

**SESSION 2021**

---

**CAPLP  
CONCOURS EXTERNE**

**Section : GÉNIE CIVIL**

**Option : CONSTRUCTION ET ÉCONOMIE**

**ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE**

Durée : 4 heures

---

*Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.*

*L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

*Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.*

**NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.**

**Tournez la page S.V.P.**

A

## INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :

- **option construction et économie :**

| Concours | Section/option | Epreuve | Matière |
|----------|----------------|---------|---------|
| EFE      | 3010J          | 101     | 7397    |





CONSTRUCTION D'UN IMMEUBLE TERTIAIRE À USAGE DE BUREAUX

Ce sujet est composé des documents suivants :

DOSSIER TECHNIQUE

DT 1 : Présentation du dossier ..... 1  
 DT 2 : Plan de situation ..... 2  
 DT 3 : Plan de masse ..... 2  
 DT 4 : Plan de coffrage - Plancher haut du sous-sol ..... 3  
 DT 5 : Plan de coffrage - Plancher haut du RdC, 1<sup>ère</sup> phase ..... 4  
 DT 6 : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du RdC ..... 5  
 DT 7 : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du R + 1 ..... 6  
 DT 8 : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du R + 2 ..... 7  
 DT 9 : Calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire ..... 8  
 DT 10 : Tableau des aciers en barres ..... 8  
 DT 11 : Coffrage des voiles d'un étage courant ..... 9

DOSSIER SUJET

DS 1 : 1<sup>ère</sup> étude : analyse technique ..... 10  
 DS 2 : 2<sup>e</sup> étude : structure du bâtiment ..... 10  
 DS 3 : 3<sup>ème</sup> étude : Prix de Vente hors taxe d'un m<sup>2</sup> de voile ..... 11

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

DR 1 : Coupe 1-1 ..... 12  
 DR 2 : Coupe 2-2 ..... 13  
 DR 3 : Surfaces d'influence de la poutre T28 ..... 14  
 DR 4 : Schéma mécanique et diagrammes des sollicitations : T28 ..... 15  
 DR 5 : Plan de ferrailage de la poutre T28 ..... 16

Temps indicatif et barème :

|         |      |          |
|---------|------|----------|
| Étude 1 | 1h00 | 6 points |
| Étude 2 | 1h15 | 7 points |
| Étude 3 | 1h45 | 7 points |

**Les 3 études sont indépendantes**

**Les 3 études doivent être traitées sur des copies indépendantes**

**DT 1 : Présentation du dossier**

Le projet support de l'épreuve porte sur la construction d'un immeuble tertiaire à usage de bureaux d'environ 8500 m<sup>2</sup>.

Ce bâtiment de type R+2 sur sous-sol complet II est construit en deux phases.

Les études portent sur la première phase de travaux.



*Plan de localisation.*

*Description sommaire du projet*

L'infrastructure est composée des ouvrages suivants :

- fondations par pieux forés
- voiles en béton armé, en périphérie et pour les cages d'escalier et d'ascenseur ;
- structure intérieure poteaux / poutres ;
- planchers en béton armé sur prédalles ;
- isolation du plancher parking par flocage ;
- protection par cristallisation du plancher champignon et des voiles.

La superstructure est composée des ouvrages suivants :

- voiles en béton armé en périphérie, pour les cages d'escalier et d'ascenseur ;
- structure intérieure poteaux / poutres ;
- planchers en béton armé sur prédalles et coulés en place pour les encorbellements.

