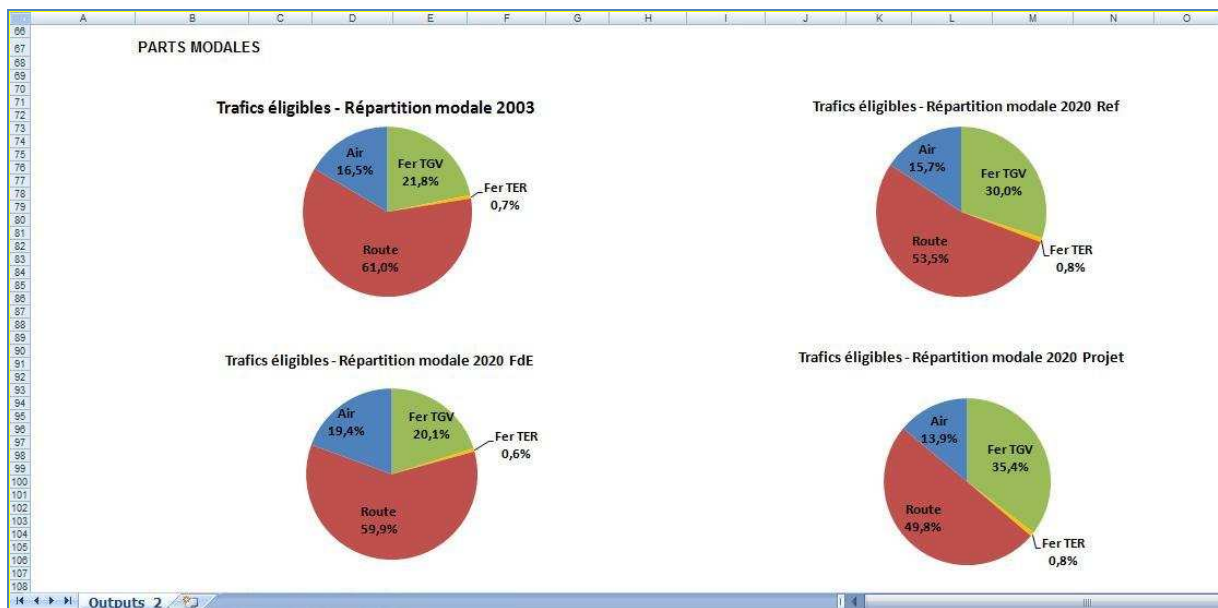


Figure 28 : La présentation graphique de la répartition modale dans l'onglet 'Outputs_2020' à l'horizon 2020. (Source : COTEBA)

Résultat final

Dans cet onglet on trouve une présentation des résultats finaux du modèle.

- un tableau avec le trafic pour tous les horizons, avec sa répartition par mode, motif et type de trafic
- un histogramme avec le trafic total pour chaque horizon et
- cinq graphiques avec le trafic de chaque tronçon de la LGV SEA pour les horizons de l'étude.

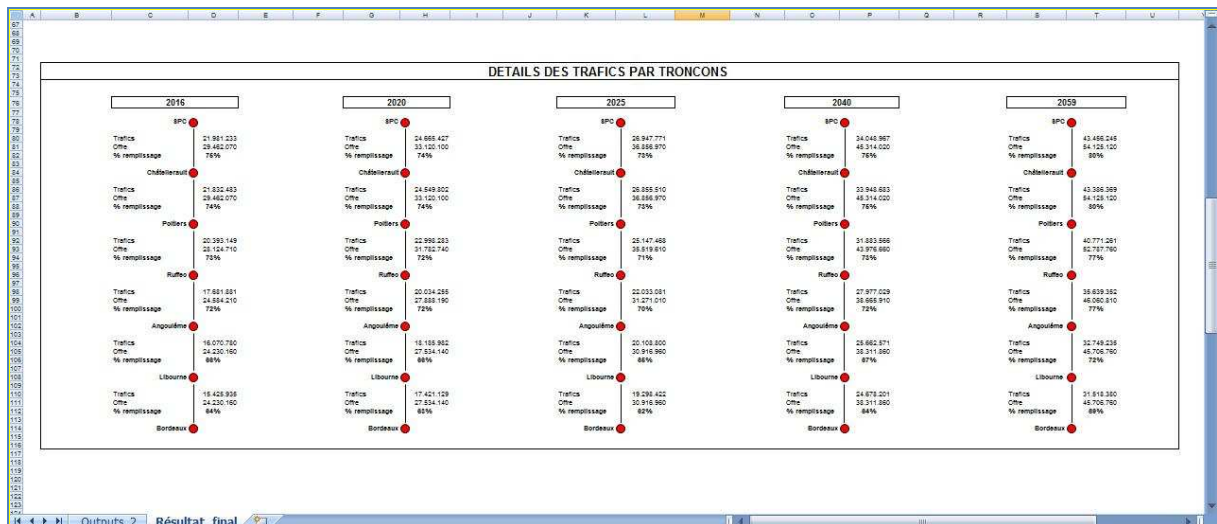


Figure 29 : La demande éligible par tronçon aux différents horizons
(Source : COTEBA)

Chiffres relatifs au Logiciel :

- ✚ **46**, les différents onglets
- ✚ **7 300**, les couples O/D par motif
- ✚ **150 Mo**, la taille du fichier Excel

4. RESULTATS

4.1 PREAMBULE

Les résultats présentés dans ce chapitre **ne sont pas les résultats finaux du modèle**. Ils sont les sorties du modèle à fin juillet 2008. Après les consignes du commanditaire de l'étude (EIFFAGE) et de l'auditeur du trafic (Scott Wilson) pendant la préparation de l'offre, plusieurs hypothèses et prévisions changeront probablement d'ici le rendu du dossier d'offre à RFF.

4.2 RESULTATS DU « SCENARIO CENTRAL »

4.2.1 Evolution de la demande de transport

Les résultats, présentés ci-dessous, concernent uniquement la « **Demande Eligible** », tous modes, relative au projet de la ligne à grande vitesse entre Tours et Bordeaux.

Le graphique suivant présente l'évolution au « Fil de l'Eau » du trafic éligible sur la période 2003-2059.

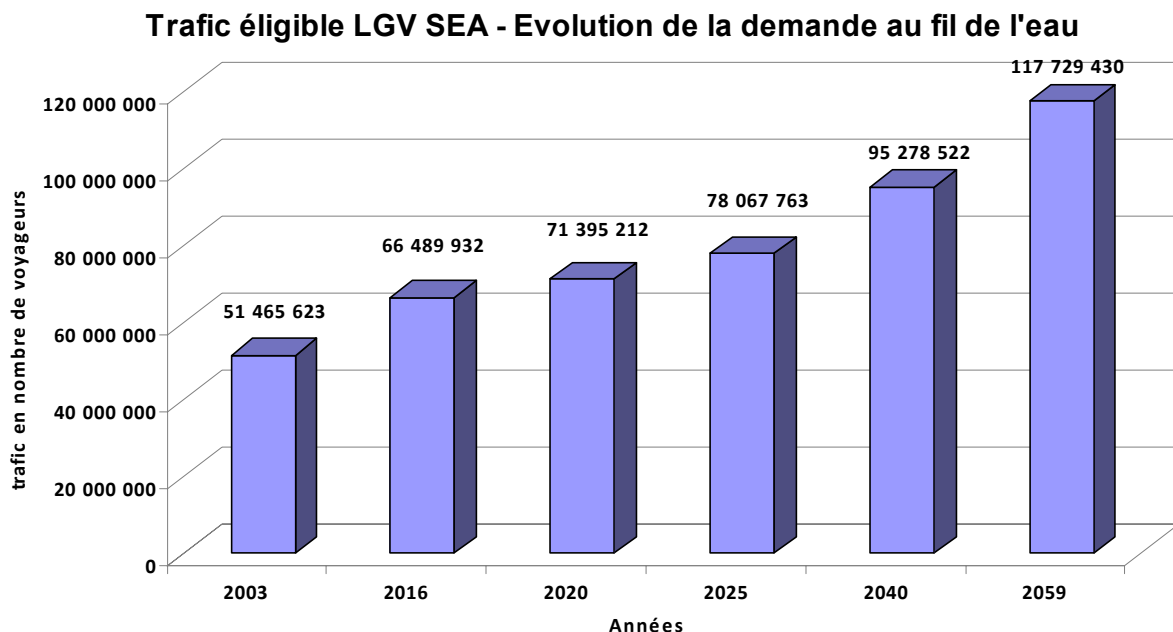


Figure 30 : Evolution au 'Fil de l'Eau' de la demande (tous modes)

(Source : COTEBA)

La demande éligible, au « Fil de l'Eau », passe de 51 millions de voyageurs annuels en 2003 à plus de 117 millions en 2059 (+129 %).

On constate une croissance annuelle de la demande éligible tous modes de :

- **1,99 %** sur la période 2003-2016,
- **1,80 %** sur la période 2016-2025,
- **1,34 %** sur la période 2025-2040 et
- **1,12 %** pour 2040-2059.

4.2.2 Voyageurs sur la LGV SEA à l'horizon 2016

Le graphique, ci-dessous présente les résultats des prévisions de trafics voyageurs sur le tronçon Tours - Bordeaux de la LGV SEA pour les différentes situations de modélisation à l'horizon 2016.

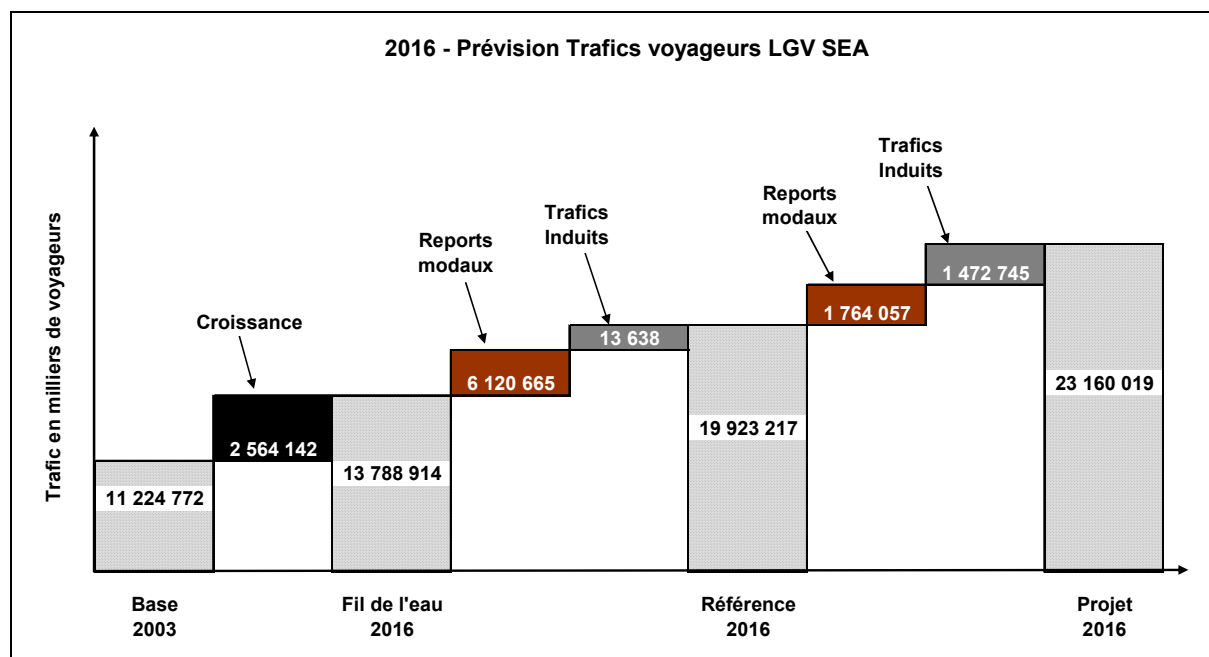


Figure 31 : Trafic ferroviaire sur la LGV SEA à l'horizon 2016 (Source : COTEBA)

On constate une évolution du trafic sur la LGV de **+ 106,3 %** entre la situation 2003 et la situation 2016 « Projet ». Cette croissance du trafic se répartit comme suit :

- ⇒ **22,8 %** sont liés à la croissance de la mobilité hors évolution des offres de transport ferroviaire, routière et aérienne (2003 - Fil de l'eau) ;
- ⇒ **54,7 %** sont liés aux évolutions des offres ferroviaires, routières et aériennes, hors LGV SEA (Fil de l'eau ⇒ Référence) ;

⇒ **28,8 %** sont liés à l'amélioration de l'offre ferroviaire apportée par le projet (Référence ⇒ Projet).

La croissance des trafics fer sur la LGV SEA entre situation de « Référence » et situation de « Projet » est composée de :

- ⇒ **54,5 %** de reports modaux en provenance des modes aériens et routiers (56,3 % en provenance de la route et 43,7 % en provenance de l'aérien) ;
- ⇒ **45,5 %** de trafics induits par le projet.

La part modale du fer TGV croît de façon importante entre la situation 2003, où elle est égale à **21,8 %**, et la situation 2016 « Projet » où elle totalise **34,1 %**.

Les illustrations ci-dessous présentent la répartition des déplacements sur l'axe de la LGV SEA en 2003 et en situation « Fil de l'Eau », de « Référence » et de « Projet » à l'horizon 2016.

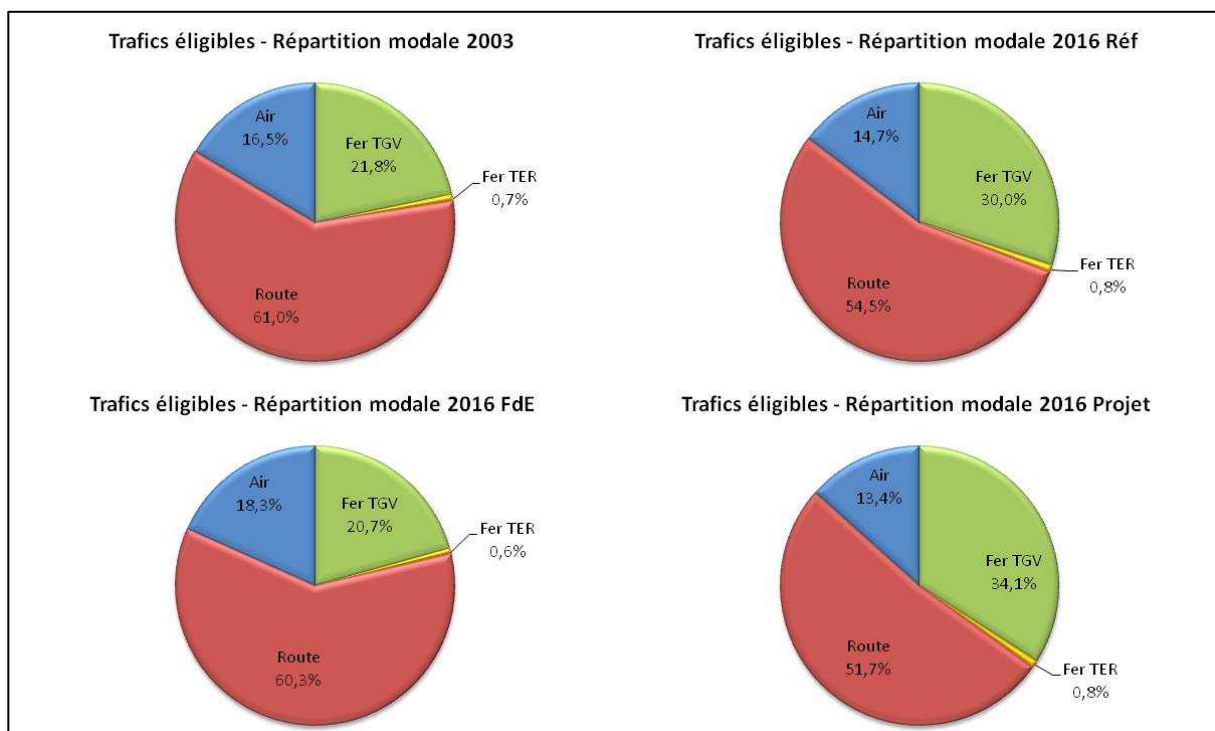


Figure 32 : Répartition modale en 2003 et en 2016 (Source : COTEBA)

4.2.3 Voyageurs sur la LGV SEA de 2016 à 2059

Le graphique, ci-dessous, présente les trafics voyageurs sur la LGV SEA aux différents horizons d'étude.

