

MAITRISE D'OUVRAGE
PREFECTURE DE MAYOTTE
Avenue de la préfecture
97600 Mamoudzou

MAITRISE D'ŒUVRE
M2CI
Centre d'affaires de Mayotte
97600 Mamoudzou


BUREAU DE CONTROLE



Rapport de diagnostic structurel

DIAG	APS	APD	PRO	DCE	MARCHE	EXE	DOE
------	-----	-----	-----	-----	--------	-----	-----

A	27/06/2025	Première diffusion	MI	MI
Indice	Date	Modification	Dessiné	Vérifié

Établit par	Numéro d'affaire	N°	NDC-01
	MAY-25-48	Échelle	-
		Format	A4

CASE ROCHER
Département de Mayotte
Commune de Dzaoudzi

Table des matières

01. Introduction	3
01.01. Objet de la mission	3
01.02. Contexte de l'intervention	3
01.03. Présentation de l'ouvrage	4
02. Analyses documentaires	5
02.01. Documents supports de l'étude	5
02.02. Etudes du PPRN de Mayotte	5
03. Relevé de l'existant	6
03.01. Méthodologie de relevé	6
03.02. Relevé des éléments porteurs	6
03.02.01. Fondations	6
03.02.02. Plancher bas	6
03.02.03. Murs porteurs	6
03.02.04. Plancher haut RDC	7
03.02.05. Charpente	7
03.02.06. Couvertures	7
03.03. Modélisation du bâtiment existant	7
04. Identification des désordres structurels	8
04.01. Couverture	8
04.02. Charpente	9
04.03. Accessoires	12
04.04. Faux plafond	12
04.05. Porteurs verticaux	13
05. Vérifications structurelles	14
05.01. Hypothèse de calcul	14
05.01.01. Béton armé	14
05.01.02. Acier pour béton	14
05.01.03. Enrobages	15
05.01.04. Fissuration	15
05.01.05. Bois	15
05.01.06. Charge permanentes	15
05.01.07. Charges d'exploitations	15
05.01.08. Charges climatiques	15
05.01.09. Charges sismiques	16
05.01.10. Combinaisons	16
05.02. Modélisation structurelle	17
05.03. Vérifications de la charpente avec les normes en vigueur	18
05.03.01. Coursive coté intérieur	18
05.03.02. Coursive coté mer	21
05.03.03. Logements	24
06. Estimations des travaux	27
07. Conclusion et recommandations	28

01. Introduction

01.01. Objet de la mission

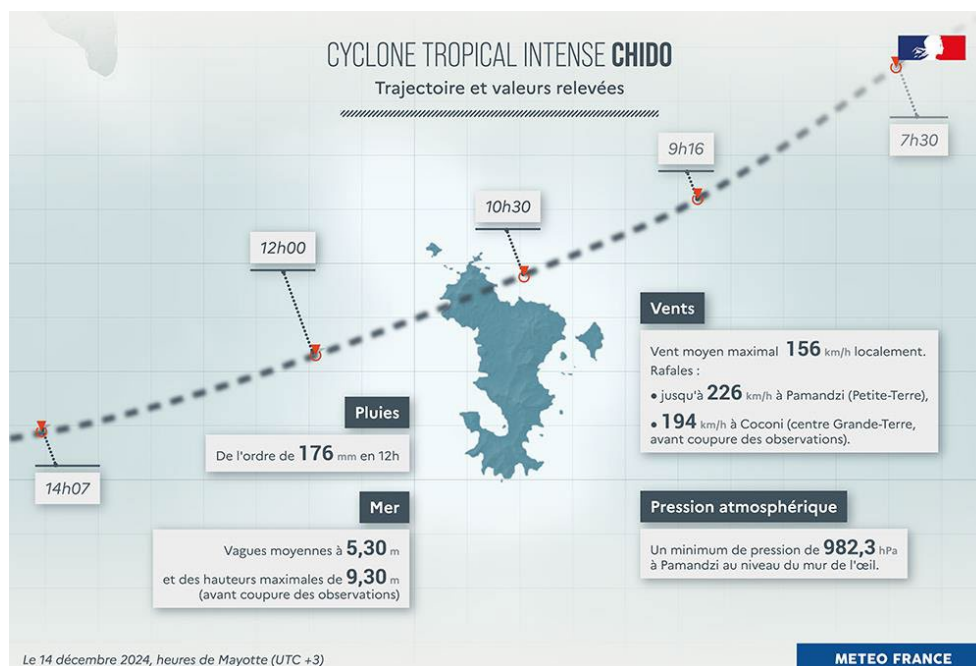
Le présent rapport a pour objet de définir les hypothèses techniques et méthodologiques relatives aux travaux de changement de toiture suite aux dégâts causés par le cyclone CHIDO. Ces travaux concernent la reconstruction à l'identique de la toiture.

Cette note établit les bases techniques pour la réalisation des travaux de remplacement de toiture. Elle garantit que le projet respecte les exigences en matière de résistance structurelle et climatiques.

01.02. Contexte de l'intervention

Le cyclone CHIDO est survenu le 14 décembre 2024. Au cours de cet événement, METEO FRANCE a enregistré des rafales de vent atteignant 226 km/h avant que la station météo ne cesse de fonctionner. Certaines estimations indiquent même des rafales dépassant 250 km/h.

Les normes françaises et européennes appliquées en outre-mer considèrent des vents extrêmes de 210 km/h pour le dimensionnement des structures. Les vents qui ont frappé Mayotte ont donc largement excédé, dans certaines zones, les seuils prévus par ces normes en vigueur, soumettant les bâtiments à des contraintes exceptionnelles.



Dans ce contexte, après une inspection visuelle, le bureau d'études M2CI proposera au maître d'ouvrage des solutions adaptées pour la réparation de l'édifice.

Conformément à la demande et à notre proposition technique, le diagnostic se décompose en deux étapes :

1. Constat de la situation : reconnaissance et description de l'ouvrage existant, identification des pathologies éventuelles.
2. Évaluation des écarts par rapport à l'état de référence : analyse des causes, estimation de la gravité, et des risques associés.

La méthodologie adoptée pour mener à bien notre mission est la suivante :

- Relevés par Drone :
Nous réalisons des relevés aériens par drone pour obtenir une vision globale et détaillée des dommages. Les images sont analysées pour évaluer les pathologies des toitures, charpentes, et autres éléments structurels.
- Visite de Site :
Une inspection visuelle sur place complète les relevés aériens pour identifier les pathologies non visibles depuis les prises de vue (problèmes de maçonnerie, infiltration d'eau, équipements intérieurs, etc.).
- Élaboration d'une note de calcul :
Sur la base des relevés et visites, nous rédigeons un rapport détaillé des pathologies et des travaux nécessaires. Ce rapport sert ensuite de base pour :
 - La rédaction des interventions à réaliser.
 - L'établissement des estimations budgétaires.

L'identification des pathologies permet d'établir un diagnostic et d'orienter vers des solutions de réparation ou des mesures préventives.

