

REPUBLIQUE FEDERATIVE DU BRESIL

MINISTERE DES TRANSPORTS
DEPARTEMENT NATIONAL D'INFRASTRUCTURE DES TRANSPORTS - DNIT

AVANT PROJET SOMMAIRE D'INGENIERIE POUR LA CONSTRUCTION DU PONT SUR L'OYAPOCK ENTRE LE BRESIL (OIAPOQUE) ET LA GUYANE FRANCAISE (SAINT GEORGES)

VOLUME 1

MEMOIRE JUSTIFICATIF
AVANT PROJET sommaire FINAL

NOTA IMPORTANT

La présente traduction en français des éléments du "Projeto Basico" est destinée à faciliter l'accès au présent appel d'offres pour les entreprises européennes, en application de l'accord franco-brésilien du 15 juillet 2005 relatif à la construction du pont sur l'Oyapock.

Certains schémas, photos ou graphiques n'ont pas été reproduits mais apparaissent dans la version originale en brésilien du document.

Pour faciliter la compréhension des termes brésiliens, un glossaire est placé en fin du volume 1

L'attention des soumissionnaires est attirée sur le fait que seule la version brésilienne du "Projeto Basico" fait foi.



Maia Melo Engenharia Ltda.

Octobre / 2008

Table des matières

Table des matières

1.	Présentation	04
2.	Carte de localisation	08
3.	Considérations Générales	10
4.	Études	
4.1	Étude de la Circulation routière	13
4.2	Études Géologiques	21
4.3	Études Hydrauliques	24
4.4	Études Topographiques	60
4.5	Études Géotechniques	64
4.6	Études Environnementales	86
5.	Projets	
5.1	Projet Géométrie	88
5.2	Projet d'Ouvrage d'Art	90
5.3	Projet de Signalisation	199
5.4	Projet d'Éclairage Public	210
5.5	Projet Environnemental	217
6.	Tableau des Prix (Résumé)	219
7.	Tableau des Quantités	221
8.	Transport - Tableau des Distances (Résumé)	228
9.	Chronogramme Physique	230
10.	Spécifications	232
11.	Informations pour l'Élaboration du Plan d'Exécution des Travaux	279
12.	Responsables de l'Élaboration du Projet	
12.1	Ingénieur responsable de l'élaboration du Projet	283
Annexe 1 .	Termes de Référence	285
	Glossaire des termes techniques	

1. Présentation

1.1 Considérations générales

Maia Melo Engenharia Ltda., entreprise de consultants dont le siège est installé Rua General Joaquim Inácio nº 136, Ilha do Leite, Recife-PE, Brésil, tél. : [+55] (81) 3423 3977, télécopie : [+55] (81) 3423 8477, courriel : maia.melo@maiamelo.com.br, inscrite au Répertoire National Brésilien des Contribuables à Personnalité Morale (CNPJ pour le sigle en portugais) sous le nº 08.156.424/0001-51, présente au Département National d'Infrastructure des Transports – DNIT, **l'Avant Projet Sommaire Final**, lié à l'Avant Projet Sommaire d'Ingénierie pour la Construction du Pont sur le Fleuve Oyapock, reliant le Brésil (*Oiapoque*) à la Guyane française (Saint-Georges).

Le contrat, qui a pour objectif l'élaboration du projet en question, contient les caractéristiques suivantes :

Avis de Marché sur la Cotation : 287/2006-00

Contrat nº : 00.0.00.0119/2007-00

Date de l'Offre : 19/09/06

Date de la Signature du Contrat : 29/05/2007

Date du Cahier des Charges nº08/06 : 30/05/2007

Procès : 50600.003.425/2006-83

Objet : Élaboration de l'Avant Projet Sommaire d'Ingénierie pour la Construction du Pont sur le Fleuve Oyapock et Accès reliant le Brésil (*Oiapoque*) à la Guyane française (Saint Georges)

Délai : 150 jours calendaires

1.2 Volumes faisant partie du rapport

Le Projet est constitué de plusieurs volumes :

Volume 1 - Rapport / Mémoire Justificatif

Volume 2 - Projet d'Exécution

Volume 3 - Rapport Sommaire d'Évaluation Environnementale (RBAA pour le sigle en portugais)

Volume 4 - Budget

Le contenu de chaque Volume est décrit ci-dessous :

Volume 1 - Rapport / Mémoire Justificatif

Ce volume contient la description des méthodologies adoptées lors des études et dans les projets qui composent le Rapport. Il quantifie les travaux nécessaires et contient les documents requis pour la participation à l'appel d'offre ainsi que les informations pour la mise en œuvre du Plan d'Exécution des Travaux et les Spécifications pertinentes aux tâches devant être exécutées. Il réunit, encore, toutes les méthodologies qui permettent de définir les mesures à adopter pour les différents travaux à accomplir. Il présente, enfin, l'ensemble des études réalisées qui, d'une certaine façon, ont influé dans les prises de décisions concernant les mesures adoptées. Le volume est au format A4.

Volume 2 - Projet d'exécution

Ce volume contient les plans, la liste des travaux à effectuer, les projets-type, les coupes transversales et toute autre information nécessaire à l'exécution des travaux. Le volume est au format A3.

Volume 3 - Rapport sommaire d'évaluation environnementale (RBAA pour le sigle en portugais)

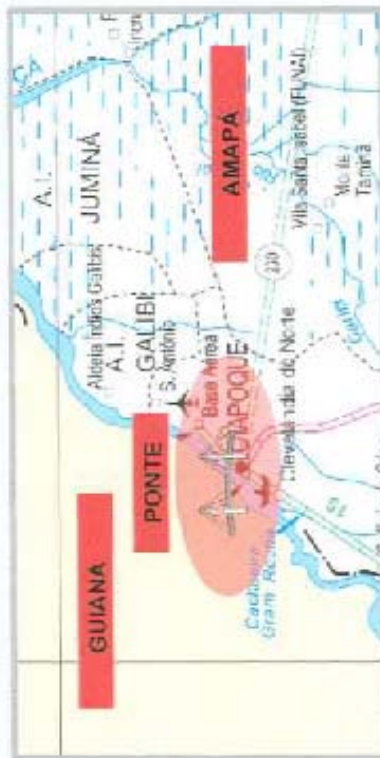
Ce volume a pour but de présenter la COMPOSANTE ENVIRONNEMENTALE du Pont pertinente à l'ensemble du chantier planifié. Ainsi, le volume met en exergue la Caractérisation Environnementale de l'Aire d'Influence du Projet, la Gestion du Passif Environnemental, les Mesures de Protection Environnementales des Travaux de Recyclage du Revêtement de l'Autoroute et l'Implantation de Programmes Environnementaux. Le volume est au format A4.

Volume 4 – Budget

Ce volume contient le résumé des prix, le démonstratif des budgets et les compositions des prix unitaires, élaborés sur la base de la méthodologie du Sicro 2 (Système de Coûts Routiers) en vigueur au sein du DNIT- Département National d'Infrastructure des Transports. Le volume est au format A4.

2. Carte de Localisation

08



3. Considérations Générales

La liaison Macapá – Cayenne, par le pont de 378 m de longueur sur le fleuve Oyapock, correspondra à la continuation de l'autoroute BR-156/AP : Entrée BR-156/AP (Brésil) – Pont/Fleuve Oyapock – Entrée RN 2 (Guyane française).

Le pont sera construit à la frontière entre le Brésil et le Territoire français, se trouvant tout de même plus près de la municipalité d'*Oiapoque* (Brésil), située à l'extrême nord de l'État de l'*Amapá*, et donc un peu plus loin de Saint-Georges de l'Oyapock, en Guyane française. L'emplacement probable du pont est connu sous le nom de "Pointe Morne".

Avec plus de 13 000 habitants, *Oiapoque* se trouve à 590 kilomètres de la capitale de l'État de l'*Amapá*, *Macapá*.

En ce qui concerne les transports existants à *Oiapoque*, le plus connu est la "*catraia*" (espèce de bateau gonflable à moteur) qui transporte les passagers, Français et Brésiliens, d'une rive à l'autre.

Données concernant la municipalité d'*Oiapoque* :

Description	Caractéristiques
Nom officiel	Município de Oiapoque
Loi de création	N° 7.578, du 23 mai 1945
Frontières	Au Nord : l'Océan Atlantique Au Sud : Calçoene, Serra do Navio et Pedra Branca do Amapari À l'Est : Calçoene À l'Ouest : Laranjal do Jarí
Superficie	24.922,7 km ²
Population (IBGE ¹ 2000)	12.895 habitants
Principales communes	Sede, Clevelândia do Norte et Vila Velha do Cassiporé
Distance de la Capitale de l'État	590 km (dont 30% de route bitumée)
Production	Pêche, agriculture et artisanat
Transport	Routier, maritime et aérien
Aéroport	01 aéroport et 05 terrains d'atterrissage
Climat	Chaud et humide
Température	Moyenne annuelle minimale de 22°C et maximale de 33°C
Tribus Indigènes	Galibi, Karipuna et Palikur
Attractions touristiques	Les fleuves Oyapock, Uaçá et Cassiporé, le lac Maruaní, le Cap Orange et Cassiporé, la Serra (petit mont) do Tumucumaque et le Mont Cajari, ballades en " <i>catraia</i> " (espèce de bateau gonflable à moteur), artisanat indigène et la Fête du Turé

¹

NdT : IBGE - Institut Brésilien de Géographie et Statistique

4. Études

4.1 Étude de la circulation routière

Conformément aux informations données dans l'avis de marché, l'étude de la circulation routière qui devra être prise en compte pour l'avant projet sommaire du Pont sur le Fleuve Oyapock est celle présente dans le Projet d'Ingénierie du tronçon 4 de l'autoroute BR-156/AP.

4.1.1 Données recueillies

Tous les organes liés, de près ou de loin, au secteur du transport, susceptibles de subventionner la présente étude ont été contactés. Les données pertinentes concernant l'autoroute sont incluses ici ainsi que les possibilités d'application de celles-ci. Les sources sont toujours citées.


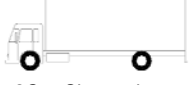
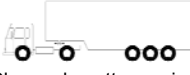

Il n'y a pas d'historique de recherches ayant déjà été effectuées dans le secteur en question. Les données pertinentes à la région sont issues d'analyses du débit de circulation selon les catégories de véhicules effectuées par le DTTR - DER² - DETRAP³, sur les tronçons et pendant les années suivantes :

TRONÇON	ANNÉE	VOITURES	AUTO BUS	CAMIONS	SEMI-REMORQUE	TOTAL
Macapá-Ferreira Gomes	1997	1.073	15	351	152	1.591
Ferreira Gomes-Calçoene	1998	236	4	151	2	393
Calçoene - Oiapoque	1998	112	2	74	1	189

Afin de pouvoir déterminer les nombres "N" avec toutes les données pertinentes, on a pris les valeurs indiquées dans la "loi de la balance"⁴ pour les nombreuses catégories de véhicules et on a suivi les méthodes préconisées par la AASHTO et l'USACE. Ci-dessous les valeurs pour les "Facteurs Véhicules"⁵ :

TIPO DE VEÍCULO	EIXO			METODOLOGIA UTILIZADA									
	TIPO	%	PESO (t)	USACE					AASHTO				
				F.EQ.	EQ= (F.EQ.) x (%)	FE	FC= S(EQ./100)	FVi= FE x FC	F.EQ.	EQ= (F.EQ.) x (%)	FE	FC= S(EQ./100)	FVi= FE x FC
2C e 2O	ESRS	50	5	0,15	7,50				0,15	7,50			
	ESRD	50	10	3,50	175,00	2	1,83	3,65	2,39	119,70	2	1,27	2,54
3C	ESRS	50	5	0,15	7,50				0,15	7,50			
	ETD	50	17	8,50	425,00	2	4,33	8,65	1,64	82,10	2	0,90	1,79
2S2	ESRS	33	5	0,15	5,00				0,15	5,00			
	ESRD	33	10	3,50	116,55				2,39	79,72			
	ETD	33	17	8,50	283,05	3	4,05	12,14	1,64	54,68	3	1,39	4,18
2S3	ESRS	33	5	0,15	5,00				0,15	5,00			
	ESRD	33	10	3,50	116,55				2,39	79,72			
	ETT	33	25,5	8,94	297,70	3	4,19	12,58	1,56	51,95	3	1,37	4,10
E=EIXOS; S=SIMPLES; R=RODAS;D=DÚPLAS;TD=TANDEM DUPLOS; TT=TANDEM TRIPLOS													

ensembles d'essieux équivalents à l'essieu standard

LÉGENDE			
Tipo de veículo	Type de véhicule	E	Essieux
Eixo	Essieu	S	Simple
Tipo	Type	R	Roues
Peso	Poids	TD	Tandem double
Metodologia utilizada	Méthodologie utilisée	TT	Tandem Triples
2S2	 2S2 = Classe de ce semi-remorque	2C	 2C = Classe de camion
2S3	 2S3 = Classe de cette semi-remorque	3C	 3C = Classe de camion
2O	2O = autobus		

4.1.2 Recherches actuelles

4.1.2.1 Analyse du débit de circulation selon les catégories de véhicules

Afin de déterminer le trafic actuel, sur la section de la chaussée étudiée, une analyse du débit de circulation selon les catégories de véhicules a été menée.

Voici les résultats obtenus, pour la section de la chaussée en question, les 17, 18 et 19 avril 2002. Les résultats indiquent les valeurs moyennes suivantes :

VOITURE	AUTOBUS	2C	3C	2S2	2S3	TOTAL
135	7	31	51	5	2	231

4.1.3 Analyses

4.1.3.1 Projection de la circulation routière

En utilisant les valeurs moyennes pour l'année 2002 et en y appliquant les taux de croissance annuels, de l'ordre de 3% par an, un tableau a été établi. Ce tableau présente, année par année, les valeurs moyennes pour chaque catégorie de véhicule. L'on y trouve donc les valeurs suivantes pour l'année initiale et l'année finale du projet en élaboration, respectivement 2004 et 2018, en considérant une durée de vie utile de 15 ans et que l'année de l'ouverture à la circulation soit 2004, en fonction du temps d'exécution des travaux :

ANNÉE	VOITURE	AUTOBUS	2C	3C	2S2	2S3	TOTAL
2006	151	7	34	57	5	2	236
2020	229	11	52	87	8	3	390

4.1.3.2 Nombre "N"

Avec les "Facteurs Véhicules" indiqués et les projections de la circulation routière, l'on calcule, au moyen de l'algorithme connu, le "nombre N de répétitions d'essieu simple standard", en utilisant la méthode préconisée par "l'USACE", connue comme étant celle utilisée par l'Ingénieur Murilo Lopes de Souza, ou la méthode des déflexions recyclables, ou encore la méthode de "l'AASHTO". Voici l'algorithme :

$$N_{\text{annuel}} = 365 \times k \times (V_m \times F_{vi})$$

Où :

k = "facteur charge"⁶ pour la voie projetée (pour des voies simples : 0,50 = 50% de la circulation routière dans les deux sens alloués pour la voie projetée) ;

v_{mi} = Trafic Moyen Journalier pour chaque catégorie de véhicule commercial ;

F_{vi} = "Facteur véhicule" moyen pour chaque catégorie de véhicule commercial.

Les valeurs, année par année et cumulées, sont présentes, en annexes, dans le tableau "Projection du Trafic Moyen Journalier (VMD pour le sigle en portugais) et des Valeurs N", dont voici le contenu résumé :

MÉTHODE	NOMBRE N DE 2004 à 2018
AASHTO	$8,93 \times 10^5$
USACE	$2,53 \times 10^6$


4.1.3.3 Capacité et Niveau de Service


Les Niveaux de Service proposés ont été calculés en se basant sur les caractéristiques physiques, opérationnelles et de circulation de chaque segment, par la méthode du HCM-85 (Highway Capacity Manual) (actualisation de 1999), dans le chapitre des routes rurales.


Le tableau QD-02 présente les caractéristiques citées, les facteurs de correction, les volumes de service et les niveaux indiqués. Des données concernant les heures de passage de l'ordre de 10% du TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) ont été prises en compte, cette valeur étant dominante dans la recherche effectuée.

Le niveau de service offert pour l'année 2020 y figure comme "A" - flux libre. Ces résultats indiquent un excellent niveau de confort et de sécurité pour les usagers de la voie.

⁶ NdT: "Facteur Charge" - un nombre qui, multiplié par le nombre des ensembles d'essieux qui passent, donne le nombre d'essieux équivalents à l'essieu standard

AUTOROUTE: BR-156/AP		TRONÇON: DIV1 Frontière												DATE: 19/04/2002		POSTE: 01		Lieu													
PERIODE	SENS: CALÇOENE - OIAPOQUE														SENS: OIAPOQUE - CALÇOENE																
HORAIRE	AUTO	20	30	3C	251	252	253	351	352	353	VR	AUTRES	TOTAL	AUTO	20	30	3C	251	252	253	351	352	353	VR	AUTRES	TOTAL	2 SENS				
00 - 01	1												1	0			1		1							2	3				
01 - 02				1									1	0			1									1	2				
02 - 03													0	0			1									1	1				
03 - 04	1												1	0			1									1	2				
04 - 05	1												1	1			1									2	3				
05 - 06	1												1	1												1	2				
06 - 07	2				1								3	1												1	4				
07 - 08	3	1		1	1								6	1	1		2									4	10				
08 - 09	3			1	2								6	2			3									5	11				
09 - 10	4			2	2								8	5												6	13				
10 - 11	6			2	2			1					11	6			1									7	18				
11 - 12	5	1		4	3		1						14	5			3	3								11	25				
12 - 13	6			2	4		1						13	5			2									7	20				
13 - 14	4				1								5	6	1											7	12				
14 - 15	5			1									6	5			1									6	12				
15 - 16	4												4	5												5	9				
16 - 17	3				1								4	5			3		1							9	13				
17 - 18	6												6	4												4	10				
18 - 19	5												5	6												6	11				
19 - 20	3												3	5												3	6				
20 - 21	2												2	5			3									6	8				
21 - 22													0	1			1									2	2				
22 - 23					1								1	1												1	2				
23 - 24	1				1								2	0			1	2								3	5				
SOMME	66	2	0	14	19	0	2	1	0	0	0	0	104	66	2	0	6	24	0	2	0	0	0	0	0	0	100	204			
TOTAL	131	4	0	20	43	0	4	1	0	0	0	0	203	DISTRIBUTION DIRECTIONNELLE:														25			
%	64,6%	2,0%	0,0%	9,9%	21,2%	0,0%	2,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%															12%			
OUVRAGE D'ART : Pont Sur le Fleuve Oy														COMPTAGE DE TRAFIC																	
TRONÇON : Entr. BR-156/AP - Pont s/le Fleuve Oiaipoque - Entr. RN 2																															
Longueur : 378 m														 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.																	

AUTOROUTE: BR-156/AP		TRONÇON: 01 Fronteira													DATE: 19/04/2002		POSTE: 01		Lieu														
PERIODE	SENS: CALÇOENE - OIAPOQUE														TOTAL	SENS: OIAPOQUE - CALÇOENE														TOTAL	2 SENS		
	AUTO	20	30	20	30	251	252	253	351	352	353	VR	AUTRES	AUTO		20	30	20	30	251	252	253	351	352	353	VR	AUTRES	TOTAL					
00 - 01					2									2				1	1		2						4	6					
01 - 02					1									1				1									1	2					
02 - 03														0				1									1	1					
03 - 04	1													1					1								1	2					
04 - 05	1													1	1			1									2	3					
05 - 06	1													1	1	1											1	2					
06 - 07	2	1			1	2		1						7	2												2	9					
07 - 08	3				2	1								6	3	1			2								6	12					
08 - 09	4				1	5								10	4				3								7	17					
09 - 10	5	1			2	4								12	5												5	17					
10 - 11	6				2	2			1					11	6	1			1								8	19					
11 - 12	5	1			3	3								12	5			2	3			1					11	23					
12 - 13	7				2	4		1						14	4			5	6								13	27					
13 - 14	8													8	7	1											8	16					
14 - 15	6				2									8	5												5	13					
15 - 16	4													4	6												6	10					
16 - 17	3													3	5			3		1							9	12					
17 - 18	6													6	5												5	11					
18 - 19	5													5	6												6	11					
19 - 20	3													3	3												3	6					
20 - 21	2													2	3			3									6	8					
21 - 22														0				1	1								2	2					
22 - 23					1									1	1			1									2	3					
23 - 24	1					2								3				1	2								3	6					
SOMME	73	3	0	18	24	0	2	1	0	0	0	0	0	121	72	3	0	11	27	0	3	1	0	0	0	0	0	117	238				
TOTAL	131	4	0	29	51	0	5	1	0	0	0	0	0	238	DISTRIBUTION DIRECTIONNELLE:					51%	49% DANS LE FLUX TOTAL					V.H.M.:		27					
%	60,9%	2,6%	0,0%	12,2%	21,4%	0,0%	2,1%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%						49%	52% À L'HEURE MAXIMUM					V.H.P.:		11%					
OUVRAGE D'ART : Pont Sur le Fleuve															COMPTAGE DE TRAFIC																		
TRONÇON : Entr. BR-156/AP - Pont site Fleuve Oiaoque - Entr. RN 2																																	
Longueur : 378 m															 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.																		

Année de la Recherche	Taux de Croissance du Trafic (%)			Nombre d'Années Pour l'Estimation	Facteurs de Véhicule - F		Facteur Climatique e Régional FR	Facteur de Piste FP
	Tourisme	En Commu	Change		Méthode	Méthode		
2 001	3,00	3,00	3,00	15	USACE	AASHTO		
VMD en 2001	Composition du Parc (%)			An 1 Pour	7,04	2,25	1,00	0,50
	Tourisme	En Commu	Change	Calcul de "N"	Nombre "N" (accumulé à partir de 2004)		Observations	
225	60,0%	2,2%	37,8%	2 004				
No	Véhicule - Type			Total Véhicules Commerciaux	Méthode	Méthode		
	Tourisme	En Commu	Change		USACE	AASHTO		
2 002	135	5	85	100	1,28E+05	4,11E+04	"N" de projet	
2 003	139	5	86	103	1,32E+05	4,23E+04		
2 004 (1 ^a)	143	5	88	106	1,36E+05	4,36E+04		
2 005 (2 ^a)	147	5	91	109	2,77E+05	8,84E+04		
2 006 (3 ^a)	151	5	94	113	4,21E+05	1,35E+05		
2 007 (4 ^a)	156	5	98	116	5,70E+05	1,82E+05		
2 008 (5 ^a)	161	5	99	119	7,24E+05	2,31E+05		
2 009 (6 ^a)	166	6	103	123	8,82E+05	2,82E+05		
2 010 (7 ^a)	171	6	106	127	1,04E+06	3,34E+05		
2 011 (8 ^a)	176	6	108	130	1,21E+06	3,87E+05		
2 012 (9 ^a)	181	6	111	134	1,38E+06	4,43E+05		
2 013 (10 ^a)	186	6	115	138	1,56E+06	4,99E+05		
2 014 (11 ^a)	192	7	119	143	1,75E+06	5,58E+05		
2 015 (12 ^a)	196	7	122	147	1,93E+06	6,18E+05		
2 016 (13 ^a)	204	7	127	151	2,13E+06	6,80E+05		
2 017 (14 ^a)	210	7	131	156	2,33E+06	7,44E+05		
2 018 (15 ^a)	216	8	135	160	2,53E+06	8,10E+05		
OUVRAGE : Pont Sur le Fleuve Oisopoque					PROJECTION DU "VMD" ET DES VALEURS DE "N"			
TRONÇON : Entr. BR-156/AP - Pont s/ le Fleuve Oisopoque - Entr. RN 2								
EXTENSION : 378 m					 MAJA MELO ENGENHARIA LTDA.			

PLANNING DE CALCUL POUR TRONÇONS GÉNÉRIQUES

AUTOCROUTE ET TRONÇON
BR-156AP

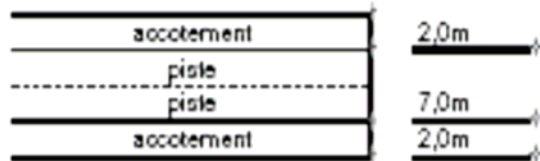
DATE	AN 2004/2018
------	--------------

REDFINE
MAXIMUM

SEGMENT: CALÇONE - CIAPOQUE

Analyst: Mala Melo

I. DONNÉES GÉOMÉTRIQUES



VITESSE DE PROJET: _____ 60 KM/H

WITNESS MY HAND AND SEAL OF OFFICE: _____ EO 12812-1

DÉPASSEMENT INTERDIT:	30%
-----------------------	-----

TRACE (PL, ON, NO):	ENDUE
---------------------	-------

EXTENSION DU TRONÇON:	218,61 km
-----------------------	-----------

II. DONNÉES DE TRAFIC

VOLUME MOYEN QUOTIDIEN (VMD): 361 VÉHICULE/JOUR FACTOR K = VOLUME HORAIRES DE PROJET • 10% DU VMD

VOLUME TOTAL (DEUX SENS):	36	VÉHICULES: 0,95
---------------------------	----	-----------------

VOL DU FLUX = VOLUME / PHF 42 DISTRIBUTION DIRECTIONNELLE 50 / 50%

COMPOSITION DE TRAFIC: 40 NT 0 SRV 1 SR

II. ANALYSE DU NIVEAU DE SERVICE

$$SF_1 = 2800 \times (w/o)_1 \times f_d \times f_{wv} \times F_{wv}$$

$$F_{HV} = \frac{1}{[1 + P_1(E_R - 1) + P_2(E_N - 1) + Q_2(E_S - 1)]}$$

LOS	SF	= 2800	x (v/c)	x f_d	x f_w	x f_{wv}	<u>VOLUME DE FLUX</u> ET VEHICHEURE
			TABLE 8-1	TABLE 8-4	TABLE 8-6		
A	117	2800	0.10	1	.93	.45	
B	228	2800	0.23	1	.93	.38	
C	387	2800	0.39	1	.93	.38	
D	587	2800	0.59	1	.93	.38	
E	945	2800	0.94	1	.94	.38	

LOS	P_T	E_T TABLE 8-6	P_R	E_R TABLE 8-6	P_g	E_g TABLE 8-6	<u>NIVEAU DE SERVICE</u> ____A____
A	40	4	0	3.2	1	3	
B	40	5	0	3.9	1	3.4	
C	40	5	0	3.9	1	3.4	
D	40	5	0	3.3	1	2.9	
E	40	5	0	3.3	1	2.9	

IV. COMMENTAIRES

CAPACITÉ = 945 véhicules/heure

NIVEAU DE SERVICE: A pour l'an 15 = 2018

SOURCE HCM-1999

OUVRAGE : Pont Sur le Fleuve Cispique

TRONCON : Entr. BR-1560P - Pont s/le Fleuve Oiapoque - Entr. RM 2

EXTENSION : 578 m

ANALYSE DE SERVICE



4.2 Études géologiques

L'une des exigences préalables au projet de tout chantier, surtout de cette envergure, est la connaissance de la formation géologique locale, ce qui donne une certaine assurance et engendre des économies lors de l'exécution du projet. L'analyse géologique englobe l'étude des roches, des sols, des minéraux ainsi que la présence d'eau sur ou sous la surface de la croûte.

L'embasement géologique de la région est assez diversifié. On y trouve un large éventail de sédiments allant des sédiments holocéniques, sur le littoral et le long des cours d'eau, jusqu'à des matériaux Archéens, dans les terres. Pour ce qui est de son emplacement, l'autoroute BR-156 se trouve complètement insérée dans la partie nord du Plateau amazonien, où les géologues Carvalho, Faraco et Klein (1995) ont identifié deux unités géotectoniques, appelées *Crosta Antiga* (Ancienne Croûte, littéralement) et *Coberturas de Plataforma* (littéralement, Couvertures de Plate-forme).

La *Crosta Antiga* fait partie du Bouclier guyanais, un craton qui s'est formé par une succession géosynclinale. Cette croûte est profondément érodée et recouverte sur sa bordure Est par des dépôts tertiaires et quaternaires (Radambrasil, 1974).

Elle est constituée en très grande partie par des granulites et des granitoïdes orthogneiss TTG (tonalite-trondhjemite-granodiorite) de degré métamorphique moyen (Archéen) appartenant au Plateau des Guyanes (Issler et al., 1974). Entremêlées à ces roches, l'on trouve des séquences Méta-volcano-sédimentaires du type *ceinture de roches vertes (greenstone belt)*, du Paléoproterozoïque, représentées par des gneiss, des amphibolites ; l'on y trouve aussi des sédiments clastochimiques du groupe Serra Lombarda ainsi que des méta-ignées ultramafiques-mafiques et, enfin, des métasédiments de la Suite Métamorphique *Vila Nova* (João et al. 1978).

Les *Coberturas de Plataforma*, quant à elles, se sont formées à la suite de l'effondrement partiel du Bouclier des Guyanes et du Bouclier brésilien et on y trouve également une certaine présence de roches andines. Concernant la formation de ces Coberturas, CADAM (1997) défendent l'hypothèse suivante : "à la fin du Jurassique, la Réactivation Tectonique "Wealdeniana" (Reativação Wealdeniana, en portugais) a provoqué le rehaussement de l'Arc de *Gurupa* (entre *Monte Alegre* et l'île de *Marajó*), ce qui a contribué à la création d'un bassin où se sont déposés des matériaux qui ont fini par constituer la Formation *Alter do Chão*, lors du Crétacé. De nouveaux mouvements tectoniques en concomitance avec l'effet d'intempérisme sur les roches des Boucliers guyanais et Brésilien, suivis d'une érosion et d'une déformation, ont donné naissance à la Formation *Barreiras*, pendant l'ère Tertiaire". Ces *Coberturas* se trouvent entre le littoral et le Bouclier guyanais.

La Formation *Alter do Chão* est constituée par des arénites à grain fin, des siltites et des argilites kaoliniques, avec des lentilles de roches conglomérées et des arénites à grain grossier, de teintes rouges, jaunes et blanches. Mais cette formation est très peu représentative de la région de cette étude.

La Formation *Barreiras*, quant à elle, se trouve en Amazonie et tout le long du littoral du nord-est du Brésil, s'étendant jusqu'à l'État de Rio de Janeiro. Son nom provient des falaises (barreiras = barrières) présentes le long de la côte et on y trouve une exceptionnelle variété de types lithologiques qui vont de l'argilite aux roches conglomérées. La région étudiée, elle, contient plutôt des argilites et des siltites intercalées d'arénites dont le grain varie de grossier à aggloméré.

La datation de cette formation géologique ne peut pas être précise du fait de l'absence de fossiles mais il est admis qu'elle date du Tertiaire car on y trouve le Calcaire Fossilifère de la région de Piribas (État du Pará), qui date du Miocène Inférieur.

La zone côtière de la région étudiée consiste en une vaste plaine côtière émergente dont la structure géologique est composée soit par des formations géologiques du Précambrien, soit par des formations géologiques du Tertiaire.

Ces zones sont recouvertes de sédiments alluvionnaires du Quaternaire à la granulométrie variée : graviers, sables, limons et argiles.

La diversité géologique de la région d'influence agit de façon décisive sur la formation du relief, sur les attributs et la distribution des sols. L'emplacement des zones d'emprunts est aussi intimement lié à la géologie locale. Les lithologies du Bouclier guyanais, par exemple, fournissent les matériaux pour le concassage ; la Formation *Barreiras*, quant à elle, est constituée de latérites, trouvées près des arénites ferrugineuses, qui sont utilisées comme gravier. Enfin, les Alluviaux Quaternaires constituent une source de sable de différentes granulométries.

La géologie régionale est composée : de gneiss, de gneiss tonalitiques, d'amphibolites et de migmatites de l'embasement cristallin ; de sols granulitiques ; de granits ; de séquences vulcano-sédimentaires et de séquence Phanérozoïque.

La géologie locale de la zone étudiée est constituée de roches volcaniques basaltiques ainsi que de roches granodioritiques à dioritiques. La roche qui prédomine dans toute la région qui nous intéresse est la granodiorite millimétrique de couleur grise clair. La qualité de cette roche varie entre peu altérée à saine avec quelques tronçons de roche très altérée, elle varie aussi entre peu fragmentée et occasionnellement fragmentée avec des cisaillements par endroits.

Les sols issus de processus intempériques "in situ" (régolite) sur les roches de la région peuvent atteindre une épaisseur allant jusqu'à 26,00 m (trou de sondage avec une sonde SM-14) et leur composition est principalement argileuse.

Enfin, la présence de régolite entourant les roches de cette région s'explique par le climat plus humide et pluvieux, qui favorise l'intempérisme chimique de la roche, entraînant sa décomposition et la formation d'une couche intempérique pouvant atteindre plus de 26 m d'épaisseur. Cette couche éluviale est principalement constituée d'argiles.

Ces argiles possèdent une bonne porosité, une faible perméabilité et une consistance variant entre moyenne et dure.

Une inspection sommaire a été réalisée sur les rives escarpées du Fleuve, en voici les constatations :

Rive gauche (Guyane française) :

Plage de sable et affleurement de roches et blocs de roches plutoniques (granodiorite et probablement du granit). L'on a décelé la présence d'un talus alluvionnaire constitué d'argiles et de vases fluviales, avec d'innombrables galets. L'on distingue aussi des blocs rocheux et latéristiques, issus de l'effondrement de la butte.

Rive droite (Brésil) :

Présence des mêmes roches plutoniques que celles retrouvées sur la rive gauche. Ces roches, situées près de la butte, ont souffert peu d'altérations et forment de grands blocs arrondis par l'érosion. Les glissements de matériaux issus de la butte donnent naissance à un sol épais couvert de végétation.

4.3 Études hydrologiques

4.3.1 Introduction

Ce rapport regroupe les informations et présente les résultats d'une étude hydrologique du bassin du fleuve Oyapock pour compléter les données relatives à la construction du pont sur ce fleuve, pont qui sera la continuation de l'autoroute BR 156 et qui reliera l'État de l'*Amapá* au Brésil à la Guyane française, à partir de la Pointe Morne.

Voici les thèmes traités :

- *emplacement et caractéristiques morphologiques du bassin du fleuve Oyapock en amont du lieu de construction du pont ;*
- *caractéristiques du régime hydroclimatologique du bassin du fleuve Oyapock ;*
- *régime pluviométrique : quantité de pluies mensuelles et quantité de pluies annuelles du bassin du fleuve Oyapock ;*
- *régime de débits mensuels et annuels du fleuve Oyapock dans la portion du fleuve où sera construit le pont de l'autoroute BR 156 ;*
- *quantité maximale de pluies journalières, pour une grande période de retour, dans le bassin du fleuve Oyapock ;*
- *crues maximums instantanées, pour une grande période de retour, du fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156 ;*
- *courbe cote x débit du fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156 ;*
- *estimation de la concentration moyenne annuelle de sédiments en suspension du fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156.*

4.3.2 Caractéristiques hydrographiques et morphologiques du bassin du fleuve Oyapock

- Hydrographie
- Principaux affluents :
 - Rive gauche (du côté de la Guyane française)
 - Rivière Camopi
 - Rivière Yaloupi
 - Crique Noussin

- Rive droite (du côté du Brésil)
 - Rivière Marupi
 - Rivière Anotaïé
 - Rivière Tangaréú
- Emplacement géographique de l'axe du pont :
- Rive droite - Brésil
 - Latitude : + 03° 52' 11"
 - Longitude : - 51° 48' 57"
- Rive gauche - Guyane française
 - Latitude : + 03° 52' 23"
 - Longitude : - 51° 48' 59"
- Distance approximative entre la portion du fleuve où sera construit le pont et l'embouchure du fleuve Oyapock : 47 km
- Cote du fond du fleuve à l'endroit où sera construit le pont : - 22m
- Largeur du fleuve en cote "zéro" à l'endroit où sera construit le pont : 270 m
- Caractéristiques géométriques du bassin hydrographique :
 - Aire de drainage en amont du lieu de construction du pont : 24.527 km²
 - Ligne de fond passant par le fleuve Oyapock en amont du lieu de construction du fleuve : 314 km
 - Différence de niveau pour l'étude des crues dans le bassin : [300 – 50] = 250 m

La figure 1 ci-dessous délimite le contour de l'aire de drainage du fleuve Oyapock en amont du pont de l'autoroute BR 156 et le réseau hydrographique du bassin.

Les figures 2 et 3 montrent des images du fleuve Oyapock tirées de Google Earth.

Les figures 4, 5, 6 et 7 montrent des photos de la région et des rives du fleuve Oyapock où se trouveront les culées du pont.

La figure 8 présente le profil de la coupe transversale du fleuve Oyapock à l'emplacement de la construction du pont de l'autoroute BR 156.

Carte

Fig. 1 - Contour du bassin et réseau hydrographique du fleuve Oyapock en amont du pont de l'autoroute BR 156 – Carte visualisé à travers le logiciel GPS Track Maker PRO

Voir les cartes, photos et croquis en pages 26 à 30 du document en brésilien

4.3.3 Caractéristiques du régime hydroclimatologique du bassin du fleuve Oyapock

Les caractéristiques hydroclimatologiques du bassin du fleuve Oyapock ont été définies à partir d'informations obtenues par des études françaises effectuées par le "CETE Normandie Centre - Division Environnement Infrastructures et Ouvrages d'Art" ; à partir d'information de l'IBGE⁷/Brésil et de l'Agence Nationale des Eaux/Brésil (ANA, pour le sigle en portugais) ; et du rapport intitulé "Pratiques Hydrologiques" de l'ingénieur Jaime TABORGA.

Ci-après le résumé des principaux paramètres hydroclimatologiques utilisés pour déterminer la série de débits mensuels du fleuve Oyapock et les débits maximums de crues à l'endroit de construction du pont.

- Caractéristiques hydroclimatologiques du bassin hydrographique :
 - Température moyenne annuelle du bassin : 26 °C
 - Précipitation pluviométrique moyenne annuelle : 3000 mm
 - Évapotranspiration moyenne annuelle : 1600 mm
 - Climat de type Amw' (classification Köppen-Geiger) - Tropical avec pluies de type mousson
 - Rendement hydrologique moyen annuel du bassin : 46 %
 - Coefficient de ruissellement (CN - *Curve Number*, méthode SCS⁸) moyen du bassin en condition II : 63
 - Type d'Isozone⁹ selon la méthode de l'ingénieur TABORGA : E

La figure 9, ci-après, présente la région étudiée pour le projet du pont de l'autoroute BR-156 vue dans l'étude française citée plus haut.

Les figures 10, 11, 12, 13 et 14 illustrent, sur la base de données de l'IBGE, le comportement annuel des isohyètes au Brésil et, en particulier, dans l'État de l'*Amapá* et, par extrapolation, dans le territoire de la Guyane française.

Les figures montrent que le bassin du fleuve Oyapock, en amont du lieu de construction du pont de l'autoroute BR-156, se caractérise par une isohyète moyenne annuelle de l'ordre de 3000 mm/an. L'on a remarqué aussi que les isohyètes augmentent sensiblement d'Ouest en Est et qu'elles peuvent atteindre environ 4000 mm/an sur le littoral de l'*Amapá*.

Le régime des vents responsable par la formation des précipitations sur la région est illustré dans les figures 15 et 16 où sont indiquées les directions des vents prédominants et de la CIT - Convergence Inter-Tropicale lors de la saison des pluies, pendant le "petit été" de mars et lors de la saison sèche.

À partir des indications des figures 17, 18, 19, 20, 21 et 22 il en ressort que :

- *les précipitations moyennes mensuelles et les précipitations maximales journalières dans le bassin du fleuve Oyapock sont relativement synchronisées : les précipitations maximales sont enregistrées en mai et les minimales en octobre. En mars, il y a ce qu'on appelle le "petit été" ;*

⁷ NdT : IBGE – Institut Brésilien de Géographie et Statistique

⁸ NdT : SCS = Soil Conservation Service

⁹ "Práticas Hidrológicas" (Pratiques Hydrologiques) – Jaime Torrico TABORGA

- *l'humidité relative moyenne mensuelle atteint un maximum de 85% le mois de mai et un minimum de 74% en octobre, ce qui coïncide avec le taux maximum d'insolation en octobre/novembre.*

Voir les cartes, croquis en graphiques en pages 32 à 37 du document en brésilien

4.3.4 Évapotranspiration potentielle selon le modèle de Penman-Monteith pour le bassin du fleuve Oyapock

À partir des données climatologiques moyennes mensuelles déjà établies, l'on a procédé au calcul de l'évapotranspiration potentielle selon le modèle de Penman-Monteith, en suivant la méthode de la FAO (*Food and Agriculture Organisation*) consultable librement sur Internet sur le site de cette organisation des Nations Unies.

Étant donné l'absence d'informations quantitatives fiables sur la vitesse moyenne mensuelle du vent dans le bassin, la valeur constante de 216 km/jour a été adoptée pour cette variable.

Le tableau 1 et la figure 23 présentent les données initiales et les résultats des calculs de l'évapotranspiration potentielle selon le modèle de Penman-Monteith pour le bassin du fleuve Oyapock. Ces chiffres seront utilisés ultérieurement lorsque l'on établira la série de débits mensuels du fleuve à l'endroit de construction du pont.

Voir tableaux en pages 38 du document en brésilien

4.3.5 Pluies mensuelles de référence dans le bassin du fleuve Oyapock en amont du lieu de construction du pont de l'autoroute BR-156

Les données recueillies depuis la station de CALÇOENE (08250002), dirigée par l'Agence Nationale des Eaux (ANA pour le sigle en portugais), ont servi de référence pour connaître la variation du régime mensuel de pluies dans le bassin du fleuve Oyapock.

La série de pluies mensuelles enregistrées par cette station, entre 1975 et 2005, a été ajustée linéairement par la relation entre la précipitation moyenne annuelle à Calçoene (4178 mm) et la précipitation moyenne annuelle établie pour le bassin du fleuve Oyapock (3000 mm), ce qui a abouti à une série de précipitations mensuelles de référence pour le bassin du fleuve Oyapock.

Le tableau 2, ci-après, fournit les chiffres établis pour les précipitations mensuelles dans le bassin du fleuve Oyapock de 1975 à 2005.

Ces chiffres ne sont pas représentatifs des précipitations réelles, qui sont vraiment tombées, sur le bassin du fleuve Oyapock pendant les mois et les années désignés mais indiquent les statistiques caractéristiques de la série de précipitations mensuelles et permettent d'obtenir une valeur approximative du régime annuel de précipitations dans le bassin pour la période 1975-2005.

L'on a pu observer qu'entre 1991 et 1993 les précipitations annuelles ont été exceptionnellement faibles pour la région (environ 1000 mm pour 1993) alors qu'entre 1990 et 1999, les plus grandes précipitations annuelles pour la région ont été enregistrées (plus 4900 mm en 1999).

Les chiffres moyens mensuels de la série de précipitations établie pour le bassin du fleuve Oyapock sont légèrement inférieurs aux chiffres ponctuels, déjà cités, enregistrés par la station de Saint Georges de l'Oyapock¹⁰ et notés dans l'étude française de la climatologie du bassin.

Les figures 24 et 25 montrent les caractéristiques moyennes mensuelles des précipitations dans le bassin du fleuve Oyapock et la variabilité des pluies totales annuelles.

¹⁰

La station de Saint Georges de l'Oyapock se trouve très à l'Est du centre du bassin de l'Oyapock

LÉGENDE DO TABELAU 2			
Chuvvas mensais estabelecidas para a bacia do Rio Oiapoque Ref.: 3000 mm/ano (mm/mês)		Pluies mensuelles établies pour le bassin du fleuve Oyapock Réf. : 3000 mm/an (mm/mois)	
Ano	An	Anual	Annuel
Média	Moyenne	Desvio	Déviacion
Assim	Ainsi	Mediana	Moyenne

4.3.6 Modèle pluie x débit mensuel pour la conversion de pluies en débits dans le bassin du fleuve Oyapock à l'endroit de construction du pont de l'autoroute BR 156

Pour établir une série de référence de débits mensuels du fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156, l'on a employé un modèle conceptuel pluie x débit basé sur la structure du bien connu modèle SMAP¹¹ (Université de São Carlos/DAEE - São Paulo), avec certaines modifications dans sa formalisation et son opérationnalisation.

Le modèle utilisé dans cette étude s'appelle RAINFLOW Itératif Mensuel et se distingue du SMAP de par l'utilisation de l'équation de l'écoulement superficiel de *US Soil Conservation Service*, à la place de l'équation originale du SMAP ; de par l'utilisation du paramètre de capacité de champ et de par l'opérationnalisation itérative mois par mois.

Sans données réelles de pluies et de débits mensuels enregistrés permettant de calibrer le modèle RAINFLOW, l'on a adopté les paramètres typiques obtenus lors d'études avec ce modèle dans des régions au climat chaud et humide, cherchant toujours à atteindre un chiffre de rendement hydrologique moyen annuel compatible avec les indications des autres études et à appliquer les formules empiriques aux données de la région.

Le tableau 3, ci-après, fournit les paramètres de base adoptés comme donnée initiale du modèle et un résumé des résultats obtenus.

Pour une pluie moyenne annuelle de 3000 mm sur une aire de drainage de 24 527 km² l'on a obtenu un débit moyen de 1080 m³/s, avec un rendement moyen annuel de 46%.

Le débit moyen de base est de 427 m³/s.

Ce qui fait une donnée initiale réelle d'environ 3 mm/jour de pluie dans le bassin.

¹¹ NdT : SMAP = *Soil Moisture Accounting Procedure*

4.3.7 Série de débits mensuels de référence du fleuve Oyapock à l'endroit de la construction du pont de l'autoroute BR 156

Le tableau 4, ci-après, fournit les chiffres des débits mensuels de référence du fleuve Oyapock à l'endroit de construction du pont de l'autoroute BR 156.

Il présente également un résumé statistique des principaux paramètres et informations du fleuve comme les courbes de permanence de débits mensuels pour tous les mois de l'année.

Les plus bas débits moyens annuels ont été enregistrés en novembre et les plus élevés en mai. Selon les calculs, il y a 25% de probabilité que le débit mensuel de mai dépasse les 2887 m³/s et aussi 25% de probabilité que le débit mensuel d'octobre dépasse les 505 m³/s.

Le débit moyen du fleuve Oyapock pour le tronçon en question est de 1080 m³/s.

Quel que soit le mois, il y a 25% de probabilité que le débit mensuel de 1471 m³/s soit dépassé.

Les figures 26, 27 et 28 présentent le régime moyen mensuel de débits, le régime annuel pour la période allant de 1975 à 2005 et les courbes de permanence de débits mensuels pour les mois de mai, novembre et "n'importe quel mois".

Voir tableaux et graphiques en page 44 et 45 du document en brésilien

La figure 29, ci-après, présente les résultats d'une étude généralisée de l'Agence Nationale des Eaux concernant les débits moyens et les évaporations réelles dans différents bassins hydrographiques du Brésil.

Si l'on procède par extrapolation, l'on obtient une courbe de précipitations de 3000 mm/an ce qui aboutit à un débit de l'ordre de 1400 m³/an, c'est-à-dire, un rendement moyen hydrologique de l'ordre de 46%, pourcentage qui, lui, reste proche de celui obtenu lors de l'ajustement de la série de débits mensuels du fleuve Oyapock avec le modèle pluie x débit mensuel RAINFLOW Itératif.

Pour ce qui est de l'évaporation, l'on aboutit à une valeur de l'ordre de 1600 mm/an, valeur qui est finalement très proche de celle obtenue précédemment lors des calculs de l'évapotranspiration potentielle selon le modèle de Penman-Monteith pour le bassin du fleuve Oyapock.

Voir figure 29 en page 46 du document en brésilien

4.3.8 Étude des pluies maximales exceptionnelles dans le bassin du fleuve Oyapock

Dans le but de recueillir des informations concernant les précipitations exceptionnelles maximales journalières attendues dans le bassin du fleuve Oyapock, deux approches ont été utilisées :

- ajustement d'une distribution log-Pearson type III aux données de pluies maximales journalières annuelles enregistrées par la station de CALÇOENE, ajustées par une transformation logarithmique afin de réduire les chiffres proportionnellement aux totaux moyens annuels de précipitation à Calçoene et dans le bassin du fleuve Oyapock ;

- utilisation d'un modèle de régionalisation de précipitations maximales journalières qui se base sur des informations de précipitation maximale moyenne journalière, de précipitation moyenne annuelle et de localisation géographique du point de référence dans le bassin.

Les données initiales et les résultats obtenus avec les deux approches sont explicités dans les points suivants.

4.3.8.1 Application de la distribution de probabilité Log-Pearson III aux données concernant les pluies maximales journalières enregistrées dans le bassin du fleuve Oyapock

L'utilisation de la distribution de probabilités Log-Pearson III est recommandée aux États-Unis comme le confirme la publication "*Guidelines for Determining Flood Flow Frequency*" – Interagency Advisory Committee on Water Data – US Geological Survey – 1982.

Cette publication décrit toute la méthodologie de travail à suivre, les paramètres de facteurs de fréquence et un fluxogramme d'application des différentes étapes de calcul. On y trouve également comment traiter des chiffres exceptionnellement élevés ou bas lors de l'échantillonnage et à faire des ajustements lors d'asymétries régionales.

Par transformation logarithmique un échantillon de données concernant les pluies maximales journalières dans le bassin du fleuve Oyapock pour la période 1975-2005 a été déduit. Cet échantillon a été traité selon la démarche préconisée par le "*Guidelines for Determining Flood Flow Frequency*" et donna les résultats présentés dans le tableau 5, ci-après.

Les résultats indiquent que la précipitation maximale journalière attendue, en moyenne, une fois tous les 100 ans, est de 219 mm/jour. De par les variations de l'échantillon de données, la probabilité que cette précipitation soit inférieure à 190 mm/jour est de 5% mais il y a 95% de probabilité qu'elle soit inférieure à 272 mm/jour (limites de fiabilité de 5% et de 95%).

La précipitation maximale journalière attendue pour un intervalle de récurrence de 1000 ans est de 308 mm/jour.

Voir tableau en page 48 du document en brésilien

4.3.8.2 Utilisation d'un modèle de régionalisation des précipitations maximales journalières dans le bassin du fleuve Oyapock

En se basant sur des valeurs de référence telles que la pluie moyenne maximale journalière de 100 mm/jour ; la pluie moyenne annuelle de 3000 mm/an ; l'altitude de référence de 200 m ; et sur le point central du bassin dont les coordonnées sont les suivantes, + 3°00' en latitude et - 52°30' en longitude, l'on a obtenu des résultats concernant les précipitations maximales journalières de différents intervalles de récurrence dans le bassin du fleuve Oyapock. Ces résultats sont reportés dans le tableau 6.

Dans la figure 30, une courbe d'évolution des précipitations maximales attendues pour les différentes récurrences est présentée.

Selon cette approche, la précipitation maximale attendue pour un intervalle de récurrence de 100 ans est de 224 mm/jour et pour un intervalle de récurrence de 1000 ans de 304 mm/jour.

Ces résultats sont sensiblement proches à ceux obtenus dans l'approche du point 7.1 (distribution log-Pearson III) et ont été adoptés dans les étapes suivantes de l'étude pour le calcul des débits de crues exceptionnelles du fleuve Oyapock.

La conversion des précipitations maximales journalières en précipitations maximales pour une période quelconque de 24 heures consécutives a été réalisée de manière plus simple en ajoutant 10% à la valeur des précipitations maximales journalières calculées ultérieurement.

Le tableau 7 regroupe les résultats adoptés pour les précipitations maximales en 24 heures dans le bassin du fleuve Oyapock.

Voir les tableaux en pages 49 et 50 du document en brésilien

4.3.9 Calcul de débits de crues exceptionnelles du fleuve Oyapock

Les crues maximales exceptionnelles du fleuve Oyapock, à l'endroit de construction du pont de l'autoroute BR 156, ont été étudiées grâce à deux démarches :

- la méthode de l'ingénieur TABORGA/SCS;
- la formule empirique de POSSENTI.

Finalement, l'on a adopté une pondération entre les résultats obtenus avec les deux démarches, avec un poids de 1/3 pour les chiffres générés par la formule de Possenti et de 2/3 pour les chiffres obtenus avec la méthode TABORGA/SCS.

4.3.9.1 Calcul de débits de crues exceptionnelles du fleuve Oyapock avec la méthode de TABORGA/SCS

Les crues maximales exceptionnelles du fleuve Oyapock, à l'endroit de construction du pont de l'autoroute BR 156, ont été déterminées par l'utilisation de l'approche de TABORGA pour la désagrégation de la pluie d'une période de 24 heures en petits intervalles de temps et par l'utilisation de l'hydrogramme unitaire synthétique de Snyder et des courbes d'écoulement du SCS - *Soil Conservation Service* pour le calcul effectif des hydrogrammes de crues.

Lors de la première étape de l'étude l'on a déduit une valeur pour le paramètre CN (*curve number*) de la méthode du SCS en se basant sur les hypothèses concernant les sols et la couverture végétale du bassin indiquées dans le tableau 8.

Voir tableaux en pages 51 du document original

4.3.9.2 Calcul de débits de crues exceptionnelles du fleuve Oyapock avec la formule de POSSENTI

La formule empirique de Possenti a été développée en Italie et est appliquée pour des bassins de différentes tailles et pour différentes configurations de pourcentage de zone de montagne.

Les résultats de cette formule sont assez discutables notamment pour ce qui est de l'arbitrage des valeurs du pourcentage de zone de montagne et de la classification du bassin comme grand ou petit. Même ainsi, ses calculs sont simples et ont été programmés sur un ordinateur afin d'obtenir une valeur de référence pour les crues maximales, ce qui a fourni une information supplémentaire à analyser pour un paramètre difficile à déterminer car entouré d'incertitudes.

Le tableau 10, ci-après, contient les valeurs pour les crues exceptionnelles du bassin du fleuve Oyapock. Il est admis que ce bassin peut être considéré comme "grand" et qu'il détient un pourcentage assez faible de zone de montagne (5%).

4.3.9.3 Débits de crues exceptionnelles du fleuve Oyapock à l'endroit de construction du pont de l'autoroute BR 156

Voir tableaux en pages 52 et 53 du document original en brésilien

La figure 31 résume les valeurs des crues maximales du fleuve Oyapock obtenues par la méthode TABORGA/SCS, par la formule empirique de POSSENTI et par une pondération entre ces deux approches directes (1/3 POSSENTI + 2/3 TABORGA/SCS).

La figure 31 et le tableau 11 présentent les résultats adoptés dans cette étude pour les valeurs des crues maximales de différentes périodes de retour du fleuve Oyapock où sera construit le pont de l'autoroute BR 156.

Pour un intervalle de récurrence de 100 ans l'on prévoit un débit de pointe maximum de 5869 m³/s ; pour un intervalle de récurrence de 1000 ans l'on prévoit un débit de pointe de 9299 m³/s.

4.3.10 Courbe cote x débit du fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156

Pour établir une courbe cote x débit pour le fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156, l'on est parti des considérations sur les caractéristiques hydrauliques d'écoulement pour ce tronçon et l'on y a appliqué la formule de Manning.

En premier lieu, l'on a procédé à une étude du profil de la coupe transversale du fleuve pour le tronçon en question afin de déterminer les points de profondeur maximale en fonction de la largeur de la portion. Ce relevé a été effectué tous les mètres.

Une fonction de type "*cubic spline*" a été appliquée aux données recueillies, en prenant en compte tous les points du relevé effectué puis, grâce à l'ordinateur, l'on a procédé à une intégration de ces données afin d'obtenir une courbe précise de la profondeur maximale en fonction de la surface mouillée par rayon hydraulique (profondeur maximale x surface mouillée x rayon hydraulique).

À partir de ces considérations, c'est-à-dire la distance par rapport à l'embouchure, la cote moyenne du fleuve pour le tronçon en question et les caractéristiques d'écoulement, l'on a pu déduire les valeurs de

la déclivité moyenne pour cette portion (24 cm/km) et le coefficient de rugosité de Manning (0,037), des paramètres considérés comme constants sur toute la plage de variation des cotes.

En général, le coefficient de Manning pour les grands fleuves tend à diminuer depuis les cotes les plus basses jusqu'aux cotes les plus élevées, atteignant une valeur relativement constante pour des cotes proches de la cote du débit moyen du fleuve et tend à remonter lorsque les cotes dépassent cette cote du débit moyen.

Étant donné que l'on ne dispose pas de mesures de débits pour cette portion étudiée, l'on n'a pas fait varier le coefficient de Manning en fonction de la cote du niveau d'eau du fleuve pour ne pas introduire plus d'incertitudes dans les calculs.

En ce qui concerne la déclivité moyenne adoptée, la valeur moyenne de 24 cm/km engendre une perte de charge de 11,3 m depuis l'endroit de la coupe jusqu'à l'embouchure du fleuve. Cette valeur est compatible avec l'ordre de grandeur attendue de la diminution du niveau d'eau de l'endroit de la coupe jusqu'à la mer.

Ci-après, le tableau 12 regroupe les éléments de l'étude de la courbe cote x débit.

Les figures 32, 33, 34 et 35 illustrent le comportement des variables impliquées dans l'étude du rapport cote x débit pour le fleuve Oyapock à l'endroit où sera construit le pont de l'autoroute BR 156.

Le tableau 13 présente en détail le rapport cote x profondeur maximale de débit, tous les 10 cm, pour le fleuve Oyapock à l'endroit où sera construit le pont de l'autoroute BR 156.

Cette étude indique que, pour une crue d'intervalle de récurrence de 100 ans, l'espace entre l'eau et le tablier du pont serait de 16 m. Pour une crue d'intervalle de récurrence de 1000 ans cet espace serait de plus de 12 m.

Voir tableaux et graphiques en pages 55 à 58 du document en brésilien

4.3.10 Estimation de charge annuelle de sédiments en suspension du fleuve Oyapock dans la portion où sera construit le pont de l'autoroute BR 156

Sans qu'aucune mesure n'ait été faite sur le terrain et sans information additionnelle de support, cette estimation de charge de sédiments en suspension est totalement empirique et sujette à de grandes erreurs.

Cependant, elle peut servir de référence pour un ordre de grandeur de charge annuelle moyenne de sédiment du fleuve Oyapock.

Deux méthodologies ont été utilisées pour ces calculs. Les résultats sont assez différents mais ils indiquent un ordre de grandeur variable, entre 1 et 3 millions de tonnes de sédiments en suspension par an.

Méthode de Langbein & Schumm¹²

Précipitation moyenne annuelle = 3000 mm

¹²

Hydrology for Engineers, Linsley & Kohler & Paulhus – Sediment Yield of a Watershed

Aire de drainage = 24.527 km²
Charge = 2,5 millions de tonnes/an

Méthode de Fleming¹

$$Q_s = a * Q^n$$

Débit moyen annuel [Q] = 1100 m³/s

a = 3000 [forêt]

n = 0.85 [forêt]

Charge = 1.1 millions de tonnes/an

4.4 Études topographiques

Les Études Topographiques ont été développées sur la base des recommandations du Terme de Référence de l'Avis de Marché et en conformité avec les dispositions prévues dans les Instructions de Service IS-204 (Études Topographiques pour Avant-Projets Sommaires d'Ingénierie) du Manuel des Directives de Base pour l'Élaboration d'Études et de Projets Routiers : Périmètre de Base/Instruction de Service du Département National d'Infrastructure des Transports (DNIT).

Dans les portions indiquées dans le tableau ci-dessous, les études topographiques suivantes ont été réalisées :

Emplacement de l'axe de projet ;

Nivellement et "contre nivellement" (contrôle d'un travail de nivellement qui consiste à répéter l'opération dans le sens inverse) de l'axe d'emplacement ;

Étude des coupes transversales ;

Marquages des points importants ;

4.4.1 Emplacement et marquage de l'axe de l'autoroute existante

Lors du transfert des coordonnées pour le géoréférencement de l'axe d'emplacement, deux points de référence géodésiques nommés SAT-1 et SAT-2 ont été utilisés. La Méthode Différentielle Statique a été utilisée pour le relevé géodésique de ces deux points de référence. Un GPS double-fréquence (L1/L2) de la marque Thales Navegation Z-MAX a été utilisé ainsi qu'un GPS d'une seule fréquence (L1) de la marque Promark2 (ASHTECH), en prévision déjà d'un relevé statique. Le géoréférencement commença dans les stations du Réseau Brésilien de Contrôle Continu du Système GPS (RBMC pour le sigle en portugais) de l'IBGE, notamment la station BELÉM. Ces mesures ont été utilisées comme station de référence pour le transfert des coordonnées vers les bornes de marquage de l'emplacement.



Vista geral do marco de apoio geodésico SAT-1



Detalhe do marco de apoio geodésico SAT-1



Vista geral do marco de apoio geodésico SAT-2



Detalhe do marco de apoio geodésico SAT-2

Du côté brésilien l'on a marqué l'emplacement de l'axe à partir de l'implantation de ses points importants (PI (point d'intersection), PC (point de départ de la courbe), PT (point de tangence), point de départ TS (tangente à spirale), point de raccordement SC (Spirale à courbe), point de raccordement CS (courbe à spirale), point de tangence ST (spirale à tangente), accidents topographiques, berge du fleuve, tangentes longues, etc.) et par des coordonnées polaires, dûment matérialisés sur place. Du côté français, les accidents topographiques et la berge du fleuve Oyapock ont été relevés.

Tout au long du tronçon étudié, ont été implantés des bornes de marquage situées en dehors de l'axe de l'autoroute déjà présente, du côté brésilien, et sur un gisement de sol latéritique, du côté français.

L'axe a été piqueté tous les 20 mètres, le long desquels ont été implantés des piquets, faits en bois de bonne qualité, d'environ 60 cm de longueur, munis d'encoches où ont été écrits, à la peinture à l'huile, de haut en bas, le numéro correspondant. Ces piquets ont été placés toujours à gauche du marquage, par ordre croissant de numérotation, avec le numéro tourné vers la borne de marquage.

La détermination de l'axe s'est faite en deux phases distinctes, à savoir :

- Implantation des tangentes ;
- Implantation des courbes.

Suite à une vérification des constantes afin de corriger ou ajuster les distances observées, les mesures de distances horizontales ont été effectuées avec des mires en acier et des prismes électroniques pour la localisation des bornes de marquage de la ligne d'emplacement. De plus, un processus stadimétrique a été utilisé pour évaluer les distances entre les PI (points d'intersections) afin de vérifier les mesures effectuées.

4.4.2 Nivellement et "contre nivellement" (contrôle d'un travail de nivellement qui consiste à répéter l'opération dans le sens inverse) de l'axe d'emplacement

L'on a procédé au nivellement et au "contre nivellement" géométrique de toutes les bornes de marquage de l'axe d'emplacement, disposées tous les 500 mètres le long de l'axe défini. Cela s'est fait sur la base d'une cote obtenue grâce au Réseau de Référence de Niveau (RRN) du projet géométrique préexistant de l'autoroute BR-156 Tronçon 4, ce qui a permis de procéder à un contrôle altimétrique.

Les stations géodésiques sont en béton avec une sphère métallique au sommet.

La marge d'erreur maximale de nivellement acceptée était de 2 cm par kilomètre et la différence cumulée maximale a été établie comme étant inférieure ou égale à celle obtenue avec la formule suivante :

$$e = 12,5 \sqrt{n} , \text{ en sachant que :}$$

“n” en kilomètres et
“e” en millimètres.

En concomitance avec le nivellement de l'axe, l'on a établi la cote du miroir de l'eau et la cote maximale de crue du fleuve Oyapock dans la projection d'axe du projet du pont.

4.4.3 Étude des coupes transversales

Sur le lit du fleuve, toutes les coupes transversales de toutes les bornes de marquage de l'axe ont été relevées à l'aide d'un niveau automatique de précision préconisé dans les Normes du DNIT. Les informations qui se rapportent à la conformité topographique du lit du fleuve et des rives sont issues des données bathymétriques présentées dans le projet français.

Les coupes transversales ont été relevées de façon à couvrir transversalement et de manière représentative, les accidents topographiques. Les informations qui se rapportent au relevé des coupes transversales ont été enregistrées dans un ordinateur, stockées dans un fichier numérique et traitées par un logiciel de topographie. Les indicateurs existants dans la zone de relevé des coupes sont passés par le même processus, le tout afin d'aider dans le diagnostic des solutions qui seront adoptées pour ce qui se réfère aux accès du pont.

4.4.4 Représentation du modèle numérique du terrain

À l'aide de systèmes informatique de traitement de données topographiques, le modèle numérique du terrain (MDT pour le sigle en portugais) a été obtenu par modélisation mathématique, par interpolation et par triangulation des points cotés mesurés lors du relevé des coupes transversales.

4.5 Études géotechniques

Lors des études géotechniques de départ, 06 trous de forage à percussion et de forage rotatif sur les berges et le long de l'axe du pont ont été réalisés, conformément au tableau ci-dessous :

Pour les Forages et les Tests Géotechniques cités ci-dessus, deux méthodologies en vigueur au sein de l'ABNT/ABGE ont été adoptées. Elles sont présentées succinctement ci-après.

4.5.1 Forage à percussion

4.5.1.1 Perforation

Étant donné que les forages exécutés se trouvaient dans la partie inondée, l'avancement du forage en profondeur s'est fait par un processus de "Lavage", c'est-à-dire avec une circulation d'eau.

4.5.1.2 Essai de pénétration

À partir de la surface, pour chaque mètre perforé un essai de pénétration a été effectué selon la méthode STANDARD PENETRATION TEST (SPT). L'on a obtenu alors l'indice de pénétration "N" - nombre de coups, nécessaires, d'un mouton de battage pesant 65 Kg en chute libre de 75 cm, pour enfoncer les 30 derniers centimètres d'un tube de prélèvement d'échantillons d'un diamètre interne et externe de 1 3/8" et 2", respectivement.

4.5.1.3 Prélèvement d'échantillons

Le carottier RAYMAND (SPT) a été utilisé pour le prélèvement des échantillons.

4.5.2 Forages mixtes exécutés en terrain sec

4.5.2.1 Perforation (Tronçon au sol)

Les forages ont débuté par un avancement en profondeur à l'aide d'une tarière de 102 mm de diamètre.

Lorsque le niveau d'eau a été atteint ou lorsque la paroi du trou est devenue instable, le trou a été revêtu d'un tube en acier de 76,0 mm de diamètre interne. L'avancement de la tarière hélicoïdale dans le trou permettait d'enfoncer simultanément le tube.

Lorsque l'avancement en profondeur avec la tarière hélicoïdale n'était plus possible, la méthode de forage à percussion avec circulation d'eau a été adoptée et ce, jusqu'à atteindre une couche rocheuse ou un matériau résistant à l'essai de pénétration, ce qui impliquait que le forage à percussion n'était plus possible.

4.5.2.2 Essai de pénétration

À partir de la surface, pour chaque mètre perforé un essai de pénétration a été effectué selon la méthode STANDARD PENETRATION TEST (SPT). L'on a obtenu alors l'indice de pénétration "N" - nombre de coups nécessaires, d'un mouton de battage pesant 65 Kg en chute libre de 75 cm, pour enfoncer les 30 derniers centimètres d'un tube de prélèvement d'échantillons d'un diamètre interne et externe de 1 3/8" et 2", respectivement.

4.5.2.3 Prélèvement d'échantillon

Le carottier RAYMAND (SPT) a été utilisé pour le prélèvement des échantillons.

4.5.2.4 Mesure du niveau d'eau

La mesure du niveau d'eau a été effectuée au moyen de quatre lectures du niveau de la nappe libre.

Lorsque cette nappe a été détectée, le forage a été interrompu pendant trente (30) minutes. Lors de cet arrêt, trois (3) lectures ont été pratiquées par intervalle régulier : la première au bout de dix (10) minutes de paralysation, la deuxième au bout de vingt (20) minutes et la troisième au bout de trente (30) minutes. La quatrième et dernière lecture a été réalisée 24 heures après la fin du forage.

Le niveau d'eau adopté a été le plus bas obtenu par la lecture, ce qui correspond au niveau le plus proche de la surface.

4.5.3 Perforation en roche

4.5.3.1 Revêtement de la paroi du trou

Premièrement, la paroi du trou a été revêtue de tubes en acier sans couture HW de 100 mm de diamètre et/ou NW de 76 mm de diamètre, ce dernier est obligatoirement enfoncé jusqu'à ce qu'il atteigne la couche rocheuse.

Pour compléter le revêtement de la paroi, la perforation a été poursuivie à l'aide d'un carottier double rotatif de 1,70 m de longueur libre. À chaque manœuvre effectuée, la profondeur initiale et la profondeur finale ont été notées, la longueur des témoins récupérés a été relevée ainsi que la valeur de RQD (*Rock Quality Designation* - Indice de qualité de la Roche), la quantité de fracture et les inclinaisons, le type de couche et du matériau existant dans chacune des couches.

4.5.3.2 Prélèvement d'échantillon

Tous les échantillons de calcaire recueillis ont été placés dans des boîtes en bois compartimentées de manière appropriée, en obéissant l'ordre de perforation. Lors de la classification des témoins, l'obtention des informations nécessaires à l'élaboration du projet en cours a été prise en compte.

4.5.4 Forages Mixtes exécutés en Zone Inondée

4.5.4.1 Perforation (Tronçon au sol)

L'essai de pénétration (SPT) a été mené, suite à l'installation du revêtement de protection de la lame d'eau.

L'avancement en profondeur a été effectué par forage rotatif en utilisant comme revêtement de la paroi du trou, un tube en acier compatible avec les diamètres cités dans le point 4.5.3.1. L'avancement a été interrompu lorsque les profondeurs limites d'exécution des essais de pénétration ont été atteintes.

L'avancement du tube en acier a été stoppé lorsque la couche rocheuse a été touchée, à partir de là la même méthode que celle décrite dans le point 4.3.2 a été suivie.

Les résultats obtenus seront présentés dans les profils ci-après ainsi que le graphique avec l'emplacement des matériaux et les éventuels nouveaux matériaux trouvés.

Voir les cartes coupes et profils en pages 67 à 83 du document original en brésilien

Les profils de sondages sont reproduits en français au chapitre 7 du volume 2 de l'avant projet.

4.6 Études environnementales

Les Études Environnementales de l'Avant Projet Sommaire d'Ingénierie pour l'implantation du pont sur le fleuve Oyapock suivent les directives de l'IS-246 du DNIT, auxquelles l'on a rajouté un relevé du Passif Environnemental, conformément à la systématique indiquée dans le "Manuel Routier de Conservation, Surveillance et Contrôle Environnementaux" du DNIT ; un relevé des zones dégradées rencontrées à l'intérieur de la zone étudiée et de ses environs et un diagnostic environnemental afin de déterminer les priorités d'intervention. À cela s'ajoutent les recommandations des Termes de Référence publié par le DNIT, cité dans le point 4.5.2.8 – Avant Projet Sommaire Environnemental.

Ci-après le Projet Environnemental, qui, pour résumer, consiste en l'application et la quantification des mesures de correction pour résoudre les problèmes identifiés dans les Études Environnementales.

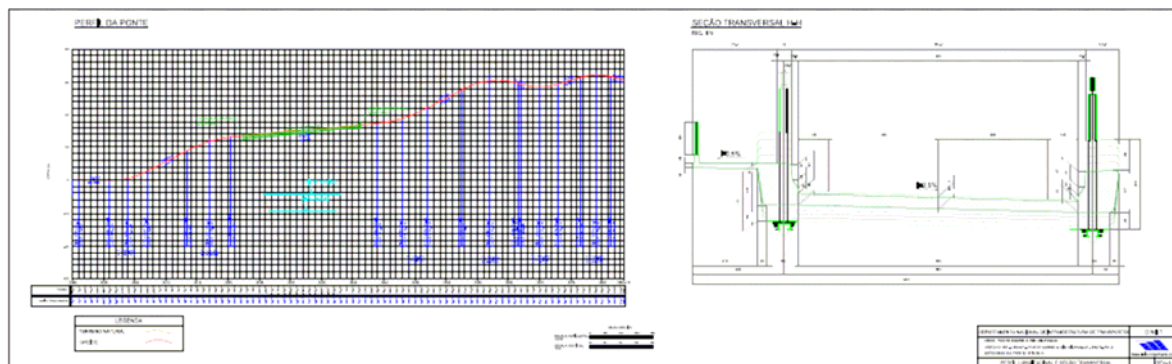
L'étude environnementale est présentée dans le Volume 3.

5. Les Projets

5.1 Projet Géométral

Le Projet Géométral a été développé en prenant comme base les études topographiques, les informations contenues dans l'appel d'offres et les termes de référence.

Le tableau suivant présente le profil longitudinal du pont sur le fleuve Oyapock, qui a 378 m de long et une section transversal de 13,70m.



5.2 Projet d'ouvrage d'art

5.2.1 Description Général

Il s'agit d'un pont d'une longueur totale de 378,0m, composé d'un tablier haubané de 345m de long et de deux culées mesurant chacune 16,50m de long. La plateforme a une largeur de 13,0m et la superficie totale du tablier est de 5178,60m².

La section transversale est constituée d'une passerelle piétonnière d'une largeur libre de 2,52m et d'une route carrossable de 9,0m, comprenant deux bandes de 3,50m et deux bandes latérales de 1,00m chacune. Le tablier est constitué également de barrières de sécurité infranchissables incorporées aux longrines et d'un muret latéral de 0,20m, pour une longueur totale de 13,70m.

Les barrières de sécurité infranchissables seront coulées en place avec la longrine du pont.

Le revêtement devrait être souple, réalisé en béton asphaltique et mesurer 7cm d'épaisseur.

Les gabarits de navigation adoptés à cet emplacement sont de 50,0m de largeur et de 15,0m de hauteur libre. Ils sont situés au milieu du pont, sous la travée de 245,0m de long.

Le projet de cet ouvrage sera conforme à toutes les normes brésiliennes en vigueur et adapté aux véhicules de la classe TB-45.

Longitudinalement, le pont est constitué de 3 travées - une travée principale de 245,0m et deux autres travées mesurant 50,0m - et de deux culées de 16,5m de long. La section transversale est constituée de deux longrines (poutres) de 1,27m de haut, aux bords de la route carrossable, et d'une dalle d'une épaisseur minimale de 35cm, ayant une inclinaison transversale de 2,5%. Le béton du tablier sera précontraint longitudinalement et transversalement en utilisant de l'acier CP-190RB. L'intérieur des culées sera rempli de béton maigre d'une épaisseur de 2.65m. Le but de ce remplissage est d'ajouter du poids à la structure de la culée et d'équilibrer les forces engendrées par les haubans qui y sont ancrés.

Les travées de rive seront réalisées par cintrage et les culées seront également coulées en place. Ces structures seront bâties avant la travée centrale.

La travée centrale (travée 2) sera répartie en voussoirs d'environ 7,0m de long, coulés au moyen de deux poutres de lancement pour l'encorbellement successif. Le lancement n'avance en direction du voussoir suivant qu'après la prise du tablier et la mise en tension des haubans du voussoir lui-même et des haubans équivalents de la travée de rive.

Le mât prendra la forme d'un "H" et sera constitué de deux pylônes carrés, de section creuse, de dimensions égales à 6,0m x 2,05m. L'épaisseur de ses murs est de 40cm et de 50cm, respectivement. Ils seront fixés sous le tablier par une poutre en forme de caisson dont les épaisseurs des murs et de la dalle supérieure, et de la dalle inférieure seront de 50cm et de 30cm, respectivement. Sur cette poutre seront appuyés des structures métalliques de 700tf de capacité, sur lesquelles s'appuieront les longrines du pont. Le mât de section rectangulaire et creuse, dont les dimensions varient de 6,0m x 2,05m à 4,0m x 2,05m, monte à partir du tablier jusqu'à la deuxième travée, elle aussi, de section creuse.

Lorsque le mât atteint la travée son profil devient rectangulaire et creux et ses dimensions constantes : 4,0m x 2,05m. Les haubans sortent de ce tronçon qui contient une troisième travée en forme de caisson. Une dalle de clôture de 0,4m d'épaisseur sera construite au sommet du mât. Pour la réalisation du mât seront utilisées des coffrages grimpants et du béton à $f_{ck}=35\text{MPa}$.

Le haubanage sera composé de deux nappes de haubans liant le tablier et le mât. Cet haubanage sera réalisé avec de l'acier CP-177RB.

L'infrastructure des piles sera composée d'embases de 12.7 m x 6.2 m, d'une hauteur de 2,0m (pour le 1^{er} niveau) et d'embases de 6 m x 3.8 m, d'une hauteur de 2,0m (pour le 2^{ème} niveau) et leur f_{cks} seront de 25 MPa. Ces embases seront appuyées sur des pieux forés de 41cm de diamètre, pour le tronçon au sol, et de 30,5cm, pour les tronçons en roche. Ils seront en nombre de 100 pour chaque pile 2 et 3. La charge estimée pour chaque pieu est de 110tf. C'est à partir de ces embases que les mâts commenceront à monter. Les dalles inférieures des culées prendront, elles aussi, leur appui sur des pieux forés de 41 cm de diamètre pour le tronçon sol et de 30.5cm de diamètre pour les tronçons roche. Ils seront au nombre de 24 pour chaque pile allant de 1 à 4. La charge estimée de chaque pieu est de 110tf.

Un joint métallique sera installé au milieu de la travée centrale dans le but de la fermer pour permettre la circulation de véhicules et pour éviter les mouvements du tablier.

5.2.1.1 La Réalisation du tronçon haubane

Sont présentées ci-après les étapes de la construction du Pont Haubané:

- a) Les Fondations
- b) Les Culées
- c) Le Mât de haubanage
- d) La réalisation des travées 1 et 3 par cintrage
- e) Réalisation du voussoir sur pile
- f) L'assemblage de la poutre de lancement
- g) L'Encorbellement
- h) Le retrait des cintrages des travées 1 et 3
- i) Le remplissage des culées au béton maigre
- j) Jonction des travées
- k) Pavage/revêtement bitumineux, éclairage et dispositifs de protection (barrières de sécurité et garde-corps)

5.2.1.1.1 Réalisation du mat de haubanage et des culées

Le mât de haubanage pourra être réalisé en parallèle avec les culées, étant donné que leur processus de construction est indépendant. Les culées devront être remplies au béton maigre $f_{ck}=10\text{MPa}$ après la mise en tension du hauban 14.

5.2.1.1.2 Exécution du voussoir sur pile

Lorsque le pylône des piles 1 et 2 (c'est-à-dire, le mât de haubanage) sera bâti, la construction des travées 1 et 3, ainsi que celle du voussoir sur pile, point de départ de l'encorbellement, pourra commencer.

Le voussoir sur pile et les travées adjacentes seront réalisés soit par cintrage tubulaire, soit par l'emploi de bois d'eucalyptus.

Les câbles de précontrainte seront insérés postérieurement dans les gaines du voussoir, mais il ne seront précontraints qu'après le bétonnage du voussoir 15 et avant la fermeture du tablier. Les armatures passives supporteront seules les efforts provenant de l'exécution de l'encorbellement.

5.2.1.1.3 Assemblage de la poutre de lancement

Les équipages de lancement (la poutre de lancement) sont composés de structures métalliques qui prennent appui sur des segments déjà construits et qui se déplacent au moyen de rails. Cette poutre de lancement peut supporter, longitudinalement, pour le tronçon en porte-à-faux, et au moyen de tirants vissés, les coffrages pour le bétonnage du nouveau voussoir, le béton et l'armature, ainsi que les charges liées au processus de construction (équipement, main-d'oeuvre, etc.). Autour de la poutre de lancement (devant et sur les côtés) sont disposées des passerelles de travail.

La forme de la poutre de lancement doit permettre que le hauban du segment terminé puisse être précontraint avant l'avancement.

5.2.1.1.4 Encorbellement

Une fois le voussoir sur pile réalisé, la poutre de lancement est mise en position pour la construction du premier voussoir. Après le bétonnage du voussoir, les haubans sont placés de façon à pouvoir résister au poids du voussoir suivant et de la poutre de lancement. La poutre de lancement avance sur sa nouvelle position où le deuxième voussoir sera bétonné et fixé définitivement au premier voussoir au moyen d'une armature passive. Ce n'est qu'après la mise en tension des haubans que la poutre de lancement pourra être déplacée.

Comme nous avons vu précédemment, le procédé d'avancement du tablier correspond à un ensemble d'opérations, nommé cycle de construction du voussoir, et qui est constitué de la façon suivante :

- a) déplacement de la poutre de lancement et ajustement du coffrage
- b) mise en place de l'armature passive
- c) bétonnage du voussoir
- d) durcissement du béton (processus de prise)
- e) mise en tension des haubans
- f) nouvel avancement de la poutre de lancement et ajustement du coffrage
- g) mise en place de l'armature passive
- h) bétonnage du voussoir
- i) durcissement du béton (processus de prise)
- j) opérations de précontrainte (tablier)
- k) déplacement de la poutre de lancement et adaptation du coffrage
- l) Mise en tension du câblage de continuité après la construction des voussoirs

Le cycle de construction des voussoirs est estimé entre 7 et 10 jours. Ainsi, comme le béton jeune sera fortement sollicité, il est nécessaire d'employer du matériau d'excellente qualité et de procéder à des contrôles rigoureux pendant toutes les étapes de construction.