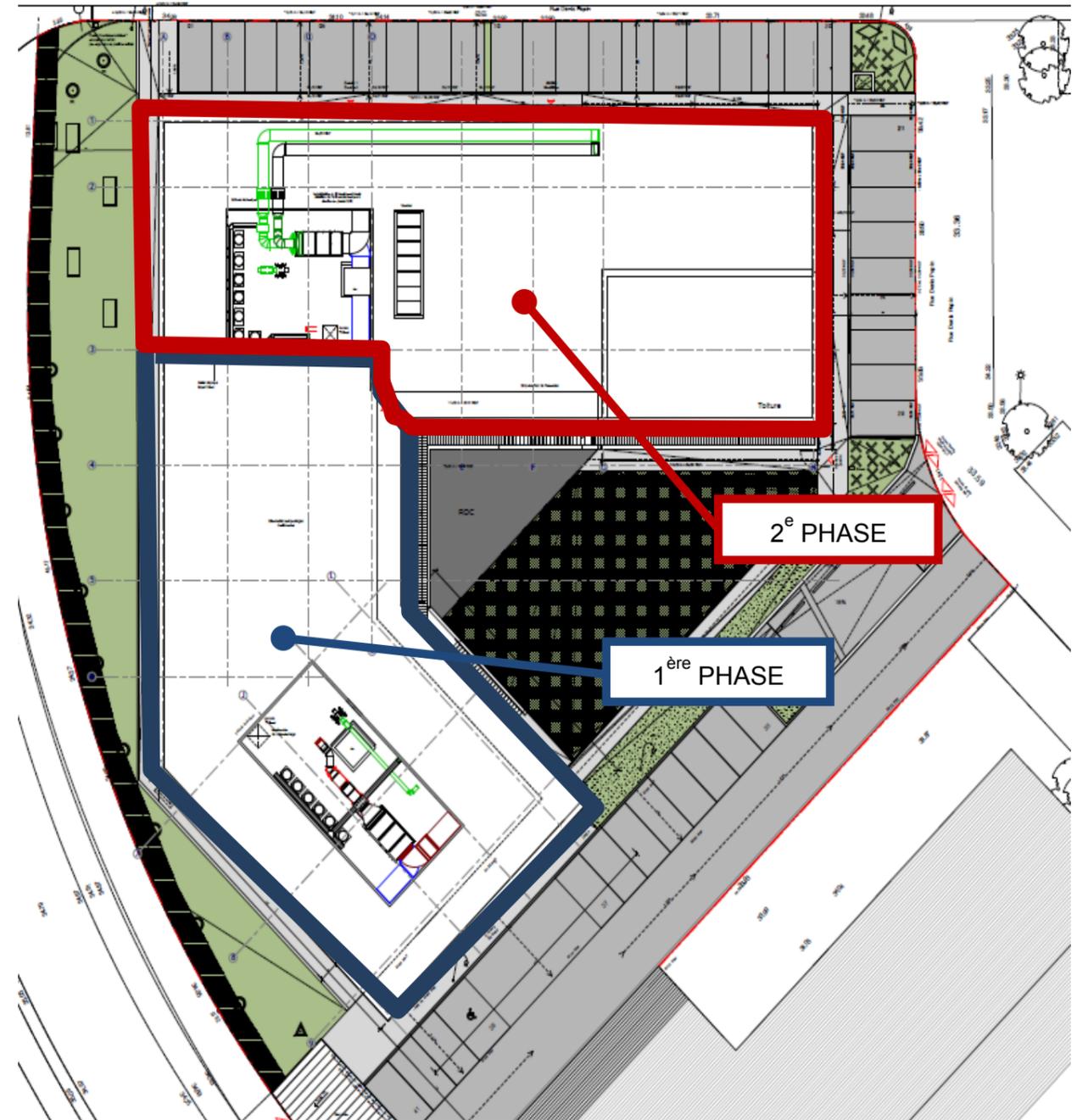


*Vue modélisée du projet*

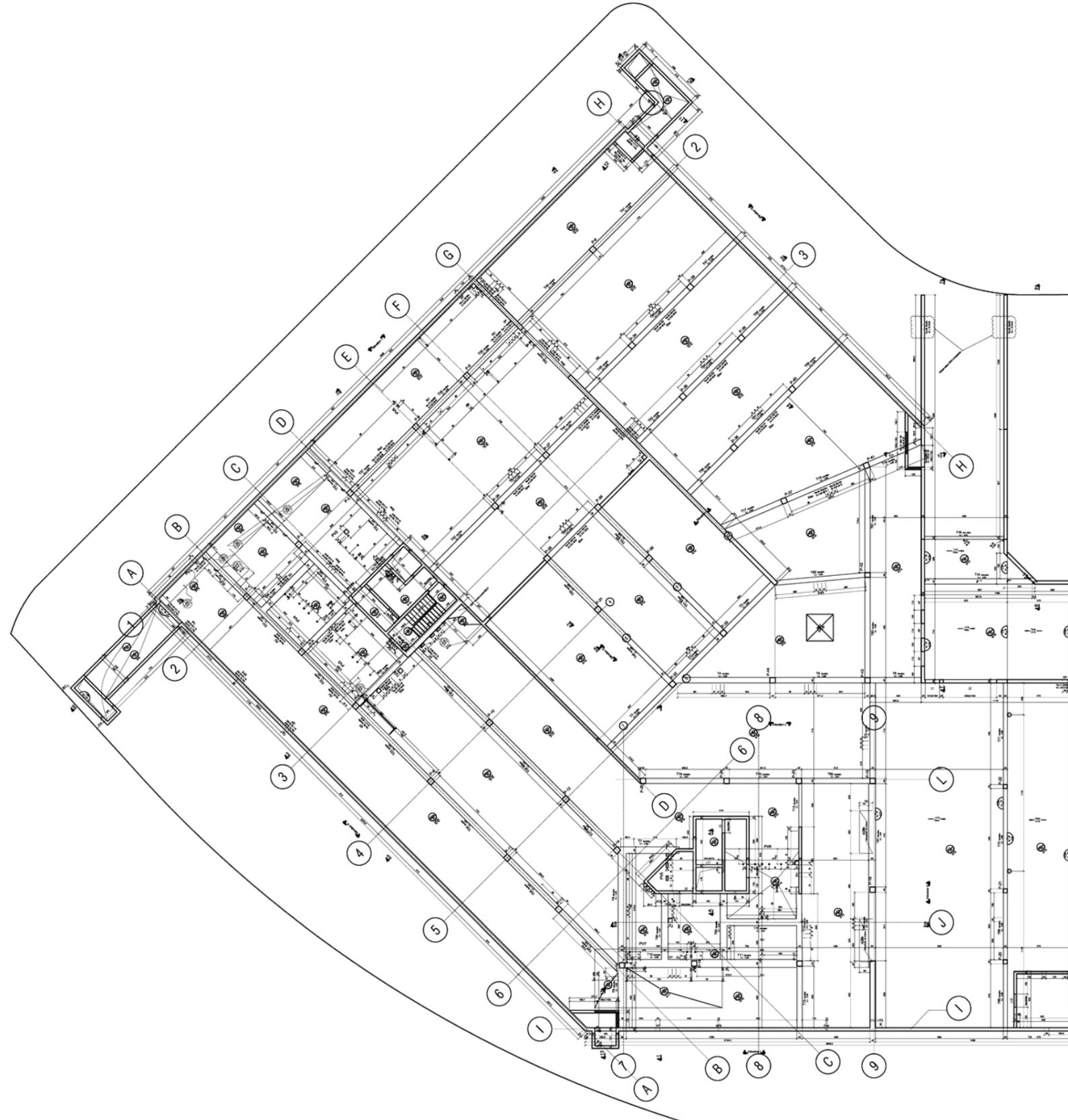
## DT 2 : Plan de situation



## DT 3 : Plan de masse

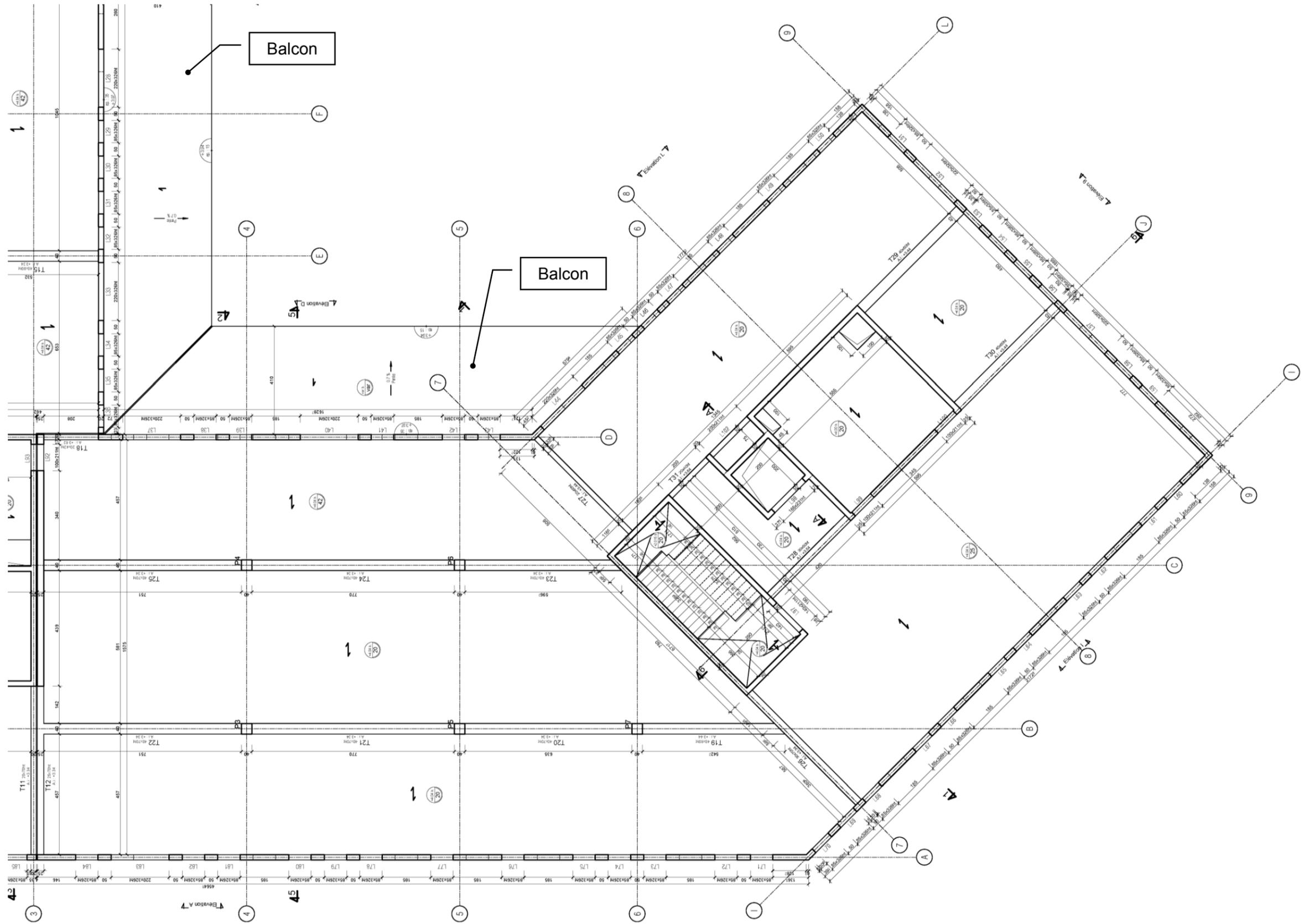


**DT 4 : Plan de coffrage - Plancher haut du sous-sol**



*Plan sans échelle normalisée – La cotation n'est pas à exploiter pour répondre aux questions.*

