

EXPERTISE DES COÛTS NFL LONG TERME

DE L'ETUDE DE FAISABILITE REALISEE
PAR EGIS

Métiers expertisés :

- *Ouvrage d'art (Structure et Tunnel)*
- *Ouvrage en Terre (Terrassement et Assainissement)*
- *Signalisation*
- *Caténaires*



SOMMAIRE

1.	OBJET.....	3
2.	ZONE D'EXPERTISE.....	3
3.	LIMITES DE L'EXPERTISE.....	4
3.1.	Contexte et Périmètre d'expertise	4
3.2.	Hors expertise	4
4.	METHODE D'ESTIMATION	5
4.1.	Sources de référence et méthodes d'estimation	5
4.2.	Condition de validité de l'estimation	6
4.3.	Hypothèses prises en compte pour l'exécution des travaux.....	7
5.	ANALYSE DES COÛTS	14
5.1.	VERIFICATION DES MACROS PRIX (MBP) ET QUANTITES REPRESENTATIVES	14
5.1.1.	Ouvrages d'art (Structures)	14
5.1.2.	Ouvrages d'art (Tunnel)	19
5.1.3.	Terrassements	21
5.1.4.	Assainissements	29
5.1.5.	Signalisation	33
5.1.6.	Caténaires et EALE	33
5.2.	VERIFICATION DU SNCF E	40
5.2.1.	Dossier EGIS	40
5.2.2.	Analyse PSIGT	40
5.3.	VERIFICATION DES NIVEAUX DE SAV, PR ET MOE.....	41
5.3.1.	SAV.....	41
5.3.1.	Provisions Pour Risques.....	43
5.3.2.	MOE.....	51
5.4.	TABLEAU COMPARATIF DES ESTIMATIONS	57
5.4.1.	Synthèse du Dossier EGIS	57
5.4.2.	Synthèse MBP PSIGT (hors PR-MOE-MOA).....	58
6.	SYNTHESE DES ECARTS ET CONCLUSIONS	58
6.1.	Tableau des écarts	58
6.2.	Ouvrages d'art (StructureS).....	59
6.3.	Ouvrages d'art (Tunnel).....	64
6.4.	Terrassements/Assainissements.....	65
6.5.	Signalisation	66
6.6.	Caténaires	68
6.7.	CONCLUSION GENERALE	69



1. OBJET

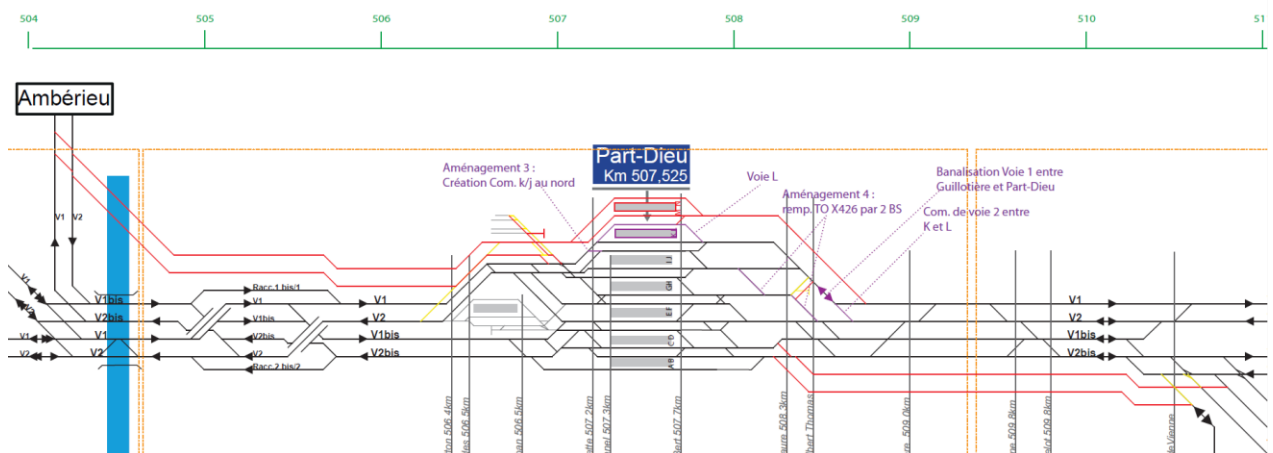
Les partenaires du projet (l'Etat, la Région Rhône-Alpes et le Grand Lyon principalement) s'interrogent sur la validité des coûts annoncés par les études de faisabilité réalisées par EGIS, notamment du fait de leur forte augmentation (quasi-doublement) par rapport aux pré-études fonctionnelles réalisées en 2011. EGIS a réalisé ces deux études et a reconnu que les estimations précédentes avaient été sous-évaluées, notamment du fait d'une moins bonne précision des études, d'une moins bonne évaluation des conditions de travaux, d'une évolution du périmètre technique.

L'expertise de PSIGT est sollicitée sur la partie long terme du projet et uniquement sur l'estimation des coûts.

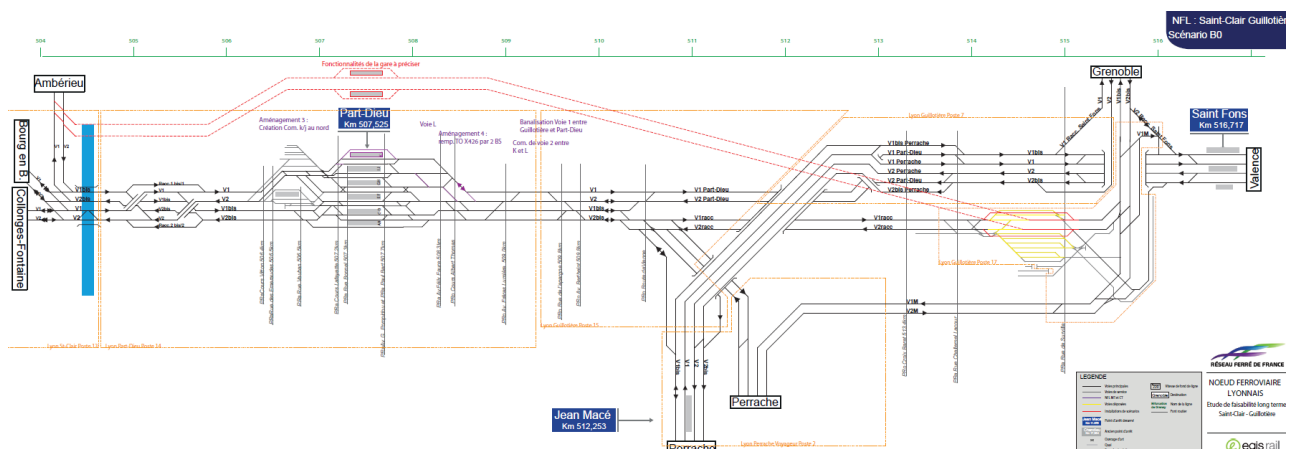
2. ZONE D'EXPERTISE

L'expertise porte sur l'estimation des coûts de la partie Long terme du projet :

- Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.

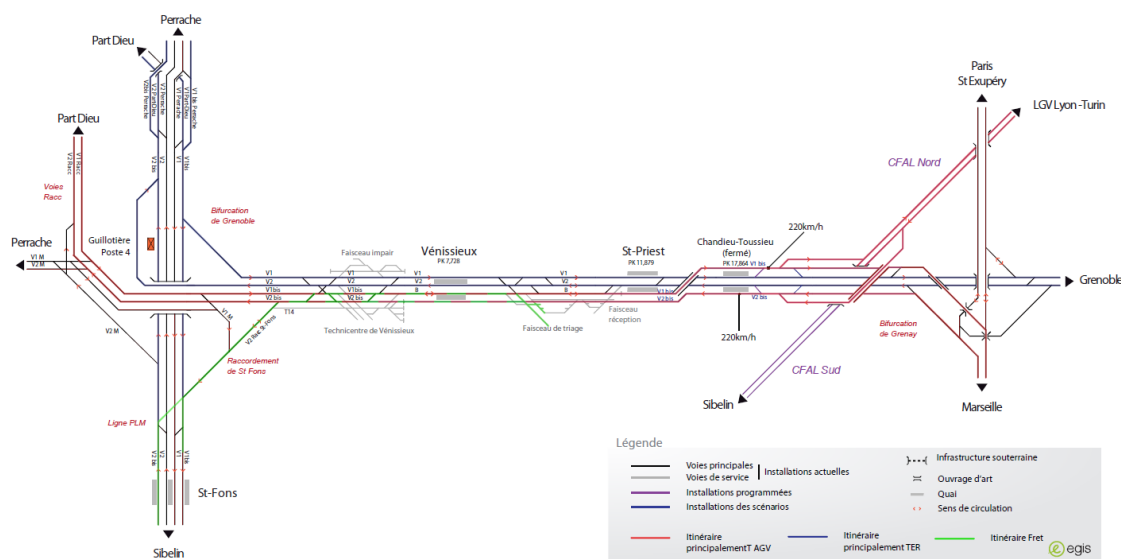


- Scénario B4, solution Bi-tube avec gare souterraine sous les voies ferrées.





➤ SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule.



3. LIMITES DE L'EXPERTISE

3.1. CONTEXTE ET PERIMETRE D'EXPERTISE

La présente expertise a été établie sur la base des documents livrables de l'étude de faisabilité d'EGIS. Aucun autre document (métrés, document de travail,...) n'a été mis à disposition des experts.

Le délai de réalisation de la présente expertise a été contraint par le calendrier d'instruction du dossier, par RFF. La réunion de cadrage a été réalisée le 24/10/2014 pour un rendu le 10/12/2014.

Compte tenu du délai, l'expertise n'a pu être réalisée que sur les métiers suivants :

- Ouvrages d'art (structures).
- Ouvrages d'art (tunnel).
- Terrassements/Assainissements.
- Signalisation.
- Caténaires.

Le délai d'expertise n'a permis aucun échange (questions complémentaires, clarifications) avec EGIS.

3.2. HORS EXPERTISE

Les métiers non expertisés sont :

- Foncier
- Libération des emprises
- Installations communes de chantier
- Aménagements divers (environnement)
- Aménagement en gare
- Passages à niveau
- Voie
- Télécommunication



4. METHODE D'ESTIMATION

4.1. SOURCES DE REFERENCE ET METHODES D'ESTIMATION

➤ Ouvrages d'Art (structures)

L'estimation des unités d'œuvre se base sur des ratios au m² de surface ou au ml de mur, en référence aux estimations des entreprises de travaux sur les opérations suivantes :

- Bouchon ferroviaire de Bordeaux (2ème étape) : murs, TPE et estacades en béton armé. CE 01/2012
- PRA du Mas de Rochet (Montpellier) : Pont-rail de type RaPL. CE 01/2009
- Tranchée couverte de la Virgule d'Avignon CE 01/2013
- Raccordement de Vendenheim (ITF TGV EST 2^{ème} phase) : Bow-string – CE 01/2012

Les ratios employés dans les tableaux ci-après intègrent la mise à jour des CE.

Concernant les solutions de viaduc ou d'estacade en béton précontraint par voussoirs (Viaduc Rhône et viaduc de la Plaine de Jeu), il n'existe pas de référence récente à la SNCF de mise en œuvre d'ouvrage de ce type (peu utilisé en régénération du fait de sa masse et de son délai de construction). Le ratio est donc déduit des quantités habituelles de béton, de coffrage, d'armatures et de précontrainte pour ce type d'ouvrage.

La modification (dont reprise en sous-œuvre) de certains ouvrages est très compliquée à estimer, compte tenu du degré de précision technique du dossier remis à l'expertise. Pour ces ouvrages, un montant forfaitaire a été estimé, sur la base d'opérations jugées similaires.

La prise en compte du contexte local de l'opération est faite par l'introduction de coefficients de complexité appliqués aux ratios de base.

Contrainte	majoration
Ouvrages en interface forte avec l'exploitation ferroviaire (ouvrages linéaires à proximité des voies et nécessitant des blindages continus par exemple) – Réalisation sous ITC courtes de nuit	1.4
Ouvrages en interface modérée avec l'exploitation ferroviaire (mise en place sous intervalle après préfabrication hors périmètre ferroviaire par exemple, possibilité de travail sur blanc travaux ou sous ITC longue)	1.2
Ouvrages nécessitant des démolitions lourdes (parties d'ouvrages routières ou ferroviaires)	1.2
Ouvrages sans contrainte particulière	1.0

Lorsque deux contraintes se cumulent, nous avons considéré que le coefficient de complexité le plus fort permet de couvrir les deux contraintes.

➤ Ouvrages d'art (tunnel)

À ce stade des études, l'estimation du coût des ouvrages souterrains (tunnel, gare et ouvrages connexes) est réalisée en décomposant les travaux en natures d'ouvrages majeures et en appliquant des ratios de coût pour chacune de ces natures d'ouvrage.

Ces ratios sont basés sur des références de chantier finis réalisés dans des conditions comparables au projet.

Pour les coûts de gare, nous utilisons nos retours d'expérience des chantiers de construction des stations parisiennes (Châtelet, Condorcet, Magenta) où le contexte géologique et environnemental est comparable à celui de l'agglomération Lyonnaise.



Pour l'estimation des ouvrages souterrains linéaires (tunnel, TC, TO et ouvrages connexes), les chantiers de creusement de tunnels au tunnelier servent de référence comme le chantier de creusement de la galerie du tunnel routier du Fréjus ou celui du tunnel ferroviaire de Villejust. Pour les ouvrages de tranchée couverte, les ratios utilisés se basent sur les coûts de réalisation des tranchées couvertes de la Ligne Nouvelle 5 (Lyon-Marseille) avec notamment la tranchée couverte de Saint André.

Les ratios sont ensuite appliqués sur les quantités estimées à partir des éléments du dossier d'EGIS. Une analyse des quantités est également menée.

La somme des coûts des différentes natures d'ouvrages donne l'estimation technique de la part génie civil de l'ouvrage. À cette estimation technique s'ajoute la part de Somme à valoir, puis la part des équipements techniques et enfin la provision pour risques pour aboutir à l'estimation nette.

➤ Terrassements/Assainissements

Pour les métiers terrassements et Assainissement l'estimation du coût des ouvrages linéaires est établie en décomposant les travaux en natures d'ouvrage prépondérant (ouvrages hydrauliques, ouvrages en terre, et plateforme structures d'assise) en appliquant des ratios de coût à chacune de ces natures d'ouvrage.

Nos ratios sont établis sur la base de retours chantiers pour des conditions comparables sur les régions Toulousaine, pour des opérations de doublement de voies, ou Bordelaise pour des opérations de raccordement d'infrastructure linéaire nouvelle au Réseau Ferré National (RFN).

➤ Signalisation

PSIG SF a basé ses estimations sur les séries de prix « ratios » définies par les référentiels IG0110, IG0110-059, IG0110-061, IGD0009-017, IGD0009-021, IGD0009-025.

4.2. CONDITION DE VALIDITE DE L'ESTIMATION

➤ Ouvrages d'art (structures)

Les ratios employés pour cette estimation doivent couvrir normalement les conditions d'exécution, sous réserve du respect des hypothèses formulées au § 4.3.

Les réseaux de surface devront être dévoyés préalablement aux travaux et les acquisitions foncières (ou AOT) permettront la mise à disposition des emprises aux entreprises.

La précision des estimations est donnée avec une fourchette [0 ; -50%] sur le secteur St Clair – Guillotière et [0 ; -30%] sur St Fons – Grenay, conformément aux hypothèses prises par EGIS.

➤ Ouvrages d'art (tunnel)

Les estimations des ouvrages souterrains sont établies aux conditions économiques de Juin 2013. Tous les coûts sont donnés Hors Taxe, hors frais de MOE et hors acquisitions foncières.

➤ Terrassements/Assainissements

Les estimations des ouvrages en terre, des plateformes, des ouvrages hydrauliques linéaires ont été établies aux conditions économiques de Juin 2013 comme le dossier d'étude de faisabilité présenté par EGIS. Tous les coûts de SNCF Entrepreneur sont comptés séparément, en pourcentage du montant brut des travaux donnés Hors Taxe.



➤ Signalisation

L'expertise menée par PSIG SF porte exclusivement sur l'analyse des coûts produits par EGIS dans le cadre des solutions qu'elle propose. Les hypothèses de régénérations de postes, qui constituent une option « haute », ne sont pas remises en cause. Les optimisations technique formulées dans cette notice sont mentionnées uniquement à titre de préconisation et devront faire l'objet d'études approfondie si celles-ci sont retenues par la MOA.

4.3. HYPOTHESES PRISES EN COMPTE POUR L'EXECUTION DES TRAVAUX

➤ Ouvrages d'art (Structures)

Les travaux exécutés en environnement ferroviaire respecteront les prescriptions de l'IN0033. A cet effet, on peut noter les éléments suivants :

- Réalisation d'écrans de protection des circulations ferroviaires : travail sur ITC de la voie contigüe (voire des deux voies contigües selon la configuration de site) ;
- Réalisation d'écrans de soutènements provisoires : sauf problématique de nappe dans les volumes terrassés, les écrans ne pénétrant pas sous le plan P2 pourront être réalisés sous la forme de parois clouées ; compte tenu de la définition actuelle du projet et des incertitudes associées, les soutènements à réaliser sous le plan P2, pour des questions de déformabilité du massif, devraient être des parois parisiennes ou similaires. En cas de présence d'eau, des techniques de parois étanches devront être employées ;
- Les tranchées couvertes sont réalisées, sous la nappe, par des parois moulées entretoisées en tête par une traverse et butée en fond de terrassement par un radier ; l'ensemble du système doit être étanche.
- La réalisation des terrassements sous le plan P1 est assurée sous ITC. Lorsque le terrassement passe sous le plan P2, une période observationnelle de 72 h est mise en place après terrassement, avec ralentissement à 80 km/h.
- compte tenu du milieu urbain, l'estimation repose sur le fait qu'une partie des rues (ou chaussées) contigües aux travaux sont neutralisées (hypothèse : neutralisation d'une voie de circulation).
- Le remplacement d'ouvrages de franchissement routier est prévu par préfabrication à proximité, et mise en place par ripage (le cas échéant par remorques automotrices).
- La mise en place du viaduc sur le Rhône est prévue à la barge pour les solutions de tabliers isostatiques (Bow-string) ou par poussage (caisson BP).
- Le viaduc de la Plaine de Jeu est supposé construit sur cintres.

➤ Terrassements/Assainissements

Pour l'estimation des travaux de terrassement, de plateforme et d'hydraulique/assainissement du scénario A, à la vue des plans présentés par EGIS et de l'entraxe prévu entre les deux plateformes, nous avons considéré que les travaux correspondaient majoritairement à des travaux en site propre, à l'exception des zones de débranchement à Saint Clair et de la zone de raccordement à la voie existante de la Part-Dieu.



Pour le tronçon commun ST Fons Grenay, à la vue des plans présentés dans le dossier d'Egis, nous avons considéré que les travaux pouvaient d'une part être réalisés en site propre quand la quatrième voie (dite V2bis) était située hors des emprises ferroviaires et d'autre part sous contrainte ferroviaires quand les travaux étaient situés sur la plateforme existante ou à proximité immédiate.

Pour l'estimation des tunnels, nous avons pris en compte comme hypothèse que les tunnels sont excavés au tunnelier et que la gare souterraine est réalisée par la méthode de la voûte active (méthode Jacobson).

La variante analysée en terme de coût et de quantité est la variante bitube avec une implantation de la gare sous les voies ferrées.

➤ Signalisation

1. Adjonction de deux voies supplémentaires entre Lyon Saint Clair et Lyon-Guillotière

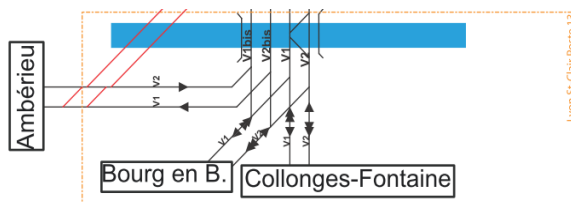
➤ Scénario A : avec deux voies supplémentaires en surface à Lyon Part-Dieu

Les travaux nécessitent la modification des postes commandés par l'IHM MISTRAL du Site Unique de Lyon Zone Est suivant les synoptiques ci-après. Actuellement de type PRSI, ils sont régénérés en PAI 2006.

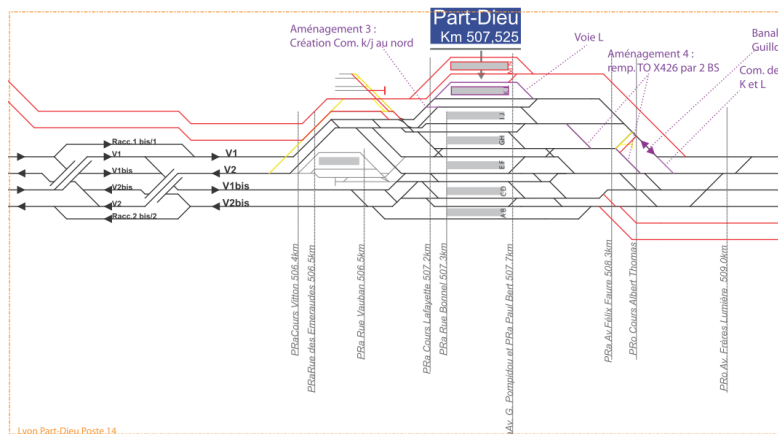
Il est pris pour hypothèse dans le volet technique du scénario A la régénération de chaque poste (considérés en fin de vie à l'horizon 2030 par EGIS).

Aucune phase (au sens exploitation, avec édition d'un Plan Technique par phase) n'a été prise en compte dans l'estimation.

- Poste 13 de Lyon Saint Clair

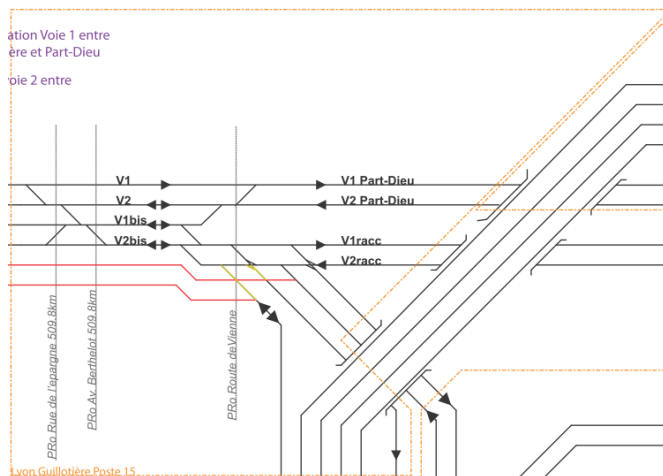


- Poste 14 de Lyon Part-Dieu





- Poste 15 de Lyon-Guillotière



Il en résulte, en termes d'objet, les évolutions suivantes pour chaque poste :

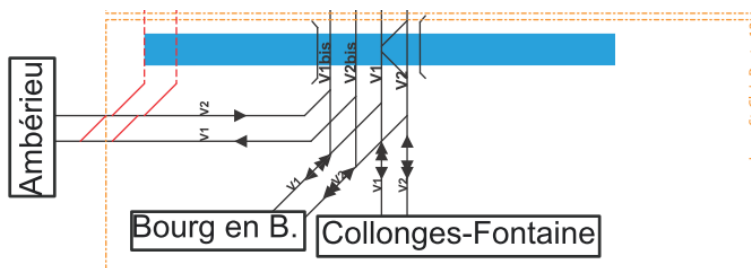
	Postes PRSI	Objets	Itinéraires / Autorisations
	P13 Lyon Saint Clair	19	14 lt + 2 Au
Situation actuelle (calcul PSIGTSF.33)	P14 Lyon Part-Dieu	160 (290 par EGIS)	283 lt + 4 Au
	P15 Lyon Guillotière	37	86 lt
Situation envisagée par EGIS	P13 Lyon Saint Clair	26	
	P14 Lyon Part-Dieu	330	inconnus
	P15 Lyon Guillotière	50	

Il est à constater un calcul différent du nombre d'objet réalisé par PSIGT.SF sur la base des schémas de signalisation existants concernant le poste 14 de Lyon Part-Dieu (160 par PSIGT SF, 290 par EGIS).

➤ **Scénario B : avec deux voies supplémentaires en tunnel à Lyon Part-Dieu (gare souterraine)**

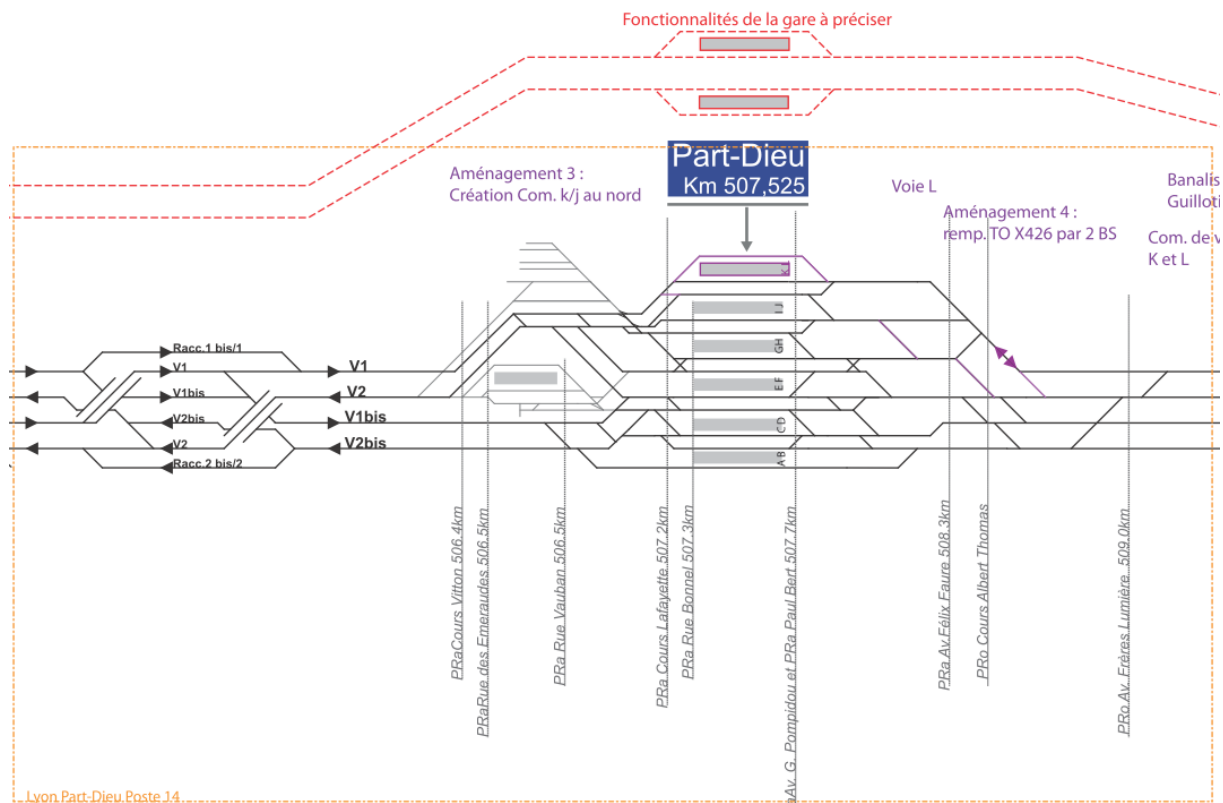
- Raccordement Nord zone Poste 13 Lyon Saint Clair

Au vu des éléments fournis dans le dossier volet technique du scénario B, les travaux impactant le poste 13 de Lyon Saint Clair sont identiques à ceux élaborés au scénario A soit un montant de l'EFPP par PSIGT.SF aux CE 06/2013 : 12,9 M€





• Nouveau Poste Gare Souterraine Lyon Part-Dieu



La future gare souterraine de la Part-Dieu sera gérée par un poste informatique télécommandé depuis l'IHM MISTRAL de la CCR du site Unique de Lyon. Ce poste commandera :

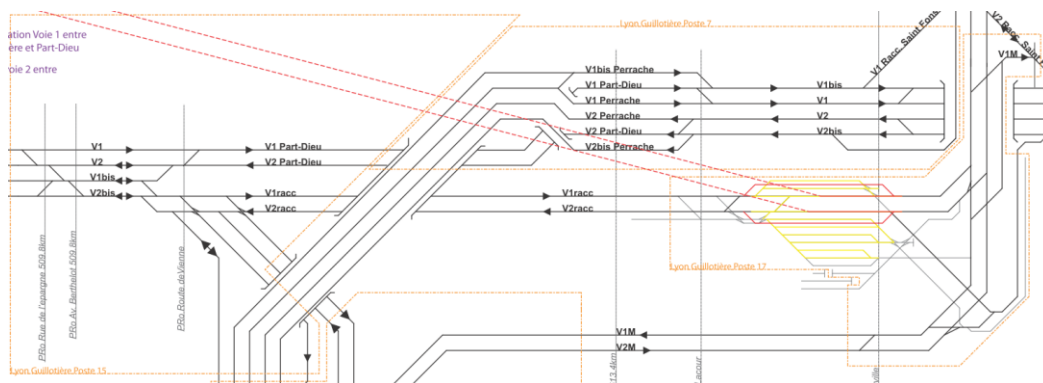
- 12 aiguilles et 12 signaux (24 objets) dans le cas d'une gare monotube
- 4 aiguilles et 12 signaux (16 objets) dans le cas d'une gare bitube

Il est envisagé trois positionnements de la gare :

- Gare sous Villette
- Gare sous les voies ferrées
- Gare diagonale

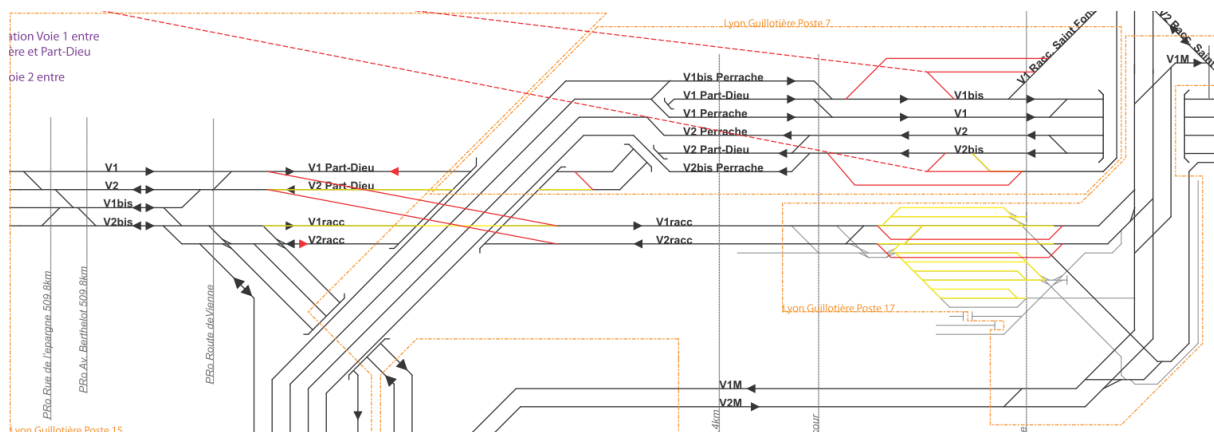
- Le Raccordement Sud fait l'objet de deux scénarii identifiés B0 et B4 sur les voies Racc au niveau de Guillotière.