01.03. Présentation de l'ouvrage

L'ouvrage se présente comme un bâtiment rectangulaire en maçonnerie, couvert d'un bac acier nervuré reposant sur une charpente bois (fermes, demi-fermes et pannes). Il se subdivise en deux entités : un bloc logements sur deux niveaux et un bloc cuisine de plain-pied.



Figure 1: Localisation du projet (rayon 100 m)

Le projet est situé à quelques mètres de la mer, il sera soumis aux embruns marins.

02. Analyses documentaires

02.01. Documents supports de l'étude

Les calculs de résistance et de stabilité des ouvrages à construire seront conduits conformément aux prescriptions et indications émanant des documents officiels en vigueur en France et recommandations en usage dans la profession. Ce sont en particulier (liste non exhaustive) :

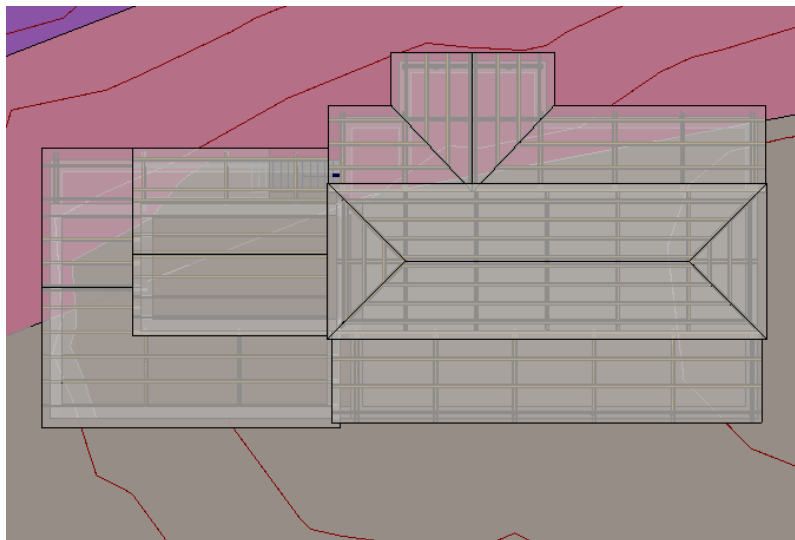
- *Documents réglementaires de référence :*
 - EN 1990 Eurocode 0 : Bases de calcul des structures
 - EN 1991 Eurocode 1 : Actions sur les structures
 - EN 1992 Eurocode 2 : Calcul des structures en béton
 - EN 1993 Eurocode 5 : Calcul des structures en bois
 - EN 1996 Eurocode 6 : Calcul des structures en maçonnerie
 - EN 1997 Eurocode 7 : Calcul géotechnique
 - EN 1998 Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance au séisme

Faute de plans disponibles, un relevé géométrique du bâtiment sera réalisé afin de collecter toutes les données nécessaires à l'étude.

02.02. Etudes du PPRN de Mayotte

Le bâtiment est situé dans une zone d'aléa :

- Moyen chute de bloc
- Faible mouvement de terrain



03. Relevé de l'existant

03.01. Méthodologie de relevé

Le relevé reposera sur une approche multimodale combinant :

- Inspection visuelle détaillée pour repérer l'état général, les désordres éventuels et valider les hypothèses structurelles ;
- Métrés traditionnels (décamètre, mètre ruban, télémètre laser et pied à coulisse) afin de contrôler les dimensions clés et garantir une précision millimétrique des éléments singuliers ;
- Numérisation par scanner 2D IMAPPER, offrant une résolution de l'ordre de ± 2 mm, pour générer des plans précis des niveaux et des élévations ;
- Captation aérienne par drone DJI Mini 4 Pro, qui fournira des photos et vidéos hautes définitions destinées à la modélisation photogrammétrique des toitures, des façades et des zones difficilement accessibles.

L'ensemble de ces données sera intégré dans un modèle numérique unique, assurant une représentation fidèle et exhaustive de l'ouvrage pour les études ultérieures.



03.02. Relevé des éléments porteurs

03.02.01. Fondations

Du fait de l'ancienneté de l'ouvrage, les fondations sont probablement en moellons : leur largeur avoisine 40 cm, mais leur hauteur s'adapte aux variations de pente du terrain et aux plateformes de terrassement.

03.02.02. Plancher bas

Le plancher bas est un plancher flottant désolidarisé des murs périphériques ; son épaisseur totale avoisine 12 cm

03.02.03. Murs porteurs

Les murs porteurs, épais de 45 cm, sont maçonnés en pierre sur environ 4 m de hauteur ; les derniers mètres sont réalisés en parpaings de 20 cm d'épaisseur.

03.02.04. Plancher haut RDC

Le plancher haut est une dalle à nervures trapézoïdales et tables. Sur cette dernière se trouve un carrelage.

03.02.05. Charpente

La charpente en bois se compose de fermes et de demi-fermes pour les coursives, tandis que les pannes portent directement la couverture. La modélisation issue du scan fournit les dimensions précises de chaque élément ; ces données sont essentielles pour vérifier la résistance de l'ossature face, notamment, aux vents cycloniques.

03.02.06. Couvertures

La couverture est réalisée en bac acier nervuré de 75/100.

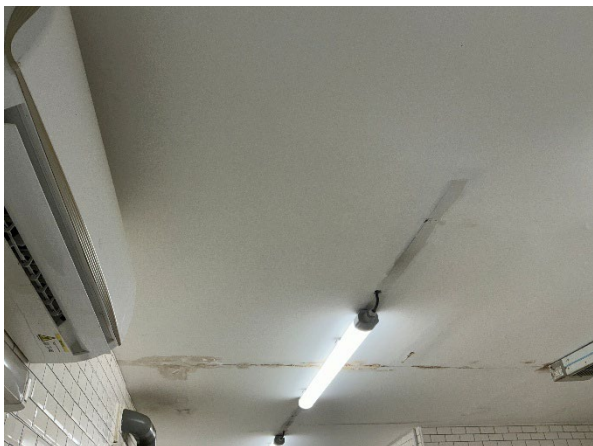
03.03. Modélisation du bâtiment existant

À la suite du relevé exhaustif réalisé le 24/06/2025, le bâtiment a été remodelisé sous Revit. Ce modèle numérique restitue avec précision la géométrie de l'ouvrage ; il constitue désormais la base de calcul pour déterminer les pressions exercées par les vents cycloniques et, plus largement, pour toutes les vérifications structurelles et scénarios de renforcement ultérieurs.