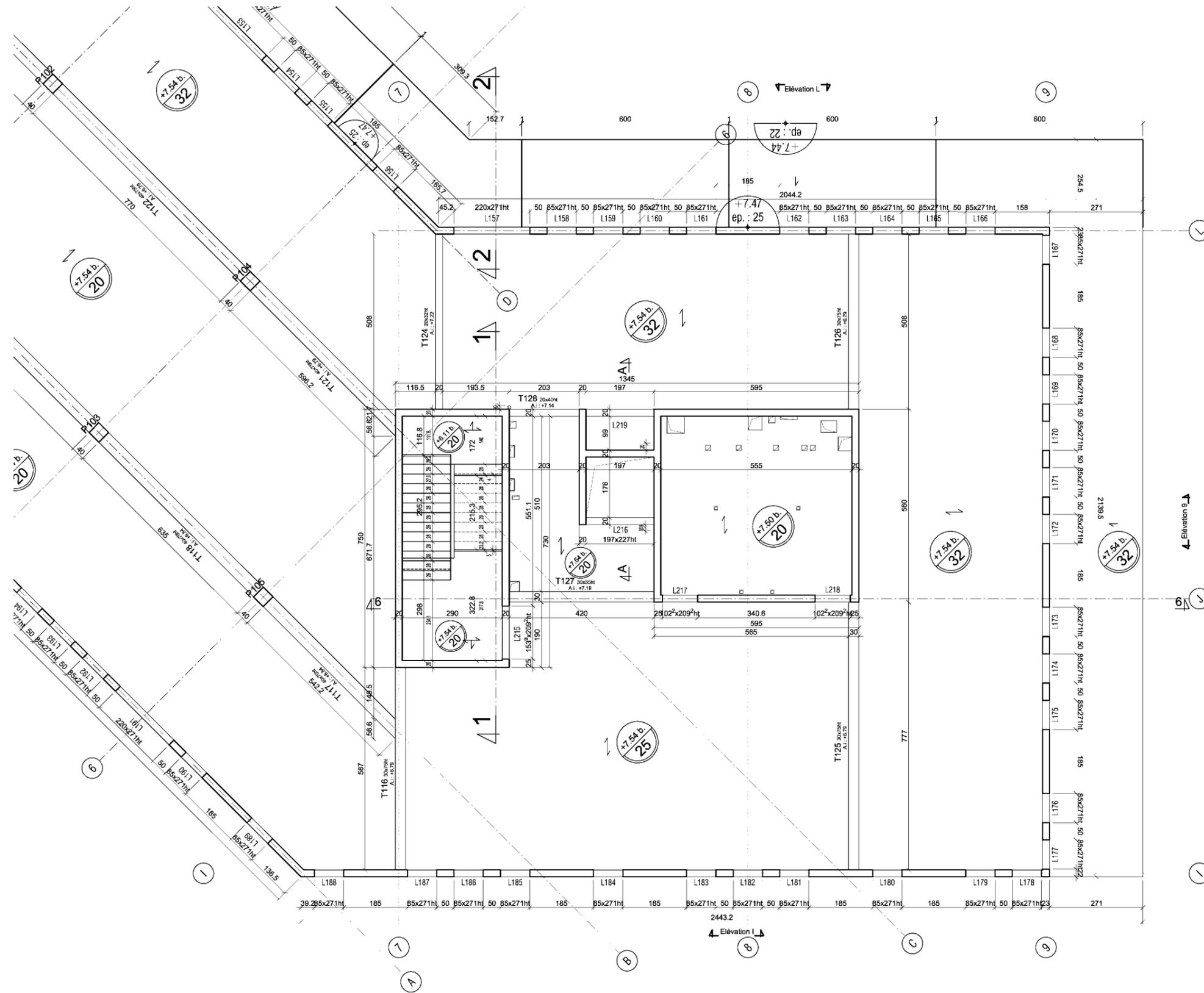
# DT 5 : Plan de coffrage - Plancher haut du RdC, 1<sup>ère</sup> phase



*Plan sans échelle normalisée – La cotation n'est pas à exploiter pour répondre aux questions.*

