

SESSION 2020

CAPLP
CONCOURS EXTERNE

SECTION GÉNIE CIVIL

Option : **CONSTRUCTION ET RÉALISATION DES OUVRAGES**

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.

A l'issue de l'épreuve, le candidat remettra une copie par étude, avec les documents réponses concernant l'étude glissés à l'intérieur de celle-ci.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

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

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	3020J	101	7397

Ce dossier comporte les documents suivants :

DOSSIER PRESENTATION

DP1	Présentation du dossier	page 2
DP2	Plans de l'architecte - Vue en plan du RdC	page 3
DP3.1	Plans de l'architecte - Coupe B & Coupe C	page 4
DP3.2	Plans de l'architecte - Coupe A & Façade Est	page 5
DP4	Extraits CCTP - Lot VRD	page 6

DOSSIER ETUDES

Etude n°1 : Evacuation des eaux	page 7
Etude n°2 : Mur de soutènement	pages 8,9
Etude n°3 : Réalisation de la poutre de la façade Est	page 10

DOCUMENTS TECHNIQUES

DT1	Extraits du DTU 43.3 P1-1 (toitures en tôle d'acier nervurées)	page 11
DT2	Plan du mur de soutènement	page 12
DT3	Treillis soudés	page 12
DT4	Combinaisons de charges	page 13
DT5.1	Extraits des plans de coffrage des fondations et du RdC	page 14
DT5.2	Vue globale du plan de coffrage du RdC	page 15
DT6	Détails plans d'armatures	page 16
DT7	Installation de chantier	page 17
DT8	Caractéristiques de la grue Potain GTMR 386 B	page 17
DT9.1 et 9.2	Banches SATECO SC 1015	page 18
DT10	Poutrelles Bois DOKA H20	page 20
DT11	Formulaire de RdM	page 20
DT12	Etais PERI Multiprop	page 21

DOCUMENTS REPONSES

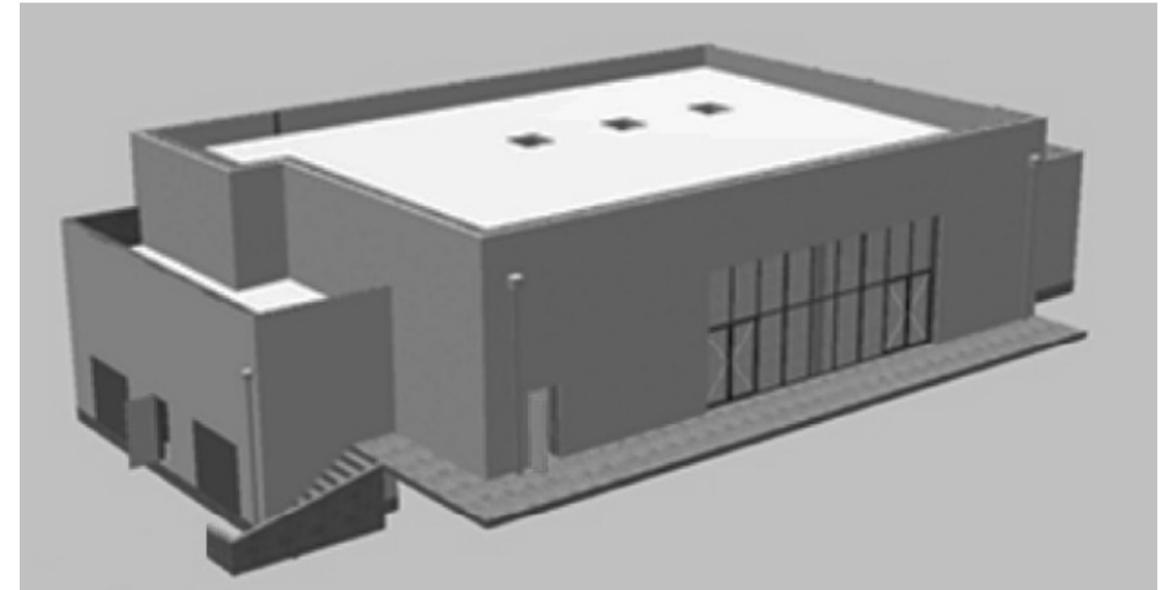
DR1	Toiture Terrasse - Evacuation des eaux pluviales	page 22
DR2	Plan des réseaux EU et EP	page 23
DR3	Profil en long entre R1 et R2	page 24
DR4	Répartition de la poussée sur AB	page 25
DR5	Actions sur le mur isolé	page 25
DR6	Pondérations des charges	page 26
DR7	Plan de calepinage des banches	page 27

Temps et barème indicatifs :

Etude 1 : 6 points
 Etude 2 : 6 points
 Etude 3 : 8 points

Les 3 études doivent être traitées sur des copies indépendantes

Le projet support de l'épreuve porte sur la construction d'un foyer sportif.



Le bâtiment comporte 3 zones :

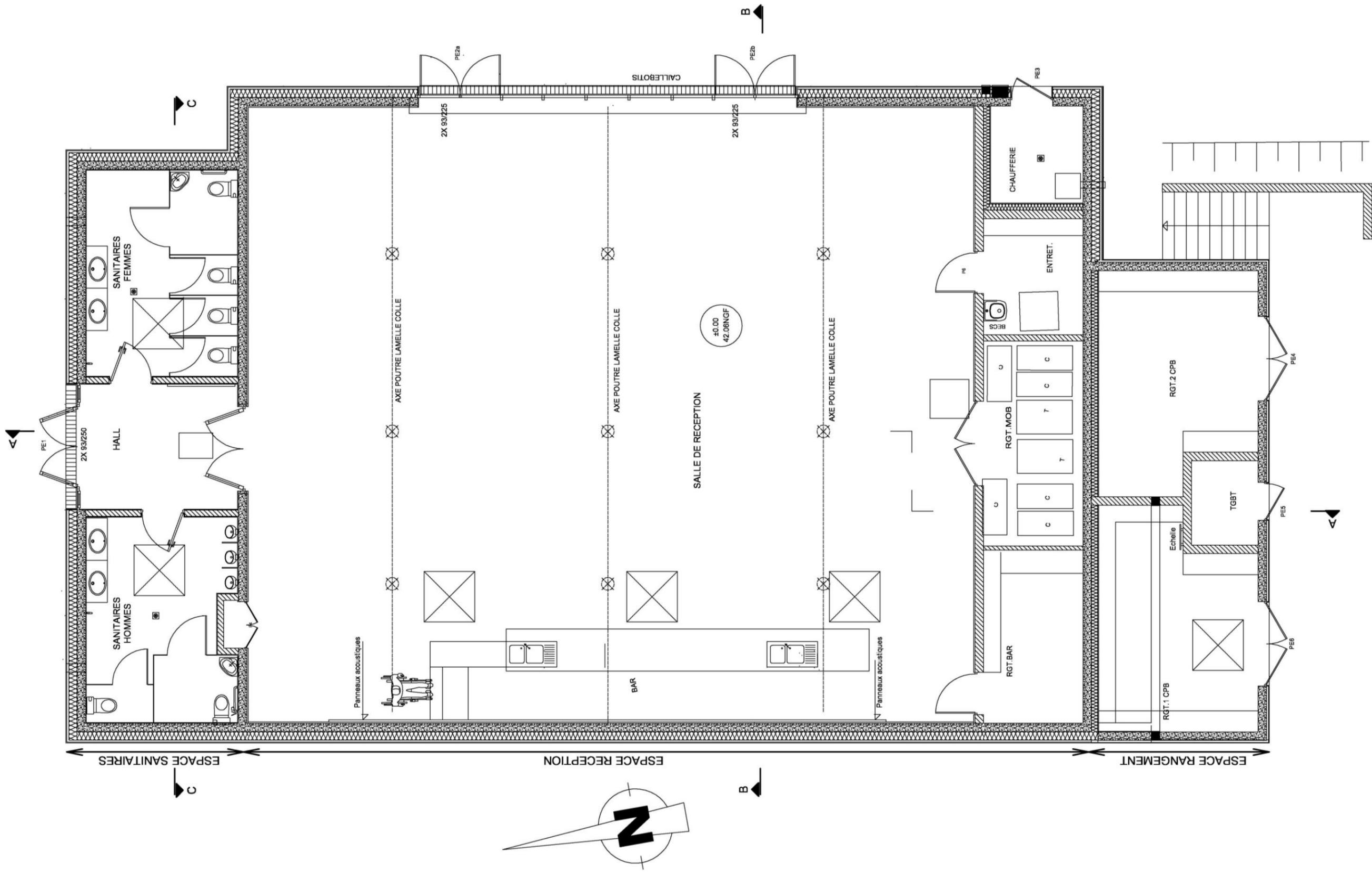
- au sud, un espace rangement situé en contrebas et partiellement surmonté d'un local VMC,
- au centre, un espace réception comprenant une salle de réception bordée de zones de rangement et de locaux techniques,
- au nord, la zone des sanitaires et le hall d'entrée.

