



www.b2eb.fr



02 40 61 16 65

32 rue de l'Étoile du Matin

44600 SAINT NAZAIRE

Bureau d'études – Maîtrise d'œuvre spécialisée

DIAGNOSTIC

Audit sur l'état des toitures terrasses de la faculté des métiers

Rue des Frères Montgolfier, 35 170 Bruz

Bardage

Couverture

Étanchéité

Menuiseries

Maître d'ouvrage :

Faculté des métiers
Campus de Ker Lann
Rue des frères Montgolfier
35172 BRUZ CEDEX

FACULTÉ des MÉTIERS
FOUGÈRES | RENNES | ST-MALO

Responsables du projet :



Benjamin DUPOUEY

Maître d'œuvre enveloppe du bâtiment – Gérant



02 49 63 42 28



moe@b2eb.fr



Mathéo TROCHU

Assistant Maître d'œuvre



02 49 63 42 28



m.trochu@b2eb.fr

Sommaire

01	AVANT PROPOS	3
02	CONCEPTION DE L'EXISTANT	4
1.	Plan de repérage	4
2.	Complexes des toitures	5
03	ETATS DES REVETEMENTS, DESORDRES ET PATHOLOGIES	6
04	EVACUATIONS EAUX PLUVIALES	12
1.	Implantation des naissances d'eaux pluviales sur les couvertures	12
2.	Vérification des naissances EP	12
3.	Conclusion	21
05	SOLUTIONS ENVISAGEABLES	22
06	ESTIMATIONS PREVISIONNELLES	24
07	PLANNING PREVISIONNEL	25
08	TEXTES NORMATIFS	26
09	ANNEXE	26

01 AVANT PROPOS

Lors de cet avant-projet, nous étudierons et renseignerons la maîtrise d'ouvrage sur l'état sanitaire des toitures-terrasses de la faculté des métiers, campus de Ker Lann situées Rue des frères Montgolfier 35 172 BRUZ CEDEX. Le campus est composé de 7 barrettes ainsi qu'une barrette centrale.



Figure 1 : Vue aérienne

L'objectif de cette étude est d'établir un état des lieux, vérifier les évacuations d'eaux pluviales, proposer des solutions d'ensemble, indiquer la durée prévisionnelle et estimer le coût des travaux à prévoir concernant la réfection de ces couvertures.

Cette étude de diagnostic sera décomposée comme suit et déterminera :

- La description et la conception des toitures terrasses existantes
- L'état des revêtements, désordres et pathologies
- Vérification des dimensions et implantations des évacuations d'eaux pluviales
- Inventaire des moyens d'accès
- Inventaire des surfaces et linéaires d'ouvrages
- Les propositions d'ensemble du programme ainsi que les dispositions techniques
- Les durées prévisionnelles de réalisation
- L'estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux