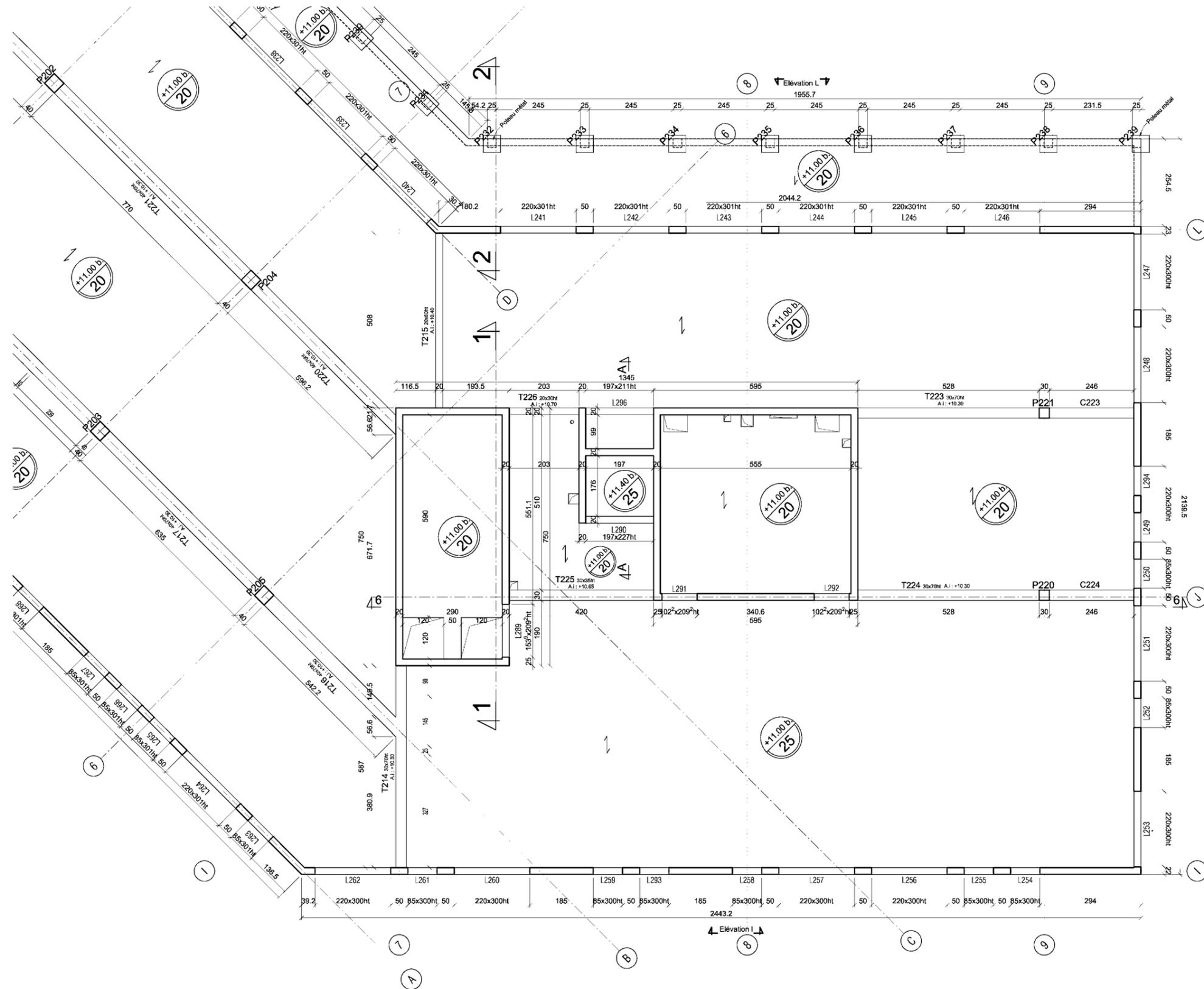


# DT 7 : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du R + 1



Plan sans échelle normalisée – Cotation en cm

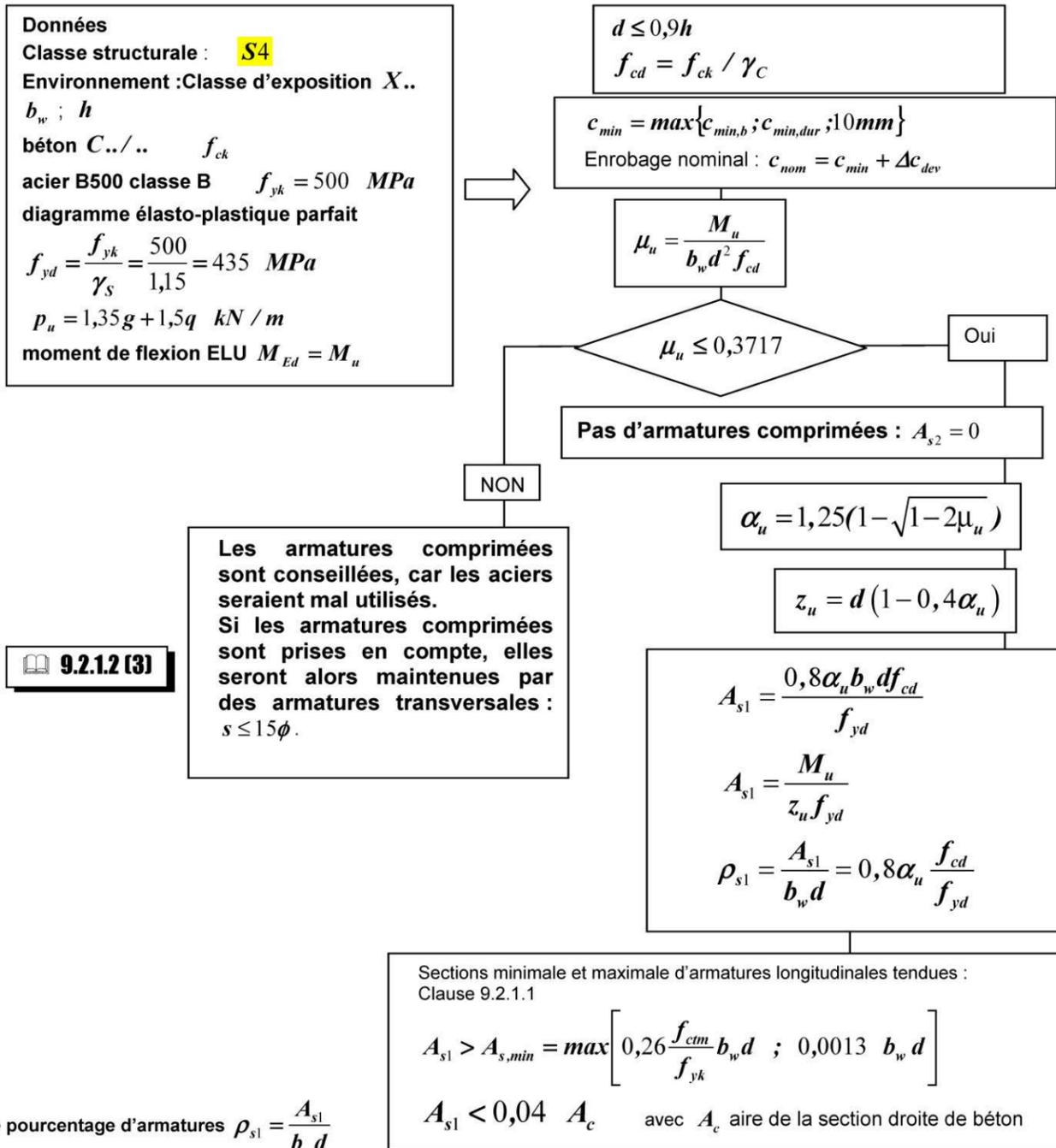
# DT 8 : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du R + 2



Plan sans échelle normalisée – Cotation en cm.

## DT 9 : Calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire

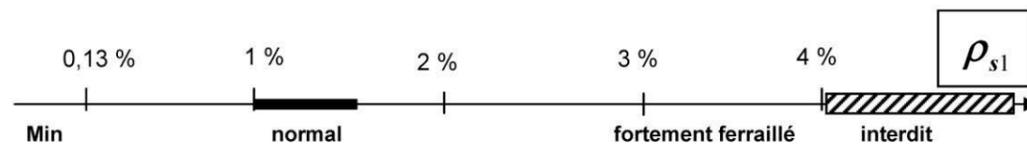
## DT 10 : Tableau des aciers en barres



Le pourcentage d'armatures  $\rho_{s1} = \frac{A_{s1}}{b_w d}$

Équation alternative du bras de levier  $z_u = d(1 - 0,4\alpha_u) = d \frac{(1 + \sqrt{1 - 2\mu_u})}{2}$

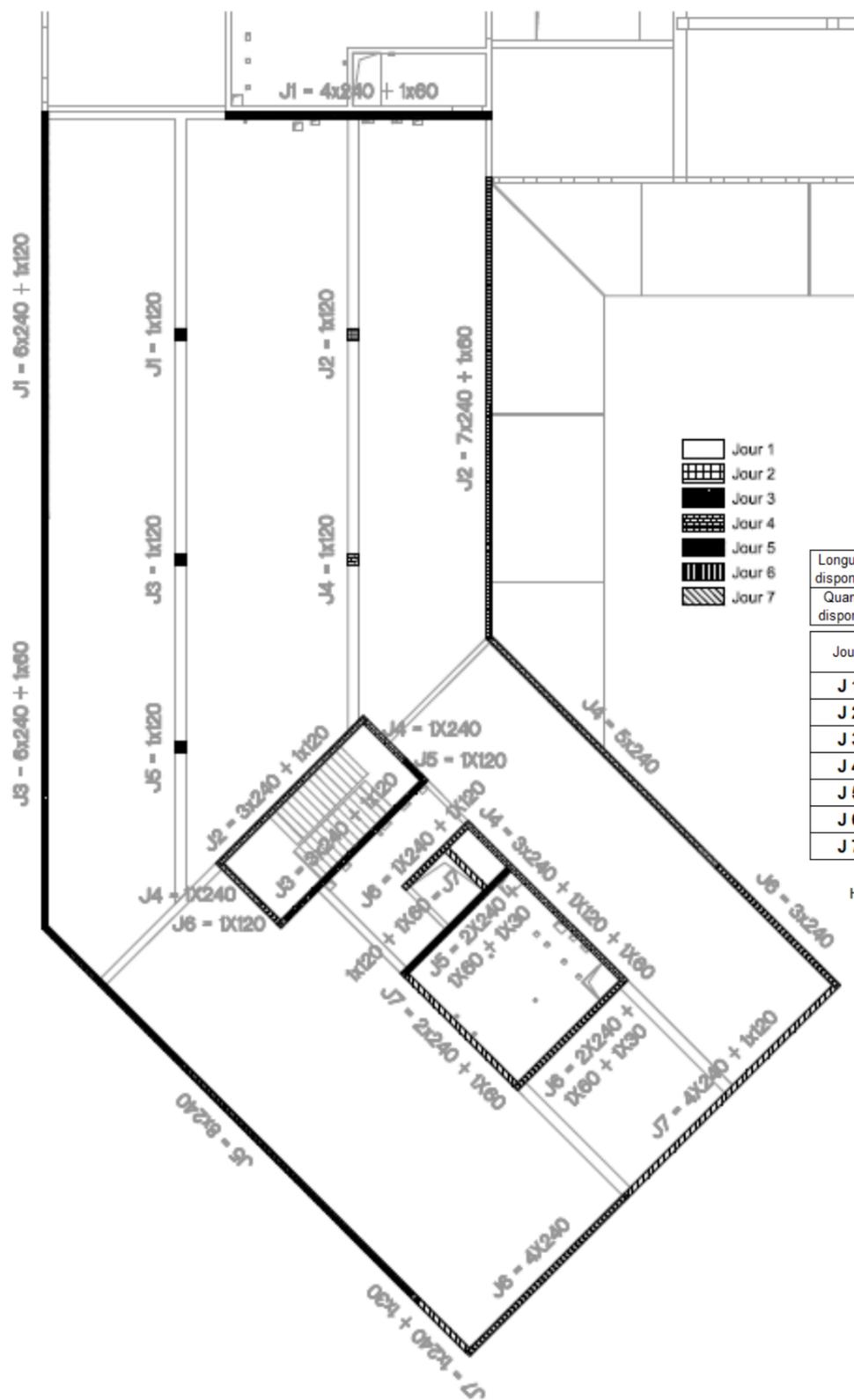
Il faut déterminer la hauteur utile réelle  $d_{réelle}$ , celle-ci doit être supérieure à la valeur forfaitaire considérée.



