

MAITRE D'ŒUVRE :

FINANCEMENT :

Bibliothèque Nationale (BNH)

Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD)

Ministère de la Culture et de la Communication (MCC)



DOSSIER TECHNIQUE PREPARER PAR LA DIRECTION TECHNIQUE
SUR LA SUPERVISION DE LA DIRECTION GENERAL
DE L'INSTITUT DE SAUVEGARDE DU PATRIMOINE NATIONAL (ISPAN)
MINISTERE DE LA CULTURE
REPUBLIQUE D 'HAÏTI
SEPTEMBRE 2019

SOMMAIRE

1. PREAMBUL
2. PLANS ARCHITECTURAL (annexe 1)
3. L'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ RÉSISTANCE
4. LA FICHE TECHNIQUE DE RENFORCEMENT
5. LES NOTE DE CALCUL
6. PLANS DE STREUCTURES (annexe 2)
7. PRESCRIPTION TECHNIQUE
8. BORDEREAU DES PRIX
9. DEVIS ESTIMATIF

1- PREAMBUL

Suit a plusieurs rencontre entre le Direction Général de l'Institut de Sauvegarde du Patrimoine National (ISPAN) et la Directrice Générale de la Bibliothèque National Haïtien (BNH), ils ont pris la décision de faire une mission conjointe du site de la Bibliothèque Sténio Vincent de Jérémie dans le but de réaliser une étude de réhabilitation et de confortement du bâtiment.

Durant la mission l'équipe technique de l'ISPAN a discuter avec les responsables de la Bibliothèque pour avoir une idée claire sur les nouvelle fonction des espace disponible, ils ont réalisé aussi le relevé du bâtiment et dresse le bilan sanitaire et structurelle du bâti.

Donc après analyse de la situation actuelle du bâti l'équipe technique a pris la décision de réaliser de nouveau aménagement et de renforcer la structure existante.

Puisse que la zone de la Grand-anse est sujet aux différents catastrophe naturelle du pays nous avons décidé de travailler le confortement du bâti sur deux axe : cyclonique et sismique.

Pour cette étude l'équipe technique de l'ISPAN utilisera quatre texte de référence

- Le Manuel Technique de Restauration de l'ISPAN (1992 révisé 2019)
- Les Recommandations de Varsovie sur le Relèvement et la Reconstruction du Patrimoine Culturel (2018)
- Charte Icomos-Principes pour l'analyse, la Conservation et la Restauration des Structures du Patrimoine Architectural (2003)
- Les Normes de Construction Parasismique et Cyclonique du MTPTC (2012)

2- L'ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ RÉSISTANCE

Dans le but de conduire notre analyse sur le bâtiment l'équipe technique à réaliser une fiche d'évaluation du bâtiment voir

Fiche d'évaluation après la visite

PRECISION DE L'INSPECTION				
RAPPORT AUX AUTRE BATIMENT			Carte de référence	
Le bâtiment est libre de toute autre structure encombrante,				
Isolé	Enclavé	Extrémité		
			X	
Structure				
Maçonnerie blocs	X			
Ossature béton	X			
Ossature légère bois				
Charpente bois	Oui Colombage :			
Ossature métallique	Oui			Autre

Type plancher	Ossature		
Nature	Bois	Métal	Béton
Raidisseur			X
Béton			X
Planches de bois			
Voûte			X
Autre			

Etats des éléments structurels											
Niveau et étendue		état ossature porteur									Nuls
		Très bon			Satisfaisant			Passable			
		>2/3	1/3-	<1/3	>2/3	1/3-	>1/3	>2/3	1/3-	<1/3	
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	
Composants structurels											
1	Structure vertical							X			
2	Structure horizontale						x				
3	Toiture						X				
4	Bardage/façades		X								
5	Escalier				X						
6	Dégâts préexistants										X

a) Stratégie

➤ Rendre le bâtiment non fragile

En analyse des structures, on définit la fragilité comme la tendance d'un élément ou d'une structure dont la rupture est soudaine avec un faible dissipation d'énergie. La fragilité d'un élément en particulier tient soit à son matériau constitutif, soit à sa conception. Certains matériaux ont un domaine plastique important comme l'acier alors que d'autres non, comme le verre ou le béton non armé. En outre, si la conception d'un élément est telle qu'il est sollicité à un taux proche de sa limite à la rupture, sa capacité à reprendre une surcharge (ou à se déformer) sera faible. Enfin, certaines techniques d'assemblage des éléments entre eux peuvent rendre l'ensemble fragile (déplacement des zones de plastification vers des sections faibles par exemple). La fragilité est cause de ruine prématurée et elle empêche toute évacuation du bâtiment dans de bonnes conditions. Rendre le bâtiment non fragiles est donc priorité.

➤ Améliorer la régularité du bâtiment

Dans certains cas, la forme des bâtiments ou la répartition des contreventements les rend particulièrement vulnérables, ce qui est le cas des bâtiments comportant des étages transparents ou ayant une excentricité des masses excessive. Avant d'envisager un renforcement plus local, il faut essayer de réduire cette vulnérabilité d'ensemble. Néanmoins de telles actions modifient considérablement l'aménagement intérieur et parfois même l'aspect extérieur, ce qui peut poser des difficultés. En revanche, une meilleure répartition du contrevent réduit la torsion ou répartit les efforts en diminuant ainsi le taux de sollicitation des éléments de la structure et, par suite, la nécessité de les renforcer. Il est donc important d'examiner

soigneusement les possibilités d'améliorer la régularité des bâtiments. Il faut toutefois garder à l'esprit qu'il s'agit de travaux qui peuvent être lourds et qui entraînent un nouveau cheminement des efforts. En conséquence, il est nécessaire de recalculer la structure dans son ensemble afin de vérifier que ces modifications n'entraînent pas de nouveaux désordres. En particulier, il est indispensable de vérifier la capacité portante des fondations au droit des nouveaux contreventements.

➤ Améliorer la ductilité

La ductilité est la propriété inverse de la fragilité. Elle constitue la capacité d'un élément ou d'une structure à supporter de grands déplacements ou de grandes déformations avant la rupture. On peut améliorer la ductilité en flexion de certains éléments sans pour autant augmenter leur résistance. Par exemple, en confinant un élément en béton avec un matériau à haute limite élastique, on lui permet de résister à des déplacements très supérieurs à ce qu'il pourrait supporter seul.

Ce type de renforcement local est surtout employé pour renforcer des poutres et des poteaux. On cherche par là à renforcer les zones où se forment les rotules plastiques. Il faut être particulièrement prudent avec les dispositifs qui ont pour effet secondaire d'augmenter la résistance et/ou la raideur de l'élément renforcé : il y a un risque de déplacer la rotule plastique vers un endroit qui fragiliserait la structure, dans un poteau par exemple. Il est là encore nécessaire de vérifier le cheminement des efforts dans la structure toute entière après renforcement.

L'amélioration de la ductilité permet de justifier la tenue du bâtiment au séisme, même si on n'a pas augmenté la résistance de la structure aux sollicitations. Renforcement

a) Renforcement

Quels que soient le contexte et les raisons qui ont mené à la décision de renforcer, deux objectifs sont à atteindre :

- 1- Rendre le bâtiment non fragile
- 2- Améliorer la régularité du bâtiment.

Il s'agit de préliminaires à toute autre stratégie et on peut envisager des cas où on se limitera à ces objectifs. La difficulté tient au fait que le coût des interventions nécessaires est peut-être plus élevé. Par exemple, le coût du renforcement des liaisons planchers/poutres (renforcement anti-fragilité) est sans comparaison avec la simple application de composites sur les poteaux (augmentation de la ductilité). Ainsi la première étape dans le renforcement d'un bâtiment est souvent la plus onéreuse. Pourtant, il serait inutile de renforcer localement un poteau si les planchers supérieurs s'effondraient à cause d'un défaut de liaison. Lors d'un séisme, on risquerait de voir le bâtiment s'effondrer tout en conservant le poteau renforcé intact.