02 CONCEPTION DE L'EXISTANT

1. Plan de repérage

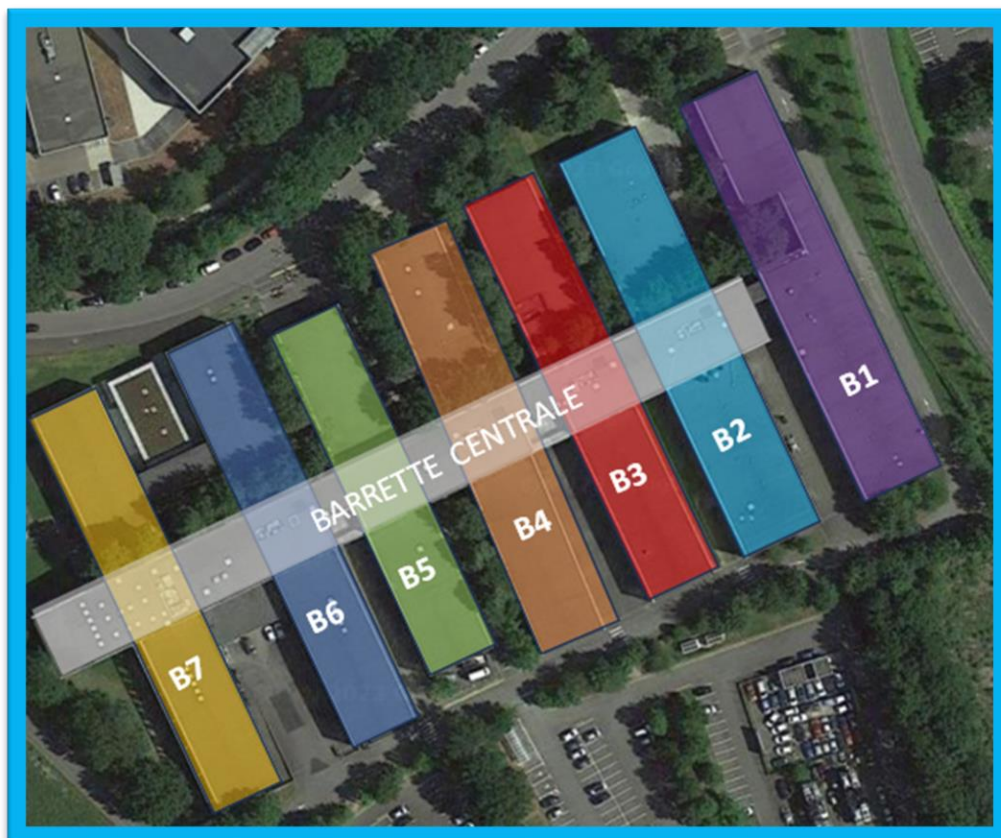


Figure 2 : Vue aérienne et repérage de l'intervention

2. Complexes des toitures

a) Complexe d'étanchéité commun à toutes les barrettes

ELEMENT PORTEUR		Bac support C32S
	Isolation	Laine de roche d'épaisseur environ 75mm
	Revêtement d'étanchéité	Etanchéité bicouche bitumineuse SBS autoprotégée par paillette d'ardoise
	Relevé d'étanchéité	Relevé d'étanchéité par membrane bitumineuse autoprotégée par paillette d'ardoise
Masse surfacique du complexe		24.50Kg/m ²
Résistance thermique du complexe		2.00m ² .K/W
OUVRAGES EEP		Présence de naissance EP tronconique de Ø 100 et droite de Ø 80
OUVRAGES DIVERS		Présence des sorties en toiture de ventilation primaires
SÉCURITÉ ET ACCES EN TOITURE		Présence d'une ligne de vie – barrette centrale Support agryss – Barrettes 2 à 7 Accès par lanterneau – barrette centrale Aucun dispositif d'accès en toiture pour les barrettes basses
LANTERNEAU		Présence des lanterneaux fixes, ouvrants et désenfumage
EQUIPEMENT EN TOITURE		Présence d'appareillage technique



Figures 2 : Photographie de la toiture terrasse barrette centrale

03 ETATS DES REVETEMENTS, DESORDRES ET PATHOLOGIES

b) Section courante

- Etanchéité craquelée et abîmée



- Reprises ponctuelles et eau stagnante



- Protection en tête des joints de dilatation décollée



- Étanchéité abimée, risque d'infiltration



- Equipement technique posé sur l'étanchéité, non conforme à la réglementation en vigueur.

Si le poids des équipements est >90kg ils doivent être posés sur pied à distance du sol de 40 à 80cm, sinon sur socle béton avec en sous face un isolant afin de ne pas abimer l'étanchéité.



c) Reliefs, faîtage et rives

- Distance minimale d'implantation entre le lanterneau et l'acrotère inférieure à 1 m



- Évacuation d'eau non conforme, pissettes traversant le relevé d'étanchéité et défaut de pente



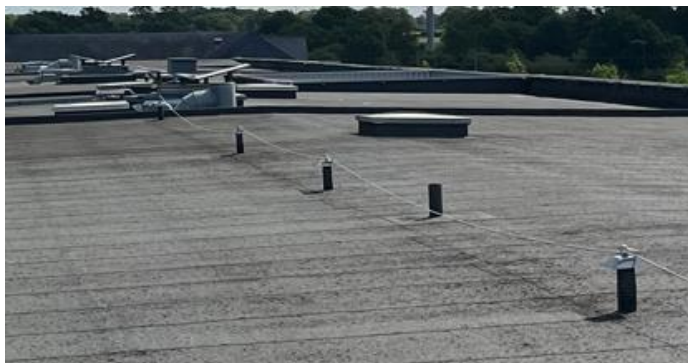
d) Ouvrage d'évacuation des eaux pluviales

- Obstruction des naissances EP par les feuilles mortes.



e) Dispositifs de sécurité en toiture

- Présence d'une ligne de vie en toiture barrette centrale



- Distance minimale de 50 cm entre le lanterneau et le point d'ancrage de la ligne de vie non conforme



- Hauteur de relevé d'étanchéité dans les noues non conforme (<150mm) sur l'ensemble des acrotères des barrette n°1 à 7.



