

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR BÂTIMENT

Épreuve E4 – Étude technique

**Sous - épreuve U41
Dimensionnement et vérification d’ouvrages**

SESSION 2025

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 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12

Projet « extension d'un centre orthopédique »

Contenu du dossier

| | |
|-------------|--|
| Page 2 | Présentation de l'ouvrage |
| Page 3 | Caractéristiques des matériaux |
| Pages 3 à 4 | Travail demandé |
| Page 5 | DT 1 - Extrait du rapport de sol - Portées utiles |
| Page 6 | DT 2 - Combinaisons fondamentales EC1 - 3 Moments - Rotation |
| Page 7 | DT 3 - Poutres - Aciers longitudinaux - Aciers transversaux |
| Page 8 | DT 4 - Poteaux circulaires - Extraits EC3 - Note de calculs passerelle |
| Page 9 | DT 5 - Caractéristiques des HEA - Aciers en barres |
| Page 10 | DT 6 - Plan partiel des fondations |
| Page 11 | DT 7 - Plans de la passerelle |
| Page 12 | DR - Document réponse |

Barème

| | | |
|---------|--|----------|
| ÉTUDE 1 | Étude de la poutre continue | 9 points |
| ÉTUDE 2 | Étude du rapport de sol et de la fondation sous le poteau P3 | 5 points |
| ÉTUDE 3 | Étude du ferrailage du poteau P3 | 3 points |
| ÉTUDE 4 | Étude de la vérification d'un profilé métallique | 3 points |

TOTAL 20 points

Les études sont indépendantes et peuvent être traitées indépendamment.

Présentation de l'ouvrage

Voir l'ensemble du dossier technique

DT 1 à 7

Les travaux concernent la construction d'un bâtiment de type R+2 à R+3 de 476 m² (environ 13 m x 36.5 m au sol) à usage de pôle de rééducation venant en extension d'un centre orthopédique.

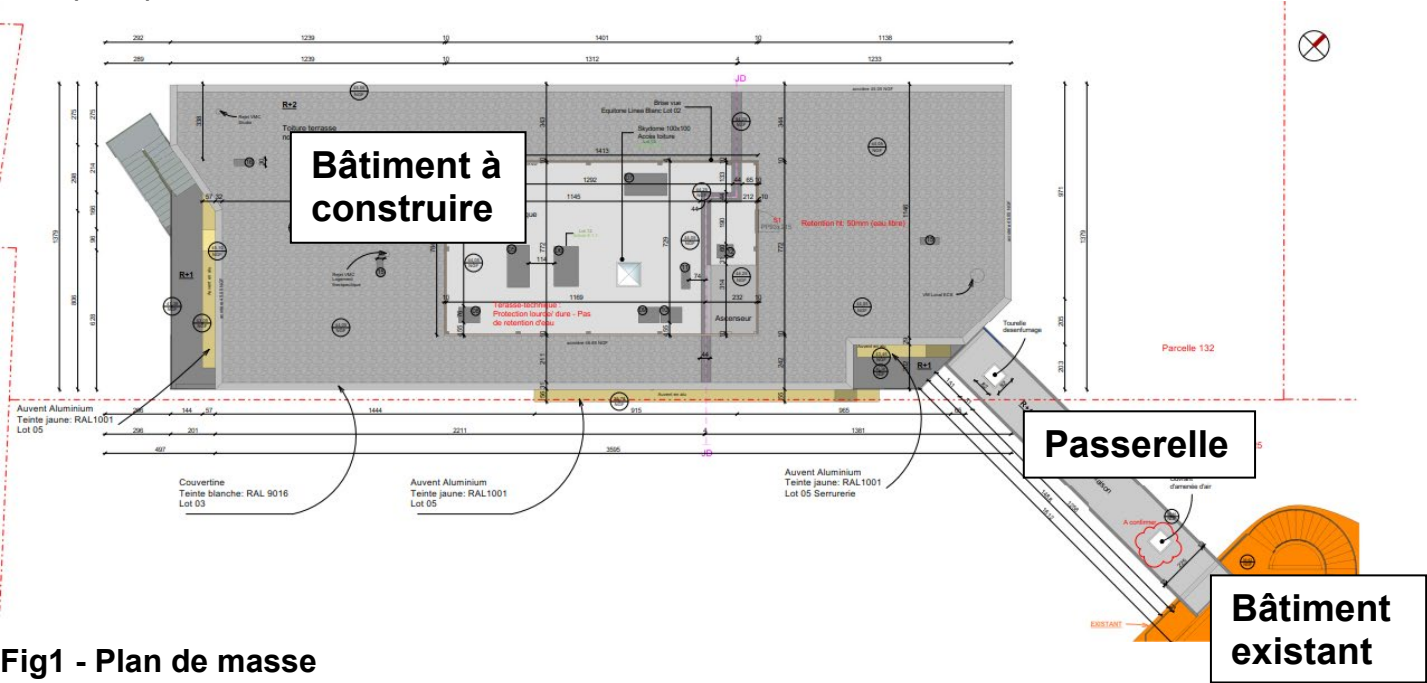


Fig1 - Plan de masse

Les ouvrages porteurs seront réalisés en béton armé (voiles, poteaux, poutres, longrines).

Les planchers seront réalisés en dalles pleines coulées sur coffrage ou sur prédalles.

Au pourtour des terrasses, il sera prévu un acrotère en béton armé coulé en place.

Les sols sont constitués par des limons sableux surmontant le soubassement sablo-argileux plus compact. Aucun niveau d'eau n'a été observé lors de la réalisation des sondages à la pelle.

Compte tenu des descentes de charges, la solution de fondation du bâtiment consiste à reprendre les appuis par semelles filantes ou semelles isolées.

Une passerelle est prévue entre le bâtiment existant et le bâtiment projeté (entre chaque R+1).

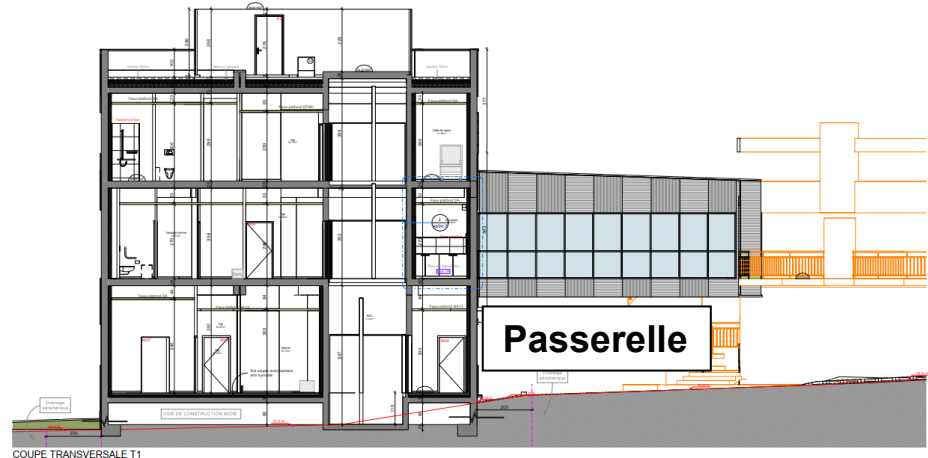


Fig2- Extrait de la coupe transversale du projet (avec passerelle)

CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX UTILISÉS SUR L'OUVRAGE

Béton armé

- Béton de type C25/30 : $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,56 \text{ MPa}$; $f_{cd} = 16,7 \text{ MPa}$
- Armatures de type B500B : $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$; $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
- Poids volumique du béton armé : $\gamma_{BA} = 25 \text{ kN/m}^3$
- B.A. situés à l'intérieur du bâtiment : Classe d'exposition XC1 (ou XC2 en "zone fondation")
Cnom : 25 mm dans le cas de la poutre et Cnom : 30 mm si c'est la semelle de fondation
- Nombre minimal des aciers longitudinaux dans un poteau cylindrique : 6

Acier pour charpente : S275

- Limite élastique : $f_y = 275 \text{ MPa}$
- Module d'élasticité longitudinale (module d'Young) : $E = 2,10 \cdot 10^5 \text{ MPa}$
- Coefficient partiel de sécurité sur les résistances à l'ELU : $\gamma_{M0} = 1$
- Sections des profilés utilisés : classe 3

Contrainte du sol

- Contrainte de calcul à l'ELU : $q_d = 0,494 \text{ MPa}$

Charges sur plancher bas RDC

- Charge d'exploitation $q = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- Charge d'isolation et revêtement sur la plancher $g_{revêt} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

TRAVAIL DEMANDÉ

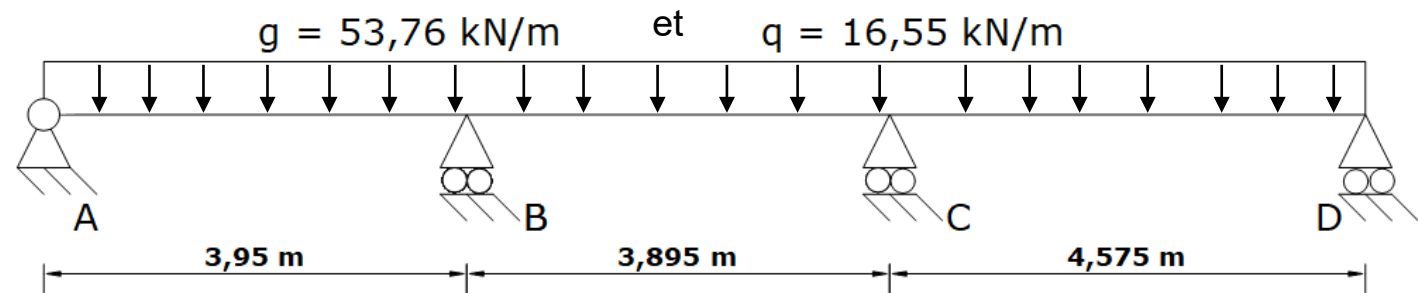
ÉTUDE 1 - Étude de la poutre continue

Documents à consulter : DT6, DT1, DT2, DT3.

