

# Brevet de technicien supérieur Bâtiment

*Session 2008*

## **Epreuve U4 : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

**Sous - Epreuve : U. 41**

**ELABORATION D'UNE NOTE DE CALCUL DE STRUCTURES**

**Durée : 4 h**

**Coefficient : 2**

### **Documents du sujet**

Page 2 : Données générales du sujet  
Pages 3 et 4 : Travail demandé  
Pages 5 à 7 : Plans  
Page 8 : Document réponse 1  
Page 9 : Documents réponses 2, 3 et 4

### **Barème**

<i>Etude A</i>	<b>8 Points</b>
<i>Etude B</i>	<b>6 Points</b>
<i>Etude C</i>	<b>3 Points</b>
<i>Etude D</i>	<b>3 Points</b>

**Les études sont indépendantes**

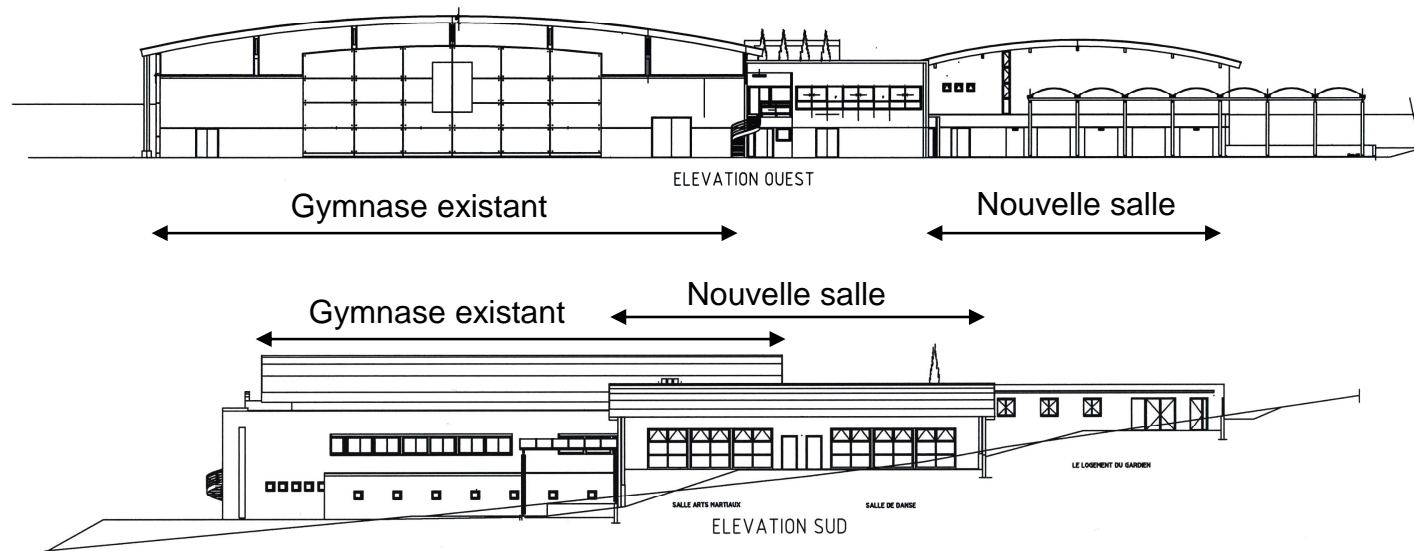
### **Document et matériel autorisés**

**Formulaire et Calculatrice**

## DONNEES GENERALES DU PROJET

### Présentation de l'opération

L'objet de l'étude porte sur la construction de l'extension d'un gymnase dans une commune rurale de France. Il s'agit d'un bâtiment relié au gymnase existant par une galerie. Il comprend au rez-de-chaussée 2 grandes salles spécialisées : « Arts martiaux » et « Danse et Gymnastique ». Sous la salle « Arts martiaux », un sous-sol sera aménagé ultérieurement.



### Descriptif sommaire du gros œuvre

**Fondations :** superficielles par semelles filantes ou isolées.

**Porteurs verticaux :**

- Voiles intérieurs et extérieurs en béton armé de 200 mm.
- Poteaux (en sous-sol) de 300 mm x 300 mm.

**Porteurs horizontaux :**

- Pour le plancher bas de la salle des arts martiaux :
  - Dalle en béton armé coulée en place de 210 mm.
  - Poutre en béton armé coulée en place sans reprise de bétonnage de 300 mm x 610 mm
- Pour la salle de danse et gymnastique :
  - Dallage en béton armé coulée en place de 150 mm.

**Toiture :**

- Charpente composée de poutres en bois lamellé collé (LC) de 103 mm x 717 mm.
- Pannes en bois lamellé collé (LC) de 88 mm x 212 mm reposant sur les poutres LC.
- Couverture en bac acier de 35 mm support d'un isolant thermique protégé par une membrane PVC.
- En sous face du bac acier, un complexe acoustique composé d'une plaque perforée en acier et d'un isolant acoustique.
- Au-dessus de la salle de danse uniquement, 2 plaques de BA13 superposées sous les pannes.

## Données générales

**Béton armé**

- Béton : C30/37  $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Armatures : B500 (classe B)  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Dimension du plus gros granulat :  $d_g = 20 \text{ mm}$
- Les éléments b.a. situés à l'intérieur du bâtiment sont de classe d'exposition XC1
- Les fondations sont classées : XC2

**sol de fondation**

- Le sol de fondation est un sable de Beauchamp, niveau -2,500 m
- La contrainte de calcul  $q_d = 0,25 \text{ MPa}$  ; 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 permanentes à prendre en compte :

- Poids volumique du béton armé : ----- **25 kN/m<sup>3</sup>**
- Poids volumique du bois lamellé collé : ----- **5 kN/m<sup>3</sup>**
- Revêtement de sol souple collé (salle d'arts martiaux) : ----- **0,06 kN/m<sup>2</sup>**
- Isolant en sous face de la dalle : ----- **0,05 kN/m<sup>2</sup>**
- Bac acier de 35 mm : ----- **0,06 kN/m<sup>2</sup>**
- Isolant thermique en toiture : ----- **0,03 kN/m<sup>2</sup>**
- Membrane PVC : ----- **0,06 kN/m<sup>2</sup>**
- Complexe acoustique de toiture (plaque acier + isolant) : ----- **0,15 kN/m<sup>2</sup>**
- BA13 par plaque : ----- **0,12 kN/m<sup>2</sup>**

### Charges d'exploitation à prendre en compte :

- Plancher de gymnase (Eurocodes 1) : ----- **5 kN/m<sup>2</sup>**
- Toiture (Eurocodes 1, catégorie H) : ----- **0,8 kN/m<sup>2</sup>**
- Charge de neige calculée (Eurocodes 1) : ----- **0,45 kN/m<sup>2</sup>**

### Données complémentaires pour le bois lamellé collé :

On notera BLC-GL24h le Bois Lamellé Collé de classe GL 24 homogène.

- Résistance caractéristique vis-à-vis de la flexion:  $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$
- Résistance caractéristique vis-à-vis du cisaillement:  $f_{v,k} = 2,7 \text{ MPa}$
- Module moyen d'élasticité axial:  $E_{\text{moyen}} = 11\,600 \text{ MPa}$
- Coefficient  $\gamma_M$  :  $\gamma_M = 1,25$
- Coefficient  $k_{\text{mod}}$  (actions à court terme : neige) :  $k_{\text{mod}} = 0,9$
- Coefficient  $k_h$  (poutre de 717 mm de hauteur) :  $k_h = 1$
- Coefficient  $k_{\text{def}} = 0,6$  prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction du temps sous les effets du fluage et de l'humidité. L'élément étudié est situé dans un local chauffé (voir la position de l'isolant thermique) donc de classe de service 1.

**TRAVAIL DEMANDE**

**ETUDE A : Vérification de la section de la poutre faîtière LC4 en bois lamellé collé.**

La charpente du bâtiment se compose de poutres en bois lamellé collé de classe GL24 homogène. Les dimensions de la section droite sont : 103 mm x 717 mm. On se propose de vérifier sa section en fonction de la nouvelle réglementation européenne.