La topographie de l'avancement de l'encorbellement doit être contrôlée avec rigueur à fin de garantir la correction du "profil longitudinal". Cet alignement est obtenu au moyen de contre-flèches (par rapport au "profil longitudinal" géométrique) utilisées pendant la construction et déterminées pendant la phase de projet en fonction des déformations par fluage et par rétraction du béton, ainsi par les pertes de précontrainte du tablier et l'étirement suite à l'impact provoqué par la tension des haubans.

5.2.1.1.5 Retrait des cintrages des travées 1 et 3

Après la mise en tension des haubans E.05 le cintrage des travées 1 et 3 pourra être retiré.

5.2.1.1.6 Remplissage des culées avec du béton maigre

Après la mise en tension des haubans E.14 le centre des culées doit être rempli avec du béton maigre jusqu'à une hauteur de 3,80 mètres. Les latérales, où les haubans seront mis en tension, ne doivent pas être remplies.

5.2.1.1.7 Jonction des travées

Lorsque le cycle de construction des voussoirs sera conclu, l'on procédera à la fermeture de la travée (travée 2) par le bétonnage des voussoirs centraux et par l'installation du joint de dilatation.

5.2.2 Matériaux

Les matériaux suivants devront être utilisés

Béton pour l'Infrastructure : $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

Béton pour la superstructure : $f_{ck} = 40 \text{ MPa}$

Béton pour le mât de haubanage : $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

Béton pour le revêtement : CBUQ.

Armature passive : acier CA-50 A

Armature de précontrainte : acier CP-190 RB

Haubans :

TRADUCTION DE LA FORMULE CI-DESSUS	toron galvanisé EURONORM 138-79 $\varnothing 15,7 \text{ mm}$ Résistance ultime : $F_{tk} = 1730 \text{ MPa}$
---------------------------------------	--

Gaines en PEHD (polyéthylène haute densité) grises nervurées, comprenant une protection contre les rayons ultraviolet

Tubes anti-vandalisme

Appareils d'appui métalliques unidirectionnels pour 700tf

5.2.2.1 Caractéristiques de la teneur du béton

La résistance du béton étant connue, celui-ci devra présenter les caractéristiques suivantes :

RESISTANCE CARACTÉRISTIQUE	RAPPORT EAU / CIMENT
$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	0.55 L/kg
$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$	0.45 L/kg
$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$	0.40 L/kg

5.2.2.2 Les haubans

Les câbles qui composent les haubans sont composés de 7 (sept) torons d'acier galvanisés imprégnés de cire et revêtus de PEHD (*Polyéthylène haute densité*), selon les spécifications suivantes :

- Diamètre nominal : 15,7mm (superficie = 150mm²)
- Résistance ultime du câble galvanisé : $f_{tk} = 1730\text{N/mm}^2$
- Masse nominale du toron (seulement l'acier) : 1,220kg/m
- Masse nominale du toron (comprenant la protection) : 1,303kg/m
- Module d'élasticité nominale : 19.890.000tf/m²
- Protection principale du toron : galvanisation supérieure à 220g/m²
- Protection additionnelle du toron : gaine en PEHD d'épaisseur égal ou supérieure à 1,5mm dont l'intérieur est rempli de cire (12g/m)

5.2.2.3 Les gaines en PEHD

Les torons seront entourés de gaines en *Polyéthylène haute densité* (PEHD), selon les spécifications suivantes :

- Densité : $(0,955 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3$ à 23°C, conformément à la norme DIN 53479
- Protection contre les rayons ultraviolets, conformément à la norme DIN 53387
- Absorption d'eau inférieure à 0,01%, conformément à la norme ASTM D 570
- Teneur en carbone : $(2,3 \pm 0,3) \%$
- Dureté "shore" D à 23°C : 63 ± 2 , conformément à la norme DIN 53505
- Tension résistante minimum : 18 N/mm²
- Étirement minimum à la rupture : 600%
- Les tubes devront être dotés de nervures hélicoïdales externes de 3,5mm de diamètre et de 60cm de pas, soudées au tube

5.2.2.4 L'ancrage

L'ancrage des câbles sera réalisé par des colliers en acier, équipés d'écrous et de plaques qui permettent de régler la tension du câble.

La résistance à la fatigue de l'ensemble "câbles + ancrage" sera garantie par un certificat de tests présentant les résultats suivants :

- Nombre de cycles : 2.000.000
- Tension maximale sur les câbles : 45% de tension de rupture (778,5N/mm²)
- Limite de la variation de tension sur les câbles : 165N/mm²
- Conditions nécessaires après les essais : rupture maximale des fils de 2% et résistance résiduelle au-delà de 90% de la résistance ultime des câbles

5.2.2.5 Dispositifs externes

Le tube guide sera fabriqué en acier carbone ($f_y \geq 355\text{MPa}$), galvanisé.

Le tube anti-vandalisme d'une épaisseur minimum de 6,0mm, entourera les câbles depuis le tube guide, jusqu'à 2,50m au-dessus du niveau du tablier.

Tous les haubans seront équipés d'un système d'amortissement capable d'éliminer l'effet de la vibration due à l'action du vent.

5.2.2.6 Les pieux forés

Caractéristiques :

Diamètre du pieu au sol : 41cm

Diamètre du pieu sur la pierre : 30.5cm

Consommation de ciment : 135 kg/m

Consommation de sable : 226L/m

Pression d'injection du mortier de ciment : 2kg/cm²

5.2.3 Normes Brésiliennes et Internationales

Pour la réalisation des services de construction du pont, il est nécessaire d'observer toutes les Normes brésiliennes de l'ABNT s'appliquant aux services présentés dans ce mémoire. Ci-dessus la liste des principales normes brésiliennes devant être suivies :

a) NBR14931 - Réalisation de structures en béton – Procédés et ses compléments, NBR11919, NBR12190, NBR12284, NBR12654, NBR12655, NBR5426, NBR5629, NBR6118, NBR6122, NBR6123, NBR7187, NBR7190, NBR7212, NBR7480, NBR7481, NBR7482, NBR7483, NBR7681, NBR7682, NBR7683, NBR7684, NBR7685, NBR8548, NBR8800, NBR8965, NBR9062, NBRNM-ISO3310-1, NR18.

b) NBR6118 – Projet de structures en béton – Procédés et ses compléments, NBR11919, NBR12142, NBR12654, NBR12655, NBR1298, NBR13116, NBR14859-2, NBR14931, NBR15200, NBR15421, NBR5674, NBR5732, NBR5733, NBR5735, NBR5736, NBR5737, NBR5738, NBR5739, NBR6004, NBR6120, NBR6122, NBR6123, NBR6153, NBR6349, NBR7190, NBR7222, NBR7477, NBR7480, NBR7481, NBR7482, NBR7483, NBR7484, NBR7680, NBR8522, NBR8548, NBR8681, NBR8800, NBR8953, NBR8965, NBR9062, NBRISO6892, NBRNM67.

c) NBR7480 – Barres et fils en acier destinés à des armatures pour béton armé, et ses compléments, NBR6152, NBR6153, NBR6215, NBR7477, NBR7478, NBR8965 .

d) NBR7483 - Torons en acier pour béton précontraint – Exigences, et ses compléments, NBR10839, NBR11709, NBR14859-1, NBR14860-1, NBR14861, NBR14931, NBR15146, NBR5629, NBR6118, NBR6349, NBR7197, NBR7484, NBR8451, NBR9062.

e) NBR6122 - Projet et réalisation de fondations et ses compléments, NBR12069, NBR12131, NBR13208, NBR6118, NBR6484, NBR6489, NBR6502, NBR7190, NBR8681, NBR8800, NBR9061, NBR9062, NBR9603, NBR9604, NBR9820.

f) NBR7187 - Projet de ponts en béton armé et en béton précontraint – Procédure et ses compléments, NBR12655, NBR6118, NBR6123, NBR7188, NBR7189, NBR8681.

g) NBR7188 – Charge mobile sur pont routier et passerelle piétonne et ses compléments, NBR11185, NBR12255, NBR12266, NBR12654, NBR14486, NBR14762, NBR7187, NBR7190, NBR7367, NBR9782.

Pour le matériau qui ne sont pas prévus par l'Association brésilienne de normes techniques (ABNT) les normes internationales applicables devront être observées :

h) P.T.I (*Post tensioning Institute Guide Specification*), pour tous les composants des haubans.

5.2.4 Modèle de calcul et considérations générales

Nous avons choisi de construire une travée centrale de 245m de long, car il était impossible d'installer un appui sur le lit du fleuve, pour des raisons liées au respect de l'environnement. C'est la raison pour laquelle un mât sera placé sur chacune des marges.

Du point de vue du matériau, le béton a été retenu pour le tablier, étant donné que c'est la solution la plus économique, des projets et des études précédentes en ayant apporté la preuve, y compris un travail publié dans le périodique "CONSTRUCTION MODERNE – Ouvrages d'art" édition de juin 2000, page 35 où l'on démontre que la solution la plus viable économiquement, pour des travées allant de 200m à 300m, est celle d'employer la dalle de béton pour la construction du tablier.

Ci-dessus, un extrait de l'article.

Grands franchissements et domaine de compétitivité des ponts haubanés

Distance entre pylônes

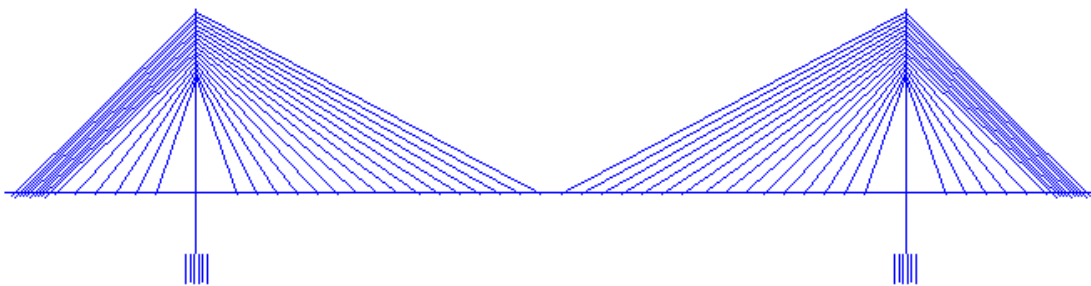
- 150 à 200 m
- 200 à 300 m
- 250 à 500/600 m
- 400 à 800 m
- 600 à 1 200 m
- Au-delà de 1 200 m

Configuration de l'ouvrage

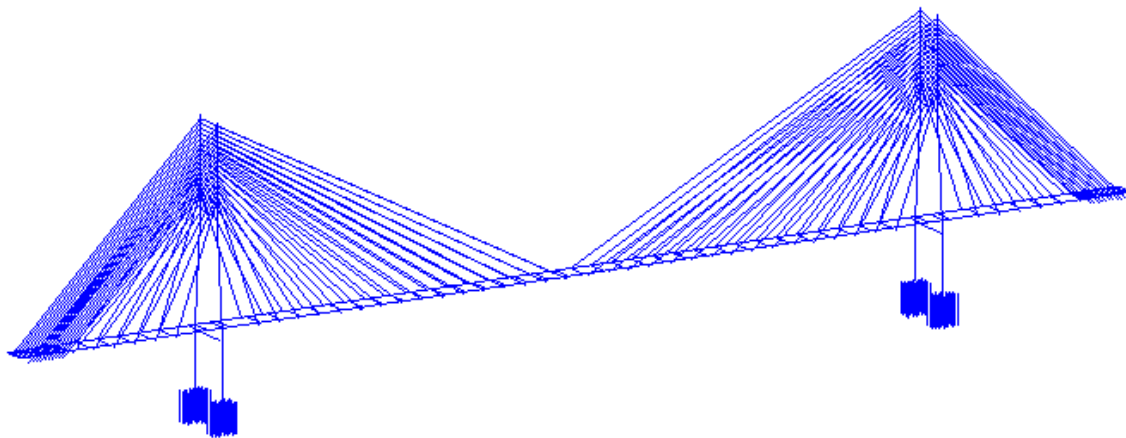
- Tablier dalle mince béton précontraint
- Tablier-dalle à nervures en béton précontraint
- Tablier-caisson précontraint profil aérodynamique
- Tablier mixte acier-béton à condition d'étudier le profilage aérodynamique
- Caisson profilé à dalle orthotrope
- Pont suspendu

Le modèle de calcul est un portique spatial composé de barres pour le tablier et le mât. Par contre, pour les haubans nous aurons des éléments de la poutre de lancement.

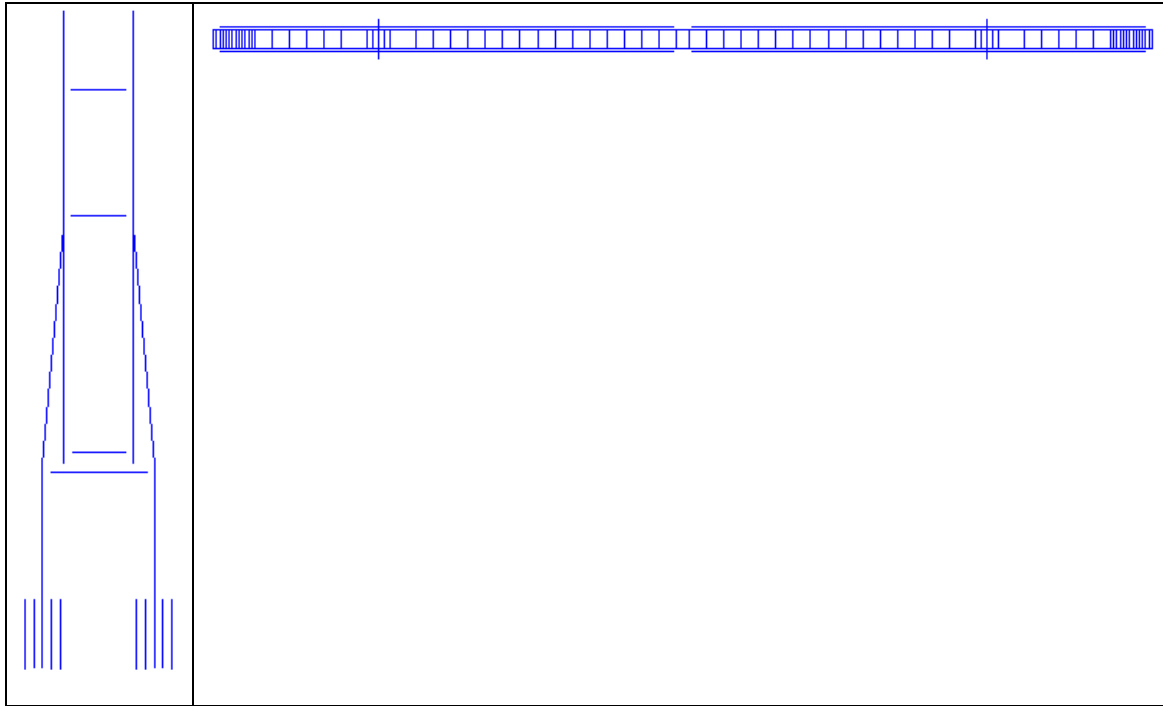
Vue latérale



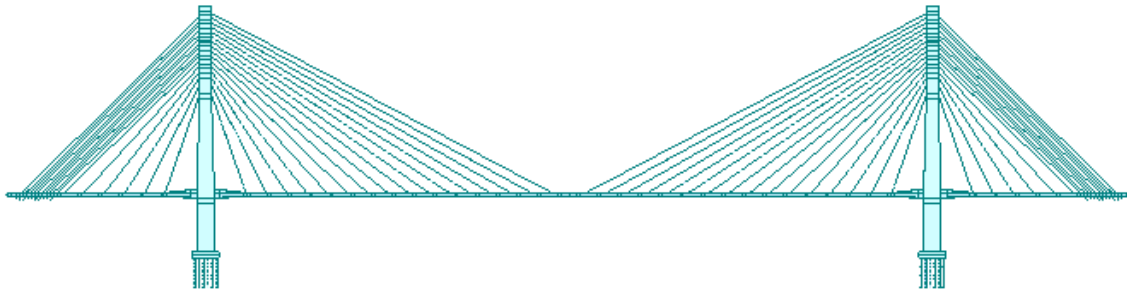
Vue isométrique



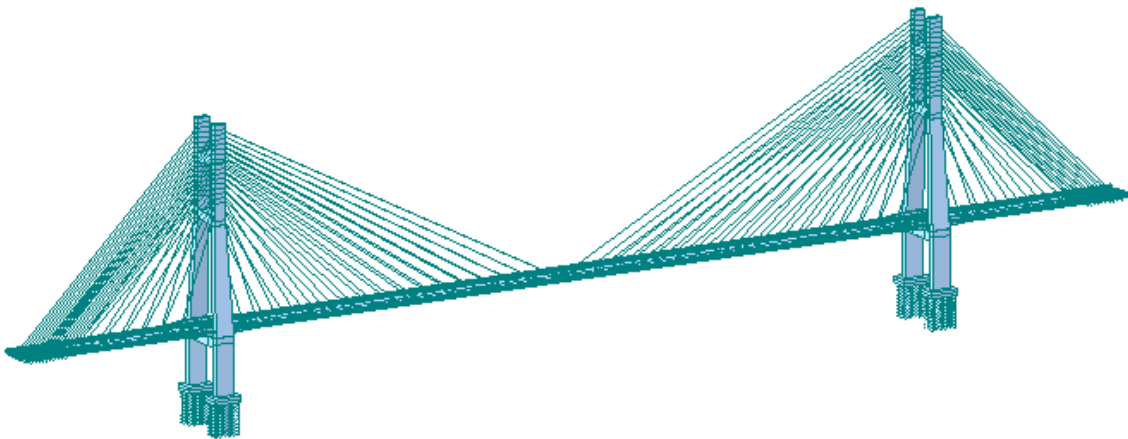
Vue frontale	Vue supérieure
--------------	----------------



Vue latérale en rendu (*renderized*)



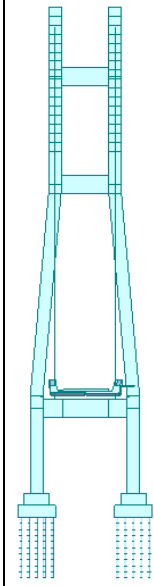
Vue isométrique en rendu (*renderized*)



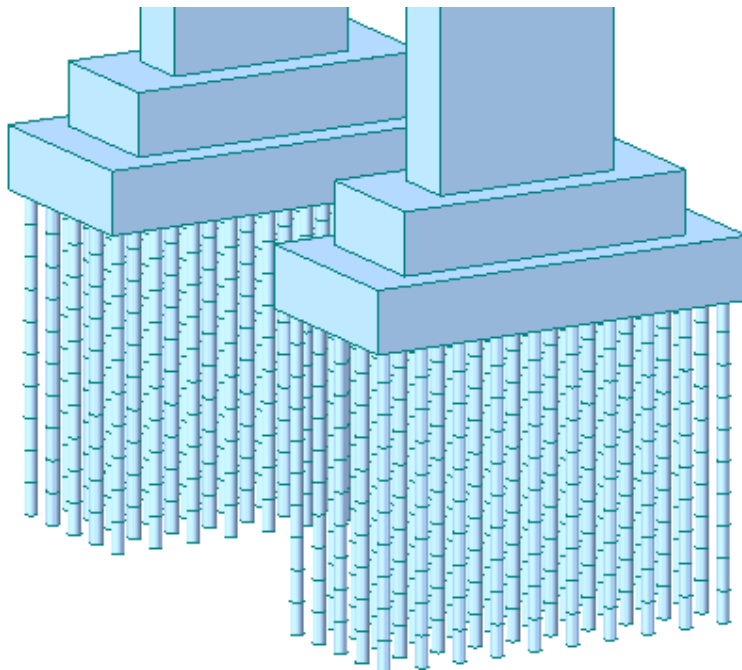
Vue frontale	Vue supérieure en rendu (<i>renderized</i>)
--------------	---

en rendu

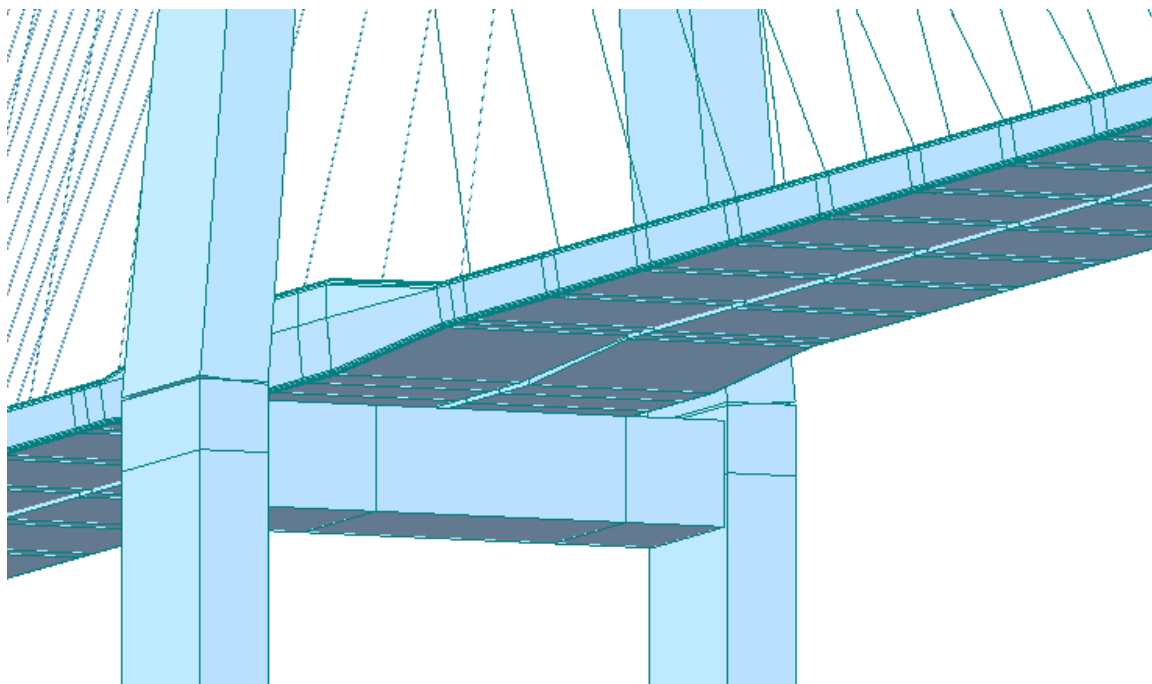
(renderized)



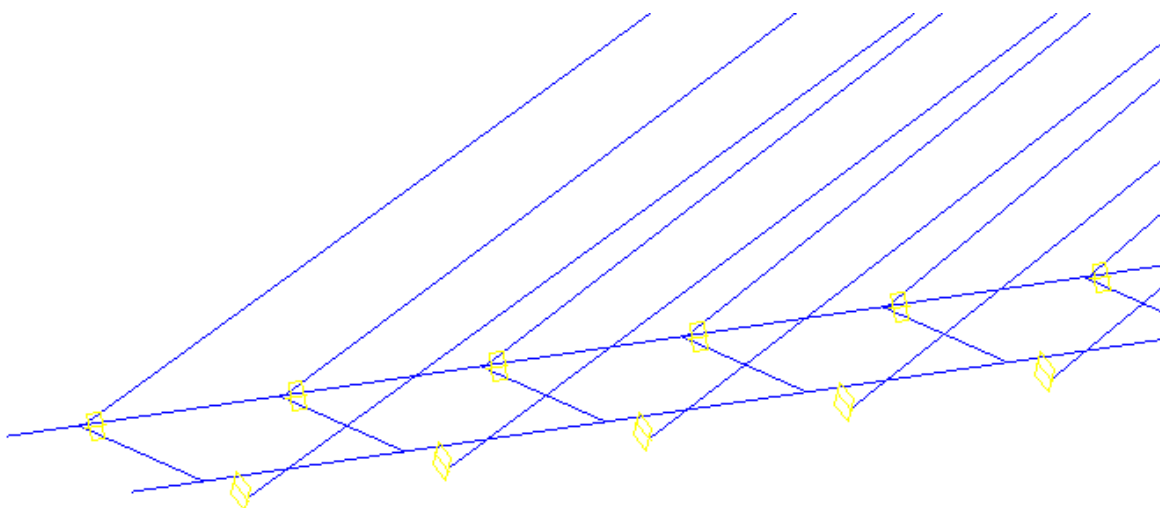
Vue des embases de fondation



Vue inférieure des barres près du mât



Chaque longrine de l'ouvrage a été considérée comme une poutre

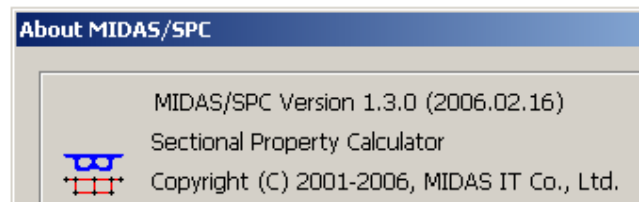


Des éléments dénommés *elastic link* (éléments rigides) sont utilisés pour fixer les câbles aux noeuds du tablier.

5.2.5 Caractéristiques géométriques du modèle de calcul

Quelques propriétés géométriques des sections (unités en m) :

Les propriétés géométriques des sections sont calculées par le logiciel SPC après insertion de la forme géométrique.



5.2.5.1 Sections prises en compte

5.2.5.1.1 Tablier

Section transversale courante du tablier

Section transversal épaissie sur les appuis

Suivant le point 14.6.2.2 de la norme NBR-6118, nous adopterons à titre de table collaborante la moitié de la dalle pour chacune des longrines.

TRADUCTION DU POINT 14.6.22 CI-DESSOUS

14.6.2.2 Largeur collaborante des poutres de section T

Lorsque la structure est modélisée sans que l'action conjointe des dalles et des poutres soit prise automatiquement en compte, nous pouvons prendre cette action en compte en adoptant la largeur collaborante de la dalle associée à la poutre obtenant, ainsi, une section transversale T.

Avec la prise en considération de la section T, les distributions des efforts internes, des tensions, des déformations et des déplacements sur la structure peuvent être déterminées de façon bien plus réaliste.

La largeur collaborante b_f doit être donnée par la largeur de la poutre b_w , majorée d'un maximum de 10% de la distance moment fléchissant nul, pour chaque côté de la poutre dans laquelle il y aura une dalle collaborante.

La distance a peut être estimée en fonction de la longueur l de la travée qui a été prise en considération, comme suit :

- poutre simplement appuyée : $a = 1,00 l$;
- travée dont le mouvement se fait à une seule extrémité : $a = 0,75 l$;
- travée dont le mouvement se fait aux deux extrémités : $a = 0,60 l$;
- travée en porte-à-faux : $a = 2,00 l$.

Il est également possible de calculer ou de vérifier la distance a par l'examen des diagrammes de moments fléchissant sur la structure.

Il est possible de calculer les poutres continues à largeur collaborante unique en toutes les sections, y compris sur les appuis sous moment négatif, à condition que cette largeur soit calculée à partir du tronçon de moments positifs où la largeur soit minimale

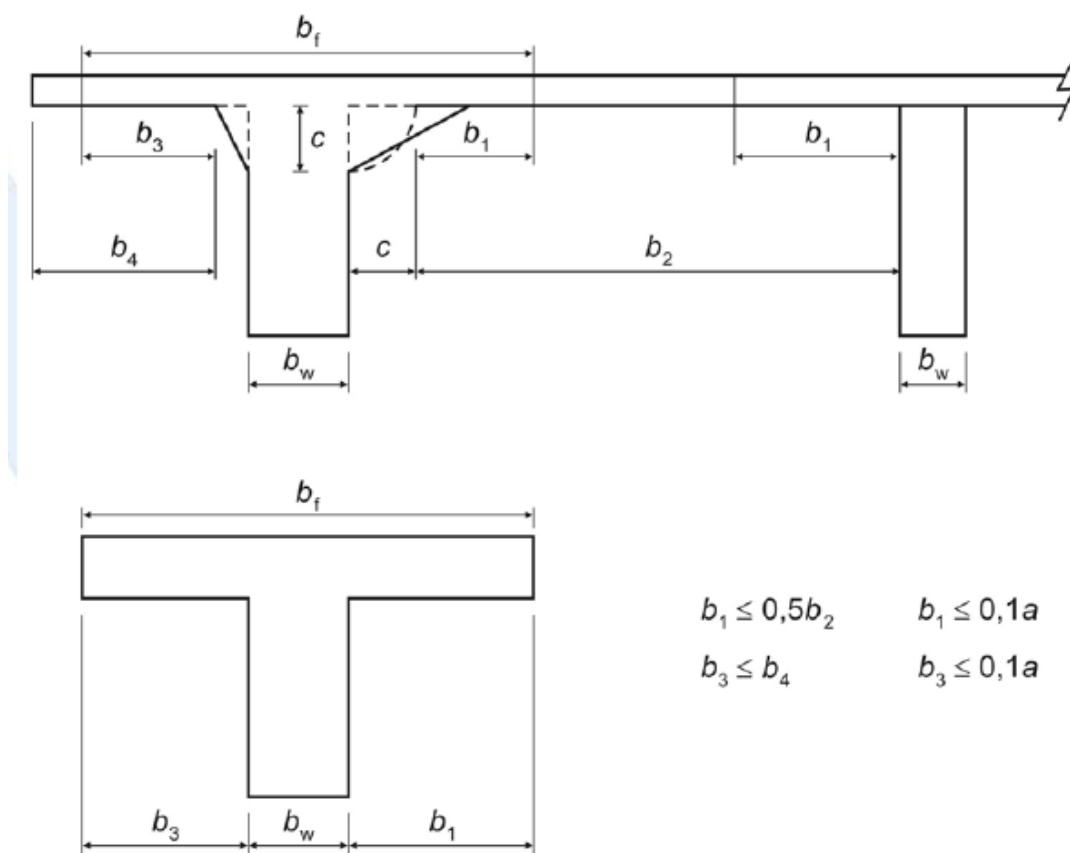
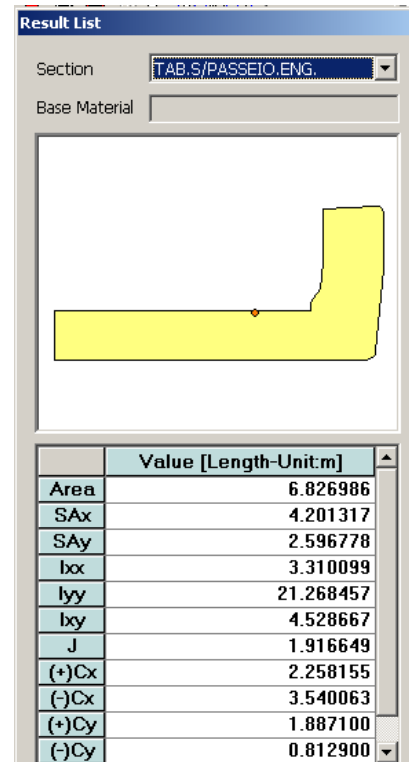
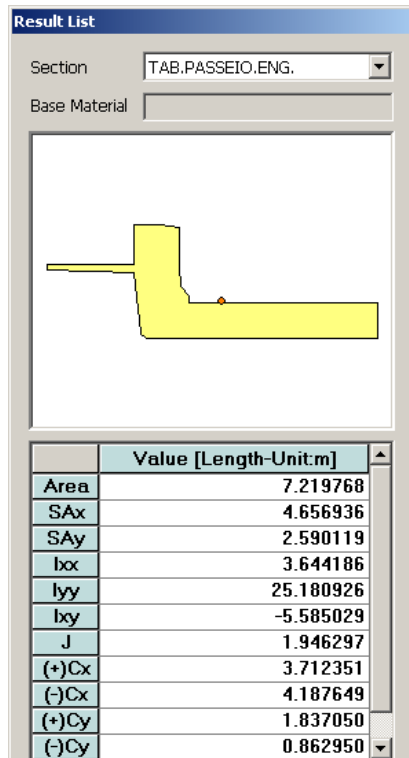
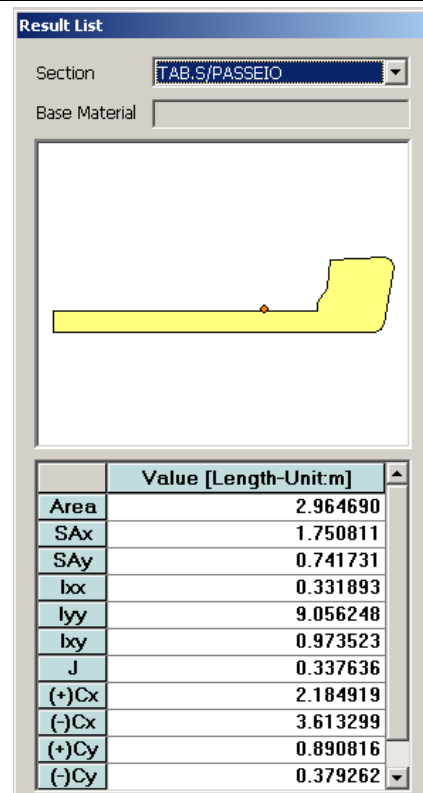
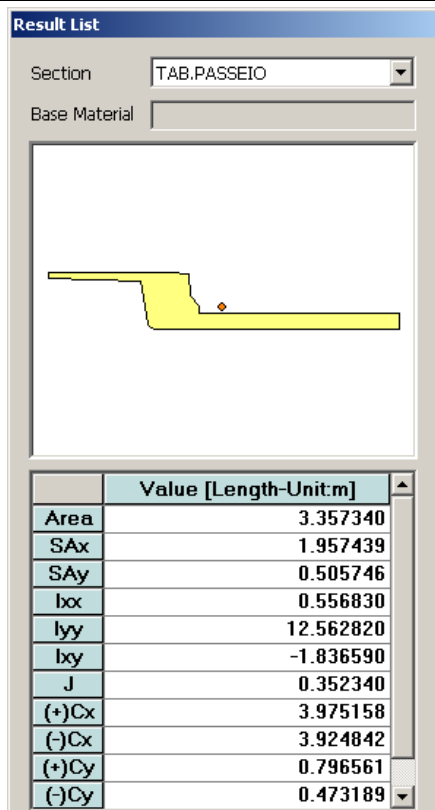


Figura 14.2 - Largura de mesa colaborante

Image 14.2 – Largeur de la table collaborante

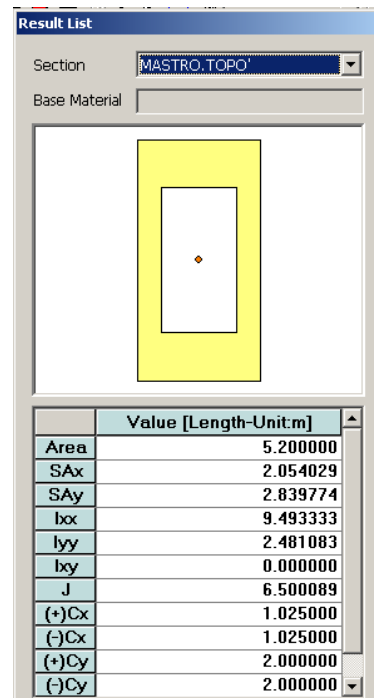
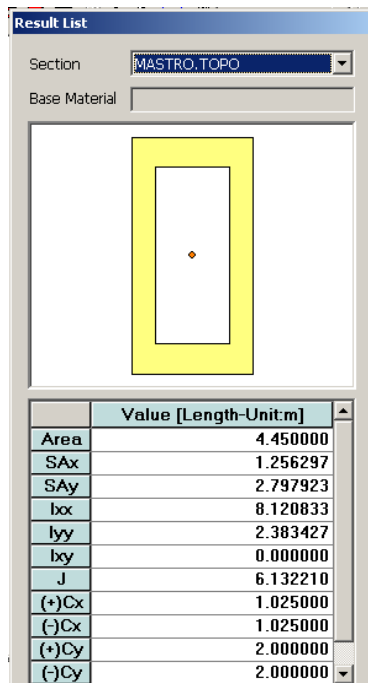
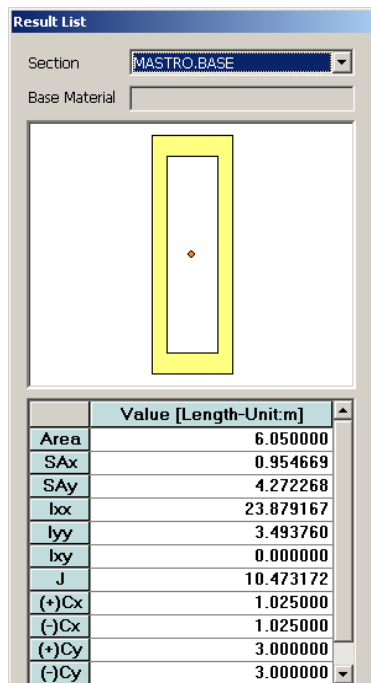
Propriété des sections, respectivement :



5.2.5.1.2 Mât

Sections transversales du mât :

Mât situé au-dessous du tablier, final du tronçon variable et du tronçon constant supérieur oPu les niches des haubans sont ancrées, respectivement



5.2.5.1.3 Haubans

Nombre de câbles des haubans

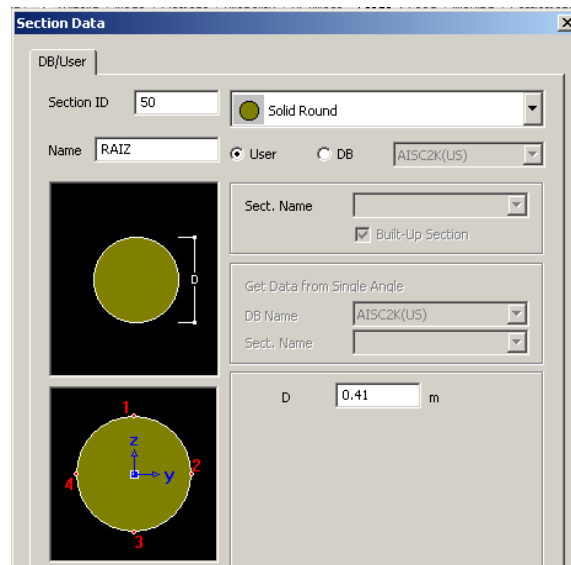
Légende du tableau ci-dessous :

TABELA DO ESTAIS	TABLEAU DES HAUBANS
ESTAIS	HAUBANS
LADO COM PASSEIO	CÔTÉ AVEC PASSERELLE PIÉTONNIÈRE
NÚMERO DE CORDOALHAS	NOMBRE DE CÂBLES
TIPO DE ANCORAGEM	TYPE D'ANCRAGE
FORÇAS DE TENSIONAMENTO	FORCES DE TENSION
LADO SEM PASSEIO	CÔTÉ SANS PASSERELLE PIÉTONNIÈRE
NÚMERO DE CORDOALHAS	NOMBRE DE CÂBLES
TIPO DE ANCORAGEM	TYPE D'ANCRAGE
FORÇAS DE TENSIONAMENTO	FORCES DE TENSION
VÃOS ADJACENTES	TRAVÉES ADJACENTES
VÃO CENTRAL	TRAVÉE CENTRALE

Chaque câble a une superficie de 1,5 cm²

5.2.5.1.4 Pieux forés

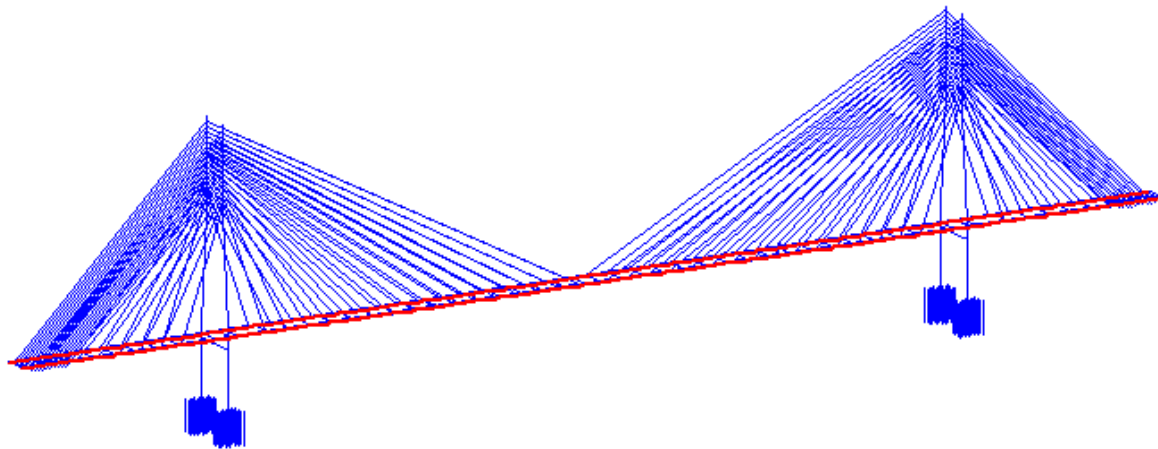
Pieux forés Ø 41cm.

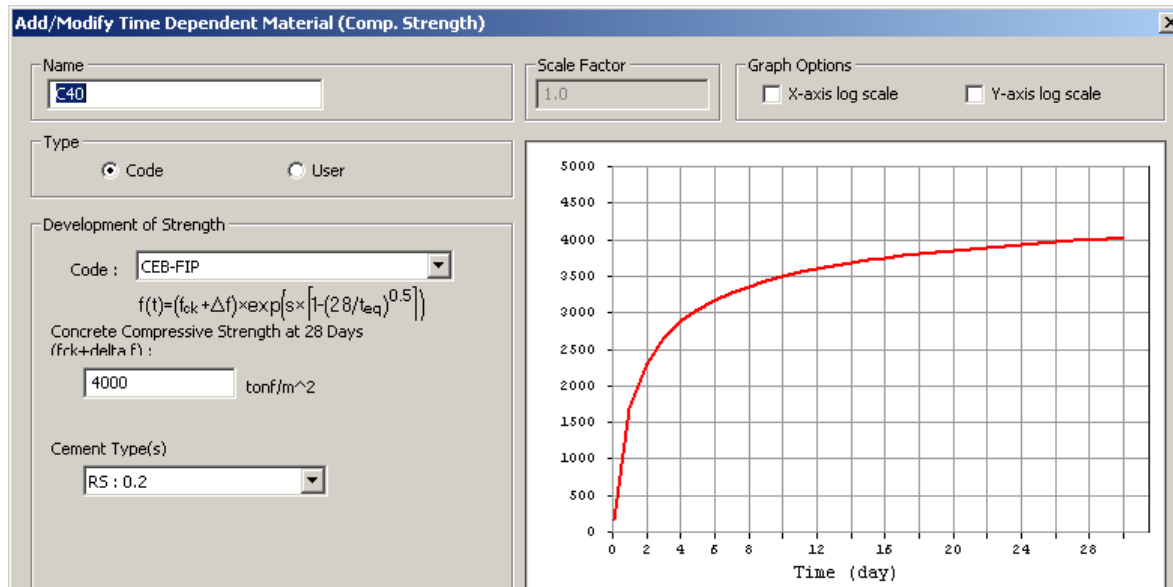


5.2.5.2 Matériaux

5.2.5.2.1 Bétons

Béton $f_{ck} = 40$ MPa





Add/Modify Time Dependent Material (Creep / Shrinkage)

Name: Code:

CEB

Compressive strength of concrete at the age of 28 days: tonf/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99): %

Notational size of member: m
 $h = 2 * A_c / u$ (A_c: Section Area, u: Perimeter in contact with atmosphere)

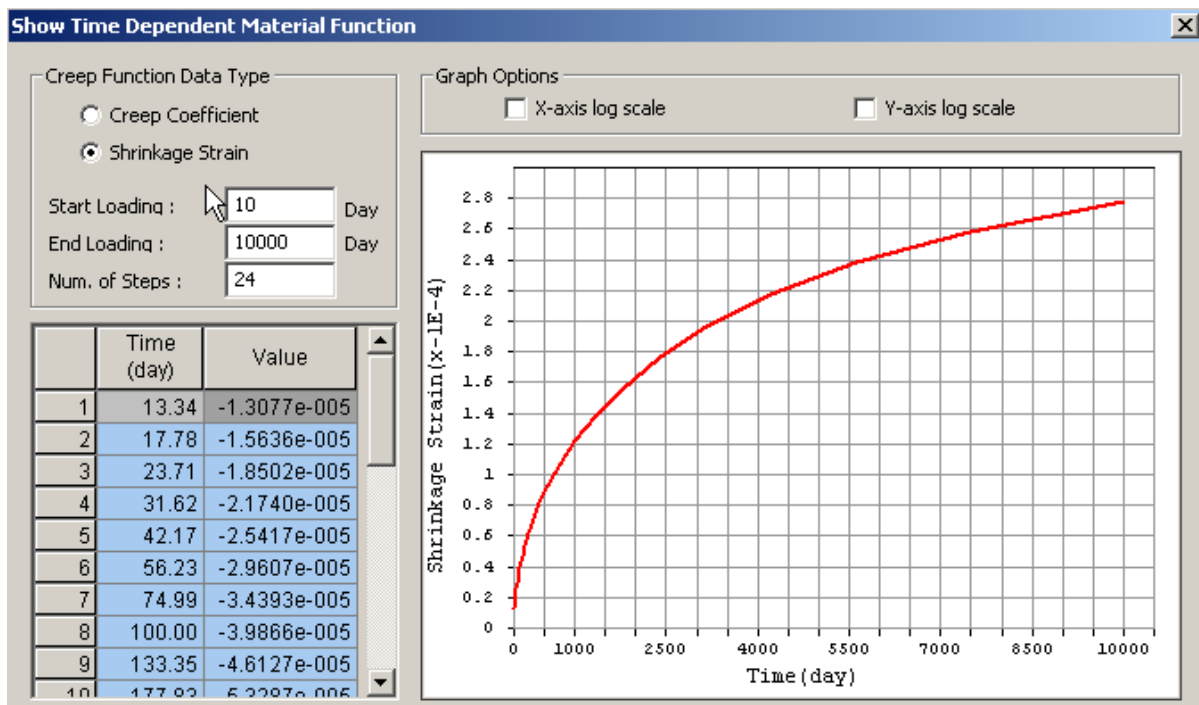
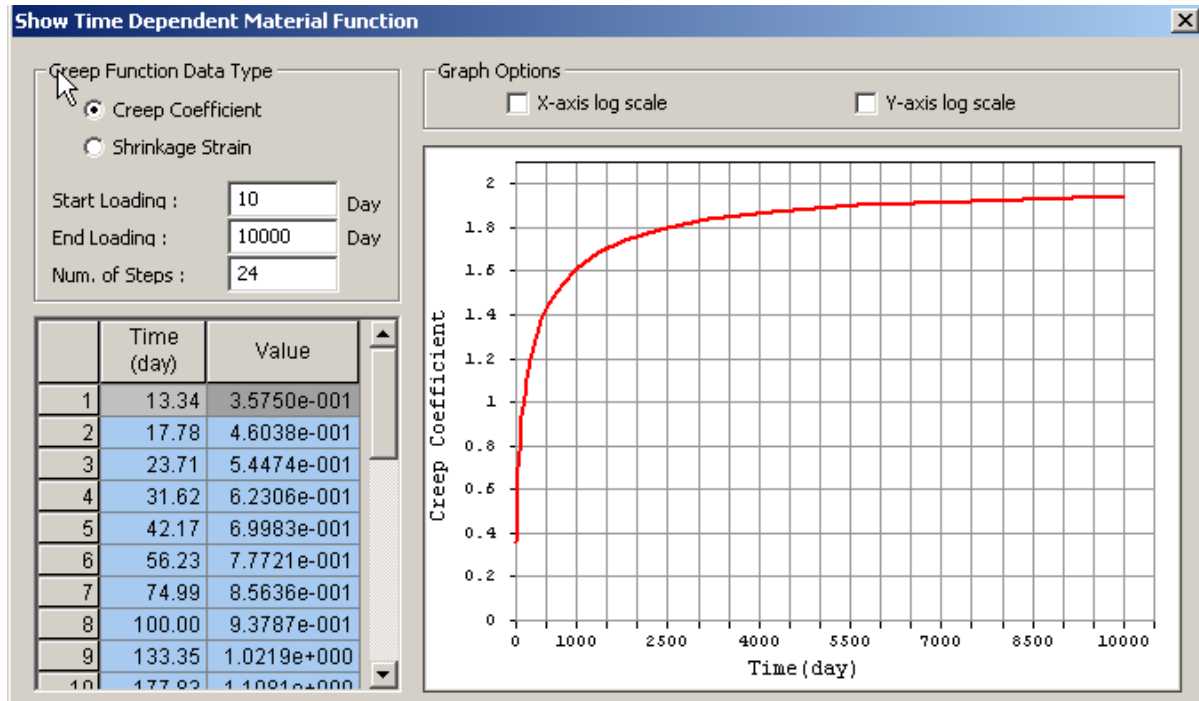
Type of cement

☐ Rapid hardening high strength cement (RS)

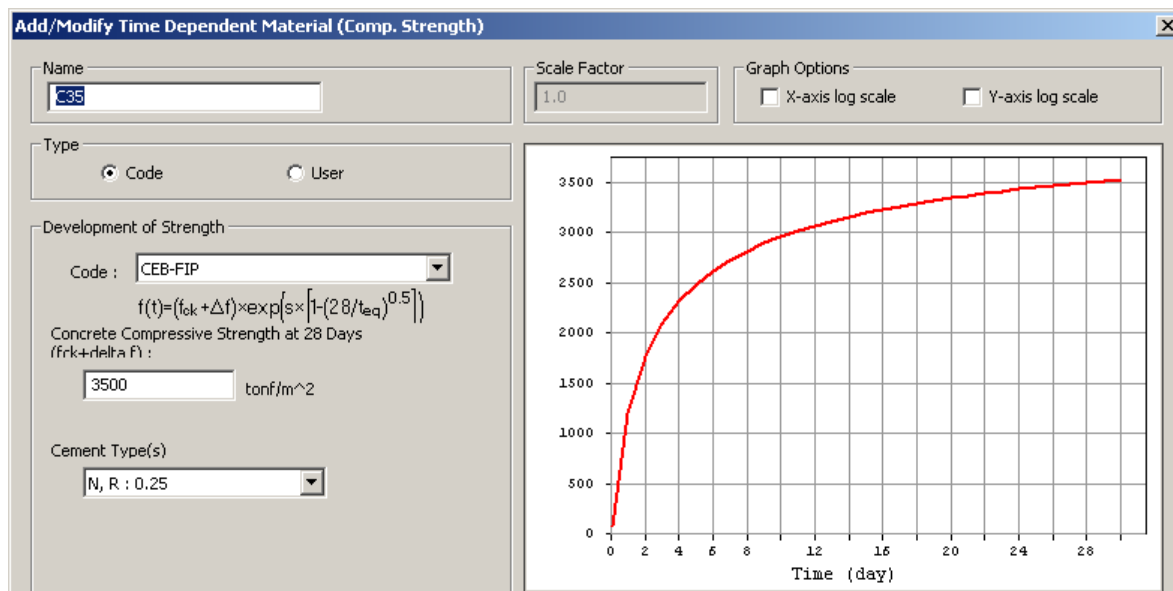
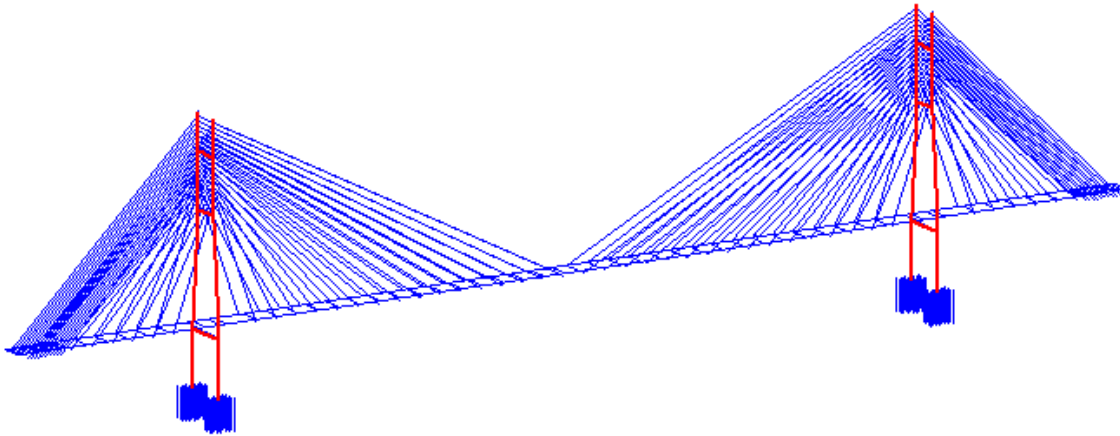
☒ Normal or rapid hardening cement (N, R)

☐ Slowly hardening cement (SL)

Age of concrete at the beginning of shrinkage: day



Béton fck = 35 MPa



Add/Modify Time Dependent Material (Creep / Shrinkage)

Name: Code:

CEB

Compressive strength of concrete at the age of 28 days: tonf/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99): %

Notational size of member: m

$h = 2 * A_c / u$ (A_c: Section Area, u: Perimeter in contact with atmosphere)

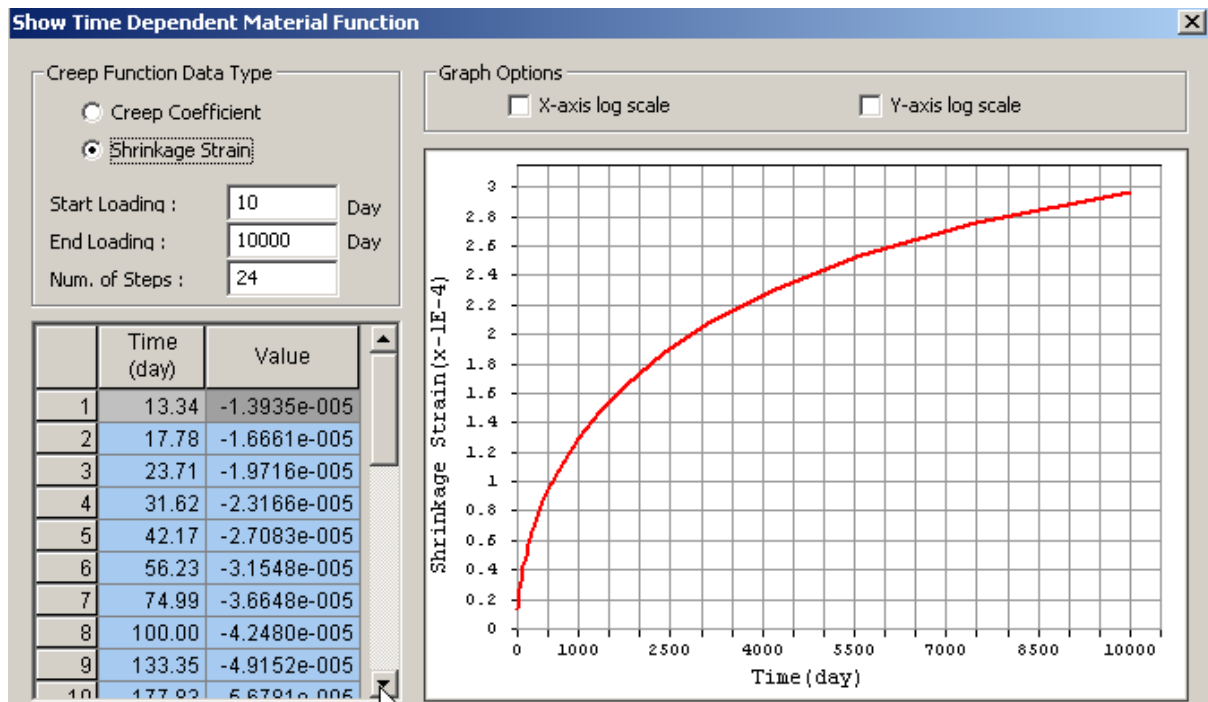
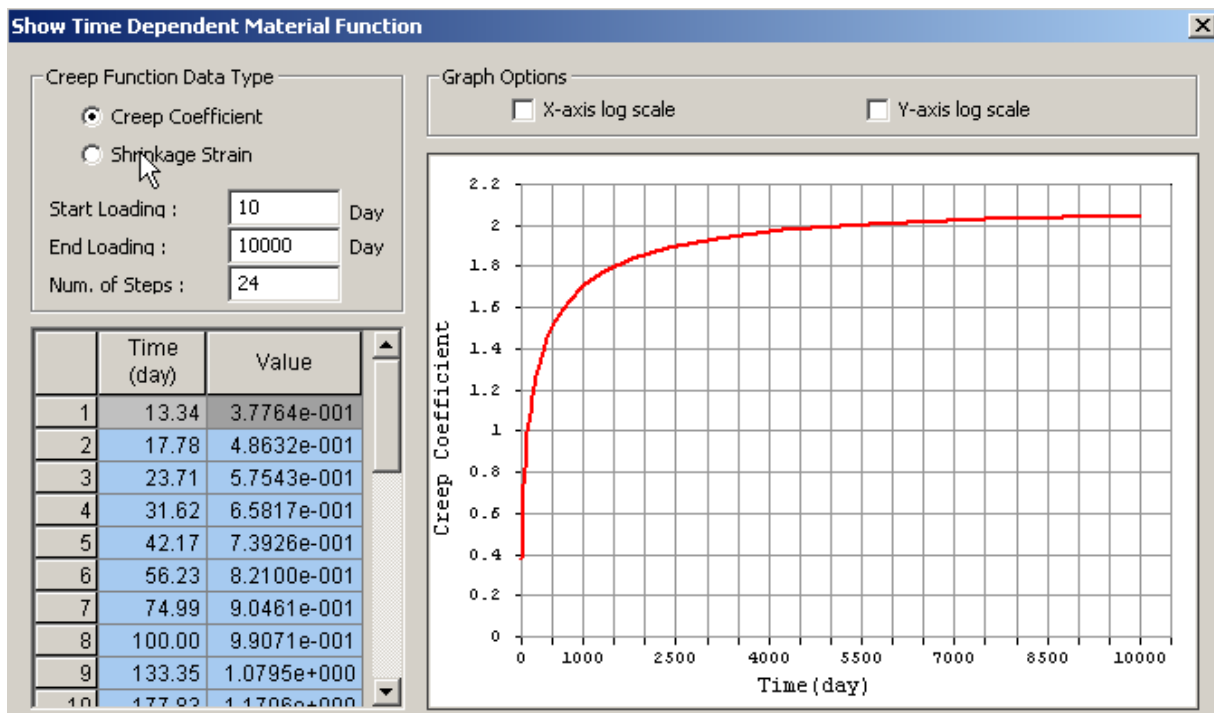
Type of cement

☐ Rapid hardening high strength cement (RS)

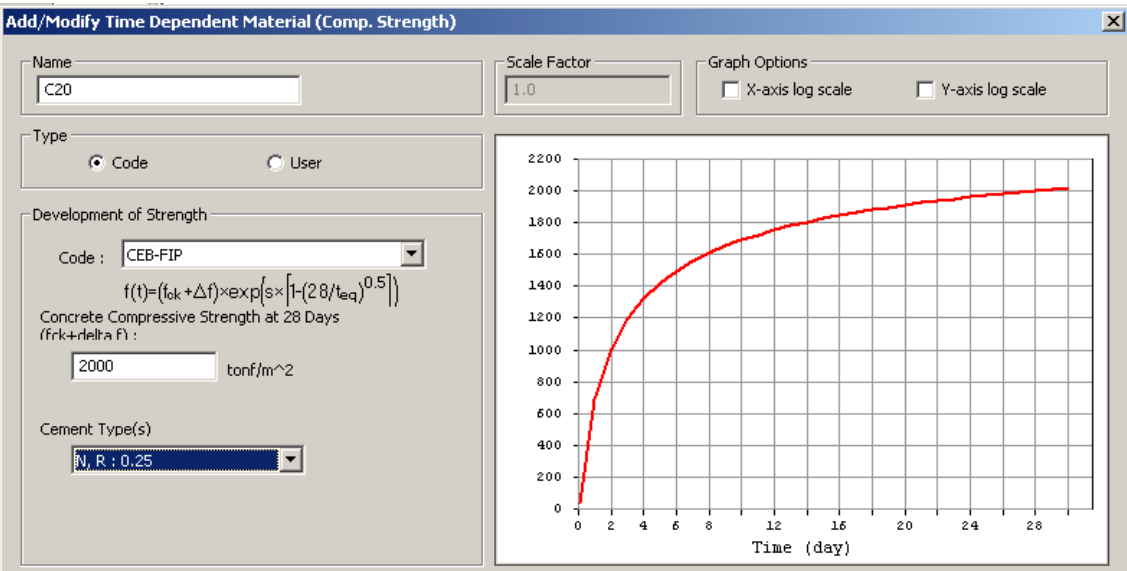
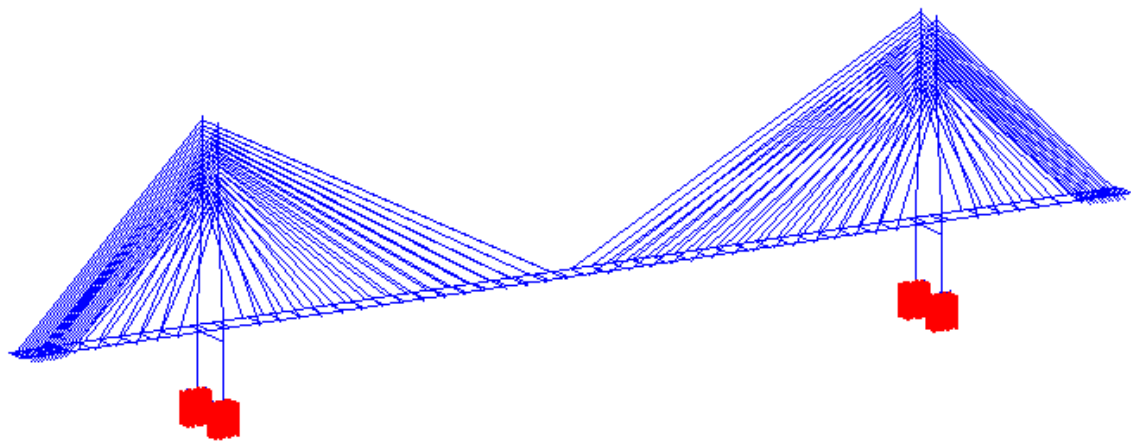
☒ Normal or rapid hardening cement (N, R)

☐ Slowly hardening cement (SL)

Age of concrete at the beginning of shrinkage: day



Béton fck = 20 MPa



Add/Modify Time Dependent Material (Creep / Shrinkage)

Name : Code :

CEB

Compressive strength of concrete at the age of 28 days : tonf/m²

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) : %

Notational size of member : m

$h = 2 * A_c / u$ (A_c : Section Area, u : Perimeter in contact with atmosphere)

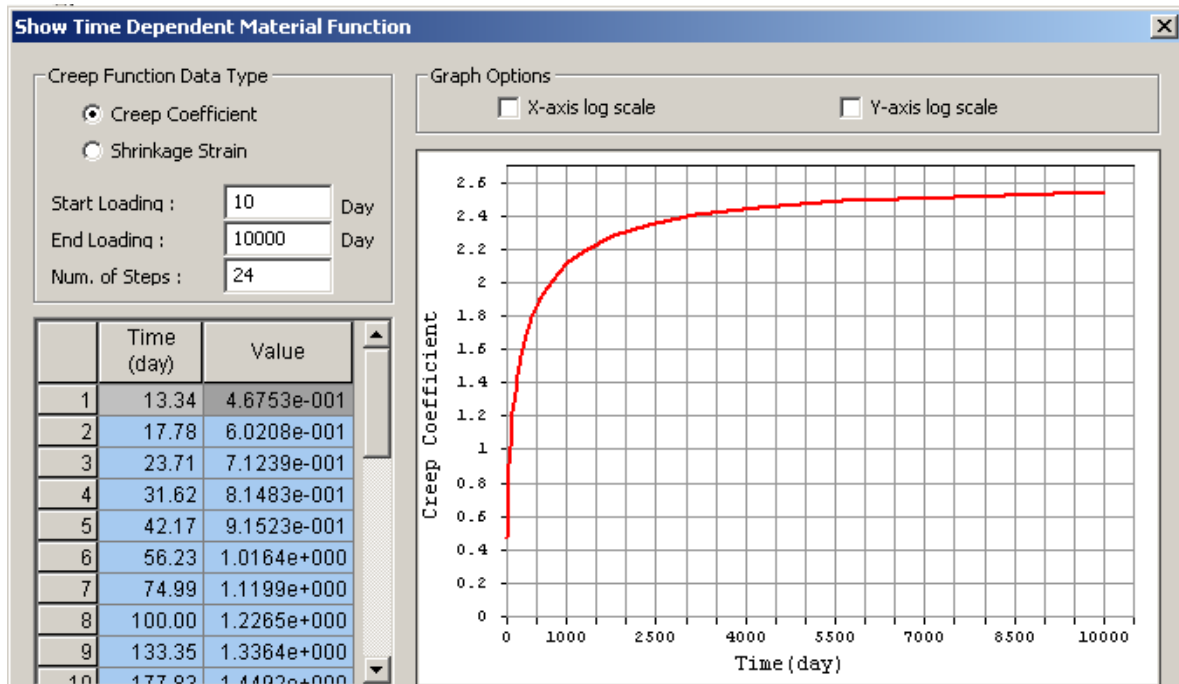
Type of cement

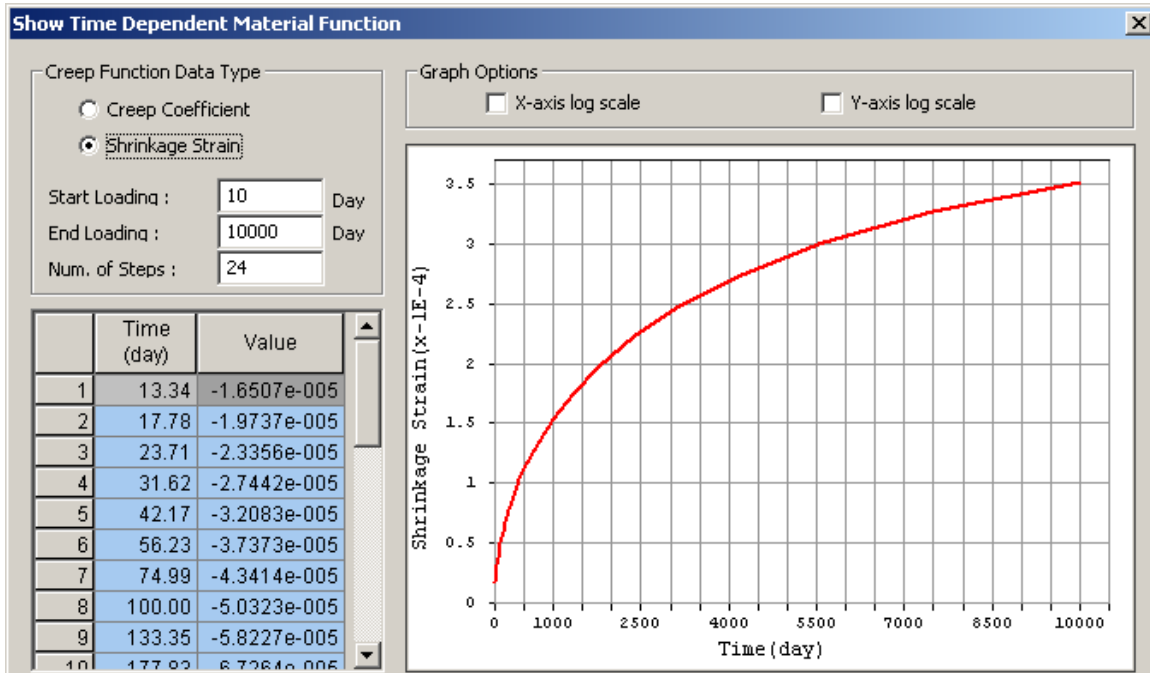
☐ Rapid hardening high strength cement (R5)

☒ Normal or rapid hardening cement (N, R)

☐ Slowly hardening cement (SL)

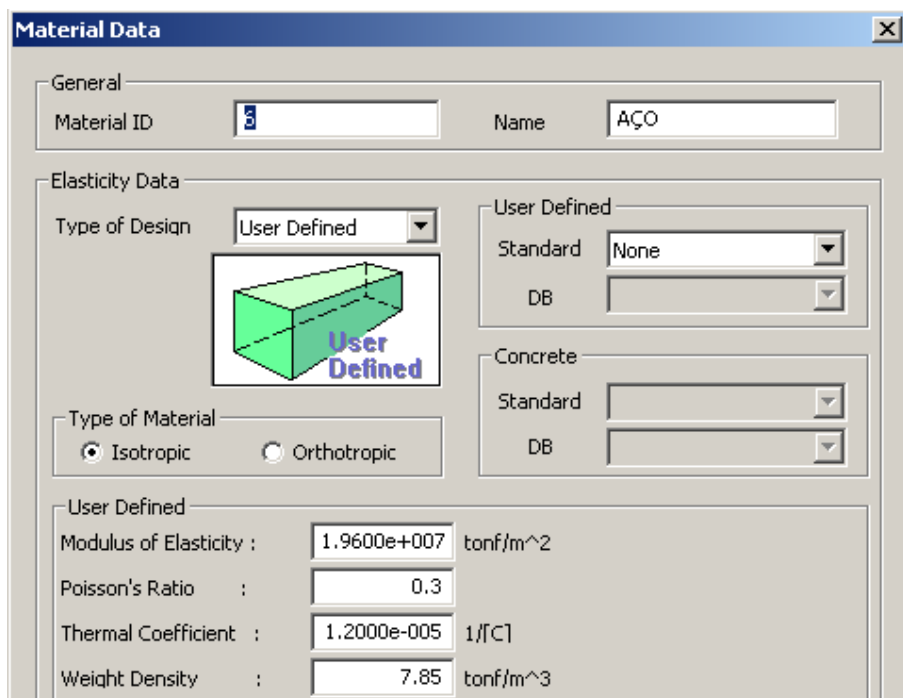
Age of concrete at the beginning of shrinkage : day





5.2.5.2.2 Aciers

Acier de précontrainte



Material Data

General

Material ID: 3 Name: AÇO

Elasticity Data

Type of Design: User Defined

User Defined

Standard: None DB:

Concrete

Standard: DB:

Type of Material

☒ Isotropic ☐ Orthotropic

User Defined

Modulus of Elasticity : 1.9600e+007 tonf/m²

Poisson's Ratio : 0.3

Thermal Coefficient : 1.2000e-005 1/°C

Weight Density : 7.85 tonf/m³

Matériels de haubanage

Toron galvanisé. EURONORM 138-79 - 1770

Ø 15,7mm A = 150mm² p = 1,17 kg/ml ⇒ poids avec protection et cire = 1,303 kg/m

F_{RG} = 265 KN = 27 tf E = 195GPa

Fatigue : absence de rupture lors des tests à 2 x 10⁶ cycles avec T_{max} = 0,45 F_{RG} = 0,45 x 27 = 12,15 tf,

soit ΔT ≥ 210N/mm² pour un hauban ou ΔT ≥ 260N/mm² pour un câble.

5.2.6 Logiciel de calcul

Le logiciel Midas Civil Advanced de l'entreprise Midas Information Technology Co. Ltd. a été utilisé pour les calculs.

Nous avons envisagé de réaliser une analyse non linéaire de certains éléments des câbles lors de l'analyse des tensions et du phasage.

Pour déterminer les moments fléchissants, les moments tranchants et les moments axiaux, nous avons considéré que le modèle linéaire et les haubans sont des éléments de la poutre de lancement.

Ce logiciel acquis par l'ENESCIL a été conçu pour des projets de ponts et comprend les analyses suivantes qui sont complémentaires aux logiciels conventionnels disponibles sur le marché :

- *Unlimited numbers of Nodes/Elements/Load Combinations* : nombre illimité d'éléments, de nœuds et de combinaisons ;
- Effets de la précontrainte (tracé, pertes pour frottement, cône d'ancrage, raccourcissement élastique et relâchement) ;
- *Time-dependent material properties* : correspond aux analyses de rétraction et de fluage du béton au fil du temps ;
- *Tapered beam* : éléments de sections variables ;
- *Moving Load analysis* : analyse de la charge mobile par des lignes d'influence.

Ci-après la transcription, en anglais, des analyses proposées par le logiciel :

MIDAS/Civil allows unlimited numbers of nodes and elements in a structural model. Nor does it limit the numbers of load cases and load combinations. It also supports **Batch analysis** such that a number of structural analysis models can be executed consecutively.

Static Analysis

Linear Static Analysis

Thermal Stress Analysis

Dynamic Analysis

Free Vibration Analysis

Response Spectrum Analysis (SRSS, CQC & ABS)

Time History Analysis

Geometric Non-linear Analysis

P-delta Analysis

Large Displacement Analysis

Buckling Analysis

Critical Buckling load factors

Buckling Modes

Moving Load Analysis

Influence Line Analysis

Influence Surface Analysis

Heat Transfer Analysis (Conduction, Convection & Radiation)

Steady State Analysis

Time Transient Analysis

Heat of Hydration Analysis

Thermo-elastic Analysis (Temperature stress)

Maturity, Creep, Shrinkage & Pipe Cooling

Construction Stage (Sequence) Analysis

Time dependent Material Properties

Boundary Group

Static Load Group

Other Analysis Features

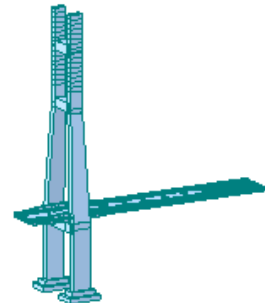
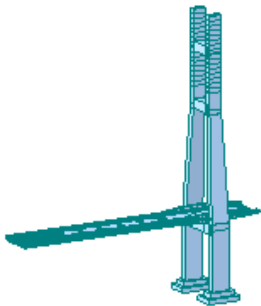
Analysis for finding Unknown Forces by Optimization.

Bridge Structure Analysis considering Support Settlements.

Structural Steel Bridge Analysis reflecting before and after Composite Actions.

5.2.7 Phases de la réalisation de l'ouvrage

Exécution des voussoirs de pile, travées adjacentes par cintrage et poids mort ("morto") de l'équilibre (phase initiale)



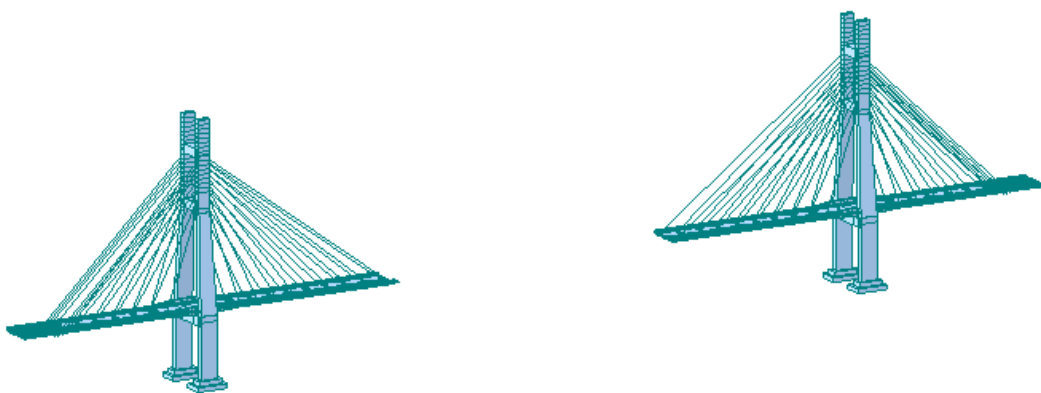
Les phases suivantes concernent la réalisation des voussoirs courants et la mise en tension des haubans du côté adjacent et central.

À titre d'exemple, nous présentons les images des phases suivantes :

Activation du voussoir central numéro 06 :



Tension du hauban central numéro 09 :



Outre les phases de réalisation des voussoirs et de la mise en tension des haubans, d'autres phases de la construction de l'ouvrage surviendront vers la fin des opérations. Nous aurons une phase de réalisation du voussoir de clavage, de mise en place du revêtement et des grilles métalliques et une phase finale, de 10 000 jours, pour garantir que les effets de rétraction et de fluage se soient produits.

Phases de l'ouvrage et durée des étapes :

E.A.1 à E.A.16 – Phase de tension des haubans de la travée adjacente.

E.C.1 à E.C.16 – Phase de tension des haubans de la travée centrale. Elle est divisée en deux étapes. D'abord, les haubans sont mis en tension et, ensuite, le poids du béton frais du voussoir suivant est pris en compte.

A.C.1 à A.C.16 – Phase d'activation des voussoirs de la travée centrale. Elles sont divisées en deux étapes. D'abord, le voussoir est activé et son poids, qui était considéré comme du béton frais supporté par la poutre de lancement qui était appuyée sur le voussoir précédent, est désactivé. Ensuite, le poids de la poutre de lancement, qui était appuyée sur le voussoir précédent, est déplacé vers le nouveau voussoir activé, permettant ainsi la mise en tension des haubans.

Ci-après la liste de toutes les phases et ses durées en journées :

Traduction du tableau ci-dessous :

PHASE	DURÉE
INITIALE	

FASE	DURAÇÃO
INICIAL	60
E.A.1	1
E.C.1	1
A.C.2	7
E.A.2	1
E.C.2	1
A.C.3	7
E.A.3	1
E.C.3	1
A.C.4	7
E.A.4	1
E.C.4	1
A.C.5	7
E.A.5	1
E.C.5	1
A.C.6	7
E.A.6	1
E.C.6	1
A.C.7	7
E.A.7	1
E.C.7	1
A.C.8	7
E.A.8	1
E.C.8	1
A.C.9	7
E.A.9	1

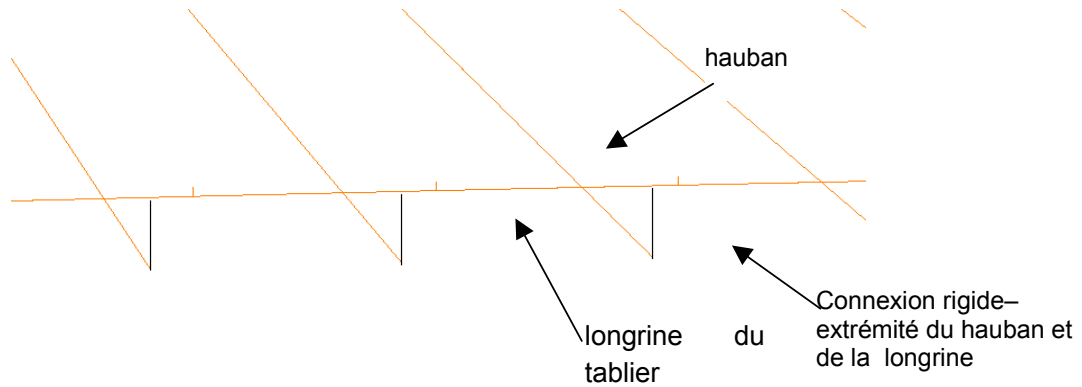


FASE	DURAÇÃO
E.C.9	1
A.C.10	7
E.A.10	1
E.C.10	1
A.C.11	7
E.A.11	1
E.C.11	1
A.C.12	7
E.A.12	1
E.C.12	1
A.C.13	7
E.A.13	1
E.C.13	1
A.C.14	7
E.A.14	1
E.C.14	1
A.C.15	7
E.A.15	1
E.C.15	1
A.C.16	7
E.A.16	1
E.C.16	1
PROT.CONT.	1
A.C.	7
G3	30
10000	10000

Restrictions d'appuis :

A la base des semelles des appuis 2 et 3, nous avons envisagé de placer un encastrement . Nous allons démontrer par les résultats que sur la semelle, il n'y a aucune tension de traction. Ainsi, nous avons pu considérer l'encastrement comme la représentation fidèle de la semelle.

