

**ORGANISATION POUR L'EQUIPMENT DE BANANA - KINSHASA (OEBK)  
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO**

**ÉTUDE PRÉPARATOIRE POUR  
LE PROJET D'AMÉNAGEMENT  
DU PONT MARÉCHAL À MATADI  
EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU  
CONGO**

**RAPPORT DE L'ÉTUDE PRÉPARATOIRE**

**OCTOBRE 2014**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION  
INTERNATIONALE (JICA)**

**ORIENTAL CONSULTANTS GLOBAL CO., LTD.  
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

<b>EI</b>
<b>JR</b>
<b>14-197</b>

**ORGANISATION POUR L'EQUIPMENT DE BANANA - KINSHASA (OEBK)  
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO**

**ÉTUDE PRÉPARATOIRE POUR  
LE PROJET D'AMÉNAGEMENT  
DU PONT MARÉCHAL À MATADI  
EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU  
CONGO**

**RAPPORT DE L'ÉTUDE PRÉPARATOIRE**

**OCTOBRE 2014**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION  
INTERNATIONALE (JICA)**

**ORIENTAL CONSULTANTS GLOBAL CO., LTD.  
NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

## **Avant-propos**

En réponse à la requête du Gouvernement de la République Démocratique du Congo, l'Agence japonaise de coopération internationale (JICA) a décidé de réaliser une étude préparatoire pour le Plan d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi et a confié cette étude au consortium de Oriental Consultants Co., Ltd. - Nippon Engineering Consultants Co., Ltd.

Entre février et août 2014, la JICA a délégué sur place une mission d'étude préparatoire qui a eu un échange de vues avec les autorités concernées du Gouvernement de la République Démocratique du Congo, et a mené des études sur le terrain pour le pont en question. Après le retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et le rapport ci-joint a été complété.

Je souhaite qu'il contribue à la promotion du présent projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

En terminant, je tiens à exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement de la République Démocratique du Congo pour leur coopération avec les membres de la mission.

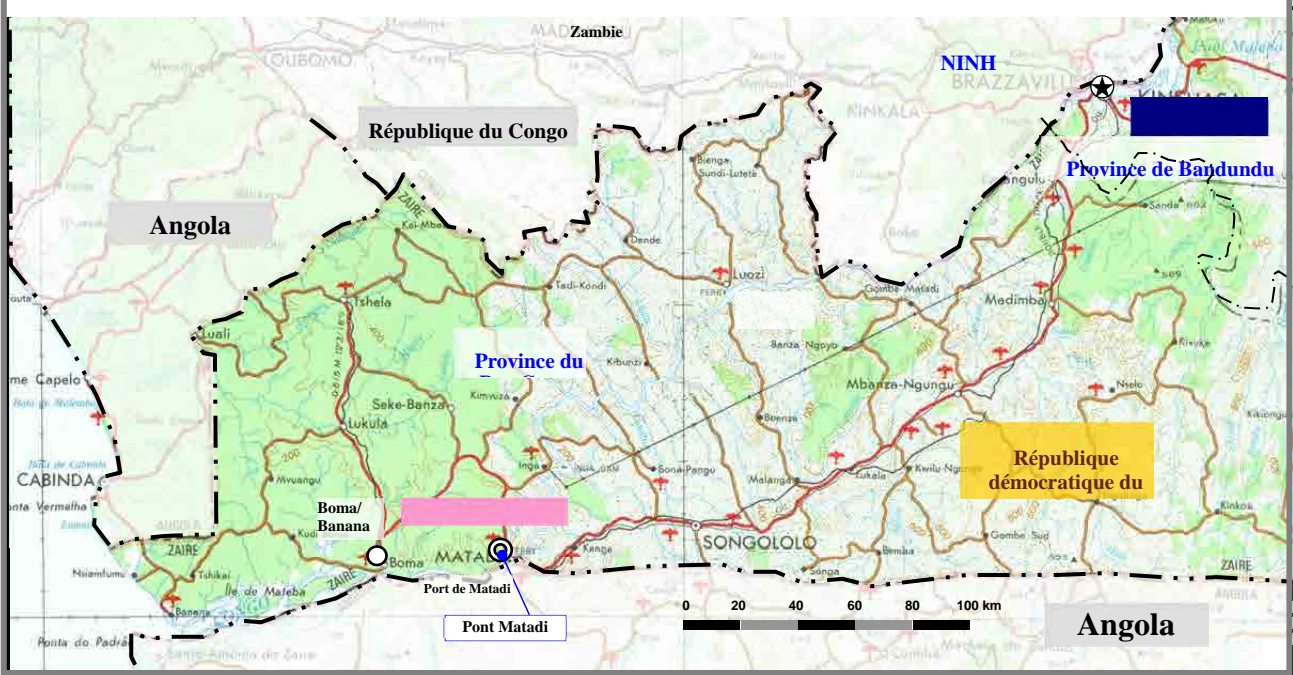
Octobre 2014

Akira Nakamura  
Directeur  
Département de l'infrastructure et de la  
Consolidation de la Paix  
Agence japonaise de coopération  
internationale (JICA)

## Carte de localisation de la Zone d'Étude



### République démocratique du Congo



Source: Ministère des Affaires étrangères « Situation locale des différents pays » (en novembre 2013)

Superficie : 2.345.000 km<sup>2</sup>

- Population : 67,8 millions (2012, UNFPA)
- Capitale : Kinshasa
- Groupes ethniques : Bantous, Nilotiques, etc.
- Langues : Français (langue officielle), kikongo, tshiluba, lingala, swahili
- Religions : Christianisme (85%), islam et autres
- Régime politique : République
- Principales industries : Industrie minière (cuivre, cobalt, diamant industriel et pétrole), md de yens environ agriculture (huile de palme, coton, café)

PIB : 17,9 milliards de \$US environ (2012)

- PIB par habitant : 220 \$US (2012)
- Taux de croissance économique : 7,2% (2012)
- Taux d'inflation : 9,5% (2012)
- Monnaie : Franc congolais (FC)
- Taux de change : 1 \$US = 920 FC (2012)
- Résultats de la coopération japonaise (jusqu'en 2011)
  - (1) Coopération sous forme de prêt : 35,596 md de yens environ
  - (2) Coopération financière non remboursable : 65,117
  - (3) Coopération technique : 11,086 md de yens environ

## Photographies

### (1) L'état des câbles

	
<p>Le câble garde-corps est mal tendu.</p>	<p>Décollement de la couche de peinture à proximité du point au quart de la travée centrale, côté amont</p>
	
<p>Boursoufflement de la couche de peinture sur la travée centrale côté amont</p>	<p>Partie examinée lors de l'inspection par ouverture des câbles de la partie centrale lors de la précédente étude.</p>
	
<p>Les torons à l'intérieur des espaces en biseau des ancrages ne sont pas peints, mais ils sont en bon état. Le pourtour des culots est revêtu d'une peinture époxy bitume.</p>	<p>Torons à l'intérieur de l'espace en biseau du bloc d'ancrage A4 côté aval. Une bâche a été mise en place pour remédier à une fuite d'eau venant du plafond.</p>



(2) État des fissures des ancrages

	
<p>Des fissures se produisent de façon continue à un intervalle vertical de 2 à 5 mètres dans la paroi extérieure de l'ancrage 1 A.</p>	<p>La fissure court tout le long de la paroi intérieure. Présence de dépôts de chaux libre côté intérieur. Il est clair qu'il y a des infiltrations d'eau à l'intérieur.</p>
	
<p>Des inscriptions sur le mur pour garder trace des mesures effectuées sur une fissure, inscriptions faites par le gestionnaire local</p>	<p>Traces d'infiltrations d'eau de pluie dans le plafond, côté A 4</p>
	
<p>Ouvertures à l'avant et à l'arrière de la selle d'épanouissement. Ces ouvertures sont à boucher.</p>	<p>Entrée de l'escalier de l'espace en biseau. Là aussi il faut obstruer.</p>

(3) État des attaches de câble



État général des attaches de câble. La couche de peinture supérieure est partiellement détachée et la couche intermédiaire est visible.



Écaillage du calfeutrage à la jonction du câble et de l'attache



État de l'échancrure dans la partie inférieure de l'attache centrale. Actuellement ouverte, on peut constater la présence de rouille rouge sur les câbles.

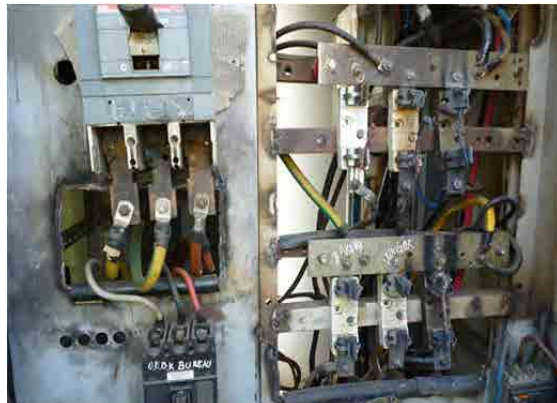


Remplacement de fortune d'un cache-boulon par une tasse.

(4) État des équipements électriques



Équipements électriques : à gauche panneau de réception électrique du pont, et à droite transformateurs du courant en entrée n°4 et n°5



Intérieur du panneau de distribution : vétuste au point de ne plus pouvoir être utilisé, Il est à remplacer.



Bâtiment prévu pour la mise en place du nouveau panneau de réception électrique



Intérieur du bâtiment. Il y a suffisamment de place pour installer le panneau de réception.



Regard de relais des câbles d'alimentation électrique du pont. Le pont est visible en arrière-plan à droite.



Présence de traces de submersion à l'intérieur d'un regard de relais des câbles d'alimentation électrique





Gaines de protection des câbles (enterrés). Elles sont vétustes et déchirées par endroit.



Présence d'eau à l'intérieur des gaines, les câbles électriques sont en état de submersion.



Porte d'entrée de l'entretoise d'un pylône. Il est prévu d'apporter les équipements par cette voie.



Intérieure de l'entretoise située au milieu du pylône  
Local prévu pour l'installation des équipements de séchage par injection d'air



Panneau de réception électrique à l'intérieur des ancrages (1 A) : emplacement prévu pour la mise en place des équipements de déshumidification de l'espace en biseau.



Vue d'ensemble de l'espace en biseau : dans la moitié droite de la photo, un câble porteur.

## Résumé

### 1 Présentation générale du pays

La République démocratique du Congo (ci-après désignée « la RDC ») est un pays pluriethnique d'une population de 67,8 millions (FNUAP, 2012), frontalier de la République du Congo, de la Centrafrique, du Soudan du Sud, de l'Ouganda, du Rwanda, du Burundi, de la Tanzanie, et de l'Angola. Son territoire, d'une superficie de 2.345.000 km<sup>2</sup>, est traversé en son centre par le Fleuve Congo. Le climat de la RDC ressort de la zone de forêts tropicales humides, avec deux saisons : une saison des pluies d'octobre à avril, et une saison sèche de mai à septembre.

Le PIB nominal de la RDC pour 2012 est d'environ 17,9 milliards de dollars (site du Ministère des Affaires Étrangères du Japon, novembre 2013), avec un taux de croissance annuel du PIB de 7,2 %.

Le PIB par habitant était estimé pour 2012 à 220 dollars (site du Ministère des Affaires Étrangères du Japon, novembre 2013)

Les principales industries de la RDC concernent les secteurs de l'exploitation minière (cuivre, cobalt, diamants à usage industriel, pétrole) et de l'agriculture (huile de palme, coton, café).

### 2 Contexte, historique et grandes lignes du Projet

La RDC a été confrontée, depuis son indépendance en 1965 et en raison des guerres civiles qui se sont succédées par le passé, - dont la révolte des Tutsis en 1996-, à de nombreux problèmes graves, parmi lesquels le dysfonctionnement du gouvernement, la stagnation des activités économiques, l'augmentation du taux de chômage et l'insuffisance de l'infrastructure aménagée. En résultat une situation instable du pays qui pose un grave problème. Le Président Kabila, lors de son discours d'entrée en fonction en décembre 2006 a clairement exposé cinq priorités, et l'une de ces priorités les plus importantes est celle de l'aménagement des infrastructures. De plus, parmi les activités et plans prioritaires du deuxième Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté (DSRP 2), l'aménagement d'infrastructures pour le transport est mis en exergue dans le point consacré à « la diversification de l'économie, l'accélération de la croissance, la promotion de l'emploi ».

Le pont suspendu de Matadi, construit avec une aide financière remboursable du Japon a été inauguré en 1983. Trente années se sont écoulées depuis et, malgré l'entretien périodique consciencieusement effectué par l'OEBK, le pont commence à donner des signes de vétusté et l'OEBK s'inquiète tout particulièrement de la progression de la rouille à l'intérieur des câbles porteurs du pont. La JICA a effectué en 2012 une inspection par ouverture des câbles, qui a permis

de montrer que, si la rouille n'était encore présente qu'à un léger degré, l'humidité relative à l'intérieur des câbles était déjà supérieure à un seuil critique. Cette inspection a également clarifié le fait que la progression de la rouille ne pourrait pas être arrêtée si les choses restaient en l'état et que les câbles risquaient par conséquent de se rompre à l'avenir. Étant donné l'impossibilité d'endiguer ou de ralentir la progression de la rouille uniquement avec la maintenance effectuée jusqu'à présent par l'OEBK, la mise en place d'un système d'injection d'air sec a été jugée indispensable. Dans ce contexte, le gouvernement de la RDC a présenté une requête d'aide financière non remboursable auprès du gouvernement du Japon. Le document de requête officielle pour une aide financière non remboursable relative à l'entretien des équipements pour le Projet d'aménagement du Pont Matadi a été élaboré et présenté officiellement le 20 juillet 2012.

Afin de confirmer le contenu des travaux et de calculer leur coût approximatif sur la base de cette requête officielle, la JICA a effectué en 2013 une Étude préparatoire relative au Projet d'aménagement du Pont Matadi.

Cette Étude a permis de confirmer la nécessité de procéder aux mesures antirouille composées de différents travaux, dont la mise en place d'un système d'injection d'air sec dans les câbles et l'installation d'un dispositif de déshumidification dans les ancrages, la peinture des câbles, le resserrage des attaches de câbles, la peinture des attaches, les travaux de calfeutrage et les mesures d'étanchement des fissures dans ancrages.

Le contenu du projet ainsi confirmé a fait l'objet de discussions tenues entre l'OEBK, organisme d'exécution du côté RDC, et la mission d'étude de la JICA, et les deux parties se sont mises d'accord à ce sujet.

### **3 Présentation générale des résultats de l'Étude et contenu du Projet**

La JICA a envoyé entre le 6 et le 26 février 2013 une mission d'étude en RDC pour mener la première étude en RDC dans le cadre de la présente Étude préparatoire, étude qui a permis de s'assurer de la teneur de la requête en matériels relative au présent Projet, et d'effectuer une étude de terrain sur le pont en question. Après son retour au Japon, la mission d'étude a effectué une analyse sur la base des résultats de l'étude en RDC, et a établi la conception sommaire tout en calculant les coûts approximatifs du Projet. Sur la base de ces résultats, elle a procédé du 9 au 20 août 2014 à une étude d'explication des grandes lignes de la conception sommaire.

Les matériels fournis dans le cadre du présent projet seront les matériels nécessaires à la préservation du pont (notamment la prévention de l'apparition de rouille sur les câbles) mise en œuvre par l'OEBK pour le pont objet du Projet (voir la carte de localisation de la zone d'étude en tête de volume).

De plus, le Projet, dans le cadre du soutien pour une opération, un entretien et une gestion efficaces des matériels, procédera à des formations sur le tas, notamment un transfert de technologies lors de la mise en place des équipements, un encadrement pour le fonctionnement initial et un encadrement de l'entretien et de la gestion des matériels.

Les matériels fournis par le Projet sont présentés dans le tableau 1 suivant:

**Tableau-1 Liste des matériels et équipements fournis**

N° de matériel	N° de composant	Désignation	Unité	Qté	Détail des quantités				
					A1	P1	P2	A2	Autre
1		Matériels et équipements du système d'injection d'air sec							
	1-1	Équipements de séchage câbles par injection d'air	Ensemble	2		1	1		-
	1-2	Dispositif de déshumidification de l'espace en biseau dans les ancrages	Ensemble	4	2			2	-
2		Matériels et équipements du panneau de réception électrique et du panneau de distribution électrique							
	2-1	Panneau de réception électrique	Jeu	1	-	-	-	-	1
	2-2	Panneau de distribution électrique	Jeu	1	1	-	-	-	-
3		Matériels et équipements de serrage des boulons des attaches de câbles							
	3-1	Cache-boulon	Jeu	1	-	-	-	-	-
	3-2	Outils de serrage des boulons des attaches de câbles	Ensemble	2	-	1	1	-	-
4		Réparation des câbles garde-corps							
	4-1	Renforcement des câbles garde-corps	Jeu	1	-	-	-	-	-
	4-2	Tendeurs et pièce d'ancrage	Jeu	1	-	-	-	-	-
5		Matériels pour repeindre les câbles							
	5-1	Peinture	Jeu	1	-	-	-	-	-
	5-2	Matériau de calfeutrage	L	1.100	-	550	550	-	-
	5-3	Chariot d'inspection des câbles	Jeu	2	-	1	1	-	-
6		Matériaux de réparation des fissures des ancrages	L	180	90	-	-	90	-

Source: Mission d'étude JICA



#### 4 Durée des travaux et coûts approximatifs du Projet

La durée des travaux nécessaires pour le Projet est de 24 mois, de la conception d'exécution à la supervision de passation de marché en passant par l'appel d'offres pour les travaux.

Les coûts à la charge de la partie japonaise dans le cadre du Projet ne seront pas rendus publics jusqu'à la validation du contrat avec le fournisseur.

**Tableau - 2 Coûts approximatifs du Projet**

Décomposition	Coûts approximatifs du Projet		Remarques	
Coûts du projet pris en charge par la Partie japonaise	Détails		Les coûts à la charge de la partie japonaise dans le cadre du Projet ne seront pas rendus publics jusqu'à validation du contrat avec le fournisseur	
	Coûts approximatifs du Projet			
	Ventilation (mille yens)			
	Frais de fourniture des matériels et équipements (1)	Frais des matériels et équipements		
		Frais d'emballage et de transport		
		Frais des travaux de mise en place		
		Frais de contrôle de la fourniture		
Frais de gestion générale				
Total				
Frais de conception et supervision (2)	Frais de conception d'exécution			
	Frais de supervision de la fourniture			
	Composante soft			
	Total			
Total (1) + (2)				
Coûts pris en charge par le pays partenaire	580.000 dollars (Montant initial des installations d'alimentation électrique) Installations allant des lignes haute tension jusqu'au point de réception électrique actuel		Autres procédures de réception des matériels et équipements	
(Frais d'entretien et de gestion des installations)	25.000 dollars/ an (en moyenne) (Frais d'entretien et de gestion du système d'injection d'air nouvellement introduit par ce projet)			

Source: Mission d'étude JICA

## **5 Évaluation du Projet**

L'évaluation de la pertinence et de l'efficacité du Projet est présentée ci-après:

### **5-1 Pertinence**

Le soutien apporté par le Japon à la RDC, tourné vers la reconstruction de ce pays, se porte sur les domaines de la consolidation de la paix et du développement économique et social : en appui aux actions gouvernementales basées sur le deuxième Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté (DSRP-2) rendu public en 2011 et sur le plan quinquennal relatif à la reconstruction du pays du nouveau gouvernement mis en place après l'élection présidentielle de 2011, notre pays soutient l'aménagement d'infrastructures économiques et sociales, notamment en termes de formation des ressources humaines/renforcement des capacités, santé et eau, infrastructures de transport, etc.

Le soutien apporté par le présent projet dans le cadre de l'aide financière non remboursable du Japon porte principalement sur la mise en place d'équipements pour le pont ainsi que sur le transfert de technologies vers les ressources humaines chargées de l'entretien du pont. Il se conforme aux politiques d'aide que sont la formation des personnels, le renforcement de leurs compétences ainsi que l'aménagement de l'infrastructure socio-économique. L'exécution de ce projet peut donc être considérée comme pertinente.

### **5-2 Efficacité**

#### **(1) Efficacité qualitative**

L'objectif du présent projet est de prolonger la durée de vie du pont Matadi. Avec les équipements aménagés par ce projet, si l'on procède continuellement au renouvellement des équipements du nouveau système d'injection d'air sec, à la stabilisation d'une alimentation électrique et à la peinture des câbles pour un cycle de 20 ans, la durée de vie du pont normalement conçue entre 60 et 70 ans peut être prolongée jusqu'à 200 ans à condition d'une bonne gestion et entretien. L'aide offerte par ce projet peut par conséquent être considérée comme extrêmement efficace car elle permet, avec des frais de travaux minimum, de prolonger considérablement la durée de vie du Pont Matadi.

#### **(2) Efficacité quantitative**

La condition indispensable pour arrêter la progression de la rouille dans les câbles du pont suspendu est de maintenir l'humidité relative de l'air à l'intérieur des câbles à moins de 60%. Une évaluation de l'état de l'air à l'intérieur des câbles peut être effectuée en confirmant si l'air sortant par l'orifice d'évacuation a une humidité relative inférieure à 60%. Les mesures de l'humidité

relative laissent supposer qu'elle se situe actuellement aux environs de 75%. Pour ce qui est de l'humidité relative à l'intérieur des ancrages également, elle se monte actuellement à plus de 60% à certains intervalles et la mise en place d'un dispositif de déshumidification permettra de procéder à une évaluation pour confirmer au moyen d'un hygromètre que l'humidité relative reste inférieure à 60% en moyenne annuelle. L'efficacité du présent projet pourra être évaluée si la valeur objectif de 60% pour l'humidité de l'air sortant de l'orifice d'évacuation des câbles et de l'air de l'espace en biseau dans les ancrages est atteinte en 2020, trois ans après la fin du projet en 2017.

Les résultats obtenus par le présent projet sont présentés dans le tableau 3 en tant qu'indicateurs des effets quantitatifs.

**Tableau - 3 Indicateurs des effets quantitatifs**

Indicateurs des résultats	Valeur de référence (2014)	Valeur cible (2020)	Remarques
Humidité relative de l'air à l'intérieur des câbles	75%	60%	Sur la base des mesures au thermo-hygromètre de l'air en sortie aux orifices de sortie d'air

Source: Mission d'étude JICA

Une humidité relative de 60% a été définie comme objectif pour le présent projet, conformément aux résultats de recherche de W.H.J. Vernon, publiés en Grande Bretagne en 1931 (Edition Transactions of Faraday Society, 1935) dont le contenu, largement connu, affirme que l'apparition de rouille à l'intérieur des câbles peut être évitée avec une humidité relative inférieure à 60%.

## **Abréviations**

CREC	:	China Railway Engineering Corporation
DSRP2	:	Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté
PIB	:	Produit Intérieur Brut
JICA	:	Agence Japonaise de Coopération Internationale
OEBK	:	Organisation de l'Équipement Banana Kinshasa
OJT	:	Formation sur le tas
ONG	:	Organisation non gouvernementale
SNEL	:	Société Nationale de l'Électricité



**Étude préparatoire pour le Projet d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi  
en République Démocratique du Congo  
Rapport de l'Étude préparatoire**

**Table des Matières**

Avant-propos	
Carte de localisation de la zone d'étude	
Photographies	
Résumé	
Abréviations	
Table des Matières	
Liste des Tableaux et Figures	
Chapitre 1 Contexte et historique du Projet.....	1-1
1-1 État actuel et problématiques du secteur concerné .....	1-1
1-1-1 État actuel et problèmes .....	1-1
1-1-2 Situation socio-économique .....	1-3
1-2 Contexte, historique et grandes lignes de la coopération financière non remboursable.....	1-4
1-3 Tendances de l'aide japonaise .....	1-5
Chapitre 2 Circonstances entourant le Projet.....	2-1
2-1 Structure d'exécution du Projet .....	2-1
2-1-1 Organisation, personnel.....	2-1
2-1-2 Niveau technique.....	2-2
2-1-3 Installations, matériels existants.....	2-2
2-2 Situation du site du projet et de ses environs .....	2-3
2-2-1 État de l'aménagement d'infrastructures en lien avec le Projet.....	2-3
2-2-2 Conditions naturelles .....	2-3
2-2-3 Analyse des données des températures et de l'humidité .....	2-3
2-2-4 Considérations environnementales et sociales .....	2-4
2-3 Autres (questions mondiales, etc.) .....	2-4

Chapitre 3 Teneur du Projet.....	3-1
3-1 Présentation générale du Projet.....	3-1
3-2 Conception sommaire du projet de coopération.....	3-2
3-2-1 Orientations de la conception.....	3-2
3-2-2 Plan de base.....	3-5
3-2-3 Plans de conception sommaire.....	3-24
3-2-4 Plan d'installation.....	3-29
3-2-5 Plan d'exécution.....	3-34
3-2-6 Plan de fourniture des matériels et équipements.....	3-45
3-2-7 Plan de supervision de l'approvisionnement.....	3-48
3-2-8 Plan de contrôle de la fourniture par les fournisseurs.....	3-51
3-2-9 Plan de contrôle de la qualité.....	3-53
3-2-10 Plan d'encadrement pour le fonctionnement initial et l'opération.....	3-53
3-2-11 Supplément à la procédure d'inspection.....	3-55
3-2-12 Plan de composante soft.....	3-56
3-2-13 Processus d'exécution.....	3-56
3-3 Grandes lignes des dispositions à prendre en charge par la partie congolaise.....	3-58
3-4 Plan d'opération et de gestion et d'entretien du projet.....	3-60
3-5 Coûts approximatifs du Projet.....	3-64
Chapitre 4 Évaluation du Projet.....	4-1
4-1 Conditions préalables à la mise en œuvre du projet.....	4-1
4-2 Rubriques des intrants (prise en charge) de la partie congolaise nécessaires pour la réalisation du plan d'ensemble du projet.....	4-1
4-3 Conditions extérieures.....	4-2
4-4 Évaluation du Projet.....	4-2
4-4-1 Pertinence.....	4-2
4-4-2 Efficacité.....	4-3
 <b>【Documents en annexe 】</b>	
Annexe 1 - Noms et prénoms des membres de la mission d'étude.....	A1-1
Annexe 2 – Calendrier de l'étude.....	A2-1
Annexe 3 – Liste des personnels en RDC.....	A3-1
Annexe 4 - Procès-verbal des discussions.....	A4-1
Annexe 5 – Documents de référence.....	A5-1

## Liste des Figures

Figure 1-1.1	Le bureau de la China Railway Engineering Corporation à proximité du pont Matadi.....	1-3
Figure 2-1.1	Organigramme de l'OEBK .....	2-1
Figure 3-2.1	Plan simplifié des emplacements prévus .....	3-6
Figure 3-2.2	Photographies des alentours des ancrages .....	3-10
Figure 3-2.3	Chariot d'inspection des câbles .....	3-14
Figure 3-2.4	Plan de disposition des dispositifs pour le système de séchage de l'espace en biseau .....	3-19
Figure 3-2.5	Dessin général du pont .....	3-25
Figure 3-2.6	Plan schématique de canalisation du système d'injection d'air sec des câbles .....	3-26
Figure 3-2.7	Plan du système d'injection d'air sec des câbles .....	3-26
Figure 3-2.8	Plan de canalisation de l'injection d'air des câbles .....	3-27
Figure 3-2.9	Plan de disposition du dispositif pour le système de séchage de l'espace en biseau .....	3-27
Figure 3-2.10	Réparation des câbles garde-corps .....	3-28
Figure 3-2.11	Réparation des câbles garde-corps-Tendeur supérieur et pièce d'ancrage ....	3-28
Figure 3-2.12	Réparation des câbles garde-corps – Tendeur (Câble garde-corps inférieur).....	3-29
Figure 3-2.13	Schéma de la canalisation dans le pylône.....	3-30
Figure 3-2.14	Schéma de canalisation hors du pylône.....	3-30
Figure 3-2.15	Schéma de procédure des travaux de l'ancrage .....	3-31
Figure 3-2.16	Schéma d'application d'une force de tension dans les attaches de câbles.....	3-32
Figure 3-2.17	Schéma de rénovation des serre-câbles des câbles garde-corps .....	3-32
Figure 3-2.18	Emplacements des calfeutrages des attaches.....	3-33
Figure 3-2.19	Procédure des travaux de calfeutrage .....	3-34
Figure 3-2.20	Schéma d'apport des matériels aux entretoises des pylônes .....	3-35
Figure 3-2.21	Procédure d'installation des tuyaux d'injection d'air .....	3-35
Figure 3-2.22	Plan de canalisation pour l'injection d'air des câbles.....	3-36
Figure 3-2.23	Schéma de système d'injection d'air sec dans les câbles .....	3-36
Figure 3-2.24	Procédure de resserrage des boulons des attaches de câbles .....	3-39
Figure 3-2.25	Procédure de resserrage des attaches de câbles .....	3-40
Figure 3-2.26	Schéma de procédure d'ajustement de la détente des câbles garde-corps ....	3-41
Figure 3-2.27	Procédure des travaux de calfeutrage .....	3-43
Figure 3-2.28	Procédure de peinture des câbles.....	3-44
Figure 3-2.29	Procédure de peinture des câbles.....	3-45
Figure 3-3.1	Disposition des équipements d'alimentation électrique .....	3-59

## Liste des Tableaux

Tableau 1-1.1	État des routes aux alentours du Pont Matadi.....	1-1
Tableau 1-3.1	Projets exécutés durant les 5 dernières années avec un prêt en yens et une aide financière non remboursable du Japon .....	1-7
Tableau 1-3.2	Plan de soutien japonais en lien avec le Projet.....	1-8
Tableau 2-1.1	Nombre d'opérateurs employés par l'OEBK.....	2-1
Tableau 3-2.1	Critères de conception des équipements de séchage des câbles par injection d'air.....	3-8
Tableau 3-2.2	Spécifications des peintures japonaises (référence) .....	3-13
Tableau 3-2.3	Liste des équipements et matériels fournis.....	3-15
Tableau 3-2.4	Spécifications des machines et appareils des équipements de séchage des câbles par injection d'air .....	3-17
Tableau 3-2.5	Tableau quantitatif des équipements de séchage des câbles par injection d'air .....	3-18
Tableau 3-2.6	Spécifications du dispositif de déshumidification de l'espace en biseau dans les ancrages .....	3-18
Tableau 3-2.7	Tableau quantitatif du dispositif de déshumidification de l'espace en biseau dans les ancrages .....	3-19
Tableau 3-2.8	Spécification de cache-boulon.....	3-20
Tableau 3-2.9	Spécifications de tendeur de boulons .....	3-21
Tableau 3-2.10	Quantité de cache-boulon .....	3-21
Tableau 3-2.11	Spécifications pour la réparation des câbles garde-corps .....	3-22
Tableau 3-2.12	Type de peinture actuel .....	3-22
Tableau 3-2.13	Spécifications de la peinture.....	3-23
Tableau 3-2.14	Spécifications du matériau de calfeutrage .....	3-23
Tableau 3-2.15	Quantité du calfeutrage.....	3-43
Tableau 3-2.16	Liste des équipements et matériels .....	3-46
Tableau 3-2.17	Processus d'exécution du Projet.....	3-57
Tableau 3-4.1	Revenu de l'OEBK (2011) .....	3-60
Tableau 3-4.2	Dépenses de l'OEBK (2011).....	3-61
Tableau 3-4.3	Résultats de l'enquête sur le trafic (entre 1985 et juin 2014).....	3-62
Tableau 3-4.4	Estimation des coûts approximatifs .....	3-63
Tableau 3-5.1	Coûts approximatifs du Projet de la partie japonaise .....	3-64
Tableau 4-4.1	Indicateurs des effets quantitatifs .....	4-3



## Chapitre 1 Contexte et historique du Projet

### 1-1 État actuel et problématiques du secteur concerné

#### 1-1-1 État actuel et problèmes

##### (1) Situation actuelle

Les activités de soutien des autres donateurs, des organisations et ONG internationales dans la province du Bas Congo concernée par le présent projet sont limitées. Toutefois, les projets dans le domaine des routes et du trafic qui sont présentés dans le Tableau 1-1.1 ci-dessous sont actuellement en cours d'exécution ou de planification.