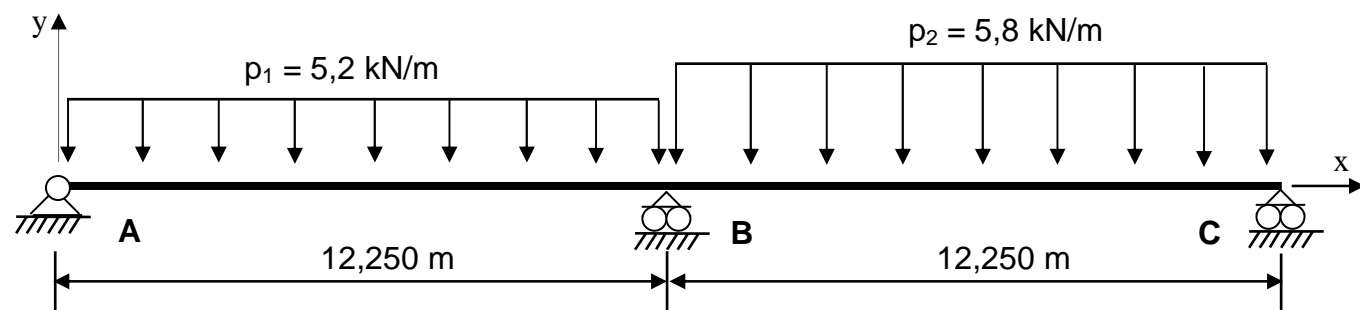
Hypothèses : Les bacs acier reposent uniquement sur les pannes. La pente de la toiture est négligée.

Documents à consulter : Données générales, **DT1**, **DT3** et **DT4**

**A1** : Calculer les charges permanentes  $g$ , les charges d'exploitation  $q$  et de neige  $s$  reprises par la panne de section 88 mm x 212 mm repérée sur le **DT3** et située au-dessus de la salle de danse. (on considérera la panne comme une poutre droite horizontale)

**A2** : Pour la poutre faîtière, la charge de neige est plus défavorable car  $q$  ne peut s'appliquer que sur 10 m<sup>2</sup> (EUROCODE 1). En faisant l'hypothèse que les pannes sont simplement appuyées à leurs extrémités sur les poutres LC et qu'elles reprennent toutes la même charge  $p_u = 1,35.g + 1,5.s = 4,2$  kN/m, proposer un schéma mécanique de la poutre LC4 étudiée.

**A3** : Par soucis de simplification, les charges ponctuelles ramenées sur les poutres par les pannes seront considérées comme étant uniformément réparties. Compte tenu des différences dans la composition des toitures des 2 salles (double BA 13 sur la salle de danse) et des cas de chargement envisagés, le schéma mécanique retenu pour la poutre LC4 étudiée est le suivant :



**A31** : En utilisant la méthode de votre choix, justifier que l'action de contact à l'appui C est  $C_y = 27,11$  kN (on pourra notamment utiliser le théorème des 3 moments ou une méthode énergétique)

**A32** : Montrer que  $A_y = 23,42$  kN et  $B_y = 84,22$  kN. Tracer, sur le document réponse **DR1**, les courbes d'effort tranchant et de moment fléchissant le long de la poutre. Préciser les valeurs particulières.

**A4** : Vérification aux EUROCODES 5

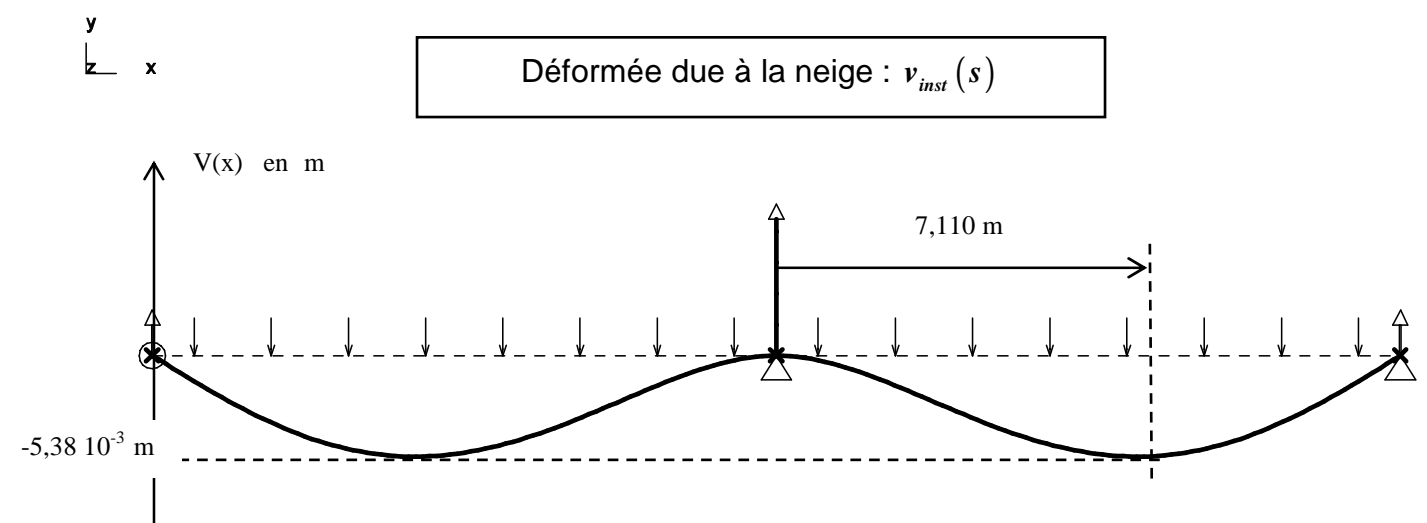
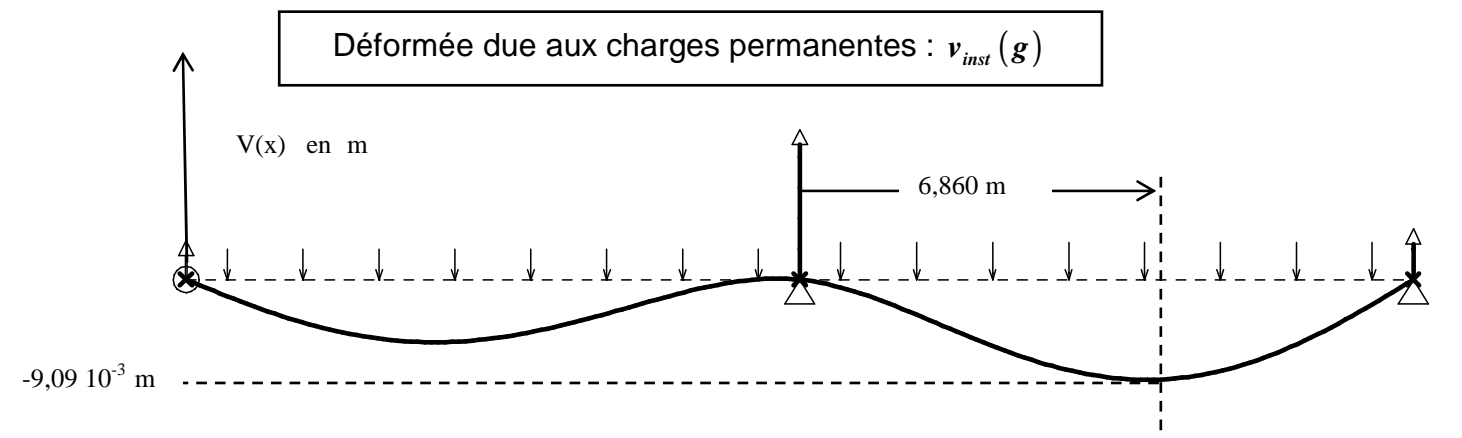
**A41** : On donne le moment maximal dans la poutre  $|M| = 105$  kN.m . Vérifier le critère de résistance vis-à-vis de la contrainte normale de flexion.

**A42** : On donne l'effort tranchant maximal dans la poutre  $|V| = 45$  kN . Vérifier le critère de résistance vis-à-vis de la contrainte tangentielle de cisaillement.

**A5** : Vérification de la flèche maximale.

Un logiciel de calcul a permis de tracer la déformée due aux charges permanentes  $g$  (flèche maximale notée  $v_{inst}(g)$ ) et la déformée due à la neige (flèche maximale notée  $v_{inst}(s)$ ).

EUROCODE 5 :  $v_{net,fin} = v_{inst}(g) \times (1 + k_{def}) + v_{inst}(s)$ , flèche finale prenant en compte le fluage et l'humidité, avec  $k_{def} = 0,6$  coefficient prenant en compte l'augmentation de la déformation en fonction du temps sous les effets du fluage et de l'humidité.



