



# Brevet de Technicien Supérieur Bâtiment

## Épreuve E 4 – Étude technique

### Sous-épreuve E 41

## Dimensionnement et vérification d'ouvrages

**SESSION 2013**

Durée : 4h

Coefficient : 2

Matériel autorisé : toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique dont le fonctionnement est 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. Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9 + Annexes numérotées de 1 à 13.

<b>BTS</b>	<b>BATIMENT</b>	<b>SESSION 2013</b>
<b>Dimensionnement et vérification d'ouvrages - E 41-</b>	<b>Code :</b>	

# CONSTRUCTION D'UN BÂTIMENT DE 16 LOGEMENTS

## DOCUMENTS DU SUJET

Présentation et dossier	page 2/9
Travail demandé	pages 3 et 4/9
Plans DT1, DT2, DT3 et DT4	pages 5 à 8/9
Documents réponses DR1, DR2 et DR3	page 9/9
Annexes	

<u>Barème</u>	Étude A : 6 points
	Étude B : 3 points
	Étude C : 6 points
	Étude D : 3 points
	Étude E : 2 points

Les questions sont indépendantes

## PRÉSENTATION

L'étude porte sur un bâtiment R+2 de 16 logements.

### Descriptif sommaire de la construction

Le bâtiment comporte :

- Un niveau de sous-sol dans le but de réaliser un parking de 20 places ;
- 3 niveaux de logements sur RDC, R+1 et R+2 ;
- 1 cage escalier et une cage ascenseur.

Le système constructif est le suivant :

- Fondations superficielles sur semelles filantes pour les voiles et isolées pour les poteaux, dallage de 13 cm d'épaisseur, désolidarisé de la structure, coulé sur forme drainante en tout venant compacté;
- Infrastructure en béton armé constituée de voiles périphériques et de séparation, de poutres et de poteaux rectangulaires supportant un plancher en béton coulé sur prédalles précontraintes avec isolant thermique en sous face;
- Superstructure en ossature béton :
  - voiles béton en façade et refends
  - poutres en béton armé
  - dalles sur prédalles précontraintes
- Une toiture terrasse accessible en béton armé support d'une étanchéité relevée sur des acrotères périphériques (protection : gravillons).
- Des balcons composés d'un plancher collaborant (bac acier + dalle béton) reposant sur une structure métallique dont l'ossature a été fixée sur les voiles de façade.

## Caractéristiques des matériaux utilisés sur l'ouvrage :

### Béton armé

- Béton: C30/37  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$  ;  $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$  ;  $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$  ;
- Armatures : B500  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$  ;  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \text{ MPa}$  ;
- Poids volumique du béton armé :  $25 \text{ kN/m}^3$  ;
- Dimension du plus gros granulat :  $d_g = 25 \text{ mm}$  ;
- Les éléments B.A. situés à l'intérieur du bâtiment sont de classe d'exposition **XCI**, ce qui conduit à un enrobage de  $20 \text{ mm}$  pour les éléments étudiés;
- Les fondations sont classées **XC2**.

### Aciers pour charpente : S235

- Limite élastique :  $f_y = 235 \text{ MPa}$  ;
- Module d'élasticité longitudinale (module d'Young) :  $E = 210\,000 \text{ MPa}$  ;
- On considère que toutes les sections des profilés utilisés sont de classe 1 ;
- Coefficient partiel de sécurité sur les résistances pour le calcul aux ELU:  $\gamma_{MO} = 1$ .

### Sol de fondation

- Le sol de fondation est un calcaire résistant, niveau entre  $-2,50 \text{ m}$  et  $-3,50 \text{ m}$  par rapport au terrain naturel ;
- La contrainte de calcul au niveau des fondations sera prise égale à  $q_d = 0,55 \text{ MPa}$  ; la contrainte de calcul est reliée à la valeur de la portance de calcul du sol de fondation  $R_d$  par la relation:  $q_d = \frac{R_d}{A'}$  avec  $A'$  aire de la surface effective de la fondation.

## Charges

### Pour les balcons situés en façade:

Charges permanentes:

- Bac acier + plancher béton sur bac collaborant  
épaisseur  $h = 150 \text{ mm}$  voir annexe 1
- Carrelage  $0,4 \text{ kN/m}^2$
- Garde-corps *négligé*

Charges d'exploitation  $3,5 \text{ kN/m}^2$

Charges climatiques (neige)  $0,5 \text{ kN/m}^2$

### Pour les planchers haut du SOUS-SOL :

Charges permanentes :

- |                   |                                      |                                   |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Zone intérieure : | - Dalle                              | <i>en fonction des épaisseurs</i> |
|                   | - Chape                              | $1,2 \text{ kN/m}^2$              |
|                   | - Carrelage                          | $0,4 \text{ kN/m}^2$              |
| Zone extérieure : | - Dalle                              | <i>en fonction des épaisseurs</i> |
|                   | - Etanchéité (étanchéité+gravillons) | $1,5 \text{ kN/m}^2$              |

Charges d'exploitation

- |                 |                                   |                      |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------|
| Zone intérieure | - Sur plancher du RDC             | $1,5 \text{ kN/m}^2$ |
|                 | - Cloisons légères                | $0,5 \text{ kN/m}^2$ |
| Zone extérieure | - Sur toiture terrasse accessible | $1,5 \text{ kN/m}^2$ |

Charges climatiques (neige)  $0,5 \text{ kN/m}^2$

## TRAVAIL DEMANDÉ

### Étude A : Balcon de façade \_ DT3, DT4 et annexes

Le balcon étudié est constitué d'un plancher collaborant PML 60 (voir annexe 1)  $h = 150$  mm. L'ensemble repose sur 3 profilés IPE (voir Plancher Haut RDC) lesquels prennent appui sur une poutre métallique IPE220 et sur le voile de façade conformément aux coupes 1-1 et 2-2 du DT4. Pour cette étude, la pente de 1% du balcon est négligée.

#### A.1. Vérification du bac acier-béton.

A.1.1. Déterminer la surcharge par  $m^2$  (au sens de l'annexe relative au coffrage collaborant) non pondérée agissant sur le balcon (hors poids propre du bac acier + béton).