| Diamètre | Poids | Périmètre | Section pour N barres en cm <sup>2</sup> |       |       |       |       |       |       |        |        |        |
|----------|-------|-----------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|          |       |           | 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 |

# DT 11 : Coffrage des voiles d'un étage courant

## Plan de rotation de banches étage courant



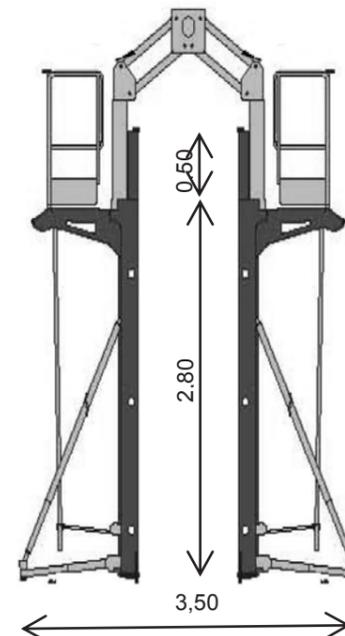
- Jour 1
- Jour 2
- Jour 3
- Jour 4
- Jour 5
- Jour 6
- Jour 7

| Paires de banches disponibles |    |     |     |    |    |
|-------------------------------|----|-----|-----|----|----|
| Longueurs disponibles         | cm | 240 | 120 | 60 | 30 |
| Quantité disponible           | U  | 12  | 4   | 2  | 2  |

| Jours | Paires de banches utilisées / jour |    |   |   |   | Linéaire de voiles / jour |   |
|-------|------------------------------------|----|---|---|---|---------------------------|---|
|       | U                                  | 10 | 2 | 1 | 0 |                           |   |
| J 1   | U                                  | 10 | 2 | 1 | 0 | 24,500                    | m |
| J 2   | U                                  | 10 | 2 | 1 | 0 | 24,300                    | m |
| J 3   | U                                  | 9  | 2 | 1 | 0 | 22,600                    | m |
| J 4   | U                                  | 10 | 2 | 1 | 0 | 24,100                    | m |
| J 5   | U                                  | 10 | 2 | 1 | 1 | 25,650                    | m |
| J 6   | U                                  | 10 | 2 | 1 | 1 | 23,550                    | m |
| J 7   | U                                  | 7  | 2 | 2 | 1 | 20,500                    | m |

Hauteur de coulage de référence : 3,300 m

## Banches de coffrage SATECO

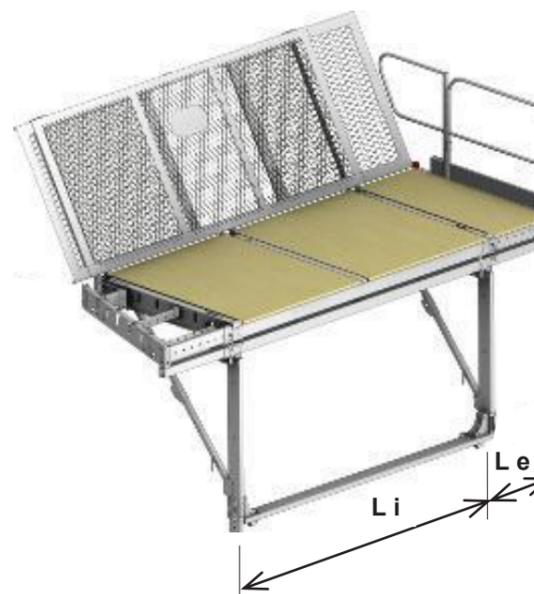


Composition d'une paire de banches SATECO SC 9015 :

- 2 fois :
- 1 banche de 2,80 m ht
- 1 Rehausse de 0,50 m ht



Plateforme de travail en encorbellement SATECO P3D



### LES MODULES

- M1 : longueur de 1 à 2 m  
Extension Le = 0 mini Extension Le = 0,50 maxi  
U = 1 m
- M2 : longueur de 2 à 3,50 m  
Extension Le = 0 mini Extension Le = 0,75 maxi  
U = 2 m

Location M1 : 10,00 € / U / jour  
Location M2 : 15,00 € / U / jour

## DS 1 : 1<sup>ère</sup> étude : analyse technique

Vous devez compléter des plans d'exécution en vous appuyant principalement sur les documents suivants :

- **DT 6** : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du RdC
- **DT 7** : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du R+1
- **DT 8** : Plan de coffrage de la zone étudiée - Plancher haut du R+2

Sur le document **DR1** (à insérer dans la copie de la 1<sup>ère</sup> étude),

- 1) Compléter la coupe sur la cage d'escalier, repérée 1-1 sur les DT6, DT7 et DT8, en respectant les normes de représentation graphique,
- 2) Indiquer les cotes suivantes : niveaux, épaisseurs et largeurs des paliers, hauteurs libres entre paliers, valeurs du giron et de la hauteur d'une marche de chaque volée d'escalier.

Sur le document **DR2** (à insérer dans la copie de la 1<sup>ère</sup> étude),

- 3) Compléter la coupe sur le mur extérieur, repérée 2-2 sur les DT6, DT7 et DT8 en respectant les normes de représentation graphique.
- 4) Indiquer les cotes des niveaux caractéristiques et les épaisseurs du balcon.

## DS 2 : 2<sup>e</sup> étude : structure du bâtiment

L'étude porte sur un élément de la structure du bâtiment : la poutre repérée **T28** sur le **DT6**.

Vous êtes invités à consulter les documents **DT9** et **DT10**

**Pour les questions suivantes, vous devez faire figurer sur votre copie les calculs qui ont conduit aux résultats.**

Sur le document **DR3** (à insérer dans la copie de la 2<sup>e</sup> étude),

- 5) Représenter et coter la surface d'influence de la poutre **T28**.

Sur votre **copie de la 2<sup>e</sup> étude**

- 6) Déterminer la charge permanente « **g** » reprise par la poutre **T28** (poids propre du plancher en béton armé et de la poutre).  
→ Donnée : poids volumique du béton armé :  $\gamma_{BA} = 25 \text{ kN/m}^3$ .
- 7) Calculer la charge linéaire totale « **p**<sub>totale</sub> » reprise par la poutre T28 aux E.L.S (g + q).  
→ Donnée : charge d'exploitation sur le plancher haut du RdC :  $q = 3,5 \text{ kN / m}^2$

Sur le document **DR4** (à insérer dans la copie de la 2<sup>e</sup> étude)

- 8) Compléter le schéma mécanique de la poutre T28  
→ Donnée : La poutre est considérée isostatique sur 2 appuis et soumise à une charge uniformément répartie  $p = 51 \text{ kN / m}$

Sur votre **copie de la 2<sup>e</sup> étude** puis sur le document **DR4**

- 9) Calculer les valeurs maximales des sollicitations  $N(x)$ ,  $V(x)$  et  $M(x)$  puis tracer les diagrammes de ces sollicitations sur le DR4.
- 10) Calculer la section des armatures longitudinales principales «  $A_{s1}$  » à mettre en place dans la poutre T28.  
→ Données : Moment fléchissant maximum à l'ELU :  $M_u = 160 \text{ kN.m}$   
Section rectangulaire avec  $b_w = 30 \text{ cm}$ ,  $h = 50 \text{ cm}$  et  $d = 0,9 \times h$   
Béton C25/30,  $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctm} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$ ,  $\gamma_c = 1,5$   
Acier B500 classe B,  $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- 11) Vérifier les sections minimale et maximale des armatures longitudinales tendues.
- 12) Proposer un choix d'aciers en barres.

