

SESSION 2011

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : **GÉNIE CIVIL**
Options : **CONSTRUCTION ET ÉCONOMIE,
CONSTRUCTION ET RÉALISATION DES OUVRAGES**

**ÉCRIT 1
ÉPREUVE DE SYNTHÈSE**

Durée : 5 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.

A l'issue de l'épreuve, le candidat remettra une copie par étude, avec les documents réponses concernant l'étude glissés à l'intérieur de celle-ci.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

**RESTRUCTURATION D'UN LYCEE
LYCEE BERTRAND DE BORN 24000 PERIGUEUX**

Ce dossier comporte les documents suivants :

DOSSIER DE PLANS

| | | | |
|-------------------------------------|-------|-----------------------------|-----|
| Présentation du dossier | P1 P2 | Plancher Haut du Rdc Bât. B | DP3 |
| Plan d'ensemble | DP1 | Plancher Haut du R+1 Bât. B | DP4 |
| Plancher Haut des Fondations Bât. B | DP2 | Coupe verticale du Bât. B | DP5 |

DOSSIER ETUDES

| | | |
|--------------------------------------------------------|------|------------|
| Etude n° 1 : Etude d'une semelle de Fondation | DE 1 | 4 points |
| Etude n° 2 : Vérification d'un poteau BA | DE 1 | 4,5 points |
| Etude n° 3 : Etude d'une Poutre continue | DE 1 | 7 points |
| Etude n° 4 : Etude de la structure métallique du préau | DE 2 | 4,5 points |

DOCUMENTS TECHNIQUES

| | |
|-----------------------|------------|
| Extraits Eurocode | DT1 à DT10 |
| Sections barres acier | DT11 |

DOCUMENTS REPONSES

| | |
|----------------------|-----|
| Semelle de fondation | DR1 |
|----------------------|-----|