Scénario B0 :





Scénario B4 :



Des travaux préparatoires sont identifiés impactant le poste 17 de Lyon Guillotière sur 3 étapes.

- Hypothèses des estimations réalisées par PSIGT.SF33 pour les scénarii B0 et B4 :

Compte tenu :

- ✓ d'une part, des modifications du plan de voie qui entraînent une importante augmentation du nombre d'objets gérés par le poste P17 de Lyon Guillotière,
- ✓ d'autre part, de l'obsolescence de la technologie informatique de ce poste, de type PAI SSI (une directive de RFF Grands Projets interdit maintenant toute modification de ce type de poste nécessitant la mise en place de nouvelles armoires d'enclenchement), et suivant l'avis émis par les départements techniques de PSIGT.SF.

Il est retenu comme hypothèse la régénération de ce poste avec création d'un nouveau bâtiment technique et non la modification de celui-ci comme proposé par EGIS.

Aucune phase (au sens exploitation, avec édition d'un Plan Technique par phase) n'a été prise en compte dans l'estimation. Les travaux ayant lieu en site non exploité, aucune phase n'est nécessaire.

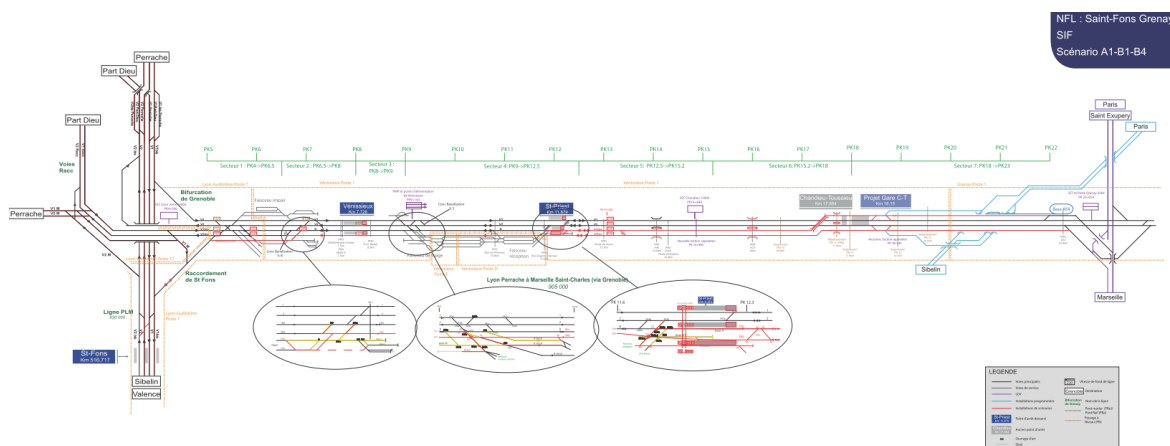
2. SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay.

- Hypothèses des études envisagées par EGIS

Les études réalisées par EGIS pour la mise à 4 voies entre Saint Fons et Grenay présentent une « situation de référence » et exposent une problématique d'interfaces avec le projet CFAL dans le secteur de Grenay. Ces interfaces concernent, pour la signalisation, la modification du poste de Grenay ou celle d'un nouveau poste de signalisation pour le CFAL. Au vu des hypothèses émises concernant l'absence de chronologie de réalisation entre le projet NFL et le projet CFAL, l'hypothèse retenue par EGIS est de ne pas considérer le CFAL en situation de référence (la mise à 4 voies serait donc réalisée avant).



➔ Scénarii A1-B1-B4



- Tronçon 1 : du PK 4,0 (Raccordement des voies Bis Grenoble sur les Voies Rac Guillotière) au PK 6,5 (Vénissieux Dépôt)

Ce tronçon est concerné uniquement par le relèvement de vitesse des voies bis et ne fait l'objet d'aucune estimation pour la signalisation de la part d'EGIS. Le cantonnement actuel n'étant pas modifié, seule la modification de pancartes de limitation de vitesse est envisagée avec un impact négligeable en termes d'estimation.

- Tronçon 2 : du PK 6,5 (Vénissieux Dépôt) au PK 8,1 (Vénissieux Gare)

Ce tronçon est impacté par la création du cantonnement de la nouvelle voie avec déviation de réseaux.

- Tronçon 3 : du PK 8,1 (Vénissieux Gare) au PK 9,1 (entrée Ouest du triage de Vénissieux)

Ce tronçon est impacté par la création du cantonnement de la nouvelle voie avec déviation de réseaux.

- Tronçon 4 : du PK 9,0 (entrée Ouest du triage de Vénissieux) au PK 12,5 (gare de St Priest)

Ce tronçon est impacté par la création du cantonnement des nouvelles voies, l'intégration des nouveaux itinéraires dans le futur poste 1 de Vénissieux (actuellement de type PRS) ainsi que la reprise du poste D de Vénissieux triage.

- Tronçon 5 : du PK 12,5 au PK 15,2 avec bascule des voies

Ce tronçon est impacté par la création du cantonnement des nouvelles voies, la modification de la signalisation des voies existantes avec l'intégration des nouveaux itinéraires dans le futur poste 1 de Vénissieux et la suppression d'une VS.

- Tronçon 6 : du PK 15,2 au PK 18,0 (zone du saut de mouton)

Ce tronçon est impacté par la création du cantonnement des nouvelles voies, équipée de préannonces (passage à 220 km/h).



- Tronçon 7 : du PK 18,0 (zone de la future halte de Chandieu-Toussieu) au PK 23,4 (Raccordement contournement LGV de Lyon)

Ce tronçon est impacté par la création du cantonnement des nouvelles voies et l'intégration des nouveaux itinéraires dans les futurs postes de Vénissieux de de Grenay.

- Poste 7 de Lyon-Guillotière (ex P4)

Dans les tableaux récapitulatifs présentés par Egis aucune estimation n'a été réalisée. Il est pris en compte que la banalisation du Raccordement de Saint Fons soit réalisée au préalable. Pour cela EGIS considère que le poste P7 n'est pas impacté par le projet NFL. La réflexion menée est inexacte, les interfaces du P7 vers le P1 de Vénissieux sont à prendre en compte et doivent faire l'objet d'estimations spécifiques lors de la phase ultérieure du projet.

- Poste 17 de Lyon-Guillotière (ex P3)

Comme mentionné dans le volet technique, ce poste n'est pas impacté par la mise en 4 voies de la section de ligne et ne fait pas l'objet d'estimations.

- Vénissieux Poste 1

Comme mentionné dans le volet technique, ce poste de type PRS impacté par l'adjonction de 15 objets fera l'objet d'un renouvellement. Celui-ci est prévu d'être rattaché à un nouveau secteur circulation « Nord-Isère » comprenant les postes de Grenay, St Quentin-Fallavier, Bourgoin-Jallieu et St André le Gaz.

- Grenay

Comme mentionné dans le volet technique, ce poste de type PRG impacté par l'adjonction de 4 objets et la modification de 6 objets fera l'objet d'un renouvellement. Celui-ci est prévu d'être rattaché à un nouveau secteur circulation « Nord-Isère » comprenant les postes de Vénissieux, St Quentin-Fallavier, Bourgoin-Jallieu et St André le Gaz.

- Télécommande de Saint Quentin Fallavier

Comme mentionné dans le volet technique, ce poste de type PRG télécommandé depuis le P1 de Vénissieux actuel est prévu d'être rattaché au nouveau secteur circulation « Nord-Isère ». Ce poste n'étant pas directement impacté par le projet seule la mise en télécommande de celui-ci est envisagée.

Les postes de type PRG ne peuvent pas être télécommandés par un système informatique de commande / contrôle de type « Mistral ». Par conséquent, ce poste devra faire l'objet d'un renouvellement. Cette situation n'ayant pas été envisagée de la part d'EGIS (absence d'estimation), seule l'intégration dans la CCR a été comptabilisée pour la gestion de 22 itinéraires.

- Vénissieux triage

Comme mentionné dans le volet technique, le triage de Vénissieux est géré par 3 postes : Poste D de type PEI PMV (impacté par le projet dans le cadre de dépose d'installations, les Poste F de type PEI PMV PMI et Poste Z (non impactés par le projet selon EGIS).

Au vu du synoptique de signalisation réalisé par EGIS et du schéma de signalisation du Plan Technique concerné, de notre point de vue, le poste F s'avèrera impacté par le projet par la modification de l'entrée du faisceau (V4 circulation).



5. ANALYSE DES COÛTS

5.1. VERIFICATION DES MACROS PRIX (MBP) ET QUANTITES REPRESENTATIVES

Cette vérification s'effectue sur les ratios MBP (hors SAV, PR, MOE) et les quantités proposées par EGIS.

5.1.1. Ouvrages d'art (Structures)

Les ratios suivants ont été employés :

Type d'ouvrage	Unité d'œuvre	P.U (€) hors majoration CE 06/2013
Tablier à poutrelles enrobées	m ² de tablier	3000
RaPL	m ² de tablier	5600
Estacade BA	m ² de tablier	2800
Bow-string ou caisson BP grandes portées	m ² de tablier	7000
Caisson BP portées réduites	m ² de tablier	5000
Tablier à poutrelles enrobées	m ² de tablier	3000 (*)
Mur de soutènement sur fondation profonde	ml de mur	16300
Mur de soutènement sur fondation superficielle	ml de mur	12000
Tablier de quai	m ² de tablier	2500 (*)
Tranchée couverte	m ² de TC	5000
Passerelle (St Fons – Grenay) avec démolition	m ²	11200
Allongement PaSo – Traitement rampes PMR	m ²	3000
Caisson mixte Route d'Heyrieux yc démolition OA actuel	m ²	7000
SDM de type portique (y compris murs de raccordement)	m ² de couverture ou de radier	4500

(*) Lorsque les ouvrages nécessitent des fondations profondes (détection du cas par analogie avec les ouvrages existants), ces ratios ont été augmentés de 500 €/m² (tablier sur quai) et 1000 €/m² (ponts-rails).

Ces ratios sont issus des ouvrages suivants, représentatifs au niveau des quantités élémentaires pour l'opération envisagée. Les ratios tiennent compte de la réactualisation aux CE 06/2013 :

Type	Référence
RaPL	PRA du Mas de Rochet (Montpellier) – 2010
TPE	Pôle multimodal de Cenon (Bordeaux) – 2013
Tranchée couverte	TC Virgule d'Avignon
Murs de soutènement (sur pieux ou sur fondation superficielle)	Bouchon Ferroviaire 2 ^{ème} étape – 2013
Estacade BA	Bouchon Ferroviaire 2 ^{ème} étape – 2013
Caisson BP	Viaducs BP de COSEA – 2012
Soutènements	Diverses opérations en IdF en milieu exploité – 2013
Passerelles	Passerelles du Schéma Directeur d'Accessibilité en IdF – 2013
Allongement PaSo	Gare de Bécon les Bruyères – 2014
SDM	SDM sur LGV BPL et COSEA (2013) + Terrier de Genevilliers (2004)



Les ratios n'intègrent pas les soutènements provisoires. Ces derniers sont pris en compte par les coefficients de complexité.

La comparaison avec les quantités proposées par EGIS est difficile sur le raccordement Nord. L'étude EGIS ne distingue pas, zone par zone, les quantités affectées. La comparaison des quantités a donc été menée au global.

Sur St Fons – Grenay, l'exercice est plus simple compte tenu du découpage qui identifie mieux les ouvrages.

Notre propre estimation nous conduit aux quantités suivantes :

➤ Secteur St Clair - Rhône

L'étude EGIS ne distingue pas au niveau des estimations, pour le raccordement Nord, les différentes options, notamment dans le secteur St Clair – Rhône, où 4 scénarii techniques sont proposés, mais sans correspondance dans l'estimation. Nous avons donc considéré que cette dernière était enveloppe des 4 scénarii. Nous avons basé notre analyse des quantités sur la solution 1 – Découpage, qui nous paraît la moins coûteuse en termes de travaux et d'impact sur le site.

La question du schéma fonctionnel de l'ouvrage reste centrale : l'étude EGIS indique que l'estacade J. Poumeyrol est constituée de 3 tabliers successifs de 100 m de longueur chacun avec un point fixe par tablier, de façon à ne pas disposer d'AD. L'analyse n'est pas suffisante à mon avis, et l'étude doit prendre en compte l'ensemble du franchissement du secteur (i.e. entre les pks 504.000 et 505.200) pour déterminer le schéma fonctionnel de l'ouvrage, en relation avec la voie : de cette étude découlera le découpage réel des tabliers, donc leur nature, la position des travées inertes et le coût associé.

Nous avons essayé d'optimiser les différentes longueurs d'ouvrage, pour faciliter la réalisation des travaux, tout en essayant d'obtenir une solution compatible avec un schéma fonctionnel plausible.

Ainsi, il nous semble que la longueur du viaduc sur le Rhône doit être limitée au franchissement du fleuve proprement dit, pour permettre une mise en place par barge.

Les accès Nord et Sud (resp. Estacade J. Poumeyrol et ouvrage de la Plaine de Jeux) se prêtent, de par leur constitution, à des mises en place par poussage, ce qui leur permet de franchir des voies avec plusieurs niveaux de dénivellation.

Le franchissement du nœud du périphérique Nord imposera certainement une structure hybride avec plusieurs types de tabliers en fonction des localisations. Il semble peu probable à l'heure actuelle d'opter pour une structure unique composée d'une succession de tabliers à poutrelles enrobées, à cause des portées à franchir. Nonobstant ce qui précède, l'analyse a donc été menée en considérant, contrairement à EGIS, des structures de type RaPL pour l'estacade J. Poumeyrol, ce qui devrait constituer une enveloppe du coût des travaux dans cette zone.

Le viaduc de la Plaine de Jeux a été proposé en caissons BP par EGIS. Dans la mesure où le travelage pourrait comporter des portées plus réduites, cette solution de tablier n'est pas forcément la plus économique. Des structures différentes et moins onéreuses pourraient être envisagées, permettant de réduire l'épaisseur du tablier tout en garantissant la possibilité de franchir des brèches assez larges (multipoutres mixtes par exemple)

Le tableau ci-après synthétise les quantités correspondantes :



Scénario 1 – Découplage			
Ouvrage	Longueur (m)	Largeur (m)	Quantités
Estacade J. Poumeyrol (du PK 504 au pk 504+400) Succession probable de différents types de tabliers (estacade BA – TPE – RaPL) Estimation menée en enveloppe sur la base du RaPL	400 m	11 m	4400 m ²
Viaduc sur le Rhône (du PK 504+400 au pk 504+650) Tablier de type Bow-string	250 m	15 m	3750 m ²
Viaduc de la Plaine de Jeu (du PK 504+650 au pk 505+100) Tablier caisson BP ou multipoutre mixte	450 m	11 m	4950 m ²

➤ Secteur Stalingrad – Rambaud – La Fayette

Ouvrage	Longueur (m)	Largeur (m)	Quantités
Franchissement Bd Stalingrad (du PK 505+100 au pk 505+200) Tablier de type RaPL	100 m	11 m	1100 m ²
Estacade type portique BA (du PK 505+200 au pk 506+700) <i>Linéaire hors OA de franchissements ci-après</i>	1310 m	11 m	14 410 m ²
Franchissement du Bd du 11 novembre (Pk 505+350) Tablier de type RaPL	30 m	11 m	330 m ²
Franchissement de la rue Georges Méliès (Pk 505+670) Tablier de type RaPL	30 m	11 m	330 m ²
Franchissement de la rue Charlie Chaplin (Pk 505+900) Tablier de type RaPL	30 m	11 m	330 m ²
Franchissement du cours André Philip (Pk 506+100) Tablier de type TPE	50 m	11 m	550 m ²
Franchissement rue Jean Novel Philip (Pk 506+200) Tablier de type RaPL	50 m	11 m	550 m ²
Franchissement du cours Villon (Pk 506+430) Tablier de type TPE	30 m	11 m	330 m ²
Franchissement rue des Emeraudes (Pk 506+550) Tablier de type RaPL	60 m	11 m	330 m ²



➤ Secteur La Fayette – Paul Bert

Ouvrage	Longueur (m)	Largeur (m)	Quantités
Franchissement Cours La Fayette (Pk 507+150) Tablier de type TPE	22	11 m	242 m ²
Mur soutènement La Fayette – Bonnel (Pk 507+150 à 507+250)	100	-	100 ml
Estacade voie N La Fayette - Bonnel (Pk 507+150 à 507+250) Tablier 1V TPE	100	6	600 m ²
Franchissement rue Bonnel (Pk 507+250) 2 Tabliers 1V de type TPE	22	2 x 6 m	264 m ²
Estacade voie M Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	450	6 m	2700 m ²
Estacade voie N Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	450	6 m	2700 m ²
Tablier de quai voies N-M Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	450	10.5 m	4725 m ²
Franchissement Bd Pompidou (Pk 507+700) 2 Tabliers de type TPE	20	2 x 6 m	240m ²
Estacade voie M Pompidou – Paul Bert (Pk 507+700 à 507+900)	200	6	1200 m ²
Estacade voie N Pompidou – Paul Bert (Pk 507+700 à 507+900)	200	6	1200 m ²
PRa Paul Bert (Pk 507+900) Tablier de type TPE	15	22	330 m ²

➤ Secteur Paul Bert – Albert Thomas

Ouvrage	Longueur (m)	Largeur (m)	Quantités
Mur de soutènement Paul Bert – Félix Faure (Pk 507+900 à 508+250)	350		350 ml
PRa Félix Faure Est (Pk 508+250) Tablier TPE	40	12	480 m ²
PRa Félix Faure Ouest (Pk 508+250) Tablier TPE	40	6	240 m ²
Mur de soutènement Ouest (Pk 508+250 à 508+700)	450		450 ml



➤ Secteur Albert Thomas – Berthelot – solution Tranchée couverte

Ouvrage	Longueur (m)	Largeur (m)	Quantités
Tranchée couverte Félix Faure – Albert Thomas (Pk 508+250 à 508+700)	1500	12.5	18750 m ²
Reprise du PRo Albert Thomas (Pk 508+700)	30	30	900 m ²
Démolition et reprise du PRo rue de la Grande Guillotière (Pk 509+000)	25	20	500 m ²
Démolition et reprise du PRo rue de l'Épargne (Pk 509+550)	40	15	600 m ²
Démolition et reprise du PRo Berthelot (pk 509+750)	25	15	375 m ²
Démolition et reprise du PRo Route de Vienne (pk 510+150)	40	20	800 m ²

➤ St Fons - Grenay

Ne sont repris dans le tableau suivant que les ouvrages subissant un impact du fait du projet.

Ouvrage	Longueur (m)	Largeur (m)	Quantités
Allongement PaSo Pk 7+266 + rampe PMR			300 m ² (*)
Passerelle Vénissieux (pk 7+494)	20	3	60 m ²
Reprise culée PRO Berliet à Vénissieux (Pk 8+261)			1 u
PRo Eugène Chevreul à St Priest (Pk 11+764)	40	10.5	420 m ²
Passerelle en gare de St Priest (Pk 11+866)	33	3	99 m ²
PRa franchissement A46 à Mions (Pk 14+047)	53	11.5	610 m ²
PRo route d'Heyrieux à Mions (Pk 14+330)	120	11.5	1380 m ²
PRa sur VC9 à St Pierre de Chandieu (Pk 16+020)	7.5	26.5	200 m ²
SDM à St Pierre de Chandieu (Pk 17+300)	300	12	3600 m ²
PRo de rétablissement du PN13 à St Pierre de Chandieu	28	7.5	210 m ²
PRo RD53D à Grenay (Pk 22+377)	45	12	540 m ²

(*) En comptant la construction de la rampe PMR



5.1.2. Ouvrages d'art (Tunnel)

➤ Scénario B4 : solution Bi-tube avec gare souterraine sous les voies ferrées.

➤ Rameaux de sécurité entre tubes

La section des rameaux intertubes est bien supérieure (40m^2) au stricte besoin fixé par les normes en vigueur (ITI 98-300 et STI). En respectant un dégagement de 2,4m (4 unités de personne) de largeur par 2,2m de hauteur selon l'ITI 98-300, il est possible de limiter la section des rameaux intertubes à 15m^2 , soit un gain de $40-15=25\text{m}^2$ par rameau, soit un gain de 375m^3 de terrain excavé par rameau.

Si elle le juge nécessaire pour les besoins de chantier, l'entreprise pourra toujours proposer, à sa charge, un élargissement de ces rameaux.

➤ Tranchées couvertes

Les ratios au ml de tranchée couverte sont élevés (91k€ à 108k€/ml). À titre de comparaison, les ratios obtenus pour des tranchées couvertes dans un milieu géologique plus favorable mais d'un niveau technique élevé sont de 30 à 60k€/ml (TC de Bellepeire ou TC Saint André dans le cadre de la LN5 de dimension 11,9m d'ouverture par 8,3m de hauteur).

Dans le cas de la TC de Saint André, les parois moulées d'1,00m d'épaisseur sont ancrées jusqu'à 16-22m de profondeur et sont pourvues de plusieurs niveaux de butons et de dalles ferrillées intermédiaires ; le terrassement de cette TC a été réalisé en taupe sous la dalle de couverture. Le ratio au m^3 excavé pour la réalisation de la tranchée couverte de Saint André est de 340€/m³. Un coefficient de complexité de 1,5 sur ce ratio est intégré pour tenir compte du contexte géologique et environnemental complexe de l'agglomération lyonnaise ainsi que de la profondeur importante des parois moulées. Un ratio de 510€/m³ est ainsi obtenu, à comparer au ratio de 740€/m³ annoncé par EGIS.

➤ Traitement de terrain

EGIS annonce un coût de 600€/m³ pour le terrain traité. Ce coût comprend uniquement le traitement par injection des terrains. Ce ratio appliqué sur le volume total de la gare ainsi que des ouvrages annexes (accès piéton, puits d'accès, ...) donne un montant de 394M€, soit environ 40% ramené au coût total génie civil de la gare hors SAV et PRI.

À titre de comparaison, les travaux de réalisation de la gare souterraine Condorcet (actuelle gare HSL) ont nécessité le rabattement total de la nappe ainsi que des campagnes lourdes d'injection depuis la surface couplées à des opérations de Jet Grouting. La part de ces travaux de traitement de terrain, y compris rabattement de la nappe sur la durée du chantier, n'a pas dépassé 10% du montant total des travaux de génie civil de la gare. La part du traitement de terrain pour les chantiers des gares parisiennes (Châtelet, Magenta, Condorcet) se situe dans une fourchette de 8 à 12% de la part génie civil.

La conception d'EGIS écarte la solution de rabattement de nappe et part sur une hypothèse de traitement des terrains uniquement par injection. Même si les injections de terrain devront être conséquentes pour limiter au maximum les charges en eau lors de l'excavation, le coût global annoncé nous semble surestimé.

Nos retours d'expérience de chantiers d'injection sur les gares parisiennes donnent une fourchette comprise entre 260 et 400€/m³. La complexité du site Lyonnais nécessitera sûrement la réalisation de forages d'injection inclinés et longs, un coefficient de complexité de 1,3 est donc appliqué, aboutissant à un ratio de 500€/m³.



Les quantités de terrain traité sont cohérentes avec notre propre évaluation en considérant une injection des terrains sur le pourtour de la gare et des entonnements dans un rayon de 5m.

➤ Gare souterraine

Notre ratio de 1050€/m³ excavé est obtenu à partir de nos retours d'expérience sur les chantiers de construction des grandes gares parisiennes (Magenta et Condorcet) où la complexité des conditions géotechniques et environnementales étaient comparables à celle du projet. En outre, la méthode adoptée pour la construction de la gare Magenta est la méthode de la voûte active et les dimensions de cette gare s'apparentent fortement à celles de la gare du projet NFL.

Ce ratio de 1050€/m³ est appliqué sur le volume de terrain concerné par l'ouvrage complet, à savoir la gare souterraine, les accès ainsi que les entonnements. Il s'agit donc d'un ratio global moyen hors traitement de terrain.

➤ Tunnels réalisés au tunnelier

EGIS donne un ratio de 460€/m³ de terrain excavé pour la réalisation des tunnels au tunnelier.

Pour estimer le ratio de creusement au tunnelier au m³ excavé, nous nous sommes basés sur un chantier de référence dans des conditions de réalisation se rapprochant au mieux des conditions du projet. Dans le cas du creusement de la galerie du tunnel routier de Fréjus d'un diamètre excavé de 9m au tunnelier, le ratio au m³ excavé est de 310€/m³ aux conditions économiques actuelles. Ce ratio intègre le coût d'installation de chantier, de creusement et de revêtement en voussoirs préfabriqués ainsi que la fourniture, le montage et démontage du tunnelier.

Les éléments pouvant influencer fortement le ratio de creusement au tunnelier sont la longueur de souterrain à excaver ainsi que l'installation de chantier. Dans le cas du projet NFL, l'installation de chantier se situe en site urbain dense, ce qui nécessitera des adaptations logistiques entraînant des surcoûts (évacuations des déblais plus intenses à cause d'une capacité de stockage des déblais plus faible sur site).

A contrario, les longueurs très importantes de tunnels à excaver (>14km cumulé) permettent d'amortir d'autant plus le coût d'achat du ou des tunneliers.

