Etudes du maître d'ouvrage

Etude technique et analyse socio-économique des scénarios de ligne nouvelle et d'aménagements de la ligne existante

LGV • Bordeaux • Toulouse •

Projet de ligne ferroviaire à grande vitesse entre Bordeaux et Toulouse

phase 2

Analyse socio-économique

Note méthodologique

Avril 2005

RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE

CONTEXTE ET OBJET DU DOCUMENT

Général

Le présent document est un livrable de l'étude réalisée par le groupement SCETAUROUTE – SEMALY – ISIS pour RFF dans le but de préparer le débat public pour la création d'une ligne ferroviaire à grande vitesse entre Bordeaux et Toulouse.

Particulier

Cette note méthodologique présente la **structure** et les **hypothèses** adoptées pour les **bilans socio-économiques**.

Attendus

L'étude socio-économique a pour objectif d'évaluer la **rentabilité des différents scénarios envisagés**, sur la base de leurs bilans coûts/avantages monétarisables.

Il faut que les analyses soient conduites de manière désagrégée, dans la mesure du possible à ce stade d'étude, de telle sorte que l'on puisse :

- Optimiser les scénarios, en mettant en évidence dans chacun d'entre eux les dispositions les moins efficaces du point de vue socio-économique ;
- Identifier les paramètres ayant une influence importante sur les résultats, qui feront l'objet de tests de sensibilité.

De plus, comme pour le modèle de prévision de trafic, les calculs doivent être automatisés, afin d'étudier rapidement de nombreuses configurations.

SOMMAIRE

CONTEXTE ET OBJET DU DOCUMENT _____ 1

SOMMAIRE _____ 3

1. PRINCIPES GE NERAUX _____ 5

1.1 Cadre méthodologique 5

1.2 Durée de la période d'évaluation 5

1.3 Effets non pris en compte 5

2. STRUCTURE DES BILANS _____ 7

2.1 Rubriques 7

2.1.1 Bilans pour la collectivité 7

2.1.2 Bilans par acteur 8

2.1.3 Précisions complémentaires 10

2.2 Indicateurs de rentabilité 10

3. HYPOTHESES _____ 13

3.1 Sources 13

3.2 Paramètres généraux 13

3.2.1 Croissance de la demande ferroviaire après la mise en service du projet 13

3.2.2 Croissance de la consommation finale des ménages par tête en volume 14

3.2.3 Calcul du nombre annuel de circulations ferroviaires (exprimé en trains-km) 15

3.2.4 Croissance du nombre annuel de circulations ferroviaires (exprimé en trains-km) 16

3.2.5 Taux d'occupation des véhicules 16

3.2.6 Longueur des trajets de rabattement 16

3.3 Coûts d'investissement 17

3.3.1 Infrastructure 17

3.3.2 Matériel roulant 18

3.4 Coûts différentiels de fonctionnement pour le mode ferroviaire 20

3.4.1 Entretien et exploitation de l'infrastructure 20

3.4.2 Entretien et exploitation du matériel roulant 21

3.4.3 Commercialisation des billets de train 21

3.5 Coûts différentiels de fonctionnement pour le mode routier 22

3.5.1 Entretien et exploitation de la voirie 22

3.5.2 Utilisation des véhicules 22

3.6 Coûts différentiels de fonctionnement pour le mode aérien 22
3.7 Gains de temps des usagers du mode ferroviaire 23
3.7.1 Voyageurs présents en situation de référence 23
3.7.2 Voyageurs détournés de la route 23
3.7.3 Voyageurs détournés de l'aérien 24
3.7.4 Clientèle induite par le projet 24
3.7.5 Croissance de la valeur du temps dans le temps 24
3.8 Coûts différentiels collectifs 25
3.8.1 Insécurité routière 25
3.8.2 Pollution atmosphérique générée par le transport routier 26
3.8.3 Pollution atmosphérique générée par le transport aérien 27
3.8.4 Effet de serre lié au transport routier 28
3.8.5 Effet de serre lié au transport aérien 28
3.8.6 Congestion routière 28
TABLE DES ILLU STRATIONS 29

1. PRINCIPES GENERAUX

L'évaluation socio-économique d'un projet consiste à valoriser en termes monétaires les coûts et les avantages qu'il génère chaque année, **par rapport à une situation de référence**, et d'en déduire un certain nombre d'indicateurs globaux de rentabilité.

1.1 CADRE METHODOLOGIQUE

Les bilans ont été établis conformément à l'**instruction-cadre en vigueur** relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, datant du **25 mars 2004**. Cette instruction, qui annule et remplace celle du 3 octobre 1995, est très proche du projet d'instruction « Gressier » du 2 avril 2003.

1.2 DUREE DE LA PERIODE D'EVALUATION

Les calculs ont été effectués sur une période de **40 ans** comportant :

- 5 années de réalisation des travaux d'infrastructure, pendant lesquelles sont effectuées les dépenses d'investissement initiales ;
- 35 années d'exploitation de la LGV, qui correspondent à la durée de vie approximative du matériel roulant ferroviaire.

1.3 EFFETS NON PRIS EN COMPTE

Plusieurs types de coûts et d'avantages n'ont pas été pris en compte, parce qu'ils sont négligeables (a priori) et/ou très difficilement monétarisables avec les données disponibles, dans l'état actuel des connaissances.

En particulier ceux qui concernent :

- Le **fret**, dans la mesure où, dans tous les scénarios étudiés, l'offre ferroviaire envisagée pour cette activité est identique, en nombre de sillons journaliers, à celle prévue en situation de référence[1] ;
- Les **flux de voyageurs non traités dans l'étude de trafic** ; il s'agit des flux intradépartementaux, du type (Bordeaux ↔ Langon) ou (Toulouse ↔ St-Jory), ainsi que les flux qui n'empruntent pas la ligne Bordeaux – Toulouse, comme par exemple (Haute-Garonne ↔ Languedoc-Roussillon Ouest), dont certains pourront bénéficier d'une hausse importante de la fréquence des TER grâce au projet ;

[1] Les capacités libérées sur les lignes classiques existantes, du fait de la création de la LGV, permettront cependant de disposer de sillons supplémentaires aux heures de pointe pour les trains de fret.

- La fréquence et la régularité des trains de voyageurs (que l'on pourrait traduire en terme de gain de temps[2]) ;
- L'insécurité ferroviaire et l'insécurité aérienne, infimes par rapport à l'insécurité routière ;
- Le **bruit**, car la méthodologie proposée dans l'instruction-cadre en vigueur pour monétariser les impacts relatifs à cette nuisance nécessite une étude acoustique très détaillée, qui ne peut pas être réalisée à ce stade des études ;
- La pollution atmosphérique et l'effet de serre liés au transport ferroviaire, à cause des locomotives à traction diesel (qui ne sont d'ores et déjà plus utilisées sur la plupart les relations étudiées) ;
- La congestion ferroviaire, la congestion aérienne, la consommation énergétique[3], l'emploi, l'aménagement du territoire, l'activité économique, l'urbanisme, l'immobilier, le tourisme, … (aucun de ces aspects n'est évoqué dans l'instruction-cadre en vigueur).