**Tableau 1-1.1 État des routes aux alentours du Pont Matadi**

Tronçon	Longueur (km)	Pays dont l'aide est attendue (Plan d'aménagement routier)
Banana-Moanda	7,5	Contrat de concession prévu entre la province du Bas Congo et une entreprise chinoise
Moanda-Boma	95	
Boma-Matadi	120	
Pont Mpozo	0,3	Pont à l'entrée de la ville de Matadi, exécuté par la Chine sous forme de BOT (build, operate, transfer = construction, exploitation, transfert)
Matadi-Kinshasa	328	Contrat de concession entre la province du Bas Congo et une entreprise chinoise (CREC)
Banana - Kinshasa – Ilebo	—	Projet de chemin de fer (Projet de la Banque Africaine de Développement), y compris projet de ligne secondaire jusqu'à Brazzaville

Source: Mission d'étude de la JICA \* CREC : China Railway Engineering Corporation

Par ailleurs, on trouve, dans la stratégie routière faisant partie du Plan Stratégique National de la RDC, l'énonciation suivante.

La RDC possède un réseau de routes nationales d'une longueur de 152.400 km, dont 30.786 km de routes prioritaires. L'état de ces routes prioritaires est bon à 25%, passable à 16% et mauvais à 59%.  
En ce qui concerne la route entre Kinshasa et Boma, incluant le tronçon du présent projet, elle fait l'objet d'un projet prioritaire de réhabilitation qui comprend les réparations des parties détériorées en asphalte et la construction d'une nouvelle route.  
En outre, les documents du budget montrent que seuls 89 km de route, à savoir uniquement 40% des réparations prévues pour l'année 2012, ont pu être rénovés. Toutefois, ceci constitue un énorme progrès par rapport aux 14% seulement d'atteinte des objectifs réalisés en 2009.

Source: Ministère de l'Aménagement du Territoire, Urbanisme, Habitat, Infrastructures, Travaux Publics et Reconstruction ; Cellule Infrastructures

De surcroît, la RN1 qui est un axe routier principal de la RDC a fait l'objet d'une concession dans le cadre duquel des travaux de construction et d'entretien-gestion sont réalisés par le secteur privé. L'entreprise privée de BTP qui est sous contrat de BOT (build, operate, transfer = construction, exploitation, transfert) avec la Direction des travaux publics, est chargée de la construction, de l'entretien et de la gestion de la route, et perçoit pour cela un péage auprès des véhicules empruntant la route. Actuellement, parmi les routes placées sous la tutelle de la Direction des travaux publics, la portion Kinshasa-Matadi, d'une longueur de 328 km est ainsi gérée sous forme de concession.

## **(2) Enjeux (Points problématiques au commencement de l'Étude préparatoire)**

D'après la description de la stratégie routière, on comprend que le budget de réhabilitation des routes est limité. Mais le pont Matadi est géré indépendamment par l'OEBK sur son budget propre, et ne bénéficie pas particulièrement d'aides de la part d'autres bailleurs. L'OEBK est placée sous la tutelle du Ministère des Transports, et il a été vérifié auprès du Ministre des Transports au moment de la signature du Procès-verbal des discussions que l'OEBK continuerait dorénavant d'assurer l'entretien du Pont Matadi (Pont Maréchal). Cependant, l'entretien des routes est ordinairement du ressort de l'Office des Routes (OR) du Ministère de l'Aménagement du Territoire, Urbanisme, Habitat, Infrastructures, Travaux Publics et Reconstruction qui gère et entretient donc les routes environnant le pont. L'OR a concédé à la société chinoise CREC (China Railway Engineering Corporation) le tronçon de route Kinshasa-Matadi, et le bureau de cette société est situé à proximité de Matadi, si bien qu'il a été proposé qu'elle gère aussi le Pont Matadi. (voir la Figure 1-1.1)



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 1-1.1 Le bureau de la China Railway Engineering Corporation à proximité du pont Matadi**

L'OEBK s'est opposée à cela, de concert avec le Ministère des Transports. On peut citer pour cela les raisons suivantes :

- Les entreprises chinoises n'ont pas d'expérience en matière de gestion et entretien de pont suspendu en Afrique.
- Seule l'OEBK a de l'expérience en matière de gestion et entretien du Pont Matadi.

Dans un tel contexte, le Ministère des Transports et l'OEBK sont d'accord sur l'orientation consistant à laisser l'OEBK poursuivre l'entretien et la gestion du pont qui fait l'objet du Projet (Voir le document annexe 4).

## **1-1-2 Situation socio-économique**

### **(1) Positionnement de la province du Bas Congo**

La province du Bas-Congo est la seule province de RDC débouchant sur la mer, et elle se trouve à proximité de Kinshasa, la capitale du pays. Selon le Gouverneur de la province, la région se propose d'aménager dans le futur un port donnant sur l'océan et de travailler en liaison avec la zone de la capitale. L'OEBK lui-même est un office ayant pour objectif la connexion entre Banana et Kinshasa. Pour l'heure, un plan d'aménagement du port de Banana à l'embouchure du Fleuve et d'aménagement de routes est mis en avant dans le cadre d'une concession accordée par la province du Bas-Congo à une l'entreprise chinoise. Cependant, le développement d'un port dans l'embouchure du Fleuve Congo s'est montré problématique à cause du débit du fleuve et des sédiments fluviaux, principalement sableux, si bien que le développement du port de Banana a été retardé. En outre, il y a deux ports fluviaux dans la province, ceux de Boma et de Matadi, qui sont utilisés par de nombreux bateaux de transport maritime capables de remonter le fleuve. Le

transport maritime par les grands bateaux est toutefois difficile en raison des courants rapides du fleuve Congo dans sa partie en amont du port de Matadi. Malgré ces inconvénients, la province du Bas Congo continuera à occuper une position prédominante pour le transport et la distribution dans la RDC à l'avenir également en raison de sa position géographique.

## **(2) Situation actuelle du Pont Matadi**

Le Pont Matadi, objet de l'aménagement du présent projet, est le seul pont enjambant le fleuve Congo. Malgré les attentes relatives au développement futur du port de Boma situé en aval (principal port pour l'importation des véhicules), ce développement est confronté à de nombreux obstacles du fait que les aménagements de ce port ont pris du retard et que les réparations de la route nationale entre Boma et Matadi n'avancent pas. Pour cette raison, le gouvernement de la RDC espère un soutien du Japon en termes d'aménagement de cette route.

## **1-2 Contexte, historique et grandes lignes de la coopération financière non remboursable**

### **(1) Contexte**

La RDC a été confrontée, depuis son indépendance en 1965 et en raison des guerres civiles qui se sont succédées par le passé, - dont la révolte des Tutsis en 1996 -, à de nombreux problèmes graves, parmi lesquels le dysfonctionnement du gouvernement, la stagnation des activités économiques, l'augmentation du taux de chômage et l'insuffisance de l'infrastructure aménagée. En résultat une situation instable du pays qui pose un grave problème. Le Président Kabila, lors de son discours d'entrée en fonction en décembre 2006 a clairement exposé cinq priorités, et l'une de ces priorités les plus importantes est celle de l'aménagement des infrastructures. De plus, parmi les activités et plans prioritaires du deuxième Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté (DSRP 2), l'aménagement d'infrastructures pour le transport est mis en exergue dans le point consacré à « la diversification de l'économie, l'accélération de la croissance, la promotion de l'emploi ».

### **(2) Historique**

Le pont suspendu de Matadi, construit avec une aide financière remboursable du Japon a été inauguré en 1983. Trente années se sont écoulées depuis et, malgré l'entretien périodique consciencieusement effectué par l'OEBK, le pont commence à donner des signes de vétusté et l'OEBK s'inquiète tout particulièrement de la progression de la rouille à l'intérieur des câbles porteurs du pont. La JICA a effectué en 2012 une inspection par ouverture des câbles, qui a permis de montrer que, si la rouille n'était encore présente qu'à un léger degré, l'humidité relative à l'intérieur des câbles était déjà supérieure à un seuil critique. Cette inspection a également

clarifié le fait que la progression de la rouille ne pourrait pas être arrêtée si les choses restaient en l'état et que les câbles risquaient par conséquent de se rompre à l'avenir. Étant donné l'impossibilité d'endiguer ou de ralentir la progression de la rouille uniquement avec la maintenance effectuée jusqu'à présent par l'OEBK, la mise en place d'un système d'injection d'air sec a été jugée indispensable. Dans ce contexte, le gouvernement de la RDC a présenté une requête d'aide financière non remboursable auprès du gouvernement du Japon. Le document de requête officielle pour une aide financière non remboursable relative à l'entretien des équipements pour le Projet d'aménagement du Pont Matadi a été élaboré et présenté officiellement le 20 juillet 2012.

### **(3) Grandes lignes**

Afin de confirmer le contenu des travaux et de calculer leur coût approximatif sur la base de cette requête officielle, la JICA a effectué en 2013 une Étude préparatoire relative au Projet d'aménagement du Pont Matadi.

Cette Étude a permis de confirmer la nécessité de procéder aux mesures anti-rouille composées de différents travaux, dont la mise en place d'un système d'injection d'air sec dans les câbles et l'installation d'un dispositif de déshumidification dans les ancrages, la peinture des câbles, le resserrage des attaches de câbles, la peinture des attaches, les travaux de calfeutrage et les mesures d'étanchement des fissures dans ancrages.

Le contenu du projet ainsi confirmé a fait l'objet de discussions tenues entre l'OEBK, organisme d'exécution du côté RDC, et la mission d'étude de la JICA, et les deux parties se sont mises d'accord à ce sujet.

## **1-3 Tendances de l'aide japonaise**

### **(1) Orientations de l'aide japonaise**

Voici quelle sont les orientations de l'aide japonaise en RDC:

<p>Le soutien, tourné vers la reconstruction du pays, porte sur les domaines de la consolidation de la paix et du développement économique et social : en appui aux actions gouvernementales basées sur le deuxième Document de stratégie de réduction de la pauvreté (DSRP-2) rendu public en 2011 et sur le plan quinquennal relatif à la reconstruction du pays du nouveau gouvernement mis en place après l'élection présidentielle de 2011, le Japon soutient l'aménagement d'infrastructures économiques et sociales, notamment en termes de formation des personnels/renforcement des capacités, santé et eau, infrastructures de transport, etc. De plus, il prend aussi en compte le domaine de la préservation de l'environnement, dans le cadre des mesures relatives aux changements climatiques.</p>
---

Le Projet, sur la base des orientations ci-dessus, réalise un soutien portant notamment sur le renforcement des capacités et l'aménagement institutionnel pour soutenir l'économie et la société, (soutien aux progrès de la démocratie inclus), et sur un aménagement d'infrastructures et d'institutions nécessaires à une croissance économique durable.

**(2) Tendances de l'aide japonaise**

On trouvera dans le Tableau 1-3.1 les projets d'aide réalisés en RDC dans le passé par le Japon.

**Tableau 1-3.1 Projets exécutés durant les 5 dernières années avec un prêt en yens et une aide financière non remboursable du Japon**

Année fiscale	Prêts en yens	Coopération financière non remboursable		Coopération technique	
		2,779 milliards de yens		815 millions de yens (799 millions de yens)	
2008	0,0 milliards de yens	Aide financière d'urgence non remboursable à destination des populations déplacées en République démocratique du Congo (790 millions)		Accueil de stagiaires	3 064 stagiaires (4.117 stagiaires)
		Projet pour la prévention des maladies infectieuses chez les enfants en République démocratique du Congo (via l'UNICEF) (399 millions)		Envoi d'experts	3 experts (10 experts)
		Aide alimentaire (2 projets) (1,54 milliards)		Envoi de mission d'étude	109 personnes (76 personnes)
		Aide financière non remboursable aux projets sur la sécurité humaine au niveau local (7 projets) (51 millions)		Accueil d'étudiants	10 étudiants
2009	0,0 milliards de yens	7,772 milliards de yens		1,419 milliards de yens (1,409 milliards de yens)	
		Projet pour la prévention des maladies infectieuses chez les enfants (en collaboration avec l'UNICEF) (281 millions)		Accueil de stagiaires	4.120 stagiaires (4.117 stagiaires)
		Projet d'aménagement en équipements des cliniques universitaires de Kinshasa (728 millions)		Envoi d'experts	10 experts (10 experts)
		Projet de réhabilitation et de modernisation de l'avenue des Poids Lourds dans la ville de Kinshasa (1,751 milliard)		Envoi de mission d'étude	76 personnes (76 personnes)
		Projet de réhabilitation de l'usine de traitement des eaux de Ngaliemu dans la ville de Kinshasa (1,944 milliard)		Fourniture de matériels	4,88 millions de yens (4,88 millions de yens)
		Projet d'extension de l'usine de traitement des eaux de Ngaliemu dans la ville de Kinshasa (81 millions)		Accueil d'étudiants	18 étudiants
		Projet de soutien à un environnement protecteur pour les enfants via la participation des communautés dans l'Équateur, le Kasai-Oriental et le Kasai-Occidental, pour contribuer à l'autonomisation des communautés en République démocratique du Congo (via l'UNICEF) (601 millions)			
		Coopération financière non remboursable non liée à des projets (700 millions)			
		Programme de préservation des forêts (1 milliard)			
		Aide alimentaire (620 millions)			
		Aide financière non remboursable aux projets sur la sécurité humaine au niveau local (2 projets) (66 millions)			
2010	0,0 milliards de yens	3,312 milliards de yens		841 millions de yens (826 millions)	
		Projet de réhabilitation et de modernisation de l'avenue des Poids Lourds dans la ville de Kinshasa (deuxième phase) (1/3 dette publique) (409 millions)		Accueil de stagiaires	2.310 stagiaires (2.308 stagiaires)
		Projet d'aménagement de l'Institut d'enseignement médical de Kinshasa (85 millions)		Envoi d'experts	12 experts (12 experts)
		Projet d'extension de l'usine de traitement des eaux de Ngaliemu dans la ville de Kinshasa (deuxième phase) (1/3 allègement de la dette) (1,5 milliard)		Envoi de mission d'étude	40 personnes (40 personnes)
		Aide alimentaire (880 millions)		Fourniture de matériels	10,48 millions de yens (10,48 millions de yens)
		Aide financière non remboursable aux projets sur la sécurité humaine au niveau local (5 projets) (84 millions)		Accueil d'étudiants	38 étudiants
2011	Pas de prêts	5,831 milliards de yens		811 millions de yens (803 millions de yens)	
		Projet de réhabilitation et de modernisation de l'avenue des Poids Lourds dans la ville de Kinshasa (deuxième phase) (1,964 milliard)		Accueil de stagiaires	2.437 stagiaires (2.435 stagiaires)
		Projet d'extension de l'usine de traitement des eaux de Ngaliemu dans la ville de Kinshasa (2,604 milliards)		Envoi d'experts	17 experts (17 experts)
		Projet d'aménagement de l'Institut d'enseignement médical de Kinshasa (611 millions)		Envoi de mission d'étude	4 personnes (4 personnes)
		Projet de soutien au cycle électoral en République démocratique du Congo (en collaboration avec le PNUD) (77 millions)		Fourniture de matériels	20,76 millions de yens (20,76 millions de yens)
		Projet de consolidation de la paix dans les zones minières du Nord Kivu (en collaboration avec le PNUD) (510 millions)			
		Aide financière non remboursable aux projets sur la sécurité humaine au niveau local (3 projets) (56 millions)			
Aide culturelle non remboursable au niveau local (1 projet) (10 millions)					
2012	Pas de prêts	5,507 milliards de yens		831 millions de yens	
		Projet de réhabilitation et de modernisation de l'avenue des Poids Lourds dans la ville de Kinshasa (deuxième phase) (3/3 dette publique) (979 millions)		Accueil de stagiaires	1.078 stagiaires
		Projet d'aménagement de l'Institut d'enseignement médical de Kinshasa (2/2 dette publique) (1,156 milliard)		Envoi d'experts	39 experts
		Projet d'aménagement d'une école nationale de formation professionnelle dans la province à statut spécial de Kinshasa (1,829 milliard)		Envoi de mission d'étude	20 personnes
		Projet d'extension de l'usine de traitement des eaux de Ngaliemu dans la ville de Kinshasa (3/3 dette publique) (675 millions)		Fourniture de matériels	82,47 millions de yens
		Aide alimentaire (780 millions)			
Microprojets culturels (5 projets) (88 millions)					
Montants cumulés jusqu'en 2012	35,596 milliards de yens	61,633 milliards de yens		11,918 milliards de yens	
		Accueil de stagiaires	23 524 stagiaires		
		Envoi d'experts	244 experts		
		Envoi de mission d'étude	593 personnes		
		Fourniture de matériels	818,45 millions de yens		

- Note : 1) La répartition des charges et des travaux par année est déterminée en principe conformément à l'Échange de Notes pour les projets de prêt en yens et ceux d'aide financière non remboursable, alors que les projets de coopération technique dépendent du budget de l'année.
- 2) Les montants sont décidés conformément à l'Échange de Notes pour les projets de prêt en yens et ceux d'aide financière non remboursable, et conformément aux frais réels de la JICA et aux frais réels de la coopération technique des différents ministères et agences et de chacun des départements pour les projets de coopération technique. Les montants des aides financières non remboursables aux projets de sécurité humaine au niveau local, des aides financières non remboursables en lien avec les ONG japonaises et des aides financières non remboursables aux projets culturels au niveau local sont conformes à l'accord du don.
- 3) Le total des prêts en yens n'inclut pas les reports ni les exonérations des dettes.
- 4) Pour la coopération technique entre 2008 et 2011, elle concerne l'assistance technique de l'ensemble du Japon et les chiffres entre parenthèses pour 2008-2011 sont les résultats des projets de coopération technique exécutés par la JICA. Les résultats de l'ensemble du Japon pour l'année 2012 sont actuellement en cours de calcul, seuls les résultats de la JICA sont présentés et le total correspond aux résultats des projets de coopération technique exécutés par la JICA.

Source: Site du Ministère des Affaires étrangères du Japon en 2012

Parmi les projets d'aide du Japon pour la RDC, sont présentés dans le Tableau 1-3.2 ci-dessous les projets de coopération technique accordés à l'OEBK.

**Tableau 1-3.2 Plan de soutien japonais en lien avec le Projet**

Désignation	Teneur	Période
Projet de Renforcement de la Gestion du Pont Maréchal à Matadi	Projet de coopération technique	de mars 2012 à mars 2015





Les agents du Service Maintenance et Entretien dans l'organigramme de l'OEBK ainsi que les opérateurs participeront à l'exécution des travaux du présent projet.

### **2-1-2 Niveau technique**

L'OEBK s'est chargée pendant trente années de l'entretien et de la gestion du Pont Matadi depuis son ouverture. On peut considérer que cette organisation possède un niveau technique suffisant pour les opérations courantes d'exploitation et d'entretien du pont, puisqu'elle a effectué périodiquement le renouvellement de la peinture et qu'elle a procédé aux réparations des membrures et du béton. Si elle n'a pas été en mesure de trouver des solutions pour ce qui est de la méthode de séchage des câbles qui fait appel à des techniques de haut niveau, ni pour la réparation des fissures dans le béton qui nécessite des matériaux spéciaux, l'OEBK s'est toutefois chargée de l'entretien et de la gestion du pont jusqu'à présent et, à en juger de son expérience, on peut considérer qu'elle sera apte à intégrer à l'avenir les techniques relatives à l'entretien du système d'injection d'air sec dont la mise en place est prévue dans le présent projet si les informations et l'encadrement adéquats lui sont fournis.

### **2-1-3 Installations, matériels existants**

Le pont Matadi est composé de plusieurs équipements et l'OEBK possède les matériels suivants.

- 2 chariots d'inspection des câbles
- 1 camion grue
- 1 véhicule à nacelle pour travaux en hauteur
- Véhicules de travail pour l'inspection du pont (4 véhicules pour le travail sur les surfaces inférieures, 2 véhicules pour le travail sous la dalle)
- 2 nacelles pour les travaux des pylônes

Après l'exécution du présent projet, les chariots d'inspection des câbles seront principalement utilisés pour repeindre les câbles et pour les réparations du calfeutrage. Il sera également possible d'utiliser le camion grue et le véhicule à nacelle pour les travaux en hauteur dans les endroits de faible hauteur. Les véhicules de travail pour l'inspection du pont et la nacelle pourront également être utilisés dans les emplacements où un caillebotis est nécessaire pour les opérations aux alentours du pylône.

## **2-2 Situation du site du projet et de ses environs**

### **2-2-1 État de l'aménagement d'infrastructures en lien avec le Projet**

#### **(1) État des routes**

Le pont Matadi, site du présent projet, ainsi que les routes du tronçon Matadi-Kinshasa de la Province du Bas Congo sont relativement bien aménagés par rapport à la situation d'ensemble en RDC.

#### **(2) Situation d'alimentation électrique**

Les environs du pont situés à l'intérieur de la ville de Matadi sont relativement bien desservis en électricité. De plus, il est jugé que les arrêts des équipements sur une longue durée lors des coupures du réseau peuvent être évités puisque le pont dispose d'un groupe électrogène.

### **2-2-2 Conditions naturelles**

Le climat dans la zone concernée est un climat de forêts tropicales humides où les moyennes de température de l'air et d'hygrométrie sont toutes deux élevées. Les pluies sont abondantes entre septembre et novembre, et la température comme l'hygrométrie est élevée. Les températures durant la saison sèche sont comprises entre 20 et 30°C, avec une humidité relative comprise entre 5 et 19% alors que les températures durant la saison des pluies sont comprises entre 25 et 42°C, avec une humidité relative comprise entre 70 et 100%.

### **2-2-3 Analyse des données des températures et de l'humidité**

L'analyse des données des températures et de l'humidité qui constituent les conditions sine qua de la conception a été effectuée à partir des résultats des données existantes. Les faits suivants ont pu être constatés à partir des résultats de mesure des températures de l'air extérieur et des mesures effectuées dans les ancrages, les câbles et le pylône.

#### **(1) Intérieur des ancrages**

- Les variations de l'humidité relative dans l'espace en biseau à l'intérieur des ancrages sont comprises entre 60 et 75% pour l'ancrage A1, et entre 55 et 75% pour l'ancrage A2.
- La température à l'intérieur des ancrages est comprise entre 26 et 30°C.
- Les températures s'abaissent durant la saison sèche (de juin à septembre) et l'humidité relative a tendance à diminuer également.

**(2) Intérieur des câbles**

- L'humidité relative est généralement comprise entre 65 et 69% et ne présente que peu de variations.
- Les températures varient entre 21 et 37°C.
- Durant la saison sèche, la température s'abaisse mais l'humidité relative s'élève.

**(3) Intérieur des pylônes**

- L'humidité relative varie entre 30 et 80%.
- Les températures varient entre 22 et 43°C.
- Durant la saison sèche, la température s'abaisse et l'humidité relative ne change pratiquement pas.

**(4) Air extérieur**

- Les pluies sont abondantes entre septembre et novembre et l'humidité relative est également élevée. La température augmente de même.
- Les températures pendant la saison sèche sont comprises entre 20 et 30 °C, avec une humidité relative de 5 à 19%. Pendant la saison des pluies, les températures sont comprises entre 25 et 42°C, avec une humidité relative de 70 à 100%.

En fonction de ce qui précède, l'humidité relative à l'intérieur des ancrages et à l'intérieur des câbles excède la limite de 60% pendant une certaine période et la nécessité de procéder au séchage des alentours des câbles a été reconnue.

**2-2-4 Considérations environnementales et sociales**

L'aide financière non remboursable accordée par présent projet porte uniquement sur la mise en place d'équipements ainsi que sur les réparations des installations du pont existant et aucun impact n'est à craindre sur le plan social et environnemental. D'autre part, le projet ne présente aucun élément nécessitant une considération particulière et il appartient donc à la catégorie C.

**2-3 Autres (questions mondiales, etc.)**

Rien en particulier.

## **Chapitre 3 Teneur du Projet**

### **3-1 Présentation générale du Projet**

#### **(1) Objectif supérieur et objectif spécifique du projet**

##### **1) Objectif supérieur**

Par une utilisation continue du Pont Matadi, contribuer à l'amélioration de l'économie locale et du bien être de la société.

##### **2) Objectif du Projet :**

La progression de la rouille des câbles porteurs doit être arrêtée pour prolonger la durée de vie du pont Matadi.

##### **3) Résultats du Projet :**

Un système de séchage par injection d'air pour câbles porteurs de pont suspendu est fourni et installé sur les câbles porteurs du Pont Matadi.

#### **(2) Présentation générale du projet**

Le présent projet se proposant d'atteindre les différents objectifs mentionnés ci-dessus et d'entretenir le Pont, porte sur la mise en place des matériels et équipements requis pour un nouveau système introduit et les différentes installations y afférentes qui seront renouvelées, ainsi que le contrôle et l'encadrement des travaux, le fonctionnement d'essai du nouveau système, et le transfert de technologies relatif à la gestion du système en question. La teneur des installations est indiquée ci-dessous.

- Système d'injection d'air sec (travaux de mise en place d'un nouveau système)
- Système de séchage des câbles par injection d'air (apport et fixation sur les pièces du pylône et mise en place des tuyaux sur le pylône et les câbles)
- Dispositif de déshumidification dans l'espace en biseau à l'intérieur des ancrages (mise en place d'une conduite vers l'espace en biseau dans les ancrages, mise en place du dispositif de déshumidification et travaux d'étanchéité)
- Équipements électriques (remplacement du panneau de réception électrique et du panneau de distribution électrique dans l'ancrage A1 du côté Matadi, pose des fils électriques)

- Resserrage des boulons des attaches de câbles (travaux de resserrage avec un tendeur de boulons et remplacement des cache-boulon), réparation des câbles garde-corps (renforcement dans les endroits détériorés et remplacement des câbles présentant des défauts.)
- Travaux de renouvellement de la peinture des câbles, calfeutrage des attaches de câbles (travaux de renouvellement de la peinture, calfeutrage)
- Réparation des fissures dans les ancrages (mise en place de nouveau matériau de réparation des fissures)
- Introduction d'un chariot d'inspection des câbles (mise en place d'un nouveau chariot)

Par ailleurs, le transfert de technologies se fera sous la forme d'une formation sur le tas exécutée dans le présent projet.

## **3-2 Conception sommaire du projet de coopération**

### **3-2-1 Orientations de la conception**

#### **(1) Orientations de la conception des installations**

La conception des équipements requis a été effectuée dans l'objectif d'arrêter la progression de la corrosion par la rouille présente dans les câbles qui sont les principales pièces d'un pont suspendu et en vue de prolonger la durée de vie du Pont Matadi.

Les orientations de la conception des installations sont les suivantes.

- (1) La conception des équipements du système d'injection d'air sec dépend du diamètre et de la longueur des câbles, des volumes d'air et de la pression de sortie. Les capacités requises pour les équipements du Pont Matadi seront déterminées à partir de celles des ponts suspendus de type similaire, comme le Pont Akinada au Japon. Par ailleurs, la conception sera faite pour les équipements dont les dimensions permettront le passage par l'entrée des entretoises qui est une condition de l'apport des équipements.
- (2) La peinture pour assurer le niveau requis de perméabilité sera sélectionnée en prenant pour référence les spécifications de la peinture des câbles utilisée lors de la mise en place d'un système d'injection d'air sec au Japon, sur la base de produits ayant des spécifications similaires et disponibles sur le marché local.
- (3) Le chariot d'inspection des câbles nécessaire pour les travaux sera fabriqué en se référant aux véhicules mis en place au départ.

- (4) Pour le resserrage des boulons des attaches de câbles, l'objectif sera de revenir à la force axiale déterminée lors de la conception initiale (679 KN en moyenne par boulon) afin d'éviter que les attaches ne glissent et tombent. A cet effet, des dispositifs légers, permettant de fournir la tension voulue et de procéder facilement aux opérations sur le chariot de travail sur les câbles ont été sélectionnés.
- (5) Les câbles garde-corps jouent à la fois un rôle de main courante lors des inspections des câbles et un rôle de rail pour le chariot d'inspection. Par conséquent, les câbles garde-corps doivent avoir la tension nécessaire pour que le chariot d'inspection des câbles puisse être monté et puisse se déplacer normalement. La tension actuelle des câbles garde-corps a diminué, ces câbles sont détendus et leur longueur ne peut plus être ajustée. Par conséquent, une certaine marge de réglage pourra être assurée en remplaçant les pièces fixées sur les pylônes. Par ailleurs, les câbles garde-corps endommagés ne seront pas remplacés car leur degré de détérioration est inférieur à 5%. Ils seront fixés aux montants par des serre-câbles en veillant à ne pas exercer de tension directe sur les parties endommagées.
- (6) Pour la réparation des fissures des ancrages, des matériaux ayant des fonctions d'imperméabilité et de calfeutrage suffisantes seront sélectionnés.

## **(2) Orientations pour la sélection des matériels**

La sélection des matériels et équipements fournis dans le cadre du présent projet a été effectuée selon les orientations indiquées ci-dessous.

- Conditions climatiques aux alentours du pont concerné
- État actuel du pont concerné
- Méthode de travaux, étendue des travaux et calendrier d'exécution des réparations concernées
- État d'aménagement du système de réception, d'exploitation, d'entretien et gestion des matériels (organisation, personnels, installations et équipements, budget)
- Teneur et état des matériels déjà détenus par l'OEBK, conditions diverses en RDC relatives à l'importation des matériels

En nous appuyant sur les orientations ci-dessus et les résultats de l'étude de terrain menée pour le pont en question, nous déciderons les matériels à fournir par ce projet, leurs spécifications et quantités sur la base des conditions listées ci-dessous.

- Pour la peinture qui est le principal matériau de réparation, des produits disponibles localement et ayant la qualité requise pour la peinture des câbles seront sélectionnés.
- Les équipements seront fabriqués au Japon mais seront composés de matériels courants disponibles sur le marché local afin de faciliter leur remplacement pour l'entretien et la gestion.

### **(3) Orientations en matière de conditions naturelles et environnementales**

Dans la zone cible du Projet, la saison des pluies s'étend chaque année d'octobre à avril, et la saison sèche de mai à septembre, mais les pluies en saison des pluies sont concentrées sur les heures tardives de l'après midi, si bien que les travaux de revêtement pour rehausser l'étanchéité peuvent être réalisés tout au long de l'année.

### **(4) Orientations à l'égard de la situation de construction et de fourniture**

En RDC, l'OEBK, qui est gestionnaire de routes, assure elle-même l'entretien et la gestion de ponts. Pour le Pont concerné, l'OEBK assure aussi de façon autonome l'entretien et la gestion, dont elle assume le budget, les personnels, les matériaux de construction, etc. Par ailleurs, l'OEBK a déjà fait l'expérience de se charger elle-même de la fourniture de la peinture et elle peut par conséquent être responsable de la fourniture, à l'exception de certains matériels et produits spécifiques.

### **(5) Orientations à l'égard de l'emploi des prestataires locaux**

Comme indiqué dans le paragraphe précédent «Orientations à l'égard de la situation de construction et de fourniture», l'OEBK est elle-même chargée de l'entretien et de la gestion du pont Matadi. Pour ce qui est des prestataires locaux, s'il existe des entreprises possédant les équipements nécessaires aux travaux de génie civil comme les camions à benne et les pelleuses, aucune société n'a de capacités voulues pour les travaux sur les poutres métalliques d'un pont suspendu. Il existe en outre une usine sidérurgique en relation avec les chantiers navals et une entreprise de peinture dans le port de Matadi mais aucune entreprise locale n'est capable d'assurer les travaux sur les ponts. Au cas où des opérateurs s'avèrent nécessaires pour les travaux de réparation du pont, l'OEBK se chargera en principe de recruter des travailleurs locaux et d'assurer leur formation.

### **(6) Orientations à l'égard de l'opération, l'entretien et la gestion**

L'encadrement de la mise en opération des matériels fournis dans le cadre du Projet, ainsi que l'encadrement relatif aux modes d'opération, d'entretien et de gestion, sera fondamentalement



réalisé par les encadreurs du prestataire, après la mise en place des matériels, sous la forme d'une formation sur le tas (entraînement par la pratique), en se conformant aux manuel d'opération, d'entretien et de gestion.