04. Identification des désordres structurels

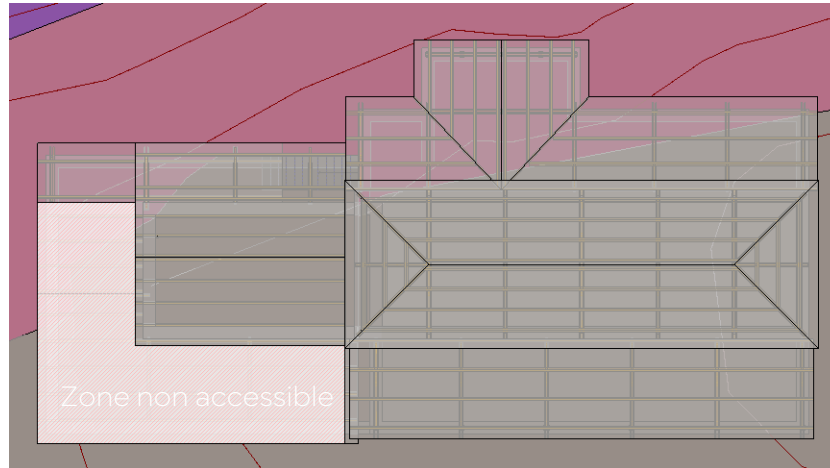
04.01. Couverture

La totalité de la couverture doit être remplacée. Sur le bloc logements, la majeure partie du bac acier a déjà été arrachée ; pour limiter les infiltrations, la toiture de la coursive côté mer a été déposée et placée provisoirement au-dessus des logements. À l'inverse, la couverture de la coursive côté intérieur et celle du bloc cuisine demeurent en place, mais présentent de larges zones de corrosion. Le personnel de cuisine signale d'ailleurs plusieurs fuites antérieures au passage du cyclone Chido. En conséquence, nous recommandons le remplacement complet de la couverture sur l'ensemble des toitures.



04.02. Charpente

La charpente du bloc cuisine demeure inaccessible. Épargnée par le cyclone, elle est présumée intacte ; toutefois, des investigations complémentaires seront réalisées lors de la dépose de la couverture existante.



La charpente de la coursive côté intérieur paraît intacte ; nous proposons de la conserver, sous réserve d'investigations complémentaires lors de la dépose de la couverture.



La charpente de la coursive côté mer au niveau des logements présente de graves défaillances : la plupart des pannes sont endommagées et, malgré l'apparente intégrité des demi-fermes, un examen rapproché révèle des membrures altérées et des assemblages fortement corrodés. Nous recommandons donc le remplacement intégral de cette charpente.



La charpente de la coursive côté mer, à hauteur du bloc cuisine, paraît intacte ; des investigations complémentaires seront néanmoins menées lors de la dépose de la couverture.



La charpente intérieure du bloc logements apparaît globalement saine : seule l'absence de quelques pannes, à remettre en place, est à signaler. Le bois, non traité à l'origine, ne présente aucune trace d'attaque xylophage ; un traitement fongicide-insecticide préventif est toutefois préconisé. Les organes de fixation, pour leur part, ne montrent aucune corrosion notable.



La charpente de l'auvent du bloc logements est partiellement détruite : un bracon manque et l'un des bracons restants présente des signes de faiblesse, avec décollement du montant vertical dû à un déboulonnage. Nous recommandons donc le remplacement intégral de la charpente de l'auvent.



04.03. Accessoires

Le remplacement complet de la couverture doit s'accompagner du renouvellement systématique de tous les accessoires : tôles faîtières, gouttières, noues, solin, descentes d'eaux pluviales, vaigrage, grilles anti-rongeurs, etc.



04.04. Faux plafond

Le faux-plafond du R+1 du bloc logements est entièrement détruit. Initialement réalisé en contreplaqué, il sera remplacé par un faux-plafond en plaques de plâtre.



04.05. Porteurs verticaux

Les murs porteurs ne présentent aucune faiblesse apparente. Sur l'ensemble de l'ouvrage, nous n'avons relevé que deux fissures superficielles ; elles se limitent à l'enduit et ne traversent pas la maçonnerie.



05. Vérifications structurelles

05.01. Hypothèse de calcul

05.01.01. Béton armé

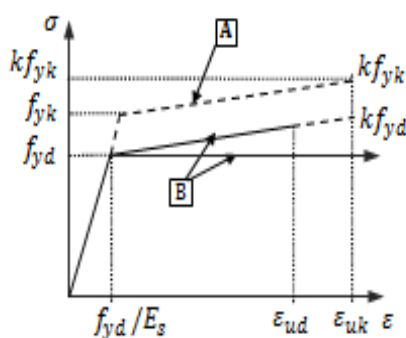
	Béton de propreté, Gros béton	Béton de fondations	Béton des ouvrages intérieurs	Bétons des ouvrages extérieurs
Classe de béton	C16/20 – XC0	C20/25 - XC2	C25/30 - XC3	C30/37 – XS1
Résistance caractéristique en compression	Fck = 16 MPa	Fck = 20 MPa	Fck = 25 MPa	Fck = 30 MPa
Résistance caractéristique à la traction	Fctm = 1,9 MPa	Fctm = 2,2 MPa	Fctm = 2,6 MPa	Fctm = 2,9 MPa
Module d'Young	Ecm = 29 GPa	Ecm = 30 GPa	Ecm = 31 GPa	Ecm = 33 GPa
Coefficient de dilatation	$\alpha = 10^{-5}$			
Masse volumique	$\gamma_b = 2,3 \text{ T/m}^3$	$\gamma_b = 2,5 \text{ T/m}^3$		
Coefficient de poisson	$\nu = 0,2$			

Nota :

- Les modules d'Young seront pris égales à 15 000 MPa, pour considérer les sections fissurées lors de l'analyse modale.
- Indentation minimale pour reprise de bétonnage = 5mm

05.01.02. Acier pour béton

Nuance d'acier



Classe des aciers longitudinaux : B500B

Classe des aciers transversaux : B500B

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.00 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$f_{ywk} = 500.00 \text{ MPa}$$

Classe de ductilité : B

$$E_s = 200000.00 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{uk} = 50.00\%$$

$$\epsilon_{ud} = 0.9\epsilon_{uk} = 0.9 \times 50.00 = 45.00\%$$

Diagramme avec droite inclinée

$$k = 1.08$$

$$\text{ELU : } \gamma_s = 1.15$$

$$\text{ELU-A : } \gamma_s = 1.00$$

$$\text{ELU-S : } \gamma_s = 1.00$$

05.01.03. Enrobages

Les enrobages sont définis suivant l'EC2-1-1 :

- Fondations et ouvrage contre terre : $C_{nom} = 50 \text{ mm}$
- Ouvrages intérieurs C25/30 – XC3 : $C_{nom} = 35 \text{ mm minimum}$
- Ouvrages extérieurs C30/37 – XS1 : $C_{nom} = 45 \text{ mm minimum}$

05.01.04. Fissuration

L'ouverture de fissure sera vérifiée sous combinaisons ELS quasi-permanentes selon le § 7.3.1 de l'EC2-1-1 :

Classe d'exposition	Éléments en béton armé et éléments en béton précontraint à armatures non adhérentes	Éléments en béton précontraint à armatures adhérentes
	Combinaison quasi-permanente des charges	Combinaison fréquente des charges
X0, XC1	0,40	0,20
XC2 et XC3	0,30	0,20
XS1	0,20	Décompression

