

SESSION 2014

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE**

Section : GÉNIE CIVIL

Option : CONSTRUCTION ET ÉCONOMIE

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

REHABILITATION D'UN CENTRE NAUTIQUE MUNICIPAL

Ce dossier comporte les documents suivants :

DOSSIER PRESENTATION

DP1	Présentation du dossier	page 1
DP2	Plancher Haut du rez-de-chaussée	page 2
DP3	Extrait du plan des fondations : zone vestiaires	page 3
DP4	Extrait du plan du plancher haut du rez-de-chaussée : zone vestiaires	page 4
DP5	Extrait du plan du plancher haut de l'étage : zone vestiaires	page 5
DP6	Extrait du plan du plancher haut de l'étage : zone accueil	page 6
DP7	Extrait de coupe sur la zone d'accueil	page 7

DOSSIER ETUDES

DE1	Etude n°1 : Coupe sur vestiaires	page 8
DE2	Etude n°2 : Etude d'une poutre BA	page 9
DE3	Etude n°3 : Etude de la toiture-terrasse sur vestiaires	page 10

DOCUMENTS TECHNIQUES

DT1	Extrait du CCTP Lot Couverture/Etanchéité	page 11
DT2	Extraits de l'Eurocode NF EN 1991-1-3	page 12
DT3	Extrait Eurocode 2 Détermination des portées utiles	page 13
	Données économiques de l'entreprise chargée de l'étanchéité de la TT	page 13
DT4	Organigramme de calcul des armatures longitudinales	page 14
	Aciers en barre	page 14
DT5	Classement revêtements d'étanchéité des TT	page 15
	Extrait de l'AT des revêtements d'étanchéité SOPREMA	page 15
DT6	Extraits du catalogue d'isolants KNAUF	page 16
DT7	Choix d'un isolant en fonction de la destination de la toiture	page 17
	Résistance thermique	page 17
DT8	DT KNAUF THANE ET	page 18
DT9	DT KNAUF THANE MuITTI	page 19
DT10	DT KNAUF THERM TTi TH36	page 20

DOCUMENTS REPONSES

DR1	Coupe C-C sur vestiaires	page 21
DR2	Etude d'une poutre BA	page 22
DR3	Complexe d'étanchéité sur toiture-terrasse	page 23

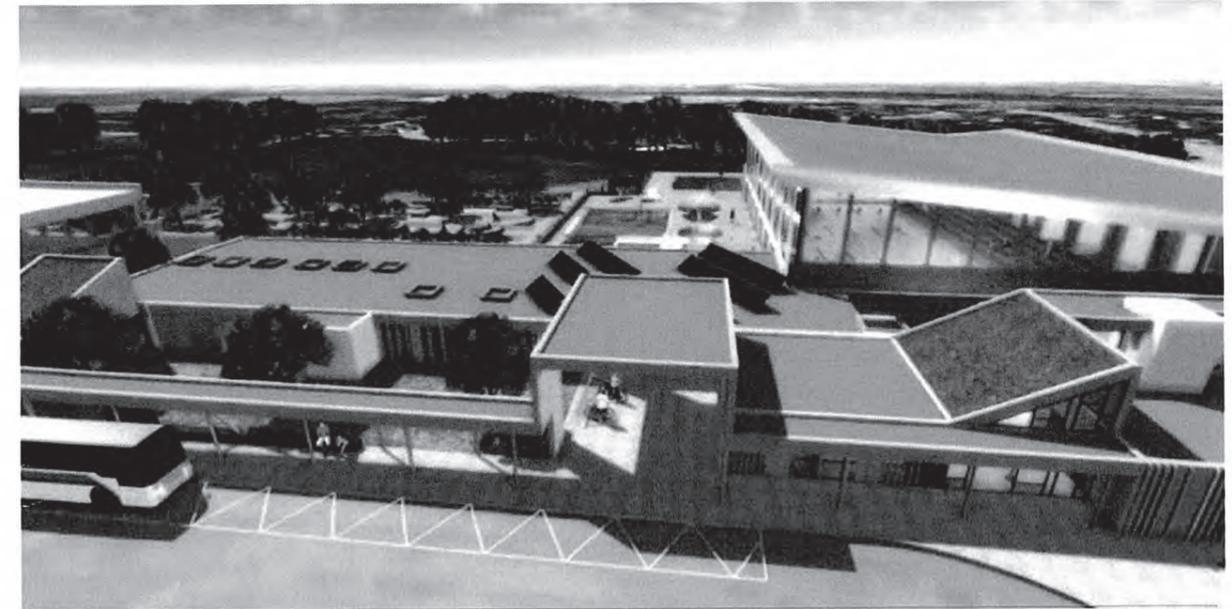
Temps indicatif et barème :