➤ Amélioration de la ductilité

Il s'agit de procurer au bâtiment une plus grande déformabilité avant rupture, sans forcément augmenter le niveau des efforts qu'il peut supporter. À l'aide d'un calcul de type poussée progressive, on peut s'affranchir des coefficients de comportement forfaitaires des règles parasismiques pour calculer un coefficient de comportement réel du bâtiment. Ce qui va nous permettre d'avoir une estimation plus réaliste du niveau d'accélération sismique que le bâtiment est capable de reprendre et de définir plus facilement un objectif quantitatif et contrôlable pour le renforcement. (préconisons les codes américains traitant du renforcement parasismique Retrofitting). Afin de garantir la stabilité du bâtiment sous de grandes

déformations, il est indispensable de garantir la position des rotules plastiques dans les structures a portiques. A cette fin, les renforcements du type “augmentation de la résistance locale” sont nécessaires.

➤ Amélioration de la résistance des structures non ductiles

Dans le cas de bâtiments peu ductiles, on peut envisager de renforcer la structure pour leur permettre de résister à des efforts plus importants, plutôt que de chercher à améliorer leur ductilité. Dans ce but , il faut renforcer ou compléter les contreventements existants, ce qui va entrainer une augmentation de raideur et, en conséquence, des efforts élastiques repris, il faut s’assurer que les fondations et les diaphragmes sont capables de transmettre de tels efforts. Dans le cas contraire, il faudra les renforcer, ce qui augmentera de façon très importante le cout global du renforcement. Dans le cas de l’ajout d’un contreventement, il faut prévoir sa continuité jusqu’au sol et une fondation adéquate. Cette solution peut être adoptée pour des structures peu élancées contreventées par des voiles.

➤ Amélioration de la résistance des structures ductiles

Tout comme dans la stratégie précédente, on cherche à renforcer ou compléter les contreventements existants, ce qui entraine une augmentation de la raideur et, en conséquence, une augmentation de la valeur des sollicitations. En revanche, on vise également à améliorer la ductilité de la structure et la résistance locale des éléments. Il est ainsi possible de tenir compte de la ductilité de la structure dans le calcul de la résistance après renforcement. Il va sans dire que ces modifications affectent l’ensemble du bâtiment. Cette solution est néanmoins nécessaire dans les cas les plus difficiles, notamment lorsque l’augmentation de la ductilité est insuffisante à elle seule. Elle peut être envisagée comme une étape supplémentaire en cas d’insuffisance de la stratégie consistant à n’améliorer que la ductilité du bâtiment.

Suite aux analyses conduit par l’équipe technique de l’ISPAN nous avons fait le choix judicieuse de conduire les travaux de la restauration de la Bibliothèque en quatre points :

- 1) A partir des témoins on a décidé de faire une mise hors d’eau de la structure du bâtiment. La réalisation ce fera par la mise en place d’une toiture d’étanchéisation sur des supports métalliques, qui sera supporter par un système de longrines de redressement dans les deux direction (la dissipation de l’énergie de déformation sera répartie dans un nouveau système de fondation) tout en respectant la configuration géométrale et les différents hauteur du toit on conservera aussi la réservation des solives de bois ainsi que l’emplacement du faux plafond. Des câbles de contreventement seront installer dans la toiture pour éviter toute arrachement du toit
- 2) On procédera aussi à la libération du site des différents rajouts qui dénaturent le bâtiment
- 3) On procédera aussi à la prise du revêtement des murs qui sont dégradés par l’humidité et les intempéries, La reprise des ouvertures qui étai en carreaux de vitres sur bois par des montants en aluminium de teint bois toujours en carreaux de vitre Pour la réutilisation de l’espace, l’ouverture d’une porte intérieur, et l’installation d’ un cloison séparateur en vitre sur charpente d’aluminium dépose sur le muret de parpaing pour isoler la salle de rayonnage. Des travaux de ponçage sur le parquet en céramique dans le but de conserver la texture d’origine

- 4) On gardera en évidence toute l'ossature métallique de la charpente qui sera peint de la même couleur que les murs. Pour la consolidation des murs on procédera à l'injection d'une coulis en béton hydraulique et la reprise des arases au mortier de sable chaud et une proportion de ciment.

CAHIER DES CHARGES TECHNIQUE DES STRUCTURES DE CONFORTEMENT

Généralités

Table 1 Descriptions des charges permanentes des éléments de la structures

Type n°	Nature	Description	Épaisseur en (m)	Poids volumique (KN/m³)	Poids (KN/m²)
1	Toiture métallique et ossature	Profile 4x4x1/8			88 N/m
		Profile 2x4x1/8			65 N/m
		Profile 1x2x3			60 N/m
		tôle trapèze 35x3x12			15 N/m
2	Fondation	Longrine de redressement (40x60xL)		25	

TABLE 2 DONNES TECHNIQUES : HYPOYHÈSE DE BASE

Matériaux		
Béton	Résistance caractéristique du béton	$f_{c28} = 30 \text{ MPa}$
	Contrainte de calcul du béton en ELU	$F_{bu} = 17.2$
Aciers béton	Limite élastique des aciers	$f_e = 60000 \text{ Psi}$
	Contrainte de calcul de l'acier	$f_{su} = \frac{f_e}{1.15} = 348 \text{ MPa}$
	Longueur de recouvrement des aciers	En fonction de la pièce et les règle de l'EC8
	Enrobage des aciers	1,5 cm min et 5 cm max
Fissuration	Préjudiciable	En fonction de la pièce
Acier structure métallique	S355	
Sol de fondation	Région grand-anse: contrainte limite de calcul du sol à 1,4 m au dessous du dallage pour fondations .	$q_{ul} = 0,40 \text{ MPa}$

TABLE 3 DEGRESSION VERTICALE DES CHARGES D'EXPLOITATION

Locaux	KN/m ²
Toiture	1.5
Plancher courante	0

La durée d'application de ces charges est supérieure à 24 heures.

DOCUMENTATION NÉCESSAIRES AU RÈGLEMENT DE CALCUL	
Restauration	-Manuel technique de restauration de l'ISPAN (révisé 2019) -Charte Icomos-Principes pour l'analyse, la Conservation et la Restauration des Structures du Patrimoine Architectural (2003)
Béton armé	BAEL 91 modi 99 (EC8-CNBC-PS92)
Structure métallique	Adductif 80 /Pont en acier vol 12/ construction métallique vol 10
Actions sur les plancher	CPT plancher (EC1)
Resistance au feu	DTU feu (EC2)
Action séisme	USGS : Documentation for Initial Seismic Hazard Maps for Haiti / feuille excel CNBC 2005
Charges permanentes	NF P 06 -004 (EC1)
Charges d'exploitation	NF P 06-001 (EC1)
Règles de calcul intérimaires pour les bâtiments en Haïti	MTPTC (haiti)
Logiciel DAO	SketchUP/ Auto Cad
Logiciel de calcul	Sap 2000, Etabs 2016, Robo structure 2015 et RDM6

Évaluation des charges de calculs

Éléments	poids en Kg/m
Profile 4x4x1/8	11,72
Profile 2x4x1/8	8.23
C-channel 4	3,28
Tole trapeze	3,29
Barre diagonal RL3/4	1,54
Poids total (Kg/m)	28,06

table poids total pour chaque éléments

Profile 4x4x1/8	3094,08
Profile 2x4x1/8	493,80
C-channel 4	1298.88
Tole trapeze	100
Barre diagonal RL3/4	147.84
Poids total (Kg/m)	5134.60

La masse total de la bibliothèque: 10257.59 Kg

Toiture structure métallique

Éléments	Poids Kg/m
Profile 2x4x1/8	11,72
C-channel 4	3,28
Tole trapeze	3,29
G	18,29

Soit 0,18 KN/m

Charge d'exploitation : 1KN/m

Évaluation des forces sismique

Cette évaluation sera réaliser par la méthode de la force statique équivalente, en utilisant une feuille de calcul Excel, réaliser pour Haïti après le séisme de 2010 par le professeur Patrick Paultre de l'université Sherbrooke (suivant le CNBC 2005), qui répond au exigence fait par le MTPTC selon les règles de calcul parasismique Haïtienne.

Les facteurs qui seront utilisé dans le cadre des calculs sont :

Charpentes en Acier – ossature à contreventement concentrique de ductilité a restreint- catégorie de risque protection civil – système de résistance aux force sismique ossatures contreventées

Force sismique statique

$F_1=53.16$ KN

Voir en Annexe 2 les calculs

Évaluation des forces dues au vent

Suivant les informations de la règle intérimaire du MTPTC, la bibliothèque se trouve dans la zone 3 donc la vitesse de référence du vent est 0,87 KPa pour le CNBC 2005 qui sera transmis aux nœuds de la structure.

