

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
BATIMENT**

**EPREUVE E4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

**(sous-épreuve E4.2)**

**ELABORATION DE SOLUTIONS CONSTRUCTIVES**

**SESSION 2012**

**Durée : 4 heures**

**Coefficient : 2**

**Matériel Autorisé :**

**- toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n° 99-186, 16/11/1999)**

**Tous les documents « réponses » même vierges doivent être rendus avec la copie**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

|                                               |                |              |
|-----------------------------------------------|----------------|--------------|
| BTS : BATIMENT                                |                | Session 2012 |
| Elaboration de solutions constructives - E4.2 | Code : BTE4ESC |              |



### Thème support : **RESIDENCE BUFFON**

Ce dossier comprend :

- |                                        |                        |
|----------------------------------------|------------------------|
| - un <b>Dossier Sujet</b>              | pages <b>DS1 à DS3</b> |
| - un <b>Dossier Technique</b>          | pages <b>DT1 à DT5</b> |
| - un <b>Dossier Documents Réponses</b> | pages <b>DR1 à DR5</b> |

*Tous les documents réponses, même vierges, doivent être rendus avec la copie.*

### **Barème :**

- |                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| Partie A : 6 points | <i>Rupteur de pont thermique</i> |
| Partie B : 2 points | <i>Balcon PH sous-sol</i>        |
| Partie C : 5 points | <i>Cage d'ascenseur</i>          |
| Partie D : 7 points | <i>Casquette béton armé</i>      |

*Toutes les parties sont indépendantes.*

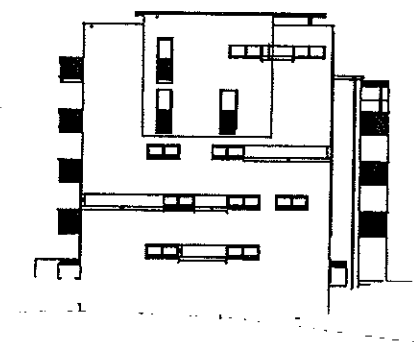
**Matériels autorisés** : calculatrice , matériel courant de dessin

# PRESENTATION

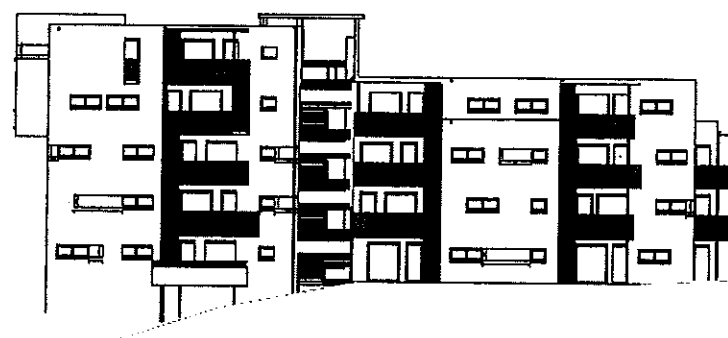
Le dossier étudié concerne la réalisation d'un bâtiment d'habitation de 37 logements.



Cette résidence de type R+2 à R+4 comporte un sous-sol partiel semi-enterré.



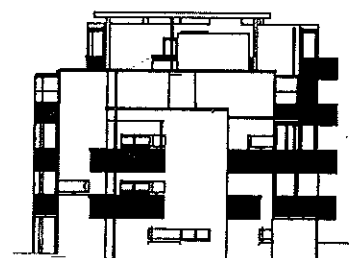
Façade Nord Est



Façade Nord Ouest



Façade Sud Est



Façade Sud Ouest

Emprise au sol : 40 m x 16 m

Hauteur : 15 m

Le bâtiment est constitué de volumes simples et épurés pour lui donner un caractère contemporain.  
La composition des façades sera animée par une mise en couleur de ces différents volumes.

## PRINCIPES CONSTRUCTIFS :

**Fondations :** superficielles

**Système de structure :** poteaux / poutres / voiles / maçonnerie / dalles avec prédalles

**Couverture :** toiture terrasse technique : béton / isolant / étanchéité

## DESCRIPTIF SOMMAIRE DES OUVRAGES (extraits du C.C.T.P.)

### Infrastructure :

- Béton des fondations coulé en pleine fouille pour semelles filantes et isolées, et gros béton éventuel
- Radier et voiles en béton armé d'épaisseur 20 cm pour fosse ascenseur
- Dalle de répartition d'épaisseur 15 cm sur radier pour fosse ascenseur
- Soubassements en agglos pleins de 20 cm ou en voiles béton armé ép. 18 cm ou 20 cm
- Raidisseurs béton armé verticaux et chaînages béton armé horizontaux dans soubassements
- Poteaux béton armé
- Système de drainage en pied des murs périphériques du sous-sol du bâtiment
- Dallage béton ép. 13 cm sur hérisson de 40 cm avec isolation thermique non compressible d'une épaisseur de 7 cm minimum sous la totalité du dallage

### Superstructure :

- Maçonnerie en agglos creux B40 ou B60 ép. 20 cm
- Raidisseurs verticaux et chaînages horizontaux en béton armé
- Voiles béton armé ép. 16 cm, 18 cm ou 20 cm
- Poteaux en béton armé
- Poteaux métal 150 mm x 150 mm x 5 mm remplis en béton armé pour appuis des balcons et de la casquette béton armé
- Poutres béton armé en retombées et retroussées coulées "in situ"
- Poutres béton armé noyées dans les dalles des balcons ou renforts de planchers
- Plancher béton armé ép. 23 cm coulé sur prédalles préfabriquées à rupteur de pont thermique
- Dalle béton armé ép. 15 cm pour porche et paliers
- Dalle béton armé coulé en place pour balcons
- Dalle béton armé ép. 22 cm pour casquette béton
- Goujons CRET au niveau du porche et des paliers
- Escaliers béton armé droit préfabriqué
- Appuis préfabriqués et seuils préfabriqués ou coulés en place
- Acrotères et relevés béton armé

## PARTIE A

### RUPTEUR DE PONT THERMIQUE

La résidence s'inscrit dans le cadre du label HPE (Haute Performance Energétique) et vise le label BBC. Pour cela, elle doit atteindre une consommation énergétique ( $\leq 50 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$ ) très nettement inférieure à celle imposée par la réglementation en vigueur au moment de la construction.

La conception du bâtiment doit donc intégrer des solutions technologiques d'isolation par l'intérieur performantes.

Un extrait du C.C.T.P. précise :

« Réalisation de plancher en béton armé coulé sur prédalles préfabriquées à rupteur de pont thermique en rives de dalle de type Rutherma modèle DF de chez Schöck ou similaire.

Nota :

Les liaisons logements / balcons ne seront pas traitées par des rupteurs de pont thermique. »

#### A1 : LES PONTS THERMIQUES

Documents Techniques à consulter : DT1 et DT2

Sur copie :

A1.1) Précisez ce que signifie la désignation « BBC ».

A1.2) Proposez au moins 2 localisations critiques de pont thermique dans ce bâtiment. Illustrez vos exemples à l'aide de schémas à main levée qui expliquent le rôle des « rupteurs de ponts thermiques ».

A1.3) Proposez un autre principe d'isolation permettant de se passer de la plupart de ces rupteurs de pont thermique (tout en conservant de bonnes performances thermiques).

#### A2 : RUPTEUR THERMIQUE RUTHERMA modèle DF

Documents Techniques à consulter : DT1 et DT2

Ce type de rupteur (solution proposée par l'architecte) assure, en plus de la continuité de l'isolation, la liaison mécanique à la jonction **dalle de plancher / mur de façade** (voir DT2).

Le moment fléchissant et l'effort tranchant sont donc transmis par des armatures ancrées dans le mur par courbure et par scellement droit dans la dalle, à travers un isolant thermique de 8 cm d'épaisseur.

Deux plaques silico-calcaires collées sur l'isolant assurent la fonction coupe-feu.

La hauteur du rupteur correspond à l'épaisseur de la dalle.

Les éléments ont une longueur de 1 m et sont posés en continuité.

Rappel :

« Pour un appui de rive formant une construction monolithique, il convient de dimensionner la section des armatures sur cet appui pour un moment de flexion résultant de l'encastrement partiel de  $0,15 M_{\text{max}}$ . Ce moment est négatif, les armatures sont en chapeau. »

Données : chape + carrelage :  $140 \text{ daN/m}^2$   
cloisons :  $0,5 \text{ kN/m}^2$   
charges d'exploitation :  $150 \text{ daN/m}^2$

Sur DR1:

Dimensionnement et calepinage des rupteurs sur les zones I (file 3) et II (file F) à partir de l'exemple fourni (voir DT2).

A2.1) Dimensionnez les différents modèles de rupteurs DF nécessaires pour les zones I et II. Proposez un calepinage et le bon de commande nécessaire pour tout l'appartement.

Sur DR2:

A2.2) Analysez le fonctionnement mécanique d'un rupteur thermique.

#### A3 : THERMOPREDALLE RECTOR

Documents Techniques à consulter : DT1 et DT3

La solution proposée par l'entreprise (variante), consiste à mettre en place des rupteurs de ponts thermiques avec le procédé Thermoprédalle (voir DT3).

Il s'agit d'une prédalle en béton armé équipées de boîtes en polymère rigide incorporées dès la fabrication en usine le long des rives de la dalle. Des blocs isolants sont mis en place dans les boîtes avant coulage de la dalle de compression.

La liaison mécanique entre le plancher et le mur est assurée par des cages d'armatures (« paniers ») intégrés à la fabrication, en extrémité de la prédalle.

Elles sont localisées entre les boîtes de polymère formant ainsi des nervures en béton armé de 15 cm de largeur et de hauteur égale à l'épaisseur du plancher.

L'entraxe des nervures est généralement de 82 cm.

Sur copie :

A3) En dehors du critère de prix, citez au moins un avantage et un inconvénient de ce procédé.

## PARTIE B

### BALCON PH SOUS-SOL

Documents Techniques à consulter : DT1 et DT3

L'étude concerne le balcon de l'appartement T4b2, défini sur le plan de coffrage du plancher haut du sous-sol. Deux poteaux métalliques remplis de béton armé supportent une poutre noyée qui participe à la reprise de ce balcon.

Sur DR3:

B1) Complétez le plan de ferrailage de la poutre PN1 et proposez une répartition de principe des cadres (sans calcul) avec des espacements de 10 cm et 20 cm par exemple. Identifiez les aciers.

B2) Complétez l'élévation en plaçant les aciers de la poutre PN1 et en proposant le positionnement des aciers principaux du balcon. Vous veillerez à respecter les sens de portée indiqués sur le DT3.

B3) Les poteaux (supports de PN1) ont leur fondation à -3m / T.N. et sont entourés d'une « gaine » en béton armé. Quel est le rôle de cette gaine ?

## PARTIE C

### COUPE SUR CAGE D'ASCENSEUR

Documents Techniques à consulter : DT1 et DT4

#### C1 : COUPE BB

Sur DR1:

**C1)** Complétez la coupe BB sur le DR1, à partir des extraits de plans de coffrage fournis sur DT1 et DT4 (vous ne représenterez que les éléments coupés)

#### C2 : ANALYSE DES FONDATIONS

Un extrait du rapport de sol précise :

« Article 1 : Les fondations seront arrêtées à une profondeur minimum de 1,20m par rapport aux niveaux du RDC et du sous-sol.

Article 2 : L'ancrage des fondations doit être de 20cm minimum dans le terrain porteur constitué d'argiles graveleuses et de graves argileuses situées à 50cm de profondeur par rapport au terrain naturel.

Article 3 : Les fondations voisines arrêtées à des niveaux différents devront respecter une pente maximale de 2V/3H (2 vertical pour 3 horizontal).

