

NOTE TECHNIQUE

Faisabilité structurelle (Phase DIAG)

Travaux de réfection des couvertures
de la station IFREMER de Port-En-Bessin



Date	Indices	Description Modifications
16/12/2025	0	Première diffusion

Rédacteur : Mariano Pablo Rodriguez
Ing. Génie Civil UNCuyo-ENISE

**Sommaire :**

1)	Introduction	3
2)	Objet et limites de notre prestation	3
3)	Extraits du diagnostic édité le 21-05-24 par NEPSEN.	4
4)	Analyse sondages complexe d'isolation-étanchéité en Zone 1 faits par l'entreprise NEPSEN.....	7
a)	Travées de portée de 3.60 m hauteur du bac acier profil support : 74 mm	7
b)	Travées de portée de 2.60 m : hauteur du bac acier profil support : 49mm	9
5)	Sondage plafond Zone 1 fait par l'entreprise NEPSEN	10
6)	Structure existante.....	11
•	Zone 1 :	11
•	Zone 2 :	12
7)	Analyse des poids des complexes d'isolation-étanchéité existants-projet Zone 1.	14
8)	Analyse de la variation des conditions d'exposition aux vents.	14
9)	Analyse de la variation des chargements fondations ou des appuis des poteaux	15
10)	Conclusions concernant la modification du complexe d'isolation-étanchéité.....	16
11)	Préconisations à prendre en compte lors des travaux :	16
12)	Préconisations concernant les points d'appuis pour la mise en place des GC dans la zone 1	16



1) Introduction

Nous avons été missionnés par Mr Lemonnier, entreprise NEPSEN Bâtiment, pour rédiger la présente note de faisabilité structurelle pour les travaux de réfection des couvertures de la station IFREMER située à Port en Besin (14).

Pour ce fait nous avons eu les documents suivants :

-  0_Plan numerise NEPSEN
-  01_Plan_MOA
-  IFREMER_Annexe_01_EdL.pdf
-  IFREMER_Diagnostic.pdf
-  IFREMER_Reportage_photographique.pdf

Plan MOA :

-  650_00_Surfaces par catégorie.pdf
-  Plan_RDC.pdf
-  Plan_Sous_sol.pdf
-  Plan_Topographie.pdf

Plan NEPSEN

-  Extension_Coupe AA BB CC 2001.pdf
-  Extension_Coupe DD EE FF 2001.pdf
-  Extension_Plan RdC 2001.pdf
-  Plan détail structure 03_1991.pdf
-  Plan ensemble structure 01_1991.pdf
-  Plan implantation structure 02_1991.pdf
-  Plan_RDC.pdf
-  Plan_Sous_sol.pdf
-  Plan_Topographie.pdf

2) Objet et limites de notre prestation

Notre prestation se limite strictement à la rédaction d'une note de faisabilité structurelle en comparant le poids du complexe d'isolation-étanchéité existante avec le poids du complexe du projet et à la rédaction des préconisations pour la fixation des montants des garde-corps de la zone 1.

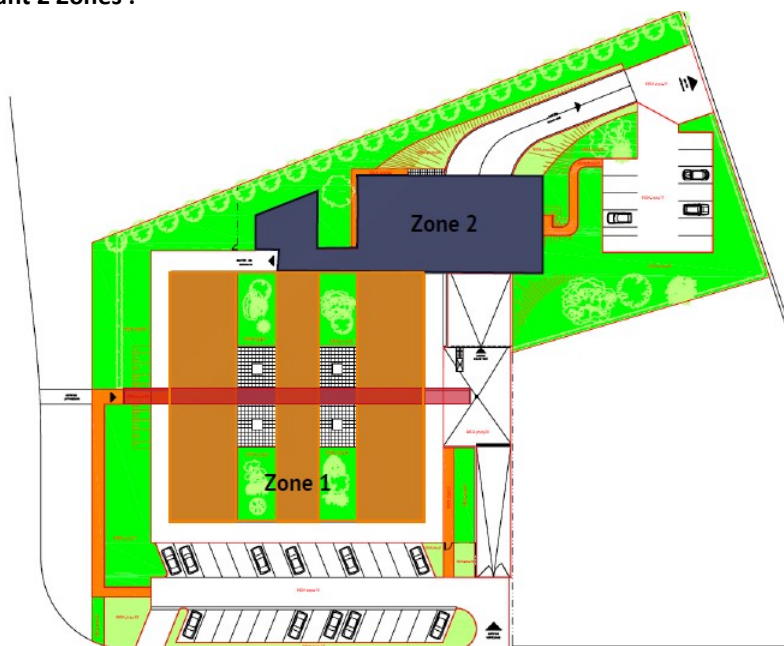
Nous n'avons pas comme mission de vérifier par le calcul la structure existante soumise aux nouvelles charges du projet. Egalement nous n'avons pas été missionnés pour dimensionner ou établir un plan de renforcement de la structure existante.

Cette note est à lire avec l'ensemble des documents cités en introduction.

3) Extraits du diagnostic édité le 21-05-24 par NEPSSEN.