Un ratio de 350€/m³ paraît donc réaliste dans le cadre du projet NFL.

Ce ratio est cohérent avec les abaques du « Document d'information pour les estimations des tunnels » que le CETU est en passe de publier et auquel nous collaborons.

➤ Coût reconnaissances géotechniques pour phases ultérieures

L'enveloppe annoncée par EGIS pour provisionner les reconnaissances géotechniques des phases ultérieures nous paraît très en-deçà du besoin réel en données géotechniques pour un projet aussi complexe (seulement 500k€).

Par exemple, il est seulement provisionné deux sondages carottés pour les reconnaissances en zone de gare Part Dieu.

Pour donner un ordre de grandeur, il faudrait une enveloppe l'ordre de 10 à 40 M€ pour les reconnaissances géotechniques de l'ensemble du projet pour toutes les phases d'étude (gare, tunnel et ouvrages connexes). Cette enveloppe reste toutefois une estimation basse au regard de la longueur des ouvrages souterrains et des aléas encore existants à cette phase d'étude (variabilité de perméabilité des molasses, niveau de l'interface alluvion/molasse incertain dans certaine zone...).



➤ Taux équipements

Le coût des équipements englobent tous les coûts liés aux éléments hors génie civil (éléments de voie, traction électrique, accessoire électrique, accessoire divers...).

La part du coût des équipements proposée par EGIS (30% environ) correspond à nos retours d'expérience obtenus sur les chantiers de construction des gares parisiennes où la fourchette de cette part « équipements » se situe entre 25 et 35%.

➤ Conclusion

Les écarts entre les quantités/coûts annoncés par EGIS et les nôtres sont indiqués dans le paragraphe 6.3.

De manière générale, nous arrivons au même ordre de grandeur de prix pour la partie gare et la partie tunnel en appliquant nos ratios, nos quantités, les taux de SAV, d'équipements, de provisions pour risques et de MOE.

Nos métrés accostent bien avec les quantités présentées par EGIS.

Le coût total génie civil de la partie gare, y compris SAV, équipements, PRI est de 2 047M€ contre 1 919M€ pour EGIS soit un écart de **+6,7%**.

Le coût total génie civil de la partie tunnels, y compris SAV, équipements, PRI est de 1 144M€ contre 1 451M€ pour EGIS soit un écart de -21,2%.

Pour la partie gare, notre approche d'estimation est différente de celle d'EGIS où nous considérons un ratio global pour la gare souterrain, y compris les ouvrages annexes (entonnement, puits d'accès, galerie voyageurs). Nos retours d'expérience sur les chantiers parisiens (gare Condorcet, Magenta et Châtelet) montrent un coût au m³ excavé de gare légèrement plus important que ceux indiqués par EGIS.

Pour la partie tunnels, la différence de coût se joue sur la partie creusement au tunnelier ainsi que sur les ratios de tranchée couverte. Les coûts plus faibles de creusement au tunnelier sont justifiés par la longueur très importante de tubes à creuser, permettant de garantir de bonnes cadences d'avancement au tunnelier et d'amortir le coût d'achat de la machine.

5.1.3. Terrassements

➤ Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes

Le tracé proposé dans le secteur du raccordement nord s'apparente à un tracé non accolé à la plateforme existante dont le profil en long évolue du terrain naturel à une hauteur de l'ordre de 7-8 mètres.

Pour le raccordement nord, le ratio annoncé dans l'estimation du scénario A avec Tranchée Couverte, de 39,86 €/m³ nous étonne quelque peu. Ce dernier est hors de la plage annoncée (20 à 35 €/ m³) pour les terrassements (Déblais – Remblais) présentée au paragraphe 2.2 p.7 de la note d'hypothèses sur le chiffrage.

En effet, vu la configuration du tracé en plan présentée et comme il est indiqué aussi, par ailleurs (au paragraphe 2.2.2 Foncier du rapport final technique du Scénario A) que le tracé est en dehors des emprises ferroviaires, il nous semble certain que l'estimation ne doit intégrer aucune majoration pour conditions de travaux.

Sinon, d'une manière plus globale, la plage de ratios terrassement (déblai/remblai) nous apparaît relativement faible pour des projets de ce type, en zone urbanisée et/ou site



contraint. Elle nous semble sous-estimée de l'ordre d'au moins 30%. Nous préconisons un ratio de 51,82 €/m³ de remblai pour les zones en site propre et 60,45€/m³ de remblai pour le remblaiement à l'arrière des murs de soutènement.

Pour les travaux de plateforme du secteur Raccordement nord, le ratio de 913,5 €/ml de Voie Unique (VU) nous paraît très élevé pour un type de travaux majoritairement réalisé en site propre puisque le tracé est considéré hors des emprises ferroviaires exception faite des zones de débranchement et de raccordement.

Sur le secteur Sud Part Dieu, nous notons que le ratio affiché pour les travaux de plateforme (652,50 €/ml de VU) est inférieur à celui du secteur du raccordement nord (913,50 €/ml de VU) or il nous semble que pour chacun des secteurs les travaux peuvent être assimilés à des travaux en site hors contraintes ferroviaires.

A dire d'expert et à partir de notre base de prix, un ratio de 410 €/ml de VU a été constaté sur la réalisation d'opérations similaires en site propre. Si à cela, un coefficient de complexité de 1,5 est intégré pour tenir compte des zones de débranchement ou de raccordement, nous obtenons un ratio de 615 €/ml de VU, à comparer au ratio de 913,5 €/ml de VU annoncé par EGIS.

Le sous-détail de l'estimation Scénario A La Guillotière_Elargissement fait apparaître un ratio de 108.51 €/m³ en structures d'assise. A dire d'expert, à partir de notre base de prix ce ratio nous paraît très élevé et un ratio de l'ordre de 58.98 €/m³ de structures d'assise a pu être constaté sur la réalisation d'opérations en site propre. Si à cela, un coefficient de complexité de 1,5 est intégré pour tenir compte des contraintes d'accessibilité à la zone et des contraintes de proximité avec la plateforme existante, nous obtenons un ratio 88.47€/m³ à comparer au ratio de 108.51 €/m³ annoncé par EGIS.

➤ Raccordement Nord

Le tracé proposé dans ce secteur s'apparente à un tracé non accolé à la plateforme existante dont le profil en long évolue du terrain naturel à une hauteur de l'ordre de 7-8 mètres. Sur ce linéaire, une première sous zone_ du débranchement au viaduc Joseph Picot_ fait apparaître un profil en long avec une rampe de l'ordre de 3,9 ‰ qui suit globalement le terrain naturel. Au-delà du viaduc Joseph Picot jusqu'au boulevard Périphérique, cette deuxième sous-zone du secteur, fait apparaître un profil en long avec une rampe de l'ordre de 18‰ ce qui engendre à l'extrémité du boulevard Périphérique un remblai de l'ordre de 7m.

Bien qu'aucune étude approfondie des quantités n'ait été engagée dans le cadre de notre mission, il nous est tout de même possible de dire que l'ordre de grandeur du volume de terrassement annoncé par EGIS (42 300m³) nous semble cohérent à la vision du profil en long proposé. De même, l'ordre de grandeur des travaux de plateforme nous semble pertinent à la vue des plans fournis.

Toutefois, il nous semble possible de dire que ce volume ne tient pas compte d'éventuelles dispositions constructives spécifiques qui pourraient s'avérer nécessaires du fait de la nature des formations du terrain naturel, liée notamment à la proximité du Rhône et à l'aléa compressibilité des sols.

➤ Raccordement au plateau ferroviaire existant _ Secteur Brotteaux

Dans cette portion de l'étude, la solution n°1 a semble-t-il été retenue lors du chiffrage de la solution par EGIS.

Cette solution consiste à reprendre la partie nord du remblai existant et du soutènement existant dans cette zone pour faire accoster le viaduc directement le viaduc sur la partie Sud



du PRA existant de la rue des Emeraudes qu'il faudra détruire (zone ondulée en blanc et vert figure 45 p. 55 du rapport technique Scénario A).

A partir des coupes types présentées figures 38 et 39 p.54 du rapport et du tracé en plan présenté, il nous semble possible de dire que la zone hachurée verte liée à la démolition de l'existant est trop limitée. En effet, cette dernière risque d'impacter le mur de soutènement existant et le remblai situé à l'arrière bien avant le Pk 506,5 comme représenté. Sur la base des coupes types présentées, nous pensons que cette zone devrait plutôt démarrer au Pk 506,450 (extrémité sud du PRA Vitton).

En analysant l'estimation présentée pour le secteur des Brotteaux, il nous semble surprenant qu'aucune composante terrassement n'apparaisse dans l'estimation.

En effet, la solution retenue nécessite de venir démolir une partie du remblai située au nord du PRA de la rue des Emeraudes. Dans cette zone, la plateforme ferroviaire est située derrière un mur de soutènement de l'ordre de 5-6 mètres de haut, dont l'épaisseur pourrait avoisiner les deux mètres d'épaisseur en se basant sur la coupe présentée figure 40 p.49 du rapport final technique du Scénario A d'EGIS pour l'ouvrage existant le long de la rue Michel Rambaud.

Malgré cette épaisseur de béton qui devrait être provisionnée (à confirmer par EGIS) en démolition dans le sous-détail ouvrage d'art, il nous semblerait plus réaliste d'identifier une partie de la démolition du remblai dans le poste terrassement.

A dire d'expert, et sur la base de notre préconisation sur le démarrage plus certain de la zone de démolition (Pk 506,450) nous chiffrons ce volume de terrassement entre 4 000 et 5 000 m³. Il faudrait aussi reprendre le mur existant rue Rambaud sur 60 mètres linéaire de plus.

Enfin, le raccordement des voies nouvelles V1 et V2 s'effectue sur d'anciennes voies de service V31 et V33 à l'entrée du plateau ferroviaire. Il y a fort à penser que la plateforme, au droit de ces voies existantes de service, pourrait devoir faire l'objet d'une reprise pour la rendre compatible pour un trafic sur voies principales.

Pour ce secteur des Brotteaux la note technique parle uniquement de travaux de régénération de voies sur 500 m.

En parallèle, l'analyse du sous-détail de l'estimation Brotteaux, nous amène à constater qu'aucune quantité n'a été provisionnée pour ces travaux de plateforme sur le poste terrassement.

A dire d'expert, pour cet ensemble de travaux nous pensons qu'il serait nécessaire en terrassement de prévoir aussi des travaux de plateforme que nous proposons de chiffrer à l'équivalent de 200 ml de VU.

➤ Raccordement du plan de voies Secteur Brotteaux (tête de remisage)

La tête sud du faisceau de remisage est fortement remaniée avec notamment la création d'une impasse de sécurité, au droit d'un parking de véhicules routiers, et la création de nouveaux raccordements de voies de service au sud du faisceau de remisage.

L'analyse du sous-détail de l'estimation Brotteaux (tête de remisage), nous amène à constater qu'aucune quantité n'a été provisionnée pour ces travaux de plateforme sur le poste terrassement.

A dire d'expert, pour cet ensemble de travaux nous pensons qu'il serait nécessaire en terrassement de prévoir aussi des travaux de plateforme. Pour ce secteur, nous proposons



de rajouter une quantité de 300 ml de VU sur le poste Terrassement pour cette partie plateforme.

➤ Secteur Part-Dieu

Portion Lafayette Bonnel :

Sur cette portion les voies L et M sont a priori réalisées avec création d'un mur de soutènement (type mur en L) avec engraissement du remblai existant.

Cette solution nécessite un remblaiement à l'arrière du mur de soutènement et nous nous étonnons que l'estimation globale présentée pour le secteur la Part dieu ne fasse apparaître aucune composante terrassement (remblai et plateforme).

Il est à noter que pour cette zone le dossier d'EGIS ne comporte aucun profil en travers applicable.

Bien qu'aucune étude approfondie des quantités n'ait été engagée dans le cadre de notre mission, pour les 75-100 ml considéré entre le cours Lafayette et la rue de Bonnel, il nous semble nécessaire de provisionner, à dire d'expert, un besoin de l'ordre de 5 500 m³ de remblai et de l'ordre de 75 ml de VU pour les travaux de plateforme.

Toutefois, ce besoin a pu peut-être être compté dans le chiffrage de l'ouvrage Génie Civil. Ce point serait à vérifier précisément auprès d'EGIS.

Portion Avenue Georges Pompidou _ Rue Paul Bert :

Sur cette portion, les voies N et M sont a priori réalisées sur estacades. Pour sa part la voie L est prévue réalisée sur un mur de soutènement (type mur en L) avec engraissement du remblai existant.

Cette solution nécessite un remblaiement important à l'arrière du mur de soutènement et nous nous étonnons que l'estimation globale présentée pour le secteur la Part dieu ne fasse apparaître aucune composante terrassement.

Il est à noter que pour cette zone le dossier d'EGIS ne comporte aucun profil en travers applicable.

Bien qu'aucune étude approfondie des quantités n'ait été engagée dans le cadre de notre mission, pour les 200 ml considéré entre l'avenue Georges Pompidou et la rue Paul Bert, il nous semble nécessaire de provisionner, à dire d'expert, un besoin de l'ordre de 7 500 m³ de remblai.

Toutefois, ce besoin a pu peut-être être compté dans le chiffrage de l'ouvrage Génie Civil. Ce point serait à vérifier précisément auprès d'EGIS.

➤ Secteur Sud Part-Dieu

Sur ce secteur, les voies M et N sont construites en élargissement de remblai côté Est à la plateforme existante et le dénivelé passe de 6 m, au droit de la rue Paul Bert, au Terrain naturel au droit du boulevard Vivier Merle.

De même, côté ouest, les voies V2 Ter et V1 Ter se débranchent respectivement au nord et au sud du PRA Félix Faure et longent en remblai la plateforme existante.

Bien qu'aucune étude approfondie des quantités n'ait été engagée dans le cadre de notre mission, il nous est tout de même possible de dire que l'ordre de grandeur du volume de terrassement annoncé par EGIS (46 200m³) nous semble cohérent.

Toutefois, il nous semble possible de dire aussi que ce volume ne tient pas compte d'éventuelles dispositions constructives spécifiques, qui pourraient s'avérer nécessaires du



fait de la nature des formations du terrain naturel, liée notamment à la proximité du Rhône et à l'aléa compressibilité des sols.

Pour l'estimation des travaux de plateforme, il n'y a aucune quantité annoncée par EGIS (... ml de VU) et aucun montant de prévu dans l'estimation.

A dire d'expert, entre la rue Paul Bert et le cours Albert Thomas, pour le côté Est il y a déjà l'équivalent de 850 ml de VU (pour le raccordement des voies N, M et L) et pour le côté ouest il y a aussi 900 ml de VU pour les voies V1 Ter et V2 Ter soit un global de 1750 ml de VU.

➤ Secteur Guillotière – Tranchée Couverte

Notre analyse se limite à la portion hors de la tranchée couverte à savoir : de l'avenue Berthelot jusqu'aux raccordements après la route de Vienne.

Nous constatons sur le détail de cette estimation, aucun montant de travaux plateforme n'a été prévu par EGIS pour ce secteur. Le montant affiché correspond uniquement aux travaux de remblaiement.

A dire d'expert, pour la portion qui n'est pas en Tranchée Couverte c'est-à-dire la portion située entre l'Avenue Berthelot et la route de Vienne, il y a a minima l'équivalent de 1500 ml de VU de travaux de plateforme.

Par ailleurs, à partir des éléments à notre disposition, nous ne sommes pas en mesure de pouvoir apporter un regard critique sur le volume de terrassement (88 000 m³) proposé par EGIS sur ce secteur. En effet, une partie de ce volume de terrassement est prévu, en comblement des trémies existantes en vue de réaliser la Tranchée Couverte et le reste est prévu a priori en remblaiement, d'une partie de la réservation foncière, située au sud du PRO de l'Avenue de Berthelot.

➤ **SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule.**

D'une manière globale, la plage de ratios terrassement (déblai/remblai) nous apparaît relativement faible pour des projets de ce type, en zone urbanisée et/ou site contraint. Elle nous semble sous-estimée de l'ordre d'au moins 30%. Nous préconisons un ratio de 43,19 €/m³ de remblai pour les zones en site propre et en élargissement de plateforme.

Les sous-détails de l'estimation SFG font apparaître un ratio de 46.20 €/m³ en structures d'assise. A dire d'expert, à partir de notre base de prix et pour la phase d'étude considérée, un ratio de 58.98 €/m³ de structures d'assise a pu être constaté sur la réalisation d'opérations similaires.

Le sous-détail de l'estimation fait apparaître un montant de dispositions constructives avec un ratio de 188,34 €/ml de voie. Il nous est difficile de l'analyser ce ratio n'ayant pas d'informations suffisamment précises sur le contenu de ces travaux.

A la lecture du rapport technique d'Egis pour ce tronçon, nous pouvons comprendre que ce montant correspond à des travaux de reprise de plateforme pour améliorer sa portance sans plus de précision.

En partant de l'hypothèse que ce ratio couvre les travaux nécessaires pour refaire l'épaisseur de sous-couche et qu'il ne prend pas en compte l'enlèvement du ballast, le ratio proposé nous semble adapté, et correspondre à nos bases de coûts.

➤ Tronçon 1 : PK 4,0 au PK 6,5 + relèvement de vitesse

Le sous-détail de l'estimation fait apparaître un montant de disposition constructive pour 2253 ml de voie traitée, qu'il ne nous est pas possible d'analyser n'ayant pas de vue en plan



pour ce tronçon n°1 et n'ayant pas d'informations suffisamment précises sur le contenu de ces travaux.

Cependant, nous pouvons seulement émettre comme hypothèse à l'appui de la figure 10 p.21 du rapport Technique St Fons Grenay que ces dispositions constructives sont appliquées sur les voies V1bis et V2bis, au droit de la totalité du linéaire en relèvement de vitesse. Ce choix de provisionner la totalité de la zone de relèvement de vitesse nous paraît plutôt sécuritaire du point de vue financier.

➤ Tronçon 2 : PK 6,5 au PK 8,1

L'analyse des vues en plan fait apparaître clairement la création d'une quatrième voie (dite V2 bis) au sud de la plateforme actuelle à trois voies. Cette voie V2 bis est située dans les emprises actuelles du PK 6,5 au PK 7,2, au-delà de ce PK la voie sort des emprises pour permettre l'insertion écarte pour permettre l'insertion d'un quai de largeur 8,5 m au droit de la gare de Venissieux.

Le sous-détail de l'estimation fait apparaître uniquement un linéaire de travaux de plateforme à créer soit 1 600 ml de VU. Si ce poste est tout à fait justifié, il nous semble surprenant qu'il n'y ait pas de poste terrassement (déblai/remblai) de comptabiliser notamment pour la zone comprise entre le Pk 7,1 et le Pk 8,1 où la quatrième voie est construite hors plateforme ou emprise ferroviaire.

Il nous semblerait pertinent de prévoir, à dire d'expert, de l'ordre de 6 000m³ de déblai/purge du terrain naturel et de l'ordre de 6 000 m³ de remblai pour préparer l'arase terrassement de la future voie V2bis.

➤ Tronçon 3 PK 8,1 au PK 9,1 :

L'analyse des vues en plan démontre que ce tronçon s'inscrit dans le prolongement du tronçon 2 quant à l'implantation de la quatrième voie (dite V2bis).

Ce tronçon n'amène pas plus de remarques de notre part que celles déjà émises pour le tronçon 2.

Pour la zone comprise entre le Pk 8,1 et le Pk 9,0 où la quatrième voie est construite en majorité hors des emprises ferroviaires.

Il nous semblerait pertinent de prévoir, à dire d'expert, de l'ordre de 5 000 m³ de déblai/purge du terrain naturel et de l'ordre de 5 000 m³ de remblai pour préparer l'arase terrassement de la future voie V2bis.

➤ Tronçon 4 : PK 9,1 au PK 12,5 tête ouest / triage / tête est

De même que pour le tronçon précédent, l'analyse des vues en plan démontre que ce tronçon s'inscrit dans le prolongement du tronçon 3 avec une implantation de la nouvelle V2 Bis au sud de la voie V1bis. Toutefois à partir du triage de Venissieux (Pk 9,9), la voie V2bis est implantée quasiment au droit de la voie V11 et la voie V12 est supprimée pour respecter l'entraxe V2bis/V13.

Puis, en sortie est du triage de Venissieux (Pk 10,55), la Voie V2bis se prolonge au sud de la voie V1bis avant de rentrer dans le faisceau de réception et de se prolonger dans le faisceau de voies de la gare de St Priest (Pk 11,879).

Sur ce tronçon, nous constatons qu'une partie du linéaire de la voie V2bis (Pk 9,1 à Pk 9,9) se situe hors de la plateforme existante ce qui laisse présager qu'il faille construire une plateforme ferroviaire.



A ce sujet, le sous-détail estimatif (Pk 9,1 au Pk 12,5_tête ouest) ne fait apparaître aucun montant de terrassement/plateforme ce qui nous étonne fortement.

A *minima*, il nous semble qu'un linéaire de 400 ml de VU pour les travaux de plateforme serait à prévoir du Pk 9,1 au Pk 9,5.

Par ailleurs, l'estimation proposée par le sous-détail (Pk 9,1 au Pk 12,5_triage) fait apparaître un montant pour les travaux de terrassement et de plateforme (3400 ml de VU) qui nous étonne. En effet, pour ce secteur, il nous semble qu'un linéaire de 2 400 ml de VU pour les travaux de plateforme serait plus approprié et suffisant.

Enfin, pour le sous-détail (Pk 9,1 au Pk 12,5_tête est), nous n'avons pas d'observations particulières quant au linéaire de plateforme prévu par EGIS (400 ml de VU) qui nous semble approprié.

Pour le poste terrassement (déblai/remblai) sur l'ensemble du secteur considéré, il nous semblerait opportun de comptabiliser un volume de terrassement notamment pour préparer l'arase terrassement, au droit des zones comprises entre le Pk 9,5 et le Pk 9,85 et entre le Pk 10,55 et le Pk 11_ zones où la quatrième voie est construite hors de la plateforme ferroviaire existante.

A minima, Il nous semblerait pertinent de prévoir, à dire d'expert, de l'ordre de 5 000 m³ de déblai/purge du terrain naturel et de l'ordre de 5 000 m³ de remblai pour préparer l'arase terrassement de la future voie V2bis.

➔ Tronçon 5 : PK 12,5 au PK 15,2 sans bascule :

Pour ce tronçon les voies V1bis et V2 bis sont créées au sud de l'infrastructure existante hors des emprises ferroviaires en impactant les rues du commandant Charcot, Dumont d'Urville et Paul Emile Victor et en empruntant aussi des portions d'emprises ferroviaires, privées ou publics.

L'estimation proposée par le sous-détail (Pk 12,5 au Pk 15,2_ sans bascule) fait apparaître pour les travaux de terrassement en remblai (Pro de Moins et PRO d'Heyrieux) 48 000 m³, les travaux de plateforme (5 400 ml de VU), les travaux de structures d'assise 4000 m³ ainsi que les dispositions constructives 4 000 ml de voie.

Ces différents quantitatifs nous surprennent quelque peu. En effet, en refaisant le calcul du volume de remblai pour l'ensemble des PRO nous trouvons de l'ordre de 20 000 m³ au lieu des 48 000 m³ soit un delta négatif de 28 000m³.

Pour le poste terrassement (déblai/remblai) sur l'ensemble du secteur considéré, il nous semblerait opportun de comptabiliser un volume de terrassement notamment pour préparer l'arase terrassement, au droit de la totalité du tronçon où les voies V1bis et V2bis sont construites hors des emprises ferroviaires existantes.

A minima, il nous semblerait cohérent de prévoir, à dire d'expert, de l'ordre de 31 000 m³ de déblai/purge du terrain naturel et de l'ordre de 31 000 m³ de remblai pour préparer l'arase terrassement sous les futures voies V1bis et V2bis. En considérant l'écart de volume de remblai sur les PRO Moins et Heyrieux, nous pouvons considérer, à ce stade d'étude, que le volume de remblai qui serait à rajouter est compris dans l'estimation. En conséquence, il faudrait a *minima* rajouter les 31 000m³ de Déblai.

Par ailleurs, le linéaire de dispositions constructives, pour les voies V1 et V2 (4 000 ml de voie) prévu dans l'estimation représente la totalité du linéaire des voies V1 et V2. Cette quantité nous apparaît très surestimée et, surtout pas cohérente, avec l'information précisant qu'il s'agit d'une reprise de 30 %. Pour respecter ce pourcentage il nous semble que seul un linéaire de 1 700 ml de voie aurait dû être pris en compte.



Enfin, pour les « structures d'assise » nécessaires à l'élargissement de la piste, en considérant que le linéaire considéré va du Pk 13+2 au Pk 15+2 (soit 2 000 ml), le volume de 4 000 m³ provisionné dans l'estimation nous semble approprié et suffisant. De même pour le linéaire de 5 400 ml de VU prévu par EGIS pour les travaux de plateforme.

➤ Tronçon 5 : PK 12,5 au PK 15,2 sans bascule + 15200

A la lecture du rapport technique de SFG et des plans fournis, nous n'avons pas réussi à comprendre l'objet de ce sous-détail et les travaux associés.

Nous n'émettons donc aucun avis sur ce tronçon.

➤ Tronçon 6 : PK 15,2 au PK 18,2

Dans la continuité du tronçon 4, les voies V1bis et V2 bis s'écartent progressivement de la plateforme ferroviaire existante par le Sud tandis que les voies V1 et V2 se décalent pour leur part vers le nord de la plateforme existante.

En parallèle, la voie V1bis emprunte alors une plateforme VU créée en remblai pour passer au-dessus du SDM (Pk 17+300), créé au-dessus des voies V1 et V2 décalées au nord. Pour finir, la voie V2 reste globalement à une altitude constante pour contourner la voie V1 bis et, après le SDM, venir se recalculer le long de la voie V2 à l'est du PRA rétablissement du PN11. Le volume de remblai associé à ce SDM sur le sous-détail (Pk 15,2 à Pk 18,2) nous paraît fort important à la vision des entrées en terre. Un calcul de volume manuel nous amène à penser qu'approximativement ce volume pourrait être surévalué de l'ordre de 25 % soit environ 50 000 m³.

Il nous semblerait cohérent de prévoir à dire d'expert, pour le décalage des voies V1, V2 et V2Bis, de l'ordre de 50 000 m³ de déblai/purge du terrain naturel et de l'ordre de 50 000 m³ de remblai pour préparer l'arase terrassement sous les futures voies V1, V2 et V2bis. En considérant l'écart de volume de remblai sur le SDM, nous pouvons considérer, à ce stade d'étude, que le volume de remblai qui serait à rajouter est compris dans l'estimation du SDM. En conséquence, il faudrait *a minima* rajouter les 50 000 m³ de Déblai.

Enfin, le sous-détail fait aussi apparaître un linéaire de travaux de plateforme (12 000 ml de VU) qui nous semble adapté à la configuration du tronçon.

➤ Tronçon 7 : PK 18,2 au PK 23,4

Sur ce tronçon, les voies existantes V1 et V2 sont conservées et les deux voies V1bis et V2bis sont créées en remblai (semble-t-il) de part et d'autre de la plateforme existante.

Les travaux de terrassement repris dans le sous-détail (Pk 18,2 au Pk 23,4) pour les remblais paraissent cohérents pour les deux rétablissements routiers RD53 et suppression du PN13.

Il nous semblerait pertinent de prévoir en plus dans l'estimation, pour les voies V1 bis et V2 bis, de l'ordre de 60 000 m³ de déblai/purge du terrain naturel et de l'ordre de 60 000 m³ de remblai pour préparer l'arase terrassement sous les futures voies V1bis et V2bis.

Par ailleurs, le linéaire de dispositions constructives, pour les voies V1 et V2 (10 400 ml de voie) prévu dans l'estimation représente la totalité du linéaire des voies V1 et V2. Cette quantité nous apparaît très surestimée et, surtout pas cohérente, avec l'information précisant qu'il s'agit d'une reprise de 30 %. Pour respecter ce pourcentage il nous semble que seul un linéaire de 3 200 ml de voie aurait dû être pris en compte.

Enfin, le sous-détail (Pk 18,2 au Pk 23,4) fait apparaître un linéaire de travaux de plateforme (10 400 ml de VU) qui nous semble adapté à la configuration du tronçon.