La structure porteuse en béton armé supporte une charpente en bois lamellé-collé sur laquelle reposent des bacs acier. Les voiles extérieurs des zones centrale et sud sont recouverts d'un bardage en acier prélaqué.

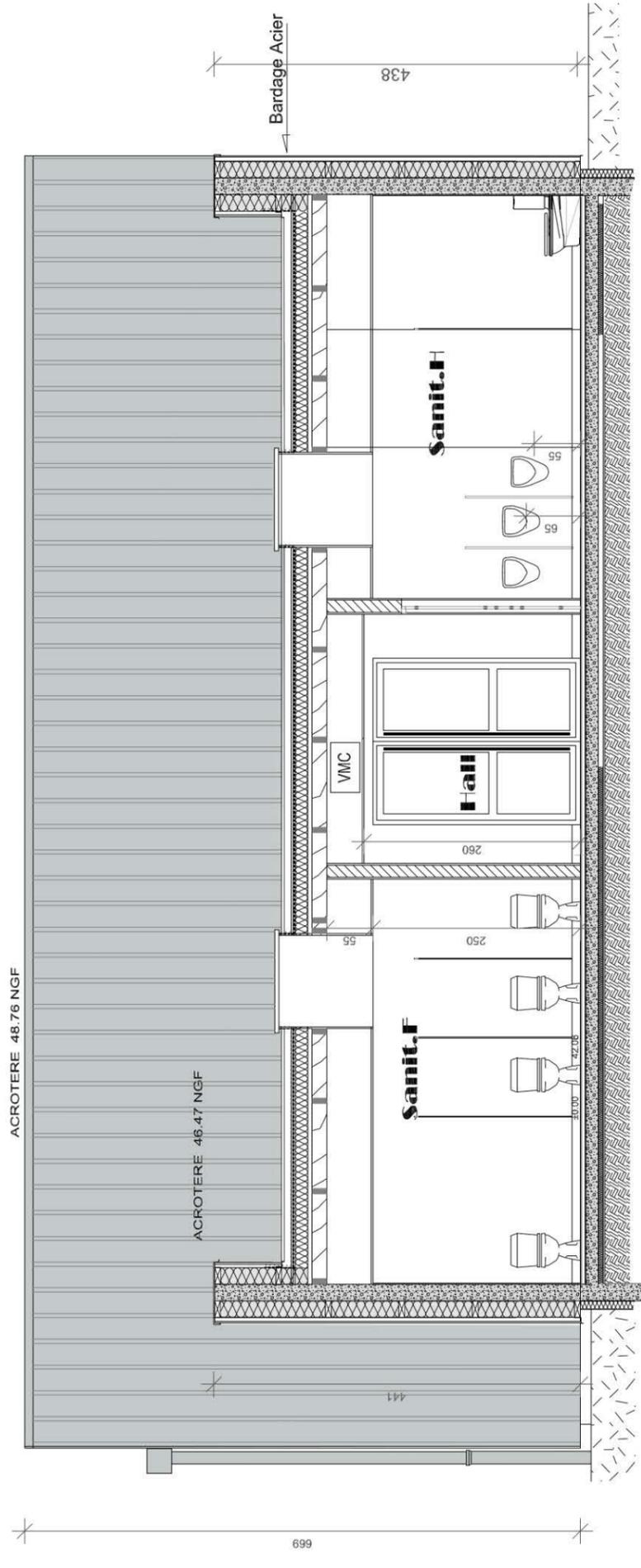
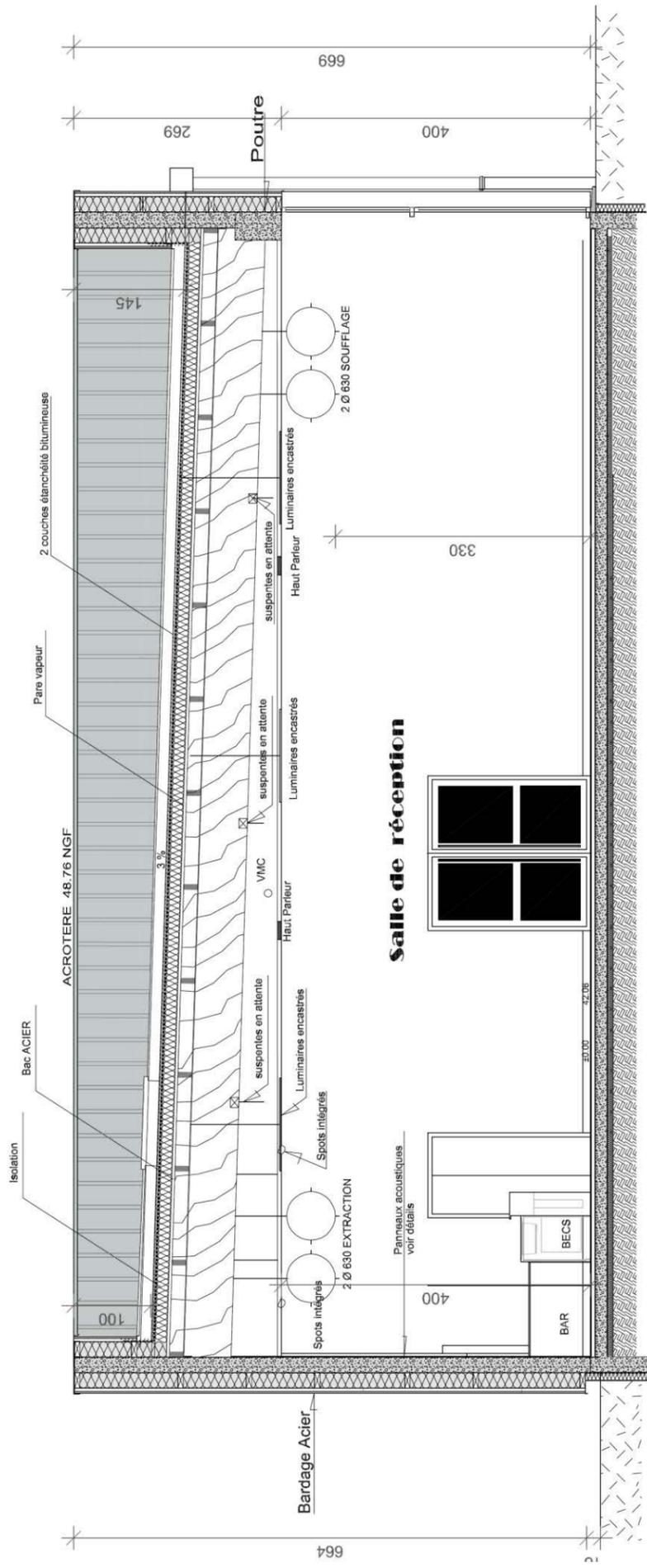
Les différentes études à mener portent sur les points particuliers suivants :

- ✓ L'évacuation des eaux,
- ✓ Le mur de soutènement bordant l'escalier extérieur,
- ✓ La poutre 101 (localisée en façade Est).