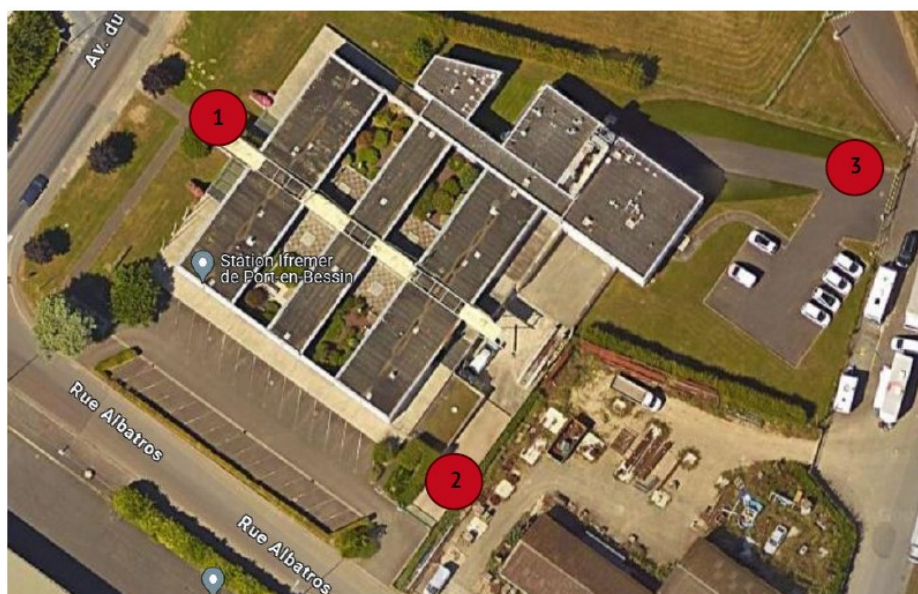
Fichier :  IFREMER_Diagnostic.pdf

Toitures identifiées suivant 2 Zones :



-  = Zone 1 : Construction initiale des années 1990 – RDC + Sous-sols
-  = Zone 2 : Extension des années 2000' – RDC + Sous-sols
-  = Passerelle métallique non structurale posée sur la toiture

VUE AERIEENNE




Indicateurs de vétusté et performance :

Indicateurs	Vétusté	Performance énergétique
	Bon état : intervention > 5 ans	Bonne performance : supérieure à la réglementation thermique
	Etat correct : intervention à prévoir entre 2 et 5 ans	Performance moyenne : < 50% d'écart avec la réglementation
	Mauvais état : intervention nécessaire < 2 ans	Performance mauvaise : > 50% d'écart avec la réglementation

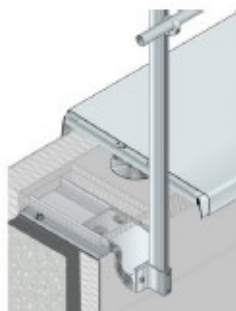
NC : Non Connu
SO : Sans Objet

2.13.1. Toiture

Désignation	Mode constructif et vétusté	Performance énergétique	Observations / avis
Toitures-terrasses – Zone 1 : Construction initiale	<u>Mode constructif :</u> ➤ Toiture terrasse accessible avec échelle à crinoline ; ➤ Structure en TAN (Tôle d'Acier Nervurée) ; ➤ Etanchéité bitumineuse ; ➤ Présence d'éléments en toiture : ventilations, hottes de laboratoire, crosses électriques, ventilation de chute, ... <u>Etat de conservation :</u> • Etanchéité vieillissante. Le MOA a soulevé de nombreuses infiltrations d'eau en divers points.	Faible épaisseur d'isolation thermique : 6cm.	Hauteur des acrotères faibles : environ 15cm en certains points. En cas d'isolation une réhausse sera nécessaire pour assurer une parfaite étanchéité. Absence de protection collective sur une grande partie des toitures. Présence d'une ligne de vie sur certaines toitures. Présence d'une structure métallique décorative fixée sur la toiture en différents points. Présence d'équipements techniques en toiture.
Toitures-terrasses – Zone 2 : Extension	<u>Mode constructif :</u> ➤ Toiture terrasse accessible avec échelle à crinoline ; ➤ Structure en TAN (Tôle d'Acier Nervurée) ; ➤ Etanchéité bitumineuse ; ➤ Présence d'éléments en toiture : groupes VMC, PAC, hottes de laboratoire, crosses électriques, ventilation de chute, ... <u>Etat de conservation :</u> • Etanchéité vieillissante. Le MOA a soulevé de nombreuses infiltrations d'eau en divers points.	Faible épaisseur d'isolation thermique : 6 cm.	Hauteur des acrotères faibles : environ 15cm en certains points. En cas d'isolation une réhausse sera nécessaire pour assurer une parfaite étanchéité. Absence de protection collective sur l'ensemble des toitures. Présence ponctuelle de garde-corps / garde-corps autoportés. Présence d'équipements techniques en toiture.

*Photo 1 : toitures-terrasses - construction initiale**Photo 2 : toitures-terrasses - extension*

Ci-après à droite une illustration du mode constructif des toitures.
Dans ce schéma est présenté sous l'équerre de renfort un contreplaqué bois. Nous n'avons pas cet élément sur le complexe.

*Figure 1 : mode constructif**Figure 2 : fixation des garde-corps*

Ci-après à gauche une illustration de pose des points d'ancrage présent en toiture.
Les garde-corps sont fixés au-dessus du tube creux existant (pose à la française).

OBS BEMAR : ci-dessus les points de fixation pour les GC concerne la toiture en Zone 2. La Zone 1 est dépourvue des points de fixation des GC.