5.1.4. Assainissements

➤ Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.

NOTA : Il est à noter que pour le métier hydraulique/assainissement, aucune information n'a été présentée dans la liste des macros prix, présentée dans le dossier EGIS au paragraphe 2.2 p.7 de la note d'hypothèses sur le chiffrage.

Pour le secteur du raccordement nord, le ratio annoncé dans l'estimation pour l'assainissement, de 332,17 €/m³ nous étonne quelque peu pour un drainage longitudinal (y compris bassins) d'un ouvrage majoritairement en remblai. A dire d'expert et à la vue de la configuration du site, nous estimons que ce ratio pourrait être sous-estimé de l'ordre de 20 %.

Pour la partie Ouvrage hydraulique, le ratio de 60 €/ml de ligne simple nous semble juste vis-à-vis de nos bases de prix sur des chantiers similaires et de la configuration du secteur raccordement nord. A dire d'expert, à la vue de la configuration du site et du tracé, nous estimons que ce ratio pourrait être sous-estimé de l'ordre de 30 %.

➤ Raccordement Nord

Comme il a été écrit précédemment dans l'alinéa Terrassement, le tracé proposé s'apparente à un tracé non accolé à la plateforme existante dont le profil en long évolue du terrain naturel à une hauteur de l'ordre de 7-8 mètres. Sur ce linéaire, une première sous zone de 500 m de linéaire _ du débranchement au viaduc Joseph Picot_ fait apparaître un profil en long avec une rampe de l'ordre de 3,9 ‰ qui suit globalement le terrain naturel. Au-delà du viaduc Joseph Picot jusqu'au boulevard Périphérique, cette deuxième sous-zone du secteur de 700 m de long, fait apparaître un profil en long en remblai évoluant de 0 à environ 7 m de haut.

La voie existante est située entre le bas de la colline de Caluire et Cuire au nord et le fleuve Rhône au Sud. Dans cette zone, le bassin versant semble donc situé au nord de la voie existante et doit être intercepté par la plateforme existante.

D'autre part, il semblerait que les voies existantes soient encadrées par des dispositifs de drainage profond type Fossé Béton Préfabriqué à Barbacanes très certainement pour rabattre la nappe suffisamment profond sous la plateforme existante.

A partir de cet aperçu hydraulique, le positionnement de la plateforme nouvelle double voies, en aval de la plateforme existante engendre la nécessité de récupérer au moyen d'un assainissement longitudinal les eaux concentrées au droit des ouvrages hydrauliques de traversée existants sur la plateforme existante de la ligne Lyon Ambérieu.

Le linéaire d'assainissement longitudinal proposé dans l'estimation nous semble pertinent pour provisionner une part suffisante de travaux pour ce secteur même si nous sommes convaincus qu'il ne faudra pas nécessairement faire un assainissement tout le long du raccordement nord..

Pour la partie Ouvrage hydraulique, n'ayant pas de donnée précise sur la situation existante au droit de la ligne Lyon Ambérieu, il nous est difficile de nous positionner vis-à-vis du quantitatif. Toutefois, il nous semble que le montant prévu pour les ouvrages hydraulique devrait permettre de traiter la situation de cette zone.

➤ Raccordement au plateau ferroviaire existant Secteur Brotteaux

Dans cette portion de l'étude la solution n°1 a semble-t-il été retenue lors du chiffrage de la solution par EGIS.



Cette solution consiste à reprendre la partie nord du remblai existant et du soutènement existant dans cette zone pour faire accoster le viaduc directement le viaduc sur la partie Sud du PRA existant de la rue des Emeraudes qu'il faudra détruire (zone ondulée en blanc et vert figure 45 p. 55 du rapport technique Scénario A).

Comme vu précédemment en terrassement, nous pensons que le mur de soutènement devra être repris depuis le Pk 506,45 avec une reprise d'assainissement longitudinal, à l'arrière de ce nouveau mur.

Du fait des contraintes de place pour limiter l'impact sur la voirie, la solution choisie sera très certainement un drainage enterré, installé à l'arrière du mur de soutènement recréé.

A dire d'expert, pour cette création d'assainissement longitudinal nous pensons qu'il serait nécessaire de prévoir une quantité supplémentaire de 200 ml de VU sur le poste Assainissement.

➤ Secteur Part-Dieu

Portion Lafayette Bonnel :

Dans cette portion de l'étude semble avoir retenue une solution par mur de soutènement sur environ 75 ml entre le cours Lafayette et la rue de Bonnel.

De même que pour la zone précédente, du fait des contraintes de place pour limiter l'impact sur le foncier, la solution choisie sera très certainement un drainage enterré, installé à l'arrière du mur de soutènement créé.

A dire d'expert, pour cette création d'assainissement longitudinal nous pensons qu'il serait nécessaire de prévoir une quantité supplémentaire de 75 ml de VU sur le poste Assainissement.

Portion Avenue Georges Pompidou _ Rue Paul Bert :

Sur cette portion, les voies N et M sont a priori réalisées sur estacades. Pour sa part la voie L est prévue réalisée sur un mur de soutènement (type mur en L) avec engraissement du remblai existant.

De même que pour la zone précédente, du fait des contraintes de place pour limiter l'impact sur le foncier, la solution choisie sera très certainement un drainage enterré, installé à l'arrière du mur de soutènement créé.

A dire d'expert, pour cette création d'assainissement longitudinal nous pensons qu'il serait nécessaire de prévoir une quantité supplémentaire de 200 ml de VU sur le poste Assainissement.

➤ Secteur Sud Part-Dieu

Entre l'Avenue Félix Faure et le cours Albert Thomas, les voies côté ouest sont prévues construites derrière un mur de soutènement. Nous sommes étonnés que l'estimation du secteur ne fasse pas apparaître d'assainissement.

Nous pensons que du fait des contraintes de place pour limiter l'impact sur le foncier, la solution choisie devrait être très certainement un drainage enterré, installé à l'arrière du mur de soutènement créé.

A dire d'expert, pour cette création d'assainissement longitudinal nous pensons qu'il serait nécessaire de prévoir une quantité supplémentaire de 300 ml de VU sur le poste Assainissement.



➤ Secteur Guillotière – Tranchée Couverte

Notre analyse se limite, comme pour les terrassements, à la portion hors de la tranchée couverte à savoir : de l'avenue Berthelot jusqu'aux raccordements après la route de Vienne.

Nous constatons sur le détail de cette estimation, aucun montant de travaux d'assainissement n'a été prévu par EGIS pour ce secteur.

A dire d'expert, pour la portion (hors Tranchée Couverte) située entre l'Avenue Berthelot et la route de Vienne il y a minima l'équivalent de 1100 ml de ligne qui pourrait potentiellement nécessiter un drainage longitudinal.

➤ **SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule.**

NOTA : Il est à noter que pour le métier hydraulique/assainissement, aucune information n'a été présentée dans la liste des macros prix, présentée dans le dossier EGIS au paragraphe 2.2 p.7 de la note d'hypothèses sur le chiffrage.

Les sous-détails de l'estimation font apparaître, pour l'ensemble des tronçons du tronc commun, une plage de ratios de 332,17 €/ml de VU à 465,04 €/ml de VU pour les travaux d'assainissement.

Cette plage de ratios est plus large que le ratio utilisé sur le scénario A. Elle nous paraît déjà plus adaptée pour les travaux du tronc commun et plus proche de nos bases de prix pour les types de configuration rencontrés.

Toutefois, cette plage de ratio pourrait être sous-estimée de l'ordre de 30 %, en fonction des contraintes imposées par les services de l'état au niveau notamment des autorisations de rejet.

Le sous-détail de l'estimation (Pk 12,5 au Pk 15,2 _ sans bascule) fait apparaître un ratio de 112 €/ml de double voie. Il nous semble relativement faible en regard de nos bases de prix et de la configuration géométrique du projet dans ce secteur. Nous estimons que ce ratio pourrait être sous-estimé de l'ordre de 20 % en fonction des contraintes imposées par les services de l'état au niveau notamment des autorisations de rejet.

Le sous-détail de l'estimation (Pk 15,2 au Pk 18,2) fait apparaître un ratio de 66 €/ml de voie unique. Il nous semble relativement faible en regard de nos bases de prix et de la configuration géométrique du projet dans ce secteur. Nous estimons que ce ratio pourrait être sous-estimé de l'ordre de 20 % en fonction des contraintes imposées par les services de l'état au niveau notamment des autorisations de rejet.

➤ Tronçon 1 : PK 4,0 au PK 6,5 + relèvement de vitesse

Ce tronçon correspond principalement à un relèvement de vitesse, il semble logique qu'il n'ait pas été compté de quantitatif sur le poste assainissement/hydraulique.

➤ Tronçon 2 : PK 6,5 au PK 8,1

L'analyse des vues en plan pour ce tronçon fait apparaître clairement la création d'une quatrième voie au sud de la plateforme actuelle à trois voies. Cette quatrième voie est située dans les emprises actuelles du Pk 6,5 au Pk 7,2, au-delà de ce Pk la voie sort des emprises, s'écarte de la plateforme existante pour permettre l'insertion d'un quai de largeur 8,5 m au droit de la gare de Venissieux.

Le sous-détail de l'estimation fait apparaître, au droit du poste assainissement, la prise en compte de la totalité du linéaire du tronçon (1600 ml de VU) pour estimer la reprise ou création d'assainissement longitudinal dans ce tronçon. Ce poste nous semble tout à fait justifié.



➤ Tronçon 3 PK 8,1 au PK 9,1

Il est à noter que ce tronçon s'inscrit dans le prolongement du tronçon 2 quant à l'implantation de la quatrième voie (dite V2bis).

Ce tronçon n'amène donc pas plus de remarques de notre part que celle déjà émises précédemment pour le tronçon 2.

Le sous-détail de l'estimation fait apparaître, au droit du poste assainissement, la prise en compte de la totalité du linéaire du tronçon (1 000 ml de VU) pour estimer la reprise ou création d'assainissement longitudinal dans ce tronçon. Ce poste nous semble tout à fait justifié.

➤ Tronçon 4 : PK 9,1 au PK 12,5 tête ouest / triage / tête est

L'analyse des vues en plan démontre que ce tronçon s'inscrit dans le prolongement du tronçon 3 avec une implantation de la nouvelle V2 Bis au sud de la voie V1bis. Toutefois, à partir du triage de Venissieux (Pk 9,9), la voie V2bis est implantée quasiment au droit de la voie V11 et la voie V12 est supprimée pour respecter l'entraxe V2bis/V13.

Puis, en sortie est du triage de Venissieux (Pk 10,55), la Voie V2bis se prolonge au sud de la voie V1bis avant de rentrer dans le faisceau des voies de réception et se prolonger dans le faisceau des voies de la gare de St Priest (Pk 11,879).

Sur le sous-détail (Pk 9,1 au Pk 12,5 tête ouest), nous constatons que l'estimation proposée pour cette partie de tronçon ne fait apparaître aucun montant pour les travaux d'assainissement ce qui nous étonne fortement, du fait de la similitude avec le tronçon 3 pour lequel des travaux d'assainissement ont été provisionnés par EGIS.

A minima, il nous semble qu'un linéaire de 400 ml de VU pour les travaux d'assainissement serait à prévoir.

L'estimation proposée par le sous-détail (Pk 9,1 au Pk 12,5_triage) fait apparaître un linéaire pour les travaux d'assainissement (3 400 ml de VU). Pour ce secteur, il nous semble qu'un linéaire de 2 400 ml de VU pour ces travaux serait plus approprié et suffisant.

Quant au dernier sous-détail (Pk 9,1 au Pk 12,5_tête est), nous n'avons pas d'observations particulières quant au linéaire d'assainissement prévu par EGIS (400 ml de VU) qui nous semble approprié.

➤ Tronçon 5 : PK 12,5 au PK 15,2 sans bascule + 15200

Même remarque que pour le métier Terrassement. A la lecture du rapport technique de SFG et des plans fournis, nous n'avons pas réussi à comprendre l'objet de ce sous-détail et les travaux associés.

Nous n'émettrons donc aucun avis sur ce tronçon.

➤ Tronçon 6 : PK 15,2 au PK 18,2

Dans la continuité du tronçon 4, les voies V1bis et V2 bis s'écartent progressivement de la plateforme ferroviaire existante par le Sud tandis que les voies V1 et V2 se décalent pour leur part vers le nord de la plateforme existante.

En parallèle, la voie V1bis emprunte alors une plateforme VU créée en remblai pour passer au-dessus du SDM (Pk 17+300), créé au-dessus des voies V1 et V2 décalées au nord. Pour finir, la voie V2 reste globalement à une altitude constante pour contourner la voie V1 bis et, après le SDM, venir se recalcr le long de la voie V2 à l'est du PRA rétablissement du PN11.



L'estimation proposée par le sous-détail (Pk 15,2 au Pk 18,2) fait apparaître un linéaire pour les travaux d'assainissement (9 000 ml de VU). Pour ce secteur, à la lecture des plans SFG, nous constatons l'équivalent de trois plateformes (une double V1 + V2) et deux VU : V1bis et V2bis), le linéaire provisionné nous donc semble adapté à la configuration. Il en est de même pour le chiffrage des ouvrages hydrauliques de traversée.

➤ Tronçon 7 : PK 18,2 au PK 23,4

Sur ce tronçon, les voies existantes V1 et V2 sont inchangées sur la plateforme existante et les deux voies V1bis et V2bis sont créées en remblai (semble-t-il) de part et d'autre de la plateforme existante.

L'estimation proposée par le sous-détail (Pk 18,2 au Pk 23,4) fait apparaître un linéaire pour les travaux d'assainissement (10 400 ml de VU). Sur ce tronçon, les travaux vont consister approximativement à créer deux plateformes à accolées à la plateforme existante. Seules les plateformes des voies V1bis et V2bis, à la lecture des plans SFG, vont nécessiter la pose d'un drainage longitudinal.

De plus, même si à partir du Pk 22,4 la Voie V1bis reprend le tracé d'une plateforme existante, et à partir du pk 23,1 la voie V2 bis en fait de même sur une autre plateforme, il nous semble pertinent et adapté, d'avoir compté la totalité du linéaire du fait de la précision des études actuelles.

Enfin, nous n'avons pas de remarques particulières concernant le linéaire prévu pour le chiffrage des ouvrages hydrauliques de traversée.

5.1.5. Signalisation

En l'absence de détail ou de méthode de constitution du macroprix d'EGIS, nous ne sommes pas en mesure de les critiquer.

PSIG SF travaille à partir de prix « ratios » qui comportent une part SNCF E par élément (aiguilles, signaux, KVB, circuits de voie, potences...) variable selon les conditions d'exécution des travaux et le phasage du plan de voies.

Ces prix sont difficilement comparables aux macroprix EGIS.

Comparaison des estimations du scénario A réalisées par EGIS et par PSIGT.SF33

Pour le poste 14 de Lyon Part-Dieu, le nombre d'objet mentionnés par EGIS (290) est supérieur à celui dénombré par PSIGT.SF (160). La base d'estimation pour le renouvellement a donc été réalisée sur le nombre d'objets actuellement en service dénombrés par PSIGT.SF33 + le nombre d'objets à ajouter projeté par EGIS, soit 200 objets au total.

PSIG SF a estimé le coût d'une régénération complète de l'IHM CCR du site Unique de Lyon gérant 800 itinéraires et autorisations (prise en compte dans le volet technique mais absence d'estimation récapitulative de la part d'EGIS)

5.1.6. Caténares et EALE

➤ **Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.**

➤ Caténares

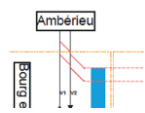
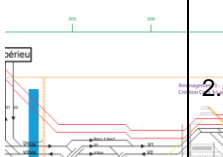
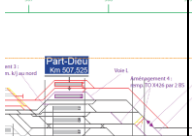
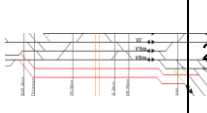
Les estimations IFTE sont de 16 579 592 Euros dont 7 199 118 de SAV

- Avec une part EALE : 5 750 082 Euros dont 5 300 000 de SAV



- Avec une part Caténaire de : 10 829 510 dont 1 899 118 de SAV

Le tableau ci-dessous, comprenant une estimation EP des différents tronçons, est destiné à être comparé aux estimations réalisées par EGIS afin de déceler un éventuel écart important.

TRONCON	Du pk au pk	Longueur traitée en km de plateforme	Principaux travaux caténaire	Estimations Fournitures + travaux	Commentaires
Raccordement sur la ligne Ambérieu	Raccordement de Ambérieu - Pk 504	Raccorde ments et nouvelles communications		1.951 K€	Création de deux communications et deux branchements comprenant la mise en place de portiques rigides au droit du raccordement. Travaux réalisés de nuit complexes nécessitant de nombreuses phases provisoires
Création d'une plateforme nouvelle 2 voies principalement sur viaduc ou en tranchée couverte	Du Pk 504 au Pk 507	Environ 3 km x 2 voies		2.061 K€	Mise e place d'environ 2x3 km de caténaire sur une plateforme 2 voies en site propre donc de jour. Pose d'une communication et d'un branchement. Prise en compte d'une PV pour la pose de caténaire sur viaduc ou ouvrages. Prise en compte de dépose caténaire liée à la libération d'emprise
Création d'une plateforme nouvelle Avec voie à quai voyageurs	DU Pk 507 au Pk 509	Environ 3km de voie linéaire		1 301 K€	Mise e place d'environ 3 km de caténaire sur une plateforme 2 voies en site propre donc de jour. Pose et déplacement de communication et de branchements. Prise en compte d'une PV pour la pose de caténaire sur viaduc ou ouvrages.
Création d'une plateforme nouvelle 2 voies	DU Pk 508 au Pk 511	Environ 3km de plateforme 2 voies		2 197 K€	Mise e place d'environ 6 km de caténaire sur une plateforme 2 voies en site propre donc de jour. Dépose de communication. Pose de branchements. Prise en compte d'une PV pour la pose de caténaire sur viaduc ou ouvrages
TOTAL DES OPERATIONS DE CE SCENARIO A				7 510 K€ (CE 06/2013)	

Les estimations ci-dessus sont une évaluation rapide du coût des travaux et fournitures caténaires. Elles comprennent les travaux et les fournitures :

Partie site propre :

- avec une réalisation de jour,
- avec une PV pour tenir compte des particularités de travaux en tunnel/viaduc voir ci-dessus

Partie raccordements :

- avec une réalisation de nuit,
- avec une PV phases provisoires

Ces estimations comprenant une majoration liée à l'imprécision de la phase EP. La somme à valoir n'est pas comprise.



Elles sont à comparer au 10 829 510 – 1 899 118(SAV) = **8 930 392** du dossier EGIS.

➤ EALE

Les estimations IFTE sont de 16 579 592 Euros dont 7 199 118 de SAV

- Avec une part EALE : 5 750 082 Euros dont 5 300 000 de SAV
- Avec une part Caténaire de : 10 829 510 dont 1 899 118 de SAV

Extrait dossier EGIS :

Aujourd'hui, le NFL est alimenté par 4 sous-stations situées sur les différentes branches du nœud :

- Grands Violets sur la PLM ;
- Chanoz sur la ligne de Sathonay ;
- Montluel sur la ligne d'Ambérieu ;
- Guillotière au niveau de la bifurcation de Grenoble.

Un projet de renforcement des installations électriques existe dans le cadre de la circulation des Régio 2N en UM 3. Ce projet envisage la création d'une sous-station électrique à Miribel.

Dans la suite du projet NFL, une étude énergie devra être menée sur la base de simulations tractions pour définir les besoins en énergie à l'horizon long terme et les solutions envisageables. A ce stade on peut envisager :

- L'utilisation de la sous-station projetée à Miribel comme renfort électrique. Est-ce suffisant ?
- Le renforcement des sous-stations les plus proches du cœur du NFL : Guillotière et Chanoz. Grands Violets alimentant déjà la PLM.

Les nouvelles installations nécessiteront la modification du central sous-station de Lyon pour intégrer l'ensemble des nouveaux équipements. En fonction des possibilités de modification de ce CSS ceci pourrait nécessiter sa régénération partielle ou totale. Cette incertitude est prise en compte dans le chiffrage sous forme de somme à valoir.

➤ Conclusion

Compte tenu de l'imprécision des estimations réalisées dans un délai très court, l'écart avec le dossier EGIS ne doit pas être considéré comme significatif.

Compte tenu des indications du dossier EGIS, on peut en déduire que l'estimation de la part EALE correspond, en attendant une étude spécifique, à une provision nécessaire au renforcement des sous-stations de Guillotière et Chanoz ainsi qu'une part pour les adaptations des nouveaux équipements aux CSS.

➤ **Scénario B4, solution Bi-tube avec gare souterraine sous les voies ferrées.**

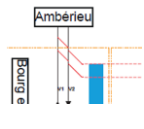
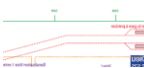
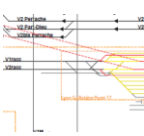
➤ Caténaires

Les estimations IFTE sont de 18 182 238 Euros dont 4 861 267 de SAV

- Avec une part EALE : 5 701 606 Euros dont 1 981 121 de SAV
- Avec une part Caténaire de : 12 480 632 dont 2 880 000 de SAV

Le tableau ci-dessous, comprenant une estimation EP des tronçons, est destiné à être comparé aux estimations réalisées par EGIS afin de déceler un éventuel important écart.



TRONCON	Du pk au pk	Longueur traitée en km de plateforme	Principaux travaux caténaire	Estimations Fournitures + travaux	Commentaires
Raccordement sur la ligne Ambérieu	Raccordement de Ambérieu - Pk 504	Raccordements et nouvelles communications		1.951 K€	Création de deux communications et deux branchements comprenant la mise en place de portiques rigides au droit du raccordement. Travaux réalisés de nuit complexes nécessitant de nombreuses phases provisoires
Partie bitube du tunnel	Du pk 504 au 515	8.3 km de tunnel bitube		5 760 K€	Mise en place de caténaire 1.5kv sur environ 19 km (arrondi) de tunnel comprenant 2 voies sur 8.3 km + 2 voies d'évitement en gare (2x0.8); les travaux sont réalisés de jour mais avec une PV pour tenir compte de la particularité des travaux en tunnel (éclairage, TTX équipés d'épurateur de fumée, Engins rail-route fonctionnant sur batterie,...)
Raccordement coté St Fons	514 - 515	Raccordements Libération emprise pour Rac		4 460 K€	Dépose d'installation caténaire pour libérer l'espace nécessaire aux raccordements Pose de tronçon de voies nouvelles Mise en place de portiques au niveau des raccordements
TOTAL DES OPERATIONS DE CE SCENARIO B4				12 171 K€ (CE 06/2013)	

Les estimations ci-dessus sont une évaluation rapide du coût des travaux et fournitures caténaires. Elles comprennent les travaux et les fournitures :

Partie site propre (tunnel)

- avec une réalisation de jour,
- avec une PV pour tenir compte des particularités de travaux en tunnel voir ci-dessus

Partie raccordements

- avec une réalisation de nuit,
- avec une PV phases provisoires

Ces estimations comprenant une majoration liée à l'imprécision de la phase EP. La somme à valoir n'est pas comprise.

Elles sont à comparer au 12 480 632 – 2 880 000(SAV) = **9 600 632** du dossier EGIS.

➔ EALE

Les estimations IFTE sont de 18 182 238 Euros dont 4 861 267 de SAV

- Avec une part EALE : 5 701 606 Euros dont 1 981 121 de SAV
- Avec une part Caténaire de : 12 480 632 dont 2 880 000 de SAV



Aujourd'hui, le NFL est alimenté par 4 sous-stations situées sur les différentes branches du nœud :

- Grands Violets sur la PLM ;
- Chanoz sur la ligne de Sathonay ;
- Montluel sur la ligne d'Ambérieu ;
- Guillotière au niveau de la bifurcation de Grenoble.

Un projet de renforcement des installations électriques existe dans le cadre de la circulation des Régio 2N en UM 3. Ce projet envisage la création d'une sous-station électrique à Miribel.

Dans la suite du projet NFL, une étude énergie devra être menée sur la base de simulations tractions pour définir les besoins en énergie à l'horizon long terme et les solutions envisageables. A ce stade on peut envisager :

- L'utilisation de la sous-station projetée à Miribel comme renfort électrique. Est-ce suffisant ?
- Le renforcement des sous-stations les plus proches du cœur du NFL : Guillotière et Chanoz. Grands Violets alimentant déjà la PLM.

Les nouvelles installations nécessiteront la modification du central sous-station de Lyon pour intégrer l'ensemble des nouveaux équipements. En fonction des possibilités de modification de ce CSS ceci pourrait nécessiter sa régénération partielle ou totale. Cette incertitude est prise en compte dans le chiffrage sous forme de somme à valoir.

➤ Conclusion

L'écart peut-être dû en partie à l'imprécision des estimations réalisées ci-dessus, réalisées dans un délai très court, mais il se peut que la PV tunnel (équivalente aux travaux de nuit) ait été omise dans l'estimation EGIS. Le dossier ne fait pas référence à cette PV spécifique qui est provisionnée lors des travaux en tunnel. Elle est destinée à compenser les obligations liées aux travaux dans les tunnels (ex : TTX équipés de wagon épurateur de fumée).

Compte tenu des indications du dossier ci-dessus, on peut en déduire que l'estimation de la part EALE correspond, en attendant une étude spécifique, à une provision nécessaire au renforcement des sous-stations de Guillotière et Chanoz ainsi qu'une part pour les adaptations des nouveaux équipements aux CSS.

➤ **SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule.**

➤ Caténaires

Les travaux, concernant St Fons- Grenay, s'étalent sur la ligne Lyon Grenoble du Km 4,000 au km 24,000 soit 20km environ.

Les principaux travaux caténaires sont liés au passage d'une plateforme 2 ou 3 voies à une plateforme 4 voies avec création de communications et branchements.

Ils comprennent également :

- Le déplacement vers Lyon de la section de séparation de tension avec pour conséquence la transformation d'un tronçon de 4 km de caténaire normale 1.5kv en caténaire V200 25kv,
- L'équipement en caténaire d'un tronçon de plateforme 2 voies provisoires, sur 2km environ, avec raccordements de part et d'autre sur la plateforme actuelle.



Les travaux sur cette de ligne ont été scindés en 7 tronçons en fonction du type de remaniement opéré.

Le tableau ci-dessous, comprenant une estimation EP des 7 tronçons, est destiné à être comparé au tableau des estimations réalisées par EGIS afin de déceler un éventuel écart important.