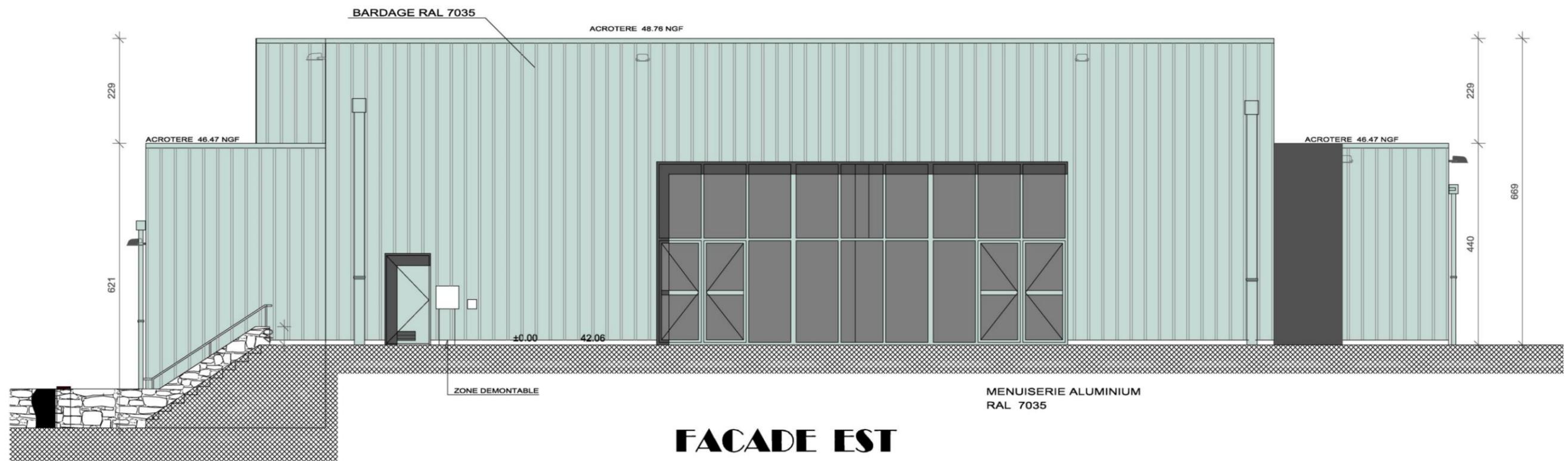
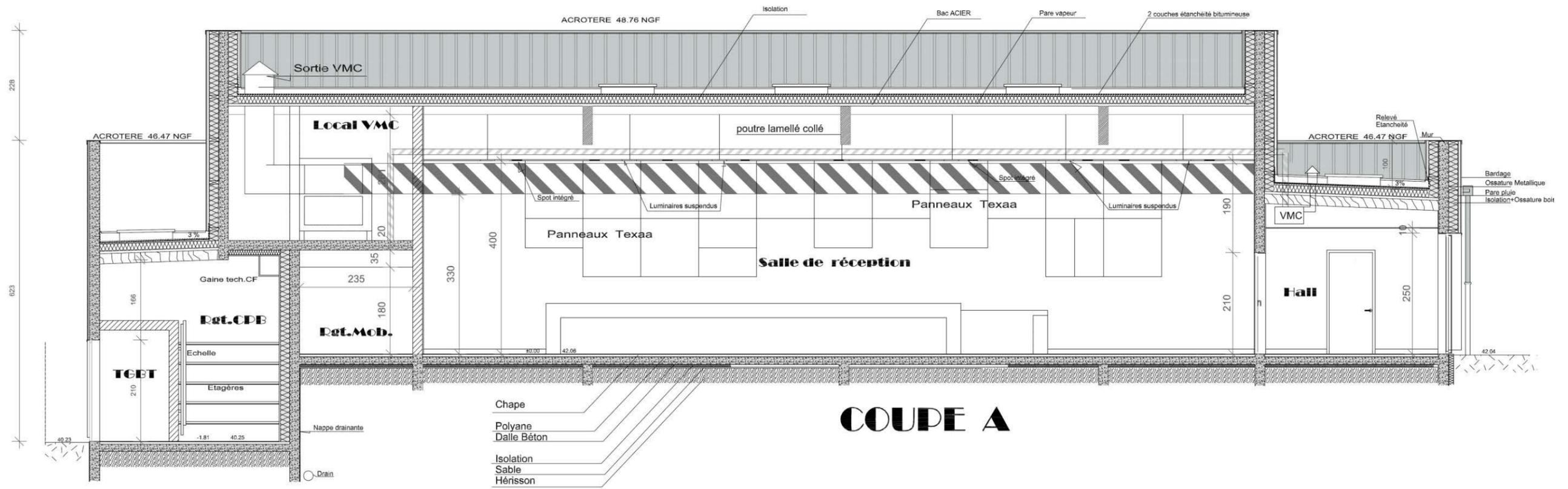
DP2 - Plans de l'architecte - Vue en plan du RdC



DP 3.1 - Plans de l'architecte - Coupe B & Coupe C



DP3.2 - Plans de l'architecte - Coupe A & Façade Est



DP 4 - Extraits CCTP - Lot VRD

10.3 - Réseaux EU et EP

10.3.1 - Canalisations EU et EP

Elles seront exécutées en PVC compact (série 13500), à emboîtement collé sous bâtiment et à emboîtement non collé sous enrobé et dallage extérieur en béton balayé, assurant une parfaite étanchéité. Elles seront posées sur un lit de sable de 10 cm d'épaisseur. Il sera exécuté ensuite un enrobage et calage jusqu'à 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure. Ce remblai directement en contact avec la canalisation doit être constitué de sable et compacté sur les parties latérales de la tranchée.

Le remblaiement complémentaire de la tranchée sera effectué avec le produit d'extraction de fouille expurgé de tout élément supérieur à 100 mm, débris végétaux et animaux.

Ce remblaiement sera exécuté par couches successives d'épaisseur maximale 30 cm compactées l'une après l'autre. Remblai en tout venant sous la partie en béton balayé.

...

Les canalisations seront posées avec une pente minimum de 20 mm par mètre, sauf impossibilité. Dans ce cas, l'accord des Bâtiments Communaux devra être obtenu.

...

10.3.2 - Regards

Les regards EU et EP seront mis en œuvre aux emplacements indiqués sur les plans et coulés en place ou en béton préfabriqué, type Sabla ou équivalent. Ils comprendront :

- un radier de béton de ciment, d'épaisseur 10 cm
- une dalle de couverture en fonte ductile
- des échelons scellés en fer rond, diamètre 30 mm pour les regards de plus de 1 m de profondeur
- ...

La mise à niveau des regards se fera en fin de chantier.

Les dimensions des regards devront être conformes aux règlements d'hygiène :

- 40 x 40 jusqu'à 0,60 m de profondeur
- 60 x 60 de 0,60 à 1,00 m de profondeur
- 80 x 80 au-delà de 1,00 m de profondeur

Etude n°1 : Evacuation des eaux

L'étude porte sur l'évacuation des eaux pluviales (EP) et des eaux usées (EU) du futur foyer sportif.

1.1. On s'intéresse tout d'abord aux entrées d'eaux pluviales (EEP) au niveau de la toiture terrasse (voir **DR1**). Ces évacuations sont constituées d'un déversoir relié à une boîte à eau connectée à une descente d'EP comme le montrent les détails ci-contre.

1.1.1. A l'aide de la perspective du bâtiment du **DP1** et du **DP3.2**, repérer sur le **DR1**, (par des couleurs ou des hachures différentes), les surfaces collectées par chacune des Entrées d'Eaux Pluviales (EEP), en prenant en compte les couvertines. Calculer ensuite les surfaces collectées par les EEP1 et EEP4.

1.1.2. Les surfaces collectées par les entrées d'eaux pluviales EEP3 et EEP6 ont été grossièrement estimées et valent respectivement 165 m² et 15 m².
A l'aide du **DT1** et des informations fournies sur le **DR1**, déterminer les dimensions minimales (en cm) des orifices d'évacuation des déversoirs pour ces deux EEP.

