

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR BÂTIMENT

Épreuve E4 – Étude technique

Sous-épreuve U41
Dimensionnement et vérification d'ouvrages

SESSION 2023

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice **avec le mode examen activé**, est autorisé.

L'usage de la calculatrice **sans mémoire**, « type collègue », est autorisé.

« 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 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14

Projet « Construction d'un DOJO »

Contenu du dossier

- Pages 2 et 3 : Présentation de l'ouvrage
Page 4 : Caractéristiques des matériaux utilisés sur l'ouvrage
Charges surfaciques
- Pages 4 à 6 : Travail demandé**
- Page 7 : DT1 Plan de charpente – zone « Club House »
Page 8 : DT2 Plan de coffrage plancher haut RDC
Page 9 : DT3 Extrait du plan de coffrage plancher haut RDC – zoom sur zone étudiée
Page 10 : DT4 Ferrailage poutre continue 08-09

Extraits du formulaire

- Page 11 : DT5 Vérification simplifiée des contraintes normales à la flexion simple – EC 5
Vérification simplifiée des contraintes de cisaillement – EC 5
- Page 12 : DT6 Théorème des 3 moments
Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple - EC2
- Page 13 : DT7 Organigramme poteaux rectangulaires – EC2
Calcul des semelles filantes et rectangulaires sous charge centrée – EC7

Document réponse

- Page 14 : DR1 Document réponse

Barème

ÉTUDE A	Étude d'une panne en bois massif	6 points
ÉTUDE B	Étude d'une poutre continue en béton armé	8 points
ÉTUDE C	Étude d'un poteau carré en béton armé	3,5 points
ÉTUDE D	Étude d'une semelle de fondation	2,5 points

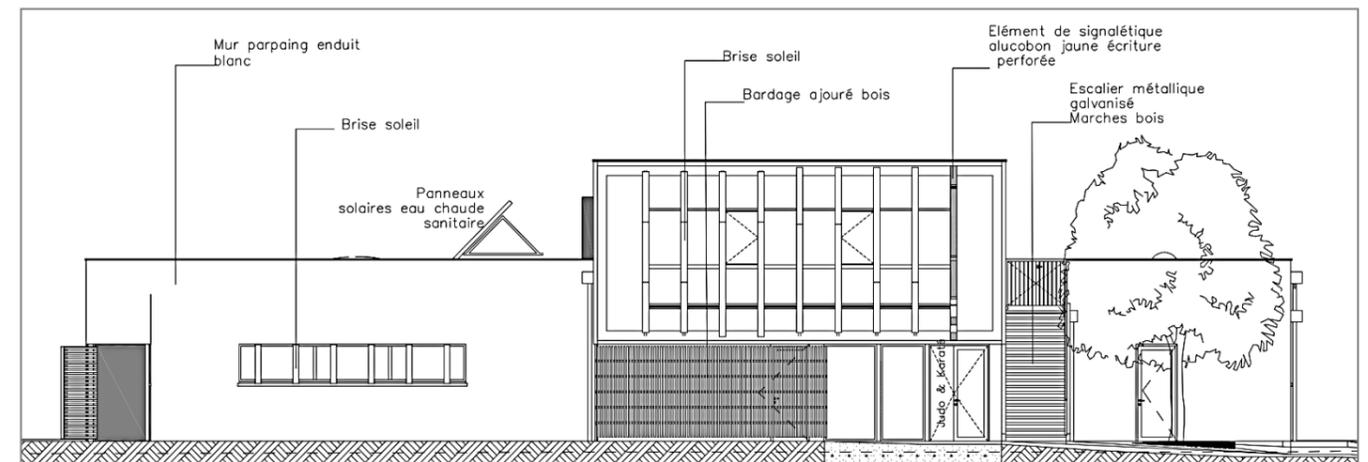
Les études sont indépendantes.

Présentation de l'ouvrage

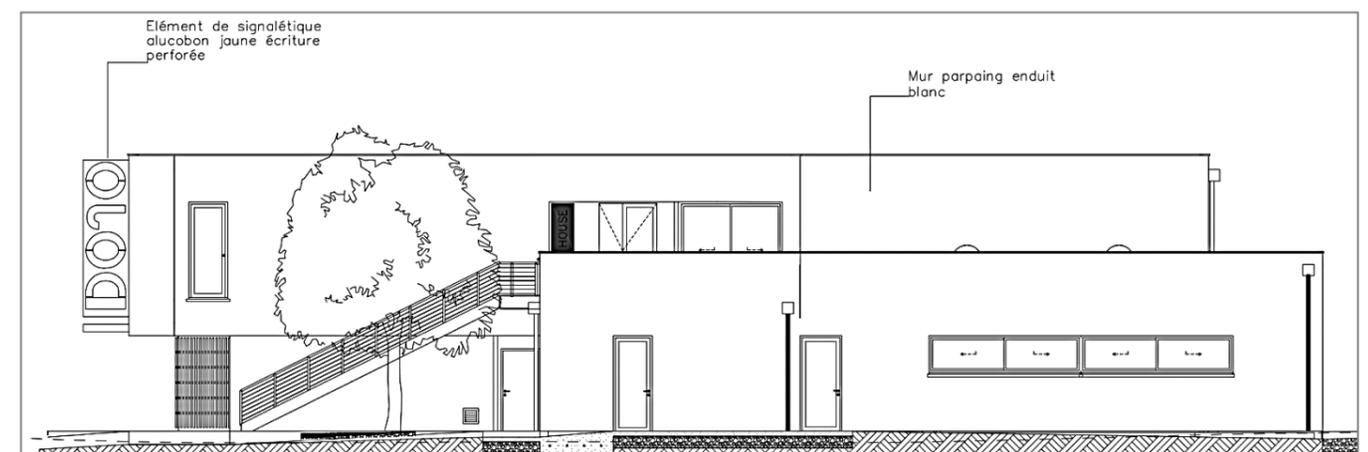


L'étude porte sur la construction d'un Dojo pour le compte d'une ville située en Haute-Garonne. Le bâtiment comporte deux niveaux :

- le Rez-de-Chaussée qui accueille, sur environ 800 m², les salles de sports (judo, karaté et musculation) ainsi que les vestiaires,
- le 1^{er} étage qui émerge au centre du bâtiment sur une surface de 150 m² et accueille le Club House donnant sur une terrasse. Le R+1, en léger porte-à-faux accentue la position de l'entrée.