**(7) Orientations à l'égard de la période des travaux**

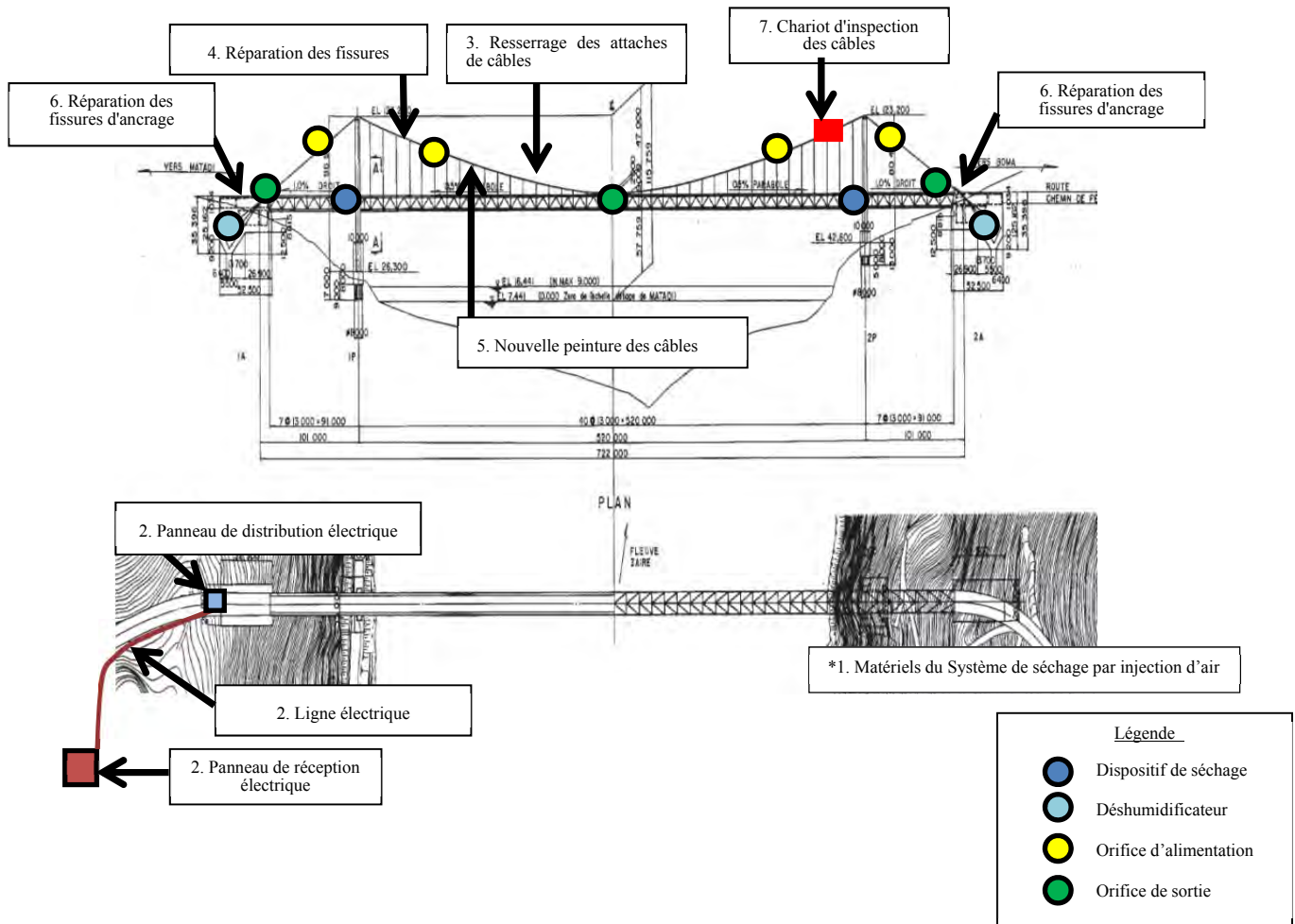
Pour l'établissement de projets de coopération financière non remboursable, la période des travaux a été fixée dans les 24 mois à partir de la signature de l'échange de notes.

**3-2-2 Plan de base**

**(1) Plan global**

Le présent projet a pour objectif d'arrêter la progression de la corrosion en effectuant les réparations nécessaires sur le pont Matadi où certains câbles commencent à être rouillés et à prolonger ainsi la durée de vie du pont.

Afin d'atteindre cet objectif, les emplacements prévus pour la mise en place des installations sur le pont Matadi sont indiqués dans la Figure 3-2.1 - Plan simplifié des emplacements prévus.



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.1 Plan simplifié des emplacements prévus**

La mise en place de chacun des équipements du présent projet est effectuée selon la procédure suivante.

- (1) Les câbles garde-corps servant de rails sont réparés et sont serrés à une tension appropriée afin que les chariots d'inspection des câbles servant de caillebotis pour les travaux sur les câbles puissent circuler en toute sécurité.
- (2) Les boulons des attaches de câbles sont serrés à la tension appropriée afin que l'enrobage des câbles (fils d'enrobage et peinture) ne soit pas détérioré durant le déplacement des attaches de câble de leur position normale. Les cache-boulon sont en même temps remplacés par des articles anti-rouille. Le chariot d'inspection des câbles nécessaire aux travaux est mis en place.
- (3) Les câbles sont repeints pour assurer le degré d'imperméabilité empêchant les fuites de l'air sec injecté. Les interstices entre les attaches de câbles sont également comblés pour éviter les fuites d'air par les attaches.

- (4) Des réparations sont effectuées pour colmater les fissures dans les ancrages qui provoquent la pénétration d'eau et pour préparer le fonctionnement d'essai.
- (5) Une alimentation stable en électricité est fournie en remplaçant le panneau de réception électrique, le panneau de distribution électrique et le câblage pour que le système d'injection d'air sec puisse fonctionner.
- (6) Un système d'injection d'air sec est installé dans le pylône et dans les ancrages et la tuyauterie est mise en place afin que l'air injecté sèche les câbles pour parachever le système.
- (7) Le fonctionnement du système est mis à l'essai pour confirmation de ses fonctions.

## **(2) Plan des installations**

Le plan de chacune des installations est indiqué ci-dessous.

### **1) Équipements du système d'injection d'air sec**

#### **a) Mise en place du dispositif de séchage des câbles par injection d'air**

##### **(i) Présentation générale du plan**

Pour le dispositif de séchage des câbles par injection d'air, a fait l'objet de l'étude sa mise en place aux alentours de l'entretoise, pièce placée au milieu du pylône sous la poutre. Un dispositif pouvant passer par le trou d'homme du pylône ayant été sélectionné, une installation à l'intérieur de l'entretoise a été prévue.

L'emplacement de l'orifice d'alimentation d'air du dispositif de séchage des câbles par injection d'air sera décidé en fonction de la portée de l'air envoyé. L'emplacement de l'orifice de sortie d'air du dispositif est généralement situé au centre de la travée centrale au niveau des selles du pylône. Toutefois, comme il est impossible d'observer et de mesurer l'impact de l'air injecté au niveau des travées latérales, les orifices de sortie d'air seront placés directement devant les ancrages et il sera ainsi possible de procéder à une surveillance.

Comme dans ces alentours, la hauteur des câbles n'est pas très élevée, que l'humidité peut facilement se former et que le séchage est par conséquent plus long, des emplacements permettant une surveillance ont été choisis pour les orifices de sortie d'air.

Les thermomètres et les hygromètres disponibles sur le marché sont largement suffisants pour le relevé des températures et de l'humidité mais l'OEBK continue à prendre actuellement les mesures en utilisant les appareils fournis dans le cadre du projet de coopération technique. Étant donné que ces appareils peuvent enregistrer les mesures individuellement et qu'il n'est

pas nécessaire de procéder aux mesures en ligne, les données seront saisies en temps voulu conformément au plan.

### (ii) Critères de conception

Pour la conception du système d'injection d'air sec, des équipements ayant les capacités requises ont été sélectionnés en fonction des résultats des ponts suspendus de type similaire. La disposition des orifices d'alimentation et de sortie d'air sera déterminée en fonction de la portée de l'impact de l'air sec et, en général, ces orifices sont situés au point 1/4 du centre de chaque travée. La portée de l'impact de l'air sec étant généralement égale à 250 m environ, la disposition de ces orifices est également possible.

Les critères de conception ont été déterminés en prenant pour référence le Pont d'Akinada qui, parmi les ponts construits au Japon, est de même type et de même classe que le Pont Matadi. Le Tableau 3-2.1 présente les spécifications de ces deux ponts.

**Tableau 3-2.1 Critères de conception des équipements de séchage des câbles par injection d'air**

		Pont Matadi	Pont d'Akinada
Diamètre des câbles		470 mm	470 mm
Longueur de travée	Travée centrale	520 m	750 m
	Travées latérales	91 m, 91m	170 m, 255 m
Nbre dispositifs d'injection d'air		2	2
Longueur de chaque injection d'air		190 m ou moins	190 m ou moins
Orifice d'alimentation d'air		4 par dispositif	4 par dispositif
Volume spécifié d'injection d'air		2 m <sup>3</sup> /min	2 m <sup>3</sup> /min

Source: Mission d'étude JICA



Source: Site de Hiroshima Prefectural Road Public Corporation

**Photo : Pont d'Akinada**

**b) Mise en place du dispositif de déshumidification dans l'espace en biseau des ancrages**

**(i) Présentation générale du plan**

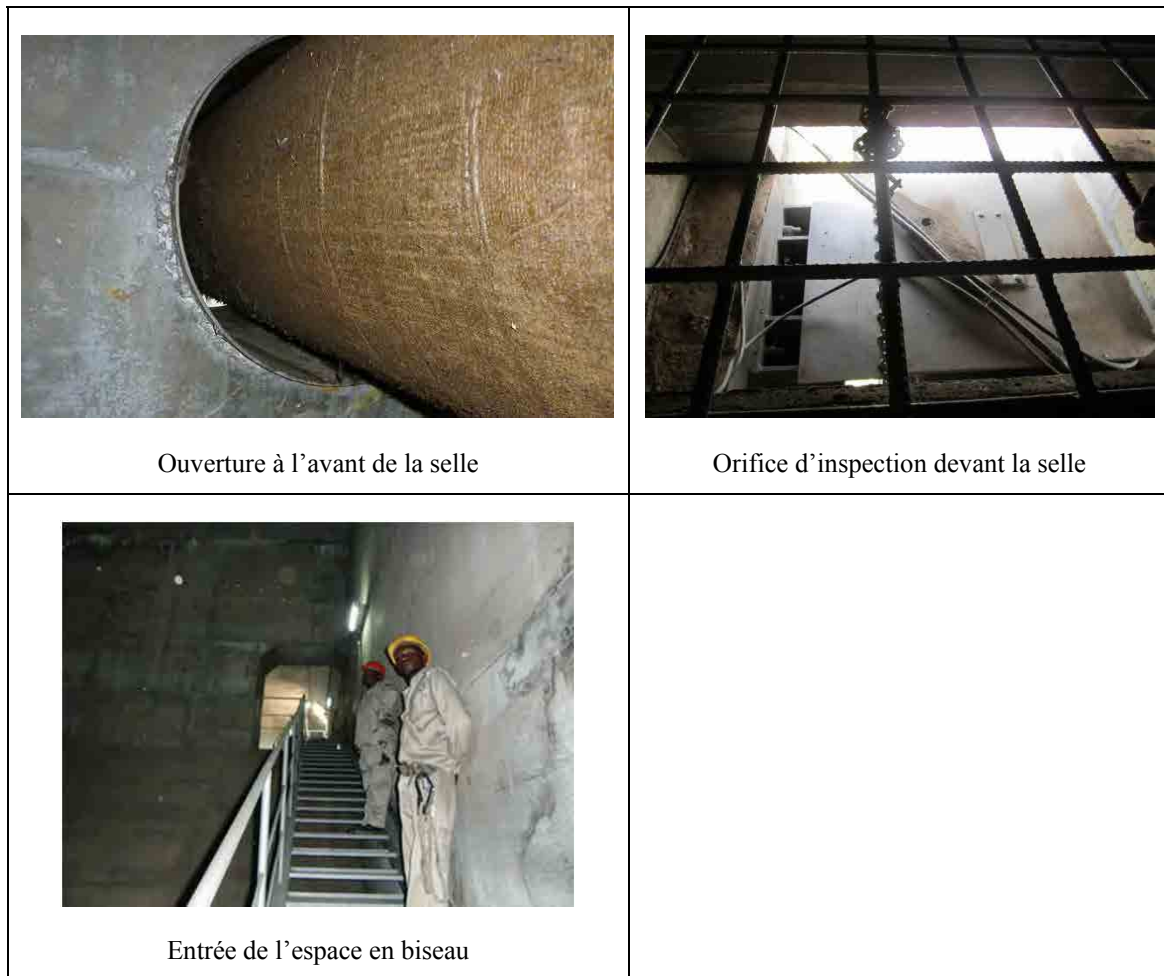
Les systèmes de déshumidification dans l'espace en biseau à l'intérieur des ancrages sont généralement mis en place au plus bas de la fosse d'ancrage. Toutefois, dans le présent projet, la conception prévoit l'aménagement d'un orifice d'alimentation d'air dans la porte de l'espace en biseau pour injecter de l'air.

Au Japon, un problème de condensation se pose pendant l'hiver mais étant donné que ce problème ne se produira pas en RDC puisqu'il n'y a pas de période hivernale, on a considéré que la déshumidification progressive à l'intérieur des ancrages apporterait des résultats suffisants.

Comme l'intérieur des ancrages est un espace entouré de murs en béton et hermétique, une porte sera installée à l'entrée et comme il y a un orifice d'inspection sous la partie avant de la selle en biseau, une porte sera également mise en place ici. Par ailleurs, le niveau d'étanchéité du mur avant de la selle qui est traversé par le câble peut être amélioré par des matériaux de renforcement et des travaux de calfeutrage. Il y a beaucoup d'espace à l'intérieur des ancrages, mais si l'on peut réduire le taux de renouvellement d'air en rehaussant le niveau d'étanchéité, il sera possible de sécher l'air avec un dispositif de déshumidification relativement petit.

L'équipement de déshumidification de l'espace en biseau à l'intérieur des ancrages sera comme suit.

L'équipement de climatisation et déshumidification sera installé dans la pièce en haut de l'espace en biseau (niveau où un panneau d'alimentation électrique est installé). L'unité extérieure sera installée à proximité du corps principal. L'air déshumidifié et refroidi par le dispositif de climatisation est envoyé par une conduite jusqu'à la partie inférieure de l'espace en biseau et l'air sec remonte progressivement du bas jusqu'en haut de l'espace en biseau en raison de la différence de température entre l'intérieur de l'espace et l'air sec.



**Figure 3-2.2 Photographies des alentours des ancrages**

**(ii) Sélection de la capacité de l'équipement**

Le volume de l'espace en biseau dans les ancrages est de  $3000 \text{ m}^3$ , et avec un volume d'air sec de  $20 \text{ m}^3/\text{min}$ , on obtient  $3.000/20 = 150$  minutes, ce qui signifie que le changement d'air à l'intérieur de l'espace en biseau peut être effectué en 2,5 heures. Cette équation permet de conclure que le volume d'air est adéquat.

**2) Équipements des panneaux de réception et de distribution électrique**

**(i) Présentation générale du plan**

Pour les équipements de réception électrique, comme l'OEBK peut effectuer le raccordement à partir de la sous-station jusqu'à un nouveau réseau, il a été décidé que l'étendue du présent projet serait du panneau de réception jusqu'au pont.

Pour le câblage jusqu'au pont, la mise en place de câbles aériens faciles à entretenir a été proposée, mais l'OEBK a précisé lors des discussions qu'il y avait des risques de vol en fonction de la situation locale et les câbles seront enfouis comme à l'ordinaire.

Pour le câblage à l'intérieur du pont, l'étude sur le terrain a permis de constater qu'il était en bon état et il sera utilisé tel quel et raccordé au nouveau panneau de distribution situé à l'intérieur de l'ancrage A1 du côté Matadi.

En raison de la grande différence de la capacité électrique des appareils (60 A), un nouveau câblage a été prévu. La tension nominale pour le câblage électrique sera de 380 V pour être identique à celle du groupe électrogène utilisé pour les urgences et de petits transformateurs seront prévus pour abaisser jusqu'à la tension requise dans tous les emplacements où les appareils seront installés. Pour les moteurs en particulier qui ont une tension nominale de 220 V, des transformateurs à basse tension seront prévus dans chaque emplacement.

### **(ii) Alimentation électrique des équipements**

La capacité électrique requise pour le fonctionnement de l'équipement de séchage des câbles par injection d'air et de l'équipement de séchage de l'espace en biseau des ancrages est de CA 200V triphasé, pour un total de 60. Une alimentation électrique de 30 A sera prévue pour le côté Boma.

La tension de réception électrique avait tout d'abord été prévue pour CA 220 V Triphasé. En effet, la tension électrique actuellement utilisée sur le site est uniquement 220V monophasé, principalement pour l'éclairage. Toutefois, le site du projet est doté d'un groupe électrogène d'urgence en cas de coupure de courant et il fonctionne encore actuellement. Ces spécifications étant de 380 V CA triphasé, il est nécessaire d'avoir une tension identique pour une utilisation en commun et, par conséquent, lors de la sélection des appareils, ces éléments ont été pris en compte dans la mesure du possible. Toutefois, pour les appareils ne pouvant pas être utilisés avec une tension de 380 V, on a opté l'utilisation à 220 V via un transformateur à basse tension.

Pour les appareils monophasés, des produits ayant une tension de 220 V ont été sélectionnés.

### **3) Équipements de resserrage des boulons des attaches de câbles**

Le resserrage des boulons des attaches de câbles a pour objectif d'éviter que les attaches ne glissent et tombent. Dans le plan, la force axiale déterminée lors de la conception initiale (679 KN en moyenne par boulon) a été de nouveau appliquée. Par conséquent, pour la sélection des équipements, des dispositifs légers, permettant d'exercer une force axiale voulue et de procéder facilement aux opérations sur les câbles avec un chariot de travail, seront choisis.

Par ailleurs, en tenant compte de la facilité d'exécution du travail, une unité hydraulique de 18 kg et un tendeur de boulons de 8 kg ont été sélectionnés, avec déplacement possible sur le câble. L'alimentation électrique requise pour les travaux sera assurée à partir des équipements d'alimentation électrique au sol et transmise par des câbles électriques souples sous caoutchouc.



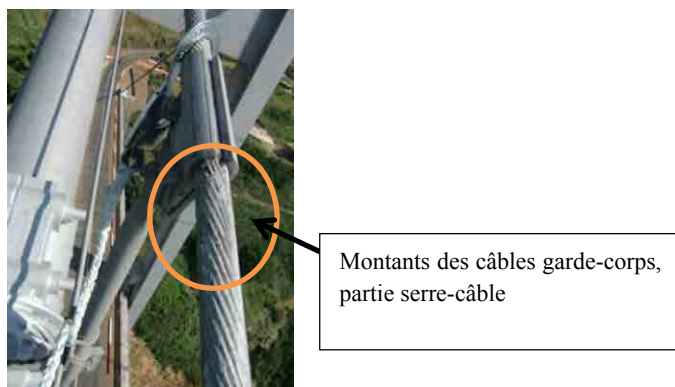
#### 4) Réparation des câbles garde-corps

Les câbles garde-corps jouent à la fois un rôle de main courante lors des inspections des câbles et un rôle de rail pour le chariot d'inspection. Par conséquent, le chariot d'inspection des câbles doit pouvoir être monté et circuler normalement sur le câble lors des inspections, et les câbles garde-corps doivent avoir la tension nécessaire pour ne pas être relâchés durant les travaux et pour éviter d'être courbés à l'extrême dans la partie des montants.

Lors de l'étude sur le terrain effectuée en février 2014, les éléments défectueux suivants ont été relevés en relation avec les câbles garde-corps.

- Les fils métalliques des câbles garde-corps sont rouillés et cassés dans les endroits de fixation par serre-câbles sur les montants.
- Il n'y a pas de marge de tension des tendeurs prévus pour tendre les câbles garde-corps de la travée centrale.

Comme indiqué ci-dessus, les câbles garde-corps se sont détendus en raison d'une diminution de leur tension et leur longueur ne peut plus être ajustée. Par conséquent, une marge de réglage (câble supérieur : 170 mm, câble inférieur : 100 mm) sera assurée en remplaçant les pièces fixées sur les pylônes, les câbles garde-corps endommagés ne seront pas remplacés mais fixés aux montants par des serre-câbles et renforcés en veillant à ne pas exercer de tension directe sur les parties endommagées. En tenant compte du fait que le chariot de travail se déplace sur le câble en utilisant les montants des câbles garde-corps, des serre-câbles arrondis ont été conçus pour les montants. Pour la méthode de fixation des câbles garde-corps, la situation ci-dessus a également été prise en considération et les montants aux alentours des pylônes ont été réparés en leur ajoutant un arrondi.



#### 5) Équipements pour le renouvellement de la peinture des câbles

La peinture pour assurer l'étanchéité des câbles a été sélectionnée en prenant pour référence les spécifications de la peinture au Japon et il a été possible de vérifier que des produits similaires

étaient disponibles localement. Les spécifications des peintures japonaises sont présentées ci-dessous pour référence.

**Tableau 3-2.2 Spécifications des peintures japonaises (référence)**

Procédure	Désignation peintures	Quantité standard (g/m <sup>2</sup> )	Épaisseur standard (µm)
Préparation base	Grattage catégorie 2		
Couche intermédiaire	Peinture résine époxy souple	300	90
Couche intermédiaire	Peinture résine époxy souple	300	90
Couche de finition	Peinture de finition résine fluor souple	120	25
Enduit antidérapant	Antidérapant de finition résine fluor souple	240	

La peinture actuellement utilisée pour les câbles s'écaillant facilement et n'étant pas suffisamment étanche, elle devra être complètement retirée par un grattage total. La superficie de ces travaux est de 2.771 m<sup>2</sup> (superficie totale des câbles).

## **6) Matériaux de réparation des fissures des ancrages**

### **(i) Présentation générale du plan**

Le colmatage des fissures au plafond et sur les côtés des ancrages sera effectué en utilisant les matériaux de colmatage expédiés et par le biais d'un transfert de technologies à l'OEBK par l'encadrement de l'entrepreneur.

### **(ii) Emplacements des fissures des ancrages**

Les fissures observées entre l'espace en biseau, la partie enfouie du cadre d'ancrage et la structure du pont sont dues à un rétrécissement par séchage et aux variations de température et elles se sont progressivement élargies pendant 30 ans. Le colmatage aura lieu en faisant une entaille en forme de U à la surface des endroits fissurés, en introduisant des joints dilatables dans l'entaille, en assurant l'étanchéité et en évitant les fuites d'eau vers l'espace en biseau. Les travaux de colmatage auront lieu avec un transfert de technologies par l'encadrement de la partie japonaise à l'OEBK.

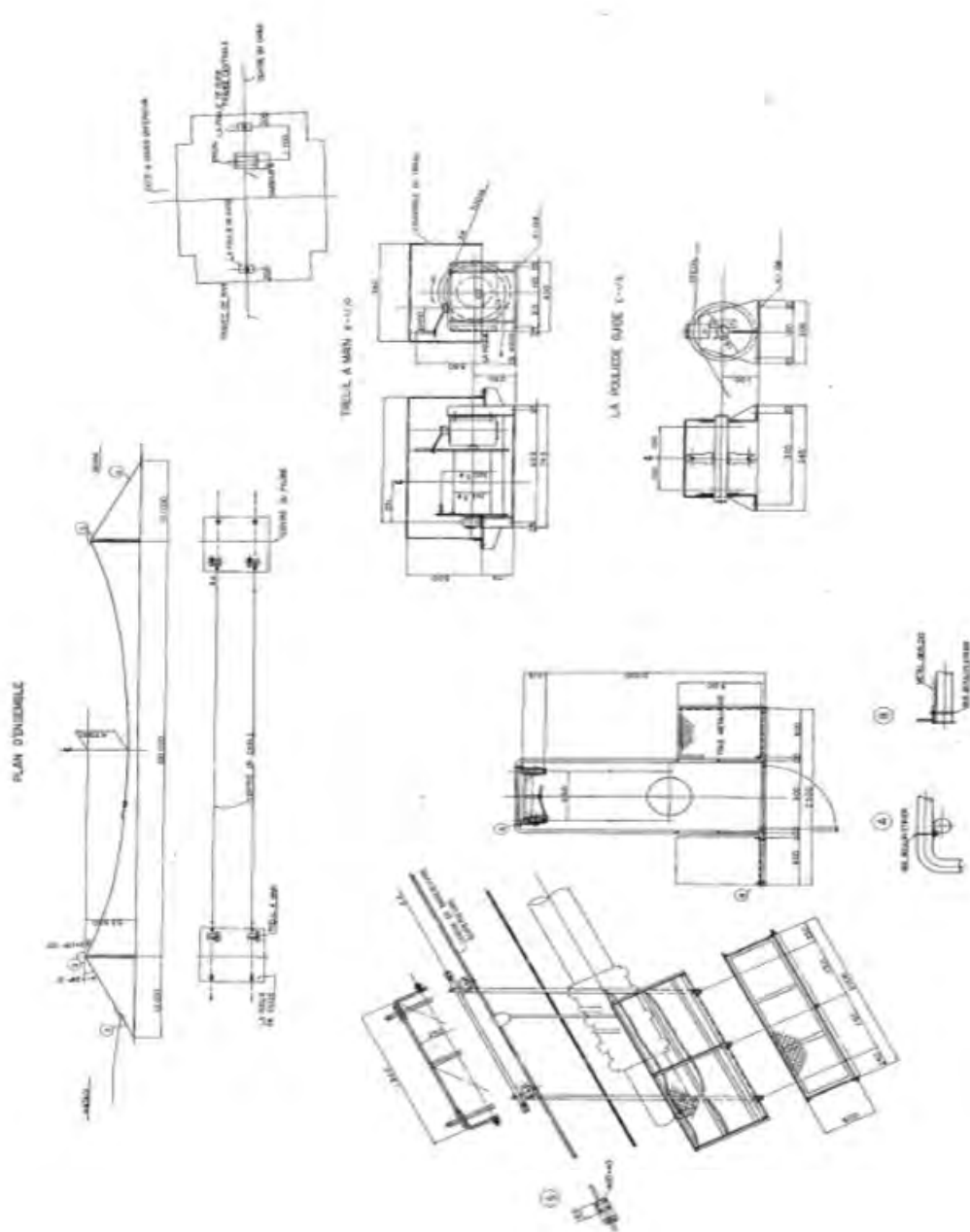
### **(iii) Emplacement des fuites d'eau au plafond**

Les emplacements des fissures du plafond ont été identifiés par l'OEBK qui procédera en principe aux travaux d'étanchéité aux alentours extérieurs de la partie supérieure de l'espace en biseau. Pour les mesures contre les fuites d'eau par l'extérieur de la plaque supérieure de l'espace en biseau, une couche étanche sera mise en place sur la partie extérieure de la plaque supérieure avec un revêtement en asphalte. Toutefois, des mesures seront prises par l'OEBK si des fissures sont découvertes après le retrait du revêtement de plafond existant.

### 7) Introduction de chariots d'inspection des câbles

Des chariots d'inspection des câbles ont été prévus dans le plan en tant qu'échafaudage pour l'exécution des travaux sur les câbles.

Pour les travaux de peinture, 4 chariots seront nécessaires et comme il a été possible de confirmer lors de l'étude sur le terrain que les deux chariots existants pouvaient être utilisés, deux nouveaux chariots supplémentaires seront mis en place dans le cadre du présent projet.



Source: Mission d'étude JICA

Figure 3-2.3 Chariot d'inspection des câbles

### (3) Plan des matériels et équipements

Les matériels et équipements fournis dans le cadre du présent projet sont présentés dans le Tableau 3-2.3.

**Tableau 3-2.3 Liste des équipements et matériels fournis**

N° de matériel	N° de composant	Désignation	Unité	Qté	Détail des quantités				
					A1	P1	P2	A2	Autre
1	Matériels et équipements du système d'injection d'air sec								
	1-1	Équipements de séchage câbles par injection d'air	Ensemble	2		1	1		-
	1-2	Dispositif de déshumidification de l'espace en biseau dans les ancrages	Ensemble	4	2			2	-
2	Matériels et équipements du panneau de réception électrique et du panneau de distribution électrique								
	2-1	Panneau de réception électrique	Jeu	1	-	-	-	-	1
	2-2	Panneau de distribution électrique	Jeu	1	1	-	-	-	-
3	Matériels et équipements de resserrage des boulons des attaches de câbles								
	3-1	Cache-boulon	Jeu	1	-	-	-	-	-
	3-2	Outils de serrage des boulons des attaches de câbles	Ensemble	2	-	1	1	-	-
4	Réparation des câbles garde-corps								
	4-1	Renforcement des câbles garde-corps	Jeu	1	-	-	-	-	-
	4-2	Tendeurs et pièce d'ancrage	Jeu	1	-	-	-	-	-
5	Matériels pour repeindre les câbles								
	5-1	Peinture	Jeu	1	-	-	-	-	-
	5-2	Matériau de calfeutrage	L	1.100	-	550	550	-	-
	5-3	Chariot d'inspection des câbles	Jeu	2	-	1	1	-	-
6	Matériaux de réparation des fissures des ancrages		L	180	90	-	-	90	-

Source: Mission d'étude JICA Lieux d'installation : Ancrages A1 et A2 du côté Matadi et Pylônes P1 et P2.

Pour les spécifications et les quantités des différents équipements requis, elles sont indiquées en page suivante.

**1) Équipements du système d'injection d'air sec**

**a) Équipements de séchage des câbles par injection d'air**

**(i) Spécifications des équipements**

Les équipements auront des spécifications identiques à celles du Pont Akinada, avec un volume d'air injecté de 2 m<sup>3</sup>/min et une valeur limite de pression de 300 mm Aqua. Les dimensions extérieures ont été déterminées afin que les équipements puissent être rangés dans l'entretoise du pylône. Les tuyaux à l'intérieur et à l'extérieur des pylônes seront flexibles en tenant compte de l'étroitesse des emplacements pour leur mise en place et pour faciliter les travaux. Pour les autres équipements, le Pont Akinada a été pris pour référence.

Les spécifications des équipements de séchage des câbles par injection d'air sont indiquées ci-dessous.

**Tableau 3-2.4 Spécifications des machines et appareils des équipements de séchage des câbles par injection d'air**

Désignation des équipements	Désignation des pièces	Spécifications	Remarques
Filtre à air	Cadre du corps	SS400	
	Préfiltre	400x400x50	
	Filtre haute efficacité	400x400x50	Dimensions standard
	Manomètre différentiel	500Pa	Basse pression
Déshumidificateur		Capacité de traitement 2 m <sup>3</sup> /min	3,5kW 11A
Ventilateur d'air	Corps principal	Volume d'air 3 m <sup>3</sup> /min Pression statique 6 kPa Pression statique maximum 15 kPa	1,9Kw 7A
	Manomètre	20kPa	Déterminé selon volume et pression d'air
	Débitmètre	50A	
	Soupape de sécurité	10kPa	
	Vanne de régulation de pression	Vanne à bille	
	Thermomètres/ Hygromètres		
Panneau de commande	Panneau lui-même	Alimentation électrique CA 380 V triphasé 7,5kVA	Inverseur Fonctionnement automatique par minuterie
Tuyau d'injection d'air dans le pylône		50 A Tuyau flexible	Déterminé à partir des 50 mm de dimension pour la conduite des câbles dans le pylône
Régulateur de pression et de débit d'air	Vanne de régulation du débit	Vanne à bille	
	Débitmètre	40A	
	Manomètre	10kPa	
Tuyau d'injection d'air hors du pylône		50 A Tuyau PE pour extérieur	Spécifications pour installations sur la main-courante des câbles garde-corps
Orifice d'alimentation d'air	Manomètre	10kPa	
	Soupape de sécurité	400mmAq	
Orifice de sortie d'air			Diamètre identique à celui de l'orifice d'entrée d'air

Source: Mission d'étude JICA

(ii) **Tableau des quantités**

**Tableau 3-2.5 Tableau quantitatif des équipements de séchage des câbles par injection d'air**

Désignation	Qté		Poids kg/jeu	Poids total kg	Remarques
	Par pylône	Ensemble du pont			
Unité de filtre	1	2	100	200	
Déshumidificateur	1	2	75	150	
Ventilateur d'air	1	2	30	60	
Support du dispositif	1	2	150	300	
Panneau de commande	1	2	200	400	
Tuyau d'injection d'air dans le pylône	2	4	80	160	50Ax140m
Régulateur de pression et de débit d'air	4	8	20	160	
Tuyau d'injection d'air hors du pylône	4	8	380/pylône	760	50Ax420m
Orifice d'alimentation d'air	4	8	50	400	
Orifice de sortie d'air		6	50	300	1 par travée centrale

Source: Mission d'étude JICA

**b) Équipement de déshumidification de l'espace en biseau à l'intérieur des ancrages**

**(i) Spécifications des équipements**

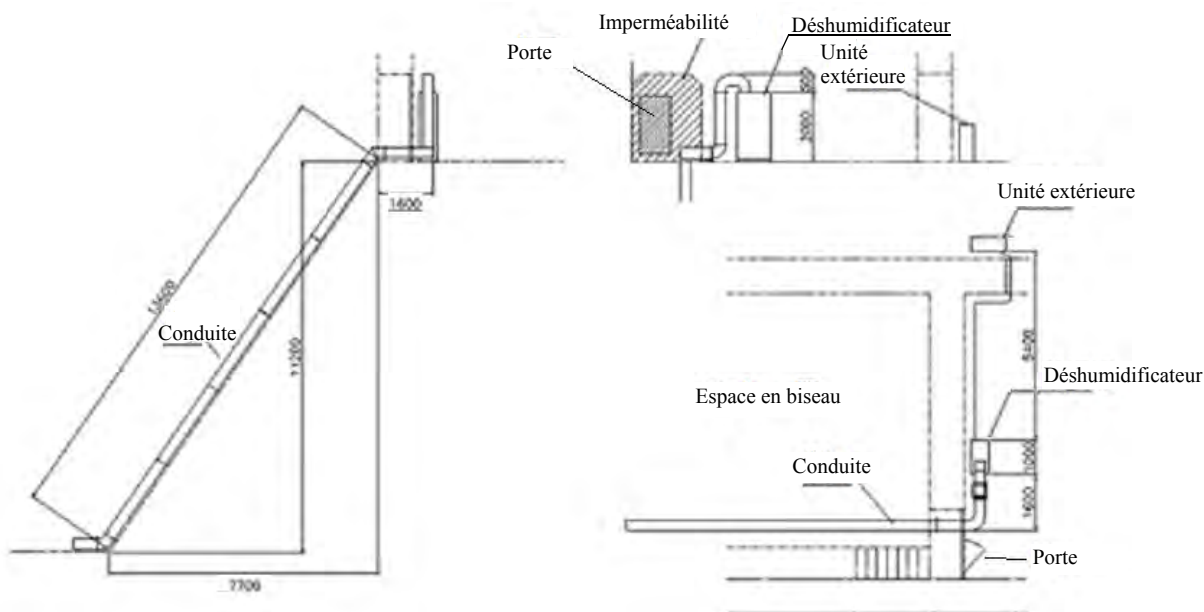
Les spécifications de l'équipement de déshumidification de l'espace en biseau à l'intérieure des ancrages sont indiquées ci-dessous.