- Hauteur de relevé d'étanchéité contre paroi vitrée <150mm



- Absence de protection en tête de relevé d'étanchéité



04 EVACUATIONS EAUX PLUVIALES

1. Implantation des naissances d'eaux pluviales sur les couvertures

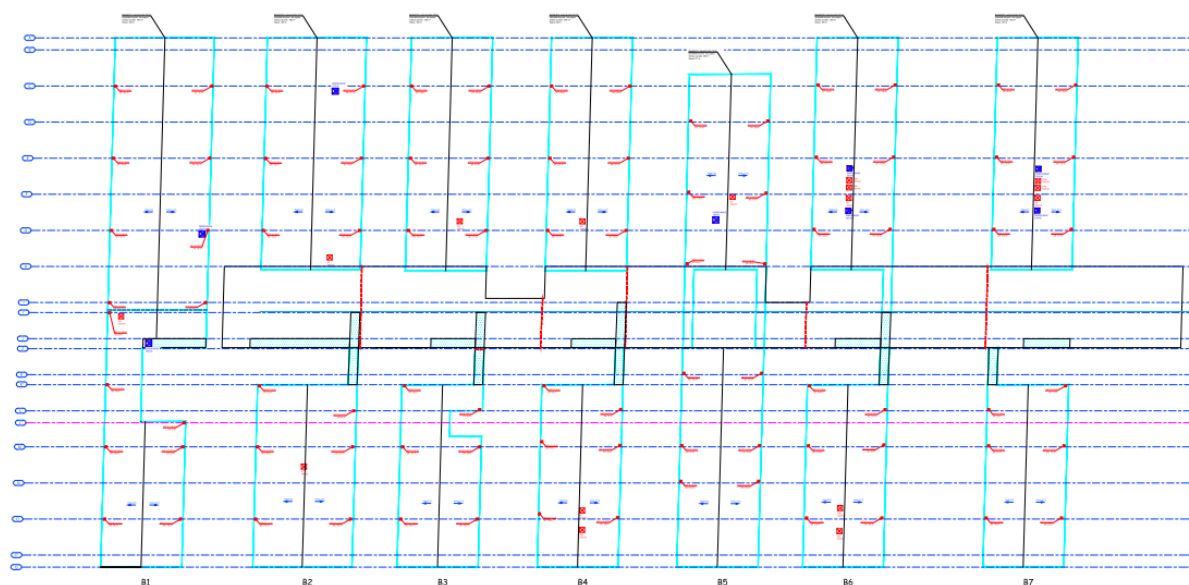


Figure 3 : Plan de repérage des EP (transmis en annexe)

a) Barrette centrale

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø100	75	109	NON	Section majorée – présence de 2 naissances EP dans la noue
2	Ø100	75	72	OUI	
3	Ø100	75	118	NON	
4	Ø100	75	108	NON	
5	Ø100	75	68	OUI	
6	Ø100	75	82	NON	
7	Ø100	113	98	OUI	
8	Ø100	113	112	OUI	
9	Ø100	113	39	OUI	
10	Ø100	113	137	NON	
11	Ø100	113	122	NON	
12	Ø100	113	66	OUI	
13	Ø100	113	97	OUI	
14	Ø100	113	67	OUI	
15	Ø100	75	50	OUI	Section majorée – présence de 2 naissances EP dans la noue
16	Ø100	75	57	OUI	
17	Ø100	75	133	NON	Section majorée – présence de 2 naissances EP dans la noue
18	Ø100	75	86	NON	
19	Ø100	75	57	OUI	
20	Ø100	75	80	NON	
21	Ø100	75	117	NON	