Façade Sud



Façade Est

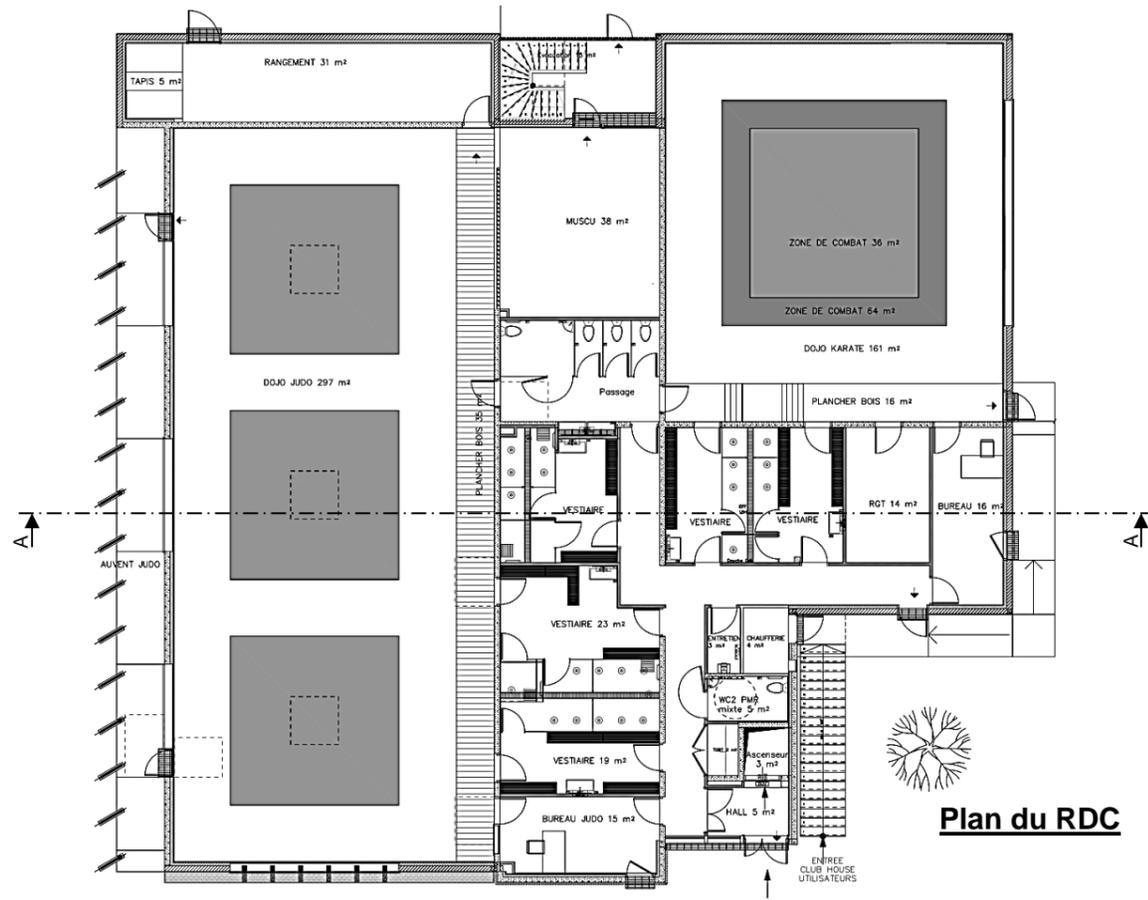
BTS BATIMENT

U41 - Dimensionnement et vérification d'ouvrages

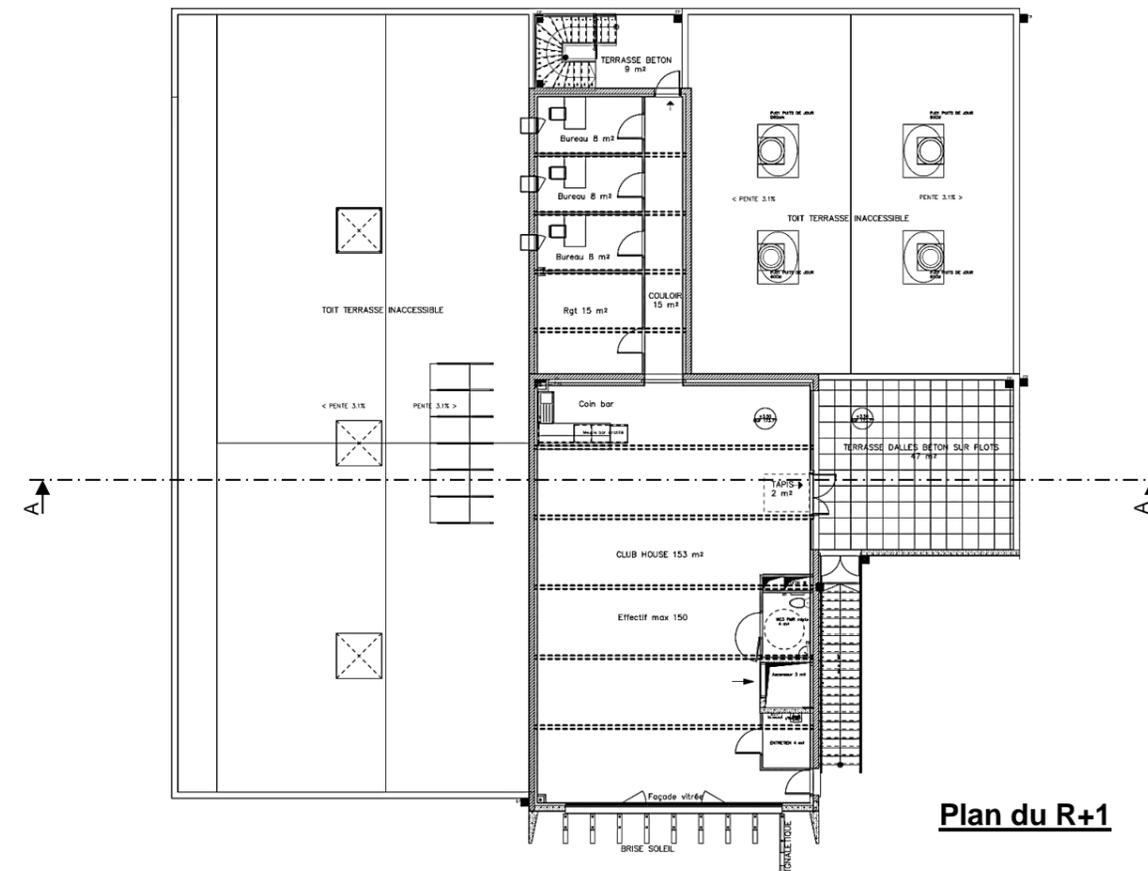
Code : 23BTE4DVO

SESSION 2023

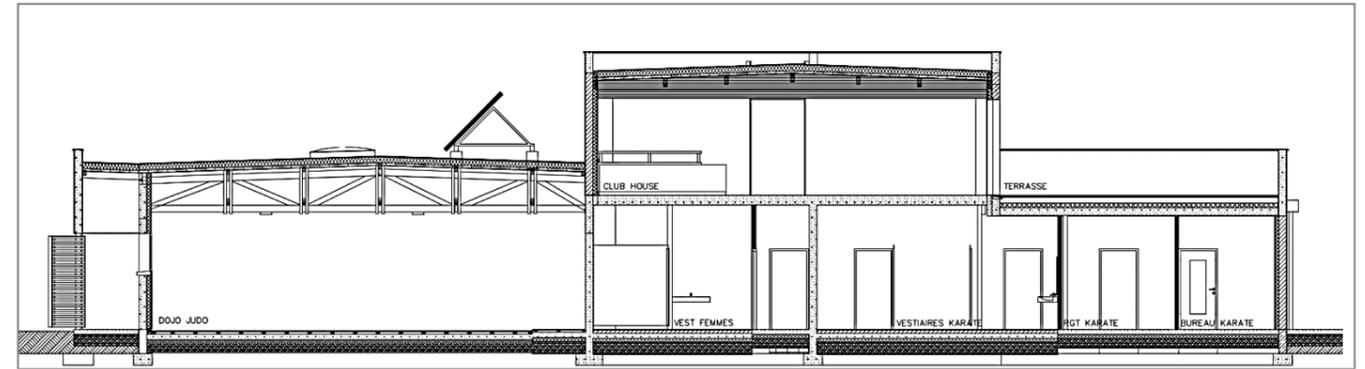
Page 2 sur 14



Plan du RDC



Plan du R+1



Coupe A-A

Modes constructifs du gros-œuvre :

➤ **En infrastructure**

Les fondations sont de type superficielles par semelles filantes et isolées coulées sur béton de propreté.
Le plancher bas du RDC est constitué d'un dallage de 13 cm d'épaisseur sur isolation thermique et couche de forme en gravés concassés 0/20 de 50 cm d'épaisseur.

➤ **En superstructure**

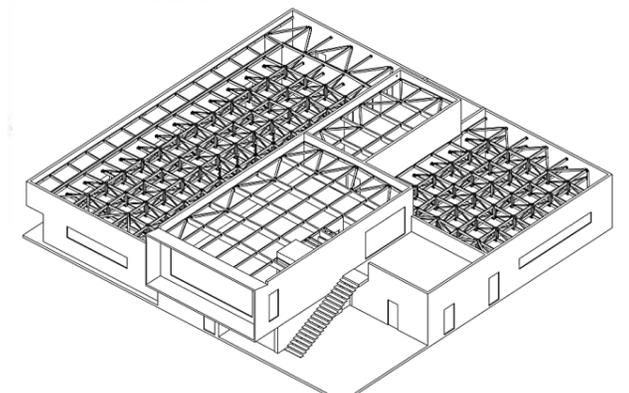
Les façades sont réalisées en maçonnerie composée de BBM de 20 cm d'épaisseur.
Les voiles de refend sont en béton banché de 20 cm d'épaisseur.

Le plancher intermédiaire entre le RDC et le 1^{er} étage est une dalle pleine en béton armé coulée sur prédalles précontraintes.

La charpente en bois est composée de pannes en bois massif qui reposent sur :

- des fermes triangulées au dessus des zones de combat au RDC ;
- des poutres en bois lamellé collé au dessus du Club House et des bureaux au premier étage.

Elle supporte la couverture constituée d'un complexe d'étanchéité sur bac acier laqué perforé acoustique.



Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions.

CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX UTILISÉS SUR L'OUVRAGE

Béton armé

- ✓ Béton C25/30 : $f_{ck} = 25$ MPa $\Rightarrow f_{cd} = 16,67$ MPa
 $f_{ctm} = 2,60$ MPa
- ✓ Armature B500B : $f_{yk} = 500$ MPa $\Rightarrow f_{yd} = 435$ MPa
- ✓ Poids volumique du béton armé : $\gamma_{B.A.} = 25$ kN/m³
- ✓ B.A. situés à l'intérieur du bâtiment : classe d'exposition XC1

Bois de charpente

➤ Panne en bois massif – C22

- ✓ Poids volumique : $\gamma_{C22} = 4,1$ kN/m³
- ✓ Résistance caractéristique vis-à-vis de la flexion : $f_{m,k} = 22$ MPa
- ✓ Résistance caractéristique vis-à-vis du cisaillement : $f_{v,k} = 3,8$ MPa
- ✓ Coefficient γ_M : $\gamma_M = 1,3$
- ✓ Coefficient k_{mod} (action à court terme : neige) : $k_{mod} = 0,9$
- ✓ Coefficient k_h : $k_h = 1$

CHARGES SURFACIQUES

Charges permanentes

Couverture sur CLUB HOUSE

- Etanchéité bicouche auto-protégée : 0,12 kN/m²
- Isolant en laine de roche, ép16 cm : 0,22 kN/m²
- Pare vapeur : négligé
- Bac acier perforé acoustique laqué blanc : 0,10 kN/m²

Charge de neige

- Altitude 175 m, pente $\leq 5\%$, zone A2 : 0,46 kN/m²

TRAVAIL DEMANDÉ

ÉTUDE A – Étude d'une panne en bois massif

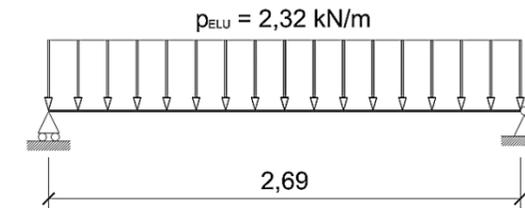
L'étude porte sur la panne en bois massif repérée sur le document DT1.

L'objectif est de vérifier que la section retenue par le bureau d'études techniques (80x160) est suffisante.

Documents à consulter : DT1 et DT5

Q1. Calculer les charges linéiques permanentes g (kN/m) et climatiques de neige s (kN/m) qui s'appliquent sur la panne.

Pour la suite de l'étude le schéma mécanique à l'ELU pour cette panne est le suivant :



Q2. Calculer les valeurs de l'effort tranchant maximum V_{Ed} et du moment fléchissant maximum M_{Ed} .

Pour la suite de l'étude on donne les valeurs suivantes :

$$M_{Ed} = 2,10 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_{Ed} = 3,12 \text{ kN}$$

Vérification vis-à-vis des contraintes normales de flexion

Q3. Calculer le moment quadratique I_{Gz} (m⁴) de la section rectangulaire de la panne.

Q4. En considérant une valeur de I_{Gz} égale à $2,73 \cdot 10^{-5}$ m⁴, **en déduire** la contrainte normale maximale $\sigma_{m,d}$ (MPa) engendrée par le moment fléchissant M_{Ed} .

Q5. Calculer la résistance de calcul à la flexion $f_{m,d}$ (MPa) et **vérifier** que la panne est correctement dimensionnée vis-à-vis des contraintes normales de flexion.

Vérification vis-à-vis des contraintes de cisaillement

Q6. Calculer la contrainte de cisaillement maximale τ_d (MPa) engendrée par l'effort tranchant V_{Ed} .

Q7. Calculer la résistance de calcul au cisaillement $f_{v,d}$ (MPa) et **vérifier** que la panne est correctement dimensionnée vis-à-vis des contraintes de cisaillement.

Conclusion

Q8. Indiquer quelle vérification supplémentaire serait nécessaire pour valider la section de la panne.

ÉTUDE B - Étude d'une poutre continue en béton armé

L'étude porte sur la poutre continue 08-09 repérée sur le document DT2.

L'objectif est de vérifier le dimensionnement d'une partie des armatures longitudinales définies par le bureau d'études techniques.

Documents à consulter : DT2 à DT7

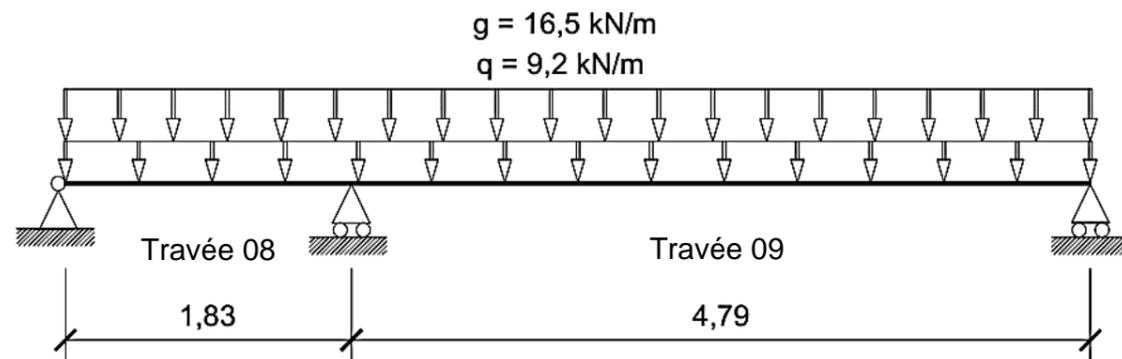
Q9. À l'aide du DT3, **produire** sur le document réponse DR1 le dessin de la coupe 1-1 à l'échelle 1/10 en représentant la section de la poutre et l'amorce des dalles A et B.

Coter le dessin en indiquant les niveaux des arases supérieures et les épaisseurs des dalles ainsi que les dimensions de la section de la poutre.

Q10. Sur le document réponse DR1, **hachurer** la surface de dalle reprise par la poutre 08-09.

Coter cette surface.

Le schéma mécanique retenu pour cette poutre est le suivant :

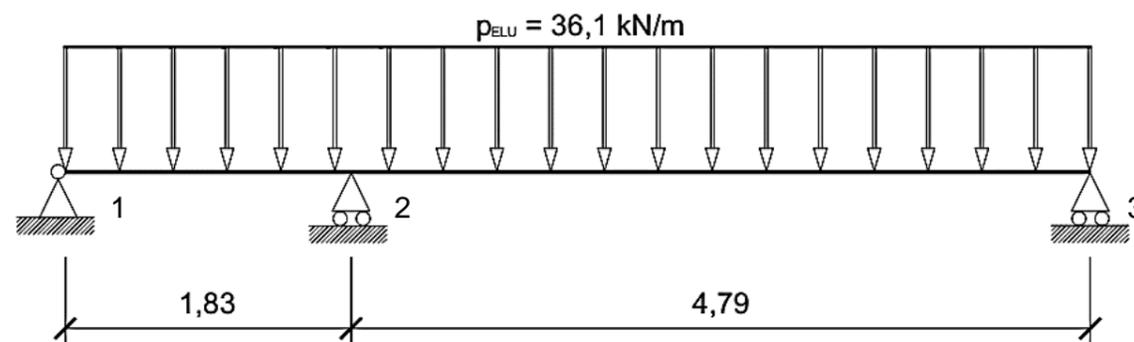


Q11. **Justifier** la portée utile de la travée 09.

Q12. **Déterminer** le degré d'hyperstaticité de la poutre.

Aciers sur appui intermédiaire – vérification du moment de calcul

La modélisation ci-dessous correspond au cas de charges à l'ELU le plus défavorable pour l'appui intermédiaire (n°2) :

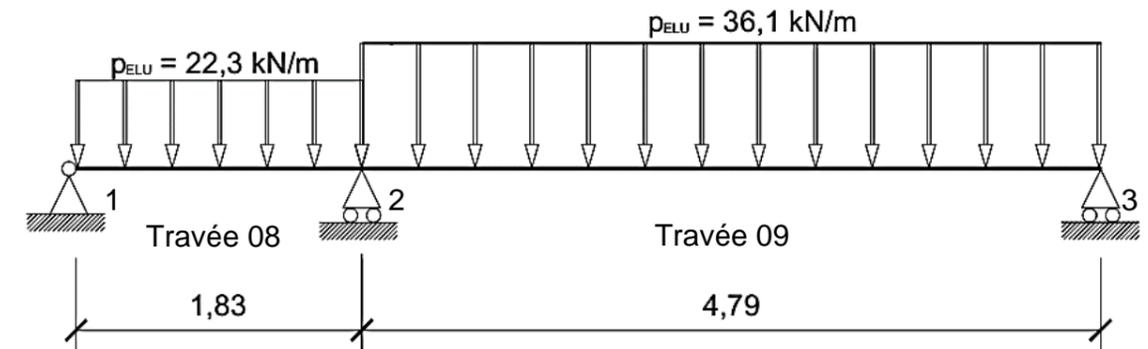


Q13. En appliquant le théorème des trois moments, **calculer** le moment sur l'appui n°2.