1.2. Sur le **DR2**, repérer dans des couleurs différentes le réseau d'eaux pluviales (EP) et celui d'eaux usées (EU). Préciser le code couleur utilisé.

Sur chaque portion de réseau, indiquer par une flèche le sens d'écoulement.

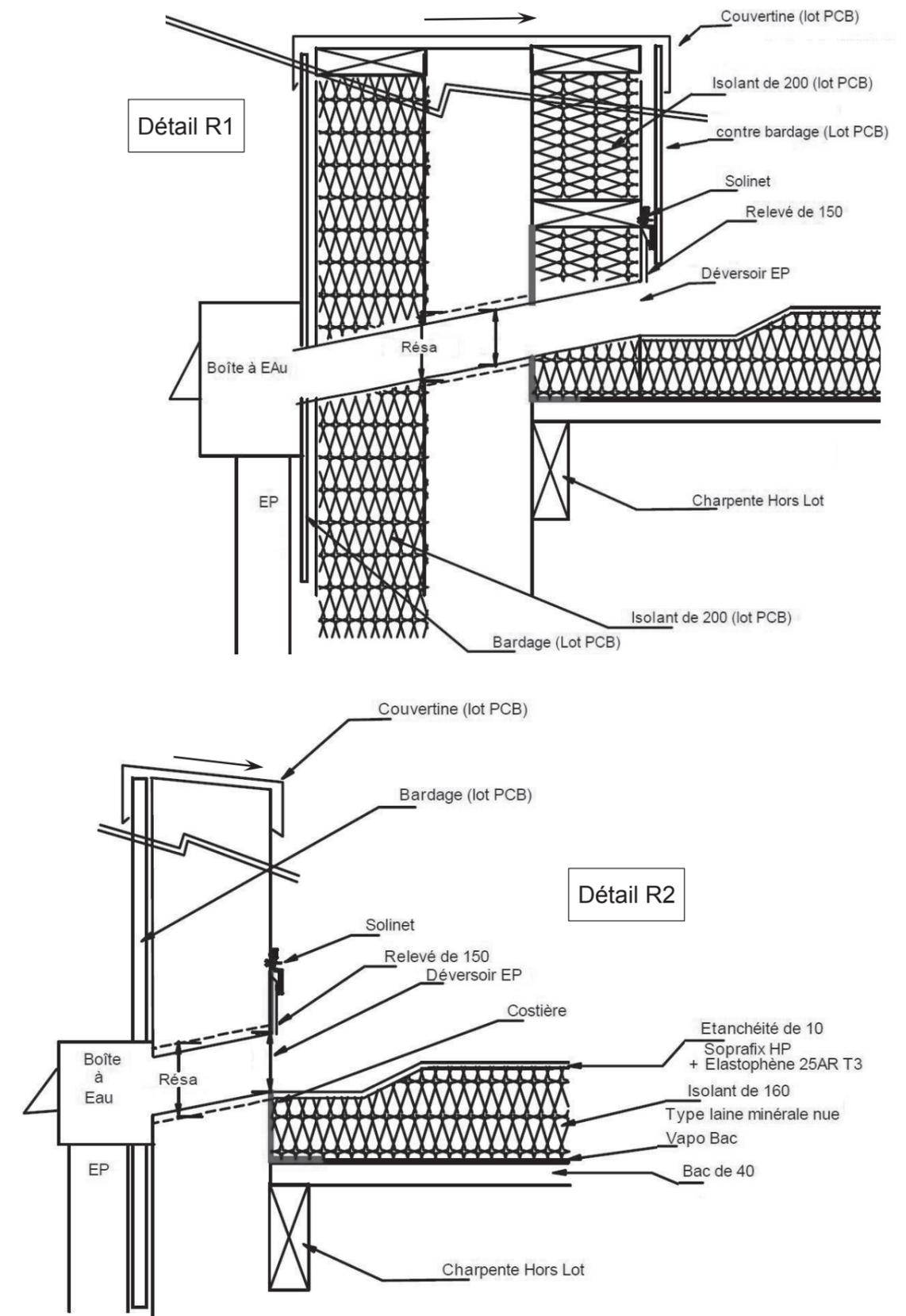
Nota : on rappelle que le Fil d'Eau (FE) est le point bas intérieur d'une canalisation ou d'un regard.

1.3. L'entraxe des regards R1 et R2 situés au nord du foyer sportif est de 18 m. La canalisation EP a un diamètre de 300 mm.

A l'aide des informations fournies sur le **DR2** et le **DP4**, compléter le profil en long de cette partie de réseau sur le **DR3** en justifiant les éventuels calculs.

Nota : il s'agit de représenter les regards, la canalisation, la constitution cotée de la tranchée entre R1 et R2 et de compléter le tableau.

Détails des évacuations des eaux pluviales en toitures terrasses (EEP)



Etude n°2 : Mur de soutènement

L'étude porte sur le mur de soutènement bordant l'escalier extérieur et présenté sur le document **DR4**.

Données complémentaires :

- L'étude porte sur 1 mètre de longueur de mur.
- Caractéristiques du sol :
 - Non saturé (en eau)
 - Poids volumique: $\gamma_{sol} = 23 \text{ kN / m}^3$
 - Cohésion (sol pulvérulent): $C' = 0$
 - Angle de frottement interne : $\varphi' = 35^\circ$
 - Contrainte de calcul : $q_d = 0.2 \text{ MPa}$
- On applique la méthode de Rankine pour le calcul de la poussée et on rappelle qu'au voisinage d'une paroi, la poussée sur l'écran vaut $\sigma_h = K_a \sigma_v$.
avec $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi'/2)$ et σ_v , pression due au poids de la colonne de sol
- On ne tient compte ni de la butée, ni du poids des terres sur l'avant de la semelle, ni du poids de l'escalier.
- On suppose que la poussée des terres s'applique sur un plan vertical qui passe par l'arrière du talon de la semelle.
- Caractéristiques du béton :
 - Poids volumique du béton armé $\gamma_{BA} = 25 \text{ kN / m}^3$
 - béton C30/37 ($f_{ck} = 30 \text{ MPa}$)
- Acier B500B ($f_{yk} = 500 \text{ MPa}$)

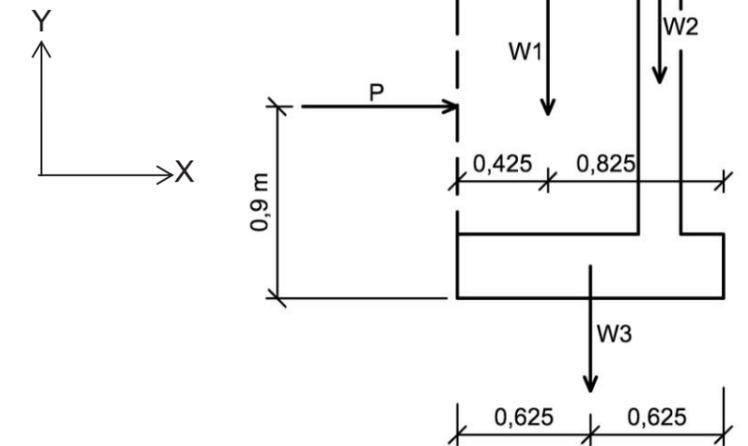
2.1. Sur le document **DR4**, déterminer le diagramme de répartition de poussée des terres le long de l'écran AB. Le détail des calculs sera fourni sur le **DR4**.

2.2. La résultante de la poussée P vaut 18kN et est placée à 0,8 m au-dessus de B.

En vue d'étudier la stabilité externe au renversement, à partir de la géométrie définie sur le document **DR4**, compléter le schéma du mur isolé du **DR5**. Il s'agit de calculer et de positionner correctement toutes les forces intervenant dans cette stabilité. Le détail des calculs sera fourni sur le **DR5**.

NB : la réaction du sol n'intervient pas dans la stabilité externe au renversement.