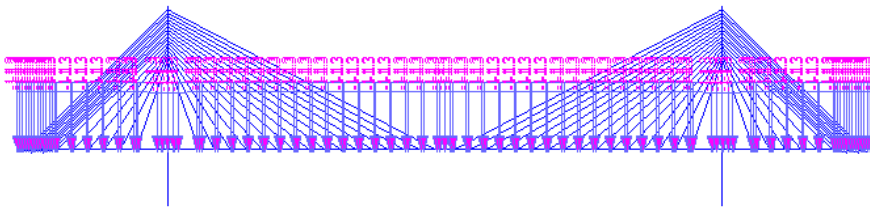
Des éléments rigides entre les points d'ancrage et la ligne de la barre de la poutre :



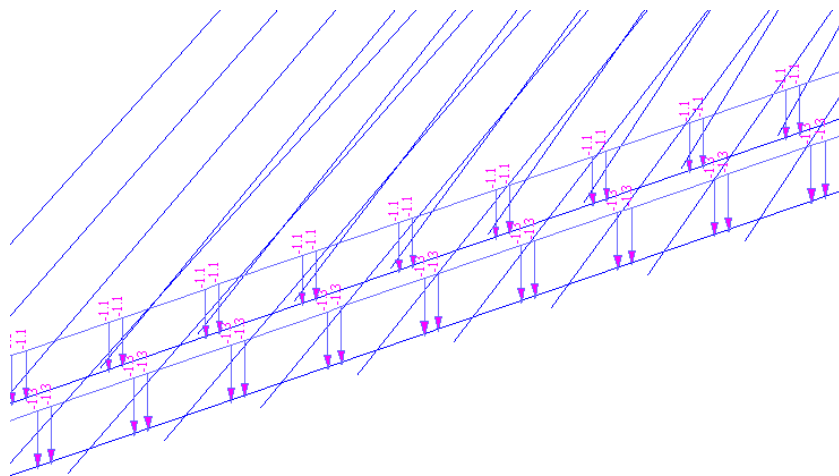
5.2.8 Chargement:

5.2.8.1 Charges permanentes :

- Poids propre des éléments structuraux : sont appliqués automatiquement par le logiciel au moyen d'informations sur la densité du matériel et sur la superficie des sections.
- Poids des haubans : la densité prise en compte sera de $7,85 \text{ tf/m}^3$.
- Poids du revêtement, des garde-corps, des barrières de sécurité et des murets de la passerelle piétonnière = $1,3 \text{ tf/m}$ pour les longrines avec passerelle piétonnière et $1,1 \text{ tf/m}$ pour les longrines sans passerelle piétonnière.



Vue en perspective de la charge des longrines du tablier



5.2.8.2 Tension des haubans

Force de tension des haubans – valeurs en tf :

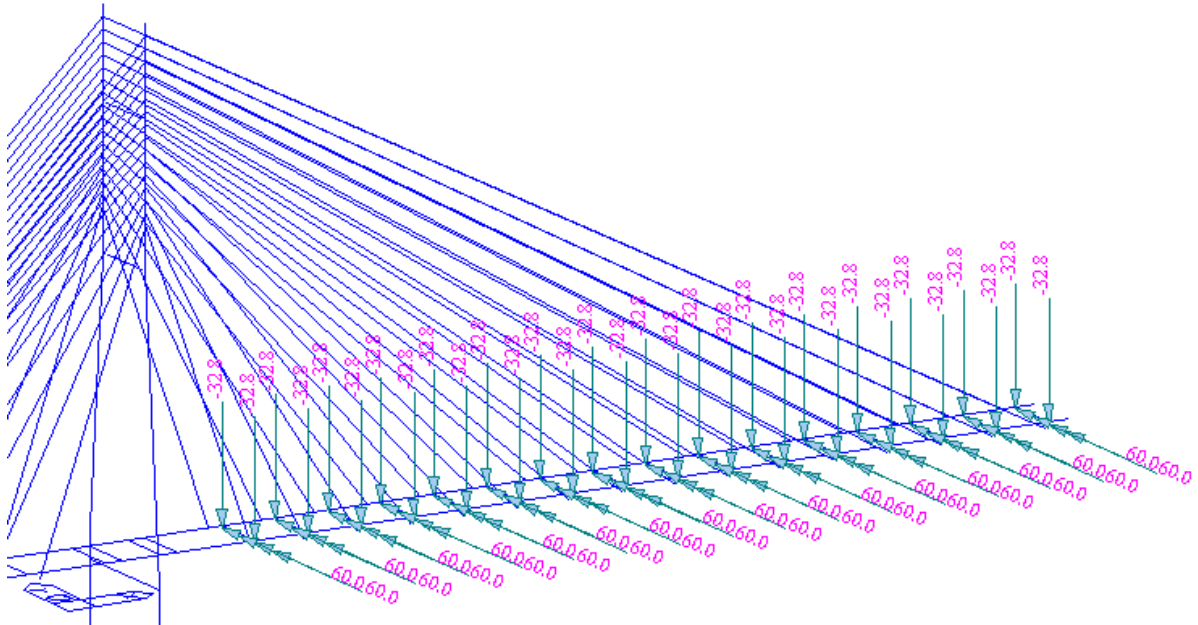
En raison de l'asymétrie de la section transversale du tablier et aussi de la répartition des charges, les nappes parallèles du hauban contiennent un nombre différent de haubans. La section du côté où se situe la passerelle piétonnière est plus lourde et cette dernière subit aussi une charge mobile, c'est pourquoi elle contient un plus grand nombre de haubans.

Ci-dessous, la liste des forces de tension de chaque hauban exprimées en tonnes.

Traduction du tableau ci-dessous :

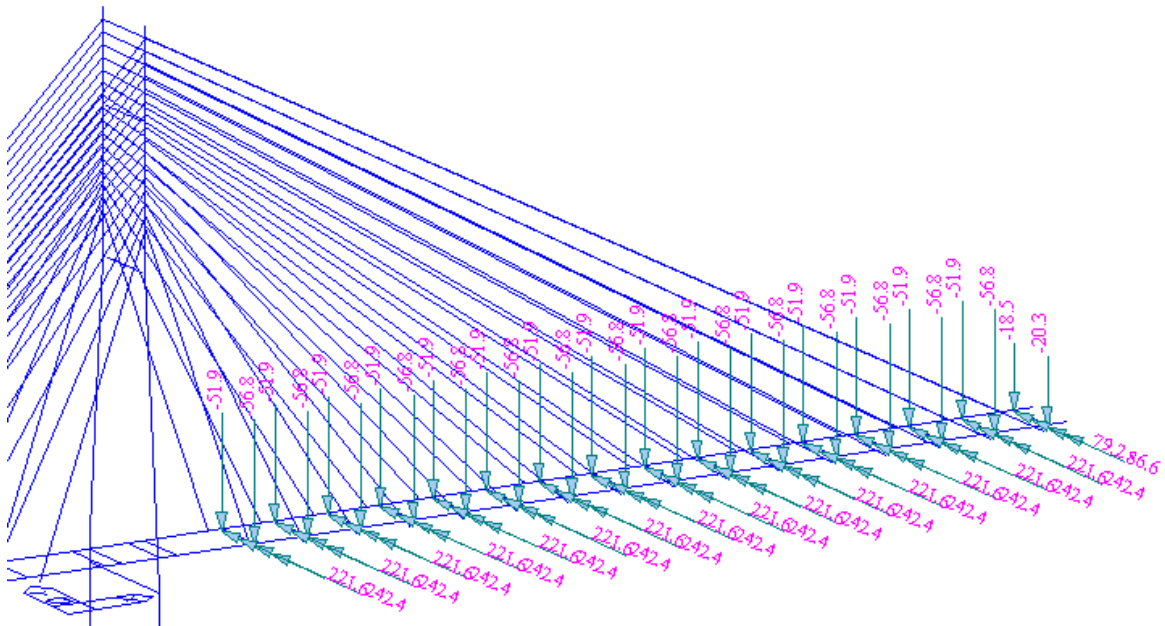
HAUBAN	TENSION	
	PASSERELLE PIÉTONNIÈRE	SANS PASSERELLE PIÉTONNIÈRE

Les charges dues au déplacement des poutres de lancement sont appliquées individuellement à chacun des points indiqués ci-dessus, selon l'étape de progression de l'ouvrage.

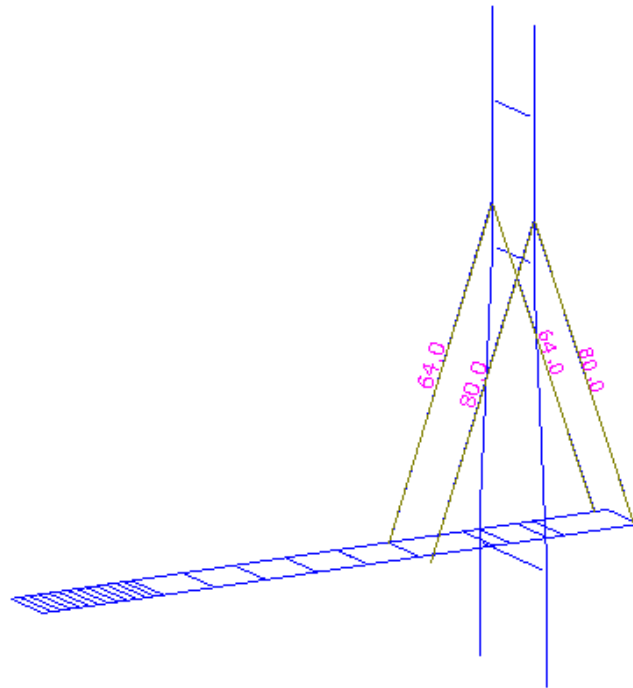


Charges dues au béton frais :

Les charges dues au poids du béton frais sont appliquées individuellement à chacun des points indiqués ci-dessus, selon l'étape de progression de l'ouvrage.

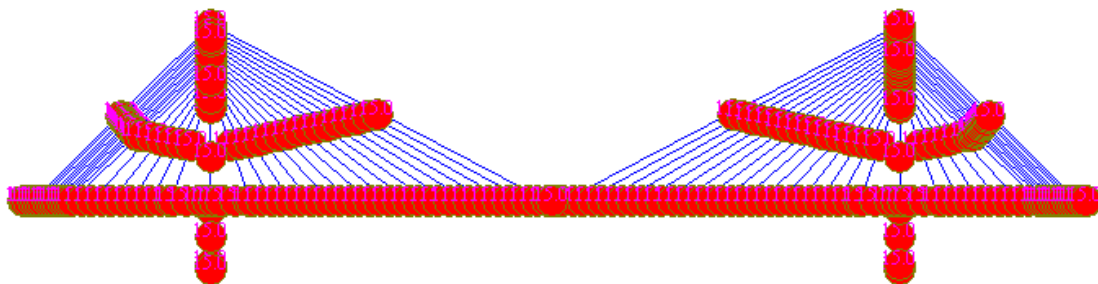


Tension des haubans numéro 1 des côtés adjacents et central.



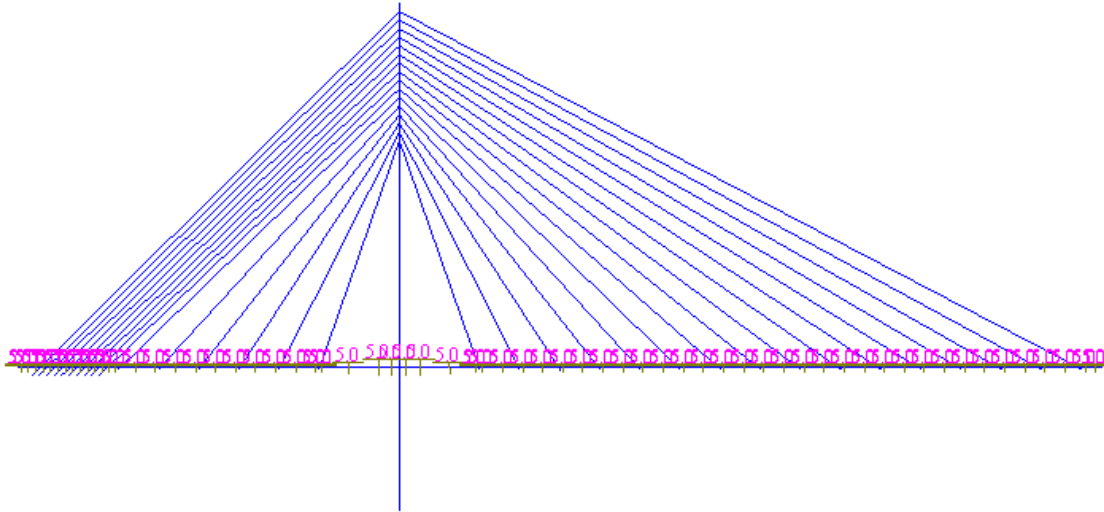
5.2.8.3 Variation de température

Variation de température de $\Delta T = +15^{\circ}\text{C}$ et $\Delta T = -15^{\circ}\text{C}$ au niveau des haubans



5.2.8.4 Écart de température

Écart de température entre le sommet et la base du tablier

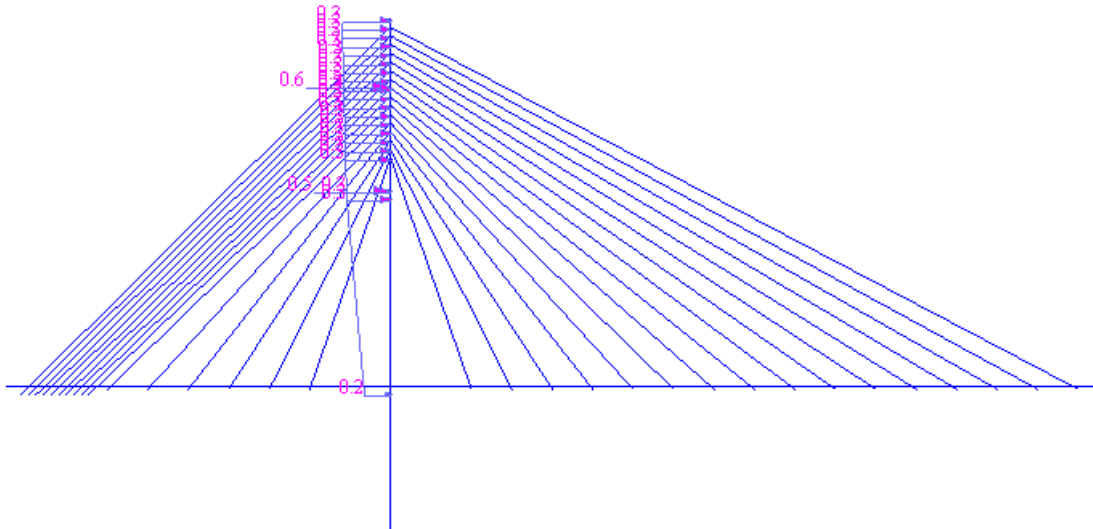


5.2.8.5 Le Vent

Nous avons pris en compte l'action du vent soufflant sur la structure, aussi bien longitudinalement, que transversalement à l'ouvrage.

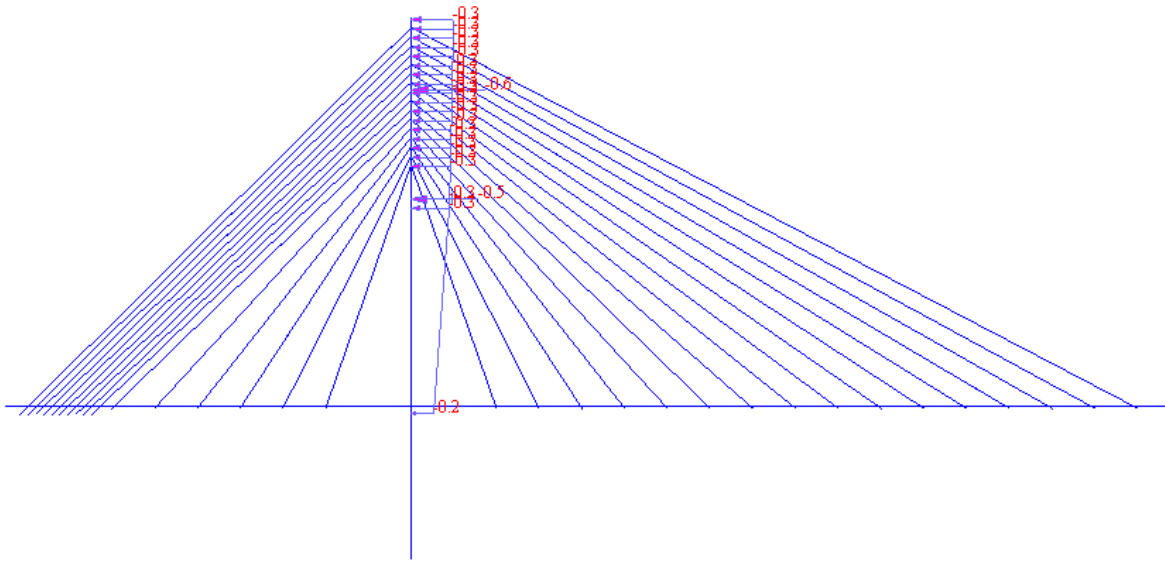
Les forces dues au vent ont été calculées suivant la norme NBR6123.

Vent soufflant en sens longitudinal par rapport à l'ouvrage (direction +X) :



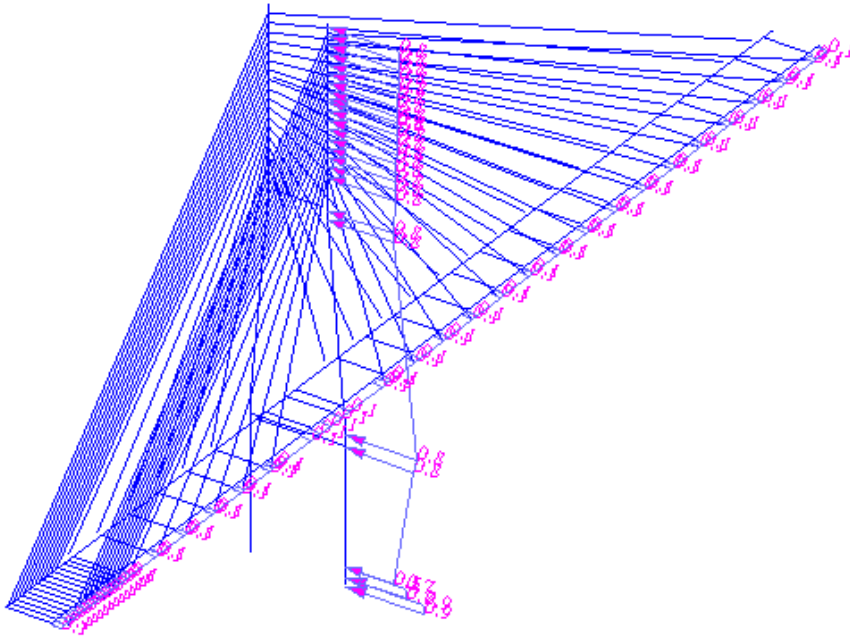
Le dessin ne montre qu'un appui, cependant la charge a été appliquée sur les appuis.

Vent soufflant en sens longitudinal par rapport à l'ouvrage (direction -X) :

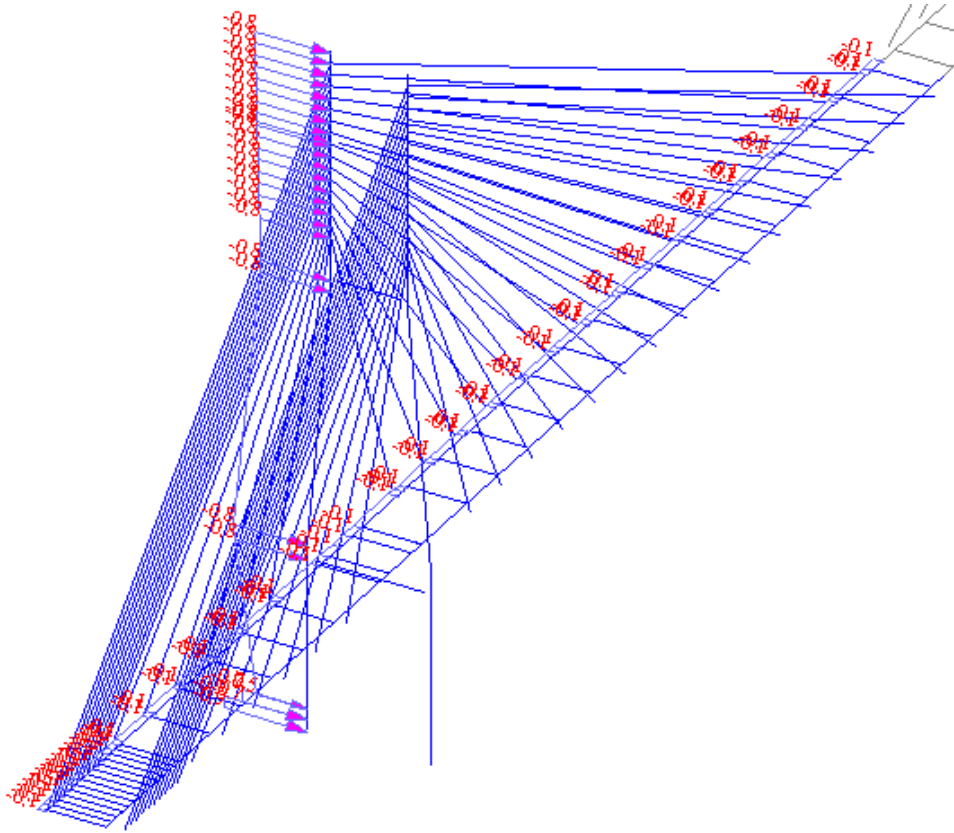


Le dessin ne montre qu'un appui, cependant la charge a été appliquée aux appuis.

Vent agissant en sens transversal par rapport à l'ouvrage (direction +Y)



Le dessin illustre la moitié de l'ouvrage, cependant, la charge a été appliquée à la totalité de l'ouvrage.



Le dessin illustre la moitié de l'ouvrage, cependant la charge a été appliquée à la totalité de l'ouvrage.

5.2.8.6 Charges mobiles

Foule : $0,5 \text{ tf/m}^2$

Pour un train de type TB-45 nous allons considérer qu'un véhicule avance tout le long de l'ouvrage sur l'une des poutres.

Impact dû à la charge mobile :

Pour les dimensions des travées de l'ouvrage, l'impact de la charge mobile ne sera pas pris en considération.

5.2.8.7 Charges dues au véhicule type

En raison de la superposition du véhicule et de la foule, la charge du véhicule sera considérée comme étant de 36 tf sans impact ($45 \text{ tf} - 6 \times 3 \times 0,5 = 36 \text{ tf}$).

Ainsi, nous aurons 6 tf pour chaque roue et donc, transversalement $2 \times 6 = 12 \text{ tf}$ tous les 1,50m

Ainsi, pour chaque longrine sans passerelle piétonnière, nous aurons une charge de $q = 4,5 \times 0,5 = 2,25 \text{ tf/m}$

Ainsi, pour chaque longrine avec passerelle piétonnière, nous aurons une charge de $q = 4,5 \times 0,5 + 2,5 \times 0,3 = 3,00 \text{ tf/m}$

Aussi bien la charge de la foule, que la charge du véhicule, ont été considérées comme appliquées directement au centre de gravité de la barre du modèle de calcul.

Charge mobile de la longrine sans passerelle piétonnière

Define User Defined Vehicular Load

Load Type: ☒ Truck/Lane ☐ Train Load

Vehicular Load Properties: Vehicular Load Name : MULT.TB.

Truck Load

No	Load(tonf)	Spacing(m)
1	12	1.5
2	12	1.5
3	12	end

Lane Load

No	Load(tonf)	Spacing(m)
1	12	1.5
2	12	1.5
3	12	end

Charge mobile de la longrine avec passerelle piétonnière

Define User Defined Vehicular Load

Load Type: ☒ Truck/Lane ☐ Train Load

Vehicular Load Properties: Vehicular Load Name : MULT.TB.PASS.

Truck Load

No	Load(tonf)	Spacing(m)
1	12	1.5
2	12	1.5
3	12	end

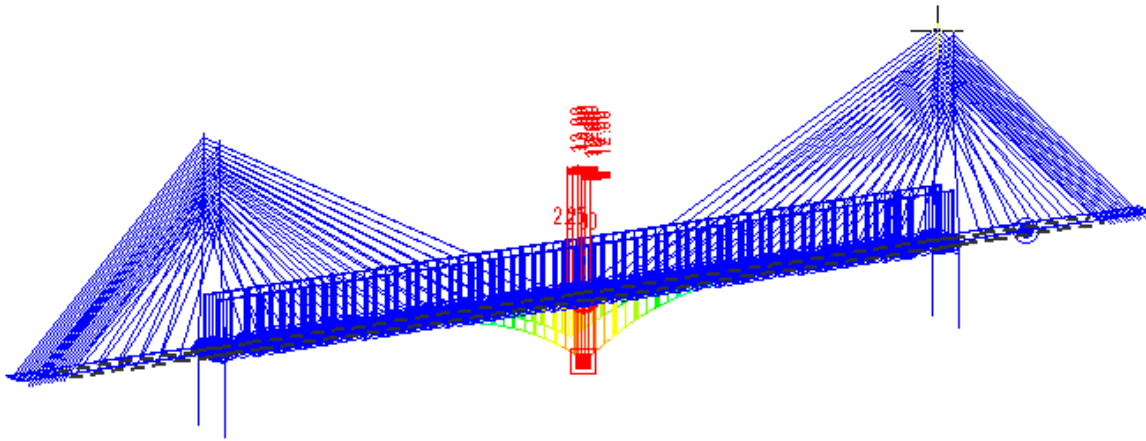
Lane Load

No	Load(tonf)	Spacing(m)
1	12	1.5
2	12	1.5
3	12	end

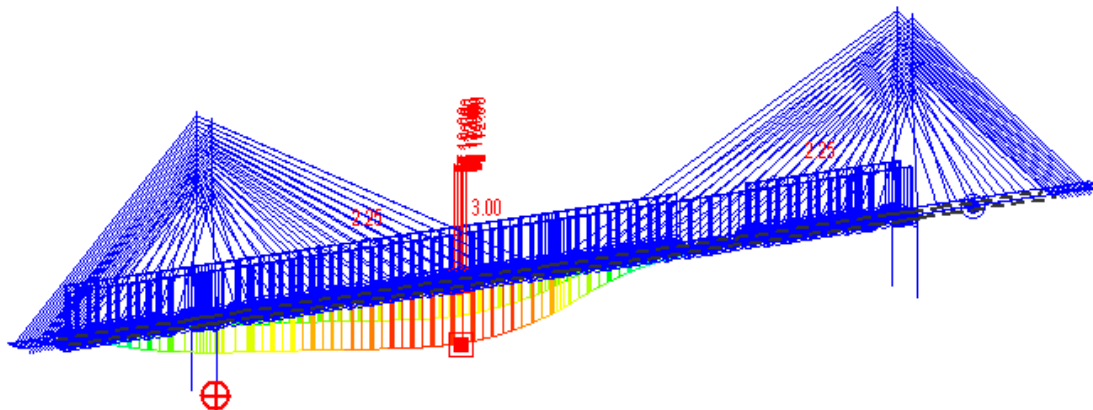
Le logiciel Midas détermine les lignes d'influence pour les mouvements fléchissants, les efforts tranchants, la torsion et l'effort axial de chaque section. Pour chaque ligne d'influence sont déterminés les efforts les plus importants et les efforts les plus faibles. Le même procédé s'applique aux déformations.

Par la suite, nous présenterons quelques unes des lignes d'influence des charges uniquement pour cette illustration :

Position de la charge mobile pour un déplacement maximal dans la direction -Z au centre de la travée 2 :



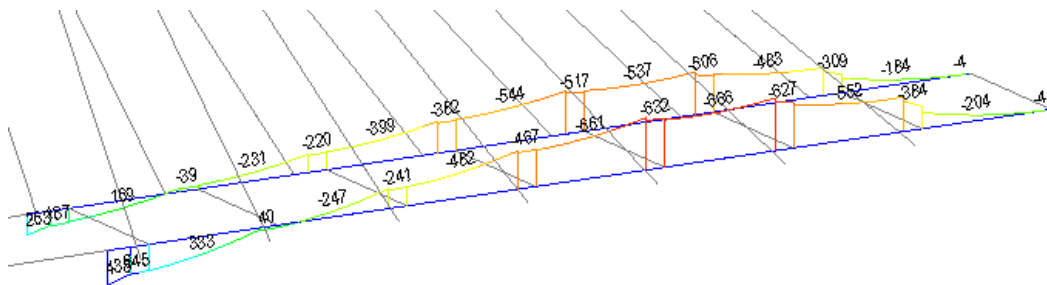
Effort maximal axial sur le mât (barre au-dessous du tablier)



5.2.9 Analyse des efforts de flexion sur le tablier pendant le phasage

Pendant le phasage de l'ouvrage, les efforts fléchisseurs qui agissent sur les longrines du tablier devront être supportés par des armatures passives permettant ainsi, une fissuration de 0,3mm.

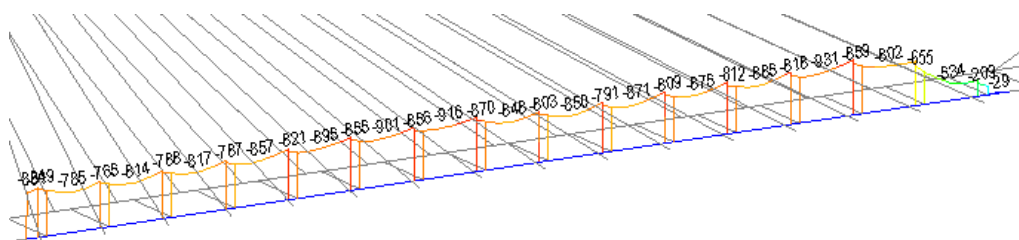
Comme nous pouvons le voir sur le modèle de calcul, les efforts négatifs le plus importants qui agissant sur le tablier sont engendrés après le bétonnage des voussoirs. Ci-dessus sont illustrés les efforts de flexion après le bétonnage du voussoir 8.



5.2.9.1 Longrine avec passerelle piétonnière

Par la suite, sera présentée une enveloppe d'efforts négatifs pendant le phasage de l'ouvrage.

Longrine avec passerelle piétonnière :



Légende du tableau ci-dessous

Coeficientes de ponderação das ações	Coefficients de pondération des actions
Estado limite último	état limite ultime
Estado limite de utilização (combinação frequente das ações)	état limite d'utilisation (combinaison fréquente des actions)
Nº de ciclos	nombre de cycles
Coeficientes de minoração das resistências	coefficients de minoration des résistances

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1.20	$g_{fq} =$	-
$g_{fg} =$	1.00		

Estado Limite de Utilização (Combinação Frequente das Ações):

$g_{fg} =$	1.00	$\gamma_1 =$	0.50
Nº de Ciclos	2.00E+06		

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ α_s :

$g_c =$	1.4	$Es/Ec_{\text{fissuração}}$	15
$g_s =$	1.15	Es/Ec_{fadiga}	10

Fissur. / Condições do meio ambiente - tab 6.1

- ☐ Classe I - fraca
☒ Classe II e III - moderada a forte
☐ Classe IV - Muito forte

ver 0.5

Légende du tableau ci-dessous

CONCRETO ARMADO / FLEXÃO SIMPLES = BÉTON ARMÉ/FLEXION SIMPLES	DIMENSIONAMENTO = MESURE CONTROLE DA FISSURAÇÃO = CONTRÔLE DE LA
---	---

Mqk max	(tfm)	0.00
Mqk min	(tfm)	0.00

Propriedades dos materiais

fck	(MPa)	40.00
fyk	(MPa)	500.00

Propriedades da seção

b _f	(cm)	555.00
h _f	(cm)	35.00
b _w	(cm)	100.00
h	(cm)	127.00
b _{inf}		
h _{inf}		
espaç. barra horizontal	(cm)	7.50

Armadura inferior

φ (mm)	(mm)	25.00
barras por camada		10.00
cobrimento na armadura	(cm)	4.25

Armadura superior

A _s '	(cm ²)	
d'	(cm)	

CONTROLE DA FISSURAÇÃO

S _{smax}	(kgf/cm ²)	3845
ρ _{ri}		0.075
w ₁	(mm)	0.54
w ₂	(mm)	0.16
ELS-W wk ≤	(mm)	0.30
K		1.00
A _s corr.	(cm ²)	235.73

Armadura sugerida	(17Ø25mm)
CG barras (cm)	14.2
número de camadas	5

47 barras de Ø 25mm seront nécessaires

Section avec positionnement des armatures:

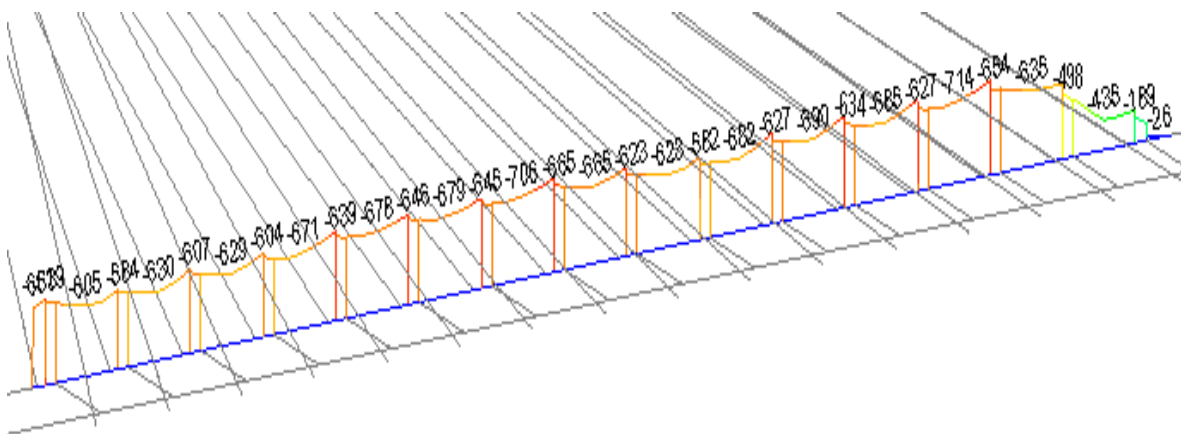
Légende l'image ci-dessous :

ARMADURAS ATIVAS = ARMATURES ACTIVES

ARMADURAS PASSIVAS = ARMATURES PASSIVES

TUBO FORMA DOS ESTAIS = TUBE GUIDE DES HAUBANS

5.2.9.2 Longrine avec passerelle piétonnière



LÉGENDE DU TABLEAU CI-DESSOUS

Coefficientes de ponderação das ações	Coefficients de pondération des actions
Estado limite último	état limite ultime
Estado limite de utilização (combinação freqüente das ações)	état limite d'utilisation (combinaison fréquente des actions)
Nº de ciclos	nombre de cycles
Coefficientes de minoração das resistências	coefficients de minoration des résistances

COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES:

Estado Limite Último:

$g_{fg} =$	1.20	$g_{fq} =$	-
$g_{fg} =$	1.00		

Estado Limite de Utilização (Combinação Freqüente das Ações):

$g_{fg} =$	1.00	$\gamma_1 =$	0.50
Nº de Ciclos	2.00E+06		

COEFICIENTES DE MINORAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS/ α_s :

$g_c =$	1.4	E_s/E_c fissuração	15
$g_s =$	1.15	E_s/E_c fadiga	10

Fissur. / Condições do meio ambiente - tab 6.1

- ☐ Classe I - fraca
☒ Classe II e III- moderada a forte
☐ Classe IV - Muito forte

ver 0.5

CONCRETO ARMADO / FLEXÃO SIMPLES .

**SEM
PASSEIO**

Esforços solicitantes

Mgk	(tfm)	714.00
Mqk max	(tfm)	0.00
Mqk min	(tfm)	0.00

Propriedades dos materiais

fck	(MPa)	40.00
fyk	(MPa)	500.00

Propriedades da seção

bf	(cm)	555.00
hf	(cm)	35.00
bw	(cm)	100.00
h	(cm)	127.00
binf		
hinf		
espaç. barra horizontal	(cm)	7.50

Armadura inferior

φ (mm)	(mm)	25.00
barras por camada		5.00
cobrimento na armadura	(cm)	4.25

DIMENSIONAMENTO

M _c	(tfm)	856.8
A _s	(cm ²)	106.2
A _s	(cm ²)	207.8
A _s necessário	(cm ²)	193.07

VERIFICAÇÃO DA FADIGA

M _c	(tfm)	714
M _u	(tfm)	714
S _u	(kg f/cm ²)	4069
S _u	(kg f/cm ²)	4069
A _s	(kg f/cm ²)	0
A _s σ _s / S _u	(kg f/cm ²)	1769
A _s σ _s / S _u	(kg f/cm ²)	100
A _s σ _s / S _u	(kg f/cm ²)	193.07

CONTROLE DA FISSURAÇÃO

S _u	(kg f/cm ²)	3810
A _s	(cm ²)	0.090
A _s	(cm ²)	0.53
ELC W _u	(cm ⁴)	0.30
A _s	(cm ²)	1.50
A _s	(cm ²)	193.67
A _s	(cm ²)	1380.25 (mm ²)
C O B R I M E N T O	(cm)	2.18
C O B R I M E N T O	(cm)	8

38 barras de Ø 25mm seront nécessaires

DE LA

Section avec mise en position des armatures :

Légende l'image ci-dessous :

ARMADURAS ATIVAS = ARMATURES ACTIVES

ARMADURAS PASSIVAS = ARMATURES PASSIVES

TUBO FORMA DOS ESTAIS = TUBE GUIDE DES HAUBANS

5.2.10 Analyse des tensions pendant la phase de service de l'ouvrage

Pour faire face aux contraintes de tension prévues dans la norme sur les bétons précontraints, seront utilisés des câbles de précontrainte comme suit :

L'ensemble de câbles de la longrine avec passerelle piétonnière est constitué de 1 type de câble :

4 câbles de 19Ø 15,2 mm placés au sommet de la longrine

Pour la mise en place de l'ensemble de câbles du modèle sera créé pour cette longrine 1 type de câble qui représentera les 4 câbles de 19 Ø 15,2 mm de la partie supérieure.

L'ensemble de câbles de la longrine sans passerelle piétonnière est constitué de 1 type de câble :

4 câbles de 19Ø15,2 mm positionnés au sommet de la longrine

Pour la mise en place de l'ensemble de câbles du modèle sera créé pour cette longrine 1 type de câble qui représentera les 4 câbles de 19Ø15,2mm de la partie supérieure.

Caractéristiques des câbles équivalents :

The screenshot shows a software window titled "Add/Modify Tendon Property". It contains the following fields and settings:

- Tendon Name:** 4x19Ø15.2
- Tendon Type:** Internal(Post-Tension)
- Material:** 6: AÇO
- Total Tendon Area:** 0.01064 m²
- Duct Diameter:** 0.14 m
- Relaxation Coefficient:** CEB-FIP, 5 %
- Ultimate Strength:** 190000 tonf/m²
- Yield Strength:** 160000 tonf/m²
- Curvature Friction Factor:** 0.2
- Wobble Friction Factor:** 0.01 1/m
- External Cable Moment Magnifier:** 0 tonf/m²
- Anchorage Slip(Draw in):**
 - Begin : 0.006 m
 - End : 0.006 m
- Bond Type:** Bonded (selected), Unbonded

Tendon Name : Nom employé pour se référer au câble.

Tendon Type : Variable pour la définition du type de précontrainte – Interne précontrainte, interne post-contrainte ou externe.

Material : Matériau composant les câbles.

Tendon area: surface équivalente au câble, sachant que chaque toron fait $1,4\text{cm}^2$.

Duct diameter: Diamètre équivalent du câble.

Relaxation Coefficient: Méthode de calcul pour le relâchement de l'acier.

Ultimate Strength: Tension de rupture de l'acier.

Yield Strength: Tension de fléchissement de l'acier.

Curvature Friction Factor: Coefficient de friction apparente entre le câble et la gaine.

Wobble Friction Factor: Coefficient de perte par mètre provoquée par des courbures involontaires du câble.

Anchorage Slip: rentrée d'ancrage.

Bond Type: Variable pour la définition du type de précontrainte – Injectée ou non injectée

5.2.10.1 Limites de tension

Pour une combinaison quasi-permanente :

Si l'on a recours à la limite établie par la norme NBR 6118, on sait que :

$$\Rightarrow \sigma_t \leq 0 \text{ tf/m}^2$$

Pour une combinaison fréquente :

Si l'on a recours à la limite établie par la norme NBR 6118, on sait que: $f_{ctk \text{ inf}} = 0,7 f_{ctm}$

$$\Rightarrow \sigma_t \leq 1,2 f_{ctk \text{ inf}}, \text{ où } f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3} = \therefore 1,2 \times 0,7 \times 0,3 \times 40^{2/3} = 2,95 \text{ MPa} = 295 \text{ tf/m}^2$$

5.2.10.2 Combinaisons de l'état-limite de service

<i>Combinação quase permanente :</i>	<i>Combinação frequente</i>
$F_d = 1.0 F_{gk}$ (moldados em loco ,empuxo) + $1.0 F_{gk}$ (pré-moldados)	$F_d = 1.0 F_{gk}$ (moldados em loco ,empuxo) + $1.0 F_{gk}$ (pré-moldados)
+ $1.0 F_{gk}$ (fluência e retração térmica) + $1.0 F_{pk}$ (protensão)	+ $1.0 F_{gk}$ (fluência e retração térmica) + $1.0 F_{pk}$ (protensão)
+ $0.3 F_{qk}$ (veículo ,multidão ,frenagem ,centrifuga ,sobrecarga no aterro)	+ 0.5 ou 0.3 F_{qk} (veículo ,multidão ,frenagem ,centrifuga ,sobrecarga no aterro)
+ 0 (zero) F_{vk} (força do vento)+ $0.3 F_{tk}$ (força da variação da temperatura)	+ $0.3 F_{vk}$ (força do vento)+ 0.5 ou 0.3 F_{tk} (força da variação da temperatura)

****Azul se principal , vermelho se secundário**

Legenda	Légende
Combinação quase permanente :	Combinaison quasi permanente :
Moldados em loco, empuxo	Moulés in loco, poussée
Pré-moldados	Prémoulés , préfabriqué
Fluência e retração térmica	Fluage et rétraction thermique
Protensão	Précontrainte
Veículo, multidão, frenagem, centrifuga, sobrecarga no aterro	Véhicule, foule, freinage, centrifuge, surcharge sur le remblai
Força do vento, força da variação da temperatura	Force du vent, force de variation de la température
Azul, se principal; vermelho, se secundário	Bleu, si principal ; rouge, si secondaire

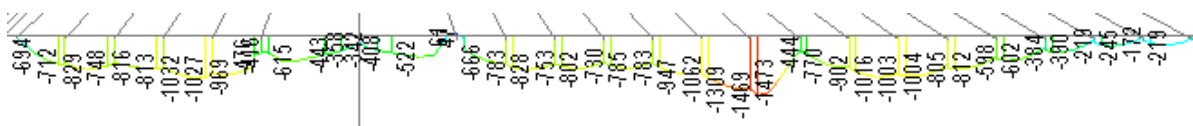
5.2.10.3 Tensões en face supérieure pour combinaison quasi-permanente pour longrine avec passerelle



5.2.10.4 Tensões en face supérieure pour combinaison fréquente pour longrine avec passerelle



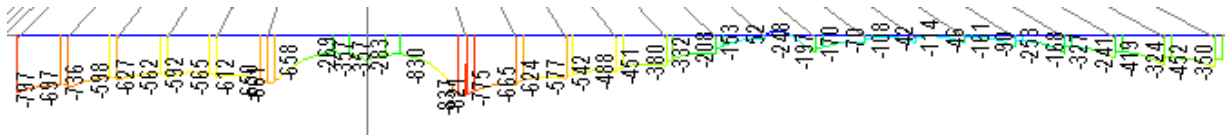
5.2.10.5 Tensões en face supérieure pour combinaison quasi-permanente pour longrine sans passerelle



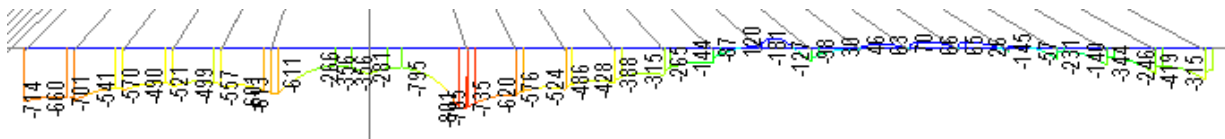
5.2.10.6 Tensões en face supérieure pour combinaison fréquente pour longrine sans passerelle



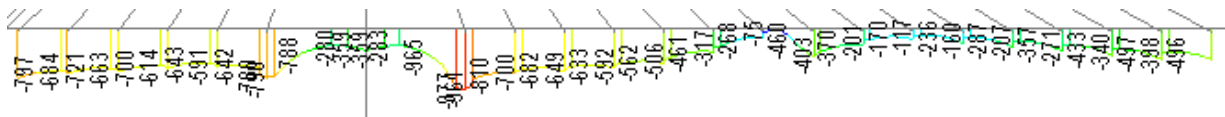
5.2.10.7 Tensões en face inférieure pour combinaison quasi-permanente pour longrine avec passerelle



5.2.10.8 Tensões en face inférieure pour combinaison fréquente pour longrine avec passerelle



5.2.10.9 Tensões en face inférieure pour combinaison quasi-permanente pour longrine sans passerelle



5.2.10.10 Tensões en face inférieure pour combinaison fréquente pour longrine sans passerelle



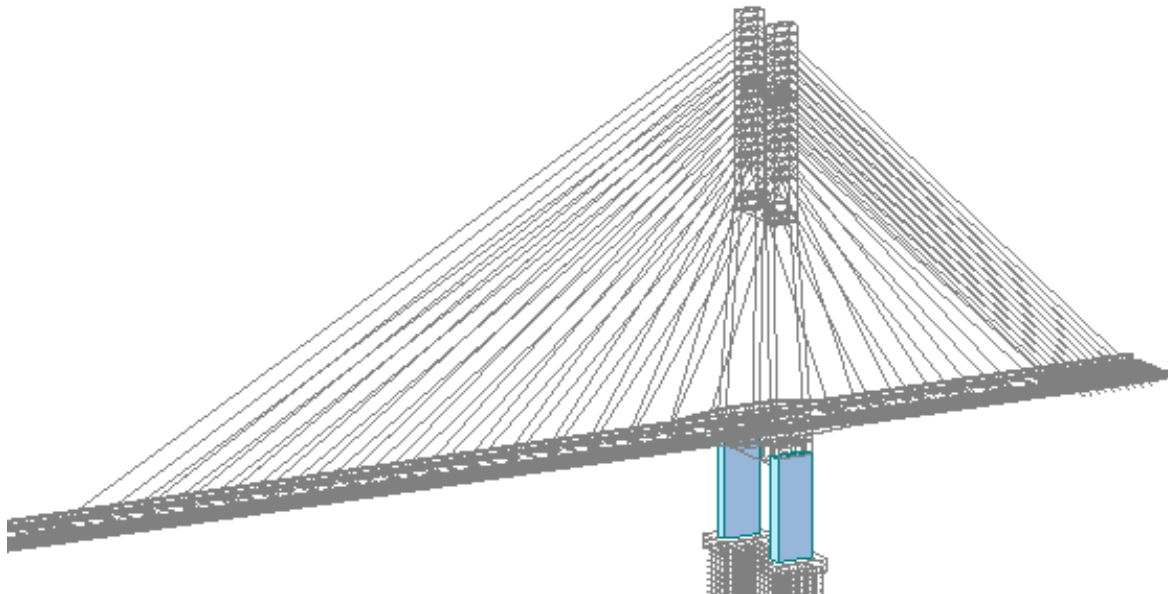
5.2.11 Dimensionnement des mâts

5.2.11.1 Combinaison pour l'état-limite ultime

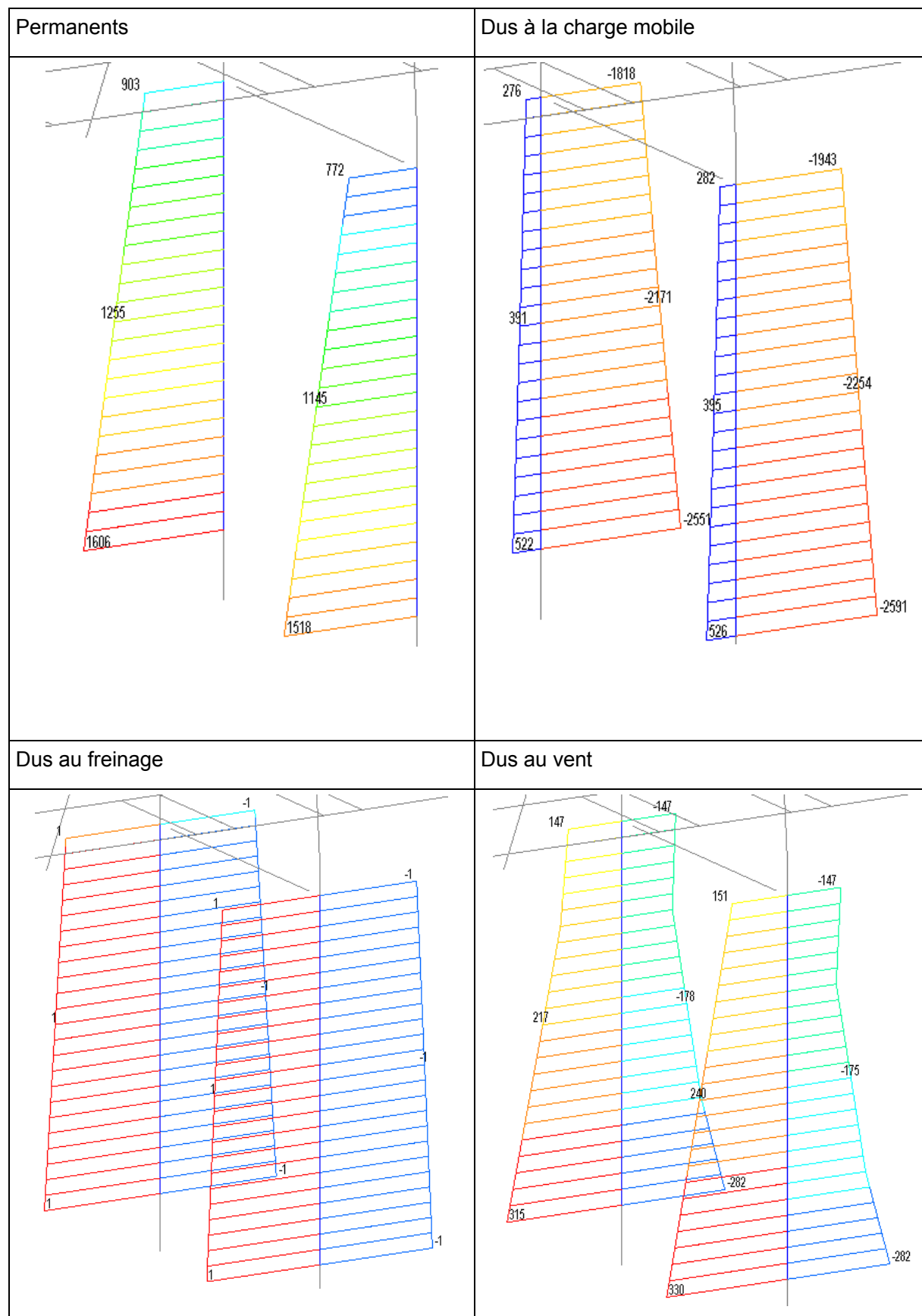
$F_d = 1.35 F_{gk} \text{ (moldados em loco ,empuxo) } + 1.3 F_{g'k} \text{ (pré-moldados)}$
 + 1.2 ou (0) $F_{g''k}$ (fluência e retração térmica) * () se ação for favorável
 + 1.2 ou (0.9) F_{pk} (pretendido somente reação hiperestática)
 +1.5 ou 1.05 F_{qk} (veículo ,multidão,frenagem,centrifuga,sobrecarga no aterro)
 +1.4 ou 0.84 F_{vk} (força do vento)
 +1.2 ou 0.72 F_{tk} (força da variação da temperatura)
 **Azul se principal , vermelho se secundário

Moldados em loco, empuxo	Moulés in loco, poussée
Pré-moldados	Prémoulés
Fluência e retração térmica	Fluage et rétraction thermique
Se ação for favorável	Si l'effet est favorable
Protensionado somente reação hiperestática	Précontraint seulement en cas de réaction hyperstatique
Veículos, multidão, frenagem, centrífuga, sobrecarga no aterro	Véhicule, foule, freinage, centrifuge, surcharge sur le remblai
Força do vento	Force du vent
Força da variação da temperatura	force de variation de la température
Azul, se principal; vermelho, se secundário	Bleu, si principal ; rouge, si secondaire

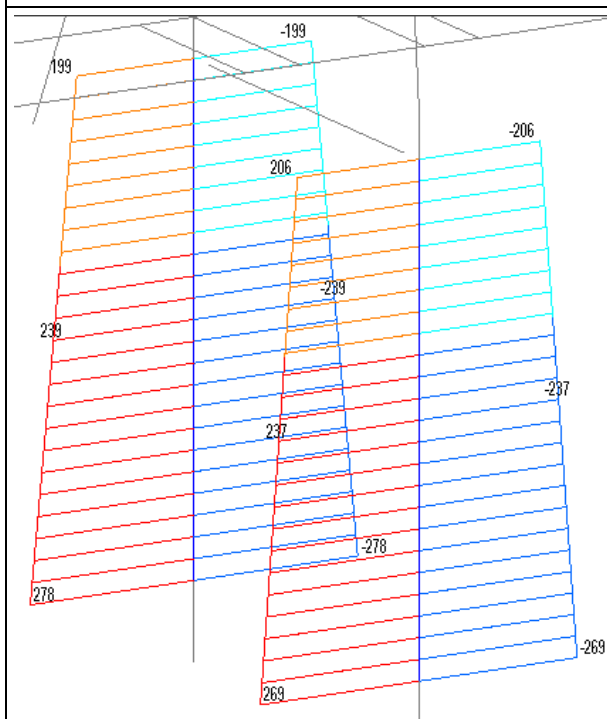
5.2.11.2 Pylônes des mâts



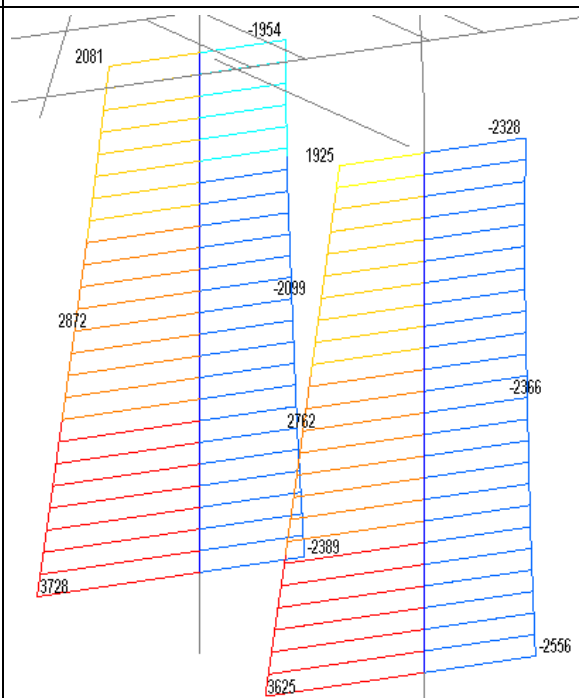
5.2.11.2.1 Moments de flexion sur l'axe longitudinal



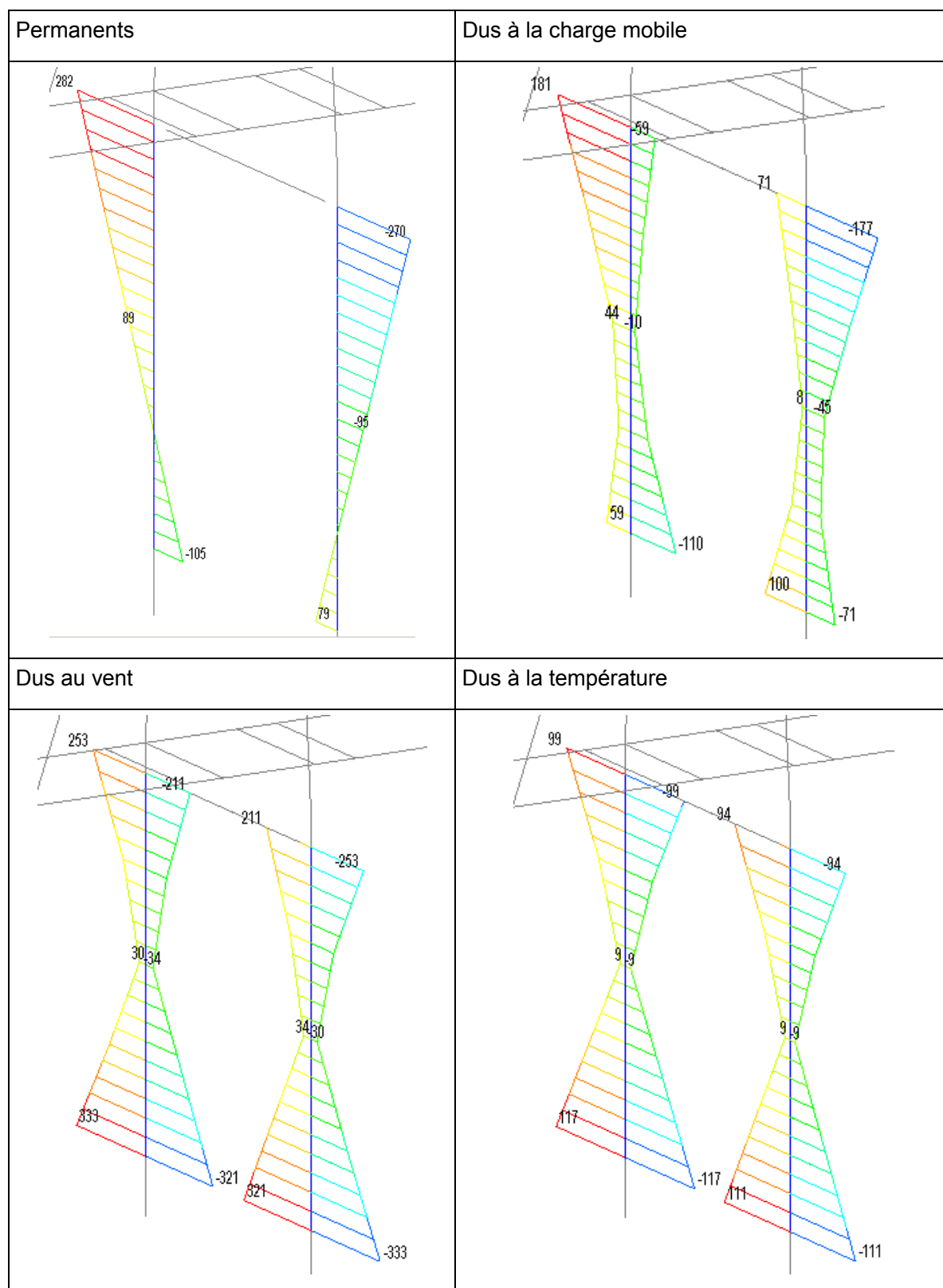
Dus à la température



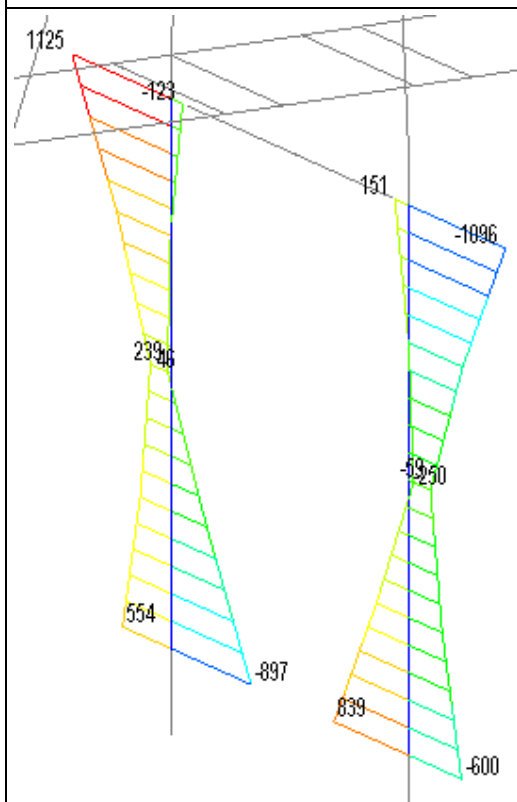
E.L.U.



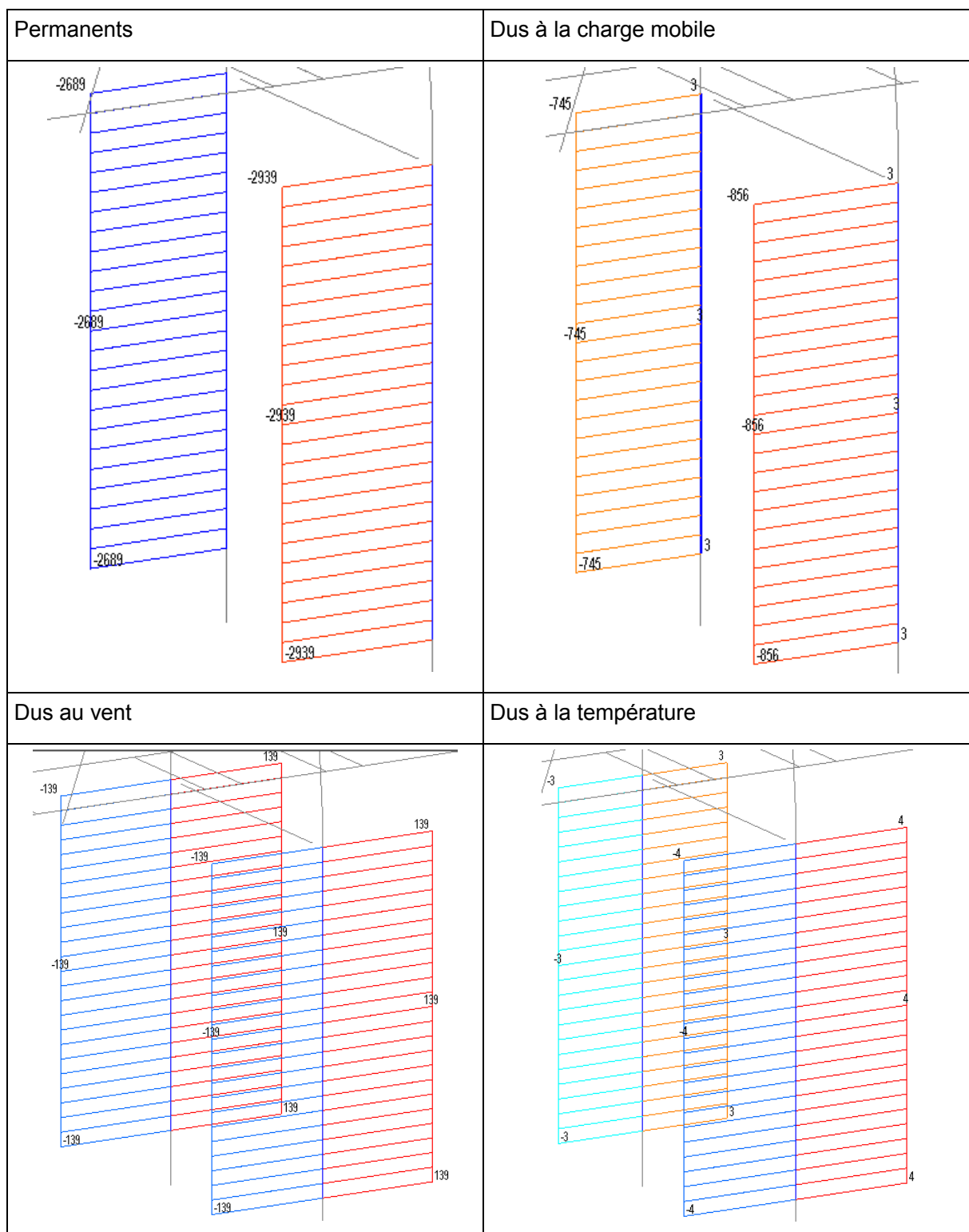
5.2.11.2.2 Moments de flexion sur l'axe transversal



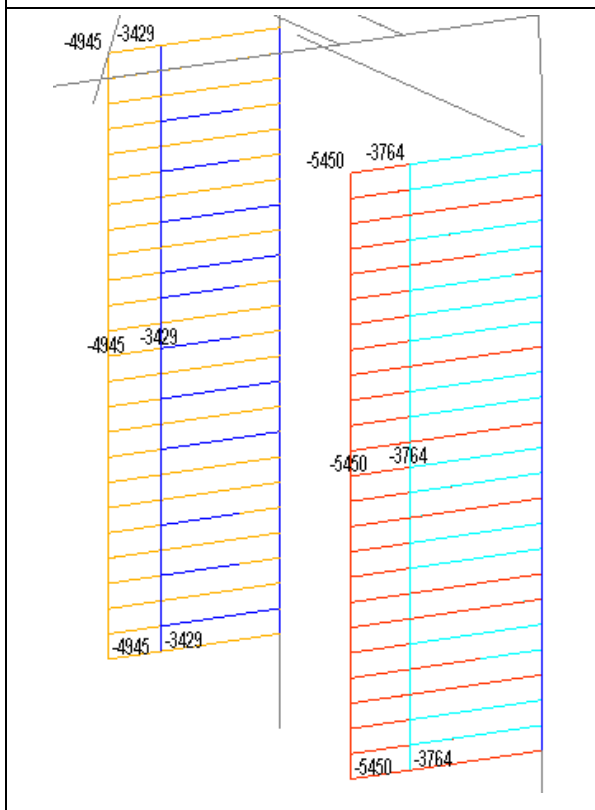
E.L.U.



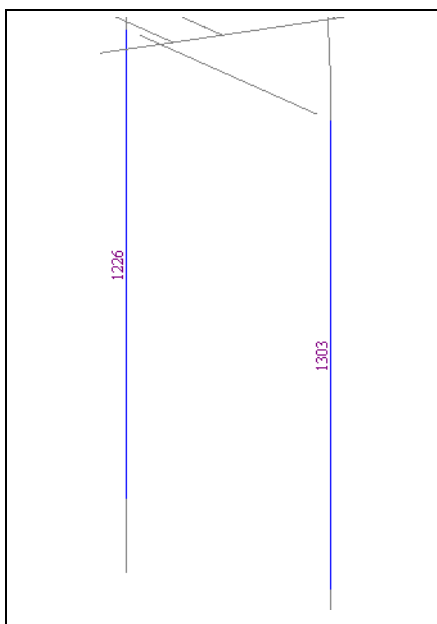
5.2.11.3 Efforts Axiaux



E.L.U.



5.2.11.4 Efforts étalonnés pour les pylônes des mâts

	<p>Élément 1226 – Pylône du mât latéral sans passerelle</p> <p>Élément 1303 – Pylône du mât latéral avec passerelle</p>
---	---

Ci-dessous les efforts étalonnés par combinaison de ELU.

Legenda	Légende
Elemento	Elément
Carregamento	Charge
Parte	Partie
Meio	Milieu

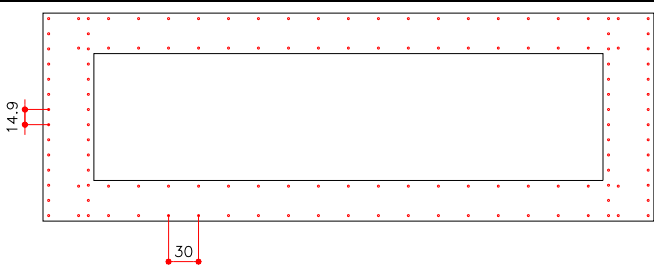
Axial = (contrainte) normale pour le calcul

Moment –y = Moment longitudinal de calcul

Moment –z = Moment transversal de calcul

Nous considérons la section armée avec un taux de 0,7% selon le schéma ci-dessous :

fck	350
gamac	1.4
fyk	5000
gamas	1.15
es	2 100 000
classe	A
ntotal	132
n vértices	11
nd mín (tf)	3429
nd máx (tf)	5450
Delta Alfa	10



Legenda	Légende
n vértices	n sommets

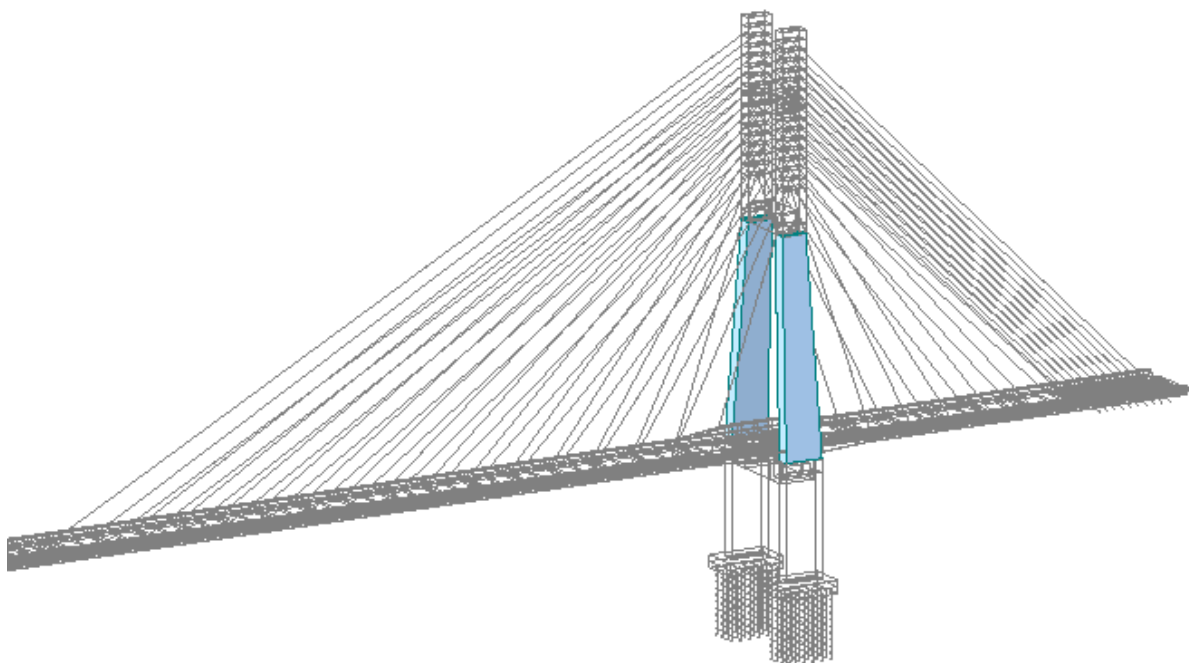
Legenda	Légende
Gráfico de momentos resistentes	Graphique de moments résistants
Solicitação	Sollicitation, effort

Le graphique montre deux enveloppes de moments résistants :

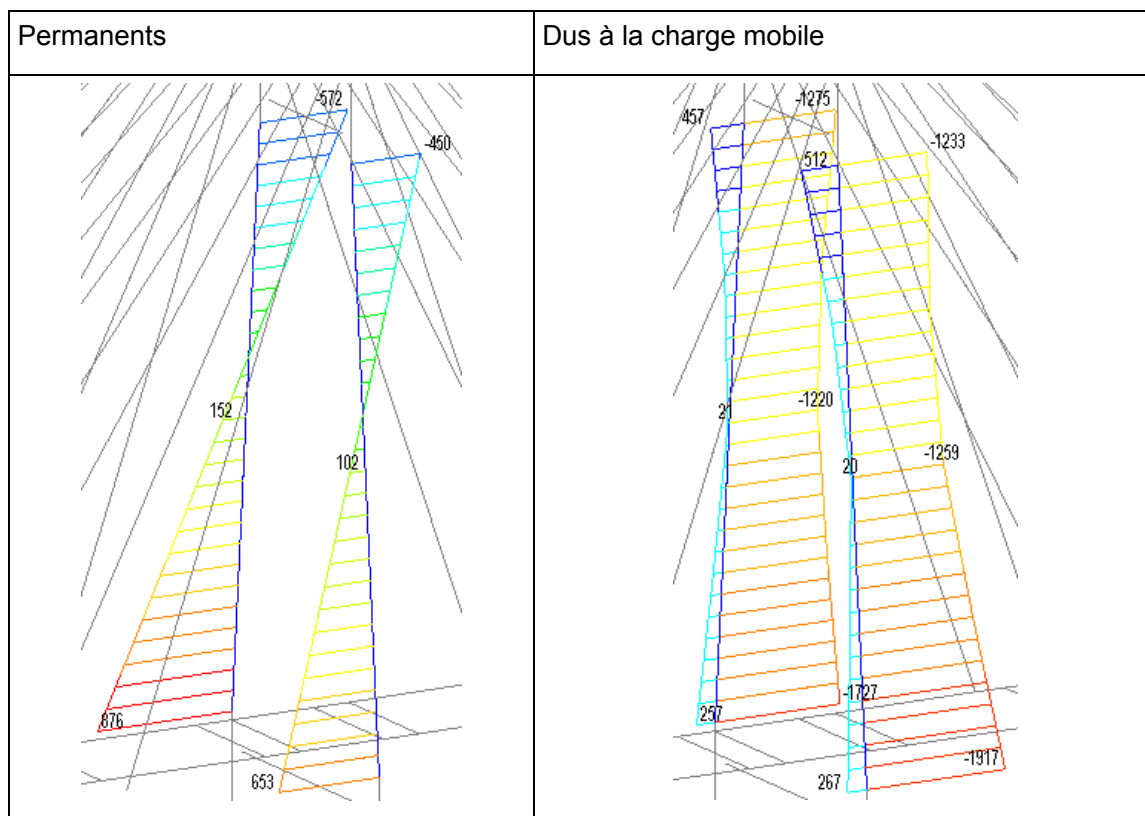
La première pour la normale maximale et la deuxième pour la normale minimale

Nous observons que toutes les hypothèses sont couvertes.

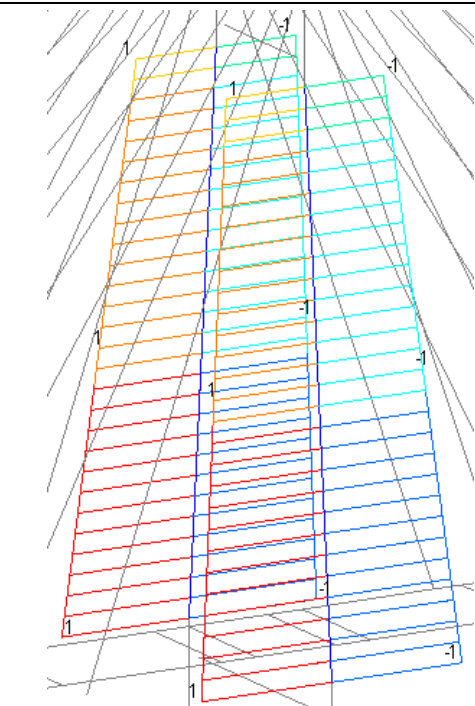
5.2.11.5 Tronçon variable des mâts



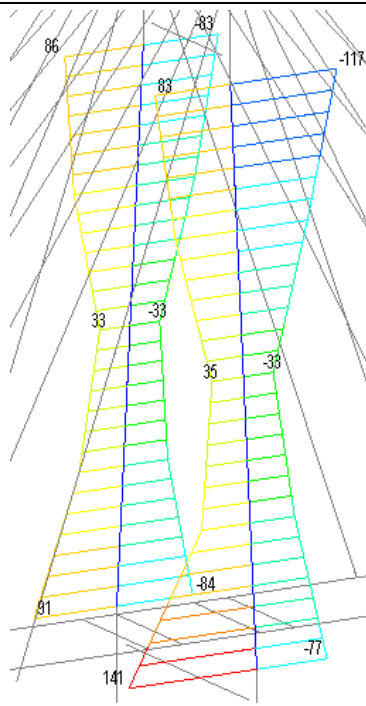
5.2.11.5.1 Moments de flexion sur l'axe longitudinal



Dus au freinage

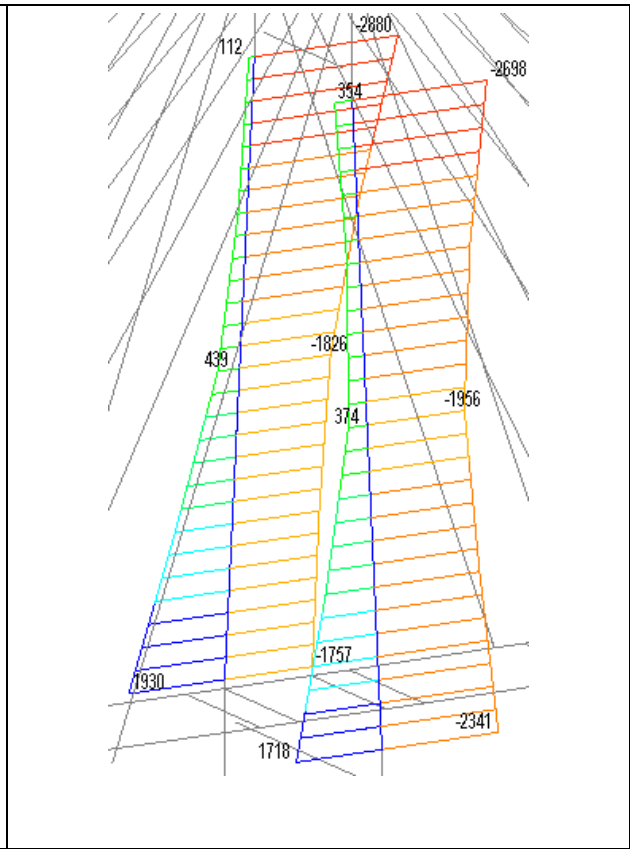
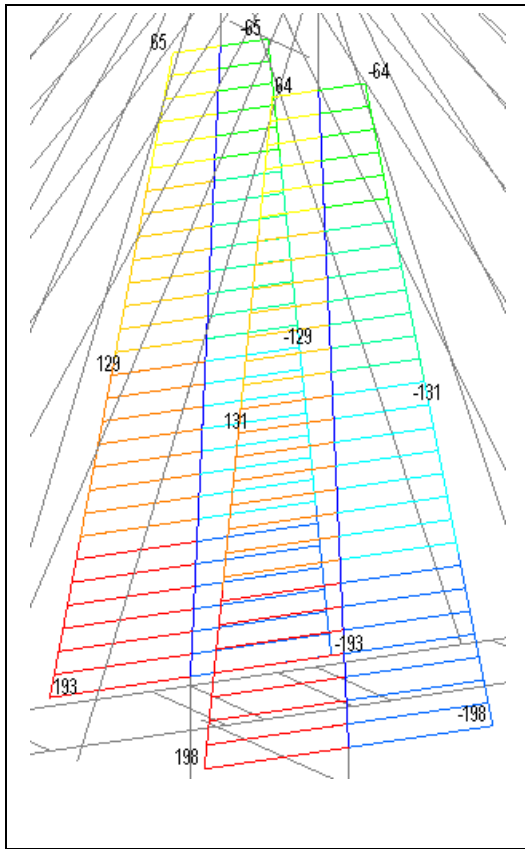


Dus au vent

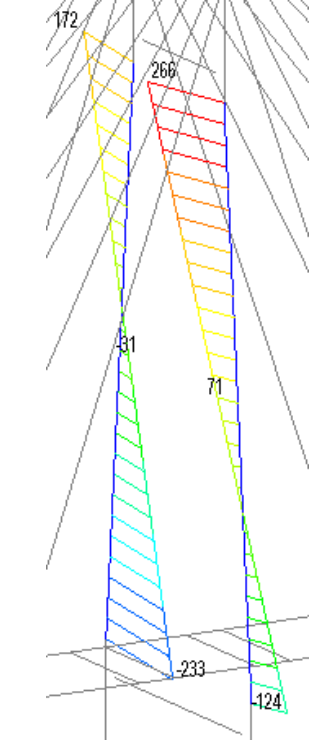
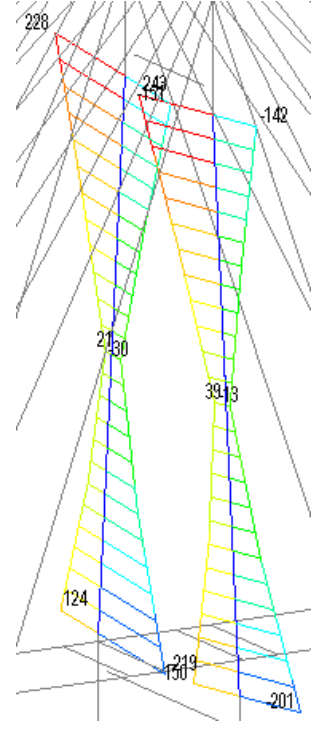
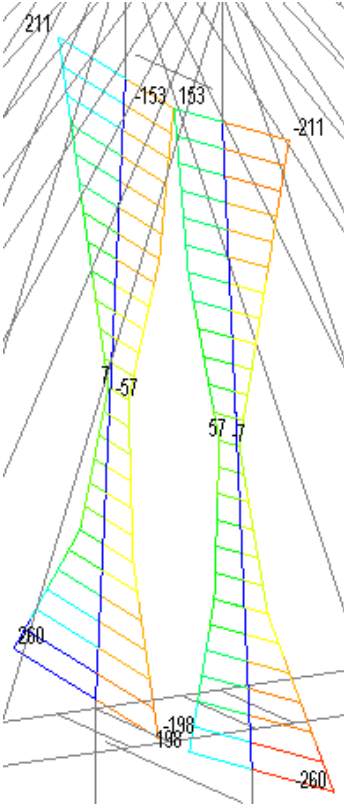
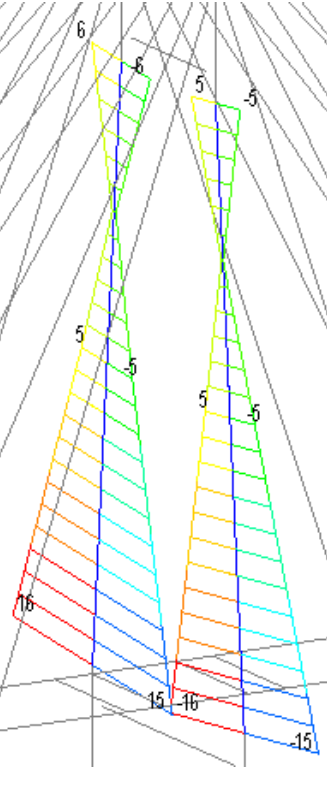


Dus à la température

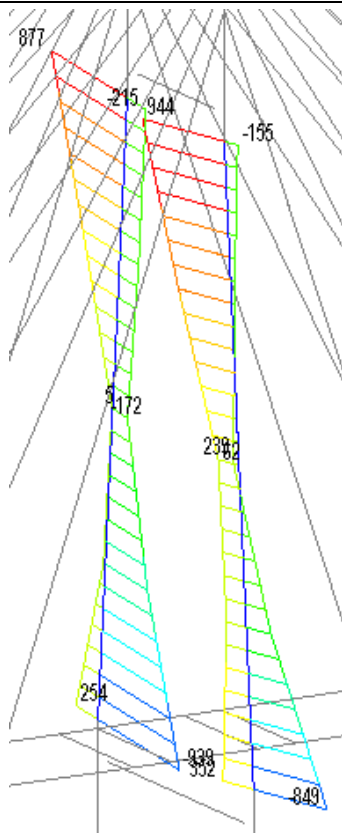
E.L.U.