Hypothèse :

Elément	Masse surfacique	λ (W/mK)
Hypothèse de l'isolant PIR :	32 kg/m ³	0,022

Complexe existant :

Elément	Masse surfacique	Epaisseur	Remarques
Isolant existant : PIR épaisseur 60mm	1,92 kg/m ²	60 mm	Performances thermiques inconnues
Complexe bitumineux 20mm	10 kg/m ²	20 mm	
Total :	11,92 kg/m²	80 mm	

Complexe état projet :

Elément	Masse surfacique	Epaisseur	Remarques
Isolant existant : PIR épaisseur 132 mm pour un R de 6 m ² / (K.W)	4,224 kg/m ²	132 mm	
Complexe bitumineux	10 kg/m ²	20 mm	
Total :	14,224 kg/m²	152 mm	

4) Analyse sondages complexe d'isolation-étanchéité en Zone 1 faits par l'entreprise NEPSEN.

a) Travées de portée de 3.60 m hauteur du bac acier profil support : 74 mm



Dans la gamme d'Arcelor nous avons trouvé un profil équivalent satisfaisant la portée et les charges à reprendre (existantes et celles du projet) :



Hacierco® 4.214.74

Supports d'étanchéité



Longueur de profilage : Minimale 1800 mm / Maximale 22 000 mm

Caractéristiques expérimentales

Caractéristiques expérimentales					Epaisseur (mm)			
					0,75	0,88	1,00	1,25
Masse surfacique (kg/m²)					8,94	10,49	11,92	14,90
Action des charges descendantes	Moments d'inertie (cm⁴/ml)	Travée simple		I2	91,70	107,59	122,26	152,83
		Deux travées égales		I3	86,74	101,77	115,65	144,56
		Continuité		Im	89,22	104,68	118,96	148,69
	Moments de flexion (m.daN/ml)	En travée	Système élastique	Ma2T	479,18	562,24	638,91	798,64
			Système élasto-plastique	Ma3T	605,91	710,93	807,87	1 009,84
		Sur appui		Ma3A	535,27	628,04	713,69	892,11
			Sous charge concentrée		Mc	360,00	422,40	480,00

Tableau d'utilisation pour travées égales avec charges exprimées en daN/m²

Hacierco® 4.214.74 - Selon PV SOCOTEC LG 4001

Charges d'exploitation	Charges permanentes	Total des charges descendantes	2 appuis				3 appuis				4 appuis			
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
100	10	110	3,90	4,10	4,30	4,60	5,15	5,35	5,55	5,85	4,80	5,05	5,20	5,50
100	15	115	3,90	4,10	4,25	4,55	5,15	5,35	5,55	5,85	4,80	5,05	5,20	5,50
100	20	120	3,85	4,05	4,20	4,50	5,05	5,35	5,55	5,85	4,75	5,00	5,20	5,50
100	25	125	3,80	4,00	4,15	4,45	5,00	5,35	5,55	5,85	4,70	4,95	5,15	5,50
100	30	130	3,75	3,95	4,10	4,40	4,95	5,25	5,50	5,85	4,65	4,90	5,05	5,45
100	35	135	3,70	3,90	4,05	4,35	4,80	5,20	5,40	5,80	4,60	4,80	5,00	5,35
100	100	200	3,50	3,45	3,60	3,85	4,00	4,35	4,65	5,15	4,00	4,25	4,45	4,75
100	150	250	3,05	3,20	3,35	3,60	3,30	3,80	4,20	4,65	3,45	3,80	4,15	4,45
125	25	150	3,60	3,80	3,95	4,20	4,55	4,90	5,20	5,55	4,45	4,65	4,85	5,20
150	25	175	3,40	3,60	3,75	4,00	4,25	4,55	4,85	5,30	4,20	4,45	4,60	4,95
175	25	200	3,25	3,40	3,55	3,85	3,85	4,30	4,55	5,05	3,85	4,20	4,40	4,75
200	25	225	3,10	3,25	3,40	3,65	3,40	4,00	4,30	4,80	3,50	4,00	4,20	4,50



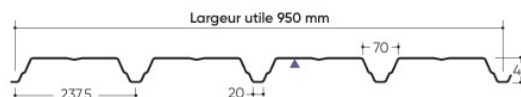
b) Travées de portée de 2.60 m : hauteur du bac acier profil support : 49mm



Dans la gamme d'Arcelor nous avons trouvé un profil équivalent satisfaisant la portée et les charges à reprendre (existantes et celles du projet) :

Hacierco® 4.237.46

Supports d'étanchéité



Longueur de profilage : Minimale 1 800 mm / Maximale 15 000 mm

Caractéristiques expérimentales

Caractéristiques expérimentales					Epaisseur (mm)			
					0,75	0,88	1,00	1,25
Masse surfacique (kg/m²)					7,34	8,62	9,79	12,24
Action des charges descendantes	Moments d'inertie (cm⁴/ml)	Travée simple		I2	32,15	37,72	42,87	53,59
		Deux travées égales		I3	28,42	33,35	37,89	47,37
		Continuité		Im	30,29	35,54	40,38	50,48
	Moments de flexion (m.daN/ml)	En travée	Système élastique	Ma2T	248,00	290,98	330,66	413,33
			Système élasto-plastique	Ma3T	295,25	346,43	393,67	492,09
		Sur appui		Ma3A	262,50	308,00	350,00	437,50
		Sous charge concentrée		Mc	203,74	239,05	271,65	339,56