05.01.05. Bois

- Bois résineux, de type C24, traité classe 4 :
 - f_{mk} : 24 MPa
 - Coefficient γ_m : 1,30
 - Masse volumique : 420 daN/m³

05.01.06. Charge permanentes

Les charges permanentes sont constituées de :

- Le poids propre de l'ouvrage,
- Couverture tôle nervurée aluminium : 7 daN/m²
- Faux-plafond : 20 daN/m²

05.01.07. Charges d'exploitations

Nous retenons les surcharges d'exploitation ci-dessous :

- Toiture inaccessible : 80 daN/m² (sur 10 m²)

05.01.08. Charges climatiques

Nous nous référons à l'Eurocode 1-4 et son annexe nationale en tenant compte des conditions fixées par le CCTP :

- Vitesse de référence $V_{b,0} = 30 \text{ m/s}$
- Hauteur au point le plus haut : 8 m, rayon d'orographie = 300 m
- Rugosité du terrain : 0
- Coefficient de direction : $C_{dir} = 1$
- Coefficient de saison : $C_{season} = 1$
- Coefficient orographique : $c_o = 1$
- Pression dynamique de pointe : 150 daN/m²

05.01.09. Charges sismiques

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010, Mayotte est classée en zone de sismicité modérée. L'ouvrage est classé en catégorie d'importance II. Nous tiendrons compte des hypothèses suivantes :

- Zone de sismicité : 3 ($a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}$)
- Catégorie d'importance : II ($\gamma_i = 1.0$)
- Coefficient de site : 1
- Coefficient d'amortissement : 5%
- Coefficient de comportement q : 1.5
- Classe de ductilité DCM

05.01.10. Combinaisons

Les sollicitations à considérer résultant des combinaisons d'actions figurant dans les textes réglementaires généraux des EUROCODES.

Aux ELS :

Combinaison caractéristique :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinaison fréquente :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinaison quasi permanente :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Aux ELU :

Combinaisons fondamentales durables et transitoires en situation de projet :

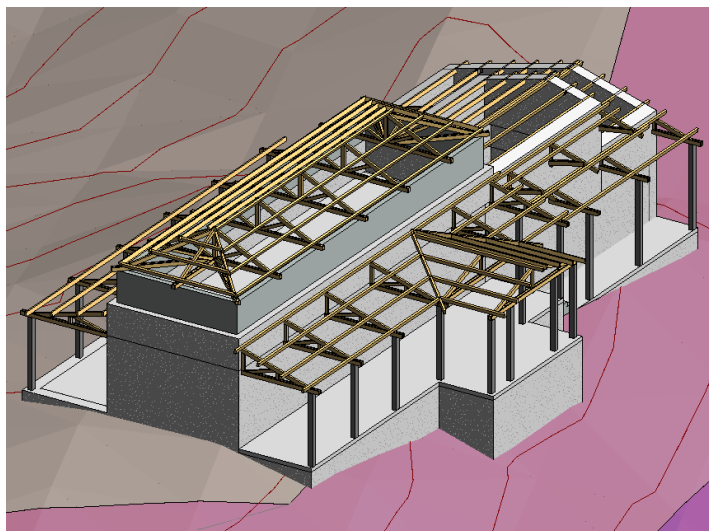
$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinaisons fondamentales accidentelles pour les situations de projet :

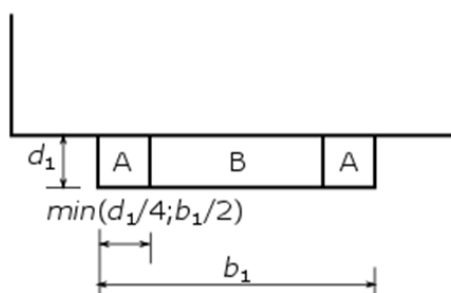
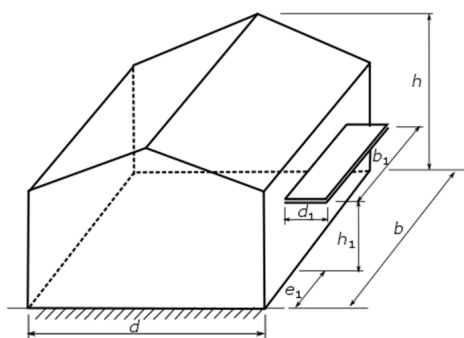
$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_1 \text{ ou } \psi_2) Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

05.02. Modélisation structurelle

Après modélisation géométrique dans Revit, la tenue de la charpente face aux vents cycloniques est vérifiée à l'aide du logiciel de calcul ADVANCE DESIGN.



La modélisation tiens compte de la norme EC 1-4 et des recommandations du CNC2M. Pour les coursives nous les assimilons à des auvents conformément à l'article 4.2 des recommandations pour l'application de la NF EN 1991-1-4.



05.03. Vérifications de la charpente avec les normes en vigueur

05.03.01. Coursive coté intérieur

Lors de la modélisation de cette zone, nous avons constaté que les pannes travaillent en flexion composée. Il n'est pas prévu de crois de contreventement.

Vue UTILISATEUR
7,950 m 2,500 m 11,200 m

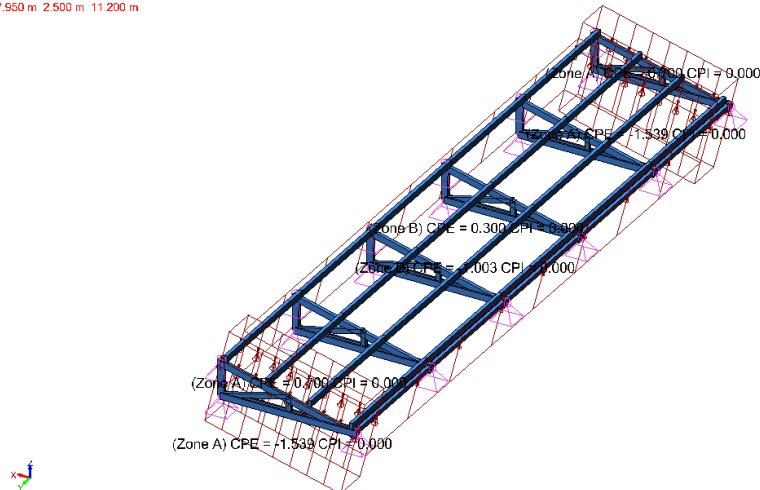


Figure 2 : Modèle de calcul coursive coté intérieur

Vue UTILISATEUR
Taux de travail max.
Filière : Taux de travail max.