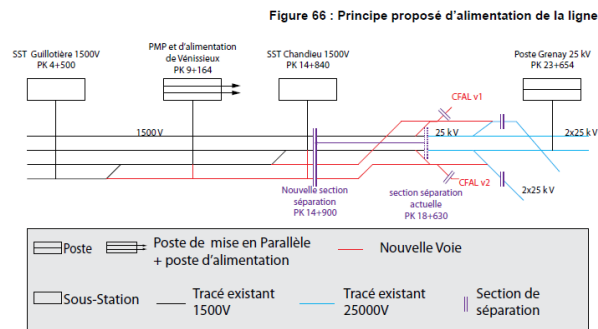
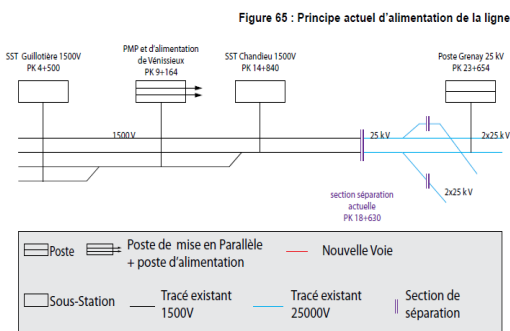
TRONCON	Du pk au pk	Longueur traitée en km de plateforme	Principaux travaux caténaire	Estimations Fournitures + travaux (réalisés de nuit)	Commentaires
1	4.0 au 6.5	2.5	Remplacement des armements caténaire sur 3.5 km (V1bis +v2bis)=77	289 K€	Reprise des réglages caténaires (remplacement des armements) suite à la modification du devers de la voie lié au relèvement de vitesse
2	6.5 au 8.1	1.6	Dépose 1.6x3=4.8 Pose 1.6x4=6.4 + pose de 3 communications et dépose de 2 communications	4 522 K€	Les caténaires sur ce tronçon sont considérées déposées et reposées entièrement avec dépose et ajout de communications. Les travaux comprennent la mise en place de portiques
3	8.1 au 9.1	1.0	Dépose 1x2=2 Pose 1x3=3	1 998 K€	Les caténaires sur ce tronçon sont considérées déposées sur 2 voies et reposées sur 3 voies
4	9.1 au 12.5	3.4	Dépose 1 bis :3.4 km Dépose 4 et 6 circul + voie M + tiroir 4 :2.8km Dépose de 5 branchements Pose 1bis + 2 bis =6.8 km Pose voie circul + voie tiroir=1.5 km Pose de 7 com et 3	6 167 K€	Les caténaires sur ce tronçon sont déposées sur voie 1bis et sur les têtes de faisceau. Elles sont reposées sur voies 1 bis + 2 bis + têtes de faisceau + communications et branchements
4 bis	14.9 au 18.63	3.73	Dépose de 8km de cat 11.5kv Pose de 8km de cat 25kv	3 375 K€	<u>Déplacement section séparation de tension</u> Les caténaires 1500volts sont déposées sur ce tronçon et remplacées par de la caténaire 25kv
5	12.5 au 15.2	3.0	Dépose de 6 km de caténaire. Pose de 12 km de caténaire	6 361 K€	<u>Cas sans bascule des voies</u> Les caténaires sur ce tronçon, en raison de la mise en place de portique, sont déposées sur les 2 voies et reposées sur 4 voies
6	15.2 au 18.	2.8	Pose et dépose de 4 km de caténaire (phase provisoire) avec mise en place de portiques	2 888 K€	Les caténaires sur ce tronçon sont déplacées en provisoire sur 2 km pour permettre la construction du saut de mouton. Ils comprennent la mise en place de portiques au niveau des raccordements.
7	18.0 au 23.4	5.4	Pose de 11 km de caténaire Pose de 4 communications	5 710 K€	Ce tronçon comprend la pose de caténaires sur les nouvelles voies créés ainsi que 4 communications
TOTAL DES OPERATION S 1 A 7	PK 4 AU 24	20KM		31 500 K€ (CE 06/2013)	Montant arrondi comprenant les travaux et fournitures



Les estimations ci-dessus sont une évaluation rapide du coût des travaux et fournitures caténaires. Elles comprennent les travaux et les fournitures avec une réalisation de nuit et comprenant une PV pour les travaux provisoires et une majoration liée à l'imprécision de la phase EP. La somme à valoir n'est pas comprise.

Elles sont à comparer au 47 583 389 - 11 646 1465 (SAV) = **35 938 K€** du dossier EGIS.

➔ EALE



Pour ce qui concerne la partie EALE EGIS a identifié les points suivants:

- Un développement du nombre de circulation et de leur vitesse ayant pour conséquence un besoin d'énergie supplémentaire sur le tronçon 1.5kv,
- Une pondération de ce besoin en énergie supplémentaire sur la zone 1.5kv liée au déplacement de la section de séparation de tension (raccourcissement du 1.5kv de 4 km de plateforme environ),
- Un besoin supplémentaire en énergie sous la zone 25kv lié aux deux points ci-dessus.

Le dossier EP précise que les besoins et possibilités de renforcement d'alimentation nécessitent des études supplémentaires en fonction :

- Des besoins énergétiques estimés à l'aide d'une simulation traction,
- Des possibilités de renforcement des sous-stations en fonction des disponibilités RTE,
- Des conditions envisagées pour l'alimentation CFAL.

En première approche EGIS indique qu'il pourrait être envisagé :

- L'ajout d'un groupe à la sous-station 1.5kv de Chandieu,
- Le renforcement de la sous-station de Grenay ou la création d'une nouvelle sous-station suivant les nécessités liées à l'arrivée de CFAL .

Toutefois, malgré ce besoin en études supplémentaires pour valider une décision, une SAV correspondant à une sous-station supplémentaire pour chaque tension d'alimentation a été provisionnée soit :

3 300 000 € pour une sous-station 1.5kv et 6 600 000 € pour une sous-station 25kv

➔ Conclusion

Compte tenu de l'imprécision des estimations ci-dessus, réalisées dans un délai très court, l'écart ne doit pas être considéré comme significatif.



5.2. VERIFICATION DU SNCF E

Vérification des ratios (%) utilisés pour le poste SNCF E.

5.2.1. Dossier EGIS

Nature d'ouvrage	Taux de SNCF E
Libération d'emprise	10%
Installation commune	10%
Ouvrages en Terre	28%
Aménagement divers	25%
Ouvrages d'art	28%
Aménagement en gare	25%
Passage à Niveau	35%
Voie	35%
Signalisation	49%
Telecom	49%
Caténaires	40%

5.2.2. Analyse PSIGT

Le taux de SNCF E s'applique uniquement sur la libération d'emprise, les aménagements divers (protection acoustique), la voie, les ouvrages en terre, certaine installation commune, les ouvrages d'art OA (hors tunnel), la signalisation, les caténaires et les Telecom.

Le taux moyen calculé de SNCF E, appliqué par EGIS sur les travaux varie de 24 % à 31 %.

A ce stade d'étude, les taux proposés sont conforme à cette phase d'étude et pour ce type de travaux.

Cependant ce mode de chiffrage ne s'apparente nullement à la méthode utilisée en phase REA (catalogues de prix appliqués à des longueurs et rendements). Il est donc difficile d'estimer le SNCF E avec une autre méthode.

Compte tenu du délai demandé, de la complexité du projet et des incertitudes sur les conditions de réalisation, il n'a pas été possible de chiffrer le SNCF E avec cette méthode.

Etant donné que les taux de SNCF E :

- s'applique sur les zones où il sera nécessaire que SNCF E intervienne,
- que les taux par métier sont conformes à la phase d'étude et à ce type de travaux.

En l'état actuel des connaissances du projet, nous pouvons maintenir les taux proposés par EGIS.

➤ Terrassements/ Assainissements

Pour ce projet, la majorité des travaux de terrassement/Assainissement/Plateforme du scénario A (exception faite de la zone du raccordement nord) et du tronç commun St Fons Grenay (exceptions faites de certaines zones) va se faire proximité de voies circulées. De nombreuses consignations caténaires, voies entre autre vont être nécessaires pour la réalisation de ce projet en fonction des engins de terrassements et des méthodologies de construction prises.

A dire d'expert, et à la vue des plans de l'étude de faisabilité d'EGIS, il nous semble qu'un pourcentage de 40 % serait pertinent à ce stade des études.



➤ Signalisation/ Caténares

Le coût SNCF Entrepreneur Signalisation est inclus dans les ratios, il varie selon des critères qualitatifs. Il n'est pas possible, à ce stade d'étude, de calculer simplement un taux global.

Par retour d'expérience, pour une mise en BAL IPCS et en électrification, les ratios constatés en phase REA sont de 33% à 40% en site exploité, 11% à 15% en site propre et 20% à 25% en ligne fermée, mais cela peut varier suivant les conditions.

Sur la partie St FONTS Grenay pour le BAL, La Banalisation, la modification des Postes et l'Electrification des voies et compte tenu du trafic important, devrait représenter 40% du projet en REA.

De plus, les taux proposés sont issus du dossier Brétigny, qui a été réalisé par IGTE. PSIG.TE confirme donc que les taux ci-dessus sont bien les taux pratiqués, dans cette phase d'étude et pour ce type de travaux (environ 40 % de la part travaux en fonction de la configuration des travaux).

5.3. VERIFICATION DES NIVEAUX DE SAV, PR ET MOE

5.3.1. SAV

5.3.1.1. Dossier EGIS

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4 , solution Bi-tube avec gare souterraine à la Vilette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
Foncier	30%	30%	30%
Libération d'emprise	30%	30%	30%
SNCF E	43%	43%	43%
Installation commune	30%	30%	30%
Ouvrages en Terre	30 à 41%	30 à 36%	30 à 58%
Aménagement divers	30%	30%	30%
Ouvrages d'art	21% à 30%	10% à 15%	18% à 33%
Aménagement en gare	12%	30 %	30%
Passage à Niveau	-	-	30%
Voie	30%	30%	30%
Signalisation	30%	30%	30%
Telecom	30%	30%	30%
Caténares	30%	30%	30%

5.3.1.2. Analyse PSIGT

La Somme à Valoir est destinée à couvrir :

- les imprécisions sur les quantités (longueur de l'ouvrage, longueur d'application des soutènements, longueur des parties en tranchées couvertes, ...),
- les imprécisions sur les coûts unitaires linéiques des ouvrages amenés à évoluer et liées aux aménagements complémentaires avérés nécessaires dans les phases ultérieures.



➤ Ouvrages d'art (Structures)

Dans le scénario A, le taux de SAV proposé pour les OA aériens (20%) apparaît correct, compte tenu des incertitudes existant aujourd'hui sur les structures proposées, notamment au niveau des secteurs St Clair – Rhône et Nord Stalingrad, où les solutions proposées dépendront largement des possibilités d'implantation des appuis, ce qui conditionnera étroitement le schéma fonctionnel.

Pour SFG, le taux moyen de 15%, proposé par EGIS, paraît correct en l'état. Les ouvrages à reprendre sont classiques et présentent un taux d'incertitude lié à la conception relativement limité, à l'exception

- du PRO de la route d'Heyrieux à Mions (Pk 14+330), dont la SAV est portée à 30% compte tenu de la difficulté de l'opération. Ce taux sera également employé pour calculer notre MBP
- de la reconstruction de la culée du PRO Berliet (pk 8+261) à Vénissieux, dont la SAV élémentaire a été portée à 471%, car la faisabilité des travaux projetés reste incertaine et pourrait conduire à remplacer complètement l'ouvrage. La SAV retenue vise donc à couvrir cette incertitude. Elle sera reconduite dans le cadre de la détermination de notre MBP ;
- l'ouvrage de franchissement de l'A46 qui présente également une SAV plus élevée (40%) au cas où l'ouvrage devrait être reconstruit suite au passage à 220 km/h. Ce taux de SAV sera également reconduit dans notre propre MBP

➤ Ouvrages d'art (Tunnel)

Les taux de 15% pour la gare souterraine et de 10% pour les tunnels, proposés par EGIS, semblent cohérents d'après nos retours d'expérience sur des projets d'envergure similaire (LN PCA, LNMP). Dissocier la SAV pour les tunnels et la gare est judicieux puisque l'implantation de la gare, située dans un environnement complexe, est amenée à évoluer notamment au droit des émergences (puits et galerie d'accès) lors des phases ultérieures. La méthode de réalisation de la gare est susceptible d'évoluer pour s'adapter aux nouvelles contraintes environnementales décelées lors des phases ultérieures. Les ratios proposés lors de cette phase peuvent donc évoluer.

La partie « tunnels » se situe exclusivement en souterrain puisqu'en solution bitube, l'évacuation des usagers en cas d'incendie dans un tube se fait à travers l'autre tube grâce à des rameaux de connexion. Il n'y a donc aucune émergence en surface. Les incertitudes sur les quantités sont par conséquent faibles. La méthode de réalisation des tunnels par tunnelier est une technique maîtrisée dans un environnement géologique de type alluvions et molasse. Les coûts linéiques de construction sont moins sujets à évoluer lors des phases ultérieures.

➤ Terrassements/Assainissements

Pour la partie terrassement/assainissement/plateforme, les plages de taux de SAV varient dans le dossier d'EGIS de 30 à 41% pour le scénario A ou de 30 à 58 % pour SFG.

L'analyse des sous-détails estimatifs fournis par EGIS semblent plutôt démontrer majoritairement l'application d'un taux de 30% de SAV pour les opérations : de remblai (exception faite du SDM sur SFG où un taux de 15 % a été pris) et de plateformes (exception faite de certaines portions de plateforme où la SAV évolue sur ces portions entre 22.4 % (St Fons Grenay _ pk 15.2 à 18.2) et 53.6% (Raccordement nord du scénario A)).



Ces plages proposées par EGIS, nous semblent élevées avec nos retours d'expérience sur des projets similaires, à partir du moment où les taux dépassent les 35 %. Par exemple, le taux de 53.6% nous semble disproportionné pour les travaux de plateforme du raccordement Nord Scénario A.

➤ Signalisation

La SAV retenue est de 20%, conformément à l'IG 108.

➤ SNCF E

Un taux de 43% pour SNCF E semble trop élevé par rapport aux taux appliqués par la SNCF à ce stade d'étude.

PSIG propose au ramener la SAV au même niveau que les travaux à 30 %

Une application d'une SAV identiques aux travaux (30%) permettra une économie théorique de 2 à 13 M€ de SAV suivant les scénarios.

5.3.1.3. Tableau de synthèse des taux de SAV proposés

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4 , solution Bi-tube avec gare souterraine à la Villette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
SNCF E	30%	30%	30%
Ouvrages en Terre	25 à 30%	-	25 à 30%
Ouvrages d'art	20%	10 à 15%	15% (*)
Signalisation	20%	20 %	20 %
Caténaires	20%	20 %	20 %

(*) sauf PRa A46 (40%), PRo Berliet (471%) et PRo route d'Heyrieux (30%)

5.3.1. Provisions Pour Risques

5.3.1.1. Dossier EGIS

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4 , solution Bi-tube avec gare souterraine à la Villette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
Taux PR sur Estimation brute y compris MOE/MOA	20%	18% tunnel 6% autres	20%
Taux PR sur travaux MBP y compris SAV (méthode SNCF)	23,80%	28,07%	23,94%
Montant de PR	226,8 M€	710,6 M€	125,5 M€

Ce tableau montre les taux globaux de PR appliqués sur le projet. En appliquant les directives de l'IG108 et IG0153, les taux de PR seraient compris entre 23,8% et 28% selon le scénario.



5.3.1.1. Analyse PSIGT

➤ **Ouvrages d'art (Structures)**

Les taux proposés sur estimation brute (20%) apparaissent globalement corrects à ce stade de l'étude, pour les ouvrages envisagés.

➤ **Ouvrages d'art (Tunnel)**

Dans le présent dossier analysé, EGIS propose des ratios de PRI pour chacune des trois variantes de position de gare. Ces trois ratios ont été estimés de manière relative en comparant la conséquence de chacun des risques identifiés vis-à-vis des objectifs (sécurité plateforme ferroviaire, stabilité bâti environnant, délai, coût,...).

L'analyse de risques ne présente pas de valorisation des risques en terme de vraisemblance d'apparition et de conséquence au regard des objectifs, notamment l'objectif coût, qui intéresse directement la provision pour risques.

Cette approche empirique, à l'aide ratios globaux, mérite donc d'être comparée à une analyse de risque plus détaillée.

Nous proposons la méthodologie suivante pour juger de la pertinence des ratios pris par EGIS en termes de provisions pour risques. Notons que la provision pour risques calculée ne concerne que les risques techniques. À cette provision, doit être ajoutée la provision pour les risques non techniques (fonciers...).

Puisque les ouvrages « gare souterraine » et « tunnels » représentent deux types d'ouvrage totalement différents de par leur méthode constructive, l'analyse de risques et l'estimation de la provision sont réalisées indépendamment pour la gare et le tunnel.

A ce stade très amont des études du projet NFL où la connaissance géotechnique est essentiellement bibliographique (données BRGM et sondages d'archives très souvent décalés par rapport aux tracés actuels), la présente analyse consiste à identifier les principaux écarts prévisibles, mais non certains, entre le modèle et les conditions susceptibles d'être rencontrées pendant l'exécution des travaux.

L'analyse des risques techniques est menée en utilisant la méthode recommandée par le GT32-2 de l'AFTES (Recommandation validée par le Comité Technique de l'AFTES en janvier 2012 à paraître dans l'année) ainsi que le « Manuel de maîtrise des risques » de RFF. L'analyse de risques reprend la terminologie définie au niveau international par les normes ISO 31000 et ISO Guide 73.

Les sources de risque conduisent à un **événement** dont les conséquences néfastes pour le projet sont identifiées par le géologue-géotechnicien en fonction du contexte dans lequel s'inscrit l'ouvrage souterrain.

Pour chaque événement, sa **vraisemblance** d'apparition lors du creusement de l'ouvrage est estimée. Cette probabilité varie entre 1 (Improbable), 2 (très peu probable), 3 (peu probable) et 4 (possible).

Les **conséquences** de l'apparition de cet événement sont données à travers un critère de « conséquences » qui s'échelonne entre 1 (faibles), 2 (moyennes), 3 (fortes) et 4 (très fortes). Ces conséquences dépendent des objectifs principaux du projet à savoir le respect du délai, le coût, la sécurité et l'environnement. Pour estimer l'enveloppe financière à prévoir pour les risques, l'objectif visé est le coût ou le délai de réalisation qui impacte directement le coût.

En combinant la vraisemblance et les conséquences d'un événement, la **matrice des risques** s'établit comme suit :



MATRICE DES RISQUES		VRAISEMBLANCE			
		Improbable 1	Très peu probable 2	Peu probable 3	Possible 4
CONSEQUENCES	Faibles 1	1	2	3	4
	Moyennes 2	2	4	6	8
	Fortes 3	3	6	9	12
	Très fortes 4	4	8	12	16

Tableau 1 : Matrice des risques issue du GT AFTES n°32-2

Le **niveau de risque**, obtenu en effectuant le produit de la vraisemblance et de la conséquence, s'échelonne de 1 à 16 et permet d'apprécier les actions de traitements à mettre en œuvre.

➤ **Application aux ouvrages souterrains du projet NFL**

Les principales sources de risques géotechniques et évènements associés identifiés sur le projet NFL concernent :

- Tassement excessif sous les installations ferroviaires
- Tassement excessif avec dommage sur ouvrages, bâtis voisins ou routes
- Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement du tunnelier
- Blocage de la roue de coupe du tunnelier
- Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement
- Mouvements de camions plus importants que prévus, nuisances excessives liées à la logistique chantier.

À ce stade très amont des études, la méthode constructive n'étant pas figée définitivement, notre analyse repose sur une dizaine de risques techniques principaux que nous considérons représentatifs du contexte géotechnique, hydrogéologique et environnemental du projet.

La détermination des risques, de leurs impacts, de leurs vraisemblances, de leurs conséquences et des niveaux de risques associés sont détaillées dans les tableaux d'analyse de risques joints en annexe 2.

Deux approches complémentaires sont proposées pour évaluer la provision pour risques :

1/ Un niveau de risque global est indiqué pour chaque nature d'ouvrage (gare/tunnel) de chaque variante. Ce niveau de risque global est calculé en faisant la somme des niveaux de risque (NR) des événements indépendants identifiés.



Ce niveau de risque global par nature d'ouvrage n'a qu'une valeur indicative puisqu'il constitue l'agrégation d'évènements de natures différentes qui ne se réaliseront vraisemblablement pas tous au moment de la construction.

A ce stade très amont des études, où la connaissance du contexte géotechnique reste très sommaire et où le modèle initial mérite d'être fiabilisé par des reconnaissances complémentaires, ce niveau de risque global sert essentiellement à donner une indication sur l'importance relative des provisions (PRI) à prévoir.

Cette approche du niveau de risque global permet également de comparer de manière relative les provisions pour risques entre chaque variante. La méthode explicitée ci-dessous permet de quantifier de manière absolue la provision pour risques de chaque variante.

2/ La valorisation de chacun des risques identifiés repose sur son impact en terme de dépassement de l'estimation du coût technique de la nature d'ouvrage considérée (gare/tunnel).

L'estimation de l'enveloppe à provisionner pour chaque risque est ensuite donnée en appliquant à cet impact, sa probabilité d'apparition.

La PRI globale est ensuite obtenue en faisant la somme des valorisations de chaque risque.

Nous rappelons que les provisions estimées ne couvrent que les risques techniques liées à des causes géotechniques, hydrogéologiques ainsi qu'à des causes environnementales (riverains...). À cette provision doit être ajoutée la provision couvrant les risques non techniques tels que les risques d'ordre foncier ou d'ordre contractuel.

Le tableau ci-dessous définit la correspondance entre la vraisemblance d'apparition d'un risque (de 1 à 4) et le pourcentage retenu pour le calcul de la provision de ce risque.

Tableau des vraisemblances

Note pour matrice des risques	Echelle des vraisemblances	Valeur retenue pour provision = probabilité d'apparition	Seuil de vraisemblance
4	Possible	30%	Événement envisageable
3	Peu probable	20%	Événement pouvant survenir dans les conditions de réalisation prévues
2	Très probable peu	10%	Événement identifié comme du domaine du possible
1	Improbable	5%	Requiert une combinaison de situations exceptionnelles ou un événement ayant été exclus de l'analyse des reconnaissances



Le tableau ci-dessous définit la correspondance entre la conséquence d'un risque (de 1 à 4) et sa valorisation en termes de pourcentage de dépassement du coût technique.

Tableau des conséquences

Note pour matrice des risques	Echelle des conséquences	Objectifs du projet			
		Délai, exprimé en dépassement (1)	Coût, exprimé en dépassement (2)	Sécurité chantier et matériel roulant	Environnement (stabilité tunnel, maison, habitants)
4	Très fortes		C > 20% (30%)		
3	Fortes		10% < C < 20%		
2	Moyennes		5% < C < 10%		
1	Faibles		C < 5%		

(2) Dépassement en % par rapport au coût technique de la nature d'ouvrage considéré

Une synthèse des provisions pour risques pour chaque variante est jointe en annexe 2. Le bilan de l'analyse est donné ci-dessous.

À ce stade très amont des études, nous proposons de prendre pour la gare la valeur médiane de la PR calculée dans les tableaux de l'annexe 2 et la valeur haute de la PR pour les tunnels.

Du fait du coût de construction important de la gare, une provision médiane pour la gare suffit à provisionner l'apparition d'un risque à impact fort (dépassement du coût technique de 10 à 20%) voire très fort (dépassement de 20 à 30%).

Pour les tunnels, comme le coût technique des travaux de construction des ouvrages linéaires est plus modeste, il est nécessaire de prendre la provision haute pour provisionner l'apparition d'un risque à impact fort (dépassement de 10 à 20% du coût technique).

		BILAN					
		Bitube			Monotube		
		Sous voie ferrée	Diagonale	Villette	Sous voie ferrée	Diagonale	Villette
Approche SNCF	PRI technique gare	22.0%	18.0%	14.0%	26.0%	23.0%	16.0%
	PRI technique tunnel	13.0%	12.0%	12.0%	18.0%	15.0%	15.0%
	NR global gare	63	56	45	70	65	51
	NR global Tunnel	41	38	38	51	45	45
EGIS	PRI globale gare*	30	25	20	30	25	20
	PRI globale tunnel*	20					
* y.c. PRI non technique							

(CE 06/2013)



Nous rappelons que les provisions calculées sont basées uniquement sur les risques d'ordre technique. À ces provisions doivent être ajoutées les provisions pour les risques non techniques (fonciers, administratives...).

L'analyse de risques montre que les provisions pour risque pour la partie tunnel varient peu entre les variantes de position de la gare au sein de la solution monotube ou bitube. La provision est de l'ordre de 13% pour la partie tunnel pour la solution bitube et de 15% pour la solution monotube quelque soit la variante (exception faite de la variante avec la gare sous voie ferrée où la provision est de 18%).

En revanche, pour la partie gare, la provision varie fortement entre chaque variante de position de gare au sein de la solution bitube ou monotube :

- Bitube : De 14% pour la variante gare sous Villette à 22% pour la variante gare sous voie ferrée
- Monotube : De 16% pour la variante gare sous Villette à 26% pour la variante gare sous voie ferrée

Quand EGIS annonce une provision identique entre les variantes bitube et monotube pour la gare, il apparaît suite à notre analyse que la variante bitube permet de diminuer la provision de 2 à 5 points.

Il apparaît que la variante de position de gare sous les voies ferrées avec la solution monotube est la variante présentant les risques les plus critiques avec des impacts potentiels très forts sur la gare Part Dieu ainsi que sur les installations ferroviaires. La solution monotube augmente le risque de tassement en surface par augmentation des dimensions de la gare, des tunnels ainsi que de la longueur des entonnements.

La variante de position de gare en diagonale présente un niveau de risques modéré avec néanmoins des impacts potentiels au niveau de la gare Part Dieu et des projets de construction de bâtiments de grande hauteur.

La variante de position de gare sous Villette en solution bitube est la variante à niveau de risques le plus faible. Cette variante présente l'intérêt de ne pas ou peu impacter la gare Part Dieu en terme de tassement. Les accès chantier se trouvent également facilités pour cette variante où l'environnement est moins dense en surface. La solution bitube permet de proposer une gare double avec des sections de gare et des entonnements de longueur moindres, limitant ainsi les impacts en surface.

➤ Terrassements Assainissements

Dans le cadre de notre prestation, et du temps imparti pour la réaliser, il ne peut pas être réalisé d'analyse de risques exhaustive, détaillée et pertinente. Pour faire une analyse de risques dite de ce nom, il faudrait s'appropriier précisément les contextes géologique/géotechnique, environnementaux, règlementaires, administratifs, foncier...

Dans le dossier d'études de faisabilité établi par EGIS, ce dernier propose des ratios de Provision pour Risque Identifiés (PRI) en fonction de différents aléas susceptibles d'être rencontrés sur le projet NFL.

Pour établir notre réflexion sur les PRI, nous sommes repartis de la liste des risques établis pour chacun des scénarii et nous l'avons éventuellement complétée en fonction de notre connaissance sur des projets similaires.

Pour le scénario A en Tranchée couverte, les principaux risques identifiés par EGIS sont :



Risque	Probabilité	Ordres de grandeur des montants financiers en jeu	Niveau de risque
Condition de réalisation des travaux : impossibilité d'obtenir certaines ITC de longue durée envisagée	Moyenne	+20% sur coût travaux si phasages complexes : de Part-Dieu à Guillotière ~200M€	Fort
Design architectural des ouvrages conduisant à des surcoûts de génie civil	Forte	+20% coûts GC ~40M€	Fort
Demande d'aménagements urbains complémentaires : passerelle, élargissement ouvrage...	Forte	~10M€	Faible
Demande de protections acoustiques complémentaires à celles définies par la réglementation	Forte	+50% protection ~2 M€	Faible
Evolution de la nature des activités présentes sur certaines emprises foncières à acquérir	Moyenne	~10M€	Moyen
Total risques identifiés (CE 06/2013)		~222M€	

A ces risques nous pouvons y adjoindre les risques liés à la géotechnique, aux contraintes de rejet, aux avoisinants et à l'environnant. Ces risques sont présentés dans le tableau ci-après.

Risque	Probabilité	Ordres de grandeur des montants financiers en jeu	Niveau de risque
<u>Géotechnique</u> : Tassement excessif sous les installations ferroviaires lors des élargissements de plateforme _ Perturbations sur l'exploitation ferroviaire, Limitation de vitesse	Moyenne	+ 25 % sur le Montant travaux terrassement ~ 8 M€	Moyen
<u>Hydraulique</u> : Autorisations de rejets dans les réseaux communaux plus contraignantes que celles prévues _ Nécessité de créer des bassins de tamponnement avant rejet, impact foncier	Moyenne	+ 5 % sur le Montant travaux assainissement / Terrassement ~ 1,5 M€	Faible
<u>Avoisinants et environnement</u> : Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive _ Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Forte	+ 5 % sur le Montant travaux terrassement ~ 1,5 M€	Faible
Total risques identifiés (CE 06/2013)		~11 M€	

Sur ce simple complément d'analyse, il nous semble réaliste de dire que la PR de 20% nous semble tout à fait adapter au projet.