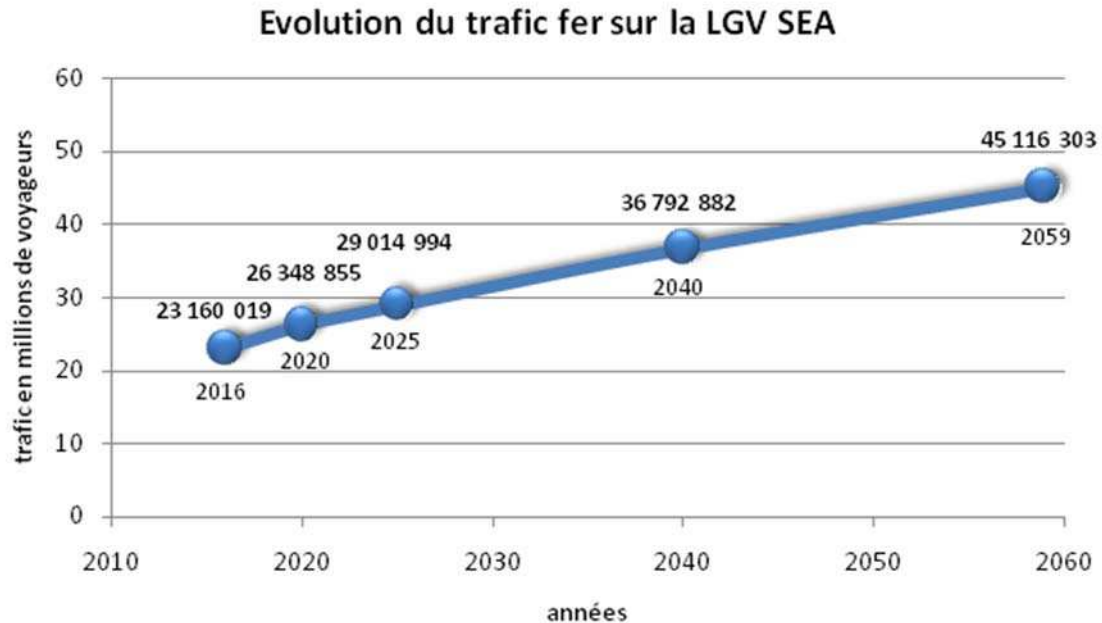


Figure 33 : Evolution du trafic ferroviaire sur la LGV SEA (Source : COTEBA)

Pour plus de détails, le tableau ci-dessous, présente les trafics de la LGV SEA en fonction des types de trafics concernés (radial, intersecteur, cabotage, transpyrénéen).

Tableau 7 : Voyageurs annuels LGV SEA 2016 à 2059, par type de trafic

	2003	2016	2020	2025	2040	2059
Radial	8 401 467	15 238 402	17 297 531	19 120 937	24 829 323	31 200 645
Intersecteur	1 389 236	3 689 787	4 212 959	4 518 663	5 473 745	6 332 849
Cabotage	1 069 423	2 161 033	2 386 004	2 562 627	3 330 986	4 424 252
Transpyrénéen	364 646	2 070 798	2 452 360	2 812 767	3 158 828	3 158 557
Total	11 224 772	23 160 019	26 348 855	29 014 994	36 792 882	45 116 303

(Source : COTEBA)

4.2.4 Gain de trafic lié à la LGV SEA, évaluation comparative

La prévision de gain de trafic apporté par le projet Tours – Bordeaux peut être comparée aux gains de trafic qui ont été estimés sur d'autres projets de LGV ou expérimentés sur quelques TGV déjà mis en service.

Le graphe ci-après, établi à partir d'une première analyse de benchmarking effectuée pour LTF (Lyon – Turin Ferroviaire) en 2005 permet cette comparaison.

En résumé si l'on rapporte le gain de trafic, exprimé en % du trafic de Référence, au gain moyen de temps de parcours pour l'utilisateur du projet (exprimé en minutes entre « Référence » et « Projet ») on obtient pour Tours – Bordeaux :

- 17,5 % d'augmentation du trafic de « Référence » à « Projet » en 2016 ;
- un gain moyen de 35 minutes pour l'utilisateur en situation de « Projet » ;
- un ratio, pour passer du trafic « Référence » au trafic « Projet », égal à 0,50 % du trafic « Référence » par minute gagnée.

Indicateur de robustesse des prévisions de trafic sur LGV SEA
Clientèle nouvelle de Référence à Projet en % par minute gagnée

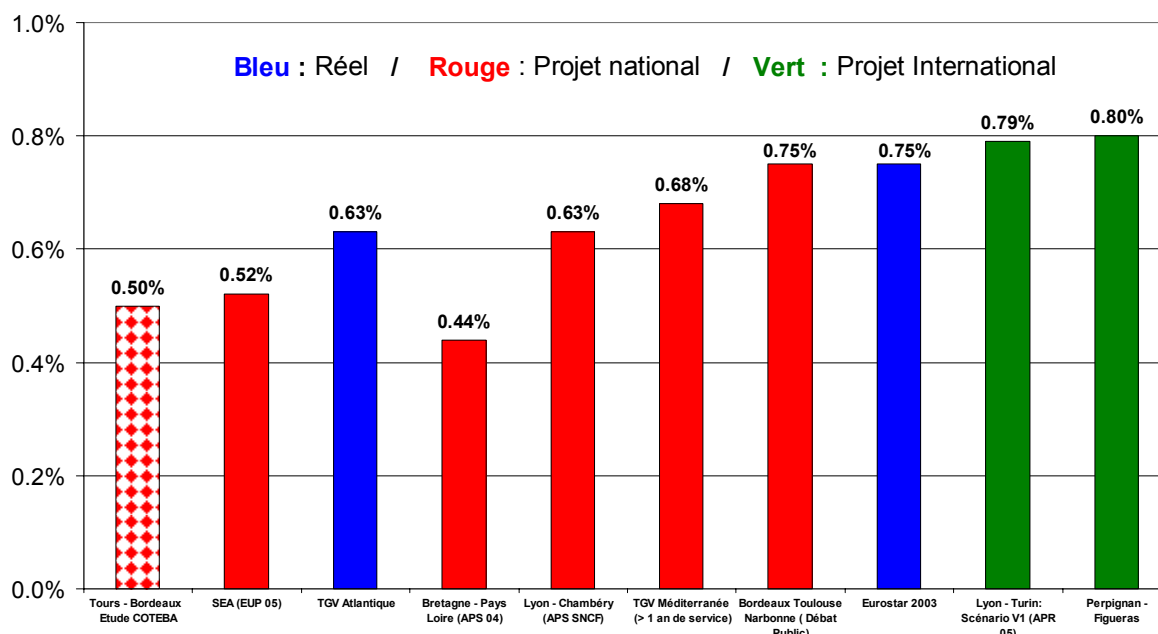


Figure 34 : Clientèle nouvelle de Référence à Projet en % par minute gagnée pour différents projets ferroviaires (Source : LTF/COTEBA)

Le ratio auquel conduit la prévision sur Tours – Bordeaux est dans la gamme des ratios estimés ou observés ex-post. Il se situe toutefois plutôt bas dans la gamme des valeurs présentées dans le graphique ci-dessus. Cette position s'explique les éléments suivants :

- ♦ le trafic en référence circulant sur la LGV Tours – Bordeaux est déjà assez élevé (il y a des développements de LGV extérieures qui y contribuent sensiblement), ce qui fait le différentiel (Projet ⇒ Référence) peut résulter relativement moins important que celui d'autres projets ;

- ♦ les surtarifs appliqués en modélisation (de 10% à 25% du tarif référence selon les motifs de déplacements) peuvent être considérés comme assez élevés.

4.2.5 Montée en charge du trafic voyageurs

Après la mise en service du tronçon de LGV entre Tours et Bordeaux, il faut s'attendre à ce que la demande théorique estimée lors des premières années d'exploitation ne soit pas celle constatée réellement. En effet, les reports potentiels de trafic et l'induction de trafic, suite à l'ouverture de la LGV SEA, se concrétisent généralement de façon progressive. Il faut toutefois remarquer qu'il peut y avoir quelques exceptions à cette règle, le trafic de tourisme pouvant parfois connaître une montée en charge inversée, due à la curiosité et à la promotion de l'offre durant les premiers mois. Cet effet réduit d'une certaine manière l'impact de la montée en charge pendant la première année de la mise en service.

Etude de cas □ LGV Méditerranée

Le cas de la LGV Méditerranée est assez proche de celui de la LGV SEA, et donne quelques orientations utiles pour l'estimation de la montée en charge des trafics sur la LGV SEA.

Avec environ 18,5 millions de voyageurs, le trafic annuel constaté sur la ligne TGV Méditerranée sur les deux premières années d'exploitation est supérieur de 17 % aux prévisions faites en 1995 et le gain de trafic par rapport à une situation sans TGV, de l'ordre de 6 millions de voyageurs, est aussi plus élevé.

On constate que, suite à l'ouverture de cette nouvelle ligne, le trafic voyageur TGV a cru de 6 millions sur l'axe méditerranéen en 2001 – 2002, lors de la première année d'exploitation, le trafic 2000 ayant été à hauteur de 12 millions de voyageurs. Les années d'exploitation suivantes ont également été marquées par une croissance forte du trafic sur l'axe, avec, entre 2001 et 2005, une augmentation du trafic en moyenne de 1 million de voyageurs chaque année.

Le tableau indicatif suivant présente l'évolution du trafic voyageur sur l'axe méditerranéen suite à l'ouverture de la LGV Méditerranée.

Tableau 8 : Evolution du trafic – LGV Méditerranée

LGV Méditerranée	
Années d'exploitation	Trafic voyageurs
	<i>en millions.voy</i>
2000-2001	12
2001-2002	18
2002-2003	19
2003-2004	20
2004-2005	21
2005-2006	22

(Source : SNCF)

La montée en charge du trafic sur les cinq premières années d'exploitation de la LGV méditerranée a donc été marquée par un bond important lors de la première année et ensuite par une croissance forte sur la période 2002-2005 (taux de croissance de 4 % annuel). Le poids de la croissance de trafic sur la première année représente plus de 60 % de la croissance du trafic sur les cinq premières années d'exploitation.

Principes de montée en charge

La montée en charge du trafic sur la LGV SEA concerne :

- ⇒ le trafic reporté de la route et de l'aérien suite à l'ouverture du projet et
- ⇒ le trafic induit par l'amélioration du service TGV, lié à l'ouverture de cette nouvelle ligne.

La LGV SEA étant le prolongement de la ligne LGV existante, l'ensemble des trafics voyageurs en situation de « Référence » à l'horizon d'ouverture du projet, se reportera de façon naturelle sur les nouveaux services TGV. La montée en charge du trafic sur la LGV SEA sera donc liée uniquement à la montée en charge du saut de trafic entre situation de « Projet » et situation de « Référence ».

Les grands principes de montée en charge considérés peuvent être résumés comme suit :

- ⇒ la montée en charge pour les reports modaux est considérée se produire sur une période maximale de 3 ans : sa progression variera en fonction du type de déplacement (radial, jonction, transpyrénéen, cabotage) et
- ⇒ la montée en charge du trafic induit est considérée devoir se faire de façon légèrement plus lente, sur une période de 4 ans.

Le tableau, ci-dessous, présente la progression retenue pour le gain de trafic apporté par le projet. L'année **N** est une année pleine après la date de mise en service du projet et la progression est exprimée, type de trafic par type de trafic, en pourcentage par rapport au gain complet associé au projet.

Tableau 9: Progression considérée pour le saut de trafic entre Référence et Projet

Type de trafic	Durée	Année N	Année N+1	Année N+2	Année N+3	Année N+4
Induit	4 ans	45%	70%	90%	97%	100%
Reporté						
Radial	2 ans	60%	90%	100%	100%	100%
Intersecteur	3 ans	50%	75%	95%	100%	100%
Transpyréneen	3 ans	50%	75%	95%	100%	100%
Cabotage	2 ans	60%	90%	100%	100%	100%
Total reporté	3 ans	58%	85%	98%	100%	100%
Saut de trafic	4 ans	52%	79%	95%	99%	100%

(Source : COTEBA)

Le graphique suivant représente la progression du gain de trafic entre « Référence » et « Projet », en distinguant la montée en charge du trafic induit et celle du trafic reporté de l'air et de la route.

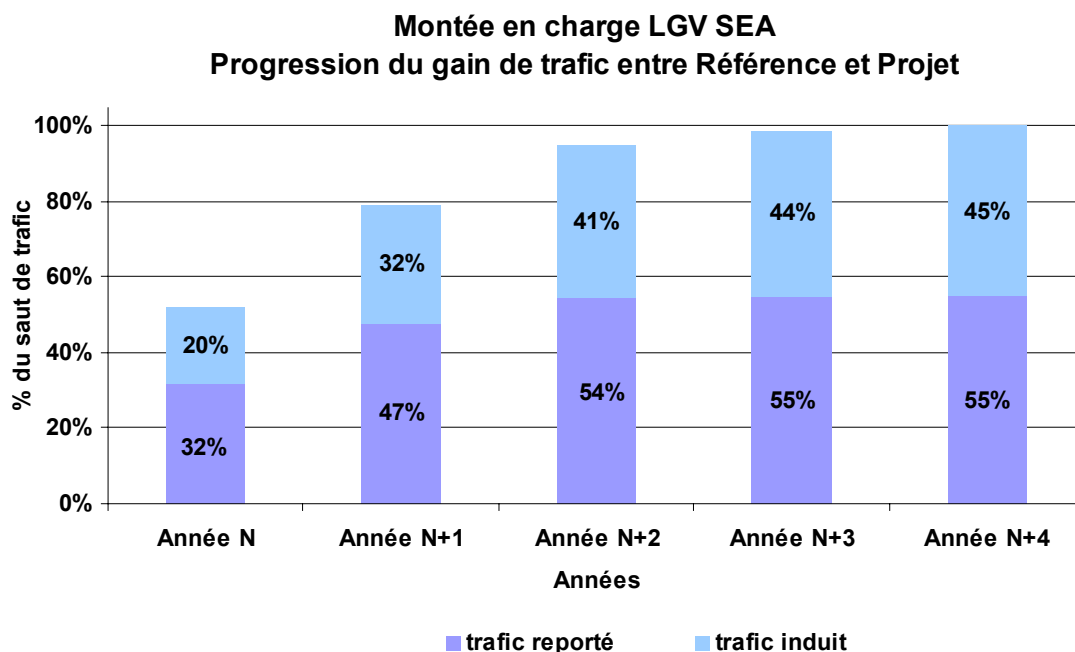


Figure 35 : Montée en charge LGV SEA, Progression du gain de trafic

(Source : COTEBA)

En prenant en compte l'augmentation de trafic entre 2016 et 2020, le trafic potentiel de l'année sur la LGV SEA est donc prévu se concrétiser selon le graphique présenté ci-après.

