

## Projet de Fin d'Etudes

### Mémoire de PFE

#### *Spécialité Génie Civil*

#### *Option ATE*

Sujet : Retour d'expérience sur les quatre carrières de roches massives ouvertes par RFF ainsi que le pilotage de dossiers techniques sur les thématiques des matériaux et de l'hydraulique.



**Auteur : DEBUS Sébastien**

INSA de STRASBOURG, Spécialité Génie Civil

**Tuteur Entreprise : LE PRUNENEC Olivier**

Responsable Unité Technique LGV Rhin-Rhône, Réseau Ferré de France

**Tuteur INSA Strasbourg : REGENASS Pierre**

Professeur ENSAM

**Annexes comprises**

**JUIN 2009**



## Remerciements :

Je tiens à remercier tout particulièrement l'ensemble du personnel de Réseau Ferré de France (RFF) de la Direction Régionale et de la Direction d'Opérations pour m'avoir accueilli et accepté parmi eux.

Une pensée à mes tuteurs de stage M. Olivier LEPRUNENEC, responsable de l'unité technique de la LGV Rhin-Rhône Branche Est, ainsi que l'ensemble du personnel de la Direction d'Opérations LGV Rhin-Rhône Branche Est, qui ont su m'orienter dans un apprentissage continu, progressif et cohérent. Ainsi, ils m'ont permis de découvrir la vie et l'organisation d'un très grand chantier qui fut pour moi une expérience passionnante.

J'ai beaucoup apprécié travailler sur le plus grand chantier d'infrastructure en France, encadré par des personnes très compétentes. Leur transmission de savoir fut très bénéfique pour moi et je tenais à les remercier vivement.

J'ai apprécié découvrir la maîtrise d'ouvrage. Le pilotage de dossiers techniques qui a également été découvert grâce aux thématiques de mon PFE : Les *carrières\** de roches massives ouvertes par RFF.

Aussi, je remercie mon tuteur, M. Pierre REGENASS, professeur ENSAM de l'INSA de STRASBOURG, pour son aide précieuse et ses conseils qui m'ont été donnés tout au long du Projet de Fin d'Etudes.

*Glossaire\* : Cette partie du rapport de stage a pour fonction d'expliquer les différents termes techniques. Ainsi il apparaîtra des mots en italique qui renverront au glossaire.*

# Sommaire



Figure 1 : Pose du *tablier\** du viaduc de la Linotte - Ormenans

# Sommaire

I.	PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT PUBLIC INDUSTRIEL ET COMMERCIAL ( <i>EPIC</i> *).....	11
I.1.	Réseau Ferré de France.....	11
I.1.1.	Historique .....	11
I.1.2.	Les missions de RFF .....	11
I.1.3.	L'organisation.....	12
I.1.4.	La Direction d'Opération LGV Rhin-Rhône branche Est .....	12
I.2.	La LGV Rhin-Rhône.....	13
I.2.1.	La Branche Est .....	14
I.2.1.1.	Présentation de la première tranche de réalisation .....	14
I.2.1.2.	Détails des intervenants.....	16
I.2.1.3.	Les chiffres clés .....	17
I.2.1.4.	Le financement.....	18
I.2.1.5.	Les temps de parcours.....	18
I.2.1.6.	Le planning de réalisation.....	19
I.2.2.	La Branche Ouest.....	20
I.2.3.	La Branche Sud .....	21
II.	RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES CARRIERES* DE ROCHES MASSIVES OUVERTES PAR RFF.....	23
II.1.	Présentation du sujet «Matériaux ».....	23
II.1.1.	Contexte de l'étude .....	23
II.1.2.	Objectif de ma mission .....	23
II.1.3.	Démarche pour remplir la mission .....	24
II.2.	Besoin en matériaux de la LGV Rhin-Rhône.....	25
II.2.1.	Contexte géologique.....	26
II.2.2.	Stratégie matériaux.....	26
II.2.2.1.	Etude de la Direction Régionale de l'Equipement (DRE) 26	

II.2.2.2.	Raison de l'ouverture des carrières par RFF .....	27
II.2.2.3.	Critères pour la recherche de carrières* .....	27
II.2.2.4.	Les utilisations des matériaux nobles .....	28
II.3.	Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE*) .....	32
II.3.1.	Le projet de référence .....	32
II.3.2.	La procédure ICPE* .....	33
II.3.2.1.	Présentation .....	33
II.3.2.2.	Objectifs .....	34
II.3.2.3.	Dossiers à élaborer .....	34
II.3.2.4.	Planning indicatif .....	34
II.3.2.5.	Impact sur le foncier .....	35
II.3.2.6.	Impact sur l'environnement .....	37
II.3.3.	Les sites de carrières .....	42
II.3.3.1.	Les carrières exploitées .....	42
II.3.3.2.	Les carrières non exploitées .....	43
II.4.	Analyse technique site par site .....	45
II.4.1.	Objectif de la mission .....	45
II.4.2.	Démarche pour remplir ma mission .....	46
II.4.3.	Présentation de ces analyses .....	46
II.4.4.	Synthèses des analyses .....	46
II.4.4.1.	Carrière* de Vitreux (lot A4) .....	46
II.4.4.2.	Carrière* de Voray (lot A4) .....	48
II.4.4.3.	Carrière* de Nouvelle (lot B1) .....	49
II.4.4.4.	Carrière* d'Aibre (lot C1) .....	50
II.4.5.	Apports personnel de ce travail .....	51
II.5.	Retour d'expérience des emprunts ICPE* de RFF .....	51
II.5.1.	Points positifs .....	52
II.5.2.	Points négatifs .....	53
II.5.3.	Pistes d'améliorations pour les futurs emprunts LGV .....	53
II.6.	Pilotage de dossiers sur la thématique des carrières .....	54
II.6.1.	Pilotage de dossiers dit « courants » .....	55

II.6.1.1.	Déclaration à la DRIRE de la production annuelle de chaque <i>carrière</i> * .....	55
II.6.1.2.	La répartition de la production de chaque carrière.....	55
II.6.1.3.	Courrier à la DRIRE .....	56
II.6.2.	Pilotage et l'envoi des dossiers de clôture de fin d'exploitation .....	57
II.6.3.	Pilotage de la clôture des dossiers de récolement des carrières .....	58
II.6.3.1.	Objectif de la mission .....	58
II.6.3.2.	Démarche pour remplir la mission .....	58
II.6.3.3.	Sommaire du dossier de recollement des ICPE .....	59
II.6.3.4.	Remarque concernant la production du dossier de recollement.....	59
<b>III.</b>	<b>PILOTAGE DE DOSSIERS TECHNIQUES SUR LE THEME DE L'HYDRAULIQUE .....</b>	<b>60</b>
III.1.	Loi sur l'eau.....	60
III.2.	Présentation du sujet « Buses en fonte* » .....	61
III.2.1.	Historique .....	61
III.2.2.	Comparatif des buses en béton armé et des tuyaux fontes. .	62
III.2.3.	Identification des points bloquants.....	63
III.2.3.1.	Présentation.....	63
III.2.3.2.	Détails des points bloquants .....	63
III.2.4.	Pilotage des dossiers techniques .....	66
III.2.4.1.	Définition du pilotage d'opérations.....	66
III.2.4.2.	Organisation des dossiers de dérogations .....	67
III.2.4.3.	Cheminement des informations des dossiers de dérogations.....	68
III.2.4.4.	Problématique de ces dossiers de dérogation .....	69
III.2.4.5.	Démarche pour remplir la mission .....	69
III.2.4.6.	Conclusion sur la mission de pilotage des dossiers buses en fonte.....	70
III.2.5.	Retour d'expérience sur les dossiers buses en fonte .....	71
III.2.5.1.	Levé des interrogations de CERTIFER et du GID .....	71
III.2.5.2.	Pistes d'amélioration .....	72
	<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS .....</b>	<b>75</b>

---

GLOSSAIRE.....	77
SOMMAIRE DES ANNEXES .....	85

# Introduction

Le Projet de Fin d'Etudes, d'une durée de 20 semaines, s'est déroulé du 26 janvier au 12 juin 2009. Il clôture la 5<sup>ème</sup> année d'études, ainsi que la formation initiale à l'Ecole d'Ingénieur de l'INSA à Strasbourg.

Ce PFE s'est déroulé auprès de l'EPIC, (Etablissement Public Industriel et Commercial) Réseau Ferré de France (RFF). J'ai choisi d'effectuer mon PFE chez RFF car mon souhait était de travailler sur un très grand chantier d'infrastructure. Ma passion pour les grands travaux, ainsi que pour le domaine du ferroviaire m'ont encouragé à travailler sur la Branche Est de la LGV Rhin-Rhône. Ma volonté était de découvrir l'organisation des grands travaux et ainsi de vivre une expérience unique et concrète. J'ai été très bien accueilli et vite intégré auprès des services de la Direction d'Opération de la LGV Rhin-Rhône. Le siège de la Direction d'Opération est situé à Besançon dans le département du Doubs (25).

Le chantier est actuellement en phase transitoire entre les travaux de Génie Civil qui s'achèvent et les travaux d'Equipements Ferroviaires qui débutent.

La finalité de ce projet est multiple et variée, ce qui en fait son attractivité.

Les travaux de Génie Civils touchant à leur fin, mon maître de stage m'a proposé de faire un travail de retour d'expérience sur les *carrières\** de roches massives ouvertes par RFF. Pour ce faire, j'ai rencontré de nombreux intervenants, qui m'ont aidé à faire ce retour d'expérience, ce qui, pour moi a été fortement intéressant et enrichissant.

Parallèlement à ce travail de retour d'expérience, des missions de pilotage de dossiers techniques sur les thématiques des *carrières\** ainsi que sur l'hydraulique m'ont été confiées.

Grâce à ce travail de retour d'expérience, j'ai pu acquérir et assimiler beaucoup de nouvelles connaissances dans le domaine du Génie-Civil, qui me passionne particulièrement et également dans les équipements ferroviaires. Le fait d'avoir eu la chance de travailler au sein de la *maitrise d'ouvrage\** d'un tel projet m'a permis de rencontrer des personnes, partageant la même passion et désirant transmettre leurs savoirs et leurs expériences.

Ainsi, tout au long de ce mémoire de PFE, je vais vous faire partager les connaissances que j'ai pu acquérir et essentiellement au niveau des *carrières\** ouvertes par RFF.

Après vous avoir présenté l'EPIC RFF ainsi que le sujet du PFE, une partie sera consacrée au retour d'expérience ainsi que le pilotage de dossier sur les *carrières\**. Une dernière partie sera consacrée au pilotage de dossiers sur la thématique de l'hydraulique.

Bonne lecture

# Présentation de l'Établissement Public Industriel et Commercial (EPIC)



Figure 2 : Logo de l'EPIC

## I. Présentation de l'Etablissement Public Industriel et Commercial (*EPIC*\*)

### I.1. Réseau Ferré de France

Réseau Ferré de France est un Etablissement Public Industriel et Commercial (*EPIC*\*) créé en 1997. Propriétaire, *maitre d'ouvrage*\* et gestionnaire des infrastructures ferroviaires, RFF a pour objet l'aménagement, le développement, la cohérence et la mise en valeur du réseau ferré national.

#### I.1.1. Historique

- 13 février 1997 : loi 97-135 portant sur la création de Réseau Ferré de France en vue du renouveau du transport ferroviaire français. A cette date, RFF devient propriétaire et gestionnaire des infrastructures ferroviaires de l'Etat gérées jusque là par la SNCF. En contrepartie, RFF reprend la dette ferroviaire de l'opérateur.
- 22 janvier 1998 : RFF et l'Etat signe la convention de financement.
- 7 novembre 2000 : signature de la convention de financement de la LGV Est européenne, première opération d'envergure réalisée par RFF, maître d'ouvrage
- 29 janvier 2001 : accord gouvernemental franco-italien pour la réalisation d'une nouvelle ligne ferroviaire Lyon-Turin
- 2003 : RFF se voit confier la mission d'assurer la répartition des capacités (organisation des circulations ferroviaires)
- 2006 : RFF est autorisé à recourir aux *Partenariats Public-Privé*\*

#### I.1.2. Les missions de RFF

Réseau Ferré de France se voit confier cinq missions principales.

- **Exploiter et entretenir le réseau** : La gestion du trafic ainsi que le fonctionnement et l'entretien du réseau sont assurés par la SNCF pour le compte de RFF. La SNCF est rémunérée par RFF qui fixe les objectifs et les principes de chaque mission.
- **Répartir les capacités** : L'organisation des circulations ferroviaires, c'est-à-dire la répartition des capacités, relève de la responsabilité de RFF depuis 2003. Les enjeux sont de trois ordres : améliorer la rentabilité des *sillons*\*, satisfaire à la fois la demande des différents types de transport – grandes lignes, régional, fret – et garantir un accès équitable au réseau transeuropéen de fret ferroviaire.

- **Aménager et développer le réseau :** RFF est responsable de la conception, de la programmation, du financement et de la réalisation des investissements sur le réseau ferré national (maintenance lourde, amélioration du réseau existant, construction de lignes nouvelles). Il aménage et développe le réseau ferroviaire national dans une double perspective : celle du service public de transport et celle du développement durable.
- **Gérer le patrimoine :** RFF est propriétaire de la majeure partie du patrimoine ferroviaire, soit près de 110.000 hectares de terrains. Acteur du développement local, il accompagne les collectivités dans la définition de leurs projets et dans le choix des opérateurs.
- **Gérer la dette :** RFF gère une dette de 26,5 milliards d'euros. Afin d'assurer le service de cette dette et le financement de ses investissements, il opère sur les marchés financiers.

### I.1.3. L'organisation

Réseau Ferré de France est composé actuellement :

- 716 collaborateurs qui sont des acteurs au niveau du pilotage, du management de projet et des études socio-économiques et financières.
- 12 directions régionales
- 2.97 milliards d'euros de chiffre d'affaires en 2008
- 3.4 milliards d'euros d'investissement en 2009 (2.9 milliards d'euros en 2008)

### I.1.4. La Direction d'Opération LGV Rhin-Rhône branche Est

J'effectue mon projet de fin d'études auprès de la Direction d'Opération LGV Rhin-Rhône branche Est à Besançon. C'est la première fois dans l'histoire de la construction d'une LGV que la Direction d'Opération n'est pas située à Paris. La Direction d'Opération fait partie intégrante des locaux de la Direction Régionale Bourgogne Franche Comté de RFF.

La Direction d'Opération est composée de 25 personnes et la proportion de cadres est de 80%. L'organigramme de la Direction d'Opération est fourni en annexe 1.

<p style="text-align: center;"><b>Réseau Ferré de France</b> <b>Direction régionale Bourgogne Franche-Comté</b> 3 allée de l'Île aux Moineaux Avenue Edouard Droz 25042 BESANÇON Cedex Tél. : 03 81 21 37 00 Fax : 03 81 21 37 39</p>
---

Figure 3 : Coordonnées de RFF à Besançon



Figure 4 : Locaux de RFF à Besançon

## I.2. La LGV Rhin-Rhône

Le projet de Ligne à Grande Vitesse Rhin – Rhône est le premier projet de LGV province-province. C'est une étoile ferroviaire à trois branches. La Branche Est en direction de Mulhouse, la branche Ouest vers Paris, la branche Sud vers Lyon. La LGV Rhin-Rhône constituera un maillon ferroviaire européen majeur. En reliant les axes Nord-Sud et Est-Ouest, elle offrira au territoire français une réelle ouverture sur l'Europe.

- Le schéma de desserte Nord-Sud a en effet été conçu pour renforcer les relations directes entre l'Allemagne, le nord de la Suisse, l'est de la France, les vallées de la Saône et du Rhône et l'arc méditerranéen, du nord-est de l'Espagne à Nice,
- Le schéma de desserte Est-Ouest offrira, quant à lui, des liaisons entre Londres, Bruxelles, Lille, l'Île-de-France et la Bourgogne, la Franche-Comté, le sud Alsace, le Bade Sud, la Suisse alémanique et romande.

Au total 12 régions françaises métropolitaines sur 21 bénéficieront du projet, en premier lieu, celles inscrites sur l'axe Rhin-Rhône-Méditerranée, de l'Alsace au Languedoc-Roussillon, en passant par la Franche-Comté, la Bourgogne et Rhône-Alpes, sans oublier Provence-Alpes-Côte d'Azur, Midi-Pyrénées et la Lorraine.

Au total, 150 millions d'habitants seront directement ou indirectement concernés par le projet.

La carte, ci-dessous, indique la répartition des trois branches du projet de LGV Rhin-Rhône.

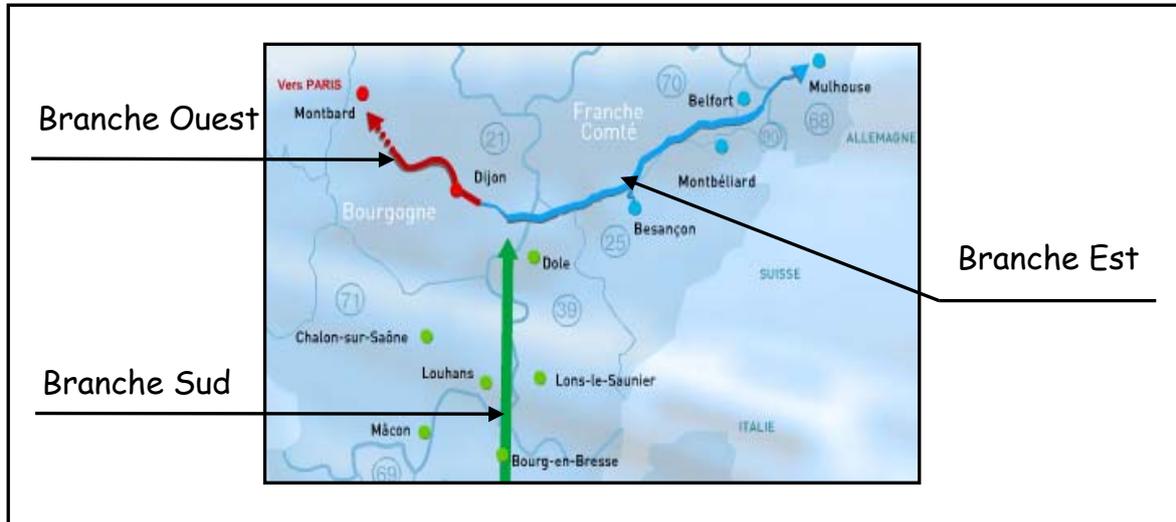


Figure 5 : Les trois branches du projet LGV Rhin-Rhône

### I.2.1. La Branche Est

La Branche Est, qui reliera Dijon à Mulhouse, consiste à réaliser une ligne nouvelle de 190 kilomètres, entre Genlis (Côte d'Or) et Lutterbach (Haut-Rhin), ainsi que les raccordements au réseau existant.

Elle comprend également l'amélioration du raccordement de Perrigny dans le nœud ferroviaire dijonnais, ainsi que la création de deux gares nouvelles, à Auxon (Doubs), et Meroux (Territoire de Belfort).

#### I.2.1.1. Présentation de la première tranche de réalisation

Une première phase de réalisation de 140 km a été définie entre Villers-Les-Pots (Côte d'Or) et Petit-Croix (Territoire de Belfort).

Le projet « Branche Est » a été déclaré d'utilité publique le 25 janvier 2002. Les travaux de la première tranche (de Villers-les-Pots à Petit-Croix) ont été officiellement lancés le 3 juillet 2006 pour une mise en service prévue fin 2011.

Réseau Ferré de France, *maître d'ouvrage\**, est responsable de la conduite de l'ensemble du projet. Sous sa responsabilité, les *maîtres d'œuvre\** sont chargés du pilotage des entreprises qui réalisent les travaux de construction de la ligne.

Ces travaux consistent essentiellement :

- à des *terrassements\** (*déblais\** et *remblais\**) et *l'assainissement\** des plates-formes
- à des *ouvrages d'art\** (*viaducs\**, ponts, *tranchées couvertes\** et non couvertes)
- au rétablissement des voies de communication (passage des hommes et des animaux)



Figure 6 : Début du chantier le 3 juillet 2006

Il a été décidé de diviser les 140 km de ligne nouvelle en trois tronçons. Le descriptif général de chaque *tronçon\** de génie civil est le suivant :

- **Tronçon A** : linéaire de 60 km entre Villers-les-Pots (Côte d'Or) et Chevroz (Doubs)
- **Tronçon B** : linéaire de 55 km entre Voray-sur-l'Ognon (Haute-Saône) et Saulnot Corcelles (Haute-Saône)
- **Tronçon C** : linéaire de 30 km entre Villers-sur-Saulnot (Haute-Saône) et Petit-Croix (Territoire de Belfort)



Figure 7 : Carte présentant le découpage en tronçon de la 1ère phase de la LGV Rhin-Rhône branche Est

Les raisons de ce découpage en tronçons sont multiples :

- Longueur des *tronçons*\*
- Pertinence des *appels d'offres*\* des *maitrises d'œuvre*\*
- Difficultés techniques rencontrées (exemple : tronçon C, le plus court des tronçons du fait de ces nombreux *ouvrages d'art*\* (tunnel de Chavanne, *viaduc*\* de la Savoureuse, etc.)
- Considérations historiques et politiques

En annexe 2 figure le tracé de la Branche Est de la LGV Rhin-Rhône

### 1.2.1.2. Détails des intervenants

- *Maitrise d'ouvrage*\* : Réseaux Ferré de France (RFF)
- *Maitrise d'œuvre*\* : Setec (tronçon A et C)  
Egis rail (tronçon B)
- *Entreprise Mandataires*\* : GTM (lot A1-A2)  
GUINTOLI (lot A3)  
DTP TERRASSEMENT (lot A4)  
  
EIFFAGE TP (lot B1)  
GTM (lot B2-B4)  
GTM Terrassement (lot B3)  
  
SPIE BATIGNOLLES (lot C1)  
DEMATHIEU et BARD (lot C2)  
RAZEL (lot C3)  
EIFFAGE TP (lot C4)  
EIFFEL (lot C5)



Figure 8 : *Viaduc*\* de la Savoureuse en construction

### I.2.1.3. Les chiffres clés

Quelques chiffres sur le plus grand chantier de génie civil en France :

- 140 km de ligne nouvelle entre Villers-les-Pots (21) et Petit-Croix (90), dont 40 % en forêt 85 communes concernées
- 6 000 emplois liés au chantier
- 160 ponts
- 12 *viaducs*\*
- 4 raccordements au réseau ferré classique
- 1 tunnel ferroviaire de 2 km de long
- 300 km de clôtures
- 500 000 traverses
- 2 gares nouvelles desservant les agglomérations de Besançon et de Belfort et Montbéliard



Figure 9 : Percement du tunnel de Chavanne

#### I.2.1.4. Le financement

La construction de la ligne est cofinancée par les régions traversées. Les ressources mobilisées pour la première phase de la LGV Rhin-Rhône s'élèvent à 2,312 milliards d'euros cofinancées par l'Etat, Réseau Ferré de France, l'Union européenne, la Suisse et les 3 régions traversées : la Bourgogne, la Franche-Comté et l'Alsace.

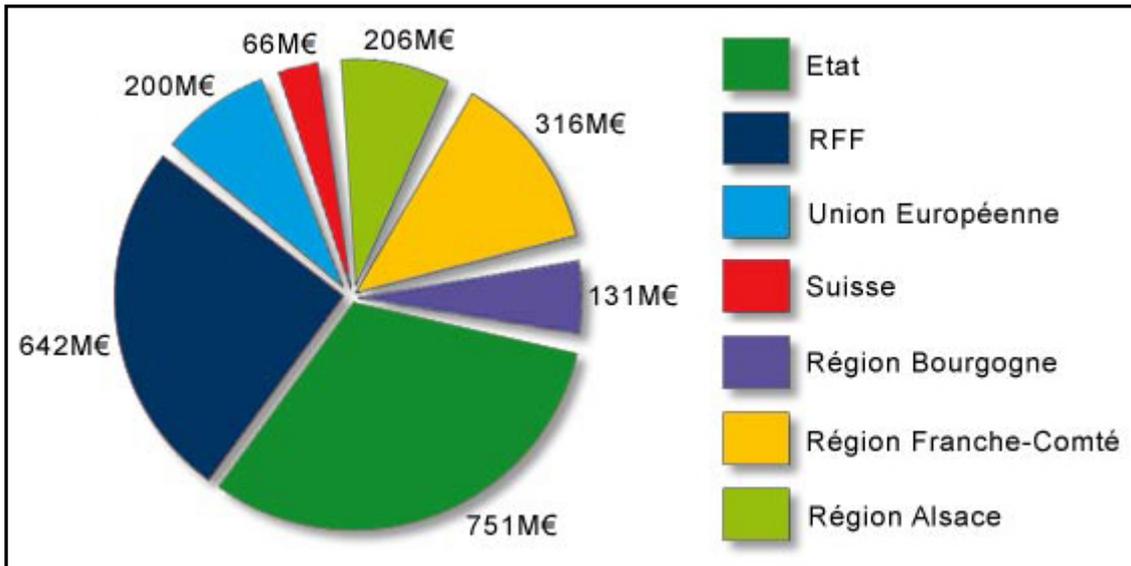


Figure 10 : Les financeurs des LGV Rhin-Rhône Branche Est

#### I.2.1.5. Les temps de parcours

Le tableau, ci-dessous, indique les différences de temps de parcours avec la mise en service de la LGV Rhin-Rhône Branche Est.

	2005	2012
> Dijon >> Strasbourg :	3 h 40	2 h 10
> Dijon >> Francfort :	6 h 25	4 h 05
> Besançon >> Marseille :	4 h 15	3 h 35
> Besançon >> Zurich :	3 h 35	2 h 10
> Belfort-Montbéliard >> Paris :	3 h 50	2 h 25
> Belfort-Montbéliard >> Dijon :	2 h 15	0 h 50
> Mulhouse >> Lille :	—	3 h 55
> Mulhouse >> Lyon :	3 h 45	2 h 25

Figure 11 : Temps de parcours

Le niveau global du trafic est estimé à 12 millions de voyageurs par an, soit une progression de 28 %. Selon les études, les deux gares nouvelles, situées respectivement sur les communes d'Auxon et de Meroux, recevront 1.1 million de voyageurs par an et par gare. La vitesse commerciale de circulation sur la LGV sera de 320 km/h.

### 1.2.1.6. Le planning de réalisation

La construction de la ligne va être réalisée en 2 phases : *les terrassements\** et les *ouvrages d'art\** entre 2006 et 2009, *les équipements ferroviaires\** proprement dits (pose des rails et des caténaires, installation de la signalisation, mise en place des clôtures) entre 2009 et 2011.