Etude 1	1 heure	5 points
Etude 2	1h15	7 points
Etude 3	1h45	8 points

Les 3 études sont indépendantes et doivent être traitées sur des copies séparées

PRESENTATION DU DOSSIER

Le projet support de l'épreuve est celui de la réhabilitation d'un centre nautique municipal, situé en Lorraine.



Ce projet intervient dans le cadre de la réhabilitation d'un ancien centre nautique qui, à 40 ans, était le bâtiment le plus énergivore de la commune. Le projet de réhabilitation a été pensé dans un objectif de développement durable avec des économies d'eau et d'énergie substantielles, notamment grâce à :

- ✓ La mise en œuvre de toitures-terrasses végétalisées,
- ✓ Le renforcement de l'isolation et des ponts thermiques,
- ✓ L'installation d'une chaudière à condensation ainsi qu'une pompe à chaleur pour la déshumidification du hall des bassins,
- ✓ L'utilisation de panneaux solaires qui devraient fournir 45 % des besoins en ECS,
- ✓ L'éclairage des bassins avec des LED,
- ✓ La récupération des calories sur les eaux de douche,
- ✓ La récupération des eaux des pédiluves pour l'alimentation des toilettes.

Cette réhabilitation se décompose en 3 parties :

- La démolition/reconstruction d'une partie de l'existant,
- La rénovation (isolation, façades) d'une autre partie de l'existant,
- La reconstruction totale d'une zone d'accueil dans une partie neuve, attenante à l'ancien centre.

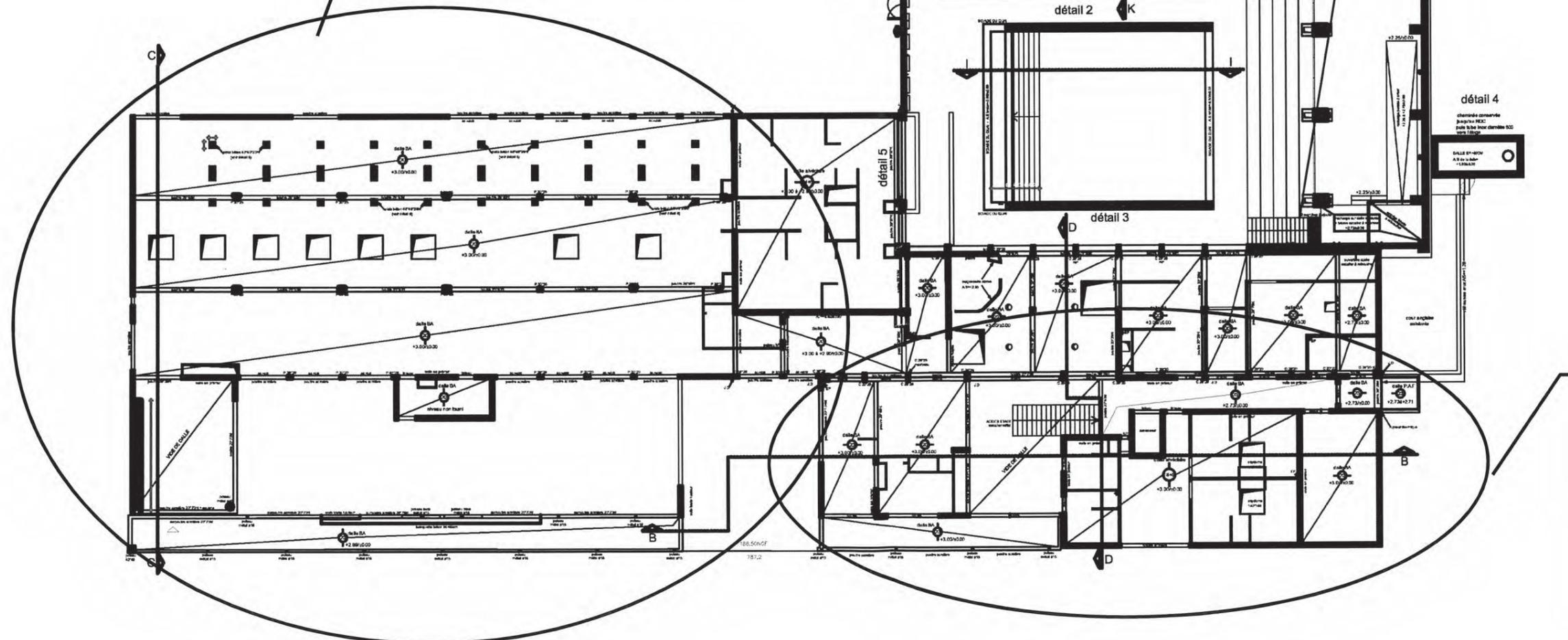
Seules les parties neuves de la zone d'accueil et des vestiaires feront partie de votre étude.