Pour le tronc commun SFG sans bascule, les principaux risques identifiés par EGIS sont :

Risque	Probabilité	Ordres de grandeur des montants financiers en jeux	Niveau de risque
Condition de réalisation des travaux : impossibilité d'obtenir certaines ITC de longue durée envisagée	Moyenne	+50% sur coût travaux si phasages complexes : têtes de faisceaux, zone de ripage des voies ~125 M€	Fort
Demande de réduction des emprises conduisant à des solutions techniques différentes de celles envisagées : rue Eugène Maréchal, Chemin du Charbonnier, rue du Commandant Charcot...	Forte	+50% coûts caténaïres, assainissement dans secteurs concernés ~10 M€	Moyen
Demande d'aménagements urbains supplémentaires : modification de voirie, création de nouveaux cheminements...	Forte	+50% coûts aménagements urbains ~3 M€	Faible
Demande d'acquisitions foncières complémentaires pour permettre des réaménagements urbains	Moyenne	+ 20% acquisition foncières ~4 M€	Faible
Demande de protections acoustiques complémentaires à celles définies par la réglementation	Forte	+ 50% protection ~4 M€	Moyen
Evolution de la nature des activités présentes sur certaines emprises foncières à acquérir	Moyenne	+ 50% coût foncier ~8 M€	Moyen
Total risques identifiés (CE 06/2013)		~154 M€	

A ces risques nous pouvons y adjoindre les risques liés à la géotechnique, aux contraintes de rejet, aux avoisinants et à l'environnant. Ces risques sont présentés dans le tableau ci-après.

Risque	Probabilité	Ordres de grandeur des montants financiers en jeux	Niveau de risque
<u>Géotechnique</u> : Tassement excessif sous les installations ferroviaires lors des élargissements de plateforme _ Perturbations sur l'exploitation ferroviaire, Limitation de vitesse	Moyenne	+ 10 % sur le Montant travaux terrassement ~ 8 M€	Faible
<u>Hydraulique</u> : Autorisations de rejets dans les réseaux communaux plus contraignantes que celles prévues _ Nécessité de créer des bassins de tamponnement avant rejet, impact foncier	Moyenne	+ 10 % sur le Montant travaux assainissement ~ 1,5 M€	Faible
<u>Avoisinants et environnement</u> : Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive _ Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Forte	+ 5 % sur le Montant travaux terrassement ~ 5 M€	Faible
<u>Administratif</u> : impossibilité de créer une nouvelle infrastructure à proximité d'une zone à risque technologique _ Nécessité de confiner et de protéger l'infrastructure	Moyenne	+ 15 % sur le montant travaux OA ~ 10 M€	Moyen
Total risques identifiés (CE 06/2013)		~25 M€	

Sur ce simple complément d'analyse, il nous semble réaliste de dire que la PR de 20% nous semble tout à fait adapter au projet. Et qu'éventuellement ce pourcentage pourrait être relevé de quelques pourcents de plus (de 5 à 10 %).



➤ Signalisation

A la demande de RFF, 20% de PR est appliquée pour l'ensemble des scénarii. Celle-ci est justifiée par la régénération proposée par EGIS de l'ensemble des postes ainsi que la régénération nécessaire (mais non évoquée par EGIS) du pose 17 type PAI SSI de Lyon Guillotière.

5.3.1.2. Tableau de synthèse de la PR proposée

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4 , solution Bi-tube avec gare souterraine à la Villette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
Ouvrages en Terre	20%	20%	25%
Ouvrages d'art	20%	20%	20%
Signalisation	20%	20%	20%
Caténaires	20%	20%	20%

5.3.2. MOE

5.3.2.1. Dossier EGIS

Les taux de MOE sont appliqués sur les montants des travaux (hors SAV et PR)

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4 , solution Bi-tube avec gare souterraine à la Villette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
Libération d'emprise	12%	8%	12%
Installation commune	12%	12%	12%
Ouvrages en Terre	10%	8%	10%
Aménagement divers	12%	12%	12%
Ouvrages d'art	13%	8%	13%
Aménagement en gare	12%	12%	12%
Passage à Niveau	-	-	24%
Voie	12%	12%	12%
Signalisation	24%	24%	24%
Telecom	12%	12%	12%
Caténaires	14%	14%	14%
SNCF E	15%	15%	15%

Ce tableau montre les taux de MOE appliqués sur le projet par nature d'ouvrage (hors SAV).

En appliquant les directives de l'IG108 et IG0153, les taux globaux calculés de MOE seraient compris entre 7,7% et 12,7% sur le montant des travaux+ SAV+PR selon le scénario.

MOE global (% MBP+PR) hors Foncier	12,2%	7,7%	12,7%
---	--------------	-------------	--------------



5.3.2.2. Analyse PSIGT

➤ Ouvrages d'art (Structure)

Le taux retenu paraît élevé, compte tenu de la masse des travaux à réaliser et du contexte.

Si on raisonne sur l'ensemble de l'opération, l'application de la loi MOP, en utilisant un coefficient de complexité de 1.4 (ouvrage d'art), amène à un taux global de $7.1 \times 1.4 = 9.94 \%$

Ce taux pourrait néanmoins s'avérer insuffisant si l'allotissement conduit à morceler les prestations. Une approche qui consisterait à partir sur le montant MBP ouvrage/ouvrage peut constituer une alternative intelligente, qui permettra de tenir compte au mieux des spécificités de chaque chantier.

➤ Scénario A

Ouvrage	MBP (€) (CE 06/2013)	Taux MOP	Coef. Complexité	Taux MOE	Montant MOE
Viaduc J. Picot	720 000,00 €	11,05%	1,4	15,47%	111 384,00 €
Estacade J. Poumeyrol (du PK 504 au pk 504+400)	29 568 000,00 €	7,65%	1,4	10,71%	3 166 732,80 €
Viaduc sur le Rhône (du PK 504+400 au pk 504+650)	26 250 000,00 €	7,75%	1,2	9,30%	2 441 250,00 €
Viaduc de la Plaine de Jeu (du PK 504+650 au pk 505+100)	24 750 000,00 €	7,75%	1,2	9,30%	2 301 750,00 €
Franchissement Bd Stalingrad (du PK 505+100 au pk 505+200)	7 392 000,00 €	8,30%	1,4	11,62%	858 950,40 €
Estacade portique BA (du PK 505+200 au pk 506+700)	48 417 600,00 €	7,50%	1,2	9,00%	4 357 584,00 €
Franchissement du Bd du 11 novembre (Pk 505+350)	2 217 600,00 €	9,35%	1,2	11,22%	248 814,72 €
Franchissement de la rue Georges Méliès (Pk 505+670)	2 217 600,00 €	9,35%	1,2	11,22%	248 814,72 €
Franchissement de la rue Charlie Chaplin (Pk 505+900)	2 217 600,00 €	9,35%	1,2	11,22%	248 814,72 €
Franchissement du cours André Philip (Pk 506+100)	1 980 000,00 €	9,90%	1,2	11,88%	235 224,00 €
Franchissement rue Jean Novel Philip (Pk 506+200)	3 696 000,00 €	8,80%	1,2	10,56%	390 297,60 €
Franchissement du cours Villon (Pk 506+430)	1 188 000,00 €	10,45%	1,2	12,54%	148 975,20 €
Franchissement rue des Emeraudes (Pk 506+550)	2 970 000,00 €	8,80%	1,2	10,56%	313 632,00 €
Franchissement rue Vauban (Pk 506+?)	900 000,00 €	10,45%	1,2	12,54%	112 860,00 €
Franchissement Cours La Fayette (Pk 507+150)	1 161 600,00 €	11,05%	1,2	13,26%	154 028,16 €
Mur soutènement La Fayette – Bonnel (Pk 507+150 à 507+250)	2 282 000,00 €	9,35%	1,4	13,09%	298 713,80 €
Estacade voie N La Fayette - Bonnel (Pk 507+150 à 507+250)	2 880 000,00 €	9,35%	1,2	11,22%	323 136,00 €
Franchissement rue Bonnel (Pk 507+250)	1 267 200,00 €	10,20%	1,2	12,24%	155 105,28 €
Estacade voie M Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	15 120 000,00 €	7,90%	1,4	11,06%	1 672 272,00 €
Estacade voie N Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	12 960 000,00 €	7,90%	1,2	9,48%	1 228 608,00 €
Tablier de quai voies N-M Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	17 010 000,00 €	7,90%	1,2	9,48%	1 612 548,00 €
Franchissement Bd Pompidou (Pk 507+700)	1 152 000,00 €	10,45%	1,2	12,54%	144 460,80 €
Mur soutènement M Pompidou – Paul Bert (Pk 507+700 à 507+900)	8 400 000,00 €	8,30%	1,4	11,62%	976 080,00 €



Estacade voie N Pompidou – Paul Bert (Pk 507+700 à 507+900)	5 760 000,00 €	8,50%	1,2	10,20%	587 520,00 €
PRa Paul Bert (Pk 507+900)	1 584 000,00 €	9,90%	1,2	11,88%	188 179,20 €
Mur de soutènement Paul Bert – Félix Faure (Pk 507+900 à 508+250)	5 040 000,00 €	8,50%	1,4	11,90%	599 760,00 €
PRa Félix Faure Est (Pk 508+250)	1 728 000,00 €	9,90%	1,2	11,88%	205 286,40 €
PRa Félix Faure Ouest (Pk 508+250)	864 000,00 €	11,05%	1,2	13,26%	114 566,40 €
Mur de soutènement Ouest (Pk 508+250 à 508+700)	6 480 000,00 €	8,40%	1,4	11,76%	762 048,00 €
Tranchée couverte Félix Faure – Albert Thomas (Pk 508+250 à 508+700)	112 500 000,00 €	7,30%	1,4	10,22%	11 497 500,00 €
Reprise du PRO Albert Thomas (Pk 508+700)	3 240 000,00 €	8,80%	1,2	10,56%	342 144,00 €
Démolition et reprise du PRO rue de la Grande Guillotière (Pk 509+000)	1 800 000,00 €	9,90%	1,2	11,88%	213 840,00 €
Démolition et reprise du PRO rue de l'Épargne (Pk 509+550)	2 160 000,00 €	9,35%	1,2	11,22%	242 352,00 €
Démolition et reprise du PRO Berthelot (Pk 509+750)	1 350 000,00 €	10,20%	1,2	12,24%	165 240,00 €
Démolition et reprise du PRO Route de Vienne (Pk 510+150)	2 880 000,00 €	9,00%	1,2	10,80%	311 040,00 €
Total	362 103 200,00 €				36 979 512,20 €

Taux MOE général (Scénario A) 10,21%

➤ St fons – Grenay

St Fons - Grenay					
Ouvrage	MBP (€) (CE 06/2013)	Taux MOP	Coef. Complexité	Taux MOE	Montant MOE
Allongement PaSo + rampe PMR (Pk 7+266)	1 080 000,00 €	10,45%	1,2	12,54%	135 432,00 €
Passerelle Vénissieux (Pk 7+494) + démolition	806 400,00 €	11,05%	1,2	13,26%	106 928,64 €
Reprise culée PRO Berliet à Vénissieux (Pk 8+261)	1 200 000,00 €	10,20%	1,2	12,24%	146 880,00 €
PRO Eugène Chevreul à St Priest (Pk 11+764) + démolition	3 830 400,00 €	8,80%	1,2	10,56%	404 490,24 €
Passerelle en gare de St Priest (Pk 11+866) + démolition	1 330 560,00 €	10,20%	1,2	12,24%	162 860,54 €
PRa franchissement A46 à Mions (Pk 14+047)	2 196 000,00 €	9,35%	1,2	11,22%	246 391,20 €
PRO route d'Heyrieux à Mions (Pk 14+330)	13 524 000,00 €	7,90%	1,4	11,06%	1 495 754,40 €
PRa sur VC9 à St Pierre de Chandieu (Pk 16+020) + démolition	1 032 000,00 €	11,05%	1,2	13,26%	136 843,20 €
SDM à St Pierre de Chandieu (Pk 17+300)	16 200 000,00 €	7,90%	1,2	9,48%	1 535 760,00 €
PRa rétablissement PN11 à St Pierre de Chandieu (Pk 17+550)	3 355 520,00 €	8,80%	1,2	10,56%	354 342,91 €
PRO de rétablissement du PN13 à St Pierre de Chandieu	756 000,00 €	11,05%	1,2	13,26%	100 245,60 €
PRO RD53D à Grenay (Pk 22+377)	1 944 000,00 €	9,35%	1,2	11,22%	218 116,80 €
Total	47 254 880,00 €				5 044 045,54 €

Taux MOE général (St Fons-Grenay) 10,67%

Nous proposons de retenir un taux de MOE de :



- **10,2 % sur le Scénario A**
- **10,7% sur St Fons – Grenay**

➤ **Ouvrages d'art (Tunnel)**

Notre calcul du taux de MOE pour la globalité du projet est basé sur les principes de la loi MOP. Le forfait de MOE est fonction de l'étendue de la mission (nombre et volume des ouvrages, nombre de variantes...), du degré de complexité (type et technicité des ouvrages, contraintes environnementales, géotechnique...) et du coût prévisionnel des travaux.

Ce taux de MOE est égal au produit du taux de référence donné par des tables par un coefficient de complexité.

$$Q = C_{comp} * p_0$$

Le taux de référence pour une enveloppe travaux de 3-4 milliards d'€ s'élève à 7% environ. Il s'agit d'une approche de ce taux par extrapolation sachant que la loi MOP propose des taux de référence pour des montants de travaux inférieurs à 1 milliard d'€.

Le degré de complexité est lié aux contraintes physiques du projet ainsi qu'à son insertion environnementale, à la nature du programme, aux spécificités du projet ainsi qu'aux exigences contractuelles.

Dans le cas du projet NFL et de la variante souterraine, il paraît indispensable de dissocier les ouvrages linéaires courants tels que les tunnels et ouvrages connexes (puits, rameaux...) des ouvrages spéciaux comme la gare souterraine.

En effet, la réalisation de la gare souterraine nécessite une expertise plus poussée que les tunnels en raison :

Du contexte environnemental très sensible de la gare avec la proximité immédiate de la gare Part Dieu en surface ainsi que des voies SNCF exploitées et des fondations immeubles de grande hauteur.

des dimensions hors normes de la gare souterraine (longueur de 330m, largeur de 62 à 80m, 15m de hauteur sous clé) imposant des dispositions constructives adaptées pour limiter les risques d'instabilité au front d'excavation ainsi que de tassements en surface.

De la réalisation de la gare sous nappe nécessitant de prévoir des traitements préalables de terrain avant les opérations de terrassement (rabattement de nappe, injection de terrain, jet grouting...). Ces techniques augmentent considérablement la mission d'expertise de la MOE.

des ouvrages d'entonnement de la gare de sections variables augmentant également la complexité du projet.

des cheminements des piétons nécessitant la réalisation de puits d'accès et de galerie d'accès dans les terrains de surface de caractéristiques géotechniques médiocres (alluvions).

Ces diverses contraintes augmentent le taux de maîtrise d'œuvre par rapport au taux de MOE pour la partie tunnel.

Pour des études d'ouvrages souterrains, le coefficient de complexité varie entre 0,8 pour des ouvrages classiques et 1,4 pour des ouvrages complexes.

Nous proposons donc un coefficient de 0,8 pour les tunnels et ouvrages connexes et un coefficient de 1,4 pour la gare et ses ouvrages d'entonnement, puits et galerie d'accès.



Ces coefficients de complexité nous conduisent aux taux suivants :

- **Taux MOE tunnels = 6%**
- **Taux MOE gare = 10%**

➤ Terrassements/Assainissements

Le calcul du taux de MOE pour le métier terrassement /Assainissement est basé sur les principes de la loi MOP. Le forfait de MOE est fonction de l'étendue de la mission (nombre et volume des ouvrages, nombre de variantes...), du degré de complexité (type et technicité des ouvrages, contraintes environnementales, géotechnique...) et du coût prévisionnel des travaux.

Ce taux de MOE est égal au produit du taux de référence donné par des tables par un coefficient de complexité.

$$Q = C_{\text{comp}} * p_0$$

Le taux de référence pour une enveloppe travaux de 37,750 millions d'euros avec une PR de 20% s'élève à 7,73%.

Le degré de complexité est lié aux contraintes physiques du projet ainsi qu'à son insertion environnementale, à la nature du programme, aux spécificités du projet ainsi qu'aux exigences contractuelles.

Dans le cas du projet NFL et par exemple du scénario A en tranchée couverte, il paraît indispensable de dissocier la zone du raccordement Nord, des zones de la Part Dieu jusqu'à la Guillotière en Tranchée Couverte. En effet, la réalisation de la zone de la Part Dieu jusqu'à la Guillotière nécessite une expertise plus importante par rapport à la zone de raccordement nord, en raison :

- du contexte environnemental très sensible de la gare avec la proximité immédiate de la gare Part Dieu en surface ainsi que des voies SNCF exploitées ;
- des contraintes d'exploitation routières des différents boulevards impactés par le projet NFL ;
- des contraintes d'exploitation fortes imposant des dispositions constructives adaptées, phasées pour limiter les risques d'instabilité ainsi que de tassements en surface ;
- des remblaiements derrière des murs de soutènement au droit de terrains de surface de caractéristiques géotechniques médiocres (alluvions).

Ces diverses contraintes augmentent le taux de maîtrise d'œuvre par rapport au taux de MOE pour la partie Ouvrage en terre/Assainissement.

Pour les études d'ouvrages en terre et d'assainissement, le coefficient de complexité varie entre 0,8 pour des ouvrages classiques et 1,4 pour des ouvrages complexes.

Pour le scénario A en Tranchée Couverte :

Nous proposons donc un coefficient complexité de 1,4 pour l'ensemble des zones dans un premier temps. Ce coefficient de complexité nous conduit au taux de MOE suivant :

Taux MOE Terrassement/Assainissement = 11,33%

Sur le tronç commun St Fons Grenay :

Nous proposons donc un coefficient complexité de 1,2 pour l'ensemble des zones dans un premier temps. Ce coefficient de complexité nous conduit au taux suivant :



Taux MOE Terrassement/Assainissement = 9,4%

➤ Signalisation

La MOEE a été calculée sur la base des UPI SIG, qui ne donnent pas un taux mais un montant. La MOET et la MOEG restent calculées selon le guide de négociation de la rémunération de la MOE sur les opérations mandatées.

➤ Caténaires

IGTE confirme donc que le taux proposé par EGIS est bien les taux pratiqués, dans cette phase d'étude et pour ce type de travaux, pour estimer la part MOE.

5.3.2.3. Tableau de synthèse des taux de MOE

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4 , solution Bi-tube avec gare souterraine à la Villette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
Ouvrages en Terre	11,33%	Non étudié	9,4%
Ouvrages d'art	10,21%	6% à 10 %	10,7%
Signalisation	23%	23%	24 %
Caténaires	14%	14%	14%



5.4. TABLEAU COMPARATIF DES ESTIMATIONS

5.4.1. Synthèse du Dossier EGIS

Présentation des estimations EGIS sous la forme SNCF (avec logiciel LEA) aux CE de juin 2013

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes				Scénario B4, solution Bi-tube avec gare souterraine à la Villette				SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule			
	TX	SAV		MBP	TX	SAV		MBP	TX	SAV		MBP
	M€	M€	%	M€	M€	M€	%	M€	M€	M€	%	M€
Foncier	84,5	25,3	30%	109,8	39,9	11,8	30%	51,7	18,1	5,4	30%	23,5
Libération d'emprise	12,8	3,9	30%	16,7	1	0,3	30%	1,3	1	8,3	830%	9,3
SNCF E	90,2	37	41%	127,2	94,9	30,3	32%	125,2	78,5	37	47%	115,5
Installation commune	7	2	29%	9	23,3	6,9	30%	30,2	3,8	1	26%	4,8
Ouvrages en Terre	22,5	7,3	32%	29,8	11,7	4	34%	15,7	62	19,7	32%	81,7
Aménagement divers	16,4	4,9	30%	21,3	28,1	8,4	30%	36,5	19	5,7	30%	24,7
Ouvrages d'art	378,5	92,2	24%	470,7	1813,4	243,9	13%	2057,3	53,6	19,2	36%	72,8
Aménagement en gare	44,4	5,4	12%	49,8	87,9	26,3	30%	114,2	7,3	2,2	30%	9,5
Passage à Niveau				0				0	0,3	0,1	33%	0,4
Voie	20,1	6	30%	26,1	24,5	7,3	30%	31,8	49,1	12,2	25%	61,3
Signalisation	58,6	17,6	30%	76,2	35,9	10,8	30%	46,7	53,6	16,1	30%	69,7
Telecom	0,6	0,2	33%	0,8	2,1	0,6	29%	2,7	1,8	0,6	33%	2,4
Caténaires	8,9	1,9	21%	10,8	9,6	2,9	30%	12,5	25,8	7,7	30%	33,5
EALÉ	0,5	5,3	1060%	5,8	3,7	2	54%	5,7	10,2	3,9	38%	14,1
Total	744,5	209,6	28%	954,1	2176	355,5	16%	2531,5	384,15	139,08	36%	523,23
PR (%MBP)		226,8		23,8%		710,6		28,1%		125,4		24,0%
MOE (% MBP+PR) hors Foncier		130,6		12,2%		246,8		7,7%		79,1		12,7%
MOA (% MBP+PR+MOE)		27,9		2,1%		136,4		3,9%		16,4		2,3%
Acquisition de données		14,5				47				4		
Mission GID		7,3				23,5				4		
TOTAL CE 06/2013		1361,2 M€				3 696 M€				752,2 M€		



5.4.2. Synthèse MBP PSIGT (hors PR-MOE-MOA)

Application des ratios et macro-prix précédemment identifiés aux quantités affichées dans le dossier d'EGIS. Montants aux CE de juin 2013.

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.	Scénario B4, solution Bi-tube avec gare souterraine à la Vilette	SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule
	M€	M€	M€
Foncier	109,8	51,7	23,5
Libération d'emprise	16,7	1,3	9,3
SNCF E	117,2	122,9	102,5
Installation commune	9	30,2	4,8
Ouvrages en Terre	31,73	15,7	80,93
Aménagement divers	21,3	36,5	24,7
Ouvrages d'art	434,8	1944,3	64,9 (**)
Aménagement en gare	49,8	114,2	9,5
Passage à Niveau	0	0	0,4
Voie	26,1	31,8	61,3
Signalisation (*)	50 (*)	41 (*)	70 (*)
Telecom	0,8	2,7	2,4
Caténaires	15,2	20,8	49,1
Total MBP CE 06/2013	882	2413	503

(*) Le coût SNCF Entrepreneur étant inclus dans les ratios Signalisation, les montants des travaux Signalisation sont donnés à titre indicatif en retirant 40% de SNCF E au montant calculé au ratio.

(**) Ce coût intègre une SAV élevée pour trois OA (PRo route d'Heyrieux, PRa A46 et Culée PRo Berliet) ; voir analyse SAV.

6. SYNTHÈSE DES ECARTS ET CONCLUSIONS

6.1. TABLEAU DES ECARTS

Nature d'ouvrage	Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.		Scénario B4, solution Bi-tube avec gare souterraine à la Vilette		SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay - Variante sans bascule	
	M€	%	M€	%	M€	%
SNCF E	- 10 M€	- 8%	- 2,3 M€	- 2%	- 13 M€	- 9%
Ouvrages en Terre	+1,93 M€	+ 6,5%			- 0,77 M€	- 1,1%
Ouvrages d'art	- 35,9 M€	- 7.6%	- 113 M€	- 5,4%	- 7.9 M€	- 10.8%
Signalisation (*)	- 26 M€	- 34 %	- 6,7 M€	- 12 %	+0,3 M€	+1%
Caténaires	- 1,4 M€	- 8.4%	+2.6 M€	+14.3%	+1,5 M€	+ 3.2%
TOTAL MBP CE 06/2013	-72 M€	- 7,5 %	- 118 M€	- 4,6%	- 20 M€	- 4%



6.2. OUVRAGES D'ART (STRUCTURES)

➔ Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.

Les écarts sont très difficiles à situer, compte tenu du découpage réalisé par EGIS, qui ne distingue pas les ouvrages élémentaires.

Nous avons essayé de comparer les montants des estimations techniques, donc des travaux hors SAV, PR, MOE et SNCF E, aux CE de juin 2013, selon le découpage suivant.

➔ Franchissement du Rhône

Ouvrage	Unité	Quantités	Montant (€)	Quantités	Montant (€)
Viaduc J. Picot	ft	1	720 000 €	Non détaillé	
Estacade J. Poumeyrol	m ²	4400	29 568 000 €		
Viaduc Rhône	m ²	3750	26 250 000 €		
OA Plaine de Jeux	m ²	4950	24 750 000 €		
Total hors SAV (CE 06/2013)		13100	81 288 000 €	12841	84 886 358 €

L'écart sur les quantités est de +2% pour un écart de -4.2 % sur le montant de l'estimation technique.

On constate donc

Stalingrad

	Unité	Estimation SNCF		Estimation EGIS	
		Quantités	Montant (€)	Quantités	Montant (€)
Franchissement Bd Stalingrad (du PK 505+100 au pk 505+200)	m ²	1100	7 392 000 €	Non détaillé	
Estacade portique BA (du PK 505+200 au pk 506+700)	m ²	14410	48 417 600 €		
Franchissement du Bd du 11 novembre (Pk 505+350)	m ²	330	2 217 600 €		
Franchissement de la rue Georges Méliès (Pk 505+670)	m ²	330	2 217 600 €		
Franchissement de la rue Charlie Chaplin (Pk 505+900)	m ²	330	2 217 600 €		
Franchissement du cours André Philip (Pk 506+100)	m ²	550	1 980 000 €		
Franchissement rue Jean Novel (Pk 506+200)	m ²	550	3 696 000 €		
Franchissement du cours Vitton (Pk 506+430)	m ²	330	1 188 000 €		
Total hors SAV (CE 06/2013)		14410	69 326 400 €	14353	68 009 889 €



L'écart sur les quantités est de 0.3 % pour un écart de +1.2% sur le montant de l'estimation technique.

➔ Brotteaux

		Estimation SNCF		Estimation EGIS	
Ouvrage	Unité	Quantités	Montant (€)	Quantités	Montant (€)
Franchissement rue des Emeraudes (Pk 506+550)	m ²	330	2 970 000 €	336	2 113 332 €
Rue Vauban	m ²	240	900 000 €		
Démolition soutènement	Non chiffrée			1	1 683 500 €
Total hors SAV (CE 06/2013)		570	3 870 000 €	336	3 796 832 €

L'écart sur les quantités (+69.6%) peut difficilement être analysé compte tenu de la définition des travaux dans le secteur. Le chiffrage de la démolition du mur de soutènement n'a pu être mené, faute de précision dans la notice technique EGIS.

L'erreur potentielle sur cette zone porte sur 1 à 2 M€.

➔ Part-Dieu

		Estimation SNCF		Estimation EGIS	
Ouvrage	Unité	Quantités	Montant (€)	Quantités	Montant (€)
Franchissement Cours La Fayette (Pk 507+150)	m ²	242	1 161 600 €	Non détaillé	
Mur soutènement La Fayette – Bonnel (Pk 507+150 à 507+250)	ml	100	2 282 000 €		
Estacade voie N La Fayette - Bonnel (Pk 507+150 à 507+250)	m ²	600	2 880 000 €		
Franchissement rue Bonnel (Pk 507+250)	m ²	264	1 267 200 €		
Estacade voie M Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	m ²	2700	15 120 000 €		
Estacade voie N Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	m ²	2700	12 960 000 €		
Tablier de quai voies N-M Bonnel- Pompidou (Pk 507+250 à 507+700)	m ²	4725	17 010 000 €		
Franchissement Bd Pompidou (Pk 507+700)	m ²	240	1 152 000 €		
Estacade voie M Pompidou – Paul Bert (Pk 507+700 à 507+900)	m ²	1200	8 400 000 €		
Estacade voie N Pompidou – Paul Bert (Pk 507+700 à 507+900)	m ²	1200	5 760 000 €		
PRa Paul Bert (Pk 507+900)	m ²	330	1 584 000 €		
Total hors SAV (CE 06/2013)		13971	67 992 800 €		

L'écart sur les quantités est de 34%. Malgré notre découpage, il ne nous a pas été possible de recouper celles fournies par EGIS (+34%). La seule quantité qu'il soit possible d'isoler concerne le tablier de quai (4725 m² dans notre estimation = 450 m x 10.5 m contre 4200 m² chez EGIS). Cela signifie que les autres quantités d'EGIS sont systématiquement largement plus élevées (9246 m² chez SNCF pour 14 497 m² chez EGIS : écart +57%).



Cet écart ne se retrouve pas sur l'estimation (-15.3% chez EGIS). Les prix unitaires en sont la cause (4870 €/m² chez SNCF et 4200 €/m²).

La question des quantités doit donc être apurée, car s'il s'avère que les quantités d'EGIS sont bonnes, et que les niveaux de prix SNCF sont corrects, l'estimation technique de ce secteur pourrait monter à 91 000 000 €, soit un écart à la hausse avec l'estimation actuelle de 12.5 M€ environ.