On s'intéresse dans cette partie au dimensionnement d'une partie du ferrailage de la poutre continue.

La poutre a une section de 0,200 m x 0,400 m.

La poutre continue est modélisée ci-dessous :

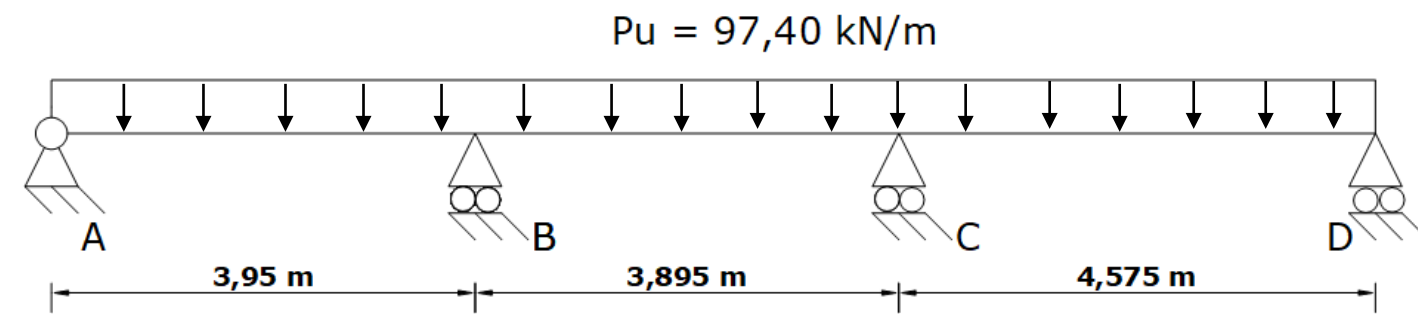


Q1. Vérifier les portées utiles des travées.

Q2. Justifier par le calcul la valeur des charges g et q sur la modélisation ci-dessus.

Q3. Dessiner le cas de charge à l'ELU permettant d'obtenir le moment fléchissant maximal en travée CD. On ne demande pas de calculs.

On se propose d'étudier le cas de chargement suivant :



Q4. En utilisant le théorème des 3 moments, **vérifier** que le moment de flexion à considérer sur l'appui intermédiaire C pour le cas de charges envisagé est : $M_C = -190,37 \text{ kN.m}$.

On donne $M_B = -140,10 \text{ kN.m}$;

Q5. Sur le document réponse DR et à l'échelle, **tracer** le diagramme de l'effort tranchant et du moment de flexion en dessous du rappel du modèle mécanique. **Préciser** les valeurs particulières.

On donne : $Y_A = 156,9 \text{ kN}$; $Y_B = 404,61 \text{ kN}$; $Y_C = 467,01 \text{ kN}$; $Y_D = 181,19 \text{ kN}$

Échelle des longueurs : $1 \text{ m} = 1 \text{ cm}$

Échelle des forces : $100 \text{ kN} = 2 \text{ cm}$

Échelle des moments $100 \text{ kN.m} = 2 \text{ cm}$

Q6. Calculer la section d’armatures longitudinales sur la travée AB.

On prendra pour cela $M_{Ed} = 126,3 \text{ kN.m}$.

Procéder au choix des armatures.

Les armatures d’effort tranchant sont constituées par des cadres HA8.

Q7. Déterminer et choisir les armatures d’effort tranchant et le premier espacement au nu de l’appui B.

On prendra pour cela $V_{Ed} = 215,66 \text{ kN}$. La vérification de la compression des bielles n’est pas demandée.

Q8. Positionner les aciers choisis sur un croquis de la section verticale de la poutre.

Les armatures de montage seront constituées par des HA10.

ÉTUDE 2 - Étude du rapport de sol et de la fondation sous le poteau P3

L’étude porte sur la semelle située sous le poteau 3.

On s’intéresse dans cette partie à la compréhension du rapport de sol et au positionnement des armatures dans la semelle ponctuelle.

Documents à consulter : DT1, DT6

Q9. Expliquer pourquoi il est important de respecter la règle des 3H/2V.

Q10. Expliquer le phénomène de consolidation du sol qui conduit au tassement de la fondation.

Q11. Citer les risques que peuvent entraîner les tassements du sol pour l’ouvrage ? Que **penser** du tassement sous la semelle isolée, évalué par le laboratoire de sols.

Q12. Vérifier que les dimensions de la semelle, supposée chargée en compression centrée, permettent de satisfaire à la contrainte admissible par le sol.

On considérera l’effort ultime augmenté du poids de la semelle.

Q13.Proposer un schéma de ferrailage pour la semelle de fondation.

Nota : l’espacement entre 2 armatures doit être inférieur à 250 mm et la section d’armatures calculée est de $7,4 \text{ cm}^2$ dans les 2 sens.

La hauteur de semelle est de 0,60 m.

ÉTUDE 3 - Étude du poteau P3

Documents à consulter : DT3, DT4, DT 6.

L’étude porte sur le poteau central P3 de la poutre continue. On s’intéresse dans cette partie au dimensionnement des armatures de ce poteau.

On donne l’effort normal à l’ELU repris par le poteau P3 :

$N_{Ed} = 920 \text{ kN}$ ainsi que la longueur efficace : $l_0 = 2,900 \text{ m}$.

Q14. Calculer la section d’armatures longitudinales du poteau et **choisir** les aciers.

Q15. Choisir les armatures transversales en partie courante.

Calculer l’espacement des cadres en partie courante.

Q16. Donner un croquis d’une section transversale du poteau en **représentant** toutes les armatures.

Étude 4 - Étude d’un élément de la passerelle métallique

Documents à consulter : DT7, DT4, DT5.

L’étude porte sur la vérification de pièces de la charpente métallique dénommées « arba 186 » constituant la passerelle.

À partir des documents issus de la note de calculs des éléments métalliques.

Q17. Vérifier les pièces de traverses vis-à-vis du moment de flexion.

Q18. Vérifier les pièces de traverses vis-à-vis de l’effort tranchant.

Q19. Conclure sur la possibilité d’utiliser cette pièce.

Extrait du rapport de sol

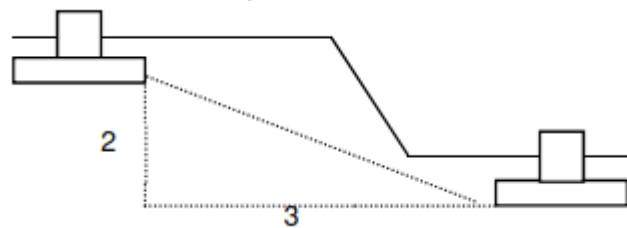
Fondation du bâtiment

1. Principe de fondation et ancrage

Compte tenu des descentes de charge retenues en hypothèse, la solution de fondation du bâtiment consistera à reprendre les appuis par semelles filantes ou semelles isolées descendues dans les sables limoneux sur le 1er mètre en tête moyennant un encastrement minimal de 0.30 m dans cet horizon porteur (avec un minimum de - 1.2m/niveau extérieur fini compte tenu des chutes de portance pouvant apparaître par variation hydrique au sein des formations limoneuses).

Dans tous les cas, l'assise des fondations se situera au-delà de la terre végétale, des remblais limono-argileux à sablo-limoneux brun à déchets (formation n°1) et au-delà des limons sableux à sables limoneux marrons (formation n°2) afin de garantir une assise homogène au droit du bâtiment.

On veillera également à ce que les fondations respectent la règle des 3H/2V entre 2 fondations proches en particulier entre les fondations de la passerelle et le bâtiment existant sur sous-sol qu'elles soient existantes ou à créer avec des niveaux décalés.