Cette évaluation sera réalisé par les règlements du CNBC et l'utilisation de la méthode statique qui donne la pression due au vent (p) par la formule suivante : $p=I_wqC_eC_gC_p$

I_w : facteur d'importance – q : pression dynamique de référence du vent - C_e : le coefficient d'exposition – C_g : coefficient de rafale – C_p : coefficient de pression.

$q = 0,98865$ Kpa – $C_g = 2$ – $C_p = 0,8$

$C_e = 0,87 < 0,9$ donc l'action du vent sera considéré comme suivant.

Membrures	Charges en KN/m
Façade au vent	0,39
Façade sous le vent	0,29
Toit au vent	0,49
Toit sous le vent	0,39

Présentations des résultats d'analyse et de calculs

Les calculs

Dans le cadre de l'analyse de la Bibliothèque Sténio Vincent de Jérémie les données et vérification tri dimensionnelles seront réalisées par RDM 6 pour s'assurer que toutes les facteurs sont prisent en compte, et leurs comportement sur les actions dynamique et statique. Le calcul du système de fondation et les plans de ferrailage, seront réalisent par Autodesk Robot Structural Analyses Professional 2015

Voir les annexe des détails de vérification d'analyse et de calcul

- 1. Annexe 1 :Évaluation de la charge sismique***
- 2. Annexe 2 : des données de la modélisation***
- 3. Annexe 3 : schéma mécanique de la modélisation du système***
- 4. Annexe 4 : résultat du calcul d'analyse du système***
- 5. Annexe 5 :schéma vue 3D pied de poteau articulée***
- 6. Annexe 6 :note de vérification du pied de poteau articulée***
- 7. Annexe 7 : note de calcul des longrines de redressement***
- 8. Annexe 8 : plan de ferrailage des longrines type de redressement***

LES SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTALES DES TRAVAUX

a. Dispositions préalables pour l'exécution des travaux

Respect des lois et réglementations :

L'entrepreneur et ses sous-traitants doivent : connaître, respecter et appliquer les lois et règlements en vigueur dans le pays, relatifs au patrimoine et à l'environnement, à l'élimination des déchets solides et liquides, aux normes de rejet et de bruit, aux heures de travail, etc. ; prendre toutes les mesures appropriées en vue de minimiser les atteintes à l'environnement ; assumer la responsabilité de toute réclamation liée au non-respect du monument et l'environnement.

Programme de gestion environnementale.

L'Entrepreneur doit établir et soumettre, à l'approbation du Maître d'ouvrage et du demandeur, un programme détaillé de gestion environnementale respectant les prescrits du patrimoine mondial pour les sites classer cette activité comprend : (i) un plan d'occupation du sol indiquant l'emplacement du chantier et les différentes zones du chantier selon les composantes du projet et les parties prévues; (ii) un plan de gestion des déchets du chantier indiquant les types de déchets, le type de collecte envisagé, le lieu de stockage, le mode et le lieu d'élimination ; (iii) le programme d'information et de sensibilisation de la population précisant les cibles, les thèmes et le mode de consultation retenu ; (iv) un plan de gestion des accidents et de préservation de la santé précisant les risques d'accidents majeurs pouvant mettre en péril la sécurité ou la santé du personnel et/ou du public et les mesures de sécurité et/ou de préservation de la santé à appliquer dans le cadre d'un plan d'urgence.

L'Entrepreneur doit également établir et soumettre, à l'approbation du Maître d'œuvre, un plan de protection de l'environnement des parties du site qui inclut l'ensemble des mesures de protection du site ; la sécurité et le plan prévisionnel d'aménagement du site en fin de travaux.

Le programme de gestion environnementale et sociale comprendra également : l'organigramme du personnel affecté à la gestion environnementale avec indication du responsable chargé de l'Hygiène/Sécurité/Environnemental du projet ; la description des méthodes de réduction des impacts négatifs ; le plan de gestion et de remise en état des sites.

b. Installations de chantier et préparation

Normes de localisation

L'Entrepreneur doit construire ses installations temporaires du chantier de façon à déranger le moins possible l'environnement, aussi de ne pas toucher au vestige des monuments du site, il faut le placer de préférence dans des endroits qui est plus ou moins caché par rapport aux visiteurs. L'Entrepreneur doit strictement interdire d'établir une base vie à l'intérieur d'une aire protégée.

Emploi de la main d'œuvre locale

L'Entrepreneur est tenu d'engager (en dehors de son personnel cadre technique) des personnes formées ou déjà travaillant dans le domaine du patrimoine le plus de main-d'œuvre possible dans la zone où les travaux sont réalisés. A défaut de trouver le personnel qualifié sur place, il est autorisé d'engager la main d'œuvre à l'extérieur de la zone de travail.

Respect des horaires de travail

L'Entrepreneur doit s'assurer que les horaires de travail respectent les lois et règlements du patrimoine mondial en vigueur. Toute dérogation est soumise à l'approbation du Maître d'œuvre. Dans la mesure du possible, (sauf en cas d'exception accordée par le Maître d'œuvre), l'Entrepreneur doit éviter d'exécuter les travaux pendant les heures de repos, les dimanches et les jours fériés.

Protection du personnel de chantier

L'Entrepreneur doit mettre à disposition du personnel de chantier des tenues de travail correctes réglementaires et en bon état, ainsi que tous les accessoires de protection et de sécurité propres à leurs activités (casques, bottes, ceintures, masques, gants, lunettes, etc.). L'Entrepreneur doit veiller au port scrupuleux des équipements de protection sur le chantier. Un contrôle permanent doit être effectué à cet effet et, en cas de manquement, des mesures coercitives (avertissement, mise à pied, renvoi) doivent être appliquées au personnel concerné.

Installation des échafaudages

L'Entrepreneur devra matérialiser ces implantations par des piquets et chaises, qui, établis en dehors de l'emprise, porteront les encoches et marques nécessaires à la détermination des contours des ouvrages.

Le niveau de référence des ouvrages devra être matérialisé sur le terrain par un trait horizontal gravé sur des témoins posés sur des repères fixes et stables.

L'Entrepreneur devra assurer la conservation des piquets, des chaises, des repères ainsi que leur rétablissement ou leur remplacement, s'ils venaient à être endommagés.

L'Entrepreneur devra :

- Eviter d'entrer sur les propriétés privées attenantes aux bâtiments pour quelque raison que ce soit sans d'abord obtenir une autorisation. Tout dommage ou dérangement commis à une propriété privée ou publique sera à la charge de l'Entrepreneur.

- Eviter toute poussée verticale ou latérale de structure jusqu'à la réception d'un certificat d'achèvement dûment signé par le Maître d'Ouvrage.

Les coffrages devront être en métal et en planches de 1 pouce d'épaisseur minimum, droites, non gondolées ou en contre-plaqué de 3/4''.

Les coffrages seront convenablement étayés et entretoisés et suffisamment résistants et rigides pour empêcher toutes déformation ou tassement verticaux lors de la mise en œuvre.

Travaux de protection

Généralités

Avant le début des travaux, les revêtement de sol, les meubles, les murs et les éléments architectoniques quelconques qui pourraient être endommagés par la poussière ou par les chocs seront protégés.

La protection devra être placée de manière qu'on puisse l'enlever facilement. En utilisant selon le cas du papier adhésif ou de la ficelle. Quand il s'agit de protéger seulement contre la poussière en guise de couverture, une feuille de polyéthylène est recommandées. Si la possibilité de choc existe, une structure provisoire et des fournitures en fibres comprimés seront utilisées, en aucun cas ces protections ne seront fixées aux éléments à protéger au moyen de clous ou d'adhésifs qui pourraient abimer leur surface.