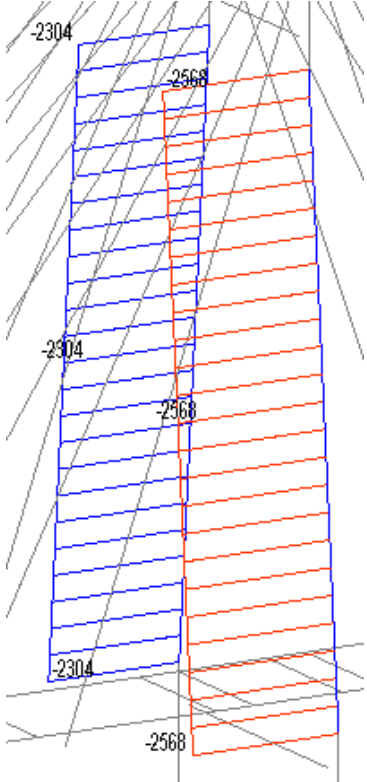
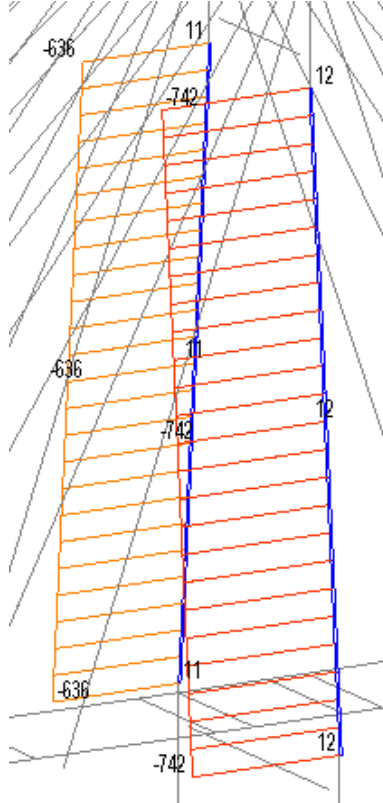
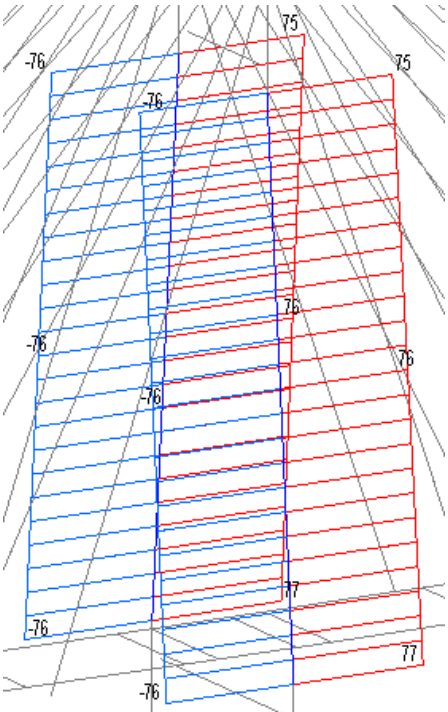
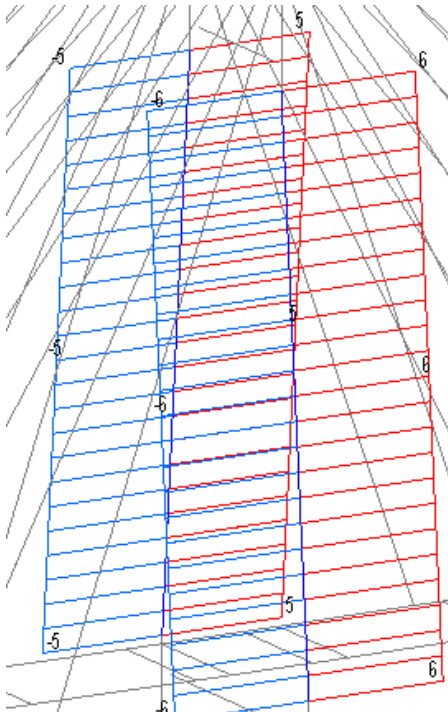
5.2.11.5.2 Moments de flexion sur l'axe transversal

Permanents	Dus à la charge mobile
	
Dus au freinage	Dus à la température
	

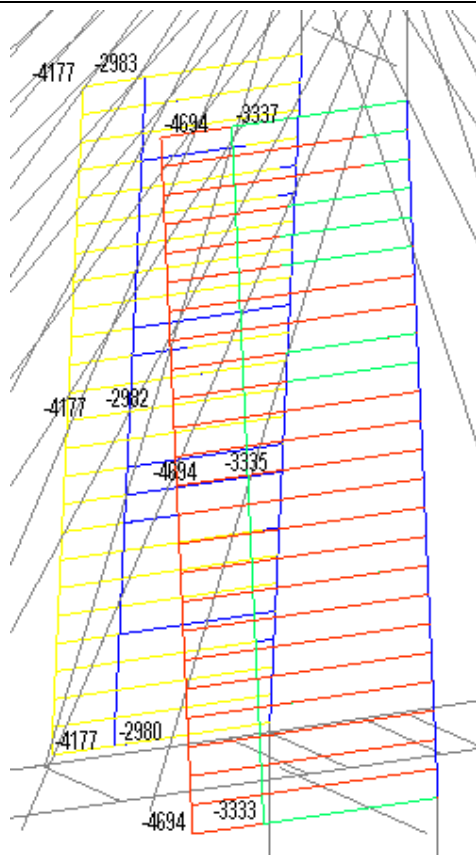
E.L.U.



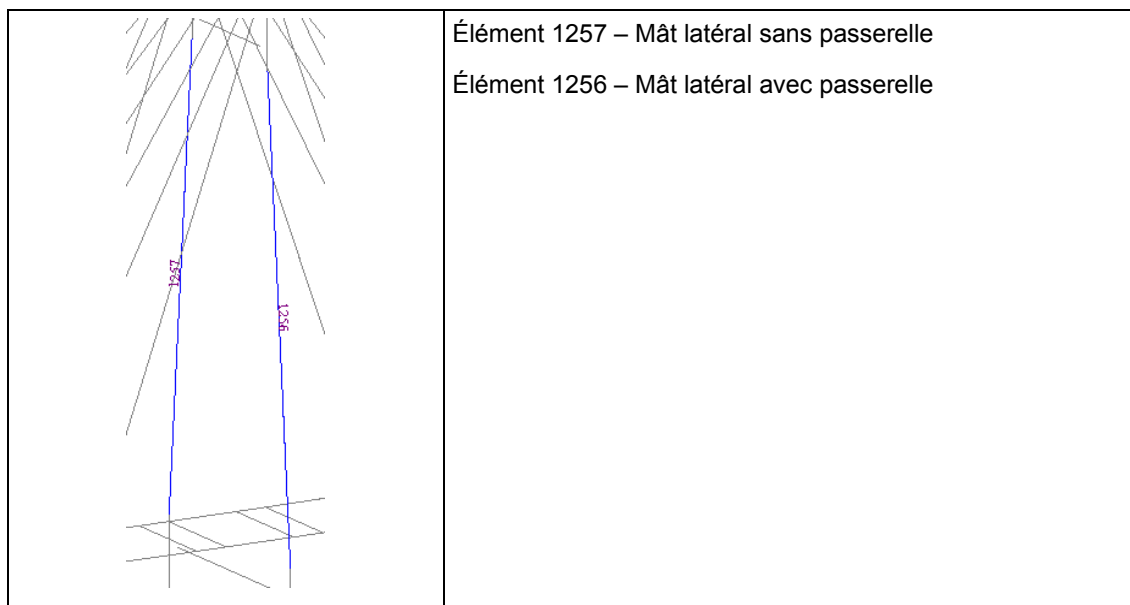
5.2.11.5.3 Efforts Axiaux

Permanents	Dus à la charge mobile
	
Dus au vent	Dus à la température
	

E.L.U.



5.2.11.5.4 Efforts étalonnés pour les tronçons variables des mâts

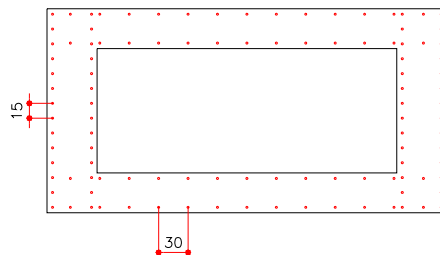


Ci-dessous les efforts étalonnés pour les combinaisons d'ELU.

Axial = (contrainte) normale pour le calcul
Moment -y = Moment longitudinal de calcul
Moment -z = Moment transversal de calcul

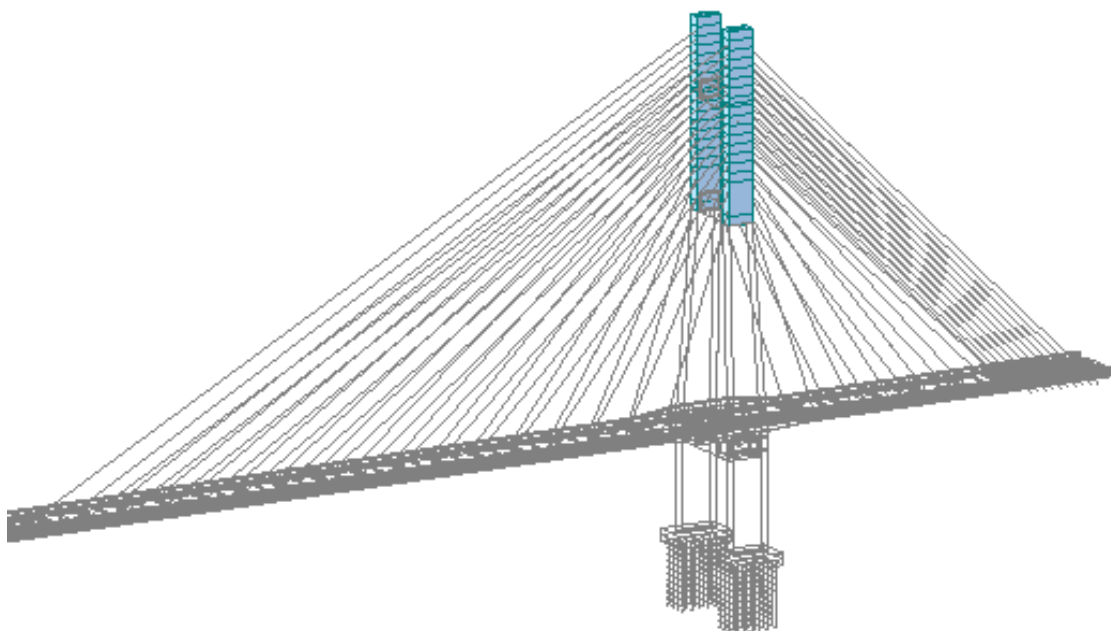
Nous considérons la section armée avec un taux de 0,8% selon le schéma ci-dessous :

fck	350
gamac	1.4
fyk	5000
gamas	1.15
es	2 100 000
classe	A
ntotal	108
n vértices	11
nd min (tf)	2980
nd máx (tf)	4694
Delta Alfa	10



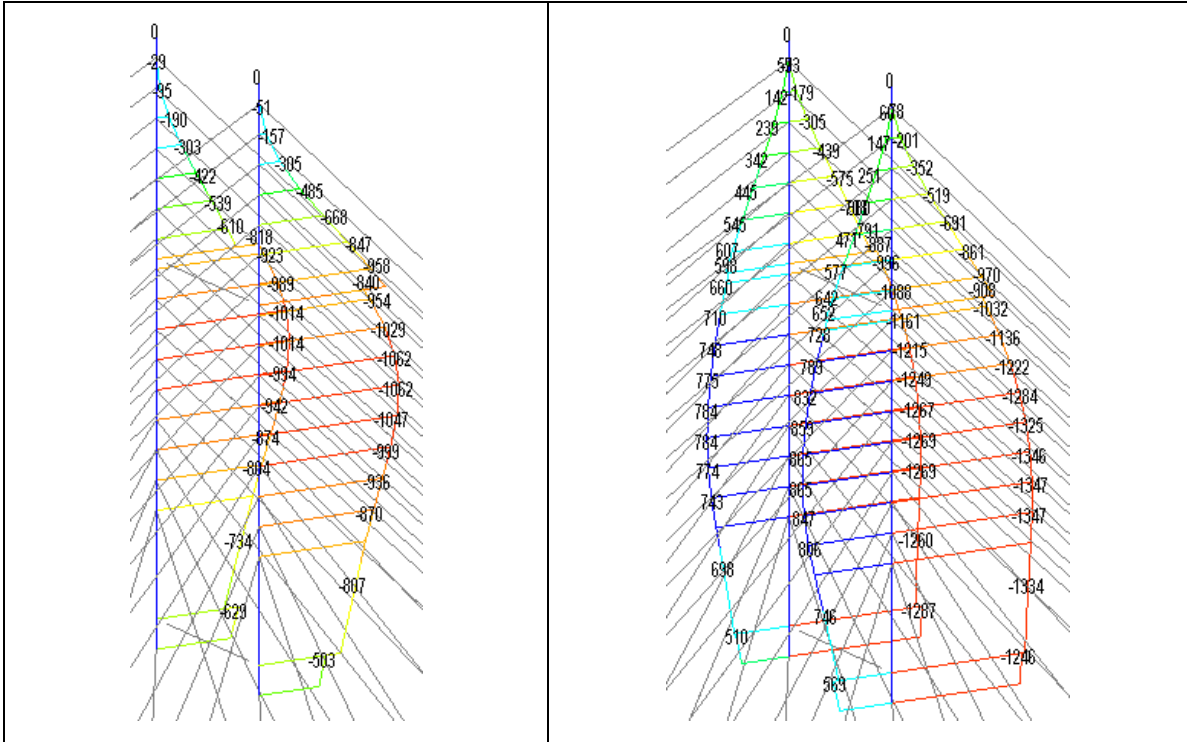
Le graphique montre deux enveloppes de moments résistants :
La première pour la normale maximale et la deuxième pour la normale minimale
Nous observons que toutes les hypothèses sont couvertes.

5.2.11.6 Tronçon supérieur des mâts

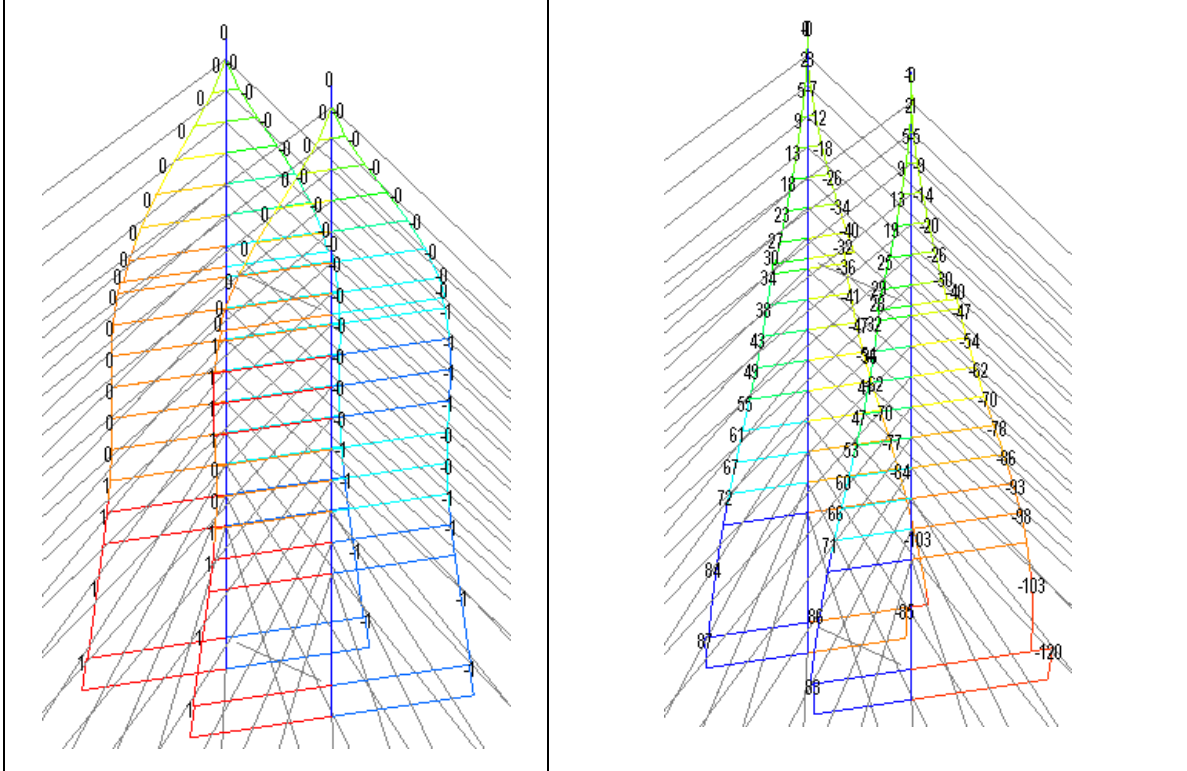


5.2.11.6.1 Moments de flexion sur l'axe longitudinal

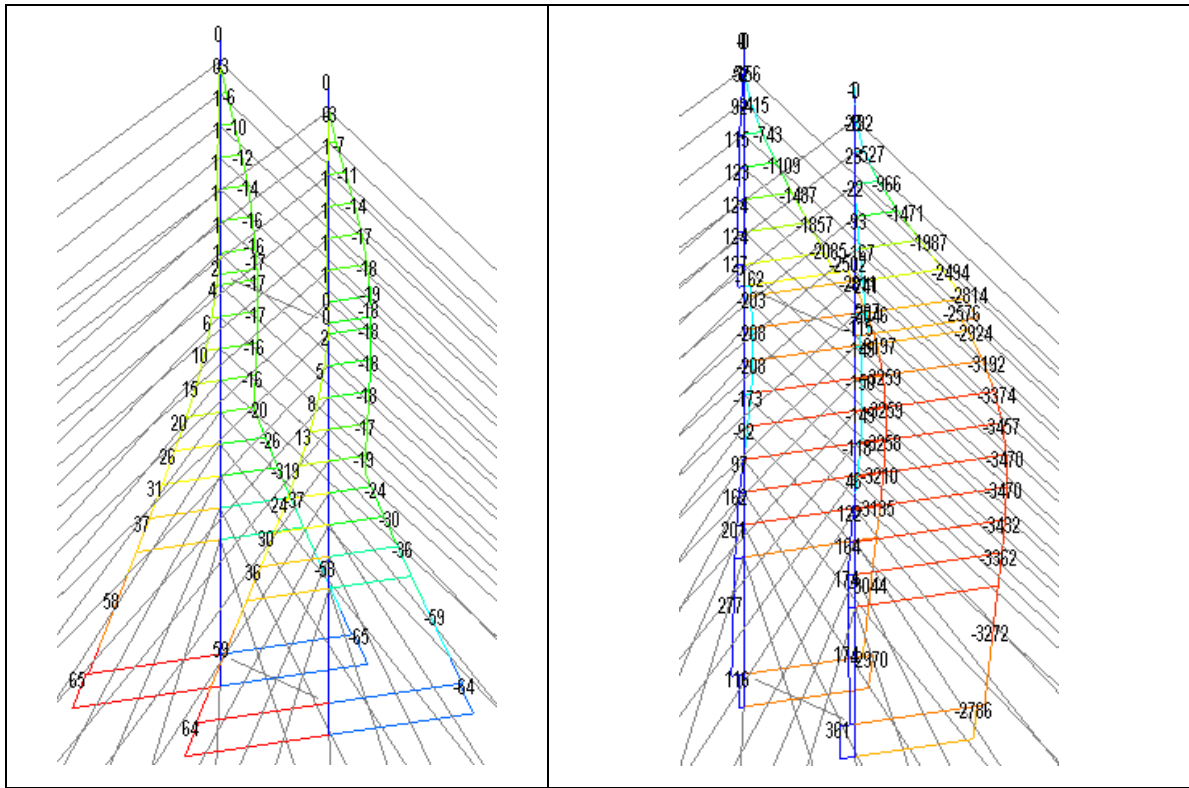
Permanents	Dus à la charge mobile
------------	------------------------



Dus au freinage	Dus au vent
-----------------	-------------

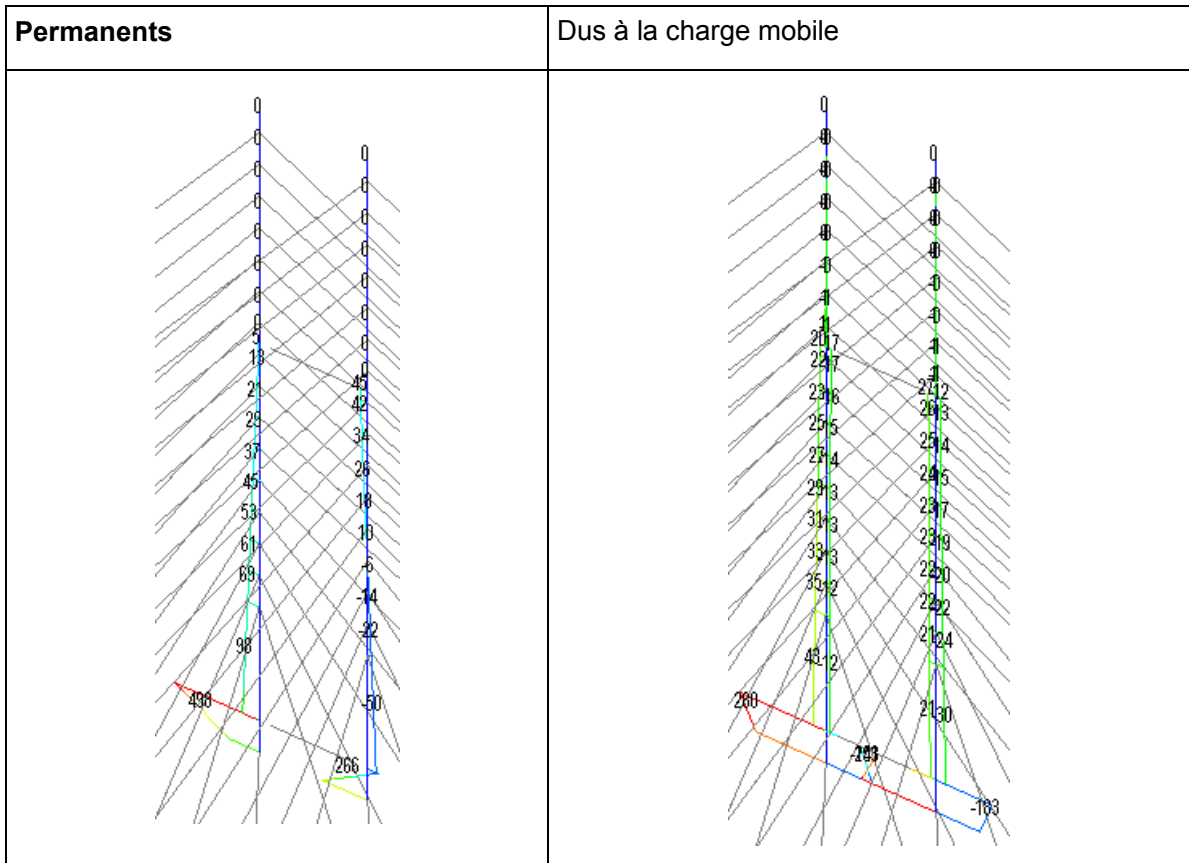


Dus à la température	E.L.U.
----------------------	--------

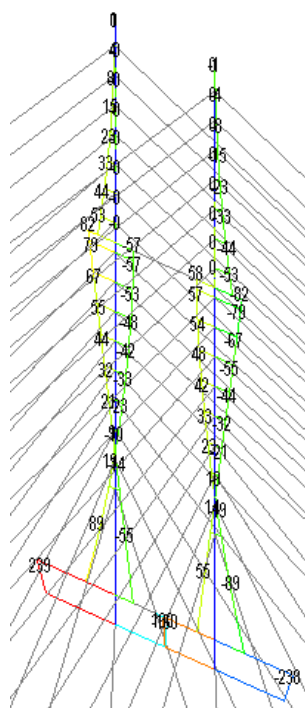


5.2.11.6.2

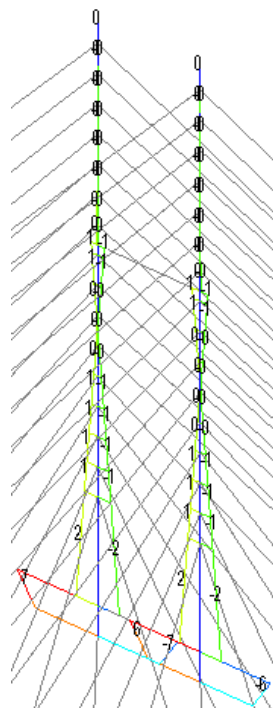
Moments de flexion sur l'axe transversal



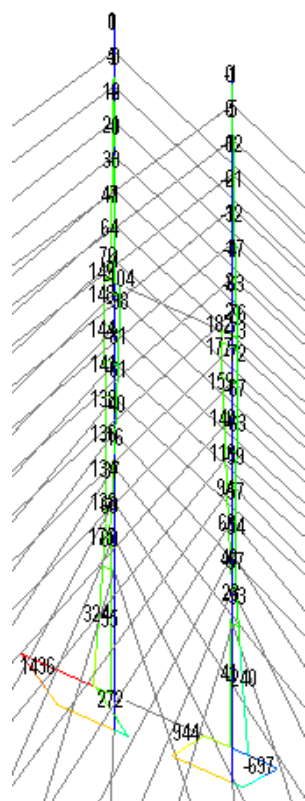
Dus au vent



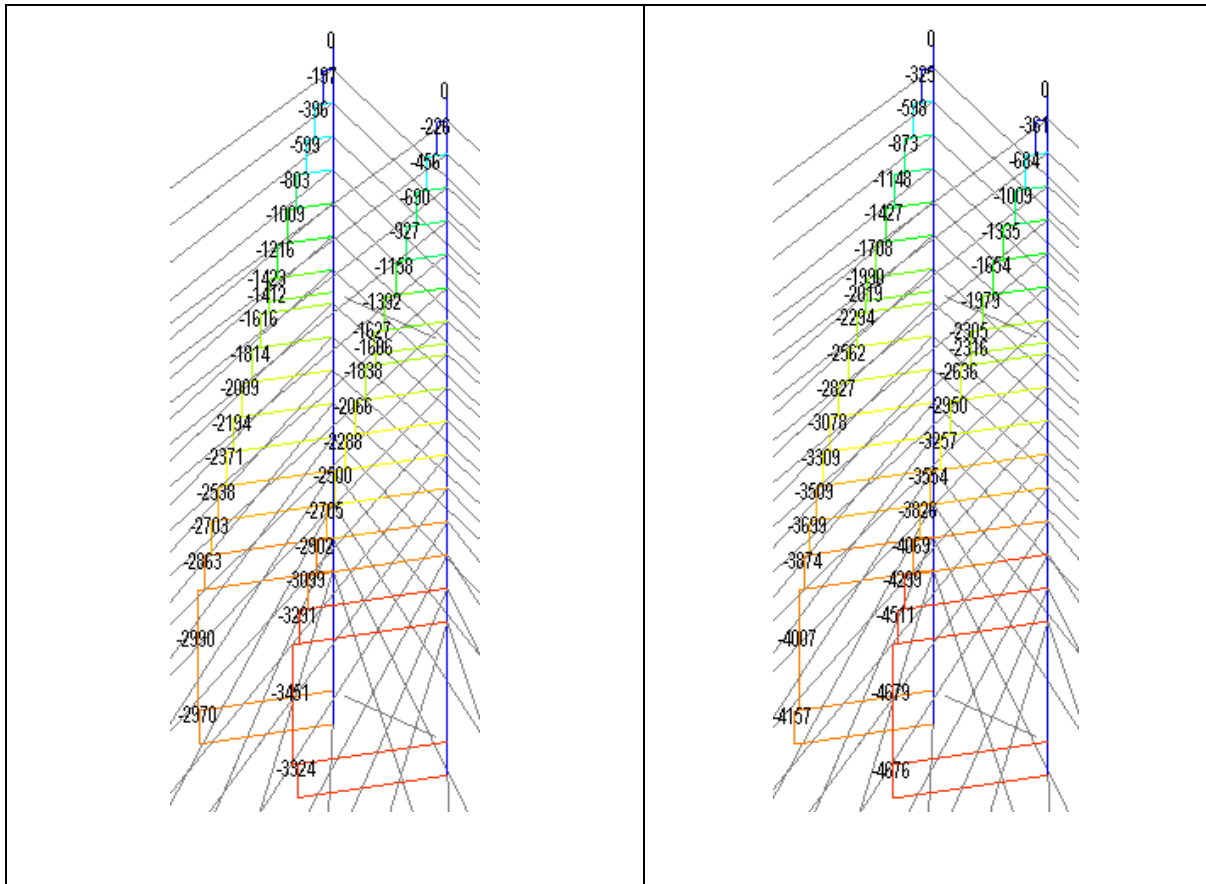
Dus à la température



E.L.U.

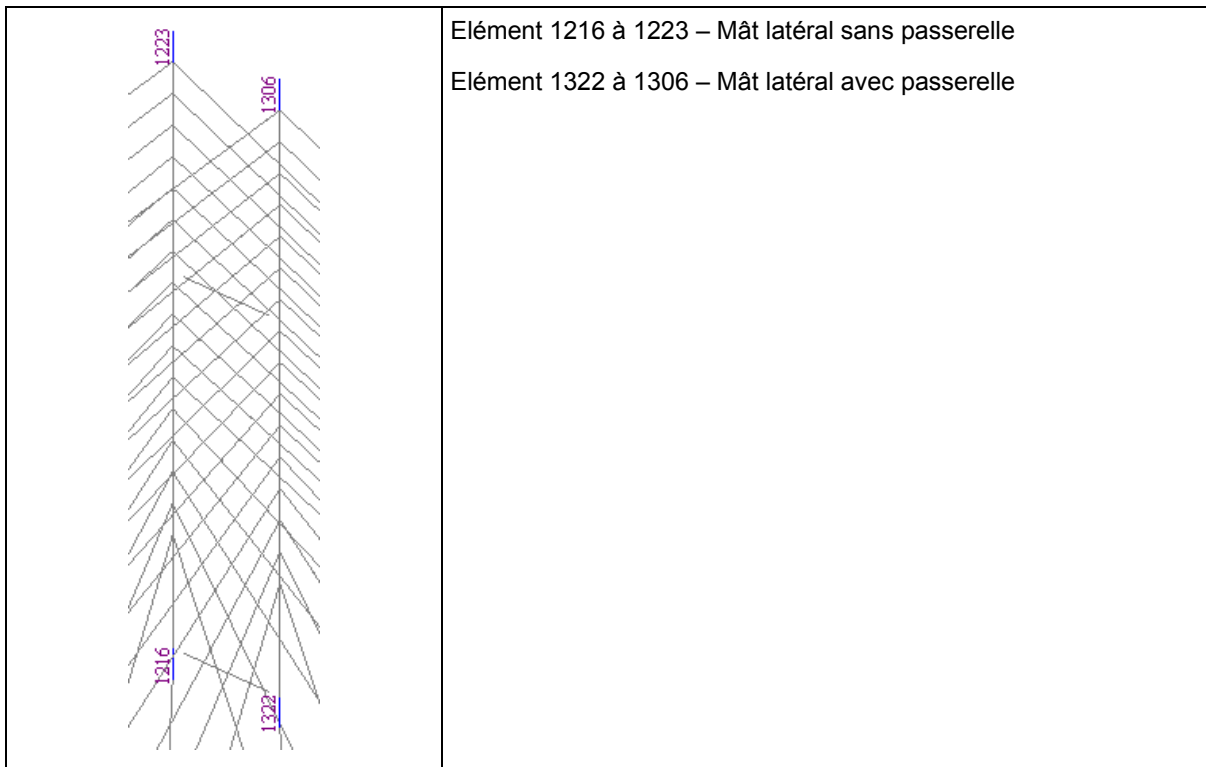


Permanents	Dus à la charge mobile



5.2.11.6.4

Efforts étalonnés pour les tronçons constants des mâts



Ci-dessous les efforts étalonnés pour les combinaisons de ELU.

Elemento	Carregamento	Parte	Axial (tonf)	Moment-y (tonf x m)	Moment-z (tonf x m)
1206	ELU(max)	I	-2538	97	132
1207	ELU(max)	I	-2371	6	134
1208	ELU(max)	I	-2194	-92	136
1209	ELU(max)	I	-2009	-173	138
1210	ELU(max)	I	-1814	-208	141
1211	ELU(max)	I	-1616	-203	144
1212	ELU(min)	I	-1412	-162	148
1214	ELU(min)	I	-197	52	5
1215	ELU(min)	I	-1216	123	64
1216	ELU(min)	I	-2970	116	877
1217	ELU(min)	I	-1423	127	76
1218	ELU(min)	I	-599	115	21
1219	ELU(min)	I	-1009	124	47
1220	ELU(min)	I	-803	123	33
1221	ELU(min)	I	-396	92	12
1222	ELU(min)	I	-2990	277	324
1223	ELU(min)	I	0	1	1
1224	ELU(min)	I	-2703	162	138
1225	ELU(min)	I	-2863	201	175
1286	ELU(min)	I	-3451	132	41
1287	ELU(min)	I	-3291	174	23
1288	ELU(min)	I	-3100	164	18
1289	ELU(min)	I	-2902	122	40
1290	ELU(min)	I	-2705	46	68
1291	ELU(min)	I	-2500	-43	94
1292	ELU(min)	I	-2288	-118	118
1293	ELU(min)	I	-2066	-149	140
1294	ELU(min)	I	-1839	-149	159
1295	ELU(min)	I	-1606	-115	177
1296	ELU(min)	I	-1627	-287	2
1297	ELU(min)	I	-1392	-241	2
1298	ELU(min)	I	-1158	-167	1
1299	ELU(min)	I	-927	-93	1
1301	ELU(min)	I	-690	-22	0
1302	ELU(min)	I	-456	17	0
1304	ELU(min)	I	-226	23	0
1306	ELU(min)	I	0	1	0
1322	ELU(min)	I	-3324	335	944
1206	ELU(min)	I	-3509	-3210	37
1207	ELU(min)	I	-3309	-3258	9
1208	ELU(min)	I	-3078	-3259	-16
1209	ELU(min)	I	-2827	-3197	-40
1210	ELU(min)	I	-2562	-3046	-61
1211	ELU(min)	I	-2294	-2811	-81
1212	ELU(min)	I	-2019	-2502	-98
1214	ELU(min)	I	-325	-156	0
1215	ELU(min)	I	-1708	-1857	-1
1216	ELU(min)	I	-4157	-2857	-215
1217	ELU(min)	I	-1990	-2085	-1
1218	ELU(min)	I	-873	-743	0
1219	ELU(min)	I	-1427	-1487	-1
1220	ELU(min)	I	-1148	-1109	0
1221	ELU(min)	I	-598	-415	0
1222	ELU(min)	I	-4007	-2738	37
1223	ELU(min)	I	0	-1	0
1224	ELU(min)	I	-3699	-3135	60
1225	ELU(min)	I	-3874	-3044	55
1286	ELU(min)	I	-4679	-2962	-240
1287	ELU(min)	I	-4511	-3272	-93
1288	ELU(min)	I	-4299	-3362	-57
1289	ELU(min)	I	-4069	-3432	-51
1290	ELU(min)	I	-3826	-3470	-54
1291	ELU(min)	I	-3554	-3457	-57
1292	ELU(min)	I	-3257	-3374	-59
1293	ELU(min)	I	-2950	-3192	-63
1294	ELU(min)	I	-2636	-2924	-67

Axial = (Contrainte) Normale de calcul

Moment –y = Moment longitudinal de calcul

Moment –z = Moment transversal de calcul

Nous considérons la section armée avec un taux de 0,8% selon le schéma ci-dessous :

fck	350
gamac	1.4
fyk	5000
gamas	1.15
es	2 100 000
classe	A
ntotal	108
n vértices	11
nd mín (tf)	2980
nd máx (tf)	4694
Delta Alfa	10

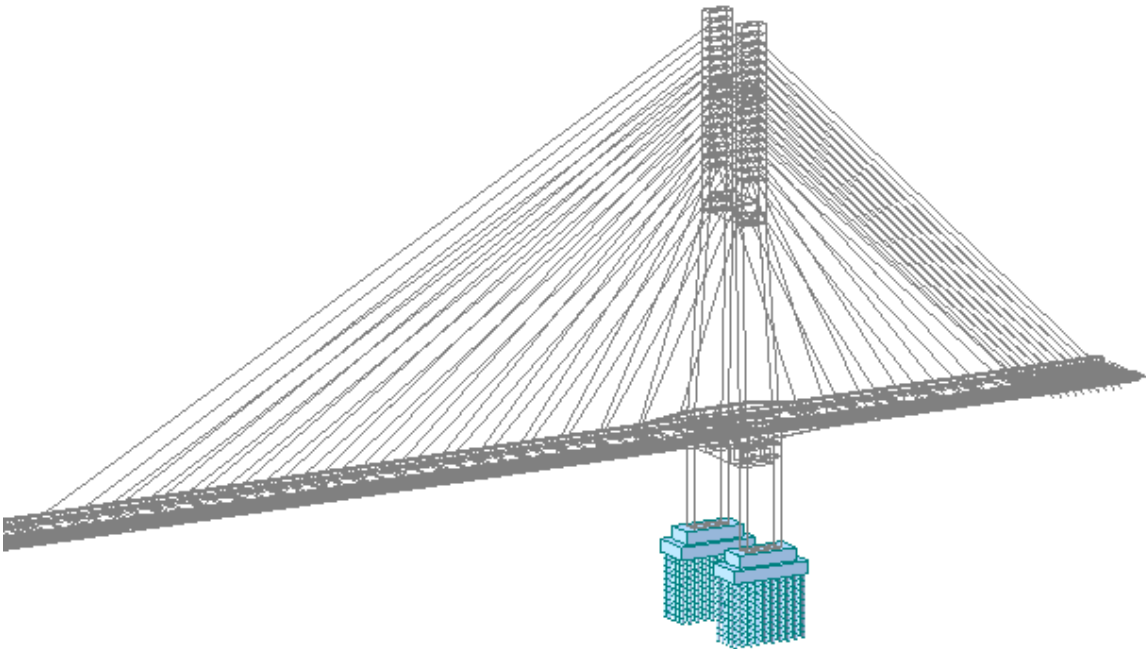
Legenda	Légende
n vértices	n sommets
Gráfico de momentos resistentes	Graphique de moments résistants
Solicitação	Sollicitation

Le graphique montre deux courbes enveloppes de moments résistants :

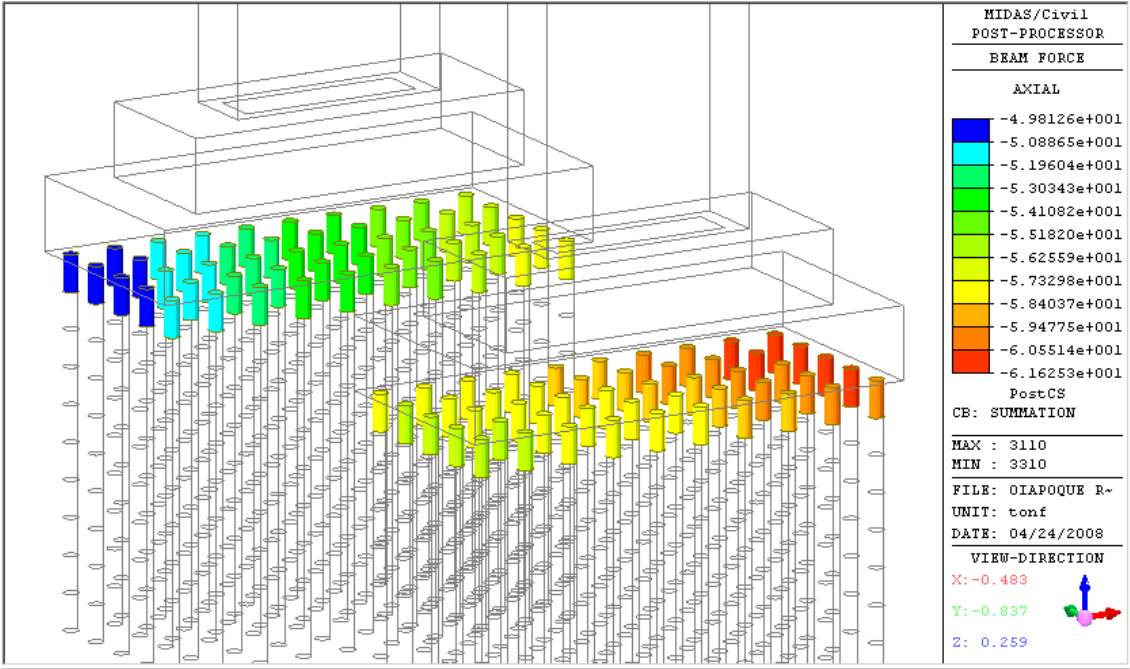
La première pour l'effort normal maximal et la deuxième pour le normal minimal.

On a considéré un effort normal minimal de $1000t_f$, vu qu'il s'agit d'un effort favorable pour la sécurité des ponts quand le moment de flexion longitudinal est au maximum.

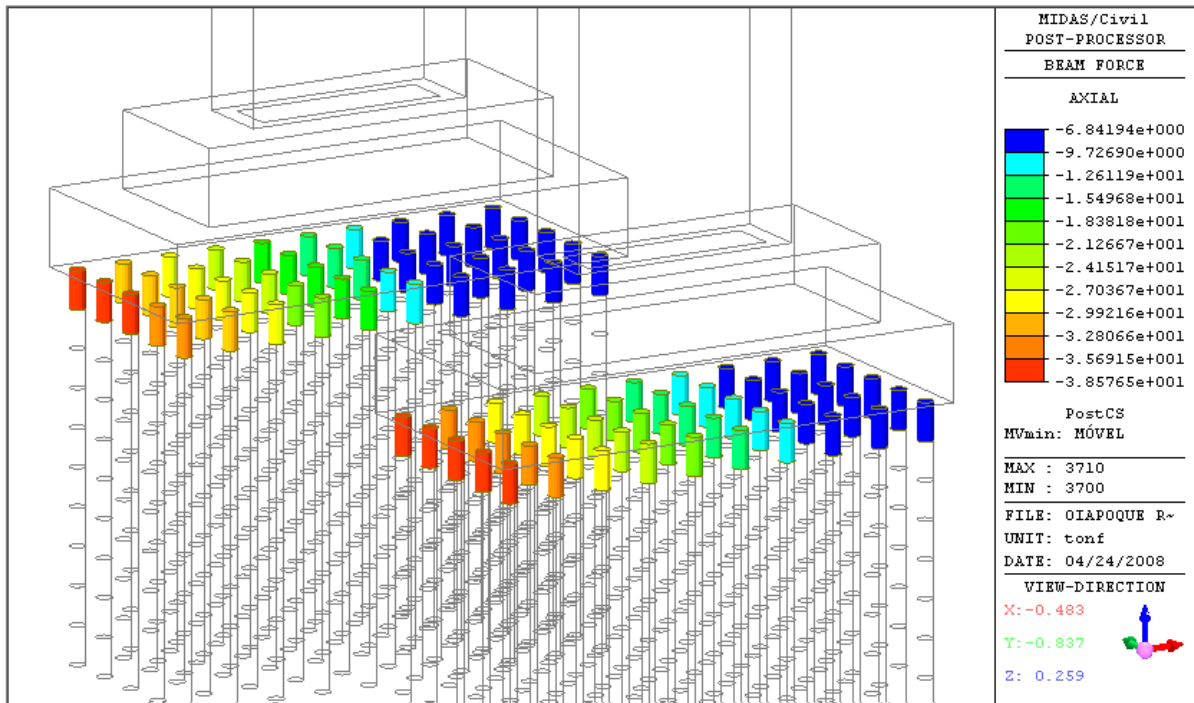
Nous notons que toutes les hypothèses sont couvertes.



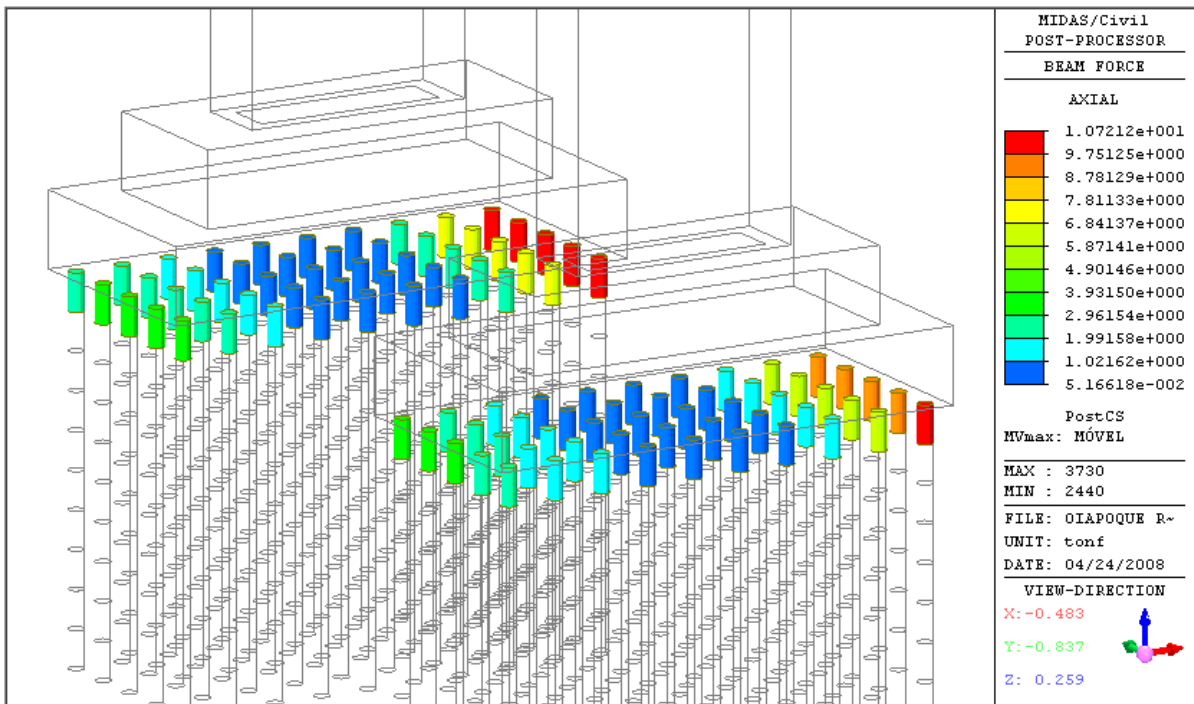
5.2.12.1 Réaction des pieux
Charges Permanentes



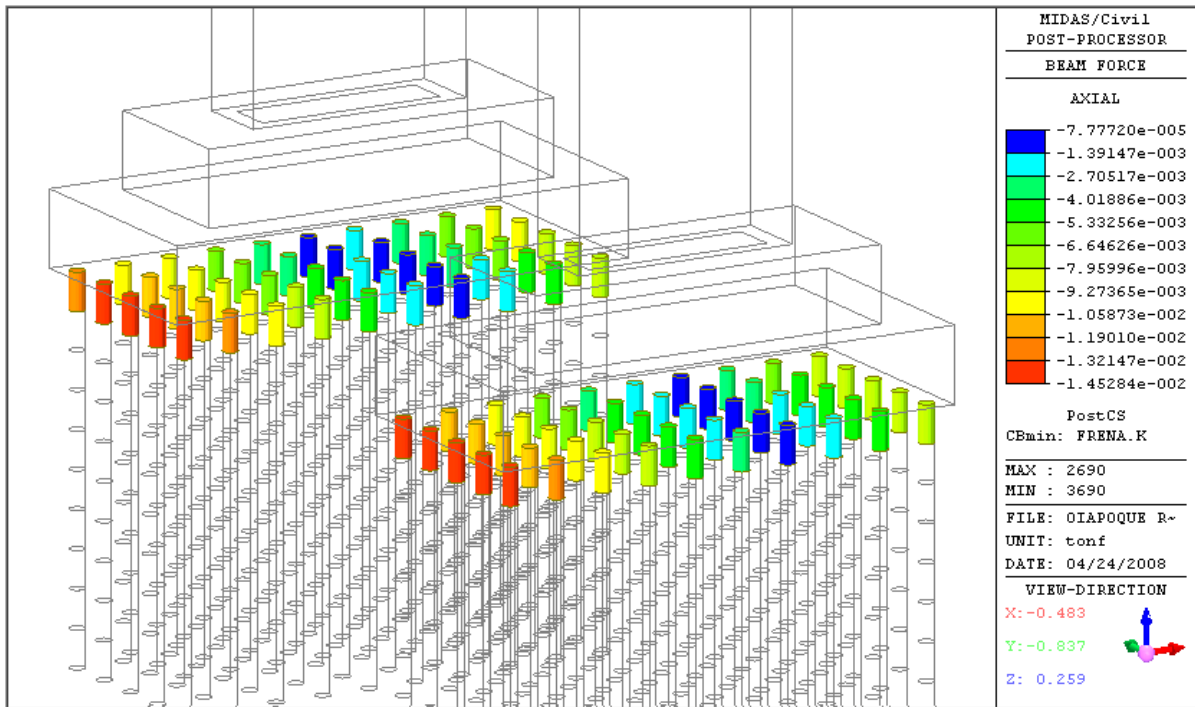
Charge mobile maximale



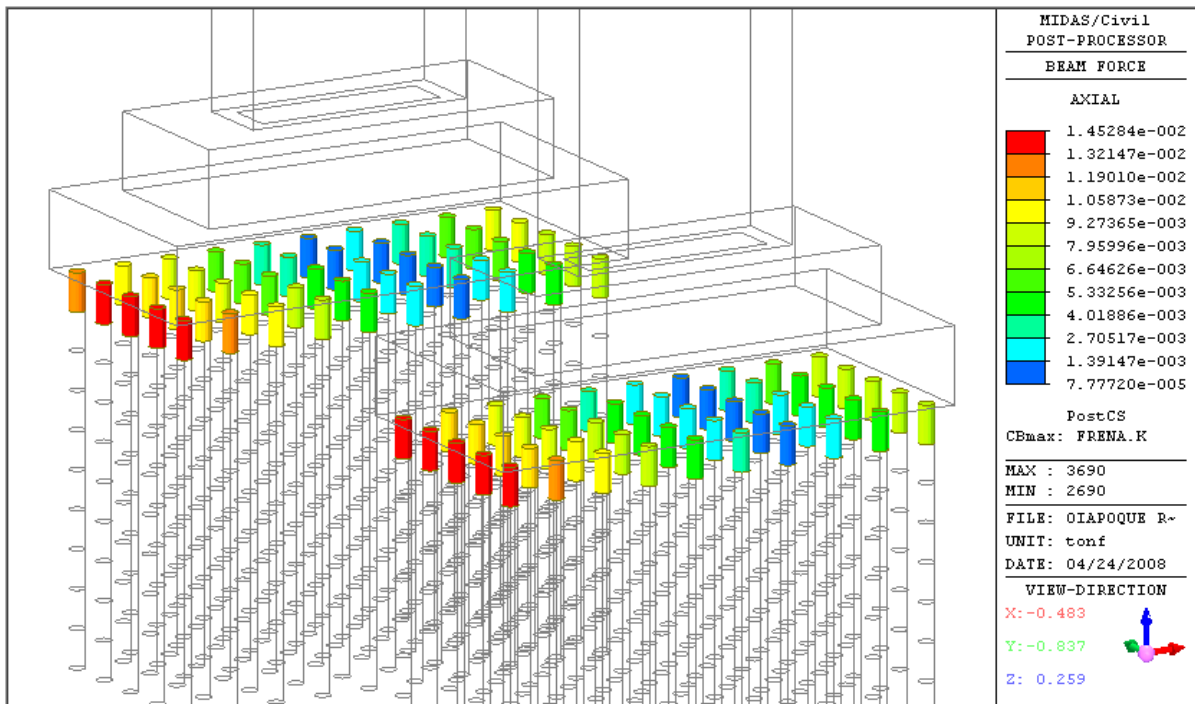
Charge mobile minimale



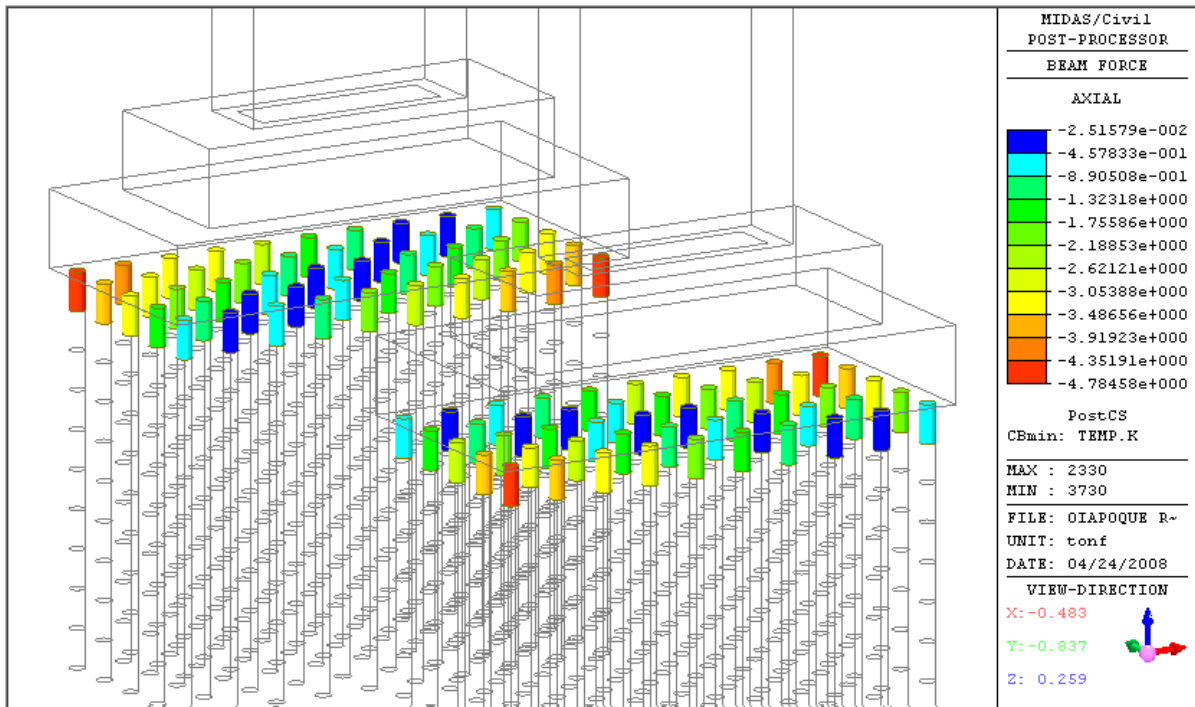
Freinage maximal



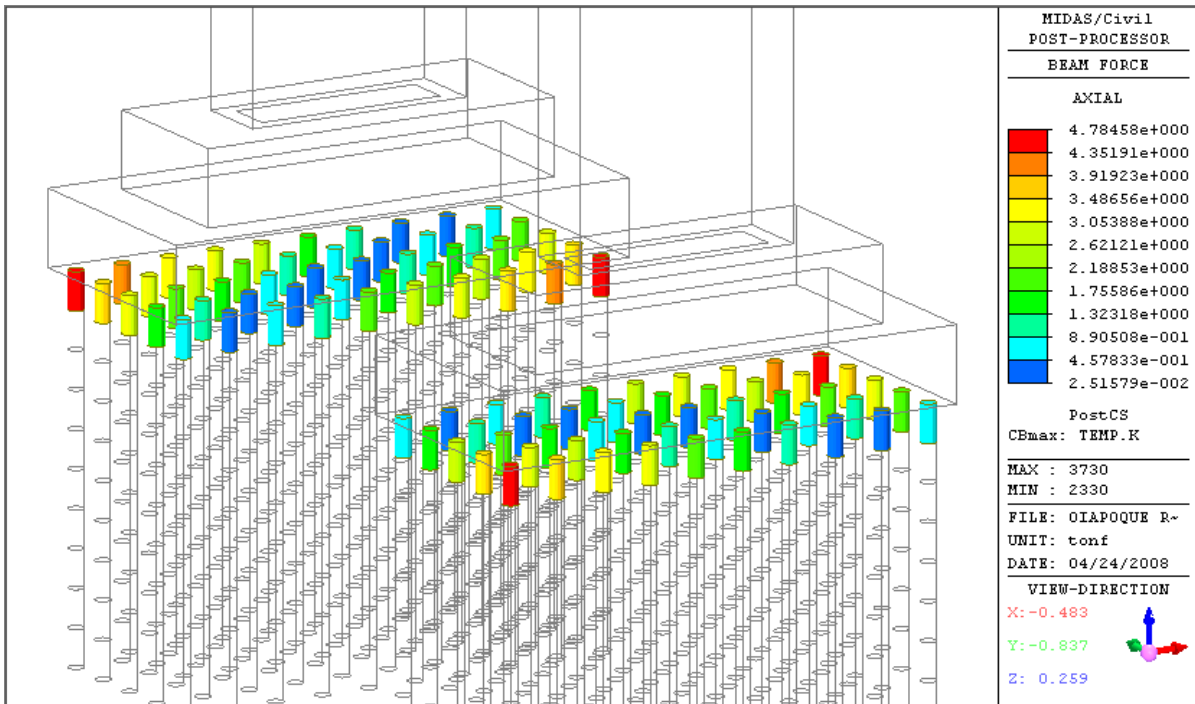
Freinage minimal



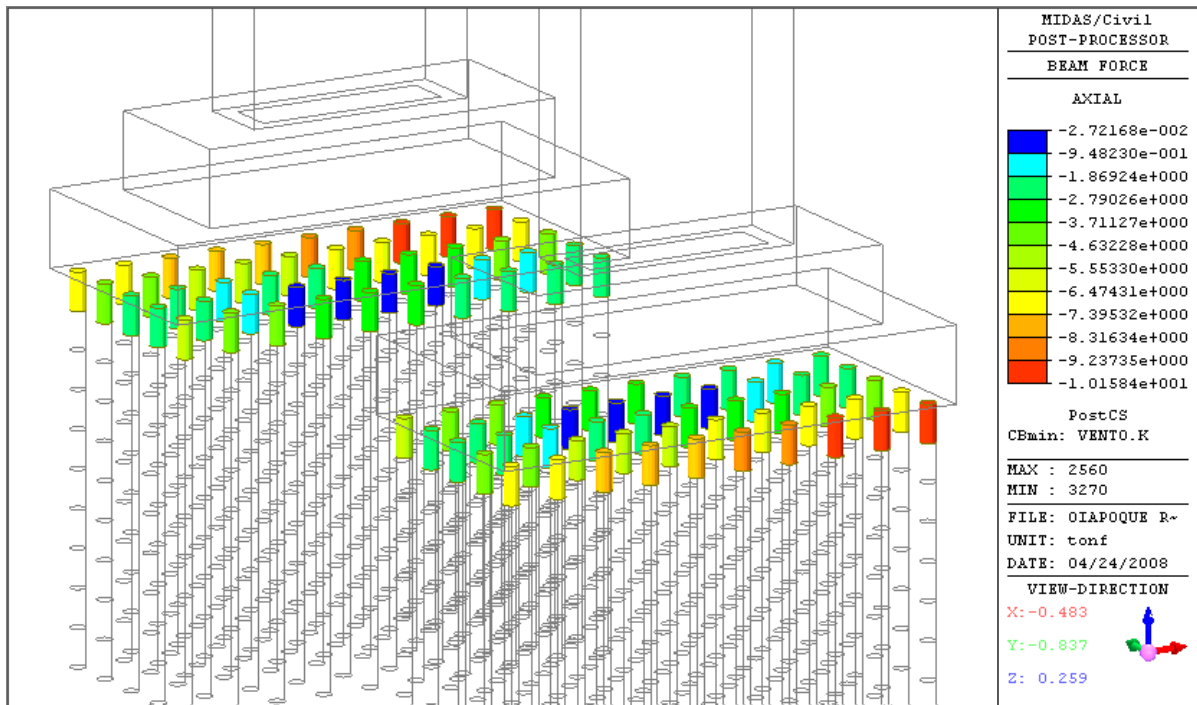
Température maximale



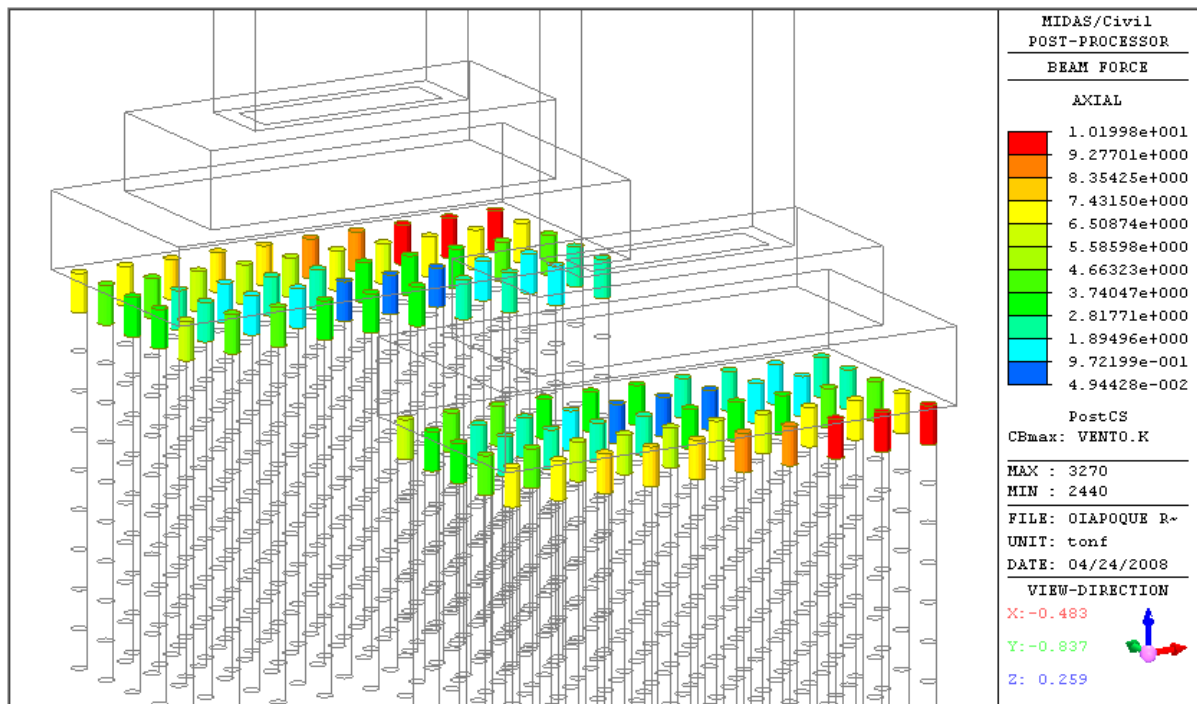
Température minimale



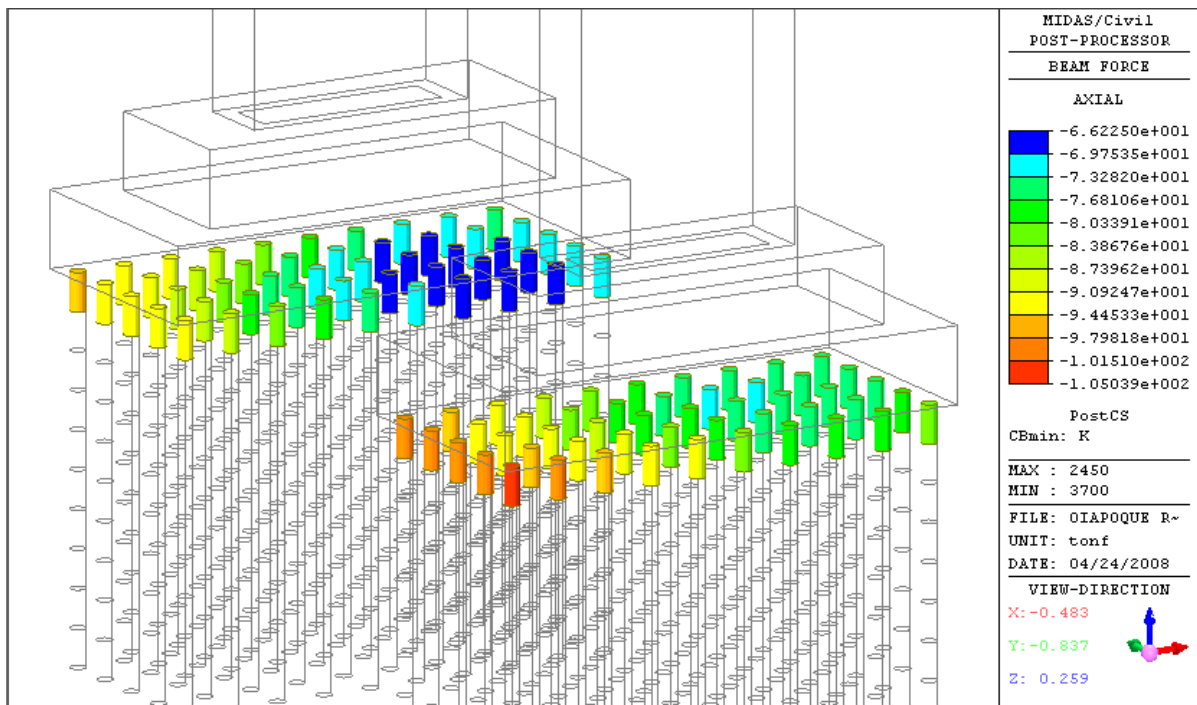
Vent maximal



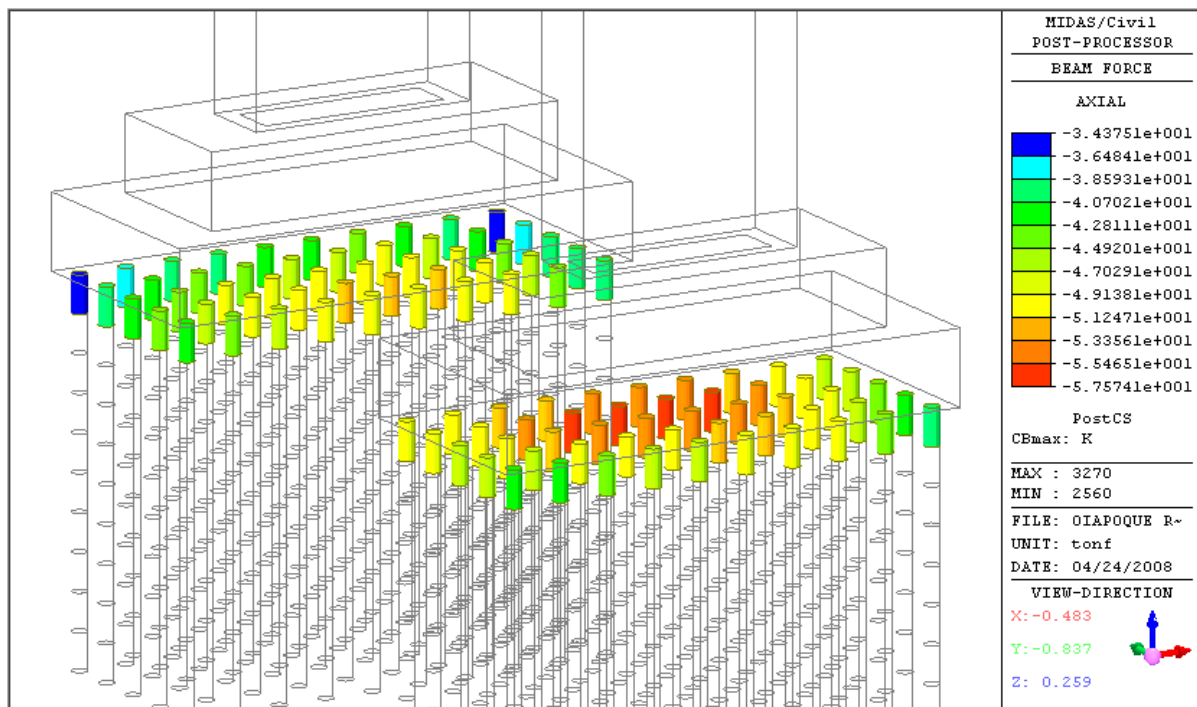
Vent minimal



Combinaison caractéristique maximale



Combinaison caractéristique minimale



5.2.12.2

Analyse géotechnique des pieux

Capacidade de Estacas Raiz - Método David Cabral (trecho em rocha)

Sondagem: -				Carga 105		Valores de β_1 e β_2						
SOLO				Coeficiente para Rocha		Solo		β_1 (%)		β_2		
Ø estaca = 41.0 cm				Atrito Lat. = 5.0 kgf/cm ²		Areia		7		3		
Perímetro = 128.8 cm				Ponta = 20.0 kgf/cm ²		Areia siltosa		8		2.8		
Área da ponta = 1320.3 cm ²						Areia argilosa		8		2.3		
						Silte		5		1.8		
						Silte arenoso		6		2		
						Silte argiloso		3.5		1		
ROCHA				Coeficientes de Segurança		Argila		5		1		
Ø estaca = 30.5 cm				Lateral = 2.0		Argila arenosa		5		1.5		
Perímetro = 95.8 cm				Ponta = 2.0		Argila siltosa		4		1		
Área da ponta = 730.6 cm ²												

Prof. (m)	Material	N SPT	Pressão (kgf/cm ²)	β_0	β_1 (%)	β_2	$\beta_0\beta_1N$ (kgf/cm ²)	$\beta_0\beta_2N$ (kgf/cm ²)	PI (tf)	PI acum (tf)	Pp (tf)	Pr (tf)
1	ROCHA			-	-	-	-	-	47.9	47.9	14.6	31.3
2	ROCHA			-	-	-	-	-	47.9	95.8	14.6	55.2
3	ROCHA			-	-	-	-	-	47.9	143.7	14.6	79.2
4	ROCHA			-	-	-	-	-	47.9	191.6	14.6	103.1
5	ROCHA			-	-	-	-	-	47.9	239.5	14.6	127.1

Legenda	Légende
Capacidade de estacas raiz	Capacité des pieux forés
Método D.C. (trecho em rocha)	Méthode D. C. (tronçon fait de roche)
Sondagem	Sondage
Carga	Charge
Solo	Sol
Estaca	Pieu
Perímetro	Périmètre
Áreas da ponta	Surface de la pointe
Coefficiente para a rocha	Coefficient de la roche
Atrito Lat.	Frottement latéral
Valores de β_1 e β_2	Valeurs de β_1 et β_2
Areia	Sable
Areia siltosa	Sable limoneux
Areia argilosa	Sable argileux
Silte	Limon
Silte arenoso	Limon sableux
Silte argiloso	Limon argileux
Argila	Argile
Argila arenosa	Argile sableux
Argila siltosa	Argile limoneux
Coefficiente de segurança	Coefficient de sécurité
Material	Matériau
Pressão	Pression
Acum.	Accumulé

5.2.12.3

Analyse structurale des pieux

Les efforts résultants des hypothèses de combinaisons seront comparés au diagramme d'interaction des pieux que l'on obtiendra en soumettant les caractéristiques physiques et géométriques de ces derniers (diamètre, fck, armatures) au logiciel foc (flexion composée oblique) extraite de la page 396 du livre : « Sub-rotinas básicas no dimensionamento de concreto armado » de Lauro Modesto Dos Santos, qui a été adapté en Visual Basic puis transféré sur une feuille de calcul Excel. Si les efforts de toutes les sections de pieux sont situés dans le diagramme d'interaction respectif, alors le dimensionnement est prêt.

Ci-dessous le graphique d'itération Moment x (Contrainte) Normale des pieux, sur lequel on a aussi reporté les sollicitations de calcul résultants.

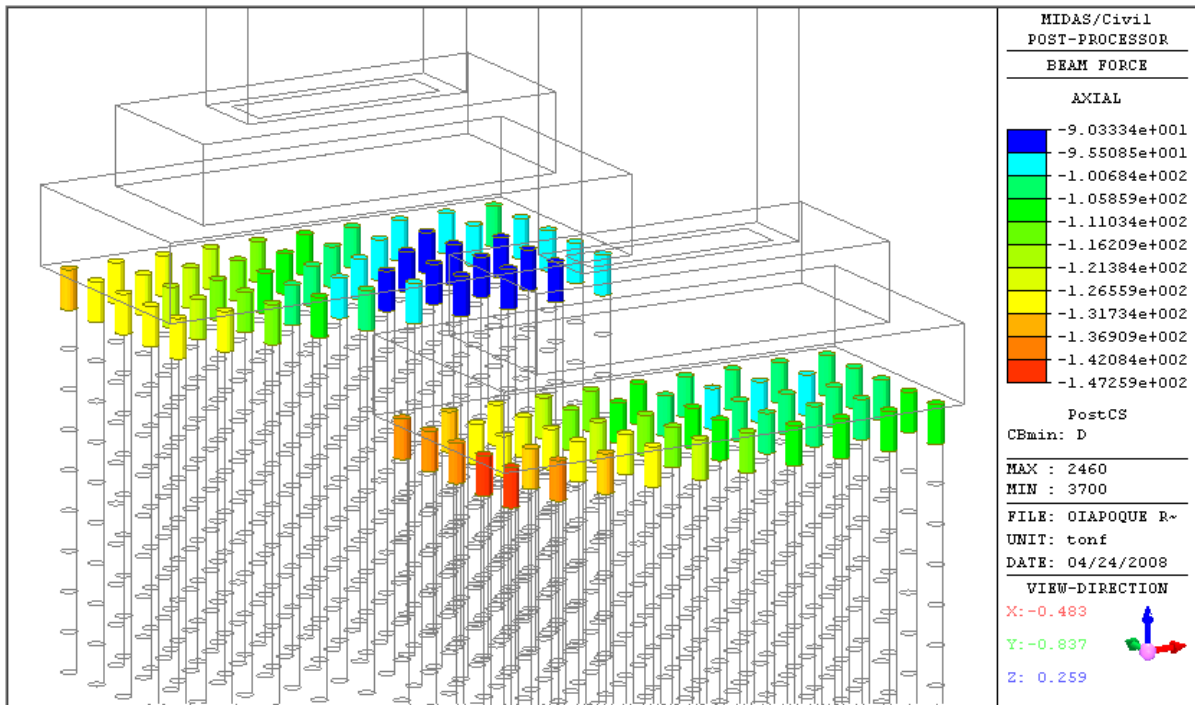
Dados da seção das estacas:

fck	200	Kgf/cm ²
g _c	1.6	
f _{yk}	5000	Kgf/cm ²
g _s	1.15	
E _s	2 100 000	Kgf/cm ²
classe	A	
Diâmetro	41	cm
d'	8.63	cm
Número de barras	6	un.
As unitário	3.15	cm ²
força inicial	-450000	Kgf
força final	250000	Kgf
intervalo	1100	Kgf

Legenda	Légende
Dados da seção das estacas	Données sur la section des pieux
Diâmetro	Diamètre
Número de barras	Nombre de barres (erreur dans l'original)
As unitário	As unitaire (erreur dans l'original)
Força inicial	Force au départ
Força final	Force à l'arrivée
intervalo	Intervalle
Força do vento	Force du vent
Força da variação da temperatura	force de variation de la température
Azul, se principal; vermelho, se secundário	Bleu, si principal ; rouge, si secondaire
Gráfico Normal x Momento	Graphique (Contrainte) normale x Moment
Diagrama de interação das estacas	Diagramme d'interaction des pieux
Solicitações	Sollicitations

5.2.12.4 Dimensionnement des blocs

Réactions maximales projetées



Rs=Restaca * c / z		x (direção longitudinal)-direção do tráfego	
Altura do bloco (m)=	4	y (direção transversal)	
z = 0.9h =	3.6	φ pilar =	0.0 m

Distância das estacas ao C.G. da carga		
Estaca	X	Y
1	3.100	1.775
2	1.800	1.775
3	0.500	1.775
4	3.100	0.475

Distância das estacas ao C.G. projetado do Pilar								
Estaca	dx	dy	c	Restaca**	Rs	α (rad)	Rsx	Rsy
1	3.100	1.78	3.57	147.30	146.16	1.05	126.84	72.63
2	1.800	1.78	2.53	140.40	98.59	0.79	70.20	69.23
3	0.500	1.78	1.84	133.70	68.49	0.27	18.57	65.92
4	3.100	0.48	3.14	142.40	124.05	1.42	122.62	18.79
<div> Distância pilar-estaca Reação de projeto na estaca Reação projetada ângulo em planta Reação projetada na direção X Reação projetada na direção Y </div>							Σ	Σ
							215.6	91.4
							(tf)	(tf)
							X	Y
As nec (cm²) =							49.59	21.03

Legenda	Légende
R estaca	Réaction pieu ?
Direção longitudinal – direção do tráfego	Sens longitudinal – sens de la circulation
Altura do bloco	Hauteur du bloc
Direção transversal	Axe transversal
Pilar	Pylône
Distância das estacas ao C.G. da carga	Distance des pieux au C. de Gravité charge
Distância das estacas ao C.G. projetado do pilar	Distance des pieux au C.G. projeté pour le pylône
Distância pilar-estaca	Distance pylône-pieu
Reação de projeto na estaca	Réaction projetée pour le pieu
Reação projetada	Réaction projetée
Ângulo em planta	Angle sur le plan
Reação projetada na direção	Réaction projetée sur l'axe

Réaction sur l'axe x : la somme des réactions des pieux 1, 2 et 3.

Réaction sur l'axe y : la somme des réactions des pieux 1 et 4.

Cette armature devra être disposée sur une largeur d'1m, en laissant un espace autour du bord du bloc de 15cm en ajoutant une demi-distance entre axes de pieux :

$$0,5 - 0,15 + (1,3 / 2) = 1\text{m}$$

Nous avons donc :

$$\text{Axe X : } \varnothing 25 \text{ C}/10 = 50\text{cm}^2/\text{m} \quad - \quad \text{Axe Y : } \varnothing 25 \text{ C}/20 = 25\text{cm}^2/\text{m}$$

5.2.12.5 Caissons d'équilibre

La première hypothèse à prendre en considération est celle de la compression maximale dans les pieux au cours de la phase de travaux. On sera dans ce cas de figure lorsque les haubans ancrés dans les caissons d'équilibre auront la plus petite force de traction possible. Comme nous pouvons le constater au point 12, le caisson d'équilibre a un poids total de 2.920tf, filler et partie structurelle compris, et l'arrachement minimal provoqué par les haubans est de 1.107tf. Nous en concluons que la charge qui ira vers les fondations au cours de la phase de travaux sera de $2.920 - 1.107 = 1.813\text{tf}$.