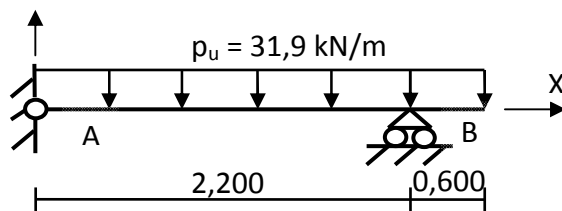
A.1.2. Justifier d'après l'annexe 1 que la portée sur 3 appuis convient.

A.1.3. Donner le poids propre (en  $kN/m^2$ ) de l'ensemble bac acier + béton.

#### A.2. Dimensionnement du profilé central.

On considère que ce profilé est relié à la façade selon une articulation et repose sur la poutre métallique selon un appui simple.

On propose la modélisation suivante :

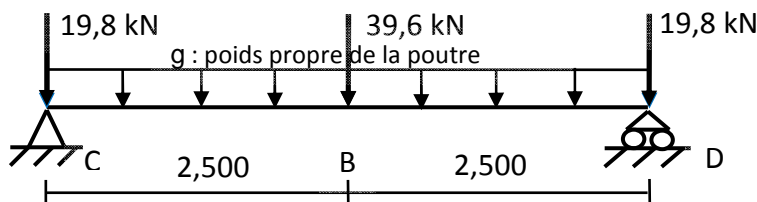


A.2.1. Sur le document réponse DR1, tracer les courbes d'effort tranchant et de moment fléchissant le long du profilé. Préciser les valeurs particulières.

A.2.2. On vous donne le moment maximum sur la poutre  $M_{Ed,u,max} = 17$  kN.m. Dimensionner le profilé IPE afin qu'il vérifie le critère de résistance relatif au moment de flexion.

#### A.3. Etude de la poutre IPE 220.

Le schéma mécanique retenu pour cette poutre étudiée à l'ELS est le suivant :



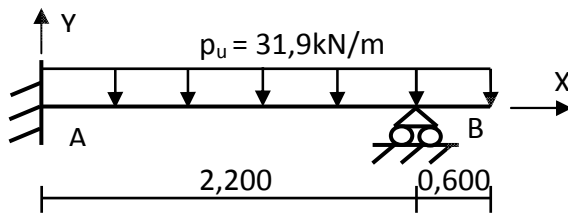
A.3.1. Calculer le déplacement vertical à mi-portée.

A.3.2. Vérifier que cette poutre vérifie le critère de déformation.

Rappel : la déformation limite pour une poutre sur 2 appuis est égale à  $\frac{L}{250}$

## Étude B : Variante : IPE central considéré comme encastré dans le voile

Dans le cas d'un encastrement en façade, le profilé central peut être modélisé de la façon suivante :



B.1. Donner et justifier le degré d'hyperstaticité de cette structure.

B.2. Déterminer les actions de liaisons. On pourra éventuellement utiliser les diagrammes du moment fléchissant des structures isostatiques associées :

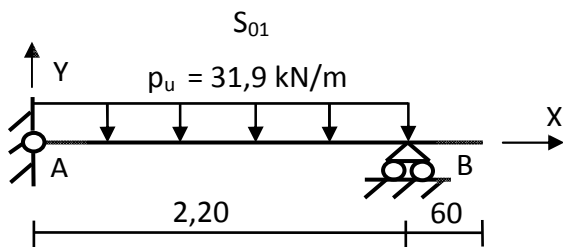


Diagramme  $M(x)$  pour  $S_{01}$

$$Y_A = Y_B = 35,1 \text{ kN}$$

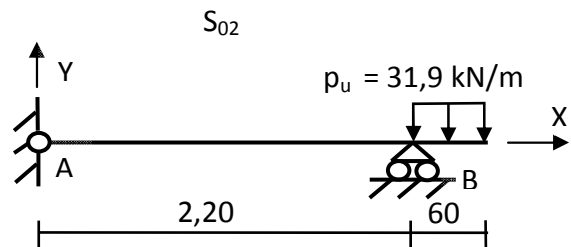
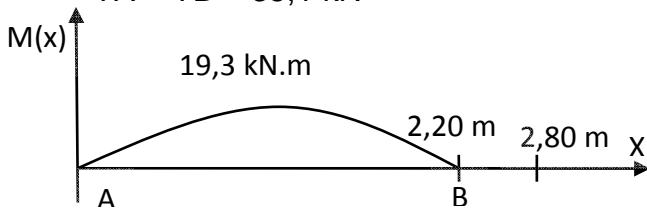
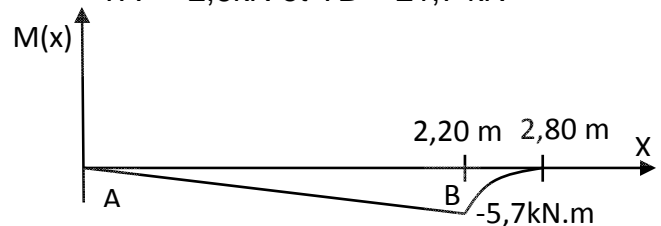


Diagramme  $M(x)$  pour  $S_{02}$

$$Y_A = -2,6 \text{ kN} \text{ et } Y_B = 21,7 \text{ kN}$$



## Étude C : Etude de la poutre continue [02] repérée sur le DT2 page 6/9 + annexe 5.

C.1. Les charges transmises par le voile V36 situé au dessus de la poutre sont :

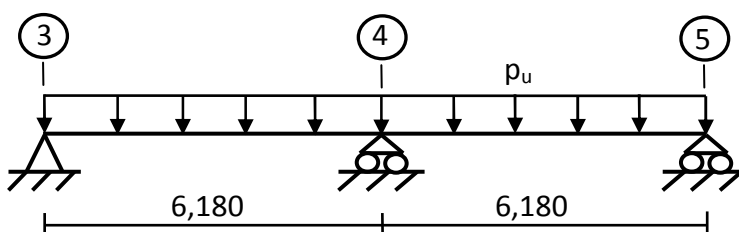
$$g_{V36} : 61,2 \text{ kN/m}$$

$$q_{V36} : 18,4 \text{ kN/m}$$

$$s_{V36} : 3 \text{ kN/m}$$

Après avoir déterminé les surfaces d'influence (coté extérieur et coté intérieur), calculer les charges totales  $g$ ,  $q$  et  $s$  non pondérées reprises par la poutre continue [02].