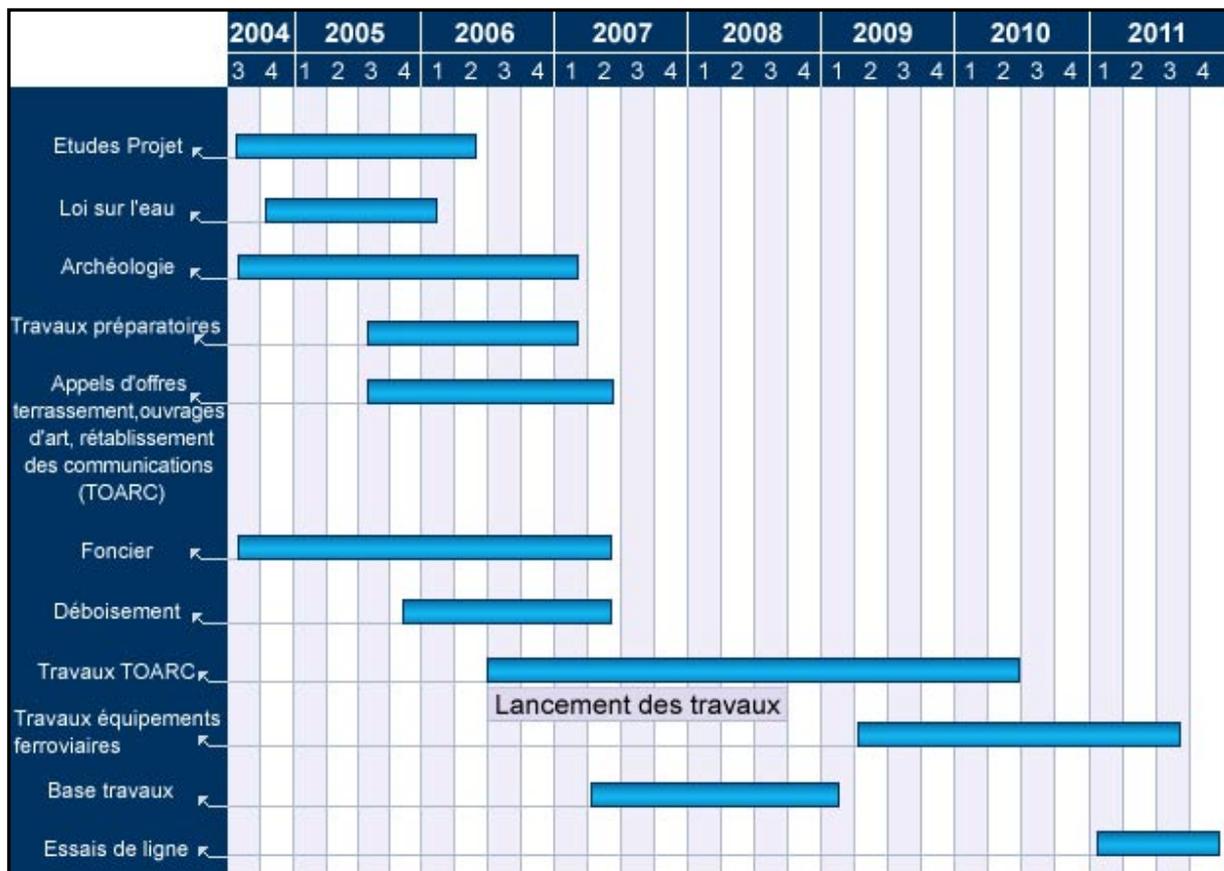


Figure 12 : Planning de réalisation

## I.2.2. La Branche Ouest

Le principal but de cette branche est la traversée de l'agglomération dijonnaise. En 2007, une première section de ce projet, (la Traversée de l'agglomération dijonnaise, entre Genlis et Turcey), a fait l'objet d'une phase d'études de niveau avant-projet-sommaire (APS\*) dans le but d'en protéger les emprises.

Un arrêté qualifiant le projet de Traversée de l'agglomération dijonnaise de « Projet d'Intérêt Général » (PIG) a été pris. La procédure de classement en PIG\* représente un des moyens dont dispose l'Etat pour protéger les 370 hectares d'emprises de a future ligne à grande vitesse, sur la base du tracé approuvé par le ministre. Elle libère ainsi l'essentiel des contraintes pesant sur les terrains situés hors des *emprises\**. L'arrêté de PIG\* conduit à réviser les documents d'urbanisme des communes concernées, de manière à y reporter les *emprises\** du projet.

Lorsque la décision de programmation de l'infrastructure aura été prise, RFF engagera alors les étapes suivantes, qui sont celles de la mise en œuvre pour tous les projets de lignes nouvelles à grande vitesse :

- Enquête Publique + Déclaration d'Utilité Publique
- Etude d'avant-projet-détaillé (APD\*) + Enquête Loi sur l'eau
- Procédure d'aménagements fonciers et enquêtes parcellaires
- Réalisation des travaux
- Mise en service

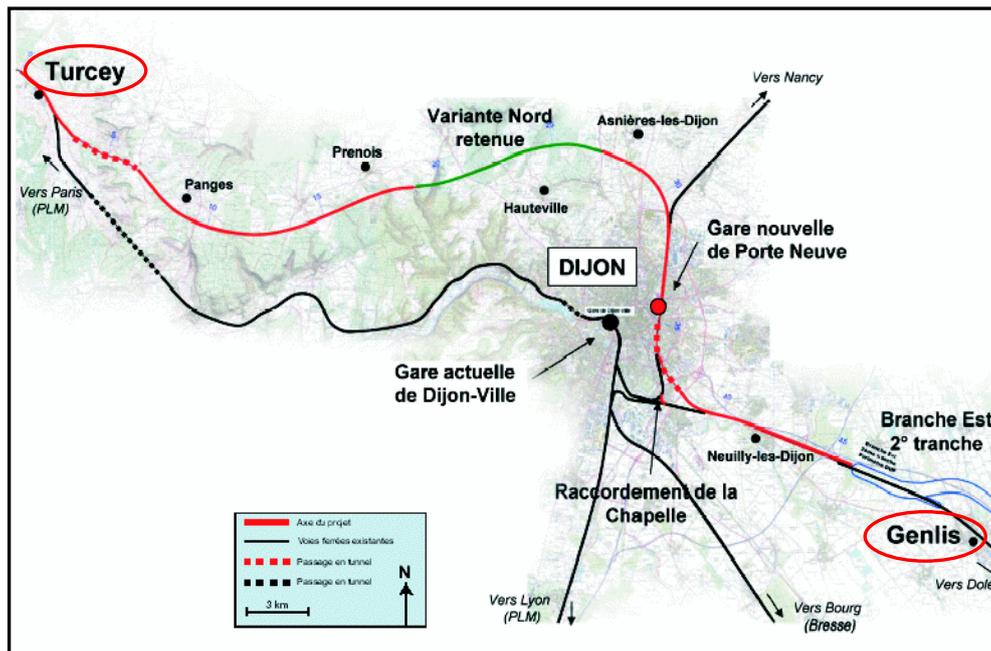


Figure 13 : Le projet de Branche Ouest

### I.2.3. La Branche Sud

L'état d'avancement de cette branche est le suivant : Après le Débat Public de 2000, les études préliminaires ont débuté en 2005. La Branche Sud constitue avec la Branche Est et la Branche Ouest, l'une des trois composantes du projet de LGV Rhin-Rhône. Son rôle est de relier Dijon et Lyon par l'intermédiaire d'une LGV. Sa position sur un corridor Nord-Sud européen lui permet de répondre aux trois enjeux suivants :

- **Réaliser un maillage efficace des réseaux européens et français à grande vitesse.** En effet lorsque les trois branches seront réalisées, le temps de trajet entre Strasbourg et Lyon devrait approcher 2h10 contre 5 heures aujourd'hui.
- **Permettre d'acheminer le transport ferroviaire de marchandises européennes et français.** En effet RFF réfléchit actuellement sur le principe de mixité, c'est-à-dire faire transiter des TGV et du fret sur cette nouvelle ligne. Ce principe de mixité c'est d'ailleurs déjà produit sur le LGV Perpignan-Figueras. La vitesse d'exploitation est également aussi en cours de discussion. Il est question de réduire la vitesse maximum à 270 km/h pour des questions de souplesse d'intégration paysagère. Ce qui se traduit par la diminution du pourcentage des rampes et pentes. Une réflexion est actuellement en cours chez RFF concernant la course à la vitesse. Cette dernière devient de plus en plus coûteuse du fait de l'augmentation des besoins en énergie et de l'usure. A noter que la LGV Est-Européenne, ainsi que la LGV Rhin-Rhône Branche Est a été conçue avec une vitesse maximale de 350 km/h.
- **Renforcer la desserte des territoires concernés.** La branche Sud améliore la desserte des principales agglomérations, facilite l'accès à Lyon et à son aéroport Saint-Exupéry. Ces nouvelles relations permettent d'organiser, avec les Régions, les correspondances utiles entre TGV et TER.

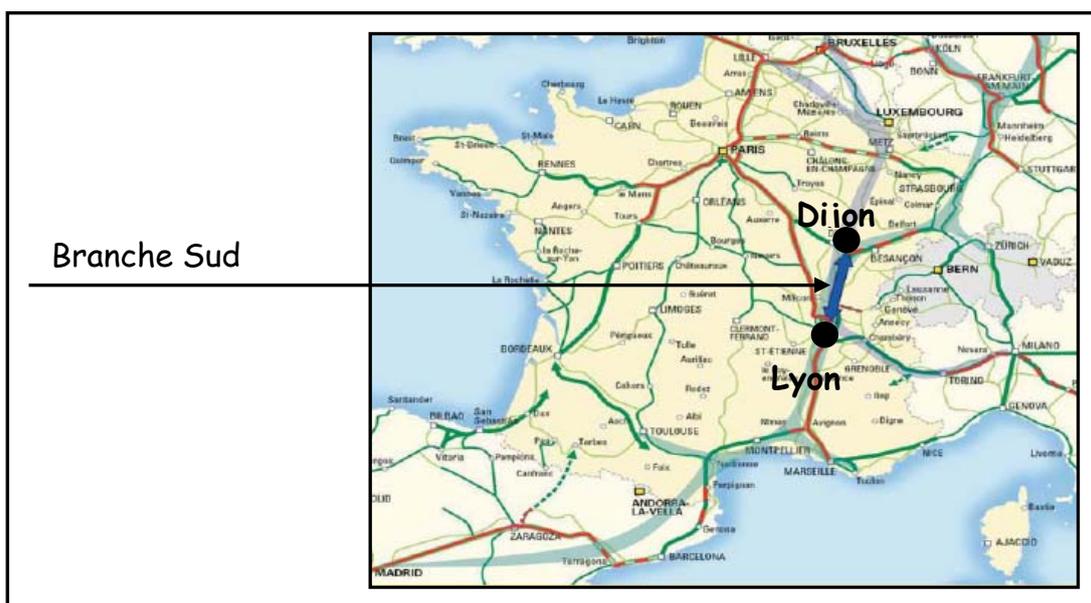


Figure 14 : La Branche Sud au cœur du réseau européen à grande vitesse.

# Retour d'expérience sur les *carrières*\* de roche massive ouvertes par RFF



Figure 15 : photo aérienne de la carrière\* de Neuville le 27/11/2008

## II. Retour d'expérience sur les carrières\* de roches massives ouvertes par RFF

### II.1. Présentation du sujet «Matériaux »

Le présent sujet matériaux a représenté la plus grande partie de mon travail. Il s'agit d'un sujet qui m'a passionné et qui je l'espère vous passionnera tout autant que moi.

#### II.1.1. Contexte de l'étude

Réseau Ferré de France, *maître d'ouvrage\** de la LGV Rhin-Rhône, a décidé de mettre à disposition des entreprises, des *sites d'emprunts\**, pour subvenir aux besoins en matériaux de la LGV. Les premières démarches de recherche de *carrières\** ont eu lieu en 2003. Différents types d'investigations ont eu lieu en phase *APD\**, *APS\**, *PRO\** et ont permis de déterminer des sites potentiels *de carrière\**. Les *maîtres d'œuvres\** ont constitué des dossiers *ICPE\** (détaillés dans ce mémoire) pour permettre d'ouvrir des *carrières\** de roches massives. Le premier arrêté d'autorisation d'exploitation de *carrière\** a été délivré le 12 avril 2006. En effet, les travaux du *TOARC\** de la LGV Rhin Rhône ont débuté en juillet 2006. A mon arrivée chez RFF le 26 janvier 2009, 3 *carrières\** sur 4 n'étaient déjà plus en exploitation. La fin de l'exploitation de la dernière *carrière\** étant prévu pour fin mars 2009.

#### II.1.2. Objectif de ma mission

L'objectif de cette partie du Projet de Fin d'études chez RFF est d'établir une analyse technique complète qui fait partie intégrante du dossier de retour d'expériences sur les *carrières\** de roches massives ouvertes par RFF.

Chaque *carrière\** a été analysée et a fait l'objet d'un rapport qui figure en annexe. Ce rapport a permis d'établir l'historique de ces *emprunts\**, et de recueillir les sentiments et remarques des personnes qui ont œuvré à ces *carrières\** de roches massives. Le but de ce retour d'expérience est de faire un bilan global de cette première expérience d'ouverture de carrière par le *maître d'ouvrage\**. Ce bilan exposera les points positifs et négatifs et proposera des pistes d'améliorations pour les *carrières\**. Ce retour d'expériences servira aussi de mémoire concernant les *carrières\** ouvertes par RFF.

Les principaux objectifs du bilan des quatre sites de *carrière\** de RFF sont les suivants :

- Une synthèse des reconnaissances (type de *sondages\**, densité d'investigations, etc.) effectuée par le *maître d'œuvre\** et l'entreprise avant le démarrage des *carrières\** à été établi.
- Mise en place des tableaux de récolement par catégorie d'utilisation (*matériaux sélectionnés\**, *couche de forme\**, *bloc technique\**, etc.). Comparaison entre le prévisionnel des matériaux et la réalité physique de l'exploitation.
- Bilans qualitatifs et quantitatifs. Détermination et analyse des éventuels écarts.

### II.1.3. Démarche pour remplir la mission

La démarche pour remplir la mission concernant le retour d'expériences s'est effectuée en trois phases :

- **Phase 1 :** Démarche bibliographique : Prise de connaissance de divers documents et dossiers d'*ICPE\** pour m'imprégner des dossiers sur les carrières. Cette démarche bibliographique s'est déroulée les deux premières semaines du PFE, puis, plus ponctuellement tout au long de mon stage.
- **Phase 2 :** Rencontre de personnes au sein de la *maîtrise d'ouvrage\** pour percevoir l'historique des *carrières\** de RFF. Les personnes avec qui j'ai eu la chance de m'entretenir ont été les suivantes :
  - chargé de projet du tronçon A, Laurent MAZZUCHELLI (RFF)
  - chargé de projet du tronçon B, Patrick SABATIER (RFF)
  - chargé de projet du foncier, Robert PERNET (RFF)
  - chargé de l'environnement, Anne PETIT (RFF)

Les échanges avec ces personnes m'a permis d'obtenir la vision du *maitre d'ouvrage\** sur la démarche *ICPE\**.

- **Phase 3 :** Création d'un questionnaire (annexe 3) pour avoir un support lors des entretiens avec les *maîtrises d'œuvre\** (*les maîtrises d'œuvre\** sont l'intermédiaire entre l'entreprise et le *maitre d'ouvrage\**). Ce dernier traite uniquement avec les *maitrises d'œuvre\**.

Création d'un tableau récapitulatif concernant les volumes extraits dans la *carrière\**. (Exemple en annexe 4)

- **Phase 4 :** Rencontre des *maîtrises d'œuvre\** de chaque lot concerné par les carrières. Les personnes rencontrées ont été les suivantes :
  - Responsable du tronçon A4, Michel ZORPI (Setec)
  - Responsable du tronçon B1, David POUCHELLE (Egis Rail)
  - Responsable du tronçon C1, Jean SOUSA (Setec)

Le fait de m'entretenir avec ces personnes m'a permis d'obtenir la vision du *maitre d'œuvre\** sur la démarche *ICPE\**.

L'entretien avec les *maîtrises d'ouvrage\** et *maitrises d'œuvre\** m'a beaucoup apporté et a enrichi mes connaissances personnelles. L'ensemble de ces entretiens a été analysé et figure en annexe.

- **Phase 5 :** Etablissement de tableaux pour synthétiser tous les essais de reconnaissance qui ont été effectués en phases *APS\**, *APD\**, *PRO\** et *REA\**. Le but est de comparer les *maquettes géologiques\** qui ont été

obtenues et d'analyser s'il y a une interaction entre le nombre d'essais et la qualité des matériaux réellement obtenus. (Exemple en annexe 5)

- **Phase 6 :** Production d'une analyse et d'un bilan de chacune des *carrières\** de roche massive.

## II.2. Besoin en matériaux de la LGV Rhin-Rhône

Le projet de la Branche Est de la LGV Rhin Rhône est un chantier de Génie Civil d'une taille très importante. Les volumes de terrassement sont composés de plus de 30 millions de m<sup>3</sup> de *déblais\** et 22 millions de m<sup>3</sup> de *remblais\** (hors *ballast\**) sur un linéaire d'environ 140 kilomètres.

22 millions de m<sup>3</sup> de *remblais\** (hors *ballast\**) sont nécessaires à la construction des *ouvrages en terre\**, 17 millions de m<sup>3</sup> seront directement fournis par les *déblais\**. Les 5 millions de m<sup>3</sup> restant seront extraits en partie depuis des *sites d'emprunt\**, c'est-à-dire des *carrières\** ouvertes pendant la seule durée des travaux.

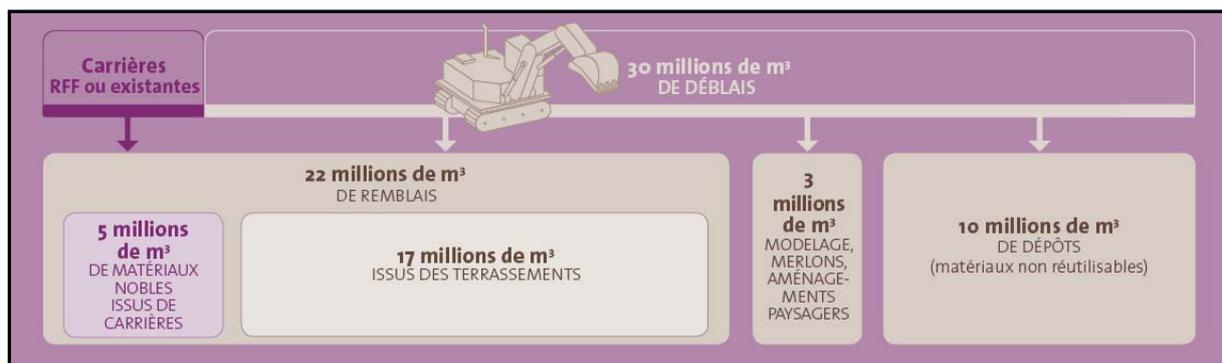


Figure 16 : Synoptique du mouvement des terres : (Source document communication RFF)

Lors de la conception de la LGV, l'objectif principal était d'équilibrer les « grandes masses », c'est-à-dire les volumes de matériaux de *déblais\** et de *remblais\** s'équilibrent le mieux possible. L'autonomie de chaque zone est recherchée. Des études très poussées de *traitements de sols\** à la chaux et/ou aux liants hydrauliques sont menées.

Cependant, les études de RFF menées depuis 1995 ont mis en évidence d'importants besoins en matériaux « nobles », dont la qualité nécessaire est élevée. Ces matériaux sont utilisés pour les assises des remblais en zones humides ou inondables, pour les *masques drainants\** de certains talus, pour le renforcement des zones à proximité des *ouvrages d'art\** ainsi que pour les *structures d'assises\** de la voie.

## II.2.1. Contexte géologique

Les problématiques sont très différentes entre le *tronçon\** A et le *tronçon\** C. Dans le 1<sup>er</sup> tronçon les matériaux sont de qualité moindre en quantité insuffisante et dans le 2<sup>ème</sup> *tronçon\** où les matériaux rocheux sont présents mais le découpage des vallées franchies par des viaducs peut déséquilibrer les mouvements.

Ainsi, il a été décidé de découper le *tronçon\** en plusieurs lots et ceci en fonction de la géographie des sites. Les critères déterminants pour le découpage en lots sont les suivants :

- les points durs (*viaducs\**, tunnels)
- l'autonomie des lots pour les *mouvements de terre\**

La nature géologique des sols est décrite dans l'analyse "site par site" des *ICPE\**.

## II.2.2. Stratégie matériaux

Dès le début de son engagement dans le projet de la LGV Rhin-Rhône, RFF se voulait au maximum autonome dans la fourniture de granulats.

Le *maître d'ouvrage\** a donc décidé d'ouvrir des *carrières\** de roche massive le long de la trace. Les deux axes de cette volonté de gestion sont l'environnement et le coût.

Le respect de l'environnement est la clé de voûte de ce projet. En effet, RFF veut réduire au maximum les distances de transport. Ceci a pour but de réduire les nuisances pour les riverains. En effet, la Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE) accepte seulement l'ouverture de *carrière\**, si une entreprise travaux est « *mandataire\** » d'un lot travaux ou si elle répond à des besoins exclusifs de LGV.

Le schéma départemental des carrières a donc été modifié pour répondre au besoin de la LGV.

### II.2.2.1. Etude de la Direction Régionale de l'Équipement (DRE)

La DRE a fait des études concernant les besoins en granulats de la région pour les 5 – 10 prochaines années. De ce fait la DRE a listé les projets qui nécessitent d'importantes quantités de matériaux nobles. Les projets suivants ont été pris en compte :

- LGV Rhin-Rhône
- Autoroutes
- Routes Nationales et Départementales

Ces études de la DRE ont pris en compte les extensions possibles des *carrières\** existantes. Il a été démontré que les *carrières\** existantes ne pourront pas fournir l'ensemble des matériaux nécessaires à la réalisation de la LGV.

Dans le cas de l'utilisation des *carrières\** existantes, ces dernières auraient du se préparer à une forte augmentation de la production pendant environ 3 ans. Les carrières auraient du mobiliser des grandes quantités de matériaux très rapidement, donc investir dans un parc matériel plus important. Il y aurait donc eu un problème d'amortissement de l'investissement à long terme du à l'augmentation de la capacité de production. L'autre problème est l'épuisement des ressources.

Lors des premières réunions il a été décidé que RFF s'engage dans la fourniture de matériaux nobles. L'ouverture de *carrières\** de roche massive est donc inévitable. Les raisons pour lesquels RFF veut maîtriser la fourniture des *granulats\** est la suivante :

#### II.2.2.2. Raison de l'ouverture des carrières par RFF

Les raisons pour lesquelles RFF a voulu se démarquer dans la recherche de *carrières\** sont les suivantes :

- maîtriser le coût des *granulats\**
- ne pas multiplier les autorisations d'ouverture de *carrières\**
- impossibilité de recourir essentiellement aux *carrières\** existantes
- éviter un effet de mitage dans le paysage
- contrôler le marché des *granulats\**
- contrôler les flux de transports afin d'éviter le recours à des provenances multiples et lointaines
- protéger l'environnement, notamment en terme de circulation des camions dans les villages. Proscrire l'extraction des matériaux dans les zones environnementales sensibles.
- essayer de couvrir 70 % des besoins à partir des ICPE RFF. La part complémentaire en fourniture extérieure proviendra de *carrières\** existantes.
- sécuriser le projet. Eviter une entente des *carriers\** sur le prix des matériaux achetés par RFF.

#### II.2.2.3. Critères pour la recherche de carrières\*

RFF a donc missionné ses *maîtres d'œuvre\** pour rechercher des sites de *carrières\** avec les contraintes suivantes :

- favoriser au maximum les *emprunts\** aux abords immédiats de la *trace\** (si possible en extension de *déblai\**)
- distance maximum de 5 km entre la *trace\** et l'*emprunt\**, afin d'éviter d'emprunter les voiries locales. La raison est le manque d'infrastructures routières pour supporter le trafic des poids lourds lié aux transports des matériaux.

- *Emprunts\** de roches massives uniquement, pas de recours aux *ressources alluvionnaires\**
- Choix des sites au plus près des zones de mise en œuvre
- Projet de réaménagement et de remise en état dans le paysage local, à la fois du point de vue minéral, végétal et hydrographique (réinsertion du site dans l'environnement). Projet défini avec les communes concernées
- Le comblement des excavations sera réalisé avec des stériles de *découverte\** et des *déblais\** non valorisables du chantier LGV

Les premières recherches de site potentiel de *carrières\** ont eu lieu entre l'Avant Projet Détaillé (*APD\**) et le Projet (*PRO\**) début 2004. Il y a eu des recherches de compatibilité de gisement sur les points suivants :

- résistance de la matière
- non gélivité des matériaux
- type de réemploi des matériaux (*couche de forme\**, *sous couche\**, *corps de remblai\**...)
- *contrat de fortage\** avec les propriétaires des terrains

Parallèlement à ces recherches des sites de *carrière\**, une étude a été menée avec le LRPC de Lyon concernant la recherche de *karsts\**.

#### II.2.2.4. Les utilisations des matériaux nobles

##### II.2.2.4.1. Présentation de la structure de la plate-forme LGV

Cette sous-partie vous présentera les différents matériaux qui sont utilisés dans la construction de la LGV.

La figure 10 représente la composition de la plate-forme de la Ligne à Grande Vitesse. Pour s'adapter à la nature des différents terrains, la plate-forme est constituée de nombreuses couches de matériaux, d'épaisseur et de granulométrie différentes selon que l'on est en zone humide ou en zone inondable.

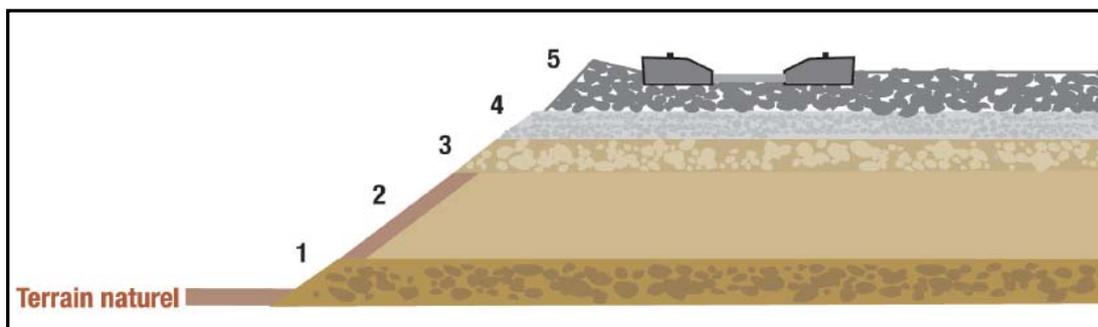


Figure 17 : Coupe type sur plate-forme LGV en remblai\*

La plate-forme est composée des éléments suivants :

- ① **Assise de remblai :** Après décapage de la *terre végétale\**, c'est la première couche qui compose la *plate-forme\** : elle est constituée de matériaux nobles de très bonne qualité : son épaisseur varie de 50 cm (zones humides) à 2,5 m (zones inondables) pour se prémunir des effets de l'eau. La granulométrie est de 0/63-500 mm
- ② **Le corps de remblai :** Il est constitué, en général, de matériaux issus des déblais. Selon la qualité des *déblais\**, il arrive que ces matériaux doivent être traités aux liants hydrauliques (chaux et/ou ciment). Le but est d'améliorer la portance des sols et assurer des bonnes conditions de mise en œuvre.



Figure 18 : Mise en œuvre du corps de remblai + traitement aux liants hydrauliques\*

- ③ **La couche de forme :** C'est la partie supérieure de l'ouvrage en terre (*remblai\** ou *déblai\**) qui constitue la fondation de la ligne. L'épaisseur de la *couche de forme\** varie de 30 à 50 cm et est constituée de matériaux nobles. La granulométrie est de 0/20-125 mm.
- ④ **La sous-couche :** Elle a plusieurs rôles :
  - protéger la partie supérieure de la plate-forme contre l'érosion et le gel.
  - évacuer les eaux de pluies
  - répartir au mieux les charges de l'équipement ferroviaire
  - éviter toute contamination entre le *ballast\** et la *plate-forme\**.

L'épaisseur de la sous-couche varie de 20 à 35 cm. La granulométrie de la sous couche est de 0/31.5 mm.

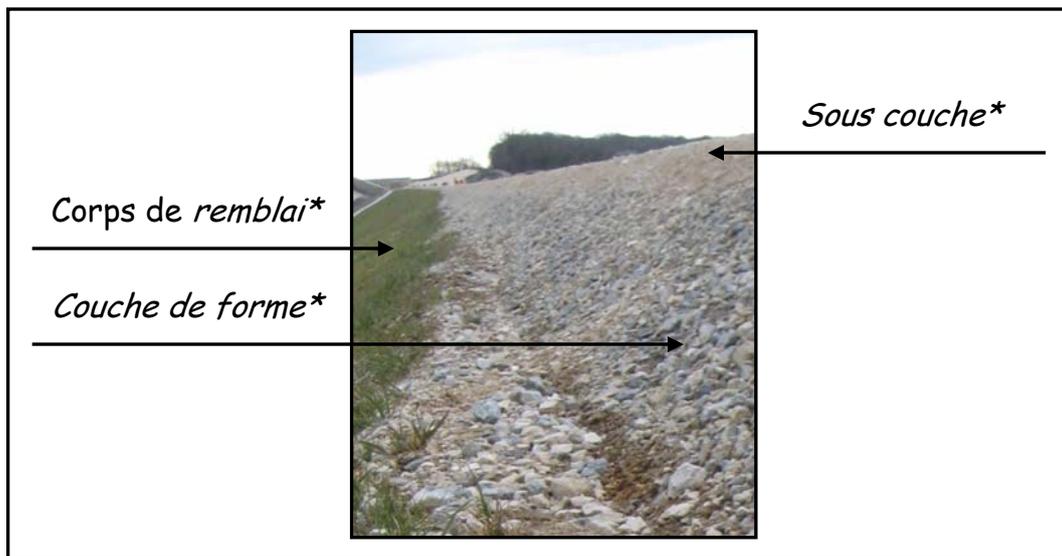


Figure 19 : Photo de la *PST\**, *couche de forme\** et *sous couche\**

### 5) Le ballast :

Il est constitué de matériaux très durs concassés en éléments anguleux. La nature de la roche est *porphyrique\**. L'épaisseur de la couche de ballast varie de 30 à 40 cm. C'est sur le ballast que seront posées les voies ferrées (traverses et rails). La granulométrie du ballast est de 25/50 mm.