Le bureau d'études structures de l'entreprise a finalement considéré la section de calcul comme une section en T et a utilisé un logiciel pour déterminer les armatures de la poutre T28

Sur le document **DR5**

- 13) Compléter le plan de ferrailage de la poutre T28 à partir de la nomenclature fournie.

### DS 3 : 3<sup>ème</sup> étude : Prix de Vente hors taxe d'un m<sup>2</sup> de voile.

L'étude porte sur le calcul du PVHT d'1 m<sup>2</sup> de l'ouvrage élémentaire « voile en béton armé » d'épaisseur 20 cm en s'appuyant sur les données du projet de construction : Immeuble tertiaire à usage de bureaux, phase 1, particulièrement le DT11.

L'étude est entièrement basée sur la réalisation des voiles en béton armé d'un étage courant en 7 jours, avec le matériel de banchage donné pour cette rotation, voir le DT11.

#### Données de l'étude :

- Cadence d'exécution journalière pour l'équipe : voir DT11.
- Matériel et fournitures de coffrage des voiles :
  - banche SATECO-SC9015 : 36,00 € / m<sup>2</sup> de banche / mois (21 jours ouvrés / mois) ;
  - Abouts de voiles : 50,00 € / u ;
    - utilisation moyenne de 6 abouts par jour de coulage,
    - 5 réemplois en moyenne ;
  - Mannequins : 2,27 € / m<sup>2</sup> de voile ;
  - Accessoires (cales d'enrobages, écarteurs, cônes...) : 0,75 € / m<sup>2</sup> de voile ;
  - Huile de coffrage : 0,06 L / m<sup>2</sup> de banche → 1,50 € / L
  - Plateforme de travail en encorbellement (PTE) SATECO P3D :
    - Linéaire de PTE pour la réalisation d'un étage courant (Voir DT11) : linéaire de banches concernées du J1 (4 x 2,40 + 1 x 0,60 + 6 x 2,40 + ...) + linéaire de banches concernées du J6,
    - Linéaire de PTE est composé de 2/3 de modèle M2 et 1/3 de modèle M1 arrondis à l'unité supérieure. Longueur moyenne M2 = 3,00 m ; longueur moyenne M1 = 1,50 m
    - Coûts de location des PTE : M2 : 15,00 € / u / j ; M1 : 10,00 € / u / j ;
- Béton des voiles :
  - Ciment CEMII/A 42,5 : 350 kg / m<sup>3</sup> à 141,00 € / t, pertes 2 %
  - Sable 0/6 : 450 L / m<sup>3</sup> à 16,00 € / t (ρ = 1,5 t / m<sup>3</sup>), pertes 5 %
  - Gravier 8/20 : 750 L / m<sup>3</sup> à 19,50 € / t (ρ = 1,45 t / m<sup>3</sup>), pertes 5 %
  - Coût de la centrale à béton = 3,00 € / m<sup>3</sup>
  - Pertes de béton lors du coulage des voiles : 5 %
- Armatures :
  - Treillis Soudés (TS) : 5 kg / m<sup>2</sup> de voile, 0,70 € / kg, pertes 3 %
  - Attentes et renforts : 6 kg / m de voile, 1,10 € / kg, pertes 3 %
- Temps Unitaires (TU) :
  - coffrage : 0,70 h / m<sup>2</sup> de voile.
  - décoffrage : 0,40 h / m<sup>2</sup> de voile
  - nettoyage et préparation : 0,30 h / m<sup>2</sup> de voile
  - pose et dépose des PTE : 0,20 h / m<sup>2</sup> de voile
  - fabrication béton : 0,20 h / m<sup>3</sup>
  - mise en œuvre béton : 0,80 h / m<sup>3</sup>.
  - mise en œuvre ferrailage :
    - Treillis soudés : 0,05 h / kg
    - Attentes et renforts : 0,15 h / kg

→ Déboursés Horaires de Main-d'œuvre (D.H.M.O.)

- Fabrication du béton : 25,00 € / h
- Mise en œuvre des armatures : 25,00 € / h
- Coffrage, coulage, décoffrage : 32,00 € / h
- Nettoyage, préparation : 25,00 € / h
- Pose dépose des PTE : 25,00 € / h

→ Données entreprise :

- Frais de Chantier (FC) : 14% des DS
- Frais Généraux (FG) : 16% du PV HT
- Bénéfices et Aléas (B & A) : 4,5% du PV HT

#### Sur votre copie de la 3<sup>e</sup> étude

14) Établir le sous-détail primaire en déboursés secs (DS) d'un m<sup>3</sup> de béton en distinguant le coût matériaux, le coût matériel et le coût main d'œuvre.

15) Établir le coût total en DS des matériels (banches, abouts, mannequins, accessoires, huile et PTE) pour réaliser l'ouvrage élémentaire « m<sup>2</sup> de voile en béton armé de 20 cm d'épaisseur ».

16) Etablir le sous-détail de prix en DS de l'ouvrage élémentaire étudié dans un tableau identique au modèle proposé ci-dessous, recopié dans votre copie.

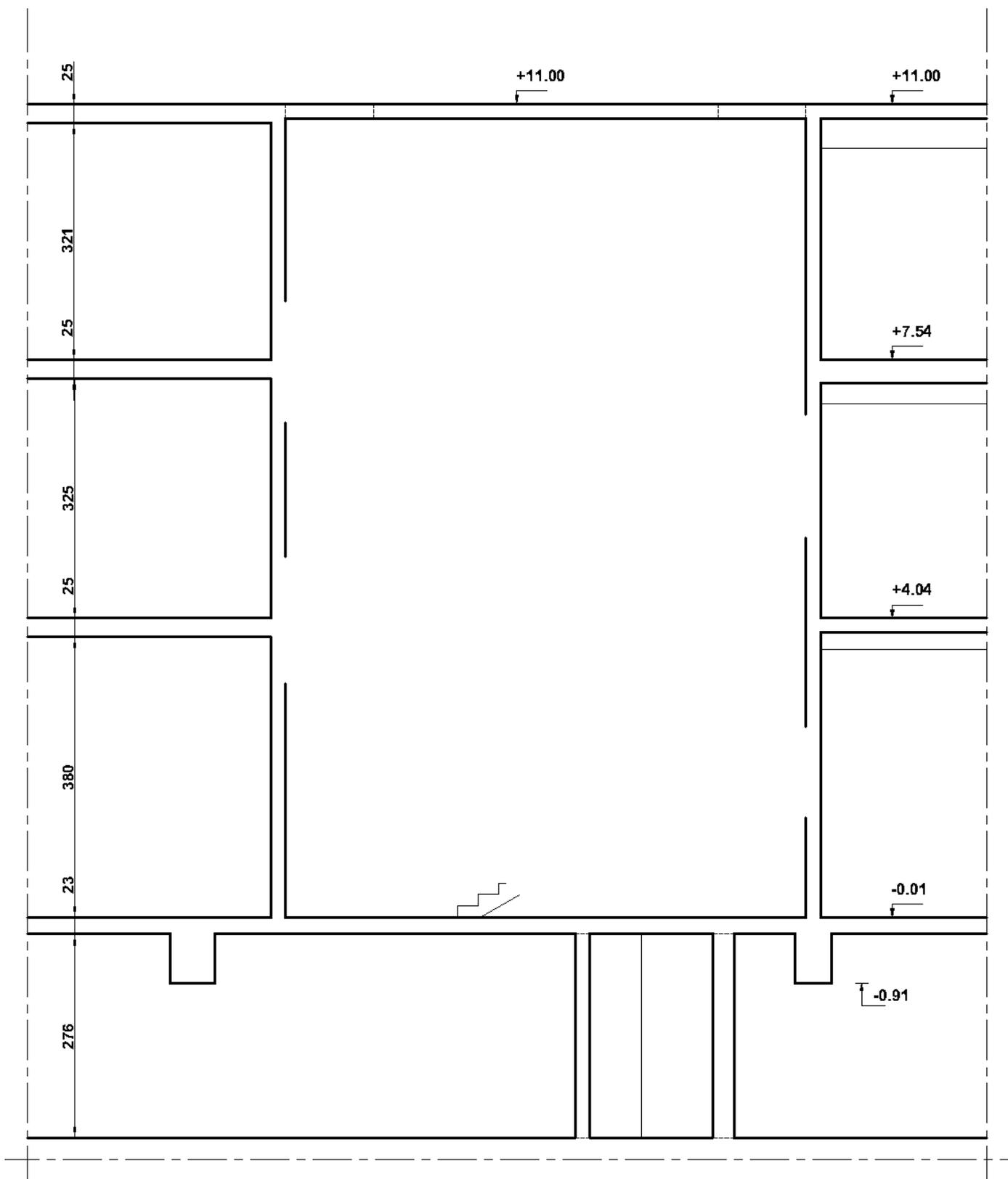
| Désignation  | Quantité |   | Déboursé unitaire (DU) |   | Déboursés secs (DS)      |           |              |
|--|----------|---|------------------------|---|--------------------------|-----------|--------------|
|  | Valeur   | U | Valeur                 | U | Matériel                 | Matériaux | Main d'œuvre |
| <u>Matériels :</u>   |          |   |                        |   |                          |           |              |
| <u>Matériaux :</u><br>- béton<br>- Treillis soudés<br>- Attentes renforts                        |          |   |                        |   |                          |           |              |
| <u>Main-d'œuvre :</u><br>- Pose / dépose PTE<br>- Coffrage<br>- Ferrailage<br>- Coulage<br>- ... |          |   |                        |   |                          |           |              |
| Totaux partiels :  |          |   |                        |   |                          |           |              |
| <b>DS total de l'OE « m<sup>2</sup> de voile en béton armé de 20 cm » :</b>                      |          |   |                        |   | <b>€ / m<sup>2</sup></b> |           |              |