Cas de charges 2

**A51** : Calculer  $v_{net,fin} = v_{inst}(g) \times (1 + k_{def}) + v_{inst}(s)$ . On considérera, pour les 2 cas de chargement, que la flèche maximale se situe dans la même section droite.

**A52** : Vérifier que  $v_{net,fin}$  est inférieur ou égal à la flèche limite  $L/200$ .

## ETUDE B : Etude de la poutre continue en béton armé S1-S2-S3.

La dalle du plancher haut du sous-sol (sous la salle des arts martiaux) repose en partie sur une poutre en béton armé repérée S1-S2-S3 de section 300 mm x 610 mm (retombée de 400mm). On se propose de déterminer partiellement les armatures de cette poutre.

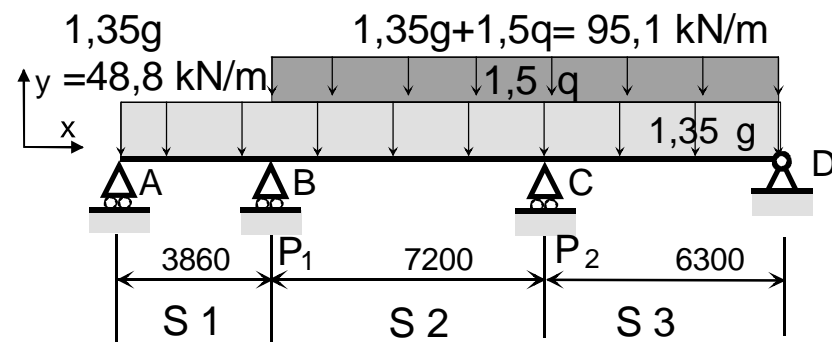
Document à consulter : DT2.

**B1** : Déterminer les charges permanentes  $g$  et les charges d'exploitation  $q$  reprises par la poutre S1-S2-S3 et donner la charge en kN/m aux ELU :  $p_u = 1,35.g + 1,5.q$ .

**B2** : Justifier le schéma mécanique représenté en B4 (valeurs des portées utiles)

**B3** : Représenter à l'aide de schémas et sans calcul les 4 principaux cas de chargement à l'ELU donnant les moments maximaux en travées et sur appuis de la poutre S1-S2-S3. On indiquera pour chaque cas de chargement le ou les moments maximaux qu'il permet de déterminer.

**B4** : Finalement, nous allons étudier le cas de charges suivant :



**B41** : Proposer une méthode pour calculer les sollicitations nécessaires à la détermination des armatures longitudinales de la poutre S1-S2-S3.

Déterminer la valeur du moment fléchissant ultime  $M_{uC}$  à l'appui C.

**B42** - On fera l'hypothèse suivante concernant le choix du diamètre maximum des armatures :

Armatures d'effort tranchant : HA 8

Armatures longitudinales : HA 20.

Justifier l'enrobage nominal :  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$ .

Cette justification sera effectuée pour les armatures situées dans la partie inférieure de la retombée. Les conditions d'adhérence sont bonnes.

**B43** : En prenant comme valeur arrondie au nu de l'appui  $M_{uC} = - 421 \text{ kN.m}$ , déterminer la section d'aciers longitudinaux nécessaire sur l'appui C (On prendra pour  $d = 535 \text{ mm}$ ).

l'enrobage nominal :  $c_{nom} = 30 \text{ mm}$ .

On donnera et on commentera la valeur de  $\mu_u$ .

**B44** : Les calculs donnent une section d'aciers  $A_{S2} = 13,1 \text{ cm}^2$  au centre de la travée S2.

Choisir, à partir du tableau d'aciers, un ferrailage longitudinal cohérent pour l'appui C et au centre de la travée S2.

Sur le document réponse DR2, représenter et identifier ces armatures.

De plus, on positionnera et on repérera (sans calcul) les armatures transversales, les aciers de construction et les aciers de principe dans la dalle.

## ETUDE C : Etude du poteau du sous-sol P<sub>2</sub>.

La poutre en béton armé repérée S1-S2-S3 repose sur 2 voiles et 2 poteaux de section 300 mm x 300 mm ( $P_1$  et  $P_2$ ). On se propose de définir les armatures du poteau  $P_2$ . (Voir DT2).

- L'effort normal en pied de poteau, poids propre compris, vaut :  $N_u = 750 \text{ kN}$ .
- La longueur est prise égale à  $l = 3,495 \text{ m}$  et la longueur efficace  $l_0 = l$
- Poteau coulé en place.

Document à consulter : DT2.

**C1** : A partir de la valeur de la charge en pied de poteau  $N_u = 750 \text{ kN}$ , déterminer la section d'acier à placer dans le poteau  $P_2$ .

**C2** : Choisir les armatures longitudinales et transversales ainsi que leur espacement en zone courante.

**C3** : Compléter le document réponse DR3 en plaçant les armatures dans les 2 épures du poteau.

## ETUDE D : Etude de la semelle du poteau P<sub>2</sub>.

On se propose maintenant de définir les armatures de la semelle du poteau  $P_2$ .

- La charge verticale arrivant sur la fondation est identique à celle donnée pour le poteau  $P_2$  de l'étude C. Elle vaut  $N_u = 750 \text{ kN}$ . 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.

Documents à consulter : DT2.

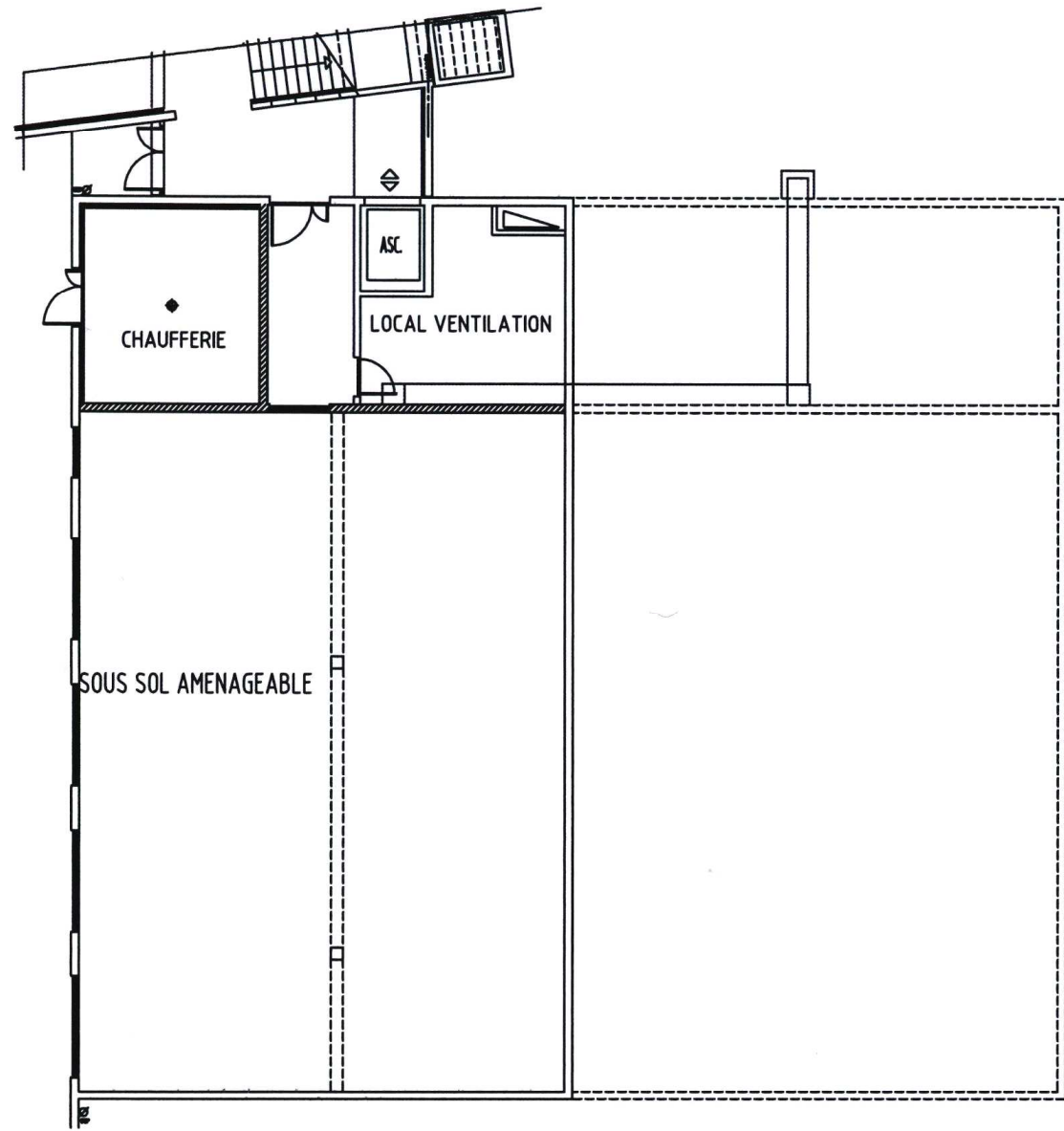
**D1** : Calculer les dimensions (longueur, largeur et hauteur) de la semelle. (Pour cette question, on considérera que le poids propre de la semelle est négligé).