Pour la suite de l'étude, les dimensions du mur de soutènement ont été modifiées et figurent sur le document **DT2**. Dans ces nouvelles conditions, on obtient le schéma mécanique ci-contre sur lequel P, W₁, W₂ et W₃ représentent des actions permanentes.



2.3. On veut déterminer les pondérations des charges à envisager pour vérifier :

- la stabilité externe du mur au renversement (EQU),
- la résistance à la portance (GEO),
- la résistance au glissement (GEO).

A l'aide du **DT4**, compléter le **DR6** pour chaque vérification.

2.4. Les charges pondérées valent : P=23 kN W₁=40 kN W₂=12 kN et W₃= 8 kN

Déterminer la position du point C de basculement du mur puis vérifier la stabilité externe au renversement à l'aide du **DT4**.

2.5. Pour la vérification du critère de résistance à la portance, les charges pondérées valent

$$W_1=61 \text{ kN} \quad W_2=18 \text{ kN} \quad \text{et} \quad W_3=12 \text{ kN}$$

2.5.1. Montrer par le calcul que la résultante Vd se situe à 0,07m à gauche du centre de gravité G de la semelle.

Pour cela, écrire que le moment de la résultante est égal à la somme des moments des forces verticales.

2.5.2. A l'aide du **DT4** (et notamment du modèle de Meyerhof), déterminer si le critère de résistance à la portance est vérifié.

2.6. Pour la vérification du critère de résistance au glissement, les charges pondérées valent

$$P=29 \text{ kN} \quad W_1=45 \text{ kN} \quad W_2=13 \text{ kN} \quad \text{et} \quad W_3=9 \text{ kN}$$

A l'aide du **DT4**, déterminer si ce critère de résistance est vérifié.

2.7. On s'intéresse aux armatures du mur de soutènement.

2.7.1. Un calcul a permis de déterminer la section d'**armatures principales** à placer dans le voile au niveau de l'**encastrement** : $A_s = 3,3 \text{ cm}^2$ (pour 1m de mur).
Vérifier si cette section est suffisante sachant que :

$$A_{s,\min} = \max \left[0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_w d ; 0,0013 b_w d \right] \quad \text{et} \quad f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{2/3} \quad \text{et} \quad d = 0,9 h$$

Conclure.

2.7.2. A l'aide du **DT2**, calculer, pour le voile, la section d'armatures principales prévue au niveau de l'encastrement. Conclure.

2.7.3. Sur la face avant du voile (côté escalier), on dispose des armatures de peau

- horizontales de section A_h ,
- verticales de section A_v ,

telles que A_h et A_v (en cm^2/m) $\geq 0,08 e$ avec e , épaisseur du voile en cm.

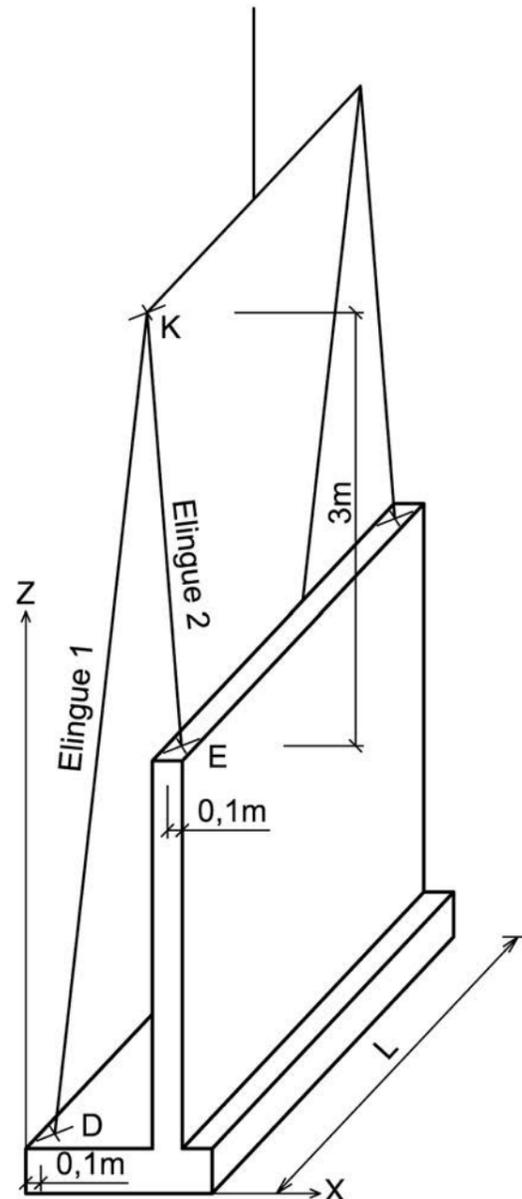
Déterminer les sections A_h et A_v puis faire un choix de treillis à l'aide du **DT3**.

2.8.1. Les élingues sont accrochées en D et E. On souhaite que lors de la manutention, la semelle du mur de soutènement préfabriqué reste horizontale. A l'aide du **DT2**, déterminer l'abscisse X à laquelle doit se situer le point K du palonnier pour que la manutention s'effectue dans cette position.

2.8.2. Le point K se situe : - horizontalement à 0,14 m à gauche de E
- verticalement à 3 m de la tête du mur.

Déterminer les longueurs auxquelles on doit régler les élingues 1 et 2 afin de manutentionner l'élément préfabriqué dans la position souhaitée.

2.8. On décide de préfabriquer le mur du **DT2** en plusieurs tronçons de longueur L. On s'intéresse à la manutention d'un tronçon à l'aide d'un palonnier et plus précisément au réglage des élingues 1 et 2.



L'étude porte sur la réalisation de la poutre de la façade Est. Cette poutre est repérée « Ptre 101 » sur la file 8 du plan de coffrage du RdC (Voir **DT5.1**, **DT5.2** et **DT6**).

Etat d'avancement du gros œuvre pour l'étude :

- Les murs de soubassement au droit de la poutre 101 sont réalisés jusqu'au niveau « - 0,06 projet »,
- Les voiles V9 du RdC sont réalisés avec des réservations en tête des poteaux 102 pour permettre la mise en œuvre du ferrailage de la poutre 101,
- La dalle du plancher du RdC entre les files B et F est réalisée.

3.1. D'après les documents fournis, donner les informations suivantes :

- Section de la poutre 101,
- Niveau d'arase inférieure de la poutre 101,
- Niveau d'arase supérieure de la poutre 101,
- Portée entre nus de la poutre 101.

3.2. Faisabilité d'une solution avec une poutre préfabriquée.

3.2.1. A partir des **DT7** et **DT8**, préciser la capacité de levage (en tonnes) de la grue à la portée correspondant à la pose de la poutre étudiée.

3.2.2. Indiquer si une solution préfabriquée pour cette poutre est envisageable. Justifier votre réponse.

Donnée complémentaire pour la suite du questionnement :

L'entreprise a finalement choisi de couler en place tous les voiles du projet. Les voiles de grande hauteur sont réalisés par superposition de banches et coulage toute hauteur. L'entreprise souhaite donc utiliser les banches du chantier pour couler en place la poutre 101 sans recourir à un étaielement.

3.3 A partir des éléments fournis sur le **DT 6**, justifier les dimensions minimales des réservations à prévoir dans les voiles V9 pour accueillir le ferrailage de la poutre 101.

3.4 Sur le document réponse **DR7**, représenter une élévation en file 8 de l'état du GO avant l'exécution de la poutre 101.

3.5 Calepinage des banches.

3.5.1 A partir des **DT 9.1** et **DT 9.2**, proposer une solution de calepinage de banches sur le **DR7** pour la réalisation de la poutre 101 en respectant les consignes suivantes:

- Prévoir un minimum de 10 cm pour le pincement des banches pour la reprise sur un voile existant,
- Minimiser le nombre d'éléments de coffrage,
- Préciser les cotes de positionnement des éléments de coffrage.