Article 4 : Les talus en déblais en phase chantier ou définitive devront avoir une pente maximale de 2v/3H. »

Sur DR1:

**C2.1)** Indiquez par des traits interrompus sur la coupe BB, les profondeurs à respecter vis-à-vis des articles 1 et 2 du rapport de sol.  
Vérifiez alors si les fondations SF5 et radier respectent ces articles 1 et 2.

**C2.2)** Vérifiez si la fondation SF5 respecte bien l'article 3, et indiquez la cote altimétrique limite de gros béton nécessaire pour l'assise de cette fondation

## PARTIE D

### CASQUETTE BETON ARME

Documents Techniques à consulter : DT1 et DT5

La particularité de la casquette béton armé est de s'appuyer uniquement sur 5 poteaux métalliques 150mm x 150mm x 5mm (avec remplissage en béton armé) et 1 voile de la cage d'ascenseur (voir DT5).

L'entreprise propose une solution de réalisation de la casquette qui sera retenue:

« dalle béton armé semi-préfabriquée de 22cm d'épaisseur avec poutres béton armé noyées »  
(voir DR4 et DR5)

Sur DR4:

**D1)** Qu'est-ce qui permet de justifier la présence d'une zone qui reste coulée en place ?

**D2)** Proposez alors en 10 étapes maximum un phasage pour la mise en place complète de la casquette.

**D3)** L'utilisation d'un système d'équilibrage/compensation automatique (palonnier équilibreur) impose de considérer tous les points de levage comme efficaces. Dimensionnez les douilles à plaques nécessaires au levage de la casquette.  
(voir aussi DT5)

Prendre  $q_{adh} = 200 \text{ kg/m}^2$

$\psi_{dyn} = 1,20$

$\psi_e = 1,07$

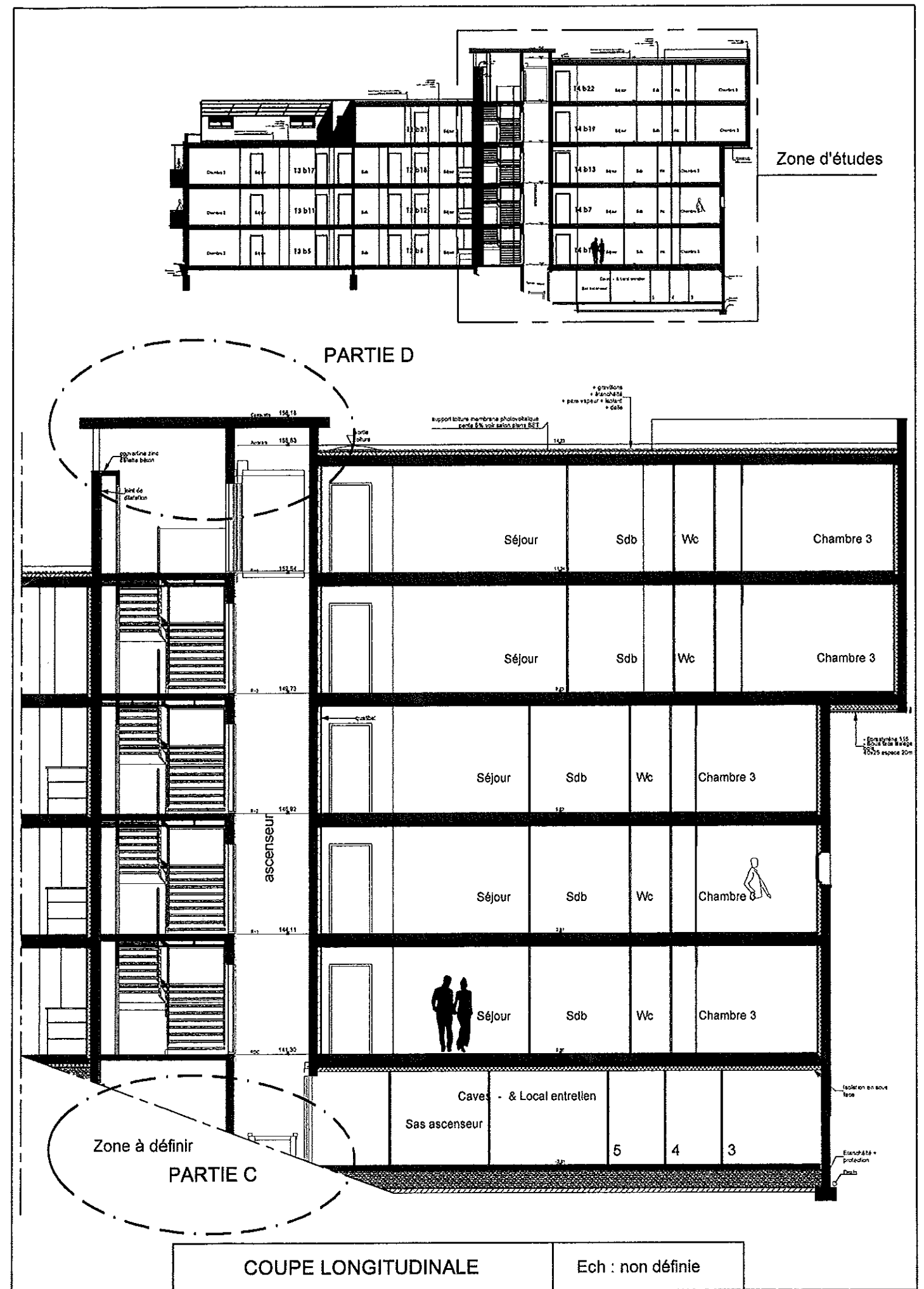
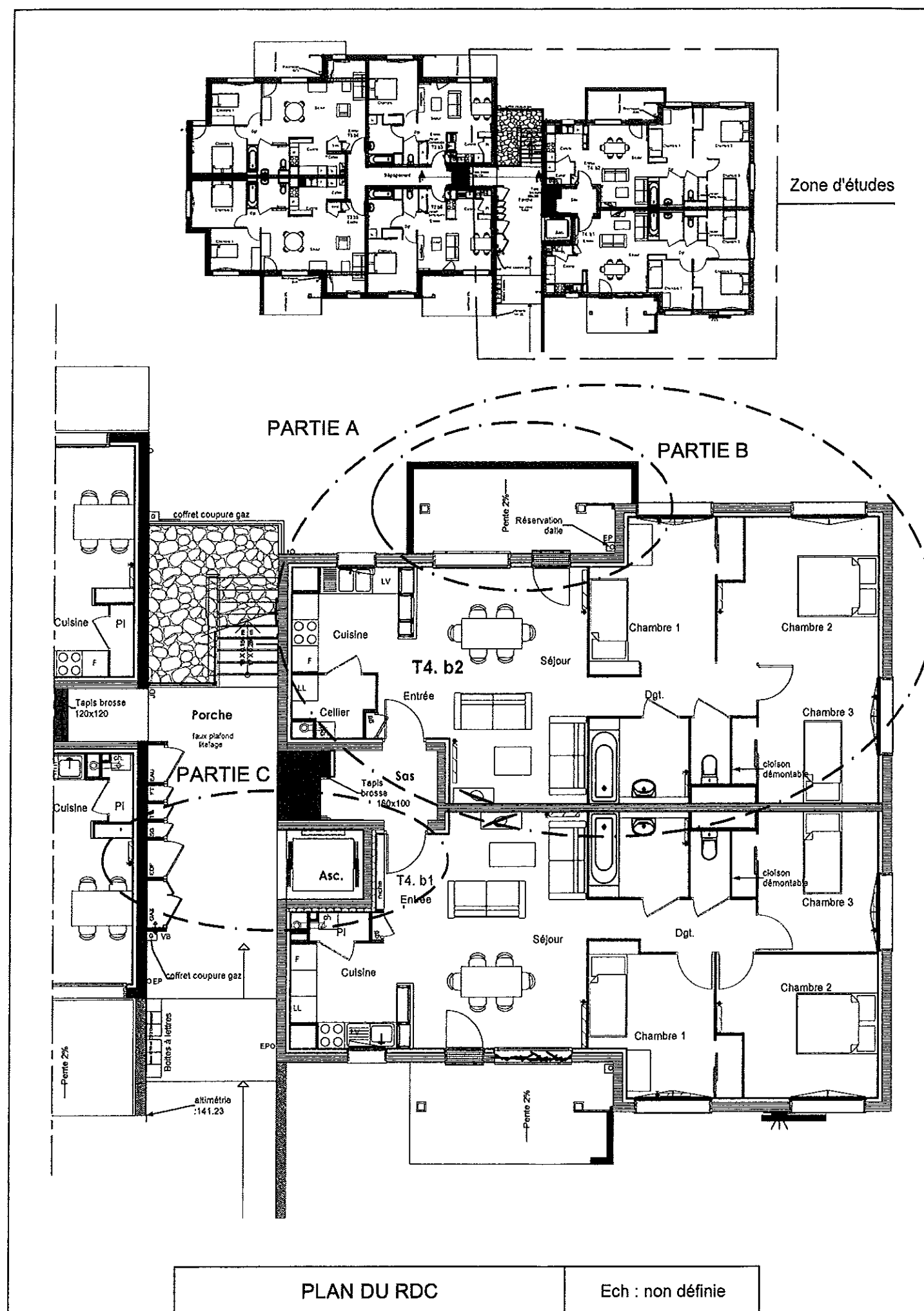
Sur DR5:

**D4)** Complétez le plan de ferrailage des armatures inférieures en positionnant les Treillis Soudés et en respectant les longueurs représentées sur la coupe AA.  
Renseignez alors le tableau de nomenclature des Treillis Soudés.

**D5)** Dessinez les aciers suivants avec leur repérage:

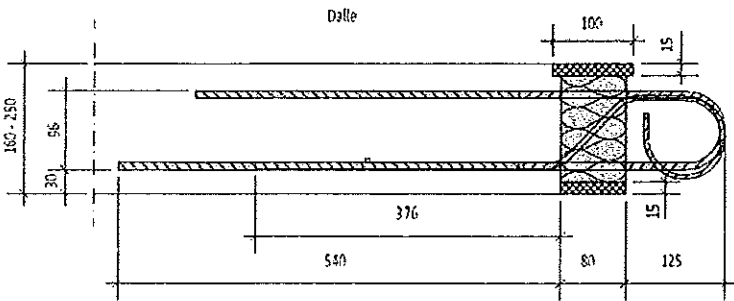
**D5.1)** les aciers de liaison entre le poteau et la casquette préfabriquée sur l'élévation