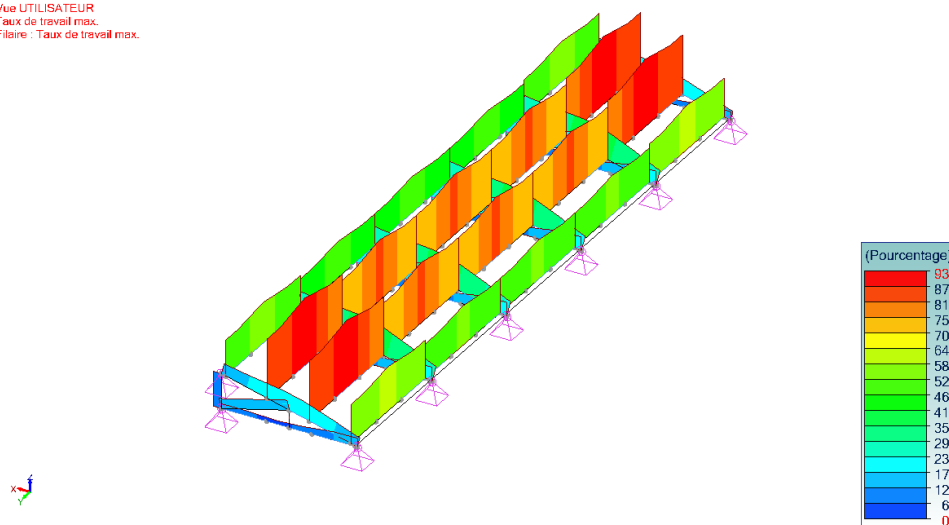


Figure 3 : Taux de travail max.

Les vérifications montrent que, sur cette coursive, les pannes, éléments les plus sollicités, mobilisent 93 % de leur capacité. La charpente de la coursive est donc conforme aux exigences des normes en vigueur.

Les assemblages de la charpente ont été vérifiés conformément à la NF EN 1993-1-8. Les relevés in situ confirment l'utilisation de boulons M16 pour les liaisons entre les fermes et le mur porteur ainsi que pour les connexions des contreventements triangulés. Sous les sollicitations maximales, ces boulons travaillent à 57 % de leur capacité, comme détaillé ci-dessous.

Vue UTILISATEUR
Analyse : 1, 2, 18, 101-113 (Enveloppe graphique - MexAbs)
Filaire : Fx
Axes locaux

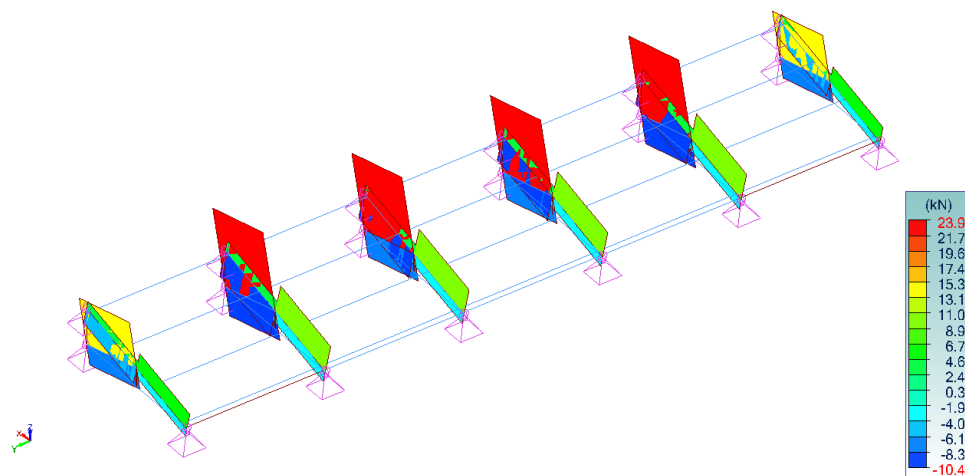


Figure 4 : Effort de traction

Vue UTILISATEUR
Analyse : 1, 2, 18, 101-113 (Enveloppe graphique - MexAbs)
Filaire : Fz
Axes locaux

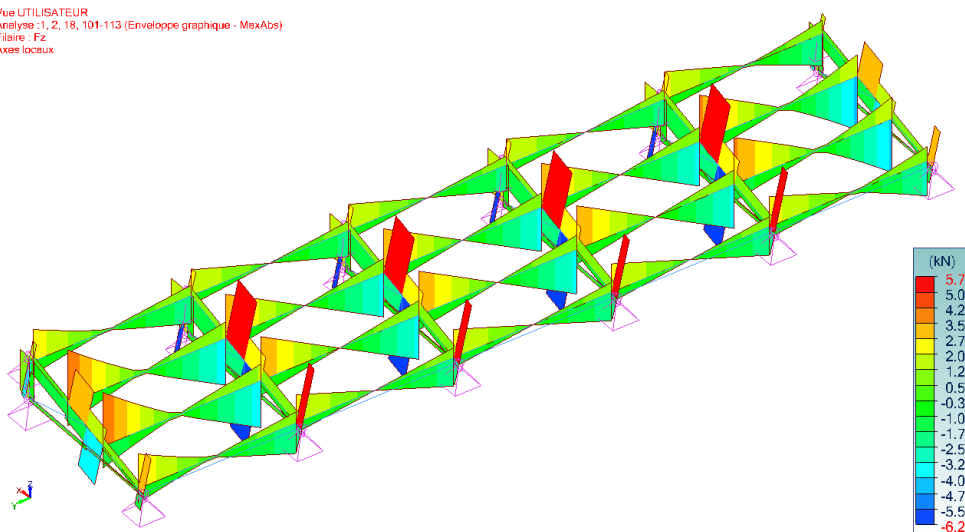


Figure 5 : Effort de cisaillement

NF EN 1993-1-8**Vérification d'un boulon non précontraint***Boulon à tête non fraisée*

Efforts internes		
Effort de cisaillement de calcul	$F_{v,Ed}$	6,20 kN
Effort de traction de calcul	$F_{t,Ed}$	23,00 kN

Résistance de calcul		
Classe de résistance du boulon		4.6
Limite d'élasticité du boulon	f_{yb}	240 MPa
Résistance ultime à la traction du boulon	f_{ub}	400 MPa
Résistance ultime à la traction de la pièce assemblée la plus faible	f_u	360 MPa
Coefficient partiel pour la résistance des boulons	γ_{M2}	1,25

Tableau 3.1

Tableau 3.1

Tableau 3.1

2.2 (2)

Dimensions du boulon		
Dénomination		M16
Diamètre nominal	d	16,0 mm
Diamètre du trou de perçage	d_0	18,0 mm
Moyenne entre surangle et surplat de la tête de boulon	d_m	24,6 mm
Aire résistante du boulon	A_s	157,0 mm ²
Épaisseur de la plaque située sous la tête de boulon	t_p	6,0 mm

Résistance au cisaillement		
Coefficient dépendant de la classe de résistance du boulon	α_v	0,60
Résistance au cisaillement par plan de cisaillement	$F_{v,Rd}$	30,14 kN
Taux de travail	-	21%

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Résistance à la traction		
Coefficient dépendant du type de boulon	k_2	0,90
Résistance à la traction	$F_{t,Rd}$	45,22 kN
Taux de travail	-	51%

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Résistance au cisaillement et à la traction combinés		
Taux de travail	-	57%

Tableau 3.4

05.03.02. Coursive côté mer

Lors de la modélisation de cette zone, nous avons constaté que les pannes travaillent en flexion composé. Il n'est pas prévu de crois de contreventement.