3.5.2. Justifier sur la copie votre démarche de calepinage.

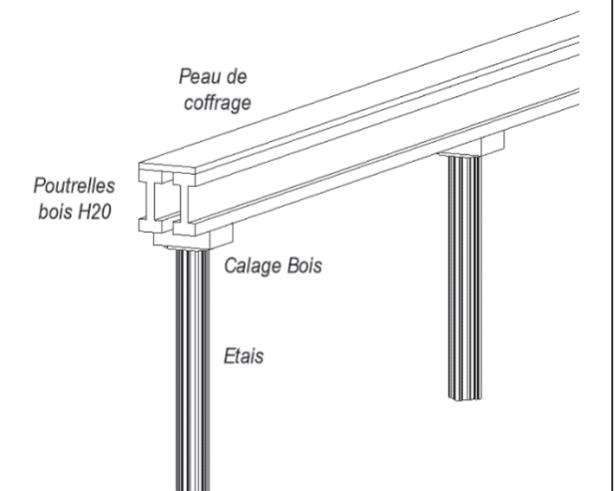
3.5.3. Indiquer les vérifications ou études techniques complémentaires à réaliser pour valider le calepinage.

3.6 Dimensionnement du fond de coffrage de la poutre.

Le fond du coffrage de la poutre est réalisé comme suit :

- Peau de coffrage : contreplaqué 21 mm,
- Raidisseurs constitués de 2 files de poutrelles bois H20,
- Calage de répartition,
- Etais PERI Multiprop.

La déformation relative autorisée pour les éléments du coffrage : $1/500^{\text{ième}}$ de la portée.



3.6.1. Déterminer la charge linéique reprise par une file de poutrelle bois H20.

3.6.2. A partir du **DT10**, déterminer l'espacement maximum entre étais si on considère que la charge linéique par file de poutrelle est de 7 kN/m.

3.6.3. Proposer une répartition de poutrelles H20 et des étais. Justifier vos choix.

3.6.4. A partir du **DT11**, déterminer la charge reprise par chaque étai.

3.6.5. A partir du **DT12**, choisir un étai adapté. Justifier le choix.

5.2 - Implantation des ouvrages particuliers**5.2.2 - Dispositifs d'évacuation des eaux pluviales***5.2.2.1 - Surface maximale collectée*

La surface maximale collectée par entrée d'eaux pluviales (EEP) est de

- 700m² dans le cas d'entrée d'eaux pluviales "en fond de noue"
- 350m² dans le cas d'entrée d'eaux pluviales "en déversoir" (latérale).

5.2.2.2 - Implantation et nombre d'entrées d'eaux pluviales

Il y a lieu de respecter les dispositions de l'annexe E.

... / ...

Annexe E (normative)**E.2 - Implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales****E.2.2 - Dispositions à respecter vis-à-vis de l'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales***E.2.2.2 - Nombre minimal d'EEP par noue*

Trois EEP en section normale ou deux EEP en section majorée.

... / ...

7.8 - Dispositifs d'évacuation des eaux pluviales**7.8.1 Généralités**

Les eaux pluviales recueillies par la toiture sont :

- collectées par les noues,
- conduites par les entrées d'eaux pluviales (EEP) aux descentes d'eaux pluviales (DEP) qui les évacuent.

Les entrées d'eaux pluviales peuvent être :

- soit "en fond de noue" et conduire les eaux directement aux DEP ;
- soit "en déversoir" (latérales) et conduire les eaux dans une boîte à eau extérieure située en tête de DEP.

... / ...

7.8.5 - Sections des entrées d'eaux pluviales (EEP) et des descentes d'eaux pluviales (DEP)*7.8.5.3 - EEP "en déversoir" (latérale)*

Seuls sont admis les déversoirs de forme rectangulaire.

Pour l'évacuation des eaux, seule intervient la largeur du déversoir calculée selon les règles suivantes :

- dans le cas de "section" normale, 1cm de largeur de déversoir évacue les eaux collectées sur une surface de 5m² (en projection horizontale) ;
- dans le cas de "section" majorée, 1cm de largeur de déversoir évacue les eaux collectées sur une surface de 3,5m² (en projection horizontale).

NOTE : La nécessité ou non de retenir une "section" majorée est précisée au paragraphe E.2.2..

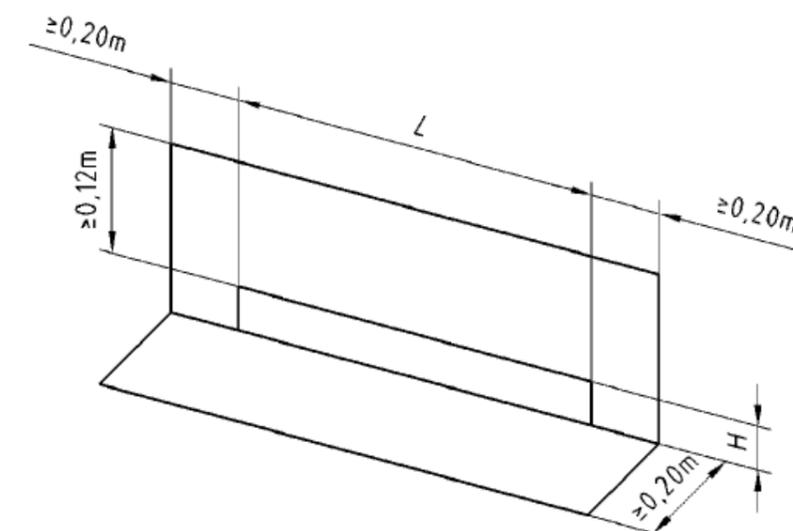
La surface collectée par déversoir est limitée à 350m² ("section" normale ou majorée).

7.8.6 - Entrées d'eaux pluviales (EEP)*7.8.6.1.2 - EEP "en déversoir" (latérale)*

Les déversoirs sont généralement constitués de deux parties, la platine et le moignon, assemblées entre elles par soudure ou tout système d'assujettissement étanche.

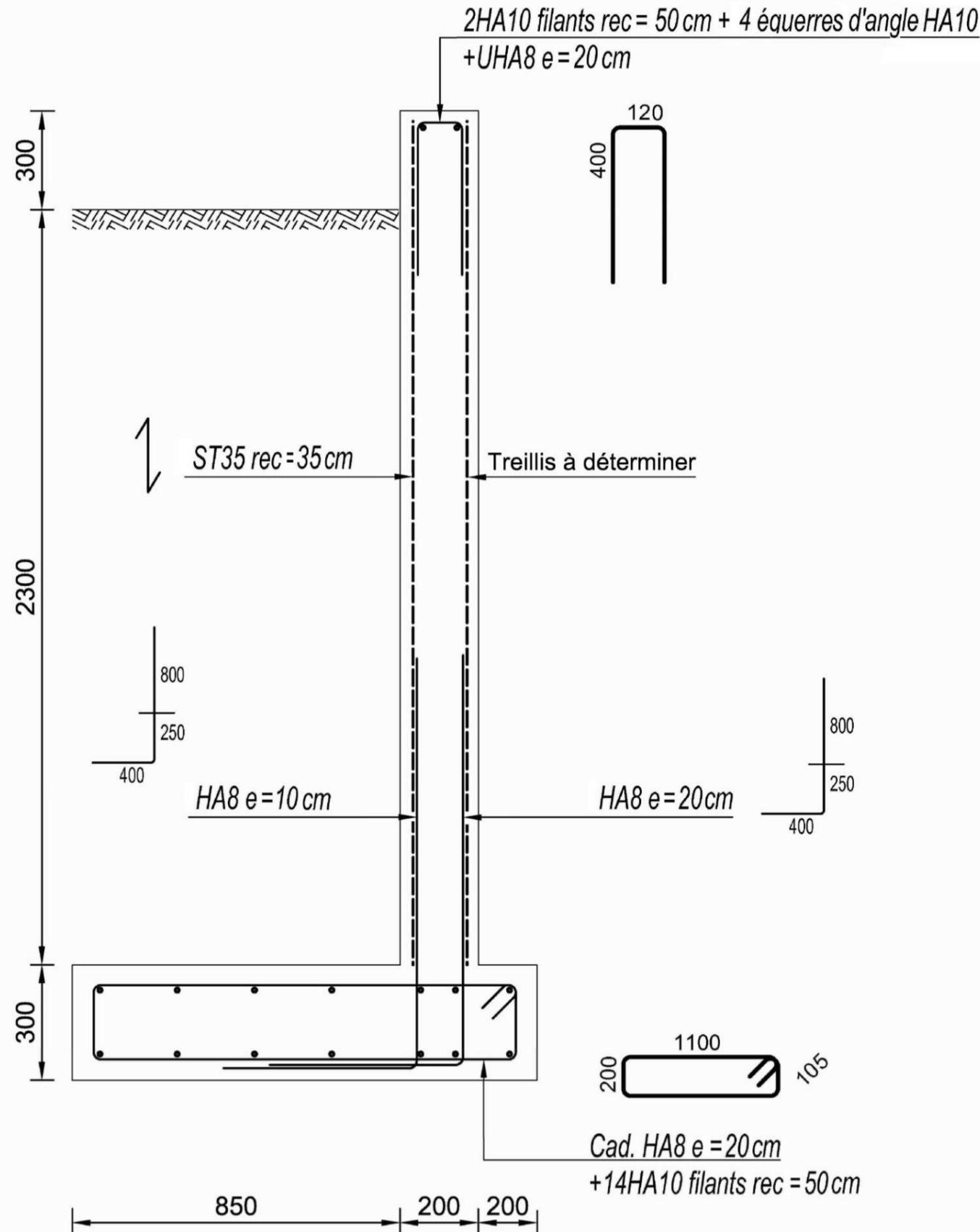
Les dimensions sont les suivantes (voir figure ci-dessous) :