C.2. Justifier les portées utiles pour cette poutre continue.



C.3. On donne  $p_u = 173,0$  kN/m. Le cas de charges donnant le moment maximal sur l'appui file ④ a permis de calculer  $M_{Ed4} = -813,5$  kN.m. Pour la travée à gauche de cet appui, tracer l'allure du moment fléchissant et donner les valeurs particulières.

C.4. Déterminer la section des aciers longitudinaux sur l'appui ④.

C.5. Les armatures d'effort tranchant sont composées d'1 cadre HA8 et d'1 étrier HA8. Leur présence est nécessaire ( $V_{Ed,u} > V_{Rd,c}$  et  $\theta=45^\circ$ ). Déterminer l'espacement au voisinage de l'appui ④.  $V_{Ed,u} = 658,2$  kN et  $c_{nom} = 3$  cm.

C.6. Proposer les aciers correspondants à la réponse de la question C.4. et sur le Document Réponse DR2, représenter les aciers de la poutre [02] sur l'appui 4.

### **Étude D : Etude du poteau du sous sol P2b (voir DT2 page 6/9)**

- L'effort normal en pied de poteau, poids propre compris, vaut:  $N_{Ed,u} = 1250$  kN.
- Classe d'exposition pour les poteaux du sous-sol XC1.
- La longueur libre égale à 2,985m prendra comme valeur simplifiée  $l = 3,00$  m et la longueur efficace  $l_o = l$

D.1. A partir de la valeur de la charge en pied de poteau  $N_{Ed,u} = 1250$  kN, déterminer la section d'acier à placer dans le poteau P2b.

D.2. Choisir les armatures longitudinales et transversales ainsi que leur espacement en zone courante.

D.3. Compléter le document réponse DR3 en plaçant les armatures du poteau.

### **Étude E : Etude de la semelle S2 (voir DT1 page 5/9)**

*On se propose maintenant de définir les armatures de la semelle du poteau P2.*

• La charge verticale arrivant sur la fondation est identique à celle donnée pour le poteau P2 de l'étude D. Elle vaut  $N_{Ed,u} = 1250$  kN. Le poids du dallage et le poids de la couche de forme au dessus de la semelle sont négligés.

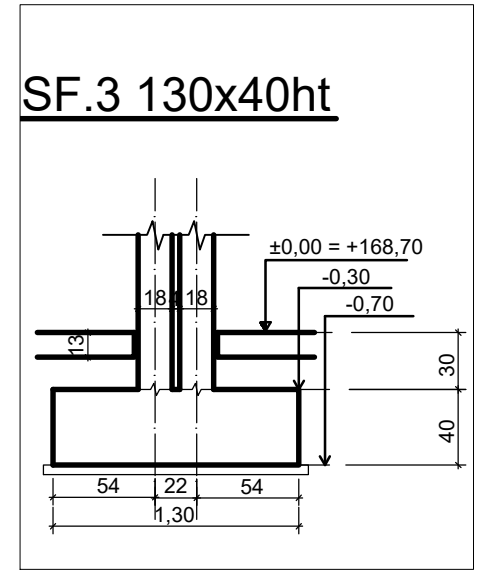
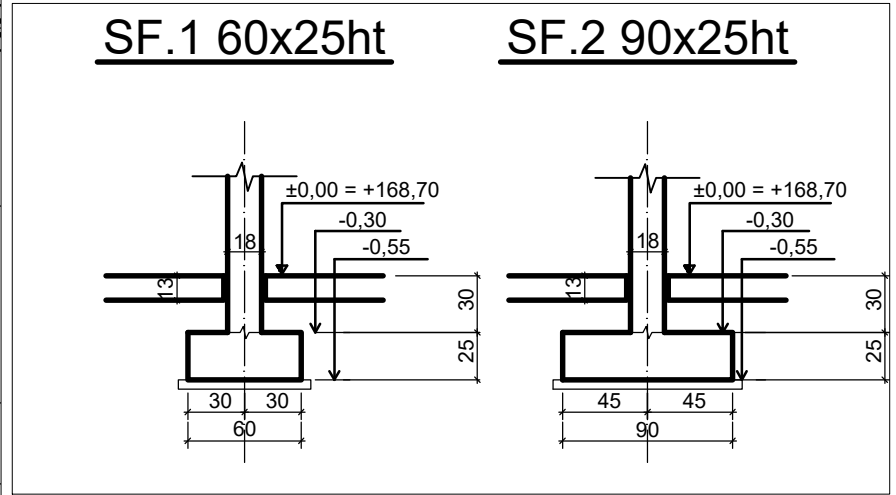
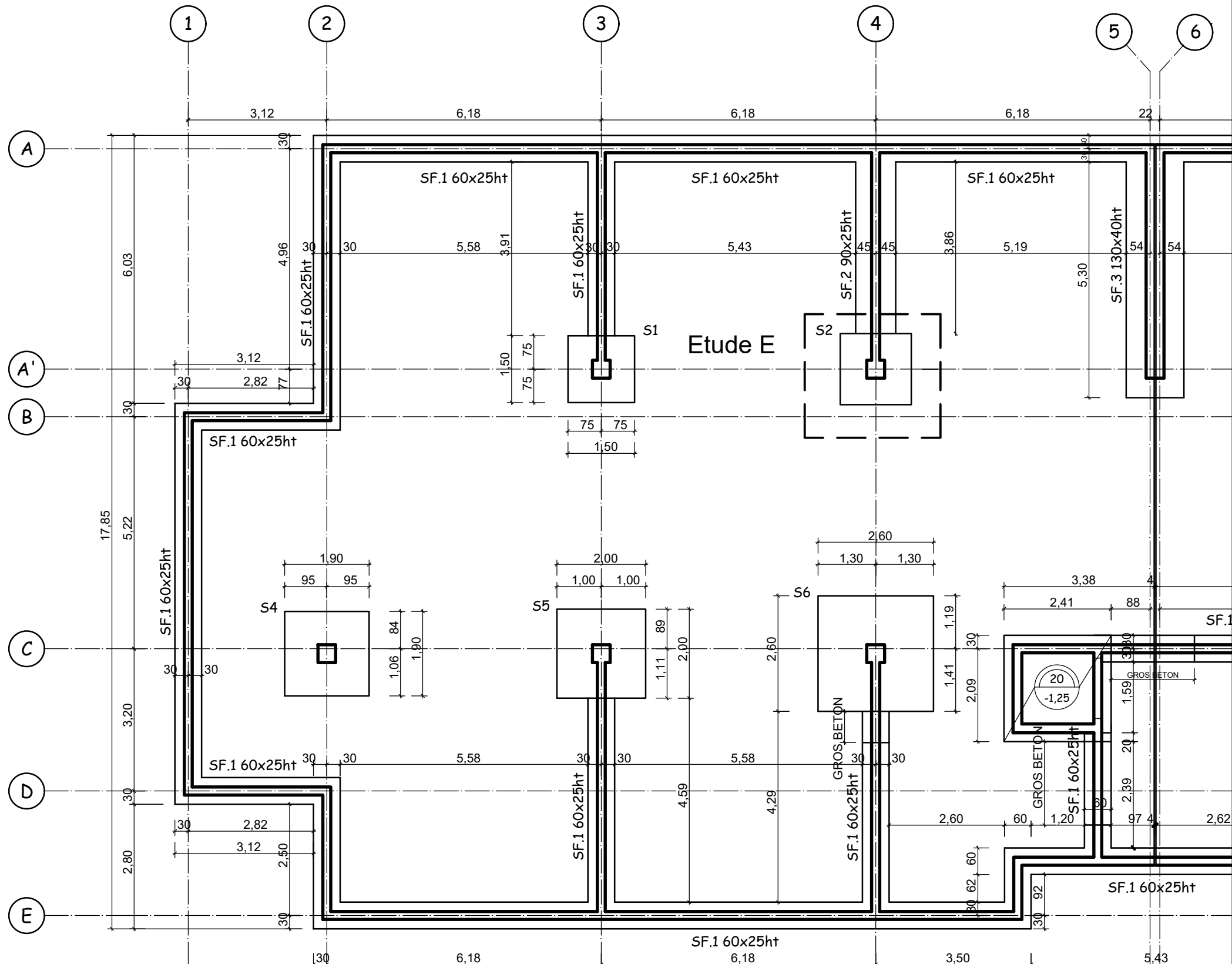
- L'enrobage est de 30 mm.