Figure 20 : Détails voie + ballast

#### II.2.2.4.2. Normalisation ST 590 B

Quant aux *granulats\** utilisés pour la réalisation et l'entretien des voies ferrées, Les matériaux doivent répondre à la Spécification Technique de la SNCF : il s'agit de la ST 590B.

Cette norme est spécialement dédiée aux travaux ferroviaires et expose les critères auxquels doivent répondre les matériaux.

Les critères auxquels doivent répondre les matériaux sont les suivants :

Matériaux	Granulométrie ST 590 B		Résistance $R \leq LA + MDE$	Provenance des matériaux
	d	D		
Sous-couche pour "sous-ballast"	0	31,5	40	Extérieur
Couche de forme	0	20-125	60	ICPE RFF
Zone Humide	0	63-500	80	ICPE RFF
Zone Inondable	0	63-500	80	ICPE RFF
Masque	0	20-500	80	ICPE RFF
Blocs techniques (remblai contigu des ouvrages)	0	20-63	80	ICPE RFF

**Tableau 1 : Normalisation pour les granulats ST 590 B**

Il est à noter qu'aucun *emprunt*\* ouvert par RFF n'a pu être utilisé pour élaborer de la *sous-couche*\* ferroviaire. RFF a demandé aux entreprises de se fournir chez les *carriers*\* locaux en ce qui concerne la *sous couche*\*. Cette dernière est en réalité de la Grave Reconstituée (anciennement *GRH*\*) de granulométrie 0/31.5. Les différentes coupures nécessaires à l'élaboration de la *sous couche*\* sont acheminées sur des sites de stockage aux abords immédiats de la *trace*\*. Sur ce même site est installée une centrale de recomposition pour réaliser cette Grave.

#### 11.2.2.4.3. Description des essais LA et MDE

Les essais LA et MDE sont des essais sur les caractéristiques intrinsèques des gravillons. Elles sont liées à la nature même de la roche mère et ne peuvent pas être améliorés par un technicien. Il s'agit de la dureté et de la résistance à l'usure liée au frottement.

- **Essai Los Angeles (LA)**

La dureté est destinée à évaluer la résistance des *granulats*\* à la fragmentation sous l'action du trafic. Elle est mesurée par l'essai « Los Angeles » ou par l'essai de fragmentation rapide. Ce dernier est plus rapide, mais nécessite une confirmation par le Los Angeles.

L'essai Los Angeles se pratique sur les classes granulaires 4/6, 6/10 ou 10/14, que l'on introduit dans un tambour cylindrique d'axe horizontal fermé aux deux extrémités en présence de boulet d'acier. La rotation du tambour pendant un nombre de tours et à une vitesse normalisée entraîne la fragmentation des *granulats*\*, qui, sont ensuite tamisés sous l'eau sur un tamis de 1.6 mm.

Le coefficient Los Angeles est le rapport de la masse du tamisat à la masse avant essai. Le *granulat\** est donc d'autant plus rigide que son coefficient Los Angeles est faible.

- **Résistance à l'attrition et à l'usure, coefficient M.D.E**

L'essai utilisé est le Micro Deval à sec ou en présence d'eau. Cette mesure quantifie à la fois l'usure qui se produit par frottement réciproque des gravillons dans une assise (attrition) et celle survenant entre le pneumatique et le gravillon à la surface des revêtements (usure). Comme l'usure est très influencée par la présence d'eau, l'essai le plus représentatif est le Micro Deval en présence d'eau (MDE).

L'essai consiste à mesurer l'évolution granulométrique du granulat sous l'effet abrasif d'une charge de billes en acier dans un tambour. L'échantillon est traité comme dans l'essai Los Angeles et conduit à la détermination du coefficient M.D.E.

#### II.2.2.4.4. Remarques concernant les cubatures et les caractéristiques des matériaux

L'estimation des besoins en matériaux nobles a été faite sans prendre en compte les quantités suivantes :

- *Granulats\** entrant dans la composition des *enrobés\**
- *Granulats\** de lit de pose pour les conduites d'assainissement\*
- *Granulats\** pour la fabrication des bétons

Il est à noter que le cahier de charge indiquait qu'il était interdit d'utiliser des *granulats roulés\** pour la construction de la LGV.

Les *granulats roulés\** sont en effet une ressource non renouvelable et qu'il ne fallait pas faire de la sur-qualité pour la structure de la LGV. Les granulats roulés sont réservés à la fabrication de béton.

## II.3. Les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE\*)

### II.3.1. Le projet de référence

Le *maître d'ouvrage\**, à l'aide du *maître d'œuvre\**, propose dans le Document de Consultation des Entreprises (DCE) un projet aux entreprises sur lequel on leur demande de répondre. Dans ce cas, les *carrières\** sont mises à disposition des entreprises pour satisfaire au besoin du lot. Cependant, RFF laisse la possibilité aux entreprises de ne pas utiliser *l'emprunt\** de RFF ou alors de le modifier pour optimiser le projet.

Il se peut que l'entreprise propose une autre variante comme par exemple l'ouverture d'une *carrière\** plus proche de la trace. Cependant, RFF et la *DRIRE\** peuvent refuser l'agrément de *carrière\** d'entreprises s'il y a un non respect de l'environnement. Afin de contrôler la

qualité des matériaux, il y a mise en place d'entreprises de *contrôles extérieurs\**, indépendantes des *entreprises mandataires\**, afin de procéder à des contrôles inopinés ou contradictoires pour chaque *tronçon\**. Les différents types de contrôle sont détaillés en annexe 6.

Le *maître d'ouvrage\** insiste sur le fait qu'il est nécessaire de ne pas fermer le système : il ne faut pas imposer le projet de référence. Ne pas imposer le projet de référence est selon lui une très bonne chose et est indispensable car c'est un moyen d'optimiser et de réduire les coûts du projet.

## II.3.2. La procédure *ICPE\**

### II.3.2.1. Présentation

Les *ICPE\** font donc partie intégrante du projet de référence. C'est une procédure encadrée très stricte, (c'est la procédure *ICPE\** : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, loi de 1993).

Cette procédure est suivie par tous les services de l'état :

- DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement
- DIREN : Direction Régionale de l'environnement
- Police de l'eau MISE : Mission Inter Services de l'Eau
- DDE : Direction Départementale de l'Équipement
- DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
- DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
- SDIS : Service Départementale d'Incendie et de Secours

Le projet, les tonnages et le mode d'exploitation sont parfaitement définis dès le début. RFF reste exploitant au titre du code de l'environnement et est responsable du bon déroulement de l'exploitation ainsi que de la remise en état du site.

Dans la procédure *ICPE\**, il est également indiqué les lieux et la fréquence des diverses mesures :

- Empoussièrtements
- Bruits
- Vibrations

Ces mesures sont effectuées tout au long de l'exploitation et les résultats sont présentés aux communes.

Les associations environnementales sont concertées pour l'élaboration des dossiers *ICPE\**.

En annexe 7 figure le sommaire d'un dossier *ICPE\**.

### II.3.2.2. Objectifs

L'autorisation ICPE vise à permettre l'exploitation d'installations qui présentent de graves dangers ou inconvénients. Les domaines touchés peuvent être les suivants :

- La commodité du voisinage
- la santé
- la salubrité publique
- l'agriculture
- la protection de la nature et de l'environnement
- la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique

### II.3.2.3. Dossiers à élaborer

Le dossier de demande doit contenir les éléments suivants :

- Identité complète du pétitionnaire
- Emplacement de l'installation (cartes et plans)
- Nature et volume des activités prévues ainsi que la rubrique de la nomenclature où est classée l'installation
- Procédés de fabrication, matières utilisées, produits fabriqués
- Capacités techniques et financières de l'exploitant
- Si nécessaire autorisation de défrichement, justificatif du dépôt de la demande d'autorisation de défrichement
- Etude d'impact
- Etude des dangers, y compris analyse des risques
- Notice relative à la conformité de l'installation avec les prescriptions hygiène et sécurité du personnel
- Attestation foncière pour les carrières

### II.3.2.4. Planning indicatif

Actions	Responsable	Durée	Observations
Consultation DRIRE	RFF	15 jours	Pour montage du dossier
Elaboration du dossier de demande d'autorisation	RFF / BET	4 mois	
Préparation de l'enquête	Préfet	2,5 mois	
Enquête publique	Préfet	1 mois	
Conclusions du Commissaire Enquêteur	CE	1,5 mois	
Instruction	Préfet		
Arrêté préfectoral	Préfet	3 mois	Avec prescriptions
	<b>TOTAL</b>	<b>12 mois</b>	

Tableau 2 : Planning indicatif de la constitution d'un dossier ICPE

### II.3.2.5. Impact sur le foncier

#### II.3.2.5.1. Démarche pour ouvrir une carrière\* de roche massive

Les zones d'*emprunts*\* ne font pas l'objet d'occupation temporaire. Dans cette partie, nous nous proposerons d'expliquer la démarche de recherche de carrière.

- **Phase 1 : Sondage géotechnique\*** : le propriétaire du terrain demande l'autorisation pour faire des *sondages*\*. Si ce dernier donne son accord, des indemnités de dédommagement lui seront versées.

En effet, le *maitre d'ouvrage*\* choisit le site de la *carrière*\*, la procédure suivante est engagée :

- **Phase 2 : Signature d'une pré-convention** : pour le stockage du terrain il s'agit d'une *promesse de fortage*\*. Il y a donc à ce moment là un accord de principe entre le propriétaire du terrain et le *maitre d'ouvrage*\*. RFF rémunère le propriétaire à hauteur de 140 €/hectare pour stocker le terrain. Le but de cette pré-convention est de préserver le droit d'exploitation si un concurrent voudrait également exploiter le gisement. Ceci a été le cas sur la LGV lorsque RFF souhaitait signer des pré-conventions avec les propriétaires. Il s'est avéré que d'autres entreprises avaient déjà signé des contrats avec eux.
- **Phase 3 : Montage des dossiers ICPE\*** : dans ce document figure les conditions de remise en état du site en accord avec le propriétaire du site. Dans le cas de la LGV Rhin-Rhône, trois carrières sur quatre ont été comblées jusqu'à leur niveau initial avant extraction.
- **Phase 4 : Signature des contrats de fortage\*** : le *contrat de fortage*\* est le droit d'exploiter une *carrière*\* cédée par le propriétaire du fonds et du tréfonds à un carrier contre une redevance. RFF n'est pas propriétaire du site de la carrière. Le *droit de fortage*\* est un accord d'achat de matériaux entre le propriétaire et l'exploitant. Dans le cas de la LGV Rhin-Rhône le droit de fortage est fixé à 0.70 €/m<sup>3</sup> extrait utile.
- **Phase 5 : Exploitation du site** : il s'en suit le *décapage*\* de la *terre végétale*\* sur l'ensemble de l'emprise de la *carrière*\*, ainsi que sur les surfaces de stockage des matériaux. L'étape suivante est l'excavation de la *découverte*\* pour atteindre le toit des matériaux nobles. Ces matériaux sont mis en stock pour être réutilisés pour le comblement de *l'emprunt*\*. L'exploitation des matériaux nobles peut donc commencer.
- **Phase 6 : Remise en état du site** : il s'agit du comblement de *l'emprunt*\* à l'aide des matériaux de *découverte*\* ainsi que des *déblais*\* impropres à la réutilisation en *remblai*\* issu de la LGV. Lorsque la *terre végétale*\* est mise en œuvre, les propriétaires peuvent à nouveau reprendre leur activités.

#### 11.3.2.5.2. Compléments juridiques

**Remarques :** Selon l'article 552 du Code civil, la propriété du sol emporte la propriété du dessus et la propriété du dessous. Le dessus s'appelle la superficie, le dessous le tréfonds.

**Fonds :** Ce mot qui vient directement du latin pour désigner une exploitation agricole est synonyme de propriété immobilière. On le trouve utilisé dans de nombreux passages du Code civil

**Tréfonds :** Désigne le volume de terre se trouvant sous la surface du sol dont une personne est propriétaire. Le mot est synonyme de "sous-sol". L'utilisation du sous-sol fait l'objet de dispositions particulières. Il en est ainsi des règles concernant les fouilles archéologiques et des dispositions du Code minier qui règle l'exploitation du sous-sol, soit directement par l'État, soit par l'intermédiaire d'une entreprise bénéficiant d'une concession.

#### 11.3.2.5.3. Les occupations temporaires

Dans le projet de la LGV Rhin-Rhône, des occupations temporaires sont nécessaires et comprennent :

- Le déplacement des réseaux
- La création des ouvrages provisoires
- La création des pistes

La loi du 29 décembre 1892 relative aux dommages causés à la propriété privée par l'exécution des travaux publics est également utilisée pour les sondages et l'archéologie.

Des conventions sont établies avec les propriétaires et les exploitants concernés dans le strict respect du protocole "Occupations Temporaires" signées entre RFF et les Organisations Professionnelles Agricoles et Forestières de Franche-Comté et de Bourgogne. Dès que les travaux de génie civil sont réalisés, ces terrains seront rétrocédés à leurs anciens propriétaires ou exploitants.

Les occupations temporaires ont une durée maximale de 5 ans.

Le rapport d'entretien avec Robert PERNET, chef du pôle foncier LGV Rhin-Rhône figure en annexe 8. Ce rapport fort intéressant explique les procédures foncières, archéologiques et de déboisements.

### II.3.2.6. Impact sur l'environnement

#### II.3.2.6.1. Diagnostic des zones environnementales sensibles

Dans le cadre de sa démarche environnementale, RFF a missionné des bureaux d'études extérieurs pour faire des diagnostics afin de détecter les zones environnementales sensibles. Il faut savoir également que dans le cadre de la loi sur l'eau, RFF doit identifier les zones humides traversées par la LGV.

Les critères pour classer un territoire en zone humide sont les suivants :

- Présence d'eau ainsi que d'oxyde de fer
- Faune : présence d'espèces protégées
- Flore : présence d'espèces protégées

Au total, ce sont 150 hectares de zones humides qui ont été recensées. Au titre de la loi sur l'eau, RFF doit obligatoirement compenser ces zones. C'est pourquoi que RFF doit rechercher des terrains en « zone humide » pour compenser celles traversées par la LGV.



**Figure 21 : Les mesures prises en phase travaux : clôtures pour les amphibiens**

L'identification de ces zones a permis de sauvegarder des terrains à proximité immédiate de la trace et d'interdire leur utilisation soit en emprunt, soit en dépôt.

#### II.3.2.6.2. Implantation des carrières

Nous avons vu ci-dessus qu'il n'est pas possible d'ouvrir une carrière n'importe où. En effet, RFF a, dès le début des études en 2003, pris en compte la nature des zones traversées. Des zones environnementales sensibles ont été détectées. Le but est de préserver la présence de certaines espèces animales et végétales qui témoignent du bon fonctionnement des écosystèmes :

- Les insectes : criquets, libellules, papillons
- La flore
- L'avifaune

Les études d'impacts ont permis de mettre en place une carte définissant des zones où il est possible d'ouvrir des sites de carrières. Les zones telles que les champs à vocation agricole et les zones forestières non sensibles sont des sites potentiels de carrières. Les emprunts de Vitreux, Neuville et Aibre sont situés dans des champs ce qui fait qu'il n'y a aucun problème pour ouvrir une carrière.

Cependant la carrière de Voray, à 2 km de la trace, est située en partie en domaine boisé qu'il a fallu défricher. Un garde forestier a remarqué la présence d'une plante rare dite petit houx qui a retardé le démarrage du défrichement. Ces plantes ont dû être déplantées puis replantées dans un site où ces dernières seront en sécurité.

#### II.3.2.6.3. L'exploitation de la carrière

L'étude d'impact qui figure dans les dossiers ICPE a permis d'analyser chaque risque potentiel pour l'environnement qui pourrait être provoqué par l'exploitation de la carrière.

La procédure d'étude d'impact a été la suivante :

- Explication de l'état initial
- Estimation des impacts
- Explication des mesures compensatoires

Cette étude a été faite pour le milieu physique et pour le milieu humain. Afin de mieux comprendre cette étude d'impact, les différents milieux seront explicités.

✚ Les milieux physiques impactés sont les suivants :

- Le sol et le sous sol
- L'eau
- L'air
- Les espaces naturels / faune et flore
- Les paysages

Exemple : Emprunt de Vitreux : Ressource en eau

Etat initial : Aucun périmètre de protection pour captage d'eau ne concerne le site.

Impacts : Le projet a des besoins en eau pour l'arrosage des pistes et la brumisation des stocks par temps sec et/ou venteux, ainsi que pour le débouillage des camions qui sont amenés à circuler sur les voiries publiques. L'approvisionnement sera assuré à partir du réseau AEP communal.

Mesures de réduction et d'accompagnement : Les usages de l'eau sont réduits au strict nécessaire. La réutilisation des eaux de pluie et des venues d'eaux souterraines viendra en soutien à cette consommation. Ainsi, les besoins sont évalués à 1 m<sup>3</sup>/jour, quantité négligeable qui ne perturbera pas la ressource en eau communale. (Les besoins par personne et par jour en France sont de l'ordre de 250 l/jour).

✚ Les milieux humains impactés sont les suivants :

- Occupation des sols
- Activités économiques
- Tourisme et loisirs
- Voisinage
- Trafic
- Bruit
- Poussières et fumées
- Vibrations
- Patrimoine culturel / Biens matériels

Exemple : Emprunt de Vitreux : Vibrations

Etat initial : Aucune carrière en activité n'a été recensée à proximité du secteur du projet.

Impacts : L'utilisation des explosifs lors des tirs engendre des vibrations. Ces vibrations sont ressenties comme une gêne par l'homme et peuvent également causer des dégâts sur les monuments classés et les habitations environnantes.

Mesures de réduction et d'accompagnement : les nuisances liées aux vibrations seront limitées par les dispositions retenues en matière de plan de tir. La charge instantanée sera adaptée en fonction des enregistrements de vibrations obtenus lors des tirs d'essai. Un constat du bâti, avant l'exploitation de l'emprunt, sera réalisé. Le seuil conseillé à ne pas dépasser sera égal à 70% du seuil absolu réglementaire (10 mm/s)

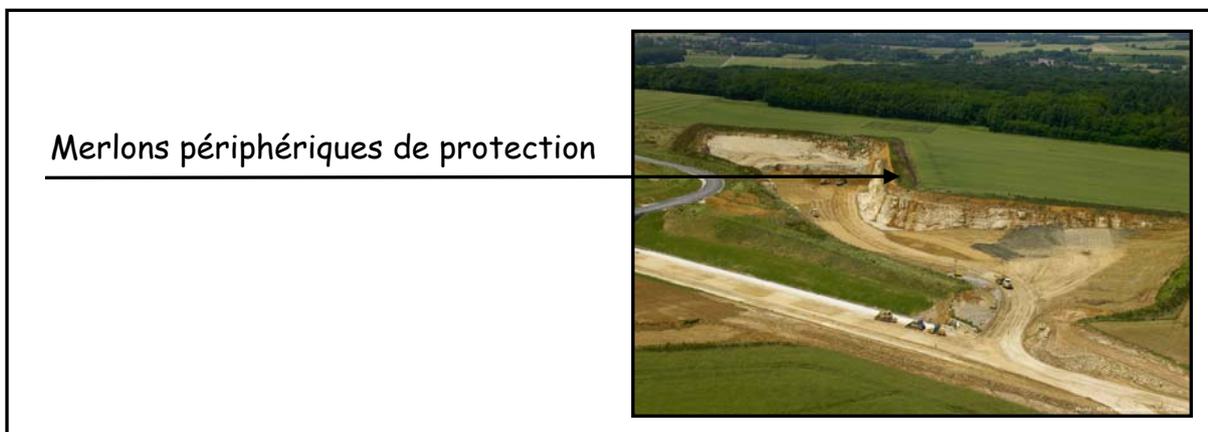


Figure 22 : Remblaiement de l'emprunt de Vitreux

Les entreprises sont soumises à un ensemble de mesures liées à l'exploitation de ces sites (parcours routiers autorisés, mesures régulières de bruit, de vibrations et d'empoussièrement). Une protection phonique et visuelle est réalisée par la mise en place de merlons de terre. Le périmètre est sécurisé et clôturé.

#### II.3.2.6.4. La remise en état de la carrière

Les sites d'emprunts de roches massives ont une durée de vie courte, en général de quatre ans : trois ans pour l'exploitation et un an pour la préparation et la remise en état.

Ces sites feront par la suite l'objet d'un réaménagement paysager. Les carrières environnantes déjà existantes fourniront les compléments de matériaux nécessaires.

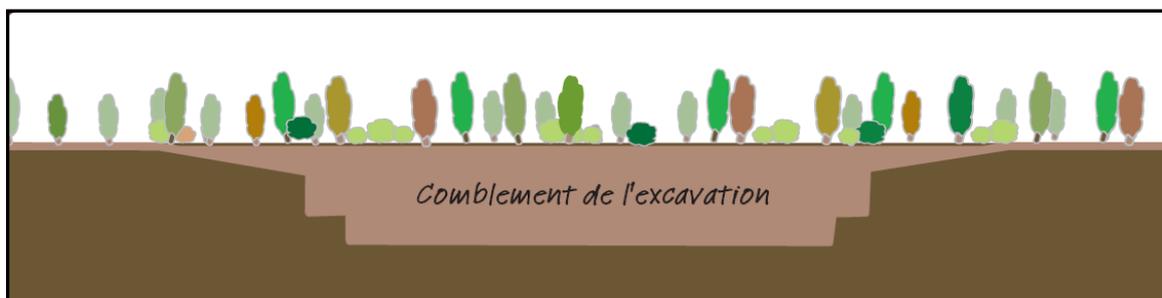


Figure 23 : Schéma du réaménagement de l'emprunt

Un projet de réaménagement et de remise en état de la carrière dans le paysage local doit être établi dès l'élaboration du dossier d'étude relatif à l'ouverture d'une carrière. L'objectif est de réinsérer le site dans l'environnement tant sur le plan minéral et végétal qu'hydrographique. Défini avec les communes et les propriétaires concernés, ce projet paysager est intégré à l'arrêté préfectoral. L'exploitant est tenu de le respecter. Le comblement de l'ancienne carrière peut être partiel ou total en fonction de l'exploitation du site envisagée après le réaménagement.

Le réaménagement se déroule en 6 étapes :

- Les installations de concassage sont retirées et le site est nettoyé.
- Une attention particulière est portée aux éventuelles arrivées d'eau au fond de l'exploitation et au niveau des talus. Une couche drainante est réalisée au niveau le plus profond de l'exploitation. Un suivi par piézomètres\* du niveau de la nappe est effectué lors du comblement.
- Le site est comblé avec des matériaux non réutilisables pour la construction de la ligne en provenance du site, des dépôts environnants ou encore des terrassements de la ligne.
- La reconstitution du sol sur la partie supérieure est réalisée en fonction de la future exploitation du site. Une couche drainante et une couche de terre végétale issues du

décapage de la carrière sont stockées au début de l'exploitation afin d'être réutilisées lors de la remise en état.

- Des plantations seront réalisées en fonction de la remise en état du site. (ex : plantations d'arbres à Voray).
- Les clôtures seront démontées et le site est restitué suivant des protocoles définis.

Un diagnostic agro-pédologique est effectué à la fin de la remise en état afin de vérifier sa conformité. La qualité agro-pédologique du sol doit être tout aussi bonne à la fin de la remise en état qu'au début des travaux.



Figure 24 : Emprunt avant comblement



Figure 25 : Emprunt après comblement

### II.3.3. Les sites de carrières

RFF a retenu 7 sites de carrières qui ont été proposés dans le projet de référence. Seulement quatre d'entre eux ont été ouverts et exploités.

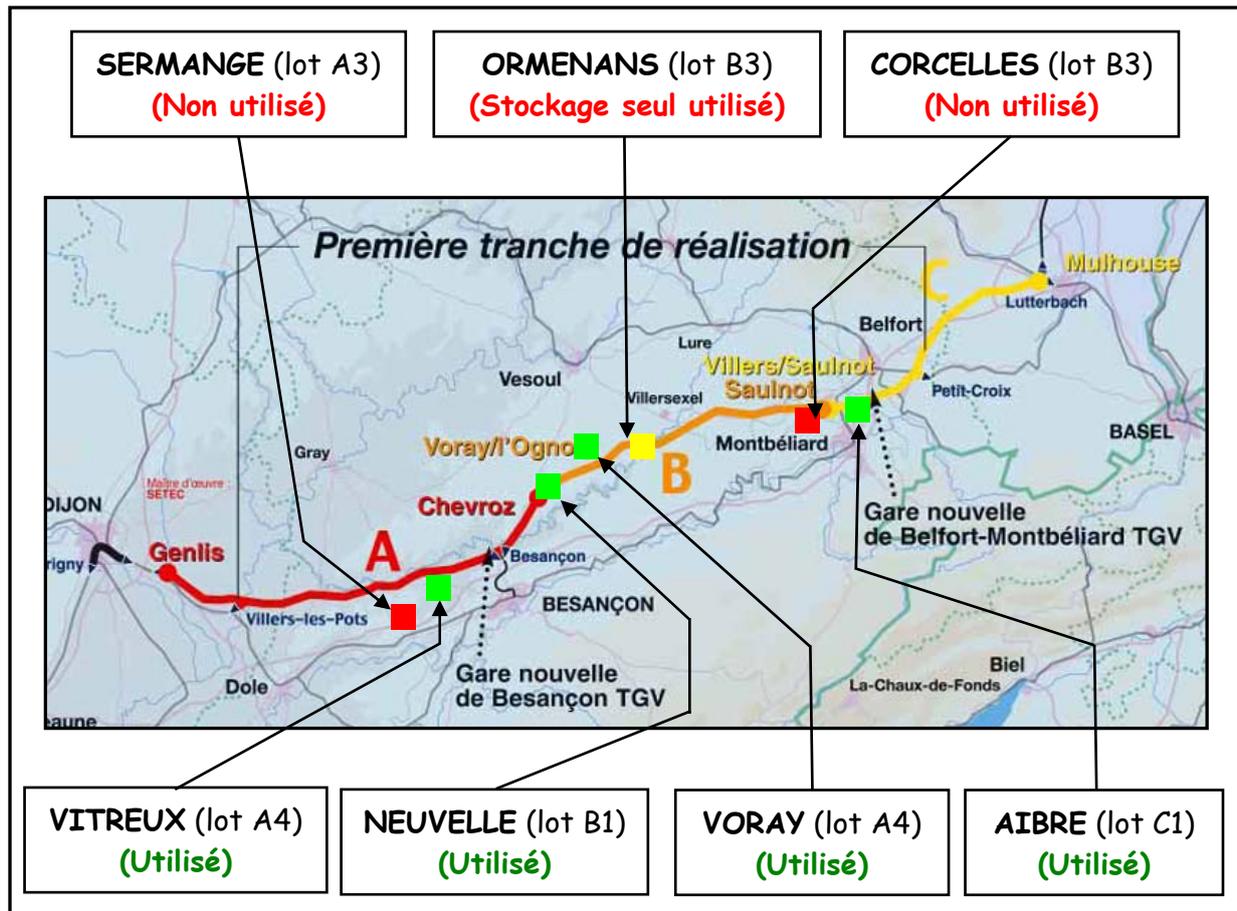


Figure 26 : Implantation des carrières RFF

#### II.3.3.1. Les carrières exploitées

Quatre carrières suivantes ont été exploitées :

- Vitreux dans le Jura sur le lot A4
- Voray en Haute-Saône sur le lot A4
- Neuville en Haute-Saône sur le lot B1
- Aibre dans le Doubs sur le lot C1

L'analyse technique, site par site, sera détaillée dans la suite de ce rapport.