Revêtement en briques

La protection pourra être de deux types : s'il s'agit de murs destinés à recevoir un revêtement, elle dépendra du type de finition :

Protection transparente. Des essais de laboratoire seront effectués, le traitement sera toujours réversible

Des corniches et des arases de murs

Pour le protéger contre l'humidité, deux procédés pourront être utilisés à savoir :

Avec une feuille de plomb, une pente minimale de 3% avec un mélange de sable et de cailloux sera construite sur celle-ci une couche de plomb de 1 millimètre d'épaisseur sera placée en ayant soin de faire les panaches par des assemblages à rainure et languette scellés par une soudure. Aux extrémités libres, une roulette se fera de manière à former une goutte d'eau avec une longueur minimale de 25 millimètres ; s'il s'agit de corniches, l'extrémité sera scellée dans une rainure pratiquée dans le joint le plus rapproché du lit de la corniche. Ce scellement aura une profondeur minimale de 10 millimètres. On remplira le joint de mastic bitumeux.

Avec des briques de terre cuite de fabrication artisanale de même dimension que celles d'origine seront utilisées, posées sur un bain de mortier de chaux et de sable dans les proportions de 1/3. Une pente minimale 1/8 sera donnée en faisant dépasser la brique de 25 millimètres en dehors de la corniche.

1- Bois

Du bois de la région peut être utilisé on s'assurera qu'il est sec et qu'il ne contient aucun parasite. Si les éléments d'étaisements sont exécutés à l'intérieur d'un ouvrage ou s'il risque de rester en place pour un temps plus long, le bois sera traité contre les termites suivant les normes de préservation correspondante. Les mêmes précautions seront prises s'il existe dans l'immeuble ou ses alentours des éléments structurels ou des meubles infestés.

2- Métal

De l'acier tubulaire sans couture ou des profiles lamines seront utilises l'assemblage des tubes se fera au moyen des pièces adéquates si on utilise un système d'échafaudage patenté. Dans le cas de l'utilisation des profilés dans l'exécution de l'étalement les éléments seront boulonnés avec écrous et contre écrous. De toute manière, les sections auront l'équarrissage correspondant aux efforts à supporter. La transmission de charges à un mur, une colonne, une voûte, un arc ou une cloison se fera avec l'adition d'une en bois.

Blindage d'éléments

S'il existe un danger d'éboulement pendant l'exécution de travaux de consolidation de dénivellements, de redressement, un blindage exécuté avec des plateaux verticaux et horizontaux parfaitement superposé sera envisagé. Ces éléments orthogonaux seront d'étalement ou de calage des longerons seront adjoint pour permettre une meilleure répartition de l'effort transmis par les vérins, les grues ou outils analogues utilisés au moment de l'opération.

Des éléments de pierre

Avant d'exécuter une opération quelconque de nettoyage, des essais seront d'abord effectués pour déterminer l'origine de la saleté et le solvant adéquat. Et à défaut les éléments seront lavés à l'eau et au savon neutre, en utilisant une brosse faite de racines. Il est interdit de gratter ou de sabler.

La prise en compte des informations suivantes est recommandée :

- En général le nettoyage d'un type de pierre quelconque se fait au moyen de sulfate.
- Pour enlever les dépôts de charbon les produits à base de hexamétaphosphate sont recommandés.
- Pour nettoyer les pierres argileuses, il est recommandé l'usage de diméthylamine de benzène.
- Les taches produites par oxydation de la pyrite dans la massa de pierres ne peuvent pas s'enlever

- Les taches produites par les composées de fer dans la pierre peuvent s'enlever en leur appliquant des compresses de coton imprégnées dans une solution à 15% de citrate d'hydrogène (NAC607H7), 6parts d'eau et 7 parts de glycérine. L'application de ces compresses se fait au moyen de plaques de verre. Elles restent en place pendant 3 ou 4 jours et l'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un résultat satisfait.

Le lavage à l'eau et au savon neutre est le procédé le plus recommandé pour l'enlèvement de la poussière superficielle et les croûtes d'oiseau. Un jet d'eau d'une pression de 4kg/cm² est appliqué pendant 4 heures et durant 3 à 4 jours la saleté est enlevée au moyen d'une brosse de "sisal" ou plante similaire. Quant la saleté est très adhérente ou s'il existe des taches de graisse, le premier jour un mélange d'une partie d'ammoniaque pour 10 parts d'eau peut être utilisé avant le lavage au savon neutre, éléments sont ensuite rincés à l'eau pure. Une attention particulière sera accordée à la quantité d'eau utilisée car si la pierre est très absorbante au séchage des efflorescences une certaine décoloration pourra se produire sur sa surface.

Desinsectisation

De pièces de bois

Les traces de peinture seront enlevées du bois à l'aide d'une éponge et dans les cas extrêmes un produit chimique sera utilisé. Ensuite le reste de poussière et de matière étrangères sera enlevé à l'aide d'un soufflet. Finalement le bois sera imprégné d'un produit à base de pentachlorophénol appliqué au pinceau. Cette opération s'effectuera avec des gants de caoutchouc, des masques et des lunettes.

De surface en pierre

Elles seront nettoyées à la brosse douce de sisal puis lavées avec une solution d'eau et d'ammoniac (concentration 10%). Après séchage les fissures seront injectées et les surfaces seront vernies avec une solution de pentachlorophénol sodique dosée à 10%.

Enlèvement

Des éléments structurels

Déterminer la fonction qu'ils remplissent l'incidence de leur élimination sur la stabilité de l'édifice et dans le cas échéant le moyen de les remplacer par d'autres qui sans affecter l'aspect original effectuent le même travail structurel. La démolition se fera suivant un procédé qui ne provoque pas de dommages par percussion de chutes du produit de la démolition ou son stockage.

Des murs de séparation

Il se fera suivant le même critère que les éléments structurels.

Des jalousies de portes et de fenêtres

Les jalousies, les cadres et les chassies seront enlevés au moyen d'un outillage adéquat ce pour éviter tout dommage sur les arasements et les pavages.

Des végétaux parasites

Des herbes

Elles seront arrachées à la main jusqu'aux racines. Ensuite la zone sera lavée à la solution d'acide muriatique dosée à 5%. Après le nettoyage la surface sera consolidée avec le matériau correspondant en suivant les spécifications.

Des arbustes

Ils seront enlevés à la main. Pour détruire les racines, les pierres qui sont sur leur trajectoires seront déposées et la maçonnerie reconstituée. Si les racines sont incrustées dans les voutes il sera nécessaire de vérifier si leur trajectoire est superficielle ou profonde afin de déterminer s'il n'existe aucun danger pour leur stabilité en les enlevant.

Des mousses et des lichens

La surface sera humidifiée d'une solution d'acide sulfurique dosée à 5% l'opération sera répétée jusqu'à la description totale de la plante, la surface sera ensuite lavée à l'eau pure. Après le nettoyage le mur ou la voute

Spécification sur les matériaux

1 - Armatures

- Travaux à Exécuter

L'Entrepreneur devra fournir les matériaux et la main-d'œuvre nécessaires pour la mise en place de toutes les barres de fer devant servir d'armature au béton tel que représenté sur les dessins et spécifiés dans la présente.

Généralités

Spécifications

L'acier à utiliser à ce chantier doit montrer : La provenance de l'Acier / le Diamètre de l'Acier / le Grade de l'Acier.

Recommandations

L'Entrepreneur suivra dans la mesure du possible les recommandations du " Building Code Requirements for Reinforced Concrete " (ACI 318-17) ou se conformera aux règlements ASTM A615 pour les recouvrements, espacements et mise en place des armatures.

Toutes les dimensions des aciers seront "Standard" et non "écono"

Les aciers seront ronds, crénelés et répondront aux normes spécifiées. Ils seront de grade 40 et 60. Les recouvrements, les espacements, la mise en place des armatures seront conformes aux notes générales de structure.

L'Entrepreneur fournira un accès en toute sécurité pour l'installation et l'inspection du ferrailage.

Il ne devra pas déposer du matériel au-dessus des armatures en place et ne devra pas les déplacer pendant la mise en place du béton.

Nettoyer les aciers de toutes impuretés (Huile, peinture, rouille etc.) qui pourraient empêcher une bonne adhérence avec béton. Toutes les barres de fer seront absolument libres de toutes incrustations venues d'usine, de rouille, de boue, de graisse ou d'autres matières ou revêtements qui pourraient réduire leur résistance ou leur adhérence...

Le cintrage des fers pour armature devra être réalisé avec précision d'après les détails qui figurent sur les plans et dessins.

Les barres d'armatures à utiliser aux chantiers seront délivrées des barres droites sans aucune trace de courbure.