Les bilans constituent par conséquent une **évaluation par défaut de l'intérêt socio-économique du projet**. En tout état de cause, il ne s'agit là que d'une légère sous-estimation. C'est une situation courante, puisque les effets sur le bruit et sur les aspects mentionnés dans le dernier point ci-dessus sont toujours ignorés à ce niveau d'analyse. On notera en conséquence que les indicateurs de rentabilité obtenus présentent ainsi l'avantage d'être **comparables** à ceux qui ont été déterminés jusqu'à présent pour des projets similaires au même stade d'étude.

[2] En effet, l'accroissement de la fréquence d'une desserte permet à une partie des voyageurs de réduire l'écart entre l'horaire qu'ils souhaiteraient en fonction de leurs contraintes sur le lieu de destination, et l'horaire réel qui s'en approche le plus. De même, lorsque la régularité des services s'améliore, elle incite les voyageurs qui ne peuvent pas prendre le risque d'arriver en retard à ne plus prendre le train qui précède celui qu'ils prendraient dans une situation de fiabilité normale des horaires.

[3] Le train est le mode de transport terrestre le plus efficace du point de vue énergétique sur les moyennes et les longues distances, quelle que soit sa vitesse de circulation.

2. STRUCTURE DES BILANS

2.1 RUBRIQUES

Comme dans l'étude de trafic, deux catégories de bilan ont été réalisées :

- Des bilans relatifs à l'**activité Grandes Lignes**, établis à partir des prévisions de trafic pour cette activité, en supposant l'offre TER constante entre la situation de référence et les situations de projet ;
- Des bilans relatifs à l'**activité totale (Grandes Lignes + TER)**, en excluant toutefois les TER destinés aux flux de voyageurs non traités dans l'étude de trafic.

Pour chaque catégorie, deux types de bilan ont été produits :

1. Des **bilans pour la collectivité**, qui reflètent les coûts et les avantages cumulés du projet pour l'ensemble des acteurs concernés, c'est-à-dire hors taxes, subventions et transferts financiers[4] entre acteurs ;
2. Des **bilans par acteur**.

2.1.1 Bilans pour la collectivité

Ils comportent **5 rubriques** et **19 sous-rubriques**, dont le contenu est précisé dans le tableau suivant.

[4] La somme des taxes, subventions et transferts financiers entre acteurs est nulle, puisque les sommes correspondantes (comme par exemple le prix payé par les voyageurs à l'opérateur ferroviaire) apparaissent comme une dépense pour un acteur (en l'occurrence les voyageurs) et comme une recette, du même montant mais avec un signe différent, pour un autre acteur (en l'occurrence l'opérateur ferroviaire).

Tableau 1 : Structure des bilans pour la collectivité

Rubrique	Sous-rubrique	
Coûts d'investissement	Infrastructure	
	Matériel roulant	
Coûts différentiels de fonctionnement	Mode ferroviaire	Entretien et exploitation de l'infrastructure
		Entretien et exploitation du matériel roulant
		Commercialisation des billets de train
	Mode routier	Entretien et exploitation de la voirie
		Utilisation des véhicules
	Mode aérien	
Gains de temps des usagers du mode ferroviaire	Voyageurs présents en situation de référence	
	Voyageurs détournés de la route	
	Voyageurs détournés de l'aérien	
	Clientèle induite par le projet	
Coûts différentiels collectifs	Insécurité routière	
	Pollution atmosphérique générée par le transport routier	
	Pollution atmosphérique générée par le transport aérien	
	Effet de serre lié au transport routier	
	Effet de serre lié au transport aérien	
	Congestion routière	
Valeur résiduelle		

2.1.2 Bilans par acteur

Ils ont été décomposés en **8 rubriques** et **30 sous-rubriques**, détaillées dans le tableau ci-après.

Les coûts d'investissement et la valeur résiduelle font l'objet de deux rubriques spécifiques, qui ne sont rattachées à aucun acteur, car la présente étude n'a pas pour but d'étudier le financement du projet. Pour la même raison, les subventions n'apparaissent pas dans ces bilans.

Les **acteurs du transport ferroviaire** regroupent RFF, l'opérateur (SNCF), les autorités organisatrices (Régions) et l'Etat, pour ses aides financières à ces derniers.

Tableau 2 : Structure des bilans par acteur

Rubrique	Sous-rubrique	
Coûts d'investissement	Infrastructure	
	Matériel roulant	
Acteurs du transport ferroviaire	Coûts différentiels de fonctionnement	Entretien et exploitation de l'infrastructure
		Entretien et exploitation du matériel roulant
		Commercialisation des billets de train
	Différentiel de recettes (HT)	
Compagnies aériennes	Coûts différentiels de fonctionnement	
	Différentiel de recettes (HT)	
Sociétés concessionnaires d'autoroutes	Coûts différentiels d'entretien et d'exploitation de la voirie	
	Différentiel de recettes (HT)	
Usagers du mode ferroviaire	Gains de temps	Voyageurs présents en situation de référence
		Voyageurs détournés de la route
		Voyageurs détournés de l'aérien
		Clientèle induite par le projet
	Coûts différentiels d'utilisation des véhicules (TTC)	
	Différentiels de prix payé aux opérateurs de transport (TTC)	Billets de train
		Billets d'avion
		Péages autoroutiers
Etat et gestionnaires des routes non concédées	Coûts différentiels d'entretien et d'exploitation de la voirie	
	Différentiels de taxes perçues	TVA sur les billets de train
		TVA sur les billets d'avion et taxes d'aéroport
		TVA sur les péages autoroutiers
		TVA et TIPP sur les dépenses d'utilisation des véhicules
Tiers	Coûts différentiels collectifs	Insécurité routière
		Pollution atmosphérique générée par le transport routier
		Pollution atmosphérique générée par le transport aérien
		Effet de serre lié au transport routier
		Effet de serre lié au transport aérien
		Congestion routière
Valeur résiduelle		

2.1.3 Précisions complémentaires

Dans la sous-rubrique « **infrastructure** », trois postes de dépenses ont été distingués :

- Les investissements liés à la **ligne nouvelle à grande vitesse** ;
- Le coût des **relèvements de vitesse** sur la ligne existante, qui ne concerne que le scénario 1 et sa variante pendulaire ;
- Le coût des **aménagements de capacité sur la ligne existante affectés au projet**.