La deuxième hypothèse à prendre en considération est celle de la construction du caisson. A ce stade, nous ne disposons pas encore de la composante verticale des haubans qui soulagent le poids du caisson d'équilibre. Il faut également prendre en compte que le poids

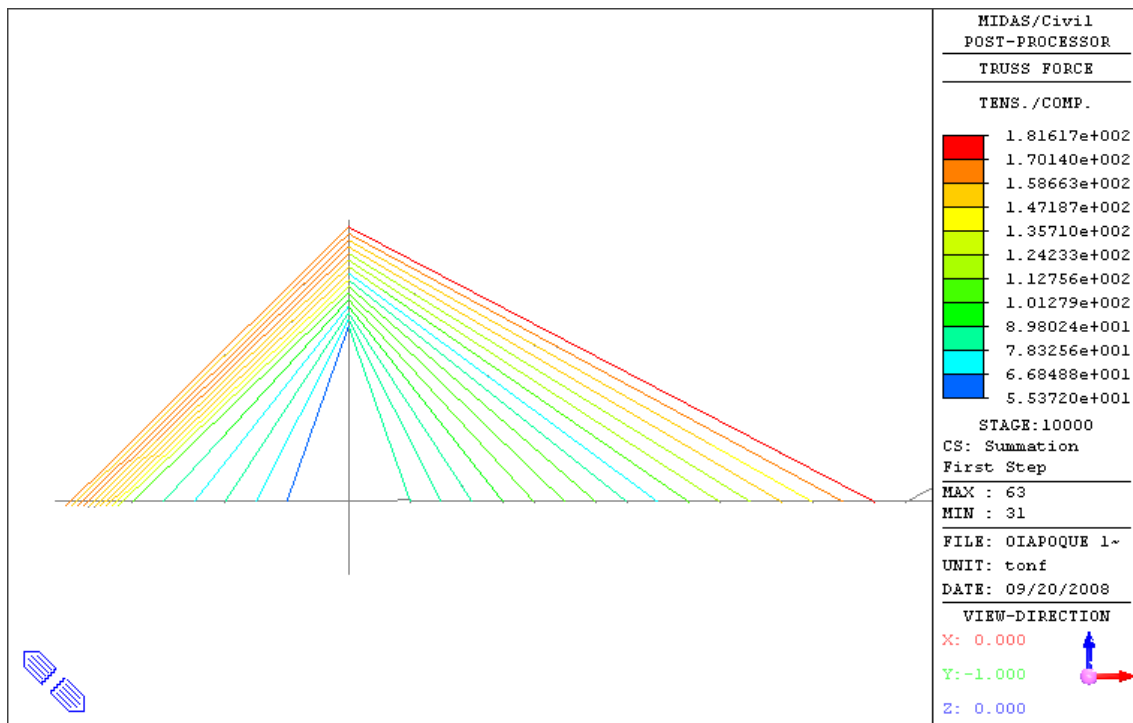
du remplissage du caisson ne jouera pas non plus : la charge à supporter par les fondations est donc le poids de la partie structurale du caisson et du tablier qui s'appuie dessus. Au point 12, on voit que la partie structurale pèse 1.473tf. Au point 2.1., on constate que le tablier soutenu par les caissons totalise une surface de béton de 6,32m². Vu que les caissons ont une longueur de 15,5m, on arrive à un poids total du tablier sur chaque caisson de 245tf. La charge totale des fondations lors de la construction des caissons est par conséquent de 1.473 + 245 = 1.718tf.

Nous en concluons que la phase des travaux requiert des efforts plus défavorables que ceux à l'œuvre lors de la phase de construction des caissons : 1.813tf de charge verticale. Chaque caisson d'équilibre s'appuie sur 24 pieux d'enracinement Ø41cm. Nous aboutissons à une charge verticale par pieu de 76tf.

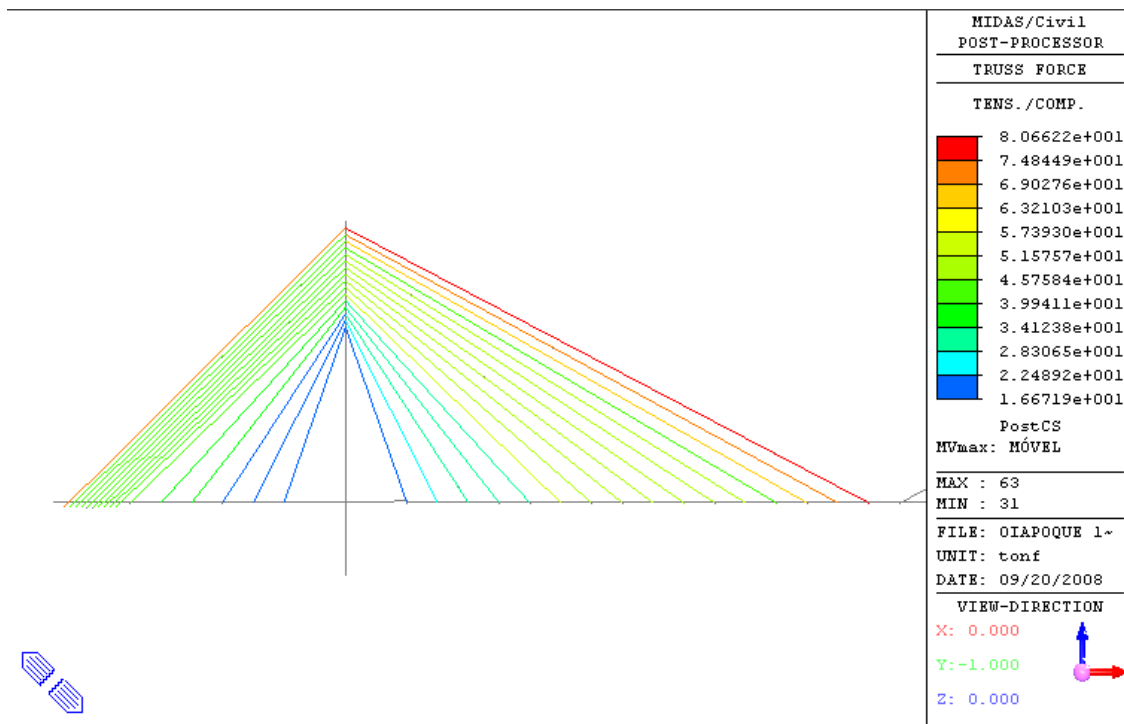
5.2.13 HAUBANAGE

5.2.13.1 Haubans latéraux avec passerelle

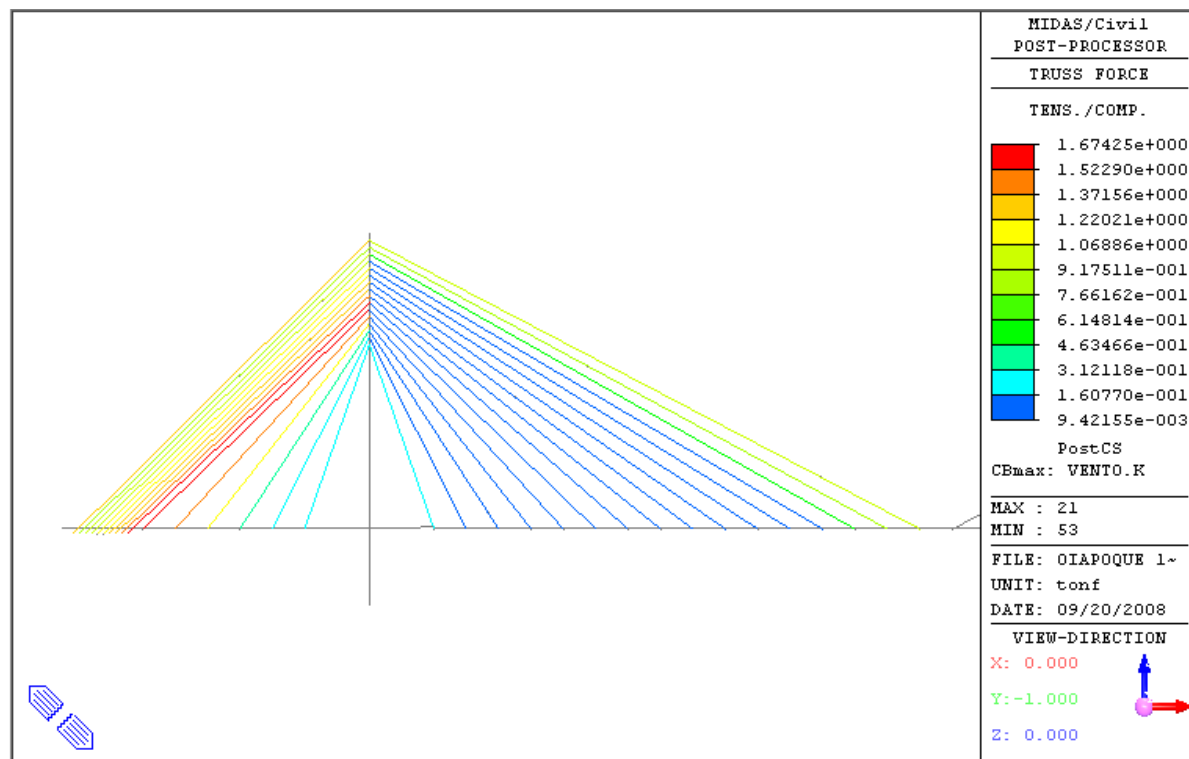
5.2.13.1.1 Forces dues aux charges permanentes



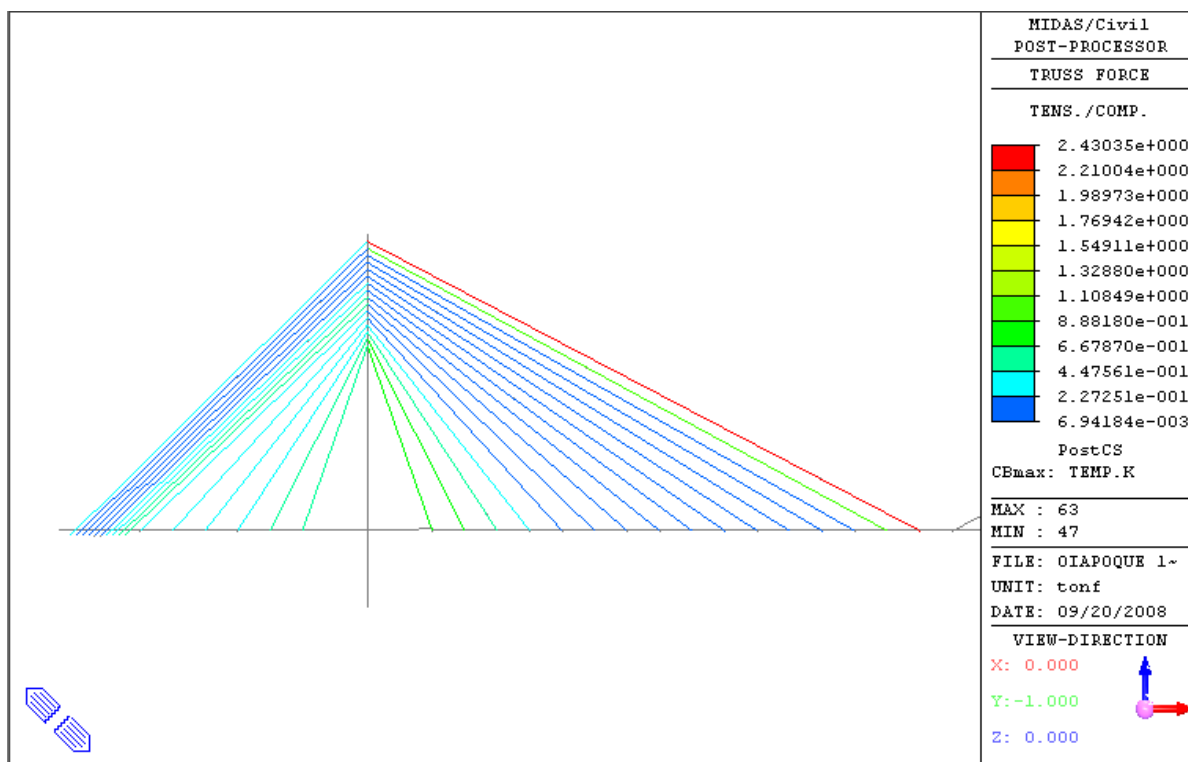
5.2.13.1.2 Forces maximales dues à la charge mobile



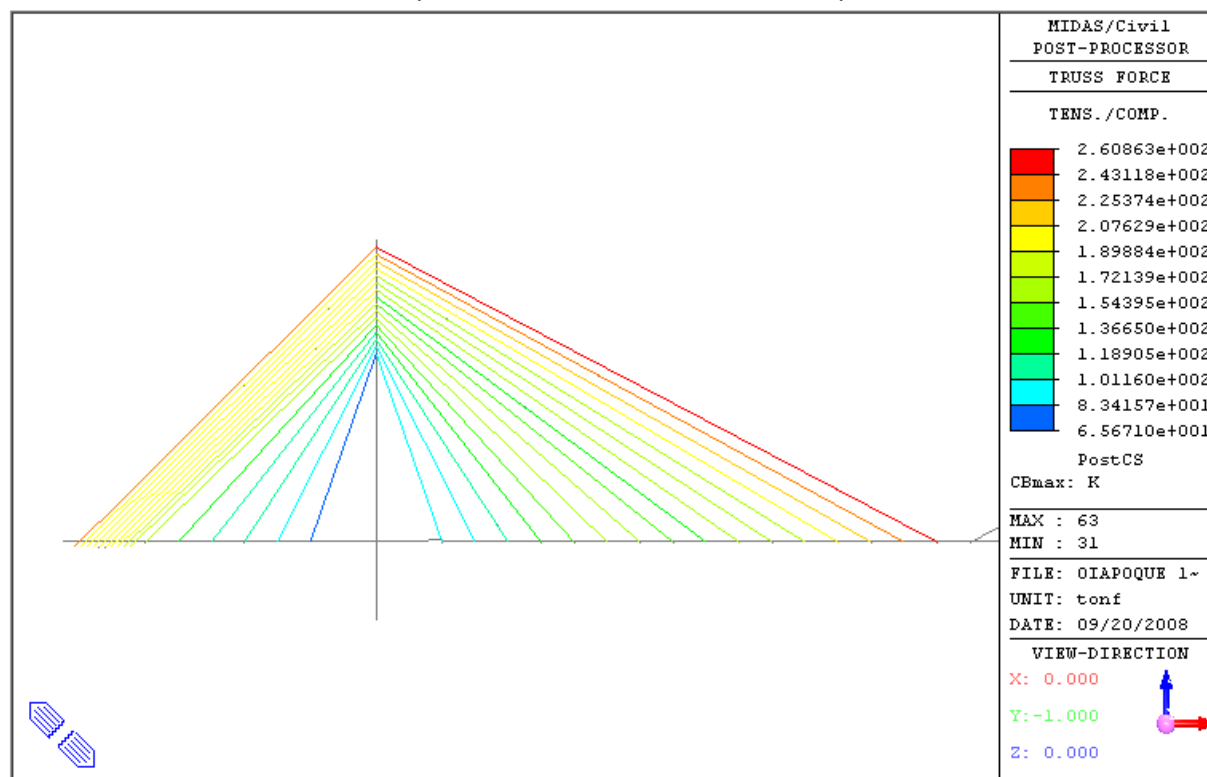
5.2.13.1.3 Forces maximales dues au vent



5.2.13.1.4 Forces maximales dues à la variation de température

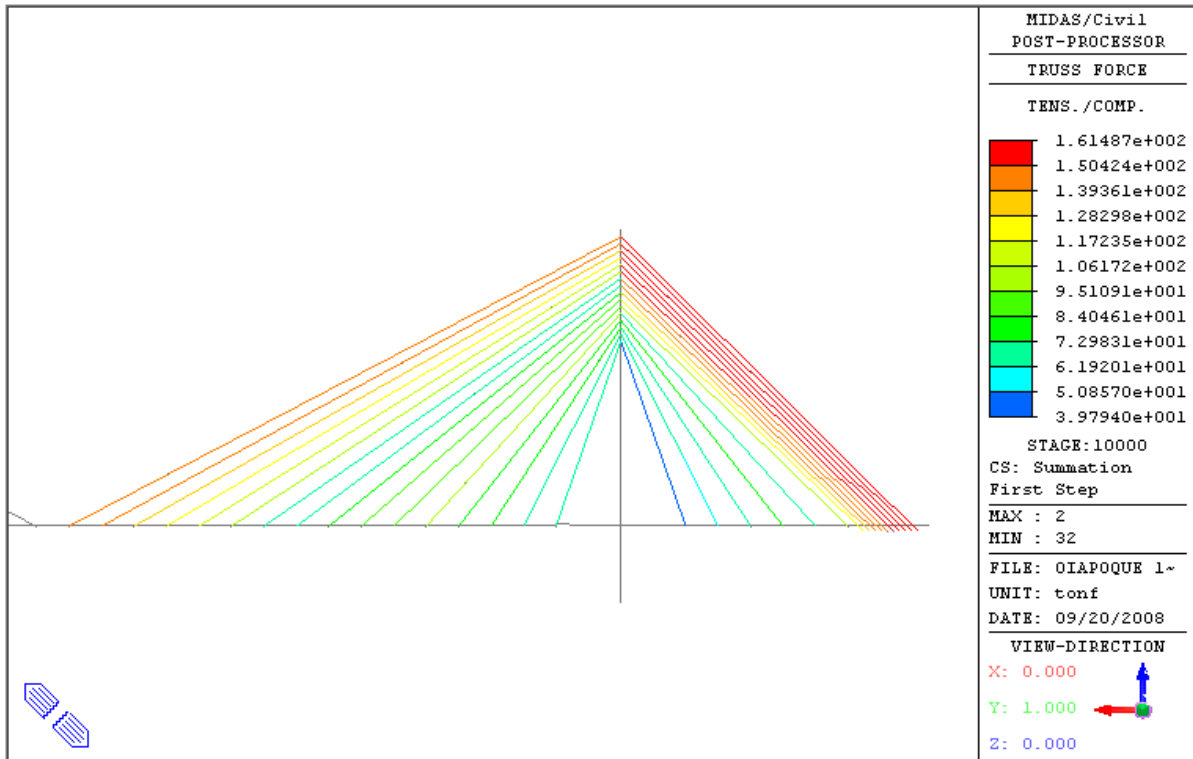


5.2.13.1.5 Forces maximales pour une combinaison caractéristique

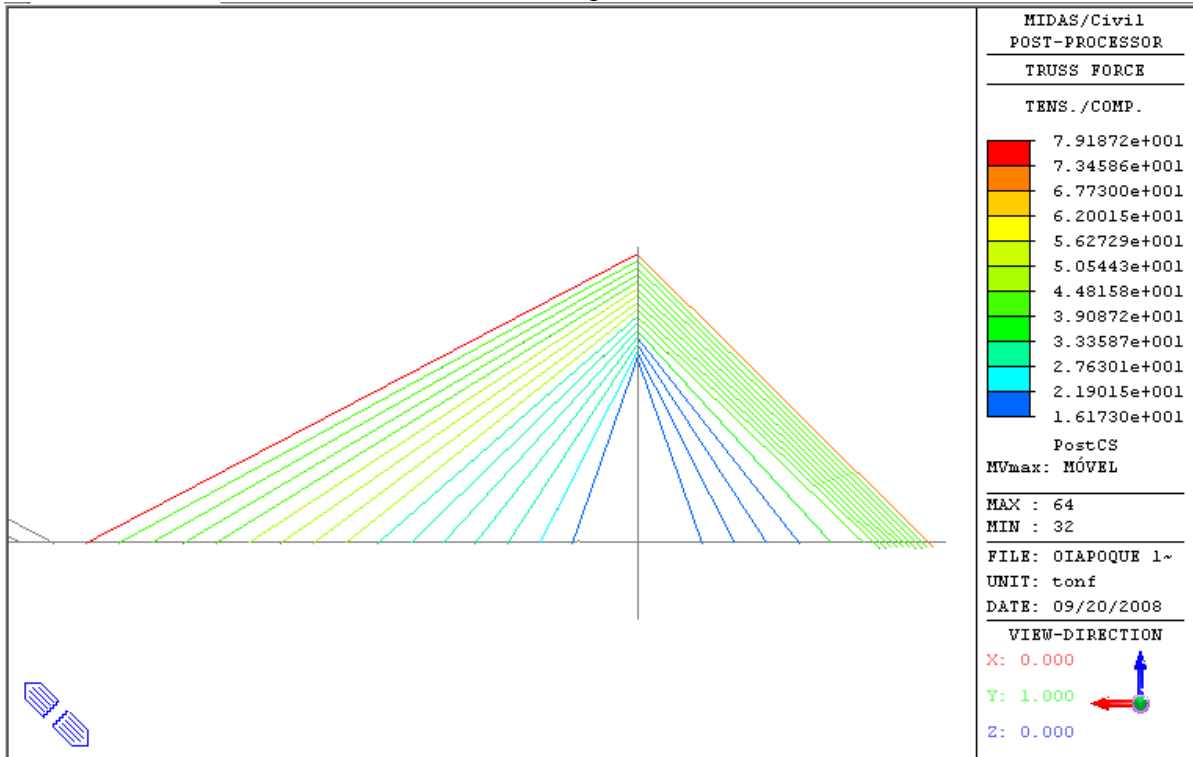


5.2.13.2 Haubans latéraux sans passerelle

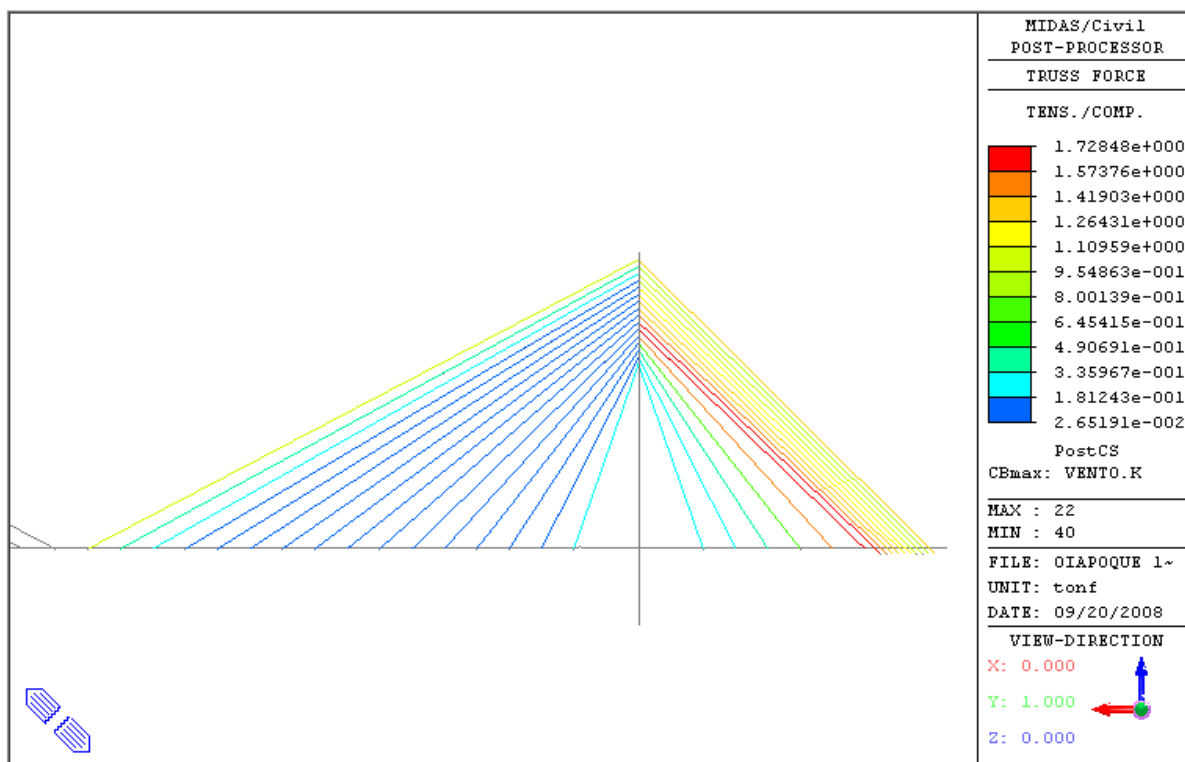
5.2.13.2.1 Forces dues aux charges permanentes



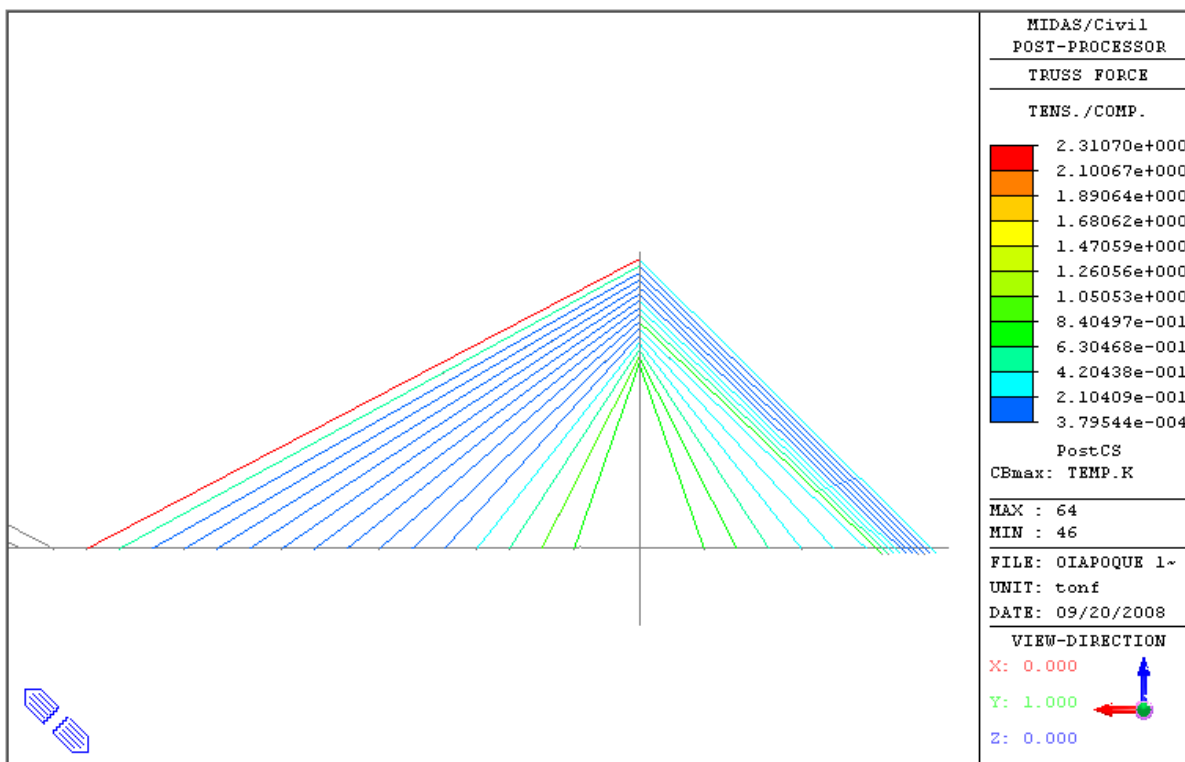
5.2.13.2.2 Forces maximales dues à la charge mobile



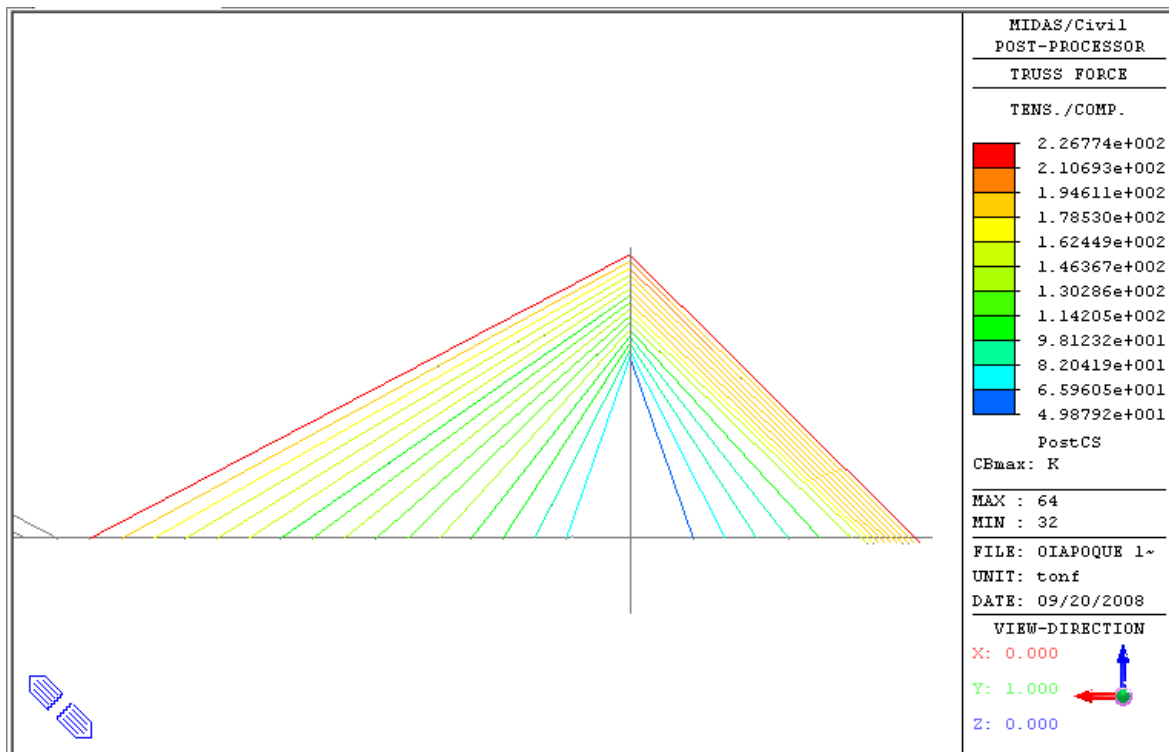
5.2.13.2.3 Forces maximales dues au vent



5.2.13.2.4 Forces maximales dues à la variation de température



5.2.13.2.5 Forces maximales pour une combinaison caractéristique



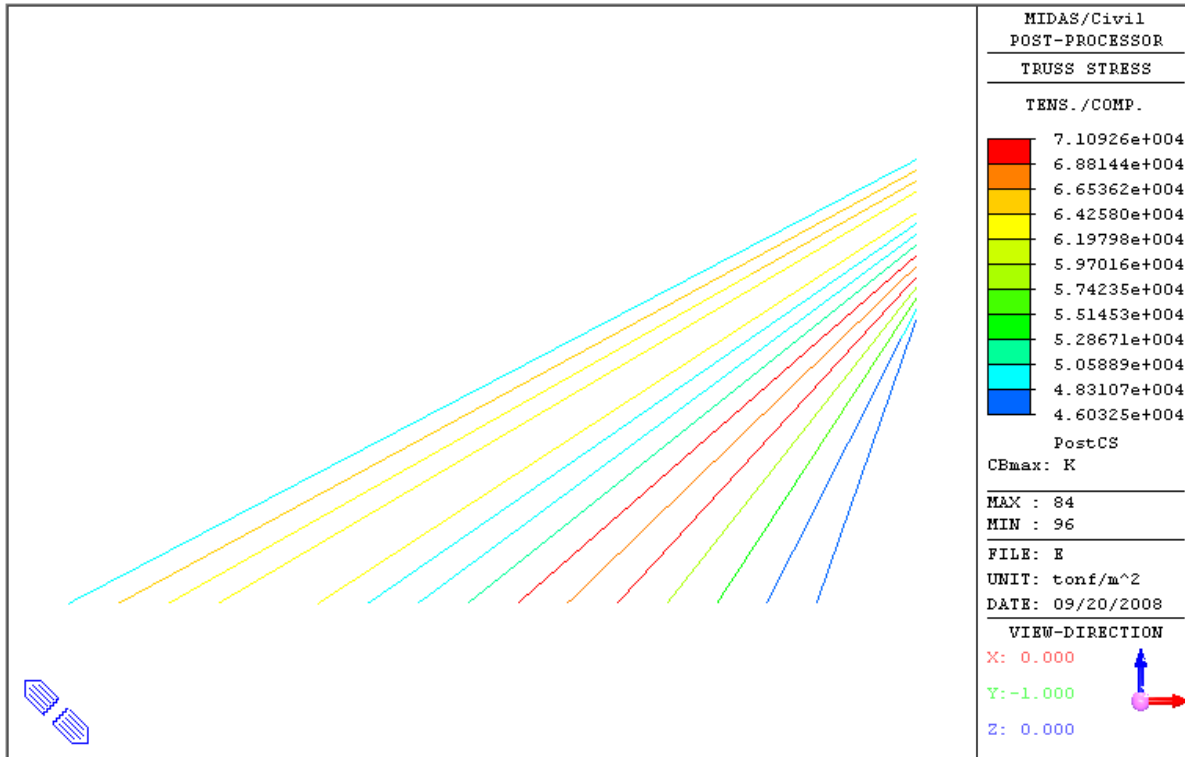
5.2.13.3 Vérification des hypothèses de rupture de haubans

Nous procéderons à un échantillonnage d'hypothèses de rupture de haubans, afin de démontrer que le surplus de charge sur les haubans restants ne dépasse pas les 40% de la limite de rupture qui ne doit pas être franchie pour des raisons de fatigue des haubans.

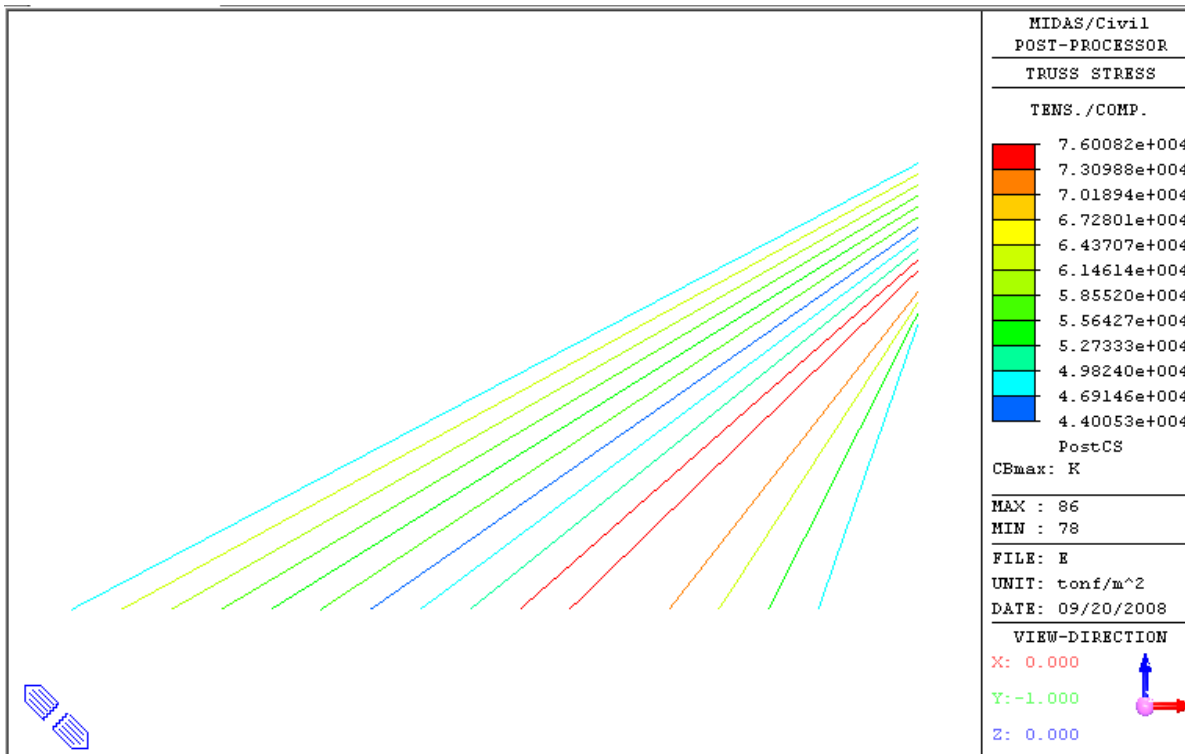
Pour cette analyse, nous considérons que la limite de la force d'un toron est de 12tf et que chaque toron occupe une surface de 1,5cm².

Si on analyse les tensions des haubans, il faut par conséquent garantir que celles-ci ne dépassent pas la limite de 80.000 tf/m².

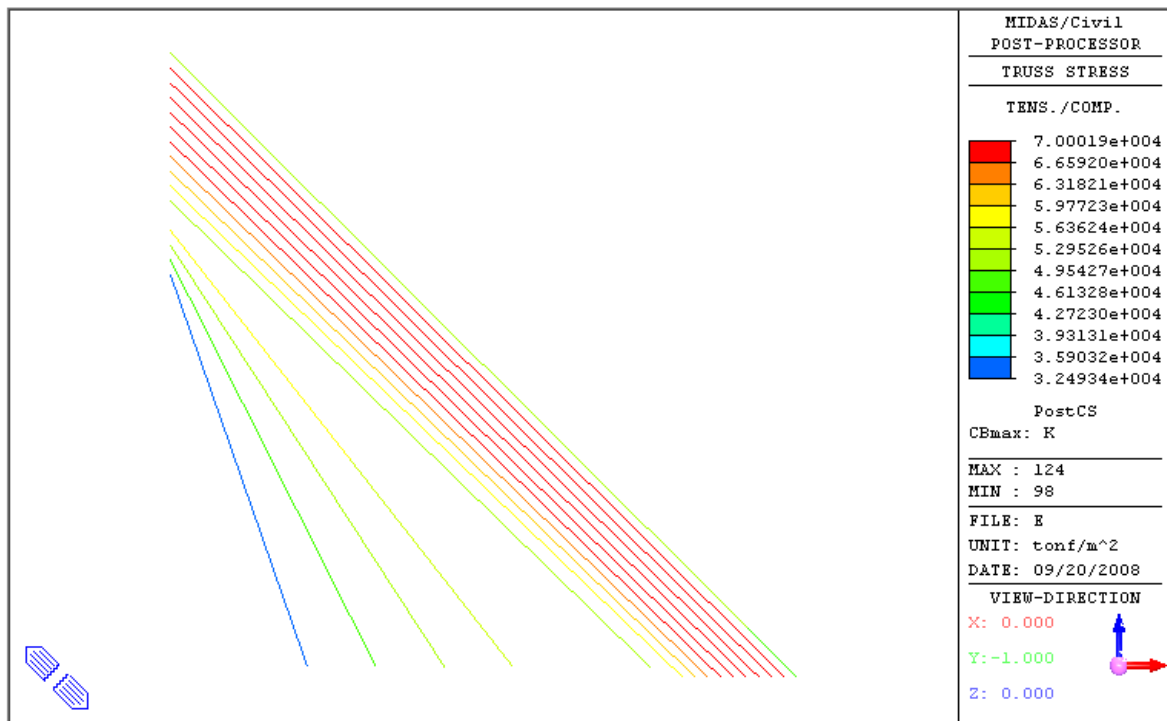
6.1.1.1 Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 12 côté central.



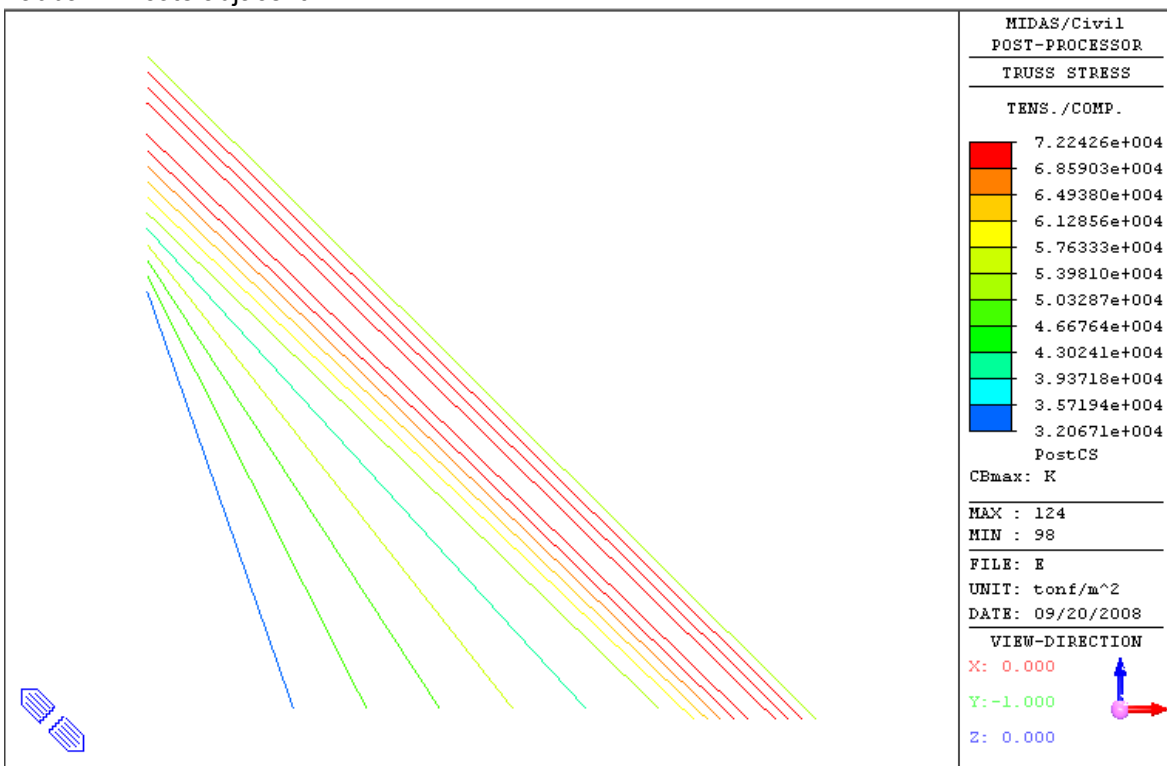
Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 5 côté central.



Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 5 côté adjacent.

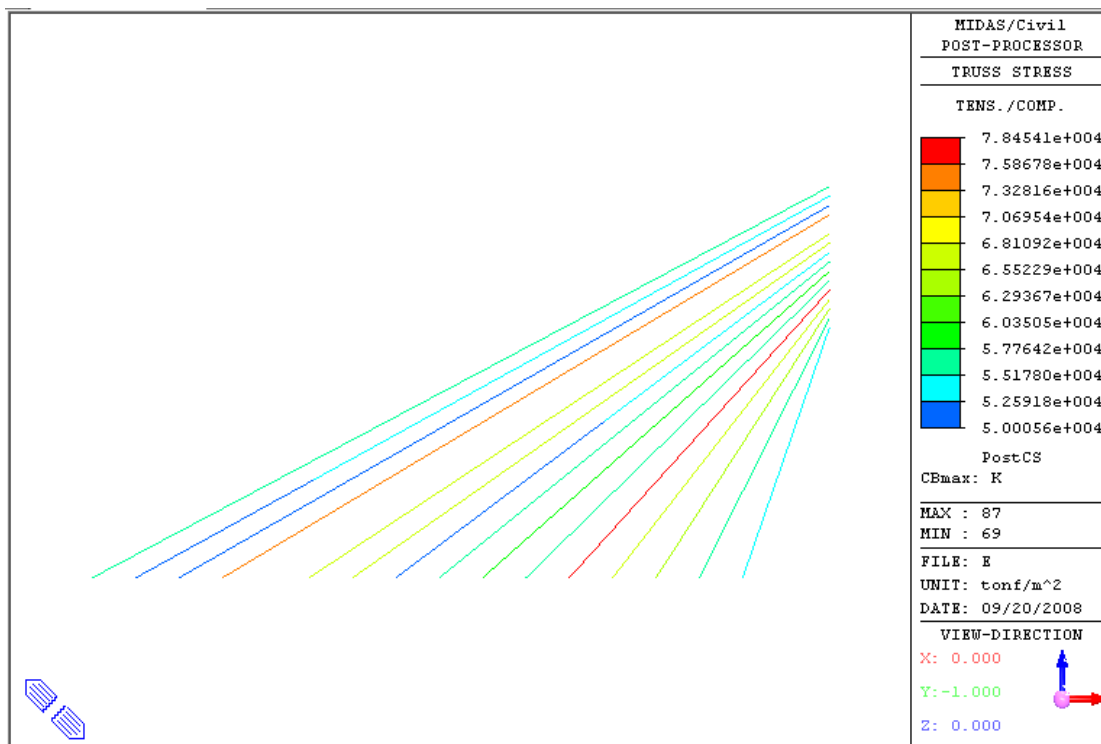


Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 12 côté adjacent.

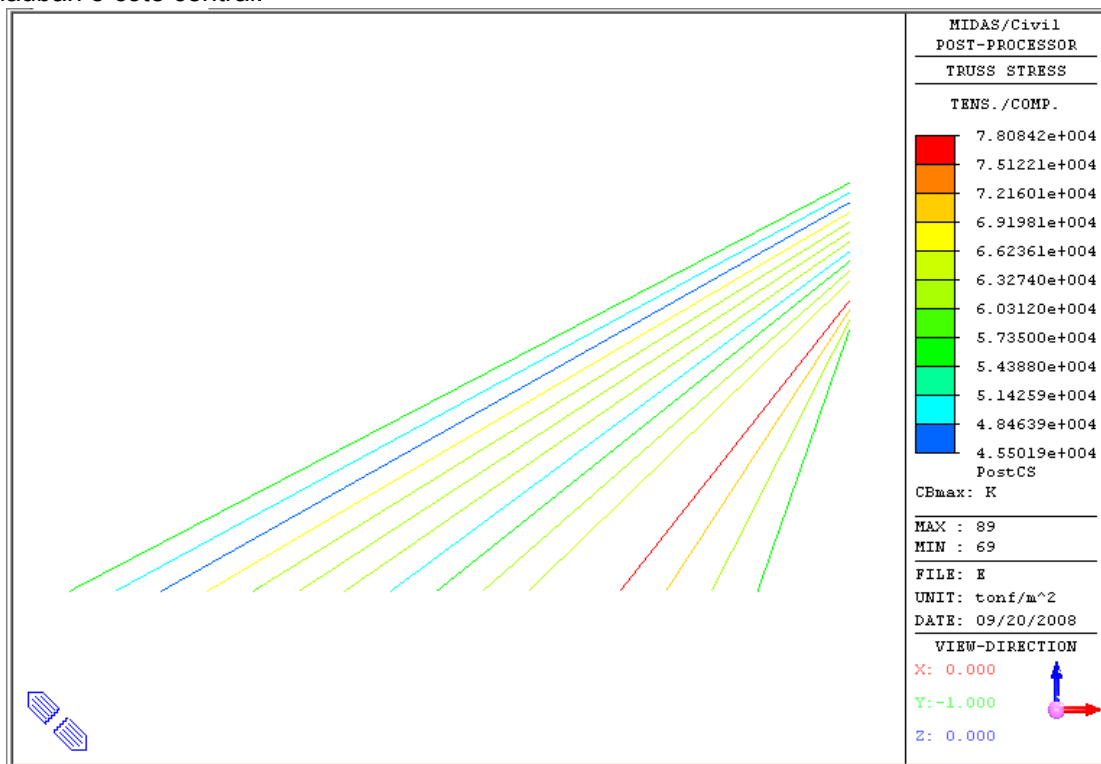


5.2.13.3.2 Haubans latéraux avec passerelle

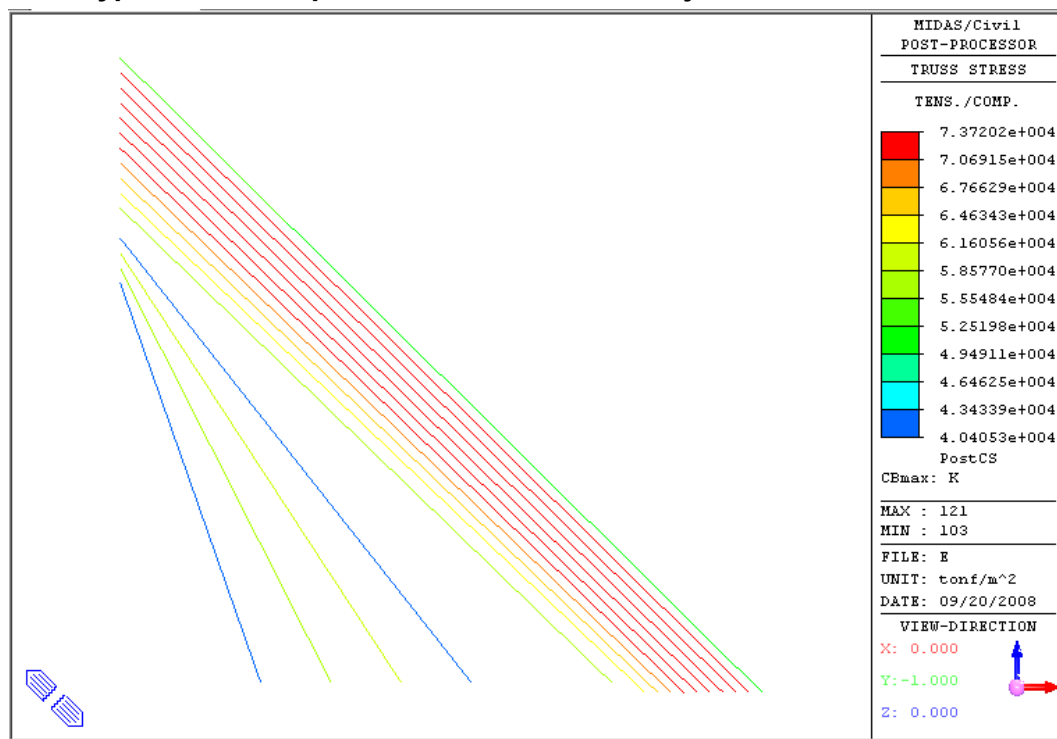
Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 12 côté central.



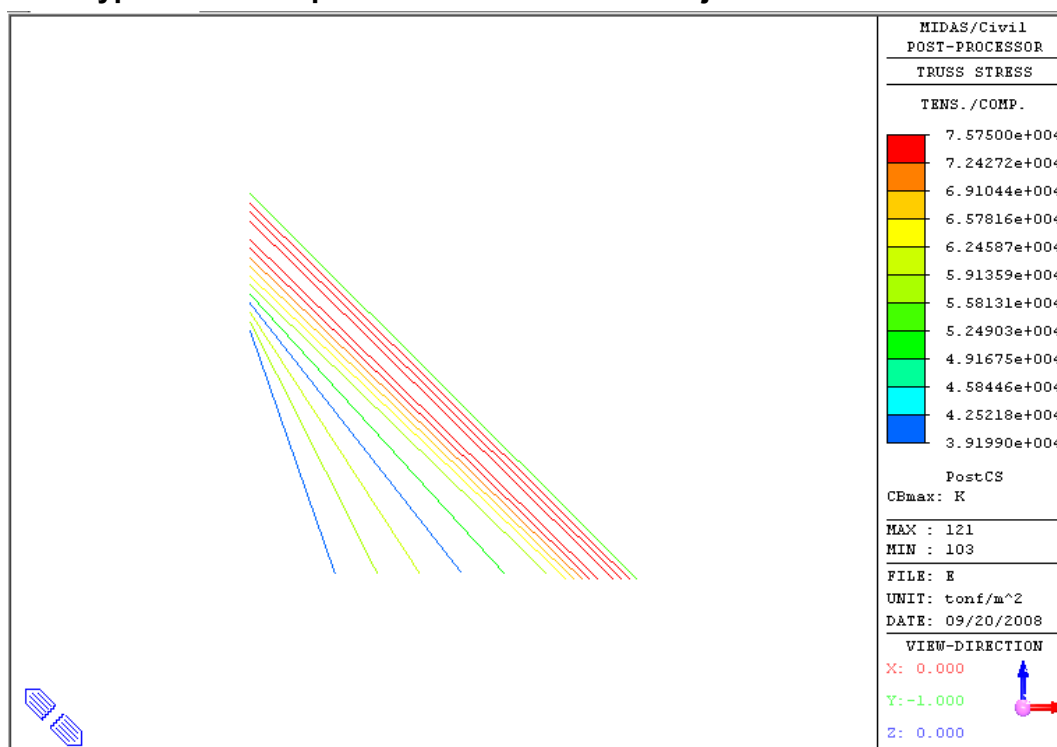
Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 5 côté central.



6.1.1.2 Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 5 côté adjacent.



6.1.1.3 Tensions maximales pour une combinaison caractéristique – hypothèse de rupture du hauban 12 côté adjacent.

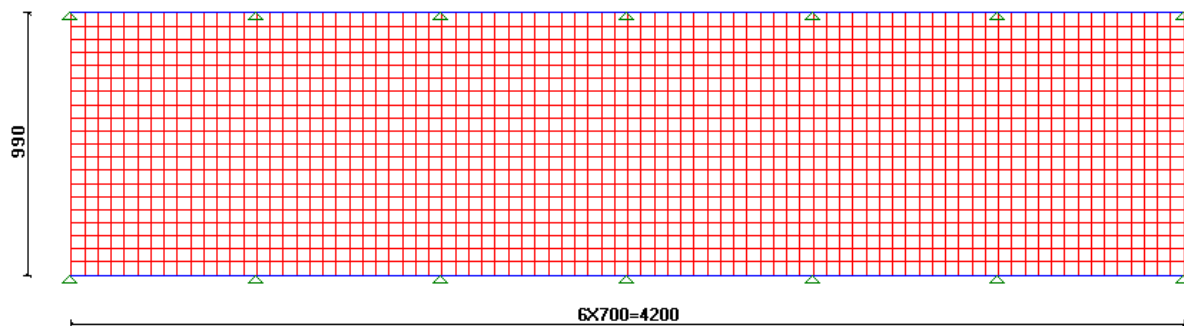


Nous concluons pour les hypothèses étudiées de rupture de haubans que ceux qui restent subissent des tensions proches de la limite, sans toutefois la dépasser.

5.2.14 Dalle du tronçon haubané

5.2.14.1 Caractéristiques géométriques du modèle

Pour l'analyse de la dalle du tronçon haubané, on a recouru à un autre modèle de calcul.



Legenda	Légende
Longarinas	Longrines
Elementos	Eléments
Apoios estais	Soutien haubans

Distance entre les haubans sur l'axe transversal = 9,9m

Distance entre les haubans sur l'axe longitudinal = 7,0m

On attribuera aux éléments une épaisseur constante de 35cm.

Aux longrines on attribuera les caractéristiques géométriques des longrines sans prendre en compte les tables collaborantes.

5.2.14.2.1 Poids propre

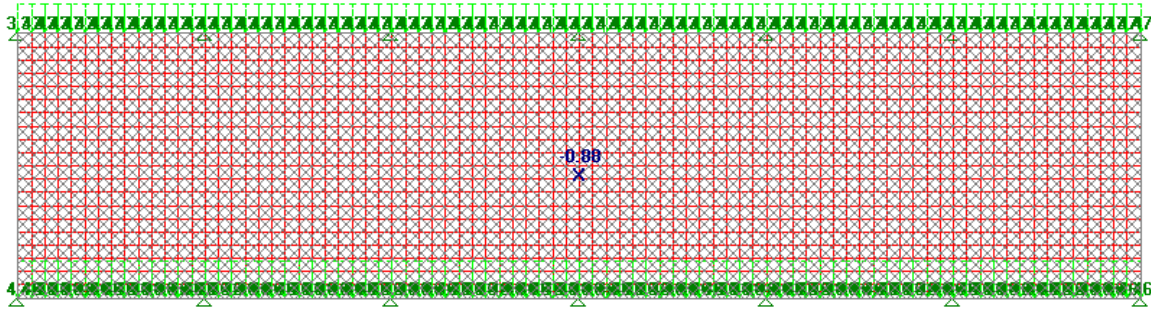
Poids propre des longrines :

Longrines avec passerelle = $1,7823 \times 2,5 = 4,46 \text{ tf / m}$

Longrines sans passerelle = $1,3897 \times 2,5 = 3,47 \text{ tf / m}$

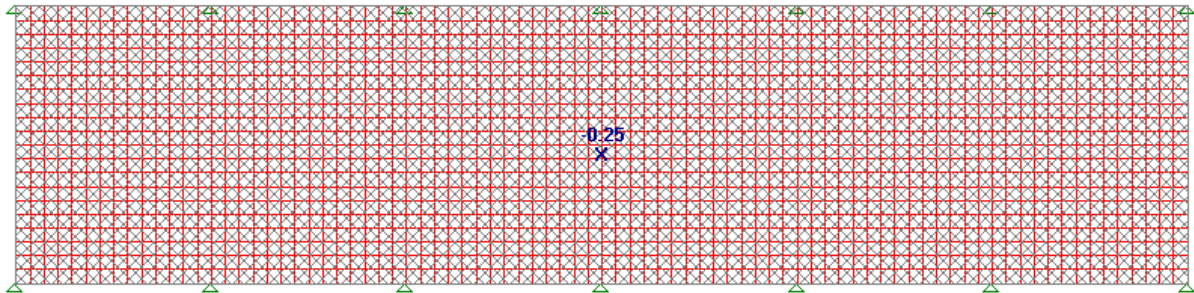
Poids propre de la dalle :

$0,35 \times 2,5 = 0,875 \text{ tf / m}^2$



5.2.14.2.2 Chaussée

Soit 10cm de chaussée en béton $\Rightarrow 0,1 \times 2,5 = 0,25 \text{ tf / m}^2$

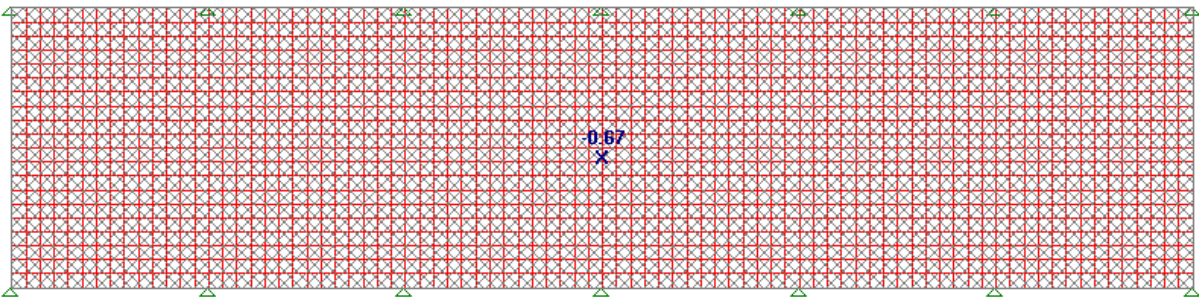


5.2.14.2.3 Foule

Considérons l'impact sur l'axe transversal.

$$\text{Impact} = 1,4 - 0,007 \times 9,9 = 1,3307$$

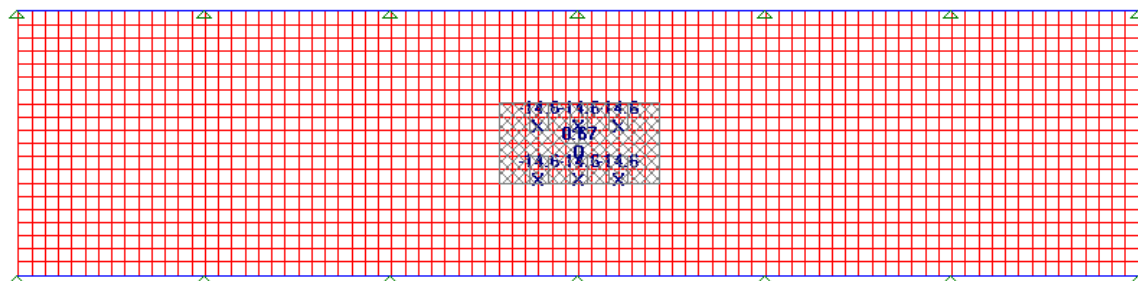
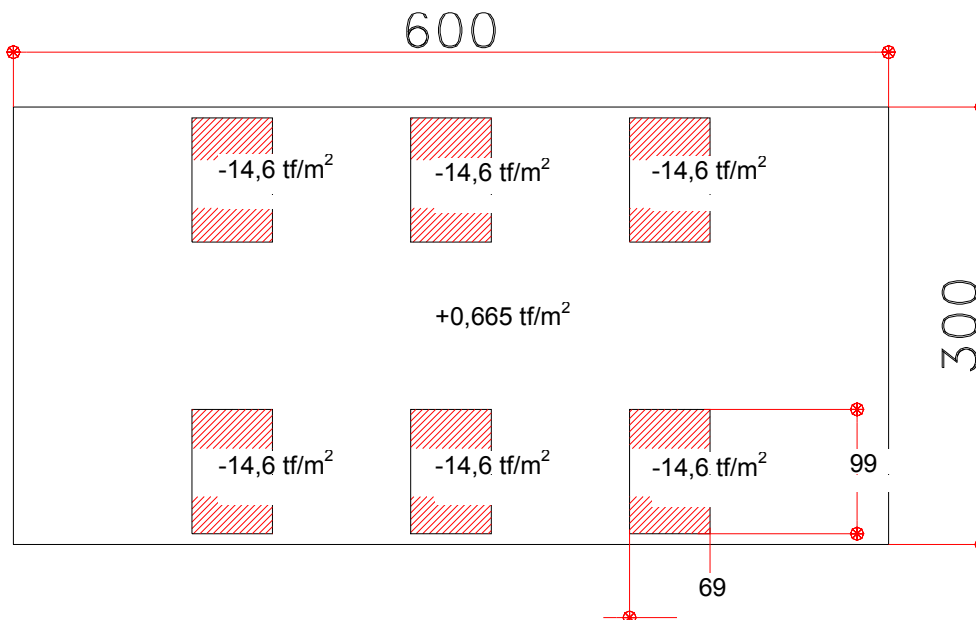
$$\text{Charge de la foule} = 1,3307 \times 0,5 = 0,67 \text{ tf / m}^2$$



5.2.14.2.4 Véhicule

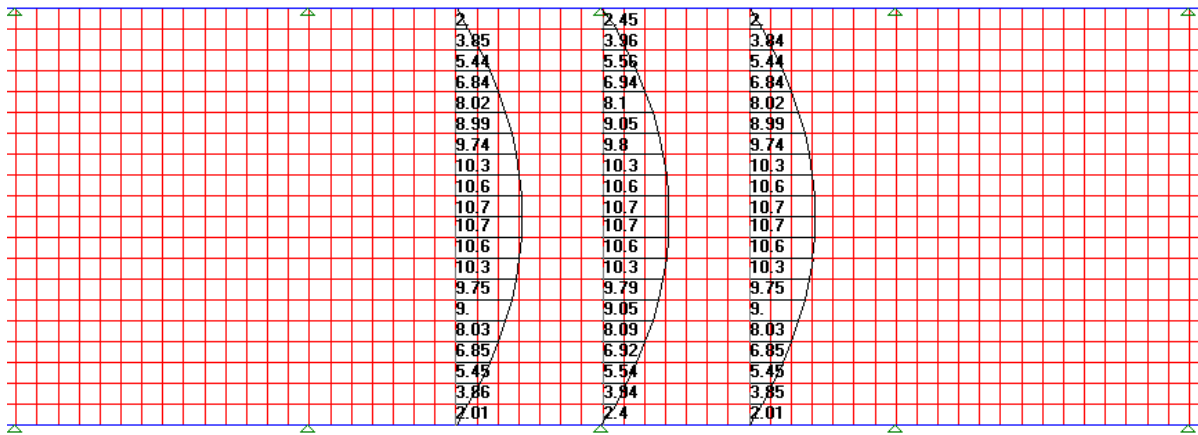
Le véhicule utilisé est le Train type 45 et le calcul sera fait en l'homogénéisant.

- Nous considérons cette charge de la roue répartie jusqu'à l'axe de la dalle.
 Dimensions de la roue 20x50cm.
 Epaisseur de la chaussée + moitié de l'épaisseur de la dalle = 7 + 17,5 = 24,5cm
 Nous obtenons ainsi une zone de répartition de 20 + 2 x 24,5 = 69 cm et 50 + 2 x 24,5 = 99 cm
 Force de la roue avec impact = = **14,61 tf/m²**
- Comme nous plaçons la foule dans la même zone que le véhicule, nous appliquerons au chargement du train-type une charge soulageant la foule qui n'est pas sous le véhicule.

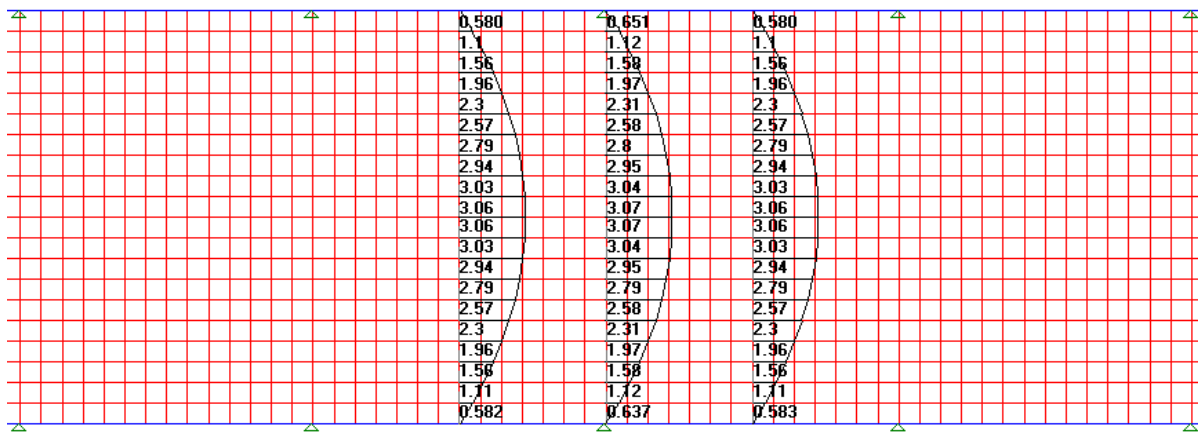


Résultats présentés pour une largeur d'1m.

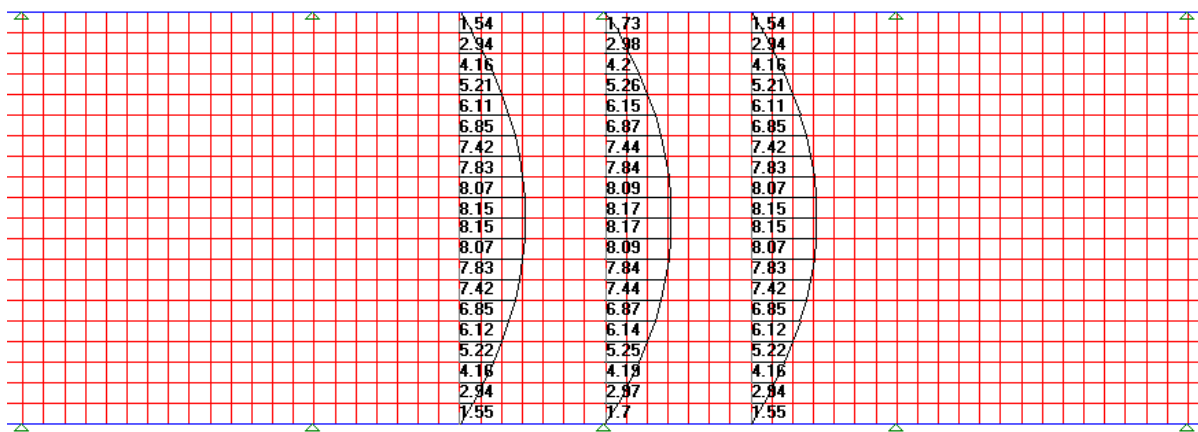
5.2.14.3.1 Poids propre



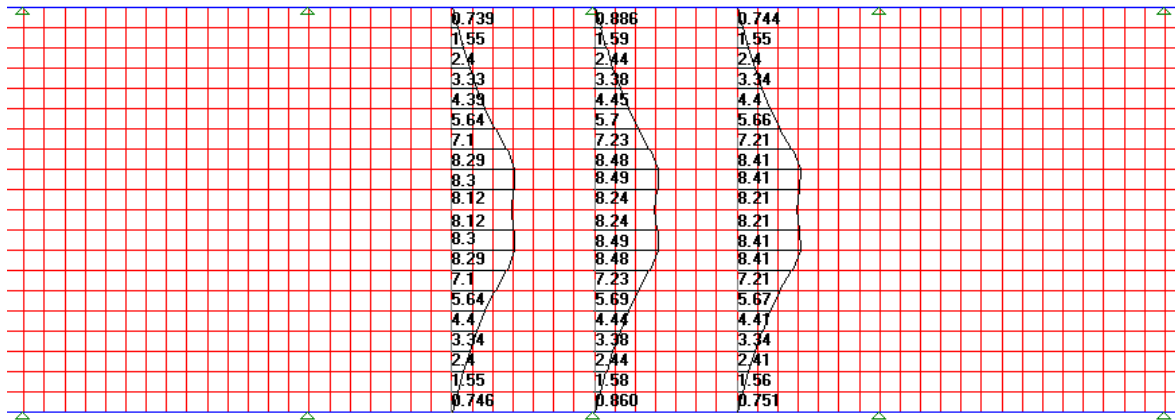
5.2.14.3.2 Chaussée



5.2.14.3.3 Foule



5.2.14.3.4 Véhicule



5.2.14.4 Analyse des tensions

5.2.14.4.1 Limites des tensions

Pour une combinaison quasi-permanente :

Si l'on a recours à la limite établie par la norme NBR 6118, on obtient :

$$\Rightarrow \sigma_t \leq 0 \text{ tf/m}^2$$

Pour une combinaison fréquente :

Si l'on a recours à la limite établie par la norme NBR 6118, on obtient : $f_{ctk \text{ inf}} = 0,7 f_{ctm}$

$$\Rightarrow \sigma_t \leq 1,2 f_{ctk \text{ inf}}, \text{ soit } f_{ctm} = 0,3 x f_{ck}^{2/3} = \therefore 1,2 \times 0,7 \times 0,3 \times 40^{2/3} = 2,95 \text{ MPa} = 295 \text{ tf/m}^2$$

5.2.14.4.2 Combinaisons à l'état-limite de service

<i>Combinação quase permanente :</i>	<i>Combinação frequente</i>
$F_d = 1.0 F_{gk}$ (moldados em loco ,empuxo) + $1.0 F_{gk}$ (pré-moldados)	$F_d = 1.0 F_{gk}$ (moldados em loco ,empuxo) + $1.0 F_{gk}$ (pré-moldados)
+ $1.0 F_{gk}$ (fluência e retração térmica) + $1.0 F_{pk}$ (protensão)	+ $1.0 F_{gk}$ (fluência e retração térmica) + $1.0 F_{pk}$ (protensão)
+ $0.3 F_{qk}$ (veículo ,multidão ,frenação ,centrifuga ,sobrecarga no aterro)	+ 0.5 ou 0.3 F_{qk} (veículo ,multidão ,frenação ,centrifuga ,sobrecarga no aterro)
+ $0(0) F_{vk}$ (força do vento) + $0.3 F_{tk}$ (força da variação da temperatura)	+ $0.3 F_{vk}$ (força do vento) + 0.5 ou 0.3 F_{tk} (força da variação da temperatura)

****Azul se principal , vermelho se secundário**

Legenda	Légende
Combinação quase permanente :	Combinaison quasi permanente :
Moldados em loco, empuxo	Moulés in loco, poussée
Pré-moldados	Prémoulés
Fluência e retração térmica	Fluage et rétraction thermique
Protensão	Précontrainte
Veículo, multidão, frenação, centrífuga, sobrecarga no aterro	Véhicule, foule, freinage, centrifuge, surcharge sur le remblai
Força do vento, força da variação da temperatura	Force du vent, force de variation de la température
Combinação freqüente	Combinaison fréquente
Azul, se principal; vermelho, se secundário	Bleu, si principal ; rouge, si secondaire

5.2.14.4.2 Données de la section

	<p>Inertie = $(1 \times 0,35^3) / 12 = 0,00357\text{m}^4$</p> <p>$Y = 0,35 / 2 = 0,175\text{m}$</p> <p>$W = 0,00357 / 0,175 = 0,02042\text{m}^3$</p> <p>Surface = $1 \times 0,35 = 0,35\text{m}^2$</p>
--	--

Moment sollicitant

Pour une combinaison quasi-permanente, nous avons :

$$M = 1 \times (10,7 + 3,07) + 0,3 \times (8,17 + 8,49) = 18,768 \text{ tf} \times \text{m}$$

Pour une combinaison fréquente, nous avons :

$$M = 1 \times (10,7 + 3,07) + 0,5 \times (8,17 + 8,49) = 22,1 \text{ tf} \times \text{m}$$

Tension en face inférieure $\sigma = M / W$:

Pour une combinaison quasi-permanente :

$$\sigma_{\text{inf}} = 18,768 / 0,02041 = 919,25 \text{ tf} / \text{m}^2$$

Pour une combinaison quasi-permanente, il faut respecter la limite de décompression, donc :

$$\sigma_{\text{prot}} = -919,25 \text{ tf} / \text{m}^2$$

Pour une combinaison fréquente :

$$\sigma_{\text{inf}} = 22,1 / 0,02041 = 1033,5 \text{ tf} / \text{m}^2$$

Pour une combinaison fréquente il faut respecter la limite de traction de $295 \text{ tf} / \text{m}^2$, d'où l'on obtient :

$$\sigma_{\text{prot}} = 1033,5 - 295 = 738,5 \text{ tf} / \text{m}^2$$

On en conclut donc que l'hypothèse de la combinaison quasi-permanente est plus défavorable.

La précontrainte doit par conséquent atteindre une tension en face inférieure de $\sigma_{\text{prot}} = -919,25 \text{ tf} / \text{m}^2$

$$M_p = N_p \times 0,07$$

$$S_{\text{prot}} = (N_p \times 0,07) / 0,02042 + N_p / 0,35$$

$$919,25 = N_p \times 3,429 + 2,86 \times N_p$$

$$N_p = 146,24 \text{ tf}$$

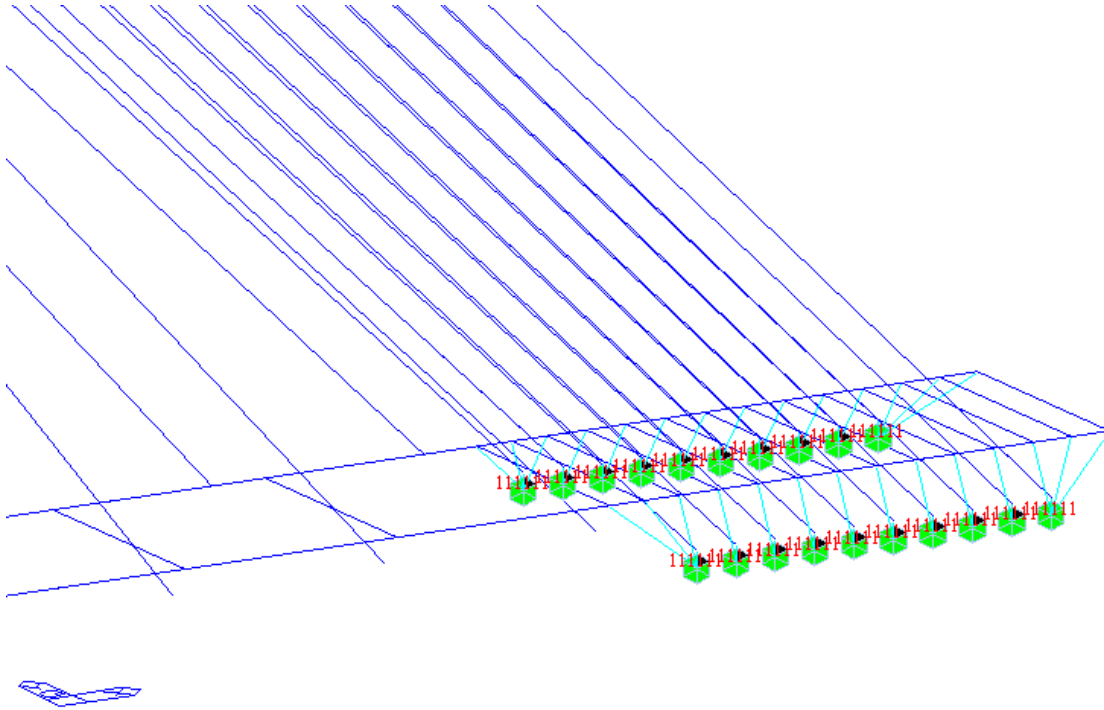
5.2.14.4.4 Conclusion

Si l'on considère qu'après les pertes initiales et l'écoulement du temps un toron précontraint à 19tf en conserve 15tf, il faudra 10 torons par mètre.

5.2.14.5

Vérification de l'arrachement du caisson d'équilibre

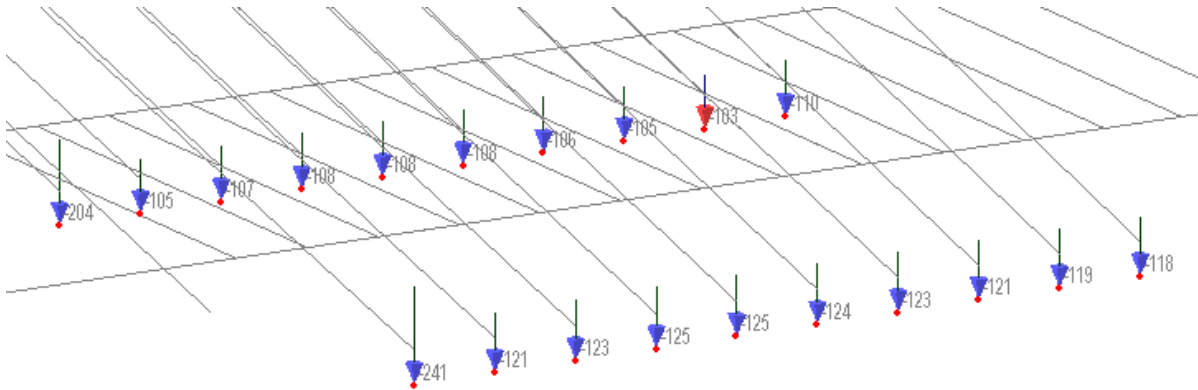
Dans le modèle de calcul, le caisson d'équilibre est représenté par des appuis rigides, car c'est un point indéplaçable de par son grand poids. Voir illustration ci-dessous



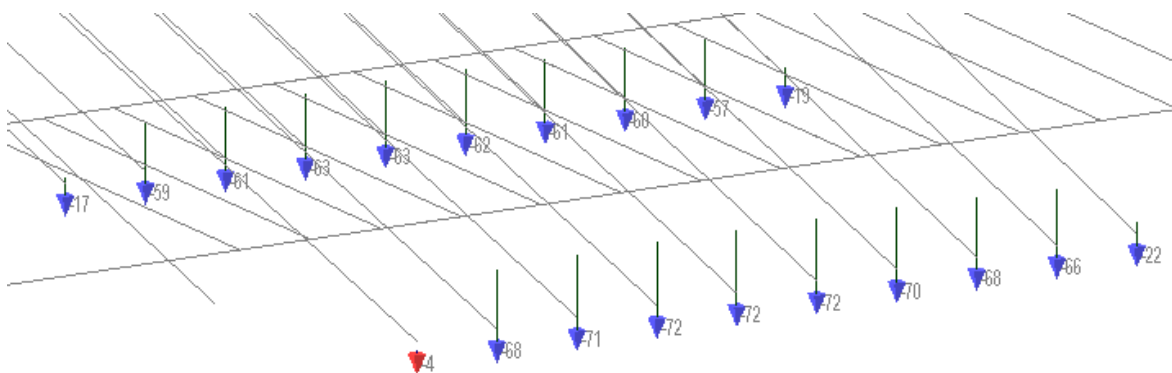
Comme on peut le voir ci-dessus, les haubans et le tablier sont reliés aux appuis que représente le caisson par un lien rigide.

Le schéma ci-dessous montre les réactions d'arrachement maximal et minimal sur chacun des appuis.

Arrachement maximal :



Arrachement minimal :



Legenda	Légende
Seção transversal	Coupe transversale
Enchimento	Filler
Corte longitudinal	Profil en long

Poids du caisson = 1.473 tf

Poids du filler du caisson = 1.447 tf

On obtient une réaction maximale d'arrachement du caisson d'équilibre de 2.504 tonnes.
Le caisson d'équilibre pese au total 2.920 tonnes.

Nous arrivons ainsi à un coefficient de sécurité de 1,17 pour ce qui est de l'arrachement du caisson.

5.2.15 ANALYSE DYNAMIQUE

5.2.15.1 *Résumé des fréquences et périodes des 10 premiers modes de vibration*

Modo nº	Frequencia (ciclos/seg.)	Período (seg.)
1	0.508	1.967
2	0.516	1.938
3	0.648	1.543
4	0.824	1.214
5	0.833	1.200
6	0.867	1.154
7	0.944	1.059
8	1.122	0.891
9	1.210	0.827
10	1.308	0.765

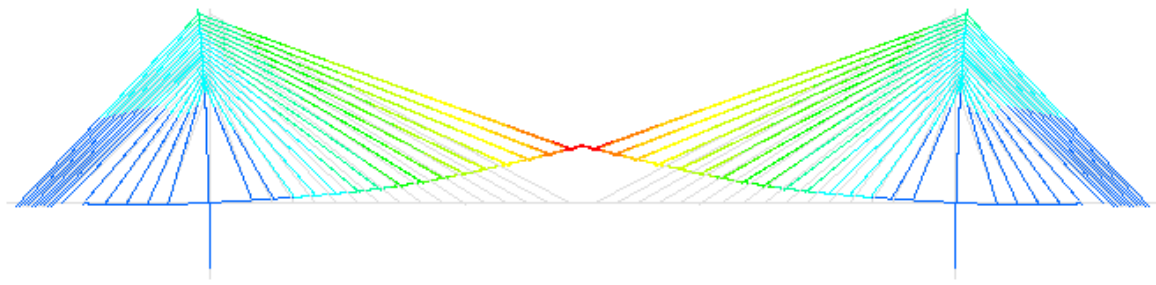
Legenda	Légende
Modo nº	Mode N°
Frequência (ciclos/seg.)	Fréquence (cycles/sec.)
Período (seg.)	Période (sec.)