Tableau d'utilisation pour travées égales avec charges exprimées en daN/m²

Hacierco® 4.237.46 - Selon PV SOCOTEC KM 7534

Charges d'exploitation	Charges permanentes	Total des charges descendantes	2 appuis				3 appuis				4 appuis			
			0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25	0,75	0,88	1,00	1,25
100	10	110	2,75	2,90	3,05	3,25	3,60	3,75	3,95	4,25	3,35	3,55	3,70	3,95
100	15	115	2,75	2,90	3,05	3,25	3,60	3,75	3,95	4,20	3,35	3,55	3,70	3,95
100	20	120	2,75	2,85	3,00	3,20	3,55	3,75	3,90	4,15	3,35	3,50	3,65	3,90
100	25	125	2,70	2,85	2,95	3,15	3,50	3,70	3,85	4,10	3,30	3,45	3,60	3,85
100	30	130	2,65	2,80	2,90	3,10	3,45	3,65	3,80	4,05	3,25	3,40	3,55	3,80
100	35	135	2,65	2,75	2,90	3,10	3,40	3,60	3,75	4,00	3,20	3,40	3,50	3,75
100	100	200	2,30	2,45	2,55	2,75	2,80	3,05	3,25	3,55	2,80	3,00	3,10	3,35
100	150	250	2,15	2,30	2,35	2,55	2,30	2,65	2,95	3,25	2,30	2,65	2,90	3,10
125	25	150	2,55	2,70	2,80	3,00	3,20	3,45	3,65	3,90	3,10	3,25	3,40	3,65
150	25	175	2,40	2,55	2,65	2,85	2,95	3,20	3,40	3,70	2,95	3,10	3,20	3,45
175	25	200	2,30	2,40	2,50	2,70	2,70	3,00	3,20	3,50	2,70	2,95	3,05	3,30
200	25	225	2,20	2,30	2,40	2,60	2,40	2,80	3,00	3,35	2,40	2,80	2,95	3,15

5) Sondage plafond Zone 1 fait par l'entreprise NEPSEN .

Plafond suspendu poids estimé à 10 daN/m²
Poids laine minerale ep. 10cm estimé à 5 daN/m²
OBS BEMAR Structures : Il faudra nous confirmer si la laine minerale est presente par tout dans les zones 1 et 2.



6) Structure existante.

A partir des plans que nous ont été fournis, nous avons pu constater la structure suivante :

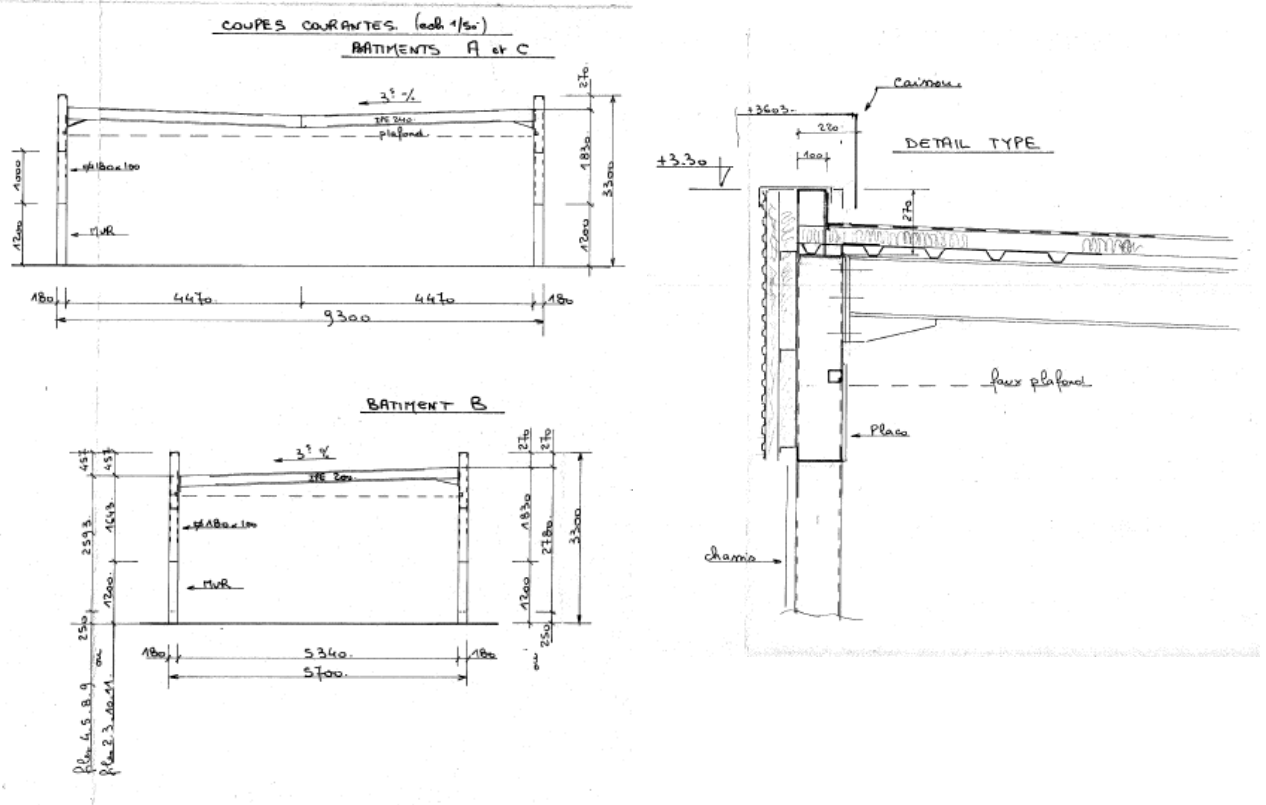
• Zone 1 :