Dans la sous-rubrique « **matériel roulant** », quatre types de trains sont différenciés :

- Les **TGV** ;
- Les **TER grande distance**, utilisés pour les dessertes intercités / intervilles ;
- Les **autres TER**, correspondant aux services de moyenne et de courte distance ;
- Les **ICGV** (trains Inter-Cités à Grande Vitesse).

La sous-rubrique « **entretien et exploitation de l'infrastructure** » (ferroviaire) comprend deux termes :

- Un **terme fixe** correspondant aux charges d'entretien et d'exploitation récurrentes, ainsi qu'aux travaux de régénération ;
- Un **terme variable** lié au nombre de circulations de trains.

Les **déplacements routiers** ont été subdivisés en deux catégories, du fait des reports de trafic vers le mode ferroviaire :

- Les **trajets principaux et les trajets de rabattement** (vers une gare ou un aéroport) **supprimés** par rapport à la situation de référence ;
- Les **nouveaux trajets de rabattement** (vers une gare) générés par le trafic ferroviaire supplémentaire.

Pour des raisons de lisibilité, ces deux catégories n'apparaissent pas dans les tableaux de résultats.

2.2 INDICATEURS DE RENTABILITE

Les quatre indicateurs de rentabilité usuels ont été évalués.

A savoir :

- Le **bénéfice actualisé** ;
- Le **bénéfice actualisé par euro investi** ;
- Le **TRI (Taux de Rentabilité Interne)** ;
- Le **taux de rentabilité immédiate**.

Le **bénéfice actualisé** est la différence entre les avantages et les coûts de toutes natures générés par le projet, calculés par rapport à la situation de référence et actualisés avec un certain taux, à une certaine année.

Le **bénéfice actualisé par euro investi** est le rapport entre le bénéfice actualisé et le coût d'investissement actualisé.

Le **TRI** est la valeur du taux d'actualisation qui rend nul le bénéfice actualisé. C'est le taux d'intérêt maximal qu'un projet peut « rapporter », compte tenu des ressources engagées, si le projet permet de récupérer l'investissement et les coûts d'exploitation, et de rester encore en équilibre financier.

Le **taux de rentabilité immédiate** est le rapport entre les avantages nets (c'est-à-dire la différence entre les avantages et les coûts, non actualisés) de l'année de mise en service du projet, et le coût d'investissement actualisé. Ce taux sert à déterminer la date optimale de mise en service, qui est la date pour laquelle le bénéfice actualisé est maximal. A cette date (qui n'a de sens que pour les projets présentant un bénéfice actualisé positif), le taux de rentabilité immédiate est égal au taux d'actualisation.

Les formules mathématiques correspondantes figurent dans l'instruction-cadre en vigueur.

Un projet est d'autant plus intéressant économiquement que son bénéfice actualisé, son bénéfice actualisé par euro investi et son TRI sont élevés. Pour qu'il soit rentable pour la collectivité, il faut que le bénéfice actualisé (et a fortiori le bénéfice actualisé par euro investi) soit positif, autrement dit que le TRI soit supérieur au taux d'actualisation.

Conformément aux principes de calculs fournis par l'instruction, l'**année d'actualisation** est l'**année précédant la mise en service du projet**.

En ce qui concerne le **taux d'actualisation**, deux options ont été retenues :

- Une première, reflétant les dernières prescriptions du Commissariat Général du Plan (datant du 21 janvier 2005), avec un **taux de 4 % stable dans le temps**[5], assorti d'un **coefficient de majoration des coûts d'investissement en infrastructure** afin de tenir compte des contraintes budgétaires pour les fonds publics (restrictions de crédit) ;
- Une seconde avec un **taux fixe de 8 %** (sans majorer les coûts d'investissement en infrastructure), qui était la valeur officielle depuis plusieurs années, avant la révision du 21 janvier 2005.

Le **coefficient de majoration** adopté dans la première option s'élève à **1,3** (+ 30 %). Mais il n'a été appliqué qu'à **80 %** des coûts d'investissement en infrastructure, car on peut considérer que les 20 % restants ne relèveront pas des finances publiques. Cela revient donc à une augmentation de **24 %**.

[5] Le Commissariat Général du Plan précise que ce nouveau taux décroît dans le temps de manière continue pour les évaluations qui portent sur le très long terme (à partir d'un horizon de 30 ans), et propose une formule permettant de calculer le taux pour chaque année prise en compte. Cette décroissance n'a pas été introduite dans la présente étude, car la mise en service du projet est supposée avoir lieu en 2020 au plus tard, et car la durée de la période d'évaluation (hors années de travaux) est relativement courte (35 ans).

Les calculs doivent être effectués en **monnaie constante**. Celle qui a été choisie est l'**euro de l'année 2000**, car tous les coûts utilisés dans le modèle de prévision de trafic et toutes les valeurs unitaires recommandées par l'instruction-cadre du 25 mars 2004 sont exprimés dans cette unité.

Pour le bénéfice actualisé, l'instruction demande qu'il soit également actualisé à l'année 2004 et exprimé en monnaie constante de l'année 2004, afin de faciliter la comparaison de la rentabilité du projet avec celle d'autres opérations sur le territoire national. Cependant, c'est un calcul complexe (nécessitant une estimation de la variation de prix entre 2000 et 2004 pour chacun des paramètres), qui n'apparaît pas indispensable à ce niveau d'étude puisqu'il n'influence pas la valeur prise par les deux indicateurs centraux que sont le bénéfice actualisé par euro investi et le TRI.

3. HYPOTHESES

3.1 SOURCES

Les hypothèses détaillées ci-après ont été définies en concertation avec RFF. Elles sont issues à la fois :

- Des valeurs unitaires et des recommandations figurant dans l'**annexe I de l'instruction-cadre** en vigueur, pour monétariser le temps, les victimes d'accidents, la pollution atmosphérique et l'effet de serre ;
- Des estimations effectuées par le groupement SCETAUROUTE – SEMALY – ISIS sur des études similaires en particulier :
  - La LGV Sud-Europe-Atlantique ;
  - Le prolongement de la LGV Méditerranée vers Toulon et la Côte d'Azur ;
  - Le contournement de Nîmes – Montpellier ;
  - L'aménagement de l'artère Nord-Est ;
  - Le grand contournement fret de l'Ile-de-France.
- De **nouvelles estimations** produites dans le cadre de la présente étude, rendues nécessaires pour préciser ou affiner un certain nombre d'hypothèses.

La plupart des estimations correspondent à une valeur moyenne parmi celles utilisées dans plusieurs études antérieures semblables. En effet, certaines valeurs, comme par exemple les coûts unitaires d'entretien et d'exploitation du matériel roulant, sont sensiblement différentes d'une étude à l'autre ; de plus, leur source n'est pas toujours précisée dans les rapports d'étude.