DP1

Plancher Haut du Rez de Chaussée
(sans échelle)

La réduction du plan peut le rendre partiellement illisible.
Le document présente la forme générale du projet.

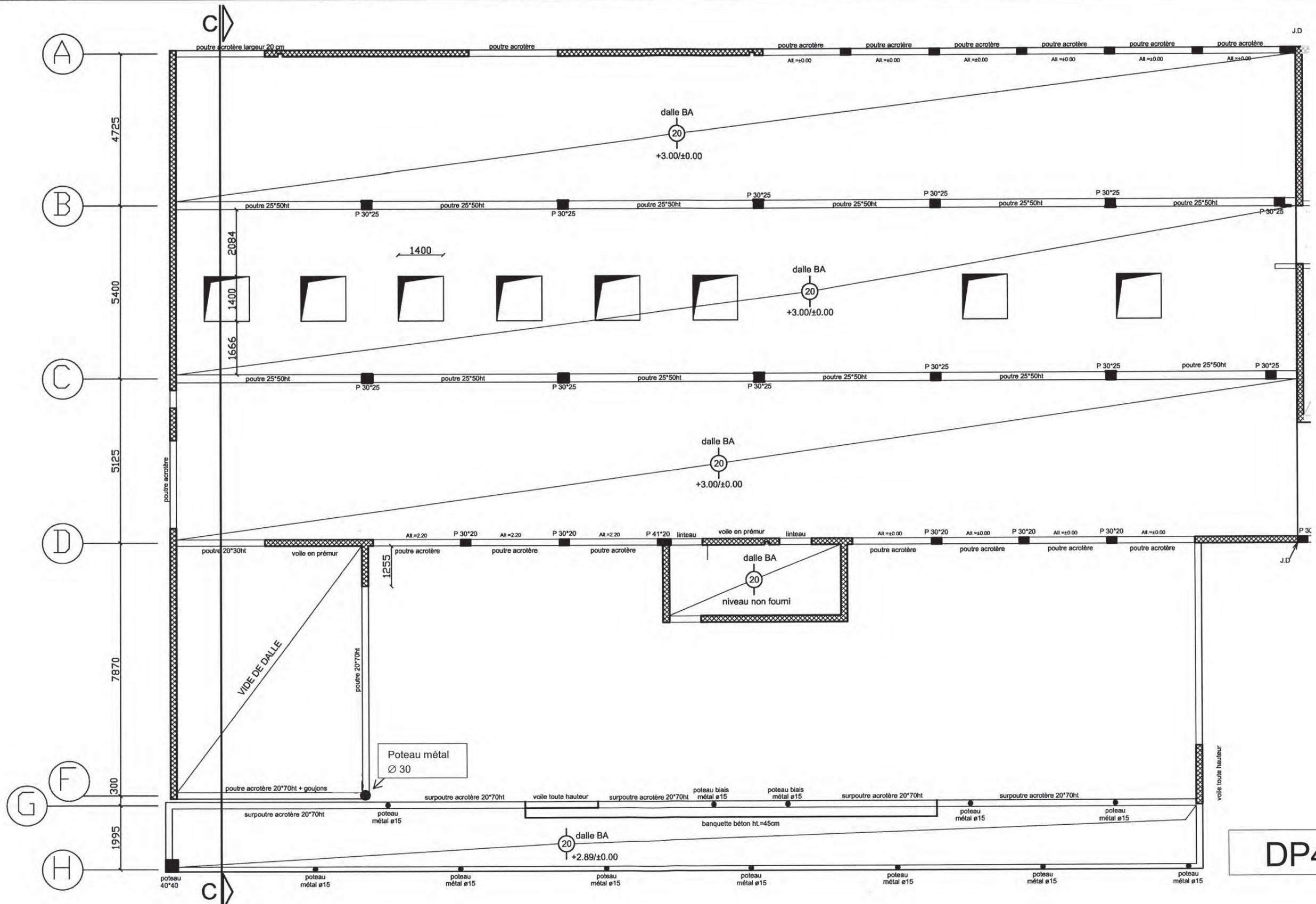
Zone études 1 et 3 :
Vestiaires



Zone étude 2 :
Accueil

DP2

Extrait du Plan du Plancher haut du rez-de-chaussée : Zone vestiaires (sans échelle)



DP4

Etude n°1 Coupe sur vestiaires

1.1. Votre travail consiste à réaliser la coupe C-C sur le document réponse DR1, à l'échelle 1/100. Vous vous limiterez à la zone repérée sur le document DP3.

Données complémentaires :

Le niveau de référence 0.000 correspond à l'altitude NGF 188.52

Conformément aux préconisations du rapport géotechnique, toutes les fondations superficielles seront posées sur un massif en gros béton dont l'arase inférieure se situe sur les couches portantes situées à NGF185.20

Nomenclature des fondations superficielles.Semelle	Dimensions (mm)	Arase supérieure
S2	1600 x 1600 x 400	-0,680
S3	700 x 700 x 400	-0,280
S6	1800 x 1800 x 500	-2,480
S7	1000 x 1000 x 400	-0,680

Les longrines Lg2 ont une section de 250 x 600 mm.

Les longrines Lg4 ont une section de 600 x 600 mm.

Toutes les poutres acrotères de cette étude ont une hauteur de 70 cm, sauf prescriptions contraires sur les plans.

Les poutres acrotères de la file H ont toutes une section de 150 x 700 mm, avec une arase supérieure à + 3,390.

Le vide entre les deux dalles situées entre les files G et H est comblé par un isolant.

1.2. En vous appuyant sur des schémas clairs, justifier le rôle des goujons mentionnés sur le document DP4 au niveau des files F et G.

DE1

Etude n°2 Etude d'une poutre BA

L'étude portera sur la poutre acrotère continue en béton armé, repérée sur les documents DP6 et DP7.