Les définitions suivantes semblent utiles à une bonne compréhension de ce graphique :

- Le trafic de « Référence » est défini comme étant le trafic à l'horizon d'étude sans ouverture de la LGV SEA ;
- Le trafic « Projet » théorique représente le trafic estimé à partir du modèle sans prendre en compte la temporalité de report modaux et de l'apparition des trafics induits ;
- Le trafic « Projet » avec montée en charge, représente le trafic effectif suite à l'ouverture de la ligne en 2016, intégrant la croissance progressive du trafic sur le mode ferroviaire.

Montée en charge du trafic sur la LGV SEA

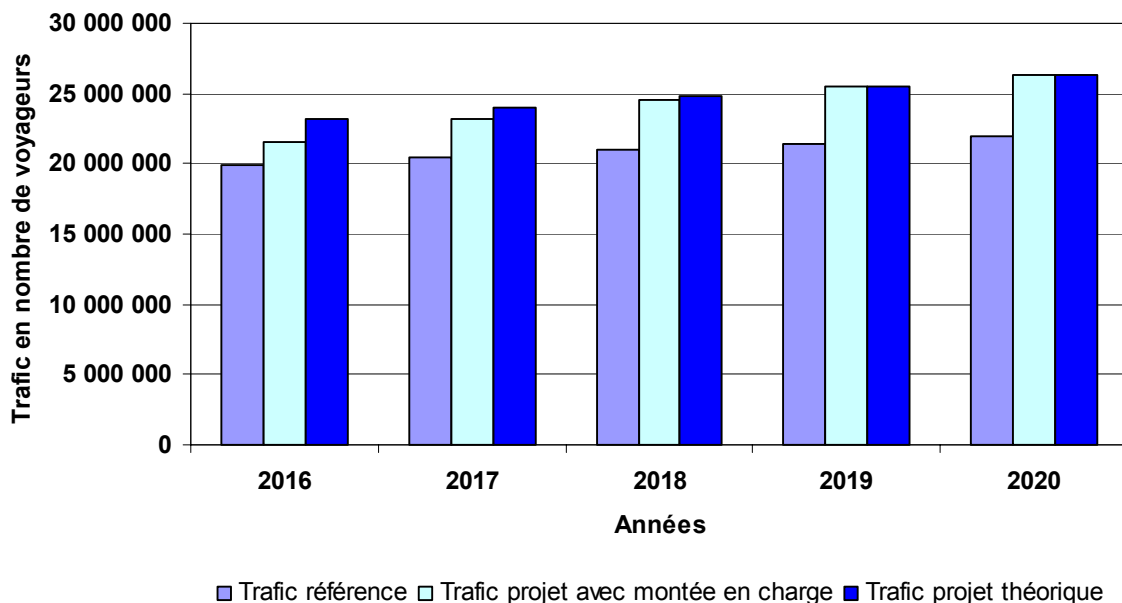


Figure 36 : Montée en charge du trafic sur la LGV SEA (Source : COTEBA)

4.3 SCENARIII FAVORABLE ET DEFAVORABLE

Dans le cas des scénarii différents que le Scénario Central, des hypothèses favorables et défavorables au projet ont été retenues. Les changements dans les hypothèses socio-économiques ne concernent que le prix du baril du pétrole, variable qui est le plus susceptible d'évoluer à la hausse aux différents horizons.

Les hypothèses concernant l'offre ont été modifiées avec prudence, considérant que la relation aérienne Orly – Bordeaux étaient la plus susceptible d'évoluer dans un sens favorable au projet. Les autres critères à savoir les coûts et les tarifs évoluent modérément. Les critères retenus pour les deux scénarii sont la plupart du temps symétriques par rapport au scénario central.

Toutes les hypothèses retenues sont présentées en (Cf. annexes 7.5 et 7.6, page 106).

Les résultats des scénarii favorable et défavorable sont présentés dans le graphique ci-dessous en comparaison des résultats du scénario central.

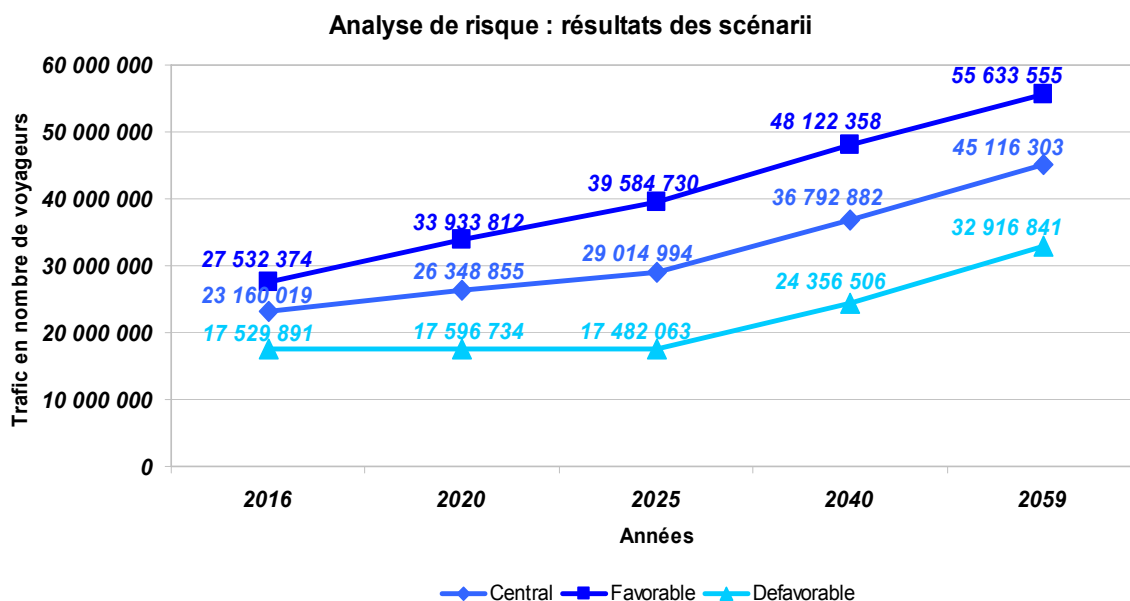


Figure 37 : Résultats des Scénarii Favorable et Défavorable (Source : COTEBA)

On constate une symétrie entre les scénarios favorables et défavorables par rapport au scénario central (environ 30 %).

4.4 ANALYSE DE SENSIBILITE

Des tests de sensibilité ont été réalisés sur les principaux facteurs déterminants, pour le cas du scénario central à l'horizon 2016.

Les sous parties suivantes présentent les résultats de ces tests pour le scénario central, en considérant le projet complet à l'horizon 2016.

4.4.1 PIB à + ou -10 % sur la croissance

Ce test de sensibilité a pris pour hypothèse une variation de 10 % de la croissance du PIB sur la période 2003-2016 et correspond donc à des taux de croissance moyen annuel du PIB de :

- ♦ 2,1% pour le premier test (-10 %)
- ♦ 2,1% pour le deuxième test (+10 %)

Tableau 10 : Test de Sensibilité, PIB +/- 10 %

	Scénario central	PIB +10%	PIB -10%
Radial	15 238 402	15 557 076	14 924 797
Intersecteur	3 689 787	3 767 464	3 613 441
Cabotage	2 161 033	2 207 733	2 115 462
Transpyrénéen	2 070 798	2 121 667	2 021 152
Total	23 160 019	23 653 940	22 674 852
Variation en%	-	2,1%	-2,1%

(Source : COTEBA)

4.4.2 Tarifs ferroviaires complets

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base des tarifs du scénario central 2016, en appliquant une variation de 10 % au tarif ferroviaire en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 11 : Test de Sensibilité, Tarifs ferroviaires +/- 10 %

	Scenari0 central	Tarif Fer +10%	Tarif Fer -10%
Radial	15 238 402	14 338 256	16 149 622
Intersecteur	3 689 787	3 268 217	4 134 270
Cabotage	2 161 033	1 994 519	2 342 927
Transpyrénéen	2 070 798	1 824 309	2 312 057
Total	23 160 019	21 425 302	24 938 876
Variation en%	-	-7,5%	7,7%

(Source : COTEBA)

4.4.3 Tarifs aériens

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base des tarifs du scénario central 2016, en appliquant une variation de 20 % au tarif aérien en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 12 : Test de Sensibilité, Tarifs aériens +/- 20 %

	Scenari0 central	Tarif Air +20%	Tarif Air -20%
Radial	15 238 402	16 142 005	13 804 869
Intersecteur	3 689 787	3 906 036	3 309 296
Cabotage	2 161 033	2 161 033	2 161 033
Transpyrénéen	2 070 798	2 812 826	1 165 862
Total	23 160 019	25 021 900	20 441 060
Variation en%	-	8,0%	-11,7%

(Source : COTEBA)

4.4.4 Coûts routiers des carburants

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base des tarifs du scénario central 2016, en appliquant une variation de 10 % aux coûts routiers (essence) en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 13 : Test de Sensibilité, Coût de carburants +/- 10 %

	Scenari0 central	Coûts Essence +10%	Coûts Essence -10%
Radial	15 238 402	15 753 715	14 704 833
Intersecteur	3 689 787	3 999 336	3 373 659
Cabotage	2 161 033	2 298 291	2 030 579
Transpyrénéen	2 070 798	2 174 392	1 954 378
Total	23 160 019	24 225 734	22 063 449
Variation en%	-	4,6%	-4,7%

(Source : COTEBA)

4.4.5 Valeur du temps

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base du scénario central 2016, en appliquant une variation de 20 % à la valeur du temps en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 14 : Test de Sensibilité, Valeur du Temps +/- 20 %

	Scénario central	Valeur du Temps +20%	Valeur du Temps -20%
Radial	15 238 402	15 226 000	15 249 871
Intersecteur	3 689 787	3 677 314	3 702 909
Cabotage	2 161 033	2 158 630	2 163 545
Transpyréneen	2 070 798	2 068 559	2 073 125
Total	23 160 019	23 130 503	23 189 450
Variation en%	-	-0,1%	0,1%

(Source : COTEBA)

4.4.6 Effet frontière

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base de l'effet frontière défini dans le cas du scénario central 2016, en appliquant une variation de 20 % à l'effet frontière en situation Fil de l'Eau, en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 15 : Test de Sensibilité, Effet frontière +/- 20 %

	Scénario central	Effet frontière +20%	Effet frontière -20%
Radial	15 238 402	15 238 402	15 238 402
Intersecteur	3 689 787	3 696 696	3 682 877
Cabotage	2 161 033	2 161 033	2 161 033
Transpyréneen	2 070 798	2 097 890	2 043 705
Total	23 160 019	23 194 022	23 126 017
Variation en%	-	0,1%	-0,1%

(Source : COTEBA)

4.4.7 Péages routiers

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base des coûts du scénario central 2016, en appliquant une variation de 20 % aux tarifs des péages routiers en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 16 : Test de Sensibilité, Péages routiers +/- 20 %

	Scénario central	Péages Routiers +20%	Péages Routiers -20%
Radial	15 238 402	15 579 892	14 901 726
Intersecteur	3 689 787	3 878 885	3 496 737
Cabotage	2 161 033	2 241 304	2 084 467
Transpyrénéen	2 070 798	2 133 140	2 003 860
Total	23 160 019	23 833 220	22 486 790
Variation en%	-	2,9%	-2,9%

(Source : COTEBA)

4.4.8 Temps de trajet ferroviaire

Ce test de sensibilité a été réalisé sur la base des temps de trajet en trains du scénario central 2016, en appliquant une variation de 10 % aux temps de parcours ferroviaire en situation de « Référence » et en situation de « Projet ».

Tableau 17 : Test de Sensibilité, Temps de trajet ferroviaire +/- 10 %

	Scénario central	Temps trains +10%	Temps trains -10%
Radial	15 238 402	13 933 061	16 532 952
Intersecteur	3 689 787	2 946 978	4 512 605
Cabotage	2 161 033	1 961 492	2 392 957
Transpyrénéen	2 070 798	1 557 775	2 660 025
Total	23 160 019	20 399 307	26 098 539
Variation en%	-	-11.9%	12.7%

(Source : COTEBA)

4.4.9 Récapitulatif de Tests effectués

Le graphique, ci-dessous, présente les résultats des différents tests de sensibilité réalisés à partir du scénario central 2016.

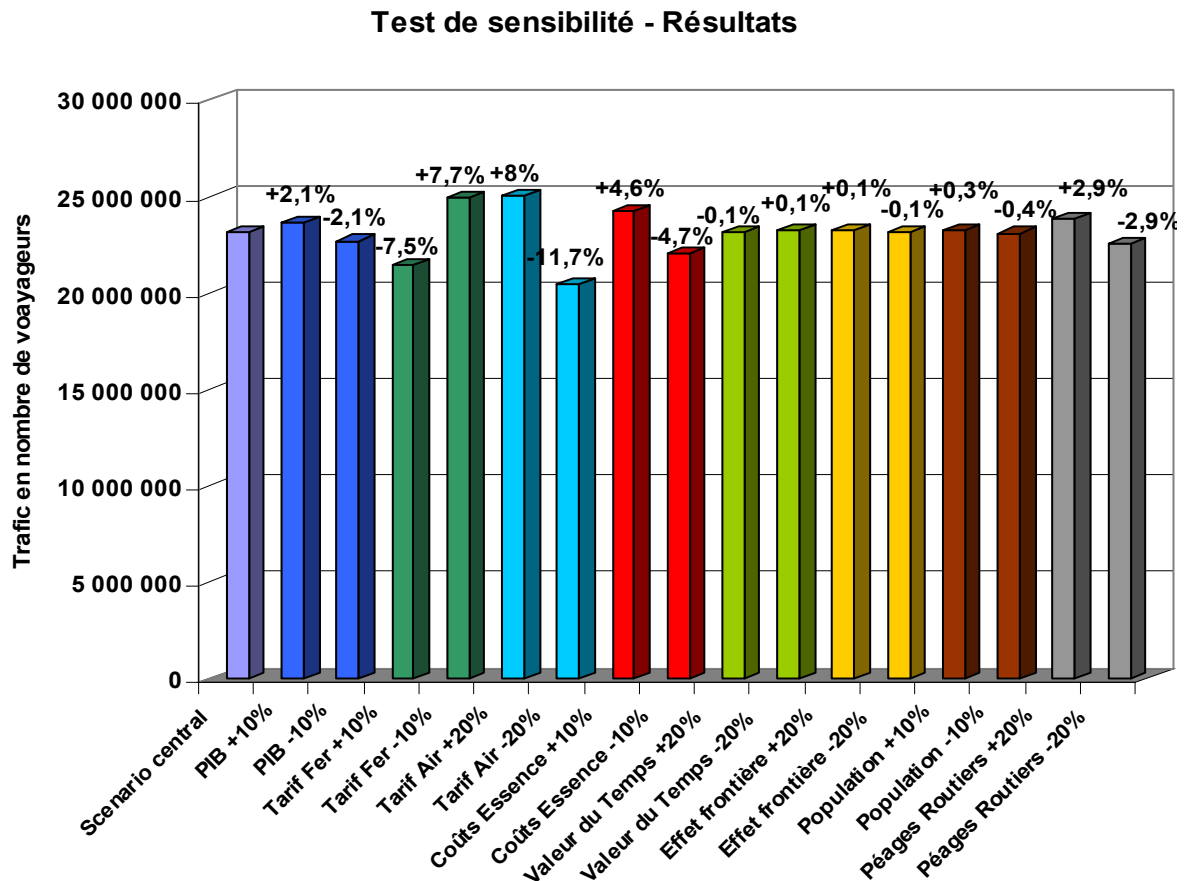


Figure 38 : Récapitulatif de Tests de sensibilité réalisés (Source : COTEBA)

Les sensibilités croisées qui se dégagent de la modélisation pour 2016 en situation de scénario central correspondent d'une façon générale aux sensibilités résultantes dans d'autres études de LGV.

