

Table des matières

Remerciements	2
Resum.....	3
Abstract	4
Résumé.....	5
Table des matières	6
Liste des tableaux	9
Liste des figures	10
Liste des annexes.....	11
Introduction et objectifs	12
Le Tram-Train : un nouveau mode de transport	13
Définition du Tram-Train.....	13
La définition originelle.....	13
Une acception plus large aujourd'hui.....	13
Les textes de référence	14
Les tram-trains réalisés et en projet.....	14
Le modèle de Karlsruhe : un tram-train expérimental	15
La seconde génération de tram-trains.....	15
L'Alsace : le premier pôle français pour le tram-train.....	16
Le tram-train s'étend en France	17
Le tram-train de La Réunion	17
Le contexte du projet.....	17
L'aire d'étude	18
La topographie et le climat.....	18
L'environnement du projet.....	18
La population.....	19
L'activité économique.....	20
La problématique du transport	20
Le réseau routier	20
Les transports en commun.....	21
Les déplacements	21
Un territoire limité.....	22

Un constat alarmiste	22
Une alternative à l'automobile	22
La pertinence du choix du tram-train	22
Un mode ferroviaire léger qui permet une desserte urbaine et interurbaine	22
L'intermodalité.....	23
Un outil de restructuration de l'espace.....	23
Un élément majeur du développement durable.....	23
Les phases du projet	24
Les objectifs poursuivis.....	24
Caractéristiques techniques	25
Actions dues au trafic Tram-Train	26
Les charges verticales.....	26
Les effets dynamiques	28
Les forces d'accélération et de freinage.....	29
L'effort de lacet.....	30
Les forces centrifuges.....	30
Les charges de superstructures	31
Actions de caractère général agissant sur les OANC.....	33
Poids propre.....	33
L'effort du vent.....	33
Actions d'origine thermique	36
Variations uniformes	36
Gradient thermique.....	37
Séisme	37
Dénivellement d'appui.....	37
Retrait et fluage	38
Combinaisons de calcul.....	38
Le dimensionnement des OANC soumis au passage du Tram-Train	41
Calcul de la précontrainte.....	41
Le principe de la méthode	41
Précontrainte de fléau	44
Précontrainte de clavage.....	45
Précontrainte extérieure.....	48

Vérification de l'ouvrage	55
Comparaison avec le cas routier.....	63
Conclusions	67
Références bibliographiques	68
Annexe 1 Tram-Train Réels du projet à l'Ile de La Réunion	71
Annexe 2 Type de pose de voie	72
Annexe 3 Descente de charge d'un poteau LAC	73
Annexe 4 Les efforts du vent sur les ponts	74
Annexe 5 Plans de l'ouvrage de Lataniers.....	75
Annexe 6 Moments sur clé lors de leur clavage.....	80
Annexe 7 Vérification des contraintes	88

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coefficient de force applicable aux tabliers de pont sous l'action du vent.....	35
Tableau 2 : Caractéristiques du vent à La Réunion.....	35
Tableau 3 : Groupes de charges de trafic ferroviaire	38
Tableau 4 : Contraintes à la clé avec une seule paire de câbles d'éclisse	47
Tableau 5 : Contraintes à la clé avec deux paires de câbles d'éclisse.....	47
Tableau 6 : Contraintes à la clé avec une combinaison de 2 et 3 paires de câbles d'éclisse....	47
Tableau 7 : Contraintes à la clé avec une combinaison de 1, 2 et 3 paires de câbles d'éclisse	48
Tableau 8 : Tableau récapitulatif du calcul de la précontrainte extérieure de l'ouvrage des Lataniers soumis au passage du trafic tram-train	54
Tableau 9 : Contraintes dans l'acier passif des VSP aux ELU	61
Tableau 10 : Contraintes dans l'acier passif des clés aux ELU	61
Tableau 11 : Tableau récapitulatif du calcul de la précontrainte extérieure de l'ouvrage des Lataniers soumis au passage du trafic routier	66

Liste des figures

Figure 1 : Le modèle de Karlsruhe.....	15
Figure 2 : Insertion du tram-train sur la station le Port Centre	17
Figure 3 : Le tram-train de St-Paul à Ste-Marie.....	18
Figure 4 : Evolution de la population à La Réunion depuis l'origine du peuplement	19
Figure 5 : Répartition de la population sur l'aire du projet (2012)	20
Figure 6 : Déplacements mécanisés intra et inter communaux en 2002	21
Figure 7 : Des stations accessibles par autres moyens de transport.....	23
Figure 8 : Modèle de charges 71	26
Figure 9 : Coefficient α proposé par l'IN3128	27
Figure 10 : Coefficient α correspondant au tram-train de La Réunion.....	28
Figure 11 : Coefficient α_a pour la force d'accélération.....	29
Figure 12 : Coefficient α_f pour la force de freinage.....	30
Figure 13 : Directions des actions du vent sur les ponts	33
Figure 14 : Contraintes tangentielles sans précontrainte extérieure.....	49
Figure 15 : Enveloppe des moments générés par le tram-train fret de La réunion	50
Figure 16 : Courbe des moments générés par les équipements.....	50
Figure 17 : Courbe des moments générés par un gradient thermique de 15°C.....	51
Figure 18 : Courbe des moments générés par le fluage	51
Figure 19 : Courbe des moments générés par la précontrainte d'éclisse	52
Figure 20 : Courbe des moments générés par un câble de précontrainte extérieure.....	52
Figure 21 : Valeurs minimales des contraintes normales en fibre inférieure avec une précontrainte extérieure de 5 paires de câbles 19T15S	56
Figure 22 : Valeurs minimales des contraintes normales en fibre inférieure avec une précontrainte extérieure de 6 paires de câbles 19T15S	57
Figure 23 : Vérification des contraintes tangentielles – âmes de 50 cm	58
Figure 24 : Vérification des contraintes tangentielles – âmes de 45 cm	59
Figure 25 : Justification de la section de ferrailage du VSP	62
Figure 26 : Justification de la section de ferrailage de la clé	63
Figure 27 : Comparaison des moments longitudinaux des équipements TT / routier.....	64
Figure 28 : Comparaison des moments longitudinaux du trafic TT / routier.....	65

Liste des annexes

Annexe 1 Tram-Train Réels du projet à l'Ile de La Réunion	71
Annexe 2 Type de pose de voie	72
Annexe 3 Descente de charge d'un poteau LAC	73
Annexe 4 Les efforts du vent sur les ponts	74
Annexe 5 Plans de l'ouvrage de Lataniers.....	75
Annexe 6 Moments sur clé lors de leur clavage.....	80
Annexe 7 Vérification des contraintes	88