**D5.2)** les aciers de levage sur le détail  
(tenir compte de la phase de levage pour le positionnement des aciers)

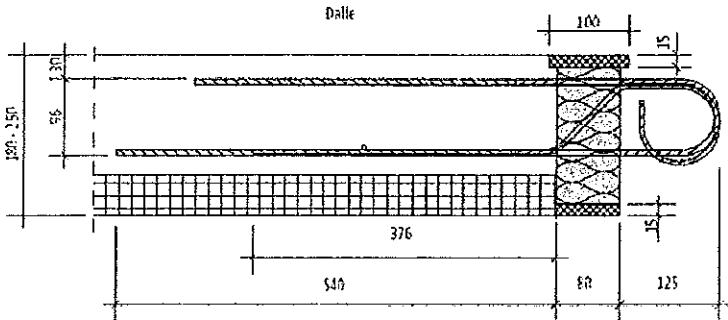




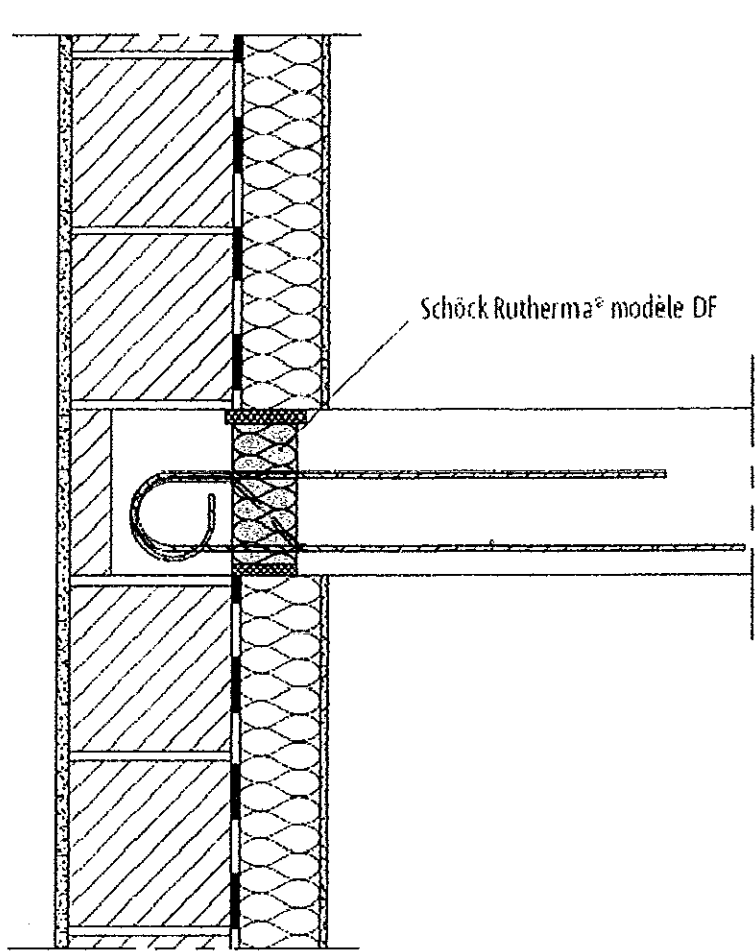
Schöck Rutherma® DF pour une dalle coulée sur place (160 mm ≤ ép. ≤ 250 mm)



Schöck Rutherma® DF pour prédalle (180 mm ≤ ép. ≤ 250 mm)



coupe type pour dalle coulée en place  
sur mur de façade en maçonnerie

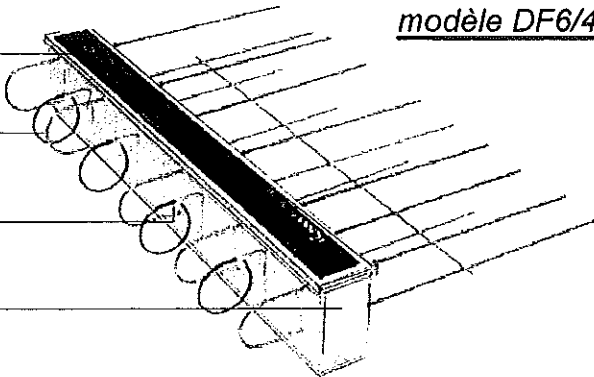


Instructions de mise en oeuvre

Armatures

Fusion bout à bout de l'acier  
inoxydable et de l'acier HA

Isolant de 8cm d'épaisseur



modèle DF6/4

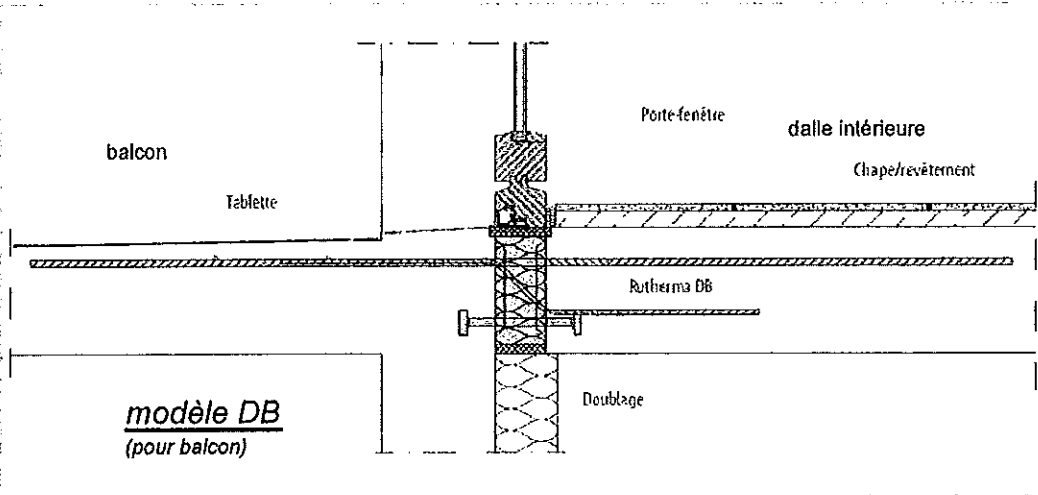


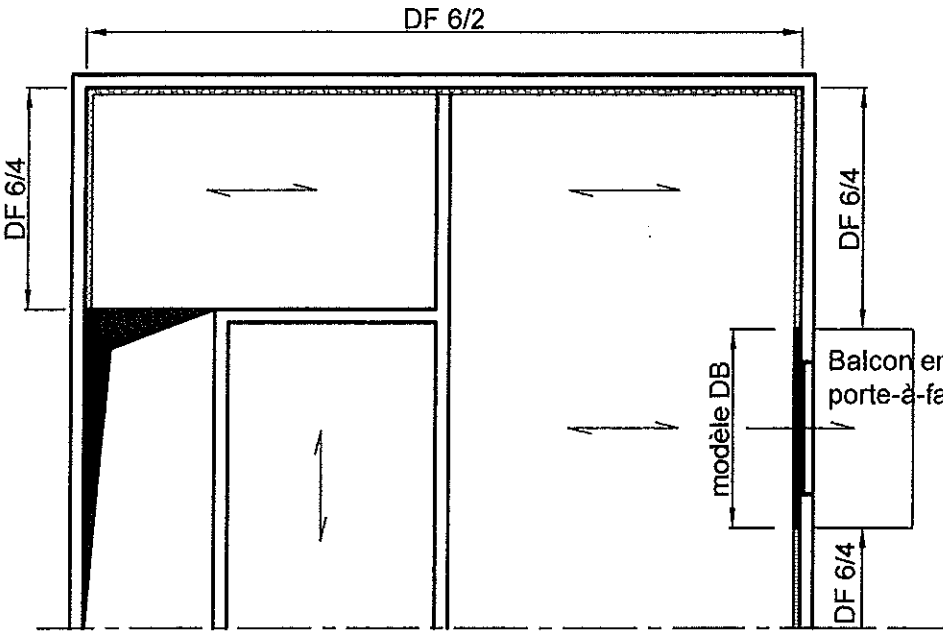
Tableau de dimensionnement

Valeurs des moments fléchissants et des efforts tranchants des différents Schöck Rutherma® modèles DF pour la jonction entre dalle  
extérieure et façade : (épaisseur de dalle : 160 - 250 mm)

Résistance du béton ≥ C25/30

| Schöck<br>Rutherma®<br>modèle | Armatures<br>(mm)                                         | Longueur de<br>l'élément | Moment ultime<br>admissible $M_{u,s} = M_{e,s}$<br>(kNm/m) | Effort tranchant ultime<br>admissible $V_{u,s} = V_{e,s}$<br>(kN/m) |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| DF 6/10                       | Traction 10 ø 8<br>Diagonale 10 ø 6<br>Compression 10 ø 8 | 1,60 m                   | 14,00                                                      | 86,92                                                               |
| DF 6/7                        | Traction 8 ø 8<br>Diagonale 7 ø 6<br>Compression 8 ø 8    | 1,00 m                   | 11,20                                                      | 60,84                                                               |
| DF 6/5                        | Traction 6 ø 8<br>Diagonale 5 ø 6<br>Compression 6 ø 8    | 1,00 m                   | 8,40                                                       | 43,46                                                               |
| DF 6/4                        | Traction 5 ø 8<br>Diagonale 4 ø 6<br>Compression 5 ø 8    | 1,00 m                   | 7,00                                                       | 34,77                                                               |
| DF 6/3                        | Traction 3 ø 8<br>Diagonale 3 ø 6<br>Compression 3 ø 8    | 1,00 m                   | 4,20                                                       | 26,07                                                               |
| DF 6/2<br>(non porteur)       | Traction 1 ø 8<br>Diagonale 2 ø 6<br>Compression 1 ø 8    | 1,00 m                   | 1,40                                                       | 17,38                                                               |

Exemple de calepinage



Exemple de dimensionnement modèle DF

Portée de la dalle (entr'axes): 5,50 m

Epaisseur de dalle: h = 200 mm

Hypothèses de charges: poids propre de dalle g1 = 5 kN/m2  
revêtement g2 = 1,5 kN/m2  
cloisons q1 = 0,5 kN/m2  
charges d'exploitation q2 = 1,5 kN/m2

Etude sur 1m:

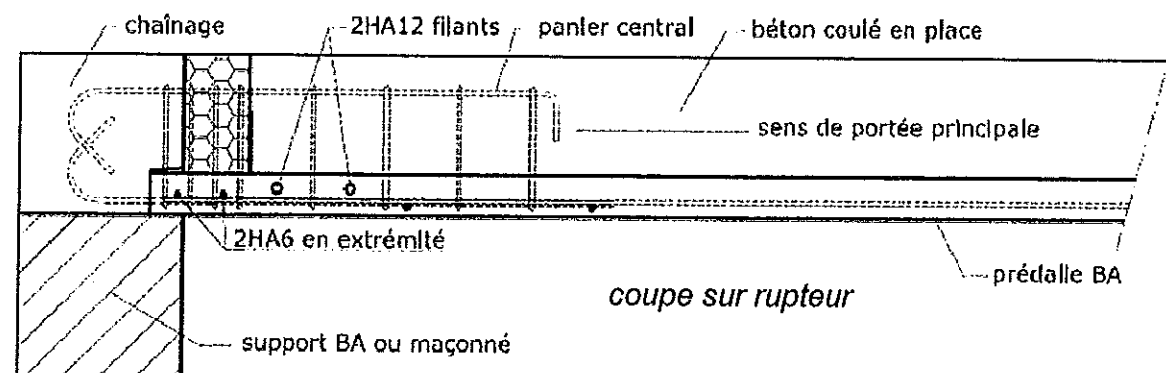
Sollicitations au niveau du rupteur:

$$MEd = - [(1,35 \times 6,5 + 1,5 \times 2) \times 5,50^2 / 8] \times 0,15$$
$$MEd = -6,68 \text{ kN.m}$$

$$VEd = (1,35 \times 6,5 + 1,5 \times 2) \times 5,50 / 2$$
$$VEd = 32,39 \text{ kN}$$