4.5 GRANDS PROJETS DE SUD-OUEST (GPSO)

4.5.1 Préambule

Le scénario central, considéré pour la modélisation du trafic voyageur sur la LGV SEA et présenté ci-dessus, n'intègre pas les Grands Projets du Sud Ouest. Ces deux projets Bordeaux - Toulouse et Bordeaux - Hendaye, ont toutefois été modélisés dans le cadre d'une variante du scénario central, afin de déterminer les trafics potentiellement liés à ces projets et aux circulations associées.

Dans le cadre de cette variante, l'ouverture de ces deux nouvelles lignes LGV est considérée se réaliser à l'horizon 2020.

4.5.2 Offre associée

Les gains de temps associés à l'ouverture de ces deux projets et considérés dans le cadre de la modélisation sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 18 : Gains de temps avec les GPSO

Gains de temps	Après 2020
Bordeaux – Langon	5'
Bordeaux – Agen	22'
Bordeaux – Montauban	31'
Bordeaux – Toulouse	56'
Bordeaux – Mont de Marsan	15'
Bordeaux – Dax	21'
Bordeaux – Bayonne	38'

(Source : RFF)

Les services supplémentaires associés aux Grands Projets du Sud Ouest et considérés dans le cadre de cette modélisation sont :

- ♦ à l'horizon **2020**, **5** fréquences (par fréquence, deux trains de voyageurs, un par sens)
- ♦ à l'horizon **2025**, **5** fréquences
- ♦ à l'horizon **2040**, **7** fréquences
- ♦ à l'horizon **2059**, **8** fréquences

4.5.3 Résultats de la modélisation

Les trafics obtenus dans le cadre de la simulation de cette variante du scénario central sont résumés dans le graphique suivant.

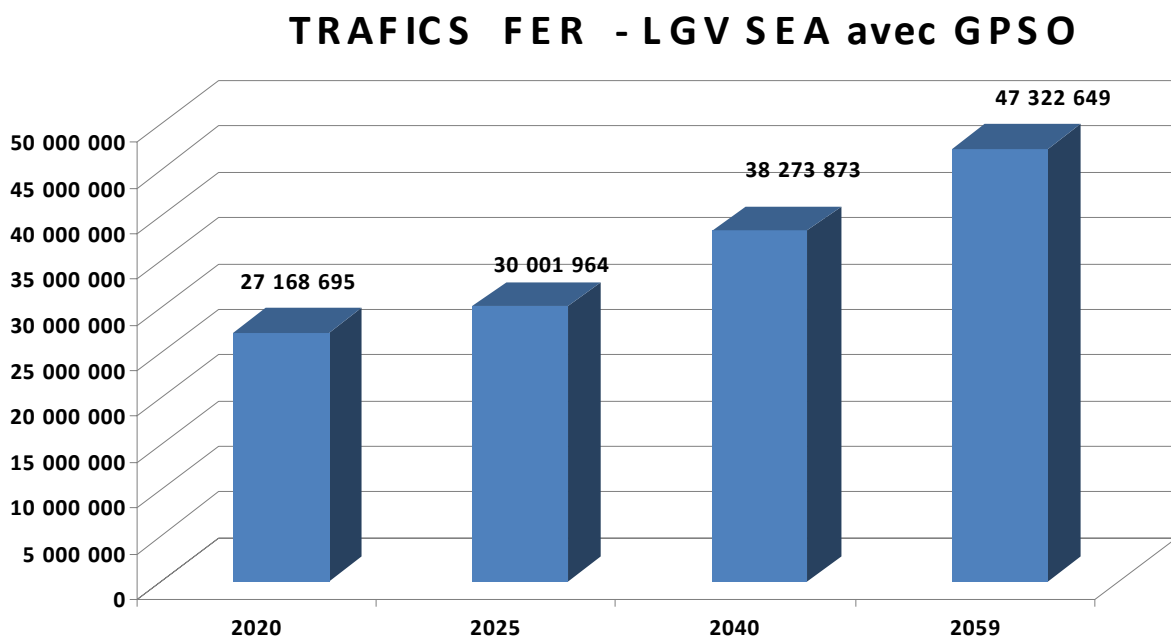


Figure 39 : Trafic ferroviaire sur la LGV SEA, avec le GPSO (Source : COTEBA)

Le tableau suivant présente une comparaison des trafics sur la LGV SEA pour les deux variantes, avec et sans GPSO, étudiées.

Tableau 19 : Trafic ferroviaire sur la LGV SEA, avec et sans les GPSO

Trafic LGV SEA	2020	2025	2040	2059
Sans GPSO	26 348 855	29 014 994	36 792 882	45 116 303
Avec GPSO	27 168 695	30 001 964	38 273 873	47 322 649
Différentiel	819 840	986 969	1 480 991	2 206 346

(Source : COTEBA)

Les différentiels de trafic entre le scénario central hors GPSO et sa variante avec GPSO montrent que les GPSO impliquent une augmentation des trafics voyageurs sur la LGV SEA de :

- 3,1 % en 2020,
- 3,4 % en 2025,
- 4 % en 2040 et

- **4,9 %** en 2059.

Quelques résultats :

- + **1,5 %**, le taux de croissance annuel de la demande de transport entre 2003 et 2059
- + **17,5 %** ou **3 Millions**, d'augmentation du trafic de « Référence » à « Projet » en 2016
- + **45,5 %** du trafic gagné entre « Référence » et « Projet » en 2016 est du trafic induit
- + **10 Millions** de voyageurs entre « Fil de l'Eau » et « Projet » en 2016
- + **21 %** la part modale en 2003, **34 %** en 2016 et **38 %** en 2059

5. CONCLUSION

5.1 L'ETUDE ET SES RESULTATS

Le but principal de cette étude, réalisée par COTEBA, était de réussir à répondre aux **attentes du commanditaire** de l'étude (EIFFAGE) et en conséquence à celles de RFF. Le modèle de prévision de trafic développé suit la méthodologie proposée par le Dossier de Consultation et il comprend quatre sous-modèles, qui sont les différentes étapes du modèle (Génération, Distribution, Choix Modal et Induction du Trafic). La chaîne complète de modélisation permet d'obtenir les résultats nécessaires pour le dossier d'offre d'EIFFAGE à RFF.

Les résultats obtenus par le modèle montrent **l'impact important de la LGV SEA** sur l'évolution de la demande de transport sur le périmètre d'étude. Selon les prévisions, la LGV SEA répondra aux objectifs retenus par l'Etat à l'occasion de la planification du projet dans les années 1990 (entre autres l'ouverture d'un axe vers la péninsule ibérique, le développement économique et social des régions Aquitaine, Poitou-Charentes, etc.).

La demande de transport tous modes sur l'axe atlantique présente une croissance durable, avec une augmentation forte (+129 %) pendant la période de l'étude (2003-2059) au fil de l'eau. L'amélioration de l'offre ferroviaire apportée par la LGV SEA permet de réorganiser la répartition modale de la demande éligible. Le train obtient **un poids de plus en plus important** dans le marché des transports. La part modale du fer croît donc de façon importante entre 2003 et 2059 : en 2003 elle est égale à 21,8 %, à l'ouverture de la ligne en 2016 à 34,8 % et en 2059 à 38,3 %.

Le trafic éligible du fer passe de 11 millions de voyageurs annuels en 2003 à plus de 45 millions en 2059 (+309 %). Cette croissance est liée à deux facteurs : principalement à **l'amélioration de l'offre ferroviaire** par rapport aux évolutions des offres routière et aérienne, qui permet le gain de trafic pour le ferroviaire. Le deuxième facteur est l'apparition d'une nouvelle clientèle qui modifie ses habitudes de déplacement grâce à la nouvelle infrastructure.

RFF, dans son dossier de consultation, précise que les Grands Projets du Sud Ouest (**GPSO**) ne doivent pas être considérés pour les prévisions de trafics de la LGV SEA. Ces projets ont toutefois été modélisés dans le cadre d'une variante du scénario central. Les résultats obtenus indiquent leur impact sur l'évolution du trafic ferroviaire sur l'axe de la LGV SEA à partir de 2020 avec une augmentation supplémentaire du trafic ferroviaire d'environ 4 %.

Grâce aux tests de **sensibilité** réalisés sur les principaux facteurs du modèle, on observe que le modèle est principalement sensible à la variation des tarifs ferroviaires, des tarifs aériens, des coûts routiers et du temps de trajet ferroviaire. On attend qu'il soit plus sensible à ces facteurs qui caractérisent l'offre de chaque mode de transport et il faut être attentif aux hypothèses retenues. La forte augmentation du prix du pétrole ces dernières années est liée à un « choc pétrolier » et les prévisions sur l'évolution du prix du baril ne peuvent pas être prolongées sur une longue

période. Il faut donc retenir qu'un modèle de prévision de trafic n'est qu'un outil de mise en évidence de la tendance. L'impact de la nouvelle infrastructure en termes de prévisions chiffrés a peu de probabilité de s'avérer tout à fait exact.

5.2 EXPERIENCE PERSONNELLE DE STAGE

Ce stage était ma première expérience professionnelle dans le secteur des transports et sa mission principale m'a permis d'apprendre de nouvelles techniques de la modélisation et de voir le quotidien d'un bureau d'étude.

L'importance et la complexité de ce projet a imposé au département « Développement Territorial et Mobilité » à investir du temps et des moyens pour son bon déroulement. Une équipe de 5 personnes a travaillé sur cette étude pendant 7 mois (février – septembre 2008) et elle a réussi à satisfaire son commanditaire (EIFFAGE) sur les délais de validation de chaque étape de l'étude et la qualité des prestations réalisées.

En participant à l'étude au sein de cette équipe j'ai eu l'opportunité de voir l'élaboration de toute la chaîne de modélisation. Les connaissances que j'ai acquises et les solutions trouvées au fur et à mesure de ce stage pour bâtir un logiciel performant, convivial, utile et adapté à la problématique posée, sont pour moi la porte d'entrée dans l'ingénierie de transports.

Le quotidien de la société et sa manière de gérer les difficultés qui se présentent ont constitué une bonne expérience pour moi. Mes collègues, conscients de mon manque d'expérience mais sensibles à ma volonté de bien faire, ont toujours répondu volontiers à mes questions. Ils ont fait des efforts pour m'expliquer le maximum de choses concernant le projet SEA ainsi que les autres études réalisées dans le département.

6. BIBLIOGRAPHIE

Sources bibliographiques :

RFF (2008), *Dossier de Consultation, Concession LGV SEA*, RFF

SES (2004), *La demande de Transport en 2025*, Service d'Etude Statistique du ministère de l'Equipeement, du Développement et de l'Aménagement Durable.

LTF (2005), *Liaison Lyon-Turin avant-projet de référence, Etudes de trafics voyageurs*, LTF

BOITEUX Marcel (2001), *Analyse économique et développement durable dans le secteur des transports : le rapport Boiteux II*, Commissariat Général Du Plan

QUINET Emile (1998), *Principes d'Economie des Transports*, ECONOMICA

SNCF (2007), *CD R.I.H.O.*, SNCF

Sites Internet :

Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques :
<http://www.insee.fr>, consulté avril-mai 2008

EUROSTAT :
<http://ec.europa.eu/eurostat>, consulté avril-juin 2008

Air France :
<http://www.airfrance.com>, consulté avril-mai 2008

SNCF :
<http://www.voyages-sncf.com>, consulté avril-mai 2008

Direction Générale de l'Aviation Civile :
<http://www.dgac.fr>, consulté juin 2008

7. ANNEXES

7.1 ZONAGE

Le zonage retenu compte 85 zones. Elles sont détaillées, avec leurs centroïdes respectifs, dans le tableau ci-après et représentées sur les cartes en pages suivantes.

Tableau An. 1: Zonage

Numéro de Zone	Centre de Zone	Grande Zone
1	Angoulême	Poitou-Charentes
2	Cognac	Poitou-Charentes
3	Barbezieux	Poitou-Charentes
4	Ruffec	Poitou-Charentes
5	La Rochelle	Poitou-Charentes
6	Rochefort	Poitou-Charentes
7	Saintes	Poitou-Charentes
8	Royan	Poitou-Charentes
9	Niort	Poitou-Charentes
10	Saint Maixent	Poitou-Charentes
11	Parthenay	Poitou-Charentes
12	Thouars	Poitou-Charentes
13	Poitiers	Poitou-Charentes
14	Châtellerauld	Poitou-Charentes
15	Lussac	Poitou-Charentes
16	Loudun	Poitou-Charentes
17	Bordeaux	Aquitaine-Nord
18	Lesparre-Médoc	Aquitaine-Nord
19	Arcachon	Aquitaine-Nord
20	Langon	Aquitaine-Nord
21	Libourne	Aquitaine-Nord
22	Dax	Aquitaine-Sud
23	Morcenx	Aquitaine-Sud
24	Mont-de-Marsan	Aquitaine-Sud
25	Agen	Aquitaine-Sud
26	Marmande	Aquitaine-Sud
27	Villeneuve sur Lot	Aquitaine-Sud
28	Pau	Aquitaine-Sud
29	Orthez	Aquitaine-Sud
30	Bayonne	Aquitaine-Sud
31	Périgueux	Aquitaine-Sud
32	Bergerac	Aquitaine-Sud
33	Sarlat	Aquitaine-Sud
34	Mussidan	Aquitaine-Sud
35	Rodez	Midi-Pyrénées
36	Toulouse	Midi-Pyrénées
37	Auch	Midi-Pyrénées
38	Cahors	Midi-Pyrénées

Numéro de Zone	Centre de Zone	Grande Zone
39	Tarbes	Midi-Pyrénées
40	Albi	Midi-Pyrénées
41	Montauban	Midi-Pyrénées
42	Foix	Midi-Pyrénées
43	Orléans	Centre
44	Tours	Centre
45	Paris	IDF
46	Melun	IDF
47	Versailles	IDF
48	Evry	IDF
49	Nanterre	IDF
50	Bobigny	IDF
51	Créteil	IDF
52	Pontoise	IDF
53	Amiens	Nord
54	Rouen	Nord
55	Caen	Nord
56	Lille	Nord
57	Strasbourg	Nord-Est
58	Châlons-en-Champagne	Nord-Est
59	Metz	Nord-Est
60	Mulhouse	Est
61	Dijon	Est
62	Besançon	Est
63	Lyon	Est
64	Valence	Sud-Est
65	Montpellier	Sud-Est
66	Marseille	Sud-Est
67	Ajaccio	Sud-Est
68	Nantes	Ouest
69	Rennes	Ouest
70	Limoges	Auvergne-Limousin
71	Clermont-Ferrand	Auvergne-Limousin
72	Bruxelles	Belgique/Luxembourg
73	Zurich	Suisse
74	Hanovre	Allemagne
75	Stuttgart	Allemagne
76	Bilbao	Espagne
77	Barcelone	Espagne
78	Madrid	Espagne
79	Pampelune	Espagne
80	Valladolid	Espagne
81	Séville	Espagne
82	Rome	Italie
83	Rotterdam	Pays-Bas
84	Lisbonne	Portugal
85	Londres	Royaume Uni

(Source : SETEC)



Figure An.1: Grandes Zones (Source : SETEC)