E.1. Calculer les dimensions (longueur, largeur et hauteur) de la semelle. (Pour cette question *uniquement*, on considérera que le poids propre de la semelle est négligé).

E.2. Vérifier qu'en incluant le poids propre de la semelle, la section trouvée est suffisante.

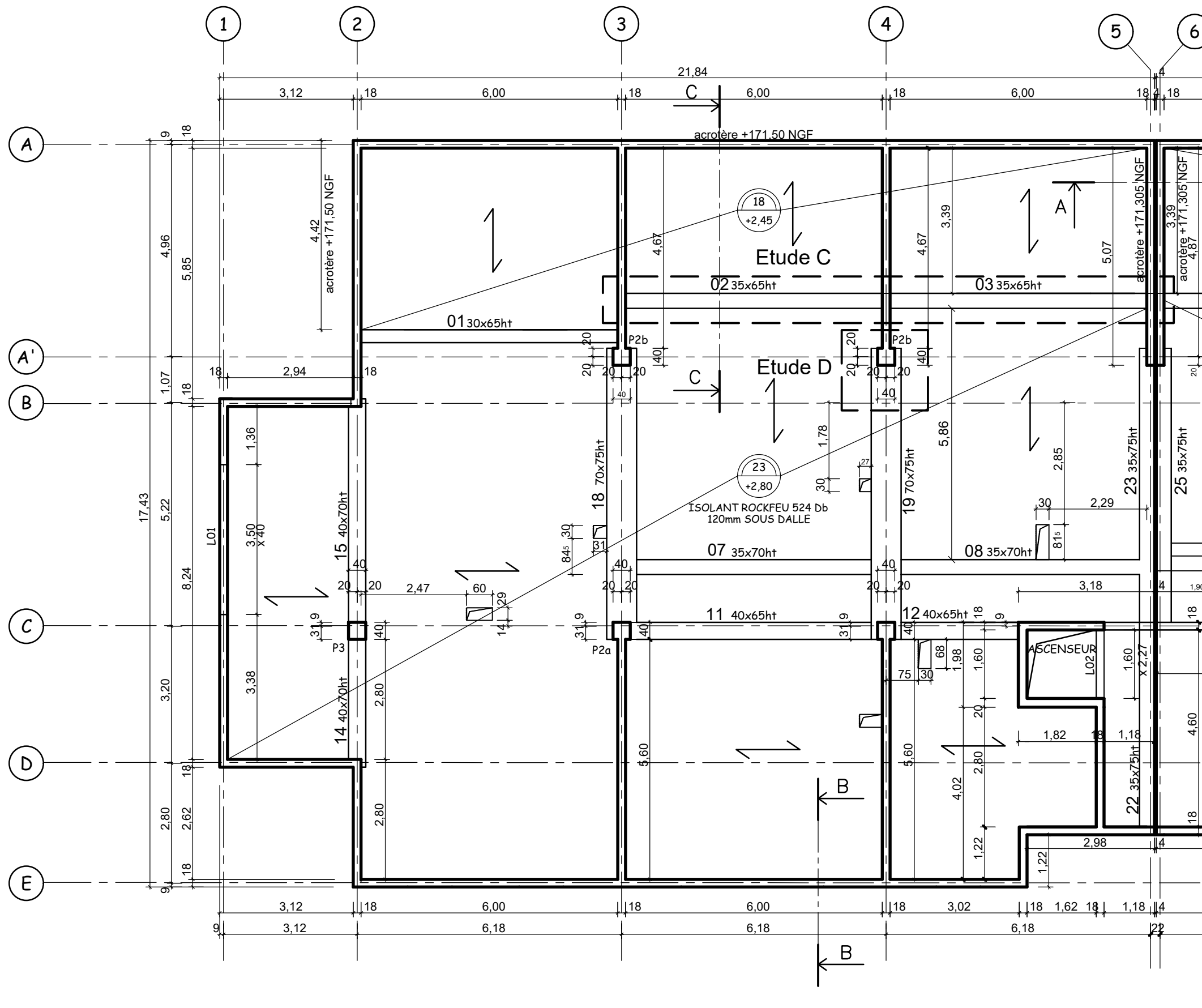






PLAN DE COFFRAGE DES FONDATIONS

Echelle : 1/100



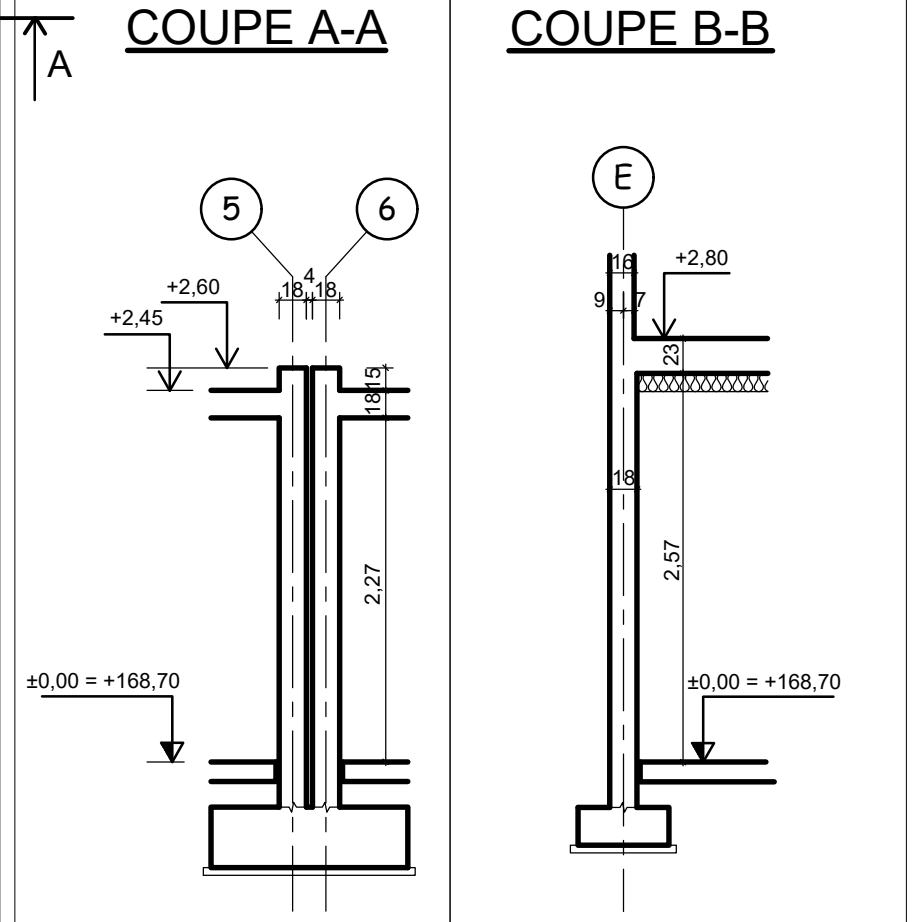
COFFRAGE DU PLANCHER HAUT SOUS-SOL

Echelle : 1/100

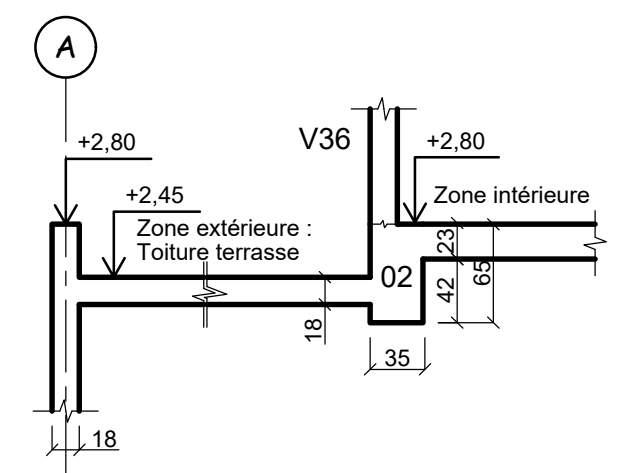
COUPES  
Echelle : 1/50