Le pré dimensionnement des fondations est mené à partir des résultats aux essais pressiométrique, conformément à la norme NFP 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Sur la base de la contrainte admissible du sol retenue, les semelles isolées et filantes présenteront les dimensions suivantes :

| Semelles isolées | Largeur B retenue en m | Longueur L retenue en m | NEd (kN) | Ned + PP (kN) | Tassement en cm |
|------------------|------------------------|-------------------------|----------|---------------|-----------------|
| V = 140 t | 2,2 | 2,2 | 1400 | 1450 | 0,7 |

PP = Poids propre de la fondation

TASSEMENT – CRITÈRES : Le tassement maximum que l'on peut accepter pour un bâtiment est en règle générale de 25 mm

Avec ce tassement de 25 mm, on estime que le tassement différentiel entre deux semelles ne dépassera pas 20 mm

Portées utiles (de calcul) des poutres et dalles dans les bâtiments

Différents cas sont envisagés :

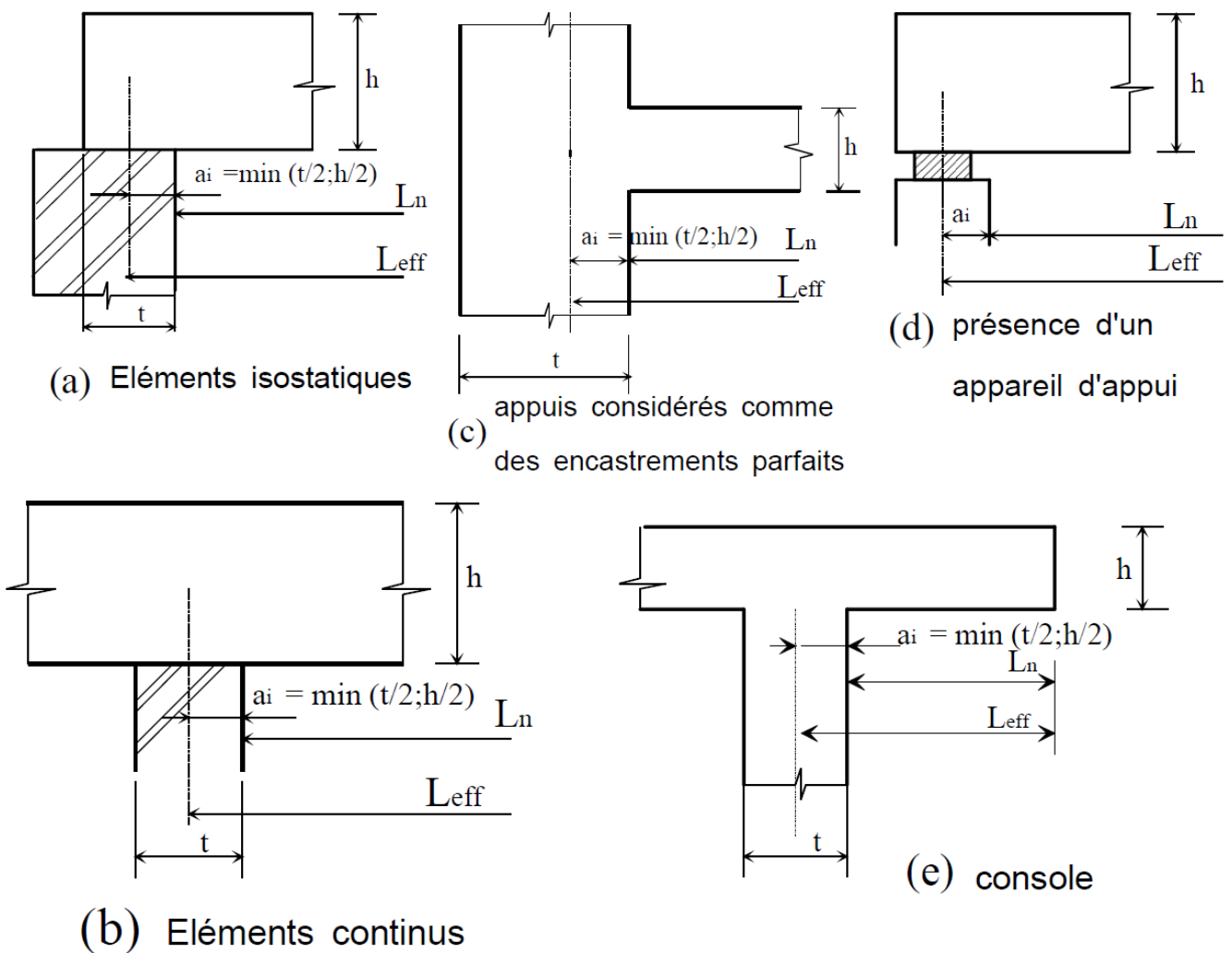
- a) éléments isostatiques
- b) éléments continus
- c) Appuis considérés comme des encastrements parfaits
- d) Présence d'un appareil d'appui
- e) Console

La portée utile l_{eff} d'un élément peut être calculée de la manière suivante ; $l_{eff} = l_n + a_1 + a_2$ {5.8}

Avec l_n : distance libre entre les nus d'appuis.

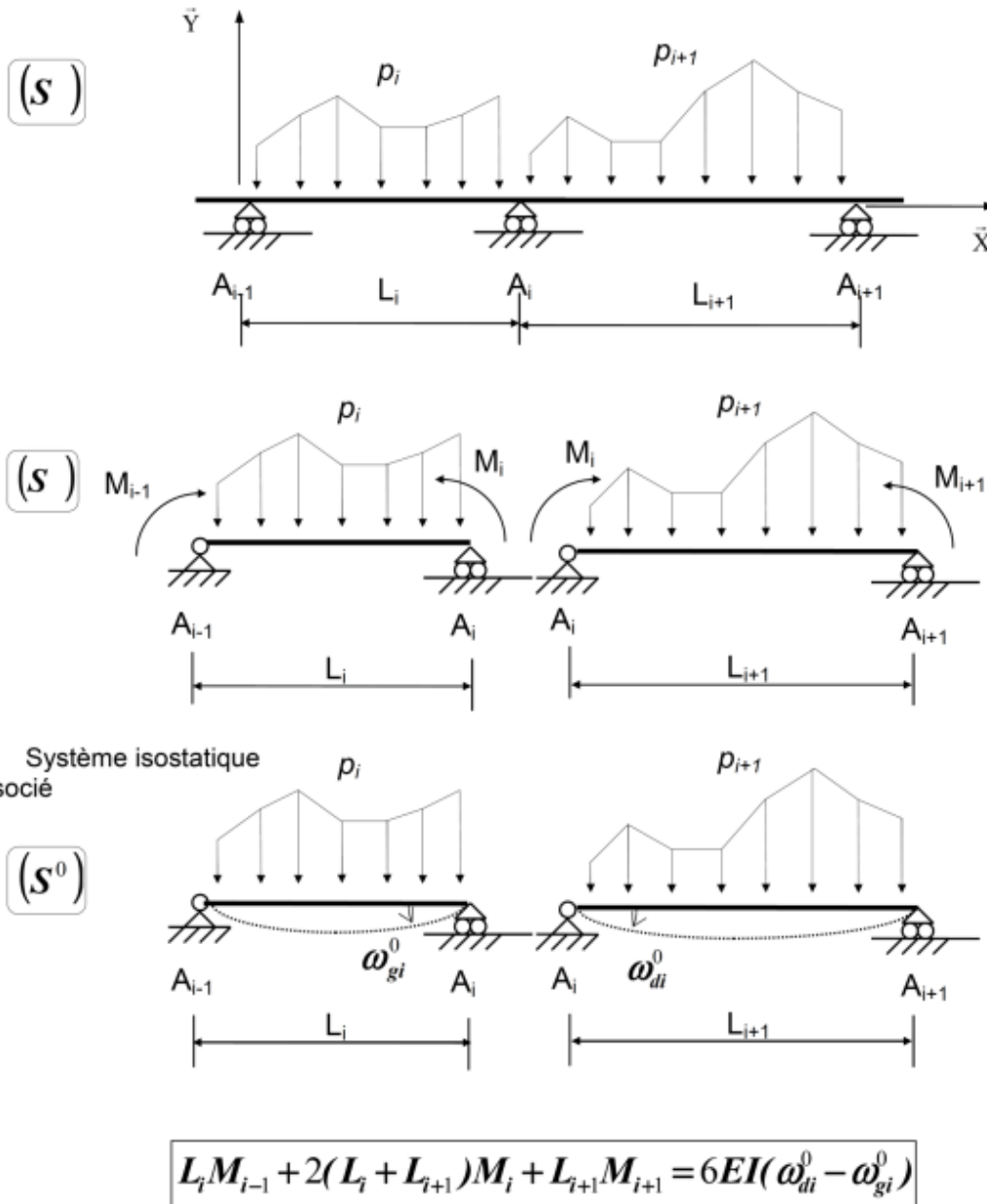
Les valeurs a_1 et a_2 à chaque extrémité de la portée, peuvent être déterminées à partir des valeurs correspondantes a_i de la figure 5.4.

Détermination de la portée de calcul l_{eff} d'après l'expression 2.15, pour différents cas d'appuis.