**Tableau 3-2.6 Spécifications du dispositif de déshumidification de l'espace en biseau dans les ancrages**

Désignation des matériels	Désignation des pièces	Spécifications	Remarques
Corps principal du déshumidificateur		Volume d'air 20 m <sup>3</sup> /min Capacité de refroidissement 6 kW Capacité de déshumidification 5 l/h	1,5 kW 6A
Unité extérieure			0,1 kW
Conduite		300x300	
Panneau d'alimentation électrique	Panneau lui-même	Alimentation électrique CA 380 V triphasé 6 kVA	1 panneau/ancrage

Source: Mission d'étude JICA





Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.4 Plan de disposition des dispositifs pour le système de séchage de l'espace en biseau**

**(ii) Tableau des quantités**

**Tableau 3-2.7 Tableau quantitatif du dispositif de déshumidification de l'espace en biseau dans les ancrages**

Désignation	Qté		Poids kg/jeu	Poids total kg	Remarques
	Espace	Pont			
Corps principal du déshumidificateur	1	4	120	480	
Unité extérieure	1	4	25	100	
Conduite	1	4	120	480	20m
Panneau d'alimentation électrique		2			

Source: Mission d'étude JICA

**2) Équipements des panneaux de réception et de distribution électrique**

**(i) Spécifications des équipements**

Les spécifications des panneaux de réception et de distribution électrique sont indiquées ci-dessous.

**Spécifications**

**1. Cabine**

- 1) Type : Armoire extérieure IP54, avec crochet de suspension, type de transport en entier possible
- 2) Dimensions extérieures : 2100 H x 1600 l x 1500 P (référence)
- 3) Structure des portes : ouverture des deux battants sur l'avant et sur l'arrière
- 4) Matériau et épaisseur des plaques : corps en plaques d'acier 2,3 mm ; Portes : 2,3 mm ; Plaque intermédiaire : 3,2 mm
- 5) Poignée : étanche, avec clé principale (Takigen # 200)
- 6) Raccordement des câbles : avec plaque de fond, par le bas  
Support de câble basse tension, métal perforé
- 7) Éclairage intérieur du panneau : tube fluorescent 220V-10W Allumer par l'interrupteur de porte
- 8) Peinture : poudre de type époxy, Mancell 5Y7/1
- 9) Plaque d'identification : Inscriptions en français

**2 Panneau de distribution basse tension**

- 1) Disjoncteur à air basse pression
  - A CB 4P 1250A type à tiroir, RC65kA/440 V...1 unité
- 2) Disjoncteurs pour câblage (MCCB)
  - MCCB 4P400AF/T type enfoui, RC35KA/415V ... 2 unités
  - MCCB 4P225AF/T type enfoui, RC30KA/415V ... 8 unités
  - MCCB 2P100AF/20AT, RC30KA/415V ... 1 unité
- 3) Wattmètres intégrateurs:
  - Wattmètre avec dispositif de signalisation triphasé 4 fils... 10 unités
  - Transformateur de courant pour chaque circuit TC x 3      10 jeux
- 4) Autres compteurs, contrôleurs et indicateurs:
  - TC 750/5 15 VA ... 3 unités
  - Voltmètre (600 V)/ VS ... 1 jeu
  - Ampèremètre (750 A)/AS ... 1 jeu
  - Compteur de demande maximum triphasé, 4 fils (aiguille à demeure) ... 1 unité
  - Relais de surcharge ... 1 unité
  - Déclencheur de condensateur ... 1 unité
  - Introduction interrupteur de fonctionnement ACB ... 1 unité
  - Signaux lumineux ACB ON/OFF, et panes .... 1 jeu

**3) Machines à resserrer les boulons des attaches de câbles**

**(i) Spécifications des équipements**

Les spécifications de cache-boulon et de tendeur de boulons sont les suivantes.

**Tableau 3-2.8 Spécification de cache-boulon**

Matériaux	Résine : chlorure de vinyle, Plastifiant en pâte de résine : acide phtalique, base d'esters, etc.
Agent de remplissage	Adhésif époxy souple de type à un composant
Fonction	Antirouille
Couleur	Gris N-75 (couleur standard)

**Tableau 3-2.9 Spécifications de tendeur de boulons**

1 Tendeur de boulons	M42 x 3	4 unités
	Force axiale max. 902 KN, pression hydraulique max. 150 Mpa	
	Dia. ext. ø 138, hauteur 204, Course max. 15 mm	Poids 16,5 kg
	Avec une soupape anti-retour chargée par ressort	
	Avec un limiteur de course	
2 Motopompe hydraulique	Pression hydraulique max. 200 Mpa	1 unité
	Décharge 2000 cc	
	100 V CA	Poids 18 kg
3 Pompe hydraulique manuelle	Pression hydraulique max. 160 Mpa	1 unité
	Décharge 20 cc/course	Poids 10 kg
4 Tuyau hydraulique de raccordement 3 m	(150 Mpa, coupleur d'une touche unique aux deux extrémités)	4 unités

Le tendeur de boulons peut déployer une force supérieure à la force de tension nécessaire (673 KN). Le resserrage des boulons s'effectue par lot.

**(ii) Quantités**

**Tableau 3-2.10 Quantité de cache-boulon**

Type d'attache	Nbre de cache-boulon par attache	Nbre d'attaches	Nbre de cache-boulon
A	20	12	240
B	16	16	256
C	12	16	192
D	8	16	128
E	8	16	128
F	8	8	64
G	8	28	224
H	8	4	32
I	52	2	104
Nbre total de cache-boulon			1368
Nbre de cache-boulon fournis			2000

Source: Mission d'étude JICA

**4) Réparation des câbles garde-corps**

Les spécifications des matériels et équipements utilisés pour la réparation des câbles garde-corps sont les suivantes.

**Tableau 3-2.11 Spécifications pour la réparation des câbles garde-corps**

Pièce pour érection	Matériau	SS400
	Usinage	Rupture, courbure de plaque, soudure, perçage
	Antirouille	Peinture inorganique riche en zinc à l'usine
	Boulon	M22, longueur sous tête de 55 mm, 6 jeux pour chaque unité
	Nombre	Diamètre de trou central, 30 mm : 2 unités/diamètre de trou central 18 mm : 2 unités
Selle de câble garde-corps	Matériau	SS400
	Usinage	Rupture, découpe, soudure, perçage
	Antirouille	Galvanisation
	Nombre	8 unités
Agrafe de câble garde-corps	Matériau	SS400
	Usinage	Rupture, découpe, soudure, perçage
	Antirouille	Galvanisation
	Nombre	16 unités
Plaque d'ancrage	Matériau	SS400
	Usinage	Rupture, perçage
	Antirouille	Galvanisation
	Nombre	8 unités
Tendeur	Matériau	Équivalent à S20C
	Antirouille	Galvanisation à chaud, ou chromage
	Nombre	8 pour l'étage supérieur
	Nombre	8 pour l'étage inférieur
Pièces d'ancrage	Matériau	Équivalent à SM400
	Antirouille	Galvanisation à chaud
	Nombre	8 unités

### 5) Équipements pour le renouvellement de la peinture des câbles

Pour que l'air sec à l'intérieur des câbles circule efficacement, il est indispensable que l'humidité ne pénètre pas par la surface et l'élément le plus important est d'éviter les fuites d'air par la surface des câbles. La sélection du type de peinture a été effectuée en fonction de ce qui précède. Le Tableau 3-2.12 indique le type de peinture actuel et celui au moment de la construction.

**Tableau 3-2.12 Type de peinture actuel**

Au moment de la construction (1973)	Pour repeindre (2003)
2 couches de plombate de calcium	Couche époxy (Interguard 269)
2 couches MIO phénol	3 couches MIO

Source: Mission d'étude JICA

Pour les peintures utilisées dans ce projet, celles très compatibles avec les peintures de renouvellement antérieures, et ayant une force pouvant supporter la pression interne ont été mises à l'étude. Concrètement, une peinture époxy ayant de bonnes capacités d'adhésion même en cas de grattage insuffisant a donc été sélectionnée pour la couche de base, un produit ayant une longue durabilité a été choisi pour la couche intermédiaire et une peinture polysiloxane ayant une résistance suffisante pour la couche de finition. Le Tableau 3-2.13 donne les spécifications de la peinture.

**Tableau 3-2.13 Spécifications de la peinture**

		Épaisseurs cibles
Couche de base	Époxy	(40μ)
Couche intermédiaire	Époxy	(125μ)
Couche de finition	Polysiloxane	(50μ)

Source: Mission d'étude JICA

La peinture est effectuée dans l'ordre suivant : grattage, enduit d'une couche de base, d'une couche intermédiaire, d'une couche de finition, et la peinture antidérapante sur le dessus des câbles a lieu en dernier.

## 6) Matériaux de réparation des fissures des ancrages

### (i) Spécifications des matériaux de calfeutrage

**Tableau 3-2.14 Spécifications du matériau de calfeutrage**

Aspect extérieur	Pâte uniforme
Couleur	Blanche, gris clair
Composition	1 composant
Poids spécifique	1,4 – 1,5
Vitesse de durcissement	2,7 – 5 mm/jour
Résistance aux intempéries	Pas de problème pour 4000 heures
Adhérence élastique	Contrainte de traction 50% : sup. à 0,1 N/mm <sup>2</sup>
Contrainte de traction maximale	Sup. à 0,5 N/mm <sup>2</sup>
Élongation sous charge maximale	Sup. à 600%
(toujours dans le cas aluminium x aluminium)	
Adhérence aux autres matériaux	Bonne

**(ii) Calcul des quantités de réparation des fissures des ancrages**

La longueur de fissure est de 18 m par mur de l'espace en biseau (moitié des 36 m de la hauteur du pont). Comme il y a 4 murs par ancrage, on obtient :

$18 \text{ m} \times 4 \text{ murs} \times 2 \text{ ancrages} = 144 \text{ m}$
$144 \text{ m} \times 1,5 \text{ (efficience)} \times 0,015 \text{ m} \times 0,015 \text{ m} \times 1/2 \text{ (triangle)} = 0,0972 \text{ m}^3$ .

Aussi environ 100 L de matériau de calfeutrage seront utilisés.

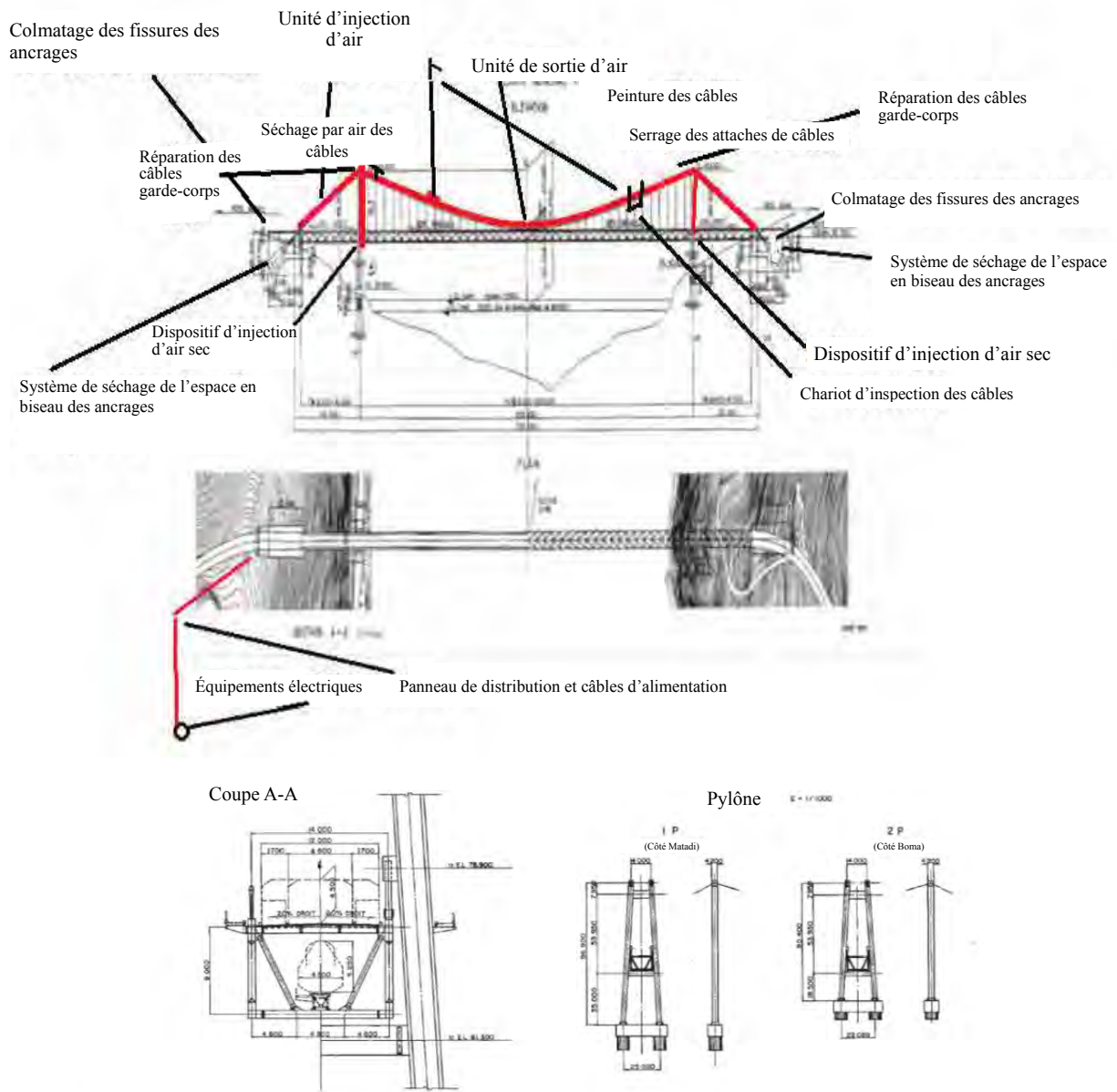
**(iii) Calcul des quantités pour les emplacements de fuite d'eau du plafond**

$\text{Longueur (longueur } 50 \text{ m} + \text{ largeur } 7 \text{ m)} \times 2 = 114 \text{ m pour un plafond, } 4 \text{ au total} = 456 \text{ m}$
$456 \text{ m} \times 1,5 \times 0,015 \text{ m} \times 0,015 \text{ m} \times 1/2 \text{ (triangle)} = 76,9 \text{ L soit environ } 80 \text{ L}$
Au total, 180 L de matériau de calfeutrage seront fournis. Matériaux de calfeutrage pour le béton
(Détail) 10 bidons de 20 L et 8 bidons de 20 L de solvant

**3-2-3 Plans de conception sommaire**

En tant que plans de conception sommaire, nous avons établi le plan du système d'injection d'air sec pour lequel les quantités doivent être calculées et le plan de canalisation y afférent, le plan de câblage électrique et les plans concernant les câbles garde-corps endommagés.

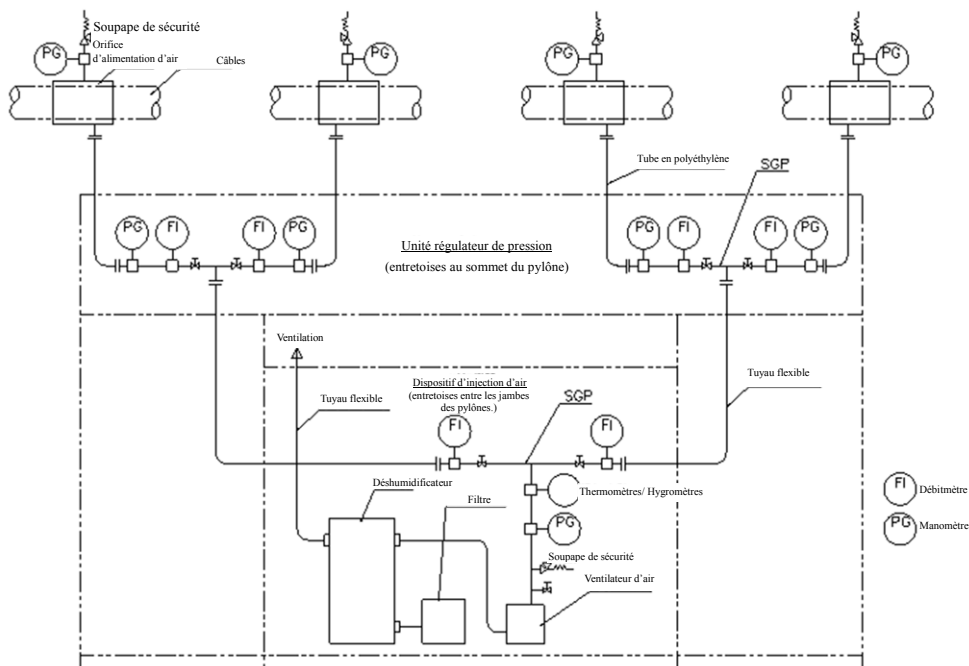
Comme indiqué ci-dessus, la conception du matériel a été faite en considérant l'assemblage de pièces facilitant la mise en place du matériel. Pour la canalisation de l'injection d'air dans le pylône, la conception a été effectuée en présupposant que les tuyaux d'injection d'air passeront dans l'espace des conduites de câblage existantes. Une conduite d'évacuation d'air installée à la tête du pylône sera utilisée pour cette canalisation.



Source: Mission d'étude JICA

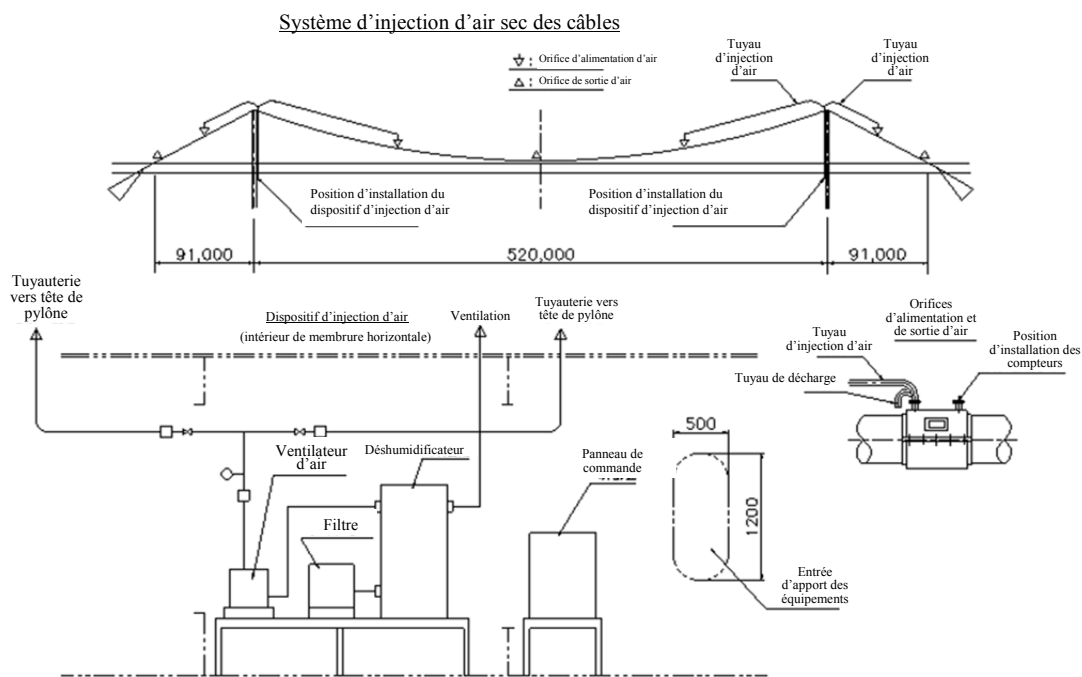
**Figure 3-2.5 Dessin général du pont**

Plan schématique de canalisation du système d'injection d'air des câbles



Source: Mission d'étude JICA

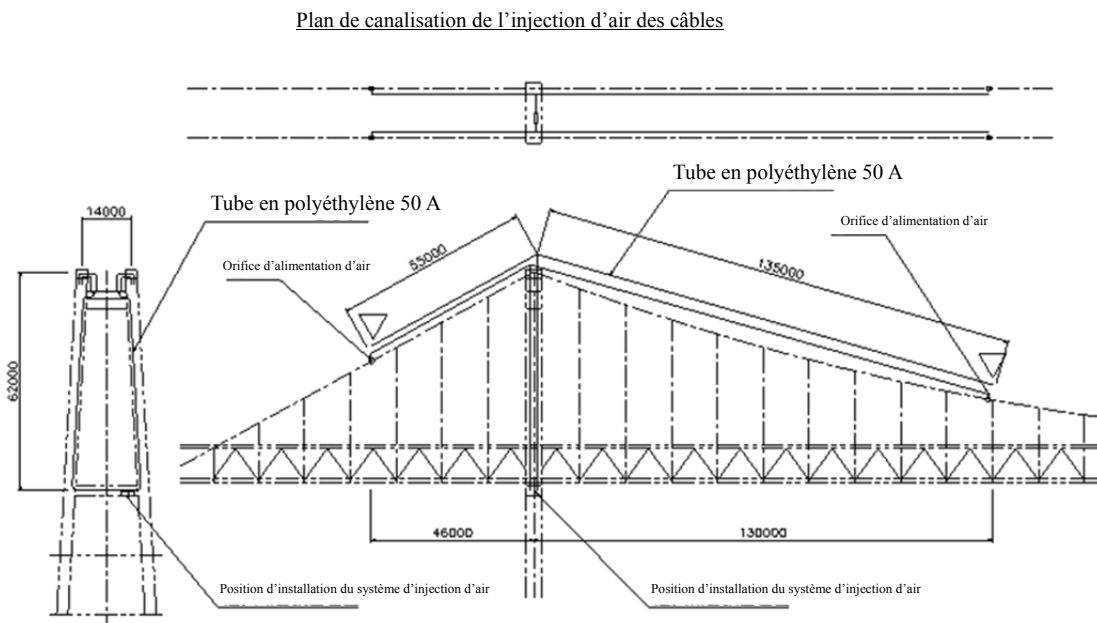
Figure 3-2.6 Plan schématique de canalisation du système d'injection d'air sec des câbles



Source: Mission d'étude JICA

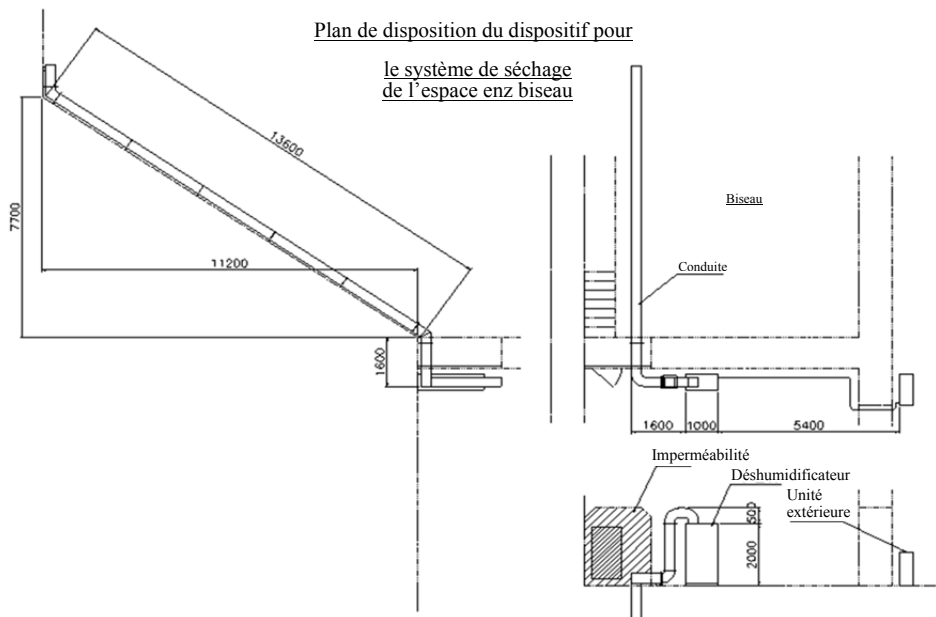
Figure 3-2.7 Plan du système d'injection d'air sec des câbles





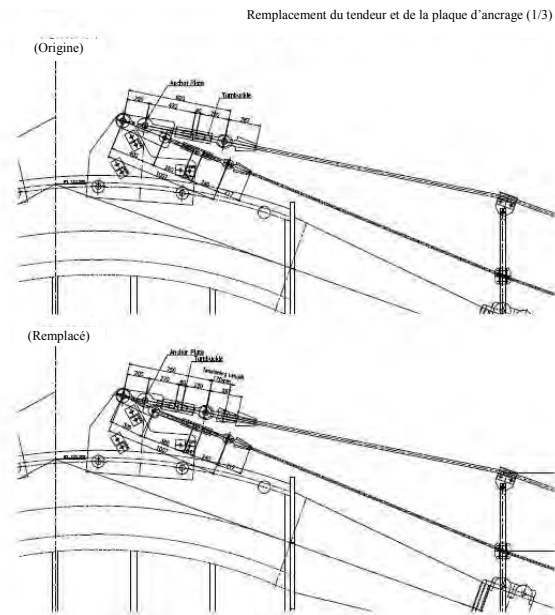
Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.8 Plan de canalisation de l'injection d'air des câbles**



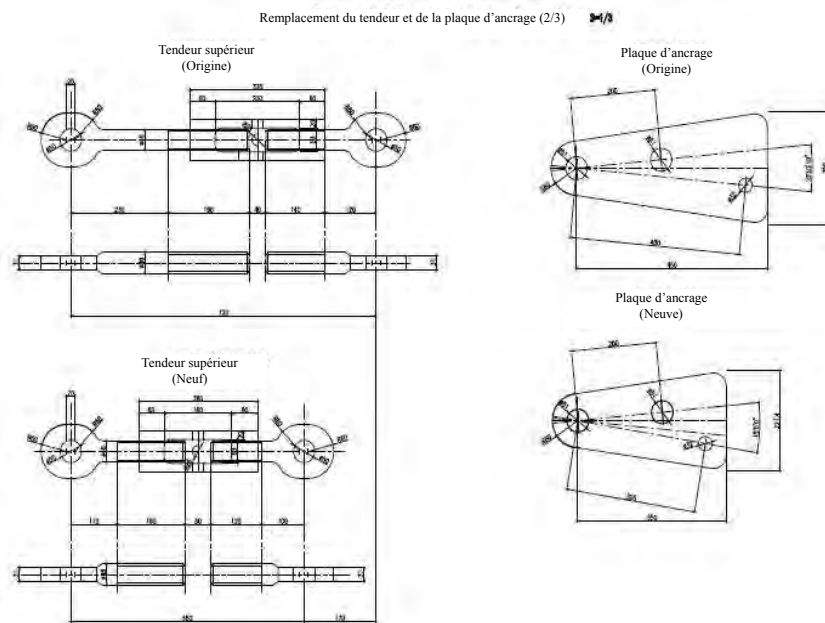
Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.9 Plan de disposition du dispositif pour le système de séchage de l'espace en biseau**



Source: Mission d'étude JICA

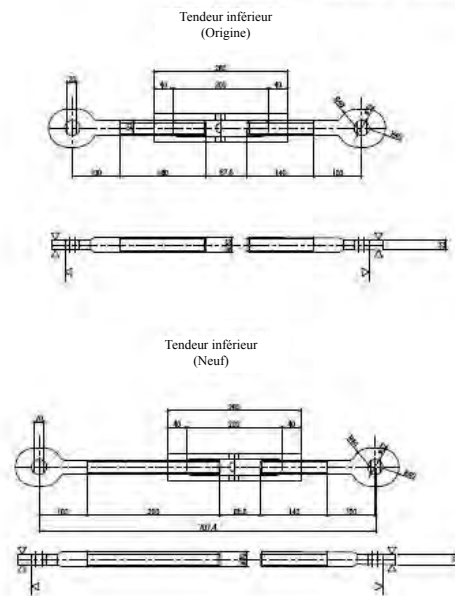
**Figure 3-2.10 Réparation des câbles garde-corps**



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.11 Réparation des câbles garde-corps-Tendeur supérieur et pièce d'ancrage**

Remplacement du tendeur et de la plaque d'ancrage (3/3)



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.12 Réparation des câbles garde-corps – Tendeur (Câble garde-corps inférieur)**

### 3-2-4 Plan d'installation

#### 1) Équipements du système d'injection d'air sec

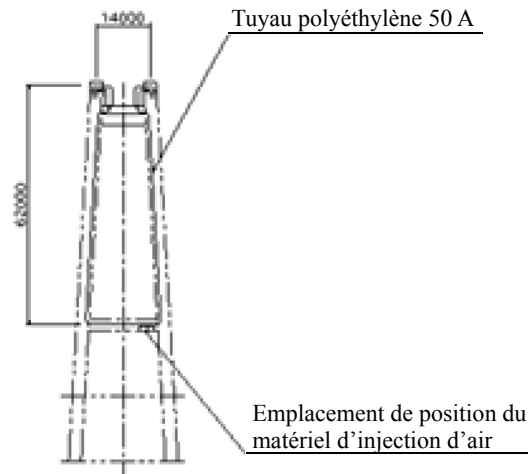
##### a) Plan d'installation du dispositif de séchage des câbles par injection d'air

##### (i) Équipements dans le pylône

L'écrouille d'inspection installée à l'entretoise du pylône comme entrée permette l'apport des équipements du dispositif de séchage des câbles par injection d'air sélectionnés au moment de la conception sommaire. Un support y sera installé, et des matériels tels que dispositif de déshumidification, unité filtre et ventilateur, y seront placés.

Le diamètre de tuyau sera de 50 mm en tenant compte de la canalisation dans le pylône jusqu'à l'entretoise de la partie la plus élevée du pylône via la conduite des câbles électriques, et un tuyau ductile sera utilisé pour faciliter les travaux d'installation.

La canalisation vers l'extérieure se fera depuis l'entretoise de la partie supérieure en utilisant l'espace pour l'évacuation d'air, les tuyaux seront posés sur le câble porteur à partir de la selle de câble du pylône. La canalisation dans le pylône est indiquée ci-dessous.