Il ne sera pas permis de chauffer les barres d'acier pour le pliage. Les barres une fois pliées ne pourront pas être redressées ou repliées dans une autre direction

Les extrémités des armatures destinées à faire des liaisons et qui sont laissées exposées à l'air pendant quelque temps seront protégées contre toute détérioration, contre les huiles et l'humidité, comme indiqué ci-dessous.

Spécifications

L'acier à utiliser à ce chantier doit montrer : La provenance de l'Acier / le Diamètre de l'Acier / le Grade de l'Acier.

- Matériaux

L'acier d'armature doit être à haute adhérence, neuf, crénelé et posséder une limite élastique définie par ASTM (275 MPa (40 ksi) et 420 MPa (60 ksi)).

Si la nuance utilisée n'est pas de l'acier soudable, toute fixation par points de soudure sur chantier sera interdite.

La longueur maximale d'approvisionnement des aciers pour armatures est de neuf mètres (9 m).

Les barres d'aciers pour béton armé doivent en règle générale, être approvisionnées droites sans pliure ni enroulement, soit sur le chantier, soit à l'atelier de fabrication.

Il est interdit de redresser les barres accidentellement pliées. Ces barres sont refusées. Cependant leurs parties demeurées droites après élimination des parties ployées peuvent être acceptées si elles sont utilisables en égard à leur longueur.

Les ronds lisses de grade 24 peuvent être fournis en couronnes de diamètre au moins égal à deux cents fois le diamètre de ces ronds, si l'Entrepreneur dispose sur le chantier d'un outillage de redressement des barres appropriées.

Du treillis métallique soudé (welded wire mesh) conforme à aux spécifications ASTM A185 sera utilisé dans l'exécution de la dalle du parquet.

Du fil à ligature No 16 (minimum) sera utilisé pour les amarrages.

On utilisera des cales de béton pour maintenir les armatures en place durant le bétonnage.

- Pliage des barres d'armature

Le diamètre minimal du manchon autour duquel les barres d'armature peuvent être pliées est de $4d$, pour les barres d'armature de diamètre d variant de 5 à 16 mm (1/4 à 5/8 po) et de $5d$, pour les barres d'armature de diamètre d variant de 19 à 25 mm (3/4 à 1 po).

- Mise en place des armatures

La forme, la section et l'emplacement prévus pour les armatures devront être conformes en tous points aux dessins d'exécution et aux Notes de Structures Générales. Elles seront maintenues en place durant le bétonnage par des cales, des armatures de montage et autres pièces d'écartement. L'enrobage minimal sera de 30 mm pour les éléments résistants (poutres, poteaux...), 19 mm pour les dalles et de 75 mm pour tous éléments en contact direct avec le sol. Les armatures principales, seront écartées du coffrage au moyen de cales en béton. Deux nappes superposées d'armatures seront séparées entre elles d'un intervalle égal à 25 mm (1"). Elles seront exécutées suivant les spécifications des Notes Générales de Structure et les Plans de Structure.

Avant le coulage du béton, les armatures seront débarrassées de rouilles (écaillées et détachées), boue, peinture, graisse, et tous autres enduits nuisibles à l'adhérence du béton.

Aucun bétonnage n'aura lieu avant vérification des armatures par l'Ingénieur, qui devra être informé au moins 72 heures à l'avance.

Néanmoins, l'Entrepreneur est tenu de procéder lui-même à une réception préalable des armatures.

- Main d'œuvre

La main d'œuvre pour la préparation, le placement des barres d'acier devra être spécialisée. Il ne sera pas permis de chauffer les barres d'acier pour le pliage. Les barres une fois pliées ne pourront pas être redressées ou repliées dans une autre direction.

La forme, la section et l'emplacement prévus pour les armatures devront être conformes en tous points aux dessins d'exécution.

2- Béton

Constituants

Tous les bétons seront constitués de ciment, d'agrégats fins, de gros agrégats et d'eau dans les proportions sont indiquées ci-après. Certains bétons, désignés dans les plans, devront être traités avec des produits spéciaux assurant leur étanchéité à l'eau ou autres liquides afin d'éviter la pollution du sol et des nappes phréatiques. Les produits et le dosage seront proposés par l'Entrepreneur qui se soumettra éventuellement à des essais, si l'Ingénieur le réclame, avant toute mise en place.

Ciment

Le ciment à utiliser sera le ciment Portland de type 1 de la classe CPA 325 ou ASTM-C-150-67. L'emploi de tout autre ciment devra obtenir l'agrément de l'Ingénieur, l'Entrepreneur indiquera obligatoirement dans ce cas l'origine et le type des ciments qu'il propose d'utiliser pour la confection des différents ouvrages.

Le ciment sera livré en vrac ou en sacs, étanches, en bon état et indiquant la classe du liant. Les locaux ou silos où devra être stocké le ciment devront être clos et secs. Le ciment sera protégé de l'humidité. L'Entrepreneur disposera toujours d'un stock de ciment lui assurant une semaine de bétonnage, et conforme à son programme d'avancement des travaux. Tout ou partie d'un lot de ciment rebuté par l'Ingénieur sera évacué hors du site aux frais de l'Entrepreneur.

Mesure des Matériaux

Les agrégats seront mesurés au volume

Agrégats – Généralités

Les agrégats seront constitués par des sables ou graviers naturels, ou toutes autres substances inertes ayant des grains propres, non enrobés de matériaux durs, résistants et durables. Ils ne contiendront pas d'Alcali, de matière organique, ou toutes autres substances nocives.

Les agrégats devront être entreposés de façon à éviter l'introduction de boue et pour empêcher le mélange des agrégats entre eux.

Le gravier provenant des carrières ou des agrégats non lavés ne sera pas accepté.

Agrégats Fins

Dimension en tamis Poids passant dans le tamis	Pourcentage du poids total du poids passant dans le tamis
9.5mm	100
4.75mm	95 à 100
1.18mm	45 à 80
0.30mm	10 à 30
0.15mm	1 à 10

Gros Agrégats

Les gros agrégats sont concassés ou naturels, extraits de lit de rivière ou un mélange des deux.

A moins d'ordre contraire, la granulométrie employée devra être comme suit :

Béton pour les murs et dalles ayant plus de 300 mm ou plus d'épaisseur, fondations, parquet...classe No. 1

Béton pour d'autres parties.....classe No. 2

Pourcentage total de Poids passant par chaque tamis

50mm	38.1mm	25mm	19mm	9.5mm
Classe 1	100 95-100	35-70	10-30	0-5
Classe 2	- 100		90-100 20-55	0-10

Eau

L'eau de gâchage sera propre et ne devra pas contenir de l'huile, des acides, de l'alcali, des matières organiques et aucune substance nuisible et elle devra être fournie par l'Entrepreneur à ses frais.

La quantité d'eau correspondra au maximum à 25% du poids du ciment utilisé. Elle ne devra pas dépasser le pourcentage compris entre 35% et 40% du poids du ciment utilisé.

La quantité d'eau doit être suffisante pour assurer la consistance fluide du béton.

L'eau de mer doit être évitée, puisqu'elle réduit la capacité du béton de 20 % et accélère la corrosion de l'acier.

Qualité du Béton

L'Entrepreneur devra établir le devis de son offre sur la fourniture de béton contenant du ciment et de l'eau et ayant des résistances suivantes :

TYPE – DOSAGE MIN. (Poids CPA / Vol. Sable)	CLASSE	RESISTANCE (Compression à 28 jours)	DESTINATION
Q-150 (150 kg/ m ³)	Classe B		Béton de propreté et de nivellement
Q-250 (250 kg/ m ³)	Classe B		Béton non armé
Q-300 (300 kg/ m ³)	Classe B	17,23 MPa (2500 psi)	Béton de fondations et de dallages
Q-325 (325 kg/ m ³)	Classe A	20,68 MPa (3000 psi)	Béton de superstructure (poteaux, poutres, dalles)
Q-350 (350 kg/m ³)	Classe A	24,13 MPa (3500 psi)	Béton de superstructure (poteaux, poutres, dalles)
Q-375 (375 kg/ m ³)	Classe A	27,57 MPa (4000 psi)	Béton de semelles, poteaux, poutres, dalles et trafic de véhicules
Q-400 (400 kg/ m ³)	Classe A	34,47 MPa (5000 psi)	Béton étanche pour réservoir
Q-425 (425 kg/ m ³)	Classe A	43,36 MPa (6000 psi)	Béton pour usage industriel

La composition des bétons Q-150 et Q-250 pourra être en principale de 800 litres de gravier et 400 litres de sable.