Théorème des 3 moments (formule de Clapeyron) :

Hypothèses : EI = constante sur l'ensemble de la poutre, en l'absence de dénivellations d'appuis.



| Schéma mécanique | Rotation aux appuis | Flèche |
|------------------|--|-----------------------------------|
| | $\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$ | $f_{(L/2)} = \frac{5pL^4}{384EI}$ |

COMBINAISONS FONDAMENTALES :

États limites ultimes, pour les situations de projet durables et transitoires.
Lorsque la précontrainte est absente {6.10} se réduit à :

$$\sum_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

le symbole « + » signifie « doit être combiné à »

avec :

- $G_{k,j}$: valeur caractéristique de l'action permanente j ;
- $\gamma_{G,j}$: coefficient de sécurité partiel de l'action permanente j ;
- $Q_{k,1}$: valeur caractéristique de l'action variable dite dominante ;
- $Q_{k,i}$: valeurs caractéristiques des autres actions variables dites d'accompagnement (avec $i \geq 2$) ;
- $\gamma_{Q,1}$: coefficient de sécurité partiel affecté à l'action dominante ;
- $\gamma_{Q,i}$: coefficient de sécurité partiel affecté à chaque type d'action d'accompagnement ;
- $\psi_{0,i}$: coefficients traduisant le fait qu'il soit très improbable que plusieurs actions variables atteignent toutes ensemble et au même moment leurs valeurs caractéristiques.

➔ **Approche 2 :** Application de valeurs de calcul provenant du Tableau A1.2 (B) aux actions géotechniques ainsi qu'aux autres actions appliquées à la structure ou en provenance de celle-ci.

Équation {A1.2B} pour toutes les actions.

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|---|
| STR/GEO | 6.10 tableau A1.2 (B)(F) | Pour le dimensionnement des éléments structuraux non soumis à des actions géotechniques (EN 1990 A1.3.1 (4)). {A1.2B} $1,35G_{k,sup} + 1,00G_{k,inf} + 1,50Q_{k,1} + 1,50\sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$ |
| SITUATIONS DURABLES ET TRANSITOIRES | | Les valeurs caractéristiques de toutes les actions permanentes d'une même origine sont multipliées par $\gamma_{G,sup} = 1,35$ si l'effet total résultant de ces actions est défavorable, et $\gamma_{G,inf} = 1,00$ si cet effet est favorable. Par exemple, toutes les actions provenant du poids propre de la structure peuvent être considérées comme émanant d'une même origine ; cela s'applique également si différents matériaux sont concernés. |

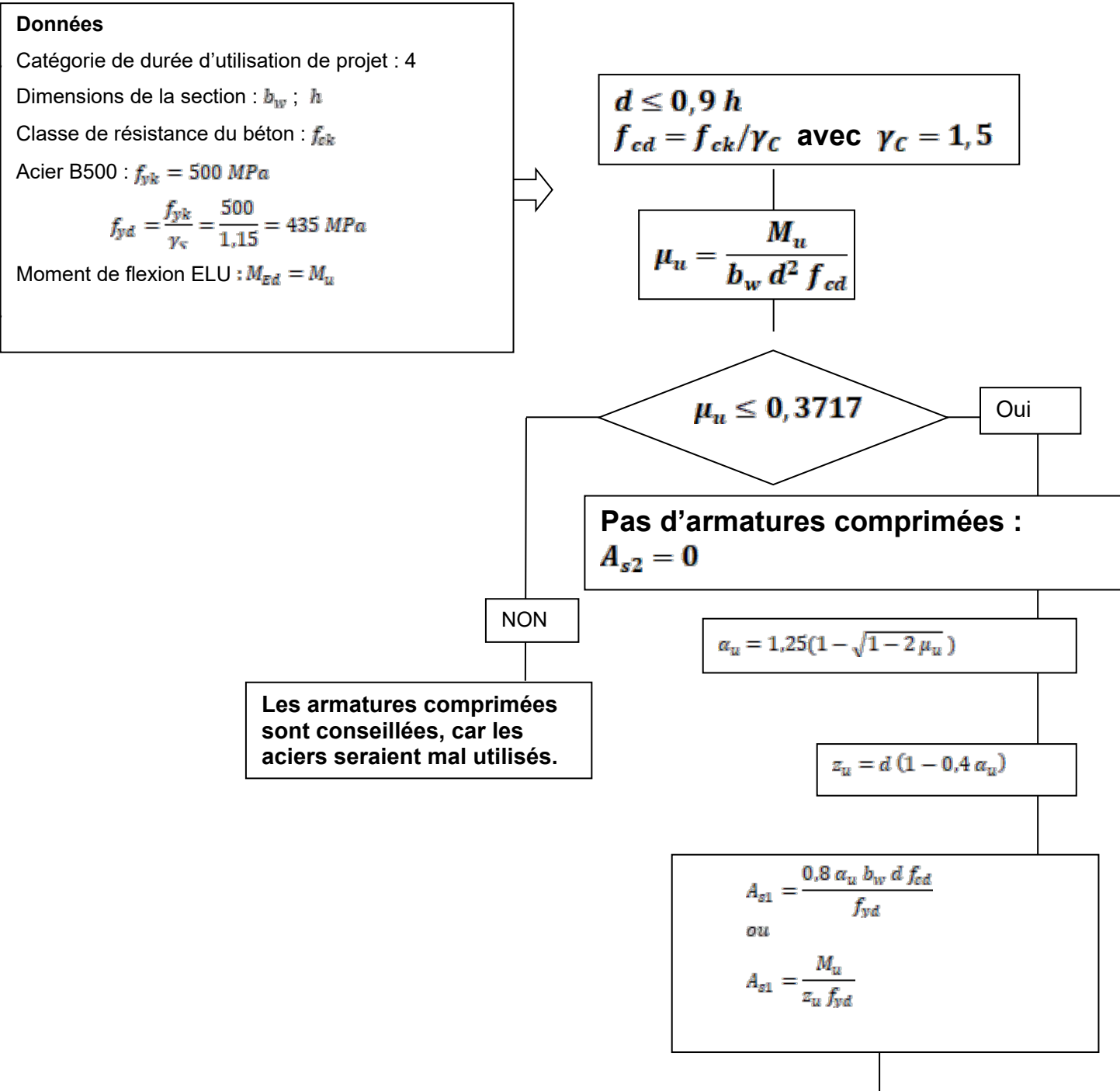
Tableau A1.1 (F): Valeurs des coefficients ψ pour les bâtiments

Valeur caractéristique : ψ_0 ; valeur fréquente : ψ_1 ; valeur quasi-permanente : ψ_2

| Action | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|--|----------|----------|----------|
| Charges d'exploitation des bâtiments, catégorie (voir EN 1991-1.1) | | | |
| - Catégorie A : habitation, zones résidentielles | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| - Catégorie B : bureaux | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| - Catégorie C : lieux de réunion | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| - Catégorie D : commerces | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| - Catégorie E : stockage | 1,0 | 0,9 | 0,8 |
| - Catégorie F : zone de trafic, véhicules de poids ≤ 30 kN | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| - Catégorie G : zone de trafic, véhicules de poids compris entre 30 et 160 kN | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| - Catégorie H : toits | 0 | 0 | 0 |
| Charges dues à la neige sur les bâtiments (voir EN 1991-1-3) : | | | |
| - pour lieux situés à une altitude $H > 1000$ m au-dessus du niveau de la mer et pour Saint-pierre et Miquelon | 0,70 | 0,50 | 0,20 |
| - pour lieux situés à une altitude $H \leq 1000$ m au-dessus du niveau de la mer | 0,50 | 0,20 | 0 |
| Charges dues au vent sur les bâtiments (voir EN 1991-1-4) | 0,6 | 0,2 | 0 |
| Température (hors incendie) dans les bâtiments (voir EN 1991-1-5) | 0,6 | 0,5 | 0 |

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

DT3



Sections minimale et maximale d'armatures longitudinales tendues :

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

avec $b_t = b_w$

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

Données : Classe structurale : **S4**
 Environnement : Classe d'exposition $X_{..}$

Béton $C_{..}$ / .. f_{ck} $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$

Enrobage nominal : $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$
 $c_{min} = \max\{c_{min,b} ; c_{min,dur} ; 10mm\}$
 $\Rightarrow d$; z inconnu $\Rightarrow z = 0,9d$
 b_w plus petite largeur de la section droite dans la zone tendue

$v_1 = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}^{(MPa)}}{250}\right]$