Vue UTILISATEUR
0.000 m 6.548 m 6.598 m

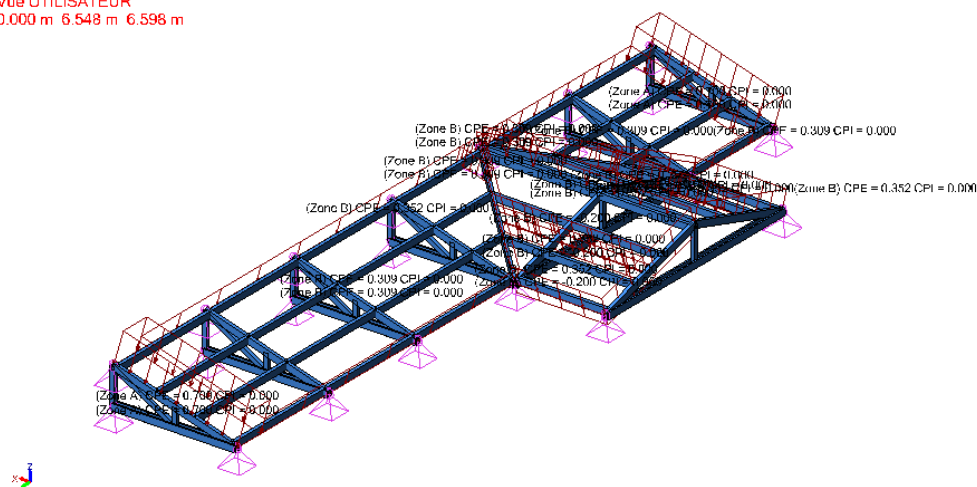


Figure 6 : Modèle de calcul coursive côté mer

Vue UTILISATEUR
Taux de travail max.
Filaire : Taux de travail max.

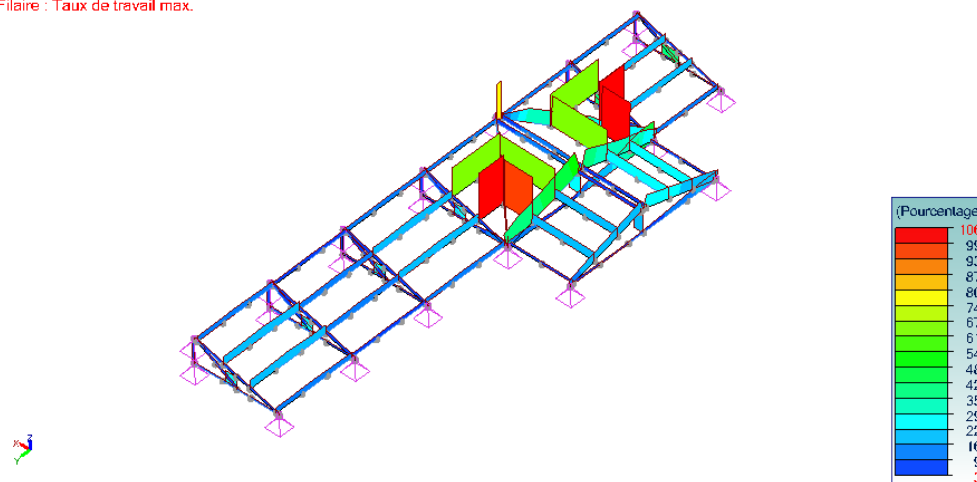


Figure 7 : Taux de travail max.

Les vérifications ont mis en évidence que, sur la coursive côté mer, les pannes, éléments les plus sollicités, dépassent leur capacité maximale, notamment en termes de flèche. Cette portion de charpente n'est donc pas conforme aux exigences des normes en vigueur. Par ailleurs, le diagnostic visuel a révélé que cette zone est endommagée. En conséquence, une réfection complète de la charpente est prévue sur ce secteur, incluant le renforcement structurel des pannes."

Les assemblages de la charpente ont été vérifiés conformément à la NF EN 1993-1-8. Les relevés in situ confirment l'utilisation de boulons M16 pour les liaisons entre les fermes et le mur porteur ainsi que pour les connexions des contreventements triangulés. Sous les

sollicitations maximales, ces boulons travaillent à 28 % de leur capacité, comme détaillé ci-dessous.

Vue UTILISATEUR
Analyse : 1-3, 101-113 (Enveloppe graphique - MaxAbs)
Filaire : Fx
Axes locaux

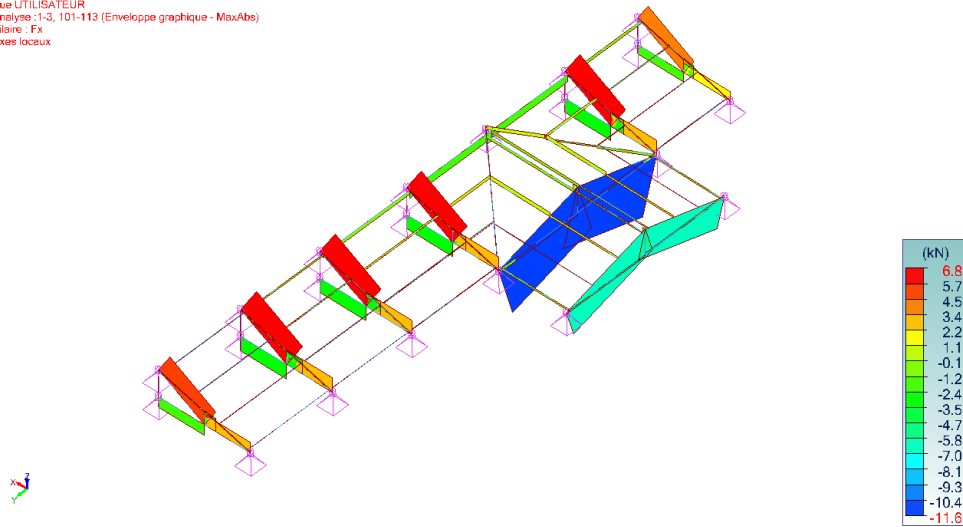


Figure 8 : Effort de traction

Vue UTILISATEUR
Analyse : 1-3, 101-113 (Enveloppe graphique - MaxAbs)
Filaire : Fz
Axes locaux