La granulométrie des bétons Q-300 à Q-425 sera proposée par l'Entrepreneur à la suite d'essais effectués par ses soins et à ses frais, et approuvée par l'Ingénieur. Elle sera déterminée en fonction de la suite de ferrailage des éléments à bétonner ; cependant il devra respecter les proportions suivantes concernant les quantités d'eau et de ciment :

- Béton Q-X, un minimum de X kg de ciment par m³ de béton et un maximum de 22 litres d'eau par sac de 42.5 kg de ciment.
- L'affaissement d'un échantillon essayé au cône d'Abrams ne devra en aucun cas dépasser 10 cm.
- L'Entrepreneur devra soumettre des détails complets d'analyses de tamisage et des dosages à l'Ingénieur pour révision. Aucun béton ne sera mis en place sans que le projet de dosage n'ait été approuvé par l'Ingénieur.

Prélèvements et Contrôle

L'épreuve de contrôle comprendra des essais de résistance et des essais de consistance de béton frais, soit pour chaque volume de 50 m³ de béton mis en place, soit par journée de bétonnage, ou soit par partie d'ouvrage.

L'Entrepreneur fera faire par le LNBTP six (6) essais d'éprouvette sur le chantier. Trois (3) cylindres seront essayés à la compression à 7 jours, les trois (3) autres à 28 jours.

Par convention, la résistance minimale sera prise égale au 85/100 de la moyenne arithmétique des mesures effectuées.

Si les résultats à 7 jours sont insuffisants, soit des résistances inférieures au sept dixièmes des valeurs préconisées à 28 jours, l'Entrepreneur devra modifier la composition ou le mode de fabrication du béton.

Si les résultats à 28 jours sont insuffisants, l'Ingénieur aura le droit d'exiger des conditions de température et d'humidités nécessaires pour obtenir la résistance voulue ; il peut obliger l'Entrepreneur à faire des essais de charge des éléments structuraux et même à démolir les éléments prouvés défectueux.

Les dépenses résultant de ces modifications ainsi que de ces démolitions resteront à la charge de l'Entrepreneur.

Malaxage Mécanique

Le malaxage en béton devra être fait dans une bétonnière de type à tambour. Le béton sera malaxé jusqu'à ce que les matériaux soient uniformément repartis et il sera déchargé complètement avant que le malaxeur soit rechargé. Le béton sera malaxé, dans une bétonnière de type agréé. La bétonnière tournera à la vitesse recommandée par le fabricant et le malaxage se poursuivra au moins une minute et demie après l'introduction de tous les ingrédients dans la bétonnière.

Les constituants du béton seront introduits dans la bétonnière dans l'ordre suivant : granulats moyens, ciment, sable puis eau. L'Entrepreneur ne pourra procéder différemment que s'il est démontré qu'il en résulte une meilleure homogénéité des composants du béton. Dans tous les cas, la fabrication des gâchées sèches en vue d'une addition ultérieure d'eau est interdite.

Le volume des matériaux à malaxer par gâchée ne devra pas excéder la capacité de bétonnière calculée par le fabricant.

Le re-malaxage du béton ou du mortier qui est partiellement durci ne sera pas toléré.

L'Ingénieur peut s'opposer à la mise en place du béton toutes les fois que les conditions atmosphériques sont défavorables.

Transport du Béton

La mise en place du béton se fera rapidement et de façon continue jusqu'à ce que l'opération soit terminée ou que des joints de construction aient été pratiqués comme requis dans les plans. Le béton sera transporté jusqu'à son lieu de dépôt par des méthodes propres à éviter la ségrégation, le début de prise avant la mise en place et la perte des matériaux. Tout matériel tel que goulottes, pompes, transporteurs pneumatiques, devra être de dimensions et d'un modèle tel que le déversement du béton soit continu sans séparation des ingrédients

Mise en Place du béton

Toute mise en place du béton devra se faire aussi rapidement et d'une façon à obtenir jusqu'à l'achèvement d'une surface plastique à peu près horizontale. L'empilage du béton dans les coffrages de manière à laisser le mortier se séparer des gros agrégats ne sera pas toléré.

Pour aucun motif le béton qui s'est partiellement durci ne sera employé dans les travaux.

Après que le béton aurait fait prise suffisamment, les surfaces exposées à l'air seront tenues constamment humides pendant au moins sept jours consécutifs après la mise en place.

On devra particulièrement veiller au nettoyage et au traitement des coffrages avant bétonnage. Avant la mise en place du béton, il convient d'arroser de manière abondante les coffrages composés de sciages ou de panneaux de bois non spécialement traités. Les coffrages métalliques seront refroidis par arrosage permanent.

Le béton sera déposé le plus près possible de sa destination finale de façon à éviter la ségrégation imputable à des manutentions répétées.

Tout béton sur lequel sera constaté un début de prise au moment de la mise en œuvre sera rejeté. Le béton re-mélangé ne sera pas utilisé.

Le béton ne devra pas tomber d'une hauteur supérieure à 1,50m. Au-delà, il sera coulé au moyen d'une goulotte dont l'extrémité inférieure sera enfouie, continuellement dans le béton fraîchement déposé.

L'Ingénieur pourra s'opposer à la mise en place du béton si les conditions atmosphériques sont défavorables.

Le bétonnage se poursuivra de façon continue jusqu'à coulage de l'élément ou de la partie considérée

Enlèvement de l'eau

Toute l'eau sera enlevée des fouilles et des coffrages avant d'y couler le béton. Tout écoulement d'eau dans les fouilles ou dans les coffrages sera détourné ou arrêté par des méthodes approuvées qui empêcheront que le béton nouvellement mis en place ne soit emporté.

Serrage

Le serrage des bétons armés sera réalisé par vibration soit dans la masse, soit sur les coffrages, soit en surface. Les procédés de vibration seront dans chaque cas soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Les vibrateurs seront aptes à transmettre la vibration au béton à des fréquences d'au moins de 4500 impulsions par minute. L'intensité de la vibration devra permettre de contrôler visuellement l'affaissement d'une masse de béton d'un pouce suivant un rayon d'au moins 18 pouces.

On devra veiller à ce que le béton soit bien introduit autour de toutes les barres d'armatures, des objets encastrées, et dans les coins de coffrages, sans ségrégations des matériaux ni remontée de laitance en surface.

Les vibrateurs seront appliqués là où le béton vient d'être introduit. Ils seront mis en place et retirés lentement du béton. On évitera de les laisser en place trop longtemps pour ne pas causer la ségrégation du béton. La vibration ne sera pas appliquée à un béton dans les coffrages à des distances qui en faciliteraient la ségrégation.

Cure

L'entrepreneur devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter une dessiccation trop rapide du béton. Pendant au moins sept (7) jours consécutifs après la mise en œuvre, le béton sera maintenu humide et à l'abri du soleil. Il sera recouvert de sable siliceux, paille, toile à sacs, ou autres éléments agréés et arrosés abondamment.

Ragréments

L'entrepreneur devra effectuer après démoulage, le nettoyage de toutes les bavures et tous les ragréments nécessaires au bon aspect de l'ouvrage.

Les parties présentant des alvéoles et toutes surfaces défectueuses (sans incidences de nature structurale sur l'élément) seront coupées à l'angle droit de la surface sur une épaisseur de 25 mm . Puis, elles seront saturées d'eau et nettoyées avec une pâte de ciment bien propre. Immédiatement après, les trous seront rebouchés avec un mortier contenant la même proportion de sable et de ciment que le béton considéré, additionné d'adjuvant. Le mortier sera bien appliqué de façon à remplir complètement les cavités, et il recevra une finition lui donnant le même aspect que la surface environnante.

La proportion maximum d'eau et de ciment et la quantité minimum de ciment sont indiquées ici pour la durabilité seulement. Il se peut que la résistance minimum exigée des quantités additionnelles de ciment.

L'affaissement d'un échantillon au cône d'Abrams ne devra en aucun cas dépasser pour un radier : maximum, 10cm ; et pour une dalle : maximum, 6 cm.