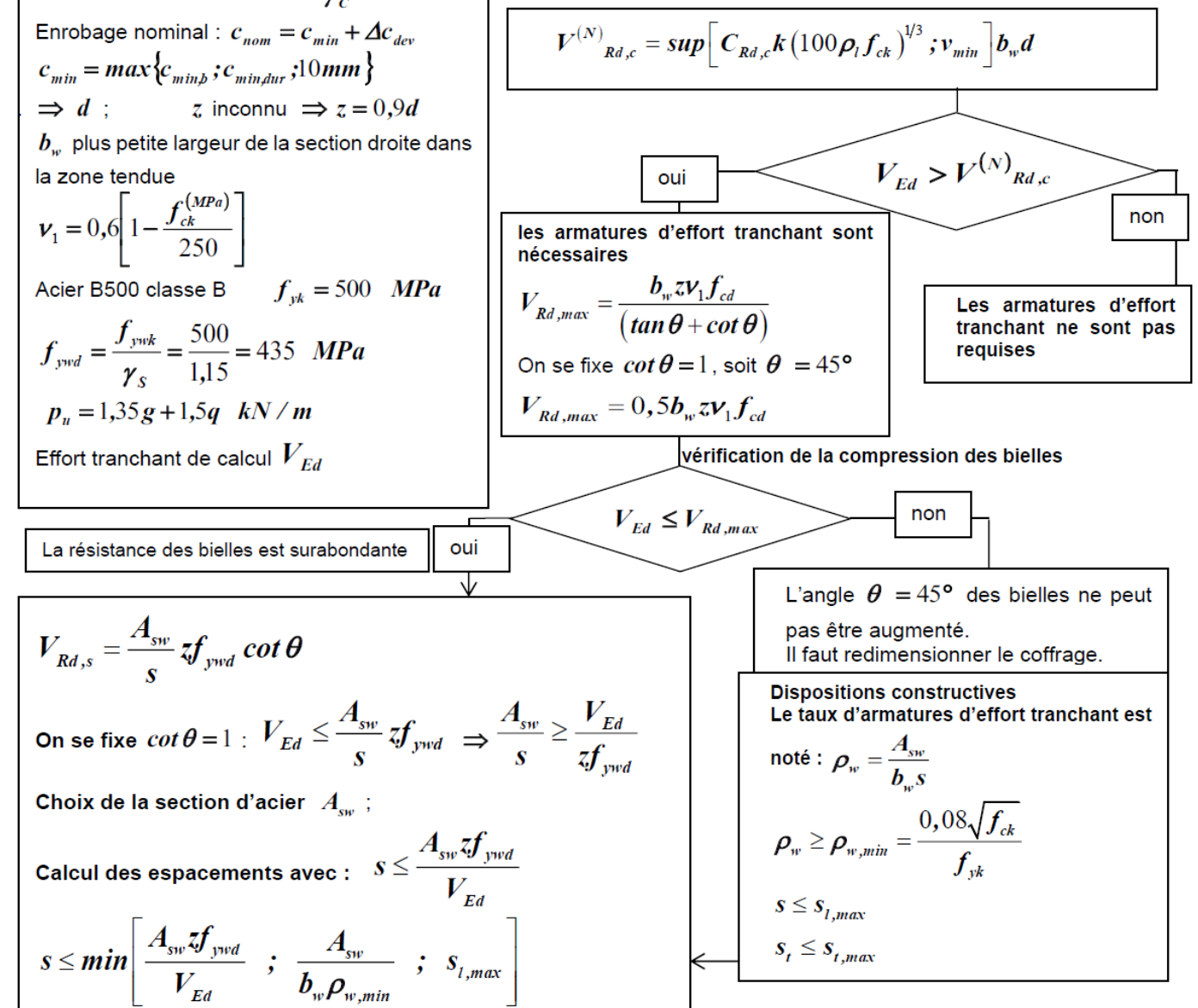
Acier B500 classe B $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$

$p_u = 1,35g + 1,5q \text{ kN/m}$

Effort tranchant de calcul V_{Ed}

Organigramme simplifié de calcul des armatures d'effort tranchant en flexion simple :



$s_{l,max}$: Espacement longitudinal maximal entre les cours d'armatures d'effort tranchant

si $h > 250mm$ alors $s_{l,max} = 0,75d$ sinon $s_{l,max} = 0,90d$

$s_{t,max}$: Espacement transversal maximal des brins verticaux dans une série de cadres, étriers ou épingles.

si $h > 250mm$ alors $s_{t,max} = \inf(0,75d, 600mm)$ sinon $s_{t,max} = 0,90d$

$k = \min\left[1 + \sqrt{\frac{200}{d^{(mm)}}} ; 2\right]$; $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$; Pourcentage ρ_l d'acier longitudinal de flexion : $\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,02$

A_{sl} : aire de la section des armatures tendues, prolongée d'une longueur supérieure à $d + l_{bd}$ au-delà de la section considérée. (l_{bd} étant la longueur d'ancrage de calcul)

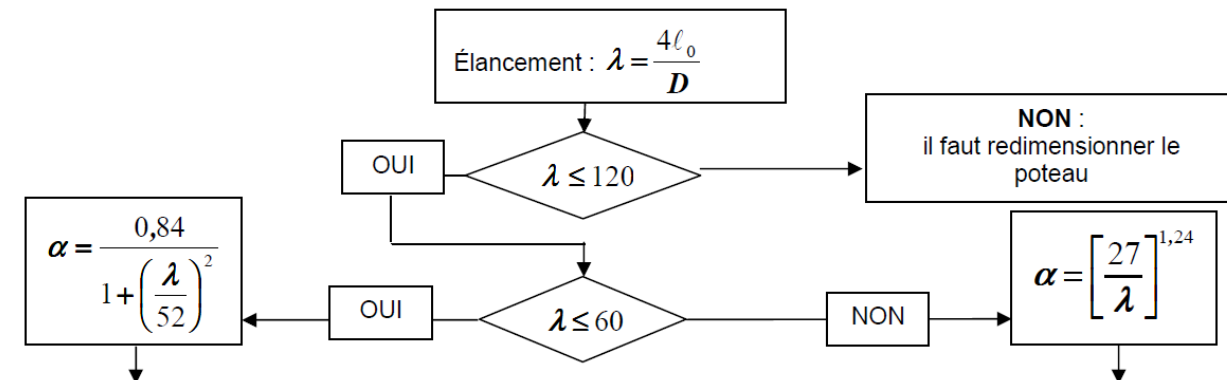
$v_{min} = \frac{0,34}{\gamma_c} f_{ck}^{1/2}$ pour les dalles bénéficiant d'un effet de redistribution transversale sous le cas de charge considéré.

$v_{min} = \frac{0,053}{\gamma_c} k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$ poutres et dalles autres que celles ci-dessus

ORGANIGRAMME POTEaux CIRCULAIRES

- Données :-** Classe structurante S4 ; Classe d'exposition X ... donnant un enrobage nominal c_{nom}
- N_{Ed} , effort normal centré aux ELU
 - A_c , aire du béton $A_c = \frac{\pi D^2}{4}$, D en mètres
 - Enrobage relatif $\delta = \frac{d'}{D}$ avec $d' = c_{nom} + \phi_t + \frac{\phi_l}{2}$
 - Classe du béton C ... donnant f_{ck} et $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ (âge du béton > 28 jours)
 - Acier B500 donnant $f_{yk} = 500$ 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 $D < 0,600$ m alors $k_h = [0,7 + 0,5 D^{[m]}] [1 - 8 \rho \delta]$ sinon $k_h = 1$

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

$$(8 \frac{\delta}{A_c} f_{yd}) A_s^2 - (f_{yd} - 8 \delta f_{cd}) A_s + (\frac{N_{Ed}}{K} - A_c f_{cd}) = 0 \quad \text{avec} \quad K = \alpha (0,7 + 0,5 D^{[m]}) \quad \text{avec} \quad D \text{ en m}$$

En première approximation, pour obtenir une valeur approchée de A_s : $N_{Ed} = \alpha k_h A_c [f_{cd} + \rho f_{yd}]$ avec $k_h = 0,93$

Section minimale des armatures longitudinales

$$A_{s,min} = \max \left[0,10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} ; 0,002 A_c \right] \{9,12N\}$$

A_c = aire de la section brute transversale de béton
 f_{yd} limite élastique de calcul de l'armature
Le 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 :

$$\phi_t \geq \max [6 \text{ mm} ; \phi_{l,max} / 4]$$

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

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

D = diamètre du poteau

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

Flexion simple : Moment fléchissant et effort tranchant (M et V) vérification simplifiée 1

Pour le moment de flexion :

$$\text{On doit vérifier : } M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

où M_{Ed} = Moment fléchissant (agissant) de calcul sollicitant la section droite à l'ELU ;

$M_{c,Rd}$ = Résistance de calcul à la flexion de la section à l'ELU.

| pour une section de classe 1 ou 2 | pour une section de classe 3 |
|---|---|
| $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd}$ (moment résistant plastique) | $M_{c,Rd} = M_{el,Rd}$ (moment résistant élastique) |
| $M_{pl,Rd} = W_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$ | $M_{el,Rd} = W_{el,min} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$ |

Pour l'effort tranchant

$$\text{On doit vérifier : } \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1,0$$

$$\text{Calcul plastique } V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,58 A_v \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

où V_{Ed} : effort tranchant (agissant) de calcul à l'E.L.U. ;

$V_{pl,Rd}$: effort tranchant résistant à l'E.L.U. ;