- Orifice d'évacuation
 - Largeur L : telle que définie au paragraphe 7.8.5.3 (largeur nécessaire à l'évacuation des eaux pluviales), sans être inférieure à 0,10 m
 - Hauteur H : $\geq 0,10$ m
- Platine : la distance entre les bords de l'orifice d'évacuation et les bords de la platine ne doit pas être inférieure à :
 - 0,20 m pour les bords latéraux et inférieurs
 - 0,12 m pour les bords supérieurs.



DT2 - Plan du mur de soutènement

Aucune échelle particulière
NB : rec pour recouvrement



DT3 - Treillis soudés

TREILLIS ANTIFISSURATION (NF A 35-024 // NF A 35-080-2)												
Désignation ADETS	Section cm ² /m	S s cm ² /m	E e mm	D d mm	Abouts AV AR ad ag mm/mm	Nombre de fils N n	Longueur L largeur l	Masse nominale Kg/m ²	Surface Px m ²	Masse Px kg	Colisage	Poids Colis
PAFV	0.99	0.80 0.99	200 160	4.5 4.5	135/25 100/100	12 16	3.20 2.40	1.250	7.68	9.60	100	0T960
PAFC	0.80	0.80 0.80	200 200	4.5 4.5	100/100 100/100	12 18	3.60 2.40	1.250	8.64	10.80	100	1T080
PAFR	0.80	0.80 0.53	200 300	4.5 4.5	150/150 100/100	12 12	3.60 2.40	1.042	8.64	9.00	100	0T900
PAF10	1.19	1.19 1.19	200 200	5.5 5.5	100/100 100/100	12 20	4.20 2.40	1.870	10.08	18.85	70	1T319

TREILLIS DE STRUCTURE (NF A 35-080-2 // NUANCE B500A)												
Désignation ADETS	Section cm ² /m	S s cm ² /m	E e mm	D d mm	Abouts AV AR ad ag mm/mm	Nombre de fils N n	Longueur L largeur l	Masse nominale Kg/m ²	Surface Px m ²	Masse Px kg	Colisage	Poids Colis
ST20	1.89	1.89 1.28	150 300	6.0 7.0	150/150 75/75	16 20	6.00 2.40	2.487	14.40	35.81	40	1T432
ST25	2.57	2.57 1.28	150 300	7.0 7.0	150/150 75/75	16 20	6.00 2.40	3.020	14.40	43.49	40	1T740
ST35	3.85	3.85 1.28	100 300	7.0 7.0	150/150 50/50	24 20	6.00 2.40	4.026	14.40	57.98	30	1T739
ST50	5.03	5.03 1.68	100 300	8.0 8.0	150/150 50/50	24 20	6.00 2.40	5.267	14.40	75.84	20	1T517
ST60	6.36	6.36 2.54	100 250	9.0 9.0	125/125 50/50	24 24	6.00 2.40	6.986	14.40	100.60	16	1T610
ST15C	1.42	1.42 1.42	200 200	6.0 6.0	100/100 100/100	12 20	4.00 2.40	2.220	9.60	21.31	70	1T492
ST25C	2.57	2.57 2.57	150 150	7.0 7.0	75/75 75/75	16 40	6.00 2.40	4.026	14.40	57.98	30	1T739
ST25CS	2.57	2.57 2.57	150 150	7.0 7.0	75/75 75/75	16 20	3.00 2.40	4.026	7.20	28.99	40	1T160
ST40C	3.85	3.85 3.85	100 100	7.0 7.0	50/50 50/50	24 60	6.00 2.40	6.040	14.40	86.98	20	1T740
ST50C	5.03	5.03 5.03	100 100	8.0 8.0	50/50 50/50	24 60	6.00 2.40	7.900	14.40	113.76	15	1T706
ST65C	6.36	6.36 6.36	100 100	9.0 9.0	50/50 50/50	24 60	6.00 2.40	9.980	14.40	143.71	10	1T437

DT4 - Combinaisons de charges

1 - Rappel sur les notations

- $G_{k,sup}$: valeur caractéristique d'une action permanente **défavorable**
- $G_{k,inf}$: valeur caractéristique d'une action permanente **favorable**
- $Q_{k,1}$: valeur caractéristique de l'action variable dite dominante
- $Q_{k,i}$: valeurs caractéristiques des autres actions variables dites d'accompagnement (avec $i > 1$)
- $\psi_{0,i}$: coefficients traduisant le fait qu'il soit très improbable que plusieurs actions variables atteignent toutes ensemble et au même moment leurs valeurs caractéristiques

2 - Etat limite d'équilibre statique (EQU) et stabilité au renversement

- Combinaison d'actions à envisager :

EQU	$1,10 G_{k,sup} + 0,9 G_{k,inf} + 1,50 Q_{k,1} + 1,50 \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
------------	--

- Stabilité externe au renversement par rapport au point C de basculement : on doit vérifier que $\frac{\sum \text{des moments par rapport à C des forces stabilisatrices pondérées}}{\sum \text{des moments par rapport à C des forces renversantes pondérées}} \geq 1,5$

3 - Etat limite ultime pour les situations de projet durables et transitoires

- Combinaison d'actions à envisager :