17) Calculer le coefficient de prix de vente (KPV) et en déduire le PV HT unitaire de l'ouvrage élémentaire étudié.



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

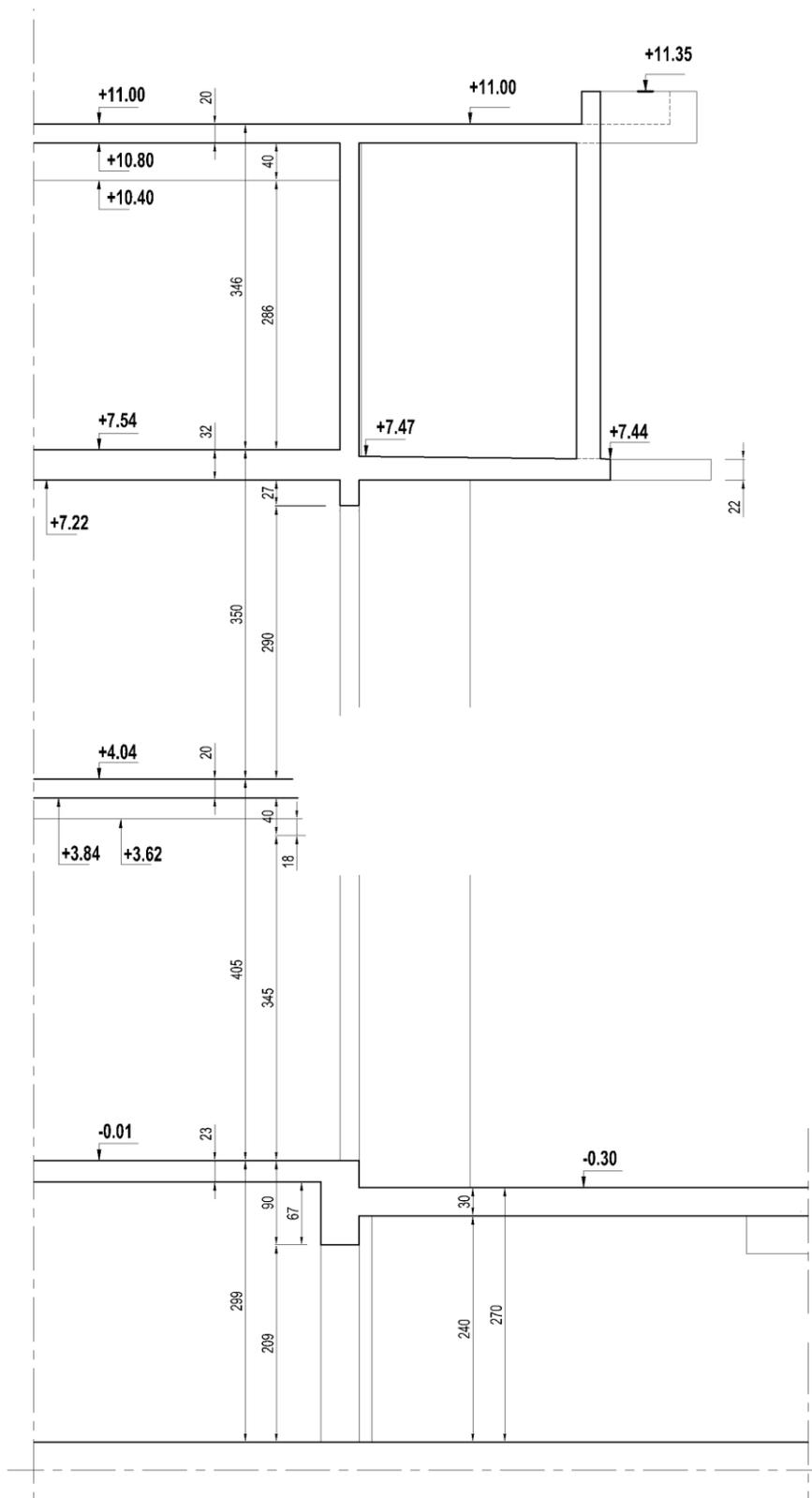
# DR 1 : Coupe 1-1



Échelle du dessin à calculer

Cotation en centimètres et niveaux en mètres

## DR 2 : Coupe 2-2



*Échelle du dessin à calculer*

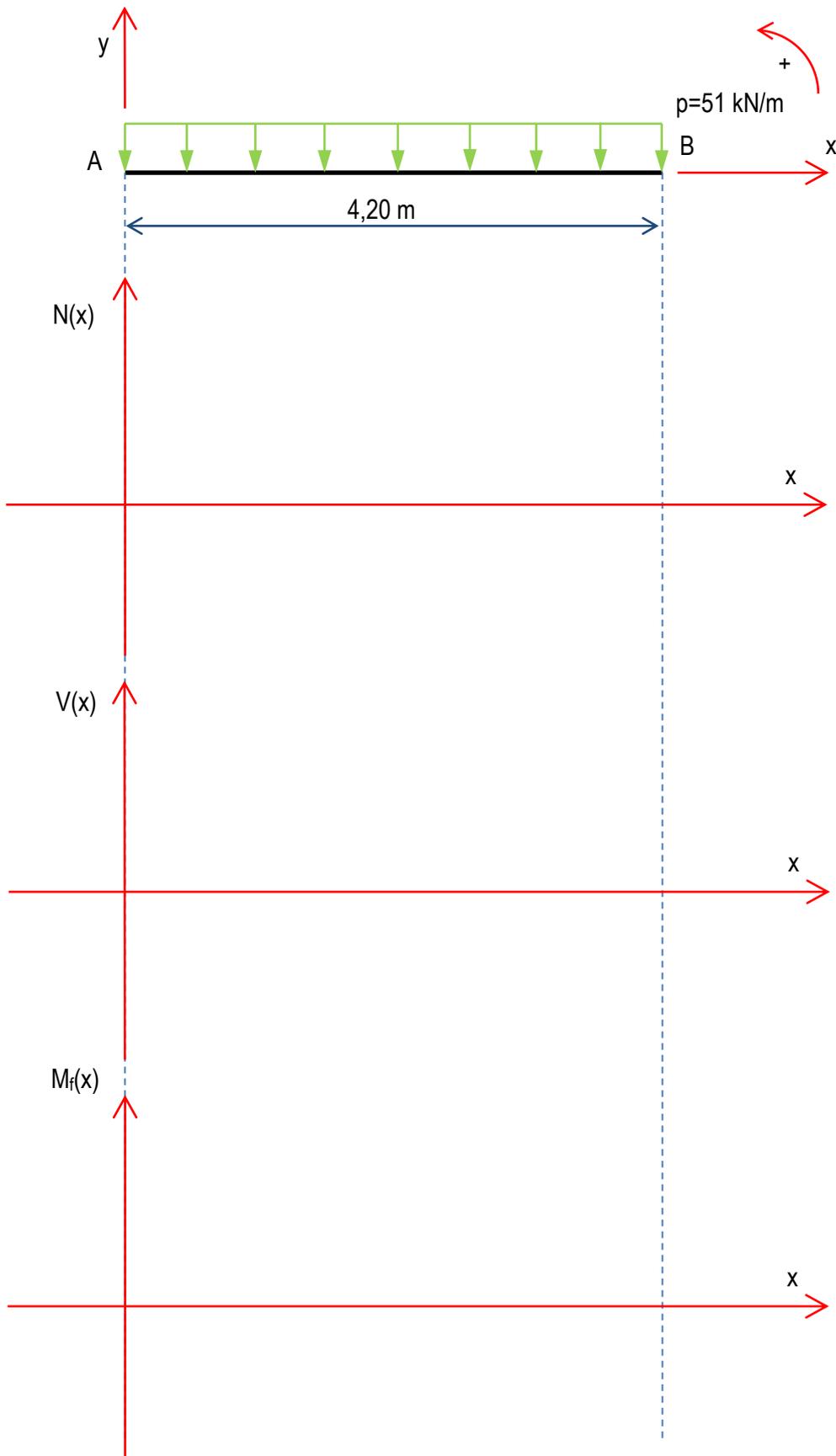
*Cotation en centimètres et niveaux en mètres*



**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**



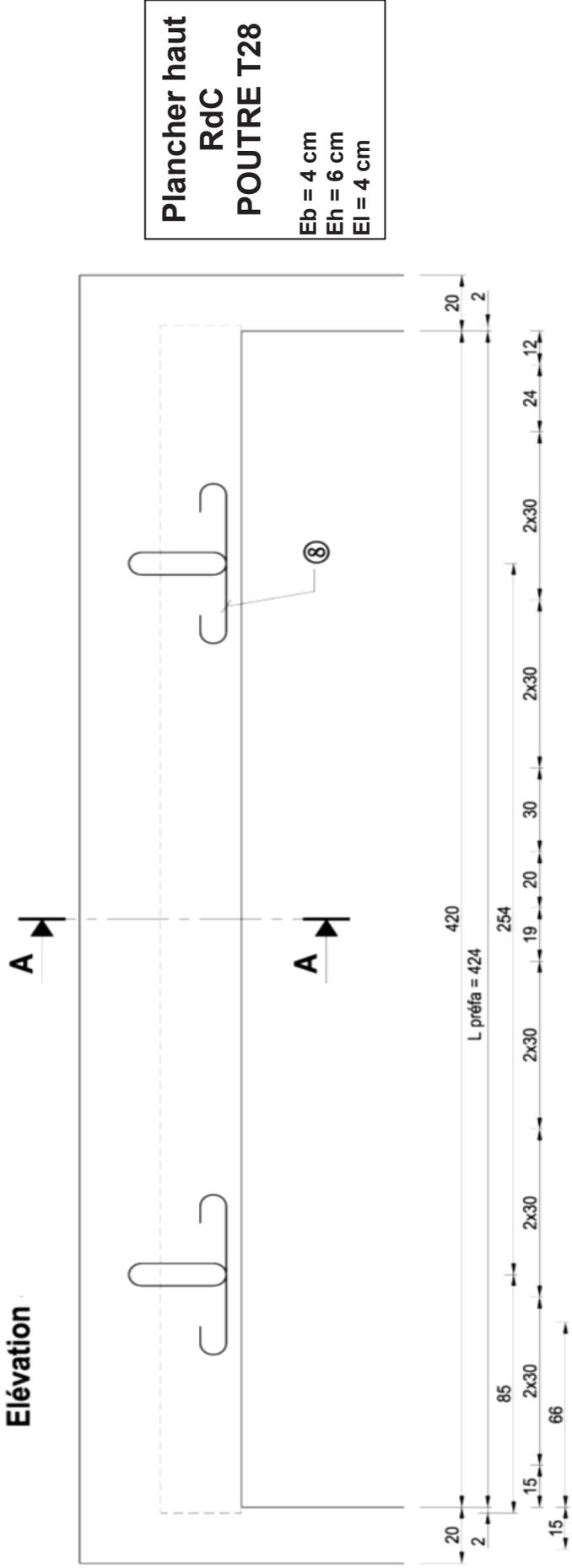