**D2** : Pour cette question, on considérera que les dimensions arrondies de la semelle sont :

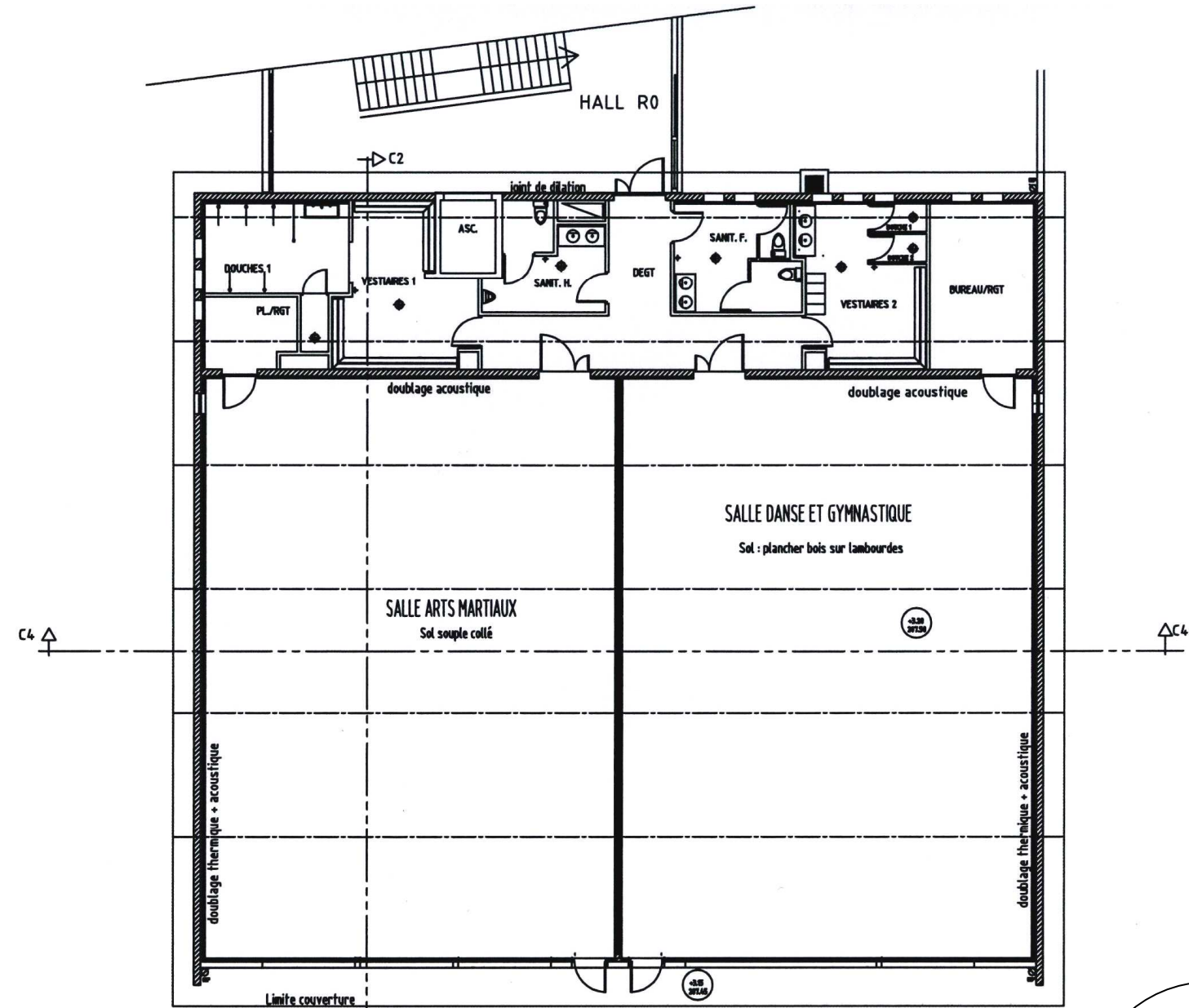
- Base de la semelle : 1,900 m x 1,900 m
- Hauteur : 0,450 m

Calculer les armatures de la semelle du poteau  $P_2$ .

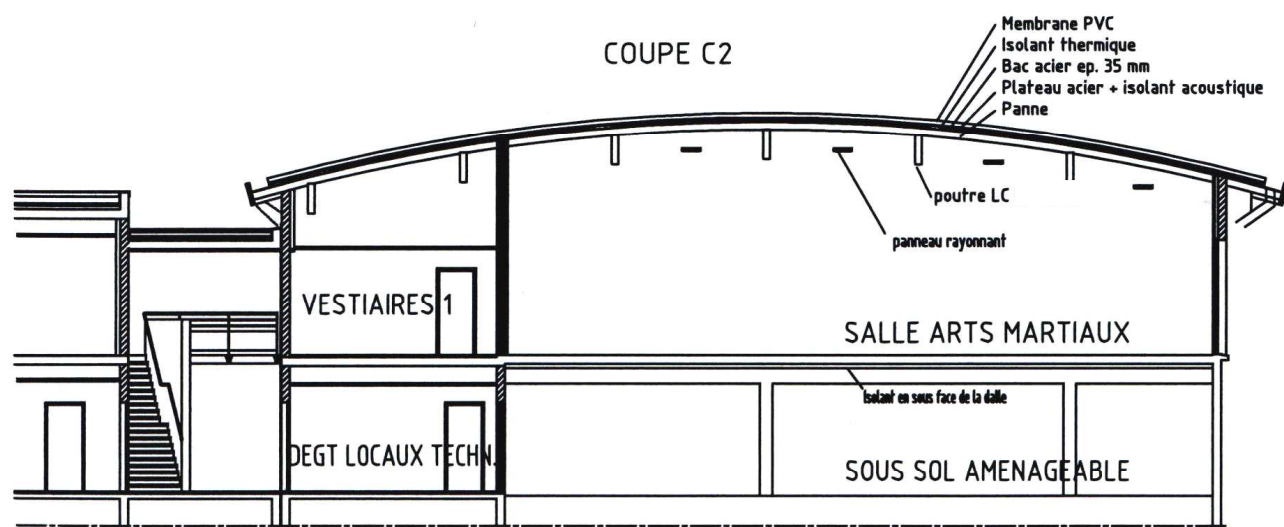
**D3** : Compléter le document réponse DR4 en faisant apparaître les armatures calculées à la question D2 (en précisant leurs diamètres et leurs espacements) et les armatures complémentaires (sans calcul).