➤ Guillotière

		Estimation SNCF		Estimation EGIS	
Ouvrage	Unité	Quantités	Montant (€)	Quantités	Montant (€)
Mur de soutènement Paul Bert – Félix Faure (Pk 507+900 à 508+250)	ml	350	5 040 000 €	2540	31 506 236 €
PRa Félix Faure Est (Pk 508+250)	m ²	480	1 728 000 €		
PRa Félix Faure Ouest (Pk 508+250)	m ²	240	864 000 €		
Mur de soutènement Ouest (Pk 508+250 à 508+700)	ml	450	6 480 000 €		
Reprise du PRo Albert Thomas (Pk 508+700)	m ²	900	3 240 000 €		
Démolition et reprise du PRo rue de la Grande Guillotière (Pk 509+000)	m ²	500	1 800 000 €		
Démolition et reprise du PRo rue de l'Epargne (Pk 509+550)	m ²	600	2 160 000 €		
Démolition et reprise du PRo Berthelot (Pk 509+750)	m ²	375	1 350 000 €		
Démolition et reprise du PRo Route de Vienne (Pk 510+150)	m ²	800	2 880 000 €		
Tranchée couverte Félix Faure – Albert Thomas (Pk 508+250 à 508+700)	m ²	18750	112 500 000 €		
Total hors SAV (CE 06/2013)		23445	138 042 000 €		143 331 236 €

L'écart entre les deux estimations est de 5.29 M€ soit -3.7%. L'estimation EGIS peut donc être validée au niveau de ce secteur, à ce stade de l'étude.

L'écart financier sur la tranchée couverte est négligeable (0.6%). Les quantités métrées sont identiques.

Nous sommes partis sur un ratio de prix permettant de conserver une homogénéité d'approche avec la solution B4. Dans ce dernier scénario, le montant a été calibré aux alentours de 90 k€/ml, soit 7200 €/m², pour une tranchée enfouie à 20/25 m de profondeur. Dans le scénario A, la tranchée est située sous le Bd des Tchecoslovaques, ce qui l'éloigne du plateau ferroviaire. Elle est faiblement enfouie et on limite donc les besoins en butonnage. Par contre, l'impact sur les voiries comme sur le bâti environnant n'est pas neutre et demandera des dispositions particulières.

Aussi, un coefficient de complexité de 1.2 a été pris en compte sur le prix de 5000 €/m² figurant au tableau. Le prix unitaire passe donc à 6000 €/m² ce qui paraît correct en regard de l'estimation faite dans le cadre du scénario B4.

L'écart total se fait principalement sur les ouvrages courants, avec une incertitude sur les quantités dans notre métré (manque de définition des surfaces des ouvrages à traiter) et une part notable de démolitions qu'il nous est difficile d'approcher à ce stade.



➤ **SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay.**

Nous avons mené le même exercice que pour le scénario A sur la base des estimations techniques (hors SAV, PR, MOE et SNCF E)

		Estimation SNCF		Estimation EGIS	
Ouvrage	Unité	Quantités	Montant (€)	Quantités	Montant (€)
Pont du Métro	Non défini dans les pièces techniques			50	560 000,00 €
Allongement PaSo + rampe PMR (Pk 7+266)	m ²	300	1 080 000 €	Non défini	1 450 720 €
Passerelle Vénissieux (pk 7+494) + démolition	m ²	60	806 400 €		
Reprise culée PRO Berliet à Vénissieux (Pk 8+261)	unité	1	1 200 000 €	1	1 278 000 €
PRo Eugène Chevreul à St Priest (Pk 11+764) + démolition	m ²	420	3 830 400 €	420	3 005 679 €
Passerelle en gare de St Priest (Pk 11+866) + démolition	m ²	99	1 330 560 €	<i>Non définie</i>	
PRa franchissement A46 à Mions (Pk 14+047)	m ²	610	2 196 000 €	610	4 725 575,00 €
PRo route d'Heyrieux à Mions (Pk 14+330)	m ²	1380	13 524 000 €	1380	11 025 945 €
PRa sur VC9 à St Pierre de Chandieu (Pk 16+020) + démolition	m ²	200	1 032 000 €	252	1 104 425 €
SDM à St Pierre de Chandieu (Pk 17+300)	m ²	3600	16 200 000 €	3600	21 087 000 €
PRa rétablissement PN11 à St Pierre de Chandieu (Pk 17+550)	m ²	Non défini	3 355 520€	Non défini	3 355 520 €
PRo de rétablissement du PN13 à St Pierre de Chandieu	m ²	210	756 000 €	180	751 464 €
PRo RD53D à Grenay (Pk 22+377) + OA suppression PN13	m ²	540	4 147 200,00 €	660	5 260 443 €
Total hors SAV (CE 06/2013)		7420	49 458 080,00 €	7103	53 044 771 €

L'écart global est de 12.2% et on peut considérer que l'estimation d'EGIS est correcte à ce stade de l'étude.

Il convient néanmoins de souligner les points suivants, correspondant aux éléments en gras dans le tableau :

- PRa franchissement de l'A46 : le ratio proposé par EGIS paraît trop élevé (7745 €/m²)
- Passerelle en gare de St Priest : nous n'en avons pas trouvé l'estimation ; enjeu financier d'environ 1 M€ à 1.5 M€, par analogie avec celle de Vénissieux.
- Reprise de la culée du PRo Berliet : Le montant qui figure dans le sous-détail est de 1.278 M€ et est peu différent de notre propre estimation. Par contre la SAV associée est de 6.023 M€, soit +471% du montant des travaux (voir analyse SAV)
- Rétablissement du PN11 à St Pierre de Chandieu : la description des travaux ne nous a pas permis d'estimer le montant de cette opération ; aussi, nous proposons de reconduire le montant d'EGIS.
- Le ratio du PRo RD 53 intègre l'OA de suppression du PN13 (pour environ 50% du montant partiel)



➤ Conclusion

Les estimations ont été très difficiles à contrôler du fait de l'imprécision des sous-détails fournis.

Solution	Zone	Montant estimation technique SNCF	Montant estimation technique EGIS	Ecart
Scénario A	Raccordement Nord	81 288 000 €	84 886 358 €	4,43%
	Stalingrad	69 326 400 €	68 009 889 €	-1,90%
	Brotteaux	3 870 000 €	3 796 832 €	-1,89%
	Part-Dieu	67 992 800 €	78 431 393 €	15,35%
	Guillotière	138 042 000 €	143 331 236 €	3,83%
	TOTAL	360 519 200 €	378 455 708 €	4,98%
St Fons - Grenay	Total hors SAV (CE 06/2013)	49 458 080,00 € €	53 044 771 €	7.25%

Les écarts par secteurs restent faibles, à l'exception de Part-Dieu et de SFG. On peut considérer que

Raccordement Nord et du franchissement du Rhône

L'écart s'explique par

- l'optimisation de la longueur du viaduc du Rhône au détriment de l'Estacade J. Poumeyrol ;
- l'augmentation du PU de cette dernière, pour tenir compte du schéma fonctionnel de l'ouvrage qui imposera certainement des travées plus longues que celles prévues par EGIS pour franchir le nœud routier, donc avec une structure différente.

Par ailleurs il nous semble utile de souligner qu'il faudra vraisemblablement prendre en compte dans l'estimation le renforcement contre le choc ferroviaire d'une pile du viaduc J. Picot, du fait du rapprochement des voies nouvelles par rapport à l'appui de cet ouvrage. Notre estimation contient un poste à cet effet.

Compte tenu de l'écart, l'estimation EGIS peut être validée.

Stalingrad

Dans cette zone, nous n'avons pas pu vérifier par décomposition entre les ouvrages si les ratios employés étaient bons dans l'estimation d'EGIS (globalisation de l'estimation sur le secteur, alors qu'il y a 3 natures d'ouvrages). Mais l'écart est finalement très réduit et on peut considérer que l'estimation d'EGIS est correcte.

Brotteaux

L'écart est faible, mais

- les ouvrages sont difficiles à estimer (notamment le franchissement de la rue des Emeraudes).
- nous n'avons pas pu estimer la démolition d'un mur de Soutènement, ce qui pourrait présenter un surcoût par rapport à notre estimation de 1.5 à 2 M€.

Part-Dieu

L'écart sur les quantités est de 34%. Malgré notre découpage, il ne nous a pas été possible de recouper celles fournies par EGIS (+34%). La seule quantité qu'il soit possible d'isoler



concerne le tablier de quai (4725 m² dans notre estimation = 450 m x 10.5 m contre 4200 m² chez EGIS). Cela signifie que les autres quantités d'EGIS sont systématiquement largement plus élevées (9246 m² chez SNCF pour 14 497 m² chez EGIS : écart +57%).

Cet écart ne se retrouve pas sur l'estimation (-15.3% chez EGIS). Les prix unitaires en sont la cause (4870 €/m² chez SNCF et 4200 €/m²).

La question des quantités doit donc être apurée, car s'il s'avère que les quantités d'EGIS sont bonnes, et que les niveaux de prix SNCF sont corrects, l'estimation technique de ce secteur pourrait monter à 91 000 000 €, soit un écart à la hausse avec l'estimation actuelle de 12.5 M€ environ.

Guillotière

L'écart entre les estimations ne provient pas de la tranchée couverte. On peut considérer que l'estimation d'EGIS est correcte. L'écart est un peu plus marqué sur les ouvrages franchissant les voies, mais il est difficile de l'analyser compte tenu des démolitions à réaliser et de la précision de la définition des travaux à entreprendre.

Saint Fons – Grenay

Sur SFG, quelques postes sont à notre avis surévalués (PRa A46, PRo RD53, SDM St Pierre de Chandieu).. Pour autant, l'écart global est de 7.25 %, ce qui paraît très acceptable compte tenu de la précision de notre estimation à ce stade.

6.3. OUVRAGES D'ART (TUNNEL)

Notre propre estimation de la variante bitube avec position de gare sous voie ferrée peut être considérée comme comparable à l'estimation donnée par EGIS. À ce stade très amont des études, l'écart de -5% n'est pas significatif compte tenu du niveau de définition du projet.

Nous validons également les quantités annoncées par EGIS.

La variante de position de gare sous Vilette en solution bitube est la variante à niveau de risques le plus faible avec une provision pour risques techniques de 14% pour la partie gare et de 12% pour la partie tunnels. Cette variante présente l'intérêt de ne pas ou peu impacter la gare Part Dieu en terme de tassement. Les accès chantier se trouvent également facilités pour cette variante où l'environnement est moins dense en surface. La solution bitube permet de proposer une gare double avec des sections de gare et des entonnements de longueur moindres, limitant ainsi les impacts en surface.

A contrario, **la variante de position de gare sous les voies ferrées avec la solution monotube est la variante présentant les risques les plus critiques (PRI gare = 26% ; PRI tunnels = 18%)** avec des impacts potentiels très forts sur la gare Part Dieu ainsi que sur les installations ferroviaires. La solution monotube augmente le risque de tassement en surface par augmentation des dimensions de la gare, des tunnels ainsi que de la longueur des entonnements.



Analyse des coûts et quantités - NFL étude de faisabilité
ETUDE FAISABILITE NFL

Variante bitube - solution gare sous voie ferrée

	Quantité (m3)		Coût (€/m3)		Total (€)		
	EGIS	SNCF	EGIS	SNCF	EGIS	SNCF	
Partie gare							
Traitement de terrain	656 260	650 000	600	500	393 756 000	325 000 000	
Puits de chantier	42 600	52 000	830		35 358 000	54 800 000	
Puits accès voy	67 500	73 000	870		58 725 000	76 650 000	
Entonnement yc tunnels liaison	182 000	240 000	1 270	1 050	231 140 000	252 000 000	
Galerie chantier	38 150	30 000	910		34 716 500	31 500 000	
Galerie voy	37 180	38 500	1 060		39 410 800	40 425 000	
Gare souterraine	259 000	260 000	750		194 250 000	273 000 000	
			TOTAL GC		987 356 300	1 053 175 000	
			avec SAV (15%)		1 135 459 745	1 211 151 250	
			avec équipement (+30%)		1 476 097 669	1 574 496 625	
			PR (30%)		1 918 926 969	2 046 845 613	
			Ecart			6.7%	
Partie tunnels							
Tunnelier - bitube	1 027 829	1 035 000	460	350	472 801 340	362 250 000	
Rameaux intertubes	10 400	3 600	1 210	1 100	12 584 000	3 960 000	
Puits démarrage	149 800	130 000	630	600	94 374 000	78 000 000	
TC	280 900	280 000	740	510	207 866 000	142 800 000	
TO	36 300	50 000	880	440	31 944 000	22 000 000	
Sécurité	16 430	16 430	1 600	3 500	26 288 000	57 505 000	
			TOTAL GC		845 857 340	666 515 000	
			avec SAV (10%)		930 443 074	733 166 500	
			avec équipement (+30%)		1 209 575 996	953 116 450	
			PR (20%)		1 451 491 195	1 143 739 740	
			Ecart			-21.2%	
GLOGAL VARIANTE					TOTAL	3 370 418 164	3 190 585 353
					Ecart		-5.3%

PSIG OA Tu GC2

21/11/2014

(CE 06/2013)

6.4. TERRASSEMENTS/ASSAINISSEMENTS

➤ Scénario A : solution à l'air libre avec les tranchées couvertes.

L'écart provient pour une partie de l'assainissement de la zone raccordement nord et pour une grande partie des remblais de l'ensemble du scénario A, pour autant nous estimons à ce stade des études que l'écart trouvé : à partir des quantitatifs d'EGIS, et de la majoration ou minoration des ratios utilisés dans son estimation n'est pas significatif.

Toutefois, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait qu'il nous semble que quelques quantités de remblai ont été omises notamment pour le remblaiement à l'arrière des murs de soutènements au droit du raccordement au plateau ferroviaire secteurs des Brotteaux et de la Part Dieu Sud et pour la création des voies neuves hors des plateformes existantes pour préparer les arases terrassements devant recevoir les plateformes ferroviaires au-delà de l'avenue Berthelot notamment.



➤ SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay

Nous estimons à ce stade des études que l'écart trouvé : à partir des quantitatifs d'EGIS, et de la majoration ou minoration des ratios utilisés par EGIS n'est pas significatif.

Toutefois, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait qu'il nous semble que des quantités de remblai ont été omises notamment pour la création des voies neuves hors des plateformes existantes pour préparer les arases terrassements devant recevoir les plateformes ferroviaires.

➤ Conclusion

Notre estimation du scénario A et du tronç commun St Fons Grenay, sur la base de ratios habituellement utilisés pour des opérations similaires, nous a permis de montrer que les écarts (+ 6,5% pour scénario A et -1,1% SFG) vis-à-vis des estimations produites par EGIS pour ces deux études n'étaient pas significatifs compte tenu de la phase d'étude considérée et du niveau de définition du projet.

Concernant les quantités, notre prestation même sommaire et non exhaustive sur les quantités proposées par EGIS nous a permis de mettre en évidence certaines différences voire manquements notamment pour la part Terrassement. Sur la base de notre prestation réalisée nous ne pouvons pas valider à ce jour les quantités annoncées par EGIS.

Il nous semble sur le scénario A qu'au droit de la zone d'accostage de l'estacade sur le plateau ferroviaire sur le secteur des Brotteaux, la solution proposée par EGIS de démolir une partie du mur de soutènement (côté rue Michel Rambaud) est très optimiste. Nous pensons que cette démolition devrait débuter dès la sortie sud du PRA de Vitton.

Enfin sur le scénario A nous sommes aussi surpris par le peu de linéaire d'assainissement prévu derrière les murs de soutènements ainsi qu'au droit de la zone entre l'avenue Berthelot et la route de Vienne.

6.5. SIGNALISATION

➤ Scénario A

Il est pris pour hypothèse dans le volet technique du scénario A la régénération de chaque poste (considérés en fin de vie à l'horizon 2030 par EGIS).

Pour le poste 14 de Lyon Part-Dieu, le nombre d'objets mentionnés par EGIS (290) est supérieur à celui calculés par PSIGT.SF (160). La base d'estimation pour le renouvellement a donc été réalisée sur le nombre d'objets actuellement en service dénombrés par PSIGT.SF33 + le nombre d'objets à ajouter projeté par EGIS, soit 200 objets au total.

D'une estimation d'une régénération complète de l'IHM CCR du site Unique de Lyon gérant 800 itinéraires et autorisations (prise en compte dans le volet technique mais absence d'estimation récapitulative de la part d'EGIS)

L'estimation réalisée par PSIG SF est inférieure à celle d'EGIS au vu des documents présentés. Cet écart se justifie par l'optimisation de la part de dépenses SNCF E ainsi que d'un calcul de la MOE aux UPI SIG (taux < 24%). **Ce taux de maîtrise d'œuvre ne prend pas en compte l'éventualité de phases, au sens exploitation (édition d'un Plan Technique par phase).**



➤ **Scénario B4, solution Bi-tube avec gare souterraine à la Vilette**

Diminution du poste SNCF E pour travaux en tunnel sur site non exploité.

Compte tenu du contexte d'obsolescence du poste P17 de type PAI SSI, il est pris pour compte la régénération de ce poste (avec un nouveau bâtiment technique à localiser) et non la modification de celui-ci.

L'estimation réalisée par PSIG SF est inférieure à celle d'EGIS, en raison des effets opposés des deux points précédents, qui se compensent partiellement.

➤ **SFG : Mise à 4 voies Saint-Fons-Grenay**

La télécommande du poste de St Quentin Fallavier (PRG) actuellement télécommandé depuis le P1 de Vénissieux (-3,5M€) n'est pas prise en compte. Dans le cadre de l'intégration dans la CCR, ce poste devra faire l'objet d'un renouvellement (hors projet).

Il est fait l'hypothèse d'un phasage de l'opération, dont la répercussion sur le coût est estimée à dire d'expert. En l'absence de plan de phasage, aucune estimation précise de cet impact ne peut être faite.

L'estimation PSIG SF est supérieure à celle présentée par EGIS, principalement pour tenir compte des phases.

➤ **Conclusion**

Pour l'ensemble des scénarii, il est pris en compte dans les volets techniques réalisés par EGIS la régénération systématique de l'ensemble des postes alors qu'une évolution de ceux-ci pourrait s'avérer envisageable. A contrario, pour le P17 de Lyon Guillotière, une évolution est envisagée alors qu'une régénération s'impose.

Dans le scénario A, la régénération du Poste 14 de Lyon-Part Dieu est prise en compte par EGIS sur une base de 330 objets (200 par PSIGT).

L'intégration complète ou partielle du secteur circulation « Nord-Isère » dans la CCR devra faire l'objet de clarification en vue des phases ultérieures.

La mise à 4 voies de la section de Saint-Fons à Grenay est estimée à un coût sensiblement plus élevé en raison du phasage vraisemblable de l'opération. Les phases ont une répercussion sur le MBP, sur le coût SNCF E et sur la MOE.

L'estimation de PSIG SF est globalement moins élevée que celle d'EGIS en raison de l'optimisation du coût SNCF Entrepreneur.



6.6. CATENAIRES

COMPARAISON DES ECARTS EGIS – IGTE SUR LES TRAVAUX ET FOURNITURES

Lots (CE 06/2013)	Estimations EGIS HORS SAV	Estimations IGTE Hors SAV	ECARTS ESTIMATIONS EGIS PAR RAPPORT IGTE	ESTIM EALÉ EGIS Y COMPRIS SAV
St FONS GRENAY	35 938 000	31 500 000	+ 4 438 000	9 900 000
SCENARIO A AVEC VARIANTE TRANCHEE COUVERTE	8 930 392	7 510 000	+ 1 420 392	5 750 082
SCENARIO B4	9 600 632	12 171 000	- 2 571 000	5 701 606

Pour ce qui concerne les caténaires, l'écart entre les estimations EGIS et IGTE, compte tenu des montants engagés et du stade de l'étude, peut être considéré comme non significatif.

Pour ce qui concerne la rubrique EALÉ, la somme de 21 352 M€ a été provisionnée dans l'attente d'études complémentaires.

Ces 21 352 M€ peuvent subvenir aux renforcements d'alimentation des lignes ci-après:

- Une sous station 25 kv sur la ligne St Fons Grenay (estimation EGIS 6 600 000 euros)
- Une sous station 1.5kv sur la ligne St Fons Grenay (estimation EGIS 3 300 00 euros)
- Deux sous stations 1.5kv sur le NFL (estimation EGIS 2x3 300 000 = 6 600 000 euros)
- Une provision de 4 852 000 Euros pour les travaux au niveau du central sous station.



6.7. CONCLUSION GENERALE

Le résultat de l'expertise EGIS montre que :

- Pour les ouvrages d'art (structures), les estimations convergent globalement ; l'estimation des travaux faite par EGIS paraît correcte à ce stade de l'étude.
- Pour les ouvrages souterrains, les estimations de la variante bitube avec position de gare sous voies ferrées peuvent être considérées comme comparables à l'estimation donnée par EGIS. À ce stade très amont des études, l'écart de -5% n'est pas significatif compte tenu du niveau de définition du projet. Nous validons également les quantités annoncées par EGIS.
- Concernant l'analyse de risques techniques des ouvrages souterrains (scénario B), la variante de position de gare sous les voies ferrées avec la solution monotube est la variante présentant les risques techniques les plus critiques avec des impacts potentiels très forts sur la gare Part Dieu ainsi que sur les installations ferroviaires. La variante de position de gare sous Villette en solution bitube est la variante à niveau de risques le plus faible. La solution bitube permet de proposer une gare double avec des sections de gare et des entonnements de longueur moindres, limitant ainsi les impacts en surface.
- L'enveloppe financière fournie par EGIS pour les reconnaissances géotechniques des ouvrages souterrains des phases d'étude ultérieures est largement insuffisante (500k€). Il faut a minima prévoir une enveloppe de 10 M€ pour les reconnaissances géotechniques de l'ensemble du projet. Dans le cas de réalisation de puits et/ou galeries de reconnaissance au droit de la gare (essai d'injectabilité, de pompage, essais in situ, définition précise des contacts lithologiques...), cette enveloppe pourrait même être de 30 voire 40M€. La part de ces reconnaissances géotechniques pour la prochaine phase d'étude (étude préliminaire) peut être estimée à 5M€ en ne considérant qu'une campagne basée sur des sondages carottés, destructifs et pressiométriques au droit de la gare et des tunnels (1 sondage carotté tous les 200m, 1 sondage pressiométrique et destructif tous les 400m, diagraphie et essais in situ). Pour les études ultérieures (AVP, PRO), la réalisation de puits de reconnaissances et galeries associés pourraient s'avérer nécessaires au droit de la gare (galerie transversale et longitudinale pour reconnaître le terrain au droit de la gare et des entonnements). Le montant de ce type de travaux pourrait s'élever à 25 à 35 M€, y compris essais géotechniques (essai d'injectabilité, essais in situ divers, essais en laboratoire, essais de rabattement de nappe...).
- Pour les IFTE, les écarts, pour la ligne St Fons / Grenay et pour le scénario A, peuvent être considérés comme non significatifs (en pourcentage) à ce stade de l'étude.

Pour ce qui concerne le scénario B4 un écart important apparaît. Il pourrait provenir du manque de prise en compte des spécificités liées à la réalisation des travaux caténaux dans les tunnels (pénibilité des travaux, épuration des fumées de TTX,...).
- En ce qui concerne les EALE, EGIS a provisionné un budget pour la modification ou l'ajout de sous-station/Postes mais le dossier ne prend, à priori, pas en compte les raccordements RTE.



- En signalisation, l'application de deux macroprix distincts (objets enclenchés, cantons de BAL) et de taux de majoration uniformes à des contextes différents est une méthode de première approche très approximative. Les éléments techniques connus dans le dossier permettent d'affiner l'estimation. Les écarts constatés restent cependant dans l'ordre de précision d'une estimation d'étude préliminaire.
- Pour la part Terrassement /assainissement, sur la base des quantités présentées par EGIS dans son dossier les estimations sont comparables. Toutefois, l'estimation des travaux faite, pour cette étude de faisabilité, nous paraît globalement sous-estimée du fait de quantités de remblaiement, d'hydraulique et d'assainissements longitudinaux sous-évaluées à moins qu'une partie de ces travaux ait été comptée dans une autre partie d'ouvrage.

Points à faire préciser à EGIS :

- L'estimation de la démolition du mur de soutènement sur le Secteur Brotteaux
- Les quantités « OA structures » sur le secteur Part-Dieu, qui sont en décalage avec notre propre estimation, l'enjeu étant une hausse potentielle de l'estimation de 12.5 M€ sur ce secteur.
- L'estimation de la passerelle en gare de St Priest, qui n'apparaît pas dans le détail estimatif.
- La solution B4, solution Bi-tube avec gare souterraine à la villette, ne prend pas en compte de majoration pour les conditions de travaux en tunnel pour ce qui concerne les installations caténaïres.
- Les estimations EALE comprennent une provision pour ; les modifications à réaliser aux sous-stations ou aux postes (1.5kv ou 25kv) ; les sous-stations supplémentaires, les modifications au central sous station mais ne comprennent pas de provisions pour les raccordements RTE.
- L'origine du dénombrement d'objets du poste 14 de Lyon Part Dieu.
- L'estimation des remblaiements, des travaux de plateforme et des assainissements longitudinaux à l'arrière des murs de soutènement (exemple secteurs Brotteaux, Part Dieu l'estimation fait apparaître des libellés ouvrages d'art hors Remblaiement et Blocs Technique).
- La prise en compte dans l'estimation du projet, de la refonte de la tête de remisage de l'impasse de sécurité.
- Pour la part assainissement /hydraulique, les macros prix appliqués et en fonction de quels types de dispositif.

Points de vigilance :

- Le schéma fonctionnel de toute la partie nord du scénario A (Estacade J. Poumeyrol + franchissement du Rhône + viaduc de la Plaine de Jeu + Raccordement Stalingrad Nord), qui devra être particulièrement étudié, notamment en termes d'implantation des appareils de dilatation.
- La définition de la solution technique et de ses conséquences sur Brotteaux (notamment au niveau de la rue des Emeraudes).



- Les quantités « OA structures » sur Part-Dieu ; des optimisations sont peut-être envisageables.
- La définition des ouvrages de franchissement sur le secteur Guillotière : ces ouvrages ont été quantifiés macroscopiquement et il est possible qu'ils soient sources d'écarts notables dans les phases ultérieures, alors que pour l'instant, ce n'est pas le cas.
- La régénération du poste 17 de Lyon Guillotière, notamment l'aspect foncier et bâtiment technique nécessaire pour un nouveau poste.
- La possibilité de modifier les postes existants, de types compatibles avec une IHM Mistral et faiblement impactés par le projet, plutôt que les régénérer.
- La télécommande des postes de type PRG, non télécommandables par une IHM Mistral.
- L'intégration du secteur circulation « Nord-Isère » dans la CCR.
- Le raccordement au plateau ferroviaire existant _ Secteur Brotteaux, à partir des figures 38 et 39 p.54 du rapport et du tracé en plan présenté, la démolition de l'existant est à regarder plus précisément, ainsi que le remblaiement et l'assainissement.
- La portion Lafayette Bonnel et l'impact sur le remblaiement, l'assainissement et la plateforme ferroviaire à l'arrière de ce mur en fonction du gabarit de l'estacade.
- La nécessité ou non de remblaiement au droit des portions en site propre, notamment sur le tronç commun St Fons Grenay.