Q14. **Expliquer** pourquoi les valeurs des moments sur appui intermédiaire indiquées sur la courbe enveloppe (voir document DT4) sont légèrement inférieures à la valeur obtenue à la question précédente.

Aciers en travée – vérification des sections d'armatures

La modélisation ci-dessous correspond au cas de charges à l'ELU le plus défavorable pour la travée 09 :



On donne la valeur de l'action de liaison sur l'appui n°3 :

$$Y_3 = 70,28 \text{ kN}$$

Q15. **Calculer** les actions de liaisons aux appuis 1 et 2.

Q16. À partir du bilan des actions mécaniques extérieures donné sur le DR1, **tracer** les diagrammes des sollicitations internes et **indiquer** les valeurs particulières.

On donne la valeur du moment fléchissant maximum :

$$M_u = + 68,4 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Q17. **Calculer** la section d'armatures longitudinales nécessaire dans cette travée.

Vérifier les sections minimale et maximale.

Q18. **Vérifier** que la section proposée par le logiciel de calcul béton armé (voir plan de ferrailage DT4) est correcte. **Justifier** la réponse.

ÉTUDE C – Étude d'un poteau carré en béton armé

L'étude porte sur le poteau P07 (20x20) situé au RDC sous la poutre 08-09.

L'objectif est de dimensionner les armatures longitudinales et transversales.

Documents à consulter : DT2, DT3 et DT7

Le calcul de descente de charges a permis de déterminer l'effort normal à l'ELU repris par le poteau (y compris poids propre) :

$$N_{Ed} = 185 \text{ kN}$$

On donne également la longueur de flambement du poteau :

$$l_o = 3,7 \text{ m}$$

Q19. Calculer la section d'armatures longitudinales nécessaire pour reprendre l'effort normal de compression du poteau.

Q20. La valeur obtenue à la question Q19 étant négative, **calculer** la section minimale d'acier à placer dans le poteau et **choisir** les barres.

Indiquer le rôle de ces armatures longitudinales.

Q21. Choisir les armatures transversales. **Calculer** l'espacement des cadres en partie courante.

Q22. Indiquer le rôle des armatures transversales dans un poteau.

Q23. Produire sur la copie le schéma de la section du poteau à l'échelle 1/5.

Représenter les armatures longitudinales et transversales et **repérer** les différents diamètres de barres.

ÉTUDE D – Étude d'une semelle de fondation

L'étude porte sur la semelle de fondation située sous le poteau P07 (20x20).

L'objectif est de dimensionner le coffrage de la semelle.

Documents à consulter : DT2, DT3 et DT7

Hypothèses :

- Le dallage est désolidarisé du poteau.
- Les charges amenées par le dallage et le sol sur la semelle ne sont pas prises en compte.
- La semelle est coulée sur béton de propreté.
- Hauteur minimale = 25 cm.

Le calcul de descente de charges a permis de déterminer la charge verticale à l'ELU arrivant sur l'arase supérieure de la fondation :

$$N_{Ed,U} = 185 \text{ kN}$$

Le rapport de sol indique la valeur de la contrainte de calcul du sol au niveau des fondations :

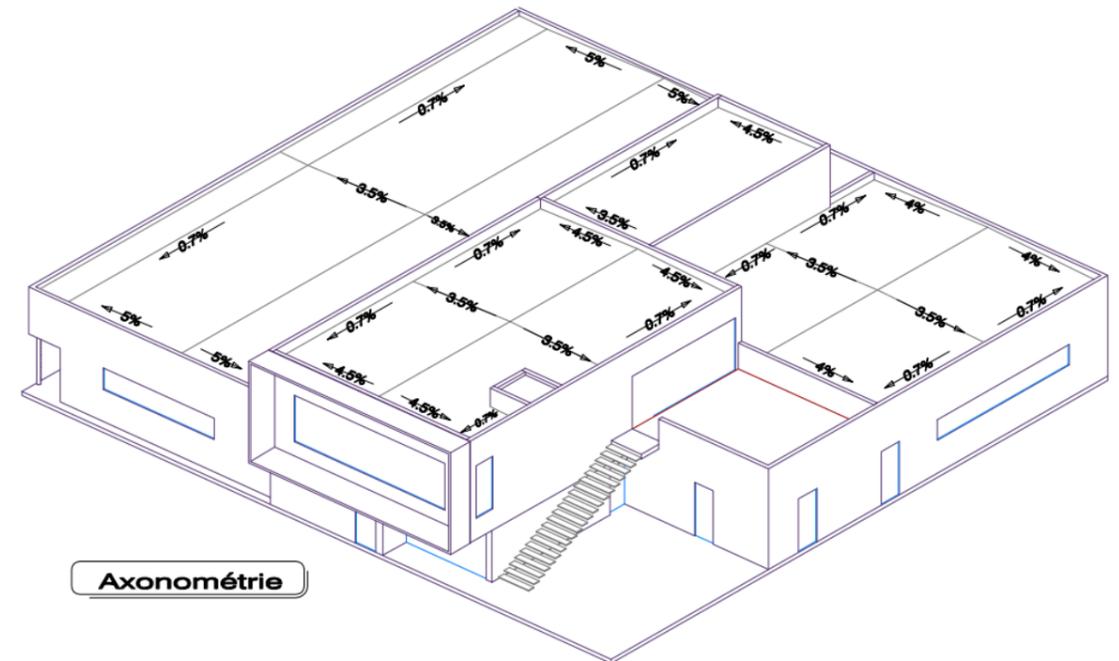
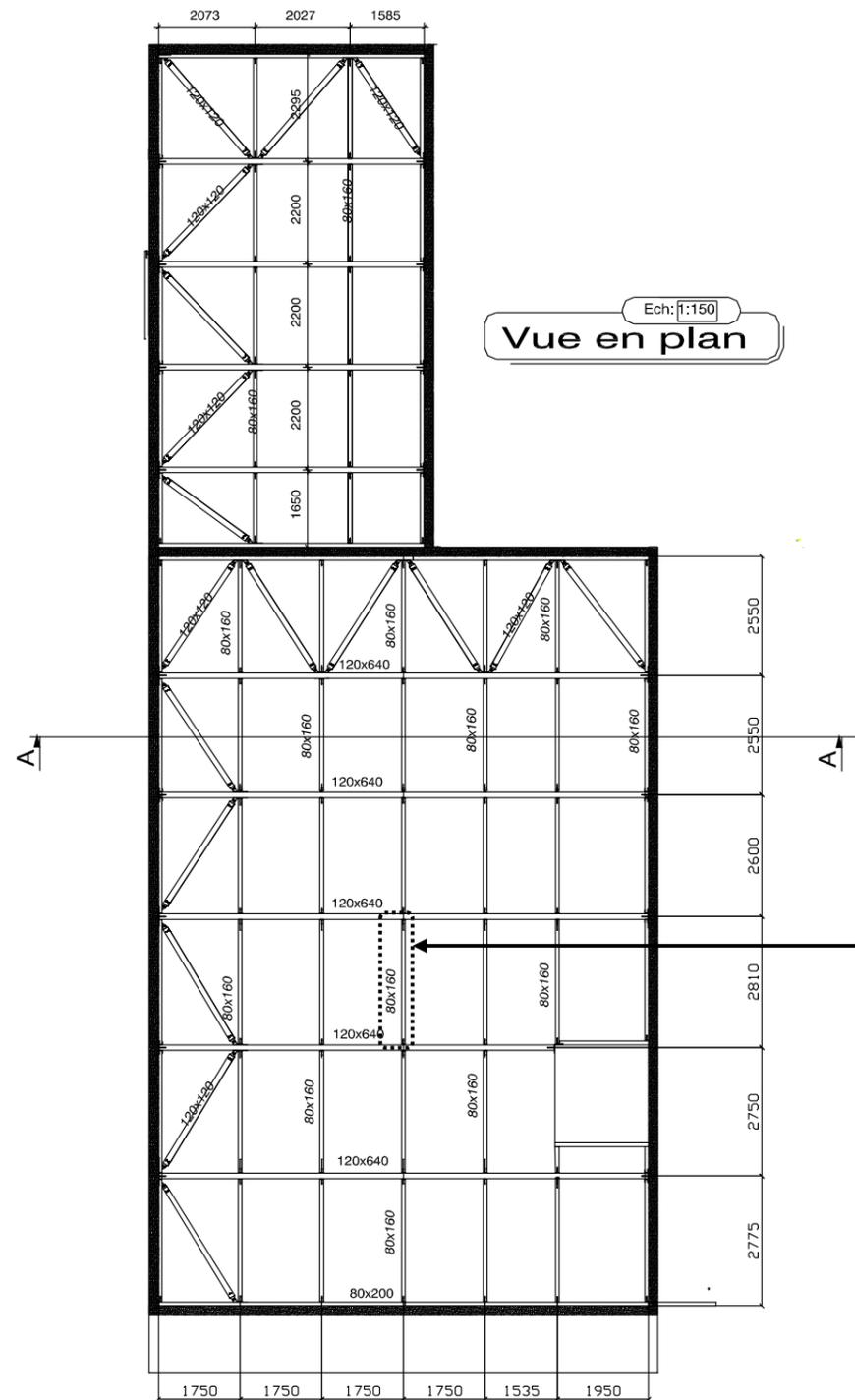
$$q_d = 0,45 \text{ MPa}$$

Q24. En négligeant son poids propre, **calculer** l'aire de la surface effective de la semelle de fondation située sous le poteau P07.