Caractéristiques des matériaux :

Acier : B500B

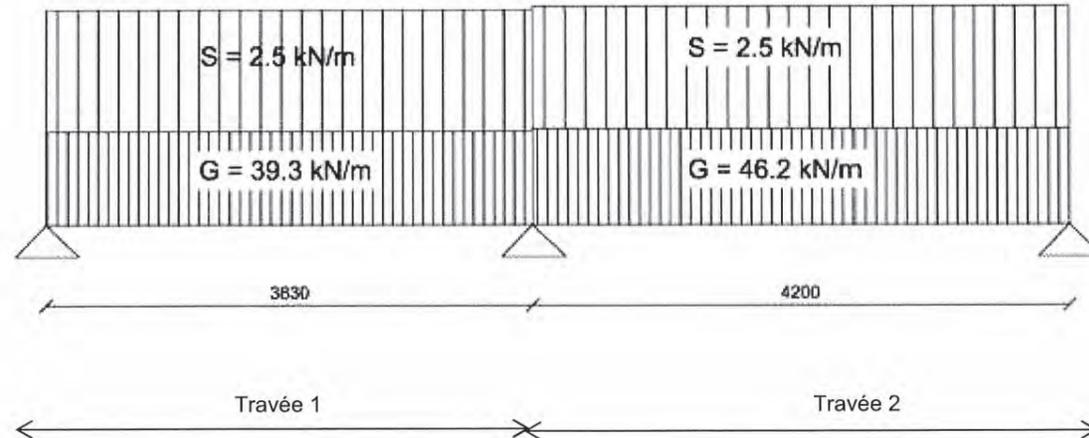
Béton : BPS – NF EN 206-1 - C25/30 – XC1 (F) – $D_{\max} 20\text{mm}$ – S3 – CI 0,4

Localisation de l'ouvrage :

- ✓ Commune située à 190 m d'altitude
- ✓ Région classée A_1 sur la carte des valeurs des charges de neige à prendre en compte sur le territoire national

Les toitures terrasses de part et d'autre de cette poutre recevront un complexe d'étanchéité végétalisé de masse 105 kg/m^2 .

La poutre étudiée a pour modélisation mécanique :



- 2.1. Donner une définition d'une poutre acrotère
- 2.2. Sur le document DR2, représenter les surfaces d'influence de la poutre étudiée en les hachurant. Vous préciserez à la fois les cotes en projection horizontale, mais aussi les cotes nécessaires au calcul de la descente de charges qui tiendront compte de l'inclinaison de la toiture.
- 2.3. Dans le tableau du DR2, justifier les valeurs des taux de charge de la travée 1, et les portées des 2 travées indiquées sur la modélisation mécanique ci-dessus, sachant que

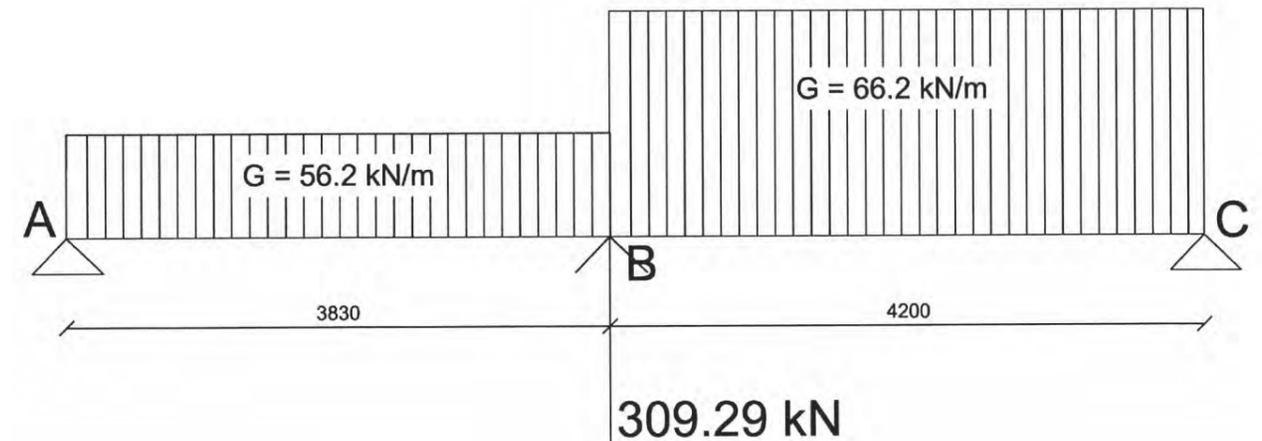
les charges d'exploitation sur les toitures terrasses ne sont pas prises en compte simultanément avec les charges de neige.