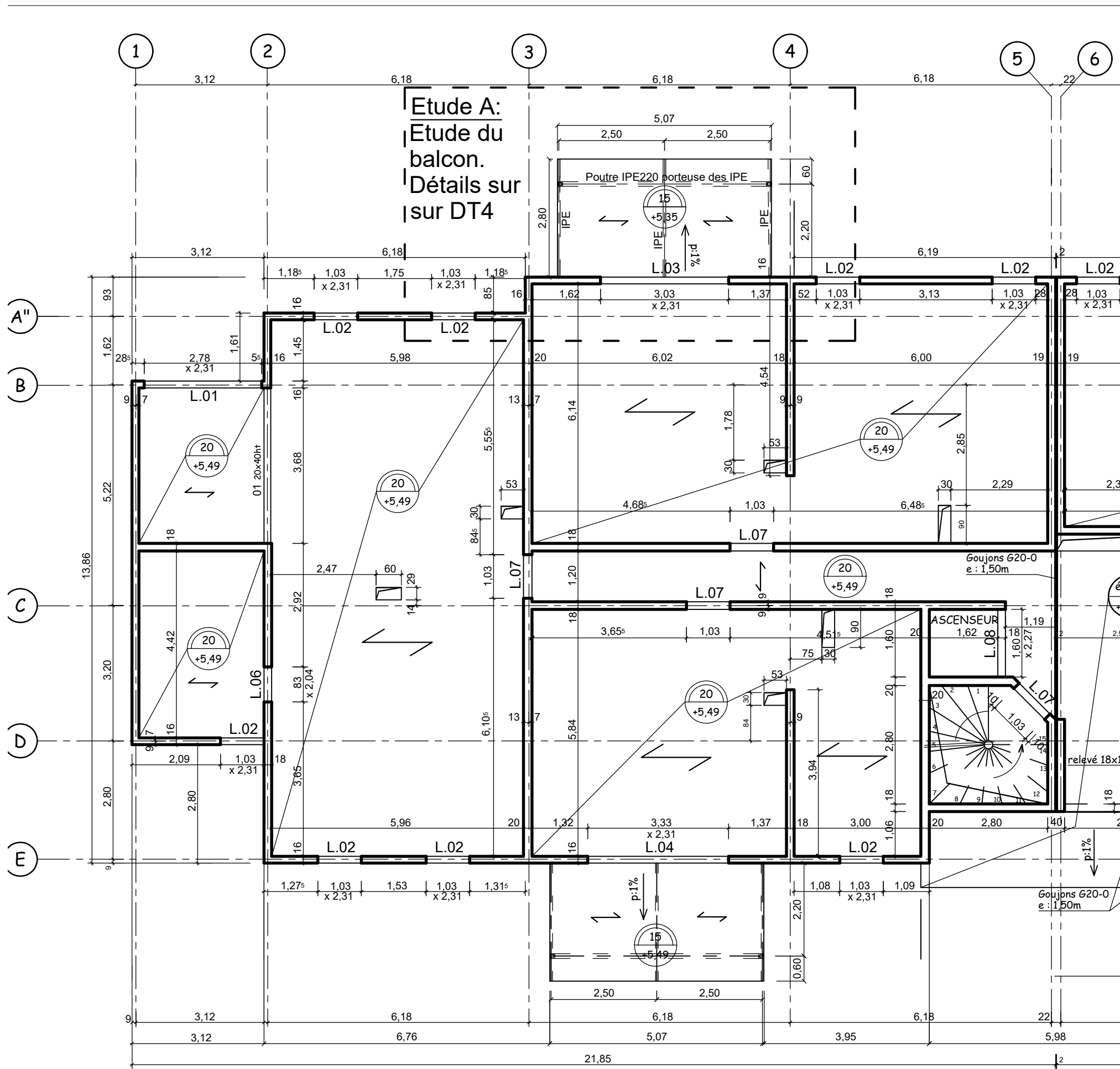
COUPE A-A

COUPE B-B



COUPE C-C





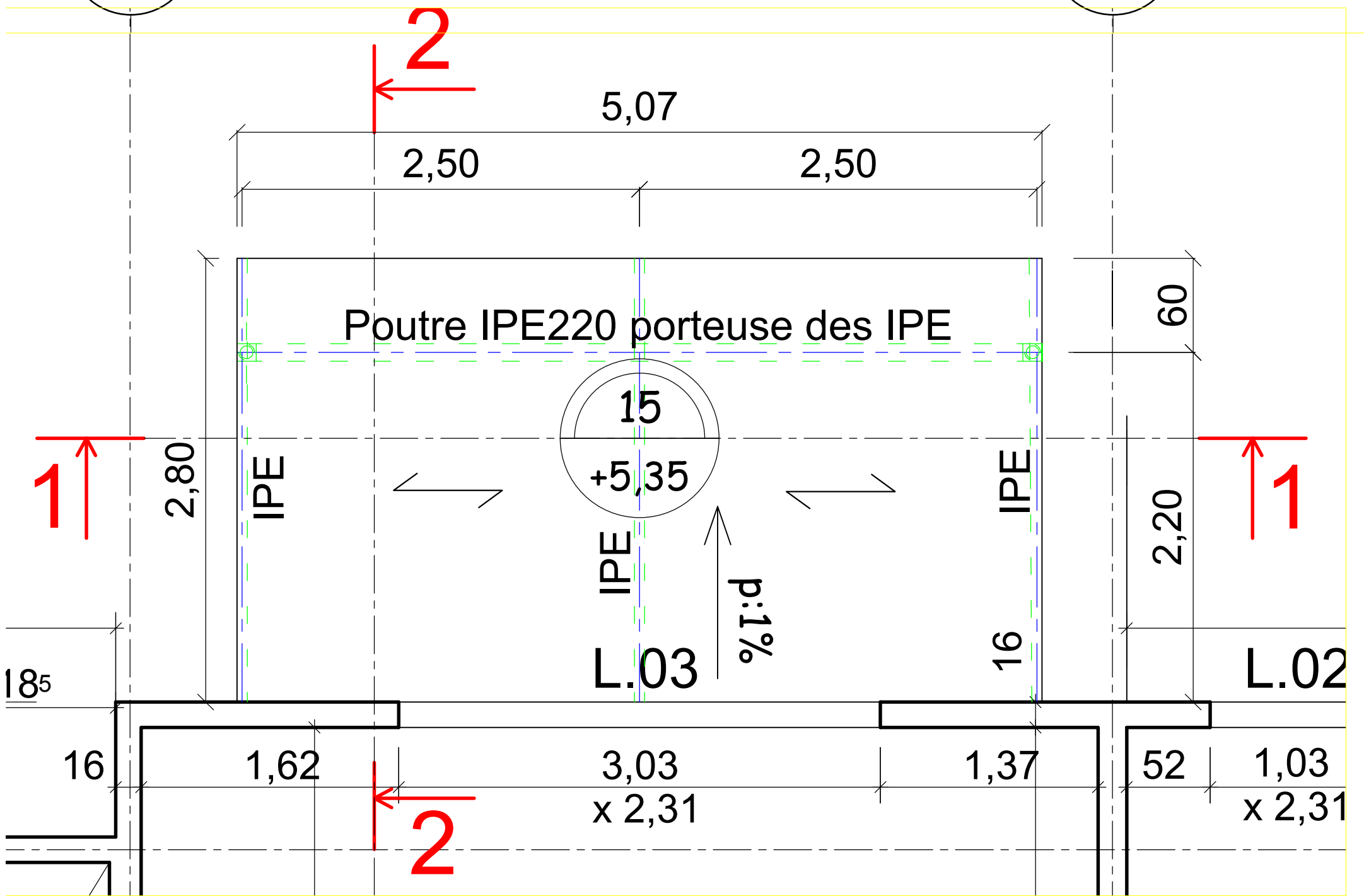
PLAN DE COFFRAGE  
PLANCHER HAUT RDC

Echelle : 1/100

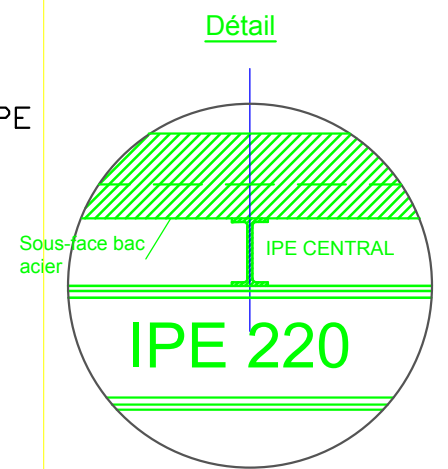
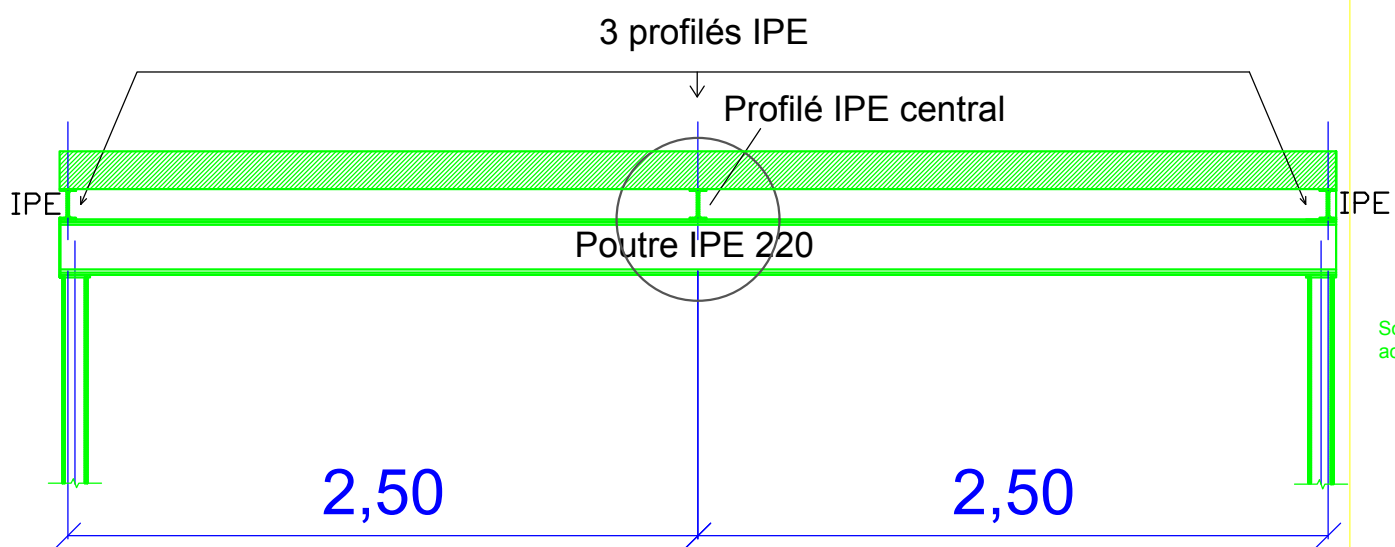
3