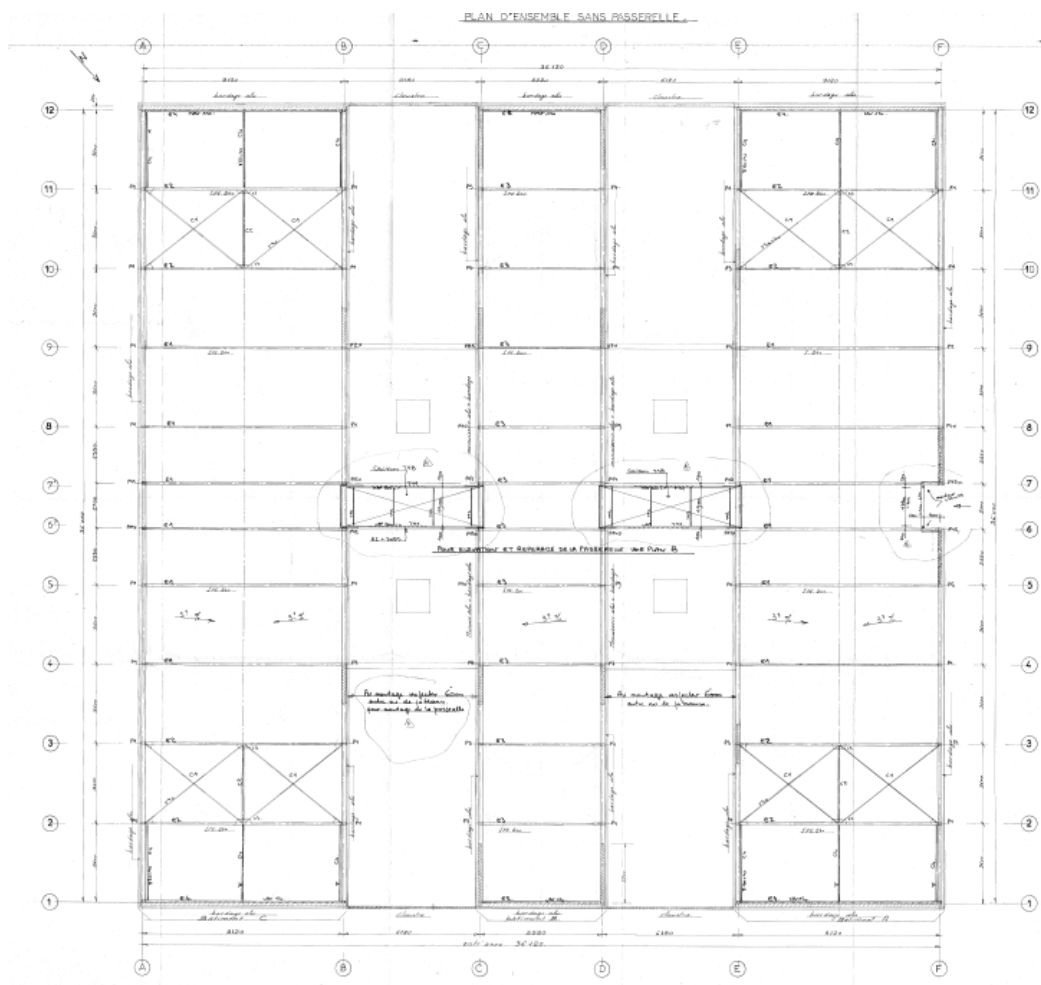
Structure métallique composée des portiques articulés en pieds (poteaux-poutres), avec 2 hauteurs de bac acier support du complexe d'isolation-étanchéité, qui sont fonction de leur portée. La stabilité est assurée par les portiques dans le sens parallèle au portique et par des palées de stabilités dans le sens perpendiculaire aux portiques.

Profils bac acier support complexe d'isolation-étanchéité : 2 hauteurs différentes : 46mm et 74mm suivant portées.

Système de fondation : inconnu.

Extraits des plans :





• **Zone 2 :**

Structure de la toiture : poutres et pannes métalliques (sections des poutres et pannes non connues).