**Figure 3-2.13 Schéma de la canalisation dans le pylône**

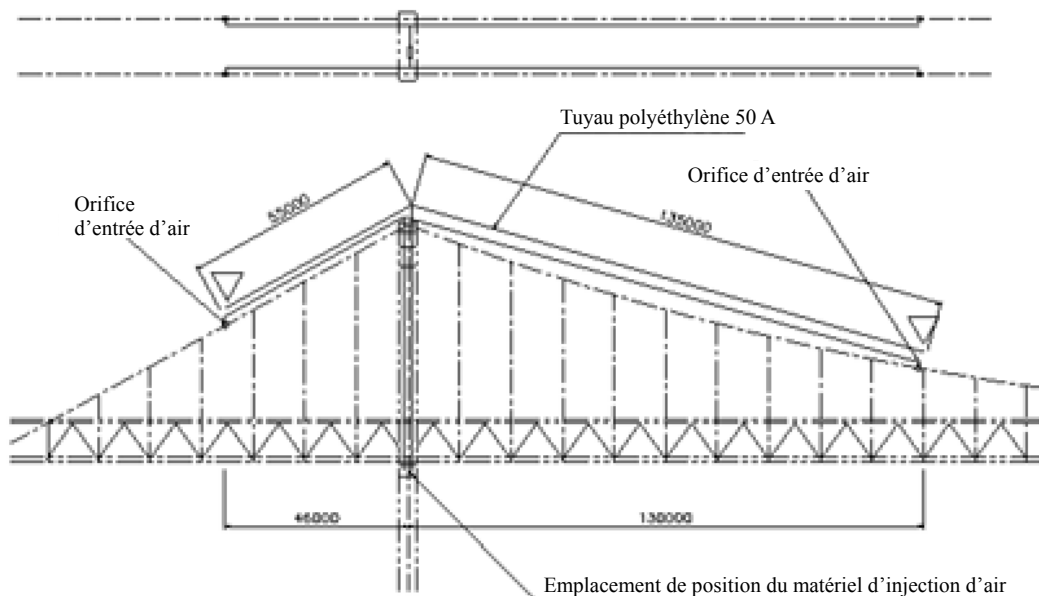
220 V d'électricité seront alimentés via le transformateur à basse tension en recourant aux câbles électriques installés à l'intérieure de la poutre qui sont raccordés également dans l'entretoise.

Les matériels et les tuyaux prévus pour le système seront d'un groupe (jeu) par pylône, soit 2 groupes (jeux) au total.

#### (ii) Équipements hors du pylône

Le tuyau flexible sera mis en place par déroulement du rouleau, et fixé au montant de la main courante du câble garde-corps. La longueur du tuyau sera de 135 m entre le pylône et la travée centrale et de 56 m entre la travée latérale et l'orifice d'entrée d'air.

Schéma de canalisation pour l'injection d'air des câbles

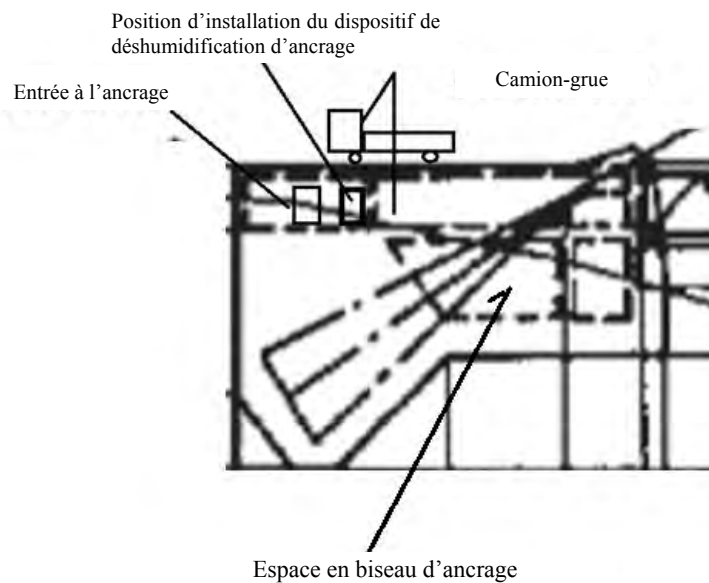


**Figure 3-2.14 Schéma de canalisation hors du pylône**

Les orifices d'entrée et de sortie d'air qui sont des équipements installés sur le câble seront apportés et installés en recourant à un chariot d'inspection de câble. Cela fera respectivement pour orifices d'entrée d'air : 4 emplacements x 2 câbles = 8 emplacements, et la sortie d'air : 3 emplacements x 2 câbles = 6 emplacements.

**b) Plan d'installation d'un dispositif de déshumidification dans l'espace en biseau à l'intérieur de l'ancrage**

Une conduite a été posée dans l'espace en biseau. Le dispositif de déshumidification sera placé dans la chambre du bloc d'ancrage, et l'unité extérieure installée à l'extérieur de la chambre. Les ouvertures des ancrages (ouverture avant selle d'épanouissement, ouverture pour câble, entrée à l'espace en biseau) seront fermées hermétiquement.



**Figure 3-2.15 Schéma de procédure des travaux de l'ancrage**

Installation effectuée pour les 4 espaces en biseau.

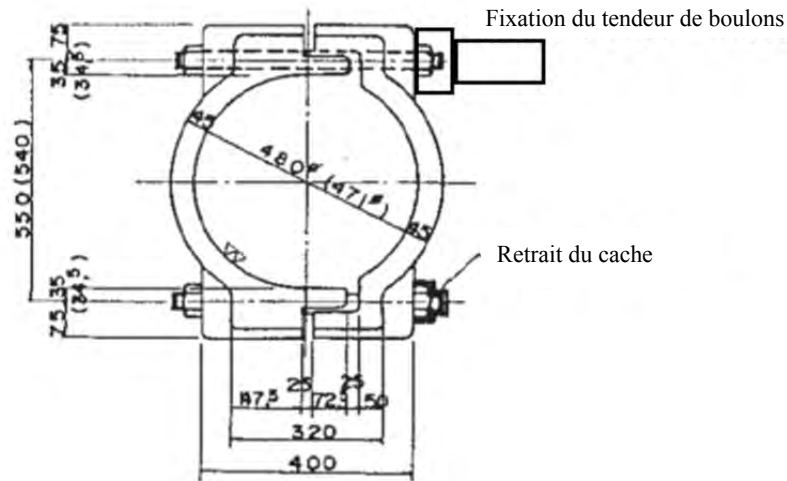
**2) Équipements du panneau de réception et du panneau de distribution**

Un panneau de réception et un panneau de distribution devront être installés. Le panneau de réception sera placé à l'intérieur du bâtiment de l'OEBK où se situe le point de réception électrique (à proximité du transformateur), et le panneau de distribution à l'intérieur des ancrages. De plus, le panneau de réception et le panneau de distribution seront reliés au câble souterrain.

Un nouveau câblage sera effectué dans le pont. 1000 m de câbles seront posés dans les poutres et pylônes, et à l'intérieur des ancrages.

### 3) Machines à resserrer les boulons des attaches de câbles

Une force axiale sera appliquée dans 1368 boulons de 118 attaches par le tendeur de boulons à l'aide du chariot d'inspection de câble.

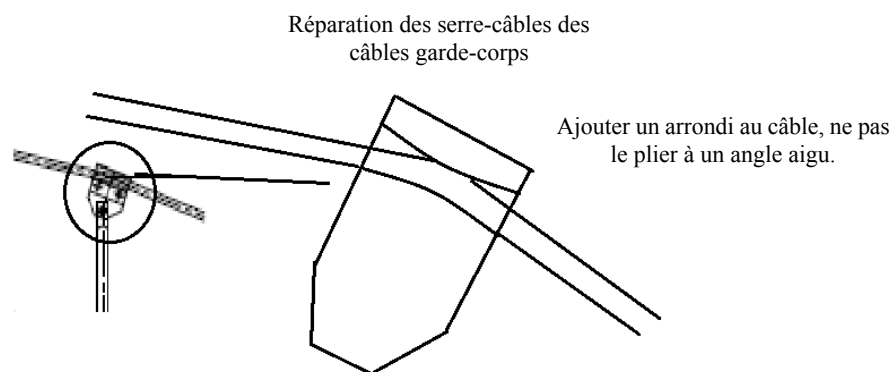


**Figure 3-2.16 Schéma d'application d'une force de tension dans les attaches de câbles**

Les cache-boulon étant endommagés à la fixation du tendeur de boulons, 1368 nouveaux caches seront installés après avoir appliqué une force axiale dans les boulons.

### 4) Réparation des câbles garde-corps

Il s'agit de réparation et de renforcement d'un câble garde-corps endommagé, de remplacement des plaques d'ancrage + tendeurs, et de resserrage de 8 emplacements au total, 2 câbles garde-corps à 4 emplacements des travées centrales.



**Figure 3-2.17 Schéma de rénovation des serre-câbles des câbles garde-corps**

## 5) Équipements pour renouvellement de la peinture des câbles

### (i) Renouvellement de la peinture du câble porteur

Le renouvellement de la peinture du câble porteur et des attaches de câbles portera sur une surface de 2771 m<sup>2</sup>. La peinture sera effectuée à l'aide du chariot d'inspection de câble.

### (ii) Calfeutrage

Une réparation par calfeutrage de 1100 L aura lieu pour les attaches de câbles et 118 attaches de jointure. A ce moment-là, les interstices des câbles de suspension seront bouchés. Ces travaux seront effectués à l'aide du chariot d'inspection de câble.

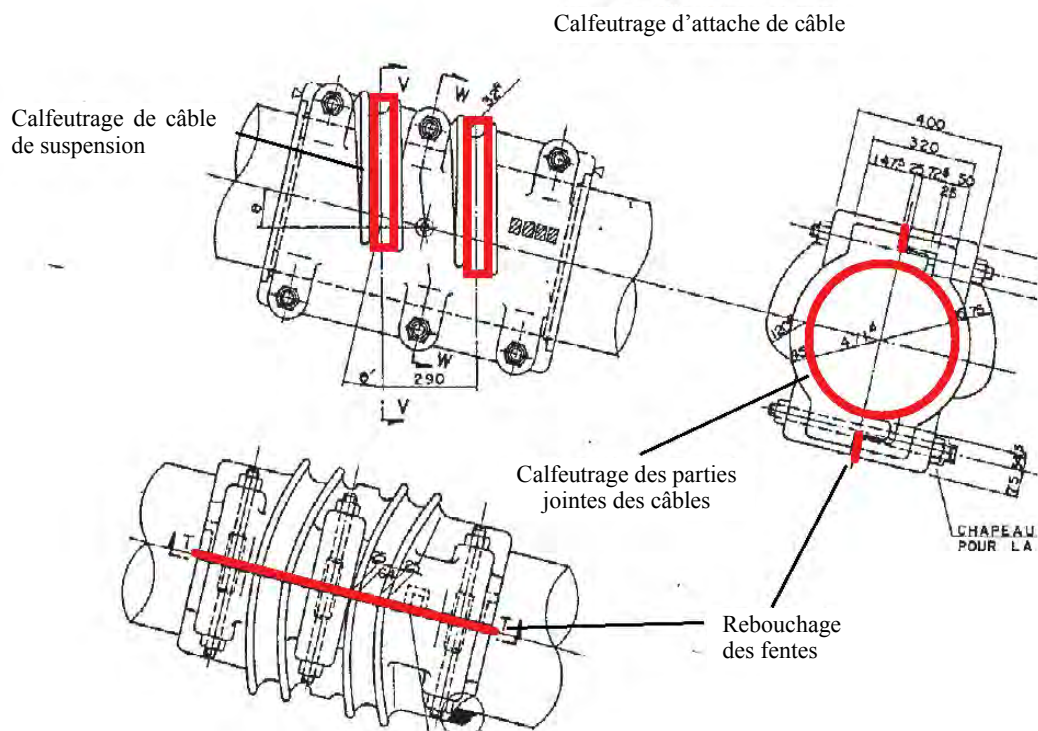
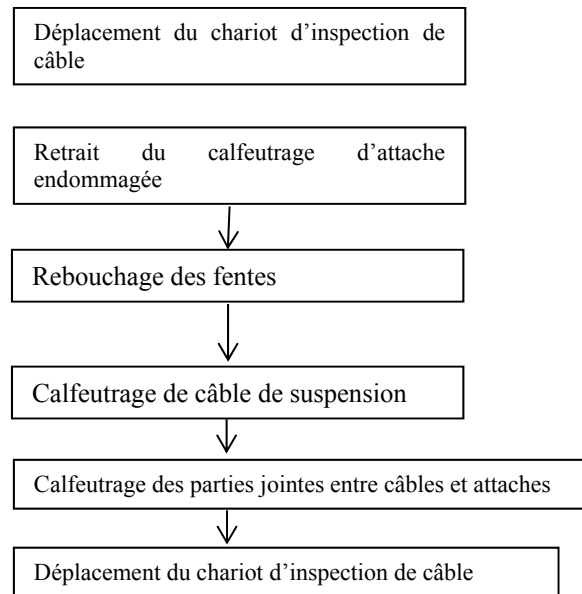


Figure 3-2.18 Emplacements des calfeutrages des attaches



**Figure 3-2.19 Procédure des travaux de calfeutrage**

### **(iii) Chariot d'inspection de câble**

4 chariots d'inspection de câble étant nécessaires pour les travaux de renouvellement de la peinture des câbles, 2 nouveaux seront montés et installés. Aux emplacements où la hauteur du câble est basse, les chariots d'inspection de câble seront placés sur les câbles garde-corps avec un camion-grue.

### **6) Matériaux de réparation des fissures des ancrages**

Une fissure de 18 m existe à un emplacement sur le côté latéral des ancrages, et une de 114 m sur le plafond, le béton aux environs sera découpé en U et du matériau de réparation (adhésif) sera posé sur la partie fissurée. Suivant le calcul effectué, les matériaux de calfeutrage de 180 L seront posés.

## **3-2-5 Plan d'exécution**

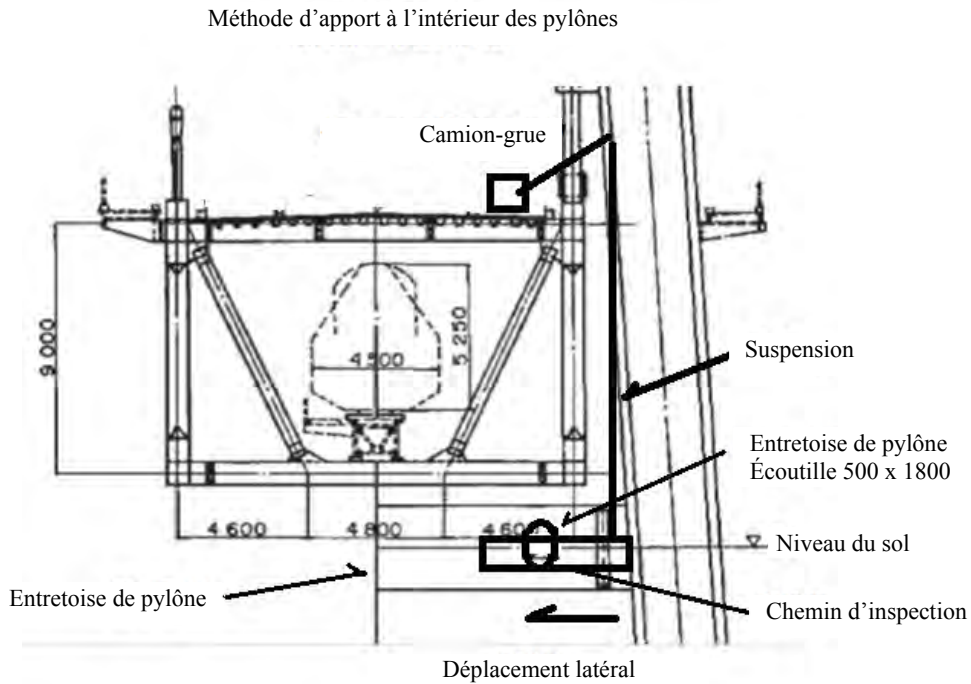
### **(1) Équipements du système d'injection d'air sec**

#### **1) Plan d'exécution du dispositif de séchage des câbles par injection d'air**

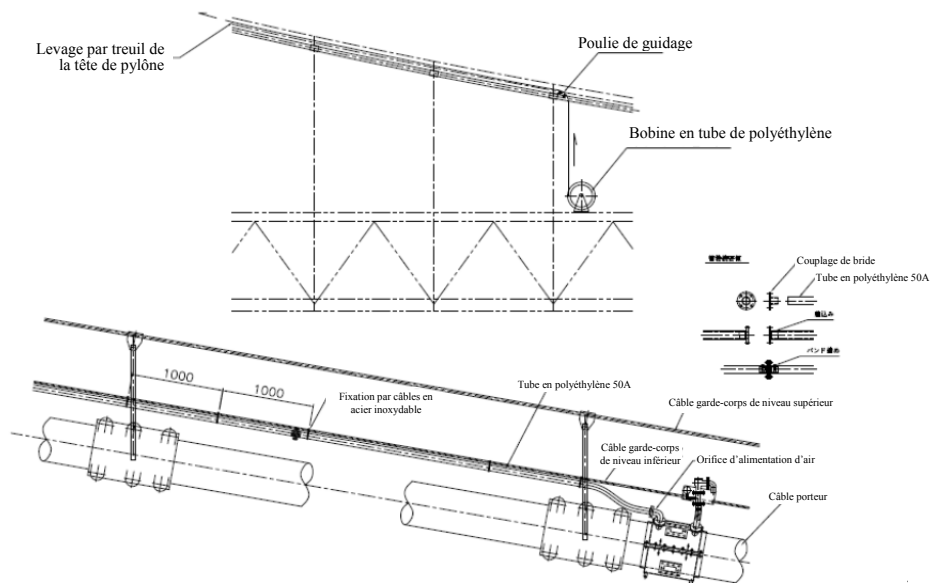
Le dispositif de séchage des câbles par injection d'air a été installé dans l'entretoise horizontale à l'intérieur du pylône. (Voir la Figure 3-2.20) Il sera levé par une grue à partir de la route puis abaissé jusqu'à l'intérieur du pylône. Après, il sera posé provisoirement à l'entrée du pylône, introduit dans l'écouille, transporté jusqu'à l'endroit spécifié par un palan à chaînes et fixé par des boulons. Les flexibles et les tuyaux pour les canalisations auront des dimensions adaptées au transport et seront transportés et mis en place manuellement. Les flexibles seront



transportés tout enroulés et ils seront mis en place en les déroulant. Les orifices d'entrée d'air et de sortie d'air seront fixés en place par boulons à l'aide du chariot d'inspection de câble. La peinture des points d'installations des orifices d'entrée d'air et de sortie d'air et les fils d'enrobage seront retirés avant l'installation. (Voir les Figures 3-2.21 à 3-2.23 pour la procédure d'installation)

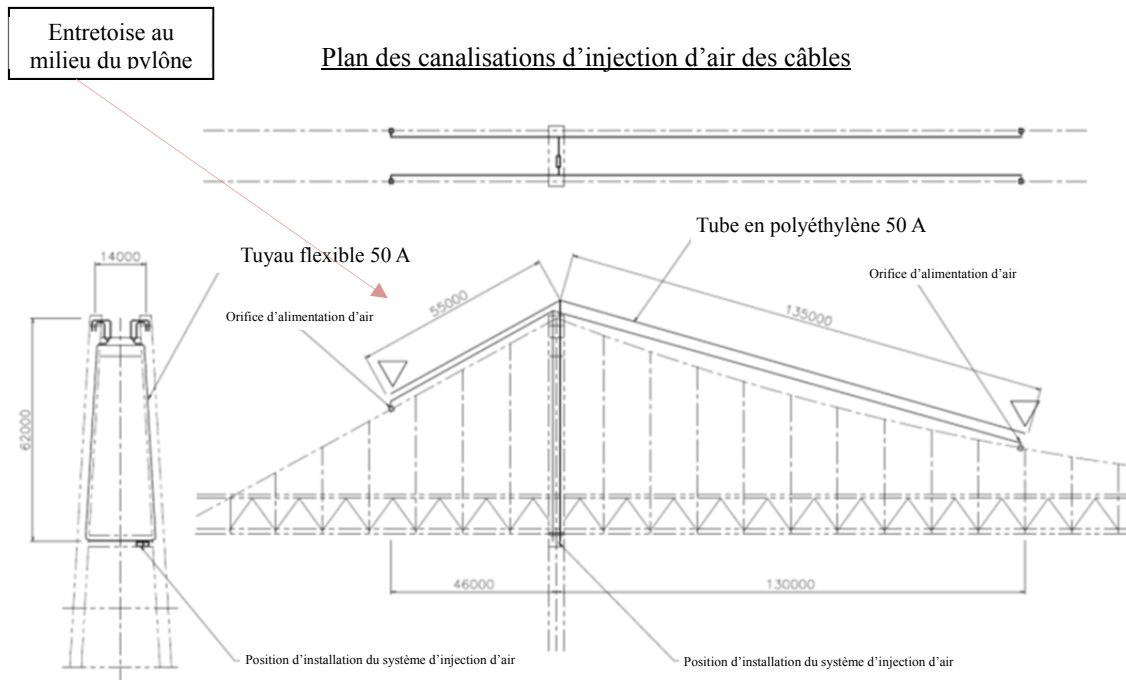


**Figure 3-2.20** Schéma d'apport des matériels aux entretoises des pylônes



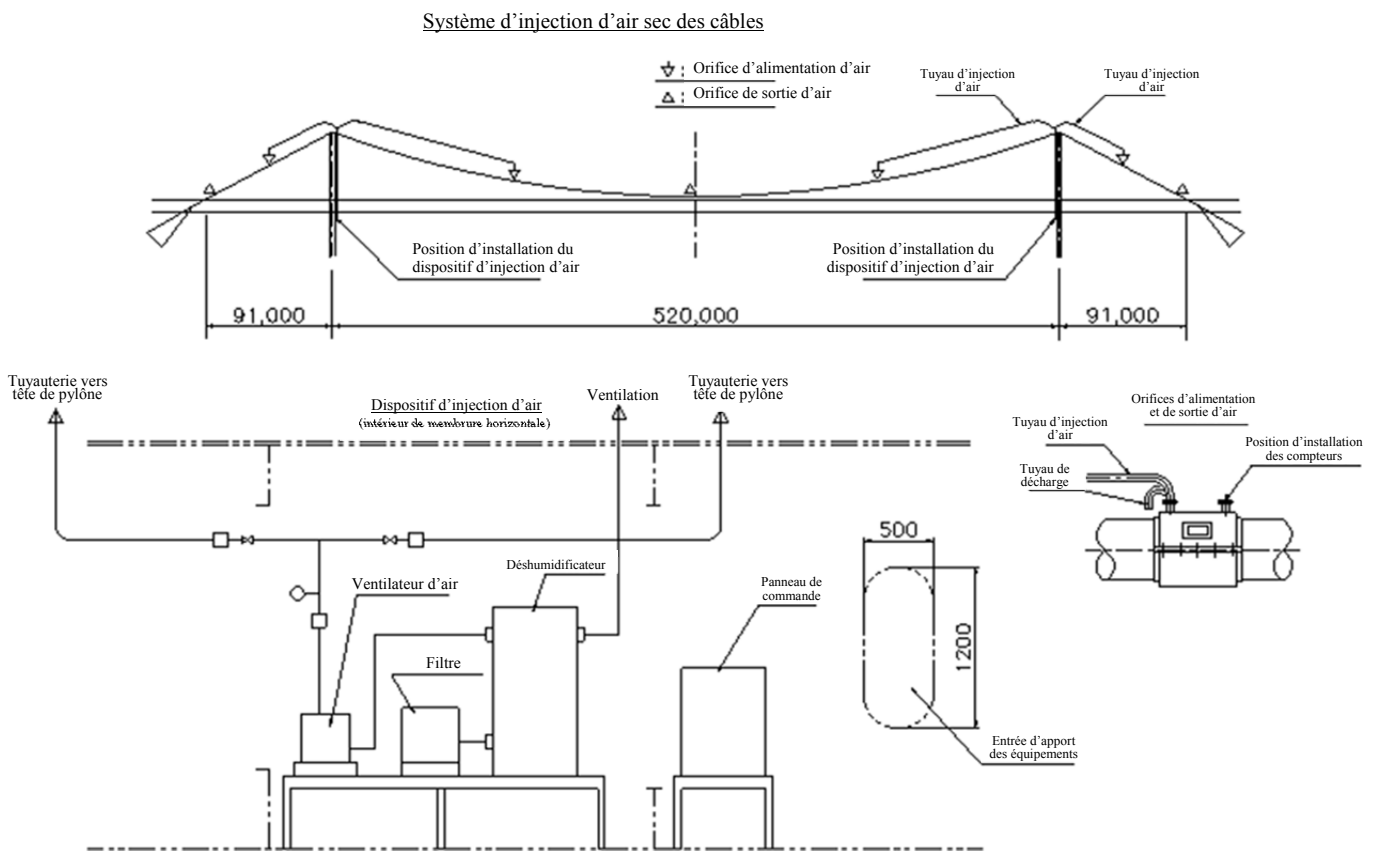
Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.21** Procédure d'installation des tuyaux d'injection d'air



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.22 Plan de canalisation pour l'injection d'air des câbles**



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.23 Schéma de système d'injection d'air sec dans les câbles**

## 2) Équipement de déshumidification de l'espace en biseau à l'intérieur de l'ancrage

L'équipement de séchage de l'espace en biseau des ancrages aura des dimensions permettant de passer la porte des ancrages, il sera transporté par camion-grue jusqu'à la partie supérieure des ancrages, puis suspendu jusqu'à la hauteur de la porte et transporté par chariot à roulettes jusqu'à l'endroit spécifié pour être installé. Pour l'installation sur la partie en béton, des trous d'ancrage seront prévus et la fixation aura lieu avec des boulons. Les travaux pour la conduite étant nécessaires à l'intérieur des ancrages, ils seront effectués par la main d'œuvre. (Voir la Figure 3-2.9)

### (2) Équipements du panneau de réception et du panneau de distribution d'électricité

Le point de réception électrique est situé dans la sous-station à proximité du bureau de l'OEBK, à une distance d'environ 400 m au plus proche du pont (Ancrage A1). Pour les travaux, le panneau de réception électrique sera transporté par camion grue sur une courte distance jusqu'à l'entrepôt de l'OEBK, puis installé. Pour le câblage jusqu'au pont, les câbles seront enfouis comme à l'ordinaire. Le câblage à l'intérieur du pont sera nouvellement réalisé.

	
Bâtiment prévu pour l'installation du panneau de réception électrique	Transformateur, à proximité du point de réception électrique

Les équipements de mise en place seront camion-grue, perceuse manuelle, outils de câblage, etc.

### (3) Machine à resserrer les boulons des attaches de câbles

#### 1) Tension des boulons des attaches de câbles

Au resserrage des boulons des attaches de câbles, la force de tension des boulons des attaches de câbles devra être mesurée sur place.

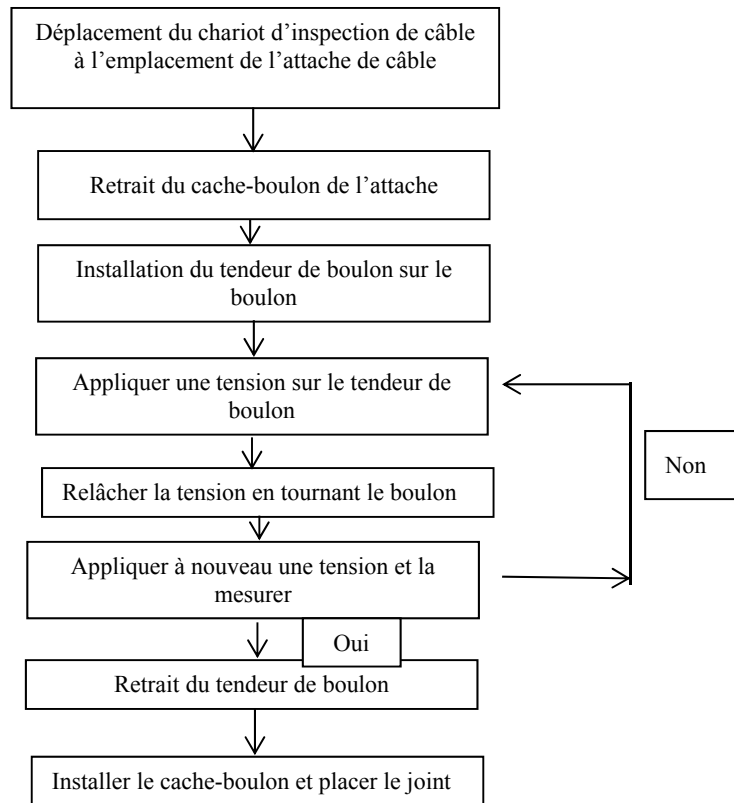
Les bases du calcul de la tension des boulons des attaches sont les suivantes:

- i.) La longueur des boulons mis en place est mesurée
- ii.) Des boulons mesurés en état de non-tension et servant de référence sont installés dans le même environnement, et la différence de longueur est mesurée en ajustant la température.
- iii.) La longueur initiale de chaque boulon en état de non-tension étant connue, la longueur des boulons en état de non-tension à cette température est calculée, puis la longueur de non-tension est recherchée par calcul comparatif.
- iv.) En raison de la difficulté du calcul car la température ne peut être pas déterminée avec précision, l'allongement est recherché par un calcul comparatif entre la longueur d'une réglette étalon et la longueur du boulon en état de non-tension, et en calculant la différence entre le boulon et la réglette étalon, pour calculer ensuite la tension qui sera utilisée.

Il serait nécessaire, afin de procéder aux calculs complexes mentionnés ci-dessus, que les températures soient précises, qu'un tableau indiquant la longueur des boulons mesurés et leur longueur initiale puisse être vérifié sur le site et que les calculs soient effectués immédiatement. Comme il faudrait, dans ce cas, utiliser sur place un système complexe, avec un grand pied à coulisse (80 cm ou plus), un petit ordinateur, des thermomètres, etc., dans le chariot d'inspection des câbles du pont de Matadi (emplacement en oblique), des difficultés seraient à prévoir. Par conséquent, le système simplifié ci-dessous est proposé.

- i.) Le tendeur de boulon est placé sur les attaches de câble, la tension résiduelle réelle étant plus basse que la tension axiale spécifiée (tension maximum envisagée égale à 70% de la tension de rupture des boulons, ces 70% étant considérés comme force axiale spécifiée) (la mesure n'est pas effectuée en réalité mais cette baisse est supposée à partir des expériences passées), le rétrécissement du boulon (qui tourne) sera confirmé par une tension supposée de 70 tonnes par boulon.
- ii.) Le boulon est tourné dans ces conditions, jusqu'à ce que la résistance soit plus forte.
- iii.) Une tension ni trop forte ni trop faible est appliquée en contrôlant l'angle de rotation.
- iv.) Dans cette condition, le vérin est relâché et l'état du boulon est vérifié.
- v.) Une tension axiale est de nouveau appliquée au boulon avec le vérin.

Cette méthode sera perfectionnée et transmise aux agents de l'OEBK par une formation sur le tas. Après l'application de la force axiale aux boulons, des travaux de retouche de la peinture et d'application de joint aux alentours des attaches de câbles seront effectués pour achever ainsi les travaux de réhabilitation des attaches de câble.