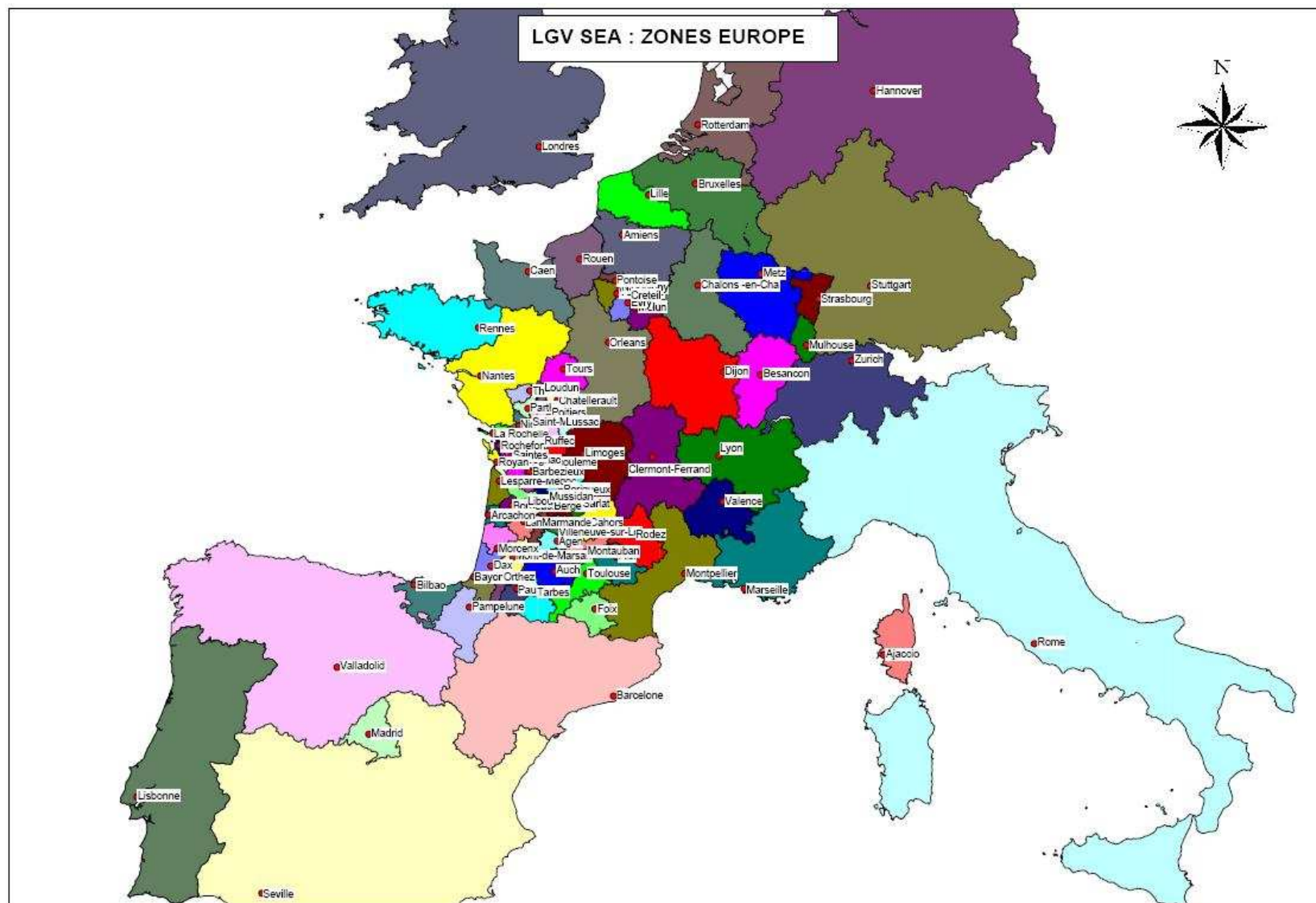


Figure An.2 : Zones au niveau européen (Source : SETEC)

7.2 L'OFFRE DE TRANSPORT 2003

L'offre de transport 2003 définie dans la base de données figurant au Dossier de Consultation (DCE) de RFF a été analysée et vérifiée. Les relevés de l'offre de transport ont été effectués sur la base des éléments suivants:

- réseau routier géographique détaillé pour la route ;
- horaires publiés par la SNCF pour le fer ;
- horaires aériens disponibles sur les sites internet d'agences de voyage ou des aéroports et des compagnies aériennes concernés;

La réalisation de enquêtes de 2004 (vendredi 20 août (pour un jour été), vendredi 8 octobre (pour les vendredis hors été), et mardi 12 octobre 2004 (pour un JOB – jour ouvrable de base)) a également servi à la constitution de la base de données sur l'offre.

Elle est détaillée, pour chaque mode (Fer, Air, Route) et chaque O/D, de telle façon que l'on peut déterminer les principaux attributs utiles à la chaîne de modélisation, à savoir :

- ⇒ le coût,
- ⇒ le temps de déplacement sur le trajet principal,
- ⇒ les caractéristiques des trajets d'accès ou de diffusion et
- ⇒ les fréquences et le nombre de correspondances pour les transports aériens et ferroviaires.

7.2.1 L'offre ferroviaire

L'offre ferroviaire 2003 est dérivée de celle définie dans la base de données du DCE, que l'on a vérifié à l'aide du CD R.I.H.O de la SNCF, pour un jour ouvrable de base (JOB).

Suite à cette vérification, l'offre a été mise au point de façon fine, notamment en utilisant le logiciel de simulation DAVISUM. Cela a conduit en particulier, pour chaque relation, à sélectionner les trains de la manière suivante :

- Suppression des trains doublons, c'est-à-dire ceux partant avant et arrivant après un autre train relevé ;
- Suppression des trains pour lesquels le nombre de correspondances est supérieur au nombre minimum de correspondance sur la relation + 1 ;
- Suppression des trains dont le temps de parcours est supérieur à 1,5 fois le temps de parcours minimum sur la relation.

L'offre de transport est détaillée par couple Origine / Destination, avec :

- ⇒ le temps de parcours minimum,
- ⇒ le nombre de fréquences,
- ⇒ le nombre moyen de correspondance et
- ⇒ le coût de trajet porte à porte (coût du billet et coût de rabattement).

A chaque couple O/D est associé un couple gare / gare. Parmi les 86 zones du projet, 8 disposent d'un accès à deux gares : un pourcentage d'accès est notifié pour chacune des deux gares concernées.

7.2.1.1 Les coûts pour les usagers

Les valeurs de coût ont été déterminées en s'appuyant, après vérification de validité, sur les coûts figurant dans la base de données de RFF. Ces coûts intègrent la tarification ferroviaire sur le trajet principal et les coûts des trajets de rabattement et de diffusion autour des gares.

Les coûts sont donnés par la 1^{ère} et la 2^{ème} classe, avec, pour chaque O/D, la répartition 1^{ère}/2^{ème} classe. Un coût moyen, toute classe confondue, a été recalculé à partir des taux de passagers 1^{ère} et 2^{ème} classe.

Les coûts de rabattement 2003 sont les suivants:

- en taxi : 2,3 € + 0,62 € / km (par véhicule) ;
- en voiture particulière : 0,115 € / véhicule.km (consommation portée à 10 l / 100km pour tenir compte du caractère urbain et périurbain des rabattements) ;
- en transports en commun : 1,5 € pour tous les trajets de moins de 10 km + 0,15 € par km supplémentaire (par voyageur).

7.2.1.2 Les temps

Le temps de déplacements en train est composé :

- d'un temps de trajet principal et
- d'un temps d'accès aux gares (rabattement et diffusion)

Le temps de trajet principal est la somme du temps passé en véhicule et du temps de correspondance.

Le temps d'accès à une gare correspond à la somme du temps de rabattement et du temps de précaution. Ces temps, détaillés dans la base Offre Demande 2003 du dossier de consultation, sont différenciés par mode et par zone.

7.2.1.3 Les fréquences

Le nombre de fréquences par O/D a été déterminé, après vérification de validité, à partir du nombre de fréquences figurant dans la base de données de RFF. Les circulations prises en compte pour calculer ces fréquences remplissent certaines conditions :

- Le temps de parcours est inférieur ou égal à 1.5 fois le temps de parcours minimum sur cette O/D
- Le nombre de correspondance est inférieur ou égal au nombre de correspondance minimum sur cette O/D plus une.

7.2.1.4 Les correspondances

Le nombre de correspondances correspond au nombre moyen de correspondances sur tous les trajets retenus. Il s'agit donc du nombre de correspondance de chaque mission pondéré par sa fréquence.

7.2.2 L'offre routière

L'offre routière 2003 est celle fournie par RFF dans son cahier des hypothèses. A titre de rappel, sont précisés pour chaque relation O/D :

- ⇒ la distance totale à parcourir,
- ⇒ la distance payante,
- ⇒ le temps de parcours,
- ⇒ le taux d'occupation du véhicule et
- ⇒ le coût.

7.2.2.1 Les coûts pour les usagers

Le coût payé par l'utilisateur est décomposé en deux parties :

- le coût lié au carburant, à la consommation des véhicules, à la composition du parc automobile (diesel, essence), à l'évolution des taxes et
- le coût lié à la distance payante du parcours, c'est-à-dire aux péages.

Ces coûts sont ramenés au passager en divisant par le taux d'occupation par véhicule.

Le tableau, ci-dessous, présente les taux d'occupation moyen considérés pour chacun des motifs de déplacements. Ces taux d'occupation des véhicules particuliers sont issus d'enquêtes sur les réseaux COFIROUTE et ASF réalisé pour le compte de RFF.

Tableau An. 2 : Taux d'occupation par motif

Motif	Taux d'occupation
DE/DT	1,4
Professionnel	1,5
WE	1,9
Vacances	2,4
Autres loisirs	1,8

(Source : d'après enquêtes COFIROUTE, ASF)

7.2.2.2 Les temps

Le temps de parcours est le temps passé en véhicule par l'utilisateur complété de 20 min de temps de pause par deux heures de temps de parcours.

7.2.3 L'offre aérienne

L'offre aérienne 2003 est celle fournie par RFF, ainsi que les valeurs concernant les caractéristiques de rabattement et diffusion. A titre de rappel, sont précisées pour chaque relation O/D :

- ⇒ la distance, le temps et le coût de rabattement,
- ⇒ le nombre de dessertes quotidiennes directes offertes, sur des compagnies « classiques » et, le cas échéant, sur des compagnies Low-Cost,
- ⇒ le temps de parcours,
- ⇒ la nécessité ou non d'une correspondance (une au maximum) et
- ⇒ le tarif maximal aller-retour en classe économique, taxes incluses.

7.2.3.1 Les coûts pour les usagers

Les valeurs de coût ont été déterminées en s'appuyant, après vérification de validité, sur les coûts figurant dans la base de données de RFF. Ces coûts intègrent la tarification aérienne sur le trajet principal et les coûts des trajets de rabattement et de diffusion autour des aéroports.

Les coûts sont distingués entre coût pour un vol full service et coût pour un vol Low-Cost. Le coût moyen est déterminé au prorata du nombre de fréquences de chaque catégorie de vol.

Les coûts de rabattement 2003 sont les suivants:

- en taxi : 2,3 € + 0,62 € / km (par véhicule) ;
- en voiture particulière : 0,115 € / véhicule.km (consommation portée à 10 l / 100km pour tenir compte du caractère urbain et périurbain des rabattements) ;

- en transports en commun : 4,5 € pour tous les trajets de moins de 10 km + 0,15 € par km supplémentaire (par voyageur).

Les coûts de rabattement aux aéroports correspondent aux coûts de rabattement aux gares, avec une sur-tarification pour les TC. Cette majoration est due au fait que les aéroports sont souvent desservis par des navettes spéciales plus chères que les transports en commun urbains classiques.

7.2.3.2 Les temps

Le temps total de l'O/D correspond à la somme du temps d'accès et de rabattement, et du temps de parcours. Le temps de précaution est plus élevé que pour le mode ferroviaire.

7.2.3.3 Les fréquences

Il y a deux types de fréquence : les fréquences des compagnies aériennes Full Services et les fréquences Low-Cost, généralement beaucoup moins nombreuses.

7.3 LA DEMANDE DE TRANSPORT 2003

La « Demande Globale » en 2003 est de 117,2 millions de voyageurs. La mobilité interurbaine associée au corridor du projet de LGV SEA est, en résumé, la suivante :

Tableau An. 3 : Demande Globale 2003

Motifs	Fer*	Route	Air	Total	
Motif DE/DT	1 969 447	5 289 241	0	7 258 687	6.2 %
Motif Professionnel	5 971 700	28 586 856	4 619 833	39 178 389	33.4 %
Motif WE	3 604 786	17 577 132	1 496 379	22 678 298	19.3 %
Motif Vacances	1 926 994	16 404 875	1 180 268	19 512 137	16.6 %
Motif Autres loisirs	4 100 963	23 049 036	1 440 325	28 590 324	24.4 %
Total	17 573 890	90 907 140	8 736 805	117 217 835	
	15.0 %	77.6 %	7.5 %		

* demande ferroviaire TER et TGV

(Source : RFF)

La « Demande Eligible », avec seulement les O/D concernées par Tours – Bordeaux (tout ou partie), est la suivante :

Tableau An. 4 : Demande Eligible 2003

	Fer*	Route	Air	Total	
Motif DE/DT	803 710	1 556 982	0	2 360 692	4.6 %
Motif Professionnel	4 212 122	9 418 902	4 483 719	18 114 743	35.2 %
Motif WE	2 516 018	5 428 963	1 455 877	9 400 857	18.3 %
Motif Vacances	1 294 937	7 060 678	1 152 036	9 507 652	18.5 %
Motif Autres loisirs	2 738 168	7 942 159	1 401 352	12 081 679	23.5 %
Total	11 564 954	31 407 685	8 492 984	51 465 623	
	22.5 %	61.0 %	16.5 %		

* demande ferroviaire TER et TGV

(Source : RFF)

7.4 HYPOTHESES ET PREVISIONS DU SCENARIO CENTRAL

Toutes les hypothèses et prévisions exposées dans ce chapitre sont relatives au « **Scénario Central** » qui a été élaboré et simulé complètement par application de la chaîne de modélisation des trafics voyageurs sur la LGV SEA.

7.4.1 Hypothèses Socio-économiques

7.4.1.1 Population

La population de chacune des 85 zones du projet est reconstituée, par agrégation, à partir des données INSEE et EUROSTAT relatives à l'année 2003, La 86^e zone étant l'aéroport Roissy CDG aucune projection de population n'a été réalisée.

Le taux moyen retenu pour l'évolution des populations concernées par le projet est de **0,4 %** par an (taux géométrique sur toute la période 2003 - 2059). Ce taux est celui considéré par le Service Etudes et Statistiques du ministère du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire dans son document d'octobre 2004 « la demande de transport en 2025 ».

De façon plus fine, les tendances d'évolution démographique propres à chaque zone ont été prises en compte et appliquées au calcul pour la période 2003 – 2020 : un ajustement a été appliqué ensuite pour caler la prévision globale par rapport à l'hypothèse moyenne de 0,4 % annuel. Pour au-delà de 2020, l'hypothèse unique de 0,4 % a été appliquée pour chaque zone.

Une récapitulatif des prévisions au niveau de chaque zone, avec les valeurs des projections tendanciennes appliquées aux différentes zones figure ci-dessous.