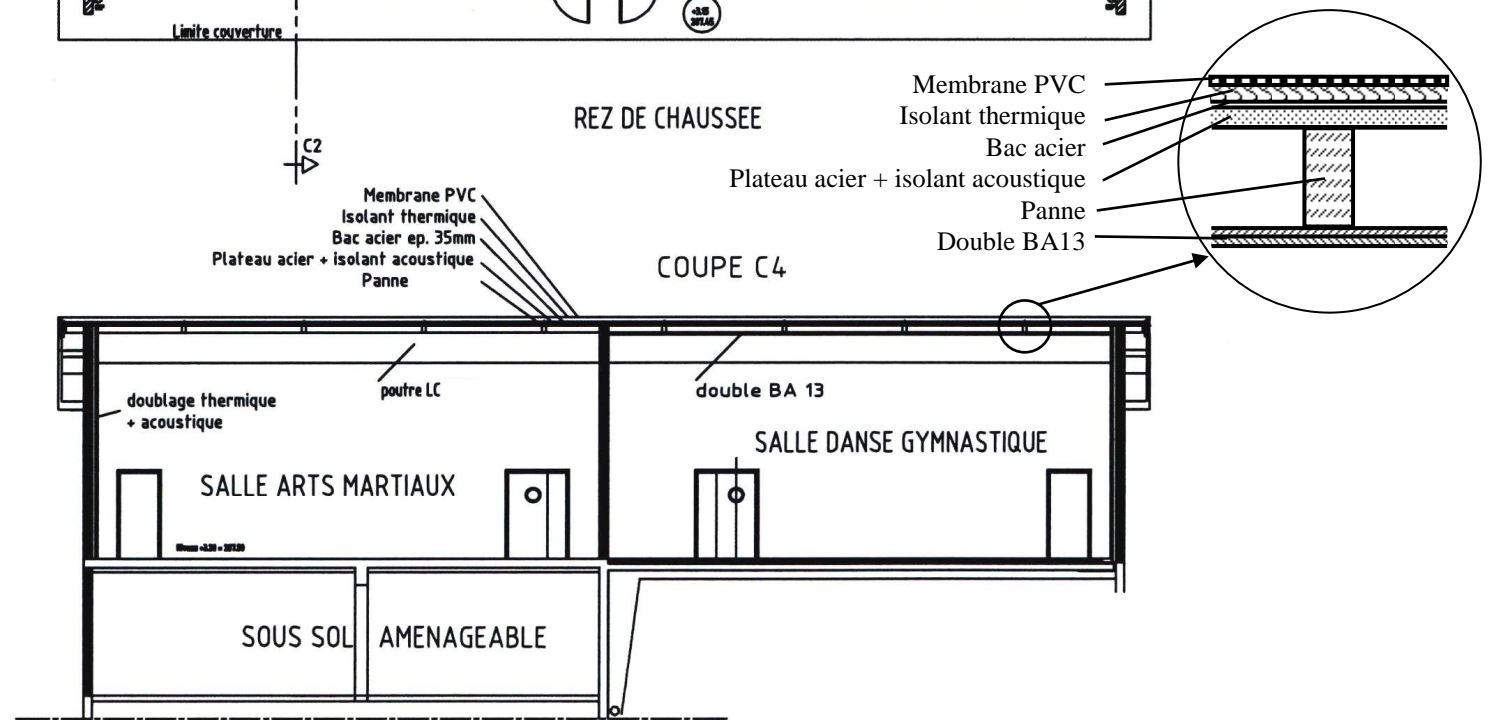
SOUS SOL



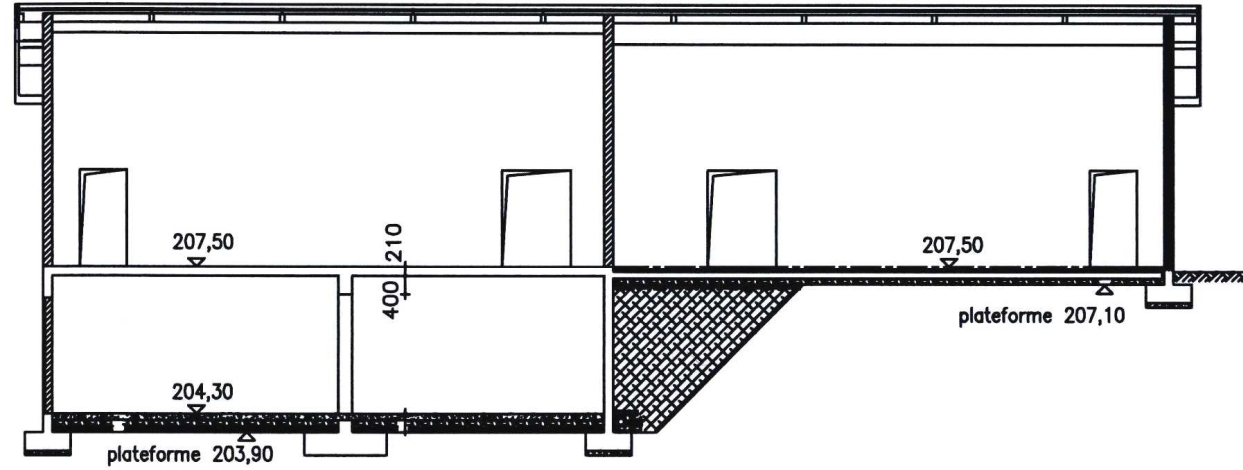
REZ DE CHAUSSEE



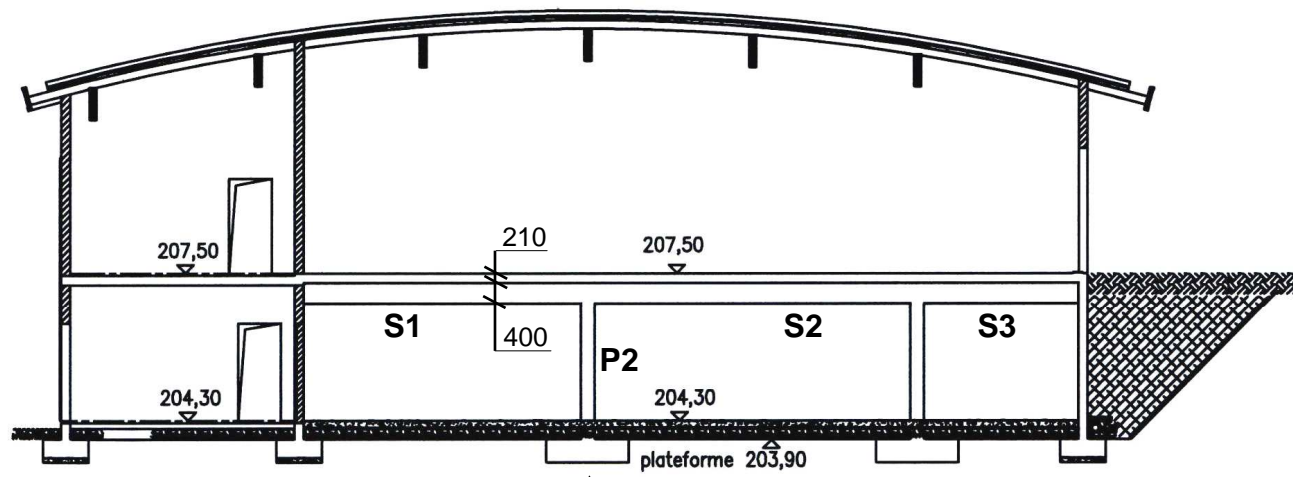
COUPE C2



COUPE C4

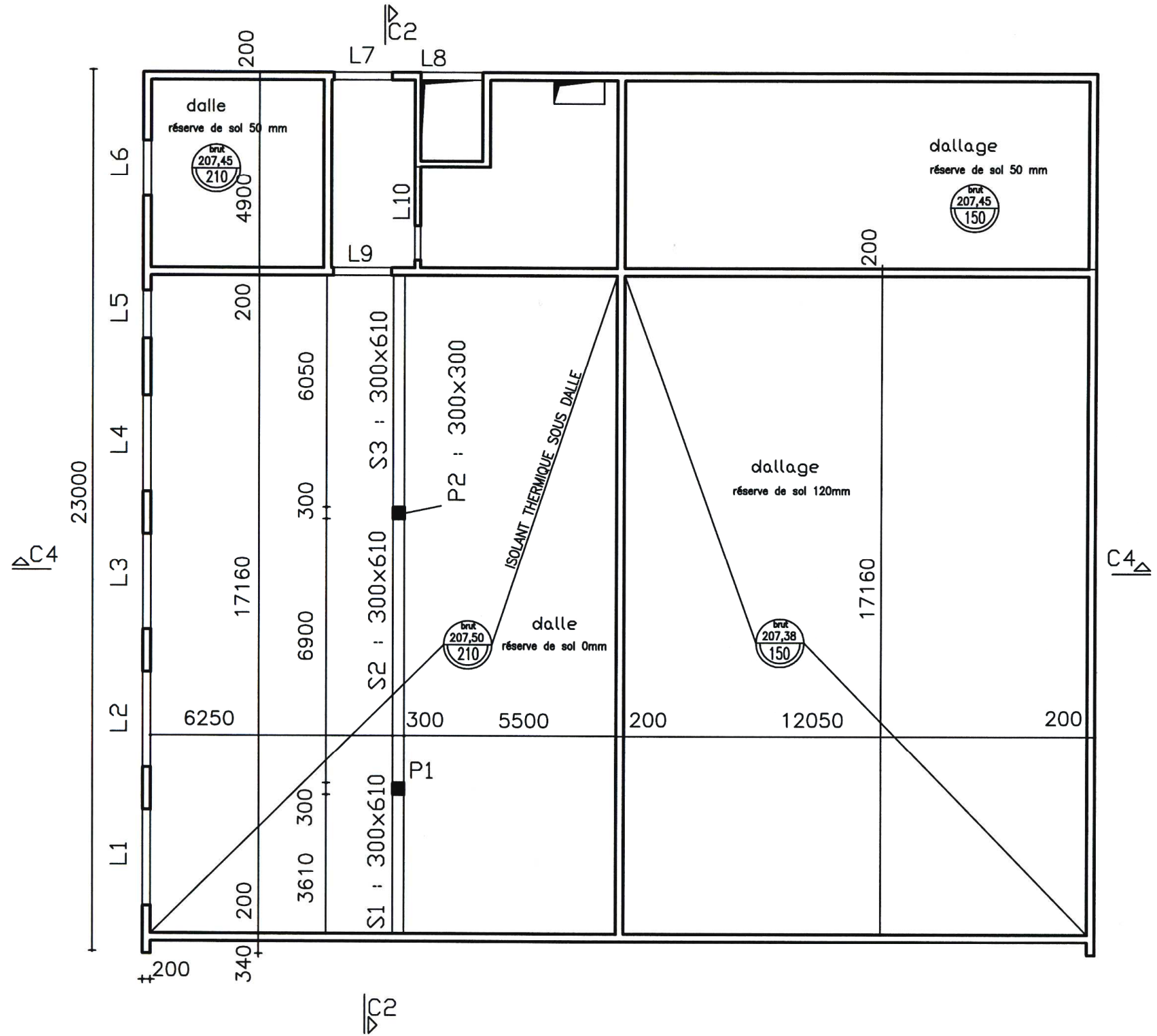


COUPE C4



