

Centre de Nantes
Route de Bouaye
CS4
44344 Bouguenais Cedex

Site Web : www.ifsttar.fr

Département
Infrastructures et mobilité

Analyse documentaire sur les techniques et l'énergétique des transports ferroviaires

Livrable 1 de l'avenant au contrat RFF-IFSTTAR
«Améliorer l'efficacité énergie-carbone des investissements» :

*Établissement public
à caractère scientifique
et technologique*



Systeme de management de la qualite
certifie sous le n° 9915173 pour les
sites de Paris et de Nantes

Champs-sur-Marne (siège)
Cité Descartes
Boulevard Newton
77420 Champs-sur-Marne

Paris

Marne-la-Vallée

Satory-Versailles

Rapport établi le :

6 avril 2011

Auteurs :

Bosquet R.,
Vandanjon P.-O.,
Coiret A.

Nomenclature d'activité

IFSTTAR :

13W09201

Confidentialité :

Confidentiel

IDENTIFICATION

TYPE	Rapport de recherche
TITRE	Analyse documentaire sur les techniques et l'énergétique des transports ferroviaires
CONFIDENTIALITÉ	Liée à celle du contrat R.F.F. «Améliorer l'efficacité énergie-carbone des investissements»

VALIDATION

ORGANISATION	NOM	RÔLE	DATE et VISA
R.F.F.	Olivier Cazier	Partenaire industriel	

DISTRIBUTION

ORGANISATION	DATE	REMARQUES
R.F.F.	06.04.2011	version électronique 1.0
IFSTTAR	06.04.2011	version électronique 1.0
R.F.F.	08.04.2011	version papier 1.0

SUIVI DES MODIFICATIONS

VERSION	DATE	RAISONS
1.0	06.04.2011	Première version pour validation

Table des matières

1	Introduction	5
1.1	Cadrage du travail	5
1.2	Contexte	6
1.3	Détails sur le livrable	7
2	Quelques notions de voie	9
2.1	Les composants d'une voie	10
2.1.1	Plate-forme et sous-couche	10
2.1.2	Ballast	11
2.1.3	Semelle sous traverse	13
2.1.4	Traverses	14
2.1.5	Semelle sous rail	15
2.1.6	Attache	16
2.1.7	Voie sur dalle	17
2.1.8	Rail	19
2.1.9	Appareils de voie	20
2.1.10	Signalisation	21
2.1.11	Système d'alimentation électrique	23
2.2	Interactions entre la voie et le matériel roulant, principes de bases	28
2.2.1	Conicité	28
2.2.2	Dévers	29
2.2.3	Remarques	32
3	Les règles de tracé	34
3.1	Sources utilisées	35
3.2	Les règles en courbe	37
3.3	Les règles pour les transitions	39
3.4	Comparaisons des règles sur un exemple simple	40
3.5	Conclusion	45
4	Les modèles	46
4.1	Les modèles de train	46
4.1.1	Le modèle «point»	46
4.1.2	Le modèle «multi-point»	46
4.1.3	Le modèle «une roue»	46
4.1.4	Le modèle «8 roues»	46
4.2	Les modèles de voie	47
4.3	Modélisation d'un train sur une voie	48

5	Énergie	49
5.1	Part de l'infrastructure sur l'exploitation dans les consommations énergétiques	49
5.2	Modèle de consommation d'un train	50
5.3	Rapport entre temps de trajet et consommation énergétique .	51
5.4	Optimisation énergétique	52
6	Le Fret	53
7	Conclusion	54
	Table des figures	57
	Liste des tableaux	58
	Bibliographie	59

1 Introduction

1.1 Cadrage du travail

Ce rapport est un livrable de l'institut IFSTTAR¹ à destination de R.F.F.², dans le cadre de leur contrat commun de recherche «Améliorer l'efficacité énergie-carbone des investissements». Ce contrat vise à effectuer des recherches sur l'impact énergétique du tracé ferroviaire. L'objectif est de concevoir des outils permettant de prendre en compte le coût énergétique des différentes étapes du cycle de vie : la construction de l'infrastructure, l'exploitation et la maintenance.

Si les équipes de l'IFSTTAR participant à ce contrat ont des compétences en modélisation des transports, elles ont néanmoins besoin de s'approprier les aspects spécifiques du domaine ferroviaire pour contribuer efficacement à l'optimisation énergétique visée.

C'est pourquoi il a été décidé de constituer un avenant au contrat afin de réaliser une pré-étude technique pour comprendre les principes de bases du fonctionnement du système ferroviaire et ses enjeux énergétiques. Ce présent rapport est le livrable à mi-terme de l'avenant.

R.F.F. est un acteur central du transport ferroviaire en France et en Europe : il développe et donne accès à un réseau dense, fiable, performant et adapté aux nouveaux besoins de mobilité des voyageurs et des marchandises. Créé en 1997 par l'état français pour ouvrir le réseau, Réseau ferré de France l'interconnecte avec l'Europe, il le conjugue avec les autres modes de transport, il donne accès à de nouveaux utilisateurs : le marché du transport international des voyageurs est ainsi ouvert à la concurrence, après celui du fret en 2006.

R.F.F. a l'ambition de développer ce réseau de manière éco-responsable, contribuant à faire du rail le mode de transport le plus respectueux des territoires et de l'environnement, et c'est cet aspect primordial qui motive le présent contrat de recherche avec l'IFSTTAR.

Les équipes de L'IFSTTAR qui participent au projet de recherche ont historiquement des compétences dans le domaine des chaussées routières : performance en termes d'adhérence, environnement et cycle de vie, sécurité routière et contrôlabilité des véhicules via la modélisation du système infrastructure/véhicule/conducteur, etc. On peut citer par exemple le pro-

1. Institut Français des Sciences et Technologies des Transports de l'Aménagement et des Réseaux

2. Réseau ferré de France