En déduire ses dimensions horizontales.

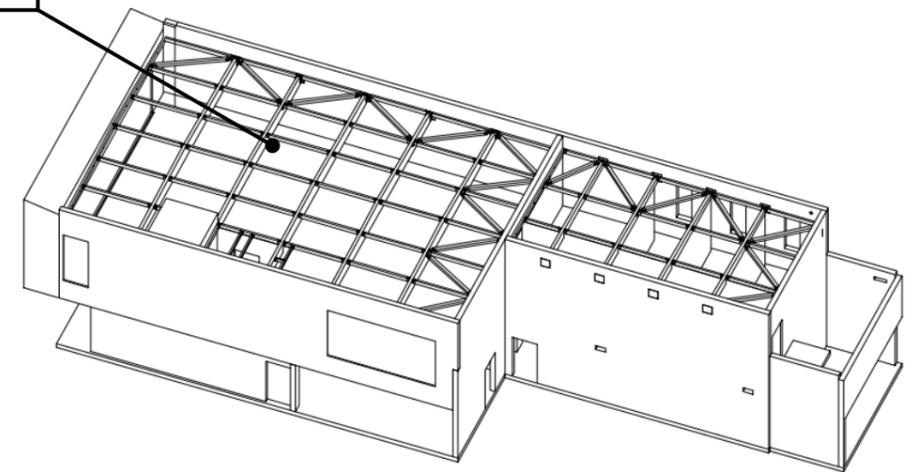
Q25. Déterminer la hauteur de la semelle.

Q26. Calculer le poids propre de la semelle et **vérifier** qu'elle est correctement dimensionnée.



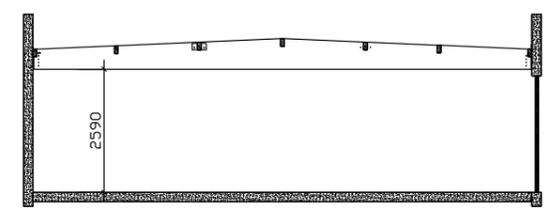
Axonométrie

Panne bois massif - Étude A



Charpente R+1

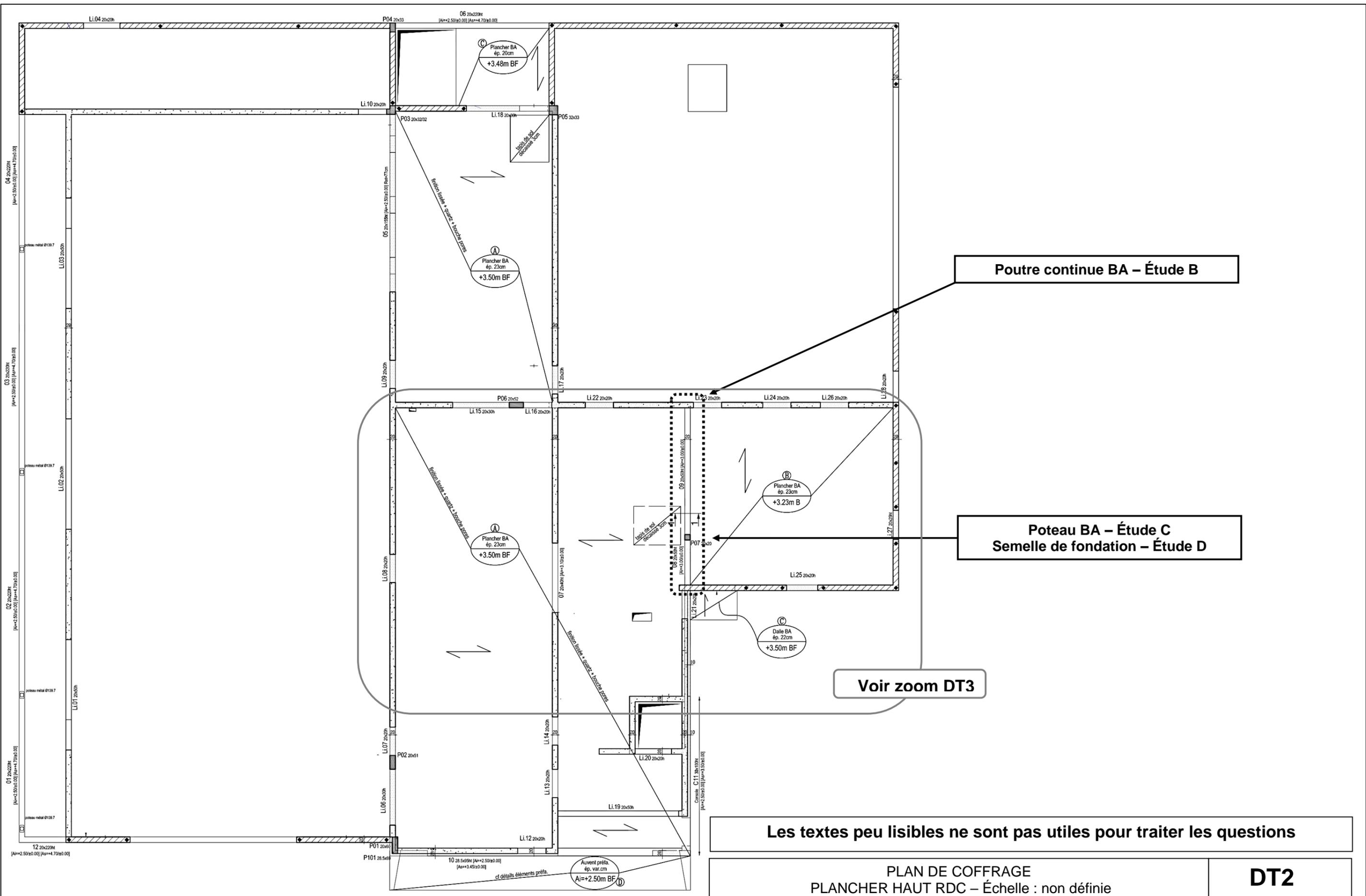
REMARQUE : Les cotes sont indiquées en mm