### II.3.3.2. Les carrières non exploitées

Trois carrières suivantes n'ont pas été exploitées :

#### II.3.3.2.1. Sermange dans le Jura sur le lot A3

RFF a trouvé un site de carrière de calcaire à Sermange et la DRIRE a accepté cette demande. L'inconvénient de cette carrière est que la distance *trace\*-carrière\** est de 8 km. Afin d'acheminer les matériaux sur la *trace\**, il était prévu la création d'une piste. RFF a donc intégré la carrière ainsi que la piste dans le *DCE\** du lot terrassement A3.

Cependant, l'entreprise GUINTOLI a effectué une variante de ce projet de carrière à Sermange. En effet, cette dernière proposait d'ouvrir une carrière à son nom et à proximité immédiate de la trace. RFF a accepté cette variante, du fait de la proximité de la *carrière\**. Le coût de l'opération a donc été plus faible et s'explique par la réduction de la distance de transport.

Le dossier d'exploitation de la carrière de Sermange a été annulé par RFF.

Sur le lot B3, les sites d'emprunt d'Ormenans et de Corcelles ont été retenus.

#### II.3.3.2.2. Ormenans en Haute-Saône et Corcelles dans l'Ain sur le lot B3

Ormenans est situé à l'Ouest du lot B3. Ce site de *carrière\** est situé à proximité immédiate de la ligne. Par ailleurs, l'ouverture de la *carrière\** d'Ormenans implique également la création de 17 km de piste entre l'ouest et l'est de ce lot pour acheminer les matériaux issus de la *carrière\**. Aussi, il aurait été nécessaire de construire un pont provisoire pour franchir l'Ognon.

Corcelles est situé à l'Est du lot B3. L'exploitation de cet emprunt aurait nécessité la création d'une *piste\** de 2 km entre la carrière et la trace.

Le *maître d'ouvrage\** a donc proposé aux entreprises de répondre aux *appels d'offres\** avec la mise à disposition des deux *carrières\**. Cependant, le *maître d'œuvre\** a émis des réserves concernant l'ouverture des deux *carrières\** sur le même lot.

Lors de la réception des offres des entreprises, le *maître d'œuvre\** s'est rendu compte que l'entreprise avait proposé des modifications au projet. Le *mouvement de terre\** a donc été modifié par l'entreprise. Finalement l'entreprise n'a pas choisi d'ouvrir d'emprunt sur le lot B3. Ce choix s'est justifié dans l'offre par une optimisation du *mouvement des terres\** avec une limitation des apports extérieurs. Le manque de matériaux serait donc comblé par des ressources locales. Cependant l'entreprise mandataire du lot A3 a choisi d'utiliser le site d'Ormenans uniquement pour le stockage. En effet, des matériaux issus du déblai 222 d'Ormenans ont été stockés sur la zone de stockage prévue de la *carrière\**.

L'*entreprise mandataire\** du lot *terrassement\** a choisi de ré ouvrir une ancienne *carrière\** à Cognière. Cette dernière a permis de fournir les matériaux pour l'élaboration des pistes.

- Historique du déblai 222.

A l'origine, le déblai 222 aurait dû fournir 420 000 m<sup>3</sup> de matériaux de *couche de forme*\*. Cependant, lors de la phase chantier, il s'est avéré que les matériaux aptes à être réutilisés en *couche de forme*\* se situaient en partie inférieure du déblai et étaient en quantité moindre. La priorité de l'entreprise était de fabriquer de la *couche de forme*\* :

- La première étape consistait à concasser et à mettre en stock les matériaux impropres à la *couche de forme*\*. Ces matériaux ont été mis en stock sur la zone de stockage de la *carrière*\*.
- La deuxième étape était d'extraire et de concasser les matériaux pour élaborer la *couche de forme*\*. Cette dernière a été approvisionnée en flux tendus.

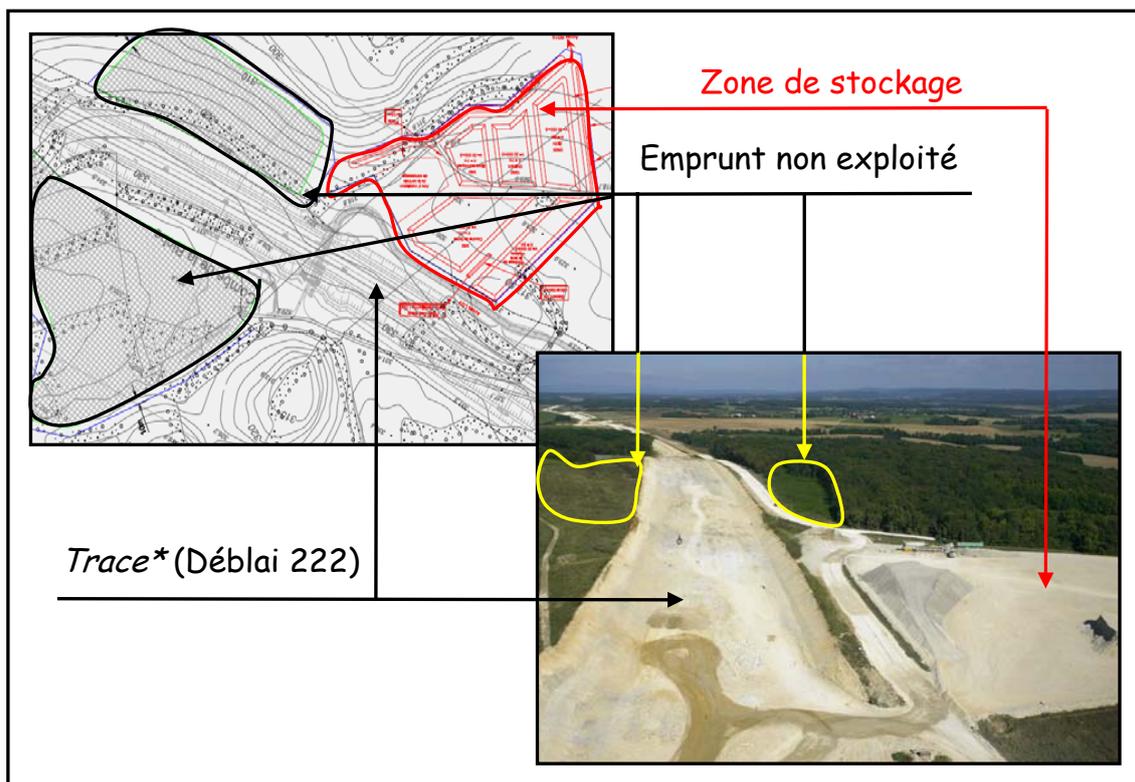


Figure 27 : Situation du déblai 222 + zone de stockage + emprunt non exploité

Les 420 000 m<sup>3</sup> de matériaux de *couche de forme*\* étaient répartis de la façon suivante et devaient subvenir aux besoins des lots B1 et B3. Le tableau, ci-dessous, présente les stratégies matériaux retenues en phase projet et en phase réalisation.

		Prévision	Phase réalisation
<b>Extraction</b>	D 222	420 000 m <sup>3</sup>	140 000 m <sup>3</sup>
<b>Réemploi</b>	Lot B1	140 000 m <sup>3</sup>	Produit par Nouvelle
	Lot B3	280 000 m <sup>3</sup>	140 000 + achat <i>carrière</i> * extérieur 140 000 m <sup>3</sup>

Tableau 3 : Comparatif stratégie matériaux (prévision / phase réalisation)



Figure 28 : Extraction à Ormenans dans le déblai 222

## II.4. Analyse technique site par site

### II.4.1. Objectif de la mission

L'analyse technique site par site a été la principale activité lors de mon PFE. Il s'agissait en fait d'analyser chaque site de *carrière*\* ICPE\* RFF. Les objectifs sont multiples et sont les suivants :

- Etablir un mémoire sur la vie de la *carrière*\*
- Analyser techniquement chaque site de *carrière*\*

L'analyse de chaque *carrière*\* aboutira à des conclusions qui figureront dans ce mémoire. Ces conclusions seront regroupées et seront la base du retour d'expérience qui est l'objet d'une autre partie de ce mémoire.

## II.4.2. Démarche pour remplir ma mission

Chaque site de *carrière\** a fait l'objet d'un mémoire. La structure de ce dernier a été élaborée par mes soins, puis validée et améliorée par mon tuteur entreprise. L'ensemble des rapports d'entretien que j'ai effectués ont permis de m'aider dans mon travail d'analyse.

Chaque mémoire est constitué d'une trentaine de pages et est fourni en annexe séparé. La trame des quatre rapports est la suivante et est divisé en deux parties :

### Historique du tronçon où se situe la *carrière\** :

- Présentation de générale de la nature des sols du *tronçon\**
- Détails des recherches de *carrières\** sur les différents lots.

### La *carrière\** ICPE RFF :

- Situation géographique de l'emprunt
- Interprétation des reconnaissances
- Les difficultés rencontrées lors de l'exploitation
- Le bilan quantitatif et qualitatif de l'emprunt
- Impact sur l'environnement : les mesures : bruits, vibrations et poussières
- La remise en état de la *carrière\**
- Les dates clés
- Conclusions

## II.4.3. Présentation de ces analyses

Il n'est pas concevable d'intégrer chaque mémoire de *carrière\* ICPE\** dans le mémoire du PFE. La raison est très simple, il s'agit d'un manque de place dans le rapport. En effet, l'ensemble des mémoires d'analyse totalise 120 pages. C'est pourquoi je propose de fournir ces rapports en annexes séparés. Cependant une conclusion synthétique est fournie dans ce mémoire.

## II.4.4. Synthèses des analyses

### II.4.4.1. *Carrière\** de Vitreux (lot A4)

L'ensemble des analyses et des explications qui ont été fournies dans ce rapport ont permis de tirer un certain nombre de conclusions.

- **En phase PRO**, l'interprétation *des sondages\** ont **bien mis en évidence la réelle qualité de l'emprunt**, ainsi que l'approximation des épaisseurs des couches géologiques.

- On savait que **avant d'ouvrir l'emprunt** que sa **qualité ne serait pas excellente** (voir début de page 10).
- Vu le **nombre très faible de carottages\***, Il est très **difficile de quantifier le phénomène de karstification de surface**.
- **L'interprétation** et les **prévisions de réutilisation** de matériaux ont été **trop optimistes**.
- **La nature est imprévisible**, et donc forcément, on est **obligé d'émettre des hypothèses**.
- La **découverte\* rocheuse** a été **sous estimée** et **non prévue en phase PRO**. Après analyse, en prenant le cas le plus défavorable, la **découverte\* rocheuse** aurait été de 9 m. En réalité, elle a été de 8.50 m. alors que les géologues avaient prévu une découverte de 4 m.
- **Si l'épaisseur réelle de découverte\* avait été indiquée au départ**, il y aurait eu **peu de chance que l'emprunt ne soit ouvert** pour raison de non rentabilité.
- Malgré la mauvaise qualité des matériaux de découverte, ces derniers ont pu être réutilisés car les besoins étaient divers. Notamment le besoin en matériau charpenté issu de la découverte rocheuse (pistes, purges) qui a augmenté vu les mauvaises conditions météorologiques.
- Les quantités de matériaux nobles extraits ont diminué et les matériaux charpentés ont augmenté vu les accidents géologiques rencontrés.
- **Le glissement de terrain n'a pas pu être prévu**. Si l'ensemble de l'emprunt avait pu être exploité, les objectifs d'extraction de matériaux nobles auraient été atteints.

Selon mon analyse les réels problèmes de l'emprunt de Vitreux sont dus :

- **Aux Prévisions de réutilisation** de matériaux qui ont été **trop optimistes**.
- **Au Manque de prudence dans l'estimation des accidents géologiques** qui pourraient subvenir.
- **A l'Insuffisance de sondages\* effectués dans la zone Nord**. En effet, aucune recherche de présence de karst n'a eu lieu dans l'emprunt. La raison est le coût très élevé de ces investigations.
- **Application du modèle géologique de la trace\* à l'emprunt**. Ce qui ne fut pas le cas, surtout au niveau de la karstification qui était plus marquée dans l'emprunt.

L'emprunt de Vitreux, n'a certes pas été de très bonne qualité, mais il y a également eu de très fortes contestations de la part de l'entreprise. Cet emprunt a tout de même permis de fournir environ 600 000 m<sup>3</sup> de matériaux qui ont été revalorisés.

En ce qui concerne l'emprunt de Vitreux, le bilan financier est négatif. Différents aléas ont eu lieu et ont compliqué l'exploitation de la *carrière\** : *minage\** de la *découverte\**, présence de *karts\** et de *failles\**, venue d'eau (source), éboulement du front de taille. Le principal événement qui heureusement n'a fait aucune victime, est l'éboulement du front de taille Nord.

Cependant pour l'environnement le bilan est très positif. L'ensemble de la *carrière\** est à l'heure actuelle remis en état. Le site de la *carrière\** a été à nouveau comblé et restitué à son propriétaire.



Figure 29 : Emprunt de Vitreux et zone de stockage

#### II.4.4.2. *Carrière\** de Voray (lot A4)

L'ensemble des analyses et des explications qui ont été fournies dans ce rapport ont permis de tirer un certain nombre de conclusions.

- **En phase PRO**, l'interprétation *des sondages\** ont **bien mis en évidence la réelle qualité de l'emprunt**, ainsi que l'approximation des épaisseurs des couches géologiques.
- **La *découverte\** argileuse n'était pas très importante** : 60 000 m<sup>3</sup>.
- La *découverte\** *minée\** a été de **bonne qualité** et a pu être réutilisée en tant que matériaux charpentés.
- Les **matériaux nobles** ont été de **très bonne qualité**, ce qui était prévisible du fait de l'**étage géologique** qui était du **Bathonien**.
- Le seul **inconvenient** de l'emprunt est la **distance qui sépare la *trace\** et l'*emprunt\****. L'unique **moyen de transport** qui a été utilisé est des **semi-remorques**.

L'*emprunt*\* de Voray a été pour RFF une réussite. 600 000 m<sup>3</sup> de matériaux ont pu être extraits et revalorisés.

Le bilan pour l'environnement est lui aussi très positif. La *carrière*\* est en cours de remblaiement et sera réaménagée et reboisée.



Figure 30 : Emprunt de Voray en cours de remblaiement

#### II.4.4.3. *Carrière*\* de Nouvelle (lot B1)

L'ensemble des analyses et des explications qui ont été fournies dans ce rapport ont permis de tirer un certain nombre de conclusions.

- **En phase REA**, les sondages réalisés par l'entreprise ont permis de **démontrer qu'il est possible de réaliser de la couche de forme\*** ferroviaire.
- Malgré quelques passages argileux, l'*emprunt* est de bonne qualité.
- **La découverte\*** argileuse est plus importante que prévue : 45 000 m<sup>3</sup> de matériaux de découverte supplémentaire ont été extraits.
- **La découverte d'un karst\*** au niveau du carreau final **n'a pas impacté l'exploitation de l'*emprunt*\***.
- **L'inconvénient** est que l'*emprunt* a **été ouvert après le terrassement de la trace\***. Il a donc fallu atteindre le niveau supérieur de l'*emprunt*\* afin d'exploiter le gisement.

L'*emprunt*\* de Nouvelle a été pour RFF une réussite. 700 000 m<sup>3</sup> de matériaux ont pu être extraits et revalorisés.

Le bilan pour l'environnement est lui aussi très positif. L'*emprunt*\* sera partiellement comblé et remis en état pour retrouver sa vocation agricole.



Figure 31 : Extraction dans l'emprunt de Nouvelle

#### II.4.4.4. Carrière\* d'Aibre (lot C1)

L'ensemble des analyses et des explications fournies dans ce rapport ont permis de tirer un certain nombre de conclusions.

- **La carrière\*** aurait dû subvenir au besoin en **couche de forme du lot C1 et C3**. Il a été décidé de ne **pas fournir C3**. Cela a été une bonne alternative, car la **qualité de matériaux** de l'emprunt n'aurait **pas permis** de produire **148 000 m<sup>3</sup> de couche de forme ferroviaire**.
- **L'entreprise** a dû **faire face aux différentes qualités de roches** de l'emprunt. **Davantage de stocks tampons** ont du être réalisés, ce qui **augmente le coût du granulat**.
- Le **pendage\*** de la roche a **bien été appréhendé**.
- La **séparation des étages géologiques** n'est **pas nette**. Il n'y a **pas d'homogénéité** du calcaire.
- Les **failles argileuses** ont été **sous estimées** en phase **PRO**. En phase **REA**, l'entreprise a dû **purger les passages argileux avant de miner la roche**.
- **Après minages**, des **matériaux pollués** par les argiles ont dus être **mis en dépôt**. Ce **volume** a été **restreint grâce** à la mise en place d'un **crible**.
- Les **stériles** ont été **revalorisés** grâce à un **traitement au liants hydrauliques** pour **conforter les piédroits de la tranchée couverte du bois de la Faye**.

L'emprunt\* d'Aibre a été pour RFF une réussite. 357 000 m<sup>3</sup>, soit 0.9 million de tonnes de matériaux ont pu être extraits et revalorisés.

Le bilan pour l'environnement est lui aussi très positif. La *carrière\** est en cours de remblaiement. A terme le terrain pourra retrouver sa vocation agricole.



Figure 32 : Emprunt d'Aibre en cours de comblement

#### II.4.5. Apports personnel de ce travail

L'analyse des *carrières\** ICPE\* de RFF a été pour moi très intéressante. En effet depuis mon plus jeune âge, je suis passionné par la géologie et les roches. Le fait de pouvoir m'entretenir avec des spécialistes de la géologie m'a été très bénéfique et m'a appris beaucoup de choses.

J'ai pu me rendre compte de la méthodologie de recherche de site de *carrière\**. Les difficultés de recherche de *carrières\** ont également pu être découvertes.

J'ai pu découvrir les différents types de *sondages\** qui existent pour déterminer la nature d'une roche ou d'un sol.

Les difficultés d'estimation des accidents géologiques (*karsts\**, remplissage argileux) ont été découvertes. Ceci est la source de discussions, comme nous allons le développer dans la partie retour d'expérience.

L'aspect indispensable et stratégique de la mise à disposition d'un emprunt à pu être découvert.

Cette partie de ce travail a été pour moi un auto-apprentissage. Afin de comprendre les natures des roches, des recherches ont dues être effectuées.

Les aléas rencontrés en phase travaux ont également été découverts.

#### II.5. Retour d'expérience des emprunts ICPE\* de RFF

Afin de comprendre le mémoire, il faut tout d'abord prendre connaissance de ce qu'est un retour d'expérience. Selon le dictionnaire Larousse, la définition est la suivante :

« *Le retour d'expérience exprime l'enrichissement des connaissances de l'entreprise à ses employés qui ont analysé et formalisé leurs expériences pour en faire profiter toutes les unités de l'entreprise* »

Appliqué à RFF, le but du retour d'expérience est double :

- Prendre en compte l'expérience des carrières de RFF de la LGV Rhin-Rhône pour améliorer les futures *carrières\** de RFF
- Capitaliser les connaissances en tenant compte des réussites ou des échecs.

Ce retour d'expérience a fait l'objet d'un rapport qui figure en annexe séparé.

### II.5.1. Points positifs

- Mise à disposition des emprunts par RFF aux entreprises.
- La maîtrise de RFF du foncier au niveau des emprunts est une très bonne chose.
- Extraction d'une très grande quantité de matériaux.
- Concertations très en amont de la population, réunions publiques, prise en compte de leurs remarques et souhaits.
- Respect de l'environnement. (suivi de procédures strictes encadrées par des organismes nationaux)
- Suivi de l'exploitation de la *carrière\** : mesure des bruits, poussières, vibrations. Présentation en mairie des résultats.
- Très bonne relation avec les services de contrôle de l'état.
- Remise en état du site. Comblement du site avec des matériaux issus des déblais inutilisables de la LGV.
- Réduction des zones de dépôts du fait du comblement avec des matériaux issus des déblais LGV.
- Favoriser les sites de *carrières\** en extension immédiate de la *trace\** afin de limiter les distances de transport.
- Analyse du bassin carrier existant pour voir s'il y a possibilité d'extension des *carrières\** existantes.

## II.5.2. Points négatifs

- Peu de *sondages\** dans l'emprunt : 2 *sondages carottés\** en moyenne effectués par le *maître d'œuvre\** dans les phases avant réalisation (APS, APD, PRO).
- Les *maîtres d'œuvres\** indiquent qu'ils se basaient essentiellement sur les déblais rocheux de *la trace\**. Comme les emprunts se situent en extension de déblai, ils supposaient que la qualité des matériaux seraient la même dans l'emprunt.
- Maquette géologique de la trace retenue pour l'emprunt ; avec validation des essais dans les emprunts.
- Pas d'essai sur la présence de *karst\** dans les emprunts. Impossibilité de déterminer quantitativement les remplissages argileux.
- Problème d'estimation de l'épaisseur de *la découverte\**.
- Remblaiement de l'emprunt de manière aléatoire.
- Grande quantité de réclamation de la part de l'entreprise concernant la qualité des matériaux.
- En phase PRO, on a émit l'hypothèse que la qualité des matériaux issus des emprunts situés à proximité immédiate de la *trace\** serait la même que ceux de la trace où l'on a fait un nombre conséquent d'essais. Ce qui n'a pas toujours été le cas lors de la LGV RR BE.
- Réduire au maximum les emprunts qui sont éloignés de la ligne pour éviter divers désagréments. (réduire les traversées des villages, nécessité d'élargir les routes, pour pouvoir faire transiter les camions pour transporter les matériaux).

## II.5.3. Pistes d'améliorations pour les futurs emprunts LGV

- Méthode de comblement bien définie avec des procédures de compactage.
- Séparer le lot emprunt du lot *terrassement\**.
- Anticiper la réservation des terrains concernant les conventions de *foretage\**.
- Augmenter les sondages dans *les carrières\**. Création d'une réelle maquette géologique.
- Faire des recherches de cavités dans les emprunts.
- Expliquer à l'entreprise travaux qu'il s'agit d'un site de *carrière\**, et qu'il y a différentes procédures à suivre par rapport à l'extraction.

- Imposer en phase *PRO*\* un ratio de sondages au m<sup>3</sup> de matériaux avant d'ouvrir une *carrière*\*. Il faut comparer le prix de quelques *sondages*\* *carottés*\* (négligeable) par rapport au surcoût qu'il peut y avoir après les travaux.
- Le problème qui peut se poser est le suivant : il est très difficile de s'assurer de la qualité, donc de la rentabilité d'un emprunt avec un nombre insuffisant de *sondages*\*.
- Il est à noter que dans le bâtiment, le DTU impose un ratio de *sondages*\* au m<sup>2</sup> pour déterminer le nombre de *sondages*\* à effectuer.
- Imposer et faire respecter à l'entreprise un réel plan d'exploitation de l'emprunt. Il ne s'agit pas d'un déblai rocheux courant, il s'agit d'une *carrière*\*. Les carreaux et les fronts de tailles successifs doivent être bien définis avant de débiter l'exploitation.
- Créer des paliers, des *carreaux*\* assez grands, pour pouvoir bien travailler, avoir une surface de travail assez grande.
- Effectuer toute la découverte\* de l'emprunt sur toute l'emprise avant le début de l'extraction. Ceci a pour but d'éviter qu'il y ait ruissellement des eaux qui implique le charriage des fines pour éviter de polluer les matériaux nobles en phase d'extraction.
- Lors de la déclaration à la DRIRE de la quantité des matériaux à extraire, « gonfler » les volumes. Prévoir de la marge en cas d'aléas climatiques, ou en cas d'aléas de chantier (purges non prévues, etc....).
- Imposer le balayage humide des chaussées. D'après l'expérience de la LGV Rhin-Rhône, il a tout d'abord été imposé le balayage sec, ce qui n'a pas été très efficace.
- Favoriser dans la mesure du possible des terrains communaux comme sites de carrières. Dans le cas de l'emprunt de Voray, les *droits de foretages*\* touchés par la mairie de Voray ont permis de réhabiliter une partie du village, l'école en particulier. Malheureusement, privilégier les sites communaux n'est pas toujours possible du fait de leur situation et de leur qualité.

## II.6. Pilotage de dossiers sur la thématique des carrières

Dès mon arrivée chez RFF, mon maître de stage m'a confié une mission de pilotage sur la thématique des *carrières*\*. Cette mission s'est poursuivie quotidiennement tout au long du PFE. Il s'agissait en fait de rassembler des éléments qui étaient produits par les *maîtres d'œuvre*\*.

Cette partie de ce mémoire a pour but de vous expliquer les missions de pilotage au niveau des *carrières*\* que j'ai effectuées. D'autres missions de pilotage sur les buses *en fonte*\* figurent dans la dernière partie de ce mémoire.

## II.6.1. Pilotage de dossiers dit « courants »

### II.6.1.1. Déclaration à la DRIRE de la production annuelle de chaque *carrière*\*

La première mission qui m'a été confiée est la suivante : RFF est exploitant des *carrières*\* de roches massives. C'est pourquoi la DRIRE demande à RFF de remplir une déclaration de production annuelle de chaque *carrière*\*.

Cette déclaration a été transmise aux *maîtres d'œuvre*\* qui l'ont fait parvenir aux entreprises afin qu'elles la remplissent. Lorsque que le *maître d'œuvre*\* a retransmis ce document au *maître d'ouvrage*\*, ma mission fut de vérifier cette déclaration. En effet, dans l'arrêté préfectoral de chaque *carrière*\* figure les renseignements suivants :

- Le tonnage maximal autorisé à produire par an
- Le tonnage total autorisé à produire pendant les 4 ans d'exploitation

Remarque : ces chiffres figurent également dans les dossiers *ICPE*\*.

Une fois la vérification faite en comparant les chiffres, les courriers ont pu être transmis à la DRIRE.

Un tableau a été également créé pour bien visualiser les tonnages autorisés et réellement produits. Ce tableau figure en annexe 9 et a pour but d'avoir une vision synthétique et globale de l'ensemble de la production de matériaux issus des emprunts RFF.

### II.6.1.2. La répartition de la production de chaque *carrière*

Mon maître de stage m'a proposé de créer un tableau qui a pour but de synthétiser les différents types de matériaux qui ont été produits dans chaque emprunt de RFF.

La procédure de pilotage a été la même qu'indiquée précédemment. Le tableau de synthèse est fourni en annexe 10.

Il faut remarquer que les données fournies par les entreprises ont posé certains problèmes.

Pour la *carrière*\* de Neuville et de Vitreux, l'emprunt était situé en extension de déblai de la LGV. Les entreprises n'ont pas dans leur suivi de cubature fait la séparation entre le déblai et l'emprunt.

Afin d'obtenir l'exactitude des volumes extraits dans l'emprunt deux solutions ont été proposées :

- Refaire une demande chez l'entrepreneur en séparant la production *carrière* et trace LGV. Le *maître d'œuvre*\* nous a indiqué qu'il était très difficile pour l'entreprise de retrouver ces volumes. Cette alternative a donc été abandonnée.

- Recherche dans le *mouvement des terres*\* de la phase *PRO*\* des prévisions d'élaboration de matériaux dans la *trace*\*. Il a donc fallu faire une soustraction : total - trace = emprunt.

La précision de cette méthode n'est pas bonne, car ce sont des données théoriques. Des incompatibilités ont d'ailleurs été remarquées. Cette méthode a été appliquée afin de fournir une première estimation des quantités.

Cependant, dans un souci de précision, une nouvelle demande a été faite au *maître d'œuvre*\* pour redemander aux entreprises le réel éclatement des cubatures. Ceci sera fait, mais les délais ne sont pas connus.

Les *carrières*\* ont permis de subvenir au besoin de 5.5 millions de tonnes de matériaux nobles, ce qui est pour le *maître d'ouvrage*\* une réussite.

### II.6.1.3. Courrier à la DRIRE

La DRIRE accompagnée du *MOA*\*, du *MOE*\* et de l'entreprise inspecte régulièrement les emprunts *ICPE*\*. A la suite de cette visite, la DRIRE fait des remarques concernant l'exploitation. Elle adresse un courrier à l'exploitant et doit lui fournir des explications.