22	Ø100	75	79	NON	
23	Ø100	113	73	OUI	
24	Ø100	113	77	OUI	
25	Ø100	113	71	OUI	
26	Ø100	113	98	OUI	
27	Ø100	113	53	OUI	
28	Ø80	71	133	NON	
29	Ø80	71	106	NON	
30	Ø80	71	13	OUI	
31	Ø80	71	13	OUI	
32	Ø80	71	12	OUI	
33	Ø80	71	12	OUI	
34	Ø80	71	18	OUI	
35	Ø80	71	18	OUI	
36	Ø80	71	13	OUI	
37	Ø80	71	13	OUI	
38	Ø80	71	23	OUI	
39	Ø80	71	23	OUI	

Soit un taux de travail compris entre 19% et 188%.

b) Barrette n°1

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	167	NON	Absence d'acrotère en rive, on peut considérer que le surplus en cas de pluie intense s'évacue en rive
2	Ø120	161	167	NON	
3	Ø120	161	142	OUI	
4	Ø120	161	142	OUI	
5	Ø120	161	142	OUI	
6	Ø120	161	142	OUI	
7	Ø120	161	79	OUI	
8	Ø120	161	143	OUI	
9	Ø120	161	98	OUI	
10	Ø120	161	78	OUI	
11	Ø120	161	108	OUI	
12	Ø120	161	22	OUI	
13	Ø120	161	78	OUI	
14	Ø120	161	136	OUI	
15	Ø120	161	136	OUI	

Soit un taux de travail maximum de 104%.

c) Barrette n°2

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	167	NON	Sans relevé en rive on peut considérer que le surplus en cas de pluie intense s'évacue en rive
2	Ø120	161	167	NON	
3	Ø120	161	142	OUI	
4	Ø120	161	142	OUI	
5	Ø120	161	142	OUI	
6	Ø120	161	52	OUI	
7	Ø120	161	52	OUI	
8	Ø120	161	90	OUI	
9	Ø120	161	142	OUI	
10	Ø120	161	120	OUI	
11	Ø120	161	168	NON	Sans relevé en rive on peut considérer que le surplus en cas de pluie intense s'évacue en rive
12	Ø120	161	168	NON	

Soit un taux de travail maximum de 104%.

d) Barrette n°3

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	136	OUI	
2	Ø120	161	136	OUI	
3	Ø120	161	117	OUI	
4	Ø120	161	117	OUI	
5	Ø120	161	117	OUI	
6	Ø120	161	117	OUI	
7	Ø120	161	42	OUI	
8	Ø120	107	60	OUI	Section majorée – présence de 2 naissances EP dans la noue
9	Ø120	161	117	OUI	
10	Ø120	107	80	OUI	Section majorée – présence de 2 naissances EP dans la noue
11	Ø120	161	134	OUI	
12	Ø120	107	136	NON	Section majorée – présence de 2 naissances EP dans la noue Sans relevé en rive on peut considérer que le surplus en cas de pluie intense s'évacue en rive

Soit un taux de travail maximum de 127%.

e) Barrette n°4

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	136	OUI	
2	Ø120	161	136	OUI	
3	Ø120	161	117	OUI	
4	Ø120	161	117	OUI	
5	Ø120	161	117	OUI	
6	Ø120	161	117	OUI	
7	Ø120	161	42	OUI	
8	Ø120	161	74	OUI	
9	Ø120	161	97	OUI	
10	Ø120	161	98	OUI	
11	Ø120	161	136	OUI	
12	Ø120	161	136	OUI	

Soit un taux de travail compris entre 26% et 85%.

f) Barrette n°5

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	136	OUI	
2	Ø120	161	136	OUI	
3	Ø120	161	117	OUI	
4	Ø120	161	117	OUI	
5	Ø120	161	93	OUI	
6	Ø120	161	93	OUI	
7	Ø120	161	117	NON	
8	Ø120	161	117	NON	
9	Ø120	161	87	OUI	
10	Ø120	161	87	OUI	
11	Ø120	161	167	NON	Sans relevé en rive on peut considérer que le surplus en cas de pluie intense s'évacue en rive
12	Ø120	161	167	NON	

Soit un taux de travail maximum de 103%.

g) Barrette n°6

EEP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	138	OUI	
2	Ø120	161	138	OUI	
3	Ø120	161	119	OUI	
4	Ø120	161	119	OUI	
5	Ø120	161	122	OUI	
6	Ø120	161	138	OUI	
7	Ø120	161	109	OUI	
8	Ø120	161	127	OUI	
9	Ø120	161	111	OUI	
10	Ø120	161	89	OUI	
11	Ø120	161	136	OUI	
12	Ø120	161	136	OUI	