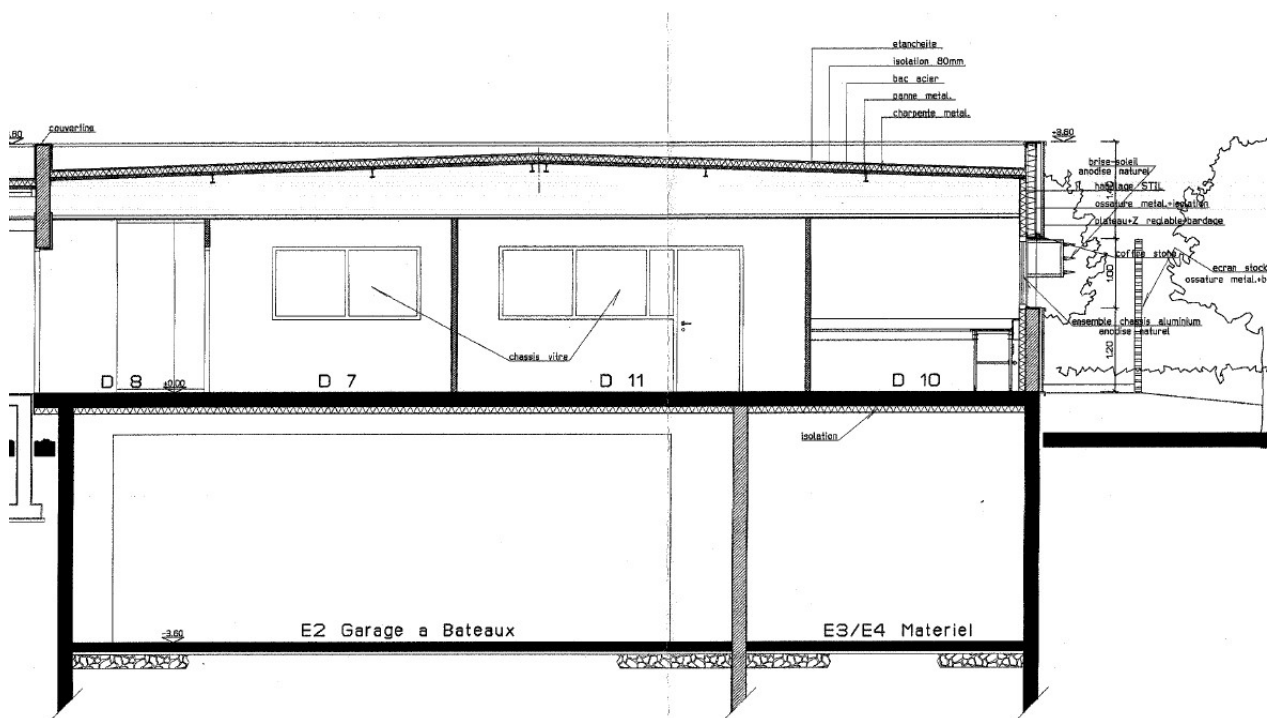
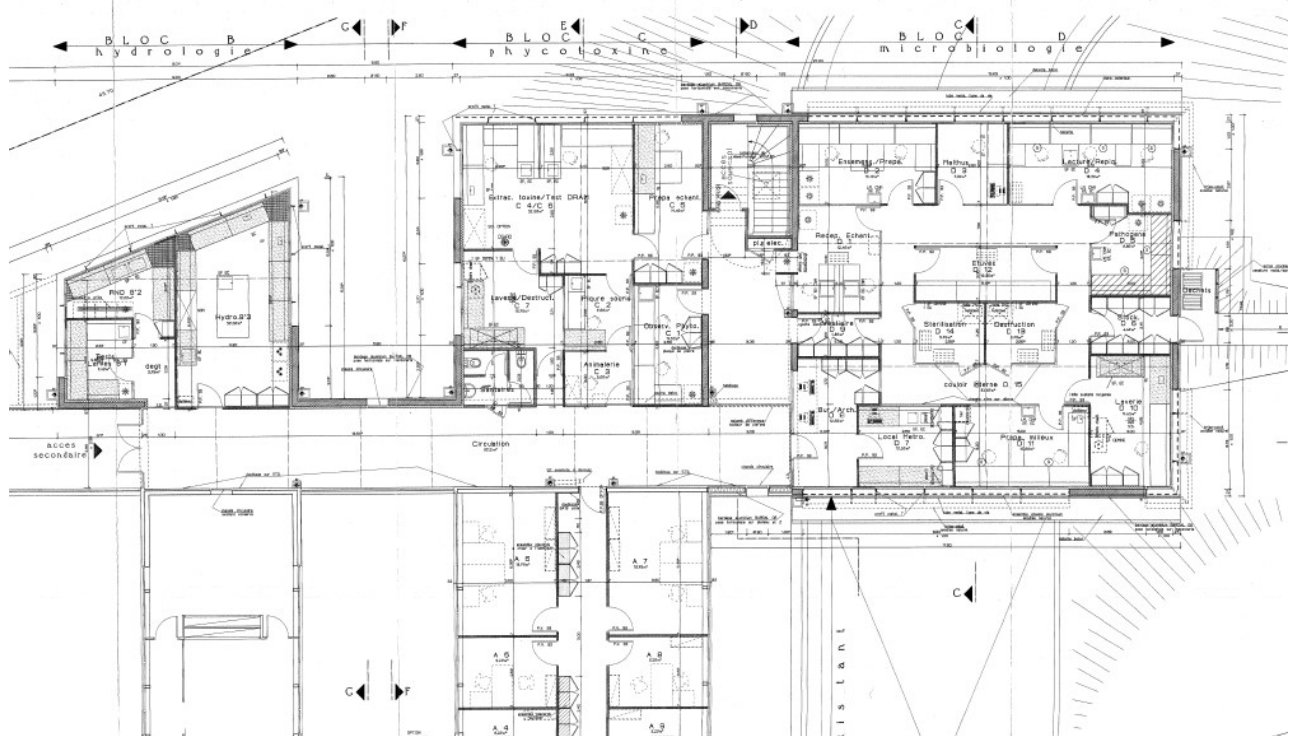
Bac acier support isolation- étanchéité (profil non confirmé par sondage).