Tableau An. 5 : Projection de la Population (nombre d'habitants)

Zone	Nom de zone	2 003	2016	2020	2025	2040	2059
1	Angoulême	176 578	183 276	184 930	188 658	200 300	216 084
2	Cognac	60 206	60 119	59 944	61 153	64 926	70 042
3	Barbezieux	43 547	43 399	43 248	44 119	46 842	50 533
4	Ruffec	64 679	63 317	62 751	64 016	67 966	73 322
5	La Rochelle	221 501	259 504	271 894	277 375	294 492	317 698
6	Rochefort	59 681	64 213	65 517	66 838	70 962	76 554
7	Saintes	190 041	196 380	197 882	201 872	214 329	231 218
8	Royan	109 917	123 858	128 200	130 785	138 856	149 797
9	Niort	150 141	158 532	160 812	164 054	174 177	187 902
10	Saint Maixent	49 650	49 202	48 945	49 932	53 013	57 190
11	Parthenay	57 687	56 177	55 585	56 706	60 205	64 949
12	Thouars	92 745	92 834	92 633	94 501	100 333	108 239
13	Poitiers	258 645	293 505	304 464	310 603	329 770	355 755
14	Châtelleraut	85 712	89 525	90 508	92 333	98 031	105 756
15	Lussac	45 042	47 304	47 904	48 870	51 886	55 975
16	Loudun	25 822	25 651	25 537	26 051	27 659	29 838
17	Bordeaux	833 366	926 722	955 271	974 530	1 034 668	1 116 199
18	Lesparre-Médoc	71 342	76 691	78 227	79 804	84 729	91 405
19	Arcachon	120 157	152 956	164 509	167 825	178 182	192 222
20	Langon	75 236	80 387	81 842	83 492	88 644	95 629
21	Libourne	245 134	261 008	265 447	270 798	287 509	310 165
22	Dax	180 015	205 630	213 747	218 056	231 513	249 755
23	Morcenx	49 725	52 106	52 731	53 794	57 114	61 615
24	Mont-de-Marsan	111 002	116 831	118 394	120 781	128 234	138 339
25	Agen	151 999	159 960	162 093	165 361	175 565	189 399
26	Marmande	67 619	67 221	66 934	68 283	72 497	78 210
27	Villeneuve sur Lot	91 289	90 649	90 232	92 051	97 731	105 433
28	Pau	299 492	321 351	327 596	334 200	354 823	382 783
29	Orthez	61 953	61 440	61 133	62 365	66 214	71 431
30	Bayonne	259 712	287 609	296 086	302 055	320 695	345 965
31	Périgueux	226 931	234 272	235 993	240 751	255 608	275 750
32	Bergerac	73 911	75 206	75 422	76 943	81 691	88 128
33	Sarlat	43 924	46 260	46 888	47 834	50 785	54 787
34	Mussidan	51 778	53 538	53 959	55 046	58 443	63 049
35	Rodez	269 110	272 421	272 694	278 192	295 359	318 633
36	Toulouse	1 118 196	1 340 997	1 415 943	1 444 490	1 533 628	1 654 477
37	Auch	177 152	184 426	186 162	189 915	201 634	217 523
38	Cahors	165 502	176 260	179 400	183 017	194 311	209 623
39	Tarbes	227 381	233 436	234 539	239 267	254 032	274 050
40	Albi	356 055	382 146	389 091	396 935	421 430	454 638
41	Montauban	216 182	238 252	244 555	249 485	264 881	285 753
42	Foix	142 960	155 125	158 444	161 638	171 613	185 136
43	Orléans	2 159 168	2 223 298	2 239 042	2 284 183	2 425 139	2 616 237
44	Tours	564 609	590 139	597 554	609 601	647 219	698 220
45	Paris	2 146 938	2 182 176	2 187 103	2 231 196	2 368 882	2 555 548
46	Melun	1 238 621	1 355 901	1 392 475	1 420 548	1 508 210	1 627 055
47	Versailles	1 382 095	1 428 949	1 440 807	1 469 855	1 560 558	1 683 529
48	Evry	1 169 826	1 239 720	1 258 262	1 283 630	1 362 842	1 470 232
49	Nanterre	1 486 724	1 637 031	1 680 441	1 714 320	1 820 110	1 963 532
50	Bobigny	1 431 491	1 555 705	1 584 364	1 616 305	1 716 047	1 851 270

Zone	Nom de zone	2 003	2016	2020	2025	2040	2059
51	Créteil	1 261 180	1 342 811	1 362 789	1 390 264	1 476 056	1 592 368
52	Pontoise	1 133 742	1 197 110	1 214 585	1 239 072	1 315 534	1 419 197
53	Amiens	1 875 159	1 896 991	1 900 738	1 939 058	2 058 716	2 220 941
54	Rouen	1 799 110	1 823 144	1 827 382	1 864 223	1 979 263	2 135 227
55	Caen	1 439 357	1 466 914	1 473 623	1 503 333	1 596 103	1 721 874
56	Lille	4 024 577	4 039 874	4 037 204	4 118 597	4 372 753	4 717 322
57	Strasbourg	1 056 353	1 141 829	1 168 430	1 191 986	1 265 543	1 365 266
58	Châlons-en-Champagne	1 341 102	1 311 018	1 299 533	1 325 733	1 407 543	1 518 456
59	Metz	2 329 205	2 328 688	2 323 759	2 370 607	2 516 896	2 715 225
60	Mulhouse	726 407	775 340	789 667	805 587	855 299	922 696
61	Dijon	1 619 766	1 609 711	1 603 467	1 635 794	1 736 738	1 873 591
62	Besançon	1 134 303	1 162 335	1 168 523	1 192 081	1 265 644	1 365 375
63	Lyon	5 100 391	5 570 044	5 708 201	5 823 282	6 182 634	6 669 820
64	Valence	750 937	819 804	840 103	857 040	909 927	981 629
65	Montpellier	2 427 702	2 802 150	2 922 637	2 981 559	3 165 550	3 414 992
66	Marseille	4 668 983	5 080 682	5 203 920	5 308 835	5 636 440	6 080 586
67	Ajaccio	271 408	295 092	301 680	307 762	326 754	352 501
68	Nantes	3 341 156	3 652 352	3 745 708	3 821 224	4 057 030	4 376 720
69	Rennes	3 008 360	3 272 253	3 350 860	3 418 415	3 629 364	3 915 354
70	Limoges	720 077	722 509	721 261	735 802	781 208	842 767
71	Clermont-Ferrand	1 324 148	1 333 896	1 333 786	1 360 676	1 444 642	1 558 479
72	Bruxelles	10 355 844	10 939 487	11 115 572	11 339 669	12 039 434	12 988 129
73	Zurich	7 313 853	7 762 921	7 887 875	8 046 900	8 543 470	9 216 687
74	Hanovre	34 263 004	36 596 805	37 508 084	38 264 271	40 625 539	43 826 792
75	Stuttgart	48 273 676	49 198 703	49 668 410	50 669 757	53 796 561	58 035 677
76	Bilbao	2 087 972	2 020 285	1 983 275	2 023 259	2 148 114	2 317 383
77	Barcelone	7 709 063	8 596 314	8 757 641	8 934 200	9 485 525	10 232 975
78	Madrid	5 573 313	6 511 769	6 752 746	6 888 886	7 313 996	7 890 331
79	Pampelune	564 608	610 036	618 623	631 095	670 039	722 838
80	Valladolid	4 340 489	4 150 735	4 055 272	4 137 029	4 392 323	4 738 433
81	Séville	15 820 604	17 619 959	17 977 490	18 339 927	19 471 675	21 006 023
82	Rome	57 321 070	61 014 250	61 996 351	63 246 237	67 149 129	72 440 415
83	Rotterdam	16 192 572	16 999 465	17 273 093	17 621 330	18 708 733	20 182 963
84	Lisbonne	10 407 465	11 000 068	11 177 127	11 402 465	12 106 106	13 060 055
85	Londres	59 437 723	62 405 171	63 409 661	64 688 040	68 679 905	74 091 814

(Source : COTEBA)

7.4.1.2 Produit Intérieur Brut

A l'instar de la reconstitution de la population par zone, le PIB par zone est reconstitué à partir des données INSEE et EUROSTAT relatives à l'année 2003.

Des facteurs de croissance propres à chacune des 85 zones permettent de prendre en compte une différenciation des évolutions des O/D au sein de la demande globale. Ces facteurs sont associés aux perspectives d'évolution des PIB des différentes zones (le principe est l'attribution de surcroissances ou de sous-croissances par rapport à la croissance générale du PIB) sur la période 2003 – 2016.

Le tableau ci-après résume les hypothèses retenues pour la croissance des PIB de la France et de l'Espagne sur toute la période de prévision.

Tableau An. 6 : Evolution PIB France et Espagne 2003 – 2059

	Période	France	Espagne
Taux annuels de croissance	2003 - 2007	2,00 %	3,40 %
	2008 - 2016	2,00 %	2,50 %
	2017 - 2036	1,80 %	1,90 %
	2037 - 2050	1,60 %	1,60 %
	2051 - 2059	1,00 %	1,00 %

Les valeurs retenues pour l'évolution du PIB des autres pays sont identiques à celles de la France.

Ci-dessous figure un récapitulatif des prévisions au niveau de chaque zone, avec les valeurs des projections tendanciennes appliquées aux différentes zones.

Tableau An. 7 : Projection du PIB aux différents horizons (en milliers d'€ 2007)

Zone	Nom de zone	2 003	2016	2020	2025	2040	2059
1	Angoulême	4 392	5 126	5 411	5 783	6 953	8 017
2	Cognac	1 498	1 682	1 754	1 847	2 124	2 315
3	Barbezieux	1 083	1 214	1 265	1 332	1 528	1 660
4	Ruffec	1 609	1 771	1 836	1 919	2 157	2 284
5	La Rochelle	4 748	6 444	7 086	7 973	11 179	15 662
6	Rochefort	1 279	1 593	1 706	1 856	2 354	2 905
7	Saintes	4 073	4 871	5 150	5 518	6 678	7 766
8	Royan	2 356	3 074	3 339	3 700	4 954	6 547
9	Niort	3 865	5 411	6 014	6 857	10 008	14 752
10	Saint Maixent	1 278	1 679	1 830	2 037	2 763	3 712
11	Parthenay	1 485	1 918	2 079	2 298	3 056	4 003
12	Thouars	2 388	3 168	3 464	3 870	5 310	7 238
13	Poitiers	6 111	7 878	8 524	9 398	12 401	16 089
14	Châtelleraut	2 025	2 401	2 532	2 703	3 237	3 715
15	Lussac	1 064	1 269	1 340	1 434	1 728	1 999
16	Loudun	610	688	714	748	846	902
17	Bordeaux	23 709	30 264	32 763	36 148	47 795	62 168
18	Lesparre-Médoc	2 030	2 504	2 682	2 920	3 711	4 591
19	Arcachon	3 418	5 007	5 659	6 588	10 232	16 320
20	Langon	2 140	2 624	2 806	3 048	3 846	4 715
21	Libourne	6 974	8 521	9 101	9 872	12 407	15 133
22	Dax	4 333	5 576	6 075	6 757	9 151	12 271
23	Morcenx	1 197	1 412	1 498	1 610	1 972	2 326
24	Mont-de-Marsan	2 672	3 166	3 362	3 622	4 457	5 294
25	Agen	3 358	4 216	4 537	4 970	6 431	8 139
26	Marmande	1 494	1 772	1 874	2 008	2 433	2 833

Zone	Nom de zone	2 003	2016	2020	2025	2040	2059
27	Villeneuve sur Lot	2 017	2 389	2 526	2 706	3 274	3 807
28	Pau	7 807	10 279	11 280	12 660	17 618	24 450
29	Orthez	1 615	1 965	2 105	2 292	2 912	3 601
30	Bayonne	6 770	9 201	10 198	11 587	16 732	24 332
31	Périgueux	4 442	5 561	5 972	6 522	8 365	10 469
32	Bergerac	1 447	1 785	1 909	2 073	2 615	3 204
33	Sarlat	860	1 098	1 187	1 306	1 714	2 209
34	Mussidan	1 013	1 271	1 365	1 492	1 917	2 405
35	Rodez	6 014	7 597	8 168	8 934	11 510	14 486
36	Toulouse	35 245	47 059	52 128	59 186	85 288	123 708
37	Auch	3 707	4 259	4 464	4 728	5 534	6 167
38	Cahors	3 508	4 694	5 124	5 711	7 784	10 524
39	Tarbes	5 093	6 468	6 958	7 617	9 837	12 419
40	Albi	7 318	9 462	10 246	11 308	14 966	19 489
41	Montauban	4 598	5 880	6 344	6 970	9 099	11 646
42	Foix	2 825	3 690	3 977	4 363	5 672	7 220
43	Orléans	48 646	54 675	56 965	59 912	68 615	74 401
44	Tours	14 443	17 271	18 299	19 654	23 973	28 153
45	Paris	171 334	197 042	208 657	223 950	272 589	319 274
46	Melun	30 530	37 834	40 517	44 101	55 988	69 169
47	Versailles	44 106	50 183	52 776	56 158	66 608	75 499
48	Evry	34 058	39 082	41 354	44 341	53 811	62 790
49	Nanterre	110 505	155 031	174 473	202 065	309 015	483 280
50	Bobigny	40 246	49 423	52 836	57 386	72 382	88 690
51	Créteil	39 181	47 320	50 641	55 074	69 740	85 880
52	Pontoise	29 329	36 642	39 189	42 585	53 794	66 042
53	Amiens	42 628	46 003	47 273	48 866	53 140	53 960
54	Rouen	45 556	52 817	55 276	58 461	68 087	75 413
55	Caen	33 389	39 349	41 371	44 007	52 143	59 029
56	Lille	89 591	103 954	109 314	116 303	137 892	156 223
57	Strasbourg	29 870	33 887	35 284	37 079	42 362	45 793
58	Châlons-en-Champagne	33 520	39 633	41 411	43 709	50 597	55 612
59	Metz	53 841	59 843	61 822	64 332	71 365	74 319
60	Mulhouse	18 242	18 965	19 333	19 786	20 881	20 412
61	Dijon	39 397	45 171	47 156	49 717	57 361	62 780
62	Besançon	27 821	32 260	33 932	36 112	42 855	48 607
63	Lyon	117 169	149 338	161 428	177 773	233 737	301 871
64	Valence	17 815	23 215	25 164	27 808	36 946	48 350
65	Montpellier	53 798	74 405	82 384	93 490	134 507	194 709
66	Marseille	122 931	161 884	176 399	196 216	265 860	356 685
67	Ajaccio	5 934	8 422	9 391	10 752	15 884	23 779
68	Nantes	85 921	112 556	123 020	137 361	188 247	256 227
69	Rennes	73 504	102 182	113 054	128 174	183 881	265 222
70	Limoges	16 725	19 524	20 593	21 993	26 375	30 317
71	Clermont-Ferrand	31 209	37 206	39 441	42 388	50 197	60 983
72	Bruxelles	330 862	428 064	459 727	502 619	650 407	833 710
73	Zurich	310 426	382 405	410 691	449 008	581 032	744 783
74	Hanovre	1 243 455	1 470 209	1 558 194	1 675 189	2 057 686	2 460 101
75	Stuttgart	1 089 773	1 396 283	1 520 324	1 690 552	2 297 703	3 122 755
76	Bilbao	51 262	76 561	81 833	88 892	111 904	135 920
77	Barcelone	182 803	272 520	292 075	318 343	404 833	498 067

Zone	Nom de zone	2 003	2016	2020	2025	2040	2059
78	Madrid	147 593	236 501	260 144	292 900	410 596	571 512
79	Pampelune	14 178	21 300	22 897	25 051	32 219	40 210
80	Valladolid	122 433	165 497	171 190	178 492	198 708	206 555
81	Séville	257 896	409 444	446 093	496 297	671 232	892 828
82	Rome	1 428 481	1 838 208	1 974 176	2 158 364	2 793 000	3 580 143
83	Rotterdam	515 455	652 781	701 066	766 475	991 846	1 271 375
84	Lisbonne	148 410	187 346	201 204	219 976	284 657	364 881
85	Londres	1 668 884	2 153 491	2 312 779	2 528 559	3 272 046	4 194 197

(Source : COTEBA)

7.4.1.3 Prix de l'Energie

Le prix du baril de pétrole était de 30 € en 2004 (€ 2004). Les différentes études réalisées par le SES en avril 2007 prévoyaient un prix du baril à 65 € à l'horizon 2025 et l'étude de prévision de trafic voyageur SEA réalisée par SETEC avait retenu un coût du baril à 60 € en 2025.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution du baril en € courants sur la période 1990-2008, L'évolution de prix du baril a été forte sur la période 2003-2008, à tel point que s'impose une révision à la hausse des différentes hypothèses émises par le SES.