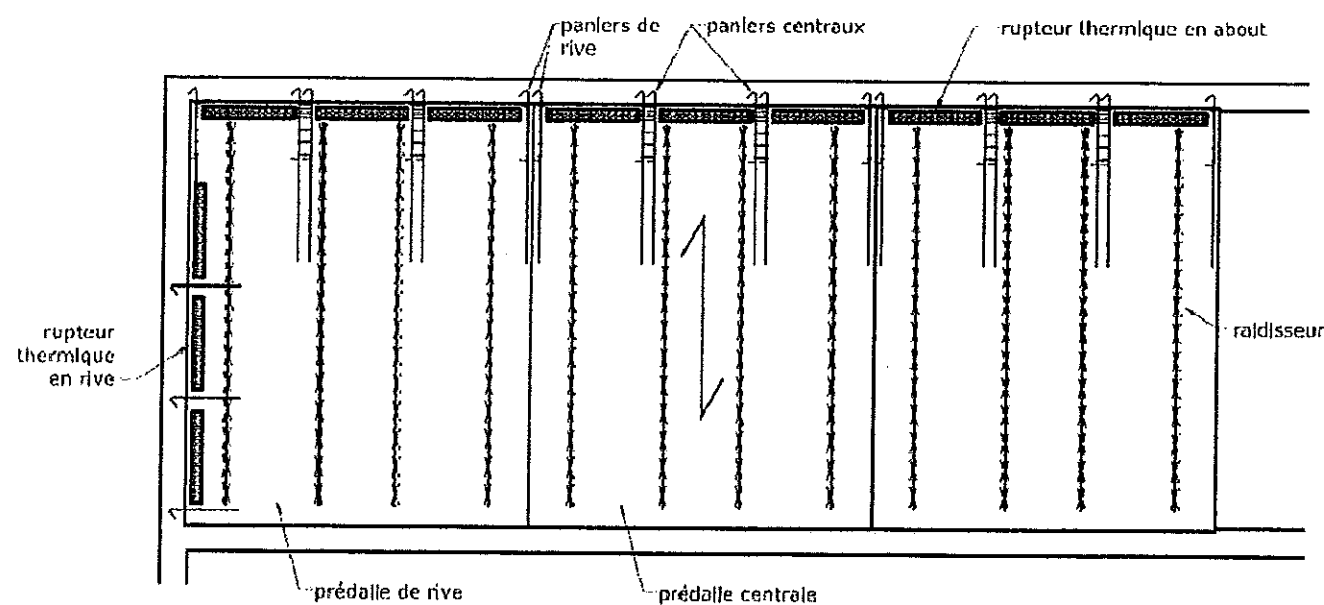
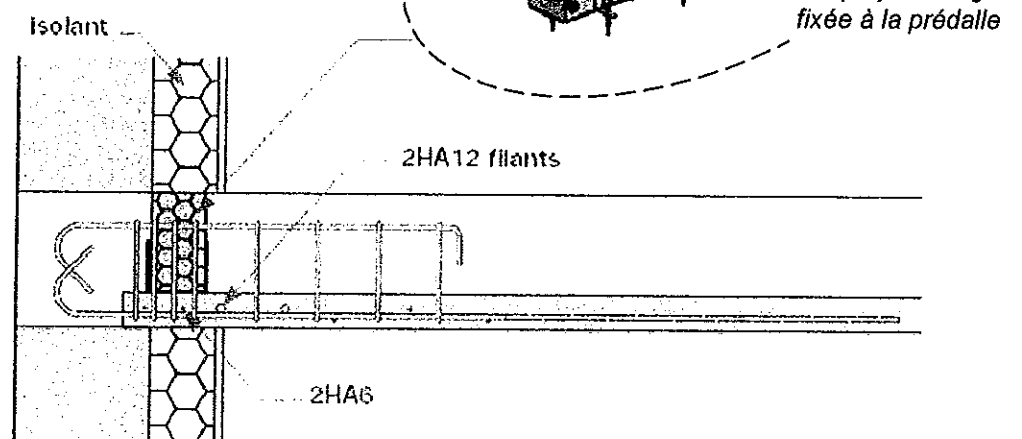
Choix des rupteurs: modèle DF6/4 (sens porteur)  
modèle DF6/2 (sens non porteur)

Disposition en rive de plancher



La thermoprédalle

coupe sur panier

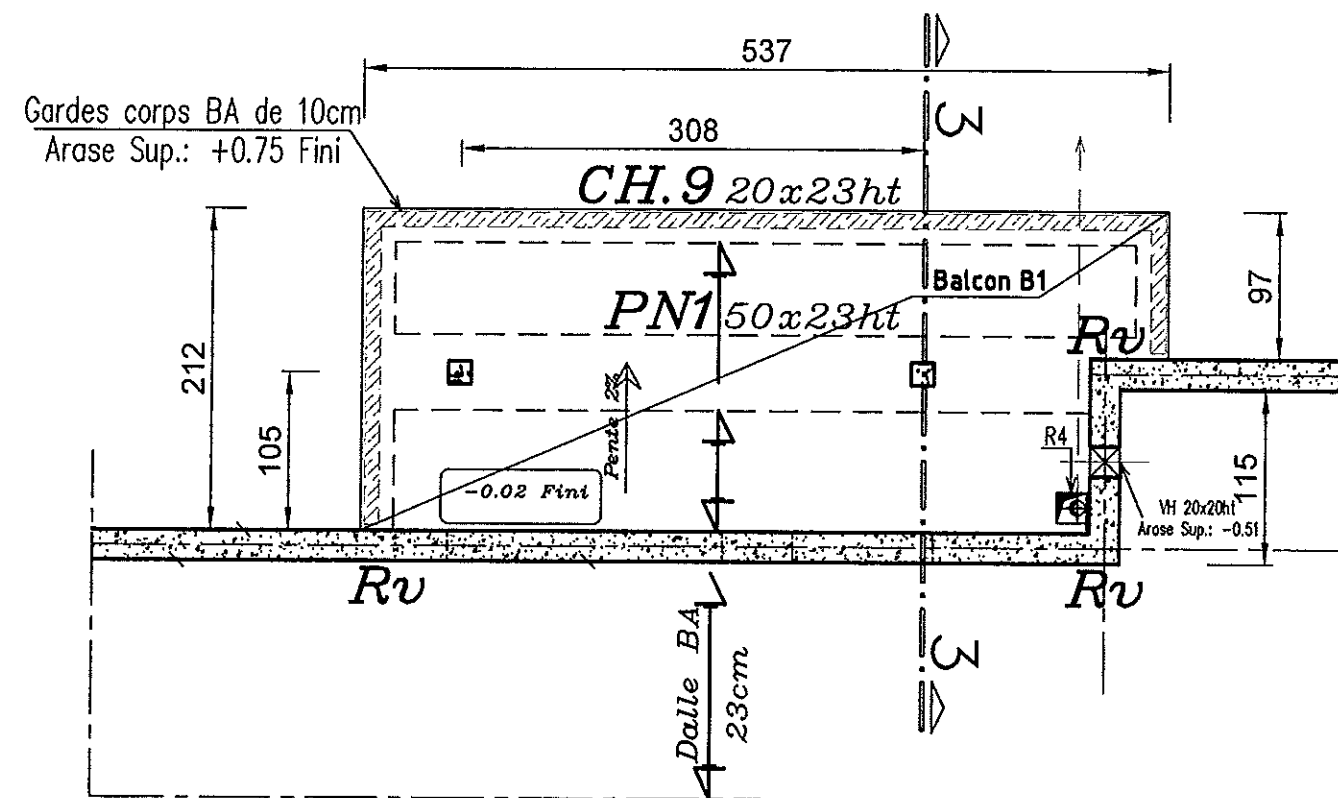
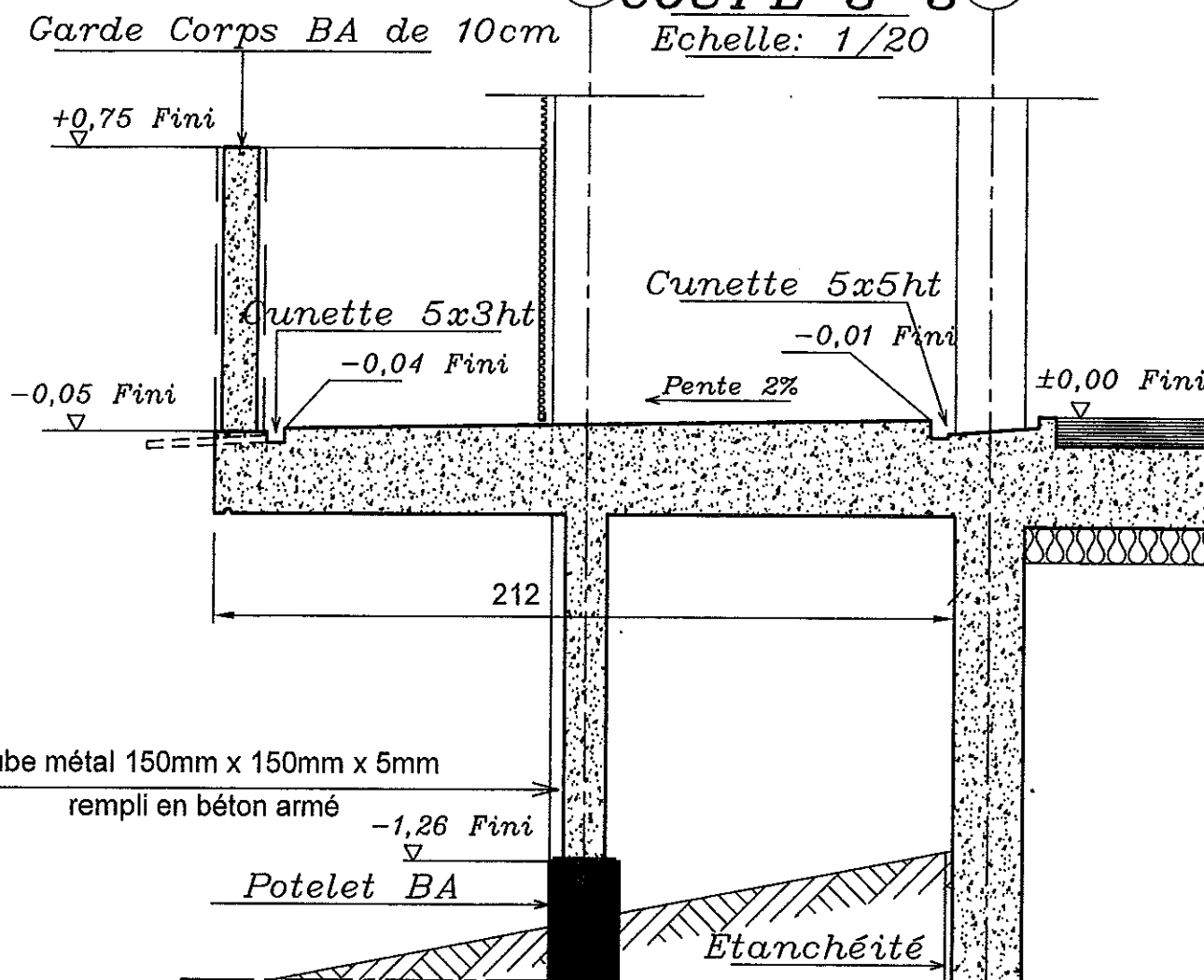


THERMOPREDALLE RECTOR

RUPTEUR DE PONT THERMIQUE

3 COUPE 3-3 4

Echelle: 1/20



PLAN DE COFFRAGE DU BALCON

Ech : 1/50 et 1/20

Unité : cm

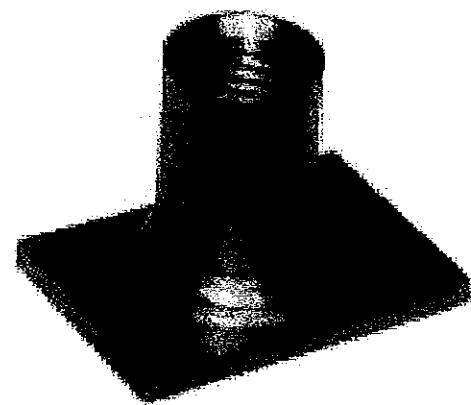
BALCON PH SOUS-SOL

DT3

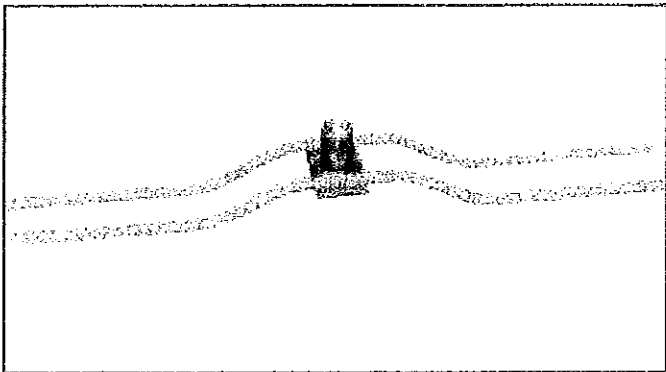




Douilles de levage à plaque « LFRP »