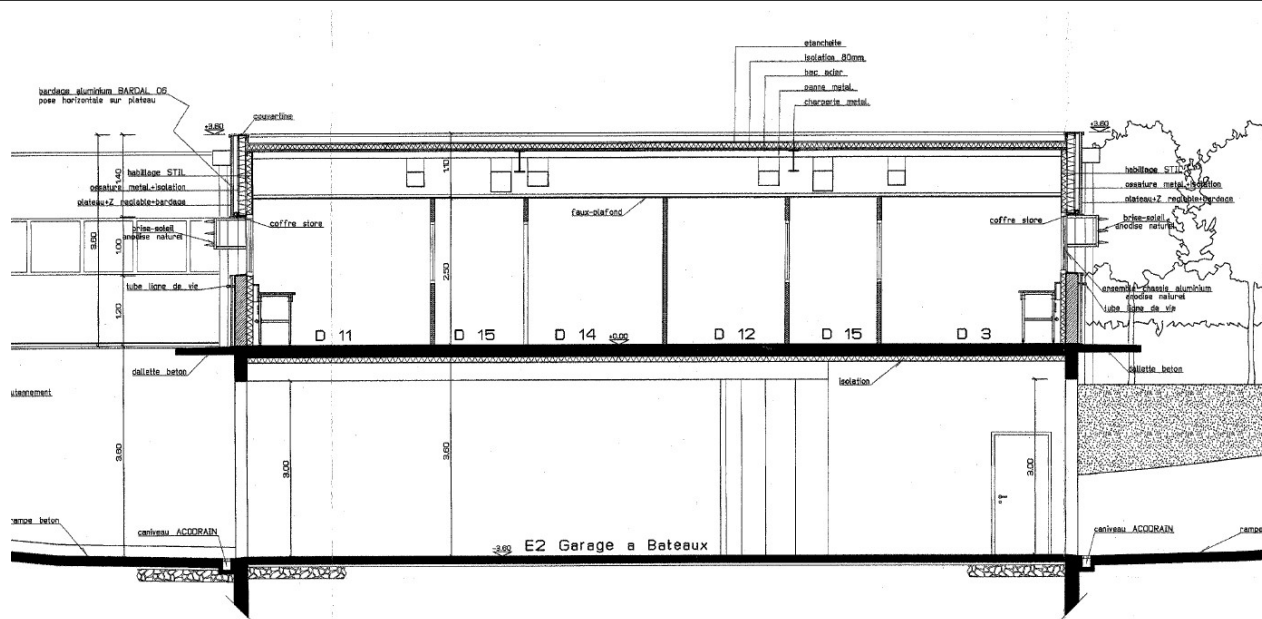
Isolation épaisseur 80mm (non confirmé par sondage).

Murs en maçonnerie (d'après hachures en plans architectes, non confirmé par sondages)

Stabilité bâtiment : non connue.

Ci-dessous extraits plans architectes.





7) Analyse des poids des complexes d'isolation-étanchéité existants-projet Zone 1.

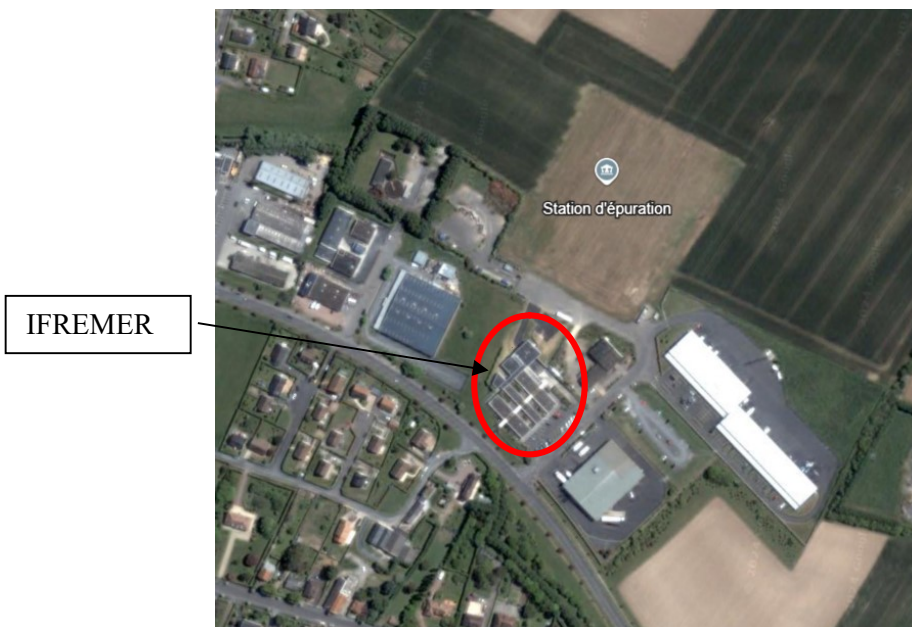
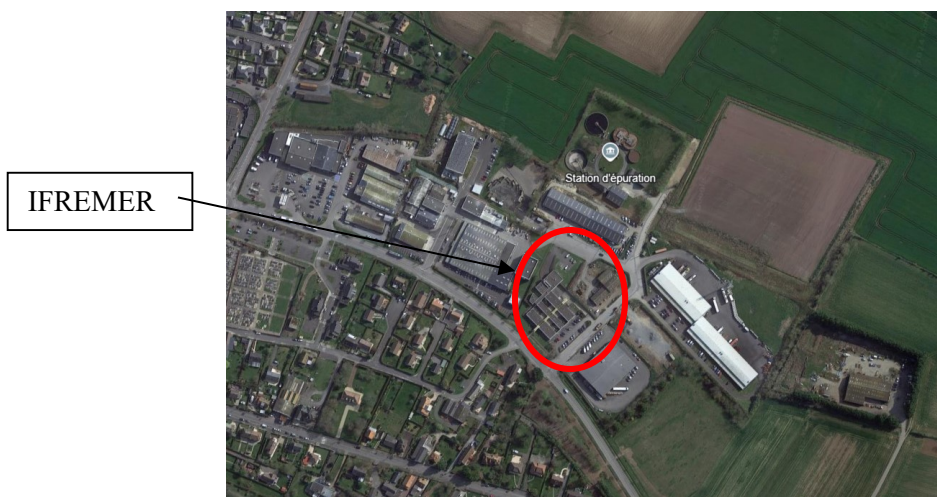
Bilan charges permanentes complexe de toiture