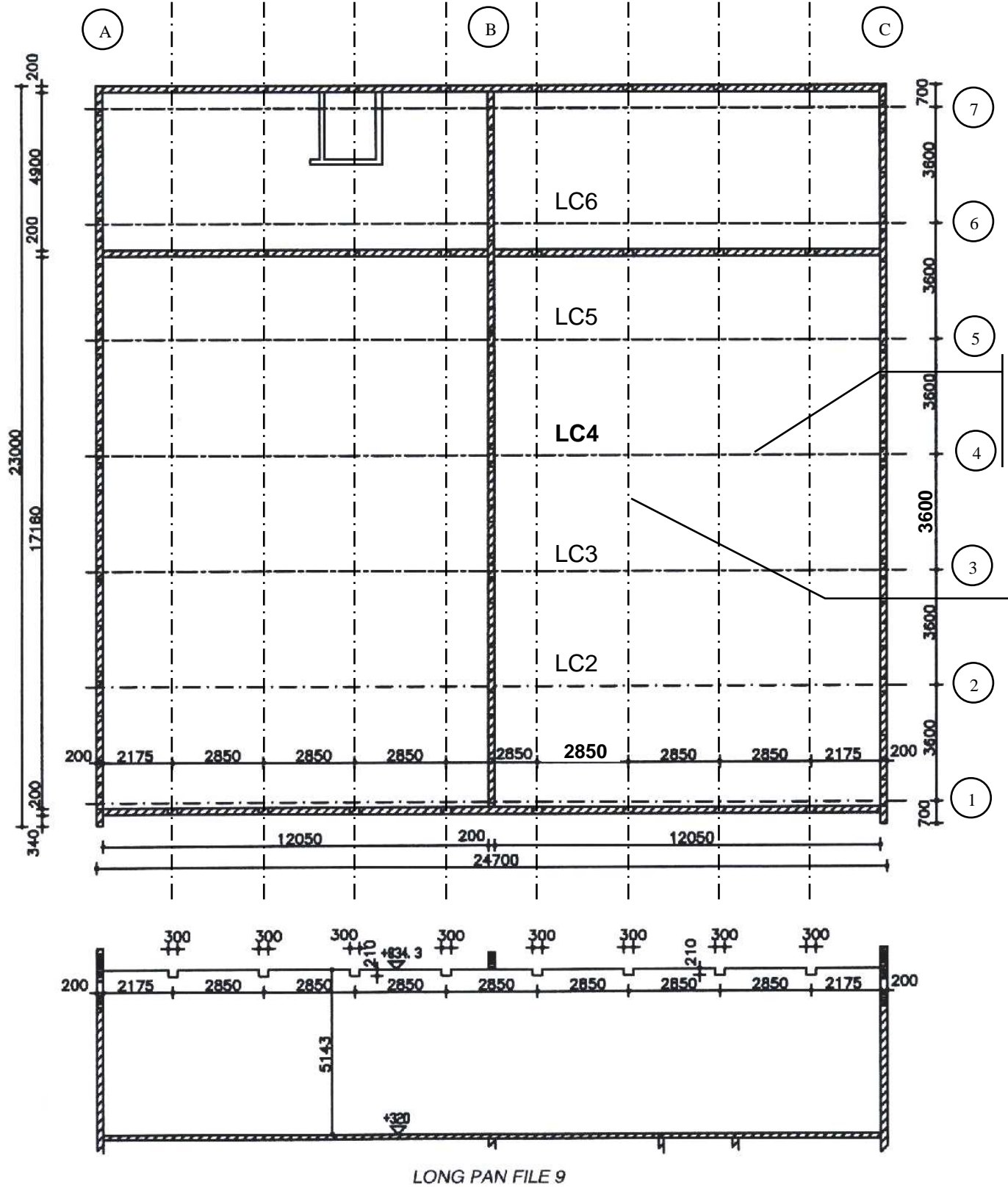
COUPE C2

Semelle de P2 (Etude D)



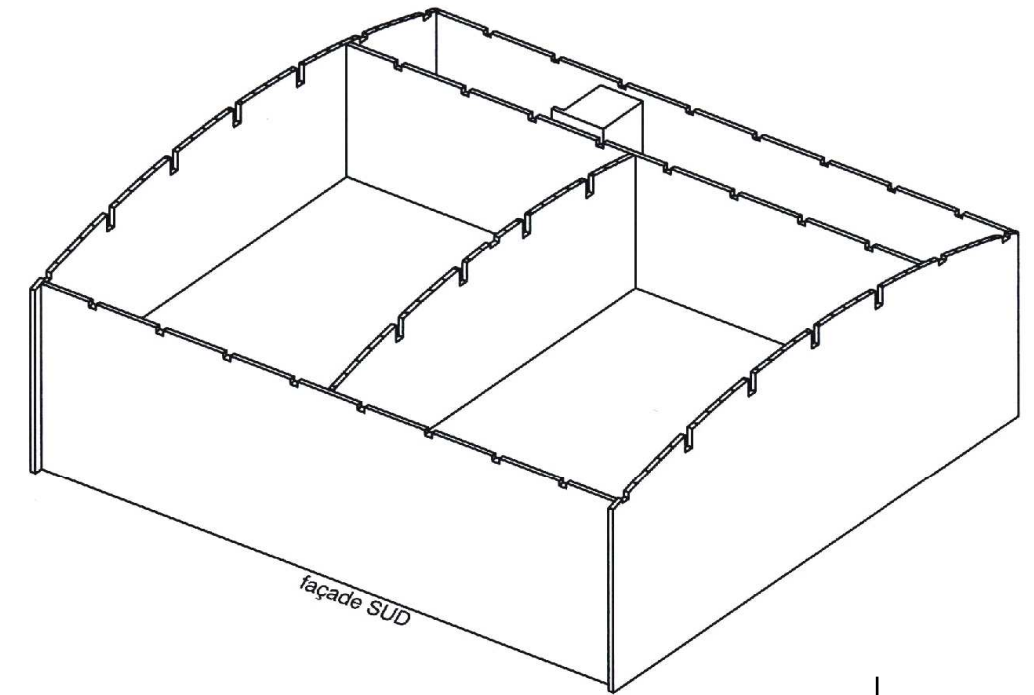
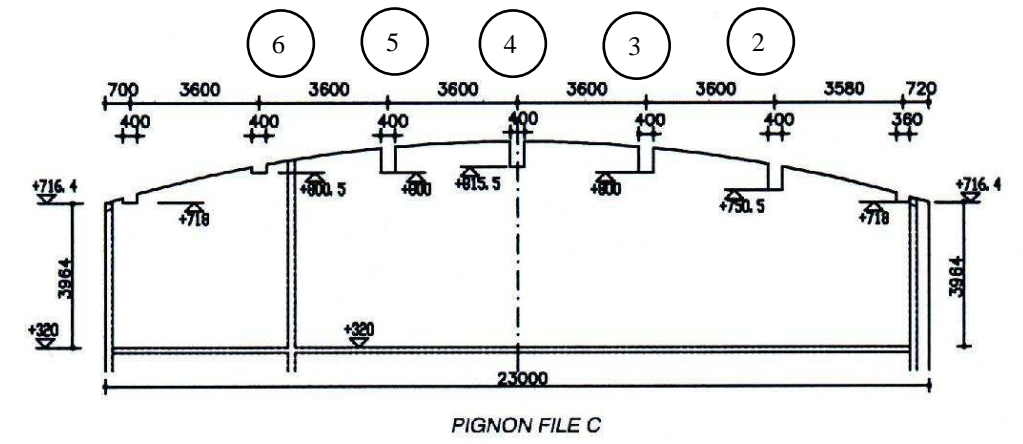
PLAN DE COFFRAGE - PLANCHER HAUT DU SOUS SOL -  
EHELLE INDETERMINEE