Dans ce cas, il s'agissait d'une visite de la DRIRE du mois de novembre 2008 dans l'emprunt de Neuville. RFF et l'entreprise avaient déjà fournis des justificatifs concernant les remarques de la DRIRE.

Cependant, courant mars 2009 un courrier de la DRIRE a été adressé à RFF. Ce dernier indiquait que tous les éléments demandés par la DRIRE n'étaient pas fournis.

La première chose que j'ai faite est d'appeler le rédacteur de ce courrier pour lui demander précisément les éléments qu'il souhaitait.

Une fois les éléments demandés recueillis, un argumentaire a pu être fourni. Voici les interrogations ainsi que les réponses données par le *MOA* et l'entreprise :

- *Question de la DRIRE* : Réglementation mise en place concernant le port de la ceinture de sécurité des conducteurs d'engins.

→ *Réponse de l'entreprise* : obligation des conducteurs d'engins pour le port de la ceinture de sécurité. Ces points ont été abordés lors des quarts d'heure sécurité.

- *Question de la DRIRE* : absence de dalle béton étanche pour faire le plein des engins.

→ *Réponse de RFF* : Conformément à l'arrêté préfectoral, suite à une dérogation, aucun dispositif étanche n'a été mis en place.

- *Question de la DRIRE* : mesures mises en place pour limiter l'émission de poussières du type brumisateur.

→ *Réponse de RFF* : l'extraction se fait en « dent creuse », il y a donc une très forte limitation de l'émission de poussières. La poussière retombe donc sur le carreau de l'emprunt. Des dispositifs d'arrosages de pistes et de nettoyage de roues de camions ont été mis en place. Les relevés bruits, poussières et vibrations ont indiqué qu'aucun seuil n'a été dépassé. De ce fait, aucun dispositif de brumisation n'a été mis en place.

Les demandes d'information de la DRIRE m'ont permis de me rendre compte à quel point les ICPE sont surveillés de très près des organismes de l'état. Une très grande attention doit donc être émise quant au suivi des emprunts. La sécurité, le respect des normes ainsi que l'arrêté préfectoral doit être impératif au quotidien. Tout écart peut être sensiblement sanctionné pour les organismes de l'état, les tribunaux en général.

## II.6.2. Pilotage et l'envoi des dossiers de clôture de fin d'exploitation

Cette mission de pilotage des dossiers de clôture de fin d'exploitation des carrières m'a été confiée dans le cadre de mon PFE. Il faut savoir que le dossier est demandé par la DRIRE pour pouvoir clore le dossier d'exploitation de la *carrière*\*.

La citation de l'article 34 de l'arrêté préfectoral, indique :

L'exploitant doit adresser au Préfet, dès la fin des travaux d'exploitation et au moins un an avant la date d'expiration de l'autorisation, une notification de fin d'exploitation et un dossier comprenant :

- Le plan à jour de l'installation (accompagné de photos) comportant l'ensemble des informations prescrites à l'article 22 du présent arrêté.
- Le plan de remise en état définitif accompagné de profils en long et en travers.
- Un mémoire sur l'état du site.

Tous ces éléments sont demandés par le *maître d'ouvrage*\* au *maître d'œuvre*\*. En règle générale ce document est produit par l'entreprise.

Ma mission fut donc de piloter les *maîtres d'œuvre*\* afin qu'ils produisent ces éléments. Cependant après de nombreuses relances, les entreprises n'ont pas encore produit ces documents. Il faut savoir qu'il n'est pas possible de mettre la pression aux entreprises pour remettre ce document car les carrières ont une durée de vie variant de 3 à 4 ans à partir du démarrage de l'exploitation.

Le tableau ci-dessous indique les dates limites de remise des rapports un an avant la date d'expiration de l'autorisation.

	Durée de l'exploitation	Date d'obtention de l'AP	Date d'expiration de l'AP	Remise du rapport de fin d'exploitation (date buttoir)
Vitreux	4 ans	12/04/2006	12/04/2010	<b>12/04/2009</b>
Voray	4 ans	25/08/2006	25/08/2010	<b>25/08/2009</b>
Neuveville	3.5 ans	09/12/2006	09/05/2010	<b>09/06/2009</b>
Aibre	4 ans	14/05/2007	14/05/2011	<b>18/06/2010</b>

Tableau 4 : Les dates clés des emprunts

### II.6.3. Pilotage de la clôture des dossiers de récolement des carrières

Afin d'expliciter l'objet de ma mission, il faut tout d'abord comprendre ce qu'est un dossier de récolement de carrière\*. Les emprunts ICPE\* de RFF ont connue une phase études et une phase travaux. Une grande quantité de dossiers, de documents, d'échanges ont eu lieu. Olivier LEPRUNENEC, mon tuteur de stage a ouvert un dossier par carrière. Cependant ce dernier est désordonné et n'est pas classé par thème.

#### II.6.3.1. Objectif de la mission

L'objectif de ma mission est d'archiver les documents des dossiers ICPE. Cette mission a été effectuée à l'aide d'Irène FRENOT, archiviste chez RFF. A la fin de la mission, ces dossiers archivés ont été envoyés à Nantes aux archives nationales de RFF. Cette mission m'a été confiée par mon tuteur de stage, car les *carrières\** arrivent toutes en fin de vie. La remise en état est en cours et certaines d'entre elles sont d'ailleurs déjà remises en état. Peu d'éléments nouveaux vont s'y ajouter dans les prochains mois.

L'archivage et le classement s'est fait en deux temps :

- Version papier
- Version informatique : Scannage de la version papier

#### II.6.3.2. Démarche pour remplir la mission

La démarche choisie à l'aide de mon tuteur, Olivier LEPRUNENEC était la suivante :

- Recensement de tous les documents présents dans les dossiers ICPE\*
- Dégagement des principales grandes thématiques récurrentes
- Proposition d'un sommaire pour le recollement des dossiers ICPE\*
- Validation et modification du sommaire par Olivier LEPRUNENEC et Irène FRENOT
- Production la version papier du dossier de recollement
- Production de la version informatique du dossier de recollement

### II.6.3.3. Sommaire du dossier de recollement des ICPE

Le sommaire des dossiers ICPE validé par Olivier LEPRUNENEC et Irène FRENOT est donné ci-dessous. Nous avons décidé de séparer le sommaire des dossiers *ICPE\** en deux parties ; la phase étude et la phase travaux. Les quatre carrières ICPE de RFF ont été traitées de la même manière.

#### Phase Etude :

- Dossiers *ICPE\**
- Arrêtés préfectoraux de cet *ICPE\**

#### Phase Travaux :

- Courriers de demande de démarrage Préfet / DRIRE
- Dossier Santé et Sécurité
- Plans d'exploitation
- Rapports d'inspection DRIRE
- Mémoire de réponse aux inspections de la DRIRE
- Bilans qualitatifs annuels adressés à la DRIRE
- ***Correspondance divers DRIRE***
- Correspondance divers Maîtres d'œuvre / Entreprise
- ***Paiement des taxes (TGAP, etc.)***
- Mesures réalisées (bruits, poussières, vibrations, eaux, etc.)
- ***Dossier de fin d'exploitation***
- Dossier Photographies du site
- Rapport d'expertise exploitation
- Plaintes
- Accidents
- Incidents techniques

Les éléments qui figurent en *italique* sont des sous parties du dossier de recollement qui seront complétés dans le futur. Ces documents n'ont pas pu être classés car ils n'étaient pas en notre possession lors de l'établissement du dossier.

### II.6.3.4. Remarque concernant la production du dossier de recollement

La production de ce dossier de recollement m'a permis une nouvelle fois de bien prendre connaissance de l'ensemble des éléments qui constituent la vie de la *carrière\**. Le recollement est une étape longue, fastueuse et répétitive. C'est pourquoi l'aide de la responsable de la gestion documentaire de RFF a été très appréciée.

### III. Pilotage de dossiers techniques sur le thème de l'hydraulique

#### III.1. Loi sur l'eau

Les fondements de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 sont énoncés dans ses deux premiers articles, qui précisent que « l'eau fait partie du patrimoine commun » et que « sa protection et sa mise en valeur, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général ».

D'une part, cette loi vise en fait une gestion équilibrée de la ressource en eau en assurant la préservation des :

- écosystèmes aquatiques
- sites et des zones humides.

D'autre part, cette loi a pour but la protection contre toute pollution, le développement et la protection de la ressource en eau et sa valorisation économique.

C'est dans ce cadre que les autorisations de travaux sont accordées après Enquête Publique. Le dossier de demande d'autorisation a donc pour objet d'évaluer les effets du projet sur l'hydraulique et les milieux naturels associés, et de définir les dispositions à mettre en œuvre pour remédier aux impacts éventuels.

La procédure doit normalement être menée sur l'ensemble du projet concerné. Cependant, dans le cas d'une infrastructure importante, il est accepté le découpage du tracé en sous-bassins correspondant à des unités hydrographiques. Dans ce cas, chacune de ces unités fait l'objet d'un dossier de demande d'autorisation qui est soumis à enquête publique.

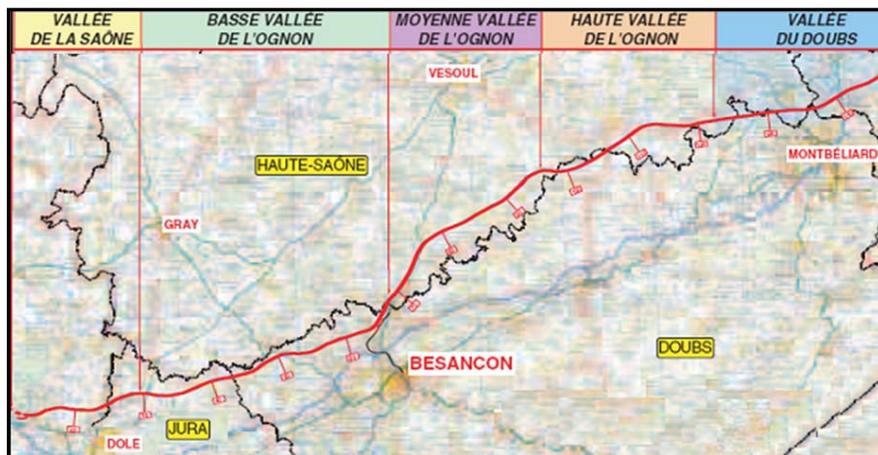


Figure 33 : Séparation en 5 unités hydrographiques de la LGV

## III.2. Présentation du sujet « *Buses en fonte* »

Les maîtrises d'œuvre ont constitué des dossiers de dérogation au référentiel technique du projet LGV. Ces derniers ont permis la pose transversale de buses en fonte sous remblais à la place de buses en béton.

Certains dossiers nécessitent des compléments techniques pour être recevables. Le but de ce travail est d'identifier les points bloquants des dossiers de dérogation par tronçon et de piloter leur clôture pour le printemps 2009.

Ce travail a été effectué à l'aide d'INEXIA (Bureau d'études filiale de la SNCF). Il est l'Assistant Technique au Maître d'Ouvrage et a permis de faire un point sur les éléments manquants de ces dossiers de dérogation.



Figure 34 : Tuyaux fontes

### III.2.1. Historique

L'historique du dossier « *buses fontes* » est en réalité assez complexe. Les buses sont des ouvrages hydrauliques destinés à rétablir la circulation des cours d'eau sur la LGV. Le diamètre nominal minimal qui est posé sous la LGV est de 800 mm. L'historique de ces buses fontes est lié à la construction des LGV lors des 10 dernières années.

- **LGV Méditerranée**

Lors de la construction de la LGV Méditerranée qui a débuté en 1996, le référentiel technique de la SNCF permettait de poser des buses fontes sous la trace de la LGV. A cette époque là, les buses fontes n'ont guère été utilisées car selon l'AMOT elles ne représentaient pas un intérêt économique.

- **LGV Est Européenne**

Suite à la non-utilisation des buses fontes sur la précédente LGV Méditerranée, les buses fontes ont été abandonnées dans le référentiel technique de la LGV Est. Ce chantier a débuté en 2002. Cependant, des buses fontes ont été posées par les entreprises sans que les maîtres d'œuvre ne soient au courant. En effet, une fois le tuyau posé, il est difficile de détecter si le

tuyau est en fonte ou en Béton Armé. En effet, le parement intérieur du tuyau fonte est du ciment, d'où sa confusion avec un tuyau béton armé.

- **LGV Rhin-Rhône**

Les entreprises ont décidé de mettre en place des tuyaux fontes en lieu et place d'éléments buses béton armé pour certains ouvrages hydrauliques et petite faune. Le maître d'ouvrage n'était pas au courant de la pose des buses fontes. C'est lors d'une visite de chantier, que mon maître de stage, Olivier Le Prunéec s'en est rendu compte. Le problème qui s'est posé est le suivant : le référentiel technique de la LGV Rhin-Rhône ne permet pas non plus l'utilisation des buses fontes. Ce produit étant différent de la buse béton classiquement utilisée, il a été décidé de traiter cette évolution sous forme de dérogation.

### III.2.2. Comparatif des buses en béton armé et des tuyaux en fonte

La comparaison des tuyaux fontes et des buses béton armé peut se faire de la façon suivante :

- **Tuyaux fontes**

Avantages	Inconvénients
Longueurs des éléments fonte (6m) > éléments béton (2.50m)	Déformabilité sous forte charge (ovalisation)
Facilité de mise en œuvre	Pas de retour d'expérience
Rapidité de mise en œuvre	Interférence avec des courants vagabonds

Tableau 5 : Analyse des avantages des tuyaux fontes

- **Tuyaux Béton Armé**

Avantages	Inconvénients
Rigidité du tuyau	Peu ou pas de déformations
Bon retour expérience (bonne tenue dans le temps)	Faible longueur de tuyau disponible
Bonnes techniques de réparation (tubage avec tuyau fonte)	

Tableau 6 : Analyse des avantages tuyaux Béton Armé



Figure 35 : Buse fonte



Figure 36 : Pose de buses béton

### III.2.3. Identification des points bloquants

#### III.2.3.1. Présentation

Les premières *buses en fonte\** ont été posées fin juillet 2006. Le rétablissement de la circulation hydraulique est en règle générale l'une des premières phases de travaux qui est réalisée. La découverte de ces buses en fonte s'est faite par le *maitre d'ouvrage\** courant octobre 2006.

Deux organismes décident de la validation des dossiers de dérogation :

- CERTIFER organisme de certification ferroviaire
- Le GID (Gestionnaire des Infrastructures Délégées)

La volonté de l'assistant à maître d'ouvrage (INEXIA) était de faire un dossier de dérogation pour l'ensemble des buses fontes qui ont été posées. Cependant, le GID a demandé un dossier de dérogation par buses posées.

Au début de ma mission, 28 dossiers de dérogations n'ont pas été validés.

#### III.2.3.2. Détails des points bloquants

Les principaux points bloquants selon CERTIFER sont les suivants :

##### III.2.3.2.1. Notes de calculs manquantes

Il y a un problème de compatibilité de logiciel de calcul. Le fabricant des tuyaux fontes, PAM, filiale de Saint-Gobain, dispose d'un logiciel de calcul qui n'est pas celui requis par le référentiel technique. Le fabricant a essayé de faire valider son logiciel de calcul mais sans succès.

### III.2.3.2.2. Contrôle de compacité

Les essais de compacité sont effectués à l'aide de l'essai au panda. Ce contrôle doit se faire en deux temps :

- Sur le sol support : la qualité de compactage doit être de Q4 (selon ST 590 B)
- Au dessus du tuyau : la qualité de compactage doit être de Q3 (selon ST 590 B)

Dans certains cas, le maître d'œuvre a conseillé de caler et d'enrober le tuyau fonte à l'aide de béton. Le compactage des parties inférieures des tuyaux (dit reins) est, en effet, très difficile à partir d'un tuyau de diamètre 1000 mm. C'est pourquoi, la meilleure solution est l'enrobage béton.

### III.2.3.2.3. Calcul de la ligne d'eau

Une différence notable entre les buses bétons et les tuyaux fontes est la rugosité. Elle se traduit par un coefficient de Manning Strickler qui est le suivant :

	Fonte	Béton
Coefficient de Manning Strickler	90	75

**Tableau 7 : Valeurs des différents coefficients de Manning Strickler**

La vitesse dans le tuyau fonte est donc plus rapide que dans la buse béton. L'effet de cette vitesse pourrait avoir pour conséquence l'affouillement de la tête de buse coté aval. Une des solutions serait de mettre en œuvre des enrochements percolés à l'exutoire du tuyau.

### III.2.3.2.4. Influences de la circulation de courants électriques dans les sols sur la corrosion des structures métalliques enterrées. (Tuyau en fonte ductile)

Des essais ont eu lieu chez le fabricant du tuyau fonte à Pont à Mousson et les conclusions sont les suivantes :

Les courants électriques pouvant circuler dans les sols et rencontrer des structures métalliques enterrées sont :

- Soit des **courants continus**, provenant notamment d'installations à courant de traction des motrices des TGV. A l'heure actuelle, le projet de norme européenne prEN 50162 n'est pas encore finalisé.

- Soit des **courants alternatifs**, provenant notamment d'installations à courant de traction (SNCF), de prises de terre de pylônes (lignes à haute tension) ou de câbles haute tension enterrés. Le courant de fuite tend à utiliser les chemins de moindre résistance pour retourner à la sous-station. **Une canalisation en fonte ductile ne constitue pas un chemin de moindre résistance pour les courants de fuite.**

Si une structure métallique est parcourue par un courant électrique, une sortie de courant se traduit par une oxydation de métal au point de sortie.

Les principaux points bloquants selon GID sont les suivants :

#### III.2.3.2.5. Contrôle des déformations (ovalisation) suite au compactage du tuyau

Des relevés dans le tuyau ont permis de déceler s'il y avait un phénomène d'ovalisation. Cette ovalisation permet de mettre en évidence des fissures dans le ciment formant l'habillage intérieur de la buse fonte.

Une visite a été faite par RFF (maître d'ouvrage) et INEXIA (assistant technique maître d'ouvrage) à l'usine de Pont à Mousson. Des essais de charge sur des tuyaux  $\phi$  1000 mm ont été effectués dans le Laboratoire de Saint Gobain. Le but était de déterminer le pourcentage de flèche admissible en restant dans la phase élastique du tuyau. Les résultats sont les suivants :

Flèche	Déformation	Phase du matériau
4 cm	4 %	Elastique
8 cm	8 %	Elastique
10 cm	10 %	Début de la plastification

**Tableau 8 : Essai de déformations sur les tuyaux fontes**

La valeur « seuil » retenue pour un travail du matériau en phase élastique est de 4%.

#### III.2.3.2.6. Méthode de réparation des buses fontes

Les principales causes de détérioration sont la fissuration et l'ovalisation du tuyau fonte. Il existe deux types de réparation possible suite aux fissures. Le parement du tuyau fonte est en ciment alumineux.

- Application de mortier de réparation : pâte prêt à l'emploi
- Tubage du tuyau par insertion d'un tuyau fonte de diamètre plus faible. Il est à noter que la méthode de réparation des buses bétons est l'introduction d'un tuyau fonte.

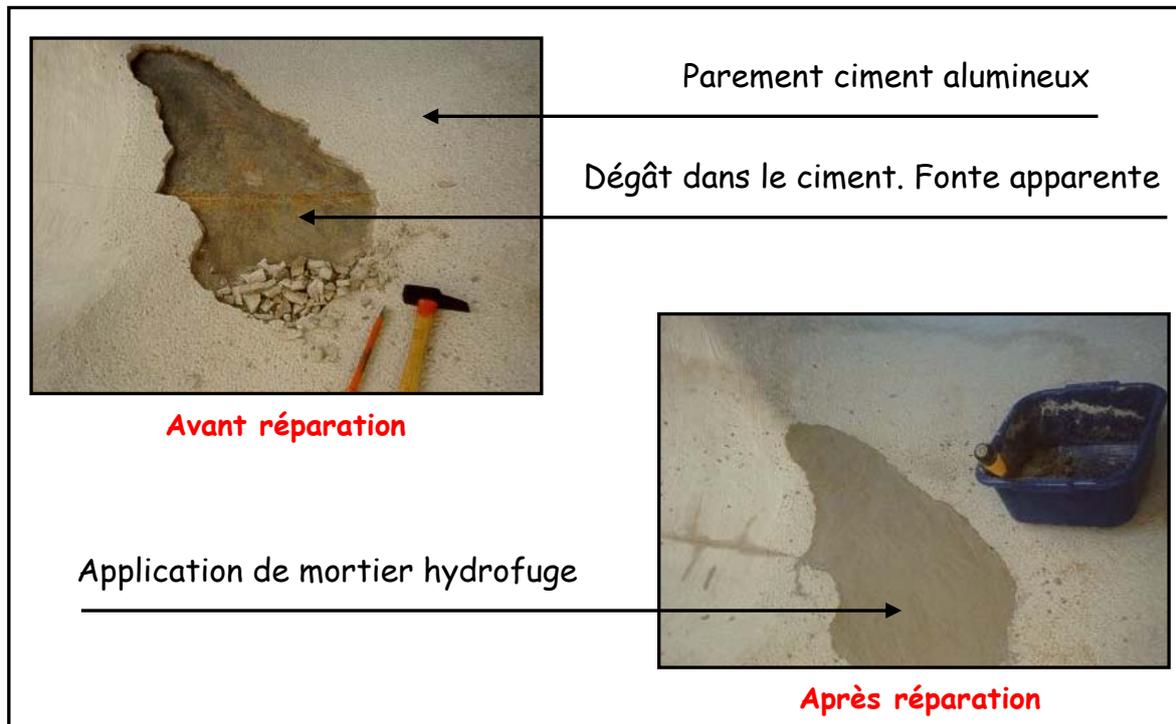


Figure 37 : Méthode de réparation du parement ciment du tuyau fonte

### III.2.4. Pilotage des dossiers techniques

Certains dossiers de dérogations ont déjà été validés par CERTIFER et le GID. Cependant, un certain nombre de dossiers dont s'occupait l'AMOT ont pris du retard. La volonté d'Olivier LEPRUNENEC, responsable de l'unité technique est d'accélérer l'avancement de ces dossiers. Ainsi ma deuxième mission de mon stage m'a été confiée. Le fait que le maître d'ouvrage fasse pression directement sur les maîtres d'œuvre a fortement accéléré l'avancement des dossiers.

#### III.2.4.1. Définition du pilotage d'opérations

Il faut savoir qu'avant de commencer mon Projet de Fin d'Etudes, le pilotage était pour moi une opération qui m'était peu connue.

La Direction d'Opération de la LGV Rhin-Rhône Branche Est où j'effectue mon PFE a pour principale activité de faire du pilotage.

Afin de comprendre ce qu'est le pilotage, il faut tout d'abord expliquer le fonctionnement et l'interaction entre les différents intervenants : le *maître d'ouvrage\**, le *maître d'œuvre\** et les entreprises.

- Le *maître d'ouvrage\** : c'est le donneur d'ordres. Il indique au maître d'œuvre les travaux qu'il veut faire réaliser par l'entreprise. Le *maître d'ouvrage\** ne traite pas directement avec les entreprises.
- Le *maître d'œuvre\** : il fait l'intermédiaire entre l'entreprise et le maître d'ouvrage. Il fait appliquer les ordres du *maître d'ouvrage\**. Il fait également remonter les informations des entreprises au *maître d'ouvrage\**.

Dans le cas de ma mission de pilotage de dossiers de dérogation sur les *buses en fonte\**, le pilotage peut être comparé à une mission de coordination et de gestion.

#### III.2.4.2. Organisation des dossiers de dérogations

Les dossiers de dérogations ont été ouverts par les *maîtrises d'œuvre\** car les entreprises avaient choisit de poser des buses en béton à la place des tuyaux en BA. La raison de ce choix a été détaillée ci-dessus.

Le problème qui s'est posé est que les buses fontes ne font pas partie intégrante du référentiel technique de la SNCF. Tout autre procédé qui ne figure pas dans le référentiel technique doit faire l'objet d'une demande de dérogation.

Le but de la dérogation est d'avoir la certitude et l'assurance de la qualité des matériaux mis en œuvre. Les matériaux doivent être conformes, aptes et durables pour assurer la durée de vie de l'ouvrage qui est fixée à 100 ans.

Les experts de l'assistant à *maîtrise d'ouvrage\** (INEXIA) demandent un certain nombre d'éléments à produire soit par le maître d'œuvre soit par l'entreprise. Ces éléments ont été décrits auparavant.

La communication entre les différents intervenants dans les dossiers de dérogations doit être respectée et est indiquée ci-dessous.

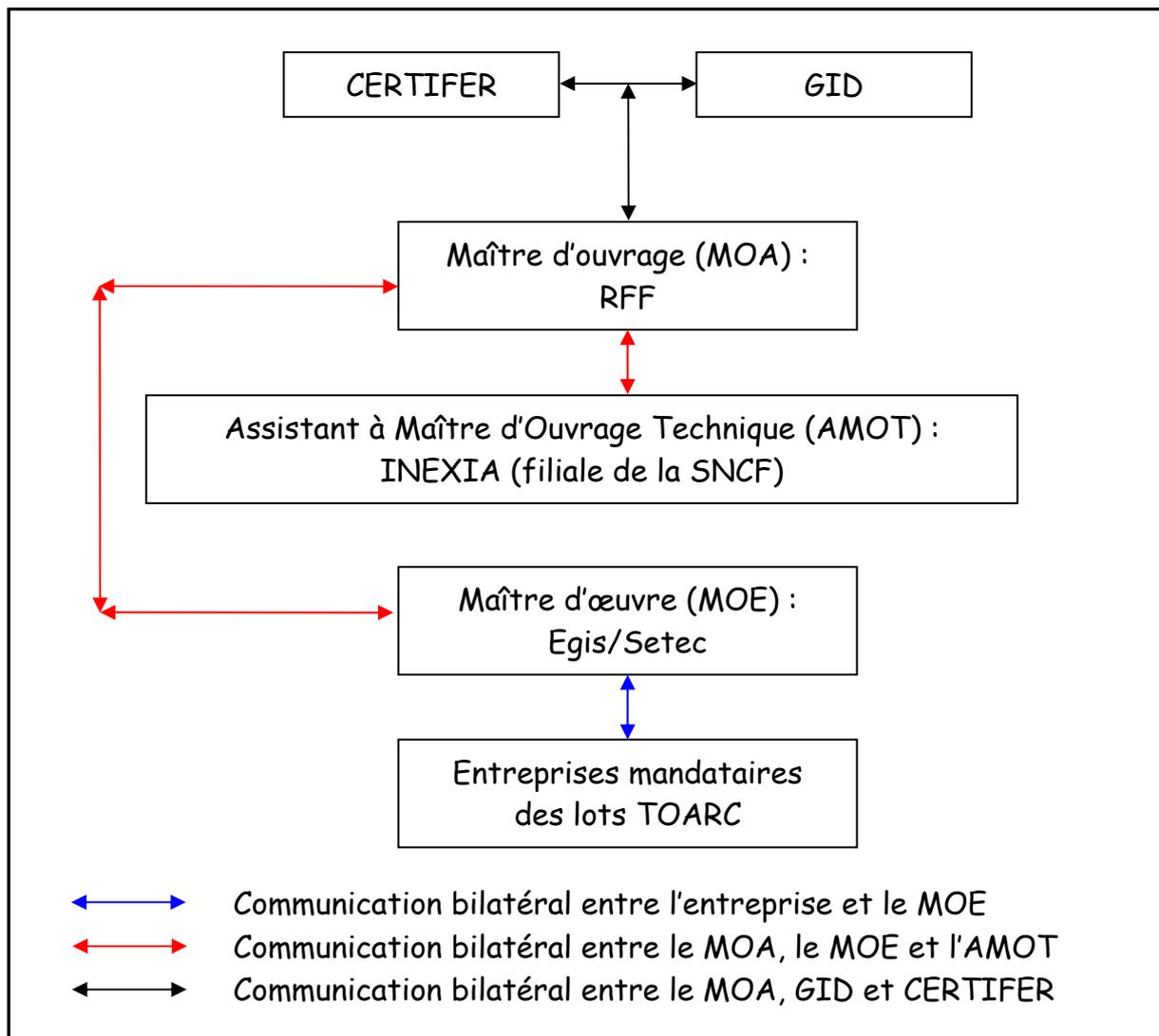


Figure 38 : La communication entre les différents intervenants

### III.2.4.3. Cheminement des informations des dossiers de dérogations

Le cheminement des éléments est identique au schéma ci-dessus:

- Demande d'éléments de la part des experts d'INEXIA
- Transmission à l'AMOT\*
- Transmission **obligatoire** au MOA\*
- Transmission au MOE\*
- Transmission aux entreprises

Remarques importantes :

- Le *maître d'ouvrage\** et l'entreprise ne sont jamais en relation directe. L'intermédiaire doit toujours être fait par le maître d'œuvre car ce dernier est le représentant et le « sachant technique » du *maître d'ouvrage\**. Le *maître d'œuvre\** protège en quelque sorte le *maître d'ouvrage\**.
- Il n'y a jamais de communication directe entre l'*AMOT\** et le *MOE\**. Chaque dossier doit transiter par le *MOA\**. La raison est que le pôle technique de RFF souhaite piloter, et avoir le contrôle des échanges entre les deux parties.