A_v : aire de cisaillement donnée dans les catalogues des caractéristiques des profilés.

| | |
|--|---|
| | Laminés marchands : Les valeurs de l'aire plastifiée (A_v) sont données dans les tableaux de caractéristiques des profilés. |
| | Profilés Reconstitués Soudés : Pour les P.R.S., la valeur de A_v est celle de l'âme seule |

Extrait de la note de calculs de la charpente métallique

PIECE: 186 ARBA

CHARGEMENTS:

Cas de charge décisif: 30 ELU

MATERIAU:

ACIER E28 $f_y = 275.00$ MPa

PARAMETRES DE LA SECTION: HEA 300

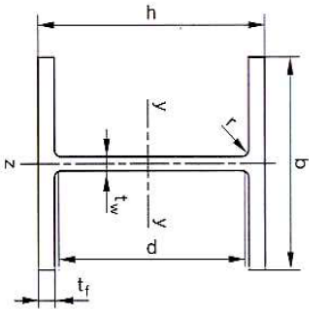
EFFORTS INTERNES ET RESISTANCES ULTIMES:

Classe de la section = 3 $M_{Ed} = 4346$ daN*m $V_{Ed} = 122$ daN

Aciers en barres

| Diamètre | Poids | Périmètre | Section pour N barres en cm² | | | | | | | | | |
|----------|-------|-----------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | | 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 |

Poutrelles HEA (HEA 100 à 600)
NF A 45-201

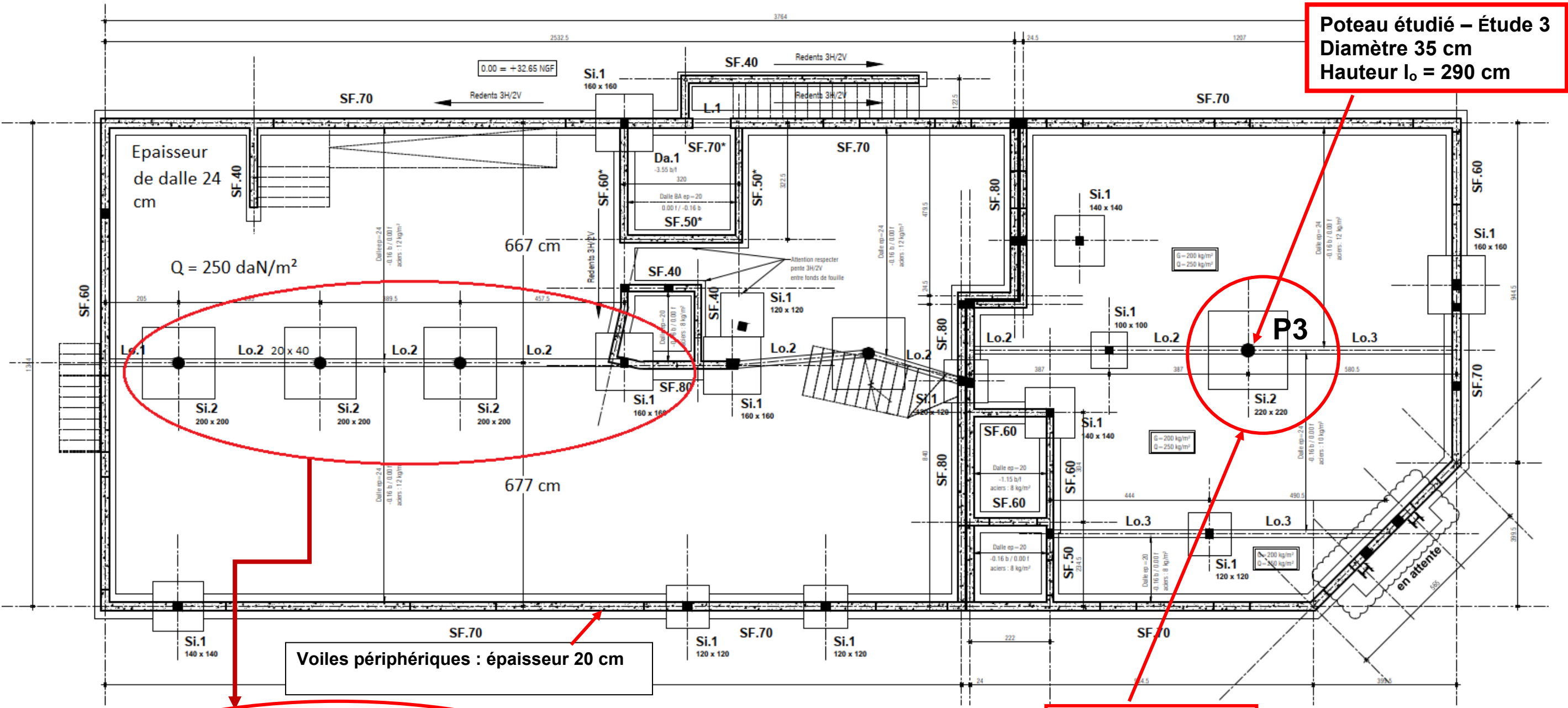


| | Dimensions | | | | | | Masse par mètre P | Aire de la section AIRE de | Surface de peinture | | Caractéristiques de calcul | | | | | | | | | |
|---------|------------|------|-------|-------|------|------|-------------------|----------------------------|---------------------|-------|----------------------------|----------|-------|----------|--------|---------|----------|-------|----------|--------|
| | h mm | b mm | tw mm | tf mm | r mm | d mm | | | m²/m | m²/t | Iy cm⁴ | Waly cm³ | Iy cm | Wply cm³ | Az cm² | Iz cm⁴ | Waly cm³ | Iz cm | Wply cm³ | Ay cm² |
| HEA 100 | 96 | 100 | 5,0 | 8,0 | 12 | 56 | 16,7 | 21,2 | 0,561 | 33,68 | 349,2 | 72,8 | 4,06 | 83,0 | 7,6 | 133,8 | 26,8 | 2,51 | 41,1 | 16,9 |
| HEA 120 | 114 | 120 | 5,0 | 8,0 | 12 | 74 | 19,9 | 25,3 | 0,677 | 34,06 | 606,2 | 106,3 | 4,89 | 119,5 | 8,5 | 230,9 | 38,5 | 3,02 | 58,9 | 20,1 |
| HEA 140 | 133 | 140 | 5,5 | 8,5 | 12 | 92 | 24,7 | 31,4 | 0,794 | 32,21 | 1033,1 | 155,4 | 5,73 | 173,5 | 10,1 | 389,3 | 55,6 | 3,52 | 84,8 | 24,8 |
| HEA 160 | 152 | 160 | 6,0 | 9,0 | 15 | 104 | 33,4 | 38,8 | 0,906 | 29,78 | 1673,0 | 220,1 | 6,57 | 245,1 | 13,2 | 615,5 | 76,9 | 3,98 | 117,6 | 30,1 |
| HEA 180 | 171 | 180 | 6,0 | 9,5 | 15 | 122 | 35,5 | 45,3 | 1,024 | 28,83 | 2510,3 | 293,6 | 7,45 | 324,9 | 14,5 | 924,6 | 102,7 | 4,52 | 156,5 | 35,5 |
| HEA 200 | 190 | 200 | 6,5 | 10,0 | 18 | 134 | 42,3 | 53,8 | 1,136 | 26,89 | 3692,2 | 388,6 | 8,28 | 429,5 | 18,1 | 1335,6 | 133,6 | 4,98 | 203,8 | 41,6 |
| HEA 220 | 210 | 220 | 7,0 | 11,0 | 18 | 152 | 50,5 | 64,5 | 1,255 | 24,85 | 5409,7 | 515,2 | 9,17 | 568,5 | 20,7 | 1954,5 | 177,7 | 5,51 | 270,6 | 50,2 |
| HEA 240 | 230 | 240 | 7,5 | 12,0 | 21 | 164 | 60,3 | 76,8 | 1,369 | 22,70 | 7763,2 | 675,1 | 10,05 | 744,6 | 25,2 | 2768,9 | 230,7 | 6,00 | 351,7 | 59,7 |
| HEA 260 | 250 | 260 | 7,5 | 12,5 | 24 | 177 | 68,2 | 86,8 | 1,484 | 21,77 | 10455 | 836,4 | 10,97 | 919,8 | 28,8 | 3668,2 | 282,6 | 6,50 | 430,2 | 67,4 |
| HEA 280 | 270 | 280 | 8,0 | 13,0 | 24 | 196 | 76,4 | 97,3 | 1,603 | 20,99 | 13673 | 1012,8 | 11,86 | 1112,2 | 31,7 | 4763,0 | 340,2 | 7,00 | 518,1 | 75,4 |
| HEA 300 | 290 | 300 | 8,5 | 14,0 | 27 | 208 | 88,3 | 112,5 | 1,717 | 19,43 | 18263 | 1259,6 | 12,74 | 1383,3 | 37,3 | 6310,5 | 420,7 | 7,49 | 641,2 | 87,0 |
| HEA 320 | 310 | 300 | 9,0 | 15,5 | 27 | 226 | 96,6 | 124,4 | 1,766 | 17,98 | 22928 | 1479,3 | 13,58 | 1628,1 | 41,1 | 6985,8 | 466,7 | 7,49 | 709,7 | 96,2 |
| HEA 340 | 330 | 300 | 9,5 | 16,5 | 27 | 243 | 104,8 | 133,5 | 1,795 | 17,13 | 27693 | 1678,4 | 14,40 | 1850,5 | 45,0 | 7436,3 | 495,8 | 7,46 | 755,9 | 102,5 |
| HEA 360 | 350 | 300 | 10,0 | 17,5 | 27 | 261 | 112,1 | 142,8 | 1,834 | 16,36 | 33090 | 1890,8 | 15,22 | 2088,6 | 49,0 | 7886,8 | 525,8 | 7,43 | 802,3 | 108,7 |
| HEA 400 | 390 | 300 | 11,0 | 19,0 | 27 | 298 | 124,8 | 159,0 | 1,912 | 15,32 | 45069 | 2311,3 | 16,84 | 2561,8 | 57,3 | 8663,1 | 570,9 | 7,34 | 872,9 | 118,2 |
| HEA 450 | 440 | 300 | 11,5 | 21,0 | 27 | 344 | 139,8 | 178,0 | 2,011 | 14,39 | 63722 | 2896,4 | 18,92 | 3215,9 | 65,8 | 9464,2 | 630,9 | 7,29 | 965,1 | 130,4 |
| HEA 500 | 490 | 300 | 12,0 | 23,0 | 27 | 390 | 155,1 | 197,5 | 2,110 | 13,60 | 86975 | 3550,0 | 20,98 | 3948,9 | 74,7 | 10365,6 | 91,0 | 7,24 | 1058,5 | 142,7 |
| HEA 550 | 540 | 300 | 12,5 | 24,0 | 27 | 438 | 166,2 | 211,8 | 2,209 | 13,29 | 111932 | 4145,6 | 22,99 | 4321,8 | 83,7 | 10817,2 | 721,1 | 7,15 | 1106,9 | 148,6 |
| HEA 600 | 590 | 300 | 13,0 | 25,0 | 27 | 486 | 177,8 | 226,5 | 2,308 | 12,98 | 141208 | 4786,7 | 24,97 | 5350,4 | 93,2 | 11269,1 | 751,3 | 7,05 | 1155,7 | 155,2 |