3.2 PARAMETRES GENERAUX

3.2.1 Croissance de la demande ferroviaire après la mise en service du projet

Deux phénomènes sont à prendre en compte pour le mode ferroviaire :

1. La montée en charge du trafic nouveau, constitué des voyageurs détournés de la route, des voyageurs détournés de l'aérien et de la clientèle induite par le projet ;
2. La croissance générale de la demande de déplacement, qui concerne aussi bien les voyageurs présents en situation de référence que les voyageurs nouveaux.

La **montée en charge du trafic nouveau**, due à l'adaptation progressive des comportements, a été supposée se produire pendant trois ans à partir de la mise en service du projet, au rythme indiqué ci-dessous (proche de celui considéré dans l'étude du prolongement de la LGV Méditerranée vers Toulon et la Côte d'Azur).

Tableau 3 : Coefficients de montée en charge[6] du trafic ferroviaire nouveau (sans tenir compte de la croissance générale de la demande)

Année	n	n+1	n+2	n+3
Coefficient	60 %	85 %	95 %	100 %

Source : estimations du groupement EGIS
n = année de mise en service du projet

Les hypothèses adoptées pour la **croissance générale de la demande** (hors phénomène de montée en charge) sont les suivantes :

- Entre l'année de mise en service du projet et 2025, les taux de croissance annuels moyens retenus dans l'étude de trafic pour la demande globale (tous modes confondus), à offre constante (voir livrable 2-4) ; ces taux sont liés aux dernières hypothèses de croissance du PIB (Produit Intérieur Brut) établies par le SES (Service Economique et Statistique du Ministère de l'Equipement) ;
- Au-delà de 2025, une croissance moins forte, puisque le PIB devrait croître de 1,6 % par an en moyenne de 2025 à 2050 (contre 1,9 % pendant la période 2000-2025), d'après les estimations actuelles (fin 2004) du SES ; le différentiel de rythme de croissance du PIB a été répercuté sur l'évolution de la demande.

D'où les taux indiqués ci-après.

Tableau 4 : Hypothèses de croissance de la demande ferroviaire après la mise en service du projet (hors phénomène de montée en charge)

Type de flux	Taux de croissance annuel géométrique moyen	
	Jusqu'en 2025	Après 2025
Flux générés par la Haute-Garonne	1,9 %	1,6 %
Autres flux	1,7 %	1,4 %

Source : SES et estimations du groupement EGIS

3.2.2 Croissance de la consommation finale des ménages par tête en volume

La croissance dans le temps des valeurs unitaires figurant dans l'instruction-cadre en vigueur doit être indexée, avec une certaine élasticité[7], sur celle de la dépense de consommation finale des ménages par tête (appelée aussi **CFM/capita**) en volume.

[6] Ratios à appliquer aux prévisions de trafic, qui ne tiennent pas compte de la montée en charge.
[7] Rapport entre deux variations, qui permet de mesurer la sensibilité d'une grandeur à la variation d'une autre (en l'occurrence la sensibilité des valeurs unitaires à la dépense de consommation finale des ménages par tête en volume).

Pour cette dernière, un taux de croissance annuel moyen de 1,7 % a été retenu pour la période 2002-2025. Il est dérivé de l'hypothèse de croissance du PIB adoptée par le SES (1,9 % par an), avec une élasticité de 0,9. Cette élasticité correspond à celle qui était prise en compte par les différents services du Ministère de l'Equipement lorsque l'hypothèse de croissance du PIB était de 2,3 % par an (puisque l'hypothèse de croissance de la CFM/capita en volume était alors estimée à 2,1 % par an).

Après 2025, les mêmes principes que ceux définis pour la demande ferroviaire ont été reconduits. La croissance devient ainsi moins rapide.

Ces hypothèses sont récapitulées ci-dessous.

Tableau 5 : Hypothèses de croissance de la dépense de consommation finale des ménages par tête (CFM/capita) en volume

Taux de croissance annuel géométrique moyen	
Entre 2002 et 2025	Après 2025
1,7 %	1,4 %

Source : estimations du groupement EGIS

Entre 2000 et 2002, la CFM/capita a crû en volume de **3,2 %**[8].

3.2.3 Calcul du nombre annuel de circulations ferroviaires (exprimé en trains-km)

Les hypothèses d'offre ferroviaire ont été établies en nombre de sillons par JOB (Jour Ouvrable de Base), c'est-à-dire un mardi, un mercredi ou un jeudi, en dehors des vacances scolaires.

Afin d'évaluer le nombre de sillons-km ou de trains-km annuels, qui constituent une étape intermédiaire dans certains calculs, les ratios suivants (supposés stables dans le temps) ont été appliqués :

- **Nombre de sillons** utilisés pour la circulation d'un train de voyageurs : 1,0 ;
- **Coefficient de passage** du nombre de trains par JOB au nombre de trains sur l'ensemble d'une année :
  - 350 pour les TGV, les ICGV, les TRN et les TER grande distance ;
  - 320 pour les autres trains (TER moyenne et courte distance).

Ces coefficients correspondent aux hypothèses adoptées usuellement par la SNCF.

Les services associés aux flux de voyageurs non traités dans l'étude de trafic ont été exclus. Il s'agit des missions (Bordeaux – Langon), (Toulouse – St-Jory), (Toulouse – Fenouillet), (Toulouse – Villefranche-de-Lauragais), (Marmande – Agen), (Castelnaudary – Narbonne) et (Carcassonne – Montpellier).

[8] D'après les statistiques de consommation et de population disponibles sur le site Internet de l'INSEE.

3.2.4 Croissance du nombre annuel de circulations ferroviaires (exprimé en trains-km)

D'après quelques observations effectuées par RFF, quand la demande ferroviaire s'accroît de 10 %, l'offre mise en place par la SNCF pour satisfaire cette demande augmente environ de moitié.

Si le nombre moyen de rames par train reste constant (ce que l'on peut supposer en première approximation, et en l'absence de données permettant d'établir une hypothèse de croissance dans le temps), l'évolution du nombre annuel de circulations ferroviaires peut ainsi être **indexée sur la croissance de la demande avec une élasticité de 0,5** (en tenant compte de la montée en charge du trafic nouveau pendant les trois premières années d'exploitation de la LGV).

3.2.5 Taux d'occupation des véhicules

Les prévisions de trafic routier ont été établies en nombre de voyageurs. Or l'unité de base pour de nombreux coûts unitaires est l'euro par véhicule-km.

Pour passer du nombre de voyageurs au nombre de véhicules, les taux d'occupation moyens retenus sont ceux utilisés dans l'étude de trafic. A savoir :

- **1,44 pour les relations de moins de 300 km**, c'est-à-dire la plupart des relations (parmi celles étudiées) internes aux régions Aquitaine et Midi-Pyrénées réunies ;
- **2,00 pour les relations de longueur supérieure ou égale à 300 km**.