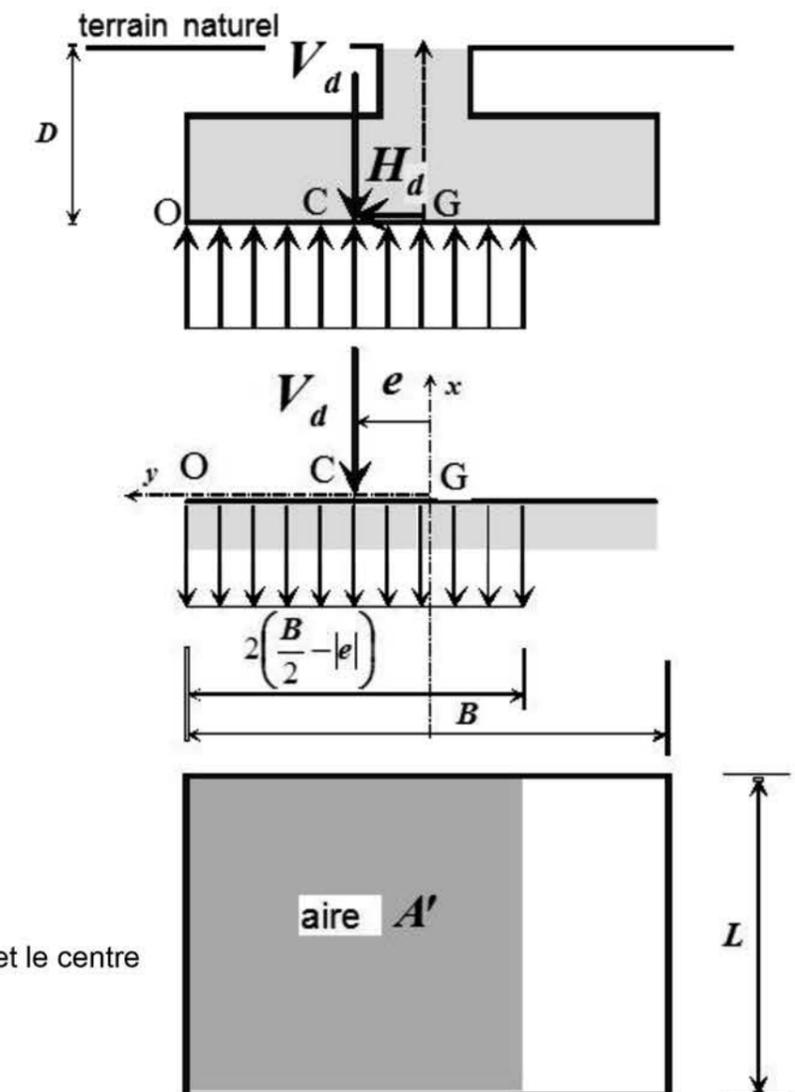
STR / GEO STR résistance des structures de bât soumises à des actions géotechniques GEO défaillance ou déformation excessive	$1,35 G_{k,sup} + 1,00 G_{k,inf} + 1,50 Q_{k,1} + 1,50 \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
---	---

- Vérification des critères de résistance

à la portance	$V_d \leq R_{d,v} = \frac{R_k}{\gamma_{R,v}} \quad \gamma_{R,v} = 1,4$
au glissement	$H_d \leq R_{d,h} = \frac{V_d \tan \varphi'}{\gamma_{R,h}} \quad \gamma_{R,h} = 1,1$

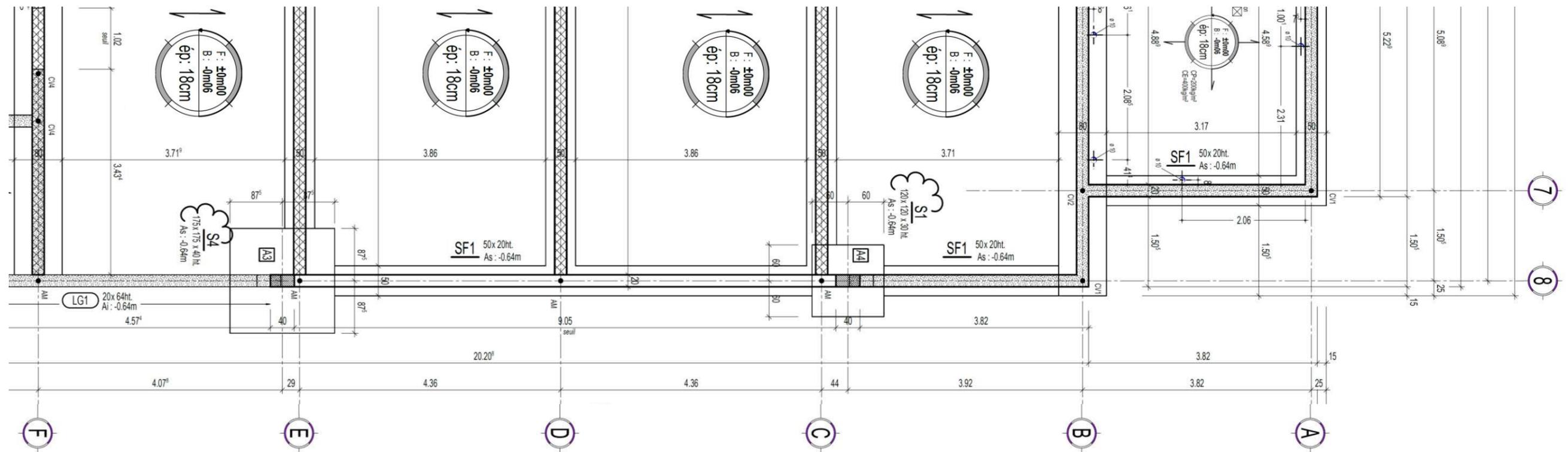
- avec → V_d : résultante de calcul des forces verticales
 → H_d : résultante de calcul des forces horizontales
 → R_k : capacité portante caractéristique déduite de la capacité portante
 → $R_{d,v} = q_d A'$: portance de calcul
 → $R_{d,h}$: résistance de calcul au glissement
 → q_d : contrainte de calcul
 → B : largeur de la semelle
 → B' : largeur effective de la semelle ; $B' = 2 \left(\frac{B}{2} - |e| \right) = B - 2 |e|$
 → $|e|$: excentricité de la résultante des forces verticales
 → L : longueur de la semelle de fondation
 → A' : aire de la surface effective sous la semelle définie par la coïncidence entre la position du centre de pression et le centre de surface de cette aire effective (Modèle de Meyerhof) : $A' = B'L$

Modèle de Meyerhof

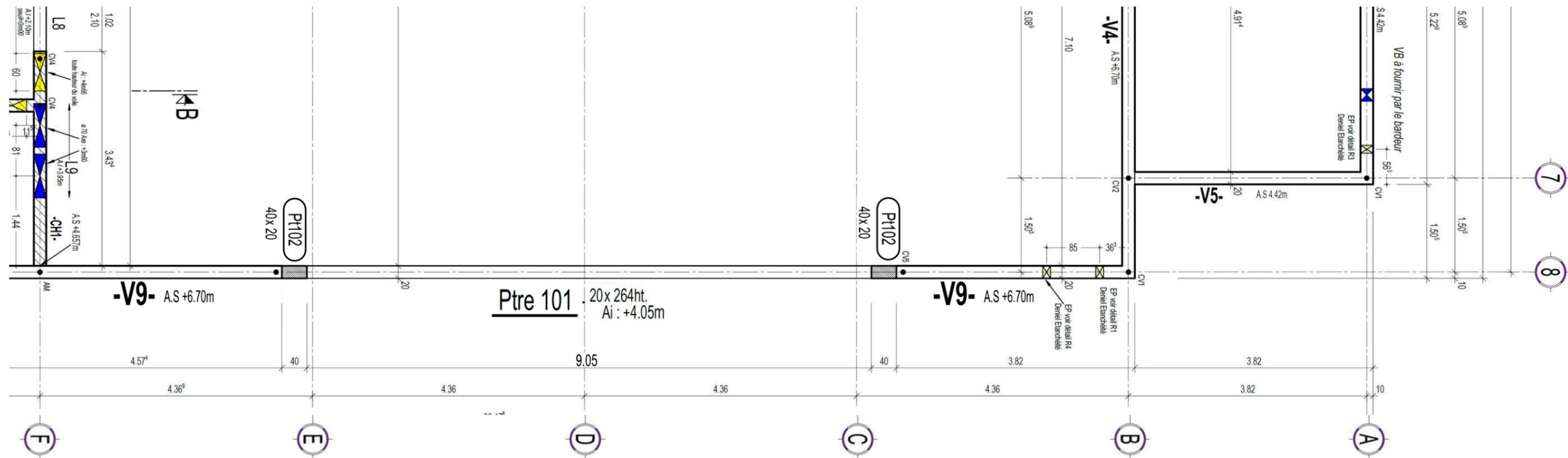


DT 5.1 - Extraits des Plans de coffrage des fondations et du RdC

Extrait du plan de coffrage des fondations



Extrait du plan de coffrage du RdC



DT 5.2 - Vue globale du plan de coffrage du RdC