Evolution du prix du baril sur la période 1990-2008

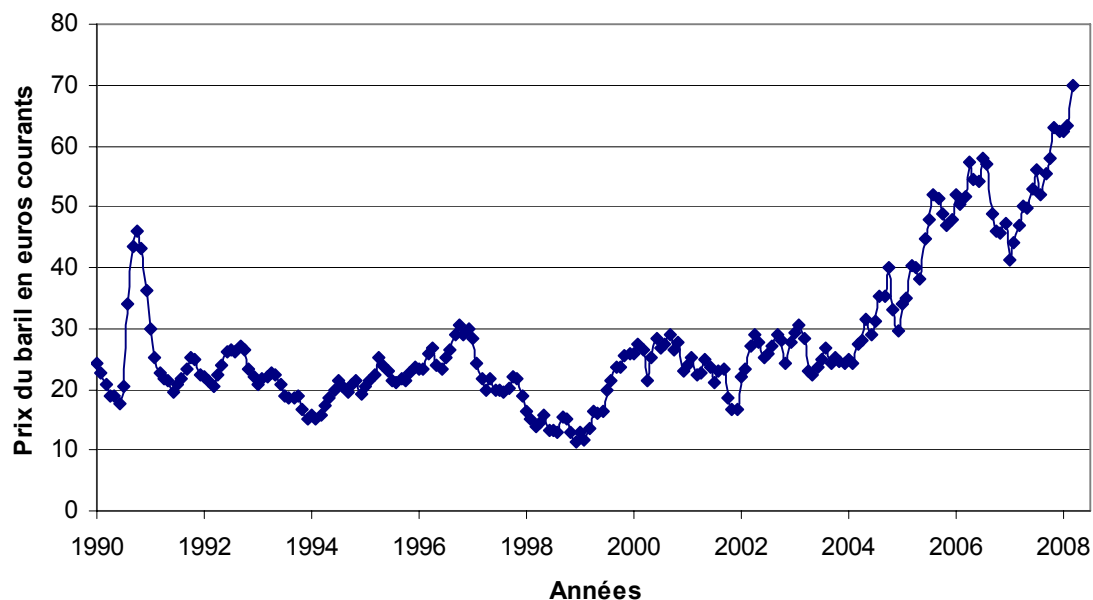


Figure An.4 : Evolution du prix du baril sur la période 1990-2008

(Source : Eurostat)

En Euros courants, le prix du baril est passé de 25 € en janvier 2000 à 55 € en valeur moyenne 2007, puis pour 2008 à 62,5 € en janvier, 75 € en avril, et 80 € en mai. Si

l'on considèrerait définitif pour la suite le niveau actuel du baril du à ce nouveau choc pétrolier, cela conduirait à un taux de croissance moyen annuel du prix du baril de l'ordre de 12 % à prix courants. En prix constant l'évolution correspondrait donc à une croissance annuelle supérieure à 10 %.

La forte augmentation du prix du pétrole en 2007 et 2008 est exceptionnelle, elle est liée à un « choc pétrolier » dont on ne connaît pas encore les répercussions à moyen terme. Elle doit être considérée avec précaution et des taux aussi élevés ne peuvent être prolongés pour une prévision à 2016 puis 2025.

Par souci de réalisme, en partant du prix du baril de 2007, et en considérant des taux de croissance annuels de ce prix s'atténuant d'une période à l'autre, l'hypothèse suivante a été retenue à prix constant :

Tableau An. 8 : Hypothèses sur le prix du baril de pétrole

	2016	2020	2025	2040
Prix du baril de pétrole (€ 2007)	95	110	120	130

(Source : Hypothèses COTÉBA)

Ces valeurs correspondent à des taux de croissance moyen annuel de :

- **6,26 %** par an entre 2007 et 2016
- **1,13 %** par an entre 2016 et 2020
- **0,48 %** par an entre 2020 et 2025.

Le graphique, ci-dessous, présente le scénario retenu pour l'évolution du prix du baril de pétrole sur la période 2003-2025.

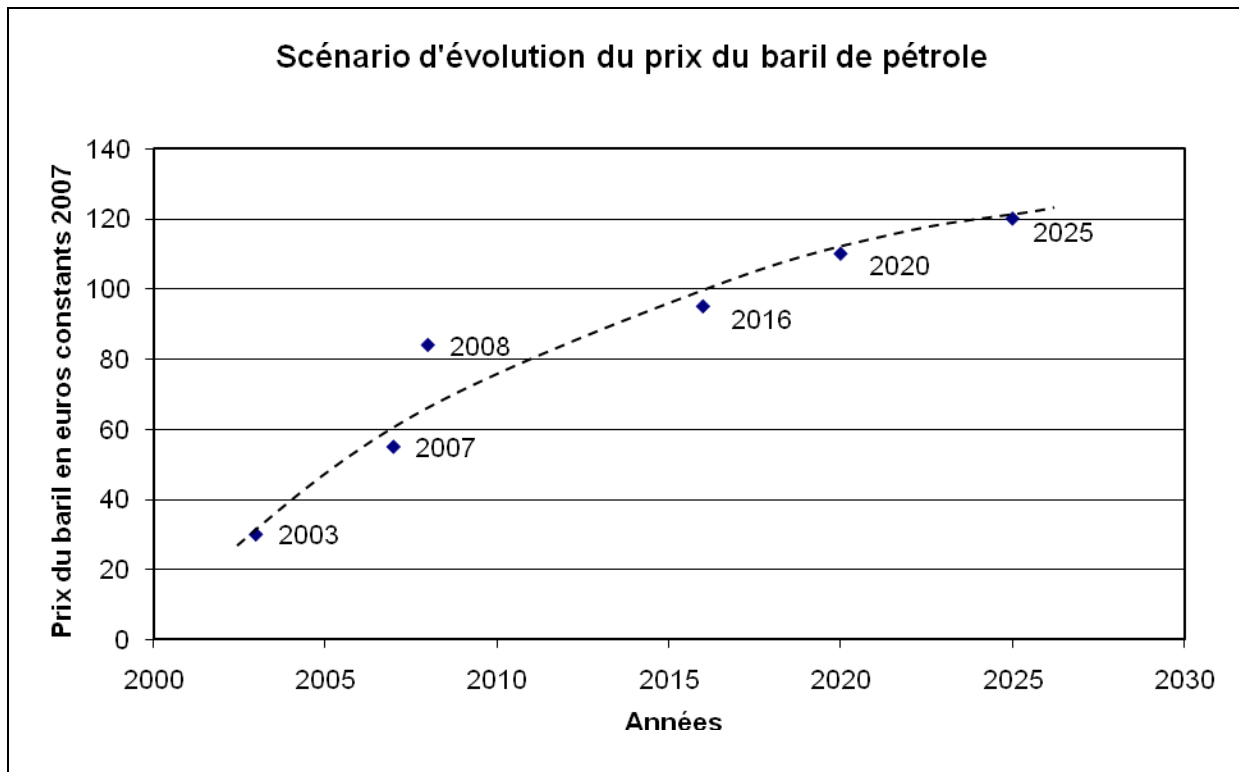


Figure An.5 : Scénario d'évolution du prix du baril de pétrole

(Source : Hypothèses COTEBA)

Pour 2040 l'hypothèse a été retenue d'un baril à 130 €, et pour au-delà, compte tenu des incertitudes qui pèsent sur l'évolution du prix de l'énergie, le prix du baril a été considéré stable à prix constants. Une tentative de projection à plus long terme de cette variable serait soumise à de nombreux biais, liés notamment aux possibilités de développement d'énergies alternatives, au changement des modes de vie et autres événements qui pourraient induire une modification de l'utilisation des énergies fossiles.

Il semble toutefois assez certain qu'une modification de notre relation à ce type d'énergie ne pourra se faire qu'à un horizon à moyen terme (15 ou 20 ans au mieux).

7.4.1.4 Valeur du Temps

La valeur moyenne du temps des usagers des transports est considéré croître à un taux² annuel égal à **0,7 fois** le taux annuel d'évolution du PIB par habitant, C'est le PIB français par habitant qui sert de référence.

² Valeur tutélaire issue du Rapport Boiteux II

7.4.2 Prévisions sur l'offre des Transports

Les hypothèses relatives à l'évolution de l'offre de chaque mode de transport sur toute la période d'étude (2003 – 2059) sont décrites ci-après.

7.4.2.1 Offre ferroviaire

A Conditions d'accès aux gares – Référence et Projet

Les caractéristiques présentées ci-dessous, sont les mêmes en situation de « Référence » et de « Projet ».

Temps de rabattement

Dans le scénario central, les temps de rabattement sont considérés invariants aux différents horizons d'étude. En effet, une augmentation du temps de rabattement liée notamment à un accroissement de la congestion des réseaux locaux représente un impact minime du fait qu'elle ne concerne que les usagers utilisant un mode individuel de rabattement et se déplaçant aux heures de pointe de la journée.

Coûts de rabattement

La variation des coûts de rabattement est principalement liée à l'augmentation des coûts routiers. Les parts modales des rabattements sont considérées constantes et les coûts de rabattement en transports en commun comme stables en euros constants.

Tableau An. 9 : Evolution des coûts de rabattement - mode Ferroviaire

	2016	2020	2025
Gare	+20 %	+25 %	+30 %

(Source : Hypothèses COTEBA)

B Evolution du réseau ferroviaire

Référence □ Projets ferroviaires hors axe LGV SEA

En situation de « Référence », l'offre TGV évolue sur les périodes 2003 – 2016 et 2016 – 2020. Au-delà de l'horizon 2020, aucun nouveau projet LGV n'est retenu. Les projets considérés pour l'horizon 2016 sont :

- LGV Est (1ère et 2ème phase)
- LGV Rhin-Rhône 1ère phase de la branche Est
- LGV Bruxelles-Cologne
- LGV Bruxelles-Amsterdam

- LGV Folkestone-Londres (CTRL2) 2ème phase
- LGV Y basque (Irun - San Sebastien – Bilbao/Vitoria)
- LGV Madrid-Valladolid
- Amélioration de l'axe TER Poitiers-Limoges
- Modernisation de la ligne Poitiers – Niort – La Rochelle

Les gains de temps associés à ces projets sont précisés plus bas.

A l'horizon 2025, les projets de liaison rapide à écartement UIC Vitoria – Valladolid, de LGV Bordeaux – Toulouse seront achevés. Le corridor atlantique sera très probablement mis en service en totalité. Cependant RFF, dans son dossier de consultation, précise que les Grands Projets du Sud Ouest (GPSO) et la LGV Poitiers-Limoges ne doivent pas être considérés pour les prévisions de trafics de la LGV SEA.

La prise en compte des projets d'infrastructure autres que SEA implique des gains de temps aux horizons 2016, 2020 et 2025 complète (base TGV 300 km/h en 2016, 2020 et 2025) et TGV 320 km/h en 2025 uniquement pour LGV Massy - SPC) :

Tableau An. 10 : Gains de temps en situation Référence / 2003

Gains de temps	2016	2020	2025
Niort - La Rochelle	7'	7'	7'
LGV Est Strasbourg	2h10'	2h10'	2h10'
LGV Est Metz	1h15'	1h15'	1h15'
LGV Est Châlons	20'	20'	20'
LGV RR Mulhouse	1h40'	1h40'	1h40'
LGV RR Besançon	27'	27'	27'
LGV Londres phase 2	20'	20'	20'
TER Poitiers Limoges	30'	30'	30'
LGV Y basque Irun - Bilbao	46'	46'	46'
LGV Y basque Irán - Vitoria	1h08'	1h08'	1h08'
LGV Valladolid - Madrid	1h29'	1h29'	1h29'
LGV Bruxelles - Amsterdam	1h	1h	1h
LGV Bruxelles - Cologne	1h	1h	1h
LGV UIC Vitoria - Valladolid	0'	1h38'	1h38'
LGV Massy - SPC	0'	0'	3'

(Source : RFF)

Dessertes TGV hors axe LGV SEA □ Référence et Projet □ à partir de 2016

L'ajout des autres missions TGV, pour les différents horizons, prend en compte :

- la saturation actuelle de certaines lignes comme Paris – Lyon et Paris – Marseille,

- l'effet lié à des projets d'infrastructure sur la LGV Est et la LGV Rhin – Rhône sur les lignes Paris – Strasbourg, Paris – Metz, Paris – Chalons en Champagne et Paris – Besançon et
- une augmentation au fil de l'eau des autres lignes, par exemple Paris – Amiens, Paris – Bruxelles, Paris – Dijon, Paris – Lille, etc.

Il existe aujourd'hui 39 fréquences (39 trains dans le sens Paris – Province et 40 trains dans le sens Province – Paris) qui empruntent le tronçon St-Pierre-des-Corps – Bordeaux-St-Jean. Ces fréquences sont supposées maintenues en situation de « Référence ».

Situation Référence □ Dessertes Grandes Lignes SEA, Missions considérées

Les dessertes de 2016 en situation référence sont celles de 2003 complétées de **6 nouvelles fréquences** :

- Un **Paris – Bilbao** s'arrêtant à Bordeaux, Dax, Bayonne, Biarritz, St Jean de Luz, Hendaye, Irun et San Sebastien,
- Trois **Strasbourg – Bordeaux** s'arrêtant à Lorraine TGV, Meuse TGV, Champagne TGV, Marne-la-Vallée, Massy TGV, St-Pierre-des-Corps, (Futuroscope pour un des trois), Poitiers et Angoulême,
- Un **Paris – La Rochelle** s'arrêtant à Niort,
- Un **Londres – Bordeaux** s'arrêtant à Lille, CDG TGV, Marne-la-Vallée, Massy TGV, Poitiers et Angoulême.

Situation Projet - Dessertes LGV SEA, Missions considérées

Les fréquences de trains prises en compte pour le modèle voyageurs en situation de Scénario Central sont celles détaillées ci-après. Elles ne prennent pas en compte les trains supplémentaires à faire circuler dans le cadre de la mise en service des GPSO (Grands Projets du Sud Ouest) :

En résumé, les services pris en compte, sur la LGV SEA (hors GPSO et hors fret):

- à l'horizon **2016** projet complet, **59** fréquences circulant sur l'axe³ ;
- à l'horizon **2020**, **65** fréquences ;
- à l'horizon **2025**, **69** fréquences ;
- à l'horizon **2040**, **80** fréquences ;
- à l'horizon **2059**, **92** fréquences.

Les gains de temps liés au projet LGV SEA complet (base TGV 300 km/h en 2016 et 2020, TGV 320 km/h en 2025) sont les suivants:

³ Ces missions ne circulent pas dans leur totalité sur le tronçon SEA, mais sont pris en compte dans la modélisation.

Tableau An. 11 : Gains de temps additionnels Projet / 2003

Gains de temps	2016	2020	2025
SPC - Bordeaux	48'	48'	52'
SPC - Angoulême, Libourne	25'	25'	27'
SPC - Niort, La Rochelle	17'	17'	18'
SPC - Poitiers, Ruffec	9'	9'	10'
SPC - Châtelleraut, Futuroscope	3'	3'	3'
Poitiers - Bordeaux	35'	35'	37'
Poitiers - Angoulême, Libourne	7'	7'	8'
Angoulême -Bordeaux	25'	25'	26'

(Source : RFF)

Dessertes des TER □ Référence et Projet

Les régions ont émis des souhaits pour l'augmentation des fréquentations TER par axe, aux horizons 2010 et 2020. Les augmentations aux horizons de modélisation 2016 et 2025 sont obtenues par interpolation.