Echelles non normalisées



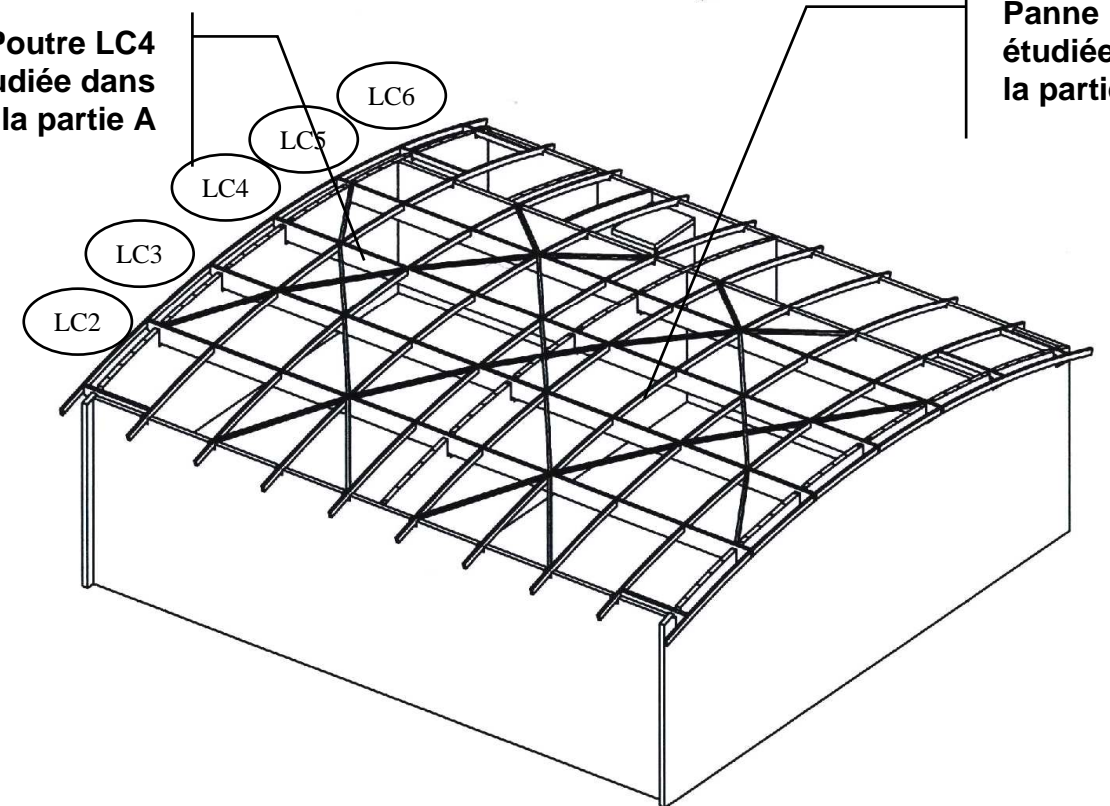
Poutre LC4 étudiée dans la partie A

Panne étudiée dans la partie A1

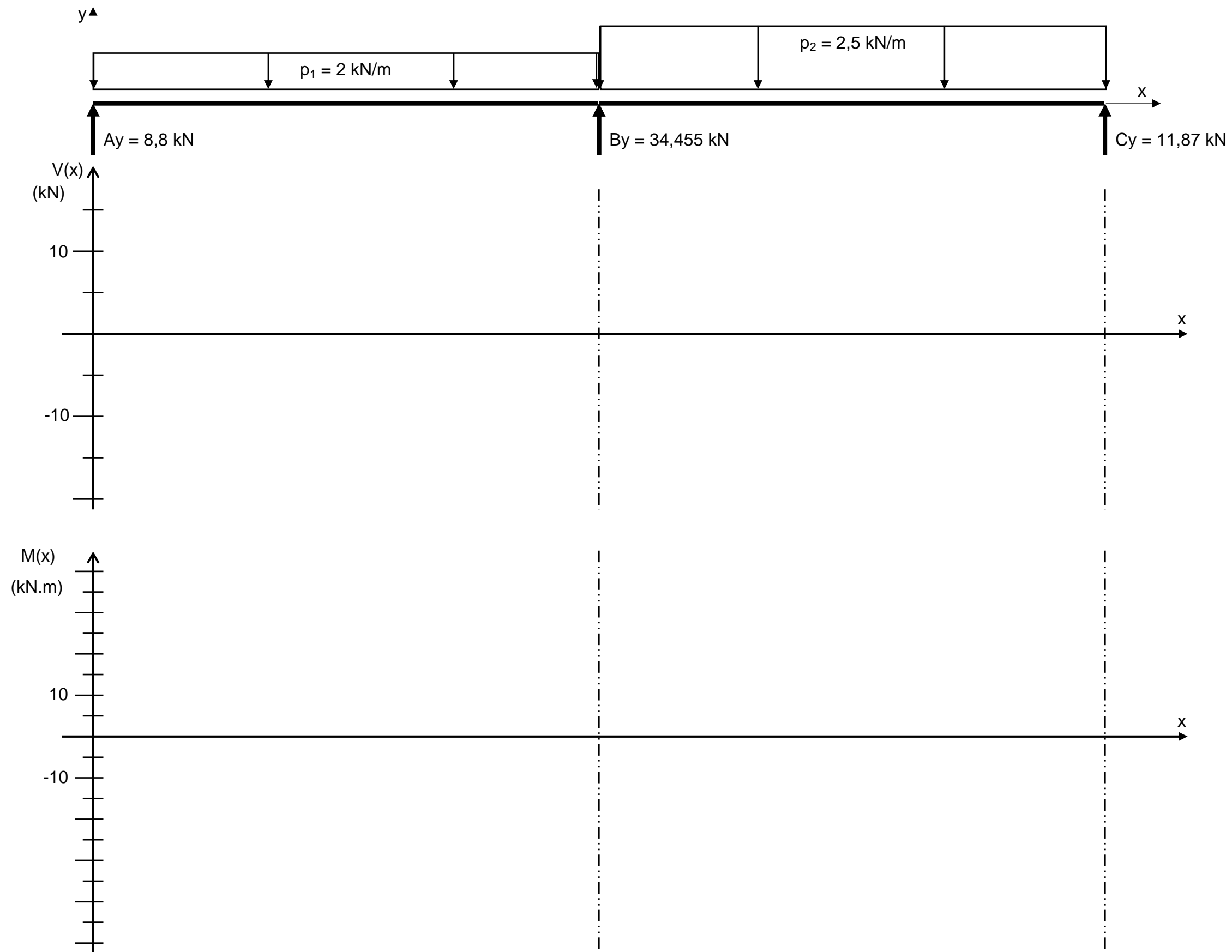


Poutre LC4 étudiée dans la partie A

Panne étudiée dans la partie A1

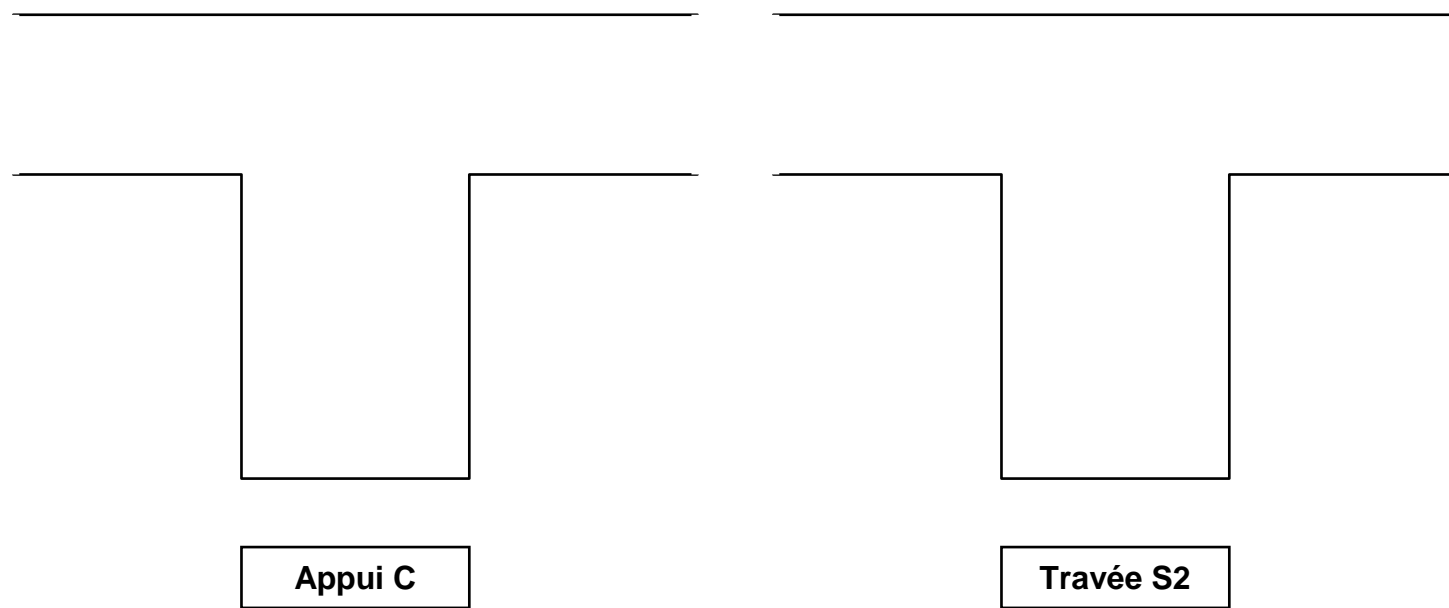