Les douilles à plaque LFRP s'utilisent toujours avec 2 suspentes d'ancrage



Les efforts appliqués  $F_d$  doivent être calculés selon la formule suivante :

$$F_d = \frac{(G + q_{adh} \cdot S_f) \times \psi_{dyn} \times \psi_e}{N_{eff}}$$

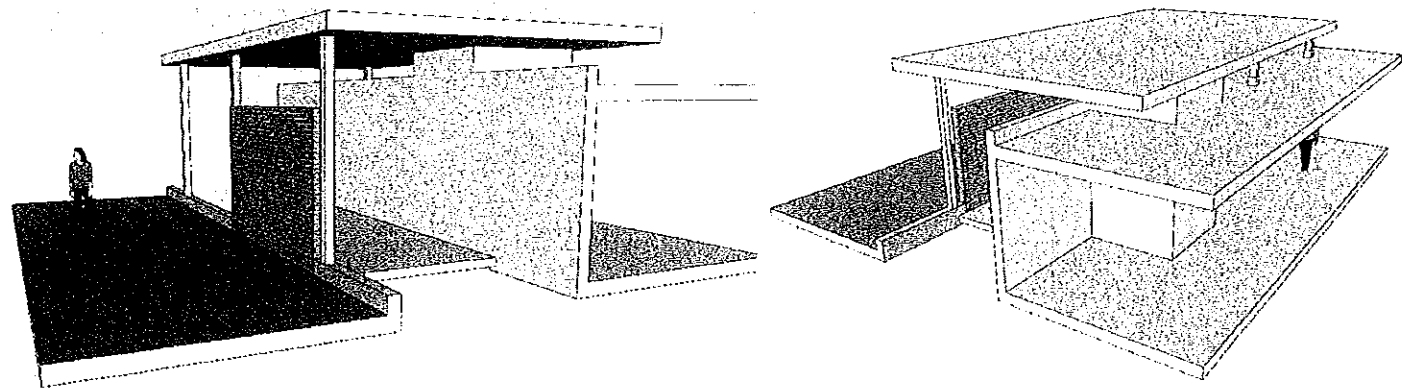
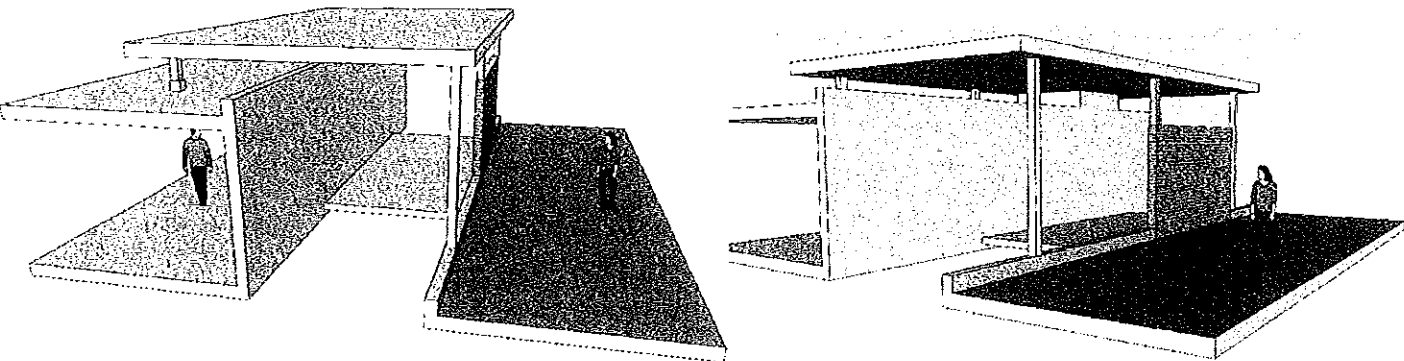
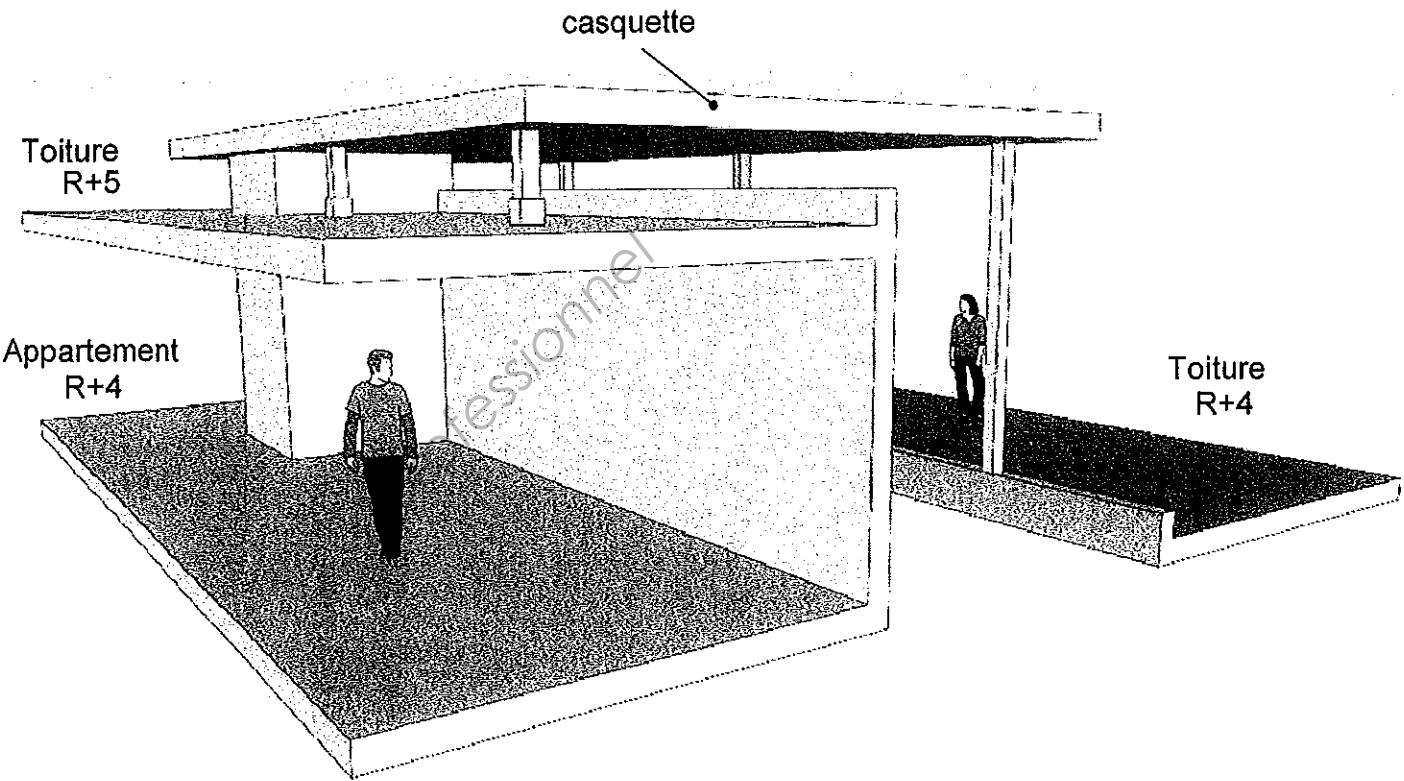
avec :

- $G$  = masse de la pièce (kg)
- $q_{adh}$  = adhérence (kg/m<sup>2</sup>)
- $S_f$  = surface coffrée (m<sup>2</sup>)
- $\psi_{dyn}$  = coefficient dynamique
- $\psi_e$  = coefficient d'élingage
- $N_{eff}$  = nombre de points efficaces

La valeur  $F_d$  obtenue par calcul est à comparer à la Charge Maximale d'Utilisation (CMU) spécifiée dans le tableau:

| Code   | Filetage<br>Rd | CMU*<br>[kg] | Dimensions [mm] |     |     |     |
|--------|----------------|--------------|-----------------|-----|-----|-----|
|        |                |              | Ø D             | h   | a   | b   |
| 902443 | 12             | 500          | 15              | 30  | 35  | 25  |
| 902445 | 16             | 1200         | 21              | 35  | 50  | 35  |
| 902449 | 20             | 2000         | 27              | 47  | 60  | 60  |
| 902452 | 24             | 2500         | 31              | 54  | 80  | 60  |
| 902455 | 30             | 4000         | 39,5            | 72  | 100 | 80  |
| 902456 | 36             | 6300         | 47              | 84  | 130 | 100 |
| 902458 | 42             | 8000         | 54              | 98  | 130 | 130 |
| 902459 | 52             | 12500        | 67              | 117 | 150 | 130 |

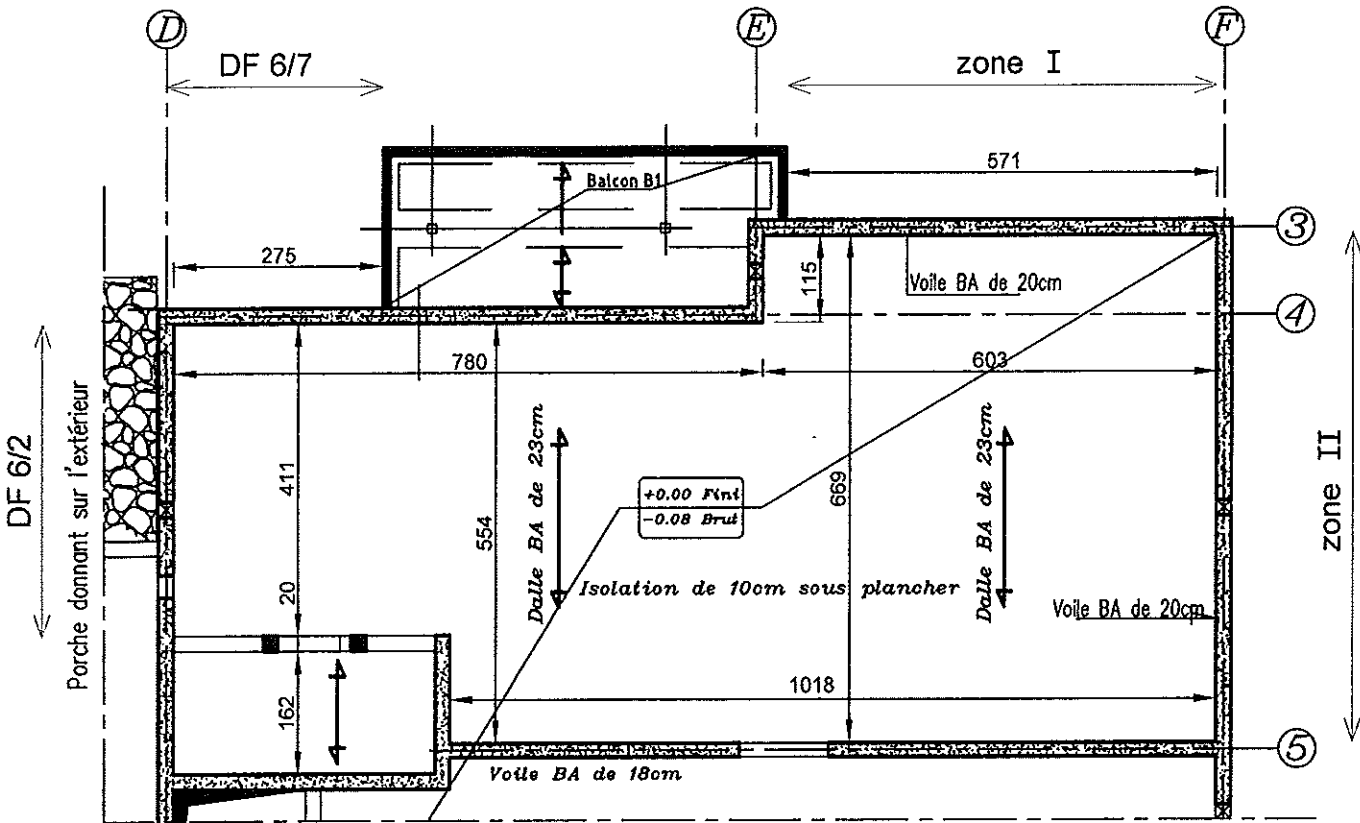
\*CMU : Charge Maximale d'Utilisation



PERSPECTIVES

A2.1) Dimensionnement du rupteur DF:

Calepinage (zones I et II) :

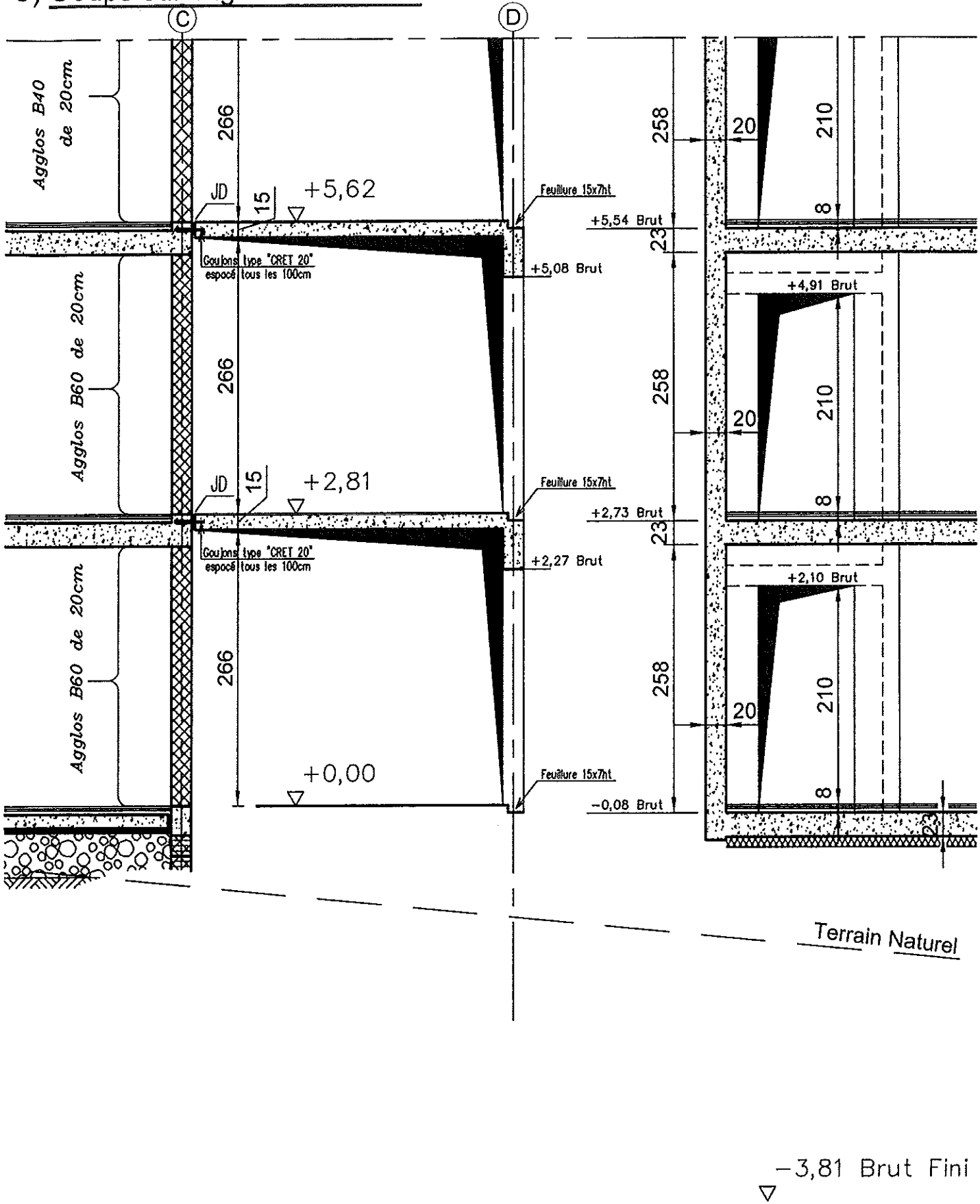


Bon de commande:

|                        |             |            |
|------------------------|-------------|------------|
| PLANCHER HAUT SOUS-SOL | Ech : 1/100 | Unité : cm |
|------------------------|-------------|------------|

RUPTEUR DE PONT THERMIQUE

C) Coupe sur cage d'ascenseur:



|          |            |            |
|----------|------------|------------|
| COUPE BB | Ech : 1/50 | Unité : cm |
|----------|------------|------------|

CAGE D'ASCENSEUR

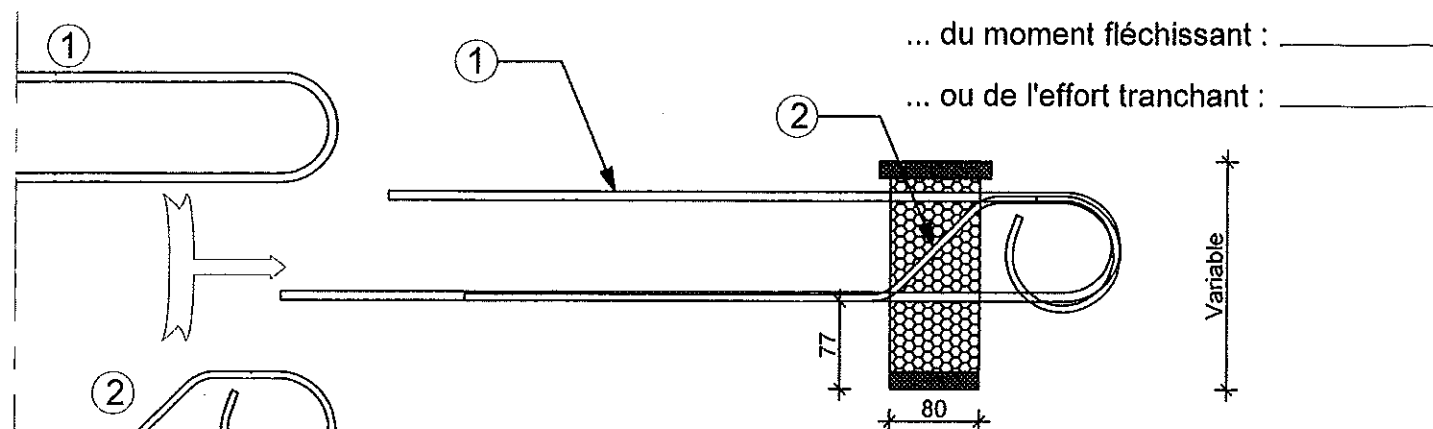
DR1

## A2.2) Analyse du fonctionnement

### Modèle DF

Après lecture du DT2, sur le schéma du rupteur thermique ci-dessous:

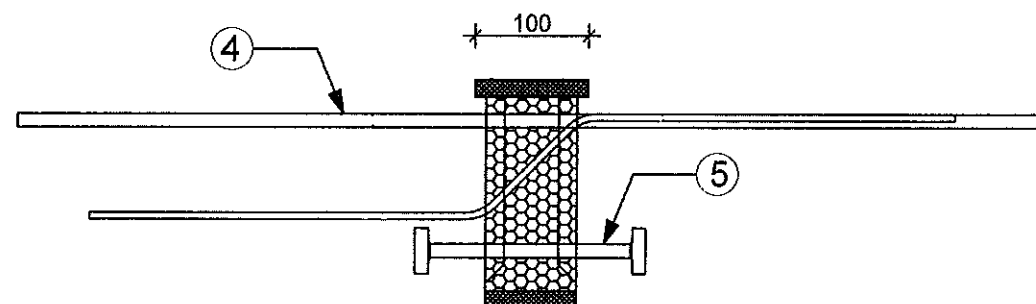
- Entourez la partie tendue au niveau du rupteur modèle DF
- Identifiez alors les armatures qui participent à la reprise ...



Coupe : Modèle DF6/10 prédalle

### Modèle DB

- Le modèle DF est utilisé pour un mur de façade, le modèle DB est utilisé dans le cas d'un balcon.
- A partir de votre analyse précédente et en observant les deux modèles (voir DT2):  
justifiez la forme de 5 et précisez quel est le rôle de chacune des armatures 4 et 5 ?



Acier 4:

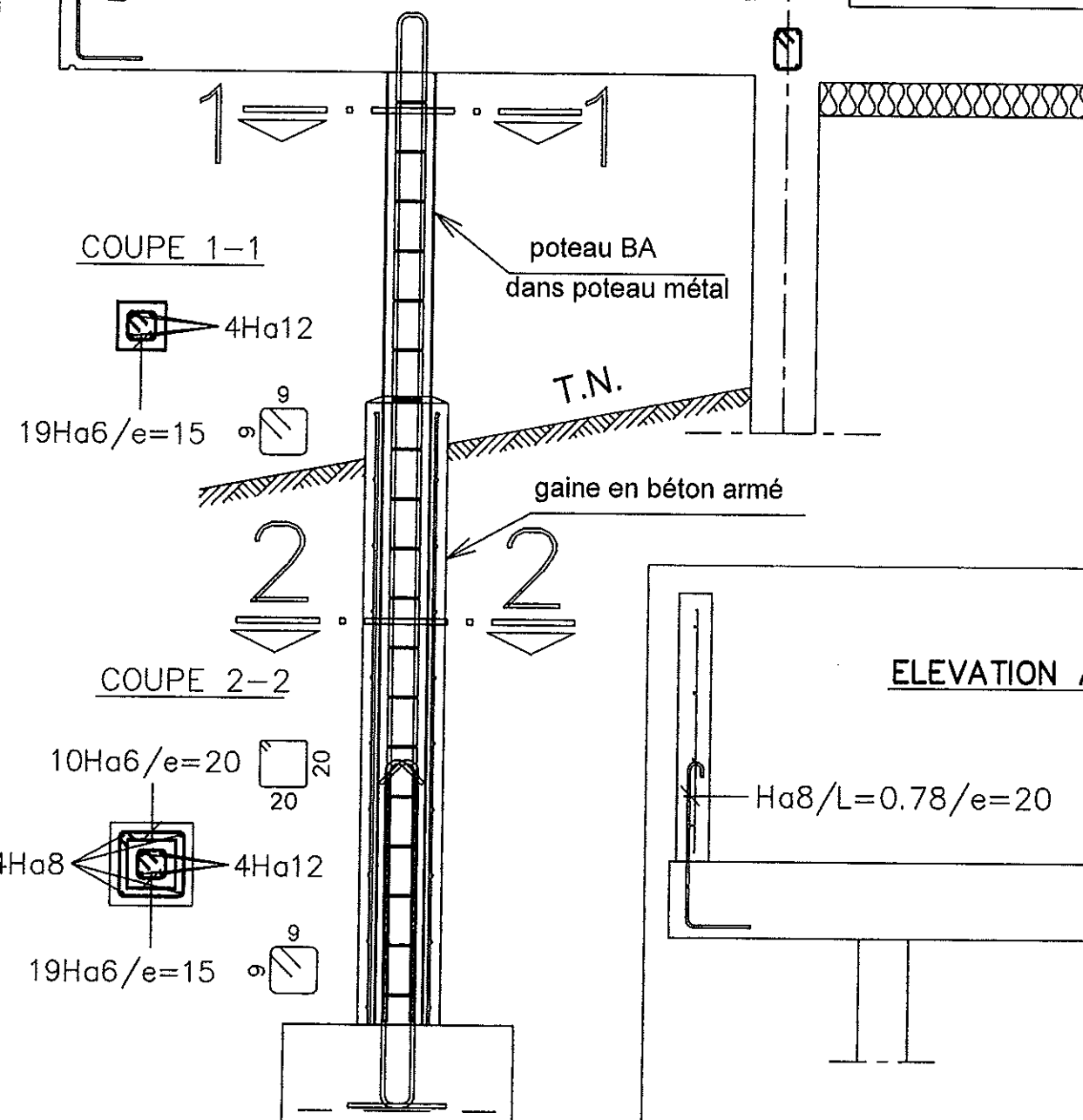
Acier 5:

- Pourquoi la partie des armatures se situant dans l'isolant doit-elle être en acier inoxydable ?