#### III.2.4.4. Problématique de ces dossiers de dérogation

Les dossiers de dérogation est une procédure en théorie relativement simple, mais qui est en pratique très lourde.

Le problème qu'il se pose est le manque de réactivité de la part des *maîtres d'œuvre\** et des entreprises quant à la production des éléments demandé par l'*AMT\**. En effet, la découverte de la pose des premières *buses en fonte\** à débuté courant de l'été 2006. Les premiers dossiers de dérogations ont été ouverts en octobre 2006. On voit donc bien ici la lenteur de l'avancement de la procédure. C'est pourquoi que Olivier LEPRUNENEC à décidé de me missionner pour clore les dossiers de dérogations sur les *buses en fonte\**.

#### III.2.4.5. Démarche pour remplir la mission

Après discussion avec mon maître de stage entreprise, Olivier LEPRUNENEC, la démarche de pilotage des dossiers a été la suivante :

- Déterminer à l'aide de l'*AMOT\** la liste des dossiers de dérogation incomplets qui n'étaient pas encore validés. Ils étaient au nombre de 28.
- Identifier, au cas par cas, chaque élément manquant. Le tableau de suivi des dossiers de dérogation des *buses en fonte\** figure en annexe 11.
- Ensuite a débuté un travail de pilotage chez les *maîtrises d'œuvre\** pour rassembler les éléments manquants. Beaucoup de contacts par mails ou téléphoniques ont eu lieu avec l'*AMT\** et les *maîtres d'œuvre\**. Afin de faciliter le travail des *maîtres d'œuvre\**, un listing des éléments manquants à produire a été dressé. Des dates butoirs de rendu des éléments ont été fixées. Cependant, très souvent ces dates n'ont pas été respectées. Les raisons sont diverses et sont souvent dues à un manque de réactivité du *maître d'œuvre\** et de l'entreprise. Afin d'accélérer la collecte des éléments, il a été décidé avec l'*AMT\** d'organiser une réunion avec les *maîtres d'œuvre\**.
- Réunion chez RFF avec les *maîtrises d'œuvre\** pour expliciter les éléments manquants. Le but de cette réunion est de discuter, d'échanger sur les éléments

manquants ainsi que de les expliciter. Cette réunion a permis de faire un grand pas en avant, car chaque *maître d'œuvre*\* a dès ce moment clairement su quel élément il devait encore produire. Des dates de remise des éléments ont également été imposées.

- Suite à cette réunion, une relance permanente a eu lieu afin de leur rappeler les éléments qu'ils devaient nous fournir.

Une fois les éléments rassemblés, ma mission était de transmettre ces éléments à l'AMT. Ces derniers ont ensuite transmis ces éléments à leurs experts qui ont émis un avis : « l'avis AMT ».

Les avis AMT demandent généralement des compléments qui peuvent être les suivants :

- Confirmation de la qualité du compactage au niveau des reins de la buse
- Mise en place d'enrochement en sortie d'ouvrage en cas de vitesse élevée pour éviter l'affouillement.

Dans ces deux cas, une nouvelle boucle doit être lancée : demande de la confirmation des essais de compactage et mise en place d'enrochement en sortie d'ouvrage.

Une fois que la *maîtrise d'ouvrage*\* a reçu tous les éléments, elle les transmet à l'*AMOT*\*. Si l'*AMOT*\* juge que la demande de dérogation peut être acceptée, il émet « une approbation » de la dérogation.

Cette approbation est signée par le *maître d'ouvrage*\*, l'assistant à *maîtrise d'ouvrage*\* et le *maître d'œuvre*\*.

Cette démarche clôture et ferme la demande de dérogation. Chaque buse (traversée sous la LGV) a été traitée de cette manière.

#### III.2.4.6. Conclusion sur la mission de pilotage des dossiers buses en fonte

La mission de pilotage m'a permis d'apprendre et de me rendre compte de plusieurs choses :

- *Au niveau des demandes de dérogations :*

La construction d'une LGV ne se fait pas de n'importe quelle manière. Chaque matériau mis en œuvre doit être conforme à la spécification technique de la SNCF. Si ce n'est pas le cas, une dérogation (comme pour les buses fontes) doit être ouverte. Cette dérogation a pour but de confirmer que le produit est bien apte à être utilisé dans la construction d'une LGV.

- *Au niveau du pilotage :*

RFF doit assurer au GID et à CERTIFER, les futurs gérants du réseau que la LGV répond bien aux normes de sécurité. C'est pour cette raison que ces demandes de dérogations ont été

ouvertes. Le pilotage n'a en fait aucune mission de production de documents, c'est plutôt une mission de coordination et de gestion des *maîtres d'œuvre*\*. La mission de pilotage est intéressante, cependant elle peut être frustrante. En effet, le rôle du pilote est de donner des ordres, de faire produire aux autres. Ce qui implique des fois des tensions entre les *maîtres d'œuvre*\* et le *maître d'ouvrage*\* lors des relances.

- *Qualités nécessaires pour être un bon pilote :*
  - **Etre très clair et très précis dans sa demande :** dans un souci d'efficacité et de compréhension de la part du destinataire qui doit produire des éléments.
  - **Fixer des dates de rendu des éléments :** il faut toujours fixer des échéances qui sont appréhendables par la personne qui doit produire. Le but est d'obtenir à la date prévue les éléments.
  - **Suivi du planning de rendu des éléments :** la personne qui n'a pas rendu un document en temps voulu doit obligatoirement se faire rappeler à l'ordre. Sans pour autant aggraver l'interlocuteur.
  - **Relance en cas de dépassement de délais impartis :** Il faut faire comprendre au producteur qu'il doit fournir les éléments le plus rapidement. Le suivi du planning et la relance est aussi une preuve de suivi et de crédibilité auprès du producteur de documents.
  - **Respect du travail et compréhension de la personne qui produit les éléments :** la grande qualité d'un pilote est de se faire respecter sans frustrer l'interlocuteur. Il faut comprendre qu'il est possible que cette dernière ait d'autres priorités. Pour cela, il faut en discuter ensemble.
  - **Informé le supérieur hiérarchique des échanges qu'il y a entre le pilote et le producteur d'éléments :** le fait que les supérieurs hiérarchiques soient au courant des échanges, cela ajoute un poids dans la valeur de l'échange. En pratique, il s'agit dans les courriels, de mettre en copie les supérieurs hiérarchiques. S'il y a vraiment un problème de respect de délai, il faut alors prendre contact directement avec le supérieur hiérarchique de la personne.

### III.2.5. Retour d'expérience sur les dossiers buses en fonte

#### III.2.5.1. Levé des interrogations de CERTIFER et du GID

Le dossier buses en fonte a permis de révéler qu'il n'y a aucune inquiétude à avoir concernant les éléments suivants :

- **La résistance mécanique. Des notes de calculs ont été fournies.**

- **Contrôle de compacité des reins de l'ouvrage : difficultés pour rassembler les informations.**
- Calcul de la ligne d'eau (vitesse dans le tuyau) : **la vitesse dans le tuyau fonte est donc plus rapide que dans la buse en béton.** L'effet de cette vitesse pourrait avoir pour **conséquence l'affouillement** de la tête de buse **côté aval**. la solution serait de **mettre en œuvre des enrochements percolés à l'exutoire du tuyau.**
- **Influences de la circulation de courants électriques** dans les sols sur la corrosion des structures métalliques enterrées. Tuyau en fonte ductile : **pas d'interaction du fait de la protection en ciment.**
- **Contrôle des déformations (ovalisation)** suite au compactage du tuyau : très faible ovalisation des tuyaux. **Souvent inférieure à 0.5%** (même pour des remblais de grande hauteur supérieure à 10mètres), contre 4% autorisée.
- **Méthode de réparation des buses en fonte : procédure validée par l'AMT**

### III.2.5.2. Pistes d'amélioration

- Faire entrer les buses en fonte dans le référentiel technique de la SNCF
- Faire un enrobage des reins de l'ouvrage en béton pour s'affranchir des problèmes d'essais de compactages
- Mettre en place un aménagement en sortie d'ouvrage type enrochement percolé lors de vitesse dans l'ouvrage élevé.

Les entreprises ont choisit de mettre en œuvre des buses en fonte à place de tuyaux en Béton Armé. L'avantage majeur pour l'entreprise est le gain de temps lors de la pose des tuyaux. Ces gains de temps sont cependant absorbés par la dépense de temps et d'énergie de la part du maître d'ouvrage et des maîtres d'œuvre pour faire valider les dossiers de dérogation. Dans de prochains projets LGV, dans un souci de rentabilité et d'efficacité, il faudrait :

- Soit, faire entrer dans le référentiel technique de la SNCF les buses en fonte.
- Soit, interdire la pose des buses en fontes si elles ne figurent pas dans le référentiel technique.

# Conclusion

Dans le cadre de mon stage de dernière année, j'ai effectué mon Projet de Fin d'Études au sein de l'EPIC Réseau Ferré de France à Besançon. Ce PFE s'est déroulé côté maîtrise d'ouvrage, au sein de la Direction d'Opération de la LGV Rhin-Rhône Branche Est. Ce PFE a été très bénéfique et très intéressant à tous points de vue.

Mon tuteur Entreprise, Olivier LEPRUNENEC, que je remercie pour son aide et sa disponibilité m'a proposé un sujet de PFE en accord avec mon profil et mes expériences passées. La thématique est le Génie Civil et plus particulièrement le *terrassement\** et *l'assainissement\**. Le sujet s'est ainsi décliné en trois parties complémentaires. Tout d'abord l'analyse des *carrières de roches massives\** ouvertes par RFF. Ensuite le pilotage de dossiers sur les *carrières\**. Puis enfin le pilotage de dossiers des *buses en fonte\**.

Ma principale mission était de faire un travail d'analyse des *carrières de roches massives\** ouvertes par RFF. Les objectifs de ce travail d'analyse sont doubles. Il s'agit d'établir un mémoire sur la vie de la *carrière\** ainsi que d'analyser techniquement chaque site de *carrière\**.

Pour réaliser mes missions, j'ai rencontré des interlocuteurs qu'ils soient *maîtres d'œuvre\** ou *maîtres d'ouvrage*. Ces derniers ont répondu à mes questions et m'ont retracé l'historique de chaque *carrière\**. Des rapports d'entretien ont été rédigés et m'ont permis l'établissement des analyses. Afin de parfaire ces analyses j'ai dû prendre connaissance de l'ensemble des éléments qui ont marqué la vie de la *carrière\**. Ces éléments sont disponibles chez RFF.

Les entretiens avec les *maîtrises d'ouvrage\** et *maîtrises d'œuvre\** m'ont beaucoup apporté et ont enrichi mes connaissances personnelles.

J'ai pu découvrir et m'intéresser à l'aspect stratégique des *carrières\**. En effet, s'il y a présence d'un gisement rocheux, il est indispensable d'ouvrir une *carrière de roches massives\** pour les besoins du chantier. RFF a choisit de mettre à disposition les emprunts pour les entreprises travaux. Selon les emprunts, la qualité et la pertinence de l'emprunt est discutable. Des constatations ont été faites concernant l'exploitation du site. Pour cette raison RFF a décidé de faire un retour d'expérience sur les *carrières de roches massives\**.

Après l'analyse et la rédaction des quatre mémoires de carrières, un retour d'expérience sur les *carrières de roches massives\** a pu être établi. Ce retour d'expérience comporte trois parties : les points positifs, les points négatifs et la proposition de pistes d'amélioration pour les emprunts futurs. Ce retour d'expérience servira à RFF pour améliorer les emprunts futurs et s'inspirer de ce qui s'est fait sur la LGV Rhin-Rhône.

Le pilotage de dossiers sur les *carrières\** m'a permis de participer à la vie de la *carrière\**. Des échanges avec les *maîtres d'œuvre\** et certaines institutions de l'état comme la DRIRE ont eu lieu. Ce pilotage m'a permis de me pencher sur la constitution des dossiers ICPE ainsi que des arrêtés préfectoraux sur les *carrières\**. J'ai pu comprendre la procédure qui a été mise en place pour ouvrir une *carrière de roches massives\**, qui n'est pas évidente. En phase

travaux les mesures de contrôle mises en place par l'entreprise ainsi que par la DRIRE ont été découvertes.

Le pilotage de dossiers sur les *buses en fonte\** m'a permis de me rendre compte que la construction d'une LGV ne se fait pas de n'importe quelle manière. Elle doit suivre des règles strictes. Chaque matériau mis en œuvre doit être conforme à la spécification technique de la SNCF. Si ce n'est pas le cas, une dérogation (comme pour les *buses en fonte\**) doit être ouverte. Cette dérogation a pour but de confirmer que le produit est bien apte à être utilisé dans la construction d'une LGV. Par ailleurs, suite à ce pilotage sur le dossier *buses en fonte\**, un retour d'expérience a également pu être établi.

Le pilotage n'a en fait aucune mission de production de documents, c'est plutôt une mission de coordination et de gestion des maîtres d'œuvre. La mission de pilotage est intéressante, cependant elle peut être frustrante. En effet, le rôle du pilote est de donner des ordres, de faire produire aux autres. Ce qui implique parfois des tensions entre les *maîtres d'œuvre\** et le *maître d'ouvrage\** lors des relances.

La *maîtrise d'ouvrage\** a aussi été découverte par l'intermédiaire de ce PFE. Le travail de pilotage d'opérations a pu être découvert. En effet, en parallèle de l'analyse de chaque site de *carrière\* ICPE\* RFF*, des missions de pilotage sur les *carrières de roches massives\** ainsi que des *buses en fonte\** ont été effectuées. Par cet intermédiaire, j'ai pu découvrir l'importance du rôle du *maître d'ouvrage\** sur un tel chantier.

Les missions ainsi que l'interaction des entités : *maître d'ouvrage\**, *maître d'œuvre\** et entreprise ont pu être éclaircies et comprises.

Ce PFE est allé au-delà de ses objectifs, il ne s'est pas arrêté aux limites du sujet proposé par mon tuteur Olivier LEPRUNENEC. En effet, j'ai pu tout au long de mon stage faire des visites de chantiers qui ont été extrêmement intéressantes : visite de *carrières\** de ballast, percement du tunnel de Chavanne, lancement du viaduc de la Savoureuse, visite de l'intérieur de viaducs, etc. En effet, le percement d'un tunnel ainsi que le lancement d'un viaduc resteront gravés dans ma mémoire car ce sont des opérations qui me passionnent et auxquelles j'attendais d'assister depuis mon plus jeune âge.

J'ai eu la chance de côtoyer, m'entretenir et d'échanger avec une multitude de personnes très compétentes qui ont pris le temps de m'expliquer beaucoup de choses. Je tiens particulièrement à tous les remercier, qu'ils soient *maîtres d'ouvrage\** ou *maîtres d'œuvre\**, pour leur disponibilité. Grâce à ma volonté de toujours vouloir en savoir plus, mes connaissances en géologie, en géotechnique, en *terrassements\**, en *ouvrages d'art\** et en équipements ferroviaires ont pu être approfondies.

J'espère qu'au travers de ce mémoire, j'ai pu vous faire part de ma passion pour le Génie-Civil. Ces vingt semaines de stage chez Réseau Ferré de France ont parfaitement clôturé ma formation à l'INSA de Strasbourg. Le fait d'avoir eu la chance d'être au cœur de la direction d'opération d'un grand projet tel la construction d'une LGV m'a procuré beaucoup de bonheur et de satisfaction. Ceci n'a fait qu'accroître ma motivation pour travailler dans le domaine des grands travaux.

# Table des illustrations



*Figure 39 : Purge\* de la PST\**

# Les figures

Figure 1 : Pose du tablier* du viaduc de la Linotte - Ormenans.....	4
Figure 2 : Logo de l'EPIC.....	10
Figure 3 : Coordonnées de RFF à Besançon.....	12
Figure 4 : Locaux de RFF à Besançon.....	13
Figure 5 : Les trois branches du projet LGV Rhin-Rhône.....	14
Figure 6 : Début du chantier le 3 juillet 2006.....	15
Figure 7 : Carte présentant le découpage en tronçon de la 1ère phase de la LGV Rhin-Rhône branche Est.....	15
Figure 8 : Viaduc* de la Savoureuse en construction.....	16
Figure 9 : Percement du tunnel de Chavanne.....	17
Figure 10 : Les financeurs des LGV Rhin-Rhône Branche Est.....	18
Figure 11 : Temps de parcours.....	18
Figure 12 : Planning de réalisation.....	19
Figure 13 : Le projet de Branche Ouest.....	20
Figure 14 : La Branche Sud au cœur du réseau européen à grande vitesse.....	21
Figure 15 : photo aérienne de la carrière* de Neuville le 27/11/2008.....	22
Figure 16 : Synoptique du mouvement des terres : (Source document communication RFF).....	25
Figure 17 : Coupe type sur plate-forme LGV en remblai*.....	28
Figure 18 : Mise en œuvre du corps de remblai + traitement aux liants hydrauliques*.....	29
Figure 19 : Photo de la PST*, couche de forme* et sous couche*.....	30
Figure 20 : Détails voie + ballast.....	30
Figure 21 : Les mesures prises en phase travaux : clôtures pour les amphibiens.....	37
Figure 22 : Remblaiement de l'emprunt de Vitreux.....	39
Figure 23 : Schéma du réaménagement de l'emprunt.....	40
Figure 24 : Emprunt avant comblement.....	41
Figure 25 : Emprunt après comblement.....	41
Figure 26 : Implantation des carrières RFF.....	42
Figure 27 : Situation du déblai 222 + zone de stockage + emprunt non exploité.....	44
Figure 28 : Extraction à Ormenans dans le déblai 222.....	45
Figure 29 : Emprunt de Vitreux et zone de stockage.....	48
Figure 30 : Emprunt de Voray en cours de remblaiement.....	49
Figure 31 : Extraction dans l'emprunt de Neuville.....	50
Figure 32 : Emprunt d'Aibre en cours de comblement.....	51
Figure 33 : Séparation en 5 unités hydrographiques de la LGV.....	60
Figure 34 : Tuyaux fontes.....	61
Figure 35 : Buse fonte.....	63
Figure 36 : Pose de buses béton.....	63
Figure 37 : Méthode de réparation du parement ciment du tuyau fonte.....	66
Figure 38 : La communication entre les différents intervenants.....	68
Figure 39 : Purge* de la PST*.....	75
Figure 40 : Atelier de concassage dans l'emprunt de Neuville.....	78

# Les tableaux

<i>Tableau 1 : Normalisation pour les granulats ST 590 B .....</i>	<i>31</i>
<i>Tableau 2 : Planning indicatif de la constitution d'un dossier ICPE .....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 3 : Comparatif stratégie matériaux (prévision / phase réalisation).....</i>	<i>45</i>
<i>Tableau 4 : Les dates clés des emprunts .....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 5 : Analyse des avantages des tuyaux fontes.....</i>	<i>62</i>
<i>Tableau 6 : Analyse des avantages tuyaux Béton Armé.....</i>	<i>62</i>
<i>Tableau 7 : Valeurs des différents coefficients de Manning Strickler.....</i>	<i>64</i>
<i>Tableau 8 : Essai de déformations sur les tuyaux fontes .....</i>	<i>65</i>

# Glossaire



Figure 40 : Atelier de concassage dans l'emprunt de Neuville

# Glossaire

<i>AMOT :</i>	Assistant à Maîtrise d’Ouvrage Technique
<i>APD :</i>	Avant Projet Détaillé. Il permet de déterminer toutes les caractéristiques de la voie : construction, exploitation et l’entretien.
<i>Appel d’offre :</i>	C’est une procédure qui permet au maître d’ouvrage, de faire le choix de l’entreprise la plus à même de réaliser une prestation de travaux, fournitures ou services. Le but est de mettre plusieurs entreprises en concurrence à fournir un produit ou un service.
<i>APS :</i>	Avant Projet Sommaire. Il permet de définir, en concertation avec les communes, le meilleur tracé, et l’enquête publique préalable à la déclaration d’utilité publique.
<i>Assainissement :</i>	C’est le fait d’évacuer des eaux pluviales ou usées vers un exutoire. (Généralement de stations d’épuration).
<i>Ballast :</i>	Il est constitué de matériaux très durs concassés en éléments anguleux. La nature de la roche est <i>porphyrique*</i> . L’épaisseur de la couche de ballast varie de 30 à 40 cm. C’est sur le ballast que seront posées les voies ferrées (traverses et rails). La granulométrie du ballast est de 25/50 mm.
<i>Blocs techniques :</i>	Ce sont des matériaux nobles issus de carrière utilisés pour le remblai de divers ouvrages (culée de pont ou viaduc et enrobage des assainissements). La granulométrie du ballast est de 0/40 mm.
<i>Buses fontes :</i>	Tuyau utilisé sur le chantier de la LGV pour rétablir les petits cours d’eau. Ces buses fontes sont placées sous les remblais de la LGV. Elles sont de diamètre supérieur à 800 mm et ont une longueur moyenne de 5 m. le matériau constituant la buse est de la fonte et du ciment. Le ciment constituant le parement intérieur de la buse.
<i>Carreaux :</i>	C’est la surface ou l’emplacement où sont déposés les produits extraits
<i>Carrières de roches massives :</i>	C’est une carrière où l’on extrait des matériaux rocheux qui sont élaborés ou non qui seront utilisés sur des chantiers de Génie-Civil.

---

<i>Contrat de fortage :</i>	Contrat qui lie le propriétaire d'un terrain avec un exploitant de carrière. En effet, le propriétaire d'un terrain accepte qu'un carrier exploite le gisement présent dans le sous-sol de son terrain moyennant redevance.
<i>Corps de remblai :</i>	Il est constitué en général de matériaux issus des déblais. Selon la qualité des <i>déblais*</i> , il arrive que ces matériaux doivent être traités aux liants hydrauliques (chaux et/ou ciment). Le but est double : améliorer la portance des sols et assurer des bonnes conditions de mise en œuvre.
<i>Couche de forme:</i>	C'est la partie supérieure de l'ouvrage en terre ( <i>remblai*</i> ou <i>déblai*</i> ) qui constitue la fondation de la ligne. L'épaisseur de la <i>couche de forme*</i> varie de 30 à 50 cm constituée de matériaux nobles. La granulométrie est de 0/20-125 mm.
<i>DCE :</i>	Dossier de Consultation des Entreprises. Terme utilisé dans les marchés publics pour désigner le cahier des charges décrivant finement des travaux ou prestations à réaliser, permettant ainsi à des entreprises mises en concurrence de proposer un prix et une méthodologie pour leur réalisation.
<i>Déblais :</i>	Action de déblayer, d'enlever de la terre pour niveler le sol.
<i>Décapage :</i>	Action de décaper la terre végétale sur une épaisseur de 30 cm en moyenne.
<i>Découverte de carrière:</i>	Après le décapage de la terre végétale, la découverte de carrière représente l'excavation des matériaux impropres avant d'atteindre le toit des matériaux nobles. La partie supérieure du gisement, composée des roches les plus dégradées, est enlevée.
<i>Droits de fortage :</i>	C'est un accord d'achat de matériaux entre le propriétaire et l'exploitant. Dans le cas de la LGV Rhin-Rhône le droit de fortage est fixé à 0.70 €/m <sup>3</sup> extrait utile.
<i>Enrobé :</i>	Granulat enrobé de bitume, utilisé dans les revêtements routiers.
<i>Entreprise mandataire :</i>	C'est une entreprise qui est adjudicataire et responsable d'un lot <i>TOARC*</i> . L'entreprise mandataire a répondu à un appel d'offre avec plusieurs autres entreprises dit <i>groupement d'entreprise*</i> .
<i>EPIC :</i>	Un Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial est une personne publique ayant pour but la gestion d'une activité de service public.

- Equipements ferroviaires :* Il s'agit de l'installation des artères câblés, à la mise sous tension des installations, la mise en place des équipements ferroviaires (voie ferrée, caténaies, système de signalisation, réseau de télécommunication, installations d'énergie électrique et bâtiments techniques).
- Failles :* Il s'agit d'une fracturation entre deux plans, deux pans de roches.
- Granulats :* Le granulats est un fragment de roche, d'une taille inférieure à 125 mm, destiné à entrer dans la composition des matériaux destinés à la fabrication d'ouvrages de travaux publics, de génie civil et de bâtiment.
- Groupement d'entreprise :* Pour des projets de grande ampleur ou complexes, les travaux sont généralement réalisés par plusieurs entreprises ayant des spécialisations complémentaires. On parle alors d'un « groupement d'entreprises » qui est piloté par une entreprise chargée en plus de ses travaux de la coordination du groupement. Cette entreprise est appelée « mandataire ».
- ICPE :* Installation Classée pour la Protection de l'Environnement. C'est une installation exploitée ou détenue par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peut présenter des dangers ou des inconvénients pour la commodité des riverains, la santé, la sécurité, la salubrité publique, l'agriculture, la protection de la nature et de l'environnement, la conservation des sites et des monuments.
- Karts :* Il s'agit de cavités souterraines. Les zones dites karstiques sont des zones calcaires présentant des vides pouvant abriter des circulations d'eau.
- Maître d'œuvre (MOE) :* Personne morale, qui est chargée de diriger la réalisation d'un ouvrage ou des travaux pour le compte du maître de l'ouvrage. Choisi par le maître d'ouvrage, il prend en charge le projet de la conception à la réalisation. Il gère le planning et coordonne éventuellement les autres intervenants.
- Maître d'ouvrage (MOA) :* C'est en général le client. C'est la personne morale qui définit l'opération et lance la réalisation de l'ouvrage dont il est le propriétaire. La mission du maître d'ouvrage est de fixer les objectifs du projet afin de répondre à l'utilisation de la ligne sur les prochaines décennies.
- Maquettes géologiques :* Ce sont les reconnaissances ou sondages géologiques qui ont permis de déterminer les différentes natures de sol traversé par un projet. Ces maquettes s'avèrent très utiles dans le

creusement des tunnels pour prévoir à l'avance les bons moyens de creusement et de soutènement en fonction de l'avancement du chantier.