L'Entrepreneur devra assurer un contrôle minutieux et continu sur le triage des agrégats, sur le malaxage et sur la mise en place du béton.

La consistance du béton devra être telle en général que le béton puisse être placé dans les coffrages de façon suffisante, mais le mélange ne devra pas contenir de l'eau jusqu'à provoquer la séparation des agrégats durant la mise en place et en aucun cas l'affaissement du béton ne devra excéder 100 mm

D'après son analyse des résultats des essais, l'Ingénieur peut demander à l'Entrepreneur de modifier ses dosages afin d'obtenir des résistances à la compressions spécifiées, d'exiger des conditions de température d'humidité nécessaire pour obtenir la résistance voulue ; il peut demander à l'Entrepreneur de faire des essais de charge des éléments structuraux et même de démolir des éléments prouvés défectueux.

Matériaux de la toiture

Généralités

Charpente

Domaine d'application

Il se rapporte à tout assemblage de métal formant un comble qui constitue la partie supérieure d'un bâtiment destiné à protéger celui-ci contre le ruissellement des eaux de pluie.

La charpente d'un comble ne peut pas être une simple poutre rectiligne puisqu'il doit épouser la forme de l'aire. Elle conduit à la construction d'une ferme pour assurer la répartition du poids de la couverture sur les points d'appui, qu'il s'agisse de murs ou de poteaux.

Tous les éléments servant de charpente d'un comble sont composés de fermes, de chevrons et de pannes. Ils ne doivent subir aucun dommage.

Méthode d'exécution

Suite aux contraintes budgétaires et esthétiques, un comble peut être à un seul versant ou en appentis, à deux versants, pyramidal ou brisé (comble à la Mansart). Les recherches d'arrangements dans les combles conduisent à des expressions très diverses.

La ferme la plus utilisée est celle dite simple : les chevrons reposent uniquement sur la panne faîtière et sur les sablières. Dans cette ferme, deux arbalétriers inclinés suivant la pente du toit et reliés à leur partie supérieure à un poinçon, les pieds étant maintenus à l'écartement nécessaire par un entrait qui franchit la portée.

Les éléments de la structure : boulons, vis, seront de grosseur réunis, en nombre suffisant et fixés assez solidement pour pouvoir supporter sans dommage, les efforts, charges et autres forces auxquels les ouvrages seront normalement soumis tels les vents violents. Ils seront munis d'attache contre ouragans.

Le charpentier suivra les plans ou croquis préparés à cet effet. Les pièces à assembler seront préfabriquées et transportées sur le chantier.

Étendue des Travaux de charpente métallique

Les travaux concernent la fourniture des matériaux, de la main-d'œuvre, de l'outillage, de la machinerie et de tout ce qui est nécessaire à l'exécution complète des travaux métalliques divers indiqués et tels qu'ils sont spécifiés. Ils comprennent la fourniture et le montage de tous les éléments décrits sur les dessins de fermes, poutrelles, plaques, contreventements, boulons, garnitures de joints, boulons et écrous, nécessaires à l'installation complète des ouvrages suivants :

- Charpentes métalliques
- Supports et bases pour les éléments électriques et mécaniques
- Grilles métalliques, cadres et couvercles d'accès.

Normes

Tous les travaux couverts par ce chapitre devront satisfaire aux normes ASTM dans leur version la plus récente pour les matériaux à utiliser dans la charpente.

Dessins d'Atelier

Les dessins d'atelier ou d'exécution devront indiquer le type de matériaux utilisés, la fabrication, l'assemblage, le calibre et les dimensions des éléments, l'intervalle entre eux, leur mise en place, et toutes connexions avec les travaux complémentaires des autres corps d'état.

Aucune fabrication ne devra commencer avant que ces plans et dessins n'aient été préalablement approuvés par l'Ingénieur.

L'Entrepreneur devra vérifier toutes les dimensions et tous les détails indiqués dans les plans et dessins et il aura la responsabilité en ce qui concerne l'exactitude des dimensions détaillées.

Fabrication des Éléments

Les éléments seront fabriqués dans un atelier spécialisé dans ce genre de travail. La fabrication sera conforme aux détails des plans et dessins et présentera des profils nets, droits et bien définis. Les métaux devront être exempts de toutes déformations et avoir une surface finie lisse exempte de trace de rouille. L'Entrepreneur est tenu de fournir des dessins d'atelier à l'Ingénieur pour son approbation.

Coupe et Ajustage

L'Entrepreneur effectuera tous perçages, coupes et autres travaux nécessaires pour mettre le matériel en place avec un ajustage et un fini parfait de toutes les parties. L'Entrepreneur devra fournir toutes les pièces d'assemblage nécessaires pour maintenir convenablement les divers ouvrages métalliques en acier bien fixés dans la maçonnerie ou dans d'autres parties de la de la bibliothèque ainsi que tous ancrages, boulons, rivets, vis à vis à métaux, tiges boucliers extensibles, etc. qui s'avéraient nécessaires. Les percements devront être exécutés à la vrille et leur diamètre ne devra pas dépasser les diamètres figurant sur les plans.

Assemblage et Installation

Des essais d'assemblage seront exécutés à l'atelier. Pour réduire le nombre de connexions au chantier, les éléments seront assemblés d'une façon permanente à l'atelier et dans des dimensions aussi grandes que les moyens et les facilités de transport le permettent. L'assemblage sera fait avec précision et les éléments seront solidement ancrés. Si l'ancrage doit être fixé dans du béton, l'Entrepreneur aura soin de vérifier la position exacte de l'ancrage avant la coulée du béton.

Détails d'Assemblage

Ils seront conçus de manière à ne pas réduire la résistance des éléments assemblés. Les boulons ne devront être utilisés que là où ils sont nécessaires pour les assemblages au chantier. En général, les assemblages permanents seront rivetés ou soudés. Si des boulons sont utilisés pour des assemblages permanents, ils seront serrés et les filières entaillées pour empêcher les desserremments ou encore il sera fait usage des freins d'écrou. Les soudures seront conformes aux prescriptions de "l'American Welding Society " AWS D1. et AWS D2.0.- Revêtement Anti-rouille

Après la fabrication, l'Entrepreneur devra nettoyer entièrement les métaux. Il devra enlever la rouille, la poussière, l'huile, les bavures de soudure et toute autre matière nuisible. Il devra, excepté pour les parties d'assemblage devant être scellées dans du béton, recouvrir les éléments métalliques de deux couches de peinture anti-rouille. Après la mise en place, toutes les soudures, les connexions, les boulons et écrous recevront aussi deux couches de peinture anti-rouille.

Charpentes Métalliques

Qualité des Matériaux

Tout l'acier de charpente devra être conforme aux exigences de la norme ASTM A-572 nuance 45 (310 MPa). L'acier utilisé devra être neuf, traité et garanti antirouille par une peinture ou autre traitement agréé par l'Ingénieur. Tout matériau gauche, tordu ou comportant des courbes aigues sera rejeté. Les boulons d'assemblage devront être conformes aux exigences de la norme ASTM A-307. Ils devront être à haute résistance et seront galvanisés.

- Mise en Œuvre

Les assemblages en atelier devront être faits au moyen de soudure. Les matériaux, les méthodes et le mode d'exécution des soudures devront être soumis à l'agrément de l'Ingénieur.

La charpente doit être érigée droite et d'aplomb à l'intérieur des tolérances admises. Un étiayage temporaire devra être installé afin de résister aux charges temporaires durant la construction. Cet étiayage devra rester en place tant que la sécurité de l'ouvrage l'exigera. De même, le contreventement temporaire devra être laissé en place jusqu'à ce que les éléments permanents horizontaux et verticaux de la charpente soient assurés. Les niveaux et les pentes de la charpente métallique seront rigoureusement respectés.

La mise en place et la fixation de tous les éléments composant la charpente seront exécutés de façon à garantir la construction contre des vents de 190 km/hr ou 120 mi/hr.

La pose des plaques de couverture s'effectuera par recouvrement transversal et longitudinal de 16 cm minimum. La fixation des plaques s'effectuera par boulons à crochet avec rondelles d'étanchéité à raison de trois (3) boulons par largeur de tôle. Aucun percement de tôle effectué par erreur ne pourra être mastiqué. Les gouttières seront fixées à l'aide de supports en acier et de boulons galvanisés avec rondelles d'étanchéité.