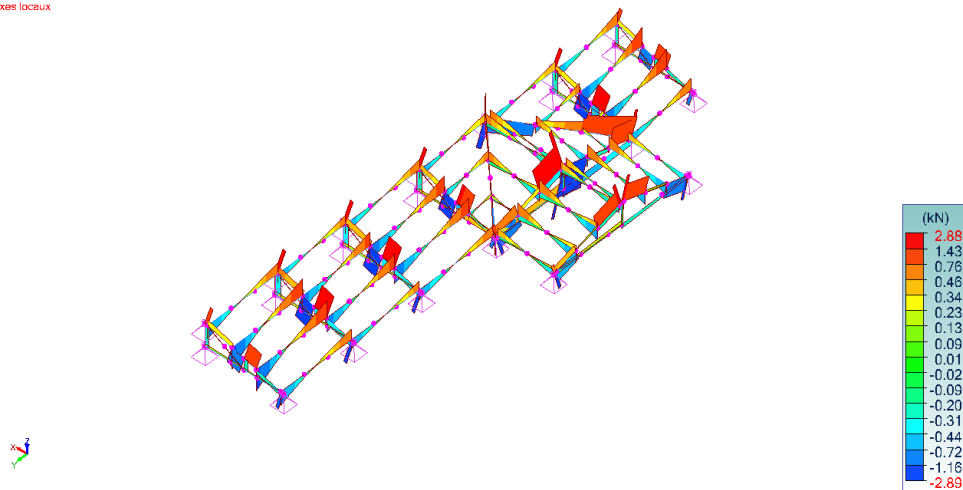


Figure 9 : Effort de cisaillement

NF EN 1993-1-8**Vérification d'un boulon non précontraint***Boulon à tête non fraisée*

Efforts internes		
Effort de cisaillement de calcul	$F_{v,Ed}$	2,90 kN
Effort de traction de calcul	$F_{t,Ed}$	11,60 kN

Résistance de calcul		
Classe de résistance du boulon		4.6
Limite d'élasticité du boulon	f_{yb}	240 MPa
Résistance ultime à la traction du boulon	f_{ub}	400 MPa
Résistance ultime à la traction de la pièce assemblée la plus faible	f_u	360 MPa
Coefficient partiel pour la résistance des boulons	γ_{M2}	1,25

Tableau 3.1

Tableau 3.1

Tableau 3.1

2.2 (2)

Dimensions du boulon		
Dénomination		M16
Diamètre nominal	d	16,0 mm
Diamètre du trou de perçage	d_0	18,0 mm
Moyenne entre surangle et surplat de la tête de boulon	d_m	24,6 mm
Aire résistante du boulon	A_s	157,0 mm ²
Épaisseur de la plaque située sous la tête de boulon	t_p	6,0 mm

Résistance au cisaillement		
Coefficient dépendant de la classe de résistance du boulon	α_v	0,60
Résistance au cisaillement par plan de cisaillement	$F_{v,Rd}$	30,14 kN
Taux de travail	-	10%

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Résistance à la traction		
Coefficient dépendant du type de boulon	k_2	0,90
Résistance à la traction	$F_{t,Rd}$	45,22 kN
Taux de travail	-	26%

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Résistance au cisaillement et à la traction combinés		
Taux de travail	-	28%

Tableau 3.4

Vue UTILISATEUR
Analyse : 1-17, 101-169 (Enveloppe graphique - MaxAbs)
Filaire : Fx
Axes locaux

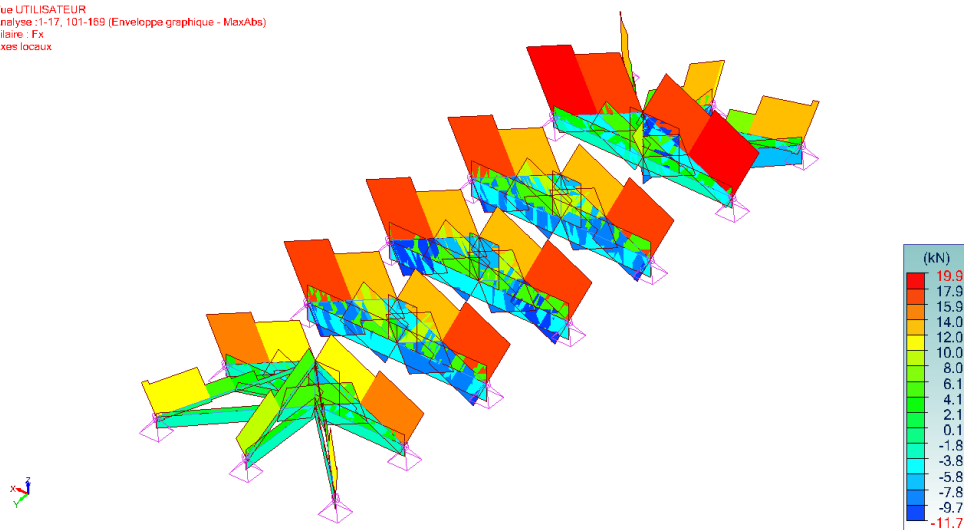


Figure 12 : Effort de traction

Vue UTILISATEUR
Analyse : 1-17, 101-169 (Enveloppe graphique - MaxAbs)
Filaire : Fz
Axes locaux

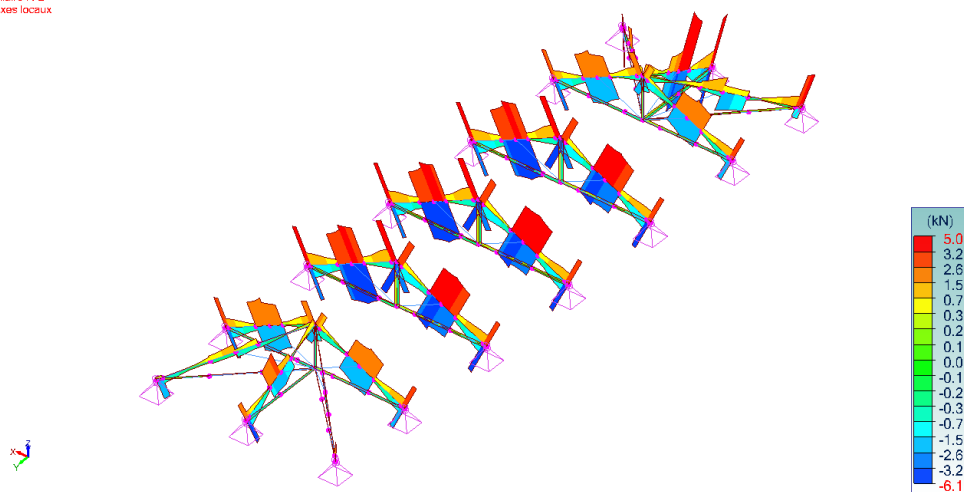


Figure 13 : Effort de cisaillement

NF EN 1993-1-8**Vérification d'un boulon non précontraint***Boulon à tête non fraisée*

Efforts internes		
Effort de cisaillement de calcul	$F_{v,Ed}$	19,90 kN
Effort de traction de calcul	$F_{t,Ed}$	6,10 kN

Résistance de calcul		
Classe de résistance du boulon		4.6
Limite d'élasticité du boulon	f_{yb}	240 MPa
Résistance ultime à la traction du boulon	f_{ub}	400 MPa
Résistance ultime à la traction de la pièce assemblée la plus faible	f_u	360 MPa
Coefficient partiel pour la résistance des boulons	γ_{M2}	1,25

Tableau 3.1

Tableau 3.1

Tableau 3.1

2.2 (2)