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

BILAN

		Bitube			Monotube		
		Sous voie ferrée	Diagonale	Villette	Sous voie ferrée	Diagonale	Villette
Approche SNCF	PRI technique gare	22.0%	18.0%	14.0%	26.0%	23.0%	16.0%
	PRI technique tunnel	13.0%	12.0%	12.0%	18.0%	15.0%	15.0%
	NR global gare	63	56	45	70	65	51
	NR global Tunnel	41	38	38	51	45	45
EGIS	PRI globale gare*	30	25	20	30	25	20
	PRI globale tunnel*	20					

* y.c. PRI non technique

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

Analyse Provision pour risques variante Bitube - Sous voie ferrée

Catégorie	Identification du risque	Impact sur objectifs	Ouvrage concerné	Analyse de risques selon GT32			Argumentaire	Provision basse du risque = vraisemblance * impact sur coût	Provision haute pour ce risque = vraisemblance * impact sur coût
				Vraisemblance	Conséquence	Niveau de risque			
GÉOTECHNIQUE	Tassement excessif sous les installations ferroviaires	Perturbations sur l'exploitation ferroviaire	Tunnel	2	3	6	Vraisemblance plus importante pour variante sous voie ferrée et pour solution monotube ou l'ouverture est plus grande et conduit à une cuvette de tassement plus forte	1.0%	2.0%
			Gare	3	4	12	Impact très important sur ligne ferroviaire surexploitée	4.0%	6.0%
	Tassement excessif sous les ouvrages, bâtis voisins ou routes	Dommages sur les bâtis / perturbation sur le trafic routier dense	Tunnel	2	3	6	Influence uniquement sur bâtiment ou sur route au droit des émergences. Influence quasi-nulle du tunnel sur les ouvrages de part leur profondeur.	1.0%	2.0%
			Gare	3	3	9	Impact sur gare Part Dieu plus lourd et vraisemblance plus grande que tunnel du fait de sa grande section	2.0%	4.0%
	Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement	Ralentissement des cadences d'avancement du tunnelier	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance improbable car creusement majoritairement dans les molasses	0.5%	1.0%
	Difficulté d'injection et de traitement des sols pour la réalisation de la gare	Changement de méthode de traitement des sols (congélation...). Retard chantier et surcoût traitement	Gare	4	3	12	Vraisemblance forte dans les molasses et dans les alluvions pour les ouvrages d'émergence puisque la granulométrie est très variable. Changement de méthode de traitement (congélation...) coûteuse + ralentissement des travaux	3.0%	6.0%
Blocage de la roue de coupe du tunnelier par présence de poche argileuse dans molasses	Arrêt de chantier / immobilisation du matériel	Tunnel	2	4	8	Peu probable au regard des résultats des reconnaissances et de la nature des molasses. Impact critique avec arrêt de chantier pendant des mois.	2.0%	3.0%	
HYDROGÉOLOGIE	Fortes arrivées d'eau ponctuelles	Front instable par phénomène de boulangerie des matériaux / adaptation méthode et traitement terrain à l'avancement	Tunnel	2	2	4	Au tunnelier confiné, le risque d'instabilité du front est très faible. La pression de confinement (1-2MPa voire plus) garantit une bonne stabilité du front. En cas de présence d'eau, le confinement par pression de boue permet de diminuer le risque.	0.5%	1.0%
			Gare	2	2	4	Vraisemblance plus importante en gare de part la méthode constructive adoptée non mécanisée. Mais les injections préalables de terrain limitent ce phénomène.	0.5%	1.0%
	Effet barrage des ouvrages sur la nappe - remontée excessive du niveau de la nappe	Dommage sur ouvrage environnants (inondations, tassement)	Tunnel	2	2	4	En dehors des tranchées couvertes ou des puits d'accès, le tunnel impacte peu la nappe de part sa faible hauteur. Au droit des tranchées couvertes, le risque de remontée de la nappe est plus fort.	0.5%	1.0%
			Gare	3	4	12	Impact très fort d'une inondation ou soulèvement des fondations de la gare Part Dieu. La gare, de part ses dimensions, crée un obstacle plus grand pour l'écoulement de la nappe. Vraisemblance plus grande du fait des injections de terrain en auréole autour de la gare pouvant diminuer fortement la perméabilité des alluvions.	4.0%	6.0%
Ouvrages et bâtis voisins	Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement	Ralentissement du chantier et reprise en sous-œuvre des fondations des bâtis voisins	Tunnel	2	3	6	La profondeur et les dimensions des tunnels ainsi que l'absence ou le peu d'émergence en surface pour la partie tunnels limite le risque de rencontre de fondations existantes.	1.0%	2.0%
			Gare	2	3	6	La gare est entourée d'immeubles de grande hauteur et de parking souterrain dont les fiches des fondations profondes ne sont pas connues de manière exhaustive.	1.0%	2.0%
Avoisinant et environnement	Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive	Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Tunnel	2	2	4	Peu d'émergence en surface donc moins de nuisances vis-à-vis des riverains. Seulement deux attaques pour la réalisation des tunnels. L'évacuation des déblais est donc plus maîtrisée.	0.5%	1.0%
			Gare	4	2	8	Vraisemblance plus importante en gare du fait des nombreuses émergences en surface (puits de chantier et accès voyageurs). L'évacuation des déblais nécessitera de nombreux mouvements journaliers de camions.	1.5%	3.0%

NR global	PRI basse	PRI haute
63	Gare 16.0%	28.0%
41	Tunnel 7.0%	13.0%

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

Analyse Provision pour risques variante Bitube - diagonale

Catégorie	Identification du risque	Impact sur objectifs	Ouvrage concerné	Analyse de risques selon GT32			Argumentaire	Provision basse du risque = vraisemblance * impact sur coût	Provision haute pour ce risque = vraisemblance * impact sur coût
				Vraisemblance	Conséquence	Niveau de risque			
GÉOTECHNIQUE	Tassement excessif sous les installations ferroviaires	Perturbations sur l'exploitation ferroviaire	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance plus importante pour variante sous voie ferrée et pour solution monotube ou l'ouverture est plus grande et conduit à une cuvette de tassement plus forte	0.5%	1.0%
			Gare	2	3	6	Impact très important sur ligne ferroviaire surexploitée	1.0%	2.0%
	Tassement excessif sous les ouvrages, bâtis voisins ou routes	Dommages sur les bâtis / perturbation sur le trafic routier dense	Tunnel	2	3	6	Influence uniquement sur bâtiment ou sur route au droit des émergences. Influence quasi-nulle du tunnel sur les ouvrages de part leur profondeur.	1.0%	2.0%
			Gare	3	3	9	Impact sur gare Part Dieu plus lourd et vraisemblance plus grande que tunnel du fait de sa grande section	2.0%	4.0%
	Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement	Ralentissement des cadences d'avancement du tunnelier	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance improbable car creusement majoritairement dans les molasses	0.5%	1.0%
	Difficulté d'injection et de traitement des sols pour la réalisation de la gare	Changement de méthode de traitement des sols (congélation...). Retard chantier et surcoût traitement	Gare	4	3	12	Vraisemblance forte dans les molasses et dans les alluvions pour les ouvrages d'émergence puisque la granulométrie est très variable. Changement de méthode de traitement (congélation...) coûteuse + ralentissement des travaux	3.0%	6.0%
Blocage de la roue de coupe du tunnelier par présence de poche argileuse dans molasses	Arrêt de chantier / immobilisation du matériel	Tunnel	2	4	8	Peu probable au regard des résultats des reconnaissances et de la nature des molasses. Impact critique avec arrêt de chantier pendant des mois.	2.0%	3.0%	
HYDROGÉOLOGIE	Fortes arrivées d'eau ponctuelles	Front instable par phénomène de boulangerie des matériaux / adaptation méthode et traitement terrain à l'avancement	Tunnel	2	2	4	Au tunnelier confiné, le risque d'instabilité du front est très faible. La pression de confinement (1-2MPa voire plus) garantit une bonne stabilité du front. En cas de présence d'eau, le confinement par pression de boue permet de diminuer le risque.	0.5%	1.0%
			Gare	2	2	4	Vraisemblance plus importante en gare de part la méthode constructive adoptée non mécanisée. Mais les injections préalables de terrain limitent ce phénomène.	0.5%	1.0%
	Effet barrage des ouvrages sur la nappe - remontée excessive du niveau de la nappe	Dommage sur ouvrage environnants (inondations, tassement)	Tunnel	2	2	4	En dehors des tranchées couvertes ou des puits d'accès, le tunnel impacte peu la nappe de part sa faible hauteur. Au droit des tranchées couvertes, le risque de remontée de la nappe est plus fort.	0.5%	1.0%
			Gare	2	4	8	Impact très fort d'une inondation ou soulèvement des fondations de la gare Part Dieu. La gare, de part ses dimensions, crée un obstacle plus grand pour l'écoulement de la nappe. Vraisemblance plus faible pour variante diagonale puisque non perpendiculaire à l'écoulement de la nappe	2.0%	3.0%
Ouvrages et bâtis voisins	Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement	Ralentissement du chantier et reprise en sous-œuvre des fondations des bâtis voisins	Tunnel	2	3	6	La profondeur et les dimensions des tunnels ainsi que l'absence ou le peu d'émergence en surface pour la partie tunnels limite le risque de rencontre de fondations existantes.	1.0%	2.0%
			Gare	3	3	9	La gare est entourée d'immeubles de grande hauteur et de parking souterrain dont les fiches des fondations profondes ne sont pas connues de manière exhaustive.	2.0%	4.0%
Avoisinant et environnement	Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive	Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Tunnel	2	2	4	Peu d'émergence en surface donc moins de nuisances vis-à-vis des riverains. Seulement deux attaques pour la réalisation des tunnels. L'évacuation des déblais est donc plus maîtrisée.	0.5%	1.0%
			Gare	4	2	8	Vraisemblance plus importante en gare du fait des nombreuses émergences en surface (puits de chantier et accès voyageurs). L'évacuation des déblais nécessitera de nombreux mouvements journaliers de camions.	1.5%	3.0%

NR global		PRI basse	PRI haute
56	Gare	12.0%	23.0%
38	Tunnel	6.5%	12.0%

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

Analyse Provision pour risques variante Bitube - Villette

Catégorie	Identification du risque	Impact sur objectifs	Ouvrage concerné	Analyse de risques selon GT32			Argumentaire	Provision basse du risque = vraisemblance * impact sur coût	Provision haute pour ce risque = vraisemblance * impact sur coût
				Vraisemblance	Conséquence	Niveau de risque			
GÉOTECHNIQUE	Tassement excessif sous les installations ferroviaires	Perturbations sur l'exploitation ferroviaire	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance plus importante pour variante sous voie ferrée et pour solution monotube ou l'ouverture est plus grande et conduit à une cuvette de tassement plus forte	0.5%	1.0%
			Gare	1	3	3	Impact très important sur ligne ferroviaire surexploitée	0.5%	1.0%
	Tassement excessif sous les ouvrages, bâtis voisins ou routes	Dommages sur les bâtis / perturbation sur le trafic routier dense	Tunnel	2	3	6	Influence uniquement sur bâtiment ou sur route au droit des émergences. Influence quasi-nulle du tunnel sur les ouvrages de part leur profondeur.	1.0%	2.0%
			Gare	2	3	6	Vraisemblance moindre sur gare Part Dieu puisque ouvrage décalé	1.0%	2.0%
	Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement	Ralentissement des cadences d'avancement du tunnelier	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance improbable car creusement majoritairement dans les molasses	0.5%	1.0%
	Difficulté d'injection et de traitement des sols pour la réalisation de la gare	Changement de méthode de traitement des sols (congélation...). Retard chantier et surcoût traitement	Gare	4	3	12	Vraisemblance forte dans les molasses et dans les alluvions pour les ouvrages d'émergence puisque la granulométrie est très variable. Changement de méthode de traitement (congélation...) coûteuse + ralentissement des travaux	3.0%	6.0%
Blocage de la roue de coupe du tunnelier par présence de poche argileuse dans molasses	Arrêt de chantier / immobilisation du matériel	Tunnel	2	4	8	Peu probable au regard des résultats des reconnaissances et de la nature des molasses. Impact critique avec arrêt de chantier pendant des mois.	2.0%	3.0%	
HYDROGÉOLOGIE	Fortes arrivées d'eau ponctuelles	Front instable par phénomène de boulangerie des matériaux / adaptation méthode et traitement terrain à l'avancement	Tunnel	2	2	4	Au tunnelier confiné, le risque d'instabilité du front est très faible. La pression de confinement (1-2MPa voire plus) garantit une bonne stabilité du front. En cas de présence d'eau, le confinement par pression de boue permet de diminuer le risque.	0.5%	1.0%
			Gare	2	2	4	Vraisemblance plus importante en gare de part la méthode constructive adoptée non mécanisée. Mais les injections préalables de terrain limitent ce phénomène.	0.5%	1.0%
	Effet barrage des ouvrages sur la nappe - remontée excessive du niveau de la nappe	Dommage sur ouvrage environnants (inondations, tassement)	Tunnel	2	2	4	En dehors des tranchées couvertes ou des puits d'accès, le tunnel impacte peu la nappe de part sa faible hauteur. Au droit des tranchées couvertes, le risque de remontée de la nappe est plus fort.	0.5%	1.0%
Gare			3	3	9	Impact très fort d'une inondation ou soulèvement des fondations de la gare Part Dieu. La gare, de part ses dimensions, crée un obstacle plus grand pour l'écoulement de la nappe. Vraisemblance plus faible pour variante diagonale puisque non perpendiculaire à l'écoulement de la nappe	2.0%	4.0%	
Ouvrages et bâtis voisins	Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement	Ralentissement du chantier et reprise en sous-œuvre des fondations des bâtis voisins	Tunnel	2	3	6	La profondeur et les dimensions des tunnels ainsi que l'absence ou le peu d'émergence en surface pour la partie tunnels limite le risque de rencontre de fondations existantes.	1.0%	2.0%
			Gare	1	3	3	Au droit de la gare, peu de bâtiments et parkings	0.5%	1.0%
Avoisinant et environnement	Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive	Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Tunnel	2	2	4	Peu d'émergence en surface donc moins de nuisances vis-à-vis des riverains. Seulement deux attaques pour la réalisation des tunnels. L'évacuation des déblais est donc plus maîtrisée.	0.5%	1.0%
			Gare	4	2	8	Vraisemblance plus importante en gare du fait des nombreuses émergences en surface (puits de chantier et accès voyageurs). L'évacuation des déblais nécessitera de nombreux mouvements journaliers de camions.	1.5%	3.0%

NR global		PRI basse	PRI haute
45	Gare	9.0%	18.0%
38	Tunnel	6.5%	12.0%

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

Analyse Provision pour risques variante Monotube - Sous voie ferrée

Catégorie	Identification du risque	Impact sur objectifs	Ouvrage concerné	Analyse de risques selon GT32			Argumentaire	Provision basse du risque = vraisemblance * impact sur coût	Provision haute pour ce risque = vraisemblance * impact sur coût
				Vraisemblance	Conséquence	Niveau de risque			
GEOTECHNIQUE	Tassement excessif sous les installations ferroviaires	Perturbations sur l'exploitation ferroviaire	Tunnel	3	3	9	Vraisemblance plus importante pour variante sous voie ferrée et pour solution monotube ou l'ouverture est plus grande et conduit à une cuvette de tassement plus forte	2.0%	4.0%
			Gare	4	4	16	Impact très important sur ligne ferroviaire surexploitée. Gare unique à forte largeur et de longueur plus importante au droit des entonnements	6.0%	9.0%
	Tassement excessif sous les ouvrages, bâtis voisins ou routes	Dommages sur les bâtis / perturbation sur le trafic routier dense	Tunnel	2	3	6	Influence uniquement sur bâtiment ou sur route au droit des émergences. Influence quasi-nulle du tunnel sur les ouvrages de part leur profondeur.	1.0%	2.0%
			Gare	4	3	12	Impact sur gare Part Dieu plus lourd et vraisemblance plus grande que tunnel du fait de sa grande section	3.0%	6.0%
	Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement	Ralentissement des cadences d'avancement du tunnelier	Tunnel	2	3	6	Vraisemblance plus important car section plus grande en monotube	1.0%	2.0%
	Difficulté d'injection et de traitement des sols pour la réalisation de la gare	Changement de méthode de traitement des sols (congélation...). Retard chantier et surcoût traitement	Gare	4	3	12	Vraisemblance forte dans les molasses et dans les alluvions pour les ouvrages d'émergence puisque la granulométrie est très variable. Changement de méthode de traitement (congélation...) coûteuse + ralentissement des travaux	3.0%	6.0%
Blocage de la roue de coupe du tunnelier par présence de poche argileuse dans molasses	Arrêt de chantier / immobilisation du matériel	Tunnel	2	4	8	Peu probable au regard des résultats des reconnaissances et de la nature des molasses. Impact critique avec arrêt de chantier pendant des mois.	2.0%	3.0%	
HYDROGEOLOGIE	Fortes arrivées d'eau ponctuelles	Front instable par phénomène de boulangerie des matériaux / adaptation méthode et traitement terrain à l'avancement	Tunnel	2	2	4	Pour des sections plus grande, il est plus compliqué de maintenir une pression de confinement homogène sur toute la section. Vraisemblance plus forte pour monotube	0.5%	1.0%
			Gare	2	2	4	Vraisemblance plus importante en gare de part la méthode constructive adoptée non mécanisée. Mais les injections préalables de terrain limitent ce phénomène.	0.5%	1.0%
	Effet barrage des ouvrages sur la nappe - remontée excessive du niveau de la nappe	Dommage sur ouvrages environnants (inondations, tassement)	Tunnel	2	3	6	En dehors des tranchées couvertes ou des puits d'accès, le tunnel impacte peu la nappe de part sa faible hauteur. Au droit des tranchées couvertes, le risque de remontée de la nappe est plus fort.	1.0%	2.0%
			Gare	3	4	12	Impact très fort d'une inondation ou soulèvement des fondations de la gare Part Dieu. La gare, de part ses dimensions, crée un obstacle plus grand pour l'écoulement de la nappe. Vraisemblance plus grande du fait des injections de terrain en auréole autour de la gare pouvant diminuer fortement la perméabilité des alluvions.	4.0%	6.0%
Ouvrages et bâtis voisins	Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement	Ralentissement du chantier et reprise en sous-œuvre des fondations des bâtis voisins	Tunnel	2	3	6	La profondeur et les dimensions des tunnels ainsi que l'absence ou le peu d'émergence en surface pour la partie tunnels limite le risque de rencontre de fondations existantes.	1.0%	2.0%
			Gare	2	3	6	La gare est entourée d'immeubles de grande hauteur et de parking souterrain dont les fiches des fondations profondes ne sont pas connues de manière exhaustive.	1.0%	2.0%
Avoisinant et environnement	Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive	Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Tunnel	3	2	6	Peu d'émergence en surface donc moins de nuisances vis-à-vis des riverains. Seulement deux attaques pour la réalisation des tunnels. L'évacuation des déblais est donc plus maîtrisée.	1.0%	2.0%
			Gare	4	2	8	Vraisemblance plus importante en gare du fait des nombreuses émergences en surface (puits de chantier et accès voyageurs). L'évacuation des déblais nécessitera de nombreux mouvements journaliers de camions.	1.5%	3.0%

NR global		PRI basse	PRI haute
70	Gare	19.0%	33.0%
51	Tunnel	9.5%	18.0%

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

Analyse Provision pour risques variante Monotube - diagonale

Catégorie	Identification du risque	Impact sur objectifs	Ouvrage concerné	Analyse de risques selon GT32			Argumentaire	Provision basse du risque = vraisemblance * impact sur coût	Provision haute pour ce risque = vraisemblance * impact sur coût
				Vraisemblance	Conséquence	Niveau de risque			
GEOTECHNIQUE	Tassement excessif sous les installations ferroviaires	Perturbations sur l'exploitation ferroviaire	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance plus importante pour variante sous voie ferrée et pour solution monotube ou l'ouverture est plus grande et conduit à une cuvette de tassement plus forte	0.5%	1.0%
			Gare	3	4	12	Impact très important sur ligne ferroviaire surexploitée. Gare unique à forte largeur et de longueur plus importante au droit des entonnements	4.0%	6.0%
	Tassement excessif sous les ouvrages, bâtis voisins ou routes	Dommages sur les bâtis / perturbation sur le trafic routier dense	Tunnel	2	3	6	Influence uniquement sur bâtiment ou sur route au droit des émergences. Influence quasi-nulle du tunnel sur les ouvrages de part leur profondeur.	1.0%	2.0%
			Gare	4	3	12	Impact sur gare Part Dieu plus lourd et vraisemblance plus grande que tunnel du fait de sa grande section	3.0%	6.0%
	Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement	Ralentissement des cadences d'avancement du tunnelier	Tunnel	2	3	6	Vraisemblance plus important car section plus grande en monotube	1.0%	2.0%
	Difficulté d'injection et de traitement des sols pour la réalisation de la gare	Changement de méthode de traitement des sols (congélation...). Retard chantier et surcoût traitement	Gare	4	3	12	Vraisemblance forte dans les molasses et dans les alluvions pour les ouvrages d'émergence puisque la granulométrie est très variable. Changement de méthode de traitement (congélation...) coûteuse + ralentissement des travaux	3.0%	6.0%
Blocage de la roue de coupe du tunnelier par présence de poche argileuse dans molasses	Arrêt de chantier / immobilisation du matériel	Tunnel	2	4	8	Peu probable au regard des résultats des reconnaissances et de la nature des molasses. Impact critique avec arrêt de chantier pendant des mois.	2.0%	3.0%	
HYDROGEOLOGIE	Fortes arrivées d'eau ponctuelles	Front instable par phénomène de boulangerie des matériaux / adaptation méthode et traitement terrain à l'avancement	Tunnel	2	2	4	Pour des sections plus grande, il est plus compliqué de maintenir une pression de confinement homogène sur toute la section. Vraisemblance plus forte pour monotube	0.5%	1.0%
			Gare	2	2	4	Vraisemblance plus importante en gare de part la méthode constructive adoptée non mécanisée. Mais les injections préalables de terrain limitent ce phénomène.	0.5%	1.0%
	Effet barrage des ouvrages sur la nappe - remontée excessive du niveau de la nappe	Damage sur ouvrages environnants (inondations, tassement)	Tunnel	2	3	6	En dehors des tranchées couvertes ou des puits d'accès, le tunnel impacte peu la nappe de part sa faible hauteur. Au droit des tranchées couvertes, le risque de remontée de la nappe est plus fort.	1.0%	2.0%
			Gare	2	4	8	Impact très fort d'une inondation ou soulèvement des fondations de la gare Part Dieu. La gare, de part ses dimensions, crée un obstacle plus grand pour l'écoulement de la nappe. Vraisemblance plus grande du fait des injections de terrain en auréole autour de la gare pouvant diminuer fortement la perméabilité des alluvions.	2.0%	3.0%
Ouvrages et bâtis voisins	Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement	Ralentissement du chantier et reprise en sous-œuvre des fondations des bâtis voisins	Tunnel	2	3	6	La profondeur et les dimensions des tunnels ainsi que l'absence ou le peu d'émergence en surface pour la partie tunnels limite le risque de rencontre de fondations existantes.	1.0%	2.0%
			Gare	3	3	9	La gare est entourée d'immeubles de grande hauteur et de parking souterrain dont les fiches des fondations profondes ne sont pas connues de manière exhaustive.	2.0%	4.0%
Avoisinant et environnement	Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive	Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Tunnel	3	2	6	Peu d'émergence en surface donc moins de nuisances vis-à-vis des riverains. Seulement deux attaques pour la réalisation des tunnels. L'évacuation des déblais est donc plus maîtrisée.	1.0%	2.0%
			Gare	4	2	8	Vraisemblance plus importante en gare du fait des nombreuses émergences en surface (puits de chantier et accès voyageurs). L'évacuation des déblais nécessitera de nombreux mouvements journaliers de camions.	1.5%	3.0%

NR global		PRI basse	PRI haute
65	Gare	16.0%	29.0%
45	Tunnel	8.0%	15.0%

ANALYSE DES RISQUES TECHNIQUES
SCENARIO B

Analyse Provision pour risques variante Monotube - Villette

Catégorie	Identification du risque	Impact sur objectifs	Ouvrage concerné	Analyse de risques selon GT32			Argumentaire	Provision basse du risque = vraisemblance * impact sur coût	Provision haute pour ce risque = vraisemblance * impact sur coût
				Vraisemblance	Impact	Niveau de risque			
GEOTECHNIQUE	Tassement excessif sous les installations ferroviaires	Perturbations sur l'exploitation ferroviaire	Tunnel	1	3	3	Vraisemblance plus importante pour variante sous voie ferrée et pour solution monotube ou l'ouverture est plus grande et conduit à une cuvette de tassement plus forte	0.5%	1.0%
			Gare	1	3	3	Impact très important sur ligne ferroviaire surexploitée. Gare unique à forte largeur et de longueur plus importante au droit des entonnements	0.5%	1.0%
	Tassement excessif sous les ouvrages, bâtis voisins ou routes	Dommages sur les bâtis / perturbation sur le trafic routier dense	Tunnel	2	3	6	Influence uniquement sur bâtiment ou sur route au droit des émergences. Influence quasi-nulle du tunnel sur les ouvrages de part leur profondeur.	1.0%	2.0%
			Gare	3	3	9	Impact sur gare Part Dieu plus lourd et vraisemblance plus grande que tunnel du fait de sa grande section	2.0%	4.0%
	Instabilité du front de taille par défaut du maintien de la pression de confinement	Ralentissement des cadences d'avancement du tunnelier	Tunnel	2	3	6	Vraisemblance plus important car section plus grande en monotube	1.0%	2.0%
	Difficulté d'injection et de traitement des sols pour la réalisation de la gare	Changement de méthode de traitement des sols (congélation...). Retard chantier et surcoût traitement	Gare	4	3	12	Vraisemblance forte dans les molasses et dans les alluvions pour les ouvrages d'émergence puisque la granulométrie est très variable. Changement de méthode de traitement (congélation...) coûteuse + ralentissement des travaux	3.0%	6.0%
Blocage de la roue de coupe du tunnelier par présence de poche argileuse dans molasses	Arrêt de chantier / immobilisation du matériel	Tunnel	2	4	8	Peu probable au regard des résultats des reconnaissances et de la nature des molasses. Impact critique avec arrêt de chantier pendant des mois.	2.0%	3.0%	
HYDROGEOLOGIE	Fortes arrivées d'eau ponctuelles	Front instable par phénomène de boulangerie des matériaux / adaptation méthode et traitement terrain à l'avancement	Tunnel	2	2	4	Pour des sections plus grande, il est plus compliqué de maintenir une pression de confinement homogène sur toute la section. Vraisemblance plus forte pour monotube	0.5%	1.0%
			Gare	2	2	4	Vraisemblance plus importante en gare de part la méthode constructive adoptée non mécanisée. Mais les injections préalables de terrain limitent ce phénomène.	0.5%	1.0%
	Effet barrage des ouvrages sur la nappe - remontée excessive du niveau de la nappe	Dommage sur ouvrages environnants (inondations, tassement)	Tunnel	2	3	6	En dehors des tranchées couvertes ou des puits d'accès, le tunnel impacte peu la nappe de part sa faible hauteur. Au droit des tranchées couvertes, le risque de remontée de la nappe est plus fort.	1.0%	2.0%
			Gare	3	3	9	Impact très fort d'une inondation ou soulèvement des fondations de la gare Part Dieu. La gare, de part ses dimensions, crée un obstacle plus grand pour l'écoulement de la nappe. Vraisemblance plus grande du fait des injections de terrain en auréole autour de la gare pouvant diminuer fortement la perméabilité des alluvions.	2.0%	4.0%
Ouvrages et bâtis voisins	Découverte de fondations imprévues au moment du terrassement	Ralentissement du chantier et reprise en sous-œuvre des fondations des bâtis voisins	Tunnel	2	3	6	La profondeur et les dimensions des tunnels ainsi que l'absence ou le peu d'émergence en surface pour la partie tunnels limite le risque de rencontre de fondations existantes.	1.0%	2.0%
			Gare	2	3	6	La gare est entourée d'immeubles de grande hauteur et de parking souterrain dont les fiches des fondations profondes ne sont pas connues de manière exhaustive.	1.0%	2.0%
Avoisinant et environnement	Rotations de camions excessifs, nuisance sonore excessive	Ralentissement des cadences, logistique perturbée par adaptation de la méthode	Tunnel	3	2	6	Peu d'émergence en surface donc moins de nuisances vis-à-vis des riverains. Seulement deux attaques pour la réalisation des tunnels. L'évacuation des déblais est donc plus maîtrisée.	1.0%	2.0%
			Gare	4	2	8	Vraisemblance plus importante en gare du fait des nombreuses émergences en surface (puits de chantier et accès voyageurs). L'évacuation des déblais nécessitera de nombreux mouvements journaliers de camions.	1.5%	3.0%

NR global		PRI basse	PRI haute
51	Gare	10.5%	21.0%
45	Tunnel	8.0%	15.0%