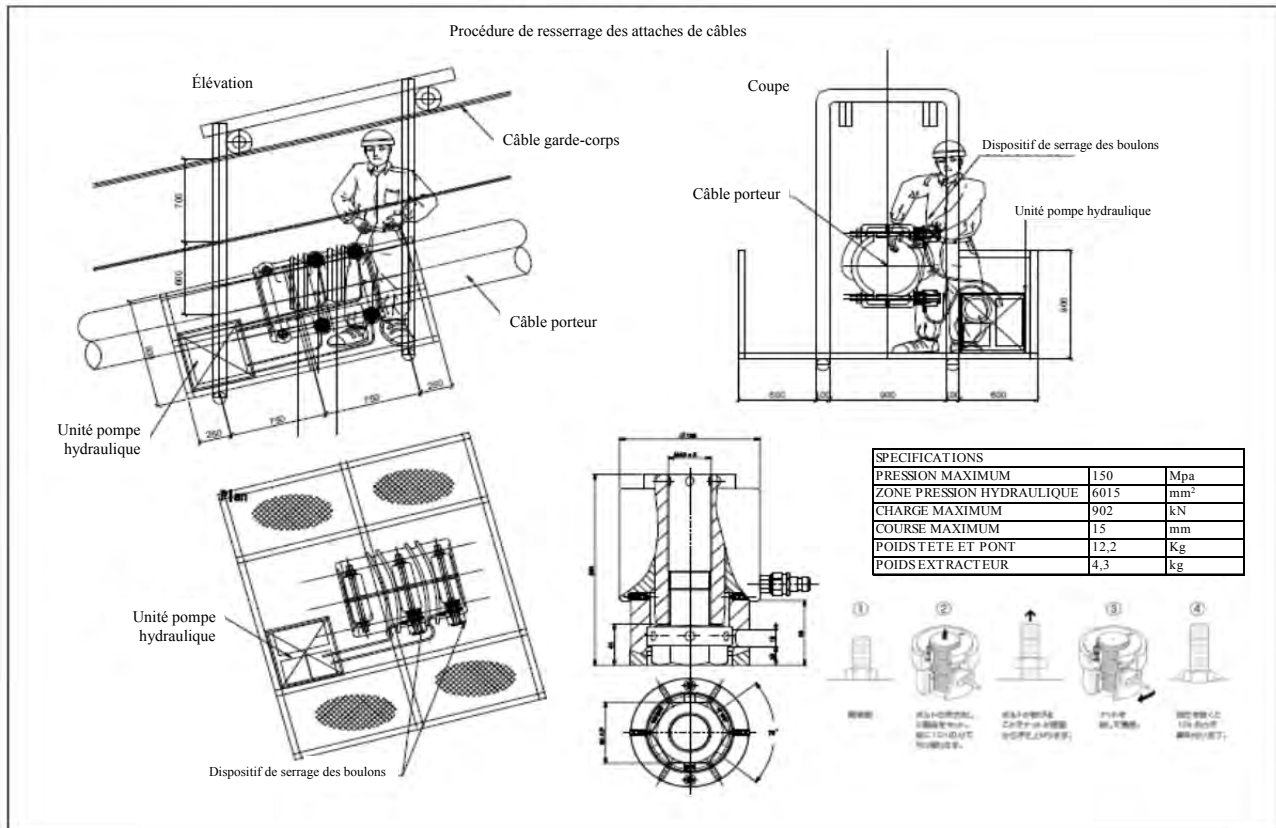
**Figure 3-2.24 Procédure de resserrage des boulons des attaches de câbles**

## 2) Remplacement et mise en place des cache-boulon des attaches de câbles

Remplacer les caches installés sur les boulons des attaches de câbles pour éviter les fuites d'air des parties boulons des attaches de câbles. Remplacer tous les caches installés car ils peuvent se casser au retrait.

Pour fabriquer les caches, il fallait d'abord produire les moulons métalliques, car la taille utilisée pour le cache de M42 n'était pas courante.

### 3) Schéma de procédure de l'exécution



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.25 Procédure de resserrage des attaches de câbles**

#### (4) Réparation des câbles garde-corps

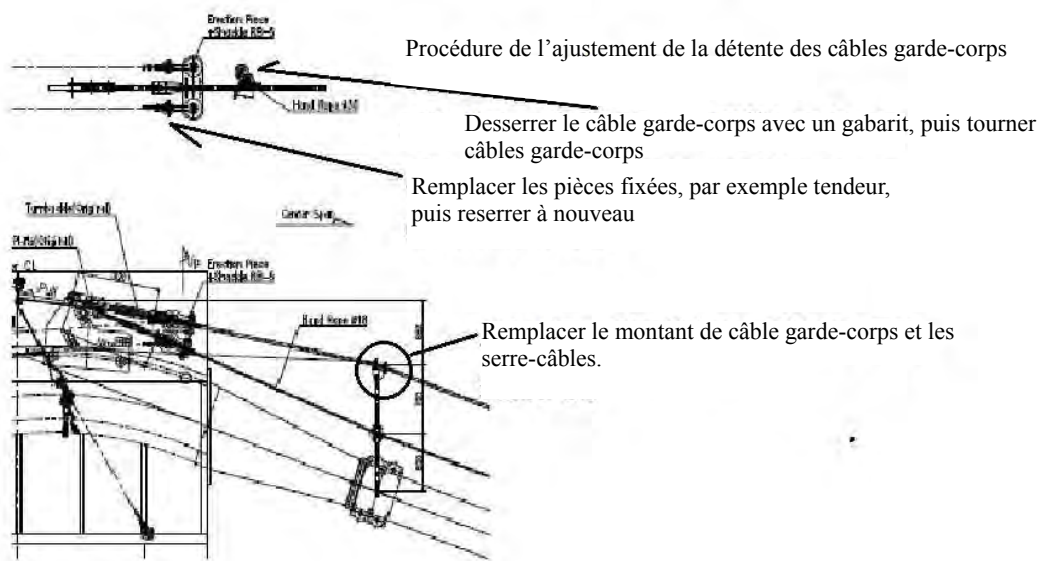
##### 1) Vérification des fils brisés des câbles garde-corps

Les câbles garde-corps sont démontés des serre-câbles sur les montants et l'état de rupture des fils est vérifié principalement sur la partie de fixation. La vérification a été effectuée par observation visuelle en retirant la fixation et en utilisant un testeur de câbles métalliques. L'observation visuelle menée lors de l'étude sur le terrain a permis de vérifier que deux des fils composant les câbles garde-corps étaient brisés, avec un pourcentage de pertes de section de 5% environ, mais qu'une insuffisance de la résistance n'était pas à craindre. Toutefois, il sera nécessaire de confirmer, si la rupture des fils est partielle ou non et s'il existe ou non des pertes de section autres que les fils brisés. Sur la base de ces résultats, le pourcentage de pertes de section des câbles garde-corps sera calculé pour confirmer si la sécurité des câbles garde-corps est garantie.

##### 2) Réparation des fils brisés des câbles garde-corps

La réparation des fils brisés des câbles garde-corps est effectuée selon la procédure suivante.

- i.) La fixation de la partie avec fils brisés des câbles garde-corps (partie montant de la fixation de câble à proximité de la selle de la tête du pylône) est démontée et l'état de rupture des fils est confirmé.
- ii.) La rouille des fils brisés est nettoyée à la brosse métallique et une couche de peinture galvanisée température ambiante est enduite (Roval Paint-se reporter aux documents en annexe).
- iii.) Du ruban antirouille autocollant est enroulé sur la partie des fils brisés.



**Figure 3-2.26 Schéma de procédure d'ajustement de la détente des câbles garde-corps**

### 3) Remplacement des serre-câbles des câbles garde-corps

Le remplacement des serre-câbles des câbles garde-corps est effectué selon la procédure suivante.

- i.) On suppose que, lorsque des oscillations éoliennes se produisent sur le câble garde-corps ou en cas de déformation du câble due à une charge dynamique excessive, le serre-câble du câble garde-corps du montant de l'attache de câble à proximité de la selle de la tête du pylône entre en contact à angle aigu avec le câble garde-corps et que les fils métalliques du câble se brisent en raison de cet effet d'entaille. Par conséquent, afin que des ruptures identiques ne se reproduisent pas à l'avenir, les serre-câbles des câbles garde-corps seront remplacés par des serre-câbles de type selle.
- ii.) Les endroits où les serre-câbles seront remplacés seront uniquement les parties des attaches de câbles à proximité de la selle de la tête du pylône.

#### **4) Assurance de la marge des tendeurs pour les câbles garde-corps**

Les tendeurs sont prévus pour régler la tension des câbles garde-corps. Les résultats de l'étude ont montré qu'il n'y avait aucune marge de tension et que des mesures devaient être prises. La coupure des câbles garde-corps pour les raccourcir est la mesure la plus sûre mais les travaux sur le site sont extrêmement compliqués, donc deviennent onéreux. Par conséquent, la méthode où les tendeurs et leurs pièces d'ancrage seront remplacés sera adoptée. Le remplacement des tendeurs et de leurs plaques d'ancrage sera effectué pour la totalité de la travée centrale.

La procédure de ces travaux est la suivante.

- i.) Le câble garde-corps est fixé provisoirement et le tendeur est démonté.
- ii.) La pièce d'ancrage est retirée et remplacée par une neuve.
- iii.) Le tendeur est remplacé par un neuf.
- iv.) Le tendeur est tendu et une tension appropriée au câble garde-corps est appliquée.

Pour les travaux, l'entrepreneur procédera au remplacement, à la mise en place et aux réglages des pièces fabriquées et envoyées du Japon.

#### **5) Grandes lignes de la disposition après exécution des travaux**

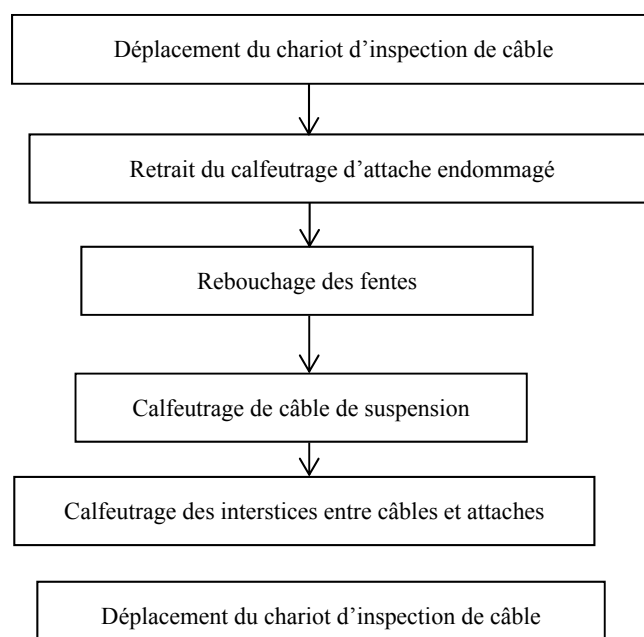
Les tendeurs et les plaques d'ancrage nécessaires sont indiqués dans la figure ci-dessous et ont 10 cm de moins que les pièces d'origine en tenant compte de la détente ajustée. Une marge d'ajustement a été prévue pour le câble supérieur de 170 mm et le câble inférieur de 100 mm. Grâce à ce traitement, la détente des câbles pourra être ajustée par resserrage de plus de 30 cm environ sur un côté.

#### **(5) Équipements pour renouvellement de la peinture des câbles**

Le renouvellement de la peinture des câbles sera effectué à l'aide du chariot d'inspection de câble. La surface à repeindre est de 2771 m<sup>2</sup> : le dessus des câbles et attaches de câbles sera peint.

Lors de la mise en place du dispositif d'injection d'air pour les câbles porteurs du Pont Matadi, il est nécessaire de procéder à un calfeutrage afin de bloquer l'entrée d'air se produisant entre les joints des attaches de câble et les câbles de suspension accrochés sous la selle. Par ailleurs, étant donné que des fuites d'air se produisent dans les interstices entre les extrémités des attaches et les câbles et par les boulons des attaches, il est également nécessaire de fournir une étanchéité aux alentours des cache-boulon. Il est en outre nécessaire de procéder à des réparations dans les endroits où le calfeutrage existant est détérioré.





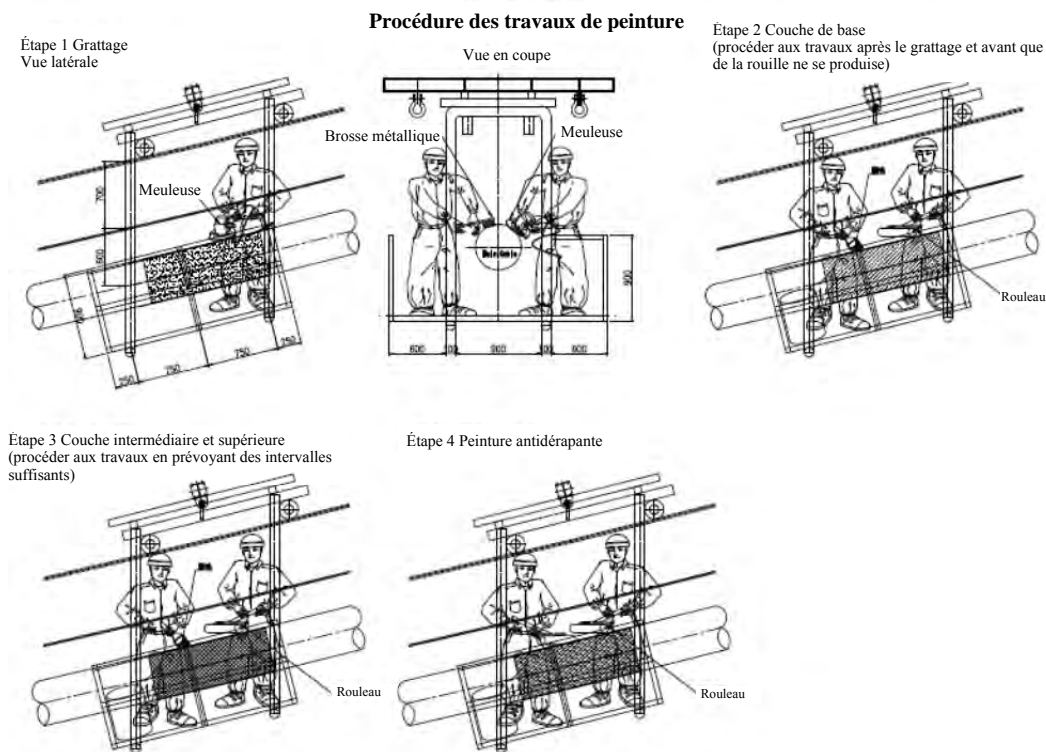
**Figure 3-2.27 Procédure des travaux de calfeutrage**

En résultat de la prise en considération des éléments ci-dessus, la quantité des matériels de calfeutrage nécessaires est de 1100 l.

**Tableau 3-2.15 Quantité du calfeutrage**

Partie	Quantité de calfeutrage (L)
Partie attaches	421
Partie fentes	184
Partie endommagée	306
Total	911

La quantité totale de calfeutrage sera de 1,100 L, en incluant le supplément de 1,2 L nécessaire pour être en forme.



Source: Mission d'étude JICA

**Figure 3-2.28 Procédure de peinture des câbles**

## (6) Matériaux de réparation des fissures des ancrages

La réparation des fissures des ancrages sera faite en se référant à la Figure 3-3.1

Il faudra faire attention aux points suivants lors de l'exécution.

- Découper de sorte à pouvoir injecter du produit aux environs des fissures.
- Nettoyer les environs des fentes achevées
- Le produit sera mélangé, et injecté avec un pistolet
- Le nettoyage de la surface sera fait avant de terminer le travail.
- En fonction de la situation, des échafaudages seront utilisés pour améliorer l'efficacité des déplacements et des travaux.

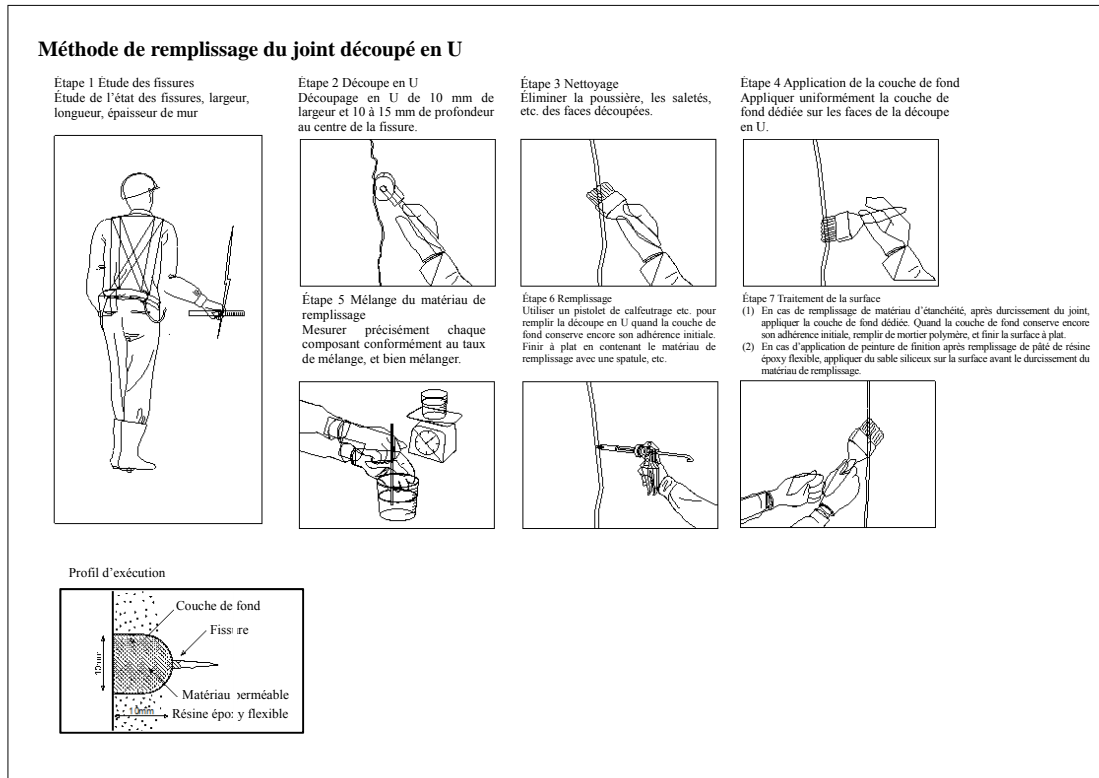


Figure 3-2.29 Procédure de peinture des câbles

### 3-2-6 Plan de fourniture des matériels et équipements

#### (1) Méthodologie de la fourniture

Les matériels et équipements seront fabriqués et fournis à partir du Japon et seront envoyés par transport maritime en RDC. Pour la conception des matériels, les orientations porteront sur l'utilisation de pièces standard et sur une réduction au maximum des charges de la fourniture locale des pièces de rechange pour l'opération. Des produits disponibles sur le marché congolais seront utilisés pour la peinture afin que l'OEBK puisse facilement s'en procurer pour l'entretien à l'avenir. Par ailleurs, les cache-boulon qui seront remplacés lors du serrage des boulons seront des produits japonais et un plus grand nombre d'articles que prévu sera fourni en prévoyant les différences d'adaptation au boulon et produites par le serrage, les différences de diamètres dues à l'usure et les différences de longueur des saillies dues à l'amincissement des câbles. Pour les câbles garde-corps, si des dommages ont été constatés en partie, ils sont généralement en bon état mais nécessitent néanmoins des travaux de réhabilitation partielle, dont le remplacement des montants des câbles. Par ailleurs, des pièces pouvant être facilement obtenues localement seront choisies dans la mesure du possible pour chacun des matériels, mais la conception d'ensemble des équipements du système ainsi que le montage provisoire étant effectués au Japon, il est nécessaire que la totalité des produits soit fournie à partir du Japon. Le Tableau 3-2.16 donne la liste des matériels.

**Tableau 3-2.16 Liste des équipements et matériels**

N° de materiel / matériau	Désignation	Spécifications principales requises et composants	Qté	Unité	Pays fournisseur	Pays d'origine
<b>1. Équipements du système d'injection d'air sec</b>						
	1.1 Équipements de séchage des câbles par injection d'air		2	Jeu		
	(1) Dispositifs de déshumidification		2	Unité	Japon	Japon
	(2) Ventilateur		2	Unité	Japon	Japon
	(3) Support de dispositif SS400		2	Unité	Japon	Japon
	(4) Alimentation électrique du panneau de commande		2	Unité	Japon	Japon
	(5) Tuyau d'injection d'air dans le pylône		4	Groupe	Japon	Japon
	(6) Unité d'ajustement et de compression du débit		8	Unité	Japon	Japon
	(7) Tuyau d'injection d'air hors du pylône		8	Groupe	Japon	Japon
	(8) Orifice d'entrée d'air		8	Unité	Japon	Japon
	(9) Orifice de sortie d'air		6	Unité	Japon	Japon
	1.2 Équipements de déshumidification des espaces en biseau à l'intérieur des ancrages		4	Jeu		
	(1) Corps principal du dispositif de déshumidification		4	Unité	Japon	Japon
	(2) Unité extérieur		4	Unité	Japon	Japon
	(3) Conduite		4	Groupe	Japon	Japon
	(4) Panneau d'alimentation électrique		2	Unité	Japon	Japon
<b>2. Équipements pour les panneaux de réception et de distribution d'électricité</b>						
	2.1 Panneau de réception électrique		1	Jeu	Japon	Japon
	2.2 Panneau de distribution électrique		1	Jeu	Japon	Japon
<b>3. Machines à resserrer les boulons des attaches de câbles</b>						
	3.1 Cache-boulon					
	(1) Cache-boulon		1	Jeu	Japon	Japon
	(2) Joint d'étanchéité		1	Jeu	Japon	Japon
	3.2 Matériel de serrage					
	(1) Tendeur de boulons		4	Unité	Japon	Japon
	(2) Motopompe hydraulique		1	Unité	Japon	Japon
	(3) Pompe hydraulique manuelle		1	Unité	Japon	Japon
	(4) Tuyau hydraulique de raccordement 3 m		4	Unité	Japon	Japon
	(5) Kit d'étanchéité de réserve pour les tendeurs		4	Ensemble	Japon	Japon
	(6) Kit d'étanchéité de réserve pour les pompes manuelles		1	Ensemble	Japon	Japon
	(7) Coupleur de réserve (mâle-femelle)		5	Ensemble	Japon	Japon
	(8) Caisse de rangement spéciale		1	Unité	Japon	Japon

N° de materiel / matériau	Désignation	Spécifications principales requises et composants	Qté	Unité	Pays fournisseur	Pays d'origine
4. Matériels de réparation des câbles garde-corps						
	4.1 Matériaux de réparation des câbles garde-corps		1	Jeu	Japon	Japon
	4.1 Tendeurs et pièces d'ancrage		1	Jeu	Japon	Japon
5. Matériaux de renouvellement de la peinture des câbles						
	5.1 Peinture		1	Jeu		
	(1) Peinture de couche de base époxy		1	Jeu	RDC	France
	(2) Peinture de couche intermédiaire époxy		1	Jeu	RDC	France
	(3) Peinture de couche de finition polysiloxane		1	Jeu	RDC	France
	5.2 Calfeutrage					
	(1) Calfeutrage		1100	L	Japon	Japon
	5.3 Chariot d'inspection de câble					
	(1) Chariot d'inspection de câble		2	Unité	Japon	Japon
6. Matériaux de réparation des fissures des ancrages						
	6.1 Matériaux de réparation des fissures					
	(1) Matériaux de réparation		180	L	Japon	Japon

Source: Mission d'étude JICA

## (2) Plan de transport

### 1) Itinéraire du transport maritime et du transport terrestre

Concernant l'itinéraire de transport maritime des matériels acquis au Japon, on utilise généralement l'itinéraire via le port de Pointe-Noire de la République du Congo voisine, avant d'arriver au port de Matadi en passant par l'Afrique du Sud qui est un itinéraire utilisé pour le «Projet de Renforcement de la Gestion du Pont Maréchal à Matadi». On dit qu'il existe aussi des navires reliant directement l'Afrique du Sud au port de Matadi. Mais l'itinéraire ordinaire via Pointe-Noire sera en principe opté pour le présent projet.

### 2) Transporteur et transitaire

Pour le transport des matériels du Japon à la République démocratique du Congo dans ce projet, un transporteur japonais ayant l'expérience du transport de matériels dans le cadre du «Projet de Renforcement de la Gestion du Pont Maréchal à Matadi» sera employé. Du port de Matadi à l'entrepôt à matériels désigné par l'OEBK, le transport terrestre aura lieu via un transporteur local pour accélérer les formalités douanières. La distance de transport terrestre à partir du port de Matadi est d'environ 2 km.

### 3) Emballage

Les matériels seront livrés à bord du navire dans le port japonais. Pour cette raison, le

fournisseur des matériels effectuera l'emballage des produits, et les placera dans des conteneurs pour le transport. Le nombre de conteneurs à transporter sera de 1 conteneur de 40 pieds au premier voyage qui contient beaucoup de matériels, et de 2 conteneurs de 40 pieds au deuxième voyage qui contient un système de séchage.

### **(3) Points à considérer lors des travaux et de la fourniture**

Il ne pourra pas être mis en service de manière adéquate si on se contente de l'installation du système d'injection d'air sec dans le cadre du présent projet. Il devra par conséquent être mis en fonctionnement en confirmant le niveau d'imperméabilité et en réparant les endroits détériorés.

A cet effet, une attention particulière sera apportée dès le fonctionnement d'essai, en contrôlant notamment la pression de l'air injecté. Cette procédure constitue la partie majeure du transfert technologique et il sera nécessaire de faire attention lors de la rédaction du manuel d'opération car la méthode de fonctionnement correcte ne sera déterminée qu'après cet essai.

Par ailleurs, pour la réception des matériels et équipements, un soutien sera fourni par l'OEBK. Le transport terrestre des équipements jusqu'à l'aire de dépôt provisoire sera effectué par le transporteur désigné par le fournisseur.

## **3-2-7 Plan de supervision de l'approvisionnement**

### **(1) Système de supervision de l'approvisionnement**

Les travaux de supervision de la conception exécutés par le consultant dans le cadre du présent projet se divisent en supervision de l'approvisionnement et supervision des travaux. Le personnel prévu dans le système de supervision de l'approvisionnement est indiqué sous (2) Plan d'affectation du personnel.

### **(2) Plan d'affectation du personnel**

La teneur des différents travaux ainsi que les hommes/mois nécessaire pour leur exécution sont expliqués ci-dessous. Les personnels requis sont un chef du Projet et un responsable du plan d'équipements.

#### **1) Conception détaillée**

Elle comprend la passation d'un contrat de supervision de l'approvisionnement en RDC et, par la suite, l'élaboration des documents de conception détaillée et la révision des spécifications des matériels.

## **2) Travaux d'appel d'offres (1)**

Ils comprennent les préparatifs des plans et dessins, du dossier d'appel d'offres (DAO) et des documents du contrat et l'approbation du DAO aura lieu en RDC.

## **3) Travaux d'appel d'offres (2)**

Appel d'offres et évaluation (Travaux au Japon)

Ils comprennent les préparatifs nécessaires pour l'appel d'offres et l'évaluation des soumissions et l'élaboration d'un rapport sur l'appel d'offres et l'évaluation.

## **4) Supervision de l'approvisionnement**

Les personnels prévus pour la supervision de l'approvisionnement sont indiqués ci-dessous.

Ingénieur en supervision de l'approvisionnement (1)	Rang 2
Ingénieur en supervision de l'approvisionnement (2) (Inspection peinture : Travaux en RDC)	Rang 3
Supervision de l'approvisionnement par résident permanent	Rang 3
Ingénieur en inspection (Vérifications, confrontation des plans de fabrication : Japon)	Rang 3
Ingénieur en inspection (Présence à l'inspection : Travaux au Japon)	Rang 3
Ingénieur en inspection (Inspection finale : Travaux en RDC)	Rang 3

Voir (i) à (vi) ci-dessous pour le personnel requis pour les différentes activités de supervision de la fourniture.

### **(i) Concertations avec les prestataires, approbation et confrontation des plans de fabrication des équipements (Travaux au Japon)**

Des concertations auront lieu avec les fournisseurs pour la vérification et l'approbation des plans de fabrication des équipements, des plans des travaux, des documents de spécifications, de calcul des structures, de planification du déroulement des travaux et de plan d'exécution des travaux.

Ingénieur en inspection

### **(ii) Présence à l'inspection des produits (inspection en usine) (Travaux au Japon + au pays de fabrication)**

Le consultant sera présent pour procéder à l'inspection des produits (en usine) avant leur expédition et vérifier leur conformité avec les spécifications ainsi que les résultats des essais

de performance. Avant cette inspection, une liste de contrôle sera élaborée, les résultats après inspection seront résumés dans un rapport qui sera présenté lors de l'inspection de réception.

Ingénieur en inspection

**(iii) Inspection au sein d'un organisme tiers (Travaux au Japon)**

Le Consultant effectuera une inspection de vérification et de confrontation des matériels avant le chargement, qui sera confiée à un prestataire spécialisé en transport maritime. Le Consultant assurera aussi la supervision de cette sous-traitance, par exemple les contacts pour la fourniture d'informations sur le lieu d'inspection, etc. Le prestataire confié sera une entreprise officiellement approuvée par l'Association japonaise pour l'examen des affaires maritimes (Nippon Kaiji Kentei Kyokai : NKKK).

Confier à l'organisme tiers

**(iv) Coordination entre le pays partenaire et les fournisseurs (Travaux en RDC)**

Le consultant dépêchera un agent de supervision permanent pour l'approvisionnement et procédera à la confirmation et à la coordination nécessaires entre la partie congolaise et les fournisseurs en s'appuyant sur le calendrier et la procédure des travaux, la structure de mise en œuvre des travaux sur le site et le système de contrôle de la sécurité, etc. Des discussions approfondies seront menées en vue de partager les informations. L'ingénieur en supervision de l'approvisionnement sera engagé en RDC.

Par ailleurs, un technicien sera dépêché pour l'encadrement technique lors de la mise en place des matériels et des travaux de peinture effectués par les agents de l'OEBK.

**(v) Supervision à la mise en place des matériels, contrôle des travaux d'apport et de déballage, coordination, supervision du fonctionnement d'essai, encadrement-supervision du fonctionnement initial, encadrement-supervision de l'opération (Travaux en RDC)**

Le consultant dépêchera un agent de supervision permanent pour l'approvisionnement afin de vérifier si l'approvisionnement et les travaux de mise en place sur le site sont effectués correctement, si les travaux progressent conformément au calendrier et si les matériels fournis sont conformes aux spécifications techniques. Il procédera également à l'inspection de réception, sera présent lors des réglages et du fonctionnement d'essai par les fournisseurs, fournira l'encadrement pour le fonctionnement initial et l'opération et procédera à la délivrance du certificat d'achèvement des travaux, aux travaux pour la procédure de remise en mains et à l'élaboration du rapport final.

Par ailleurs, il procédera, durant les travaux de peinture, à l'inspection de l'épaisseur des couches de peinture, à la confirmation des quantités, à l'inspection de l'apparence extérieure et



des intervalles de peinture, notera les températures et les degrés d'humidité, et confirmera s'ils sont en conformité avec les valeurs déterminées. A cet effet, deux ingénieurs en supervision supplémentaires seront dépêchés pour l'inspection et l'approvisionnement et ils procéderont au contrôle des travaux de peinture. L'encadrement de l'inspection sera fourni à deux agents localement engagés pour leur passer les travaux de l'inspection. (inspection de la peinture)

Ingénieur en supervision permanente de l'approvisionnement

Ingénieur en inspection (Achèvement)

2 Ingénieurs en supervision de l'inspection et de l'approvisionnement  
(travaux de peinture)

Ingénieur en supervision de l'approvisionnement (engagé sur le site)

2 Inspecteurs (peinture) (engagé sur le site)

Garçon de bureau (engagé sur le site)

#### **(vi) Inspection de réception et remise en mains (Travaux en RDC)**

Un ingénieur japonais pour la supervision de l'approvisionnement sera dépêché pour achever l'ensemble des travaux, dont l'encadrement pour le fonctionnement initial. Il procédera à la coordination avec les organismes concernés ainsi qu'aux ajustements requis pour la délivrance du certificat d'achèvement des travaux et pour la remise en mains. Par ailleurs, l'ingénieur en supervision de l'approvisionnement sera chargé de l'ensemble du contrôle du projet.

1 Ingénieur en supervision de l'approvisionnement

### **3-2-8 Plan de contrôle de la fourniture par les fournisseurs**

#### **(1) Structure du contrôle de la fourniture**

Les personnels prévus pour le contrôle de la fourniture sont indiqués ci-dessous.

Personnel local de contrôle de la fourniture Rang 3

Inspecteur (vérifications, confrontation des plans de fabrication des équipements: Travaux au Japon) Rang 3

Inspecteur (Présence à l'inspection : Travaux au Japon) Rang 3

## **(2) Plan d'affectation des personnels**

### **1) Concertations avec les prestataires, approbation et confrontation des plans de fabrication des équipements (Travaux au Japon)**

Le contrôle de la fourniture comprend une série de travaux, dont les concertations sur les plans de fabrication avec les fabricants fournisseurs, leur soumission au consultant et les réunions avec ce dernier. En outre, en ce qui concerne les commentaires du consultant sur ces plans de fabrication, ils feront l'objet d'instructions données au fabricant, afin que les problèmes techniques soient solutionnés en vue du démarrage de la fabrication.

Inspecteur

### **2) Présence à l'inspection des produits (inspection en usine) (Travaux au Japon)**

Pour les matériels et équipements fournis par le Japon, l'inspecteur sera présent à l'inspection des produits en question (inspection en usine) afin de confirmer leurs performances et leurs quantités.

Inspecteur

### **3) Inspection au sein d'un organisme tiers (Travaux au Japon)**

L'inspection sera confiée à un organisme tiers par le consultant.