Pour cela, vous définirez :

- ✓ Une hypothèse simplificatrice de calcul pour les surfaces d'influence
- ✓ La valeur des charges climatiques en kN/m
- ✓ La valeur des charges permanentes en kN/m
- ✓ La valeur des portées utiles

- 2.4. Faire un schéma de principe de positionnement des armatures longitudinales et transversales de la poutre continue en indiquant quelles sont les sollicitations déterminantes pour chacune d'elles.

Pour la suite de l'étude, on choisira le cas de charge suivant :



- 2.5. Après avoir calculé les réactions aux appuis, tracer l'allure des graphes des sollicitations internes pour ce cas de charge en précisant toutes les valeurs particulières.
- 2.6. Calculer les sections des armatures longitudinales dans la travée 2 et choisir les barres d'acier correspondantes.

Pour cela, vous prendrez un moment ultime maximal de 90 kN.m .

DE2

Etude n°3 Etude de la toiture-terrasse sur vestiaires

Les parties 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 et 3.5 sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

Documents techniques : DT1 et DT5 à DT10

Votre travail consiste à choisir une étanchéité et une isolation pour la toiture terrasse située au-dessus des vestiaires, entre les files repérées A et D sur les extraits de plans.

3.1. Coupe sur partie courante et relevé

Sur le document réponse DR3, proposer une coupe schématique du complexe isolation/étanchéité

- en partie courante de la toiture terrasse
- en relevé sur la poutre acrotère

Vous complèterez votre coupe par une nomenclature dans laquelle vous préciserez les différents constituants du complexe, ainsi que leurs rôles respectifs.

3.2. Etude de l'étanchéité (DT5)

- 3.2.1. A partir du classement des revêtements d'étanchéité des toitures-terrasses qui vous est fourni, déterminer en le justifiant le classement FIT que doit réglementairement respecter l'étanchéité de cette terrasse ?
- 3.2.2. Le classement FIT proposé dans le CCTP est-il cohérent ? Justifier.
- 3.2.3. A partir des produits SOPREMA, choisir un complexe d'étanchéité qui pourrait convenir à ce stade de vos investigations.

3.3. Etude de l'isolant (DT6 à DT10)

- 3.3.1. Parmi ceux qui vous sont proposés, choisir un isolant qui satisfasse le CCTP ainsi que les préconisations minimales du CSTB.
- 3.3.2. A partir du choix fait à la question précédente, calculer la résistance thermique de l'ensemble plancher béton + complexe étanchéité, sachant que :

$$\lambda_{\text{béton}} = 1.75 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$
- 3.3.3. Le CCTP impose une résistance thermique $R=3.71 \text{ m}^2.\text{K/W}$ pour la toiture-terrasse. L'isolant que vous avez choisi satisfait-il le CCTP ? Justifier et proposer éventuellement une alternative.

3.4. Métré de l'EIF dans la partie délimitée par les files A et D (documents DP4 et DP5)

Consommation

La consommation est fonction du type d'emploi et de la nature du support. Sur support rugueux et absorbant (par ex. béton ou bois), un seau de 25 litres permet de couvrir environ 100 m². Sur support lisse et non absorbant, la consommation est sensiblement inférieure.

Conditionnement	Quantité / seau	Nombre par palette
seaux	5 L	75
seaux	25 L	25

A partir des données de consommation et de conditionnement de l'EIF, calculer le nombre de seaux de 25 litres d'EIF à commander chez le fournisseur. Votre étude se bornera à la partie des vestiaires, entre les files A et D.