Ech: 1:150
Coupe AA

Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions

PLAN DE LA CHARPENTE – zone « CLUB HOUSE » **DT1**



Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions

PLAN DE COFFRAGE
 PLANCHER HAUT RDC – Échelle : non définie

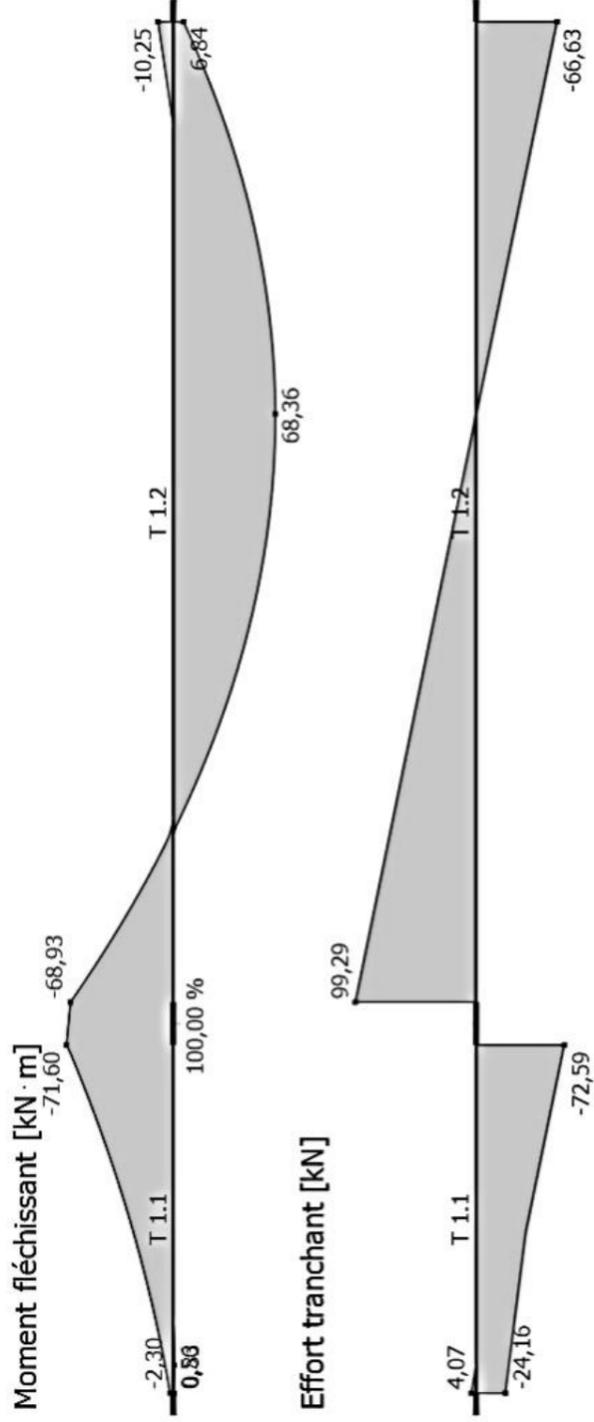
DT2

BTS BATIMENT
 U41 - Dimensionnement et vérification d'ouvrages

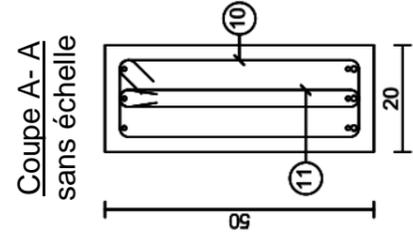
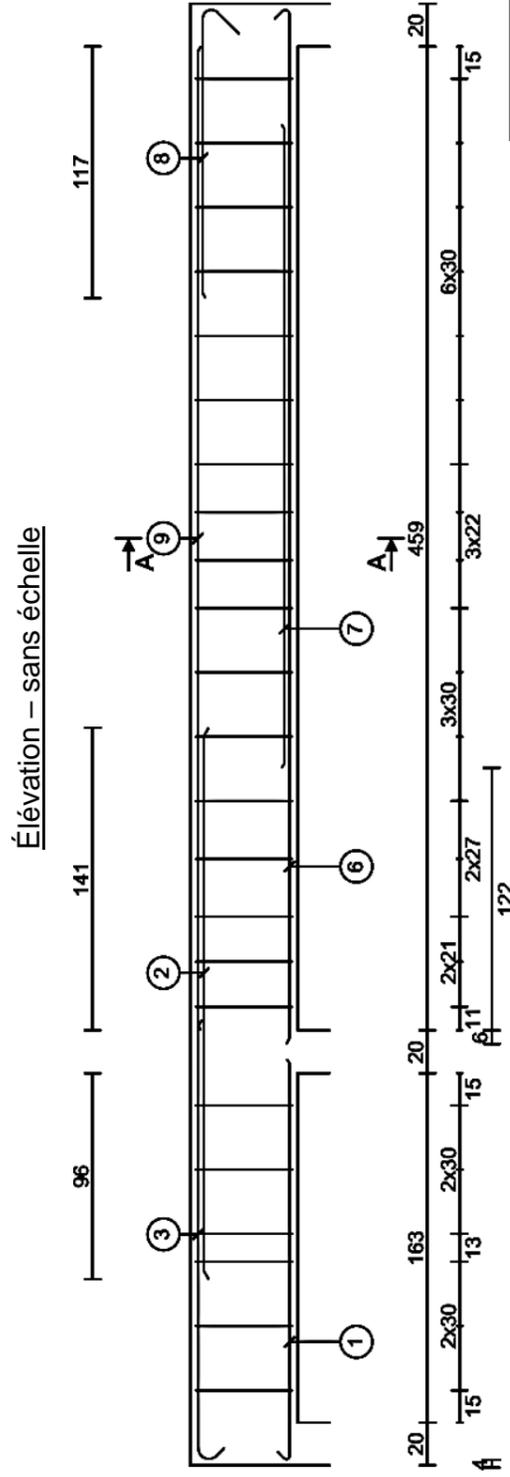
Code : 23BTE4DVO

SESSION 2023
 Page 8 sur 14

**Courbes enveloppes
issues du logiciel de calcul béton armé**



**Plan de ferrailage - Poutre continue 08-09
issu du logiciel de calcul béton armé**



NOMENCLATURE		
Barre	Lg	Forme
1	3HA8	193 $\frac{6,3}{135^\circ}$ $\frac{187}{135^\circ}$
2	3HA14	257 257
3	3HA10	216 $\frac{108}{205}$ $\frac{135^\circ}{135^\circ}$
4	6HA6	130 $\frac{9}{15}$
5	6HA6	108 $\frac{45}{45}$
6	3HA10	490 $\frac{48}{483}$ $\frac{135^\circ}{135^\circ}$
7	3HA8	300 300
8	3HA8	154 $\frac{8}{135^\circ}$ $\frac{135}{135}$
9	3HA8	459 459
10	17HA6	130 $\frac{15}{15}$
11	17HA6	108 $\frac{45}{45}$

FERRAILAGE POUTRE 08-09

DT4

Vérification simplifiée des contraintes normales à la flexion simple – Eurocode 5 (EC5)

Critère de résistance d'une section / contraintes normales : $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

$f_{m,d}$: résistance de calcul à la flexion du bois : $f_{m,d} = k_h \times k_{mod} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$;

$\sigma_{m,d}$: contrainte maximale de calcul en flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion M à l'E.L.U. ;

$f_{m,k}$: résistance caractéristique à la flexion du bois ;

γ_M : coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois à l'E.L.U. ;

k_{mod} : coefficient modificatif pour classes de service et classes de durée de charges ;

k_h : coefficient modificatif tenant compte de la hauteur de la poutre.

Vérification simplifiée des contraintes de cisaillement – Eurocode 5 (EC5)

Rappel : pour une section rectangulaire, la contrainte de cisaillement maximum vaut : $\tau_d = \frac{3 \times V_{Ed}}{2 \times b \times h}$.

Critère de résistance d'une section au cisaillement : $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$.

$f_{v,d}$: résistance de calcul au cisaillement du bois : $f_{v,d} = k_{mod} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$;

τ_d : contrainte maximale de calcul de cisaillement engendrée par l'effort tranchant V à l'E.L.U. ;

γ_M : coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois à l'E.L.U. ;

k_{mod} : coefficient modificatif pour classes de service (pour tenir compte de l'humidité du matériau) et classes de durée de chargement ;

k_h : coefficient modificatif tenant compte de la hauteur de la poutre.

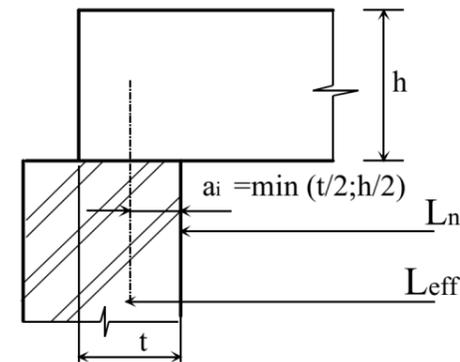
Portées utiles (de calcul) des poutres – Extrait Eurocode 2 (EC2)

La portée utile l_{eff} d'un élément peut être calculée de la manière suivante :

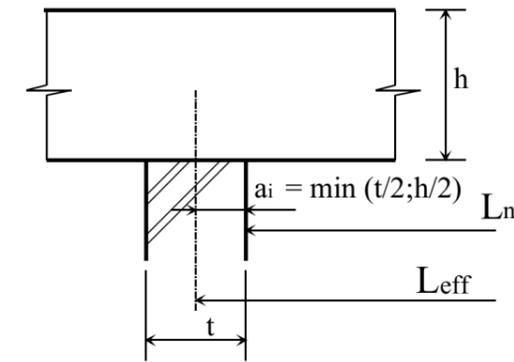
$$l_{eff} = l_n + a_1 + a_2$$

Avec :

- l_n : distance libre entre les nus d'appuis.
- Les valeurs a_1 et a_2 à chaque extrémité de la portée, peuvent être déterminées à partir des valeurs correspondantes a_i de la figure ci-dessous :