Pose de tôles

-Domaine d'application

L'agencement approprié des tôles ondulées de type galvalume ASTM A792 sur la surface supérieure d'un édifice le protège contre les intempéries. La pose des tôles s'effectue après la mise en place de la charpente d'un comble.

L'acier sera de calibre 26 ga ou plus recouvert d'une couche de peinture de haute adhérence sur l'acier galvanisé G90 ou galvalume.

Matériaux

Tôle ondulée galvalume ASTM Specification A792— grade 33
Crochets à tige filetée ou vis à tête carrée en fer galvanisé

Méthode d'exécution

La pose des tôles se réalise par la mise en place de lattes ou purling posé au-dessus de la charpente. La pose de tôle commence par les points bas du toit. La feuille posée en deuxième lieu doit recouvrir la première sur une dizaine de centimètres, et, ainsi de suite. L'élément fondamental de cette opération est d'assurer l'étanchéité du toit.

Après installation et tests, il peut s'avérer nécessaire de procéder au masticage de certains points. En général, les fuites se présentent au niveau des points d'attache (Crochets à tige filetée ou vis à tête carrée en fer galvanisé).

Mise en Place

a) Pose : Les tôles ondulées galvalume seront posées sur des pannes métalliques placées selon les distances prévues par les plans. Elles seront fixées aux pannes à l'aide de vis à tête carrée ou crochets à tige filetée et rondelle d'étanchéité. L'Entrepreneur aura soin de placer ces vis sur les ondes supérieures et au minimum avoir 3 points de fixation par pannes. La fixation se fera sur chaque onde supérieure pour les tôles de la 1^{ère} rangée quand la pose est exécutée de bas en haut.

b) Recouvrement : Les recouvrements se feront comme suit ;

Recouvrements longitudinaux – une onde minimum pour des pentes inférieures à 10%.

Recouvrements transversaux – 15 cm minimum.

Recouvrements faîtières – 15 cm minimum.

Charpente - menuiserie

Charpente brute

Les divers types de charpente brute seront acceptés à condition qu'ils répondent aux normes internationales de construction (Uniform Building Code UBC), en plus de celles énoncées dans les exigences générales qui précèdent.

Les pièces de bois, boulons, vis, clous, seront de grosseur requis, en nombre suffisant et fixés assez solidement pour pouvoir supporter sans dommage, les efforts, charges et autres forces auxquels les ouvrages seront normalement soumis, tels les vents violents et autres caprices de la nature.

Menuiserie de contreplaqué

Les bois et contre-plaqués seront employés neufs, le réemploi de bois de charpente ou de coffrage étant interdit. Les bois seront parfaitement sains ; il ne sera admis ni fausses coupes, ni cales, ni autres moyens de remplissage.

L'Entrepreneur devra effectuer le remplacement ou la réparation de tout élément qui aurait subi un gauchissement ou créé un jeu avant la réception définitive.

Les bois à peindre devront être de qualité "menuiserie", sains, avec tolérance de trace de cœur sur la face, de nœuds sains et adhérents, clairs et non groupés (maximum 1 nœud par mètre et de diamètre inférieur à 15 mm).

Tous les matériaux exposés seront traités de manière à contrer l'action des agents de détérioration (air salin, pollution chimique, vermine, etc.) connus à l'endroit où le projet est construit.

Tous les travaux de charpenterie et de menuiserie devront être exécutés selon les règles de l'art et toutes les pièces de bois endommagées seront réparées ou remplacées si nécessaire.

7.3.- Qualité et provenance des matériaux.

Les bois et contre-plaqués seront employés neufs traités sous pression (Pressure treated) , le réemploi de bois de charpente et de coffrage étant interdit. Les bois seront parfaitement sains, il ne sera admis ni fausses coupes, ni cales, ni autres moyens de remplissage.

A moins qu'autrement spécifié sur les plans, il sera fait emploi de matériaux conformes au "Custom Grade" défini dans les "Quality Standards" de l'Architectural Woodwork Institute (A.W.I) des Etats-Unis d'Amérique.

Le contre-plaqué utilisé sera bien veiné, sans auréole, et de qualité agréée par l'Ingénieur.

Les bois devront avoir subi au moins deux mois de séchage avant leur mise en oeuvre et présenter une humidité maximum de 18%.

En tout état de cause, l'Entrepreneur devra effectuer le remplacement ou la réparation de tout élément qui aurait subi un gauchissement ou créé un jeu avant la réception définitive.

L'entrepreneur fournira toute la quincaillerie ordinaire : clous, boulons, ancrage mur et toiture, attache contre ouragan etc.. nécessaires. Toute la quincaillerie doit répondre aux normes internationales de construction (Uniform Building Code -UBC) dans sa version la plus récente.

Les boulons, écrous, et rondelles auront été galvanisés à chaud. Les rondelles seront en acier malléable. Les pointes pour ouvrages intérieurs seront de la qualité finie. Celles pour ouvrages extérieurs seront de type courant, galvanisées à chaud.

Fabrication, Manutention, Installation

L'Entrepreneur devra vérifier les dimensions exactes au chantier avant la fabrication qui ne devra avoir lieu qu'après approbation des dessins d'atelier par l'Ingénieur.

Les ouvrages seront livrés au chantier que lorsque les conditions d'entreposage et d'installations seront réalisées. Ils seront placés dans des endroits bien ouverts, bien ventilés et à l'abri des changements importants de température. Ils devront être installés comme indiqué sur les plans.

Faux plafond

Les faux plafonds seront constitués de la manière suivante :

Structure portante

Quadrillage en métal de 2.54 cm x 5 cm (1 pouce x 2 pouces) écartés de 60 cm (2')

Finition

dans les parties intérieures des bâtiments, en contreplaqué d'épaisseur 6.35mm (1/4 pouce) découpé en carreaux de 60cm x 60cm (2'x2') ;
dans les parties extérieures des bâtiments, en enduit projeté sur grillage métallique 6mm x 6mm (1/4 pouce x 1/4 pouce).

Manutention et entreposage au chantier

Les éléments ne seront entreposés au chantier que dans des endroits couverts et secs. Ils seront protégés de l'humidité pendant et après la livraison. Ils seront emmagasinés en dehors des sections en cours d'exécution, dans des pièces bien ventilées, non exposées à des variations importantes de température et d'hygrométrie.

Installation

L'installation sera conforme aux règles de l'art. Les clous et vis employés à l'intérieur seront du type finition. Les têtes de clous et vis seront suffisamment enfoncées pour être mastiqués ou repliées. On installera la menuiserie que quand le bâtiment sera absolument sec.

Les marques de marteaux et d'outils, ainsi que les surfaces et champs abîmés ne seront pas acceptés sur les parties vues des éléments, et provoqueront le rejet des ouvrages pour cause d'une mise en œuvre de mauvaise qualité.

Les ouvrages devront être installés selon les détails indiqués bien verticaux, de niveau, selon l'alignement requis, et ancrés solidement. Les clous et vis devront être enfoncés de façon correcte, et les bois soulevés du fait de leur mise en place devront être enlevés. L'assemblage des différents éléments devra être net et soigné. Tous les bords exposés seront poncés. Les ouvrages seront livrés, nettoyés et sablés, prêts à recevoir peintures et vernis.

Remarques

Fournir et installer tous les autres éléments nécessaires et pertinents à cette division, selon les codes internationaux en vigueur. Les architectes et les ingénieurs de l'entrepreneur devront faire mention dans leur devis, de tous les éléments nécessaires pour un travail complet, qu'ils soient ou non mentionnés dans cette division.

Consistance des travaux.

Cette partie s'applique à tous les ouvrages de menuiserie métallique, tels que définis par les plans, y compris les ouvertures.

Les divers types de charpente brute seront acceptés à condition qu'ils répondent aux normes internationales de Construction, en plus de celles énoncées dans les exigences générales qui précèdent.

Les pièces de bois, boulons, vis, clous, seront de grosseur requis, en nombre suffisant et fixés assez solidement pour pouvoir supporter sans dommage, les efforts, charges et autres forces auxquels les ouvrages seront normalement soumis, tels les vents violents et autres caprices de la nature.