Données complémentaires :

- Relevé EIF de 30 cm sur les acrotères extérieurs
- Relevé EIF de 15 cm sur les lucarnes

3.5. Etude de prix d'un m² du complexe étanchéité/isolation

3.5.1. A partir des données du DT3, calculer le déboursé sec d'un m² de complexe étanchéité/isolation (horizontal courant) que vous présenterez sous la forme :

désignation	U	Q	DU	DS Matériaux	DS Main d'Œuvre

3.5.2. A partir des données d'entreprise du DT3

- Calculer le coefficient de vente k
- Calculer le Prix de Vente Hors Taxes d'un m² d'étanchéité

DE3

EXTRAIT DU CCTP Lot Couverture/Etanchéité

CHAPITRE B : TOITURES TERRASSES AUTOPROTEGEES SUR DALLE BETON

B.1. Toiture terrasse avec étanchéité multicouche sur dalle béton (R = 3,71)

Réalisation d'un revêtement d'étanchéité bi-couche, à base de feuilles armées en bitume élastomère, conforme aux NFP 84-204, mise en œuvre par collage au bitume à chaud, ou soudage sur EAC, conforme au Cahier des Prescriptions de pose du fournisseur, avec avis technique favorable du CSTB et titulaire d'une garantie décennale, solidaire Entreprise et Fournisseur.

Base de classification : DTU 43 - 1

- **élément porteur** : maçonné, type A - B - selon plans
- **toitures terrasses** : pente de 0 à 3 %
- **toiture-terrasse** : inaccessible, qui ne reçoit qu'une circulation réduite pour l'entretien
- **système** : indépendant - Classement F5 I5 T4 - et au feu M3

Mise en œuvre de l'étanchéité en partie courante, comprenant :

B.1.1. Ecran pare-vapeur

- une couche d'enduit d'imprégnation à froid.
- une chape souple de bitume armé à armatures de voile de verre, conforme à la NFP 84.314, soudée.

B.1.2. Isolant 130 mm d'épaisseur support d'étanchéité

- Isolation thermique par panneaux en mousse de polyuréthane, 2 faces voile de verre de 130 mm d'épaisseur, fixation selon A.T.

Surfaçage bitume, encollage à l'EAC, application des panneaux sur la dalle béton en serrant les joints. (pas de fixation mécanique).

B.1.3. Etanchéité partie courante auto-protégée

Revêtement comprenant :

- un revêtement d'étanchéité homogène, soudé en plein en bitume modifié par élastomère SBS, avec armature non tissé polyester
- un revêtement d'étanchéité homogène soudé en plein en bitume par élastomère SBS, auto-protégé par granulats minéraux sur la base de 1500 gr/M2
- charges inférieures ou égales à 4,5 KN/M2
- y compris toutes sujétions de pose, montage à pied d'œuvre, exécution, protection, sécurité, nettoyage des parties salies - étanchéité des reliefs, plots et costières.
- renforcement de l'ensemble de la zone pour circulation par dalles de parcours et au droit des plots béton support des panneaux solaires spéciales renforcées rapporté sur la 2^{ème} couche d'étanchéité.

Localisation :

- Toiture terrasse béton suivant plans architectes :
 - a) terrasse isolée,
 - b) terrasse non isolée (parvis de l'entrée).

B.2. Relevés périphériques

Après façon de cueillie et façon de pente dues au présent lot, l'Entrepreneur devra les relevés, avec auto-protection minérale. Les relevés remonteront jusque sous le pli de la couverture.

Sur murs, l'Entrepreneur prévoira des couronnements par bande porte-solin et solin, ou du type préfa aluminium, avec joint SNJF, catégorie I.

- Prévoir :
- . 1 EIF primaire d'adhérence.
 - . 1 équerre de renfort soudée.
 - . 1 couche d'étanchéité par feuille bitumée élastomère, à armatures grille et voile de verre, soudée avec finition granulés céramiques.
 - . Remontée de l'isolant.

Y compris sujétions de costière métallique au droit de l'espace sécurité au R+1 (à inclure dans l'offre globale et forfaitaire de l'Entreprise).

Localisation :

- a) Ensemble des relevés sur terrasse étanchée, y compris au droit de souche, lanterneaux, sorties de toiture, etc... avec isolant.
- b) Ensemble des relevés sur terrasse étanchée, y compris au droit de souche, lanterneaux, sorties de toiture, etc... sans isolant.

DT1