Dimensions du boulon		
Dénomination		M16
Diamètre nominal	d	16,0 mm
Diamètre du trou de perçage	d_0	18,0 mm
Moyenne entre surangle et surplat de la tête de boulon	d_m	24,6 mm
Aire résistante du boulon	A_s	157,0 mm ²
Épaisseur de la plaque située sous la tête de boulon	t_p	6,0 mm

Résistance au cisaillement		
Coefficient dépendant de la classe de résistance du boulon	α_v	0,60
Résistance au cisaillement par plan de cisaillement	$F_{v,Rd}$	30,14 kN
Taux de travail	-	66%

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Résistance à la traction		
Coefficient dépendant du type de boulon	k_2	0,90
Résistance à la traction	$F_{t,Rd}$	45,22 kN
Taux de travail	-	13%

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Tableau 3.4

Résistance au cisaillement et à la traction combinés		
Taux de travail	-	76%

Tableau 3.4

06. Estimations des travaux

Estimatif -					
CASE ROCHER					
LOT n°01. DESCRIPTIF DES TRAVAUX					
N°	Désignation	U	Qté	Prix Unitaire	Montant HT
01	DESCRIPTIF DES TRAVAUX				
01.1	ETUDES DE CONCEPTION	ft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
01.2	TRAVAUX				
01.2.1	PLANS D'EXECUTION	ft	1	5 500,00 €	5 500,00 €
01.2.2	DEPOSE				
01.2.2.1	Dépose couverture y compris les éléments de charpente défaillant et mise en décharge	t	1,000	15 000,00 €	15 000,00 €
Sous-Total HT de DEPOSE					15 000,00 €
01.2.3	CHARPENTE				
01.2.3.1	Demi-fermes	m³	1,000	4 600,00 €	4 600,00 €
01.2.3.2	Pannes	m³	1,500	3 900,00 €	5 850,00 €
01.2.3.3	Arêtier	m³	0,200	3 900,00 €	780,00 €
Sous-Total HT de CHARPENTE					11 230,00 €
01.2.4	COUVETURE				
01.2.4.1	Couverture en tôle nervuré aluminium	m²	390,00	120,00 €	46 800,00 €
01.2.4.2	Isolant	m²	210,00	30,00 €	6 300,00 €
Sous-Total HT de COUVETURE					53 100,00 €
01.2.5	ACCESSOIRES				
01.2.5.1	Noues	ml	10,00	100,00 €	1 000,00 €
01.2.5.3	Bande de rive	ml	50,00	90,00 €	4 500,00 €
01.2.5.4	Bande de faîtage	ml	40,00	90,00 €	3 600,00 €
01.2.5.5	Solin	ml	61,00	90,00 €	5 490,00 €
01.2.5.6	Vaigrage	m²	30,00	165,00 €	4 950,00 €
01.2.5.7	Crochet de sécurité	ft	1	3 500,00 €	3 500,00 €
Sous-Total HT de ACCESSOIRES					23 040,00 €
01.2.6	RESEAUX D'EVACUATION EP				
01.2.6.1	Gouttière demi-ronde PVC	ml	115,00	65,00 €	7 475,00 €
01.2.6.2	Descente EP	ml	60,00	90,00 €	5 400,00 €
Sous-Total HT de RESEAUX D'EVACUATION EP					12 875,00 €
01.2.7	FAUX PLAFOND				
01.2.7.1	Faux plafond en placoplatre	m²	210,00	90,00 €	18 900,00 €
Sous-Total HT de FAUX PLAFOND					18 900,00 €
Sous-Total HT de TRAVAUX					139 645,00 €
MONTANT HT - 01 - DESCRIPTIF DES TRAVAUX					154 645,00 €
MONTANT TVA - 0%					
MONTANT TTC - 01 - DESCRIPTIF DES TRAVAUX					154 645,00 €

,25*1/1

07. Conclusion et recommandations

Le présent rapport de diagnostic structurel, a eu pour objet principal de définir les hypothèses techniques et méthodologiques relatives aux travaux de changement de toiture suite aux dégâts causés par le cyclone CHIDO, survenu le 14 décembre 2024 à Mayotte. Ce cyclone a généré des rafales de vent dépassant les 226 km/h, excédant ainsi largement les seuils de 210 km/h prévus par les normes françaises et européennes pour le dimensionnement des structures en outre-mer. La mission visait la reconstruction à l'identique de la toiture, garantissant le respect des exigences en matière de résistance structurelle et climatique.

La méthodologie a combiné des relevés par drone et des visites de site pour un constat détaillé de la situation et l'identification des pathologies. L'ouvrage, un bâtiment rectangulaire en maçonnerie avec une toiture en bac acier nervuré sur une charpente bois, a été remodelisé sous Revit pour les vérifications structurelles. Les calculs de résistance et de stabilité ont été menés conformément aux Eurocodes (EN 1990 à EN 1998).

Les principaux désordres identifiés sont les suivants :

- Couverture : La totalité de la couverture doit être remplacée en raison des arrachements de bac acier sur le bloc logements et de larges zones de corrosion et fuites antérieures sur la toiture de la coursive côté intérieur et celle du bloc cuisine.
- Charpente :
 - La charpente de la coursive côté mer (niveau logements) présente de graves défaillances (pannes endommagées, membrures altérées, assemblages corrodés) et son remplacement intégral est recommandé et jugé nécessaire. Les vérifications structurelles confirment d'ailleurs qu'elle n'est pas conforme aux normes en vigueur, notamment en termes de flèche des pannes.
 - La charpente de l'auvent du bloc logements est partiellement détruite et son remplacement intégral est également recommandé.
 - La charpente du bloc cuisine et celle de la coursive côté intérieur sont présumées intactes ou paraissent intactes, mais nécessitent des investigations complémentaires lors de la dépose de la couverture.
 - La charpente intérieure du bloc logements est globalement saine, bien qu'un traitement fongicide-insecticide préventif soit préconisé.
- Accessoires : Le remplacement de la couverture implique le renouvellement systématique de tous les accessoires (tôles faîtières, gouttières, noues, etc.).
- Faux plafond : Le faux-plafond du R+1 du bloc logements est entièrement détruit et sera remplacé par des plaques de plâtre.
- Murs porteurs : Les murs porteurs ne présentent aucune faiblesse apparente, avec seulement des fissures superficielles limitées à l'enduit.

Les vérifications structurelles ont montré que :

- La charpente de la coursive côté intérieur est conforme aux exigences des normes en vigueur, les pannes mobilisant 93% de leur capacité.
- La charpente de la coursive côté mer n'est pas conforme aux exigences des normes en vigueur, les pannes dépassant leur capacité maximale.
- Les éléments de charpente situés au niveau des logements sont conformes aux normes en vigueur.

En somme, les travaux de réparation sont indispensables pour restaurer l'intégrité structurelle de l'ouvrage face aux aléas climatiques extrêmes que connaît Mayotte. Le remplacement complet de la couverture et des sections de charpente endommagées ou non conformes (notamment celles de la coursive côté mer et de l'auvent) est crucial pour assurer la sécurité et la pérennité du bâtiment.