3.2.6 Longueur des trajets de rabattement

Sur la plupart des relations étudiées, les parcours d'approche vers les gares et les aéroports de départ peuvent être effectués avec plusieurs modes de transport.

Dans un souci de simplification des calculs, la répartition modale de ces trajets de rabattement a été supposée invariable dans le temps et prise en compte sous la forme d'un « **parcours routier équivalent** », dont la longueur moyenne est représentative des pratiques d'approche.

Les longueurs prises en compte ont été calculées à partir des temps de rabattement moyens utilisés dans le modèle de prévision de trafic, sur la base d'une **vitesse moyenne de 25 km/h** dans tous les cas de figure. Cette hypothèse, cohérente avec celles figurant dans les études antérieures similaires, conduit à des distances moyennes de rabattement comprises entre 13 et 29 km pour le mode aérien, et entre 4 et 21 km pour le mode ferroviaire, selon le type de zone (en situation actuelle, en situation de référence et dans la quasi-totalité des situations de projet[9]).

Le raisonnement s'applique également aux trajets effectués pour se rendre sur le lieu de destination finale à partir d'une gare ou d'un aéroport d'arrivée (que l'on peut considérer comme identiques aux trajets de rabattement réalisés dans le sens de circulation contraire).

[9] Les temps de rabattement moyens ont été modifiés pour les zones Lot-et-Garonne et Tarn-et-Garonne dans les scénarios 4, 4', 5 et 6 sur les relations concernées par les TGV et les ICGV, pour tenir compte de l'éloignement des gares nouvelles desservant Agen et/ou Montauban.

3.3 COUTS D'INVESTISSEMENT

3.3.1 Infrastructure

Les coûts d'investissement en infrastructure sont rappelés ci-après pour chaque scénario maintenu dans la phase 3 de l'étude (pour plus de détails, se reporter au livrable 3-11).

Tableau 6 : Coûts d'investissement en infrastructure, aux conditions économiques du mois de janvier 2004, en M€ HT

Nature des travaux	Scénario 1 pend.[10]	Scénario 2	Scénario 3'	Scénario 4	Scénario 4'	Scénario 5	Scénario 7
Ligne nouvelle à grande vitesse	–	2 547	2 804	2 705	2 817	2 718	2 243
Relèvements de vitesse sur la ligne existante	370	–	–	–	–	–	–
Aménagements de capacité sur la ligne existante affectés au projet	410	118	118	118	118	118	118
TOTAL	**780**	**2 665**	**2 922**	**2 823**	**2 935**	**2 836**	**2 361**

Source : groupement EGIS

Ces coûts, exprimés en euros du mois de janvier 2004, ont été convertis en euros de l'année 2000 (monnaie retenue pour tous les calculs économiques), en appliquant un coefficient de (445,7/492,2), qui reflète l'évolution de l'indice TP01[11] entre juin 2000 et janvier 2004. D'où les montants suivants.

Tableau 7 : Coûts d'investissement en infrastructure, aux conditions économiques de l'année 2000, en M€ HT

Nature des travaux	Scénario 1 pend.	Scénario 2	Scénario 3'	Scénario 4	Scénario 4'	Scénario 5	Scénario 7
Ligne nouvelle à grande vitesse	–	2 306	2 539	2 449	2 551	2 461	2 031
Relèvements de vitesse sur la ligne existante	335	–	–	–	–	–	–
Aménagements de capacité sur la ligne existante affectés au projet	371	107	107	107	107	107	107
TOTAL	**706**	**2 413**	**2 646**	**2 556**	**2 658**	**2 568**	**2 138**

Source : groupement EGIS

[10] Scénario 1 avec des trains pendulaires.

[11] Indice général pour tous les travaux de génie civil.

Un **calendrier prévisionnel** a été défini pour répartir les dépenses sur les cinq années de travaux. Il est détaillé ci-dessous.

Tableau 8 : Hypothèse d'échéancier de réalisation des travaux d'infrastructure

Année	n-5	n-4	n-3	n-2	n-1
Part du montant total investi	15 %	20 %	30 %	20 %	15 %

Source : estimations du groupement EGIS
n = année de mise en service du projet

La durée de la période d'évaluation (35 ans, sans compter les années de travaux) étant inférieure à la durée de vie de l'infrastructure nouvelle (comprise entre 30 et 100 ans selon les éléments considérés), une **valeur résiduelle**[12] a été introduite en fin de période, c'est-à-dire à la 35ème année d'exploitation.

Cette valeur résiduelle représente ce que la LGV pourrait « rapporter » à la collectivité sur le reste de sa durée de vie, en admettant que les programmes d'entretien et de régénération la maintiendront en permanence à sa valeur économique neuve initiale.

Elle correspond ainsi à la valeur actualisée (à la 35ème année) des avantages nets associés au projet à compter de la 36ème année. Les avantages nets annuels du projet à partir de la 36ème année ont été supposés constants et pris égaux à la moyenne de ceux obtenus au cours des dix années précédentes.

Les **investissements éludés**[13] n'ont pas été pris en compte, conformément à la pratique actuelle de RFF, ni les investissements économisés ou différés pour les autres modes de transport[14].

3.3.2 Matériel roulant

Les besoins en matériel roulant générés par les différents scénarios retenus dans la phase 3 de l'étude sont récapitulés ci-après (voir livrable 3-9 pour plus de précisions).

Ils ont été évalués à partir des fréquences et des temps de parcours pour chaque scénario, indépendamment des volumes de trafic à transporter, ce qui revient à supposer que toutes les circulations sont en unité simple (une rame par mission).

Seuls les besoins correspondant aux flux de voyageurs traités dans l'étude de trafic ont été conservés. Ceux qui concernent les missions (Bordeaux – Langon), (Toulouse – St-Jory), (Toulouse – Fenouillet), (Toulouse – Villefranche-de-Lauragais), (Marmande – Agen), (Castelnaudary – Narbonne) et (Carcassonne – Montpellier) ont donc été exclus.

[12] Appelée parfois « valeur de revente ».

[13] Opérations destinées à éviter la saturation des voies ferrées en situation de référence, qui apparaissent en déduction du montant de l'investissement en infrastructure.

[14] Dans la mesure où l'on peut considérer que les reports de trafic vers le mode ferroviaire ne conduisent pas à renoncer à un investissement pour les modes routiers et aériens.