DT4 : DETAILS POUR ETUDE A :  
BALCON DU PLANCHER HAUT RDC

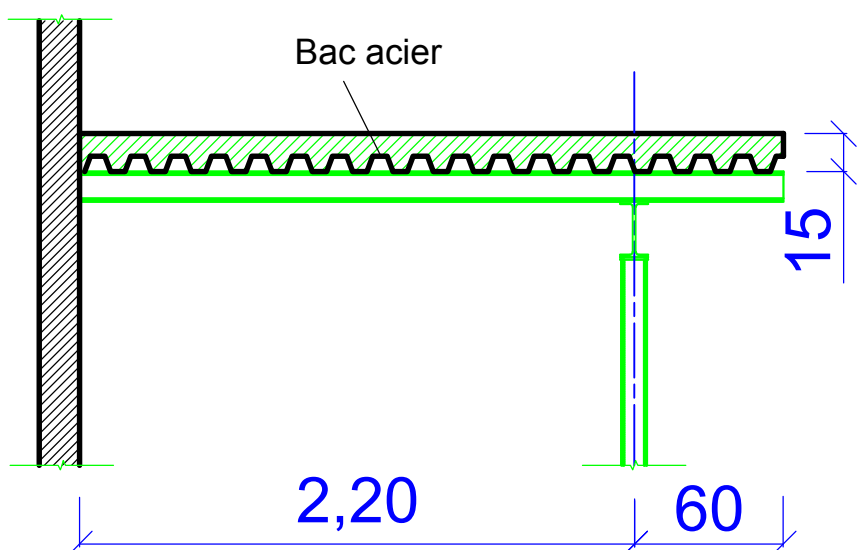
4



COUPE 1-1

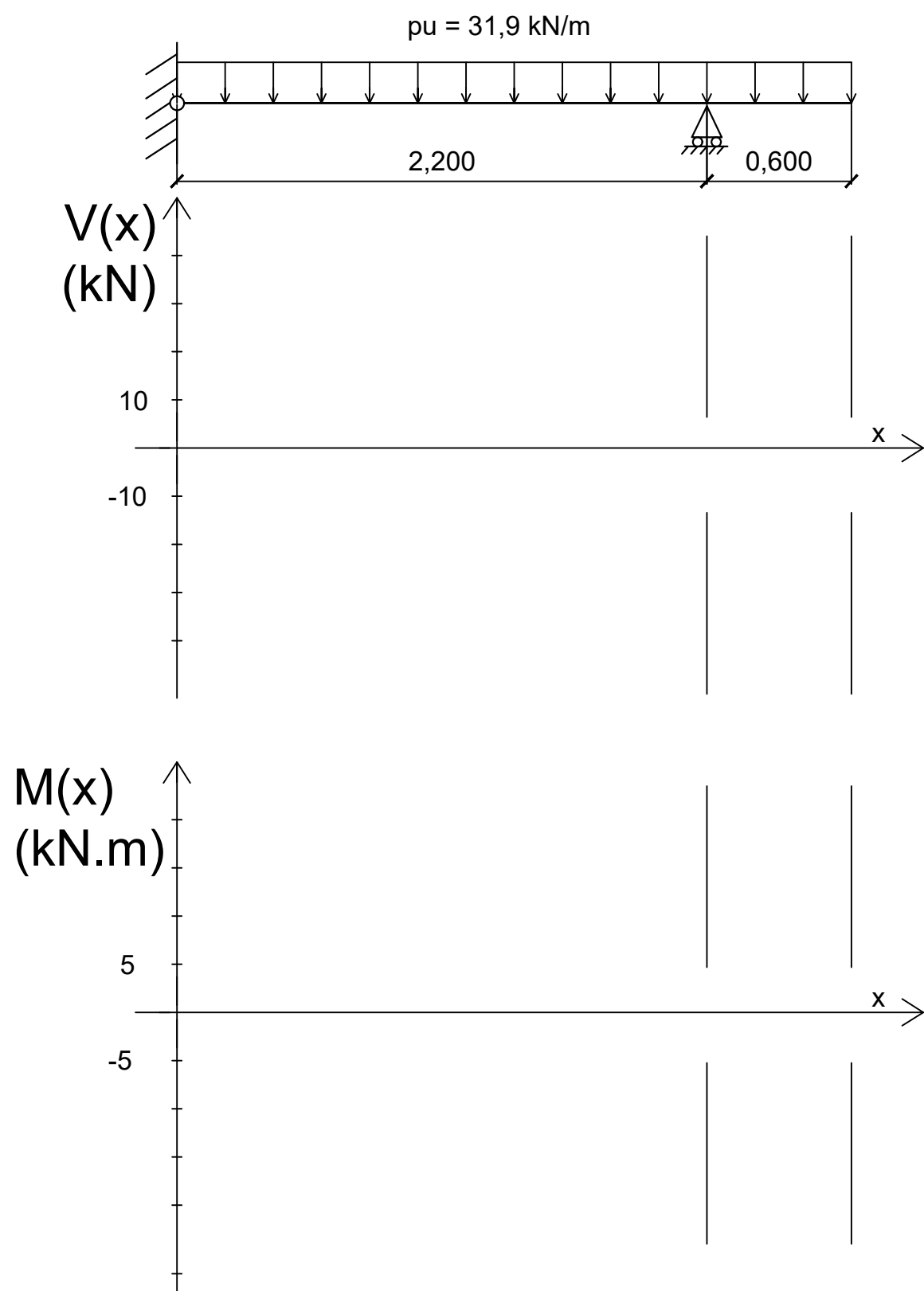


COUPE 2-2