## DR 4 : Schéma mécanique et diagrammes des sollicitations : T28





**NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE**

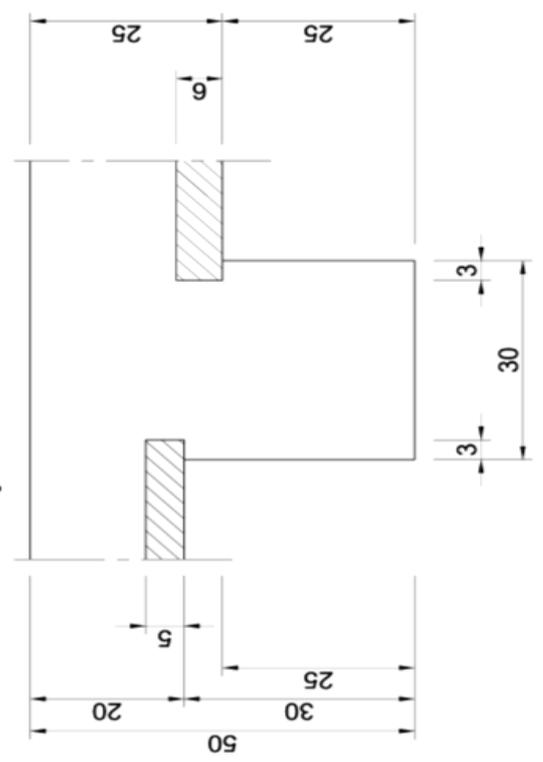
# DR 5 : Plan de ferrailage de la poutre T28.



**Plancher haut  
RdC  
POUTRE T28**

E<sub>b</sub> = 4 cm  
E<sub>h</sub> = 6 cm  
E<sub>l</sub> = 4 cm

**Coupe A-A**



| Barre      | Lg  | Forme |
|------------|-----|-------|
| 1<br>3HA14 | 513 |       |
| 2<br>3HA12 | 323 |       |
| 3<br>3HA12 | 504 |       |
| 4<br>15HA8 | 134 |       |
| 5<br>15HA8 | 100 |       |
| 6<br>2HA10 | 434 |       |
| 7<br>9HA8  | 40  |       |
| 8<br>2DX12 | 149 |       |