PLANCHER BAS RDC et FONDATIONS

Cotes en cm

DT6



Poteau étudié – Étude 3
Diamètre 35 cm
Hauteur $l_0 = 290$ cm

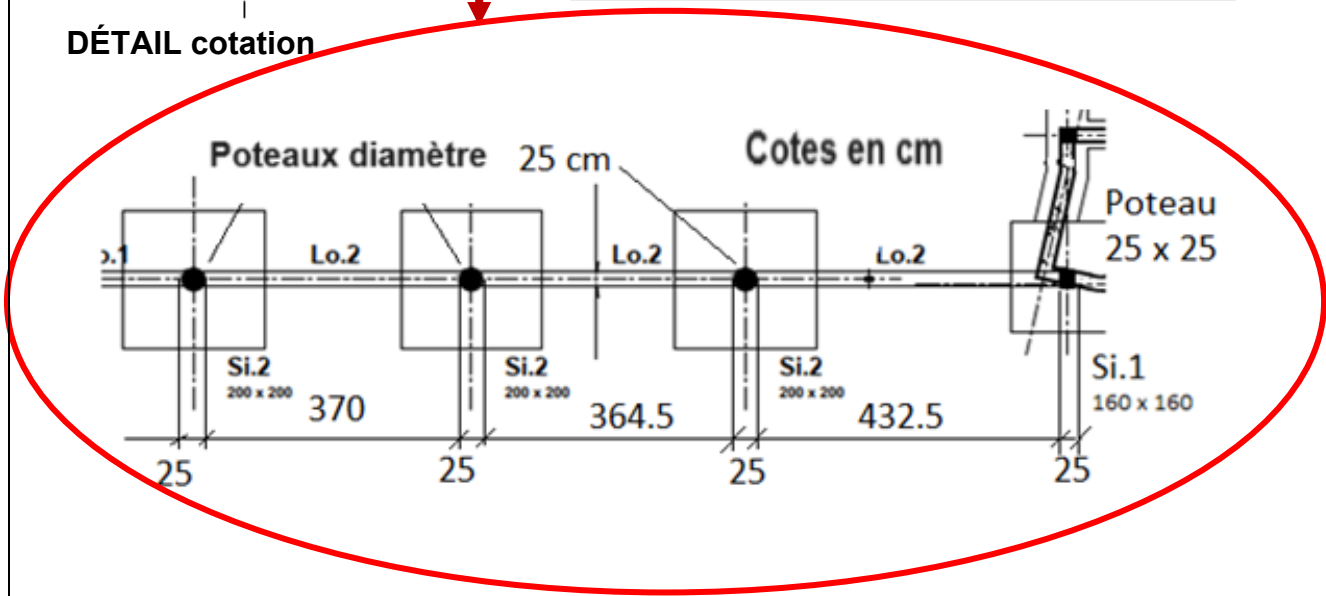
Voiles périphériques : épaisseur 20 cm

Semelle étudiée
Hauteur 60 cm -
Étude 2

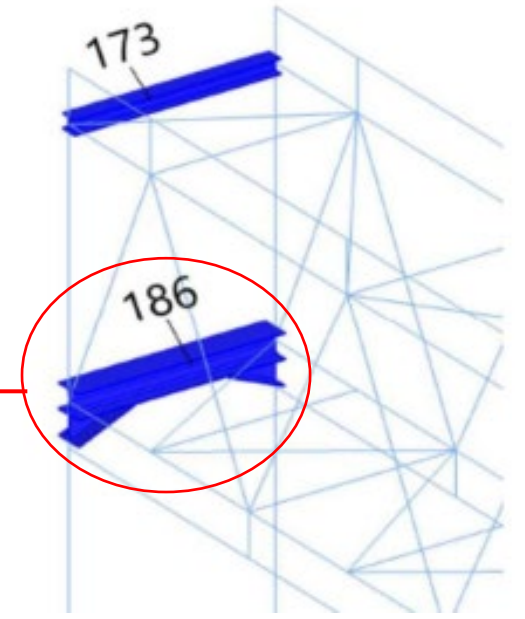
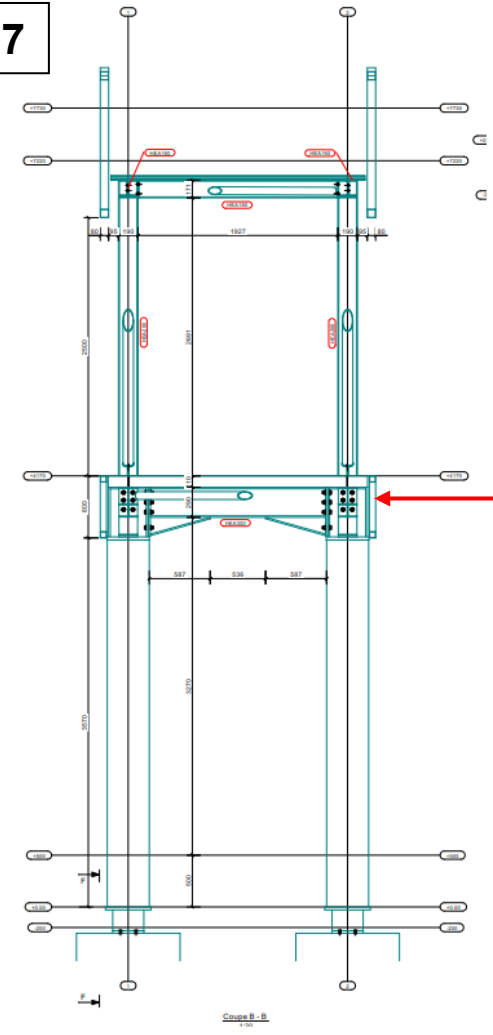
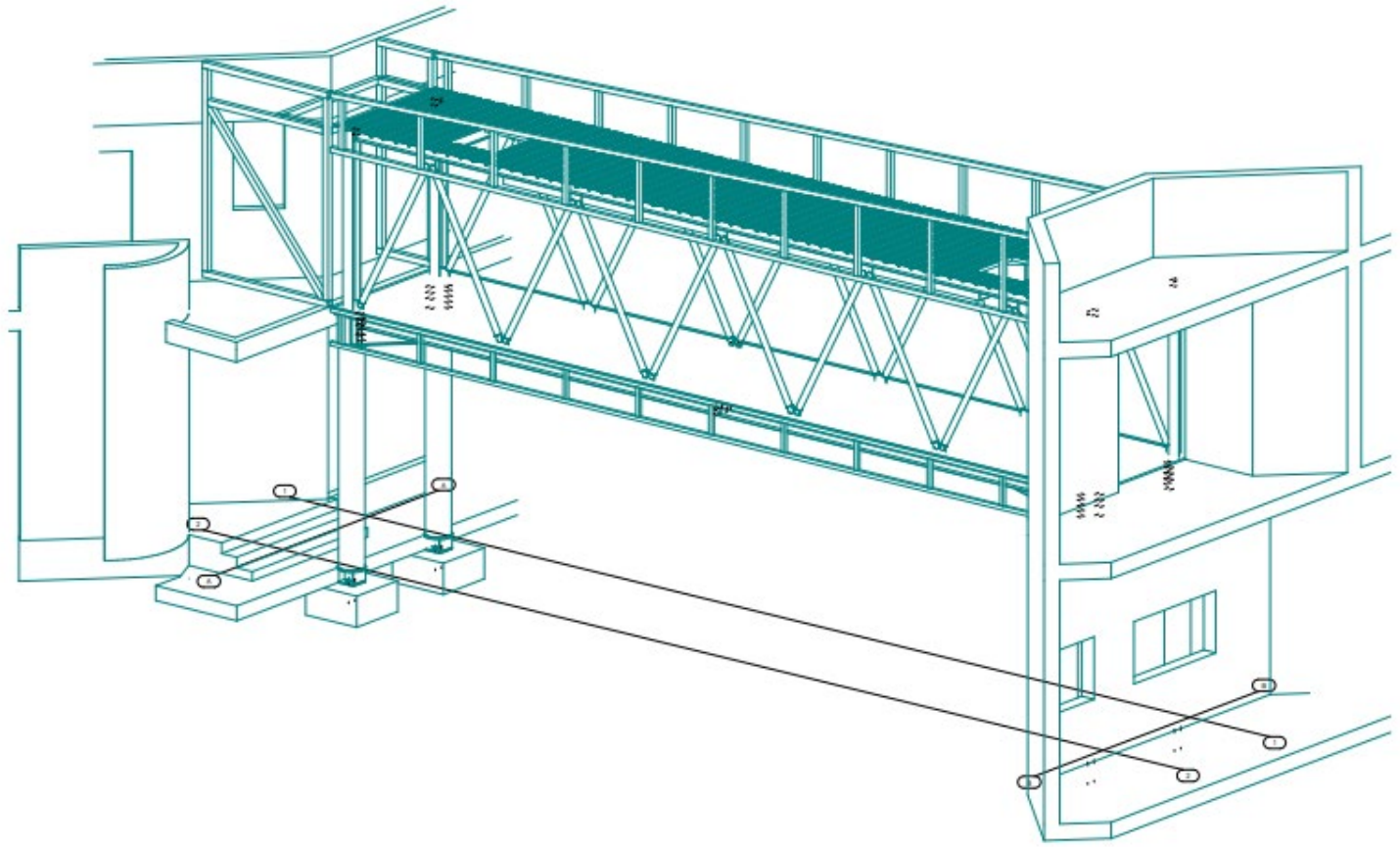
Poutre
étudiée –
Étude 1