On peut noter que les principaux modes de vibration de la structure ne se trouvent pas dans la fourchette d'inconfort, qui se situe entre 1,5 et 4 cycles par seconde.

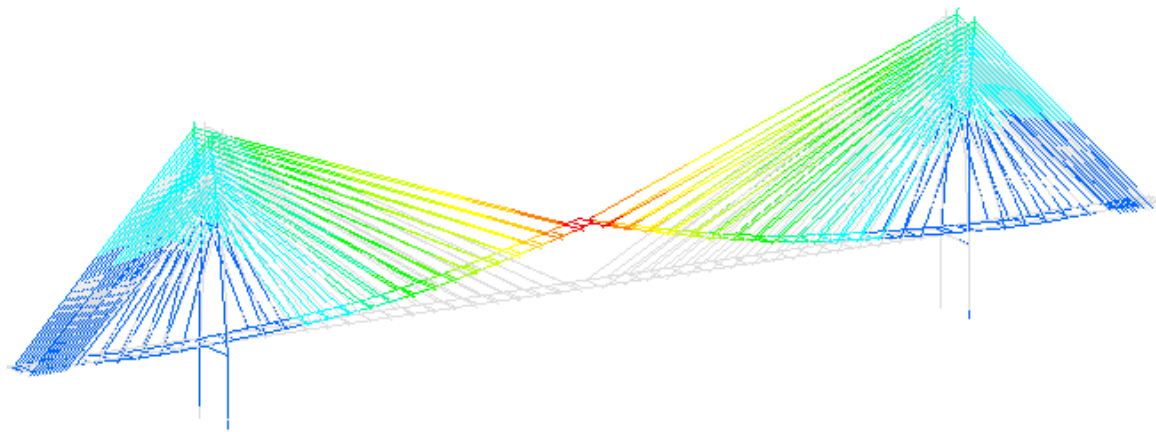
Les ouvrages à haubans avec un tablier en béton ne sont pas soumis aux vibrations aérodynamiques grâce à leur masse et à leurs caractéristiques inhérentes, qui favorisent l'amortissement.

5.2.15.2 *Premier mode*

Vue latérale

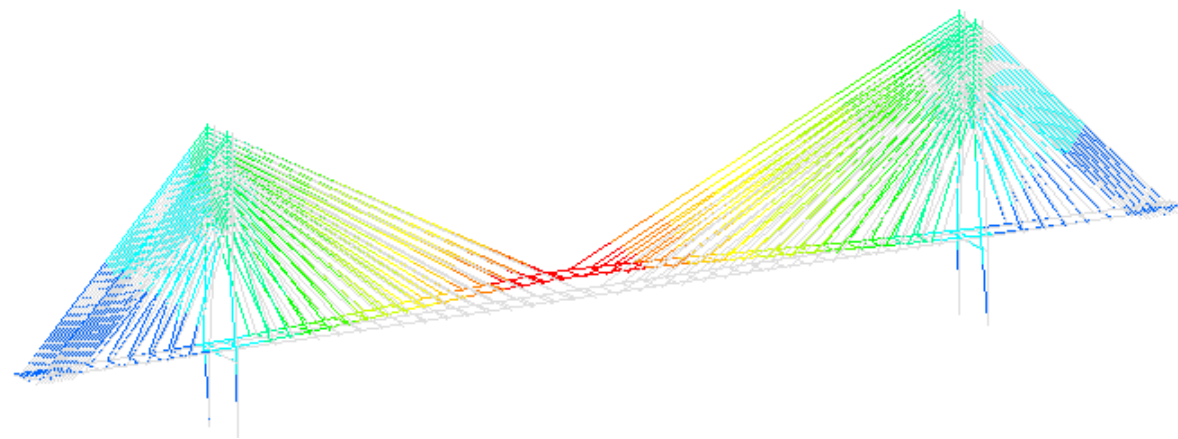


Vue isométrique

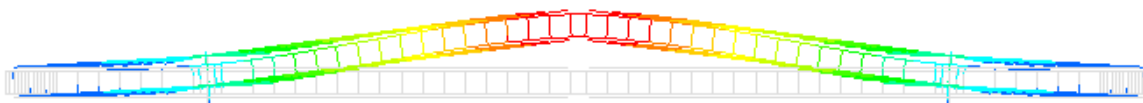


5.2.15.3 *Deuxième mode*

Vue isométrique

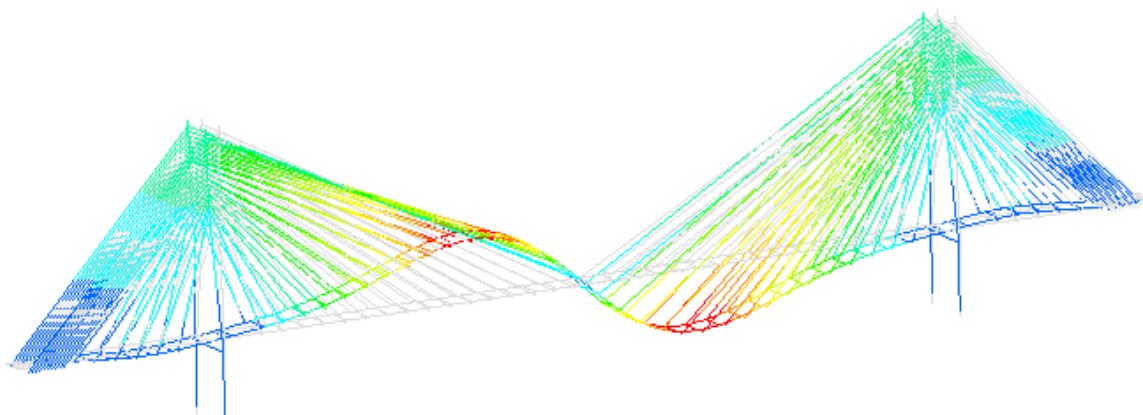


Vue de haut

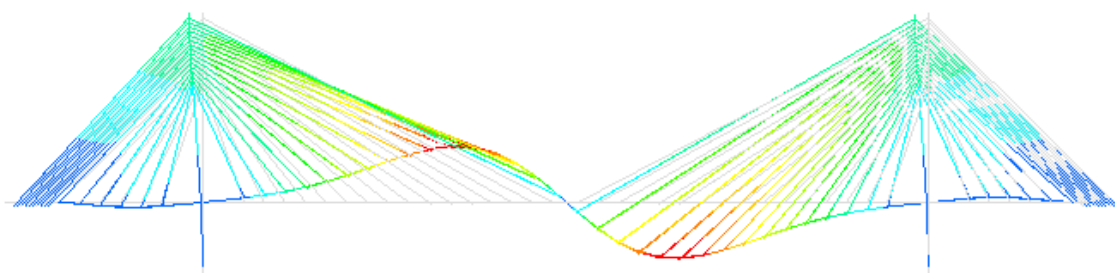


5.2.15.4 Troisième mode

Vue isométrique

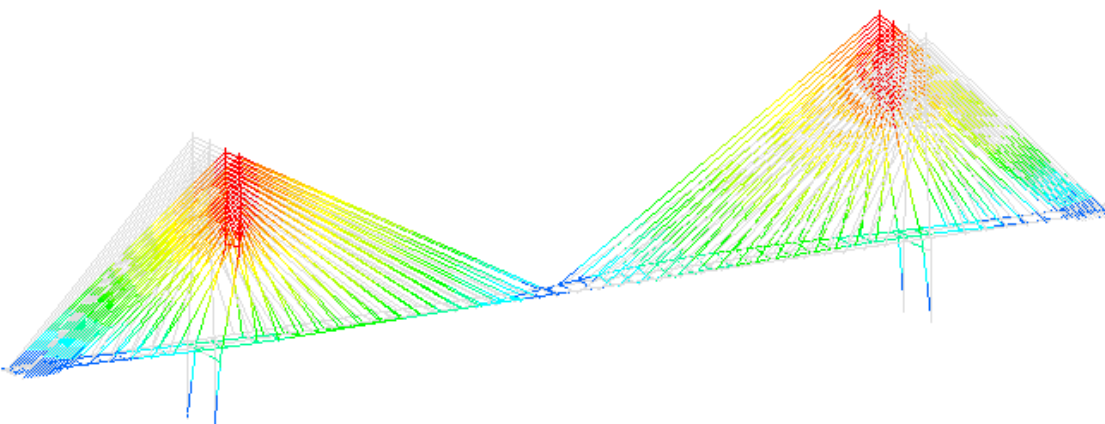


Vue latérale

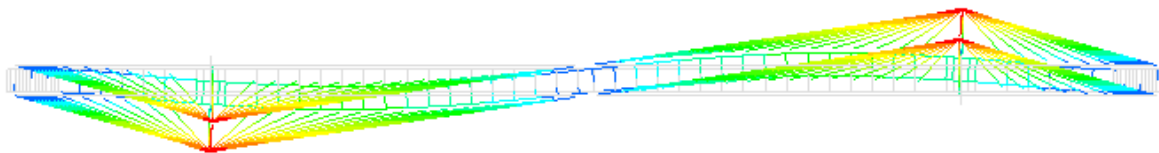


5.2.15.5 Quatrième mode

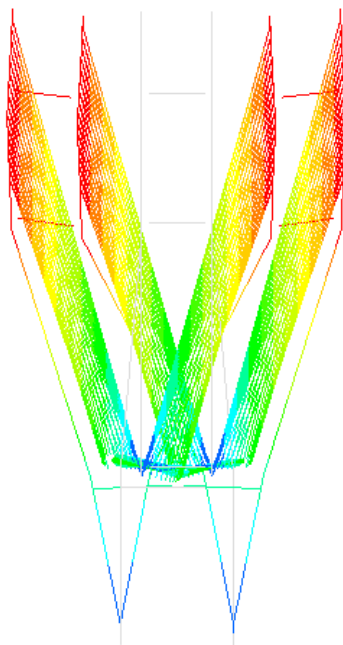
Vue isométrique



Vue de haut

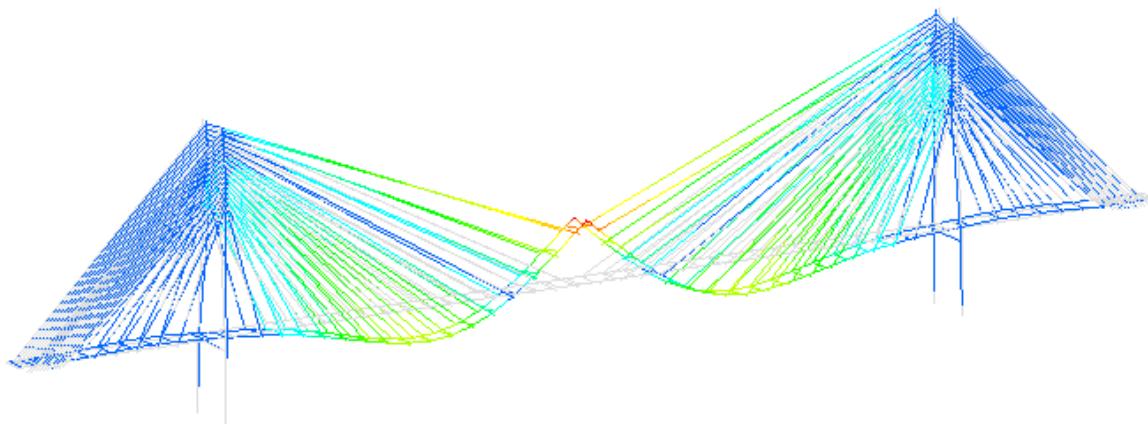


Vue frontale

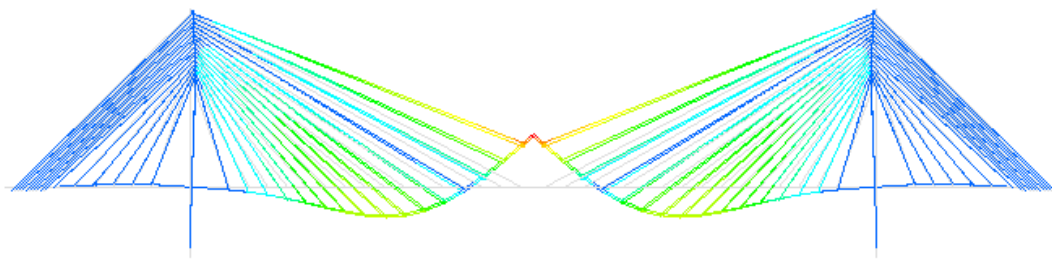


5.2.15.6 Cinquième mode

Vue isométrique

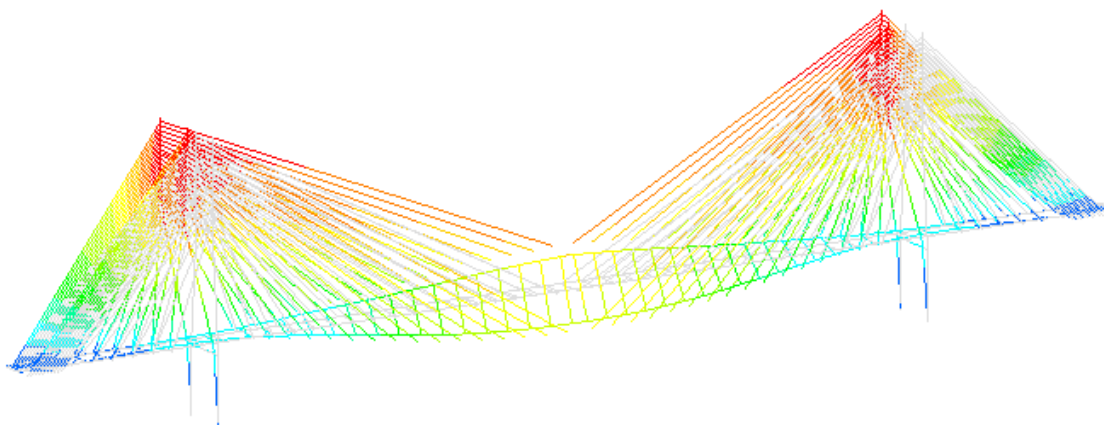


Vue latérale

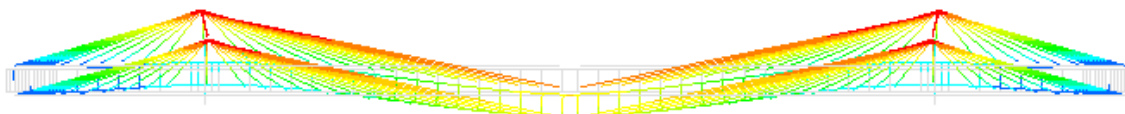


5.2.15.7 Sixième mode

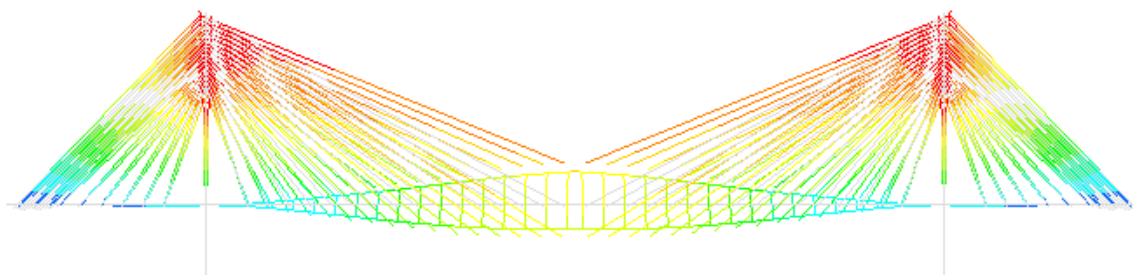
Vue isométrique



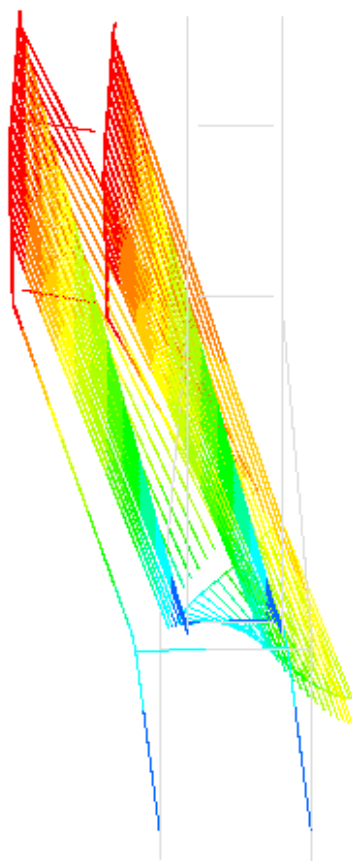
Vue de haut



Vue latérale

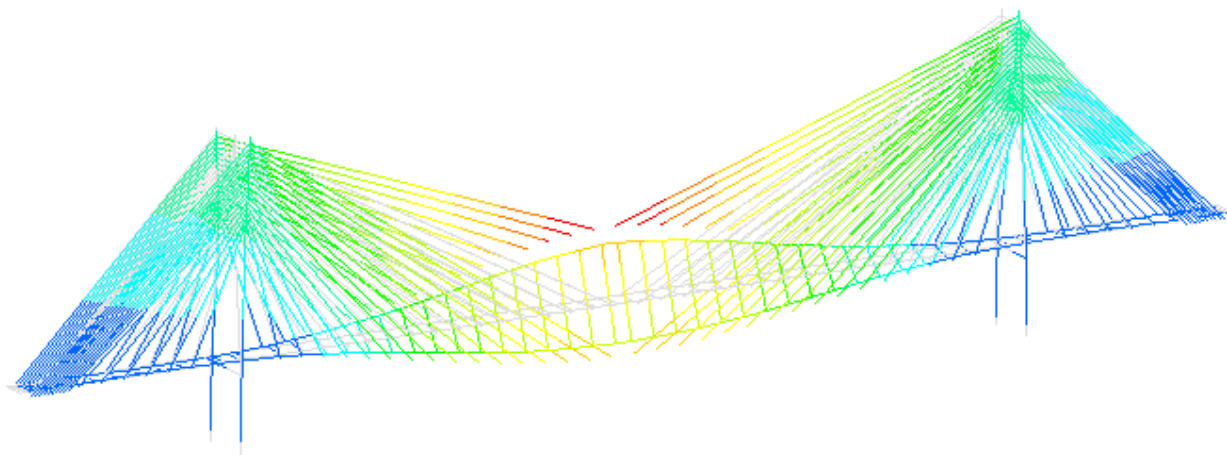


Vue frontale

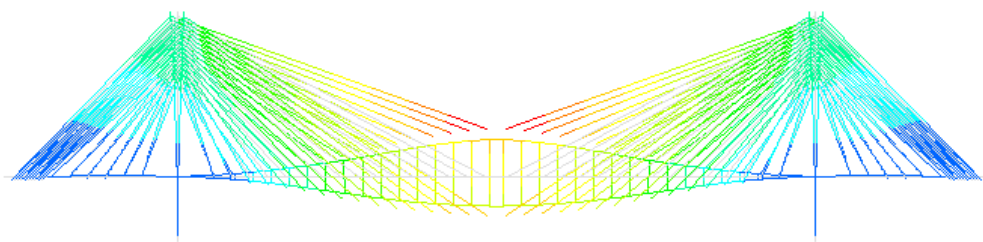


5.2.15.8 *Septième mode*

Vue isométrique

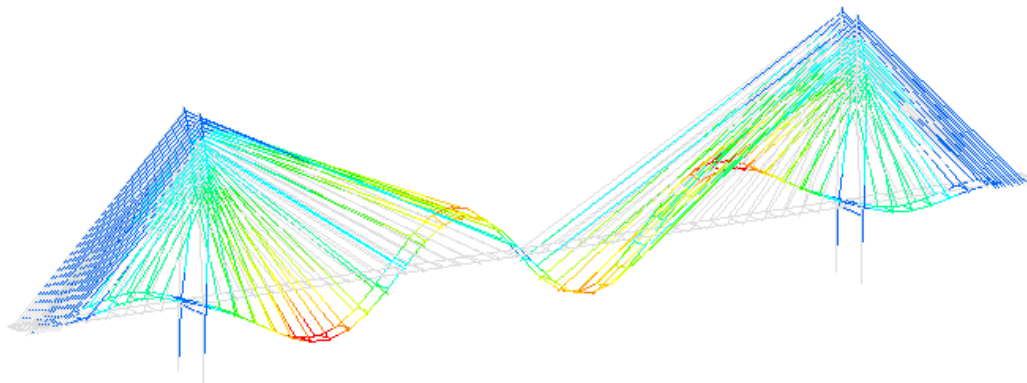


Vue latérale

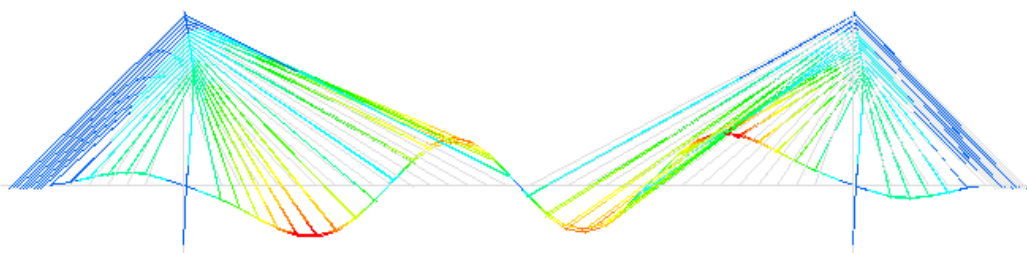


5.2.15.9 *Huitième mode*

Vue isométrique

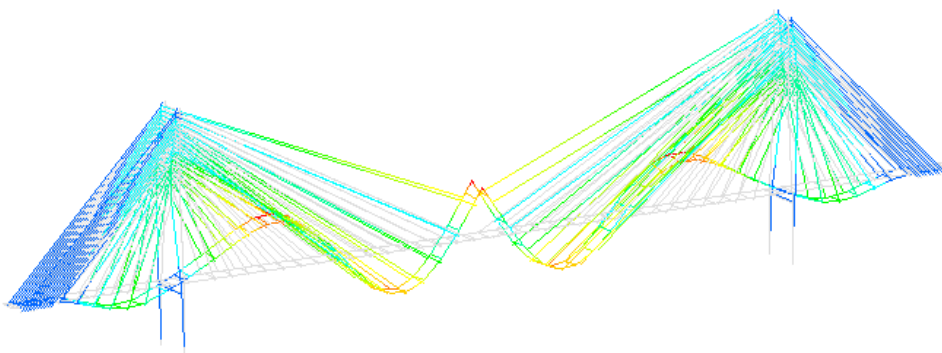


Vue latérale

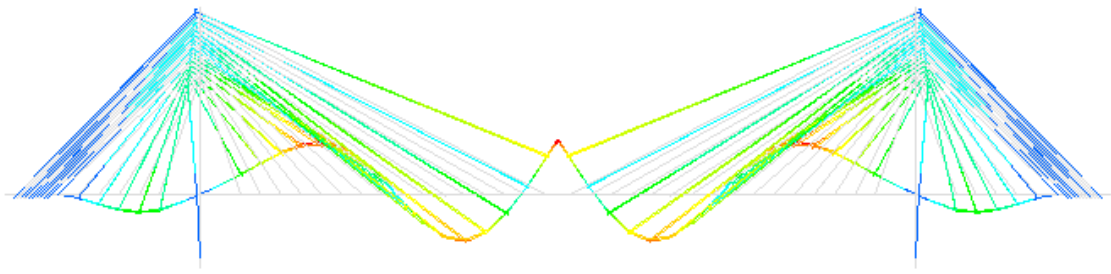


5.2.15.10 *Neuvième mode*

Vue isométrique

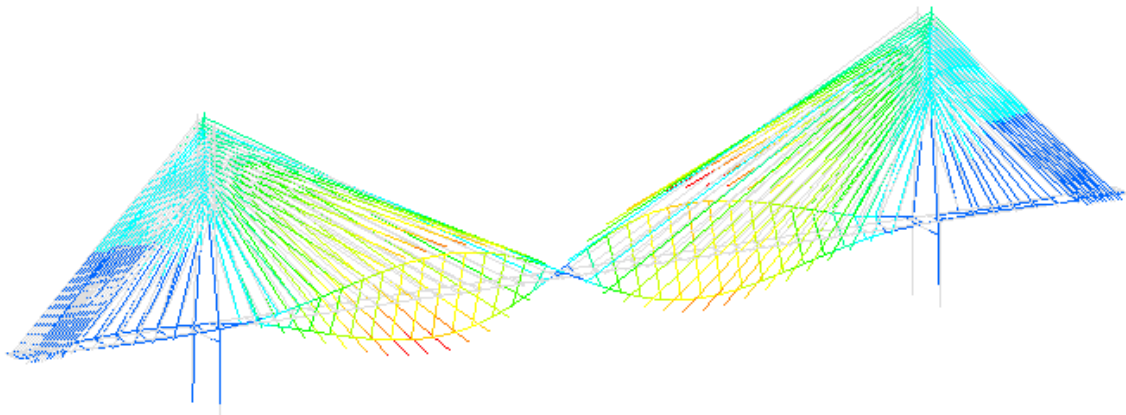


Vue latérale

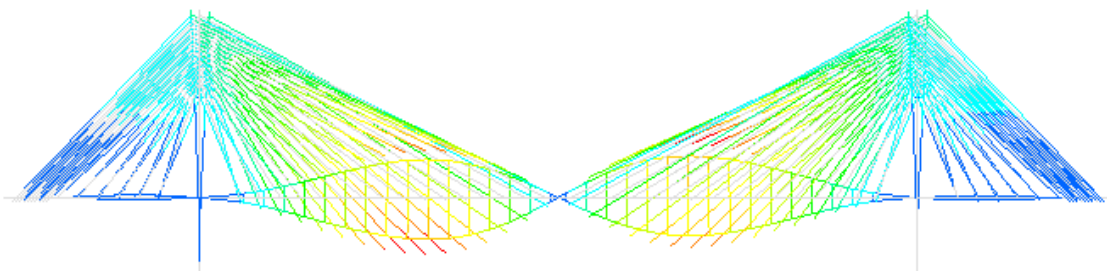


5.2.15.11 *Dixième mode*

Vue isométrique



Vue latérale



Mémoire de calcul des quantités

Pont à haubans

Pieux ϕ 41cm (sol)

Quant. appui central	100.0	unités	
Longueur appui central	3.0	m	= appui 3-3 m
Quant. par ensemble	24	unités	
Long. de la ligne de jonction pieu contre pieu (de la tête à la pointe)	21.00	m	= appui 1-3 m et appui 4-8 m
Longueur_totale	804.00	m	= Somme (Quant*Long) – pour toutes les positions

Pieux ϕ 31cm (roche)

Quant. appui central	100.0	unités	
Longueur appui central	15.0	m	appui 2-7 m et appui 2-8 m
Quant. par ensemble	24	unités	
Long. de la ligne de jonction pieu contre pieu (de la tête à la pointe)	15.00	m	= appui 1-7 m et appui 4-8 m
Longueur_totale	1860.00	m	= (Quant*Long)

Culées

Aire du caisson	39.20	m ²	
Long. caisson	14.50	m	
Hauteur paroi externe	7.89	m	
Épaisseur paroi externe	0.50	m	
Long. paroi externe	11.90	m	
Hauteur paroi interne	3.65	m	
Épaisseur paroi interne	0.50	m	
Long paroi interne	7.90	m	
T socle	11.90	m	
Aire socle	0.81	m ²	
Coffrage en résine	1490.40	m ²	= Somme (2*(Larg + T)*Haut) – pour toutes les parties
Fck 25 sur place	703.27	m ³	= Somme (Larg*T*Haut) – pour toutes les parties
Radier	18.45	m ³	= Long bloc x T du bloc x 0.1
ACIER CA 50	126588.83	kg	= taux = 180 kg/m ³
Radier	600.00	m ³	= (Aire Interne caisson x Long bloc)
Nombre de culées	2	unités	

Coffrage en résine	2980.80	m ²	
Fck 25 sur	1406.54	m ³	
Platier	1236.89	m ³	
ACIER CA 50	253177.65	kg	

Blocs des appuis centraux

Larg. première couche	12.70	m	
T première couche	6.20	m	
Hauteur première couche	2.00	m	
Larg. seconde couche	10.30	m	
T seconde couche	3.80	m	
Hauteur seconde couche	2.00	m	
Coffrage ordinaire	132.00	m ²	= (2*(Larg + T)*Haut)
Fck 25 sur	235.75	m ³	= (Larg*T*Haut)
Radier	7.87	m ³	= (Larg x T x 0.1)
ACIER CA 50	35362.5	kg	= taux = 150 kg/m ³
Nombre de blocs	4	unités	

Coffrage ordinaire	528.00	m ²	
Fck 25 sur	943.00	m ³	
Platier	31.49	m ³	
ACIER CA 50	141456.0	kg	

Excavation et Remblai

Larg. bloc	12.70	m	
T bloc	6.20	m	
Haut. Moy.	2.00	m	
Aire plus petite	98.64	m ²	= (Larg bloc+1)*(T bloc+1)
Aire plus grande	198.24	m ²	= (Larg bloc+1+1*Haut moy)*(T bloco+1+1*Haut moy)
Volume excavation	291.13	m ³	= (Aire plus grande + Aire plus petite)*Haut Moy/2
Nombre de blocs	4.00	unités	= (un appui enterré et l'autre apparent par tronçon)
Volume total excavation	1164.50	m ³	= (0.5 m de plus de chaque côté et talus à 45°)
Volume total bloc (voir ci-dessus)	943.00	m ³	
Volume remblai	221.54	m ³	= (Volume excavation - Volume bloc)
Volume excavation	1164.58	m ³	
Volume remblayage	221.54	m ³	

Dalle de fondation

Larg. dalle	4.00	m	
T dalle	9.80	m	
Épaisseur dalle	0.30	m	
Coffrage en résine	20.13	m ²	= 2*(Larg dalle + T dalle)*épaisseur dalle
F _{ck} 25 sur	13.33	m ³	= (Haut totale*Larg totale - (Haut1*Larg1/2))*Épaisseur
Platier	3.68	m ³	= Larg dalle*T dalle*0.1
ACIER CA 50	1532	kg	= taux = 115 kg/m ³
Nombre de dalles	2	unités	

Coffrage en résine	40.52	m ²
F_{ck} 25 sur	26.65	m ³
Platier	7.35	m ³
ACIER CA 50	3063.31	kg

Piles des appuis 2 et 3 jusqu'au tablier

Larg. externe	6.00	m	
T externe	2.05	m	
Larg. interne	5.00	m	
T interne	1.25	m	
Haut.	21.51	m	moyenne
Coffrage ordinaire	615.19	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur place	130.13	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*H
ACIER CA 50	26027	kg	= taux = 200 kg/m ³
Nombre de piles	4	unités	

Coffrage grim pant	2460.70	m ²
F_{ck} 25 sur	520.54	m ³
ACIER CA 50	104108	kg

Mât des appuis 2 et 3 jusqu'à la première poutre transversale de jonction

Larg. externe	5.00	m	
T externe	2.05	m	
Larg. interne	4.00	m	
T interne	1.25	m	
Haut.	33.00	m	moyenne
Coffrage ordinaire	811.75	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur	346.50	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*Haut
ACIER CA 50	69300	kg	= taux = 200 kg/m ³
Nombres de pylônes	4	unités	

Coffrage ordinaire	3247.00	m ²
F_{ck} 25 sur	693.00	m ³
ACIER CA 50	138600	kg

Mât des appuis 2 et 3 fin

Larg. externe	4.00	m	
T externe	2.05	m	
Larg. interne	2.40	m	
T interne	1.25	m	
Haut.	32.50	m	moyenne
Coffrage ordinaire	630.50	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur	338.00	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*Haut
ACIER CA 50	67600	kg	= taux = 250 kg/m ³
Nombre de pylônes	4	unités	

<i>Coffrage grim pant</i>	2522.00	m ²
<i>F_{ck} 25 sur</i>	676.00	m ³
<i>ACIER CA 50</i>	169000	kg

Poutre transversale de jonction 1

Larg externe	5.60	m	
T externe	3.00	m	
Larg interne	4.60	m	
T interne	2.20	m	
Longueur	13.85	m	moyenne
Coffrage ordinaire	479.56	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur place	106.86	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*Haut
ACIER CA 50	21372.00	kg	= taxa = 200 kg/m ³
Nombre de poutres transversales	2	unités	

<i>Coffrage ordinaire</i>	959.12	m ²
<i>F_{ck} 25 sur place</i>	213.73	m ³
<i>ACIER CA 50</i>	42744	kg

Poutre transversale de jonction 2

Larg externe	3.60	m	
T externe	3.00	m	
Larg interne	3.00	m	
T interne	2.40	m	
Longueur	7.85	m	moyenne
Coffrage ordinaire	212.40	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur place	34.26	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*Haut
ACIER CA 50	6852.00	kg	= taux = 200 kg/m ³
Nombre de poutres transversales	2	unités	

<i>Coffrage ordinaire</i>	424.80	m ²
<i>F_{ck} 25 sur place</i>	68.52	m ³
<i>ACIER CA 50</i>	13704	kg

Poutre transversale de jonction 3

Larg externe	3.60	m	
T externe	3.00	m	
Larg interne	3.00	m	
T interne	2.40	m	
Longueur	7.85	m	moyenne
Coffrage ordinaire	188.40	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur	28.26	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*Haut
ACIER CA 50	5652.00	kg	= taux = 200 kg/m ³
Nombre de poutres transversales	2	unités	

<i>Coffrage ordinaire</i>	376.80	m ²
<i>F_{ck} 25 sur</i>	56.52	m ³
<i>ACIER CA 50</i>	11304	kg

Niches

Larg externe	0.50	m	
T externe	0.50	m	
Longueur	1.00	m	moyenne
Coffrage ordinaire	1.72	m ²	= 2*(Larg + T)*Haut interne et externe
F _{ck} 25 sur	0.244	m ³	= (Larg*T-Larg*T)*Haut
ALIER CA 50	48.50	kg	= taux = 200 kg/m ³
Nombre de niches	256	unités	

Coffrage ordinaire

	220.00	m ²	
F _{ck} 25 sur	67.08	m ³	
ALIER CA 50	13416	kg	

Tablier

Aire de la coupe	6.36	m	
Longueur	294.00	m	
Aire coupe du voussoir disp	14.07		
Longueur	52.00	m	
Coffrage ordinaire	6506.20	m ²	=
F _{ck} 25 sur	2465.90	m ³	=
ALIER CA 50	668398,00	kg	= taux = 200 kg/m ³ + 135360 (armature Encorbellement successif)

Coffrage ordinaire

	6506.20	m ²	
F _{ck} 25 sur	2465.90	m ³	
ALIER CA 50	668398,00	kg	

Néoprènes

A 1	6.00	dm	
B 1	0.45	dm	
Épaisseur 1	0.42	dm	
Quantité (par position)	2	unités	
A 2	6.00	dm	
B 2	5.00	dm	
Épaisseur 2	0.42	dm	
Quantité (par position)	4	unités	
A 3	5.00	dm	
B 3	4.50	dm	
Épaisseur 3	0.41	dm	
Quantité (par position)	2	unités	

Volume

	94.17	dm ³	= Somme (A * B *Épaisseur) * Quant - pour toutes les positions
Total néoprène	241.00	kg	= (volume * densité (2.56 kg/dm ³))

Cintrage

Long_travée 1	63.00	m	
Haut moy_travée 1	8.00	m	
Long_travée 3	63.00	m	= 2*4.0 - (tronçons de 4 m cintrés)
Haut moy_travée 3	8.00	m	
Largeur	15.70	m	= 13.7+1.5*2

Volume

	16000.00	m ³	= Somme (Long * Haut moy)*Largeur - pour toutes les positions
Cintrage avec			
poutre de lancement	3000.30	m ²	= Long_travée2_encorbellement*Largeur (aire calculée avec l'encorbellement successif)

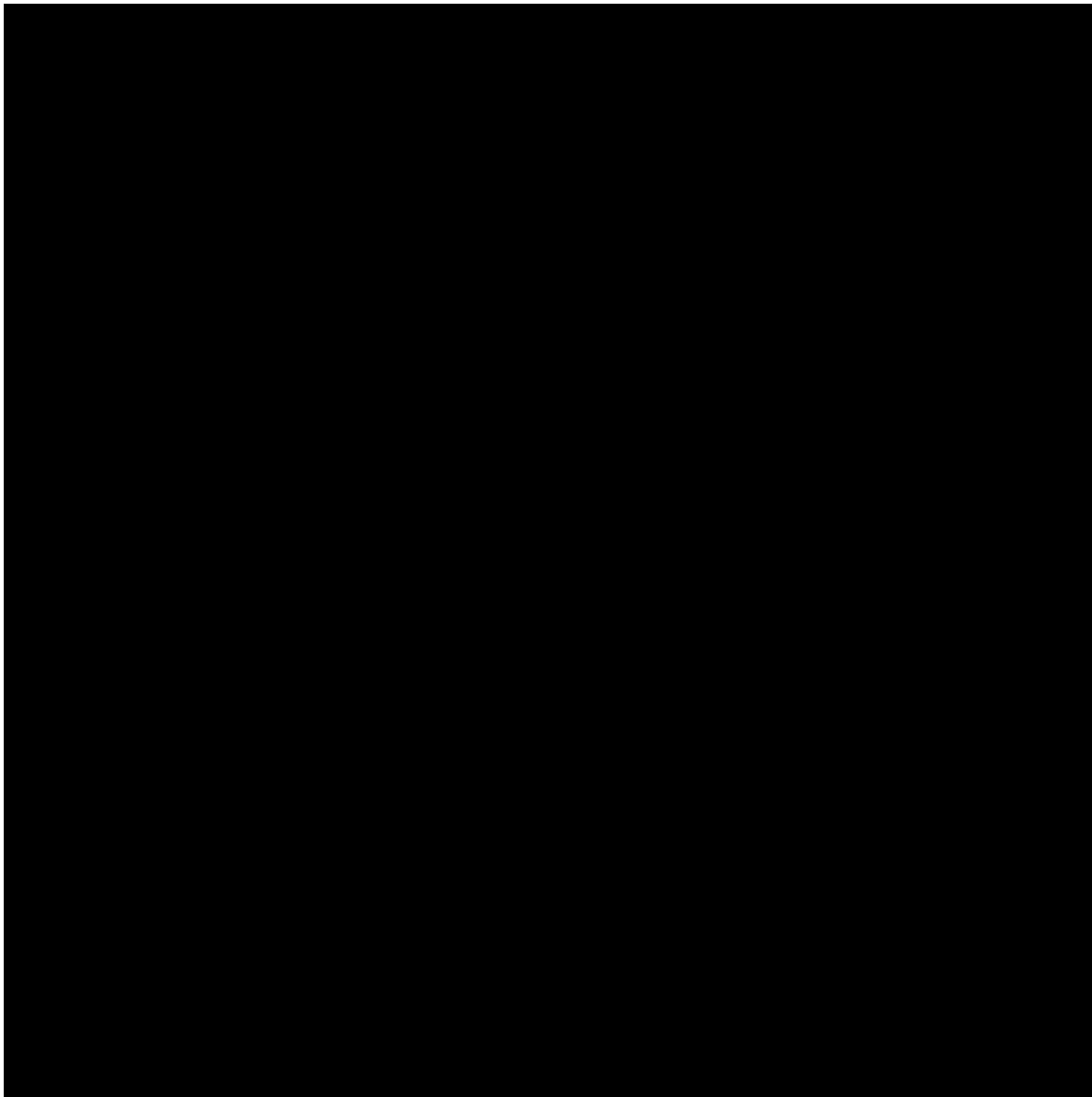
Précontrainte

Larg. Tot. câbles (19φ15.2 mm)	3061.60	m	
Nombre torons par câble	19	unités	
Quant. câbles	48	unités	
Joint envisagé	1.8	m	= Par câble

Acier CP 190 RB

	65500	kg	= Larg totale * Nbre torons * 1.126 (poids linéaire = 1.126 kg/m)
Ancrages actifs 19φ	96	unités	
Gaine 19 φ	2975.00	m	

Larg. Totale câbles (7 ϕ 15.2mm)	7344.00 m		
Nombre torons par câble	7 unités		
Quant. câbles	540 unités		
Joint envisagé	1.80 m	=	Par câble
Acier CP 190 RB	57885 kg	=	Larg totale * Nbre torons * 0.792 (poids linéaire = 1.126 kg/m)
Ancrages actifs 7 ϕ	1080 unités		
Gaine 7 ϕ	6372.00 m		
Larg. totale cables (4 ϕ 15.2mm)	3264.80 m		
Nombre torons par câble	4 unités		
Quant. câbles	308 unités		
Joint envisagé	0.9 m	=	Par câble
Acier CP 190 RB	14705 kg	=	Larg totale * Nbre torons * 0.792 (poids linéaire = 1.126 kg/m)
Ancrages actifs 4 ϕ	616 unités		
Ancrages passifs 4 ϕ	0 unités		
Gaine 4 ϕ	2650.00 m		
Barrière rigide			
Long. dalle	4.00 m		
Long_totale	8.00 m	=	2 *(Long dalle)
Revêtement Béton bitumineux			
Long. du tronçon à revêtir	378.00 m		
Largeur voie	9.00 m		
Larg. construction_revêt_trottoir	378.00 m		
Largeur trottoir	2.52 m		
Largeur_tot	266.72 m	=	(Largeur tronçon * Largeur voie * 0.07+longueur*larg trottoir*0.03)
Joint de dilatation			
Largeur	9.80 m		
Long_totale	19.60 m	=	2*Largeur
Joint de dilatation spécial			
Largeur	13.70 m		
Long_totale	13.70 m	=	
Drain P.V.C.			
Long. du tronçon	378.00 m		
Longueur sans drain	10.00 m	=	Sur les blocs d'appui
Quant_totale drain Ø100 mm	94 unités	=	(Long du tronçon – Long sans drain)/2 - (drain Long/2 m)
Quant_totale drain Ø100 mm	94 unités	=	(Long du tronçon – Long sans drain)/2 - (drain Long/2 m)



LÉGENDE DU TABLEAU CI-DESSUS			
estaiamento	haubanage	bainha	gaine
estai	hauban	número de cordoalhas	nombre de torons
angulo	angle	lado a	côté a
comprimento	longueur	lado passeio	côté trottoir
tubo forma	tube guide	peso estai	poids hauban
tabuleiro	tablier		
mastro	mât		
tubo anti-vandalismo	tube anti-vandalisme		

5.3 Projet de signalisation

5.3.1 Projet de Signalisation Horizontale

Pour l'élaboration du projet de signalisation ont été suivies les normes IS-215 des Directives de Base pour l'Élaboration d'Études et de Projets Routiers – édition 1999 – de la D.D.T. (l'ancien IPR), ainsi que le “Manuel de Signalisation Routière” – Dr. T/DNER – 1979, en

vigueur au DNIT (Département National d'Infrastructure du Transport), les "Spécifications pour barrières, barrières de sécurité, Anti-éblouissants et îlots de circulation – Dr. T/DNER – 1977, en vigueur au DNIT, les "Manuels de Signalisation " adoptés par les résolutions n° 599/82 et 666/86 du Conseil National de la Circulation – CONTRAN et le "Manuel de Signalisation de Travaux et d'Urgences" – Dr. OR/DNER-1996, en vigueur au DNIT, suivant les indications de l'appel d'offre.

5.3.2 Projet de Signalisation Horizontale

5.3.2.1 Législation applicable

Le décret n°. 50.962/61 autorise le Ministère des relations étrangères à promouvoir l'adhésion de la Direction d'hydrographie et de navigation à l'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM), en anglais, *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA).

Le système de balisage maritime du AISM (IALA MARITIME BUOYAGE SYSTEM) a découpé le globe terrestre en deux régions, A et B. En conformité avec le plan 1, disponible sur le site www.iala-aism.org, aussi bien le Brésil que la Guyane française adoptent le système de balisage B.

L'adoption du système B pour les Eaux juridictionnelles brésiliennes (AJB) a été rendue officielle par le décret 92.267/86.

Cette proposition de balisage a été élaborée en conformité avec les Normes de l'autorité maritime pour la signalisation nautique (NORMAM 17), de la Direction d'Hydrographie et de Navigation (DHN). Cette publication établit des normes, des procédures et des instructions concernant la signalisation nautique, pour application sur le territoire national et aux Eaux juridictionnelles brésiliennes (AJB).

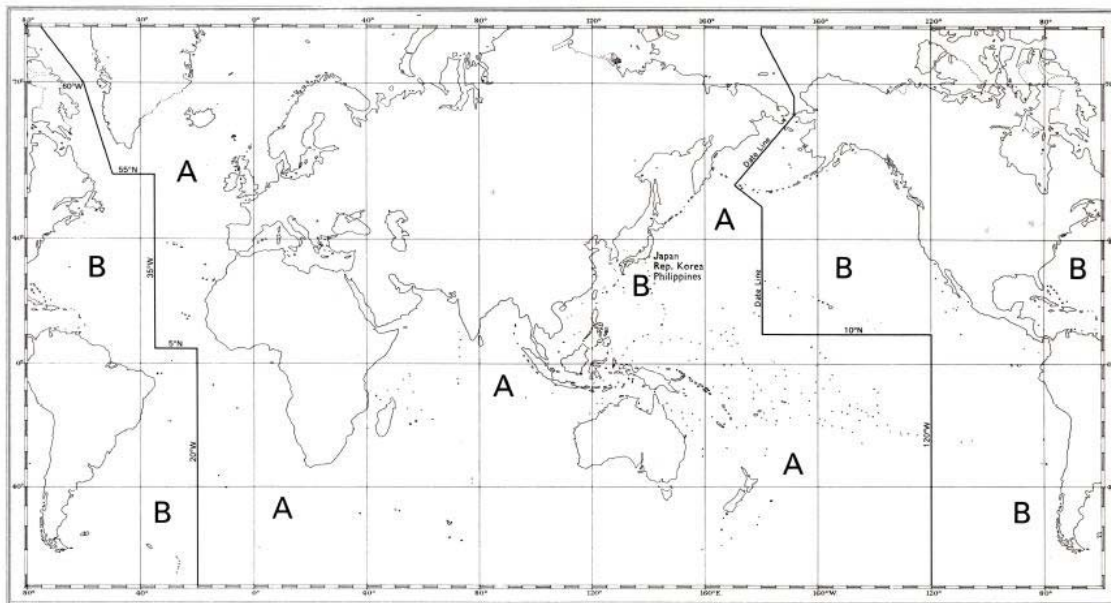


Fig. 1 - Régions de Balisage A et B

5.3.2.2 Terminologie

Signalisation nautique – c'est l'ensemble de dispositifs nautiques, fixes ou flottants, visuels, sonores ou radioélectriques, qui concourent à assurer une navigation sûre et économique sur les voies navigables.

Signalisation nautique complémentaire – il s'agit d'une signalisation nautique qui a pour but de répondre à des situations spécifiques des balisages fluviaux et lacustres, mais aussi d'indiquer au navigateur les ouvrages éventuellement existants sur les eaux comme : des ponts, des quais, des jetées, des môles, des enrochements, des marines, des terminaux, des ducs d'albe, des plates-formes diverses, des estacades, ou toute autre structure.

Sens conventionnel de balisage – il s'agit du sens suivant lequel sont déterminés les signaux nautiques. Sur les fleuves qui ne sont pas associés à une baie, à une anse, ou à un estuaire maritime, le sens conventionnel de balisage sera toujours de l'embouchure vers la source.

Meilleur Point de Passage – Sous un pont, c'est le point le plus approprié pour la navigation d'embarcations. Il est déterminé par l'autorité maritime sur la base de certains facteurs.

Marques latérales – Indiquent les berges d'un canal ou d'un chenal préféré, suivant le sens conventionnel de balisage.

Marque latérale bâbord – Cette marque latérale doit être laissée à bâbord du navigateur qui suit le sens conventionnel de balisage. Elle est représentée par des structures et par des signaux lumineux de couleur verte.

Marque latérale tribord – cette marque latérale doit être laissée à tribord du navigateur qui suit le sens conventionnel de balisage. Elle est représentée par des structures et par des signaux lumineux de couleur rouge.

Panneau de signalisation – Panneau de forme, dimension et couleurs particulières, assorties ou non d'un pictogramme, utilisé pour la signalisation nautique complémentaire de cours d'eaux, de lacs et de lagunes ou de constructions sur les voies navigables. De façon générale, les panneaux de signalisation affichent un pictogramme constitué de matériaux rétro-réfléchissants, dans le but d'améliorer leur visualisation par les navigateurs.

La portée lumineuse – C'est la plus grande distance à laquelle un point de lumière peut être repéré en fonction de son activité lumineuse, du coefficient de transparence atmosphérique ou de la visibilité météorologique prédominante sur le site, et de la limite d'éclairage sur l'œil de l'observateur. Cette limite est, également, fonction de l'influence de l'éclairage de fond.

5.3.2.3 Objectif de ce document

Ce Mémoire Descriptif a pour objet d'orienter la mise en place de la signalisation nautique complémentaire sur le pont croisant le fleuve Oyapock, qui fait frontière entre le Brésil et la Guyane française, conformément à l'image 2.

Ce projet considère que l'entreprise d'ingénierie responsable de la construction du pont prendra les mesures nécessaires pour la mise en place du câblage électrique arrivant jusqu'au point d'installation des feux.

Sur l'image 3a il est possible d'observer le bout de la route BR-156, dans l'état de l'Amapá, à partir de laquelle sera construit le pont sur le fleuve Oyapock. Une image en perspective du pont peut être vue sur la photo 3b.

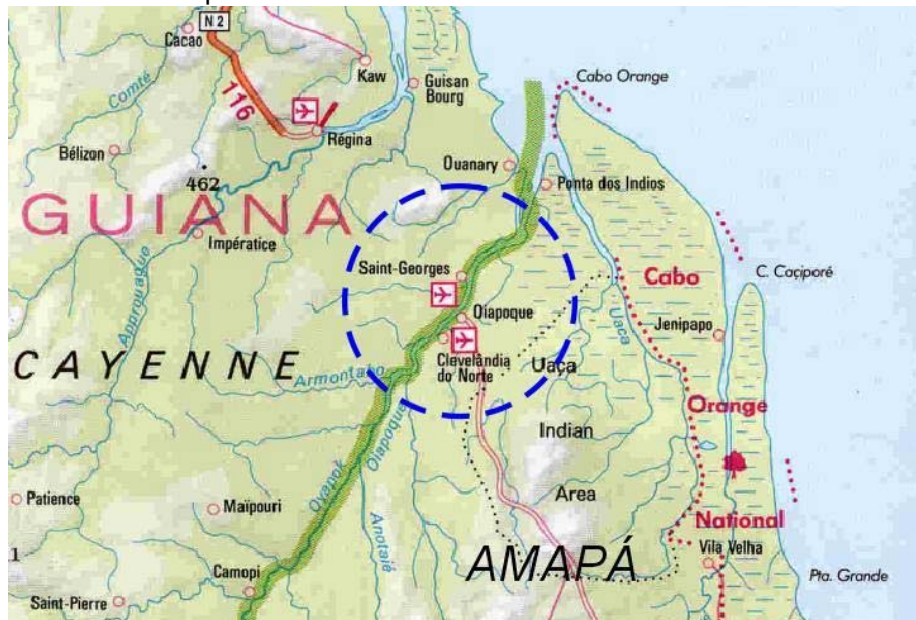


Image 2 – Localisation du pont sur le fleuve Oyapock

Dorénavant, dans ce texte, le terme simplifié “pont” sera employé pour faire référence au pont sur le fleuve Oyapock, le terme “signalisation”, faisant référence à la Signalisation nautique complémentaire ici proposée.

Comme l'on peut noter sur l'image 4, sur un des côtés du pont il y existe une partie réservée aux piétons qui, dans le cadre de ce document, sera dénommée “côté du pont avec passerelle piétonnière”. L'autre sera “le côté du pont sans passerelle piétonnière”.

La signalisation installée sur le pont est destinée à assurer la sécurité de la structure du propre pont et des embarcations qui naviguent en dessous, car la hauteur de la travée libre et/ou des profondeurs sous celle-ci, est limitée.



(a)



(b)

Fig. 3 – Aspect du site, avant et après la construction du pont.

Étant donné que le fleuve n'est pas navigable dans toute sa largeur et que les deux piles du pont sont localisées sur les berges, toute la signalisation a été conçue pour être fixée à la travée du pont. La décision de ne pas utiliser des balises est expliquée par le souhait d'éliminer les risques d'abordage, aussi bien d'embarcations, que d'objets à la dérive descendant le fleuve, comme des troncs d'arbre.

Aussi bien du côté du pont avec passerelle piétonnière que du côté sans passerelle piétonnière, la signalisation est composée de :

1. Une indication du **meilleur point de passage**, fixée à la travée du pont, entre les haubans E.1.12C et E.1.13C, exactement au-dessus de l'endroit le plus profond. La signalisation est composée d'une structure où sont fixés:
 - a) Un panneau carré blanc mesurant 1,50m de côté, présentant dans son intérieur un cercle rouge de 1,20m de diamètre, traversé verticalement par une bande blanche de 0,3m de large (image 5a) ; et
 - b) Un feu de signalisation nautique à lumière blanche rythmée.
2. Une **Marque latérale de bâbord**, fixée à la travée du pont, entre les haubans E.1.04C et E.1.05C, plus proche, donc, de l'extrémité du pont qui touche le sol brésilien, positionné sur la ligne isobathe de 5m, par rapport au niveau d'eau moyen du fleuve. La marque est composée d'une structure où sont fixés :
 - a) Un panneau carré blanc mesurant 1,50m de côté, dont intérieur portera un carré vert plein, dont les côtés mesurent 1,10m (image 5b) ; et
 - b) Un feu de signalisation nautique à lumière verte rythmée.
3. Une **Marque latérale de tribord**, fixée à travée du pont, entre les haubans E.2.10C et E.2.11C, plus proche, donc, de l'extrémité du pont qui touche le sol guyanais, positionné sur une ligne isobathe de 5m, par rapport au niveau d'eau moyen du fleuve. La marque est composée d'une structure où sont fixés :
 - a) Un panneau carré blanc mesurant 1,50m de côté, dont intérieur portera un triangle équilatère rouge plein, dont les côtés mesurent 1,29m, et la pointe est tournée vers le haut (image 5c) ; et
 - b) Un feu de signalisation nautique à lumière rouge rythmé.

5.3.2.4 Détails de la signalisation diurne

La signalisation du pont sera faite au moyen de panneaux de signalisation, aussi bien sur la face tournée vers la source du fleuve que sur celle qui est tournée vers l'embouchure. Il y aura trois panneaux par face, pour un total de six panneaux, comme l'on peut voir sur le dessin de l'annexe A. Une face seulement des panneaux sera visible, l'autre étant tournée

vers la structure du pont. La signalisation sera fixée à la travée du pont, à environ 24 mètres de hauteur par rapport au niveau d'eau moyen du fleuve.



Image 4 – Coupe transversale de la travée du pont

5.3.2.5 Détails de la signalisation nocturne

Pour guider la navigation nocturne seront installés des feux de signalisation nautique à la proximité des panneaux de signalisation décrits aux point 3.1. La lumière émise par ces feux aura une portée de 1 mille nautique.

Pour obtenir une divergence verticale satisfaisante seront utilisées pour les feux des LEDs et des ampoules à filament. Il sera nécessaire d'installer 2 feux de chaque couleur, pour un total de 6 feux, suivant l'image de l'annexe B. Les feux seront fixés au côté inférieur d'une plate-forme et leur base sera tournée vers le haut. De cette façon, il ne sera pas nécessaire de poser des systèmes anti-volatiles. Un dispositif photoélectrique sera installé pour que les sources lumineuses s'allument lorsque l'intensité de la lumière du jour se réduira. Chaque feu disposera d'un dispositif contenant une batterie en cas de coupure de courant due à une défaillance d'approvisionnement par le réseau local.

Les caractéristiques seront les mêmes pour tous les feux : 1 scintillement de 1 seconde tous les 3 secondes. Les marques seront fixées à la travée du pont, à environ 24 mètres de hauteur par rapport au niveau moyen du fleuve.

5.3.2.6 Détails de la structure de support de la signalisation

Chacun des ensembles de signalisation, composé d'un panneau et d'un feu, sera fixé à un support métallique.

Le type de support fixé sur le côté du pont avec passerelle piétonnière est expliqué en détails dans l'annexe C. Dans l'annexe il est donné comme exemple la marque latérale de bâbord, mais le support sera identique pour toute signalisation fixée au côté du pont avec passerelle piétonnière.

Aussi, les trois supports fixés au côté du pont sans passerelle piétonnière seront identiques, Dans l'annexe D, on peut trouver le détail du support qui emploie, à titre d'exemple, la marque latérale de bâbord.

Ce Mémorial Descriptif ne concerne pas l'installation électrique et considère que le câblage électrique aura été installé dans chacun des six points dotés de signalisation.

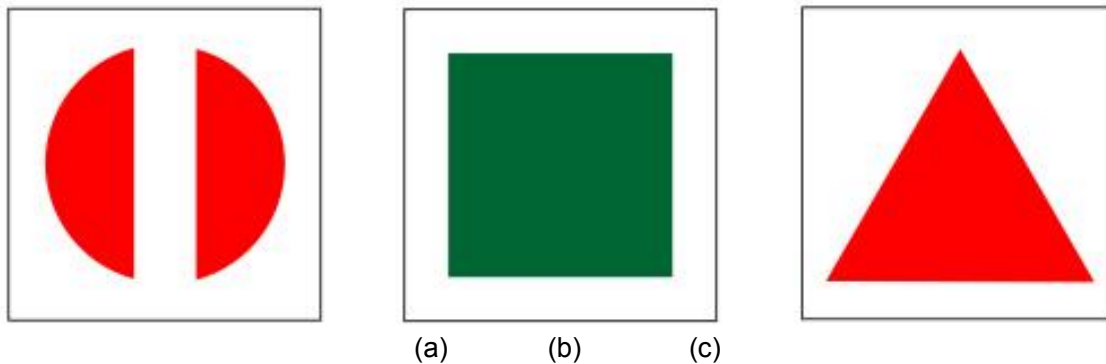


Fig. 5 – Panneaux de signalisation

5.3.2.7 Hauteur de la travée par rapport au niveau du fleuve

Comme l'on peut voir sur le dessin 6, la hauteur de la travée est de 24m, lorsqu'elle est mesurée à partir du niveau d'eau moyen du fleuve et, de **15m** lorsqu'elle est mesurée à partir du niveau maximum de crue. La voie navigable mesure 132m de large et il a été déterminé de façon à ce qu'il y ait une profondeur minimum de 5m par rapport au niveau moyen du fleuve.

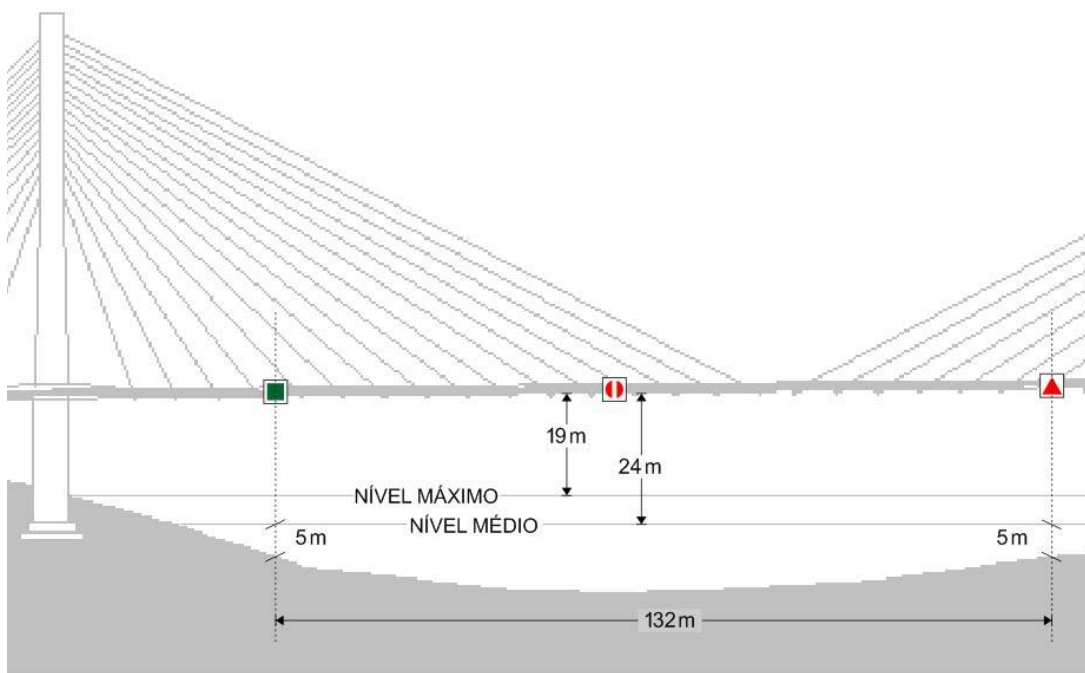


Fig. 6 –Cote et largeur de la voie

5.3.2.8 Coordonnés géographiques

Les coordonnées approximatives du centre du pont sont les suivantes, datum WGS-84 :

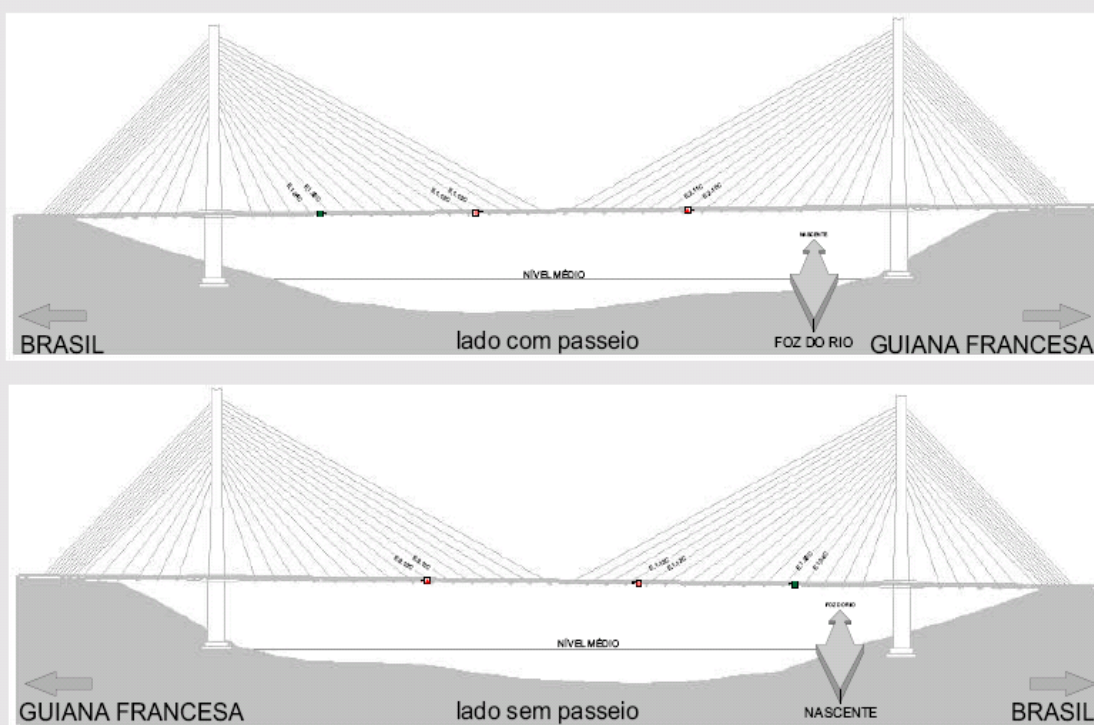
Latitude : 03° 52' nord


Longitude : 51° 49' ouest

Le projet de signalisation est présenté au Volume 2 – Projet d'Exécution.

SINALIZAÇÃO Náutica Diurna da Ponte sobre o Rio Oiaoque

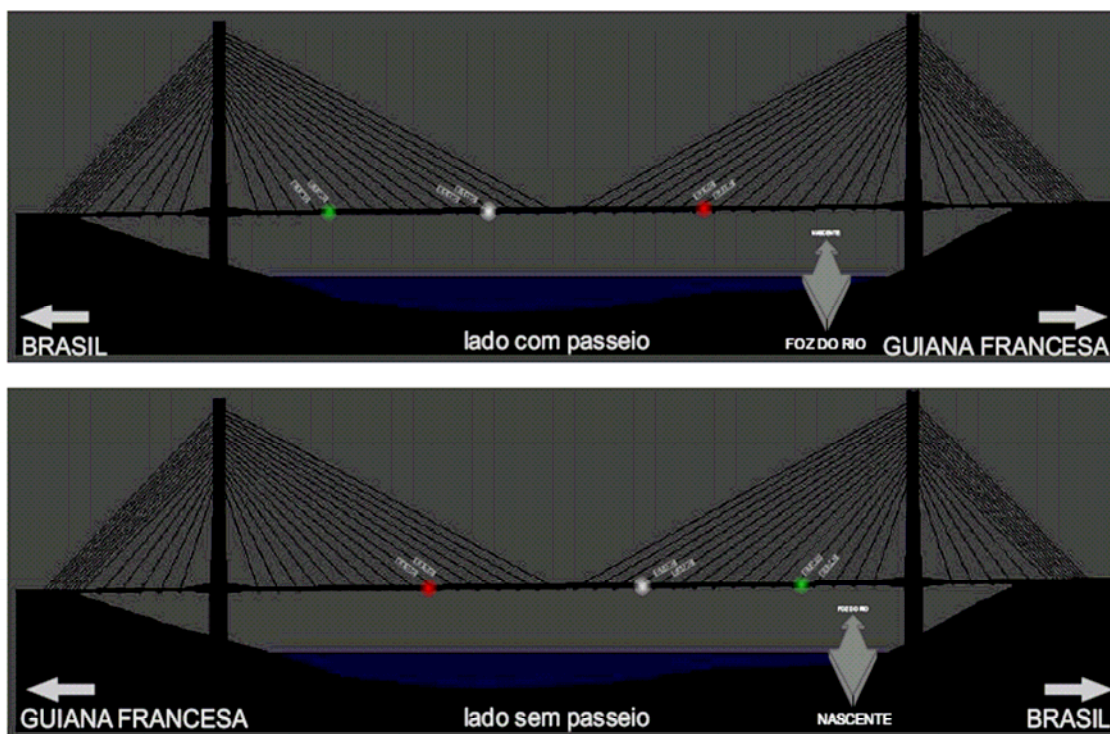
Anexo A



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA	DNIT
OBRA : PONTE SOBRE O RIO OIAOQUE TRECHO : ENTR. BR-156/4P - PONTE S/O RIO OIAOQUE - ENTR. RN 2 EXTENSÃO DA PONTE : 378 m	
SINALIZAÇÃO Náutica Diurna	DES. - 52

SINALIZAÇÃO NÁUTICA NOTURNA DA PONTE SOBRE O RIO OIAPOQUE

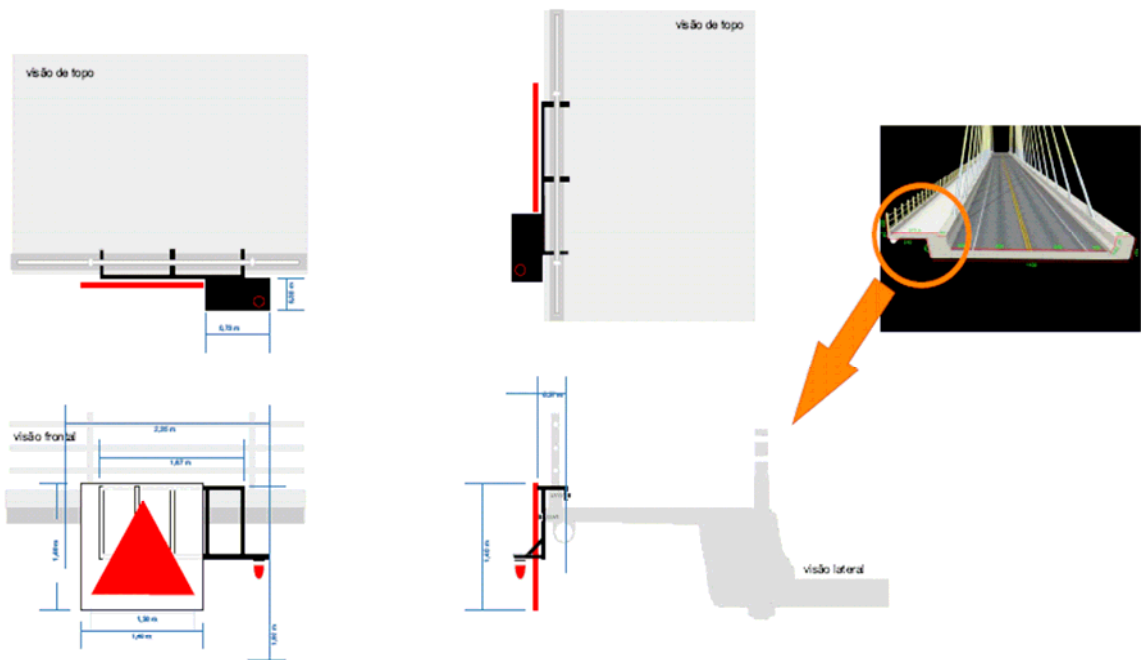
Anexo B




DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA	DNIT
OBRA - PONTE SOBRE O RIO OIAPOQUE TRECHO - ENTR. BR-156/4P - PONTE S/O RIO OIAPOQUE - ENTR. RN 2 EXTENSÃO DA PONTE - 378 m	WAA MILU ENGENHARIA LTDA
SINALIZAÇÃO NÁUTICA NOTURNA	DES. - 53

DETALHES DA ESTRUTURA DE SUPORTE
(LADO DA PONTE COM PASSEIO)

Anexo C



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA	DNIT
OBRA : PONTE SOBRE O RIO OIAPOQUE TRECHO : ENTR. BR-156/AP - PONTE S/O RIO OIAPOQUE - ENTR. RN 2 EXTENSÃO DA PONTE : 378 m	
DETALHES DA ESTRUTURA DE SUPORTE (LADO DA PONTE COM PASSEIO)	DES. : 54

DETALHES DA ESTRUTURA DE SUPORTE (LADO DA PONTE SEM PASSEIO)

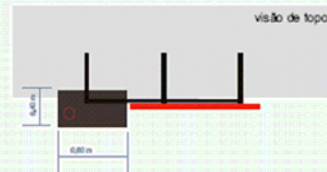
Anexo D



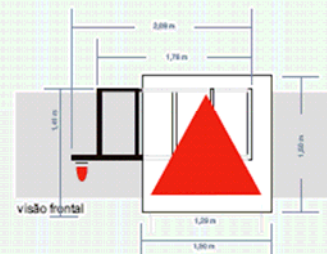
visão de topo




visão de topo



visão lateral



visão frontal

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA	DNIT
OBRA - PONTE SOBRE O RIO OIAPOQUE TRECHO - ENTR. BR-156/AP - PONTE S/O RIO OIAPOQUE - ENTR. RN 2 EXTENSÃO DA PONTE - 378m	 WALMELO ENGENHARIA LTDA
DETALHES DA ESTRUTURA DE SUPORTE (LADO DA PONTE SEM PASSEIO)	DES. - 5.5

5.4 Projet d'éclairage

5.4.1 Objectif

Le présent projet a pour but le dimensionnement et la distribution des circuits d'éclairage, ainsi que de la sous-station de transformation électrique qui approvisionnera les installations électriques, en vue de l'éclairage du Pont sur le fleuve Oyapock, liant le Brésil et la Guyane française

5.4.2 Normes

Pour l'élaboration du présent projet nous avons suivi rigoureusement les prescriptions des normes suivantes :

2.1 NBR 5410	ABNT
2.2 NBR 5413	ABNT

5.4.3 Approvisionnement en énergie

L'approvisionnement d'énergie sera fait en 13 :800 volts par une ligne de distribution mise en place du côté brésilien. Le point de remise sera le seuil du pont du côté brésilien.

5.4.4 Mesure de l'énergie

La mesure du courant électrique sera faite sur le système CP Réseau de baise tension triphasée en 380 volts.

5.4.5 Sous-station de transformation électrique

Une sous-station de transformation électrique aérienne, portant un transformateur triphasé de 112,5 kVA, 13.800 :380/220 volts (voir détails de l'installation) sera installée sur un poteau.

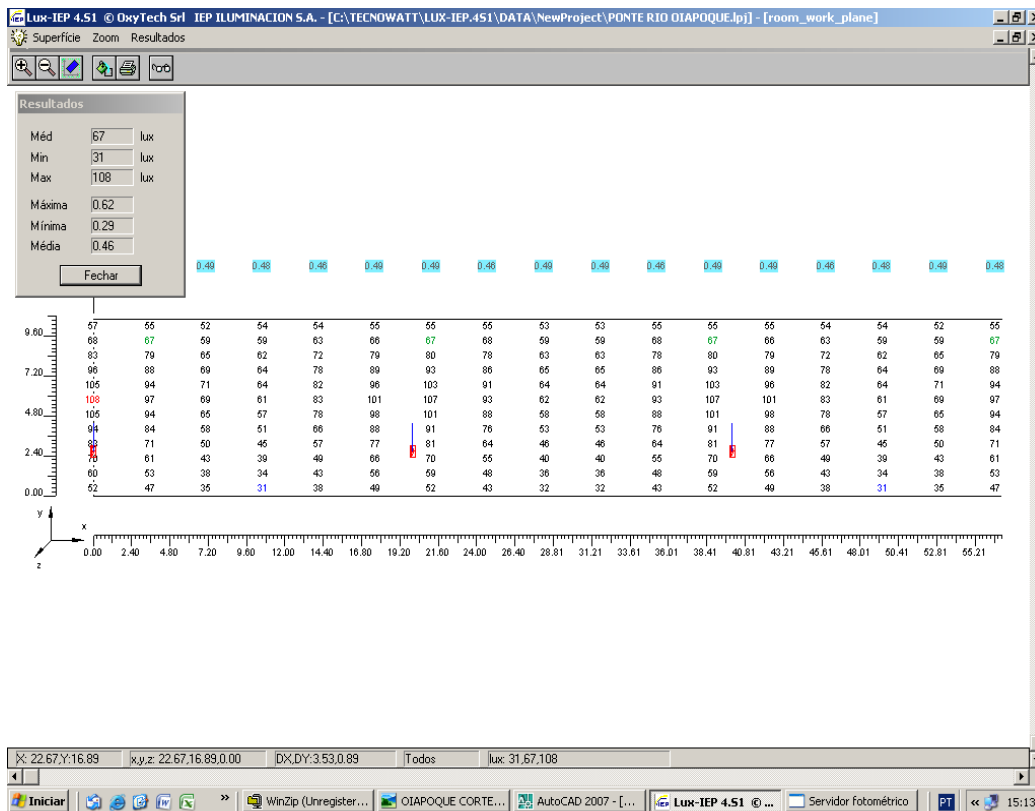
5.4.6 Conception du système d'éclairage

Le pont sur le fleuve Oyapock constituera un événement marquant et sera un point de repère du génie civil dans la région Nord. C'est la raison pour laquelle l'éclairage se devait d'être peu conventionnel. Trois types d'éclairage sont prévus :

a) Éclairage des voies

Les voies de circulation seront éclairées par des lampes pour l'éclairage public à haute efficacité, équipées d'ampoules et de réacteurs à vapeur de 400 W, installées sur des réverbères en fer galvanisé, courbés simples mesurant 10 m, distants 20 mètres l'un de l'autre, près des garde-corps de protection du côté interne de la voie piétonnière. L'éclairage moyen sera de 67 lux et le facteur d'uniformité de 0,46. (Calcul réalisé avec le logiciel IEP-Tecnowatt)

- ESPACEMENT 20,4 M
- HAUTEUR DU RÉVERBÈRE : 10 M
- AMPOULE DE 400 W



b) Éclairage des poutres latérales

Dans le but d'attirer l'attention sur les formes architecturales de la structure, nous avons prévu un système d'éclairage des latérales du pont pour mettre en valeur son profil et pour que sa structure se réfléchisse dans l'eau. Pour ce faire, sera utilisée une technologie de pointe: des Led's multicolores rendront un effet "wall washing" aux poutres latérales. Les couleurs et leurs respectives durées d'éclairage pourront être réglées au choix de l'utilisateur.

c) Éclairage des tirants

Dans le but de faire ressortir à l'horizon les tirants de fixation de la travée centrale, des projecteurs en aluminium de longue portée y seront installés.

Ils seront équipés d'ampoules à vapeur métallique de 1500 w et posés sur des supports métalliques de 3 mètres de haut (pour éviter les actes de vandalisme et l'éblouissement) tournés vers le haut.

5.4.7 Conducteur a basse tension

Alimentateurs principaux

L'alimentateur principal partant des transformateurs T1 et arrivant aux tableaux de commande QD1, passant par la mesure CP réseau, a été calculé suivant les Critères de Courant et de Chute de Tension, par l'addition de la puissance nominale du transformateur et la chute de tension maximum de 1%. Seront utilisés des câbles en cuivre isolés pour 1 kV en PVC, d'un calibre de 3#95(70) mm².

Circuits partiels

Les alimentateurs partiels qui partent du QD1 vers les différents circuits d'éclairage ont également été calculés selon les Critères de Courant et de Chute de Tension en prenant le courant de charge du circuit respectif et en considérant une chute maximale de tension de 6%. Le matériau des conducteurs sera le cuivre, isolé pour 1 kV et ils seront installés dans des conduits en PVC insérés dans la structure du pont, des deux côtés.

Les charges seront réparties en circuits, comme suit :

- C1 et C2 Éclairage de la piste et la passerelle piétonnière sur le pont
- C3 et C4 Éclairage des tirants côté droit (direction Brésil - Guyane)
- C5 et C6 Éclairage des tirants côté gauche (direction Brésil – Guyane)
- C7 et C8 Éclairage des latérales avec des Led's

5.4.8 Tableau de commande – QD1

Le tableau de commande sera installé à l'intérieur de la sous-station aérienne, dans un boîtier en fer enduit d'époxy, indice de protection IP 54, juste après la mesure CP réseau et elle aura les caractéristiques suivantes :

Entrée : une entrée de courant par la partie supérieure du tableau, entrant directement dans le bus car la protection générale sera assurée par un disjoncteur triphasé de 150 A installé au CP réseau.

Sorties : 8 sorties par la partie inférieure du tableau, par des disjoncteurs thermomagnétiques d'une capacité de rupture de 10 kA et dont le courant nominal est compatible avec la charge et le calibre des conducteurs. (voir diagramme unifilaire général). Les circuits seront actionnés par des compteurs commandés par un microprocesseur de type LOGO dont le temps sera défini par l'utilisateur.

5.4.9 Protection contre les surcharges de courant

La Protection générale haute tension

La protection primaire sera assurée par un jeu de fusibles à haute tension de 5H associés à un interrupteur coupe-circuit de 15 kV – 100 A – 10 kA,.

La Protection générale basse tension

Pour la protection générale du système d'alimentation de basse tension on utilisera un disjoncteur tripolaire de 150A, contre la surcharge et les courts-circuits, qui sera installé dans le boîtier CP réseau.

La Protection des circuits partiels

Les circuits partiels seront protégés par des disjoncteurs thermomagnétiques dont la capacité sera adaptée aux charges respectives. Voir diagramme unifilaire général. Les disjoncteurs auront une capacité de rupture de 10 kA et seront installés dans le QD1.

5.4.10 Conduits électriques et boîtiers

Les conducteurs seront installés dans des conduits en PVC des différents calibres qui seront encastrés dans la structure du pont de deux côtés. Aux points de dérivation pour alimenter les charges, seront installées des boîtiers de passage en aluminium fondu dont les dimensions seront 30x30x12.

5.4.11 Commande automatique des circuits

Les circuits seront contrôlés par un programmateur logique de type LOGO de Siemens et pourront être programmés pour exécuter la routine ci-dessous (suggestion qui devra être confirmée par l'administrateur du pont).

Éclairage de la voie : tous les jours de 17H45 à 05H00.

Éclairage des latérales : de lundi à jeudi de 18H10 à 24H00. De vendredi à dimanche de 18H0 à 02H00.