### **4) Contrôle de la fourniture locale (Travaux en RDC)**

Un personnel de contrôle de la fourniture locale sera posté sur le site du début des travaux de mise en place jusqu'à l'inspection de réception et la remise en mains. Les principaux travaux de ce contrôle porteront sur les négociations et la coordination entre la partie congolaise et le consultant, les arrangements pour la fourniture locale, les travaux de mise en place des matériels, les réglages et le fonctionnement d'essai, l'encadrement du fonctionnement initial, l'encadrement pour l'opération ainsi que sur l'inspection de réception des travaux.

Par ailleurs, des techniciens (mécanicien et peintre) seront dépêchés pour l'encadrement technique des agents de l'OEBK lors de la mise en place des matériels et des travaux de peinture, y compris les travaux de renouvellement de la peinture après la mise en place.

Personnel de contrôle de la fourniture locale

Assistant du contrôle de la fourniture (engagé sur place)

Garçon de bureau (engagé sur place)

Chauffeur (engagé sur place)

### **3-2-9 Plan de contrôle de la qualité**

Les matériels et équipements seront fabriqués au Japon et le contrôle de qualité sera possible en confirmant le certificat d'inspection (mill sheet) de chaque produit et en inspectant soigneusement les équipements. En outre, les produits achetés seront confirmés sur catalogue, les inspections requises seront effectuées sur les produits avant leur sortie d'usine et la vérification des documents permettra d'assurer leur bonne qualité.

Pour la peinture, les produits seront confirmés sur catalogue et la peinture époxy souple, dont les capacités d'adaptation aux déformations après durcissement devront être confirmées, sera soumise à un test conformément aux normes JISA6021. Pour la gestion de la peinture, les quantités utilisées, les températures et l'humidité au moment de l'enduit seront notées, et on confirmera si chacune des peintures satisfait les critères exigés. Les valeurs spécifiées, comme les intervalles entre les couches de peinture (1 jour en général) seront également vérifiées. L'épaisseur totale de la peinture sera mesurée lors de l'inspection finale. Le niveau d'inspection de la peinture sera déterminé au début des travaux, mais au moins il faut se conformer aux instructions de « Guide de peinture en cas de travaux de machinerie (proposition) – Explications avril 2010 ; Division de la planification du BTP, Bureau de la politique générale du Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme du Japon ».

Par ailleurs, le montage et la mise en place des équipements étant effectués sur le site, la présence en permanence d'un technicien des fournisseurs permettra d'assurer le contrôle de qualité et la supervision adéquate des travaux. Pour le système d'injection d'air sec en particulier, une méthode de confirmation des performances est proposée séparément. (Se reporter en 3-2-10 Plan d'encadrement pour le fonctionnement initial et l'opération).

### **3-2-10 Plan d'encadrement pour le fonctionnement initial et l'opération**

Les opérations initiales des équipements devront être effectuées avec une attention particulière et détaillée car, pour les matériels et équipements fournis par le projet, une bonne étanchéité devra être assurée, notamment pour la peinture des câbles et les travaux d'étanchéité de la partie attaches de câbles. Pour cette raison, l'encadrement des opérations initiales et celui de l'exploitation sont particulièrement importants. La préparation de manuels et une orientation détaillée seront nécessaires pour le bon maniement des machines et pour le réglage des dispositifs de commutation. Il sera nécessaire de procéder à des modifications et de s'adapter aux conditions réelles durant les travaux et au moment du démarrage.

La procédure de confirmation du système qui sera mis en place dans ce projet est expliquée ci-dessous.

## 【Procédure de confirmation des performances du système d'injection d'air sec du Pont Matadi】

### 1. Généralités

Ce système envoie de l'air sec à l'intérieur des câbles, permettant ainsi de déshumidifier et de prévenir l'apparition de rouille.

Le but définitif de ce système étant d'éviter l'apparition de rouille sur les câbles, il serait souhaitable de vérifier l'état de la déshumidification à l'intérieur des câbles afin de confirmer les performances du système, mais plusieurs difficultés sont à prévoir.

- La déshumidification de la totalité des câbles après le démarrage du système d'injection d'air sec nécessite un certain temps.
- Le temps nécessaire pour avoir les effets du système varie en fonction de l'environnement du site et de l'état initial.

Par conséquent, les performances du système d'injection d'air sec seront vérifiées en recherchant si :

- A. La déshumidification et l'injection d'air dans les tuyaux se font dans la température, le volume et la pression spécifiés ;
- B. L'air déshumidifié envoyé à l'orifice d'alimentation d'air du tuyau de la tête du pylône et
- C. Aux orifices d'alimentation d'air ont également la température, le volume et la pression spécifiés, afin de confirmer les performances au moment de la mise en place.

Par la suite, la situation de l'air aux orifices d'alimentation et de sortie d'air sera observée périodiquement et de manière continue lors de la gestion et de l'entretien sur le site, afin de confirmer l'état de fonctionnalité de l'ensemble du système.

### 2. Vérification du dispositif de déshumidification et des machines et appareils auxiliaires

Le système d'injection d'air sec se compose de plusieurs dispositifs, à savoir celui de déshumidification, de réfrigération et d'injection d'air qui sont installés à l'intérieur des entretoises des pylônes. Il est important de vérifier l'état de l'air évacué, non pas les performances de chacun des dispositifs lui-même.

A cet effet :

- (1) La température et l'humidité de l'air aux alentours devront être confirmées avant l'entrée dans le dispositif de déshumidification;
- (2) La température, l'humidité, la pression et le débit dans le tuyau de l'air évacué après être passé par le dispositif de déshumidification, le dispositif de réfrigération et le ventilateur seront mesurés à la sortie du ventilateur.

Les résultats des mesures seront comparés avec les valeurs spécifiées et on confirmera si l'air déshumidifié a le débit spécifié.

Concrètement,

- L'air admis dans la pièce sera mesuré en plusieurs points à l'intérieur des entretoises avec des thermomètres et des hygromètres qui auront préparés séparément. L'air injecté par les dispositifs sera mesuré par des manomètres, des thermo-hygromètres et des débitmètres installés sur les tuyaux d'envoi d'air.
- Les mesures seront effectuées fréquemment après la mise en place, plus de 2 fois par jour, tôt le matin et dans la journée, et devront se continuer pendant plus d'une semaine jusqu'à ce que l'air évacué soit stabilisé quelle que soit la situation à l'extérieur. En outre, ces mesures devront être effectuées périodiquement par la suite.

### 3. Orifice d'alimentation d'air du tuyau d'injection de la tête du pylône

De l'air sec est envoyé à l'orifice d'alimentation d'air du tuyau d'injection placé dans la tête de chaque pylône en passant par les tuyaux dans les pylônes, et l'air sec bifurque en outre pour être envoyé à l'unité d'injection d'air installée sur les câbles. L'état de l'air à l'emplacement de la bifurcation est vérifié afin de confirmer s'il n'y a pas de problèmes au niveau des tuyaux de canalisation dans les pylônes et si l'air est envoyé à l'unité d'injection de chacun des câbles. L'humidité de l'air est vérifiée en dernier lieu à l'emplacement de l'unité d'injection des câbles.

Concrètement,

- Les valeurs sont lues à chaque débitmètre et à chaque manomètre installés sur chacun des tuyaux d'injection d'air (à partir de la bifurcation).
- Les intervalles de temps sont identiques à ceux indiqués dans « 2. Vérification du dispositif de déshumidification et des machines et appareils auxiliaires ».

#### **4. Vérification à l'orifice d'alimentation d'air**

L'air sec envoyé par l'orifice d'alimentation d'air du tuyau d'injection est envoyé à l'unité d'injection installée sur les câbles.

L'état de l'air admis dans chaque unité d'injection est vérifié pour confirmer si l'air envoyé aux câbles a bien les valeurs spécifiées.

Concrètement,

- Les valeurs sont lues à chaque débitmètre et à chaque manomètre installés sur chaque unité d'injection d'air.
- Un hygromètre est installé à l'intérieur de l'unité d'injection à un endroit visible par le regard d'inspection pour pouvoir relever la valeur de l'humidité.
- Les intervalles de temps sont identiques à ceux indiqués dans « 2. Vérification du dispositif de déshumidification et des machines et appareils auxiliaires ».

Les dernières mesures sont effectuées à l'orifice de sortie d'air, mais il est à prévoir que des résultats satisfaisants ne pourront pas être obtenus à l'étape initiale. La méthode de mesure de l'humidité est identique à celle effectuée à l'intérieur de l'unité d'injection. En outre, même s'il est à prévoir que le débit ne pourra pas être mesuré dans les attaches de sortie d'air, il sera nécessaire de noter les mesures obtenues par le toucher même pour un débit minimum. Les intervalles de temps sont identiques à ceux indiqués dans « 2. Vérification du dispositif de déshumidification et des machines et appareils auxiliaires ». En outre, les mesures à l'orifice de sortie d'air doivent être effectuées périodiquement, 1 fois tous les 10 jours ou 1 fois tous les mois environ. Ces mesures pourront avoir lieu uniquement 1 fois par mois sans problème après avoir atteint le stade d'un séchage stable.

### **3-2-11 Supplément à la procédure d'inspection**

Le Manuel d'inspection du pont de Matadi, qui décrit les inspections de base, exige l'inspection annuelle des câbles. Les rubriques ci-dessous seront ajoutées aux rubriques d'inspection des câbles.

#### **Inspection des câbles (Calfeutrage de la peinture)**

L'inspection des câbles est en principe effectuée par vérification visuelle.

En raison de la mise en place du système d'injection d'air sec dans ce projet, une inspection des machines a été rajoutée et comme des travaux de peinture des câbles et de calfeutrage aux alentours des attaches de câbles ont été exécutés, il fallait procéder à l'inspection de ces parties. Des modes d'emploi portant sur le dispositif de séchage des câbles par injection d'air et le dispositif de déshumidification de l'espace en biseau des ancrages seront élaborés après la conception et la fabrication de ces dispositifs.

La méthode d'inspection de la peinture des câbles et de calfeutrage consiste à vérifier visuellement la peinture et à confirmer par ultrasons les fissures à la surface de l'étanchéité. Si un son est détecté, un testeur de liquide réalisé à partir d'un détergent neutre est enduit en surface pour vérifier si des bulles se produisent ou non et détecter les endroits à réparer. Les endroits où des bulles apparaissent sont ceux où l'imperméabilité n'est pas assurée et ils seront réparés. Sauf en cas d'écaillage important (excédant 1 cm x 10 cm) ou de grosses fissures (excédant de 4 mm le diamètre du fil d'enrobage), du joint de calfeutrage sera enduit, les fuites seront confirmées en définitive et les réparations seront ainsi terminées.

Dans le cas d'un écaillage important, on vérifiera si le défaut n'a pas progressé en utilisant un grattoir pour la couche de peinture autour de l'endroit en question, la couche affaiblie sera éliminée au papier de verre et la réparation sera effectuée en passant une couche de peinture en surface. Les grosses fissures sont provoquées par le décalage des fils d'enrobage et, dans ce cas, l'endroit défectueux sera bouché par le calfeutrage et une couche de peinture en surface sera enduite par dessus.

Par ailleurs, la couche supérieure de peinture pour les réparations sera identique à la couche supérieure de la peinture indiquée dans la procédure de la peinture. Pour les réparations du calfeutrage, les alentours de la partie défectueuse du calfeutrage seront coupés et du matériau sera de nouveau posé.

### **3-2-12 Plan de composante soft**

Pour la mise en place des équipements de ce projet, un transfert de technologies est nécessaire pour la totalité des travaux et il sera principalement effectué par l'encadrement de terrain. Par conséquent, un encadrement technique sera donné durant toute la période des travaux et aucune composante soft telle que la formation dans d'autres endroits ne sera prévue. Cependant, la formation au Japon sur des équipements identiques est particulièrement significative, mais elle ne fait pas l'objet du présent projet. Cette formation sera organisée séparément dans le cadre de la formation en matière de gestion et entretien d'un projet de coopération technique.

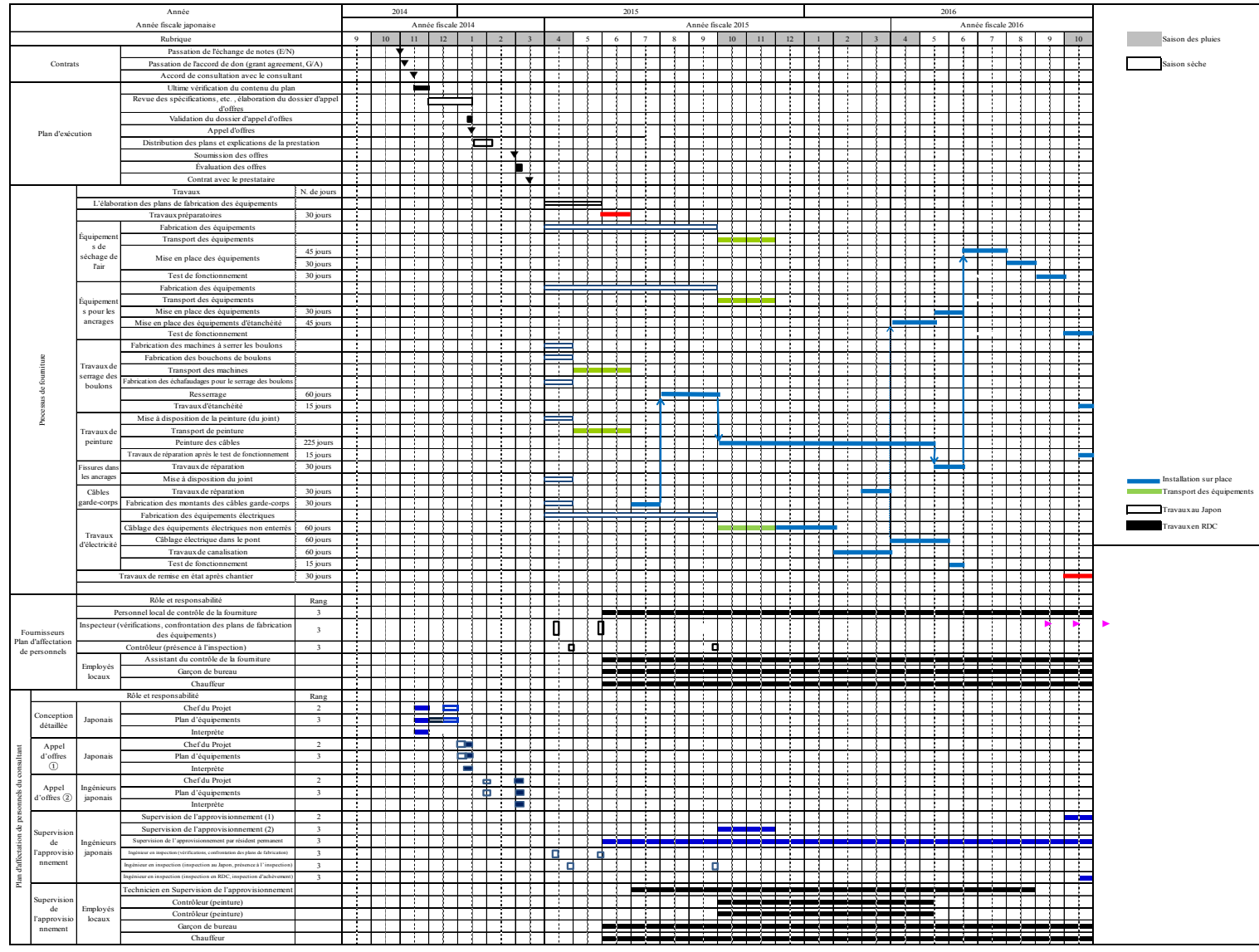
### **3-2-13 Processus d'exécution**

Le Tableau 3-2.17 ci-dessous indique le processus résumé de l'exécution du projet conformément au Plan d'exécution.

Tableau 3-2.17 Processus d'exécution du Projet

Calendrier d'exécution du Projet (projet portant spécifiquement sur la fourniture des équipements)

Nom du pays : République démocratique du Congo Nom du projet : Projet d'aménagement du Pont Matadi



Source: Mission d'étude JICA

### **3-3 Grandes lignes des dispositions à prendre en charge par la partie congolaise**

En ce qui concerne les équipements électriques, ceux à partir du point de réception de l'électricité à partir de la sous-station feront l'objet du présent projet. Cependant, les équipements allant des transformateurs électriques à haute tension jusqu'aux points de réception électrique ont été aménagés au moment de la construction du pont et plus de trente ans se sont écoulés depuis. L'OEBK prévoit donc le renouvellement des équipements de réception électrique haute tension, y compris les transformateurs. Ces travaux seront à la charge de la partie congolaise. Les rubriques des formalités pour le transport des autres matériels sont données ci-dessous.

#### **(1) Calcul du coût des travaux à la charge de la partie RDC**

##### **1) Contenu du plan d'aménagement des équipements de l'alimentation électrique**

Nous avons étudié les rubriques ci-dessous concernant l'alimentation en électricité des nouveaux équipements électriques du Pont Matadi, et le prolongement de la durée de service des équipements existants ayant 35 ans d'âge.

- Contenu des équipements d'alimentation électrique au moment de leur mise en place
- État actuel des équipements et aperçu des équipements à renouveler
- Prévision et estimation de l'augmentation de charge à venir

L'étude des 3 points ci-dessus nous a amené à établir les 3 propositions suivantes.

##### **(i) Plan A – Renouvellement partiel**

Pour assurer une couverture dans l'immédiat seulement, renouvellement du panneau de distribution électrique basse tension défectueux.

Coût approximatif : 8 millions de yens (montant estimé approximatif 10.7 millions de yens)

##### **(ii) Plan B – Renouvellement des parties principales**

En plus du Plan A, remplacement du transformateur haute tension qui devrait devenir inutilisable dans les 10 prochaines années.

Coût approximatif : 20 millions de yens

##### **(iii) Plan C – Renouvellement total**

En dehors des équipements du côté secondaire, renouvellement total, équipements à tension surélevée et câbles y compris. Une partie des câbles basse tension sera surdimensionnée, compte tenu des baisses de tension.



Le transformateur effectue actuellement la transformation à deux niveaux : à tension surélevée (de 15 kV à haute tension (6,6 KV)), puis à 380 V). Il sera remplacé par un type compact effectuant l'abaissement de tension (15 kV à basse tension) en une étape.

Coût approximatif : 70 millions de yens

## 2) Coût des travaux à la charge de la partie RDC

A partir des points ci-dessus, en ce qui concerne le coût des équipements permettant de baisser la tension (de haute tension à basse tension), le montant excluant les frais de renouvellement du côté pont des frais de renouvellement total du Plan C, est à la charge de la partie RDC.

Le montant de la charge a été calculé à 60 millions de yens, en soustrayant 10 millions de 70 millions de yens. Cela correspond à 580.000 dollars.



Figure 3-3.1 Disposition des équipements d'alimentation électrique

## (2) Dispositions à prendre par la partie RDC

Les autres dispositions à prendre par la partie RDC sont les suivantes.

- Formalités et prise en charge des commissions pour l'arrangement bancaire (A/B) et la délivrance de l'autorisation de paiement (A/P)
- Exonération de taxes, droits de douanes

- Frais de personnel en charge de la supervision des travaux et la présence aux inspections
- Fourniture d'un espace de stockage provisoire pour le matériel et les équipements
- Fourniture de la main d'œuvre pour l'installation des matériels
- Travaux de peinture des câbles et encadrement technique par les fournisseurs
- Frais d'électricité, communications, d'eau courante pendant la période des travaux
- Arrangements avec les organismes connexes pour l'encadrement du fonctionnement initial
- Frais de personnel pendant la période des travaux.

### 3-4 Plan d'opération et de gestion et d'entretien du projet

La gestion et l'entretien du pont Matadi étant assurés par l'OEBK, la planification de son opération et gestion-entretien est donc terminée. Toutefois, pour les équipements qui seront introduits par le présent projet, un plan de renouvellement d'une partie des pièces de rechange sera nécessaire. Les frais additionnels sont indiqués sous 2) Coûts de gestion et d'entretien.

#### (1) Budget de l'OEBK

Le budget de l'OEBK (bilan de 2011) est indiqué dans les Tableaux 3-4.1 et 3-4.2. Et le Tableau 3-4.3 indique la circulation sur le pont Matadi, qui servira de source de revenu principale. Les frais annuels de maintenance des équipements fournis dans ce projet (entretien périodique, réparations sur place, etc.) de 2,55 millions de yens correspondront à env. 0,8% du revenu du péage annuel de l'OEBK de 300 millions de yens.

**Tableau 3-4.1 Revenu de l'OEBK (2011)**

N°	Rubrique	Montant		Total	Pourcentage
		(CDF)	(USD)	(USD)	(%)
1	Revenu du péage	3.235.735.750,00	—	3.514.010,22	79,55
2	Revenu de location d'appartements	12.163.100,00	121.824,00	135.033,13	3,05
3	Revenu de la location d'équipements	1.862.416,00	24.214,57	26.237,25	0,59
4	Revenu du tourisme	7.976.450,00	—	8.662,43	0,19
5	Revenu de la subvention	58.625.440,00	—	63.667,25	1,44
6	Revenu des investissements	—	3.374,06	3.374,06	0,08
7	Reports	625.291.104,16	—	669.066,37	15,10
Total		3.941.654.260,16	149.412,63	4.430.050,71	100,00

**Tableau 3-4.2 Dépenses de l'OEBK (2011)**

N°	Rubrique	Montant		Total	Pourcentage
		(CDF)	(USD)	(USD)	(%)
<b>A Frais d'entretien</b>					
1	Frais d'entretien et de réparation des ponts	163.799.836,34	66.005,00	243.891,68	
2	Frais de maintenance des appartements	65.874.203,50	11.337,00	82.876,41	
3	Frais de maintenance des véhicules	14.661.959,50	12.017,00	27.939,89	
4	Frais d'agrandissement des camps pour la gestion et l'entretien	126.039.294,00	38.367,00	175.245,72	
5	Frais d'achat de véhicules	3.154.775,00	119.258,00	122.684,09	
Sous-total		373.530.068,34	246.984,00	652.637,79	14,73
<b>Salaires</b>					
1	Salaire de base	58.625.440,00	—	63.667,25	
2	Bonus	896.630.833,96	80,00	973.821,42	
3	Rémunération des cadres	134.701.275,00	1.500,00	147.785,63	
Sous-total		1.089.957.548,96	1.580,00	1.185.274,30	26,76
C Réserve interne		586.827.427,00	36.000,00	673.294,80	15,20
D Frais de gestion		684.519.775,92	165.436,78	908.825,51	20,51
E Frais d'étude		36.920.810,00	109.704,00	149.800,01	3,38
F Retraites		15.738.720,00	133.878,00	150.970,26	3,41
G Prêts		4.483.000,00	114.300,00	119.168,54	2,69
H Investissements		543.351.100,00	—	590.079,50	13,32
<b>Total</b>		<b>3.335.328.445,22</b>	<b>807.882,78</b>	<b>4.430.050,71</b>	<b>100,00</b>

**Tableau 3-4.3 Résultats de l'enquête sur le trafic (entre 1985 et juin 2014)**

**EVOLUTION DU TRAFIC AU PONT MARECHAL DE SEPTEMBRE 1985 AU 23 JUIN 2014**

ANNEE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		TOTAL	
1985	17,348	0	0	9,118	1,087							27,553	
1986	66,103	0	3,304	34,164	4,808							108,379	
1987	49,583	0	35,554	32,602	4,793							122,532	
1988	61,798	0	34,848	26,722	5,171							128,539	
1989	60,793	0	37,445	24,751	5,419							128,408	
1990	54,246	4,532	35,863	16,371	15,529							126,541	
1991	38,965	49,686	16,085	14,523	17,236							136,495	
1992	34,039	21,569	39,630	3,679	23,259							122,176	
1993	23,729	16,992	30,664	9,711	25,119							106,215	
1994	35,512	11,407	20,013	11,337	25,343							103,612	
1995	44,642	12,844	22,290	3,759	16,619							100,154	
1996	60,902	15,061	29,731	3,065	17,326							126,085	
1997	80,459	12,689	25,512	4,210	15,145							138,015	
1998	68,840	8,248	15,728	4,168	13,091							110,075	
1999	92,306	6,804	19,640	5,857	16,996							141,603	
2000	80,594	8,297	22,126	5,648	21,623							138,288	
2001	86,755	8,555	16,673	5,228	21,339	2,986						141,536	
2002	116,068	10,734	16,886	5,379	18,897	5,662						173,626	
2003	127,363	11,246	19,642	5,168	19,007	7,034						189,460	
2004	141,221	12,680	20,249	6,095	19,096	7,170						206,511	
2005	141,730	12,822	19,981	5,901	17,183	8,249						205,866	
2006	166,130	14,970	27,367	5,975	14,527	7,087	2,265	2,302	3,038	100		243,761	
2007	217,569	18,536	32,958	8,546	14,357	7,378	2,502	2,800	2,514	154		307,314	
2008	254,876	23,437	35,653	9,678	18,427	8,245	2,195	2,954	3,697	181		359,343	
2009	295,168	42,088	48,857	11,675	20,324	7,717	1,754	2,269	2,887	86		432,825	
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>0</b>
2010	9,544	289,763	44,080	48,089	13,933	23,367	11,395	2,097	3,624	4,194	87	0	450,173
2011	11,715	306,869	44,089	45,858	14,951	22,287	8,054	1,706	3,145	4,570	55	0	463,299
2012	12,033	311,499	39,315	41,747	16,422	21,254	8,421	1,301	3,146	4,909	101	3	460,151
2013	13,405	320,186	39,036	42,462	14,383	20,317	7,964	1,889	3,954	5,645	277	68	469,586
2014	7,692	136,524	11,244	12,475	5,480	9,206	3,617	1,214	2,333	3,315	131	14	193,245
<b>SOMME</b>	<b>46,697</b>	<b>3,645,056</b>	<b>489,717</b>	<b>804,855</b>	<b>333,019</b>	<b>478,946</b>	<b>97,362</b>	<b>15,709</b>	<b>24,194</b>	<b>31,454</b>	<b>1,172</b>	<b>85</b>	<b>5,498,535</b>
<b>MOYENN</b>	11,674	125,692	16,887	27,754	11,483	16,515	7,489	1,964	3,024	3,932	130	17	189,605

**N.B:** De 1985 à 2005 → données sur les recettes non disponibles dans les archives statistiques  
De 2006 à 2009 → données prises sous réserve (certains documents n'ayant pas été trouvés)

**DE 1985 A 1990**

A= VOITURE + JEEP  
B= CAMIONNETTE  
C= CAMION LEGER + MINI BUS  
D= CAMION A 2 ET 3 ESSIEUX

**DE 1991 A 2000**

A= VOITURE  
B= JEEP  
C= CAMIONNETTE  
D= MINI BUS  
E= CAMION A 2 ET 3 ESSIEUX

**DE 2001 A 2005**

A= VOITURE  
B= JEEP  
C= CAMIONNETTE  
D= MINI BUS  
E= CAMION A 2 ESSIEUX  
F= CAMION A 3 ESSIEUX

**DE 2006 A 2009**

A= VOITURE  
B= JEEP  
C= CAMIONNETTE  
D= MINI BUS  
E= CAMION A 2 ESSIEUX  
F= CAMION A 3 ESSIEUX  
G= CAMION A 4 ESSIEUX  
H= CAMION A 5 ESSIEUX  
I= CAMION A 6 ESSIEUX  
J= CAMION A 7 ESSIEUX

**DE FEVRIER 2010 A CE JOUR**

A= MOTO  
B= VOITURE  
C= JEEP  
D= CAMIONNETTE  
E= MINI BUS  
F= CAMION A 2 ESSIEUX  
G= CAMION A 3 ESSIEUX  
H= CAMION A 4 ESSIEUX  
I= CAMION A 5 ESSIEUX  
J= CAMION A 6 ESSIEUX  
K= CAMION A 7 ESSIEUX  
L= CAMION A 8 ESSIEUX

TARIFICATION	
CATEGORI	PRIX
A	1 000 FC
B	2 000 FC
C	3 700 FC
D	7 400 FC
E	18 500 FC
F	36 800 FC
G	64 500 FC
H	83 000 FC
I	92 500 FC
J	101 500 FC
K	106 000 FC
L	120 000 FC

Source: Document de l'OEBK

**(2) Coûts de gestion et d'entretien**

Les coûts d'opération, de gestion et d'entretien correspondent principalement aux coûts de rénovation des équipements et aux frais d'électricité, et la peinture et le calfeutrage qui sont des éléments importants se détériorent au bout de 20 ans environ.

Parmi les équipements, les moteurs qui sont des pièces électriques peuvent être remplacés. Par conséquent, comme les pannes de ces pièces électriques deviendront de plus en plus fréquentes

après 20 ans d'utilisation environ, ces moteurs seront remplacés selon des cycles de 20 ans. Il sera difficile d'atteindre les objectifs du présent projet en cas de remplacement après une panne, car les arrêts de fonctionnement seront plus longs et la performance de déshumidification continue sera diminuée.

Les filtres d'air ne seront pas nécessairement remplacés pendant plus de deux ans car le climat en site n'apporte pas de particules de sel marin et parce que les substances polluantes sont pratiquement inexistantes.

**Tableau 3-4.4 Estimation des coûts approximatifs**

Unité : mille dollar

Rubrique		Installation de l'équipement de séchage par injection d'air			Remarques Calcul pour une durée de vie de 200 ans du pont et 170 années restantes
		Nbre de fois	Prix unitaire par fois	Montant	
Frais des travaux de remplacement	Système d'injection d'air sec + système de séchage de l'espace en biseau + peinture	8	490/fois	3.920	8 remplacements tous les 20 ans en 170 ans
Coûts de gestion et d'entretien	Coûts d'électricité	170 fois	0	0	(gratuite puisqu'il s'agit d'installations publiques) 170 fois, 1 fois tous les ans
	Filtres	85 fois	4 /fois	340	85 fois pour 170 ans, 1 fois tous les 2 ans.
Total		Avec électricité gratuite pendant 170 ans		4.260	Moyenne pour 170 ans = 25 000 dollars

\* Les prix unitaires indiqués ci-dessus sont provisoires et les fluctuations des prix n'ont pas été considérées. Le filtre utilisé ici est mis en place à l'étape initiale et son coût peut être ignoré s'il s'agit d'un dispositif peu onéreux.

\* Calcul des coûts à la mise en service en 2008 (calcul des coûts approximatifs requis pour l'avenir)

\* L'électricité est gratuite, explique-t-on l'OEBK mais, si elle était payante, les frais d'électricité pour 30 A (50% du fonctionnement à plein régime) seraient d'environ 3000 dollars par mois, à savoir 36.000 dollars par an, et les frais de gestion et entretien seront d'environ le double, avec 57.000 dollars par an (6 millions de yens).

Source: Mission d'étude JICA

### 3-5 Coûts approximatifs du Projet

Le tableau ci-dessous présente le coût approximatif du projet et les frais de gestion et d'entretien.

**Tableau 3-5.1 Coûts approximatifs du Projet de la partie japonaise**

« Confidentiel jusqu'à la validation du contrat d'exécution des travaux et de la fourniture d'équipements »

Décomposition	Coûts approximatifs du Projet		Remarques	
Coûts du projet pris en charge par la Partie japonaise	Détails		Les coûts à la charge de la partie japonaise dans le cadre du Projet ne seront pas rendus publics jusqu'à validation du contrat avec le fournisseur	
	Coûts approximatifs du Projet			
	Ventilation (mille yens)			
	Frais de fourniture des matériels et équipements (1)	Frais des matériels et équipements		
		Frais d'emballage et de transport		
		Frais des travaux de mise en place		
		Frais de contrôle de la fourniture		
		Frais de gestion générale		
	Total			
	Frais de conception et supervision (2)	Frais de conception d'exécution		
Frais de supervision de la fourniture				
Composante soft				
Total				
Total (1) + (2)				
Coûts pris en charge par le pays partenaire	580 000 dollars (Montant initial des installations d'alimentation électrique) Installations allant des lignes haute tension jusqu'au point de réception électrique actuel		Autres procédures de réception des matériels et équipements	
(Frais d'entretien et de gestion des installations)	25 000 dollars/ an (en moyenne) (Frais d'entretien et de gestion du système d'injection d'air nouvellement introduit par ce projet)			

Source: Mission d'étude JICA

## **Chapitre 4 Évaluation du Projet**

### **4-1 Conditions préalables à la mise en œuvre du projet**

Les rubriques ci-dessous doivent être satisfaites pour la mise en œuvre du projet.