Tableau 9 : Besoins en matériel roulant (nombre de rames par mission, sur la base d'une rame par mission)

Type de service	Type de train	Type de matériel	Scénario 1 pend.	Scénario 2	Scénario 3'	Scénario 4	Scénario 4'	Scénario 5	Scénario 7
Longue distance	TGV	Réseau	10	8	7	7	7	7	8
Intercités / intervilles	TER grande distance	ZTER	1	1	1	1	1	1	1
Moyenne et courte distance	Autres TER	AGC	7	7	7	7	7	7	7

Source : groupement EGIS

Les coûts d'acquisition unitaires retenus, pour une rame, sont les suivants :

- **16,6 M€$_{2000}$ HT** pour les **TGV** (rames de type Réseau), avec une **majoration de 5 %** s'il s'agit d'un **TGV pendulaire** ;
- **5,9 M€$_{2000}$ HT** pour les **TER grande distance** (automoteurs de type ZTER) ;
- **4,3 M€$_{2000}$ HT** pour les **autres TER** (automoteurs de type AGC) ;
- **15,0 M€$_{2000}$ HT** pour les **ICGV**, qui apparaissent dans un test de sensibilité.

Ces prix sont fournis ou validés par la SNCF. Ils comprennent une **provision pour atelier** destinée à l'achat d'équipement de maintenance, qui s'élève à 14 % pour les TGV et les ICGV, et à 7 % pour les autres matériels[15].

Le coût de la **transformation d'un TGV classique en TGV pendulaire** a été évalué à **7,2 M€$_{2000}$ HT par rame** de type Réseau. Ce montant apparaît dans le scénario 1 avec des trains pendulaires, où il faut à la fois acquérir des TGV supplémentaires par rapport à la situation de référence et adapter les rames existantes.

Le nombre de rames moyen par mission a été estimé à **1,5 pour les TGV et les ICGV**, les scénarios de services ayant été optimisés sur cette base, et à **1,0 pour les autres trains**, faute de données disponibles sur le nombre de passagers pour chaque mission. D'où les montants indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Coûts d'investissement en matériel roulant, aux conditions économiques de l'année 2000, en M€ HT

Type de train	Scénario 1 pend.	Scénario 2	Scénario 3'	Scénario 4	Scénario 4'	Scénario 5	Scénario 7
TGV	466,7	199,2	174,3	174,3	174,3	174,3	199,2
TER grande distance	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Autres TER	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
TOTAL	**502,7**	**235,2**	**210,3**	**210,3**	**210,3**	**210,3**	**235,2**

Source : groupement EGIS

[15] Taux moyens constatés à l'heure actuelle, qui ne devraient pas évoluer au cours des vingt prochaines années.

La durée de vie du matériel roulant ferroviaire, quelle que soit sa nature, est d'environ 35 ans. A la fin de la période d'évaluation (qui comprend 35 années d'exploitation de l'infrastructure nouvelle), il a donc une **valeur résiduelle nulle**. Après la mise en service du projet, les **investissements annuels complémentaires** liés à la croissance de la demande ferroviaire ont été évalués sans tenir compte de la montée en charge du trafic nouveau pendant les trois premières années d'exploitation de la LGV, car les achats de matériel calibré sur le « régime de croisière » du nombre de passagers sont généralement anticipés (les achats initiaux sont supposés effectués pendant l'année précédant la mise en service).

3.4 COUTS DIFFERENTIELS DE FONCTIONNEMENT POUR LE MODE FERROVIAIRE

3.4.1 Entretien et exploitation de l'infrastructure

Le coût d'entretien et d'exploitation d'une voie ferrée est composé d'un terme fixe et d'un terme variable.

Le **terme fixe** est lié aux dépenses d'investissement. Pour une ligne nouvelle à grande vitesse, il comprend :

- Les **charges** d'entretien et d'exploitation **récurrentes**, dont le coût annuel correspond à environ **0,7 %** du montant de l'investissement (source : RFF) ;
- La **régénération** des voies, des ouvrages d'art, du ballast, des caténaires, de la signalisation et des équipements d'exploitation, prise en compte sous la forme d'une séquence établie également en proportion du coût de construction.

La séquence constituée pour les frais de régénération est la suivante :

Tableau 11 : Hypothèse d'échéancier de réalisation des travaux de régénération

Année	n à n+15	n+16 à n+19	n+20 à n+21	n+22 à n+31	n+32 à n+34
Part du montant total réinvesti	0,5 %	5,0 %	0,8 %	7,0 %	0,5 %

Source : RFF
n = année de mise en service du projet

Pour ne pas complexifier les calculs, les coûts d'entretien et d'exploitation générés par les relèvements de vitesse sur la ligne existante (dans le scénario 1 et sa variante pendulaire) ont été calculés de la même manière.

Le **terme variable** est lié au nombre de circulations de trains et au type de matériel roulant. Il a été évalué à :

- **1,5 €$_{2000}$ HT / train-km** sur une ligne à grande vitesse ;
- **1,2 €$_{2000}$ HT / train-km** pour les TGV et les ICGV sur une ligne classique ;
- **0,8 €$_{2000}$ HT / train-km** pour les autres trains (TRN et TER) sur une ligne classique.

Ces valeurs ont été déterminées à partir de coûts unitaires fournis par RFF pour les TGV[16], sur la base de 1,5 rames par mission pour les TGV et les ICGV, et de 1,0 rame par mission pour les autres trains (comme pour les investissements en matériel roulant), en considérant, toujours dans un souci de simplification :

- Que le coût généré par un ICGV est équivalent à celui d'un TGV ;
- Que le coût généré par un TRN ou un TER est identique à celui d'un TGV sur une ligne classique.

Tous ces ratios ont été supposés constants dans le temps.

3.4.2 Entretien et exploitation du matériel roulant

En l'absence de données opérationnelles, des coûts kilométriques moyens ont été estimés à partir des études antérieures. **Pour l'année 2000**, ils s'élèvent à :

- **5,5 €$_{2000}$ HT / train-km** pour les TGV, les ICGV, les TRN et les TER grande distance ;
- **5,0 €$_{2000}$ HT / train-km** pour les autres trains (TER moyenne et courte distance).

Ces valeurs (qui n'incluent ni les redevances d'infrastructure, ni l'amortissement du matériel) sont celles adoptées dans des études antérieures [17].

Comme dans cette dernière, un **gain de productivité de 0,5 % par an** en moyenne a été pris en compte jusqu'à l'horizon 2020 (mais pas au-delà). Pour l'année 2020, on obtient donc :

- 5,0 €$_{2000}$ HT / train-km pour les TGV, les ICGV, les TRN et les TER grande distance ;
- 4,5 €$_{2000}$ HT / train-km pour les autres trains (TER moyenne et courte distance).

Ce gain de productivité reflète une certaine croissance du kilométrage annuel des locomotives et du nombre d'heures de travail effectives des agents de conduite.