Poids [daN/m ²]	Existant	Projet
Charges accrochées	3	3
Plafond suspendu	10	10
Isolation sur plafond laine de roche 10cm	5	5
Bac acier support	9	9
Complexe isolation étanchéité	11.92	14.23
Total	38.92	41.23
Augmentation du poids :		5.94%

En comparant les poids nous pouvons constater une augmentation du poids de 5.94% de plus en phase projet.

8) Analyse de la variation des conditions d'exposition aux vents.

En comparant les vues aériennes depuis la construction des zones 1 et 2 nous pouvons constater une évolution des conditions d'exposition aux vents se traduisant par une diminution des charges surfaciques appliquées dans l'enveloppe du bâtiment. En prenant en compte l'eurocode 1 nous pouvons voir que l'exposition était dans une catégorie du terrain type II. Actuellement l'exposition correspond plutôt à un terrain type IIIa plus favorable. Par conséquent la pression dynamique de pointe passe de $q_p(z)=58.9\text{daN/m}^2$ à $q_p(z)=49.8\text{daN/m}^2$, soit une diminution de 17%.

Conditions d'exposition au vent initiales : Catégorie du terrain type II**Conditions d'exposition au vent actuelles : Catégorie du terrain type IIIa****9) Analyse de la variation des chargements fondations ou des appuis des poteaux**

La variation de la descente de charges permanente en pied de poteau ou appuis des poutres ne dépasse pas les 150 daN, ce qui est dérisoire et sans conséquence pour les fondations ou appuis des poutres.



10) Conclusions concernant la modification du complexe d'isolation-étanchéité

- **ZONE 1** : Le poids du complexe de toiture projet est légèrement supérieur au poids de l'existant. Les conditions d'exposition face au vent se sont vues favorisées par la construction des voisinages. Par conséquent la structure actuelle en place est capable de recevoir le nouveau complexe d'isolation-étanchéité sous réserves que les poids soient ceux qui nous ont été communiqués, et sous réserve que la structure soie en bonne état de fonctionnement.
- **ZONE 2** : La structure actuelle en place est capable de recevoir le nouveau complexe d'isolation-étanchéité sous réserves que les poids soient ceux qui nous ont été communiqués pour la zone 1, et sous réserves suivantes :
 - que la structure soie en bonne état de fonctionnement.
 - que l'espacement entre pannes et le profil bac acier support aient les mêmes caractéristiques que ceux de la zone 1 ou similaires.
 - que la déformation et capacités résistantes des poutres principales soient vérifiés par le calcul lors de l'exécution, du fait que leur portée est supérieure à 12 m.
 - qu'il n'y ait pas des désordres liées au contreventement de la structure.

11) Préconisations à prendre en compte lors des travaux :

Ci-dessous nous allons citer une liste non exhaustive des préconisations à prendre en compte pour la phase travaux. Celle-ci sera à compléter et/ou modifier par les entreprises concernées.

- Il convient de confirmer les profils des bacs aciers et les identifier suivant fabricant.
- Il convient de vérifier que les bâtiments ne présentent pas des désordres, et les cas échéant les réparer.
- Suivant état de conservation de la structure métallique, il convient de prévoir une protection contre la corrosion.
- Il convient de vérifier le bon fonctionnement des réseaux d'eaux pluviales.
- Il convient de confirmer par le calcul la capacité résistante des poutres métalliques de la zone 2.
- Il convient de vérifier l'état des appuis des poutres métalliques de la zone 2.

12) Préconisations concernant les points d'appuis pour la mise en place des GC dans la zone 1

Les portiques métalliques en zone 1 sont espacés tous les 3.60m ou 2.60m. Les poteaux ont une baïonnette en IPE100 pour la reprise des acrotères basses. Il faudra prévoir et dimensionner en conséquence un montant du garde-corps à chaque poteau métallique. Ce montant devra être encastré par assemblage boulonné ou soudé à la baïonnette du poteau. Il est interdit de fixer les montants dans les bacs aciers ou lisses intermédiaires.

Concernant l'assemblage baïonnette-poteau existant : Il conviendra de vérifier que le cordon de soudure fait la totalité de l'aile de l'IPE100 et qu'il est en bon état.

Conclusion : Les montants résistants des garde-corps devront être fixés et ancrés uniquement dans les baïonnettes des poteaux.