## B2) Principe de ferrailage à compléter

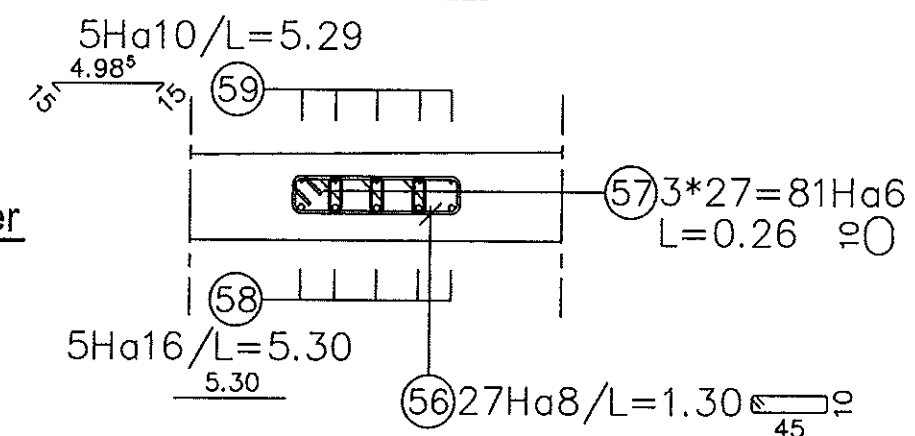
ELEVATION

## B3) Quel est le rôle de la gaine en béton armé ?

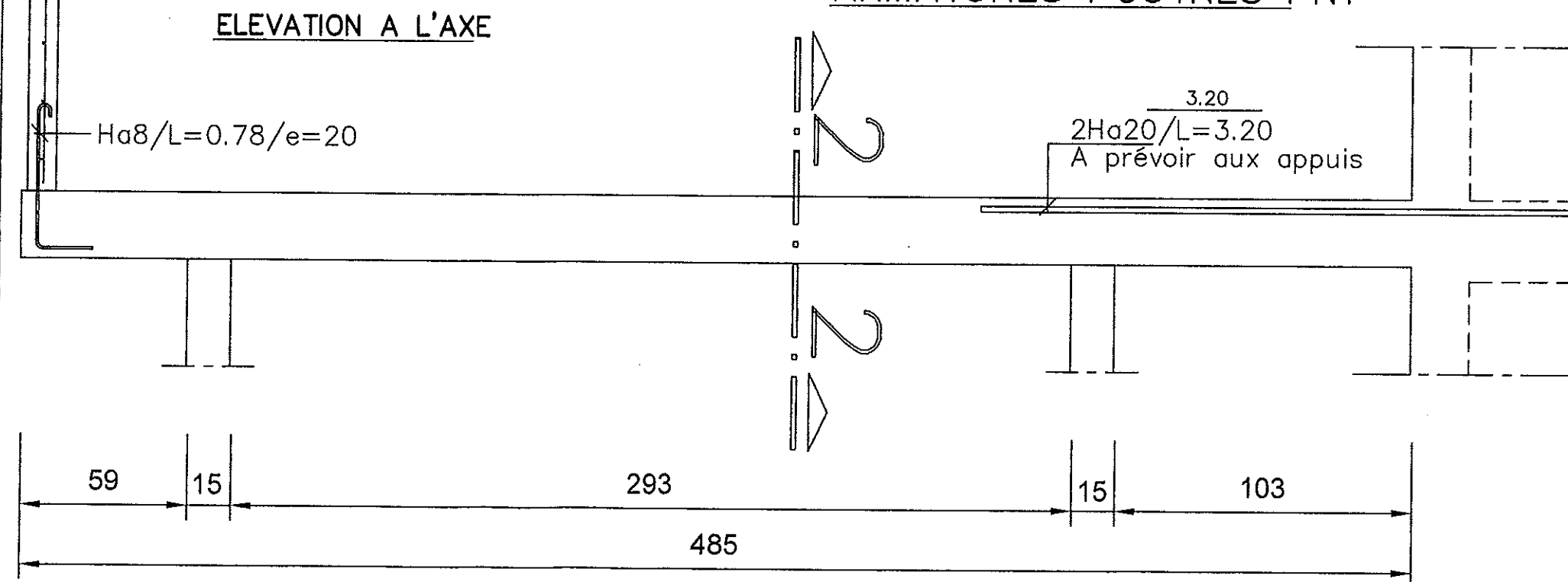


## B1) Ferrailage PN1 à compléter

COUPE 2-2



ARMATURES POUTRES PN1



ARMATURES  
POTEAU / BALCON

Ech : 1/20 Unité : cm

ARMATURES POUTRE PN1

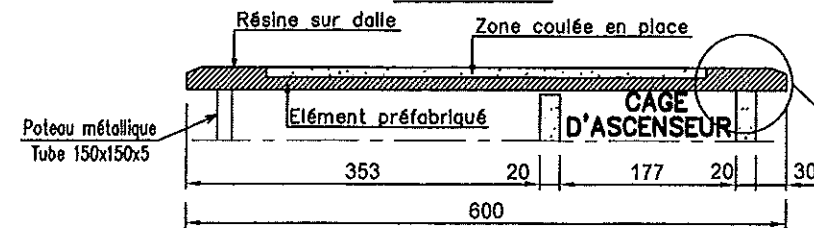
Ech : 1/20 Unité : cm

BALCON PH SOUS-SOL

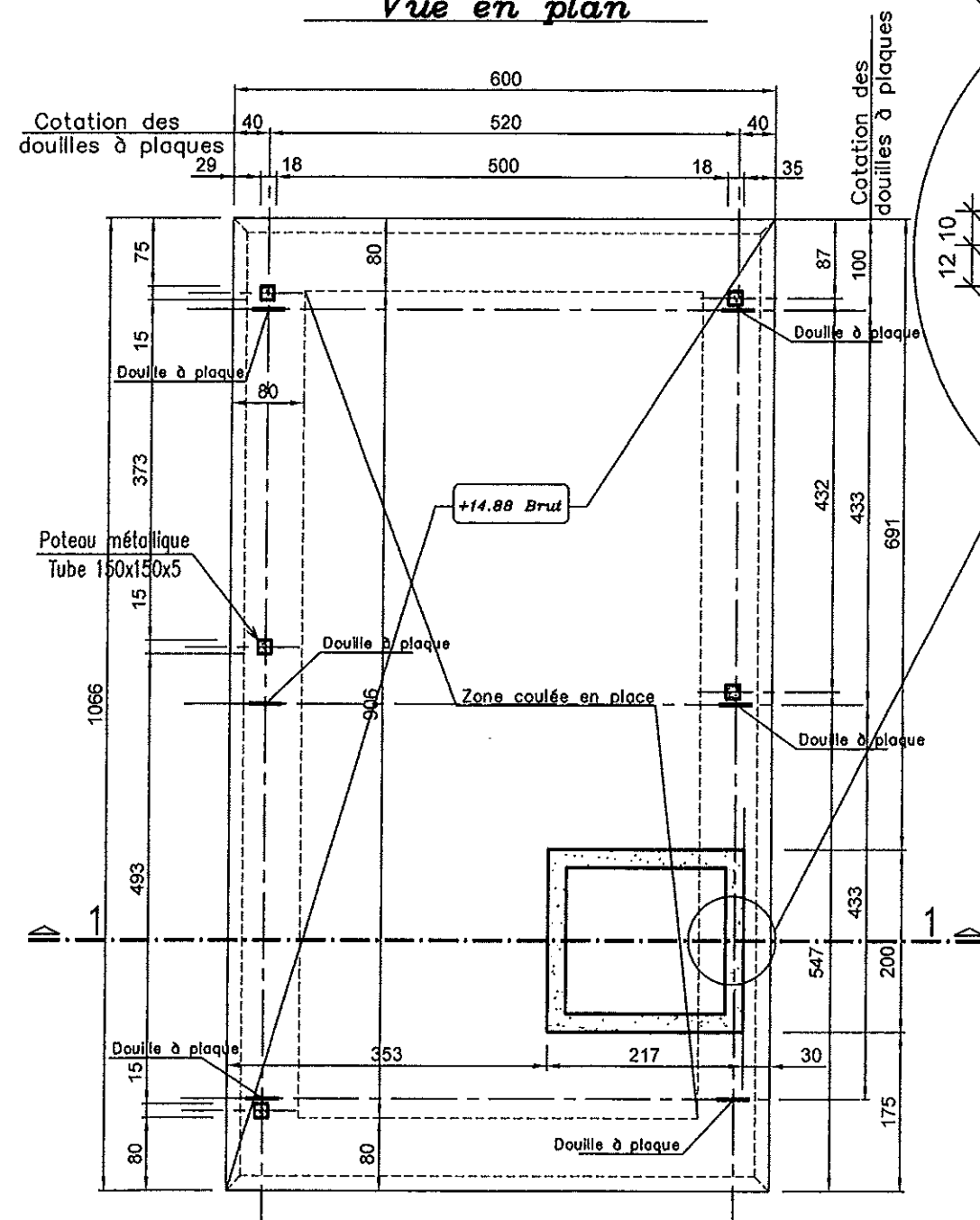
DR3

# CASQUETTE BA

## COUPE 1-1



## Vue en plan



PLAN DE COFFRAGE

Ech :  
1/75 et 1/20

Unité : cm

D1) Pourquoi couler une zone en place ?