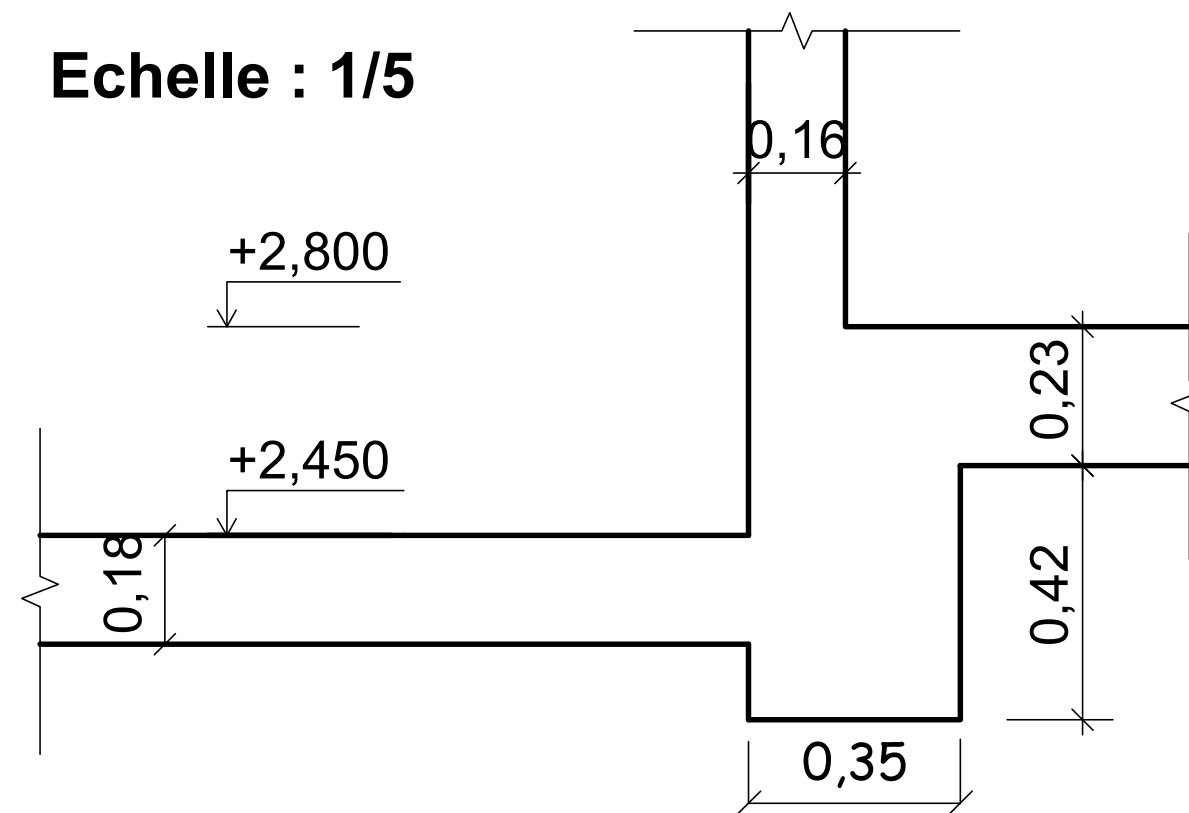


Echelle non définie

**DOCUMENT REPONSE DR1 : Question A.2.1.**



**DOCUMENT REPONSE DR2 : Question C.6**



**DOCUMENT REPONSE DR3 : Question D.3**