Éclairage des mâts/tirants : de lundi à jeudi de 18H00 à 23H00 . De vendredi à dimanche de 18H00 à 02H00.

5.4.12 Services complémentaires

5.4.12.1 Protection contre les décharges atmosphériques

La protection contre les décharges atmosphériques sera faite au moyen de capteurs de type Franklin installés au sommet des mâts et leur câble de descente, en cuivre de 35mm² sera lié aux éléments en fer des semelles des piles.

5.4.12.2 Éclairage du balisage aérien

Le système de balisage aérien du pont sera réalisé par une lampe de balisage en aluminium, à verre rouge, et ampoule PL de 23 W posée sur deux des mâts pour offrir un surplus de sécurité pour les aéronefs.

Tableau de l'illuminaton du pont sur le fleuve Sergipe

Page 215 du volume 1

Légende :

Portugais	Français
Acumul.	Cumul
Carga	Charge
Circuito	Circuit
Comp/km	Longueur em Km
Condutor	Conducteur
Demanda diversificada	Demande diversifiée
Demanda noturna	Demande nocturne
Demanda para poste	Demande pour lampadaire
Distrib.	Distribution
Fator de potência	Facteur de puissance
No trecho	Sur le tronçon
Planilha de cálculo de queda de tensão	Table de calcul de chute de tension
Queda de tensão	Chute de tension
Tensão de linha	Tension de la ligne
Transformador :	Transformateur
Trecho	Tronçon
Unitária	Unitaire

Tableau de l'illuminaton du pont sur le fleuve Oyapock

page 216 du volume 1

Légende :

Portugais	Français
Acumul.	Cumul
Carga	Charge
Circuito	Circuit
Comp/km	Longueur em Km
Condutor	Conducteur
Demanda diversificada	Demande diversifiée
Demanda noturna	Demande nocturne
Demanda para poste	Demande pour lampadaire
Distrib.	Distribution
Fator de potência	Facteur de puissance
No trecho	Sur le tronçon
Planilha de cálculo de queda de tensão	Table de calcul de chute de tension
Queda de tensão	Chute de tension
Tensão de linha	Tension de la ligne
Transformador :	Transformateur
Trecho	Tronçon
Unitária	Unitaire

PROJET: ÉCLAIRAGE DU PONT SUR LE FLEUVE SERGIPE

CIRCUIT: C5.3, C6.3, C7.3 E C8.3

TRANSFORMATEUR Nº: T3 - 3 - 150 Kva

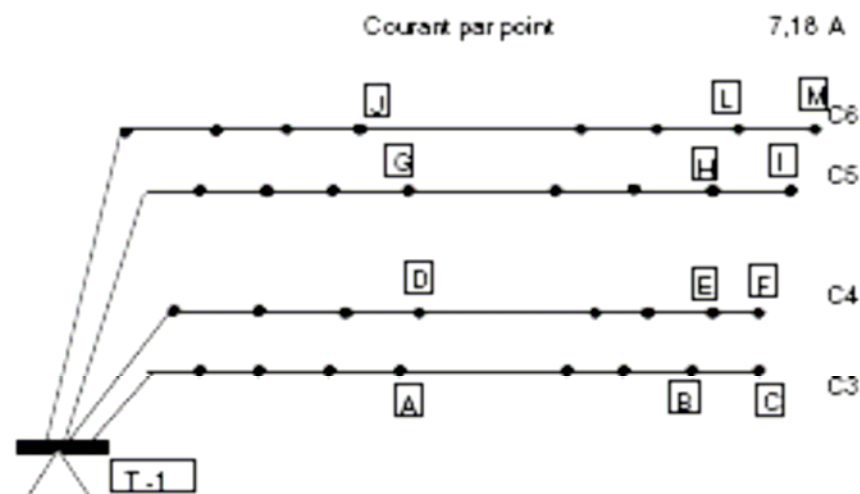
DEMANDE DIVERSIFIÉE: 1,50 Kw

FACTEUR DE PUISSANCE: 0,95

DEMANDE DE POTEAU: 1,58 Kva

TENSION DE LIGNE: 380 V

Croquis:



TRONÇON		CHARGE (A)			CONDUCTEUR	CHUTE DE TENSION (%)		
DÉSIGNATION	COMP. KM	DISTRIB	ACCUMUL	TOTAL	mm ²	UNITAIRE	PAR LE TRONÇON	TOTAL
T - A	0,077	21,531	35,885	3,592	3#16	0,60526	2,174	2,174
A - B	0,067	14,354	14,354	1,873	3#10	0,97368	1,824	3,998
T - C	0,021	7,177	6,360	0,209	2#10	1,10526	0,231	4,229
T - D	0,235	21,531	35,885	10,963	3#35	0,28680	3,144	3,144
D - E	0,077	14,354	14,354	1,668	3#25	0,45000	0,746	3,890
E - F	0,021	0,000	7,177	0,151	2#25	0,45000	0,068	3,958
T - D	0,067	21,531	35,885	4,069	3#16	0,60526	2,457	2,457
D - E	0,067	14,354	14,354	1,873	3#10	0,97368	1,824	4,280
T - F	0,021	7,177	6,360	0,209	2#10	1,10526	0,231	4,511
T - D	0,225	14,354	35,885	9,689	3#35	0,28680	2,779	2,779
D - E	0,097	14,354	14,354	2,069	3#25	0,45000	0,940	3,719
T - F	0,021	0,000	7,177	0,151	2#25	0,45000	0,068	3,786

Demande Nocturne: 22,147 KVA

OUVRAGE: Pont Sur le Fleuve Clapoque

TRONÇON: Entr. GR-150XP - Pont s/le Fleuve Clapoque - Entr. RN2

EXTENSION: 373 m

PLANNING DE CALCUL DE CHUTE DE TENSION

MAIA MELLO ENGENHARIA LTDA.

QD.- 5.4.1

PROJET: ECLAIRAGE DU PONT SUR LE FLEUVE CI OYAPOCK

CIRCUIT: C1 e C2

TRANSFORMATEUR Nº: T1 - 3 - 75 Kva

DEMANDE DIVERSIFIÉE : 0,40 Kw

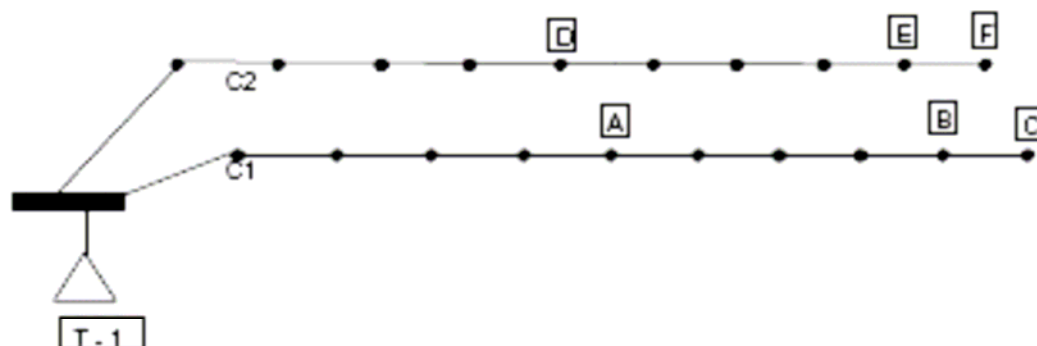
FACTEUR DE PUISSANCE 0,95

DEMANDE DE POTEAU : 0,42 Kva

TENSION DE LIGNE : 380 V

Croquis :

Courant par poteau : 1,91 A



TRONÇON		CHARGE (A)			CONDUCTEUR	CHUTE DE TENSION (%)		
DÉSIGNATION	COMP (KM)	DISTRIB	ACCUMUL	TOTAL	mm2	UNITAIRE	UF LE TRONÇ	TOTAL
T - A	0,19	7,656	11,483	2,909	3#10	0,97368	2,833	2,833
A - B	0,16	5,742	3,828	1,072	3#8	1,60526	1,720	4,553
B - C	0,04	0,000	1,914	0,077	2#8	1,86842	0,143	4,696
T - E	0,2	7,656	11,483	3,062	3#10	0,97368	2,952	2,982
E - F	0,16	5,742	3,828	1,072	3#8	1,60526	1,720	4,702
F - G	0,04	0,000	1,914	0,077	2#8	1,86842	0,143	4,845

Préparé par :

Date :

Demande Nocturne :

8,42 kVA

OUVRAGE : Pont Sur le Fleuve Oiapoque

TRONÇON: Entr. BR-155/AP - Pont s/le Fleuve Oiapoque - Entr. RN

EXTENSION: 378 m

PLANNING DE CALCUL
DE CHUTE DE TENSION

MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.

QD - 5.4.2

5.5 Projet Environnemental

5.5.1 Considérations sur le Passif Environnemental

Comme mentionné dans les Études Environnementales, il n'a pas de passif environnemental autour du site du pont, à l'exception d'une bande de déboisement côté brésilien, réalisée pour « encasttrer » l'accès au pont.

Ainsi, considérant que le projet environnemental conçoit la recomposition des forêts de galerie comme une intervention environnementale prioritaire, ce problème sera abordé dans le cadre du projet environnemental en question.

Ce projet est présenté dans le Volume 3.

6. Tableau résumé des Prix


Résumé du budget


Date de référence : Janvier 2008


Etat de Pará


Description	Reais	%
Services préliminaires		
Infrastructure		
Mesostructure		
Superstructure		
Services complémentaires		
Composantes environnementales		
Signalisation		


7 Tableau des quantités


Point	Code	Description des Travaux	Spécifications	Unité	Quantité	Prix Unit.	Prix Total
1.0		TRAVAUX PRELIMINAIRES					
1.1		INSTALLATION ET MAINTENANCE DU CHANTIER ET LOGEMENTS		und	1,00		
1.2		MOBILISATION ET DEMOBILISATION DES EQUIPEMENTS		und	1,00		
1.3		ELABORATION DU PROJET D'EXECUTION ET SUIVI TECHNIQUE		m²	5 176,60		
2.0		INFRASTRUCTURE					
2.1		PIEUX D'ENRACINEMENT FORÉS					
2.1.1		PIEU D'ENRACINEMENT FORÉ EN SOL D = 41 cm - CAP 110 t	DNER/ES-334/97	m	804,00		
2.1.2		PIEU D'ENRACINEMENT FORÉ EN ROCHE A D = 31 cm - CAP 110 t	DNER/ES-334/97	m	1 458,00		
2.1.3		APPROVISIONNEMENT EN ACIER CA-50	DNER/ES-334/97	kg	57 300,00		
2.1.4		COUPE, PLIAGE ET POSE DE L'ACIER CA-50	DNER/ES-334/97	kg	57 300,00		
2.2		EMBASE					
2.2.1	2 5 04 001 00	ESCAVATION MECANIQUE DE TRANCHEE AVEC MAT. DE 1E QUALITE	DNER/ES-334/97	m³	1 164,58		
2.2.2	3 5 00 000 00	RECOMPOSITION MANUELLE DU TERRASSEMENT	E9-202/97	m²	221,54		
2.2.3	2 5 03 322 00	BETON DE STRUCTURE FCK>10 MPA-CONTROLÉ RAISONNABLE UTILISATION GÉNÉRALE CONFECTION ET COULÉE	DNER/ES-330	m³	31,50		
2.2.4	2 5 03 370 00	COFFRAGE COMMUN EN BOIS	DNER/ES-333	m³	528,00		
2.2.5		APPROVISIONNEMENT EN ACIER CA-50	DNER/ES-331	kg	141 456,00		
2.2.6		COUPE, PLIAGE ET POSE DE L'ACIER CA-50	DNER/ES-331	kg	141 456,00		
2.2.7	2 5 03 328 00	BETON DE STRUCTURE FCK>25 MPA-CONTROLÉ RAISONNABLE UTILISATION GÉNÉRALE CONFECTION ET COULÉE	DNER/ES-330	m³	943,04		
Travaux: Pont sur le fleuve Oyapock Tronçon: Sect. BR-156/AP - Pont sur le fleuve Oyapock - Sect. RN 2 Longueur: 378 m			TABLEAU DES QUANTITÉS				
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.				QD.- 3.3.1

Point	Code	Description des Travaux	Spécifications	Unité	Quantité	Prix Unit.	Prix Total
2.3		CULÉE - PILE 1 et 4					
2.3.1	2 5 04 001 00	EXCAVATION MECANIQUE DE TRANCHEE EN MAT DE 1ERE CATEGORIE.	DNER-ES-337/97	m²	3 000,00		
2.3.2	2 5 03 119 01	ETAYAGE AU BOIS DE L'OEUVRE D'ART	DNER-ES-334/97	m²	1 500,00		
2.3.3	2 5 03 322 00	BETON DE STRUCTURE FOK<10 MPA-CONTRÔLE RAISONNABLE UTILISATION GÉNÉRALE CONFECTION ET COULÉE	DNER-ES-330	m³	1 236,69		
2.3.4	2 5 03 370 00	COFFRAGE COMMUN EN BOIS	DNER-ES-330	m³	2 950,86		
2.3.5		APPROVISIONNEMENT EN ACIER	DNER-ES-331	kg	253 177,85		
2.3.6		COUPE, PLIAGE ET POSE DE L'ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	253 177,85		
2.3.7	2 5 03 328 00	BETON DE STRUCTURE FOK<25 MPA-CONTRÔLE RAISONNABLE UTILISATION GÉNÉRALE CONFECTION ET COULÉE	DNER-ES-330	m³	1 406,54		
3.0		MESOSTRUCTURE					
3.1		PILES, MÂTS ET TRAVÉE					
3.1.1	2 5 03 119 01	ETAYAGE AU BOIS DE L'OEUVRE D'ART	DNER-ES-337/97	m²	4 500,00		
3.1.2		COFFRAGE GRIMPANT	EP-01	m²	8 226,94		
3.1.3		ECHELLE A CRINOLINE EN ACIER	EP-02	m	344,00		
3.1.4		APPROVISIONNEMENT EN ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	492 922,90		
3.1.5		COUPE, PLIAGE ET POSE DE L'ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	492 922,90		
3.1.6	2 5 03 371 02	COFFRAGE EN CONTREPLAQUE PLASTIFIÉ	DNER-ES-333	m²	2 224,45		
3.1.7		APPROVIS., COUPE, POSE DE CABLES D'ACIER CP-190 RB D=15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	kg	14 705,00		
3.1.8		APPROVISIONNEMENT, POSE ET PRECONTRAÎTE D'ANCRAGE ACTIF P/4 D = 15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	und	616,00		
3.1.9		APPROVISIONNEMENT ET INJECTION DE GAINES P/4 DIAM. 12,7mm	DNER-ES-332/375/376	m	2 850,00		
3.1.10	2 5 03 329 04	BETON DE STRUCTURE FOK<35 MPA-CONTRÔLE RAISONNABLE AVEC ADDITIF, CONFECTION ET COULÉE	DNER-ES-330	m³	2 295,61		
3.1.11		EQUIPEMENT METALLIQUE DE TÊTE DE PILE UNIDIRECTIONNEL (P=7000t)	EP-03	und	4,00		
Travaux: Pont sur le fleuve Oyapock Pont sur le fleuve Oyapock - Sect. RN 2 Longueur: 378 m			TABLEAU DES QUANTITÉS				
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.				QD.- 3.3.2


Point	Code	Description des Travaux	Spécifications	Unité	Quantité	Prix Unit.	Prix Total
4.0		SUPERSTRUCTURE					
4.1		STRUCTURE EN BETON					
4.1.1	2 5 03 119 01	ETAYAGE AU BOIS DE L'OEUVRE D'ART	DNER-ES-337/97	m²	16 000,00		
4.1.2	2 5 03 371 02	COFFRAGE EN CONTREPLAQUE PLASTIFIÉ	DNER-ES-333	m²	6 506,36		
4.1.3		APPROVISIONNEMENT EN ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	668 396,00		
4.1.4		COUPE, PLIAGE, POSE DE L'ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	668 396,00		
4.1.5		APPROV., COUPE, POSE CABLES D'ACIER CP-190 RB D=15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	kg	57 865,00		
4.1.6		APPROVISIONNEMENT, POSE ET PRECONTRAÎTE D'ANCRAGE ACTIF P/7 D = 15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	und	1 080,00		
4.1.7		APPROVISIONNEMENT, COUPE, POSE ET INJECTION DE GAINES D=85 P/7 D= 15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	m	6 372,00		
4.1.8		APPROV., COUPE, POSE CABLES D'ACIER CP-190 RB D=15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	kg	65 500,00		
4.1.9		APPROVISIONNEMENT, POSE ET PRECONTRAÎTE D'ANCRAGE ACTIF P/19 D = 15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	und	96,00		
4.1.10		APPROVISIONNEMENT, COUPE, POSE ET INJECTION DES GAINES D=95 P/19 D= 15,2 mm	DNER-ES-332/375/376	m	2 975,00		
4.1.11		BETON DE STRUCTURE FOK= 40MPA- CONTRÔLE RAISONNABLE, UTILISATION GÉNÉRALE, CONFECTION ET COULÉE	DNER-ES-330	m³	2 496,62		
4.2		SYSTÈME DE HAUBANNAGE					
4.2.1		APPROVISIONNEMENT, COUPE ET PRÉPARATION DES HAUBANS CONSTITUÉS DE TORÇONS RB 177 D = 15,7 mm, GALVANISÉS, CURETS ET REVÊTUS DE PHDCE PAR EXTRUSION, Y COMPRIS MONTAGE, TENSION ET RÉGLAGE FINAL.	DNER-ES-332/375/376	m	249 768,00		
4.2.2		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE DE POLYÉTHYLENE DE HAUTE DENSITÉ, ANTI UV, PHS, A STRIES HELICOÏDALES D=140 mm A BRIDES COULEUR NOIRE	DNER-ES-332/375/376	m	7 074,17		
4.2.3		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE DE POLYÉTHYLENE HAUTE DENSITÉ, ANTI UV, PHS, A STRIES HELICOÏDALES D = 190,00 mm A BRIDES, DE COULEUR NOIRE	DNER-ES-332/375/376	m	1 722,59		
4.2.4		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE COFFRAGE INFÉRIEUR EN ACIER GALVANISÉ À CHAUD, D=323,60 mm, A PLAQUE DE DISTRIBUTION DE TENSIONS ET BRIDES	DNER-ES-332/375/376	m	51,52		
4.2.5		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE COFFRAGE INFÉRIEUR, EN ACIER GALVANISÉ À CHAUD, D=270 mm, AVEC PLAQUE DE DISTRIBUTION DE TENSIONS ET BRIDES	DNER-ES-332/375/376	m	394,63		
Obra: Pont sur l'Oyapock Tronçon: Sect. BR-156/AP - Pont sur l'Oyapock - Sect. RN 2 Longueur: 378 m			TABLEAU DES QUANTITÉS				
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.				QD.- 3.3.3

Point	Code	Description des Travaux	Spécifications	Unité	Quantité	Prix Unit.	Prix Total
4.2.6		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE COFFRAGE SUPERIEUR, EN ACIER GALVANISE A CHAUD D=219,1 mm, A PLAQUE DE DISTR. DE TENSIONS ET BRIDES	DNER-ES-332/375/376	m	234,28		
4.2.7		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE COFFRAGE SUPERIEUR, EN ACIER GALVANISE A CHAUD D=273,00 mm, A PLAQUE DE DISTRIBUTION DE TENSIONS ET BRIDES	DNER-ES-332/375/376	m	19,06		
4.2.8		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE ANTI-VANDALISME, EN ACIER CARBONNE GALVANISE A CHAUD, D=168,30 mm, A BRIDES	DNER-ES-332/375/376	m	403,08		
4.2.9		APPROVISIONNEMENT ET MONTAGE DE TUBE ANTI-VANDALISME, EN ACIER CARBONNE GALVANISE A CHAUD, D=273,00 mm, A BRIDES	DNER-ES-332/375/376	m	77,50		
4.2.10		APPROVISIONNEMENT D'ANCRAGES NS REGULAVEIS, MODELO TSR, ATÉ 19 CORDOALHAS DE 15,7 mm, INSTALLATION EN COFFRAGE - COUPE DE LA POINTE DES TORONS, INSTALLATION DE RESERV. DE CIRE ET INJECTION DE CIRE DE PETROLE	DNER-ES-332/375/376	und	116,00		
4.2.11		APPROVISIONNEMENT D'ANCRAGES REGLABLES, MODELE TSR, DE 31 TORONS 15,7 mm, INSTALLATION EN COFFRAGES, COUPE DE LA POINTE DE TORONS, INSTALLATION DE RESERV. DE CIRE ET INJECTION DE CIRE DE PETROLE	DNER-ES-332/375/376	und	12,00		
4.2.12		APPROVISIONNEMENT D'ANCRAGES FIXES, MODELE TSR, DE 19 TORONS DE 15,7 mm, INSTALLATION EN COFFRAGES, COUPE DE LA POINTE DES TORONS, INSTALAÇÃO DE RESERV. DE CIRE ET INJECTION DE CIRE DE PETROLE	DNER-ES-332/375/376	und	116,00		
4.2.13		APPROVISIONNEMENT D'ANCRAGES FIXES, MODELO TSR, DE 31 TORONS DE 15,7 mm, INSTALLATION EN COFFRAGE, COUPE DES POINTES DES TORONS, INSTALLATION DE RESERV. DE CIRE ET INJECTION DE CIRE DE PETROLE	DNER-ES-332/375/376	und	12,00		
4.2.14		MONITORING DES CABLES DURANT LES PHASES D'EXECUÇÃO	DNER-ES-332/375/376	und	128,00		
5.0		TRAVAUX COMPLEMENTAIRES - OA					
5.1		APPAREIL METALLIQUE DE TETE DE PILE EN NEOPRENE PRETTE, APPROVISIONNEMENT ET POSE	ES-OA36/96	kg	241,00		
5.2		BETON DE STRUCTURE FOK=40MPA-CONTROLE RAISONNABLE, UTILISATION GENERALE, CONFECTION ET COULEE	DNER-ES-330	m³	286,72		
5.3		GARDE-CORPS METALLIQUE	DNER-ES-332/375/376	kg	386,00		
5.4		DRAIN EN PVC D= 2"	DNER-ES-OA-36/96	und	94,00		
5.5	2 9 03 991 02	DRAIN EN PVC D=100 mm	DNER-ES-OA-36/96	und	378,00		
Obra: Pont sur l'Oyapock Tronçon: Sect. BR-156/AP - Pont sur l'Oyapock - Sect. RN 2 Longueur: 378 m			TABLEAU DES QUANTITES				
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.				QD.- 3.3.4

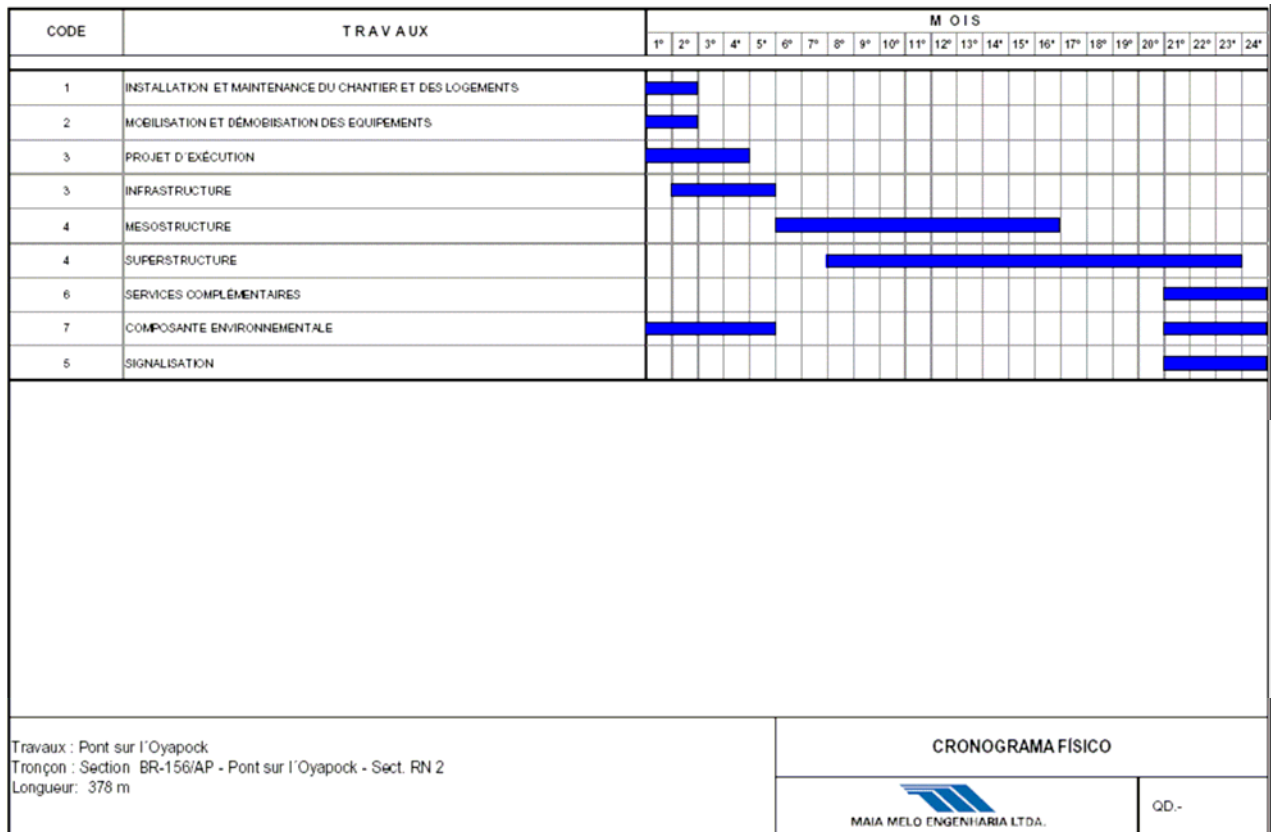
Point	Code	Description des Travaux	Spécifications	Unité	Quantité	Prix Unit.	Prix Total
5.6		APPROVISIONNEMENT, PREPARATION ET POSE DE JOINT DE DILATATION DE GRANDS TRAFIC (900 mm).	DNER-322	m	13,70		
5.7		APPROVISIONNEMENT, PREPARATION ET POSE DE JOINT DE DILATATION POUR JEU DE 30 mm	DNER-322	m	19,60		
5.8		APPROVISIONNEMENT DE POUTRE DE LANCEMENT POUR TRONÇON HAUBANNE	EP-04	m³	3.000,00		
5.9		PROJET D'ILLUMINATION	EP-05	und	1,00		
5.10		BARRIERE DE BETON TYPE NEW JERSEY					
5.10.1	2 9 03 371 02	COFFRAGE EN CONTREPLAQUE PLASTIFIE	DNER-ES-333	m²	30,06		
5.10.2		APPROVISIONNEMENT EN ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	240,00		
5.10.3		COUPE, PLIAGE ET POSE EN ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	240,00		
5.10.4	2 9 03 328 00	BETON DE STRUCTURE FOK=28MPA - CONTROLE RAISONNABLE D'UTILISATION GENERALE, CONFECTION ET COULEE	DNER-ES-330	m³	3,62		
5.11		DALLE D'APPROCHE					
5.11.1	2 9 03 000 02	EXCAVATION MANUELLE DE TRANCHEE AVEC MATERIEL DE 1E CATEGORIE		m³	60,00		
5.11.2	3 9 08 600 00	RECOMPOSITION MANUELLE DU TERRASSEMENT		m³	63,36		
5.11.3	2 9 03 680 02	COFFRAGE EN CONTREPLAQUE RESINE	DNER-ES-333	m²	40,62		
5.11.4	2 9 03 322 00	BETON DE STRUCTURE FOK=10 MPa-CONTROLE RAISONNABLE UTILISATION GENERALE, CONFECTION ET COULEE	DNER-ES-330	m³	7,36		
5.11.5		APPROVISIONNEMENT EN ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	3.063,31		
5.11.6		COUPE, PLIAGE ET POSE D'ACIER CA-50	DNER-ES-331	kg	3.063,31		
5.11.7	2 9 03 328 00	BETON DE STRUCTURE FOK=25 MPa- CONTROLE RAISONNABLE UTILISATION GENERALE CONFECTION ET COULEE	DNER-ES-330	m³	28,64		
Obra: Pont sur l'Oyapock Tronçon: Sect. BR-156/AP - Pont sur l'Oyapock - Sect. RN 2 Longueur: 378 m			TABLEAU DES QUANTITES				
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.				QD.- 3.3.5

Point	Code	Description des Travaux	Spécifications	Unité	Quantité	Prix Unit.	Prix Total
6.0		COMPOSANTE ENVIRONNEMENTALE					
6.1	2 5 05 102 00	HYDRO-ENSEMENCEMENT	DNER-ES-341	m²	100 500,00		
6.2		PLANTATION D'ARBRES ET D'ARBUSTES	ES-341/97	und	3 111,00		
7.0		SIGNALISATION					
7.1	4 5 06 100 21	PEINTURE BANDE ACRYLIQUE POUR 2 ANS	DNER-EM-368/00	m²	151,20		
7.2		SIGNALISATION NAUTIQUE	EP-06	und	1,00		
8.0		APPUI NAUTIQUE					
8.1		APPUI NAUTIQUE	EP-07	mês	22,00		
Obra: Pont sur l'Oyapock Tronçon: Sect. BR-156/AP - Pont sur l'Oyapock - Sect. RN 2 Longueur: 378 m			TABLEAU DES QUANTITÉS				
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.				QD.- 3.3.6

8 Tableau des distances

SERVICE	MATÉRIEL	PARCOURS		TRANSPORT LOCAL			TRANSPORT COMMERCIAL		
		ORIGINE	DESTINATION	NP	P	TOTAL	NP	P	TOTAL
OUVRAGES D'ART SPÉCIAUX - OAE	Ciment	Macapá	Chantier	-	-	-	348,85	232,08	580,93
	Acier	Macapá	Chantier	-	-	-	348,85	232,08	580,93
	Tubes de Béton	Macapá	Chantier	-	-	-	348,85	232,08	580,93
	Gazon	Macapá	Chantier	-	-	-	348,85	232,08	580,93
	Briques	Macapá	Chantier	-	-	-	348,85	232,08	580,93
	Bois	Macapá	Chantier	-	-	-	348,85	232,08	580,93
	Sable	A1	piste	0,20	4,26	4,46			
	Pierres concassées	Carrière P1	Piste	0,30	45,76	46,06			
Ouvrage: Pont Sur le Fleuve Oiapoque Tronçon: Entr. BR-156/AP - Pont s/ le Fleuve Oiapoque - Entr. RN 2 Extension: 378m			TABLEAU RÉSUMÉ DES DISTANCES DE TRANSPORTS						
			 MAIA MELO ENGENHARIA LTDA.						QT. - 8.1

9 Chronogramme Physique



10. Spécifications

10.1 Spécifications Générales

Les Spécifications Générales pour les Constructions Routières s'appliquent pour les travaux demandés, excepté les modifications et les ajouts spécifiques. Les spécifications de service suivantes devront être suivies :

- ES 278/97 - Travaux Préliminaires (Terrassement)**
- ES 279/97 - Chemins de Services**
- ES 280/97 - Coupes**
- ES 281/97 - Zones d'Emprunts**
- ES 282/97 - Remblais**
- ES 283/97 - Dissipateur d'énergie**
- ES 284/97 - Égouts tubulaires en béton**
- ES 286/97 - Égouts en béton cellulaire**
- ES 287/97 - Collecteurs**
- ES 288/97 - Caniveaux et rigoles de drainage**
- ES 290/97 - Bordures et banquettes de trottoirs**
- ES 291/97 - Entrées dans les coursiers et descentes d'eau**
- ES 292/97 - Drains souterrains**
- ES 296/97 - Démolition d'éléments en béton**
- ES 297/97 - Entretien et débouchage des dispositifs de drainage**
- ES 298/97 - Restauration des dispositifs de drainage endommagés**
- ES 299/97 - Nivellement de la couche de forme**
- ES 301/97 - Sous-base stabilisée par granulométrie**
- ES 303/97 - Couche de base stabilisée par granulométrie**
- ES 306/97 - Impression**
- ES-307/97 - Application de grave bitume**
- ES-313/97 - Béton bitumineux**
- ES 315/97 - Accotement**
- ES 329/97 - Travaux préliminaires (Ouvrages d'Art)**
- ES 330/97 - Bétons et mortiers**
- ES 331/97 - Armature pour béton armé**
- ES 332/97 - Armature pour béton précontraint**
- ES 333/97 - Coffrages**
- ES 334/97 - Fondations**
- ES 335/97 - Structures en béton armé**
- ES 336/97 - Structures en béton précontraint**
- ES 337/97 - Étayages**
- ES 338/97 - Clôture en fil de fer barbelé**
- ES 339/97 - Signalisation routière horizontale**
- ES 340/97 - Signalisation routière verticale**
- ES 341/97 - Barrière végétale**
- ES 344/97 - Travaux préliminaires**
- ES 345/97 - Fondations**
- ES 346/97 - Structures**
- ES 347/97 - Travaux de maçonnerie et panneaux**
- ES 348/97 - Couvertures**
- ES 349/97 - Imperméabilisation**
- ES 350/97 - Revêtement des sols**

ES 351/97 - Revêtement des murs
 ES 352/97 - Sous-toiture
 ES 353/97 - Bâti dormants
 ES 354/97 - Quincaillerie
 ES 355/97 - Vitrage
 ES 356/97 - Peinture
 ABNT¹³ - NBR (Norme Brésilienne) 5101 - Éclairage Public

Les spécifications concernant les matériaux devant être utilisés sont les suivantes :

EM 034/97 - Eau pour le béton
 EM 035/95 - Tamis à maille carrée pour analyse granulométrique des sols
 EM 036/95 - Ciment Portland – réception et approbation
 EM 037/97 - Agrégat grossier pour béton de ciment
 EM 038/97 - Agrégat fin pour béton de ciment
 EM 363/97 - Bitumes fluidifiés de type MC (*medium-curing* - vitesse de séchage (prise) moyenne)
 EM 365/97 - Émulsion routière de bitume pour asphalte d'étanchéité
 EM 366/97 - Fil de fer barbelé en acier galvanisé
 EM 367/97 - Filler pour mélanges bitumineux
 EM 368/97 - Peinture à base de résine acrylique pour signalisation routière
 EM 369/97 - Émulsions routières de bitume cationique
 EM 372/97 - Matériaux thermoplastiques pour signalisation routière horizontale
 EM 373/97 - Microsphères de verre pour signalisation routière horizontale
 EM 374/97 - Fils et barres en acier pour béton armé
 EM 375/97 - Fils en acier pour béton précontraint
 EM 376/97 - Toron en acier pour béton précontraint
 EM 377/97 - Extraction et préparation d'échantillons de ciment

10.2 Spécifications particulières

EP-01	Coffrage grim pant
EP-02	Échelle à crinoline
EP-MA-02	Réhabilitation Environnementale des Gisements et Zones d'Emprunts, à travers la Plantation d'Arbres et d'Arbustes Natifs de la Forêt Ombrophile (Forêt Tropicale Humide)
EP-03	Appareil d'appui métallique unidirectionnel
EP-04	Livraison de la Poutre de lancement pour le tronçon haubané
EP-05	Encadrement Nautique
EP-06	Projet d'Éclairage

EP-07	Signalisation Nautique
EP-08	Contrôle de l'Assemblage et réalisation de "tests de réception" du pont haubané sur le Fleuve Oyapock
EP-09	Solution Spéciale
EP-10	Matériels pour le Haubanage
EP-11	Ouvrage d'Art

6.1.1.4 EP-01 Coffrage grim pant

Unité de mesure : m²

Remarques préliminaires : Le prix unitaire inclut la main d'oeuvre, le bois pour le coffrage et les fixations internes et externes, les cingles métalliques, les plaques métalliques, les équerres de renfort, les vis, le transport, les équipements, les outils, etc.

Mesure : Par mètre carré, payé dans les proportions suivantes :

30% lorsque le matériel sera disponible sur le chantier ;

70% à la fin des travaux.

EP-02 Échelle à crinoline

Unité de mesure : mètre (m)

Remarques préliminaires : Le prix unitaire inclut l'approvisionnement, le transport interne, la préparation de l'emplacement, l'installation et les ajustements...

Mesure : Par mètre linéaire, sur la base des longueurs déterminées par les parties du projet.

EP-MA-02 Réhabilitation Environnementale des Gisements et Zones d'Emprunts, à travers la Plantation d'Arbres et d'Arbustes Natifs de la Forêt Ombrophile (Forêt Tropicale Humide)

1. Généralités

Cette spécification s'appliquera au reboisement des zones où se trouvent les gisements de sols ou de gravier, dont la végétation native environnante se caractérise par la présence d'espèces arbustives et arborescentes de l'écosystème de la Forêt Ombrophile.

Tout comme le reboisement herbacé, la plantation d'arbres et d'arbustes natifs de la Forêt Ombrophile est un processus naturel de lutte contre les érosions. Ce processus, même s'il est plus lent, est plus durable et efficace à long terme, ses coûts se réduisant en fonction des facteurs suivants :

- facilité d'obtention de graines et de boutures que ce soit autour de la zone ou bien auprès des banques génétiques ;
- possibilité de réduire les coûts avec le chaulage et la fertilisation étant donné la grande capacité d'adaptation des espèces aux sols fertiles ;
- faible coût d'entretien car de nombreuses espèces ont tendance à perpétuer leur lignée ;
- bonne résistance aux sécheresses ;
- grande distribution géographique.

Le concept de *recyclage* (Martos et al., 1992), quel qu'il soit, est au cœur de cette spécification ; cette idée de rétablir les conditions environnementales d'une zone de façon à reproduire le plus fidèlement possible les conditions existantes avant la transformation.

Soulignons aussi le concept de *réhabilitation* lié à l'idée d'une utilisation et d'une occupation du sol de façon compatible avec les conditions esthétiques environnantes.

2. Matériaux

Les matériaux nécessaires à l'exécution de la reforestation avec des arbustes et des arbres pour les zones en plaine ou peu inclinées sont :

- **Engrais organique constitué d'un mélange de sol organique naturel (*top soil*) et de fumier bovin ou avicole, macération dans la proportion de 50% chacun.**
- Engrais chimique NPK (azote, phosphore et potassium) dans les proportions nécessaires et suffisantes au sol, en fonction de l'analyse édaphique et pédologique de celui-ci, ainsi que les nutriments qui complètent la fertilisation nécessaire (soufre, bore, etc.).

- Calcaire dolomitique afin de corriger l'acidité du sol, en quantité suffisante pour que le sol atteigne un pH de 5,5 mais dans la limite maximale de 1,5 t/ha étant donné le coût élevé de la procédure au-delà de ce seuil.
- **Boutures, cueillies dans les alentours ou acquises dans les banques génétiques avec, au minimum, 30 cm entre la tige et le méristème apical racinaire.**

3. Équipements

- Tracteur agricole, puissance de l'ordre de 70 à 90 cv pour tirer les charrettes, les charrues, porter les grillages, l'équipement de labourage, de chaulage, de fertilisation, pour le mélange ou l'incorporation dans le sol de matériaux.
- Équipements agricoles de type charrue à disques pour sillonner le sol, avec des lames de 15 à 20 pouces de diamètre et au minimum 12 disques.
- Équipement agricole pour répandre le calcaire dolomitique, l'engrais chimique, l'engrais organique et les graines ramassées dans les environs.
- Équipements pour faire des trous (brouettes, bêches, etc.)

4. Exécution

Les procédés à effectuer pour la récupération des forêts riveraines seront les suivants :

- a) Suppression de la Couverture Végétale
- b) Préparation du Terrain
 - b.1) Travaux de Drainage (implantation de rigoles de protection)
 - b.2) Décapement
 - b.3) Stockage du Sol Superficiel retiré
 - b.4) Recomposition du Relief
 - b.5) Répandage du Sol superficiel préalablement stocké
- c) Marquage de
- c) Acquisition de Boutures auprès des Banques Génétiques
- d) Chaulage et Fertilisation

Dans le cas de la végétation de la Forêt Ombrophile, le recours à un chaulage et une fertilisation standard minimum sera de mise, il s'agira d'utiliser uniquement de l'engrais organique. Le chaulage pourra être fait directement sur le monceau stocké de la couche fertile entreposée.

- e) Semis et bouturage

La plantation des arbres et arbustes devra se faire par "bouturage" avec 1.111 boutures par hectare, conformément au schéma de la figure annexée à cette Spécification.

5. Espèces Végétales

Parmi les espèces végétales natives, il s'agira de donner la priorité à celles qui ont les caractéristiques suivantes :

- fort pouvoir de germination ;
- croissance rapide ;
- bonne occupation de l'espace ;
- bonne adaptation aux berges des cours d'eau de la région.

6) Contrôle

Les contrôles géométriques et de la finition seront accomplis par l'organe de surveillance en se basant sur l'aspect visuel. La vérification de la couverture végétale de la zone, de la vigueur de croissance et de la résistance des espèces plantées sera basée sur les procédés usuels de plantation agricole et sera effectuée par l'agronome responsable du semis et du paiement. Cette dernière partie sera donc soumise à son approbation.

Ci-dessous, un schéma concernant la plantation des arbres et des arbustes natifs à l'endroit de construction du pont sur le fleuve Oyapock. Il faut savoir qu'il s'agit d'un exemple qui peut être adapté.

EP-03 Appareil d'Appui Métallique

Unité : l'unité

Remarques préliminaires : Le prix unitaire inclut l'approvisionnement, le transport interne, la préparation de l'emplacement, l'installation et les ajustements.

Mesure : Par pièce fournie et mise en place.

EP-04 Livraison de la Poutre de lancement pour le tronçon Haubané

1 Construction du tronçon Haubané

Ci-après les étapes de construction de ce Pont à Haubans :

- Les Fondations
- Les Culées
- Le mât haubané
- Les travées 1 et 3
- Moulage du voussoir de pile
- Assemblage de la poutre de lancement
- L'encorbellement
- Jonction des travées
- Précontrainte des câbles de continuité
- Revêtement, éclairage et dispositifs de sécurité (barrières de sécurité et garde-corps)

1.1 Mât haubané et Caissons

Le mât haubané pourra être construit en même temps que les culées puisque les processus de construction sont indépendants. Les caissons des culées devront être remplis avec le gravier une fois que le hauban 14 aura été tendu.

1.2 Moulage du voussoir de pile

Une fois que le pylône des piles 1 et 2, c'est-à-dire le mât haubané, sera érigé, commence la construction des travées 1 et 3 et celle du voussoir de pile, à partir duquel se fera l'encorbellement successif.

Le voussoir de pile et les travées adjacentes seront construits par cintrage tubulaire ou par cintrage en bois (eucalyptus).

Le voussoir disposera de gaines où seront ancrés les câbles de précontrainte. Une partie de ces câbles sera ancrée à l'extrémité du voussoir lui-même afin de supporter les efforts dus à la phase de construction. L'autre partie, accrochée ultérieurement, sera tirée jusqu'aux autres voussoirs et ne sera précontrainte qu'une fois le tablier fermé.

1.3 Assemblage de la poutre de lancement

Les matériels permettant de faire avancer le tablier (poutre de lancement) sont composés de structures métalliques qui s'appuient sur les segments déjà construits et qui, au moyen de rails, permettent le déplacement des voussoirs. En longueur, la poutre de lancement peut supporter, pour le segment qui est en train d'être construit, grâce à des tirants vissés, les moules pour le bétonnage du nouveau voussoir, le béton, l'armature ainsi que les charges inhérentes au processus de construction (équipement, main-d'œuvre, etc.). Autour de la poutre de lancement (devant et sur les côtés) sont disposées des passerelles de travail.

La forme de la poutre de lancement doit être conçue de façon à ce que le hauban de la portion achevée puisse être ancré avant que la poutre ne soit avancée.

1.4 L'encorbellement

Une fois le voussoir de pile moulé et précontraint, la poutre de lancement est mise en place pour l'exécution du premier voussoir. Les câbles et le hauban sont ancrés et précontraints après le bétonnage du voussoir de façon à supporter le poids du voussoir suivant et de la poutre de lancement. La poutre de lancement est alors avancée, le deuxième voussoir est bétonné et fixé au premier voussoir de manière définitive grâce à la précontrainte des câbles. Une fois cette consolidation exécutée, la poutre de lancement pourra être déplacée.

Ainsi, le montage du tablier se fait par un ensemble d'opérations (cycle de construction du voussoir) qui sont :

- déplacement de la poutre de lancement et ajustement du coffrage
- mise en place de l'armature passive
- mise en place des câbles de précontrainte (ancrage ultérieur)
- bétonnage du voussoir
- durcissement du béton (processus de prise)
- exécution des opérations de précontrainte (d'abord du tablier puis du hauban)
- déplacement de la poutre de lancement et ajustement du coffrage
- mise en place de l'armature passive
- mise en place des câbles de précontrainte (ancrage ultérieur) et des barres DYWIDAG
- bétonnage du voussoir
- durcissement du béton (processus de prise)
- exécution des opérations de précontrainte (tablier)
- déplacement de la poutre de lancement et ajustement du coffrage

La fabrication des voussoirs peut durer de 7 à 10 jours. Ainsi, le béton sera fortement sollicité en faible module d'élasticité d'où l'utilisation de matériaux de haute qualité et un contrôle rigoureux lors de la construction.

L'encorbellement doit être contrôlé topographiquement, avec beaucoup de rigueur, de façon à respecter les niveaux stipulés dans le profil longitudinal. Cet alignement est obtenu au moyen de contreflèches (par rapport au profil longitudinal géométrique) utilisées pendant la construction et déterminées lors de la création du projet en fonction des déformations par le fluage ou la rétraction du béton ainsi que les pertes de précontrainte du tablier et l'impact provoqué par la tension des haubans.

1.5 Jonction des Travées

Une fois le cycle de construction des voussoirs terminé, l'on procède à la jonction des travées haubanées par le bétonnage du tablier du tronçon se trouvant sur les piles 1 et 2 au moyen d'un cintrage conventionnel.

2 Matériaux

Liste des matériaux nécessaires :

- Béton de l'infrastructure : $f_{ck} = 25$ MPa
- Béton de la superstructure : $f_{ck} = 40$ MPa
- Béton du mât haubané : $f_{ck} = 35$ MPa
- Béton du revêtement : Béton bitumineux

- Armature passive : acier CA-50 A
- Armature de précontrainte : acier CP-190 RB
- Haubans : $\left\{ \begin{array}{l} \text{toron galvanisé EURONORM 138-79 } \varnothing 15,7 \text{ mm} \\ \text{résistance maximale : } F_{tk} = 1730 \text{ MPa} \end{array} \right.$
- Gaines en PEHD (polyéthylène haute densité) grises avec des nervures et une protection contre les rayons ultraviolets.
- Tubes anti-vandalisme
- Appareils d'appui métalliques unidirectionnels pour 550 tf

2.1 Caractéristiques du béton

L'on connaît la résistance caractéristique du béton (f_{ck}), celui-ci devra donc être conforme aux caractéristiques suivantes :

RÉSISTANCE CARACTÉRISTIQUE	RAPPORT MAXIMAL EAU/CIMENT
$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	0.55 L/kg
$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$	0.45 L/kg
$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$	0.40 L/kg

2.2 Haubans

Les torons qui forment les haubans sont composés de sept (7) fils en acier galvanisé imprégnés de cire et revêtus par du PEHD (Polyéthylène Haute Densité). En voici les caractéristiques :

- Diamètre nominal : 15,7 mm (aire = 150 mm²)
- Résistance maximale du toron galvanisé : $f_{tk} = 1730 \text{ N/mm}^2$
- Masse nominale du toron (pour l'acier seulement) : 1,220 kg/m
- Masse nominale du toron (en incluant la protection) : 1,303 kg/m
- Module d'élasticité : 19.890.000 tf/m²
- Protection principale du toron : galvanisation supérieure de 220 g/m²
- Protection additionnelle du toron (barrière externe) : gaine en PEHD d'une épaisseur égale ou supérieure à 1,5 mm avec remplissage de cire (12 g/m)

1. Gaine en PEHD

Les câbles doivent être recouverts de gaines en polyéthylène haute densité dont voici les caractéristiques :

- Densité : $(0,955 \pm 0,01) \text{ g/cm}^3$ à 23°C, conformément à la norme DIN 53479
- Protection contre les rayons ultraviolets, conformément à la norme DIN 53387
- L'absorption de l'eau doit être inférieure à 0,01%, conformément à la norme ASTM D 570
- Teneur en carbone : $(2,3 \pm 0,3) \%$
- Mesure de dureté "shore" D à 23°C : 63 ± 2 , conformément à la norme DIN 53505
- Résistance minimum à la traction : 18 N/mm²
- Allongement minimum à la rupture : 600%
- Les tubes posséderont des nervures hélicoïdales externes (filet) d'un diamètre égal à 3,5 mm et un pas de 60 cm.

2. Ancrage

L'ancrage des torons se fera par des colliers de serrage en acier équipés d'écrous et de plaques permettant l'ajustement de la tension du câble.

L'ensemble "torons + ancrage" doit être résistant à la fatigue et doit donc passer par un essai de fatigue garanti et certifié. Les résultats doivent être les suivants :

- Nombre de cycles : 2.000.000
- Résistance maximale à la traction des torons : 45% de la force nécessaire à la rupture (778,5 N/mm²)
- Limite de variation de la contrainte dans les torons : 165 N/mm²
- Résultats après les essais : rupture maximale de 2% des fils et une résistance résiduelle dépassant les 90% de la résistance maximale des torons

2.5 Dispositifs Externes

Le tube guide, en acier au carbone ($f_y \geq 355$ MPa) sera aussi galvanisé.

Le tube anti-vandalisme d'une épaisseur minimum de 6,0 mm entourera les torons depuis le tube guide jusqu'à 2,50 m au dessus du niveau du tablier.

Tous les haubans seront équipés d'un système d'amortisseurs capables d'éliminer l'effet des vibrations dues à l'action du vent.

2.6 Pieux Forés

Caractéristiques :

- Diamètre du pieu au sol : 41 cm
- Diamètre du pieu en roche : 30.5 cm
- Quantité de ciment : 135 kg/m
- Quantité de sable : 226 L/m
- Pression d'injection du mortier de ciment : 2 kg/cm²

➤ Normes Brésiliennes et Internationales

Pour l'exécution des travaux de construction du pont, les Normes Brésiliennes de l'ABNT (Association Brésilienne de Normes Techniques) pertinentes avec les travaux présentés dans ce mémoire, devront être suivies. Ci-après, la liste des principales normes brésiliennes à suivre :

a) NBR14931 - Construction de structures en béton – Procédés, et ses compléments, NBR11919, NBR12190, NBR12284, NBR12654, NBR12655, NBR5426, NBR5629, NBR6118, NBR6122, NBR6123, NBR7187, NBR7190, NBR7212, NBR7480, NBR7481, NBR7482, NBR7483, NBR7681, NBR7682, NBR7683, NBR7684, NBR7685, NB 8548, NBR8800, NBR8965, NBR9062, NBRNM-ISO3310-1, NR18.

b) NBR6118 – Projet de structures en béton – Procédés, et ses compléments, NBR11919, NBR12142, NBR12654, NBR12655, NBR1298, NBR13116, NBR14859-2, NBR14931, NBR15200, NBR15421, NBR5674, NBR5732, NBR5733, NBR5735, NBR5736, NBR5737, NBR5738, NBR5739, NBR6004, NBR6120, NBR6122, NBR6123, NBR6153, NBR6349, NBR7190, NBR7222, NBR7477, NBR7480, NBR7481, NBR7482, NBR7483, NBR7484, NBR7680, NBR8522, NBR8548, NBR8681, NBR8800, NBR8953, NBR8965, NBR9062, NBRISO6892, NBRNM67.

c) NBR7480 - Barres et fils en acier destinés à faire des armatures pour le béton armé, **et ses compléments, NBR6152, NBR6153, NBR6215, NBR7477, NBR7478, NBR8965 .**

d) NBR7483 - Torons en acier pour béton précontraint – Exigences, **et ses compléments, NBR10839, NBR11709, NBR14859-1, NBR14860-1, NBR14861, NBR14931, NBR15146, NBR5629, NBR6118, NBR6349, NBR7197, NBR7484, NBR8451, NBR9062.**

e) NBR6122 - Projet et exécution des fondations **et ses compléments, NBR12069, NBR12131, NBR13208, NBR6118, NBR6484, NBR6489, NBR6502, NBR7190, NBR8681, NBR8800, NBR9061, NBR9062, NBR9603, NBR9604, NBR9820.**

f) NBR7187 - Projet de ponts en béton armé et en béton précontraint – **Procédés et ses compléments, NBR12655, NBR6118, NBR6123, NBR7188, NBR7189, NBR8681.**

g) NBR7188 - Charge mobile sur un pont-autoroute et passerelle pour les piétons **et ses compléments, NBR11185, NBR12255, NBR12266, NBR12654, NBR14486, NBR14762, NBR7187, NBR7190, NBR7367, NBR9782.**

Pour des matériaux n'ayant pas été normalisés par l'ABNT, les normes internationales pertinentes devront être suivies :

h) P.T.I. (*Post-Tensioning Institute Guide Specification*), pour tous les composants des haubans.

EP-05 Encadrement Nautique

L'encadrement nautique suivant est proposé :

- **Un bateau à moteur comportant jusqu'à 30 passagers ;**
- **Deux bacs (à fond plat, 440 t) ;**
- **Une remorque portuaire de 500 CV ;**
- **Un groupe électrogène de 40 KVA ;**
- **Un ferry.**

Si le besoin d'autres moyens d'encadrement nautique se fait sentir, leurs coûts devront être dilués dans les autres services. Ceci s'applique aux embarcations, aux postes d'amarrage, aux accès, à la signalisation (excepté celle du pont) et à n'importe quel autre dispositif ou moyen nécessaire à la réalisation des travaux.

Le constructeur devra mettre à disposition, pour l'exécution des travaux, tous les moyens nautiques nécessaires, à savoir, des bateaux à moteurs pour le transport du personnel, des remorques portuaires, des bacs, des ferrys et toute autre embarcation utile à la réalisation des travaux.

Évidemment, tout le personnel impliqué dans ce type de transport devra être dûment habilité. De plus, les embarcations devront disposer de canots de sauvetage, de gilets de sauvetage, de sifflets et de tout autre dispositif indispensable à la sécurité.

Les embarcations devront être homologuées par l'Administration Portuaire de la région et devront être en bonnes conditions d'utilisation.

1EP-06 Projet d'éclairage

1. Luminaires

1.1 Eclairage de la piste – Luminaire PA pour usage sur poteaux galvanisés aux caractéristiques suivantes :

- 1) Réflecteur aluminium poli chimiquement, anodisé et scellé.
 - 2) Base aluminium injecté à basse pression.
 - 3) Couvercle aluminium injecté à basse pression.
 - 4) Diffuseur en verre plat trempé, résistant aux chocs thermiques, épaisseur de 4mm ; ou polycarbonate stabilisé avec filtre anti-UV.
 - 5) Filtre en bronze synthétique soulagement de la pression interne et protection du réflecteur contre l'usure.
 - 6) Fermetures - fixation de la jante au couvercle en acier inoxydable.
 - 7) Joint d'étanchéité en caoutchouc EPDM, résistant aux hautes températures, pour l'étanchéité du bloc optique.
 - 8) Châssis en acier zingué pour installation des équipements auxiliaires.
 - 9) Douille (compartiment du porte-ampoule) Porte-ampoule en porcelaine à visser E-40, avec dispositif antivibratoire, installé sur douille en aluminium.
 - 10) Vis, écrous et rondelles/joints externes en acier inoxydable ; et internes en acier zingué.
 - 11) Compartiment pour équipements auxiliaires incorporés.
 - 12) Degré de protection : Bloc optique : IP-65. Porte-équipement : IP-44
 - 13) Système de fixation : des bras de Ø 48,3 à 60,3 mm.
- Référence : Phoenix fabrication brésilienne Tecnowatt iluminação

1.2 Eclairage des Tirants – Projecteur longue distance, faisceau étroit aux caractéristiques suivantes :

- 1) Réflecteur aluminium poli chimiquement, anodisé et scellé.
 - 2) Compartiment des équipements : aluminium injecté
 - 3) Diffuseur en verre plat trempé, résistant aux chocs thermiques, épaisseur de 4mm ; ou polycarbonate stabilisé avec filtre anti-UV.
 - 4) Fermetures - fixation du couvercle en acier inoxydable.
 - 5) Douille (compartiment du porte-ampoule) porte-ampoule en porcelaine à visser E-40, avec dispositif antivibratoire, installé sur douille en aluminium.
 - 6) Degré de protection : Bloc optique : IP-65. Porte-équipement : IP-44
- Référence : SLS fabrication Philips

1.3 Eclairage des poutres latérales – Barres de Led Line aux caractéristiques suivantes :

- 1) Type : Led Line RGB à 24 points
- 2) Dimensions : 63x67x594 mm
- 3) Couleurs : RGB : rouge, vert et bleu
- 4) Contrôle : Color chase avec logiciel

- 5) Tension : 220V AC / 50-60 Hz (driver intégré)
 - 6) Faisceau : faisceau étroit 2 x 3°
 - 5) Canaux : 144
 - 6) Protocole : DMX 512
 - 7) Degré de protection : IP 66
- Référence : Led Line RGB 24 points BCS716 fabrication Philips

2. Réacteurs

2.1 Eclairage de la piste – réacteur pour lampe à vapeur de sodium aux caractéristiques suivantes :

- 1) Installation : interne
- 2) Puissance : 400 W
- 3) Tension : 220 VAC
- 4) Facteur de puissance : > 0,9
- 5) Accessoires : condensateur et système de démarrage
- 6) Référence : VSTI400A26IGOSP - fabrication Philips

2.2 Eclairage des Tirants – réacteur pour lampe à vapeur métallique aux caractéristiques suivantes :

- 1) Installation : interne
 - 2) Puissance : 1.500W
 - 3) Tension : 220 V AC
 - 4) Facteur de puissance : > 0,9
 - 5) Accessoires : condensateur et système de démarrage
- Référence : VSTI100A26IGPOS - fabrication Philips

3.Lampes

3.1 Eclairage de la piste – lampe à vapeur de sodium aux caractéristiques suivantes :

- 1) Type : à vapeur de sodium à haute pression
 - 2) Ampoule : tubulaire
 - 3) Douille : à visser E40
 - 4) Puissance : 400 W
 - 5) Flux lumineux : 49.000 lumens
 - 6) Durée de vie : 12.000 heures
- Référence : SONT400W-RE-Pro fabrication Philips

3.2 Eclairage des Tirants – lampe à vapeur métallique aux caractéristiques suivantes :

- 1) Douille : à visser E40
- 2) Type : à vapeur métallique
- 3) Puissance : 1500 W

- 4) Ampoule : ovoïde
 - 5) Flux lumineux: 180.000 lumens
 - 6) Durée de vie : 12.000 heures
- Référence : HPI1500W - fabrication Philips

4. Conducteurs

4.1 Eclairage de la piste – câble en cuivre flexible, tressé type B, isolation en EPR pour 1000 volts, dans des sections de 6 mm² et 10mm² – fabrication Prysmian.

4.2 Eclairage des tirants - câble en cuivre flexible, tressé type B, isolation en EPR pour 1000 volts, dans des sections de 16 mm², 25 mm² et 35 mm² - fabrication Prysmian.

4.3 Eclairage des côtés - cuivre flexible, tressé type B, isolation en EPR pour 1000 volts dans des sections de 4mm² et 6mm² – fabrication Prysmian.

4.4 Alimentation Générale – câble en cuivre semi-rigide, tressé classe 2, isolation en EPR pour 1000 volts, section de 95mm² pour le phasique et 70 mm² pour le neutre – fabrication Prysmian

4.5 Contrôle des Leds – câble en cuivre blindé, isolation pour 750 Volts, section 2x1,5mm² – fabrication Poliron

5 . Chemins de câbles

5.1 Encastré dans la structure du pont – chemin de câbles en PVC rigide vissable dans des sections de 1", 1 1/4", 1 1/2" et 2" – fabrication Tigre

5.2 Encastré dans la dalle de la piste – chemin de câbles en fer galvanisé à chaud, type lourd, section de 3" – fabrication Apollo

5.3 Apparent dans la descente de poteau – chemin de câbles en fer galvanisé à chaud, type lourd, section de 3" – fabrication Apollo

6. Transformateur – transformateur électrique triphasique aux caractéristiques suivantes :

- 1) Puissance : 112,5 kVA
 - 2) Tensions primaires : 13.800/13.200/12.600/12.000/11.400 volts
 - 3) Tensions secondaires : 380/220 volts
 - 4) Installation : à l'air libre sur poteau en béton
 - 5) Branchement : triangle – en étoile avec neutre accessible
 - 6) Refroidissement et isolation : huile minérale
- Fabrication : CEMEC

7. Interrupteur de court-circuit – interrupteur fusible court-circuit aux caractéristiques suivantes :

- 1) Tension : 15 kV
- 2) Courant nominal : 100 A
- 3) Courant de rupture : 10.000 A
- 4) Ramification Fusible : type H de 6 A
Fabrication : DELMAR

8. Poteaux

8.1 Eclairage de la piste – poteau en fer galvanisé à chaud, aux caractéristiques suivantes :

- 1) Type : Téléconique courbe bras simple
- 2) Finition : galvanisé à chaud d'une épaisseur minimum de 80 microns
- 3) Hauteur utile : 10 m
- 4) Longueur du bras : 2m
- 5) Diamètre du bras : 60mm
- 6) Fixation : base bridée
- 7) Fenêtre d'accès au fusible
Fabrication : Metal Light Iluminação Ltda

8.2 Sous-station aérienne – poteau en béton section en double T d'une hauteur de 11m et effort de 600 kg

8.3 Eclairage des tirants – poteau en fer galvanisé à chaud de 3" x 3m avec base bridée et fenêtre pour installation de fusible

Fabrication : Metallight

9. Tableau des commandes – tableau des commandes de l'éclairage aux caractéristiques suivantes :

- 1) Placard : boîtier en chape de fer 14BWG, avec peinture en époxy, avec châssis de chape 12 – fabrication Cemar
- 2) Disjoncteurs : type thermomagnétique, tripolaires, boîtier pré-fabriqués, courant nominal selon le diagramme unifilaire, capacité de rupture de 10 kA – fabrication Siemens
- 3) Contacteurs – type force, tripolaires, courant nominal selon le diagramme unifilaire – fabrication Siemens

Contrôle : microprocesseur, à 8 sorties, programmation horaire, type LOGO – fabrication Siemens

EP-07 Signalisation Nautique

1) Introduction

Ci-dessous les spécifications pour les matériaux et équipements d'installation de la signalisation nautique sur le pont du fleuve Oyapock, qui reliera les villes d'Oiapoque, au Brésil, et de Saint-Georges, en Guyane française.

2) Spécifications des panneaux

a) Indication du meilleur point de passage, fixée sur la travée du pont, à l'endroit exact de la plus grande profondeur.



Matériaux des Panneaux :

- Plaque en acier 5mm galvanisé à chaud de 1,50m x 1,50m, sur fond blanc, recouverte d'un matériau rétro-réfléchissant peinture noir mat au verso.
- Matériau rétro-réfléchissant : pellicules réfléchissantes Scotchlite (3M) écarlate – forte intensité et blanche degré technique.
- Disposition du panneau : cercle écarlate, centralisé, d'1,20m de diamètre, coupé verticalement par une bande blanche de 0,3m ;
- Fixation : 6 vis ½" x 1,1/2", 6 écrous ½", 6 rondelles pression et 12 rondelles lisses ½" (matériau : inox).

b) Signe latéral de bâbord, fixé le plus près de l'extrémité du pont.

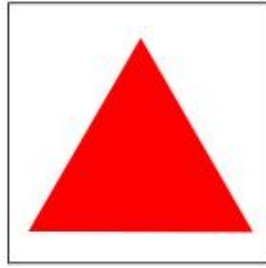


Matériaux des panneaux :

- Plaque d'acier 5mm galvanisé à chaud de 1,50m x 1,50m, sur fond blanc, recouverte par un matériau rétro-réfléchissant et peinture noire mate au verso.
- Matériau rétro-réfléchissant : films réfléchissants Scotchlite (3M) verts forte intensité, et blanches degré technique.
- Disposition du panneau : carré vert, centralisé, mesurant 1,10m de côté ;

- Fixation : 6 vis $\frac{1}{2}$ " x 1,1/2", 6 écrous $\frac{1}{2}$ ", 6 rondelles pression et 12 rondelles lisses $\frac{1}{2}$ " (matériau : inox).

c) Signe latéral de tribord, fixé le plus près de l'extrémité du pont.



Matériaux des panneaux :

- Plaque en acier 5mm galvanisé à chaud de 1,50m x 1,50m, sur fond blanc, recouverte par un matériau rétro-réfléchissant et peinture noire mate au verso.
- Matériau rétro-réfléchissant : pellicules réfléchissantes Scotchlite (3M) écarlate – forte intensité, et blanche degré technique.
- Disposition du panneau : triangle équilatère écarlate, centralisé, mesurant 1,29m de côté ;
- Fixation : 6 vis $\frac{1}{2}$ " x 1,1/2", 6 écrous $\frac{1}{2}$ ", 6 rondelles pression et 12 rondelles lisses $\frac{1}{2}$ " (matériau : inox).

3) Spécifications des lanternes

a) Indication du meilleur point de passage

- Lanterne type 155mm, avec lentille blanche en acrylique, protection maximum contre les rayons UV et base en polycarbonate ;
- Eclipseur/changeur automatique pour 6 lampes, avec possibilité de 256 rythmes différents ;
- Lumière blanche ;
- Divergence verticale 10°, approximativement ;
- Portée lumineuse minimum : 1 mille nautique ;
- Caractéristique lumineuse : B-1s Ecl-2s ;
- Tension d'alimentation : 12V 1,15A ;
- Ampoules incandescentes : 12V 1,15A ;
- Câbles de charge 2,5mm ;
- Photocellule maritime 12V ;
- Transformateur AC/CC 110V/12V ; e,
- Batterie scellée 12V 100Ah.

b) Signe latéral de bâbord

- Lanterne type 155mm, avec lentille verte en acrylique, protection maximum contre les rayons UV, et base en polycarbonate ;
- Eclipseur/changeur automatique pour 6 lampes, avec possibilité de 256 rythmes différents ;
- Lumière blanche ;

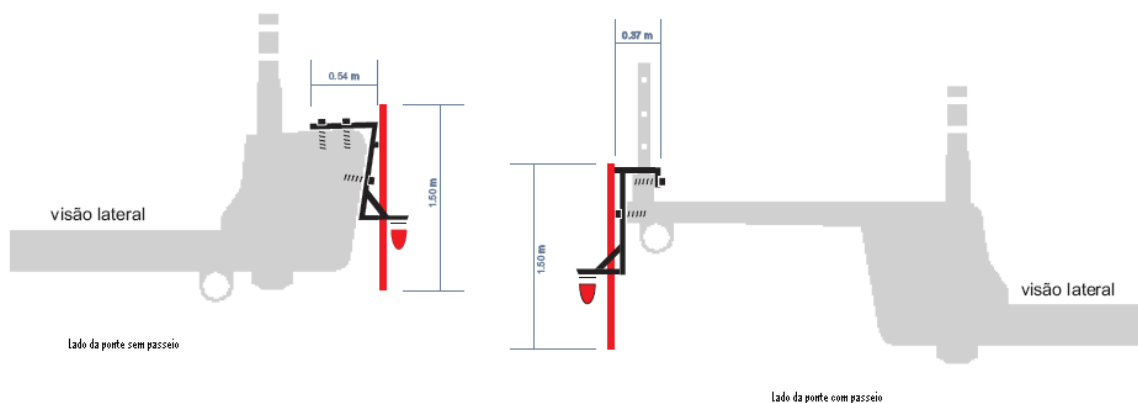
- Divergence verticale 10°, approximativement ;
- Portée lumineuse minimum : 1 mille nautique ;
- Caractéristique lumineuse : B-1s Ecl-2s ;
- Tension d'alimentation : 12V 1,15A ;
- Ampoules incandescentes : 12V 1,15A ;
- Câbles de charge 2,5mm ;
- Photocellule maritime 12V ;
- Transformateur AC/CC 110V/12V ; e,
- Batterie scellée 12V 100Ah.

c) Signe latéral de tribord

- Lanterne type 155mm, avec lentille écarlate en acrylique, maximum protection contre les rayons UV, et base en polycarbonate ;
- Eclipseur/changeur automatique pour 6 lampes, avec possibilité de 256 rythmes différents ;
- Lumière blanche ;
- Divergence verticale 10°, approximativement ;
- Portée lumineuse minimum : 1 mille nautique ;
- Caractéristique lumineuse : B-1s Ecl-2s ;
- Tension d'alimentation : 12V 1,15A ;
- Ampoules incandescentes 12V 1,15A ;
- Câbles de charge 2,5mm ;
- Photocellule maritime 12V ;
- Transformateur AC/CC 110V/12V ; e,
- Batterie scellée 12V 100Ah.

4) Spécifications de la structure d'appui

Les appuis devront être construits en respectant le projet présenté.



Legenda	Légende
Visão lateral	Vue de côté
Lado da ponte sem passeio	Côté du pont sans passerelle
Lado da ponte com passeio	Côté du pont avec passerelle

Matériaux :

- Barre plate ½" x 2" en acier, galvanisée à chaud.
- Peinture en époxy blanc.

Fixation :

- 12 boulons Parabolt ¾" x 8.1/2", pour le côté du pont sans passerelle ; et,

d. 06 boulons Parabolt ¾" x 8.1/2", pour le côté du pont avec passerelle.

5) Services

L'implantation du balisage devra être réalisée en accord avec les normes techniques (NORMAM-17) du Centre de signalisation nautique Almirante Moraes Rego (CAMR), organisation de la marine brésilienne responsable de la coordination et du contrôle de la signalisation nautique sur tout le territoire brésilien.

Sous l'orientation de la Direction de l'Hydrographie et de la Navigation (DHN) et du Centre d'Hydrographie de la Marine (CHM), le CAMR est le représentant du Brésil auprès de l'IALA (International Association of Lighthouse Authorities). L'objectif, les définitions et les principes de base de signalisation nautique ainsi que la NORMAM-17 devront être fidèlement respectés, en faveur de la sécurité de la navigation.

Pour s'acquitter de ces services, l'entreprise devra disposer du personnel, des matériaux et des équipements garantissant la qualité requise puisque ces services sont directement liés à la sécurité de la navigation, la préservation de la vie humaine et à la préservation de l'environnement.

EP-08 Supervision du montage et réalisation de tests de pose du pont à haubans sur le fleuve Oyapock

1. Aspects pertinents de la structure et justificatifs de la supervision du montage et réalisation des tests de réception

Spécifications techniques pour le monitoring du montage et la réalisation de tests de réception du pont haubané sur le fleuve Oyapock, situé sur la route Rodovia AP-010, commune d'Oiapoque-AP, à la frontière entre le Brésil et la Guyane française. Il s'agit d'un ouvrage d'art du type pont haubané d'une longueur totale de 311,50 mètres, composé d'une travée centrale de 245 mètres (distance longitudinale entre mâts) et de deux travées latérales de 66,50 mètres. Le tablier, de 13,8 mètres de largeur, est haubané latéralement par quatre pylônes, formant deux plans de haubanage symétriques par rapport à l'axe principal du pont. Les mâts sont à presque 100 mètres au-dessus de la surface de l'eau. Les deux systèmes de haubanage sont formés de 128 haubans.

Les impacts accidentels provoqués par les véhicules, le vent et autres forces de la nature jouant sur la structure du pont haubané montrent un comportement structurel aux réponses complexes> ces réponses ont déjà été évaluées théoriquement au cours de la phase d'étude, à partir d'hypothèses.

La validation de ces comportements se fera partiellement lors des étapes de construction. Les efforts appliqués aux câbles seront contrôlés en continu jusqu'à l'inauguration. Cette procédure permettra un montage sûr, rapide et économique du pont.

De plus, toute la structure sera homologuée avant qu'elle entre en opération, quand seront identifiés les comportements structurels résultant de l'action de l'environnement ainsi que les charges accidentelles des véhicules. Cet ensemble de données constituera la « singularité dynamique de la structure ». Ces caractéristiques déterminées au début de la vie du pont serviront à homologuer les efforts prévus lors de la phase d'études et à adapter le plan d'opération et de maintenance de la structure, afin de garantir la durée de vie prévue en théorie.

La supervision et la révision du pont haubané sur le fleuve Oyapock se fera en mesurant les forces sur les câbles, les rotations sur les mâts et le tablier, y compris les effets thermiques correspondants. Ces activités sont programmées en deux phases distinctes, la première commençant avec le montage des haubans, lorsque l'instrumentation définitive de l'œuvre d'art sera mise en place. Cette phase durera tout le temps du haubanage de la structure. Dans cette première phase, tous les capteurs installés sur la structure seront lus en continu et simultanément. Il sera même alors possible de détecter un éventuel comportement structurel inespéré, dû à l'action de l'environnement ou suite à des accidents pendant le montage.

La deuxième phase aura lieu avant que le pont entre en opération Cette phase prévoit la réalisation de tests dynamiques au cours desquels seront étudiées les forces induites par un véhicule d'essai ainsi que les effets sur le pont d'un véhicule allant à différentes vitesses de passage ou changeant de voie. C'est cette procédure qui permet de définir la « singularité dynamique de la structure » en déterminant ses déformations modales et ses amortissements. L'homologation de la structure se fera alors à partir du croisement de ces données avec les valeurs modélisées obtenues par calcul, pour ratifier ou non le comportement décrit en théorie. La durée des tests de cette phase est d'un mois, avec des activités sur le terrain d'une semaine, juste après la fin des travaux.

Pour la première phase du monitoring, on installera des capteurs de charge du type monotoron pour mesurer les forces sur les haubans. Les instruments de mesure des forces et les capteurs de température seront permanents. Le logiciel de lecture sera provisoire et sera retiré de l'ouvrage d'art après l'ajustement final des forces ; ceci afin d'éviter tout vandalisme contre les équipements.

Outre la mesure des forces, la phase suivante se chargera de poser d'autres instruments pour mesurer la mobilité de la structure au moyen de servo-accéléromètres, d'inclinomètres et d'anémomètres. Tous seront fixés sur les mâts de la structure de façon temporaire. Ils seront retirés une fois les tests dynamiques terminés.

Ci-dessous, nous présentons les variables de la structure qu'il importe de contrôler, ainsi que les spécifications des activités de monitoring et de supervision de montage et des essais et réceptions pont.

2 Instruments

Les instruments posés dans la première phase servent à mesurer les forces sur les haubans, les température du mât, des haubans et du tablier.

La force des câbles sera mesurée par 128 capteurs de charge de monotorons installés le long du pont, en fonction de l'avancement progressif des voussoirs. L'installation des capteurs de charge dans la phase de montage des haubans sert à guider la mise en place adéquate des forces spécifiées pour les haubans, et à éviter ainsi que le toron soit relâché puis retendu, ce qui provoque généralement des dommages résultant de l'encastrement des arpillons dans le toron, qui réduisent la durée de vie du câble.

Les mesures de mobilité de la structure seront faites en employant des servo-accéléromètres CC d'une capacité maximum d'1g. Ce sont des instruments typiques de l'ingénierie civile dont la première fréquence naturelle est basse, de l'ordre de 1Hz.

Ces servo-accéléromètres doivent aussi être capables de mesurer les inclinaisons en prenant pour référence le plan gravitationnel. Cette caractéristique servira à mesurer les accélérations conjuguées aux inclinaisons des mâts et des tabliers correspondants.

Les servo-accéléromètres seront installés sur au moins 3 sections transversales tout le long de la hauteur du mât, afin d'en déterminer la déformation finale. Ces servo-accéléromètres, au nombre de 6 (minimum), seront placés en surface tout au long du tablier en fonction des déformations modales théoriques. Ces instruments seront installés au cours des essais de réception puis retirés.

Vu que la fréquence de tourbillonnement de sommets est très proche de celle des haubans, un anémomètre équipé d'un dispositif de direction sera installé sur l'une des extrémités du mât. Cet instrument est considéré comme un instrument permanent et restera sur la structure pendant toute la vie utile du pont, afin que l'on puisse enregistrer les séries de forces du vent sur cette structure. Ces instruments font normalement partie d'une station atmosphérique qui relève ses propres données et les communique aux systèmes de collecte des tests en utilisant les protocoles TCP/IP (recommandés).

La lecture des capteurs de charge, des servo-accéléromètres, des capteurs de température et des caractéristiques du vent sera faite par un système intégré de collecte de données travaillant sur plateforme TCP/IP. Cela permettra une évaluation en temps réel des effets structurels pendant le montage du pont et lors des essais de réception - collecte à 200 Hz au moins. Ces enregistrements seront saisis et archivés par « paquets » électroniques toutes les heures. Le schéma de l'installation physique des capteurs est montré à la figure 3.1 de cette proposition.

Ce système de collecte de données ne sera pas permanent. Il ne sera utilisé que pendant la construction du pont, et pendant les essais de réception.



Figure 2.1

Legenda	Légende
Sensor	Capteur
Caixa comutadora	Panneau de connexion

3 Supervision

Le monitoring/ supervision de la structure aura lieu en deux phases distinctes, la première coïncidant avec la durée du haubanage est estimée à 8 mois ; la deuxième dure un mois.

Dans la première phase, la supervision sera intense. Elle visera les efforts, les états thermiques respectifs de la structure, avec des mesures simultanées des forces des câbles, de l'inclinaison des mâts à un taux d'au moins 200 Hz. Ces mesures seront enregistrées sur des fichiers magnétiques d'une durée d'une heure et devront être transférées par protocole TCP/IP vers leurs respectives zones d'analyse. Ces données serviront à analyser le comportement de la structure et à identifier tout comportement inattendu au cours du montage de la structure.

La seconde phase de la supervision est prévue pour durer 1 mois au cours duquel des tests d'identification de la structure seront réalisés pour déterminer la « singularité dynamique de la structure ». Cette terminologie sert à déterminer les caractéristiques dynamiques de la structure, telles que : fréquence naturelle, déformation modale, taux d'amortissement modal et autres paramètres capables de signaler des comportements inattendus de la part de la structure. Cette supervision devra être pratiquée par un laboratoire qualifié, ayant l'expérience de caractériser des systèmes structurels de ponts et capable d'éviter d'utiliser des outils peu adaptés à des problèmes complexes de nature dynamique.

Les résultats des tests doivent être analysés et comparés à des estimations, en se fondant sur les spécifications du projet. S'il y a déviance significative, concernant plus particulièrement la fréquence naturelle ou le taux d'amortissement, ces différences devront être réanalysées pour déboucher sur d'éventuelles corrections appliquées par le concepteur. Pareillement, l'analyse de l'identification structurelle à ces étapes devra être prise en charge par du personnel qualifié.

A la fin de la deuxième étape, tous les équipements ne faisant pas partie des instruments permanents de la structure devront être retirés pour éviter le vandalisme.

Le schéma de l'installation physique de collecte de données apparaît sur la figure 3.1 ci-dessous.

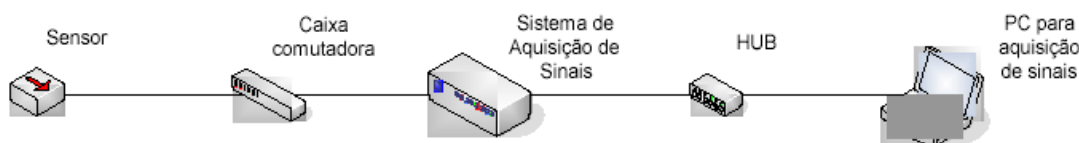


Figure 3.1

Legenda	Légende
---------	---------

Sensor	Capteur
Caixa comutadora	Panneau de connexion
Sistema de aquisição de Sinais	Système de collecte de signaux
PC para aquisição de sinais	PC pour saisie de signaux

4 Re-analyse et diagnostic de la structure

Les grandeurs mesurées lors de la supervision seront analysées afin d'arriver à l'identification structurelle qui permettra de modéliser mathématiquement cette structure et de la calibrer. Le modèle de re-analyse sera calibré expérimentalement à partir des intensifications mesurées à des points significatifs du système que l'on déterminera grâce aux actions induites par le véhicule de test. Ce modèle de procédure devra être utilisé pour évaluer les dommages inhérents à ce type de structure sur sa durée de vie normale.

Ensuite, les résultats de la re-analyse devront faire l'objet d'un rapport à la fin des essais de réception.

Ces résultats seront envoyés au DNIT puis intégrés en tant que valeurs de référence au manuel d'entretien du pont.

Ci-dessous la liste de tous les équipements et services de cette spécification technique.