(a) Eléments isostatiques

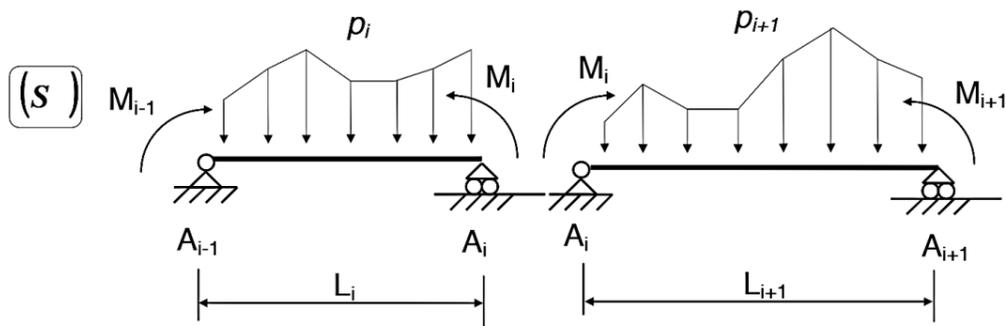
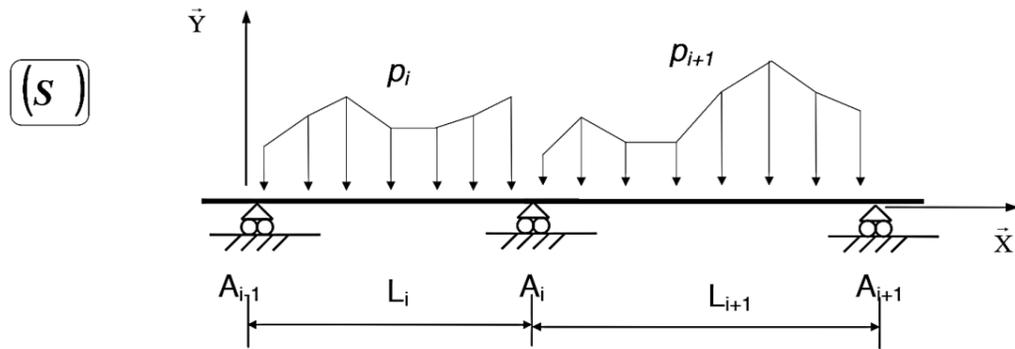


(b) Eléments continus

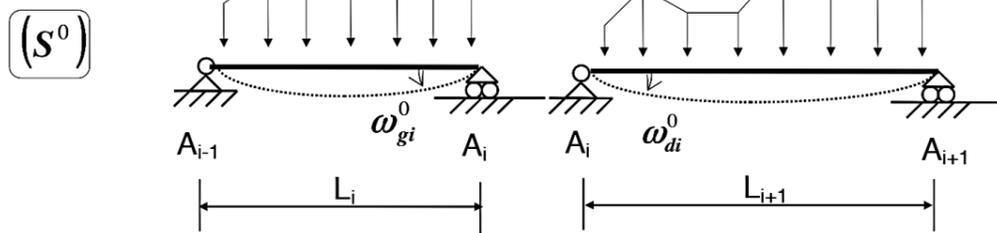
DT5

Théorème des trois moments (formule de Clapeyron)

Hypothèses : $EI = \text{constante sur l'ensemble de la poutre, en l'absence de dénivellations d'appuis.}$

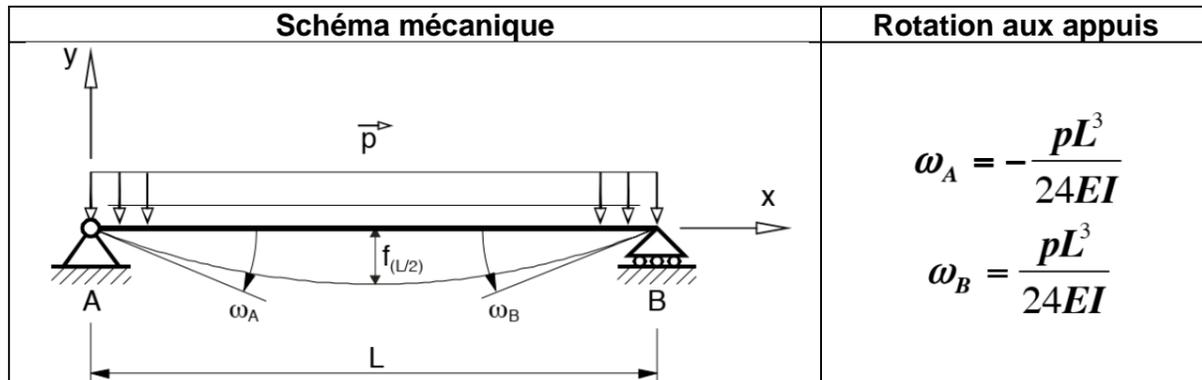


Système isostatique associé



$$L_i M_{i-1} + 2(L_i + L_{i+1})M_i + L_{i+1}M_{i+1} = 6EI(\omega_{di}^0 - \omega_{gi}^0)$$

Rotations aux appuis



Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire – Eurocode 2 (EC2)

Données

Catégorie de durée d'utilisation de projet : 4

Dimensions de la section : $b_w ; h$

Classe de résistance du béton : f_{ck}

Acier B500 : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Moment de flexion ELU : $M_{Ed} = M_u$

$$d \leq 0,9 h$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \text{ avec } \gamma_c = 1,5$$

$$\mu_u = \frac{M_u}{b_w d^2 f_{cd}}$$

$$\mu_u \leq 0,3717$$

Oui

Pas d'armatures comprimées : $A_{s2} = 0$

$$\alpha_u = 1,25(1 - \sqrt{1 - 2\mu_u})$$

$$z_u = d(1 - 0,4\alpha_u)$$

$$A_{s1} = \frac{0,8\alpha_u b_w d f_{cd}}{f_{yd}}$$

ou

$$A_{s1} = \frac{M_u}{z_u f_{yd}}$$

NON

Les armatures comprimées sont conseillées, car les aciers seraient mal utilisés.

Sections minimale et maximale d'armatures longitudinales tendues :

$$A_{s1} > A_{s,\min} = \max \left[0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d ; 0,0013 b_t d \right] \text{ condition de non-fragilité}$$

avec $b_t = b_w$

$$A_{s1} < 0,04 A_c \text{ avec } A_c \text{ aire de la section droite de béton}$$

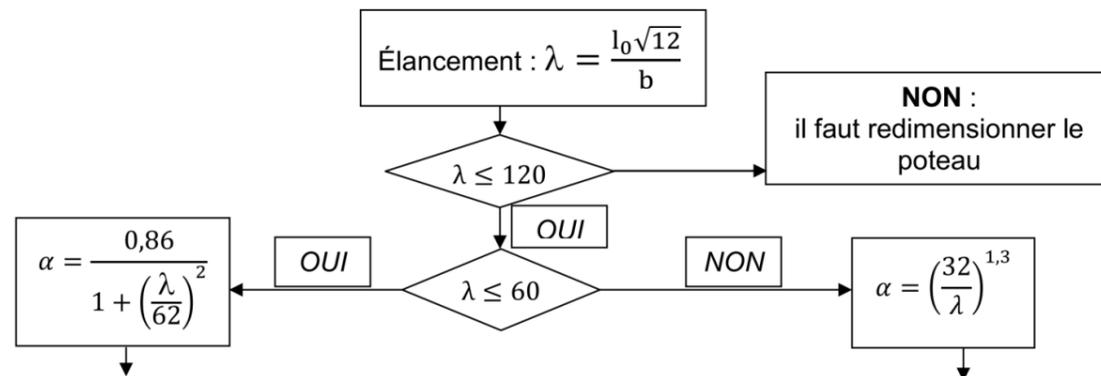
DT6

Organigramme poteaux rectangulaires

Données :

- Catégorie de durée d'utilisation de projet : 4
- N_{Ed} : effort normal centré aux ELU
- A_c : aire du béton = $b \times h$, avec $b \leq h$
- Enrobage relatif : $\delta = \frac{d'}{b}$ avec $d' = c_{nom} + \phi_t + \frac{\phi_l}{2}$
- Classe de résistance du béton : f_{ck} et $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$
- Acier B500 : $f_{yk} = 500$ MPa et $f_{yd} = f_{yk}/1,15 = 434,8$ MPa
- Longueur efficace (ou de flambement) notée l_0 = longueur libre du poteau notée l

Si d' est inconnu, prendre :
- 40 mm pour XC1
- 55 mm pour XC4



$$N_{Ed} \leq N_{Rd} \quad \text{et} \quad N_{Rd} = \alpha k_h [A_c f_{cd} + A_s f_{yd}] \quad \text{ou} \quad N_{Rd} = \alpha k_h A_c [f_{cd} + \rho f_{yd}]$$

avec $\rho = \frac{A_s}{A_c}$ et si $b < 0,500$ m alors $k_h = [0,75 + 0,5b][1 - 6\rho\delta]$ sinon $k_h = 1$