Contrairement aux investissements en matériel roulant, la montée en charge du trafic ferroviaire nouveau pendant les trois premières années d'exploitation de la LGV a été prise en compte dans la croissance annuelle de ces dépenses d'entretien et d'exploitation.

3.4.3 Commercialisation des billets de train

Le coût de commercialisation d'un billet de train a été estimé, en moyenne sur toutes les relations, à **10 % du prix du billet hors taxes**, sachant que le taux de TVA sur les billets de train est de 5,5 %.

[16] 1,0 €$_{2000}$ HT / km sur une ligne à grande vitesse et 0,8 €$_{2000}$ HT / km sur une ligne classique, pour un TGV en unité simple (une rame par mission).

[17] En particulier l'étude d'amélioration des services ferroviaires sur l'axe Bordeaux – Toulouse – Narbonne (dite « étude BTN »).

3.5 COUTS DIFFERENTIELS DE FONCTIONNEMENT POUR LE MODE ROUTIER

3.5.1 Entretien et exploitation de la voirie

Les coûts d'entretien et d'exploitation des routes et des autoroutes ont fait l'objet de nombreuses évaluations.

Les travaux les plus récents sur ce sujet aboutissent à **0,005 €$_{2000}$ HT / véhicule-km** pour les véhicules légers.

3.5.2 Utilisation des véhicules

Le rapprochement des différentes hypothèses adoptées dans les études antérieures conduit à un coût unitaire moyen, également considéré comme stable dans le temps, de **0,25 €$_{2000}$ HT / véhicule-km** pour les véhicules légers (hors TIPP et hors péage autoroutier, mais incluant l'amortissement du véhicule).

D'après ces mêmes sources, les **taxes (TVA et TIPP)** sur les dépenses d'utilisation des véhicules légers s'élèvent à environ **0,10 €$_{2000}$ / véhicule-km**.

3.6 COUTS DIFFERENTIELS DE FONCTIONNEMENT POUR LE MODE AERIEN

Suite à la baisse de leur clientèle consécutive aux reports vers le mode ferroviaire, les compagnies aériennes sont supposées **adapter leurs moyens de production** (afin de diminuer leurs charges), et ce dès la première année.

On peut cependant considérer, de par sa nature (ajustement du nombre de rotations d'avions, de la taille de la flotte et des effectifs), **que cette adaptation n'est pas complète et qu'elle s'effectue progressivement**.

Autrement dit, que la diminution des coûts d'exploitation des avions est inférieure à la perte de recettes (en valeur absolue), et que le ratio entre la baisse des coûts d'exploitation et la baisse de recettes varie dans le temps pendant un certain nombre d'années.

La chronique retenue (identique à celle adoptée dans l'étude du prolongement de la LGV Méditerranée vers Toulon et la Côte d'Azur) est indiquée ci-dessous.

Tableau 12 : Hypothèses relatives à la réduction des coûts de fonctionnement pour le mode aérien

Année	n	n+1	A partir de n+2
Part de la baisse de recettes (hors TVA et hors taxes d'aéroport[18]) correspondant aux économies de fonctionnement	50 %	65 %	80 %

Source : groupement EGIS
n = année de mise en service du projet

[18] Le taux de TVA sur les billets d'avion est de 5,5 % sur le prix hors taxes d'aéroport.

3.7 GAINS DE TEMPS DES USAGERS DU MODE FERROVIAIRE

Pour monétariser les gains de temps d'une façon générale, l'instruction-cadre en vigueur distingue **quatre catégories d'usagers** :

1. Ceux du mode routier ;
2. Ceux du mode ferroviaire en première classe ;
3. Ceux du mode ferroviaire en seconde classe ;
4. Ceux du mode aérien.

Elle propose pour chacune de ces catégories une valeur du temps pour l'année 2000, exprimée en euros de l'année 2000, qui dépend de la **longueur du trajet** (sauf pour le mode aérien).

3.7.1 Voyageurs présents en situation de référence

Pour simplifier les calculs, les **hypothèses** suivantes (prises également dans l'étude de trafic) ont été faites :

- Répartition des voyageurs entre les deux classes : 20 % en première classe et 80 % en seconde (structure moyenne considérée habituellement par la SNCF) ;
- Adoption d'une valeur du temps unique (celle obtenue pour une distance intermédiaire de 275 km) sur les relations de longueur comprise entre 150 et 400 km, où elle croît linéairement avec la distance parcourue.

On obtient les valeurs moyennes récapitulées ci-après.

Tableau 13 : Hypothèses de valeur du temps moyenne des voyageurs présents en situation de référence (toutes classes confondues), pour l'année 2000

Distance	Valeur du temps
Inférieure à 150 km	14,8 €$_{2000}$/h
Comprise entre 150 et 400 km	16,0 €$_{2000}$/h
Supérieure à 400 km	17,2 €$_{2000}$/h

Source : d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, et les estimations du groupement EGIS

3.7.2 Voyageurs détournés de la route

En l'absence de précision en la matière dans l'instruction-cadre en vigueur, on retient la règle selon laquelle la valeur du temps des voyageurs se reportant du mode routier vers le mode ferroviaire est égale à la **demi-somme de la valeur du temps des voyageurs du mode routier et de celle des voyageurs du mode ferroviaire**, puisque les caractéristiques de la population concernée par ce report se situent plutôt à la limite entre celles des deux modes.

D'où les valeurs ci-dessous, si l'on maintient jusqu'à une distance de 150 km la valeur du temps recommandée pour les déplacements routiers de moins de 50 km (hypothèse simplificatrice).

Tableau 14 : Hypothèses de valeur du temps moyenne des voyageurs détournés de la route (toutes classes confondues), pour l'année 2000

Distance	Valeur du temps
Inférieure à 150 km	11,9 €$_{2000}$/h
Comprise entre 150 et 400 km	13,9 €$_{2000}$/h
Supérieure à 400 km	15,9 €$_{2000}$/h

Source : d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, et les estimations du groupement EGIS

3.7.3 Voyageurs détournés de l'aérien

Pour les voyageurs provenant du mode aérien, qui perdent du temps par rapport à la situation de référence, ce sont les **valeurs d'indifférence du temps** (appelées aussi valeurs du temps de basculement) issues du modèle prix-temps utilisé dans l'étude de trafic qui ont été prises en compte, en considérant la **demi-somme des valeurs obtenues en situation de référence et en situation de projet**.

Selon le scénario considéré, ces demi-sommes varient de 12,7 à 16,9 €$_{2000}$/h à l'horizon 2020 sur la relation Paris – Toulouse, qui représente plus des deux tiers du trafic détourné de l'aérien.