Tableau – Equipements et services spécifiques

Item	Especificação	Unidade	Quantidade	Tipo
1	Fornecimento e instalação de células de carga (LC), monocordalha 15,7mm, capacidade 160 kN	und	128	permanente
2	Cabos para instrumentação das células de carga até o CCO, com malha de blindagem	m	8.960m	Permanente
3	Caixa passagem / distribuição especial para extensometria	und	4	Permanente
4	Fornecimento e instalação de termômetros, tipo PT100 no tabuleiro e no mastro, com fiação adequada até o CCO	und	12	permanente
5	Fornecimento e instalação de um anemômetro no topo de um dos mastros, com fiação adequada até o CCO	und	1	permanente
6	Fornecimento e instalação de servoacelerômetros DC, na estrutura do tabuleiro, com capacidade de 1 g, com faixa de frequência de 0 Hz a 100 Hz, com capacidade para medidas de inclinações de +- 10 graus	und	9	temporário
7	Ensaio dinâmico da ponte, com veículo instrumentado, com leitura simultânea dos efeitos na estrutura (tabuleiro, estais, inclinômetros) com as forças e velocidade do caminhão, com taxa de aquisição de pelo menos 200 Hz, controlado por programa de aquisição de dados para realização de leituras simultâneas dos sensores	und	1	temporário
8	Serviços de reanálise dinâmica da estrutura, com desenvolvimento de modelos numéricos e calibração com dados experimentais	und	1	temporário

Item	Spécification	Unité	Quantité	Type
1	Fourniture et installations de capteurs de charge (LC), monotoron 15,7mm, capacité de 160kN			permanent
2	Câbles pour l'instrumentation des capteurs de charge jusqu'au panneau de connexion, avec maillage blindé			permanent
3	Boîtier de passage/ répartiteur spécial d'extensiométrie			permanent
4	Fourniture et installation de capteurs de température du type PT100 sur le tablier et le mât, avec câblage adéquat jusqu'au panneau de connexion			permanent
5	Fourniture et installation d'un anémomètre au sommet de l'un des mâts, avec câblage adéquat jusqu'au panneau de connexion			permanent
6	Fourniture et installation de servo-accéléromètres DC dans la structure du tablier, d'une capacité d'1g, dans une fourchette de fréquence entre 0 et 100 Hz et une capacité de mesurer des inclinaisons de +- 10 degrés			temporaire
7	Test dynamique du pont avec véhicule-test et lecture instantanée des effets sur la structure (tablier, haubans, inclinomètres) avec les forces et la vitesse du camion-test, à un taux de collecte d'au moins 200 Hz, contrôlé par un programme de collecte de données pour la réalisation de lecture simultanée de capteurs.			temporaire
8	Services de re-analyse dynamique de la structure par des modèles mathématiques ; calibrage à partir de données expérimentales			temporaire

EP-09 Solution spéciale

1 Haubans

Les torons des câbles qui constituent les haubans sont composés de 7 (sept) fils d'acier galvanisés imprégnés de cire et revêtus de PHDE (Polyéthylène de haute densité), qui respectent les exigences ci-dessous:

- Diamètre nominal: 15,7mm (superficie = 150mm²)
- Résistance ultime du toron galvanisé: $f_{tk}=1730\text{N/mm}^2$
- Masse nominale du toron (acier uniquement): 1,220kg/m
- Masse nominale du toron (protection incluse): 1,303kg/m
- Module d'élasticité nominale: 19.890.000tf/m²
- Protection principale du toron : galvanisation supérieure à 220g/m²
- Protection additionnelle du toron : gaine de PHDE d'une épaisseur égale ou supérieure à 1,5mm imprégnée à cœur de cire (12g/m)

2 Gaine de PHDE

Les câbles doivent être enveloppés par des gaines de polyéthylène haute densité (PHDE) ayant les caractéristiques suivantes:

- Densité : $(0,955 \pm 0,01)$ g/cm³ à 23oC, conformément à la norme DIN 53479
- Protection contre rayons ultraviolets, conformément à la norme DIN 53387
- Absorption d'eau inférieure à 0,01%, selon ASTM D 570
- Teneur de carbone : $(2,3 \pm 0,3)$ %
- Dureté "shore" D à 23oC: 63 ± 2 , conformément à la norme DIN 53505
- Tension de résistance minimum : 18 N/mm²
- Allongement minimum de rupture: 600%
- Les tubes devront avoir des nervures hélicoïdales externes d'un diamètre de 3,5mm et un pas de 60cm soudées à ce dernier.

3 Ancrage des haubans

L'ancrage des torons devra être fait au moyen de fixations (à crampons) d'acier munies de boulons et de plaques qui permettent la mise sous tension pour ajustement.

L'ensemble "torons + ancrage" doit présenter une résistance à la fatigue garantie par un certificat de tests certifiant les résultants suivants :

- Nombre de cycles: 2.000.000
- Tension maximum sur les torons: 45% de la tension de rupture (778,5 n/mm²)

- Limite de la variation de tension sur les torons: 165N/mm^2
- Conditions nécessaires après les tests : rupture maximum de 2% des fils et résistance résiduelle supérieure à 90% de la résistance ultime des torons

4 Dispositifs externes

Le tube guide (ou conduit) devra être fabriqué en acier carbone ($f_y \geq 355\text{MPa}$) et être galvanisé.

Le tube anti-vandalisme devra montrer une épaisseur minimum de 6,0mm. Il concernera les torons du tube guide jusqu'à 2,50m au-dessus du niveau du tablier.

Tous les haubans devront être munis d'un système d'amortisseur capable d'éliminer l'effet de vibration dû à l'action du vent.

5 Pieux d'enracinement

Caractéristiques:

- a) Diamètre du pieu dans le sol: 41cm
- b) Diamètre du pieu dans la roche: 30.5cm
- c) Consommation de ciment 135 kg/m
- d) Consommation de sable : 226L/m
- e) Pression d'injection du mortier de ciment: 2kg/cm^2

Essai du modèle en tunnel aérodynamique (tunnel de vent)

Essai du modèle réduit du pont dans un tunnel aérodynamique pour déterminer les coefficients aérodynamiques et analyser la dynamique de la structure.

6 Instrumentation de monitoring

Installation de capteurs de forces et de capteurs de température sur les structures de béton et sur les haubans pour mesurer les efforts sur la structure pendant la construction du pont et quand ce dernier sera en service. Les capteurs de forces seront connectés à des appareils électroniques qui feront la lecture et qui traiteront et archiveront les données ainsi obtenues.

7 Suivi technique

Pendant la construction de l'ouvrage d'art, le suivi des étapes de la construction sera assuré par un bureau de projeteurs spécialisé.

8 Structure métallique pour le support des tubes guides (conduits) sur les mâts

Structure métallique en acier commun, type armature, pour tenir et positionner les conduits avant le bétonnage des mâts, acier commun sans protection anticorrosion

9 Support en néoprène fretté au téflon

Support en néoprène fretté à chapes d'acier et à plaque de polytétrafluoréthylène PTFE (téflon) d'une épaisseur de 2mm, fixé sur une des faces du bloc d'élastomère.

10 Grillage métallique

Grillage métallique d'une hauteur de 1,1m fabriqué avec des chapes d'acier galvanisées à colonne de 10x6x 1/4" et à tubes de Ø2 1/2", peint avec peinture anticorrosive.

1) Service d'A.T.O. du tronçon haubané

Les travaux de suivi de l'exécution d'un pont à haubans sont nécessaires compte tenu des doutes et des imprécisions inhérentes à cette solution en ce qui concerne les activités de construction. Il s'agit de garantir une correcte conformation géométrique du tablier (greide) et, également, de garantir que les forces effectives qui s'appliquent sur l'œuvre d'art construite soient suffisamment proches de celles obtenues en théorie par le biais du modèle conçu sur ordinateur à cet effet.

De manière préliminaire, il est nécessaire de connaître quelques-une des caractéristiques de la poutre de lancement qui sera utilisée dans la construction du tablier. Ces informations sont nécessaires à un modelage par ordinateur correct, de manière à rapprocher le comportement observé sur la structure de celui qui est attendu en théorie.

Il s'agit de connaître:

- Emplacement des points de fixation de la poutre de lancement liée au tablier;
- Réaction de la poutre de lancement sur ses points d'appui, à l'instant où la poutre de lancement supporte son propre poids, ainsi que les coffrages et armature du segment à bétonner;
- Déformabilité de la poutre de lancement;
- Temps estimé (réévalué à la suite de l'exécution des premiers voussoirs) pour les étapes suivantes qui font partie de l'exécution complète d'un segment du tablier:
 - temps écoulé, en jours, entre le bétonnage du voussoir et l'instant où le béton atteint la résistance de 25MPa;
 - temps écoulé, en jours, du bétonnage du voussoir à l'instant où la poutre de lancement devient mobile;
 - temps écoulé, en jours, du bétonnage du voussoir à l'instant où les haubans sont mis sous tension;

Une fois ces valeurs définies, pour le suivi effectif de ces tâches, il est nécessaire qu'une série d'activités soit méthodiquement réalisée sur le chantier. Les résultats ainsi obtenus seront saisis en tant que données destinées à évaluer le comportement de la structure tout au long de son exécution.

Il s'agit du :

- Suivi des tensions s'exerçant sur les haubans

Ce suivi devient nécessaire pour garantir que les efforts internes appliqués sur les éléments de la structure ne dépassent ceux pour lesquels ils ont été dimensionnés. La lecture des ces valeurs peut être faite en installant des capteurs de forces sur le toron de chaque hauban, à un point et à un moment préalablement définis.

- Suivi topographique conventionnel (altimétrie) du tablier

Les lectures topographiques ont la finalité de suivre la géométrie du tablier tout au long des étapes de construction. Il s'agit de permettre de définir des procédures de correction éventuelle de cette géométrie (calcul de la contre-flèche de la poutre de lancement). Le suivi topographique et altimétrique sera effectué au moyen de méthodes conventionnelles, sur des points et des moments préalablement définis. Pour ce faire, il sera nécessaire d'employer des appareils qui fournissent une précision adéquate.

- Suivi des caractéristiques rhéologiques du béton du tablier

Le suivi des caractéristiques du béton (résistance caractéristique et module d'élasticité) en fonction du temps est important pour rétro-analyser le modèle informatique, dans le but d'obtenir des réponses théoriques (déformations) plus proches de celle vérifiées sur le terrain.

- Suivi de la température de la structure

La vérification de la température sur les éléments qui constituent la structure (haubans, mât et tablier) a pour objectif de corriger les autres lectures (tension sur les haubans et

conformation géométrique du tablier) pour que la variation de la température ne contamine pas ces données. La lecture de ces valeurs doit être faite suite à l'installation de capteurs thermométriques à certains points et moments préalablement définis.

2) **Torons**

Le hauban devra être formé de torons d'acier galvanisé, composés de sept fils, enveloppé par une pellicule de cire de pétrole et revêtu de PEHD –(polyéthylène de haute densité) extrudé.

TYPE	φ15,7mm Faible relachement ou équivalent
Diamètre nominal (mm)	15,7
Résistance nominale de traction (N/mm ²)	1740
Masse nominale (g/m)	1180
Secteur spécifié de la section (mm ²)	150
Tolérance sur la superficie spécifiée de la section (± mm ²)	3
Force caractéristique de rupture spécifiée (kN)	261
Force limite conventionnelle de proportionnalité à 0.1% (kN)	228
Module d'élasticité nominale	195 kN/mm ²
Densité	7.81 Kg/dm ³
Extension minimum correspondant à la force maximum Lo ≥ 500 mm	3.5%
Relachement maximum à 1000h	2.5%

Le toron devra être fabriqué avec des fils d'acier qui satisfont aux exigences de la norme NBR 7483, ou équivalent.

Le toron devra être soumis à un traitement thermomécanique (double cuisson) pour assouplissement et relachement des tensions.

3) **Fils du toron**

L'acier devra montrer un très faible indice de relachement

L'acier devra avoir été produit selon un procédé à injection d'air ou d'oxygène.

Les niveaux de soufre et de phosphore ne devront pas dépasser 0.020% par élément.

L'acier devra être classé en tant qu'acier spécial sans alliage

Le fil devra être produit par tréfilage à froid à partir d'acier laminé à chaud.

La galvanisation devra être à immersion à chaud.

La surface du fil devra être lisse.

4) **Galvanisation**

La galvanisation des torons devra suivre les exigences suivantes :

- Qualité du zinc: lingots de type 27, conformément à la NF A 55-101.
- Masse de zinc par unité de surface : de 190 g/m² minimum à 350 g/m² maximum, conformément à la norme NF A 35-035.
- Régularité de l'épaisseur : 27 um à 50 um, sans irrégularité ni surépaisseur localisée.

5) Revêtement en PEHD (polyéthylène haute densité)

Le revêtement extérieur en PEHD devra être obligatoirement extrudé autour du toron galvanisé, imprégné de cire et posséder les caractéristiques suivantes, conformément au Post Tensioning Institute (PTI):

- Épaisseur minimum du revêtement: 1,5 mm (-0,+ 0,25).
- Diamètre externe inférieur à : 19,5 mm.
- Tension minimum conventionnelle de proportionnalité à 0,1%: 19Mpa.
- Extension minimum après rupture: 350%.
- Noir de fumée: 2,3% \pm 0,3%.

Le revêtement en PEDH devra résister à l'action de l'environnement pour un laps de temps égal ou supérieur à la durée de vie utile prévue pour la structure.

L'adhérence du revêtement en PEHD au toron par le biais de l'extrusion, ne devra pas être affectée par la présence de la cire.

La surface du revêtement de PEHD des torons doit être lisse et exempte d'entaille, de fente ou de toute autre anomalie.

Le système de protection anticorrosion ne devra pas permettre l'infiltration d'eau tout au long du toron en cas de défaillance d'une des barrières de protection

6) Ancrages permanents des haubans

Le système d'ancrage devra permettre le soulagement progressif de la charge sur le hauban.

Les surfaces des ancrages devront être propres et exemptes de contamination au chlorure au moment d'être posées sur l'œuvre d'art.

Les ancrages et leurs fixations devront être capables de supporter, au minimum, la force caractéristique de rupture des câbles.

La fabrication et les essais des ancrages devront respecter les spécifications du fabricant des câbles et les clauses respectives de ce document.

La résistance à la fatigue de chaque ancrage ne devra être inférieure à celle du câble correspondant.

Toute pièce d'acier de l'ancrage qui est exposée devra être protégée contre la corrosion.

Chaque hauban devra être doté de 2 types d'ancrage, un fixe et l'autre ajustable. Ce dernier devra permettre le réglage de la tension pendant toute la durée de vie de la structure ainsi que le soulagement progressif de la charge du hauban lors d'une éventuelle substitution.

Les blocs d'ancrage devront être protégés contre l'oxydation après leur fabrication.

Les crampons de l'ancrage devront être en alliage d'acier et leur conception devra garantir un excellent comportement aux efforts alternés.

7) Cire d'injection des ancrages

La cire de pétrole devra montrer les caractéristiques suivantes:

- Résistance à la corrosion sous tension et à l'eau distillée.
- Absence de réaction au PEHD, au zinc et à l'acier.
- Stabilité de sa consistance aux températures de -20°C à + 50°C, par étapes de 5°C.
- Consistance à basse température.
- Résistance au travail mécanique.
- Injectabilité.

8) Gaine universelles en PEHD

Les gaines des haubans devront être de polyéthylène (PEHD) haute densité, avoir une vie utile garantie de 20 ans et être résistantes aux rayons ultraviolets.

Les tubes qui constituent la gaine universelle devront être fournis en pièces rectilignes, soudés par leur embout sur le lieu du chantier, au moyen d'une soudure par thermo-fusion. Les surfaces extérieures des tubes devront présenter une rainure soudée de forme hélicoïdale, d'une section de $7 \pm 2 \text{ mm}^2$ et d'un pas de $600 \pm 5 \text{ mm}$ sur toute la longueur. Propriétés physiques du tube de PEHD:

Propriétés	Unité	Valeur
Densité	g/cm^3	0,941 ~ 0,960
MFI (Indice de fluidité)	g/cm^3 (190/5)	0,1 (max.)
Résistance à la traction d'écoulement	Mpa	21 ~ 24
Module de flexion	Mpa	550 ~ 1100
ESCR (Résistance à propagation des fissures)	Hs	192 (min.)
HDB (Tension hydrostatique de projet)	Mpa	8,6 ~ 11,0

Les gaines universelles, une fois soudées et installées, ne devront pas permettre l'infiltration de l'eau à l'intérieur.

9) Tubes antivandalisme

Les tubes antivandalisme devront protéger les haubans jusqu'à une hauteur minimum de 3,00 mètres à partir du niveau du tablier ou respecter les autres valeurs indiquées dans le projet.

Les tubes antivandalisme devront être traités contre l'oxydation par galvanisation (550 g/m^2) et être démontables.

L'extrémité supérieure du tube antivandalisme, au niveau de la zone de transition avec la gaine universelle de PEHD, devra être conçue pour recevoir un dispositif capable d'éviter la pénétration de l'eau.

L'extrémité inférieure du tube antivandalisme devra être conçue avec une bride de fixation vissée au tube guide (ou conduit) du tablier. Elle devra être équipée d'un système d'étanchéité entre brides et de drainage pour permettre l'écoulement de l'eau de condensation ou de pluie éventuellement infiltrée.

10) Tubes guide

Ces conduits seront projetés pour prédéterminer dans le béton des structures (tour et tablier), la position définitive du hauban qui sera installé par la suite à l'intérieur.

Les tubes devront être d'acier et dotés d'une protection anticorrosive, avec une plaque de soutien à une de leurs extrémités et une bride d'accouplement à l'autre. Ces tubes seront utilisés sur les structures de la tour et du tablier.

Le tube guide de tour: devra être fabriqué conformément à la géométrie spécifiée dans le projet, muni de plaque de soutien pour ancrage à une des extrémités et d'une bride de connexion à la gaine universelle de PEHD sur l'autre.

Tube guide du tablier: devra être fabriqué conformément à la géométrie spécifiée par le projet, muni de plaque de soutien pour ancrage à l'une des extrémités et de bride de connexion vissée au tube antivandalisme de l'autre.

11) Exigences particulières

11.1) Torons

11.1.1) Variation de poids admissible

- La variation admissible du poids nominal spécifié ne pourra excéder $\pm 2\%$.
- Si, lors de la vérification du diamètre des fils de fer ronds, il est constaté qu'ils montrent une différence de l'ordre de ≤ 0.03 mm, il ne sera pas nécessaire de procéder à des essais de pesage.

11.1.2) Défauts de superficie

Des défauts superficiels longitudinaux pourront être acceptés à condition que leur profondeur soit inférieure à 4% du diamètre nominal du fil.

11.1.3) Linéarité/ Tolérances

Les bobines devront avoir un diamètre suffisamment grand pour pouvoir garantir que la flèche à l'intérieur de la courbe d'un échantillon de toron de 1 m de longueur, posé sans contrainte sur une superficie plane, n'est pas supérieure à 25 mm/m.

11.1.4) Coupe et préparation des torons

Lors de la coupe et de la préparation des torons, les fils ne devront pas se dérouler. Dans l'éventualité d'une telle situation, ces derniers seront remis en place et maintenus dans leur position d'origine sans difficulté.

La coupe des torons, après mise sous tension et/ou ajustement final, devra être exécutée avec une machine rotative à haute vitesse, avec une machine à disque de coupe, avec une scie d'acier rapide ou encore d'une toute autre méthode mécanique préalablement approuvée par l'inspection. La coupe aura lieu à une distance de l'ancrage équivalente à un diamètre environ.

Il ne sera pas permis de chauffer les torons. Eviter, par exemple, toute opération de soudure à proximité de ces derniers.

Le produit fini devra être exempt de tout défaut apporté à un quelconque stade de la production, susceptible d'empêcher leur fonctionnement en tant que toron de précontrainte.

11.1.5) Homologation du toron

Les torons devront être homologués par un organisme officiel, à la suite et conformément aux essais de traction, de ductilité et de dynamique selon les recommandations du Post Tensioning Institute (PTI).

11.1.6) Soudure dans le procédé de fabrication

Pour produire les longueurs normales de torons, il ne sera possible de pratiquer que des soudures individuelles sur les fils, et à condition que ces dernières aient lieu avant le tréfilage. Les soudures exécutées pendant ou après le procédé de tréfilage ne seront pas acceptées.

11.1.7) Protection contre la corrosion

L'oxydation de l'acier n'est pas acceptable.

Les torons devront être protégés de toute aspersion d'eau salée, de l'environnement maritime humide et de toutes les autres substances nuisibles à l'acier.

L'exposition directe à l'air devra être minimum ainsi qu'à tout autre environnement à haute teneur d'humidité.

Les torons devront être protégés de la corrosion par trois barrières au moins : la galvanisation des torons, l'imprégnation par un film de cire de pétrole et par un revêtement individuel de PEHD extrudé.

Galvanisation par immersion, à chaud, cf. points 1, 1.1 et 1.2.

L'espace entre les fils devra être rempli de cire de pétrole. Il en est de même pour les creux entre les torons et le revêtement de PEHD.

La cire ne devra pas perdre son volume ni sa capacité de remplissage avec le temps et elle devra conserver ses caractéristiques entre -20°C et $+50^{\circ}\text{C}$.

La troisième barrière de protection devra être une gaine ou un revêtement en polyéthylène de haute densité (PEHD), résistant aux effets du climat, de l'environnement maritime et des rayons ultraviolets.

12) Ancrages

Les ancrages permanents devront avoir une protection temporaire effective pendant toutes les phases de la construction, entre la date de leur installation et leurs ajustements définitifs, ou pendant une période minimum d'un an. Cette protection devra, par la suite, être remplacée par une protection permanente.

Les ancrages temporaires devront être protégés contre la corrosion pendant toute la période de leur utilisation.

Les ancrages devront être munis de dispositifs d'étanchéité de torons. Les tronçons de torons nus (non revêtus de PEHD) seront confinés dans un dispositif qui fera l'objet d'une injection de cire de pétrole ultérieurement.

L'injection de cire se chargera de rétablir la protection du revêtement de PEHD du toron quand cette-dernière aura été affectée à la suite de l'opération de mise sous tension.

13) Inspection et essais

13.1) Torons de hauban

13.1.1) Essai statique individuel

Un échantillon de 5m de toron pour chaque 10 Mg produit ou pour chaque longueur fabriquée (le plus petit des deux l'emporte) devra être collecté et servir aux tests

L'échantillon pour un essai statique devra avoir une longueur minimum de 1m et ne devra présenter aucune faille dans la région de l'ancrage. Dans cette éventualité, l'échantillon devra être éliminé et un autre échantillon devra être utilisé.

13.1.2) Essai individuel de fatigue et essai statique

En ce qui concerne l'essai de fatigue, l'échantillon de toron devra être testé sous une tension supérieure à 0,45 f s et avec une variation entre 213 et 443 Mpa, selon le cycle de tests choisi.

Au moins 5% des torons testés devront dépasser les deux millions de cycles.

Le test statique devra être effectué après le test de fatigue sur chaque échantillon. Les échantillons devront montrer une tension de rupture non inférieure à 0,95 f s.

Dans l'éventualité où un premier échantillon serait rejeté par le test statique, deux autres échantillons devront être testés. Si un autre échec survient, le lot fabriqué dont l'échantillon est le représentant devra être rejeté comme un tout.

Le fabricant doit procéder à des tests de relachement isothermique, de comportement à la fatigue, de déviation de tension et de corrosion sous tension, conformément à la norme EN 10138:94.

Le fabricant doit également montrer des diagrammes de tensions/déformations.

Les résultats de chaque essai doivent être présentés dans une communication officielle.

13.1.3) Tracé de la Courbe de Wöhler

Le fabricant devra montrer la courbe de Wöhler, tracée sur les meilleurs résultats d'essais dynamiques de l'ensemble "torons + crampon d'ancrage" employés dans la construction de l'œuvre d'art, selon les recommandations du PTI.

13.1.4) Ensemble : Ancrages / Torons

L'entreprise de montage des haubans, qui détient le procédé de précontrainte, devra montrer les essais sur le système d'ancrage proposé, pour un hauban équivalent en vertu des recommandations de la FIP – Fédération Internationale de Précontrainte.

Les ancrages devront être capables de résister à deux millions de cycles de variation de tension de 200 MPa, ce qui représente un effort supérieur égal à 45% de la résistance nominale de rupture du hauban et, à la fin de l'essai, l'ensemble devra résister à un effort statique d'au moins 90% de la résistance de rupture du câble.

Pendant l'essai de fatigue, uniquement 2% des fils individuels des torons (sur le total des fils) pourront se rompre. Aucun problème ne pourra se manifester au niveau des ancrages ni sur aucun autre composant de l'ancrage pendant l'essai de fatigue. Dans le cas contraire, il y aura lieu de rejeter le matériel.

La tension de rupture du câble devra être déterminée par le résultat obtenu lors de la mise sous tension des torons individuels (essai statique individuel du toron). Toute défaillance de l'ancrage, ou de ses composants, lors de l'essai statique sera un motif pour refuser l'essai. Après réalisation des essais de fatigue et d'essai statique, le câble devra être démonté et ses composants devront être soigneusement examinés. Tous les fils rompus ou fissurés seront identifiés et localisés.

14) Contrôle de l'exécution de durabilité – MONITORING -

14.1) Dans les phases d'exécution:

- a- monitoring continu et simultané des forces appliquées sur les haubans.
- b- contrôle du réglage final des forces appliquées sur les haubans.

14.2) Dans les phases de mise en service (fonctionnement) :

- a- Inspection visuelle périodique
- b- Lecture des charges actives sur les haubans au moyen de capteurs de charge placées sur les ancrages. En périodes définies au préalable, mise en place d'un programme de maintenance et de contrôle.

EP-11 Oeuvre d'art

1 Expérimentation de modèle réduit du pont en tunnel à vent

Unité : unit.

Préliminaires : Le prix inclut l'exécution des items suivants: confection du modèle réduit, expérimentation et présentation des données obtenues dans l'expérimentation.

Mesure : Par unité.

2 Installation de chantier

Unité : unit.

Préliminaires : Le prix inclut l'exécution des items suivants: guérite, bureau de l'administration, magasin, réfectoire, vestiaire, sanitaires, centrale de pointage, centrale d'armature, centrale de coffrage, centrale de pré-moulés, laboratoire de béton, de sols et chantier du contrôle outre tous les équipements nécessaires pour leur totale fonctionnalité.

Mesure : Par unité.

3 Exécution de pieux d'enracinement en terrain non rocheux

Unité : m

Préliminaires: : Le prix inclut les opérations d'emplacement, le transport des matériaux, le drainage, les équipements et la main d'œuvre nécessaire à la parfaite exécution du service; en sont exclus la main d'œuvre et les équipements supplémentaires nécessaires aux opérations d'armature et bétonnage.

Mesure : Par mètre de pieu effectué en terrain non rocheux.

4 Exécution de pieux d'enracinement en terrain rocheux

Unité : m³

Préliminaires : O prix inclut les opérations d'emplacement, l'excavation, le transport des matériaux excavés, le drainage, les équipements et la main d'œuvre nécessaires à la parfaite exécution du service; en sont exclus la main d'œuvre et les équipements supplémentaires nécessaires aux opérations d'armature et bétonnage, ainsi que les gaines métalliques perdues, étant donné que ces services seront payés séparément.

Mesure : Par mètre pieu effectué en terrain rocheux.

5 Béton fck=10MPa

Unité : m³

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture, le transport de matériaux pour l'usinage du béton, d'éventuelles pertes dues au stockage, le maniement, le transport, le coulage, le pompage, la densification, le finissage et la prise, en incluant la main d'œuvre et tous les équipements nécessaires à la parfaite exécution.

Mesure : Par mètre cube, calculé basé sur les dimensions de projet.

6 Béton fck=25Mpa

Unité : m³

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture, le transport de matériaux pour l'usinage du béton, d'éventuelles pertes dues au stockage, le maniement, le transport, le coulage, le pompage, la densification, le finissage et la prise, en incluant la main d'œuvre et tous les équipements nécessaires à la parfaite exécution.

Mesure : Par mètre cube, calculé basé sur les dimensions de projet.

7 Béton fck=30Mpa

Unité : m³

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture, le transport de matériaux pour l'usinage du béton, d'éventuelles pertes dues au stockage, le maniement, le transport, le coulage, le pompage, la densification, le finissage et la prise, en incluant la main d'œuvre et tous les équipements nécessaires à la parfaite exécution.

Mesure : Par mètre cube, calculé basé sur les dimensions de projet.

8 Béton fck=35Mpa

Unité : m³

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture, le transport de matériaux pour l'usinage du béton, d'éventuelles pertes dues au stockage, le maniement, le transport, le coulage, le pompage, la densification, le finissage et la prise, en incluant la main d'œuvre et tous les équipements nécessaires à la parfaite exécution.

Mesure : Par mètre cube, calculé basé sur les dimensions de projet.

9 Béton fck=40Mpa

Unité : m³

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture, le transport de matériaux pour l'usinage du béton, d'éventuelles pertes dues au stockage, le maniement, le transport, le coulage, le pompage, la densification, le finissage et la prise, en incluant la main d'œuvre et tous les équipements nécessaires à la parfaite exécution.

Mesure : Par mètre cube, calculé basé sur les dimensions de projet.

10 Fourniture d'acier pour béton arme CA-50

Unité : kg

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture,

Mesure : Par kilogramme, le poids à être considéré étant celui du projet, déterminé par la dimension théorique, le diamètre nominal et le poids spécifique de 7850 kg/ m³, dans la proportion suivante:

11 Application d'acier pour béton arme CA-50

Unité : kg

Préliminaires : Les prix incluent la coupe, le pliage, le coffrage, les pertes, les variations de longueurs, les gabarits, fil de fer recuit ainsi que la main d'œuvre, les matériaux et les équipements nécessaires à la complète exécution des services.

Mesure : Par kilogramme, le poids à être considéré étant celui du projet, déterminé par la dimension théorique, le diamètre nominal et le poids spécifique de 7850 kg/ m³, dans la proportion suivante:

12 Acier pour béton précontraint CP-190 RB

Unité : kg

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations de préparation des câbles et de la mise en gaine,

Mesure : Par kilogramme, déterminé par les dimensions de projets, diamètres nominaux des fils et barres d'armature et des torons de câbles et poids spécifique de 7850 kg/ m³, dans la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

13 Gaines métalliques pour Béton Précontraint

Unité : m

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en coffrage, le positionnement, la fixation et la postérieure injection de coulées de ciment après précontrainte;

Mesure : Par mètre, selon les dimensions et les diamètres déterminés par le projet dans la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

14 Ancrages actifs pour béton précontraint

Unité : unit.

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en coffrage, le positionnement, la fixation et la postérieure protection des câbles,

Mesure : Par unité, quantité et tailles déterminées par le projet, dans la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

15 Ancrages de raccord pour Béton Précontraint

Unité : unit.

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en coffrage, le positionnement, la fixation et la postérieure protection des câbles,

Mesure : Par unité, quantité et tailles déterminées par le projet, dans la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

16 Coffrage ordinaire en bois

Unité : m²

Préliminaires : Les prix incluent tous les matériaux et équipements nécessaires à leur confection, les travées, pertes et démolage inclus, ainsi que toute la main d'œuvre et les équipements nécessaires à la parfaite exécution des services.

Mesure : Par mètre carré, la surface à être considérée étant celle relative à la surface en contact avec le béton des différentes pièces des structures basées sur les dimensions du projet.

17 Coffrage en Bois pour béton apparent

Unité : m²

Préliminaires : Les prix incluent tous les équipements et les services nécessaires à leur confection, les travées, pertes et démolage inclus, ainsi que toute la main d'œuvre et les équipements nécessaires à la parfaite exécution des services.

Mesure : Par mètre carré, la surface à être considérée étant celle relative à la surface en contact avec le béton des différentes pièces des structures basées sur les dimensions du projet.

18 Coffrage glissant

Unité : m²

Préliminaires : Le prix unitaire inclut la main d'œuvre, le blocage interne et externe, les ceintures métalliques, les plaques métalliques, les cornières, les vis, le transport, les équipements, les outils, etc.

Mesure : Par mètre carré, dans la proportion suivante.

30% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

70% à la fin des services;

19 Etayage en bois pour oeuvre d'art

Unité : m³

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, la main d'œuvre et les équipements pendant la période nécessaire à la parfaite exécution du service, même après retrait.

Mesure : En mètre cube, le volume à considérer devant être compris entre la face inférieure de la structure et la surface libre du terrain ou de la lame d'eau.

20 Joint de Dilatation

Unité : m

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire à la parfaite exécution du service.

Mesure : Par mètre linéaire, les dimensions étant déterminées par les sections de projet.

21 Structure métallique pour support de tubes moules

Unité : kg

Préliminaires : Le prix unitaire inclut la fourniture, le transport interne, la préparation du local, le montage, les soudures, l'installation et les ajustages,

Mesure : Par kilo; la quantité et les dimensions étant définies en projet

22 Installation et déplacement du treillage pour l'exécution des encorbellements successifs

Unité : unit.

Préliminaires : Les prix incluent la fourniture, le transport de matériel, les équipements, le montage et opérations et les autres services de soutien qui se feront nécessaires à la parfaite exécution.

Mesure : Par unité, en accord au projet selon la proportion suivante:

70% au moment où le treillis sera disponible pour opérer sur le chantier;
30% à la clôture des services.

23 Acier pour Haubanage RB-177

Unité : kg

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations de préparation des câbles,

Mesure : Par kilogramme, déterminé par les dimensions de projets, diamètres nominaux des fils, barres, torons de câble et poids spécifiques de 7850 kg/m³, selon la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;
30% au moment où le matériel sera appliqué;

24 Gaires de PEHD (Polyéthylène Haute Densité) pour haubanage

Unité : m

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en place, le positionnement, la fixation.

Mesure : Par mètre, par les longueurs et diamètres déterminés par le projet selon la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

25 Ancrages actifs pour haubanage

Unité : unit

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en coffrage, le positionnement, la fixation

Mesure : Par unité, quantité et tailles déterminées par le projet, selon la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

26 Tubes moule pour haubanage

Unité : m

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en place, le positionnement, la fixation

Mesure : Par mètre, par les longueurs et diamètres déterminés par le projet, selon la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

27 Tubes Antivandalisme

Unité : m

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations, la mise en place, le positionnement, la fixation

Mesure : Par mètre, selon les longueurs et diamètres déterminés par le projet, dans la proportion suivante:
70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;
30% au moment où le matériel sera appliqué;

28 Cire d'injection dans les ancrages des haubans

Unité : unit.

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations d'injection et d'installation de la cape protectrice des ancrages des haubans.

Mesure : Par unité – une injection par ancrage.

29 Installation des torons de câble RB-177

Unité : kg

Préliminaires : Le prix inclut les matériaux, les équipements et la main d'œuvre nécessaire aux opérations de préparation des câbles et tension postérieure,

Mesure : Par kilogramme, déterminé par les dimensions de projets, diamètres nominaux des fils, barres, torons de câble et poids spécifiques de 7850 kg/m³, selon la proportion suivante:

70% au moment où le matériel sera disponible sur le chantier;

30% au moment où le matériel sera appliqué;

30 Équipement métallique de néoprène

Unité : dm³

Préliminaires : Le prix inclut la fourniture, le transport interne, la préparation du local, l'installation et les ajustages.

Mesure : Par décimètre cube fourni et mis en place, dimensions déterminées par le projet.

31 Grille métallique

Unité : dm³

Préliminaires : Le prix inclut la fourniture, le transport interne, la préparation du local, l'installation et les ajustages.

Mesure : Par décimètre cube fourni et mis en place, dimensions déterminées par le projet.

32 Drain de PVC

Unité : unit

Preliminaires : Le prix inclut la fourniture, le transport interne, la preparation du local, l'installation et les ajustages.

Mesure : Par unite, dimensions selon le projet

11. Informations pour Elaboration du Plan d'Exécution des travaux

11.1 Facteurs d'influence

11.1.1 Localisation

Le pont sur le fleuve Oyapoc se localise à la frontière entre le Brésil et le Territoire français, se situant plus proche de la commune d'Oiapoque (Côté Brésil) à l'extrême nord de l'État de l'Amapá et un peu plus éloigné de Saint-George de l'Oyapock en Guyane française. Le site du pont est connu sous la dénomination de "Pointe Morne".

11.1.2 Climat et pluviométrie

Selon la Typologie Climatique du Brésil, la zone d'influence de la BR 156 présente les caractéristiques de deux Unités Climatiques distinctes ici dénommées unités 01 e 02: (i) l'Unité 01 correspondante à la portion sud de la zone d'influence, du début de la surface en étude jusqu'aux environs de Calçoene, est insérée dans la région de prédominance du type climatique Equatorial Chaud et Humide avec des périodes de sécheresse pouvant s'étendre jusque sur 3 mois; et, (ii) l'Unité 02 correspondante à la portion nord de la zone d'influence, des environs de Calçoene jusqu'à Oiapoque, est insérée dans la région de prédominance du type climatique Equatorial Chaud et Humide, avec des périodes de 01 à 02 mois de sécheresse (IBGE 1993).

L'Unité climatique 02 concerne la région où est implanté le Lot 04 de la BR-156/AP.

- **Unité climatique 02:**

L'Unité 02 présente une classification climatique selon Köpen, du type Af, soit tropicale humide du type mousson sans saison froide.

La précipitation y est excessive pendant quelques mois ce qui compense la période de un ou deux mois où les précipitations sont proches de 60 mm.

La moyenne annuelle de précipitation dans les environs de la surface considérée tourne autour de 300 mm affichant en moyenne 180 jours de pluie par an.

La température se maintient toujours élevée avec une moyenne annuelle de 26° centigrades, la température moyenne minimale étant de 21,5° centigrades et la moyenne maximale de 31° centigrades.

Figura I.a - Distribution Moyenne Probable des Précipitations

Erreur ! Des objets ne peuvent pas être créés à partir des codes de champs de mise en forme.

11.1.3 Caractéristiques techniques

Il s'agit d'un pont d'une longueur totale de 378,0 m composé d'un tablier haubané de 345 m de longueur et de deux caissons d'équilibre de 16,50 m de long chacun. La plate-forme a une largeur de 13,70m ce qui donne au tablier une surface totale de 5.178,60m².

La coupe transversale est constituée d'une passerelle piétonnière d'une largeur nette 2,52m, et d'une piste carrossable de 9,0m comportant deux bandes de 3,50m, e deux bandes de sécurité de 1,00m chacune. Le tablier comporte aussi deux barrières de sécurité infranchissables incorporées aux longrines et un muret de protection latérale 0,20m, la largeur totale étant donc de 13,70m.

Les barrières infranchissables seront coulées "in loco" avec les longrines du pont.

Quant au revêtement de la chaussée, il est prévu l'utilisation d'un pavage flexible de béton bitumineux d'une épaisseur de 7cm.

Les gabarits de navigation adoptés pour le site ont une largeur 50,0m et une hauteur nette de 15,0m, étant localisés au milieu du pont sous la travée de 245,0m de long.

La construction sera projetée répondant à toutes les normes brésiliennes en vigueur considérant le véhicule de classe TB-45.

Longitudinalement le pont est constitué de 3 portées, à savoir la porté principale mesurant 245,0m, deux portées d'équilibre mesurant 50,0m et deux caissons d'équilibre de 16,5m de long. La coupe transversale est constituée de deux longrines (poutres) de 1,27m de hauteur sur les bordures de la piste carrossable et d'une dalle d'une épaisseur minimale de 35cm obéissant à une inclinaison transversale de 2,5%. Le tablier sera précontraint longitudinalement et transversalement avec l'utilisation d'acier CP-190RB.

L'intérieur des caissons d'équilibre sera rempli de gravier jusqu'à hauteur de 1,0m du fond de la dalle supérieure. Ce remplissage a la finalité d'ajouter du poids à la structure du caisson et d'équilibrer les forces provoquées par les haubans ancrés dans ce caisson.

Les portées d'équilibre seront exécutés sur cintrage, les caissons d'équilibre aussi seront coulés "in loco", ces structures seront construites avant de débiter la portée centrale.

La portée centrale (portée 2) sera subdivisée en voussoirs d'une longueur d'environ 7,0m coulés grâce à l'emploi de deux poutres de lancements successifs qui avanceront au voussoir suivant uniquement après le durcissement du béton du tablier et la tension des haubans du propre voussoir et des haubans équivalents de la travée d'équilibre.

Le mât aura la forme de "H" et sera composé de deux pylônes carrés à coupe creuse aux dimensions de 6,0m x 2,05m et aux parois de 40cm et 50cm d'épaisseur respectivement. Ils seront bloqués à la hauteur du tablier par une poutre à coupe en format de caisse avec parois et dalle supérieure d'épaisseur de 50cm et dalle inférieure d'épaisseur de 30cm. Sur cette poutre seront posés les équipements métalliques de tête de piles avec la capacité de 700tf sur lesquels s'appuieront les longrines du pont. À partir du niveau du tablier le mât monte avec une coupe rectangulaire creuse et dont les dimensions varient de 6,0m x 2,05m à 4,0m x 2,05m jusqu'au niveau de la seconde travée qui aussi aura une coupe creuse. À partir de ce niveau le mât passe à avoir une coupe rectangulaire creuse aux dimensions constantes équivalentes à 4,0m x 2,05m d'où sortiront les haubans. Dans ce dernier tronçon il existe une troisième travée à coupe en format de caisse. Une dalle d'occlusion d'épaisseur de 0,4m sera confectionnée au sommet du mât. Pour l'exécution du mât seront utilisés des coffrages glissants jusqu'à la seconde travée et des coffrages grimpants à l'emplacement où seront ancrés les haubans. Il sera utilisé du béton avec $f_{ck}=35\text{MPa}$.

L'haubanage sera composé de deux plans de haubans reliant le tablier au mât. Cet haubanage sera réalisé avec de l'acier CP-177RB.

L'infrastructure des piles sera composée de parpaings aux dimensions de 10,8m x 6,8m et hauteur de 3,0m. Ces parpaings prendront appui directement sur la roche avec une tension normale d'approximativement 0,7MPa. De ces parpaings monteront les mâts sur lesquels sera utilisé $f_{ck}=25\text{MPa}$. Les caissons d'équilibre auront aussi leur dalle inférieure directement appuyée sur la roche avec une tension normale approximativement 0,7MPa.

Au milieu de la portée centrale sera installé un joint métallique qui en fera la fermeture permettant le passage de véhicules et évitant la mobilité du tablier.

11.1.4 Conditions d'appui logistique

L'appui logistique pour le logement du personnel mobilisé pour le chantier devra être déployé dans la ville de Calçoene-Oiapoque.

La fourniture de biens de première nécessité ainsi que ceux de gamme supérieure devront s'appuyer sur la ville de Macapá.

12. Responsables de l'Elaboration du Projet

12.1 Ingénieurs responsables pour l'élaboration du :

- Coordination Générale :
- Ingénieur Rogério Giglio - Registre auprès du Conseil Régional d'Ingénierie et Architecture CREA n° 11.470 - D/PE)

13. Mention de Référence

ANEXE I

MENTIONS DE RÉFÉRENCE

ANNEXE I

TERMES DE REFERENCE POUR L'ELABORATION DU PROJET D'EXECUTION D'INGENIERIE VISANT LA CONSTRUCTION DU PONT SUR LE FLEUVE OYAPOCK, RELIANT LE BRÉSIL (OYAPOCK) ET LA GUYANE FRANÇAISE (SAINT-GEORGES)

1 – INTRODUCTION

Les Termes de Référence ici présentés ont la finalité de définir les objectifs et les directives à observer dans la conduite du Projet d'Exécution d'Ingénierie, partie intégrante du contrat de construction du pont international, conformément à ce qui est décrit ci-dessous:

- Tronçon: Tronçon BR-156/AP – Pont sur le fleuve Oyapock – Tronçon RN 2 (lieu dit Ponta Morna ou "Pointe Morne") – frontière entre le Brésil et la Guyane Française;
- Largeur du pont avec section transversale constitué d'une passerelle piétonnière d'une largeur de 2,52 m dégagée et d'une piste carrossable de 9,00m, constituée de deux bandes de roulement de 3,50 et de deux bandes de sécurité de 1,00 chacune.
- Longueur du pont 378,00 m, comprenant un tablier d'une longueur de 345,00m et de deux caissons de contrepoids d'une longueur de 16,50m chacune;

2 - DÉFINITION

On appelle Projet d'Exécution d'Ingénierie du Pont, l'ensemble des éléments nécessaires et suffisants, fourni avec un niveau de détails et de précisions exigé pour caractériser l'ouvrage, élaboré sur la base des indications des études techniques présentées dans l'avant-projet sommaire d'ingénierie, qui permet de suivre le Plan d'Exécution de l'Œuvre en respectant les méthodes, les normes techniques et le délai d'exécution.

Les travaux devront suivre ce qui a été convenu dans l'ACCORD cité plus haut, et les normes de l'Association Brésilienne des Normes Techniques – ABNT (www.abnt.org.br)

Le prestataire de service devra obtenir l'autorisation préalable de l'autorité navale compétente pour la construction du pont, conformément à ce qu'exigent les normes des travaux, le dragage et les normes de recherche et de taille et d'extraction des minerais, sur les marges des eaux soumises à la jurisprudence brésilienne – NORMAM 11, telle qu'approuvée le 11/02/2000.

3 – PROJET D'EXECUTION D'INGENIERIE

Les présents Termes de Référence portent sur l'ensemble des Études et des Projets à développer selon les

DIRECTIVES DE BASE POUR L'ELABORATION DES ÉTUDES ET DES PROJETS ROUTIERS – Délimitation de l'envergure /Instructions de Service - 2006, IS-214, diverses Normes du DNIT, ainsi que les Normes de l'Association Brésilienne des Normes Techniques –ABNT (www.abnt.org.br) et l'**Avant-Projet Sommaire d'Ingénierie tel qu'approuvé par la Commission Intergouvernementale Brésil / France.**

Les Études et Projets sont constituées de ce qui suit :

- a) Harmonisation de l'axe du pont avec l'axe des accès aux routes BR-156/AP, au Brésil et à la RN 2 - (Route Nationale 2), en Guyane française.
- b) La conception du Projet d'Exécution d'Ingénierie du Pont sur le fleuve Oyapock, sera conforme à la solution présentée dans l'avant-projet sommaire d'ingénierie approuvé par la **Commission Intergouvernementale Brésil / France** ou présentera une variante conformément à l'article 14 de l'avis d'appel d'offres.

4 - ETENDUE DU TRAVAIL

4.1 - NORMES ET INSTRUCTIONS

Le prestataire de services devra respecter les Normes de l'ABNT (www.abnt.org.br) ainsi que les Normes et les Instructions du DNIT (www.dnit.gov.br/ipr) pertinentes à chaque aspect des études et des projets, en considérant les particularités et l'objectif de la tâche à réaliser, **ou leurs équivalences en normes françaises ou européennes.**

Les instructions et les spécifications de travaux contenues dans les documents du DNER et en vigueur au DNIT (www.dnit.gov.br/ipr), devront être observées.

Dans l'éventualité où les normes du DNIT et celles de l'ABNT seraient en contradiction, ce sont les normes de l'ABNT qui l'emporteront.

4.2 - PHASES DU PROJET

Les projets devront être développés en deux phases A et B, telles qu'exposées ci-dessous:

4.3 - PHASE A - PHASE PRELIMINAIRE

Développée selon les directives de base concernant l'élaboration d'études et de projets routiers, DNIT/2006 (IS-214).

Il faudra tenir compte des études déjà effectuées par la République Française et du **Projet d'Exécution d'Ingénierie** destiné à la réfection, rénovation et au revêtement de la chaussée de la route BR-156/AP - Lot 4 – Segment du Km 743,95 au Km 794,80 et l'accès à la frontière Brésil/Guyane(1,90 Km), approuvée en 11/03/2005, ainsi que de **l'avant-projet sommaire d'ingénierie du Pont approuvé par la Commission Intergouvernementale Brésil / France:**

- Études topographiques complémentaires pour l'emplacement du Pont (IS-204);
- Analyse de l'avant-projet sommaire d'ingénierie disponible;
- Composante environnementale des projets d'ingénierie routière (IS-246)
- Études géotechniques (IS-214)

Pour mieux caractériser le sol des fondations, ainsi que pour désigner le responsable technique sur le projet d'exécution des fondations, il est recommandé, après l'emplacement respectif des piles et des caissons d'équilibre d'exécuter de nouveaux sondages de reconnaissance. Il est suggéré de faire au moins deux perforations pour chaque pile et deux perforations pour chaque caisson d'équilibre.

4.4 - PHASE B - PROJET EXECUTIF D'INGENIERIE

En partant de l'avant-projet sommaire d'ingénierie approuvé par la **Commission Intergouvernementale Brésil / France** ou de l'étude de la solution variante, il sera développé un projet d'exécution d'ingénierie pour l'ensemble de l'ouvrage, avec des dimensionnements, des dessins, des plans de coffrage, des détails de construction, des mémoires de calcul, des spécifications de services, y compris complémentaires et particuliers, et un plan d'exécution de l'ouvrage, en considérant l'aspect logistique de l'acheminement des matériaux et des intrants de l'ouvrage. Ce projet d'exécution a pour finalité, outre le fait d'orienter les travaux, de présenter, en vue d'obtenir l'appréciation de la **Commission Intergouvernementale Brésil / France**, les documents techniques nécessaires et suffisants pour la complète exécution de l'ouvrage.

4.4.1 - Projet d'exécution de l'ingénierie du Pont

Le projet d'exécution d'ingénierie du Pont sera développé selon ce qui est prévu dans :

- l'IS-214 des Directives de Base pour l'Élaboration d'Études et de Projets Routiers, ed. 2006 ;
- le Manuel de Projet d'Oeuvres d'Arts, ed. 1996,
- le Manuel de Construction d'Oeuvres d'Art, ed. 1995 élaborés par l'ancienne DNER

(www.dnit.gov.br/ipr).

- tout en tenant compte des ajustements établis dans ces Termes de Référence et

- conformément aux Normes de l'ABNT (www.abnt.org.br) ci-dessous citées, entre autres:

. Norme DNIT 012/2004 – PRO - Exigences de qualité dans les projets routiers – Procédures (www.dnit.gov.br/ipr).

. NBR 7.187/2003 - Projet de pontes de béton armé et de béton précontraint – Procédures (www.abnt.org.br) .

. NBR 6.118/2003 - Projet de structures de béton – Procédures (www.abnt.org.br).

. Dans l'éventualité où la solution alternative d'une meso-structure en acier serait adoptée , les normes respectives de l'ABNT, devront être respectées (www.abnt.org.br).

. Il convient aussi de considérer les prescriptions de la Loi n° 10.098, du 19/12/2000 et de la Norme NBR 9050 (www.abnt.org.br), (Accessibilité par les personnes porteuses de handicaps physiques aux immeubles, espaces, mobiliers et équipements urbains).

Le projet d'exécution de génie devra comporter les éléments suivants:

- Mémoire de calcul structurel de la solution adoptée qui définit les principales sections et les éléments particulièrement pertinents de la structure, en mentionnant les vérifications de résistance et la quantité approximative des armatures;

- La qualité du béton et le recouvrement des armatures devra être en accord avec la classe d'agressivité environnementale de l'emplacement de l'ouvrage (sections 6 et 7 de la NBR 6118) (www.abnt.org.br);

- Indication de la résistance caractéristique du béton (f_{ck}) dans tous les dessins et mémoires de calcul qui décrivent techniquement le projet et les autres spécifications prévues au point 5.1 de la NBR 12.655/1996 (www.abnt.org.br);

- **Indication de la résistance caractéristique de l'acier dur et de l'acier doux;**
- **Adopter les classes de résistance du béton du Groupe I, en accord avec la NBR 8.953/1992 (www.abnt.org.br);**
- **Élaboration de dessins contenant les données concernant les points suivants:**
 - Éléments topographiques

- carte de la situation de la région d'influence de l'ouvrage;
- plan et profil du lieu d'implantation de l'ouvrage, contenant la structure, les accès, les pentes, l'enfoncement des pieux et la présence de faits, relief ou aménagements préexistants tels que, voies de circulation, fleuve (sécheresse et crue), avec gabarits et cotes respectifs;
- emplacement de l'ouvrage, avec courbes de niveau espacées de manière à permettre une caractérisation parfaite des déclivités des coupes et des terrassement ;
- intersection du profil du terrassement avec celui du terrain naturel;
- sections transversales des appuis, montrant l'implantation des fondations.
- Éléments géotechniques: profil longitudinal du terrain, comportant les données de sondage à l'endroit exact de chaque appui, profil du sous-sol, indiquant le taux de résistance rencontré dans le calcul, le type et les dimensions des fondations avec les charges maximum autorisées.
 - A l'emplacement exact de chaque fondation il faudra au moins réaliser un sondage (point 3.2.3 du Manuel de Projet d'Ouvrages d'Art et point 3.2.5 de l'IS 206: Études Géotechniques) (www.dnit.gov.br/ipr).
- Éléments hydrologiques: niveau normal, de crue maximum et section de débit calculée; indiquer la profondeur des eaux.
- Éléments géométriques: déclivité transversale et longitudinale, éléments de courbes verticales et horizontales.
- Drainage superficiel: système de drainage pluvial sur le tablier et ses accès. Les eaux pluviales captées par les dispositifs de drainage du pont, devront être conduites vers les marges du fleuve.
- Dessins de structure: dessin de coffrage, avec élévations, plans, coupes longitudinales et transversales, détails structurels, spécialement de jonction, types, positionnement et dimensions des appareils d'appui, détails architecturaux et position de l'ouvrage en plan et de profil, y compris les fondations. Indiquer, encore, dans le dessin principal, les spécifications des matériaux, des charges mobiles ou éventuelles surcharges adoptées, y compris celles découlant du procédé d'exécution prévu.
- Stratégie constructive du tablier (meso-structure).
- Quantitatifs de services et mémoire de calcul de tous les quantitatifs de service (IS DG/DNIT n° 01/2004, de 26/05/04) (www.dnit.gov.br/ipr). Nous attirons l'attention sur la nécessité de la déclaration du fait que les quantitatifs ont été vérifiés par le projeteur et qu'il prend l'entière responsabilité des quantitatifs présentés, en accord avec le modèle suivant:

“L’Ingénieur, responsable du (des) projet(s) de, et l’entreprises, ici représentée par le responsable technique, l’ Ingénieur, déclarent avoir calculé et vérifié les quantitatifs concernant le(s) projet(s) de, dont ils assument l’entière responsabilité.”

- **Plan d’Exécution des travaux (IS-222) (www.dnit.gov.br/ipr), tenant compte de la logistique concernant les matériaux, le matériel et le personnel.**

4.4.2 - *Projet d’exécution de la signalisation (IS-215)* (www.dnit.gov.br/ipr)

Le projet d’exécution de signalisation sera constitué :

- de la définition du standard et des critères d’utilisation des dispositifs de signalisation horizontale (matériel, dimensions des bandes), signalisation verticale (dimensions et matériel de panneaux et de leurs supports, ainsi que de la signalisation suspendue), des dispositifs auxiliaires (types d’accrochage, écrous ou boulons et leur positionnement), et des feux continus ou intermittents, selon le cas;
- de la définition des directives pour un programme de sécurité du trafic pendant les travaux;
- de la quantification préliminaire des travaux, y compris une prévision de la signalisation pendant l’avancement des travaux;
- signalisation nautique diurne et nocturne (y compris pendant la phase des travaux de l’ouvrage).

4.4.3 - *Projet d’exécution des travaux complémentaires (IS-217 et IS-218)* (www.dnit.gov.br/ipr)

Il sera également élaboré des constructions de protection, des barrières, des clôtures d’enceinte, de délimitation et d’éventuels travaux de contention.

4.4.4 – *Composante environnementale*

Cet aspect devra être présenté en accord avec l’ IS-246 (www.dnit.gov.br/ipr).

La présentation des projets de récupération environnementale sera faite au moyen de tableaux contenant l’emplacement des activités, l’ indication des projets types ou spécifiques et les quantitatifs de services respectifs.

La composante environnementale devra comporter:

- la caractérisation des mesures, des services et des tâches concernant ce point, compris ou dilués dans d’autres éléments du projet de pont.
- l’évaluation de l’adéquation et de la suffisance de ces mesures et tâches, qualitative et quantitative, relative à ce thème et une proposition d’améliorations pertinentes;
- la définition des mesures, des services et des tâches spécifiques pour ce point, y compris:
 - l’élaboration d’un indicateur ou d’une liste de mesures administratives et opérationnelles à suivre pendant l’élaboration de ce projet, pendant sa construction et dans la phase subséquente d’opération routière;
 - le modèle préliminaire des ouvrages et des services physiques à incorporer au projet, en tant que point spécifique, ou encore pour intégrer les autres volets du projet routier. Ici, il convient d’inclure les aménagements paysagers et de signalisation vivante; et,
- la quantification et les estimations finales des ouvrages, des services et des mesures administratives et opérationnelles.

4.4.5. - *Projet d’expropriation (IS-219)* (*s’il y a lieu*) (www.dnit.gov.br/ipr)

Le projet d’expropriation devra être élaboré pour répondre aux directives ci-dessous:

- la délimitation définitive des divers immeubles anciens et caractérisation des aménagements au moyen d'une inspection visuelle externe et sur le Projet d'Exécution d'Ingénierie, cité dans le point 4.3;
 - évaluation de situations d'échange et d'investissement possibles;
 - élaboration d'un barème de valeurs standards pour les terrains et leurs aménagements; et
 - attribution de valeurs aux propriétés et estimatif total du coût des expropriations.
- Le produit de cette étape constituera un volume à part, partie intégrante du Projet d'Exécution, contenant, d'ailleurs le rapport photographique.

4.4.6 - *Projet d'exécution de l'éclairage (IS-235)* (www.dnit.gov.br/ipr)

Dans cette phase, les travaux suivants seront exécutés:

- projet d'éclairage du pont;
- définition de la configuration et du système d'éclairage, y compris les niveaux lumino-techniques et les zones de transition, en tenant compte de la hiérarchie des voies, des largeurs et d'autres aspects géométriques;
- définition des exigences de construction, tout spécialement souterraines, devant être prises en compte dans le projet.

4.4.7 – *Plan d'Exécution de l'ouvrage*

Le Plan d'Exécution de l'Ouvrage devra être présenté en accord avec l'IS N° 15 de 20/12/2006 du DNIT (Bulletin Administratif du DNIT n° 051 du 18/22/02/2006):

- présentation du planning détaillé de l'ensemble des activités devant être exécutées dans le cadre du projet; prendre en considération les aspects concernant le climat, et la pluviométrie, notamment en ce qui concerne la période des pluies et le nombre de jours de pluie par mois, l'appui logistique, le délai d'exécution des travaux, l'installation du chantier, les équipements minimum et le programme de démarrage des travaux.

4.5 – *Présentation du Projet d'Exécution d'Ingénierie*

L'Impression Définitive du Projet d'Exécution approuvée par la **Commission Intergouvernementale Brésil / France**, outre les exemplaires imprimés sera, également, fournie en CD-ROM en deux exemplaires, destinés à la partie brésilienne et à la partie française.

4.5.1 - Impression Définitive du Projet d'Exécution

Seulement après la validation de la Minute du Projet d'Exécution par la Commission Technique, l'impression définitive sera autorisée. Elle comportera les volumes suivants:

VOL. N°	Description du contenu	Format	N° d'exemplaires
1	Rapport/Mémoire Justificatif du Projet d'exécution	A4	4
2	Projet d'Exécution d'Ingénierie	A1/A3	4
3	Rapport sur la Composante Environnementale - RCA	A4	5
4	Plan d'Exécution des travaux	A4	4
5	Projet d'Expropriation (si nécessaire)	A4/A3	5

Remarque: - Dans le Volume-1, sous la forme d'une Annexe, est fournie une copie des présents Termes de Référence.

Il faut remarquer que:

- Le Volume 1 – Rapport / Mémoire Justificatif du Projet d'Exécution, devra comporter les documents ci-joints:
 - Copie des présents Termes de Référence.
 - Copie de l'ART de l'entreprise responsable de l'élaboration du projet, signée avec justificatif du paiement et de l'inscription au CREA (Ordre des Ingénieurs) .
 - Copies des ARTs des professionnels qui élaborent chacun des points constituant le projet, signées et avec justificatifs des paiements au CREA régional ou national.
 - Identification des professionnels responsables de chacun des points constituant le projet, avec les noms complets et les immatriculations respectives au CREA régional.
 - Déclarations de responsabilité, pour les quantitatifs de chaque type de projet, conformément au modèle spécifique, dûment signées et en chapitre spécifique.
- Inclure dans le Volume 2 – le Projet d'Exécution d'Ingénierie, le projet du chantier des travaux et des bases-vie.
- Le Projet d'Exécution d'Ingénierie (Volume 2) du Pont, doit être présenté en planches format A1, pliées en format A3. Quant aux autres Projets, les présenter en planches format A3.

5 – INSPECTION

Les services d'élaboration du projet d'exécution, ainsi que l'exécution des travaux, seront inspectés par la Commission Technique Franco- Brésilienne, tel que prévu dans l' Article 26 de l'ACCORD et par l'Entreprise de Consulting qui sera chargée de l'inspection des travaux et du contrôle de la qualité.

GLOSSAIRE

GLOSSAIRE ('as translated") Version du 25 novembre 2008	
PORTUGAIS	FRANÇAIS
AC/DC	CA/CC Courant alternatif et courant continu
acampamento	base-vie
acarretar	engendrer
aceite	accord
acelerância	Intensification (des forces)
acionar , buscar responsabilidade	rechercher
aço carbono	acier carbone
aço doce	acier doux
aço duro	acier dur
aço galvanizado	acier galvanisé (galvaniser c'est zinguer mais à chaud)
aço zincado	acier zingué
acostamento	accotement, bande d'arrêt d'urgence
adiamento	ajournement / report
adiar	ajourner / différer / reporter
aduela	voussoir (chaque pierre formant le cintre - partie courbe - d'un arc, d'une voûte, d'une arcade)
aduela de disparo	???
aduela de fechamento	voussoir de clavage
aduela de partida	Un voussoir de départ, claveau, voussoir de pile
agregado	agrégat, pierre concassée, fines de béton

agregado graúdo/miúdo
ajudante
alegar
alongamento
alongamento mínimo na ruptura
alvenaria
amostra
anchorage slip (encunhamento)
anfibólitos
aparelhos de apoio metálicos
apêndice
aplicação
apoio
aquisição
arcar
argamassa
armadura de ferro (vergalhões)
armaduras ativas e passivas
aro
arqueano
arquitetônico
arrancamento
arruela
ART
asfalto
asfalto (de tipo) diluído
assinatura dinamica
atender
atenuadores
aterro

agrégat grossier/fin
manœuvre, auxiliaire,
Prétendre, invoquer, faire référence à
étirement
allongement minimum à la rupture
travaux de maçonnerie, gros œuvre
échantillon
rentrée d'ancrage
amphibolites
équipement métallique de tête de pile
annexe
pose
pile (de pont)
collecte (de donnees), releve
assumer
mortier
armatures (pour le béton)
armatures en fer, du béton armé.
Jante / enjoliveur
archéen
architectural
arrachement?
rondelle
Cahier des Responsabilités Techniques
bitume
bitume fluidifié
singularite dynamique
répondre
amortisseurs, (dampers, tuned mass-dampers)
terrassement, remblai, comblement

atestado

atraso na divulgação das respostas

atrato

Autarquia Federal

avanço dos balanços

averbado

bainha

balanços sucessivos

bancada

barreira

base

base

base - diâmetro

bate-estaca

**batimetria (medição da profundidade das
massas de água (oceanos, mares, lagos etc.) para
determinar a topografia do seu leito**

BDI = bonificação despesas indiretas

benfeitoria

bloc

bloco

bloco

boca-de-lobo

bocal

bota-fora

brita

britador

broca

bucha

attestation

réponse tardive ;

frottement

Administration Fédérale

encorbellement

émargé, avalisé,

gaine extérieure tressée 16 fuseaux en polypropylène haute ..

encorbellements successifs

établi

barriere en beton (new jersey)

socle

**couche de base (ordre, de haut en bas : bitume – couche de base
– couche de fondation – couche de forme)**

embase (piles)

mouton

profondeur des eaux

TVA

aménagement

embase

Parpaing (pour la construction de murs)

embase, culée

avaloir, bouche d'égout

douille

décharge

gravier, gravillons

concasseur

pique

cheville

bueiro
bueiros
bueiros celulares
bueiros tubulares
cabível
cabos ligados a mastros
cabos verticais
caçamba
cadernos de perguntas e respostas
caibro
caixa
caixa comutadora
caixa de equilíbrio
caixas coletoras
calado
calçada meio-fio + guia
calhaus
caminhão carroceria
caminhão pipa
caminhão com base
caminhos de serviços
canteiro
capacitor
carga
carga da multidão
carga elétrica
carrinho de mão
carroceria
carta de fiança (bancária)
cauliníticos
cava

égout
bouches d'évacuation des eaux de pluies
buses d'égout en béton cellulaire
buses d'égouts tubulaires
pertinent
câbles porteurs
suspentes
benne
cahier questions-réponses
chevron (de charpente)
caisson batardeau : volume rectangulaire constitue de palplanches en acier
boitier de connexion, panneau
caisson d'équilibre, culée
collecteurs
tirant d'air
trottoir, caniveau
galets
camion remorque (benne fermee hermetiquement)
camion citerne
camion à plateforme
chemins de services, chemin de câbles électriques
chantier
condensateur
effort, charge, pression, force, poids
chargement par une foule
puissance
brouette
camion-remorque fermé
lettre de créance (bancaire)
kaoliniques
excavation

CBUQ

CBUQ (Concreto Betuminoso Usado a Quente)

CCO - Caixa Comutadora Operacional

cera (de petróleo)

cerca de arame farpado

certidão

chave

chaves curto-circuito

cheia

chumbador

chumbar

cimbramento

cimbrar

clastoquímicos

CNPJ

coberturas

colocação

compensado ou madeira compensada

comprovante

concorrência (pública)

concreto de cimento

concreto magro

confecção e lançamento

conha

considerações gerais

consultora

contador / medidor

contator

contra-flecha

contratação / contratado

contratante

beton bitumineux

béton bitumineux / enrobé bitumineux

Panneau de connexion

cire (de pétrole)

clôture en fil de fer barbelé

certificat

interrupteur

???

crue de fleuve

scélé (dans béton)

scéler

cintrement, cintrage

cintrer

???

Répertoire National Brésilien des Contribuables à Personnalité Morale

couvertures (pour le toit)

pose

contreplaqué

justificatif

appel à la concurrence, appel d'offres (public)

béton de ciment

béton maigre

confection et lancement

calle, sertissage, crampon, cone

remarques générales

entreprise de consulting

compteur

contacteur

contre-flèche

embauche, prestation de service / prestataire

donneur d'ordre, maître d'ouvrage, pouvoir adjudicateur

controle razoável (emulsão catiônica)

Conversor

coordenação-geral de cadastro e licitações

cordoalho

corte

cota

CPF

cravete

CREA

cronograma

cumprimento

cunho

cura do concreto

cura média (concreto) = MC medium-curing

curva de nível

custódia

declaração de opção

decorrente

defensa

defesa

deficiência

demolição de dispositivos de concreto

Departamento Nac. Infra de Transportes

desbitolamento

desclassificação

dimensionamento

DIN

direção colegial

discriminação

dissimular

contrôle raisonnable (émulsion actionique)

convertisseur

coordination générale d'immatriculation et des licitations

câbles, toron de câbles, assemblage de câbles en toron, haubans en câbles d'acier tressés

coupe

cote

répertoire national brésilien d'identification des contribuables personnes physiques

ardillon

Conseil Régional d'Ingénierie, Architecture et Agronomie

Calendrier, chronogramme

respect, adhésion, exécution

Collier (de serrage, de fixation)

prise, durcissement du béton

vitesse de séchage (prise) moyenne

courbe de niveau

dépôt et consignation

déclaration d'option

résultant

barrière de sécurité, garde-fou

murets de protection sur le bord

manque

démolition d'éléments en béton

Dép. Nat. d'Infra des Transports

variation dans la longueur (en ce qui concerne le pont),

laminage défectueux (irrégularités de l'épaisseur pour les autres cas)

élimination

dimensionnement

normes DIN

direction collégiale

description, détail du contenu

masquer intentionnellement

dissipador de energia	dissipateur d'énergie
DMT	Distance moyenne de Transport
documentado	accompagné de pièces justificatives
E.L.U. = <i>Environmental Load Unit</i>	ELU
elemento principal do tabuleiro	voussoir
Elemento principal do tabuleiro	travée principale ou travée centrale
eletroduto	chemin de câbles
em balanço	en porte a faux, en equilibre
E-mail	courriel
emaranhado de troncos ou resíduos flutuantes	Affouillement, amoncellement, tas
embasamento	embasement
empreendedor	entrepreneur, chef d'entreprise
empreendimento	tâche à réaliser
empreitada	au forfait, travail à la tache
empuxo	poussée
emulsão asfáltica catiônica	émulsion routière de bitume cationique
encargos trabalhistes	redevable des cotisations et des charges salariales dues dans le cadre du Droit du travail
enchimento	remplissage
encontro	jonction
encordoamento	cable tresse
enfição	enfilage
engaste	encastrement
ensaio	essai
entidade	institution
entrada d'água	entrée dans le coursier
entrega	livraison
envoltórias (curvas)	enveloppes (courbes)
EPP = Empresa de Pequeno Porte	PE = Petite Entreprise
escada de marinheiro	échelle à crinoline ou échelle garde-corps
escala	échelle
esclarecimento	précisions

escopo	périmètre, étendue, rayon d'action, envergure limite
escoramento	étagage, soutènement,
esforços (axiais)	efforts (axiaux), contraintes
espaço entre 2 mastros	travée
esquadrillas	chassis, travées de fenêtres, encadrement
estabilizada granulometricamente	idem
estaca	Borne, marque de géomètre, de route
estaca de ponta	pointe du pieu
estaca raiz	pieu foré, pieu d'enracinement
estacas batidas	pieux battus
estado limite de serviço	état-limite de service
estado limite último	état-limite ultime
estai	hauban(s) = barre ou câble garantissant rigidité construction
estaiado	haubané, à haubans
estaiamento	haubanage (le haubanage et non pas l'haubanage)
esteira	courroie de transport, bande de transport
esteira (de esteira)	chenilles (à c.)
estimativa	estimation
eugeossinclinal /geogeossinclinal	eugéosynclinal
eximir-se da responsabilidade	retirer sa responsabilité, se désobliger de toute responsabilité
expurgo (de pedreira)	exploitation (d'une carrière)
fadiga	fatigue
faixa	bande, piste
faixa de desconforto	seuil d'inconfort?
falha, dolo	faute intentionnelle ou dol
falta de resposta	absence de réponse
fasamento	phasage
fator água/cimento	rapport eau/ciment
fax	télécopie
fck	fck (résistance caractéristique béton à la compression)
ferragens	fers du béton ; serrures, charnières, etc

fiança bancária
fios e barras de aço
firma projetista especializada
fiscalização
flange,
flangeado
flexão oblíqua composta (foc)
fluência

forma
formas
formas trepantes
forro
foz do rio (a juzante)
frenação
fretado
fretagem
fundamentado
furadeira elétrica de impacto
furos de sonfagem
gastalho
geosinclinal
gerenciamento
gestor da obra, contratante
gouvernements FR et BR
gradil
granadioríticos
granitóides
granulitos
Grau técnico
greide = o eixo de projeto em perfil longitudinal;

caution bancaire
fils et barre d'armature de béton
maître d'œuvre
inspection
bride,
bridé
flexion composée (ou oblique)
fluage (du béton)

coffrage
matrices
coffrage grimpant, en élévation,
revêtement, sous-toiture, plafond
aval (en aval)
freinage
fretté (appareils d'appui en néoprène)
frette, frettage
justifié
perçuse tamponneuse électrique
Carottes, perforations
Étau ,(chose encastrée ou d'encastrement))
géosynclinal
management
donneur d'ordres, maître d'ouvrage (Administrateur) / pouvoir adjudicateur/ordonnateur
maîtres de l'ouvrage du PONT
clôture, grillage
granadioritiques
granitoïdes
granulites
Degré technique
profil longitudinal

perfil longitudinal de uma estrada de rodagem ou de ferro, que dá as alturas dos diversos pontos do seu eixo

guia

guia rebaixada

habilitação

hidrologia

hiperestática (reação)

IBGE

ignitor

iluminação

imprimação

IN

inadimplemento

inciso

indeslocável (point)

inexeqüíveis

instrumentação (de monitoramento)

IPCA - Indicateur National de Preços ao

Consumidor Amplo -

jazidas de empréstimo

junta (de dilatação)

lage

lage de aproximação

lama asfáltica

lançamento do concreto

lastro

lavra

led

banquette, bord du trottoir

charretière, bateau pavé

habilitation

hydrologie

hyperstatique (réaction)

Institut Brésilien de Géographie et Statistique

systeme de démarrage

Éclairage, illumination

impression

Instrução Normativa

manquements aux obligations contractuelles

incise, point

indéplaçable ? (point)

impraticable

instrumentation (de contrôle)

IPCA – Indicateur National des Prix au Consommateur Amplo

zones d'emprunt

joint (de dilatation)

dalle

dalle de fondation, d'approche, de raccordement

asphalte d'étanchéité

coulée du béton

ballast, radier

Taille, attaque (travail d')

diode électroluminescente

licitação
licitação
licitante
líder do consórcio
ligante betuminoso
litológicos
locação
lodo
longarina
luva
macaco
maciço de ancoragem, ancoradouro
malha
manutenção
máquinas
MARE
martetele
mastreção
mastro
mat. 1a cat
mata ciliar
material de enchimento
ME = Micro Empresa
mediante

medição

médio grau
meio-fio
memorial (descritivo)

licitation
Appel d'offre
soumissionnaire
chef de file
liant hydrocarboné (aussi appelé liant bitumineux)
lithologiques
emplacement
vase
longrine
gaine
vérin (hydraulique) , piston
massif d'ancrage, culée
maillage
entretien
Engins, machines mécaniques
Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado
marteau-piqueur
mâtture
mât
matériel de première catégorie
végétation ciliaire
filler ou fines ou fines d'addition
TPE = Très petite Entreprise
au moyen de
appréciation de l'avancement des travaux, mesurage, avancement,
progression, tranche des travaux

degré métamorphique moyen
bordure du trottoir
mémoire, mémorandum (descriptif)

mesa colaborante
meso-estrutura
metavulcanossedimentares
minuta
modelo reduzido
moldada
momento flector

momento solicitante
montagem
movimentação
nascente do rio (a montante)
nata
NBR
nervuras helicoidais
nicho
nó
normal de cálculo
NPM = Manutenção e Conservação
NPP Equilíbrio na Participação
OAE = Obras-de-Arte Especiais
obra
ocorrência
orçamento
ordem de serviço
ortognaisses
P.A.T.O
padrão
padronização
paleoproterozóico
para todos os efeitos

table collaborante
méso-structure
méta-volcano-sédimentaires
minute
modèle réduit
coulé
moment flechissant, moment de flexion

moment sollicitant, de force
montage
Mobilité, déplacement
amont (en amont), vers la source du fleuve
coulis
Normes Brésiliennes
nervures hélicoïdales
niche
noeud
(contrainte) normale pour le calcul

ouvrages d'art
ouvrage, travaux, services, tâche
constat, présence de choses..., faits survenus
devis, budget
cahier des charges, ordre de service
orthogneiss
Plan de Travail et Devis (projet sommaire)
standard
standardisation
paléoprotérozoïque
à toutes fins utiles

parcela
parcela (de preço)
parede
passarela de trabalho
passeio
passo
pavimentação
PEAD (Polietileno de Alta Densidade)
peculiaridade
pedreira
pedreiro
peneira de malha quadrada
pênsil, pênseis
peso próprio
 pilar
 pilar da ponte
 pintura de ligação
 pisos
 placa
 placa de dist. de tensão
 plano de execução da obra
 planta
 ponctuation
 ponderação
 ponta de cabos
 ponte estaiada
 porção
 poste
 póstensionado
 prancha
 prevalecer

parcelle, tronçon,
parcelle (du prix), versement d'argent
paroi
passerelle de travail
passerelle piétonnière (d'un seul côté du point)
pas (pour une vis par exemple)
pavage, revêtement de la chaussée
PEHD (Polyéthylène Haute Densité)
particularité / singularité
carrière
maçon
tamis à maille carrée
suspendu(e/s) (pont)
poids intrinsèque, propre
pylône
pile
application de grave bitume
dallage, pavage, plancher, sol
panneau (de signalisation)
???
plan d'exécution des travaux
plan
notes attribuées, ponctuation
notation, pondération
embout, extrémité, pointe
pont à haubans
tronçon
poteau
postcontraint, de postcontrainte
planche à dessin
l'emporter sur, prévaloir

procedimentos e seus complementos

procurador

projetista

projeto básico

projeto de desapropriação (se necessário)

Projeto Executivo de Engenharia

proposta

Proposta Técnica (NPT)

protendido

protensão

providenciar

quadro

quadro de comando

quebra de contrato

reaterro

reboco

recebimento

recurso

regime de responsabilidade solidária

regulável

relação

relacionada

Relatório Básico de Avaliação Ambiental (RBAA)

Relatório do Componente Ambiental - RCA

Relatório Justificativo do Projeto de Execução

relaxação (do aço)

rendimento

requisito

resina acrílica

responsabilidade solidária

retificação

procédure et compléments

mandataire

projeteur

avant-projet, sommaire d'ingénierie

projet d'expropriation (si nécessaire)

projet d'Exécution d'Ingénierie

projet, offre

Offre Technique

précontraint (béton)

précontrainte

prendre des mesures

tableau

tableau des commandes

cessation

comblement, remplissage

enduit

réception provisoire et définitive

ressource, recours (justice)

principe de responsabilité solidaire

réglable

rapport, proportion

énumérée, citée, énoncée

Rapport Sommaire d'Évaluation Environnementale

Rapport de la Composante Environnementale

Rapport/Mémoire Justificatif du Projet d'Exécution

relâchement (de l'acier)

productivité

exigence

résine acrylique (peinture à base de)

responsabilité solidaire

rectification

retração (do cimento)
revegetar
rio Oiapoque
roteiro
saia de aterro
sarjeta
schioldado
seção vazada
sede (estatutária)
segmento
sem prejuízo das sanções pertinentes
servente
serviço da obra
serviços
serviços contratados
SICAF
silte
sinalização
sobrecarga
solicitação de serviço
soquete
ofertante
sub-base
subcontratação
subdetalhe
subleito
submeter
substancialmente
superintendência
superveniente
supervisão

rétraction (du béton)
reboiser
fleuve Oyapock
feuille de route
terrassament, terre rapportée en couverture
rigole, caniveau
blinde
coupe creuse
siège (statutaire)
section de la chaussée
sans compter les sanctions applicables
manœuvre de la construction, ouvrier du bâtiment
période des travaux? Des fondations?
travaux, tâche,
services convenus et engagés
Système d'Immatriculation Unifiée des Fournisseurs
limon
signalisation routière
surcharge
demande de services
douille
soumissionnaire
couche de fondation (pour la chaussée)
sous-traitance
menu détail
couche de forme (pour la chaussée)
exposer
sensiblement
surintendance
survenu
Inspection, monitoring, monitoring, organe de surveillance

suporte legal

T

Tabela de Pontuação

tabelado

tabuleiro

tacha, tachões

talude

talude

tampa

tensionamento dos estais

tensor

termômetros

terraplenagem

terreno

teste de recebimento

tirante (rosqueado)

tirante de ancoragem

toco comum

tonalíticos

torre, mastro

traço

tráfego

travamento

trecho

treliça

treliça

trepante

trondhjemíticos

trottoir

trottoir

fondements juridique

Tableau des Notes

étalonné

tablier du pont

clous, écrous, accrochage

pente, declivité

Bas-côtés, talus, remblai

trape, couvercle

tension des haubans

tenseur

capteurs de température

terrassment

terrain

essai de reception provisoire des travaux (commissionning)

tirant (vissé)

tirant d'ancrage

camion pour transports de lourdes charges

tonalitiques

pylône

teneur

circulation routière

Travée

Poutre transversale (de consolidation)

tronçon

treillage, armature, charpente pour armer le béton

poutre de lancement

grimant

trondhjemitiques

bordure + banquette

trottoir - Passage surélevé établi pour la circulation des piétons d'un (ou des deux) côté(s) d'une rue, d'un pont, d'un quai, comprenant une bordure et une banquette dallée,

tubo de concreto
tubo guia
tubo matriz
turno
Unidade cadastradora
Unidades da Federação
USACE
uso geral
vala
valeta
vão
vão estaiado
vazante
vazão
vencedor
veneziana
vernáculo
via
vício de construção
vidraçaria
viga
visão
vista
volume
vortice
yield strength (tensão de escoramento)

bitumée ou asphaltée, et dont la hauteur et la largeur sont habituellement réglementées
buse (pour écoulement des eaux uniquement)
tube guide (en coffrage)
tube matrice
travail posé, travail en équipe, shift
Bureau d'Inscription
États fédérés
United States Army Corps of Engineers
utilisation généralisée
tranchée
rigole, caniveau
portée
travée
sécheresse
débit
lauréat
persienne
langue vernaculaire, du pays
voie
vice de construction
vitrage
poutre
vue d'ensemble, point de vue
vue
débit de circulation
tourbillon , mouvement en cercle
résistance au fléchissement