D2) Phasage de mise en place de la casquette :

Etapes:

Début: Mise en place des poteaux (tubes vides) sur leurs appuis

Fin: Application de la résine sur la dalle de la casquette

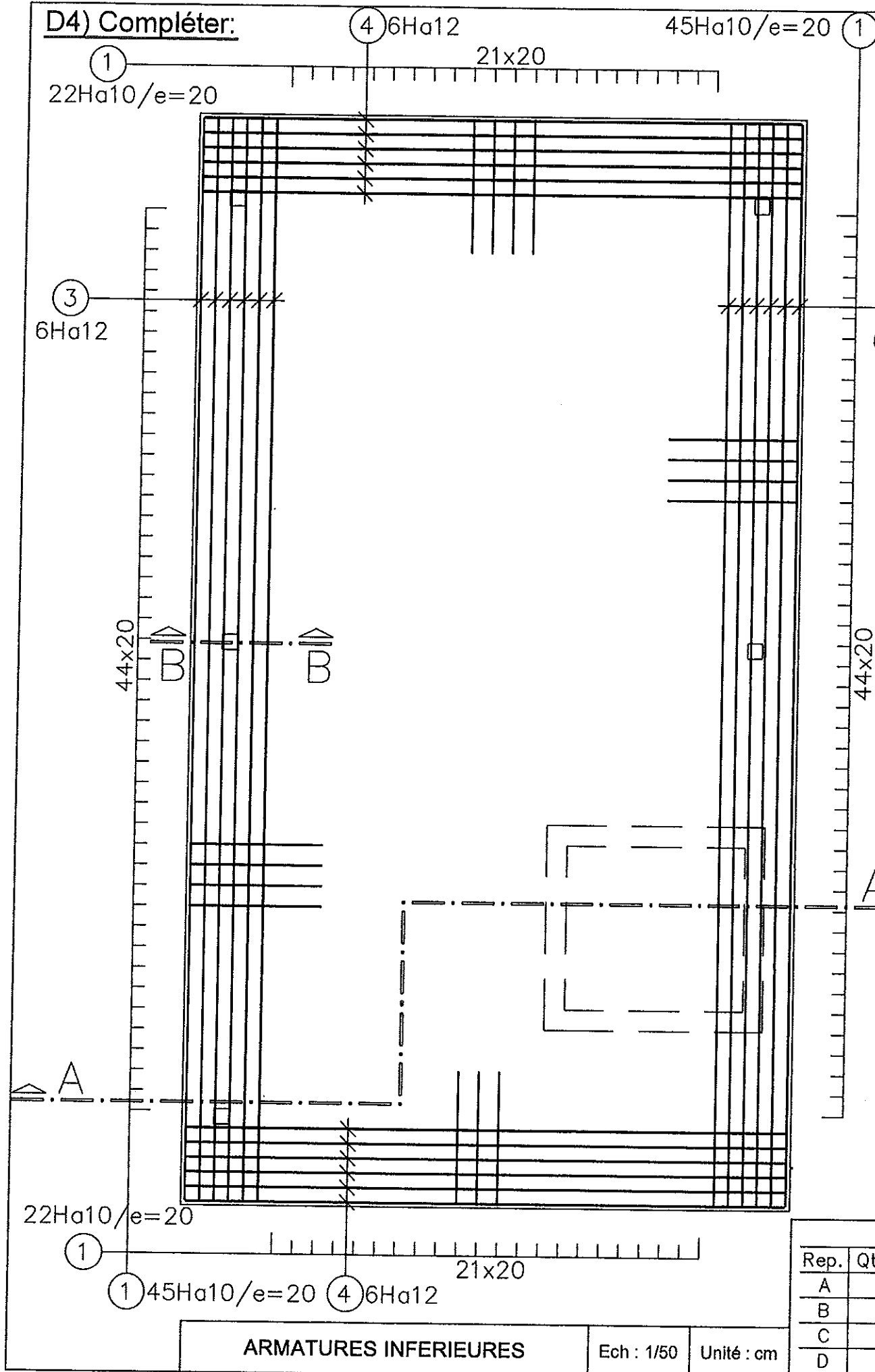
D3) Dimensionnement des douilles à plaques:

CASQUETTE BETON ARME

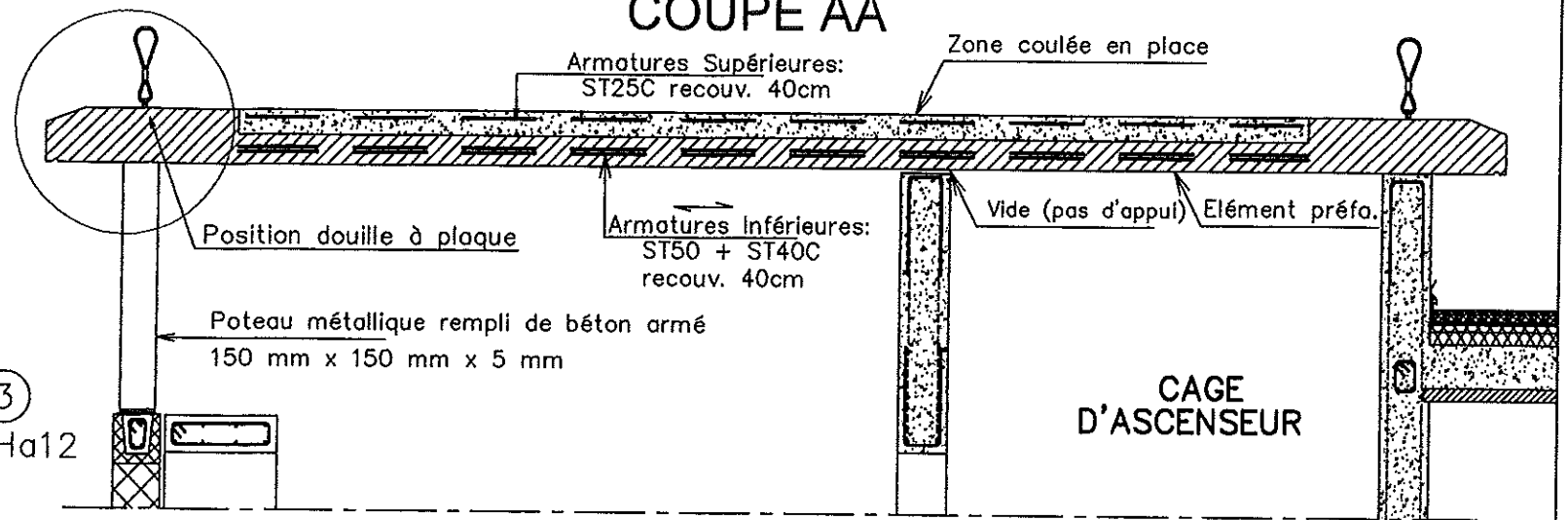
DR4



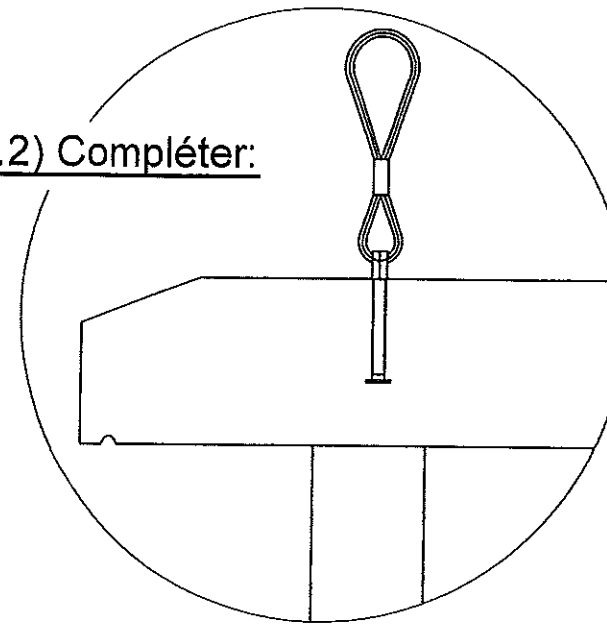
D4) Compléter:



COUPE AA

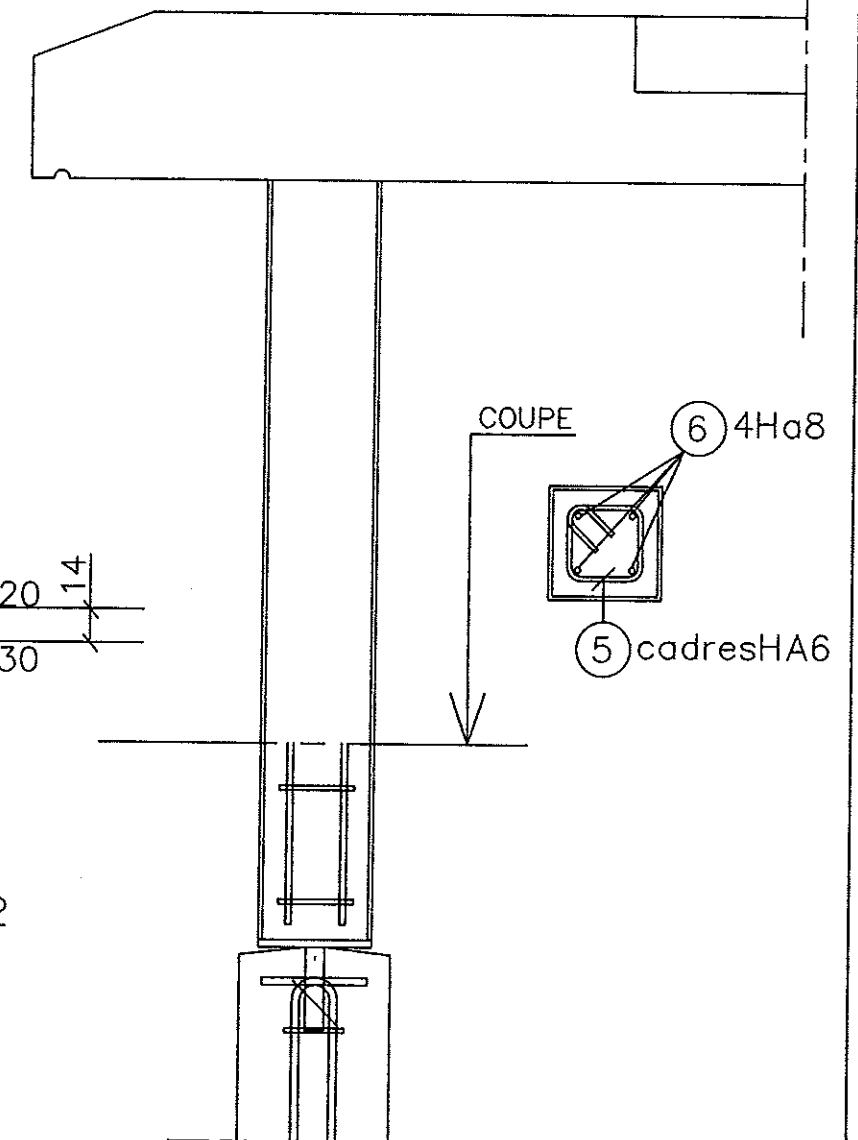


D5.2) Compléter:



D5.1) Compléter:

ELEVATION (coupe BB sur poteau)



ACIERS (longueurs en cm)

|   |                              |      |    |
|---|------------------------------|------|----|
| ① | 2*45+2*22=134Ha10/e=20/L=271 | 120  | 14 |
| ② | 2*45+2*22=134Ha10/e=20/L=34  | 130  | 4  |
| ③ | 4*6=24Ha12/L=1055            | 1055 |    |
| ④ | 4*6=24Ha12/L=590             | 590  |    |
| ⑤ | 2*22+7+2*4=59Ha6/e=15/L=56   | 10   | 10 |
| ⑥ | 4Ha8/L=103                   | 95   |    |

TREILLIS SOUDES

| Rep. | Qté | désig./typ | larg. | Long |
|------|-----|------------|-------|------|
| A    |     | ST 50      | 240   |      |
| B    |     | ST 50      |       |      |
| C    |     | ST 40 C    | 240   |      |
| D    |     | ST 40 C    |       |      |

LIAISON POTEAU / CASQUETTE

Ech : 1/10

Unité : cm

CASQUETTE BETON ARME

DR5