La valeur de A_s est obtenue en résolvant l'équation du 2^e degré suivante :

$$\left(6 \frac{\delta}{A_c} f_{yd}\right) A_s^2 - (f_{yd} - 6 \delta f_{cd}) A_s + \left(\frac{N_{Ed}}{K} - A_c f_{cd}\right) = 0 \quad \text{avec } K = \alpha(0,75 + 0,5b) \text{ avec } b \text{ en m}$$

En première approximation pour obtenir une valeur approchée de A_s :

$$N_{Ed} = \alpha k_h A_c [f_{cd} + \rho f_{yd}] \quad \text{avec } k_h = 0,93$$

Section minimale des armatures longitudinales

$$A_{s,min} = \max \left[0,10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} ; 0,002 A_c \right] \quad \begin{array}{l} A_c = \text{aire de la section brute transversale de béton} \\ f_{yd} = \text{limite élastique de calcul de l'armature} \end{array}$$

Diamètre des barres longitudinales : $\phi_l \geq \phi_{l,min} = 8$ mm

Section maximale des armatures longitudinales

- en dehors des zones de recouvrement : $A_{s,max} = 0,04 A_c$
- dans les zones de recouvrement : $A_{s,max} = 0,08 A_c$

Armatures transversales :

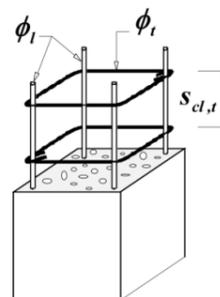
$$\text{Diamètre : } \phi_t \geq \max \left[6 \text{ mm} ; \frac{\phi_{l,max}}{4} \right]$$

$$s_{cl,t} \leq s_{cl,t,max} = \min [400 \text{ mm} ; 20 \phi_{l,min} ; b]$$

$\phi_{l,min}$ = diamètre de la plus petite armature longitudinale

b = plus petite dimension transversale

Les armatures transversales doivent maintenir toutes les barres prises en compte dans les calculs de résistance.



Calcul des semelles filantes et rectangulaires sous charge centrée

Sol de fondation :

- Soit V_d la charge verticale agissante de calcul (ELU) au niveau de la base de la fondation (assise).

Cette charge ultime extérieure tient compte du poids de la semelle, du sol situé au-dessus, du dallage éventuel et de la charge variable sur le dallage.

- Soit A' aire de la surface effective de la fondation (en compression centrée, aire totale de la surface horizontale de la fondation en contact avec le sol).

- La valeur de la portance de calcul du sol de fondation est notée R_d ;

$$\text{soit la contrainte de calcul : } q_d = \frac{R_d}{A'}$$

Critère de résistance : $V_d \leq q_d \times A'$

Calcul de la hauteur de la semelle :

Lorsque la hauteur h de la semelle est inconnue, on utilisera la condition de rigidité qui fixe la hauteur utile minimum d .

$$\text{Pour une semelle rectangulaire : } d \geq \max \left[\frac{b'-b}{4} ; \frac{c'-c}{4} \right]$$

Si la semelle est coulée sur béton de propreté on prendra $h = d + 6$ cm,

Sinon $h = d + 10$ cm

Sections d'aciers en barres

Diamètre mm	Poids kg/m	Périmètre cm	Section pour N barres en cm ²									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,57	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96
6	0,222	1,88	0,283	0,565	0,848	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	2,51	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	3,14	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,888	3,77	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,208	4,40	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,578	5,03	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,466	6,28	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,853	7,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,313	10,05	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,865	12,57	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

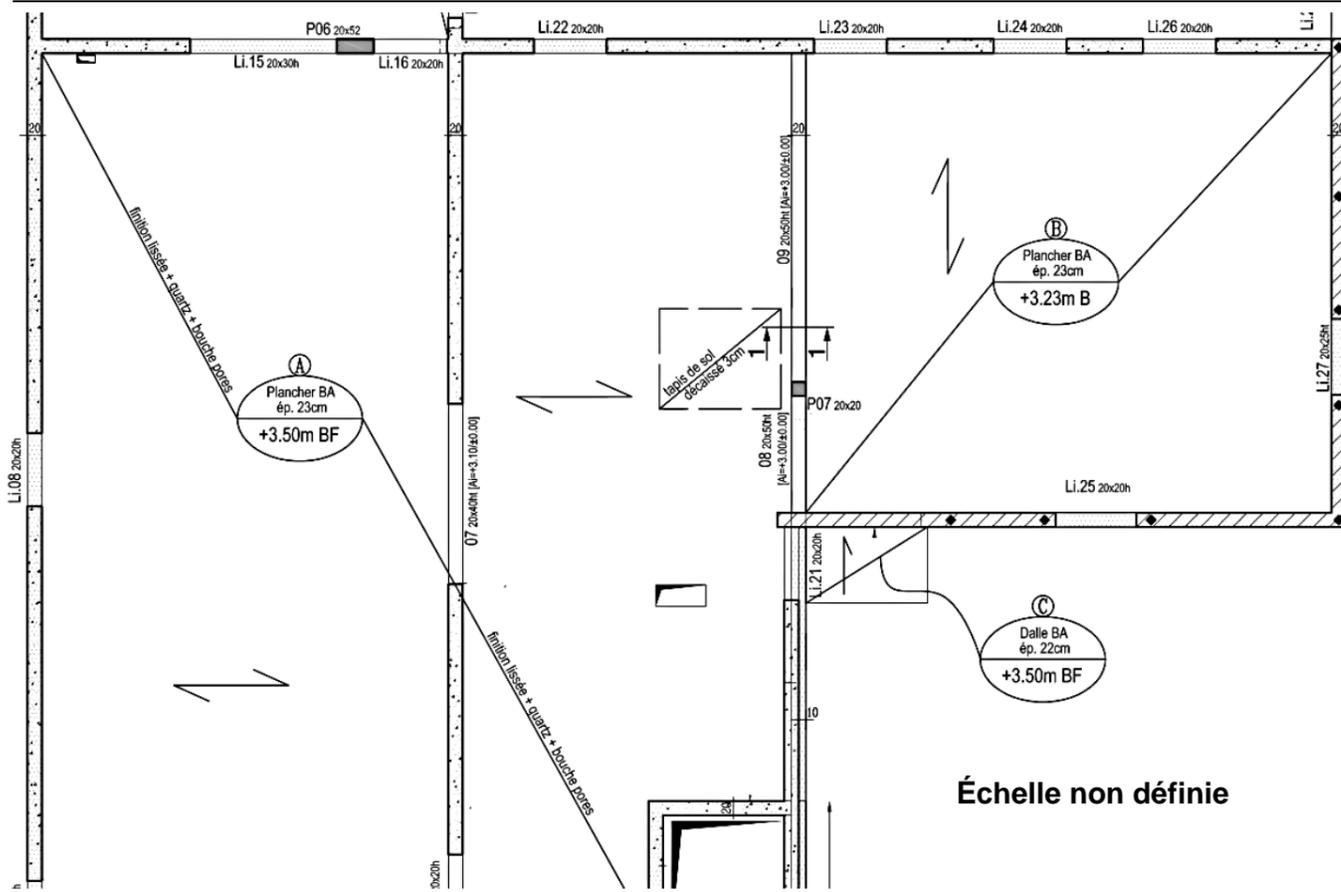
DT7

Question 9

Coupe 1-1
Echelle 1/10

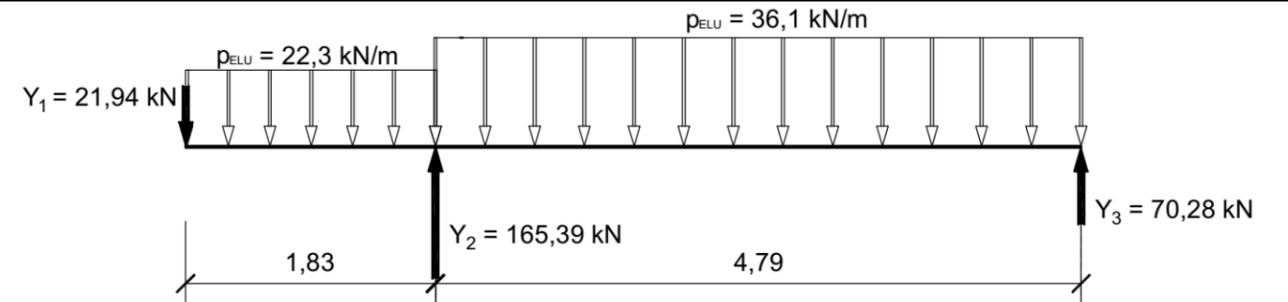


Question 10



Échelle non définie

Question 16



V(x) en kN

M(x) en kN.m

Document à restituer obligatoirement avec la copie

DR1