En l'absence de contraintes de capacité, l'augmentation des fréquences TER par axe prise en compte dans le scénario central est la suivante à chaque horizon de prévision :

Tableau An. 12 : Augmentation des fréquences TER en scénario central / 2003

Axes	2016	2020	2025
Angoulême - Royan	48%	60%	60%
Bordeaux - Agen	34%	50%	60%
Bordeaux - Angoulême	76%	76%	76%
Bordeaux - Arcachon	40%	50%	50%
Bordeaux - Irun	122%	122%	122%
Bordeaux - La Rochelle	48%	60%	60%
Bordeaux - Limoges	62%	90%	90%
Bordeaux - Sarlat	12%	20%	22%
Bordeaux - Tarbes	0%	0%	0%
La Rochelle - Angoulême	48%	60%	60%
Poitiers - Angoulême	15%	20%	25%
Poitiers - La Rochelle	88%	100%	100%
Poitiers - Limoges	80%	100%	100%
Saintes - Bordeaux	80%	100%	100%
Tours - Poitiers	82%	90%	90%

C Performances sur le trajet principal LGV, par OD

Tarification

L'évolution de la tarification ferroviaire est décomposée en deux parties :

- Une évolution au « fil de l'eau » des tarifs qui prend en compte plusieurs facteurs comme le relèvement progressif des péages ferroviaires en euros constants, la recherche par les opérateurs d'une optimisation des recettes par le yield management.
- L'application d'un surtarif à chaque Origine - Destination concernée, dont le montant est en rapport avec les gains de temps de parcours liés à l'ouverture de la LGV SEA.

L'évolution des tarifs, considérée dans le cadre du scénario central est la suivante :

- Augmentation des tarifs au fil de l'eau de 0,5 % annuel sur la période 2003-2016 et de 1,5 % sur la période 2016-2025, puis stabilité au-delà. Cette croissance correspond à une augmentation tarifaire de 6,7 % pour 2016 et de 22,0 % pour 2025.
- Le surtarif appliqué dans le cadre de l'ouverture de la LGV SEA a été réalisé à partir d'un surtarif variable par motif selon le principe du yield management. Ce même surtarif a également été appliqué pour les gains de temps liés aux ouvertures des différentes LGV annexes au projet (e.g. LGV Est, LGV Rhin Rhône).

Le tableau, ci-dessous, présente les valeurs retenues pour le surtarif TGV appliqué en situation de « Projet ».

Tableau An. 13 : Surtarifs lié à l'ouverture de la LGV SEA

□ centimes /minute gagnée	2016	2020	2025
Motif DE DT	10	10,5	11,0
Motif Professionnel	30	31,5	33,0
Motif WE	20	21,0	22,0
Motif Vacances	10	10,5	11,0
Motif Autres Loisir	20	21,0	22,0

(Source : Hypothèses COTEBA)

A titre indicatif, le tableau ci-dessous présente les coûts d'un billet Paris – Bordeaux en fonction du motif de déplacement et de la situation considérée (2003, « Référence » ou « Projet »).

Tableau An. 14 : Prix du billet d'un trajet Paris - Bordeaux

<i>en euros 2007</i>	2003	Réf 2016	Projet 2016	ΔProjet-Réf
Motif DE-DT	47,0	50,2	55,1	4,9
Motif Professionnel	62,0	66,2	80,9	14,7
Motif WE	57,2	61,0	70,8	9,8
Motif Vacances	57,1	61,0	65,9	4,9
Motif Autres loisirs	57,4	61,3	71,1	9,8

(Source : COTEBA)

7.4.2.2 Offre aérienne

A Aéroports et conditions d'accès

Temps de rabattement

Le temps d'accès à une gare correspond à la somme du temps de rabattement et du temps de précaution. Ces temps, détaillés dans la base 'Offre Demande 2003' du dossier de consultation, sont différenciés par mode et par zone.

Dans le scénario central, les temps de rabattement sont considérés invariants aux différents horizons d'étude.

Coûts de rabattement

Selon les hypothèses de RFF, les coûts de rabattement 2003 sont les suivants :

- en taxi : 2,3 € + 0,62 € / km (par véhicule) ;
- en voiture particulière : 0,115 € / véhicule.km (consommation portée à 10 l / 100km pour tenir compte du caractère urbain et périurbain des rabattements) ;
- en transports en commun : 4,5 € pour tous les trajets de moins de 10 km + 0,15 € par km supplémentaire (par voyageur).

La variation des coûts de rabattement est principalement liée à l'augmentation des coûts routiers. Les coûts de rabattement en transport en commun sont considérés comme stables en euros constants et les parts modales des rabattements sont considérées comme constantes.

Le tableau, ci-dessous présente l'estimation d'évolution des coûts de rabattements retenus dans le cadre du scénario central.

Tableau An. 15 : Evolution des coûts de rabattement - Mode Aérien

	2016	2020	2025
Aéroport	+25 %	+33 %	+40 %

(Source : Hypothèses COTEBA)

B Evolution du réseau aérien

Dans le cas du scénario central, il y a invariance des infrastructures aéroportuaires sur l'ensemble du territoire français et limitrophe.

C Performances sur le trajet principal

Dans le cadre du scénario central, il y a une stabilité des temps de parcours.

Les tarifs sont restés relativement stables entre 2003 et 2007, malgré la hausse du prix de l'énergie, du fait de la concurrence du Low-Cost. Pour l'avenir, en raison de l'augmentation à prix constants du prix du baril et des possibilités de mise en place de taxes environnementales, les compagnies aériennes ne pourront certainement pas maintenir leurs tarifs au niveau actuel. Le développement des Low-Cost pour l'espace aérien concerné par le projet ne devrait pas avoir une incidence significative à la baisse sur le tarif moyen à l'utilisateur.

Le kérosène représente aujourd'hui environ 30 % des coûts d'exploitation des compagnies aériennes. En prenant en compte la projection du coût du baril et la mise en place des taxes environnementales (taxe carbone), il a été retenu une hypothèse d'augmentation à prix constants des tarifs aériens de 2 % annuel pour la période 2008 – 2016, puis de 1,5 % sur la période 2016-2020 et de 1 % sur la période 2020-2025.

7.4.2.3 Offre routière

A Evolution du réseau routier

Un certain nombre de projets routiers sont pris en compte dans la situation de « Référence ». Les gains de temps associés à ces projets compensent la dégradation du temps de parcours liée à l'augmentation du trafic. L'hypothèse retenue est donc la **stabilité des temps de parcours routiers** par rapport à la situation de 2003.

B Prix routiers

Les coûts routiers se décomposent en deux parties :

- le coût des péages autoroutiers, qui seront considérés comme invariant en euros constants 2007 sur l'ensemble de la période 2003-2059.
- le coût kilométrique du carburant, estimé à partir de la variation du prix du baril de pétrole, en considérant une réduction progressive de la consommation des véhicules (8l/100km en 2003, 5,75 l/100km en 2025) et une réduction des taxes pétrolières.

Tableau An. 16 : Hypothèses d'évolution de la consommation/km des véhicules

Années	2003	2016	2020	2025
Consommation kilométrique des véhicules <i>en L/100km</i>	8	6,5	6,1	5,75

(Source : Hypothèses COTEBA)

L'estimation des coûts routiers kilométriques à partir des hypothèses précédentes induit une croissance annuelle de :

- 4,5 % du coût routier kilométrique sur la période 2003-2016
- 2,8 % sur la période 2016-2020
- 0,8 % sur la période 2020-2025

Le tableau ci-dessous présente les coûts routiers kilométriques considérés dans le cadre du scénario central.

Tableau An. 17 : Coût routier kilométrique du carburant

Années	2003	2016	2020	2025
Coûts kilométriques du carburant <i>en €/km (€ ct 2007)</i>	0,097	0,163	0,182	0,190

(Source : Hypothèses COTEBA)

Pour la période 2025-2059, les prix des carburants sont considérés comme stables.

7.5 HYPOTHESES DU SCENARIO FAVORABLE

Le tableau ci-dessous présente les hypothèses retenues pour le scénario favorable.

Tableau An. 18 : Hypothèses du Scénario Favorable

SCENARIO FAVORABLE						
	Horizon	2016	2020	2025	2020	2025
Socio-économie	PIB (tcma)	2.0%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%
	Population (tcma)	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
	Prix du baril (€ ct 2007)	110	140	160	160	160
Offre	Routière					
	Coûts du carburant (tcma)	+ 5,9%	+ 5,6%	+ 1,7%	0%	0%
	Coûts des péages (€ ct 2007)	+ 1%	+ 1%	+ 1%	0%	0%
	Aérienne					
	Coûts de rabattement	+ 25%	+ 33%	+ 40%	+ 40%	+ 40%
	Tarifs aériens (tcma)	+ 3%	+ 2,5%	+ 2%	0%	0%
	Evolution offre	- 3 liaisons Orly - Bordeaux				
	Ferroviaire					
	Coûts de rabattement	+ 20%	+ 25%	+ 30%	+ 30%	+ 30%
	Tarifs (tcma)	+ 0,5%	+ 0,5%	+ 0,5%	+ 0,5%	+ 0,5%
	Surtarifs (en €/min gagnée)	- 20% à l'ouverture				
	Evolution offre en + de SEA	Liaison UIC Vitoria - Valladolid				
	Passage à 320 km/h	oui	oui	oui	oui	oui

(Source : Hypothèses COTEBA)

7.6 HYPOTHESES DU SCENARIO DEFAVORABLE

Le tableau ci-dessous présente les hypothèses retenues pour le scénario défavorable.

Tableau An. 19 : Hypothèses du Scénario Défavorable

SCENARIO DEFAVORABLE						
	Horizon	2016	2020	2025	2040	2059
Socio-économie	PIB (tcma)	2.0%	1.8%	1.8%	1,8% - 1,6%	1,6% / 1%
	Population (tcma)	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%
	Prix du baril (€ ct 2007)	80	80	80	80	80
Offre	Routière					
	Coûts du carburant (tcma)	+ 2,8%	- 1,55%	- 1,32%	0%	0%
	Coûts des péages (€ ct 2007)	invariants				
	Aérienne					
	Coûts de rabattement	+ 15%	+ 15%	+ 15%	+ 15%	+ 15%
	Tarifs aériens (tcma)	0%	0%	0%	0%	0%
	Evolution offre	invariante				
	Ferroviaire					
	Coûts de rabattement	+ 10%	+ 10%	+ 10%	+ 10%	+ 10%
	Tarifs (tcma)	+ 1%	+ 2%	+ 2%	0%	0%
	Surtarifs (en €/min gagnée)	+ 20% à l'ouverture				
	Evolution offre en + de SEA	invariante				
	Passage à 320 km/h	non	non	non	oui	oui

(Source : Hypothèses COTEBA)

Table des Matières

LISTE DE TABLEAUX.....	6
LISTE DE FIGURES	7
1. INTRODUCTION	9
1.1 PREAMBULE	9
1.2 PRESENTATION DE LA MISSION DU STAGE	10
1.2.1 <i>Présentation du Projet, la LGV SEA</i>	10
1.2.1.1 <i>Préambule</i>	10
1.2.1.2 <i>Les finalités du Projet</i>	11
1.2.1.3 <i>Les objectifs de service</i>	11
1.2.1.4 <i>Historique des décisions</i>	12
1.2.1.5 <i>La demande de transport sur la LGV SEA</i>	15
1.2.2 <i>Objet du Stage</i>	20
1.2.3 <i>Problématique</i>	21
1.3 PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	23
2. CADRE METHODOLOGIQUE	29
2.1 PREAMBULE	29
2.2 HORIZONS D'ETUDE ET SITUATIONS CONSIDEREES	30
2.3 ZONAGE ET PERIMETRE DE L'ETUDE.....	31
2.4 LE MODELE DE PREVISION DE TRAFIC LGV SEA	33
2.4.1 <i>Modèle de Génération</i>	35
2.4.1.1 <i>Elasticité au PIB</i>	35
2.4.1.2 <i>Elasticité au prix du baril du pétrole</i>	36
2.4.1.3 <i>Réduction des effets frontières</i>	36
2.4.2 <i>Modèle de Distribution</i>	36
2.4.3 <i>Modèle du Choix Modal</i>	38
2.4.4 <i>Modèle d'Induction de Trafic</i>	41
3. LOGICIEL DE SIMULATION.....	43
3.1 PREAMBULE	43
3.2 ORGANIGRAMME DU LOGICIEL.....	43
3.3 DONNEES ET SORTIES DU MODELE	45
3.3.1 <i>Données (Inputs)</i>	45
3.3.2 <i>Sorties (Outputs)</i>	53
4. RESULTATS.....	58
4.1 PREAMBULE	58
4.2 RESULTATS DU « SCENARIO CENTRAL »	58
4.2.1 <i>Evolution de la demande de transport</i>	58
4.2.2 <i>Voyageurs sur la LGV SEA à l'horizon 2016</i>	59
4.2.3 <i>Voyageurs sur la LGV SEA de 2016 à 2059</i>	61
4.2.4 <i>Gain de trafic lié à la LGV SEA, évaluation comparative</i>	61
4.2.5 <i>Montée en charge du trafic voyageurs</i>	63
4.3 SCENARI FAVORABLE ET DEFAVORABLE	67
4.4 ANALYSE DE SENSIBILITE.....	68
4.4.1 <i>PIB à + ou -10 % sur la croissance</i>	68

4.4.2	Tarifs ferroviaires complets.....	68
4.4.3	Tarifs aériens	69
4.4.4	Coûts routiers des carburants.....	69
4.4.5	Valeur du temps.....	70
4.4.6	Effet frontière	70
4.4.7	Péages routiers.....	71
4.4.8	Temps de trajet ferroviaire.....	71
4.4.9	Récapitulatif de Tests effectués.....	72
4.5	GRANDS PROJETS DE SUD-OUEST (GPSO).....	73
4.5.1	Préambule.....	73
4.5.2	Offre associée.....	73
4.5.3	Résultats de la modélisation.....	74
5.	CONCLUSION	77
5.1	L'ETUDE ET SES RESULTATS.....	77
5.2	EXPERIENCE PERSONNELLE DE STAGE	78
6.	BIBLIOGRAPHIE.....	79
7.	ANNEXES	80
7.1	ZONAGE.....	80
7.2	L'OFFRE DE TRANSPORT 2003	85
7.2.1	L'offre ferroviaire.....	85
7.2.1.1	Les coûts pour les usagers	86
7.2.1.2	Les temps	86
7.2.1.3	Les fréquences	87
7.2.1.4	Les correspondances	87
7.2.2	L'offre routière.....	87
7.2.2.1	Les coûts pour les usagers	87
7.2.2.2	Les temps	88
7.2.3	L'offre aérienne	88
7.2.3.1	Les coûts pour les usagers	88
7.2.3.2	Les temps	89
7.2.3.3	Les fréquences	89
7.3	LA DEMANDE DE TRANSPORT 2003.....	89
7.4	HYPOTHESES ET PREVISIONS DU SCENARIO CENTRAL	90
7.4.1	Hypothèses Socio-économiques	90
7.4.1.1	Population.....	90
7.4.1.2	Produit Intérieur Brut.....	92
7.4.1.3	Prix de l'Energie.....	95
7.4.1.4	Valeur du Temps	97
7.4.2	Prévisions sur l'offre des Transports	98
7.4.2.1	Offre ferroviaire.....	98
	A Conditions d'accès aux gares – Référence et Projet.....	98
	B Evolution du réseau ferroviaire.....	98
	C Performances sur le trajet principal LGV, par OD	102
7.4.2.2	Offre aérienne.....	103
	A Aéroports et conditions d'accès.....	103
	B Evolution du réseau aérien.....	104
	C Performances sur le trajet principal.....	104
7.4.2.3	Offre routière.....	104
	A Evolution du réseau routier	104
	B Prix routiers	105
7.5	HYPOTHESES DU SCENARIO FAVORABLE	106
7.6	HYPOTHESES DU SCENARIO DEFAVORABLE	107