Les écrits peu lisibles ne sont pas utiles aux études

DÉTAIL cotation

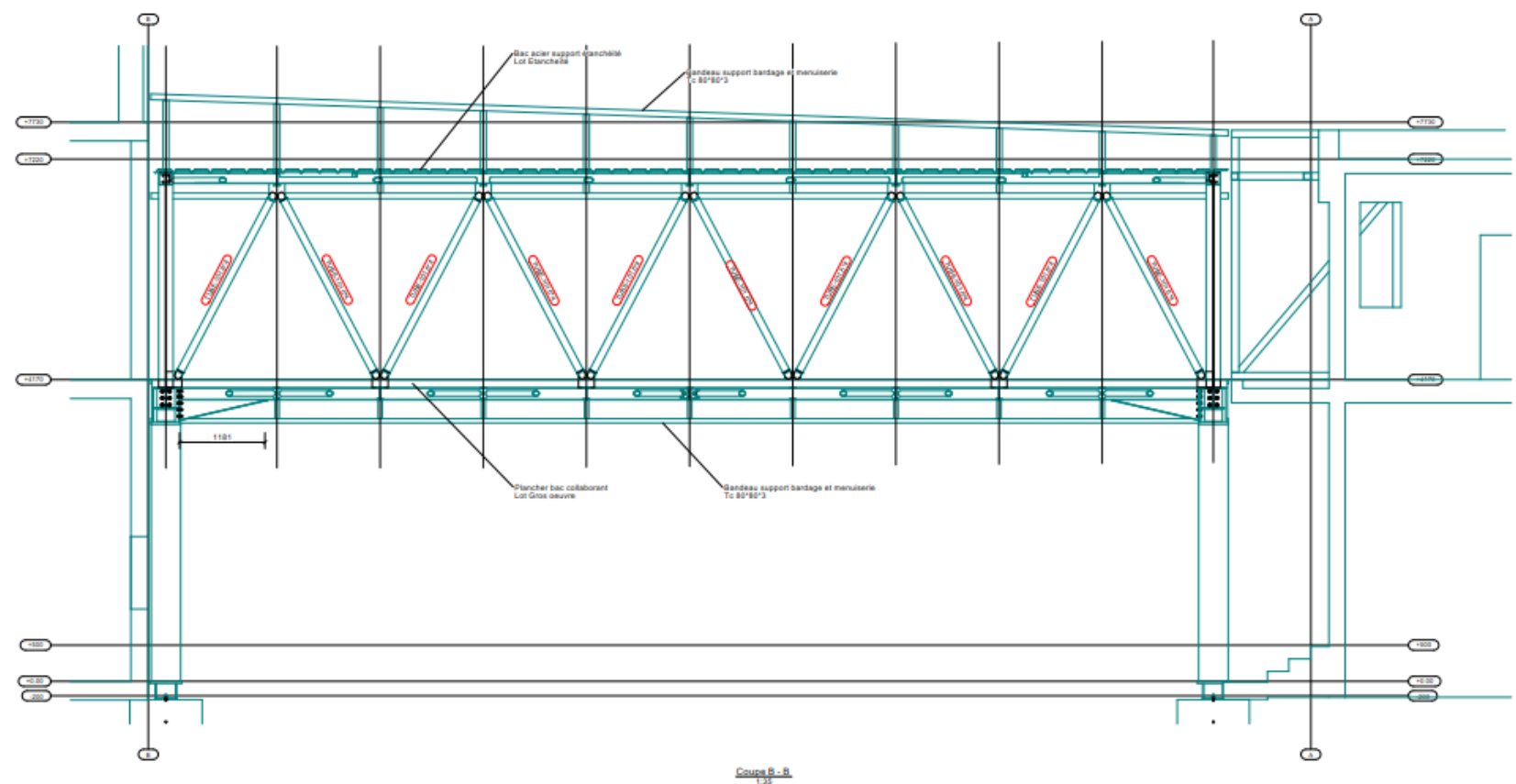


DT 7



DESIGNATION DES BARRES : VERIF ARBA186

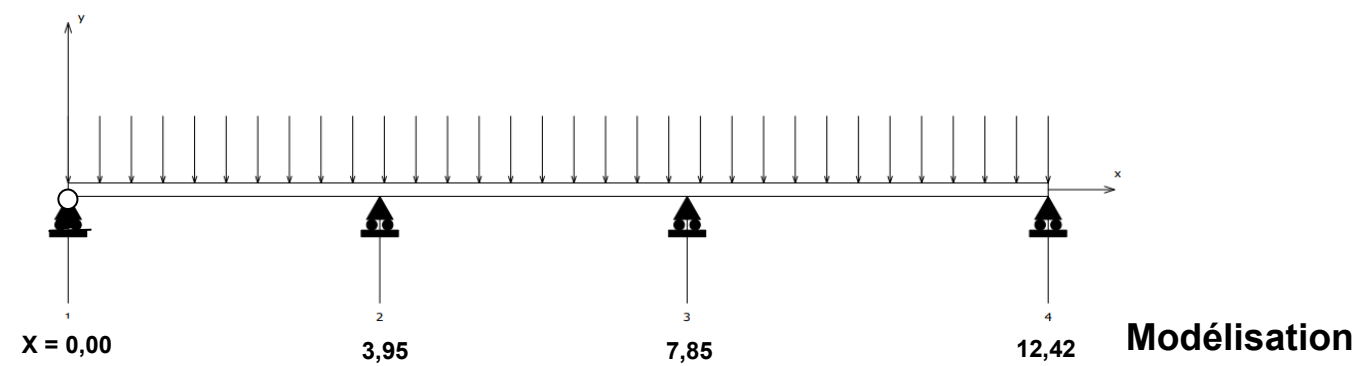
Les écrits peu lisibles ne sont pas utiles aux études



Plans de la passerelle

DR : À rendre avec la copie.

Dessiner les actions de liaisons et noter les valeurs des charges.



Modèle CCYC : ©DNE
NOM DE FAMILLE :

(en majuscules)

PRENOM :

(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)