- Masques drainants:* Ils sont mis en place dans les zones de *déblais\** où il existe des problèmes de stabilité de talus généralement provoqués par des circulations hydrauliques. Ces masques drainants sont constitués de matériaux rocheux de granulométrie 0/500 mm. La largeur de ces masques varie de 2 à 4 m d'épaisseur.
- Matériaux sélectionnés :* Ce sont des matériaux *ZI/ZH* (Zone Inondable / Zone Humide). Il s'agit de matériaux d'assises pour les remblais. L'épaisseur varie de 50 cm (zones humides) à 2.5 m (zones inondables) pour se prémunir des effets de l'eau. La granulométrie est de 0/63-500 mm.
- Mouvements des terres :* C'est le déplacement de matériaux pour obtenir un tracé uniforme. Le mouvement de terre doit équilibrer au mieux les volumes de déblais et de remblai.
- Niveleuse :* Engin muni d'une lame afin de parfaitement régler le sol : précision : généralement 5 mm, selon les matériaux mis en œuvre. Plus les matériaux sont fins, plus il est possible de se rapprocher de cette tolérance.
- Ouvrages d'arts :* Un ouvrage d'art désigne soit une construction de grande importance entraînée par l'établissement d'une voie de communication (route, voie ferrée, canal, etc.), soit un dispositif de protection contre l'action de la terre ou de l'eau, soit enfin un dispositif de retenue des eaux (digue, barrage).
- Ouvrages en terre :* C'est un ouvrage constitué de matériaux terreux qui définit en règle générale un remblai.
- PIG :* Projet d'Intérêt Général. C'est un des moyens dont dispose l'Etat pour protéger les 370 hectares d'emprises de la future ligne à grande vitesse.
- Plan de recollement :* C'est une opération topographique qui consiste à dessiner sur un plan exactement tous les réseaux qui ont été posés sur le chantier.
- Plateforme :* Surface plane plus ou moins sur élevée composée de différentes couches de matériaux.
- PPP :* Le partenariat public-privé (PPP) est un mode de financement par lequel une autorité publique fait appel à des prestataires privés pour financer et gérer un équipement assurant ou

---

	contribuant au service public. Le partenaire privé reçoit en contrepartie un paiement du partenaire public et/ou des usagers du service qu'il gère.
<i>PRO :</i>	C'est la phase Projet. C'est la dernière phase d'étude avant la réalisation.
<i>Promesse de fortage :</i>	lors de la signature de la pré-convention pour le stockage du terrain, il s'agit d'une promesse de fortage.
<i>PST :</i>	Partie Supérieure des Terrassements. Son épaisseur est de 1m que la section soit en déblai ou en remblai. La PST va recevoir la couche de forme.
<i>REA :</i>	Il s'agit de la phase réalisation.
<i>Remblaiement :</i>	Action d'apporter des matériaux pour surélever un terrain ou combler des creux.
<i>Remblais:</i>	Matériaux de terrassement mis en œuvre par compactage et destinés à surélever le profil d'un terrain ou à combler une fouille.
<i>Ressources alluvionnaires :</i>	C'est une ressource de granulats qui proviennent généralement du lit d'une rivière ou alors d'une nappe phréatique et date de la période du quaternaire.
<i>Sillons :</i>	Dans le domaine du transport ferroviaire, un sillon horaire est la période durant laquelle une infrastructure donnée est affectée à la circulation d'un train entre deux points du réseau ferré.
<i>Sites d'emprunts :</i>	Il s'agit d'un synonyme pour des sites de carrières.
<i>Sondages géotechniques :</i>	Un sondage géotechnique est une investigation du sous-sol, réalisée avec ou sans forage d'un trou, destinée à déterminer la nature et les caractéristiques mécaniques, physiques et éventuellement chimiques de ses constituants afin de prévoir son comportement lors de la réalisation d'un ouvrage.
<i>Sous-couche :</i>	Il s'agit de la dernière couche de la plateforme. C'est cette dernière qui va recevoir le ballast. La granulométrie est de 0/31.5 mm.
<i>Structures d'assise :</i>	Il s'agit des matériaux ZI / ZH (Zone Inondable/Zone Humide).
<i>Tablier de pont :</i>	Il s'agit de la partie supérieure d'un ouvrage type pont ou viaduc. C'est là où vont transiter les charges roulantes. C'est

une plateforme qui constitue le plancher d'un pont et porte la voie ferrée.

*Terrassement :*

Les terrassements sont des travaux de déplacement de matériaux grâce à des engins puissants (pelles, camions, bulldozers, scrapers) afin d'aménager un projet au sein d'un environnement donné.

*Terre Végétale:*

Il s'agit de la couche superficielle de sol naturel contenant des matières organiques. Son épaisseur varie en règle générale de 20 à 30 cm.

*TOARC :*

Terrassements, Ouvrages d'Art et Rétablissements de Communication.

*Trace :*

C'est le tracé de la LGV.

*Traitement des sols :*

C'est l'action de traiter le sol avec des liants hydraulique : ex : la chaux et le ciment. La chaux assèche le sol afin de bien pouvoir le compacter. Le ciment consolide les matériaux afin d'obtenir une meilleur portance du sol.

*Tranchée couverte :*

Il s'agit d'un ouvrage sous terrain similaire à un tunnel. La seule différence est que la tranchée couverte est réalisée à ciel ouvert. Une fois l'ouvrage réalisé, il est remblayé jusqu'au niveau du terrain naturel initial.

*Tronçons :*

Afin de faciliter la gestion du chantier de la LGV, ce dernier est divisé en trois tronçons.

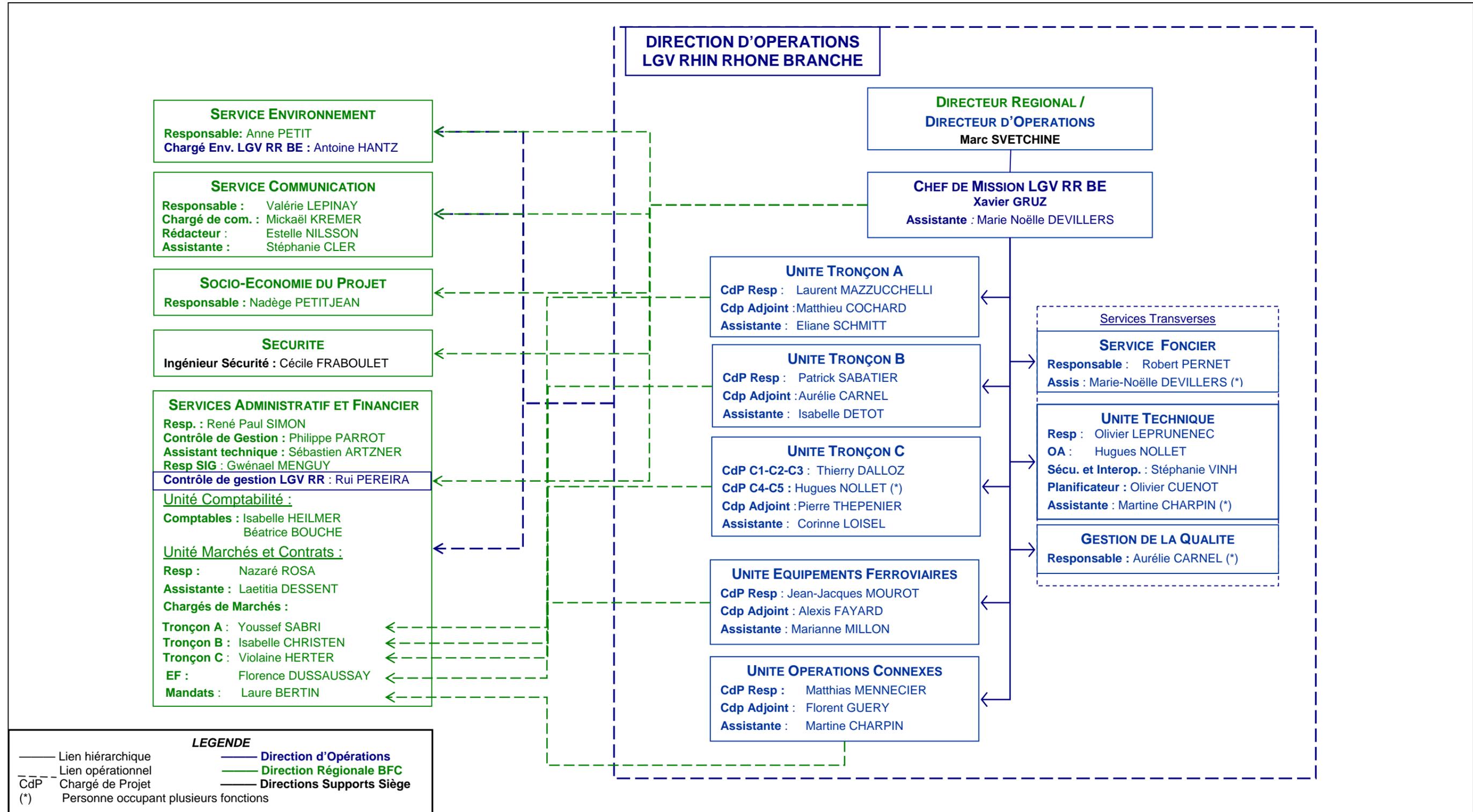
*Viaducs :*

Un viaduc est un ouvrage d'art routier ou ferroviaire qui franchit une vallée, une rivière, un bras de mer ou tout autre obstacle et qui présente une hauteur ou une longueur, parfois les deux, plus grande que celle qu'exigerait la seule traversée de la rivière ou de la voie à franchir.

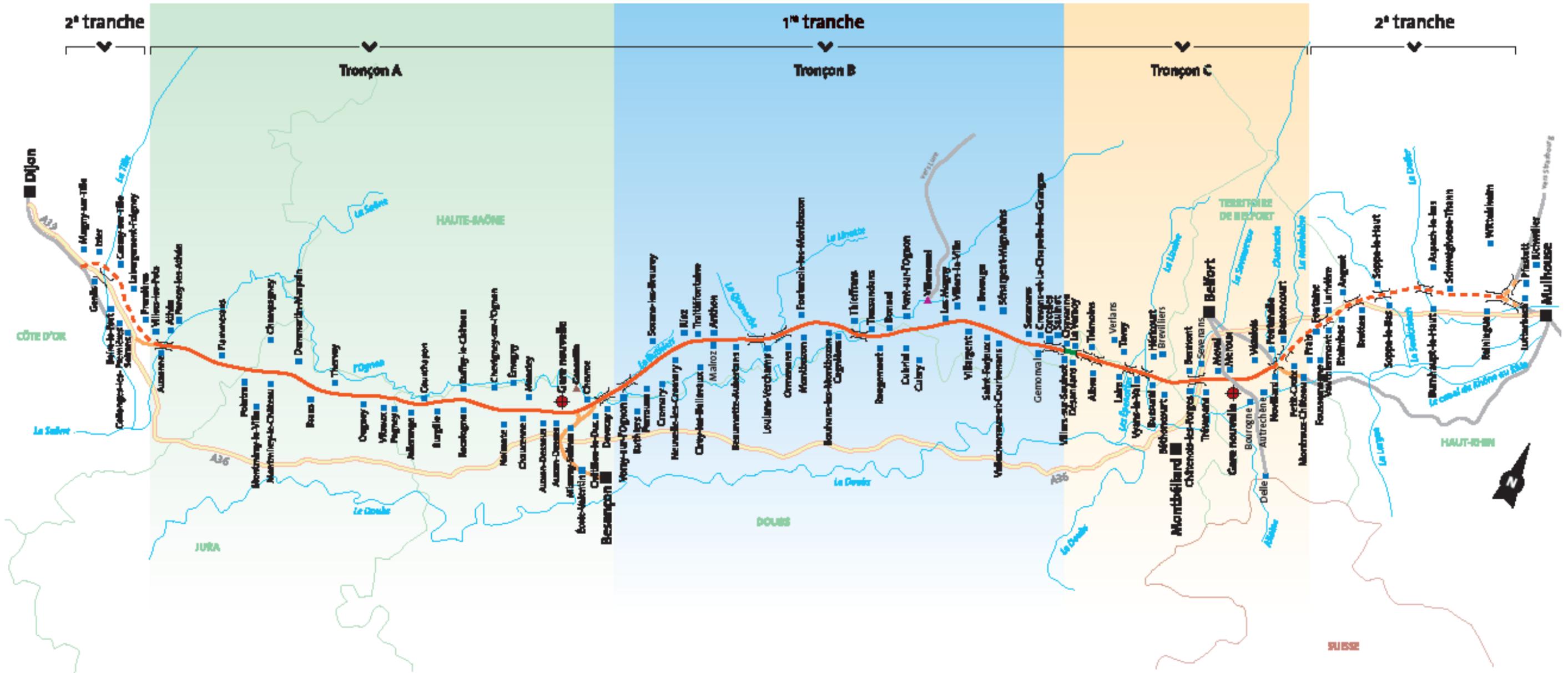
# Sommaire des annexes

- I Organigramme de la Direction d'Opération
- II Tracé de la Branche Est de la LGV Rhône-Rhône
- III Questions au maître d'œuvre de la carrière de Neuville
- IV Tableau récapitulatif des cubatures des emprunts
- V Synthèse des essais de reconnaissance géotechniques
- VI Les différents types de contrôles
- VII Sommaire d'un dossier ICPE
- VIII Rapport d'entretien avec Robert PERNET, chef du pôle foncier LGV Rhin-Rhône
- IX Bilan de déclaration à la DRIRE
- X Synthèse des cubatures des ICPE de RFF
- XI Tableau de suivi des dossiers de dérogation des buses fonte
- XII Résumé du mémoire de stage en Allemand

# I Organigramme de la Direction d'Opération



## II Tracé de la Branche Est de la LGV Rhône-Rhône



### III Questions au maître d'œuvre de la carrière de Nouvelle

Lot B1

Maitrise d'œuvre : EGIS RAIL

Chef de Projet : David POUCELLE

#### 1) Historique de la carrière

- Type de reconnaissance
- Densité des recherches
- Caractéristiques géologiques des matériaux
- Difficultés rencontrées lors de l'exploitation
- Raison de ces difficultés

#### 2) Géologie et environnement (PFE)

- Tableau de récolement : Bilan Qualitatif/Quantitatif
- Phases d'extraction : 1, 2, 3 : épaisseurs, natures, qualités
- Stabilité des parois de l'emprunt
- Minage (charges, maillages, type explosif)
- Gestion des eaux superficielles/souterraines
- Mesures : vibrations, bruit, eau, poussières (Vérifier que l'on a tout)
- Tonnage annuel extrait pour communication DRIRE

#### 3) Dossier de récolement

(Rapport de fin d'exploitation + Levés topo fin d'exploitation)

Selon l'article 34 de l'arrêté préfectoral :

L'exploitant doit adresser au Préfet, dès la fin des travaux d'exploitation et au moins un an avant la date d'expiration de l'autorisation, une notification de fin d'exploitation et un dossier comprenant :

- Le plan à jour de l'installation (accompagné de photos) comportant l'ensemble des informations prescrites à l'article 22 du présent arrêté
- Le plan de remise en état définitif accompagné de profils en long et en travers.
- Un mémoire sur l'état du site

#### 4) Conclusion

- Remarques et propositions pour amélioration pour les prochaines carrières
- Points positifs/négatifs de cette démarche

IV Tableau récapitulatif des cubatures des emprunts

Synthèse des cubatures : Carrière de Aibre (Doubs)							
		Théorique		Réel		Ecart	Commentaires
<b>1) Décapage (ép.variable)</b>							
Surface (m <sup>2</sup> )	Zone Nord-Ouest	29 820		29 820			
	Zone Nord-Est	17 000		0			Problèmes avec propriétaires foncier
	Zone Sud-Ouest	11 190		11 190			
	Zone Sud-Est	34 000		34 000			
	<b>Total</b>	<b>92 010 m<sup>2</sup></b>		<b>75 010 m<sup>2</sup></b>		<b>17 000 m<sup>2</sup></b>	Non exploitation zone Nord-est
Volume (m <sup>3</sup> )	Zone Nord-Ouest	9 000		9 000			
	Zone Nord-Est	5 100		0			Problèmes avec propriétaires foncier
	Zone Sud-Ouest	3 350		3 350			
	Zone Sud-Est	10 200		10 200			
	<b>Total</b>	<b>27 650 m<sup>3</sup></b>		<b>22 550 m<sup>3</sup></b>		<b>5 100 m<sup>3</sup></b>	Non exploitation zone Nord-est
<b>2) Découverte (environ 2 m)</b>							
Surface	Zone Nord-Ouest	29 820 m <sup>2</sup>					
Volume	Zone Nord-Ouest	55 000 m <sup>3</sup>					
<b>3) Synthèse de l'extraction</b>							
<b>Matériaux brut d'abatage</b>							
Corps de remblai	Zone Nord-Ouest						
PST	Zone Nord-Ouest			217 500 m <sup>3</sup>			
<b>Matériaux élaborés</b>							
Couche de Forme Ferroviaire (C1+C3)	Zone Nord-Ouest	250 000	148 000 m <sup>3</sup>	22 500 m <sup>3</sup>	125 500 m <sup>3</sup>		Pas de réalisation couche de forme lot C3
Couche de Forme Routière	Zone Nord-Ouest			18 000 m <sup>3</sup>			
Grave Non Traitée 0/50	Zone Nord-Ouest			49 000 m <sup>3</sup>			
Stériles traités au LH	Zone Nord-Ouest			38 000 m <sup>3</sup>			
<b>Matériaux non valorisés</b>							
Non valorisable (30% du volume total)	Zone Nord-Ouest		100 000 m <sup>3</sup>	18 000 m <sup>3</sup>	84 000 m <sup>3</sup>		Valorisation des stériles traités au LH
<b>Total</b>			<b>350 000 m<sup>3</sup></b>	<b>357 000 m<sup>3</sup></b>	<b>7 000 m<sup>3</sup></b>		Précision des cubatures

V Synthèse des essais de reconnaissance géotechniques

Bilan des sondages : Emprunt de Neuville (Haute Saone)

	Emplacement	Nombre de sondages		Type de sondage	Matricule de l'essai	Maquette géologique retenue	
		Trace (D94)	Emprunt			QUA TERNAIRE	RAURACIEN
APS	Trace (D94)	0				1 m	Terrains meubles argileux
	Emprunt	0					
	100 m au sud de l'emprunt	1	1	Carotté	SC 247		
APD	Trace (D94)	8		2 Destructif	03 DE 126	2 m	Frange altérée calcaires
					03 DE 128		
				3 Pelle Mécanique	03 PM 125		
					03 PM 127		
					03 PM 133		
	1 Carotté	03 CA 130					
	1 Base sismique réfraction	03 SR 132					
	1 Pénétrömètre statique	03 PS 131					
	Emprunt	0					
PRO	Trace (D94)	4	4	Carotté	03 CA 983	Calcaires sains	
					03 CA 984		
					03 CA 985		
					03 CA 986		
	Emprunt	3	3	Carotté	03 CA 700		
					03 CA 701		
					03 CA 702		

	Emplacement	Nombre de sondages		Type de sondage	Matricule de l'essai	Maquette géologique retenue	
		Trace (D94)	Emprunt			QUA TERNAIRE	RAURACIEN
REA	Trace (D94)	4	4	Carotté	D 94-01	0,80 m à 1,50 m	Couverture argileuse
					D 94-02		
					D 94-03		
					D 94-04		
	Emprunt	24	17	Pelle Mécanique	D 94-5	2,20 m à 4,00 m	Frange altérée calcaires
					D 94-6		
					D 94-7		
					D 94-8		
					D 94-9		
					D 94-10		
					D 94-11		
					PM 01		
					PM 02		
					PM 03		
					PM 04		
					PM 05		
					PM 06		
					PM 07		
					PM 08		
					PM 09		
					PM 10		
	PM 11						
	PM 12						
	PM 13						
PM 14							
PM 15							
PM 16							
PM 17							
						Calcaires blanc, plus ou moins coquilliers et globalement peu fracturé. Pas de remplissage argileux.	

Type de sondage	Nombre	
	Trace (D94)	Emprunt
Carotté	10	10
Destructif	2	0
Pelle Mécanique	3	17
Base sismique réfraction	1	0
Pénétrömètre statique	1	0
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>27</b>
	44	

## VI Les différents types de contrôles

Les contrôles de la production permettent d'obtenir la qualité souhaitée par le client. Les contrôles se séparent en deux parties :

- ✚ Le contrôle intérieur: C'est l'autocontrôle effectué par l'entreprise qui effectue les travaux. Il est divisé en deux parties :
  - Le contrôle interne de la production : c'est le contrôle journalier qu'effectue le chef de chantier. Il est principalement visuel et consiste aux vérifications suivantes : qualité des matériaux mis en œuvre, bonnes conditions de mise en œuvre des matériaux, etc.
  - Le contrôle externe indépendant de la production : c'est en règle générale le laboratoire de l'entreprise qui effectue des essais sur le chantier : essai de plaque, identification de sols, etc. Ce contrôle permet de vérifier la qualité produite sur le chantier et d'avoir un aperçu des résultats que donnera le contrôle extérieur.
  
- ✚ Le contrôle extérieur: C'est le contrôle effectué par le maître d'ouvrage. Il est effectué par un organisme privé agréé, extérieur à l'entreprise. Le contrôle extérieur valide les résultats du contrôle externe et fournit les éléments qui permettent au maître d'ouvrage de se prononcer sur la conformité de l'ouvrage en vue de sa réception.

## VII Sommaire d'un dossier ICPE

### Sommaire

LETTRE DE DEMANDE D'AUTORISATION D'INSTALLATION CLASSEE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

NOTE JUSTIFICATIVE DES CAPACITES TECHNIQUES ET FINANCIERES DE RFF

<b>PIECE 1</b>	<b>CARTE DE SITUATION AU 1/25 000</b>
<b>PIECE 2</b>	<b>PLAN DES ABORDS DE L'INSTALLATION CLASSEE 1/5000</b>
<b>PIECE 3</b>	<b>COPIE ORIENTEE DU PLAN CADASTRAL</b>
<b>PIECE 4</b>	<b>PLAN D'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION CLASSEE AU 1/1000</b>
<b>PIECE 5</b>	<b>ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET SUR LA SANTE</b>
<b>PIECE 6</b>	<b>ETUDE DE DANGERS</b>
<b>PIECE 7</b>	<b>NOTICE D'HYGIENE ET DE SECURITE</b>
<b>PIECE 8</b>	<b>ATTESTATION FONCIERE</b>

## VIII Rapport d'entretien avec Robert PERNET, chef du pôle foncier LGV Rhin-Rhône

### 1) Présentation du pôle foncier.

Sur le projet de la LGV Rhin-Rhône, la maîtrise du foncier est une chose primordiale. En effet sans foncier, on ne peut pas commencer les travaux.

Pour le grand public, les opérations foncières concernent uniquement les acquisitions des terrains nécessaires à la construction de la LGV.

Cependant, le pôle foncier a pour mission :

- d'assurer la maîtrise foncière des emprises indispensables ; soit par acquisition, soit par occupation temporaire
- de mener à bien les procédures d'aménagement foncier (en total 32 remembrements représentant une surface globale de 15 500 ha).
- la mise en œuvre des procédures « archéologie préventive » et « déboisement »
- la maîtrise de 125 ha de « zones humides » en compensation des secteurs impactés par les travaux
- la remise des ponts-routes aux différents gestionnaires de voirie (Départements, Communes, Associations Foncières).

Suite à un appel d'offre en avril 2003, RFF a choisit un groupement de trois cabinets d'assistant foncier (SEGAT, SETIS et AFACOR). Ces trois cabinets ont spécifiquement été mis en place pour l'opération LGV Rhin-Rhône Branche Est et est pilotée par Robert PERNET. La mission de ces cabinets est de représenter RFF sur le terrain.

### 2) Historique des opérations effectuées par le pôle foncier.

#### 2.1) Généralités

Les emprises nécessaires à la construction de la LGV Rhin-Rhône en section courante sont de 1600 ha. Ce qui fait une largeur moyenne d'emprise de 110 m sur les 140 km de ligne. La surface boisée représente 650 ha, ce qui représente 40 % de la surface boisée.

Les dépôts et occupations temporaires représentent 714 ha. Ces surfaces, une fois les travaux de génie civil achevés, seront remis en état (agricole ou forestier) puis rétrocédées aux ayants droit.

#### 2.2) Les sondages géotechniques

La première mission du pôle foncier fut initialement de procéder à l'indemnisation des dommages causés par les opérations de sondages géotechniques.

Les dégâts peuvent être de nature différente :

- Création de pistes pour accéder aux terrains
- Perte de récoltes (si les terrains ont été semés)
- Perte de jouissance (si terrain de pâture ou jachère)

Pour indemniser les propriétaires ayant subi des dégâts, RFF a appliqué les protocoles signés avec les Organisations Professionnelles Agricoles et Forestières d'une part de Franche-Comté et du Haut-Rhin et d'autre part de Côte d'Or.

## 2.3) L'archéologie et le déboisement

### 2.3.1) L'archéologie

L'intéressement à l'archéologie est né au début du 20<sup>ème</sup> siècle. L'Etat s'est préoccupé de l'archéologie vue l'inquiétude croissante due au pillage. En effet des dates clés ont marqué l'histoire de l'archéologie :

- 1913 : 1<sup>ère</sup> loi sur l'archéologie des « Sites historiques » tel que peut le faire une ville si elle veut entreprendre des fouilles archéologiques dans le cœur historique de la ville. Ex : Besançon, centre ville Rome antique.
- 1941 : Premières mesures prises concernant l'archéologie préventive. C'est dans ce cas où se trouve la LGV Rhin-Rhône

Il faut souligner qu'il existe deux types d'archéologie :

- **Préventive** : ce type d'archéologie est lié aux travaux. Lorsque des sites sont découverts dans l'emprise d'un projet, les découvertes sont photographiées, des notes sont prises et des vestiges sont sauvegardés. Lorsque l'archéologue estime que les fouilles sont achevées, le site est restitué à l'emprise travaux et est démoli.
- **Sauvegarde** : dans certaines villes ou territoires l'archéologie de sauvegarde a pour but de protéger et de valoriser le patrimoine. Ex : les châteaux médiévaux, etc.

## 2.3.2) L'archéologie préventive

Les interventions de l'archéologie préventive sont réglementées par la loi. Elles sont conduites en amont de la réalisation d'une opération d'aménagement ou d'urbanisme (ZAC, carrières, projets d'infrastructures, comme un projet de ligne nouvelle à grande vitesse, etc). Leur objet est de profiter de la perspective d'un chantier pour explorer une surface de terrain. Si ce terrain recèle des vestiges considérés comme intéressants, la mission des archéologues est d'en garantir la sauvegarde, sans pour autant « geler » des surfaces qui sont nécessaires au développement économique.

L'archéologie préventive se conduit en deux phases : les diagnostics et les fouilles.

### 2.3.2.1) Les diagnostics

Ils sont destinés à rechercher la présence ou non de vestiges. La densité de diagnostic est de 10 % de la surface de l'emprise. Les moyens utilisés sont des pelles mécaniques équipées de godet de curage. Les sondages prennent la forme de fenêtre de reconnaissance. La profondeur des tranchées de reconnaissance varie de 50 cm à 1.50 m.

La loi impose que l'INRAP (Institut National de Recherches Archéologiques Préventives) soit maître d'ouvrage de ces diagnostics. RFF paye une redevance à l'INRAP comme une sorte d'impôt.

Si une découverte est faite, les diagnostics sont approfondis pour en déterminer l'intérêt scientifique et proposer ou non, en fonction de cet intérêt, un programme de fouilles ; si le résultat est négatif, le terrain est rendu au projet.



Figure 1: Vue sur les sondages



Figure 2 : Zoom sur une tranchée de sondage

Les diagnostics sur la Branche Est ont débuté en novembre 2004 sur toute l'emprise du projet et se sont achevés en juillet 2005.

A la suite de ces découvertes la DRAC (Directions Régionales des Affaires Culturelles) a décidé de faire 16 fouilles.

### 2.3.2.2) Les fouilles

Elles sont destinées à approfondir les recherches sur un site ou une découverte en particulier. Les fouilles ne sont donc pas systématiques : elles n'interviennent que dans une seconde phase, si elles sont jugées indispensables.

Les fouilles archéologiques ont principalement mis en évidence des découvertes de constructions gallo-romaine. Il y avait également un certain nombre de construction du type « petites villas » qui dataient de l'âge de fer, du 2<sup>ème</sup> siècle avant J-C jusqu'à la naissance de J-C.

Selon Robert PERNET, le fait d'avoir trouvé des vestiges d'habitations n'est pas un hasard. Nos ancêtres avaient les mêmes critères de sélection de lieu d'habitation, de vie et de transport. Leurs critères d'établissements étaient, comme nous à l'heure actuelle, dans les plaines, et non sur les collines et près des cours d'eau.

Robert PERNET note que les DRAC n'ont pas eu la main trop lourde concernant le nombre de fouilles archéologiques. En effet, il existe à l'heure actuelle une très bonne connaissance de l'époque gallo-romaine.

C'est pour cela que les DRAC ont engagé des fouilles dans un but de découverte de détails : Mieux connaître l'agencement des exploitations ainsi que les moyens d'irrigations.

Les listes des fouilles ainsi que la nature des découvertes sont données en annexe 1.

La dernière fouille s'est achevée fin mars 2008



Figure 3 : Fouilles archéologiques à Jallerange

### 2.3.2.3) Le coût de l'archéologie

Le maître d'ouvrage de ces fouilles est RFF, qui en tant qu'aménageur, finance les opérations archéologiques.