Soit un taux de travail compris entre 55% et 86%.

h) Barrette n°7

EP N°	Section (cm²)	Surface (m²) de collecte (DTU)	Surface (m²) de collecte réelle*	Conformité	Remarque
1	Ø120	161	136	OUI	
2	Ø120	161	136	OUI	
3	Ø120	161	116	OUI	
4	Ø120	161	116	OUI	
5	Ø120	161	116	OUI	
6	Ø120	161	116	OUI	
7	Ø120	161	71	OUI	
8	Ø120	161	85	OUI	
9	Ø120	161	87	OUI	
10	Ø120	161	111	OUI	
11	Ø120	161	136	OUI	
12	Ø120	161	136	OUI	

Soit un taux de travail compris entre 53% et 85%.

2. Conclusion

Après vérification des dispositifs d'évacuations d'eaux pluviales, nous avons remarqué la non-conformité à la réglementation en vigueur vis-à-vis des implantations de ces dernières (1 ep toutes les deux appuis) et de certains diamètres en fonction de la surface récoltée réelle. Par conséquent, une mise aux normes est nécessaire pour leur bon fonctionnement.

05 SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Nous allons proposer des solutions suivant la synthèse de l'étude de faisabilité du bet structure applicables à toutes les barrettes. Pour cela, nous vous proposons les scénarios suivants :

Légende des avis pour chaque solution :

<p> <i>✓ Point positif</i> <i>0 Point Neutre</i> <i>✗ Point négatif</i> </p> <p>Les solutions proposées prennent en compte à la fois la durée de vie de l'ouvrage, les normes ainsi que l'environnement dans lequel il se trouve.</p>			
RAPPEL EXISTANT	SCENARIO N°1 : Réfection sans arrachage	SCENARIO N°2 : Réfection avec arrachage	SCENARIO N°3 : Réfection haute performance avec arrachage
<p>Bac support C32S</p> <p>Laine de roche ép 75mm</p> <p>Etanchéité bicouche</p>	<p>- Mise en œuvre de sécurités collective provisoire</p> <p>- Conservation du complexe d'étanchéité existant</p> <p>- mise en œuvre d'une isolation en deux lits de Polyuréthane ép 75mm pour un R= 6.8 m². K/W</p> <p>- Etanchéité bicouche bitumineuse autoprotégée</p> <p>- Réfection de la ligne de vie existante et mise en œuvre de ligne de vie sur l'ensemble des barrettes</p> <p>- Réfection des lanterneaux avec la mise en œuvre de lanterneau d'accès, fixe et désenfumage.</p>	<p>- Mise en œuvre de sécurité collective provisoire</p> <p>- Arrachage de l'existant mais conservation du bac acier existant</p> <p>- Mise en œuvre d'un panneau isolant Fesco ép 50 mm pour un R=1m².K/w</p> <p>- Isolation polyuréthane ép 80mm pour un R= 3,60 m².K/W</p> <p>- Etanchéité bicouche bitumineuse autoprotégée</p> <p>- Réfection de la ligne de vie existante et mise en œuvre de ligne de vie sur l'ensemble des barrettes</p> <p>- Réfection des lanterneaux avec la mise en œuvre de lanterneau d'accès, fixe et désenfumage.</p>	<p>- Mise en œuvre des sécurités collective</p> <p>- Arrachage de l'existant mais conservation du bac acier existant</p> <p>- Mise en œuvre d'un panneau isolant Fesco ép 50 mm R = 1m².K/W</p> <p>- mise en œuvre d'une Isolation polyuréthane en 2 lits ép. 180mm pour un R= 9,10 m².K/W</p> <p>- Etanchéité bicouche bitumineuse autoprotégée</p> <p>- Réfection de la ligne de vie existante et mise en œuvre de ligne de vie sur l'ensemble des barrettes</p> <p>- Réfection des lanterneaux avec la mise en œuvre de lanterneau d'accès, fixe et désenfumage.</p>
<p>Poids total : 25,4 kg/m²</p> <p>R= 2,00 m².K/W</p>	<p>- Réfection des évacuations d'eaux pluviales</p> <p>Masse du complexe = 41.60 kg/m² Résistance thermique du complexe : 8.80m².K/W</p>	<p>- Réfection des évacuations d'eaux pluviales</p> <p>Poids du complexe = 25.40 kg/m² Résistance thermique du complexe : 4.60m².K/W</p>	<p>- Réfection des évacuations d'eaux pluviales</p> <p>Poids du complexe = 28.70 kg/m² Résistance thermique du complexe : 10.10m².K/W</p>
	<p>✗ Conservation d'un complexe d'étanchéité défaillant</p> <p>✗ Poids du complexe</p> <p>✓ Pas de risque d'infiltration lors des travaux</p> <p>✓ solution moins onéreuse</p>	<p>✗ Résistance thermique du complexe moins performante mais suffisante.</p> <p>✓ Complexe neuf</p> <p>✓ Poids du complexe</p>	<p>✓ Complexe neuf</p> <p>✓ Résistance thermique performante</p> <p>✗ Plus onéreux</p>