**DOCUMENT REPONSE DR1 : Question A32**



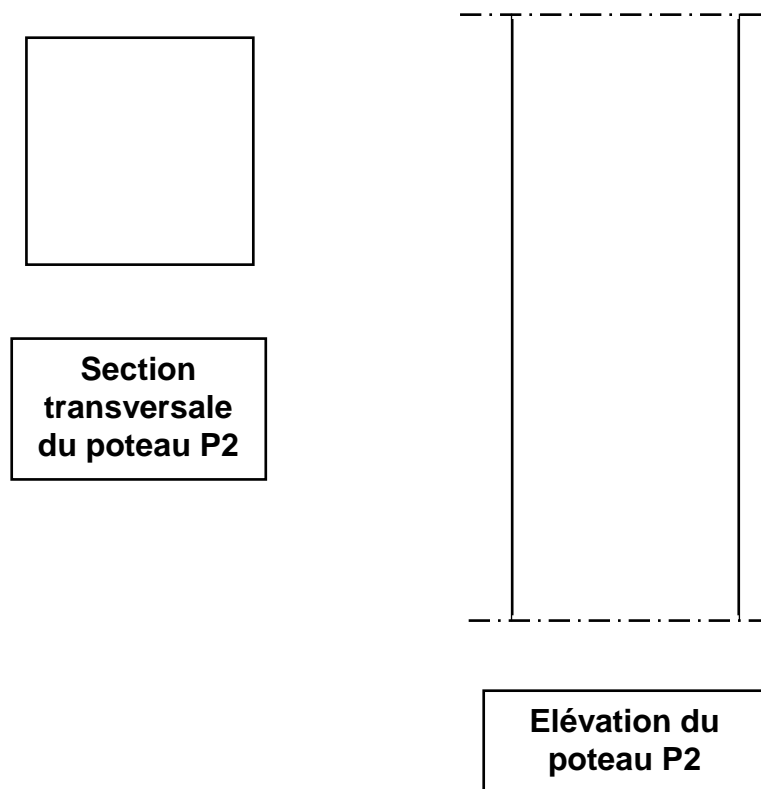


**DOCUMENT REPONSE DR2 : Question B43**



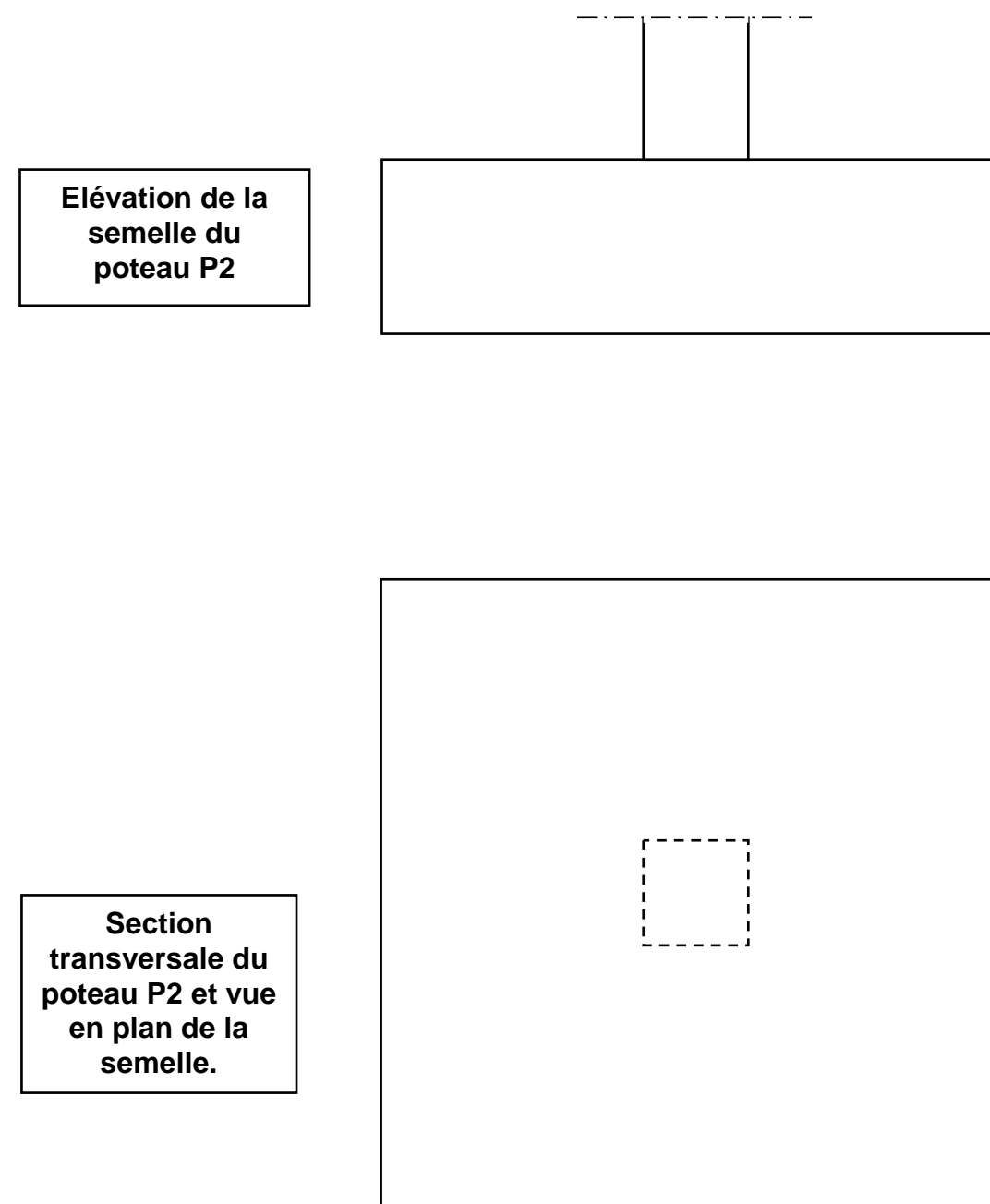
**Echelle 1/10**

**DOCUMENT REPONSE DR3 : Question C3**



**Echelle 1/10**

**DOCUMENT REPONSE DR4 : Question D3**



**Echelle 1/20**