Le montant de ces fouilles s'élève à 12 millions d'euros et sont réparties de la façon suivante :

- 5 millions d'euros pour la redevance payée à l'INRAP pour les diagnostics
- 6 millions d'euros pour les fouilles
- 1 million d'euros pour les dégâts causés par l'archéologie. (même principe que les sondages)

#### 2.3.2.4) Synthèse sur l'archéologie

En phase amont du chantier de la LGV Rhin-Rhône, l'archéologie s'est très bien passée.

Selon Robert PERNET, les points forts de la démarche sont les suivants :

- signature de protocole d'Occupation Temporaire au moment du démarrage des diagnostics avec quelques opposants seulement
- grand nombre de réunions, élaboration de conventions très complètes avec l'INRAP
- prise en compte par les DRAC de Franche-Comté et Bourgogne ainsi que par l'INRAP des problèmes générés par un déboisement massif
- implication forte équipes INRAP / ONF
- l'INRAP est un véritable maître d'ouvrage et a très bien pris en compte les contraintes : pâtures, protection sondages profonds, drainages (2 incidents de faible importance)

Cependant, il faut noter certains points faibles :

- évolution des emprises, notamment dépôts
- interventions intempestives de certaines entreprises TP qui ont dégradé des zones soumises aux diagnostics / rappels à l'ordre du Préfet
- respect des règles de sécurité et problèmes en cas de ca-activité

#### 2.3.3) Le déboisement

La surface boisée représente 650 ha, ce qui représente 40 % de la surface boisée. La nature de la végétation rencontrée était la suivante : taillis, futaies, forêts jardinées.

Il faut savoir que les secteurs traversés (Jura, Franche-Comté, bourgogne) ont des cultures locales très fortes. Pour eux, la place de la forêt est très importante. La forêt est en règle générale la principale ressource des communes. En effet, 85 communes ont été concernées par le déboisement et certaines d'entre elles ont du céder 10 % de leur patrimoine forestier.

Pour RFF, l'enjeu du déboisement est double :

- d'une part libérer les emprises forestières au fur et à mesure de l'avancement des travaux de génie civil et commercialiser «dans les règles de l'art» les bois acquis sur pied auprès des communes et des particuliers
- d'autre part, au cours des opérations d'abattage ou de débardage, respecter les zones environnementales protégées, les propriétés riveraines, les routes et chemins et ne pas perturber les pratiques forestières locales, ni les activités de loisirs pratiquées couramment en forêt (chasse, randonnée, cueillette des champignons, etc.).

Pour relever ces défis, RFF a choisi de s'adresser à des professionnels et de leur confier les expertises forestières, l'encadrement ainsi que le suivi de l'ensemble des opérations liées au déboisement : expertises, création de dessertes et de places de dépôts, abattage, débardage et commercialisation des bois pour son compte.

A la suite d'un appel d'offre européen, c'est le groupement ONF (Office National des Forêts) et le Cabinet COUDERT qui ont été retenus.

Les intérêts publics et privés sont équitablement pris en compte.

Le partenariat ONF / Cabinet COUDERT porte essentiellement sur la partie expertise.

- ONF : forêts communales (80 % des terrains boisés)
- Cabinet COUDERT : forêts privées (20 % des terrains boisés)

L'expertise s'est déroulée de la façon suivante :

- Estimation du volume et du prix de l'arbre à l'instant T.
- Estimation de la valeur d'avenir (pour les arbres dont le diamètre est supérieur à 20 cm). Il y a un calcul complexe prenant en compte les frais d'exploitations et la valeur que l'arbre aura à 120 ans.

L'estimation de la valeur d'avenir a été effectuée sur l'ensemble de la surface boisée et pour tous les arbres de diamètre supérieur à 20 cm. La durée nécessaire pour cette expertise fut de 1 an.

L'ONF à elle seule, a encadré les opérations d'abattage, de débardage et de commercialisation



Figure 4 : Travaux de déboisements

Le bénéfice lié à la commercialisation du bois a été de 4, 5 millions d'euros.

## Bois de la L'eau

RFF a acquis en 2003 auprès de la Région de Franche-Comté une forêt de 276 ha, sise aux environs de Gray et dénommée "Bois de La L'Eau" ; l'objectif de RFF était de proposer aux communes de Franche-Comté et de Bourgogne touchées par l'emprise de la ligne une compensation de leur perte de patrimoine forestier sous forme de parts d'un Groupement Syndical Forestier.

Or, après 2 ans de négociation, il s'avère qu'aucune commune n'est intéressée et ce pour diverses raisons (pas de possibilité d'affouage, concept et finalité du Groupement pas compris par les Conseils Municipaux, concurrence d'autres opérations d'investissements...).

Dans ces conditions, Réseau Ferré de France, pour l'instant, a décidé de conserver cette forêt qui est gérée par l'ONF et qui rapporte environ 15 000 € par an. Ainsi, ce projet de Groupement pourra être proposé aux communes dont les bois seront impactés par les chantiers de la 2<sup>ème</sup> tranche de la LGV Rhin-Rhône Branche-Est (35 km dans le Haut-Rhin et 12 km en Côte d'Or), voire des Branches Ouest et Sud.



Figure 5 : Bois de la L'eau

## 2.4) Les acquisitions foncières

### 2.4.1) Acquisitions de terrains agricoles

Ces acquisitions se sont concrétisées sur les bases suivantes :

- protocoles "Acquisitions" conclus sur la Franche-Comté et la Bourgogne entre les Organisations Professionnelles Agricoles et Forestières et les Services Fiscaux.
- protocole "Dommages Travaux Publics" signé entre RFF et les Organisations Professionnelles Agricoles et Forestières de Franche-Comté. L'intégralité des

dispositions contenues dans ce protocole ont été étendues aux acquisitions de terres sises en Côte d'Or.

Les 50 ha, constituant l'emprise de la base travaux de Villersexel, ont été acquis à l'amiable par la SAFER de Franche - Comté pour le compte de Réseau Ferré de France, conformément au souhait des Organisations Professionnelles Agricoles.

Les Propriétaires et exploitants ont été indemnisés sur la base du Code de l'expropriation et des protocoles en vigueur.

Il est à souligner que RFF a mis en place une prime pour les propriétaires qui souhaitaient vendre tout de suite leur terrain. Il s'en suit une entrée en jouissance immédiate.

#### 2.4.2) Acquisitions de propriétés bâties

L'ensemble des 22 propriétés bâties (bâtiments d'habitation, agricoles et industriels) situées sur l'emprise LGV ont été acquises. Seuls 11 bâtiments étaient habités

Les acquisitions de propriétés bâties ont été effectuées à l'aide du code rural ainsi que de l'expropriation. Il faut noter qu'une bande de 10 km de large (5 km de part et d'autre de la trace) est déclarée en DUP (Déclaration d'Utilité Public), ce qui facilite les opérations d'expropriation.

#### 2.4.3) Acquisition de terrains boisés

Pour ces acquisitions de parcelles forestières, RFF applique le protocole d'accord régional portant sur les modalités et les conditions d'indemnisation des préjudices subis par les propriétaires forestiers. Ce dernier a été conclu entre, d'une part l'Union Régionale des Associations de Communes Forestières et l'Union Régionale des Producteurs Forestiers Privés de Franche-Comté et d'autre part, les Services Fiscaux des départements du Doubs, du Jura, de la Haute-Saône et du Territoire de Belfort. Ce protocole contient diverses dispositions particulièrement intéressantes pour les propriétaires et usufruitiers, notamment la prise en compte de la valeur d'avenir, des effets de lisière ainsi que les préjudices chasse. Les dispositions de ce protocole sont appliquées en Côte d'or.

#### 2.5) Les occupations temporaires

Dans le projet de la LGV Rhin-Rhône, des occupations temporaires sont nécessaires et comprennent :

- Le déplacement des réseaux
- La création des ouvrages provisoires
- La création des pistes

La loi du 29 décembre 1892 relative aux dommages causés à la propriété privée par l'exécution des travaux publics est également utilisée pour les sondages et l'archéologie.

Des conventions sont établies avec les propriétaires et les exploitants concernés dans le strict respect du protocole "Occupations Temporaires" signé le entre RFF et les Organisations Professionnelles Agricoles et Forestières de Franche-Comté et de Bourgogne. Une fois les travaux de génie civil réalisés, ces terrains seront rétrocédés à leurs anciens propriétaires ou exploitants.

Les occupations temporaires ont une durée maximum de 5 ans.

## 2.6) Les zones de dépôts

Le mouvement de terre de la LGV Rhin-Rhône nécessite des zones de dépôts pour les matériaux impropres à la réutilisation en remblai. RFF a donc choisit d'acquérir des terrains pour y mettre en dépôt définitivement les déblais. Selon la loi du 29 décembre 1892, ces surfaces, une fois les travaux de génie civil achevés, sont remis en état (agricole ou forestier) puis rétrocédés aux ayants droit.

## 2.7) Les zones d'emprunts

### 2.7.1) Démarche pour ouvrir une carrière de roche massive

Les zones d'emprunts ne font pas l'objet d'occupation temporaire. Dans cette partie, nous nous proposerons d'expliquer la démarche de recherche de carrière.

- **Phase 1 : Sondage géotechnique** : le propriétaire du terrain demande l'autorisation pour faire des sondages. S'il accepte, des indemnités de dédommagement lui seront versées.

Si en effet, le maître d'ouvrage choisit le site de la carrière, la procédure suivante est engagée :

- **Phase 2 : Signature d'une pré-convention** pour le stockage du terrain. Il s'agit d'une promesse de foretage. Il y a donc à ce moment là un accord de principe entre le propriétaire du terrain et le maître d'ouvrage. RFF rémunère le propriétaire à hauteur de 140 €/hectare pour stocker le terrain. Le but de cette pré-convention est de préserver le droit d'exploitation si un concurrent voudrait également exploiter le gisement. C'est d'ailleurs ce qui a été le cas sur la LGV lorsque RFF souhaitait signer des pré-conventions avec les propriétaires. Il s'est avéré que d'autres entreprises avaient déjà signé des contrats avec eux.

- **Phase 3 : Montage des dossiers ICPE.** Dans ce document figure les conditions de remise en état du site en accord avec le propriétaire du site. Dans le cas de la LGV Rhin-Rhône, trois carrières sur quatre ont été comblées jusqu'à leur niveau initial avant extraction.
- **Phase 4 : Signature des contrats de fortage.** Le contrat de fortage est le droit d'exploiter une carrière cédée par le propriétaire du fonds et du tréfonds à un carrier contre une redevance. RFF n'est pas propriétaire du site de la carrière. Le droit de fortage est un accord d'achat de matériaux entre le propriétaire et l'exploitant. Dans le cas de la LGV Rhin-Rhône le droit de fortage est fixé à 0.70 €/m<sup>3</sup> extrait utile.
- **Phase 5 : Exploitation du site.** Il s'en suit le décapage de la terre végétale sur l'ensemble de l'emprise de la carrière, ainsi que sur les surfaces de stockage des matériaux. L'étape suivante est l'excavation de la découverte pour atteindre le toit des matériaux nobles. Ces matériaux sont mis en stock pour être réutilisés pour le comblement de l'emprunt. L'exploitation des matériaux nobles peut donc commencer.
- **Phase 6 : Remise en état du site.** Il s'agit du comblement de l'emprunt à l'aide des matériaux de découverte ainsi que des déblais impropres à la réutilisation en remblai issus de la LGV. Lorsque la terre végétale est mise en œuvre, les propriétaires peuvent à nouveau reprendre leur activités.

## 2.7.2) Compléments juridiques

**Remarque :** Selon l'article 552 du Code civil, la propriété du sol emporte la propriété du dessus et la propriété du dessous. Le dessus s'appelle la superficie, le dessous le tréfonds.

**Fonds :** Ce mot qui vient directement du latin pour désigner une exploitation agricole est synonyme de propriété immobilière. On le trouve utilisé dans de nombreux passages du Code civil

**Tréfonds :** Désigne le volume de terre se trouvant sous la surface du sol dont une personne est propriétaire. Le mot est synonyme de "sous-sol". L'utilisation du sous-sol fait l'objet de dispositions particulières. Il en est ainsi des règles concernant les fouilles archéologiques et des dispositions du Code minier qui règle l'exploitation du sous-sol, soit directement par l'État, soit par l'intermédiaire d'une entreprise bénéficiant d'une concession.

IX Bilan de déclaration à la DRIRE

**Déclaration tonnage DRIRE**

<b>Emprunt de Vitreux</b> (Autorisation 12 avril 2006)			
Année	Tonnage déclaré	Tonnage max autorisé	dépassement
2006	75 000	900 000	0
2007	1 200 000	900 000	300 000
2008	70 000	900 000	0
Total	1 345 000	1 400 000	0

<b>Emprunt de Voray</b> (Autorisation 25 aout 2006)			
Année	Tonnage déclaré	Tonnage max autorisé	dépassement
2006	0	600 000	
2007	530 000	600 000	
2008	867 000	800 000	67 000
Total	1 397 000	1 500 000	0

<b>Emprunt de Neuvelle</b> (Autorisation 4 décembre 2006)			
Année	Tonnage déclaré	Tonnage max autorisé	dépassement
2006	0	770 000	
2007	530 000	770 000	
2008	600 000	770 000	
2009		770 000	
Total	1 130 000	1 700 000	0

<b>Emprunt de Aibre</b> (Autorisation 21 mai 2007)			
Année	Tonnage déclaré	Tonnage max autorisé	dépassement
2007	300 000	350 000	
2008	350 000	350 000	
2009		350 000	
Total	650 000	875 000	0

## X Synthèse des cubatures des ICPE RFF

Synthèse des cubatures des emprunts RFF ICPE							
Désignation	Site d' emprunt	Vitreux + D 400	Voray	Neuveville	Aibre	Totaux	U
PST RT2 (0/300)		95 858	163 436	57 000	217 500	725 794	m <sup>3</sup>
Remblai courant		192 000	0	0			m <sup>3</sup>
Masques de protection		3 015	57 619	71 000	0	192 908	m <sup>3</sup>
Masques drainants		28 209	33 085		0		m <sup>3</sup>
Eperons drainants		10 130	588	0	0	10 718	m <sup>3</sup>
Matelas drainant (10/40)		0	0	13 000	0	13 000	m <sup>3</sup>
Matériaux Sélectionnés Blocs Techniques GNT (0/40)		48 149	64 732	119 000	49 000	280 881	m <sup>3</sup>
Matériaux ZI (0/500)		45 400	0	107 000	0	186 360	m <sup>3</sup>
Matériaux ZH (0/500)		7 683	26 277	0	0		m <sup>3</sup>
Couche de forme ferroviaire (0/63)		48 833	63 268	119 000	22 500	253 601	m <sup>3</sup>
Couche de forme routière (0/63)		37 135	9 474	102 000	16 000	164 609	m <sup>3</sup>
Matériaux pour pistes		33 000	5 800	0	0	38 800	m <sup>3</sup>
Matériaux charpenté pour remblai de purge		223 000	175 000	115 000	0	513 000	m <sup>3</sup>
Stériles traités au LH		0	0	0	36 000	36 000	m <sup>3</sup>
Matériaux impropres mis en dépôt (pour comblement)		116 867	31 200		16 000		m <sup>3</sup>
<b>Volume total réutilisés</b>		<b>772 412</b>	<b>599 259</b>	<b>703 000</b>	<b>305 000</b>	<b>2 379 671</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Tonnage total réutilisés</b>		<b>1 737 927</b>	<b>1 348 333</b>	<b>1 581 750</b>	<b>686 250</b>	<b>5 354 260</b>	<b>To</b>
<b>Tonnage déclaré à la DRIRE</b>		<b>1 345 000</b>	<b>1 500 000</b>	<b>1 130 000</b>	<b>650 000</b>	<b>4 625 000</b>	<b>To</b>
<b>Tonnage max autorisé par la DRIRE</b>		<b>1 400 000</b>	<b>1 500 000</b>	<b>1 700 000</b>	<b>875 000</b>	<b>5 475 000</b>	<b>To</b>

	Neuveville			
	Trace + D 94 (Réal)	D 94 (PRO)	Emprunt	
PST RT2 (0/300)	218 000	161 000	57 000	
Matériaux utilisés en remblai courant	0	52 000	0	
Masques de protection	71 000		71 000	
Masques drainants	0		0	
Eperons drainants	0		0	
Matelas drainant (10/40)	13 000		13 000	
Matériaux Sélectionnés Blocs Techniques GNT (0/40)	119 000		119 000	
Matériaux ZI (0/500)	243 000	136 000	107 000	
Matériaux ZH (0/500)	0		0	
Couche de forme ferroviaire (0/63)	119 000		119 000	
Couche de forme routière (0/63)	102 000		102 000	
Matériaux pour pistes	0		0	
Matériaux charpenté pour remblai de purge	115 000		115 000	
	<b>1 000 000</b>	<b>297 000</b>	<b>703 000</b>	m <sup>3</sup>
	<b>2 250 000</b>	<b>686 250</b>	<b>1 581 750</b>	to

(Tonnage max autorisé 1,7 M de To)

	Vitreux			
	Trace + D 400 (Réal)	D 400 (PRO)	Emprunt	
PST RT2 (0/300)	95 858		95 858	
Matériaux utilisés en remblai courant	192 000		192 000	
Masques de protection	3 015		3 015	
Masques drainants	28 209		28 209	
Eperons drainants	10 130		10 130	
Matelas drainant (10/40)	0		0	
Matériaux Sélectionnés Blocs Techniques GNT (0/40)	48 149		48 149	
Matériaux ZI (0/500)	45 400	42 100	3 300	
Matériaux ZH (0/500)	7 683		7 683	
Couche de forme ferroviaire (0/63)	48 833		48 833	
Couche de forme routière (0/63)	37 135		37 135	
Matériaux pour pistes	33 000		33 000	
Matériaux charpenté pour remblai de purge	223 000	121 200	101 800	
	<b>772 412</b>	<b>203 200</b>	<b>569 212</b>	m <sup>3</sup>
	<b>1 737 927</b>	<b>467 200</b>	<b>1 280 727</b>	to

(Tonnage max autorisé 1,4 M de To)

XI Tableau de suivi des dossiers de dérogation des buses en fonte

**BUSES FONTE - RECAPITULATIF DES ELEMENTS MANQUANTS A FOURNIR PAR LES MEG POUR VALIDATION DES DEROGATIONS**

Tronçon	Lot	N°DD	N°OHD	Commentaires et/ou Eléments à fournir par MOE
A	A1A2	93	045,010,0	Pas d'opposition à l'acceptabilité de la dérogation. L'hypothèse du coefficient de Manning Strickler est erronée mais pas de remise en cause. Informations à fournir ultérieurement : - Valeur réelle de l'épaisseur de l'ouvrage - Vérification à réception de l'ouvrage de l'obtention d'un fil d'eau en pente continue vers l'aval, sans rupture de pente ni point haut et l'absence d'anomalies au niveau des joints
A	A1A2	94	045,030,0	Eléments en attente : - Donner la valeur de l'épaisseur de l'ouvrage posé - Fournir le dimensionnement mécanique basé sur les résultats réels de compactage à la pose - Fournir la position du MOE sur les sources d'émission de courant continu ou alternatif à proximité de l'ouvrage  - Vérifier à réception de l'ouvrage l'obtention d'un fil d'eau en pente continue vers l'aval sans rupture de pente ni point haut, et l'absence d'anomalies au niveau des joints
A	A1A2	95	051,020,0 051,026,0 051,030,0	Eléments en attente pour les trois ouvrages : • Fournir la position du MOE sur les sources d'émission de courant continu ou alternatif à proximité des ouvrages • Vérifier à réception de l'ouvrage l'obtention d'un fil d'eau en pente continue vers l'aval sans rupture de pente ni point haut, et l'absence d'anomalies au niveau des joints  Dimensionnement mécanique : • OHD 051.030.0 : pas d'observation. • OHD 051.020.0 et OH 051.026.0 : vérification à faire pour s'assurer que ces ouvrages ne sont pas sollicités au-delà de ce qui était prévu, en raison d'un mauvais remplissage et compactage au niveau des reins de l'ouvrage. Nous proposons un relevé pour chiffrer l'ovalisation dans un premier temps hors charge ferroviaire mais avec la totalité du remblai monté. L'ovalisation constatée + celle due aux charges ferroviaires qui ne doit pas excéder 2%, ne devra pas être supérieure à celle calculée.
A	A1A2	99	047,020,0 047,025,0 047,030,0	Eléments en attente : • Fournir la position du MOE sur les sources d'émission de courant continu ou alternatif à proximité des ouvrages • Vérifier à réception de l'ouvrage l'obtention d'un fil d'eau en pente continue vers l'aval sans rupture de pente ni point haut, et l'absence d'anomalies au niveau des joints  • Dimensionnement mécanique : pour les trois ouvrages, vérification à faire pour s'assurer que ces ouvrages ne sont pas sollicités au-delà de ce qui était prévu, en raison d'un mauvais remplissage et compactage au niveau des reins de l'ouvrage. Nous proposons un relevé pour chiffrer l'ovalisation dans un premier temps hors charge ferroviaire mais avec la totalité du remblai monté. L'ovalisation constatée + celle due aux charges ferroviaires qui ne doit pas excéder 2%, ne devra pas être supérieure à celle calculée. • Contrôle à la pose : OH 047.030.0 - des anomalies sont visibles sur les courbes des sondages 1, 2, 7, 10 et 11. Le compactage de niveau q3 n'est pas atteint. Les sondages disponibles valent-ils un compactage de niveau q5 ?
A	A4	108	085,010,0	Interrogation reins béton Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.. Manque les contrôles exercés par le MOE
A	A4	109	096,010,0	Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Dimensionnement hydraulique : Vitesse d'eau supérieure aux spécifications du RT. Prévoir un blocage en pierre en sortie Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3. Tassements attendus importants : A la réception de l'OH vérifier : fil d'eau sans rupture de pente et les joints de l'ouvrage.
A	A4	112	105,010,0	Interrogation sur reins béton Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.
A	A4	113	107,010,0	Interrogation sur reins béton Dimensionnement hydraulique : Vitesse élevée en sortie d'ouvrage, l'aménagement doit tenir compte d'une vitesse proche de 4 m/s - Proposition de protection à fournir Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.. Manque les contrôles exercés par le MOE Interrogation sur reins béton
A	A4	114	114,010,0	Interrogation sur reins béton Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Manque essais de compactage ainsi que les contrôles exercés par le MOE
A	A4	115	115,020,0	Interrogation sur reins béton Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Dimensionnement hydraulique : Augmentation sensible de la vitesse en sortie d'ouvrage 3,2 m/s pour 3 m/s dans RT - Fournir une proposition de protection adaptée Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.. Manque les contrôles exercés par le MOE Tassements attendus importants : A la réception de l'OH vérifier : fil d'eau sans rupture de pente et les joints de l'ouvrage.
A	A4	116	115,035,0	Interrogation sur reins béton Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Dimensionnement hydraulique : augmentation sensible de la vitesse 1,9 m/s contre 0,9 m/s au RT Tome III. Protection par un blocage en pierre sur 3 m au moins Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.. Manque les contrôles exercés par le MOE Tassements attendus importants : A la réception de l'OH vérifier : fil d'eau sans rupture de pente et les joints de l'ouvrage.
A	A4	117	117,065,0	Interrogation sur reins béton Bloc technique matériaux G1 : Le document remis n'indique pas le type de groupe de sol des matériaux pour vérification appartenance au groupe G1 Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.. Manque les contrôles exercés par le MOE Tassements attendus importants : A la réception de l'OH vérifier : fil d'eau sans rupture de pente et les joints de l'ouvrage.
A	A4	118	118,010,0	Interrogation sur reins béton Bloc technique : Manque plan de qualité ou la méthodologie des contrôles qui valident le compactage en niveau q 3.. Manque les contrôles exercés par le MOE
A	A4	119	125,015,0	Interrogation sur reins béton Manque essais de compactage ainsi que les contrôles exercés par le MOE
B	B1	86	15a2,10	Vu en réunion Tr B - Eléments MOE sous 15 jours - Eléments reçus le 17/03/2009 : Résultats de compacité sur lit de pose et BT + garantie décennale PAM - Analyse des documents en cours à l'AMT
C	C1	89	221,010,0	Interrogation sur reins béton, absence de tassement. Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative (la vitesse calculée supérieure au limite du RT), manque vérification absence de source courant électrique
		92	221,005,0	
C	C3	104	231,010,0	Interrogation sur respect plans EXE, sur reins béton, absence de tassement. Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative (la vitesse calculée supérieure au limite du RT), manque vérification absence de source courant électrique - Attente nouveaux éléments du MOE
C	C3	105	227,010,0	Interrogation sur absence de tassement. Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative, manque vérification absence de source courant électrique Attente nouveaux éléments du MOE
C	C3	124	224,010,0	Interrogation sur respect plans EXE, sur reins béton, absence de tassement. Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative, manque vérification absence de source courant électrique Attente nouveaux éléments du MOE
C	C3	125	227,020,0	Interrogation sur respect plans EXE, sur reins béton, absence de tassement. Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative, manque vérification absence de source courant électrique Attente nouveaux éléments du MOE
C	C3	126	234,010,0	Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative, manque vérification absence de source courant électrique Attente nouveaux éléments du MOE
C	C3	128	245,030,0	Manque calcul de la ligne d'eau et analyse comparative, manque vérification absence de source courant électrique Attente nouveaux éléments du MOE
C	C3	129	245,035,0	Manque vérification absence de source courant électrique Attente nouveaux éléments du MOE



## XII Résumé du mémoire de stage en Allemand

### Diplomarbeit Gedächtnis

#### *Zusammenfassung :*

Ich habe meine Diplomarbeit bei Réseau Ferré de France, bei der für die Baustelle der LGV (Hochgeschwindigkeitsstrecke) Rhin-Rhône zuständigen Abteilung ausgeführt. Für die Baustelle der LGV war eine große Menge edler Baustoffe erforderlich. Um diesen Bedarf zu decken, sind **Kalksteinbrüche** geöffnet worden. Die Steinbrüche von RFF haben es erlaubt, für den Bedarf von 5.5 Millionen Tonnen edlerer Baustoffe aufzukommen.

Meine Hauptaufgabe hat in einer quantitativen und qualitativen Analyse der vier massiven Felssteinbrüche bestanden, die durch RFF geöffnet wurden. Aufgrund dieser Analyse ist ein **Erfahrungsbericht** aufgestellt worden, um die künftigen Anleihen von RFF zu verbessern.

Meine zweite Aufgabe, die in parallel zu der ersten ausgeführt wurde, hat darin bestanden ein **Pflichtenheft** für **Werkstoffe** und **Hydraulik** zu erstellen.

Die Verwaltung der Akten über die Materialien betrifft die administrative und technische Beobachtung der vier massiven Felssteinbrüche, die durch RFF geöffnet wurden. Bei den Akten über die Hydraulik handelt es sich um Ausnahmen des **Pflichtenheftes** der SNCF. Dabei haben Gussrohre Betonrohre ersetzt.

**Schlüsselwörter :** **Kalksteinbrüch, Erfahrungsbericht, Pflichtenheft, Werkstoffe und Hydraulik**

## Mémoire de PFE

### **Résumé :**

J'ai effectué mon Projet de Fin d'Etudes chez Réseau Ferré de France, au sein de la Direction d'Opération du chantier de la LGV Rhin-Rhône. Le chantier de la LGV a nécessité une grande quantité de matériaux nobles. Pour subvenir à ces besoins, des **carrières** de roches massives calcaires ont été ouvertes. Les **carrières** de RFF ont permis de subvenir au besoin de 5.5 millions de tonnes de matériaux nobles.

Ma principale mission a consisté en une analyse quantitative et qualitative des quatre carrières de roches massives ouvertes par RFF. Suite à cette analyse, un **retour d'expérience** a été établi afin d'améliorer les futurs emprunts de RFF.

Ma seconde mission, menée en parallèle de la première, a été d'effectuer des missions de **pilotage** sur les thématiques des **matériaux** et de l'**hydraulique**.

Le **pilotage** des dossiers sur les **matériaux** concerne le suivi administratif et technique des quatre **carrières** de roches massives ouvertes par RFF. Quant au **pilotage** des dossiers sur l'**hydraulique** il concerne les dérogations du référentiel technique de la SNCF. Il s'agit de la pose de buses en fonte à la place des buses en béton.

**Mots clés :** **carrières, retour d'expérience, pilotage, matériaux et hydraulique.**