Estimatif à juillet 2023 : incertitude sur le prix des matériaux.

Après avoir proposé les différents scénarios envisageables de réfection, nous proposons au maître d'ouvrage la mise en œuvre du scénario n°3 avec cellule photovoltaïque (+5kg/m²) sur l'ensemble des barrettes basses (de la n°1 à 7) ainsi que le scénario n°2 sur la barrette centrale haute.

En effet, après avoir analysé la capacité portante de la charpente et des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales, nous en concluons que sur les barrettes basses le diagnostic est positif à tous les scénarios ce qui nous permettrait de mettre un complexe neuf avec une résistance thermique performante ainsi que des cellules photovoltaïques. Cependant, sur la barrette haute, nous constatons la possibilité de mettre en œuvre le même complexe, mais au vu des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales et de la difficulté de mise en conformité dans le cas actuel, nous suggérons le scénario n°2.

06 ESTIMATIONS PREVISIONNELLES

LOCALISATION	Scénario n°1 :	Scénario n°2 :	Scénario n°3 :
Travaux préparatoire et installation de chantier	42 500€ HT		
Barrettes basse (n°1 à7) :			
Travaux de dépose de l'existant	28 000€ HT	301 000€ HT	
Travaux d'étanchéité	928 000€ HT	855 000€ HT	1 192 000€ HT
Travaux de protection en tête de relevé	85 000€ HT		
Travaux d'évacuation des eaux pluviales	10 000€ HT		
Travaux de sécurité permanente	59 500€ HT		
Lanterneau	43 500€ HT		
Total barrette basse :	1 154 000€HT	1 354 000€HT	1 691 000€HT
Barrette centrale :			
Travaux de dépose de l'existant	10 500€ HT	88 500€ HT	
Travaux d'étanchéité	210 000€ HT	243 000€ HT	339 000€ HT
Travaux de protection en tête de relevé	20 500€ HT		
Travaux d'évacuation des eaux pluviales	4 500€ HT		
Travaux de sécurité permanente	19 500€ HT		
Lanterneau	79 000€ HT		
Total barrette haute :	344 000€HT	455 000€HT	551 000€HT
TOTAL :	1 540 500€ HT	1 851 500€ HT	2 284 500€ HT

07 PLANNING PREVISIONNEL

LOCALISATION	Durée scénario n°1	Durée scénario n°2&3
Travaux préparatoire et installation de chantier	1 semaines	1 semaines
Barrette centrale		
Barrette n°1	4.5 semaines	9 semaines
Barrette n°2	4 semaines	8 semaines
Barrette n°3	3.5 semaines	6.5 semaines
Barrette n°4	3.5 semaines	6.5 semaines
Barrette n°5	3.5 semaines	6.5 semaines
Barrette n°6	3.5 semaines	6.5 semaines
Barrette n°7	3.5 semaines	6.5 semaines
Barrettes centrale	7.5 semaines	14,5 semaines
TOTAL :	72.5 semaines soit environ 18 mois	137 semaines soit environ 34 mois

08 TEXTES NORMATIFS

- ✓ DTU43.3 : Travaux d'étanchéité des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité
- ✓ DTU 43.5 : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toiture terrasses ou inclinées
- ✓ DTU 40.5 : Travaux d'évacuation des eaux pluviales.
- ✓ DTU 60.11 : Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'eaux pluviales

09 ANNEXE

- DIAG – PLANS – FACULTE DES METIERS BRUZ
- E1201 RD001 A - Etude de faisabilité de réfection de toiture (DIAG STRUCTURE)