L'indication de base de l'instruction-cadre en vigueur, qui retient une **valeur du temps unique et normative pour tous les voyageurs aériens** (48,2 €$_{2000}$/h pour l'année 2000, quelle que soit la relation considérée), a fait l'objet d'un **test de sensibilité**. Dans ce test, la valeur du temps des voyageurs se reportant du mode aérien vers le mode ferroviaire est égale à la demi-somme de la valeur du temps (unique et normative) des voyageurs du mode aérien et de celle des voyageurs du mode ferroviaire.

3.7.4 Clientèle induite par le projet

Par approximation usuelle, **les gains de temps de la clientèle induite correspondent à la moitié de ceux des voyageurs qui utilisent déjà le fer en situation de référence**.

3.7.5 Croissance de la valeur du temps dans le temps

L'instruction prévoit d'indexer l'évolution de la valeur du temps sur celle de la **CFM/capita en volume avec une élasticité de 0,7**.

D'où les taux de croissance qui suivent[19].

Tableau 15 : Hypothèses de croissance de la valeur du temps des voyageurs

Croissance totale	Taux de croissance annuel géométrique moyen	
Entre 2000 et 2002	Entre 2002 et 2025	Après 2025
2,24 %	1,19 %	0,98 %

Source : d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, et les estimations du groupement EGIS

3.8 COUTS DIFFERENTIELS COLLECTIFS

En matière de coûts collectifs, les hypothèses retenues ont un **impact marginal sur les indicateurs de rentabilité**.

3.8.1 Insécurité routière

Pour quantifier les effets d'une infrastructure de transport sur la sécurité, l'instruction-cadre en vigueur attribue une valeur monétaire aux victimes d'accidents (pour l'année 2000, en euros de l'année 2000).

Cette valeur varie selon le **type de victime** (tué, blessé grave ou blessé léger) et le **mode de transport** (routier ou collectif[20]). De plus, elle est censée évoluer dans le temps au même rythme que la CFM/capita en volume (l'élasticité entre les deux variations est égale à 1,0).

En utilisant les statistiques d'accidentologie et les indices de gravité par type de route figurant dans l'instruction de 1998 relative aux méthodes d'évaluation économique des investissements routiers en rase campagne, on obtient, moyennant un certain nombre d'**hypothèses** (décrites plus loin), les coûts unitaires moyens indiqués ci-après, pour les trajets principaux d'une part et pour les trajets de rabattement (vers une gare ou un aéroport) d'autre part.

Tableau 16 : Hypothèses de coût moyen d'insécurité routière pour l'année 2000

Type de trajet	Voyageurs détournés de la route	Voyageurs détournés de l'aérien ou induits
Principal	0,016 €$_{2000}$ / véhicule-km	
Rabattement	0,063 €$_{2000}$ / véhicule-km	0,076 €$_{2000}$ / véhicule-km

Source : d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, et les estimations du groupement EGIS

[19] Les hypothèses de croissance de la CFM/capita en volume sont présentées dans le paragraphe 3.2.2.
[20] Les valeurs sont donc identiques pour les modes ferroviaire et aérien.

Comme pour la valeur du temps, on retient que le coût d'un voyageur détourné de la route victime d'un accident correspond à la demi-somme des coûts relatifs aux deux modes concernés (routier et ferroviaire).

Les indicateurs d'accidentologie pris en compte sont :

- Ceux des autoroutes pour les trajets principaux, compte tenu de la longueur de ces trajets (tous supérieurs à 50 km) ;
- Ceux des routes de 7 m de large en rase campagne pour les trajets de rabattement, bien qu'ils s'effectuent largement en milieu urbain et/ou périurbain, dans la mesure où l'on ne dispose pas d'indicateurs aussi précis qu'en rase campagne pour les milieux urbain et périurbain.

Afin de simplifier les calculs, les taux d'accidents et leur gravité ont été considérés comme invariants dans le temps. La croissance annuelle des coûts d'insécurité a donc été indexée (avant d'appliquer la croissance du trafic) sur celle du coût des victimes, autrement dit **sur la CFM/capita en volume**.

3.8.2 Pollution atmosphérique générée par le transport routier

L'instruction-cadre en vigueur propose des coûts par véhicule-km en 2000 (exprimés en euros de l'année 2000) pour **trois types de milieux** (urbain dense, urbain diffus et rase campagne), et une évolution de ces coûts jusqu'à l'horizon 2020 comprenant deux termes multiplicatifs :

- Un terme reflétant la réduction tendancielle des émissions polluantes, qui sont supposées diminuer de 5,5 % par an en moyenne ;
- Un terme proportionnel à la valeur de la vie humaine, qui augmente comme la CFM/capita en volume.

A partir de 2020, les progrès techniques des moteurs peuvent être considérés comme négligeables, ce qui rend le premier terme égal à 1.

D'où les taux ci-dessous.

Tableau 17 : Hypothèses de croissance du coût de la pollution atmosphérique générée par le transport routier

Croissance totale	Taux de croissance annuel géométrique moyen		
Entre 2000 et 2002	Entre 2002 et 2020	Entre 2020 et 2025	Après 2025
– 7,84 %	– 3,89 %	1,7 %	1,4 %

Source : d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, et les estimations du groupement EGIS

Pour évaluer le coût moyen des nuisances émises par kilomètre parcouru pour chaque type de trajet (principal et de rabattement), présenté dans le tableau ci-après, les **hypothèses de répartition** suivantes, normatives et supposées stables dans le temps, ont été adoptées :

- 2 % du parcours en milieu urbain dense, 3 % en milieu urbain diffus et 95 % en rase campagne pour les trajets principaux ;
- 45 % du parcours en milieu urbain dense, 50 % en milieu urbain diffus et 5 % en rase campagne pour les trajets de rabattement.

Tableau 18 : Hypothèses de coût moyen de la pollution atmosphérique générée par le transport routier pour l'année 2000

Type de trajet	Coût de la pollution atmosphérique générée par le transport routier
Principal	0,002 €$_{2000}$ / véhicule-km
Rabattement	0,018 €$_{2000}$ / véhicule-km

Source : d'après l'instruction-cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport, et les estimations du groupement EGIS

3.8.3 Pollution atmosphérique générée par le transport aérien

Le mode aérien n'est pas évoqué dans l'instruction-cadre en vigueur (datant du 25 mars 2004). Le coût de la pollution atmosphérique des avions a donc été déterminé à partir de la valeur unitaire suggérée par l'instruction-cadre précédente (datant du 3 octobre 1995), à savoir 0,017 F$_{1994}$ / passager-km pour l'année 1994, en la faisant évoluer dans le temps de la manière suivante :

- Une perception de la nuisance progressant comme la CFM/capita en volume, qui a augmenté de 18,8 % entre 1994 et 2000 en francs courants[21] ;
- Une réduction des nuisances de 1 % par an entre 1994 et 2020 (qui cesserait après 2020).

On obtient