- Opération continue du pont par l'OEBK
- Identification claire de l'organisme récepteur des matériels et exécution sans retard des formalités
- Accord de la compagnie d'électricité SNEL pour l'augmentation de la consommation d'électricité, assurance de la fourniture stable d'électricité
- Identification claire des personnels de l'OEBK bénéficiant du transfert technologique, compréhension du contenu du transfert

La mise en œuvre du projet deviendra difficile si l'une des rubriques ci-dessus n'est pas satisfaite.

### **4-2 Rubriques des intrants (prise en charge) de la partie congolaise nécessaires pour la réalisation du plan d'ensemble du projet**

Les apports nécessaires du pays partenaire pour la réussite du projet sont les suivants

- (1) L'assurance d'une source d'électricité stable est la condition de l'achèvement de la totalité du projet, et cela présuppose la mise en place d'une nouvelle sous-station etc. à la place de l'installation existante qui est vétuste. Certains frais seront nécessaires à cette mise en place, mais l'OEBK a montré son intention de les prendre en charge.
- (2) L'assurance continue des frais nécessaires à la maintenance du système d'injection d'air sec est une rubrique à la charge de l'OEBK.
- (3) L'exécution rapide des formalités de réception des matériels et équipements est à la charge de la partie RDC.
- (4) Les problèmes importants pour l'avenir sont l'assurance des personnels nécessaires pour continuer le projet, ainsi que la prise de relais et le développement du niveau technique. Les personnels de l'OEBK et les ouvriers embauchés bénéficiant du transfert technologique du présent projet devront pouvoir se consacrer à plein temps au projet pendant la période du projet.

### **4-3 Conditions extérieures**

L'OEBK est un organisme qui connaît bien la situation du pont. La réussite du projet dépend de sa capacité en matière de gestion des matériels et équipements qui seront fournis par le Projet. Pour la partie japonaise, il faut qu'elle agisse de façon continue auprès du gouvernement RDC de sorte que l'organisme responsable de la gestion du pont Matadi ne change pas.

Par ailleurs, cela n'influe pas directement sur le projet, mais si les ports de Banana et Boma sont aménagés dans l'avenir, et si les projets de barrage sur le fleuve Congo, de centrale électrique, de câbles électriques progressent, l'augmentation des véhicules lourds est prévisible, et les conditions de circulation sur le pont Matadi devraient considérablement changer. Comme la conception du pont présuppose le passage de camions-remorques, et que la charge du chemin de fer est aussi incluse, le renforcement du pont suspendu lui-même sera inutile, mais la dégradation de l'asphalte sous la charge du transport répété progressera, et le renouvellement du revêtement deviendra nécessaire dans l'avenir. L'étude sur le terrain a montré que la réfection des routes d'accès n'était pas nécessaire, mais avec le développement de l'économie de la RDC à venir, l'augmentation de la circulation et celle des véhicules surchargés devraient poser des problèmes.

### **4-4 Évaluation du Projet**

L'évaluation de la pertinence et de l'efficacité du Projet est présentée ci-après:

#### **4-4-1 Pertinence**

Le soutien apporté par le Japon à la RDC, tourné vers la reconstruction de ce pays, se porte sur les domaines de la consolidation de la paix et du développement économique et social : en appui aux actions gouvernementales basées sur le deuxième Document de stratégie pour la réduction de la pauvreté (DSRP-2) rendu public en 2011 et sur le plan quinquennal relatif à la reconstruction du pays du nouveau gouvernement mis en place après l'élection présidentielle de 2011, notre pays soutient l'aménagement d'infrastructures économiques et sociales, notamment en termes de formation des ressources humaines/renforcement des capacités, santé et eau, infrastructures de transport, etc.

Le soutien apporté par le présent projet dans le cadre de l'aide financière non remboursable du Japon porte principalement sur la mise en place d'équipements pour le pont ainsi que sur le transfert de technologies vers les ressources humaines chargées de l'entretien du pont. Il se conforme aux politiques d'aide que sont la formation des personnels, le renforcement de leurs compétences ainsi que l'aménagement de l'infrastructure socio-économique. L'exécution de ce projet peut donc être considérée comme pertinente.



#### 4-4-2 Efficacité

##### (1) Efficacité qualitative

L'objectif du présent projet est de prolonger la durée de vie du pont Matadi. Avec les équipements aménagés par ce projet, si l'on procède continuellement au renouvellement des équipements du nouveau système d'injection d'air sec, à la stabilisation d'une alimentation électrique et à la peinture des câbles pour un cycle de 20 ans, la durée de vie du pont normalement conçue entre 60 et 70 ans peut être prolongée jusqu'à 200 ans à condition d'une bonne gestion et entretien. L'aide offerte par ce projet peut par conséquent être considérée comme extrêmement efficace car elle permet, avec des frais de travaux minimum, de prolonger considérablement la durée de vie du Pont Matadi.

##### (2) Efficacité quantitative

La condition indispensable pour arrêter la progression de la rouille dans les câbles du pont suspendu est de maintenir l'humidité relative de l'air à l'intérieur des câbles à moins de 60%. Une évaluation de l'état de l'air à l'intérieur des câbles peut être effectuée en confirmant si l'air sortant par l'orifice d'évacuation a une humidité relative inférieure à 60%. Les mesures de l'humidité relative laissent supposer qu'elle se situe actuellement aux environs de 75%. Pour ce qui est de l'humidité relative à l'intérieur des ancrages également, elle se monte actuellement à plus de 60% à certains intervalles et la mise en place d'un dispositif de déshumidification permettra de procéder à une évaluation pour confirmer au moyen d'un hygromètre que l'humidité relative reste inférieure à 60% en moyenne annuelle. L'efficacité du présent projet pourra être évaluée si la valeur objectif de 60% pour l'humidité de l'air sortant de l'orifice d'évacuation des câbles et de l'air de l'espace en biseau dans les ancrages est atteinte en 2020, trois ans après la fin du projet en 2017.

Les résultats obtenus par le présent projet sont présentés dans le Tableau 4-4.1 en tant qu'indicateurs des effets quantitatifs.

**Tableau 4-4.1 Indicateurs des effets quantitatifs**

Indicateurs des résultats	Valeur de référence (2014)	Valeur cible (2020)	Remarques
Humidité relative de l'air à l'intérieur des câbles	75%	60%	Sur la base des mesures au thermo-hygromètre de l'air en sortie aux orifices de sortie d'air

Source: Mission d'étude JICA

Une humidité relative de 60% a été définie comme objectif pour le présent projet, conformément aux résultats de recherche de W.H.J. Vernon, publiés en Grande Bretagne en 1931 (Edition Transactions of Faraday Society, 1935) dont le contenu, largement connu, affirme que l'apparition de rouille à l'intérieur des câbles peut être évitée avec une humidité relative inférieure à 60%.

## Annexe 1 - Noms et prénoms des membres de la mission d'étude

### 1. Première étude en RDC (Explications du Rapport de démarrage et discussions)

#### Membres de la JICA

Shigeki MIYAKE (Chef de la mission) Agence Japonaise de Coopération Internationale  
Directeur de la 2<sup>ème</sup> Équipe du Groupe Transport et  
TIC, Département de l'infrastructure et de la  
Consolidation de la Paix

Daiki ISE (Coordinateur) Agence Japonaise de Coopération Internationale  
2<sup>ème</sup> Équipe du Groupe Transport et TIC,  
Département de l'infrastructure et de la  
Consolidation de la Paix

#### Consultant

Motoi OKUDA (Chef du Projet/  
Inspection du pont) Oriental Consultants Co., Ltd.

Masahiko YASUDA (Plan d'équipements  
/ gestion et entretien des équipements) Nippon Engineering Consultants Co., Ltd.

Tsuyoshi KUSANAGI (Équipements  
électriques) Oriental Consultants Co., Ltd.

Hitoshi OKITA (Approvisionnement/  
Estimation des coûts) Oriental Consultants Co., Ltd.

Seiji YUZUKI (Interprète) Oriental Consultants Co., Ltd.

### 2. Deuxième étude en RDC (Explications du projet de Rapport de l'étude préparatoire de la Coopération et discussions)

#### Membres de la JICA

Shigeki MIYAKE (Chef de la mission) Agence Japonaise de Coopération Internationale  
Directeur de la 2<sup>ème</sup> Équipe du Groupe Transport et  
TIC, Département de l'infrastructure et de la  
Consolidation de la Paix

Yosuke KAZAMA (Coordinateur) Agence Japonaise de Coopération Internationale  
2<sup>ème</sup> Équipe du Groupe Transport et TIC,  
Département de l'infrastructure et de la  
Consolidation de la Paix

#### Consultant

Motoi OKUDA (Chef du Projet/  
Inspection du pont) Oriental Consultants Co., Ltd.

Seiji YUZUKI (Interprète) Oriental Consultants Co., Ltd.

## Annexe 2 – Calendrier de l'étude

### 1. Première étude en RDC

Date	Membres Administration		Membres Consultant				
	Chef de mission	Coordinateur	Chef du Projet/Inspection du pont	Planning/ Gestion et entretien des matériels et équipements	Equipements et installations électriques	Conditions d'approvisionnement/ Estimation du coût	Interprète
	MIYAKE Shigeki Directeur de la Division Transport, Département de l'Infrastructure Économique de la JICA	ISE Daiki Division Transport, Département de l'Infrastructure Économique de la JICA	OKUDA Motoi	YASUDA Masahiko	KUSANAGI Tsuyoshi	OKITA Hitoshi	YUZUKI Seiji
fév. 6	jeu.						Déplacement: Haneda → Paris → Kinshasa
7	ven.						Visite de courtoisie Bureau de la JICA en RDC, Ambassade et OEBK
8	sam.						Déplacement: Kinshasa → Matadi
9	dim.						Étude diagnostique des sites Matadi → Kinshasa
10	lun.						Visite de courtoisie à l'Ambassade du Japon en RDC, et à l'OEBK
11	mar.						Explications et consultations sur le Rapport de démarrage (au Bureau de la JICA)
12	mer.						Visite de courtoisie au Ministre des Transports
13	jeu.						Signature PV (au Ministère des Transports)
14	ven.						Déplacement: Haneda → Paris → Kinshasa
15	sam.						Déplacement: Kinshasa → Matadi
16	dim.						Consultation avec l'OEBK
17	lun.						Etude aux alentours du site
18	mar.						Etude sur le terrain sur les câbles, les ancrages et les équipements électriques, collecte de documents
19	mer.						Etude sur le terrain sur les câbles, les ancrages et les équipements électriques, collecte de documents
20	jeu.						Explications au Directeur général de l'OEBK, étude sur le terrain sur les câbles, les ancrages et les équipements électriques, collecte de documents
21	ven.						Collecte de documents, récapitulation des résultats de l'étude
22	sam.						Récapitulation des résultats de l'étude, rapport des résultats d'étude à l'OEBK
23	dim.						Déplacement: Matadi → Kinshasa
24	lun.						Résumé de l'étude diagnostique des sites
25	mar.						Déplacement: Kinshasa → Paris → Haneda
26	mer.						Rapport Bureau de la JICA en RDC et Ambassade
27	jeu.						Déplacement: Kinshasa → Paris → Haneda

## 2. Deuxième étude en RDC

		Membres Administration		Membres Consultant				
		Chef de mission	Coordinateur	Chef du Projet/Inspection du pont	Planning/ Gestion et entretien des matériels et é quipements	Équipements et installations é lectriques	Conditions d' approvisionnement/ Estimation du coût	Interprète
		MIYAKE Shigeki Directeur de la Division Transport, Département de l'Infrastructure É conomique de la JICA	ISE Daiki Division Transport, Dé partement de l'Infrastructure É conomique de la JICA	OKUDA Motoi	YASUDA Masahiko	KUSANAGI Tsuyoshi	OKITA Hitoshi	YUZUKI Seiji
Date								
août	9	sam.	Déplacement: Haneda → Paris					Déplacement: Haneda →
	10	dim.	→ Kinshasa					Paris → Kinshasa
	11	lun.	Visite de courtoisie à l'Ambassade du Japon en RDC, et à l'OEBC					Visite de courtoisie à l' Ambassade du Japon en RDC, et à l'OEBC
	12	mar.	Signature PV					
	13	mer.			Elaboration du rapport			Elaboration du rapport
	14	jeu.			Déplacement: Kinshasa → Matadi			Déplacement: Kinshasa → Matadi
	15	ven.	Travaux d'évaluation du projet		Explications à l'OEBC			Explications à l'OEBC
	16	sam.	Déplacement : Kinshasa → Yangon	Déplacement: Kinshasa → Matadi	Etude sur le terrain			Etude sur le terrain
	17	dim.		Etude de la route à Boma	Déplacement: Matadi → Kinshasa			Déplacement: Matadi → Kinshasa
	18	lun.		Déplacement: Matadi → Kinshasa	Déplacement: Kinshasa → Bruxelles → Paris			Déplacement: Kinshasa → Bruxelles → Paris
	19	mar.			→ Haneda			→ Haneda
	20	mer.		Déplacement: Kinshasa → Paris				
	21	jeu.		→ Haneda				

### Annexe 3 – Liste des personnels en RDC

#### Ambassade du Japon en République Démocratique du Congo

Son Excellence Monsieur Shigeru USHIO	Ambassadeur extraordinaire et plénipotentiaire
Son Excellence Monsieur Yoshimasa TOMINAGA	Ancien ambassadeur extraordinaire et plénipotentiaire
Shuji NOGUCHI	Conseiller

#### Bureau de la JICA en République Démocratique du Congo

Eihiko OBATA	Directeur
Keiichi OKITSU	Directeur adjoint
Takako ISHIZAKI	Directrice de programme
Leon MWA WBA	Directeur adjoint de programme

#### Ministère des Transports et Voies de communications de la République Démocratique du Congo

Joseph Martin KITUMBA GAGEDI GASAGISA MWANZA	Ministre
Mukwala MVZAMA	Vice-ministre/ Conseiller routier
Moise MUSSA	Vice-ministre / Conseiller financier
Justin KAMWANYA	Directeur cabinet
Divin-Trésor MAVUNGU	Chef d'études
Richard MUKUWALA	Conseiller routier

#### Organisation de l'Équipement Banana Kinshasa (OEBK)

Nsimba MATONDO MODERO	Directeur général
Makaba KHUELO MICKY	Assistant du Directeur général
Kabwende KOKO	Directeur des études
Madiata NDELE BUBA	Directeur de Maintenance
Sapata IKOMA J.D	Directeur adjoint financier
POBA-LENDA Junior	Expert
Roger TE BIASU	Conseiller économique
Binde MVUNBI	Conseiller juridique
Ntumba MOLO	Chef de Section Études et Projets
Kalombo MUKEBA	Directeur d'Exploitation
Lukombo NSINBA	Chef d'études
Kabwende MATONGELA	Chef du pont
Kavuma KADIMA	Chef financier
Muntumosi TOMADIA	Chef des travaux
Bamba NGOMA	Peintre en chef
Tsakala NDEMBE	Ir Électricien
Nkuzini MULANGANDA	Ir Électricien
Kajala MATONDA	Ir Électricien
Kabwenda MATONGOLE	Chef d'équipe du pont

Muwtumosi TOMADIA  
Mvumbi PUATI  
Kangani KEP  
Sefu NGALASO  
Biawota MABUSHI

Chef d'équipe du génie civil  
Chef d'équipe des routes  
Électricien  
Technicien  
Trésorier

**Procès-verbal des discussions**  
**Étude préparatoire pour le Projet d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi en**  
**République Démocratique du Congo**  
**(Explication sur le projet du Rapport de l'Étude préparatoire)**

En février 2014, l'Agence japonaise de coopération internationale (ci-après désignée la "JICA") a dépêché une mission d'étude préparatoire pour le Projet d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi (ci-après désigné le "Projet"). Au travers des discussions, des analyses techniques au Japon des résultats de l'étude sur le terrain, la JICA a élaboré un projet du Rapport de l'étude préparatoire.

Afin d'expliquer le contenu du projet du Rapport de l'étude préparatoire et de consulter les responsables concernés du gouvernement de la République Démocratique du Congo (ci-après désignée la "RDC"), la JICA a envoyé en RDC une mission d'étude préparatoire (ci-après désignée la "mission d'étude") placée sous la direction de M. Shigeki MIYAKE, Directeur de la 2ème Équipe du Groupe Transport et TIC, Département de l'infrastructure et de la Consolidation de la paix de la JICA à partir du 10 août 2014, et qui y séjournera jusqu'au 15 août 2014.

Suite aux discussions, les deux parties se sont mises d'accord sur les points principaux figurant en annexe.

Fait à Kinshasa, le 12 août 2014

---

Shigeki MIYAKE

Chef de la Mission

Mission d'étude préparatoire

Agence japonaise de coopération  
internationale  
Japon

---

Modero NSIMBA MATONDO

Directeur Général

Organisation pour l'Équipement de

Banana-Kinshasa (OEBK)  
République Démocratique du Congo

## Document annexe

### 1. Composantes du Projet fournies par le Japon

La Mission d'étude a expliqué à la Partie congolaise que les composantes du Projet provisoires indiquées dans l'Annexe 1 seraient fournies par le Japon en tant que résultat de la première étude sur le terrain. La Mission d'étude a aussi expliqué que la fourniture des composantes provisoires tout comme l'estimation des coûts étaient en étude au Japon et que les composantes définitives seraient indiquées dans le rapport définitif de l'étude préparatoire. La Partie congolaise a donné son accord sur les composantes provisoires et sur les explications données par la Mission d'étude.

### 2. Coûts du projet pris en charge par la Partie congolaise dans le cadre de ses obligations

La Partie congolaise a donné son accord pour prendre en temps voulu les mesures budgétaires pour le Projet telles que décrites dans l'Annexe 2.

### 3. Calendrier de l'étude

La JICA achèvera le rapport définitif de l'étude préparatoire conformément aux points confirmés, et l'enverra à la Partie congolaise aux alentours d'octobre 2014. Le calendrier provisoire d'exécution du Projet est présenté dans l'Annexe 3.

### 4. Remarques particulières

#### 4-1. Composantes immatérielles (Composantes soft)

Pour ce qui concerne les travaux d'installation, les tests de fonctionnement des matériels fournis dans le cadre du Projet (voir l'Annexe 1), la gestion des travaux ainsi que les travaux de peinture des câbles porteurs, comme il est prévu d'opérer un encadrement technique au cours des travaux, la Partie congolaise a donné son accord pour mettre à disposition le personnel en permanence de l'OEBK (environ 25pers.) qui fera l'objet du transfert de technologies.

#### 4-2. Transport des matériels

Comme les mesures d'exonération de taxes et de transport sur les lieux des matériels fournis dans le cadre du Projet sont à la charge de l'OEBK, cette dernière a donné son accord pour réaliser le transport de ces matériels de façon bien organisée, en coordination avec les instances nationales concernées (Ministère des finances de RDC, etc.). Elle a dans le même temps donné son accord sur le point que s'il s'avère nécessaire de payer des taxes forfaitaires ou autres taxes, ce paiement sera pris en charge par l'OEBK.

#### 4-3. Renouvellement des équipements électriques

Pour les matériels fournis dans le cadre du Projet, il est nécessaire d'assurer un accès stable à l'électricité après l'exécution du Projet. Dans le Projet, le renouvellement des installations électriques tels que câbles d'alimentation à partir du point de réception (à la proximité de la sous-station n°3 ) jusqu'au panneau de distribution du pont et des équipements à l'intérieur du Pont Matadi sera à la tâche de la Partie japonaise, mais la Partie congolaise a donné son accord pour que l'OEBK prenne en charge la gestion des équipements électriques après l'exécution du Projet, la fourniture d'électricité et le renouvellement des câbles situés entre les équipements de réception d'électricité côté réseau et les transformateurs.

#### 4-4. Mesures de sécurité

Afin d'éviter des accidents sur le site pendant la durée des travaux du Projet, la Partie congolaise a donné son accord pour prendre des mesures de sécurité tels que l'assurance de la sécurité au chantier, les différentes informations pour le contrôle de la sécurité et la mise à disposition du personnel de sécurité.



Annexe 1 Liste des équipements à fournir  
Annexe 2 Estimation des coûts du projet de la Partie congolaise  
Annexe 3 Calendrier provisoire d'exécution du Projet

**Procès-verbal des discussions**  
**Étude préparatoire pour le Projet d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi en**  
**République Démocratique du Congo**  
**(Explication sur le projet du Rapport de l'Étude préparatoire)**

En février 2014, l'Agence japonaise de coopération internationale (ci-après désignée la "JICA") a dépêché une mission d'étude préparatoire pour le Projet d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi (ci-après désigné le "Projet"). Au travers des discussions, des analyses techniques au Japon des résultats de l'étude sur le terrain, la JICA a élaboré un projet de Rapport de l'étude préparatoire.

Afin d'expliquer le contenu du projet du Rapport de l'étude préparatoire et de consulter les responsables concernés du gouvernement de la République Démocratique du Congo (ci-après désignée la "RDC"), la JICA a envoyé en RDC une mission d'étude préparatoire (ci-après désignée la "mission d'étude") placée sous la direction de M. Shigeki MIYAKE, Directeur de la 2ème Équipe du Groupe Transport et TIC, Département de l'infrastructure et de la Consolidation de la paix de la JICA à partir du 10 août 2014, et qui y séjournera jusqu'au 15 août 2014.

Suite aux discussions, les deux parties se sont mises d'accord sur les points principaux figurant en annexe.

Fait à Kinshasa, le 12 août 2014

三宅 繁輝

Shigeki MIYAKE  
Chef de la Mission  
Mission d'étude préparatoire  
Agence japonaise de coopération  
internationale  
Japon



  
Modero NSIMBA MATONDO  
Directeur Général  
Organisation pour l'Équipement de  
Banana-Kinshasa (OEBK)  
République Démocratique du Congo



## Document annexe

### 1. Composantes du Projet fournies par le Japon

La Mission d'étude a expliqué à la Partie congolaise que les composantes du Projet provisoires indiquées dans l'Annexe 1 seraient fournies par le Japon en tant que résultat de la première étude sur le terrain. La Mission d'étude a aussi expliqué que la fourniture des composantes provisoires tout comme l'estimation des coûts étaient en étude au Japon et que les composantes définitives seraient indiquées dans le rapport définitif de l'étude préparatoire. La Partie congolaise a donné son accord sur les composantes provisoires et sur les explications données par la Mission d'étude.

### 2. Coûts du projet pris en charge par la Partie congolaise dans le cadre de ses obligations

La Partie congolaise a donné son accord pour prendre en temps voulu les mesures budgétaires pour le Projet telles que décrites dans l'Annexe 2.

### 3. Calendrier de l'étude

La JICA achèvera le rapport définitif de l'étude préparatoire conformément aux points confirmés, et l'enverra à la Partie congolaise aux alentours d'octobre 2014. Le calendrier provisoire d'exécution du Projet est présenté dans l'Annexe 3.

### 4. Remarques particulières

#### 4-1. Composantes immatérielles (Composantes soft)

Pour ce qui concerne les travaux d'installation, les tests de fonctionnement des matériels fournis dans le cadre du Projet (voir l'Annexe 1), la gestion des travaux ainsi que les travaux de peinture des câbles porteurs, comme il est prévu d'opérer un encadrement technique au cours des travaux, la Partie congolaise a donné son accord pour mettre à disposition le personnel en permanence de l'OEBK (environ 25pers.) qui fera l'objet du transfert de technologies.

#### 4-2. Transport des matériels

Comme les mesures d'exonération de taxes et de transport sur les lieux des matériels fournis dans le cadre du Projet sont à la charge de l'OEBK, cette dernière a donné son accord pour réaliser le transport de ces matériels de façon bien organisée, en coordination avec les instances nationales concernées (Ministère des finances de RDC, etc.). Elle a dans le même temps donné son accord sur le point que s'il s'avère

nécessaire de payer des taxes forfaitaires ou autres taxes, ce paiement sera pris en charge par l'OEBK.

#### 4-3. Renouvellement des équipements électriques

Pour les matériels fournis dans le cadre du Projet, il est nécessaire d'assurer un accès stable à l'électricité après l'exécution du Projet. Dans le Projet, le renouvellement des installations électriques tels que câbles d'alimentation à partir du point de réception (à la proximité de la sous-station n°3 ) jusqu'au panneau de distribution du pont et des équipements à l'intérieur du Pont Matadi sera à la tâche de la Partie japonaise, mais la Partie congolaise a donné son accord pour que l'OEBK prenne en charge la gestion des équipements électriques après l'exécution du Projet, la fourniture d'électricité et le renouvellement des câbles situés entre les équipements de réception d'électricité côté réseau et les transformateurs.

#### 4-4. Mesures de sécurité

Afin d'éviter des accidents sur le site pendant la durée des travaux du Projet, la Partie congolaise a donné son accord pour prendre des mesures de sécurité tels que l'assurance de la sécurité au chantier, les différentes informations pour le contrôle de la sécurité et la mise à disposition du personnel de sécurité.

Annexe 1 Liste des équipements à fournir

Annexe 2 Estimation des coûts du projet de la Partie congolaise

Annexe 3 Calendrier provisoire d'exécution du Projet

N° de l'ensemble d'équipements / matériels	Nom de l'équipement	Spécifications	Quantité	Unité
1	Système de déshumidification de câbles	Contenus 1.1 Système de déshumidification (1) Déshumidificateur (2) Unité de ventilation (3) Plaque de base (4) Unité de contrôle (5) Tuyau d'injection d'air dans le pylône (6) Unité de contrôle du débit (7) Tuyau d'injection d'air hors du pylône (8) Unité d'alimentation d'air (9) Unité de sortie d'air	2 2 2 2 4 8 8 8 6	jeu jeu jeu jeu jeu jeu jeu jeu jeu
2	Système de déshumidification d'ancrages	Contenus (1) Déshumidificateur dans les ancrages (2) Unité extérieure (3) Conduite (4) Unité de base d'alimentation électrique	4 4 4 2	jeu jeu jeu jeu
3	Serrage des boulons des attaches de câbles	Contenus 3.1 Bouchon de boulon (1) Bouchon de boulon 3.2 Tendeur de boulons (1) Tendeur de boulons (2) Unité de pompe hydraulique pour le tendeur (3) Pompe hydraulique portative pour le sous-système de tendeur (4) Conduite hydraulique flexible de connexion 3 m (5) Kit d'étanchéité en caoutchouc de réserve pour le tendeur (6) Kit d'étanchéité en caoutchouc de réserve pour la pompe portative (7) Couplage de réserve (intérieur et extérieur) (8) Boîtier pour le kit du tendeur (9) Chariot d'inspection des câbles	1500 4 1 1 4 4 1 5 1 2	bouchon jeu jeu jeu jeu jeu jeu jeu boîtier jeu
4	Nouvelle peinture des câbles	Contenus 5.1 Peinture (1) Couche de base en époxy (2) Couche intermédiaire en époxy (3) Couche finale en polysiloxane 5.2 Calfeutrage (1) Calfeutrage	2771 2771 2771 1000	m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> L
5	Matériaux de calfeutrage	Contenus 6.1 Fissure sur la paroi latérale (1) Colmatage des fissures et calfeutrage	180	L
6	Réparation de câbles garde-corps	Contenus 4.1 Tendeur + pièce d'ancrage (1) Pièce de la selle (2) Unité tendeur	1 1	jeu jeu
7	Équipements électriques	Contenus 2.1 Panneau de distribution de l'électricité basse tension	1	jeu

## CONFIDENTIEL

## Estimation des coûts du Projet

## (1) Coûts pris en charge par la partie congolaise

Tableau 1 Éléments dont les coûts sont pris en charge par la partie congolaise

(Taux de change : 1 USD = 103,45 JPY)

Éléments dont les coûts sont pris en charge par la partie congolaise	Montant à prendre en charge (unité : 1.000 US dollars)
(1) Coûts relatifs aux lignes électriques Lignes électriques et transformateurs	580
Total	580

## (2) Coûts d'opération et d'entretien

Table-2 Principaux éléments d'entretien et coûts

(Taux de change : 1 USD = 103,45 JPY, novembre 2013 - janvier 2014)

Éléments	Coûts			Note
	A (1.000 US\$/fois)	B (fois)	C (= A x B) (1.000 US\$)	
Principaux équipements à remplacer - Système de déshumidification - Système de déshumidification de l'espace en biseau des ancrages -Peinture/calfeutrage	500	8	4 000	Cycle de 20 ans
Coûts d'entretien	Coûts d'électricité	0	0	Gratuite pour les installations publiques en ce moment
	Remplacement des filtres	4	85	Cycle de 2 ans
Total			4.340	Coûts annuels: 25,5 (1.000 US\$/an)

NB

1. La durée de vie totale du pont étant estimée à 200 ans, sa durée de vie restante est de 170 ans.
2. Si les coûts d'électricité sont de 3 000 dollars par mois, le coût annuel sera de 61 500 dollars.

Calendrier provisoire

Annexe 3

Année		2014				2015				2016				Saison des pluies Saison sèche  Légende Fabrication Transport Travaux sur le terrain Préparatifs / Travaux de finition			
Année fiscale japonaise		Année fiscale 2014				Année fiscale 2015				Année fiscale 2016							
Rubrique		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	
Calendrier de la passation du contrat	Passation de l'échange de notes (E/N)																
	Passation de l'accord de don (grant agreement, G/A)																
	Accord de consultation avec le consultant																
Établissement de la conception et la passation du contrat	Ultime vérification du contenu du plan																
	Revue des spécifications, etc., élaboration du dossier d'appel d'offres																
	Validation du dossier d'appel d'offres																
	Appel d'offres																
	Distribution des plans et explications de la prestation																
	Soumission des offres																
	Évaluation des offres																
Contrat avec le prestataire																	
Processus de fourniture	Travaux																
	Préparation																
	Système d'injection d'air sec	Fabrication des équipements															
		Transport des équipements															
		Mise en place des équipements															
		Test de fonctionnement															
		Travaux de réparation															
	Équipements pour les tuyaux	Fabrication des équipements															
		Transport des équipements															
		Mise en place des équipements															
		Mise en place des équipements d'étanchéité															
		Test de fonctionnement															
	Travaux de serrage des boulons	Fabrication des machines à serrer les boulons															
		Fabrication des bouchons de boulons															
		Transport des machines															
		Fabrication des chariots d'inspection des câbles															
	Travaux de peinture	Resserrage															
		Travaux d'étanchéité															
		Mise à disposition de la peinture (du joint)															
	Travaux de peinture	Transport															
		Peinture des câbles															
	Cannage des fissures	Travaux de réparation après le test de fonctionnement															
		Travaux de réparation															
	Câble ardo-accs	Matériau de calfeutrage															
		Travaux de réparation															
	Équipements électriques	Fabrication des montants des câbles garde-corps															
		Fabrication des équipements électriques															
Câblage des équipements électriques non enterrés																	
Câblage électrique dans le pont																	
Travaux de canalisation																	
Travaux de remise en état après chantier																	

A4-9

Annexe 5 – Documents de référence

Liste des personnels de l'OEBK pour les travaux de réalisation du Projet d'Aménagement du Pont Maréchal à Matadi

**OEBK/MATADI**  
**DIRECTION DE MAINTENANCE**

**LISTE DES PERSONNELS DE L'OEBK POUR TRAVAUX DE REALISATION DU SYSTEME D'INJECTION D'AIR SEC AU PONT MARECHAL**

N°	NOMS	FONCTION
01	BAMBA NGOMA	Peintre
02	DILO MANGBONGO	Peintre
03	BULA LUNGUILA	Peintre
04	NGOMA NDINGA	Peintre
05	MBUNGU MAYAKI	Peintre
06	KUMBU MBADU	Peintre
07	PAKA MUZOLA	Peintre
08	MANDIKI KITEMBO	Operateur
09	MVUMBI NKONGO	Peintre
10	BIDI TETE	Peintre
11	NZITA VITIKA	Peintre
12	BASANGILA NGALULA	Peintre
13	NDUNU MBIZI	Operateur Grue
14	MATONDO MASIALA	Mécanicien
15	LAMBA WA KAYEMBE	Mécanicien
16	NSAKALA MBOKO	Ajusteur
17	NIMI DIKOLELE	Electricien
18	NKUZINI MULANGANDA	Ir Electricien
19	TSAKALA NDEMBE	Ir Electricien
20	KANGANI KEBE	Ir Electromécanicien
21	NSUMBU KUKU	Ir Electromécanicien
22	MASIALA NITU	Ir Electromécanicien
23	NGANGA SUKAMI	Ir Electromécanicien
24	BANZOLANI LUKUTUKUNU	Ir Electricien
25	GADUA MBOYO	Ir Electricien