PRESENTATION DU DOSSIER



Photo 1

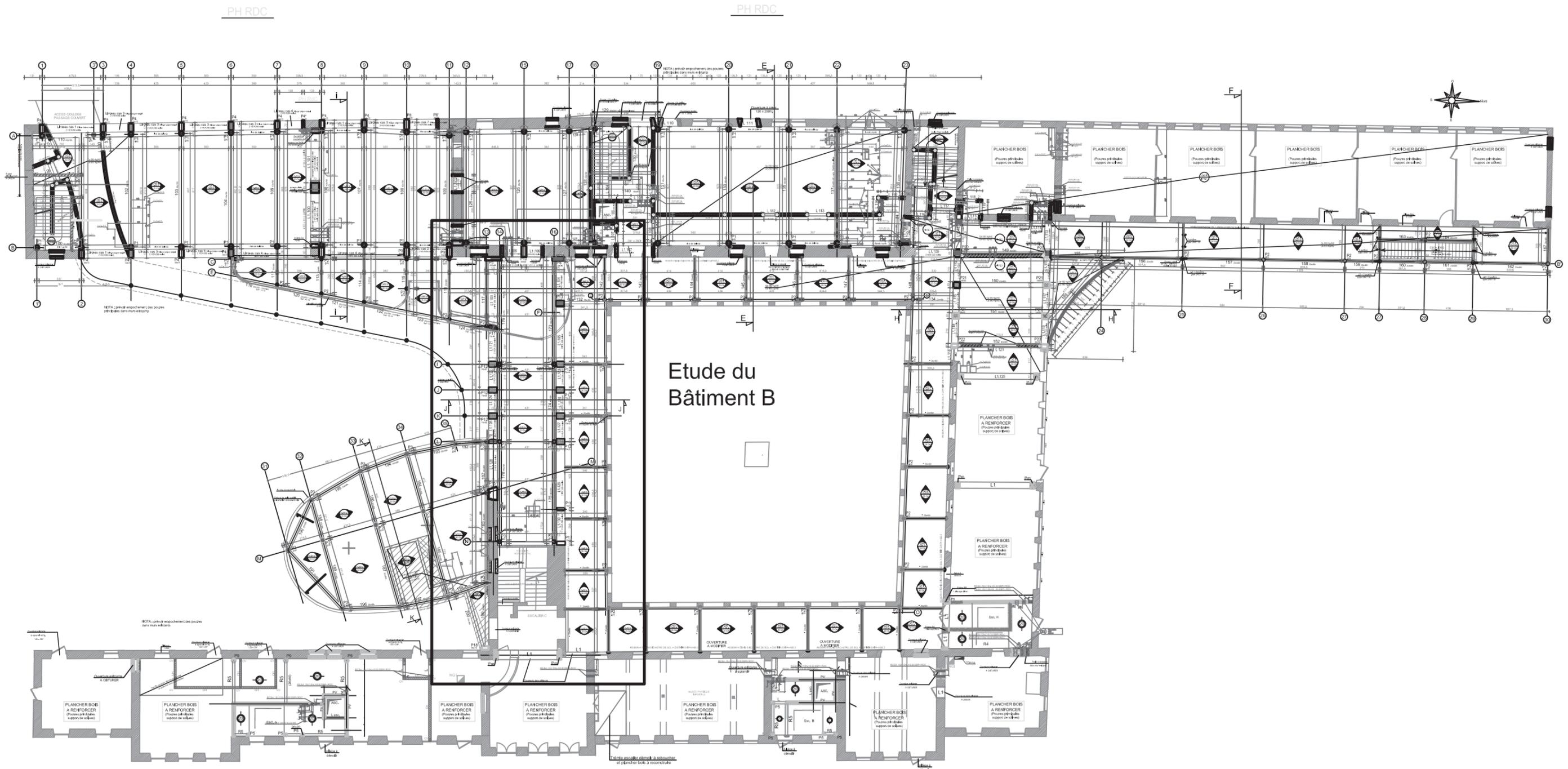


Photo 2

Photo 3



B

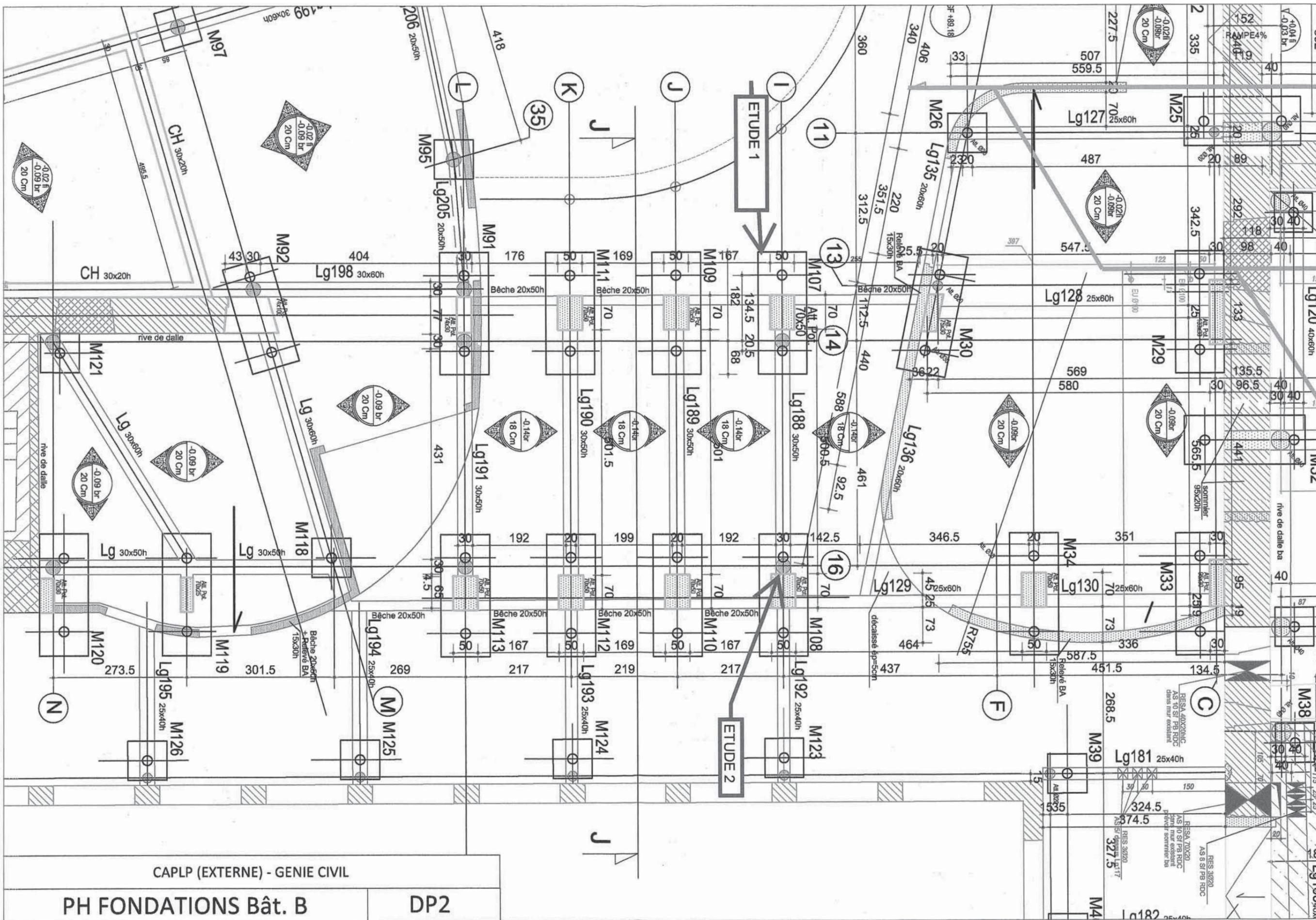


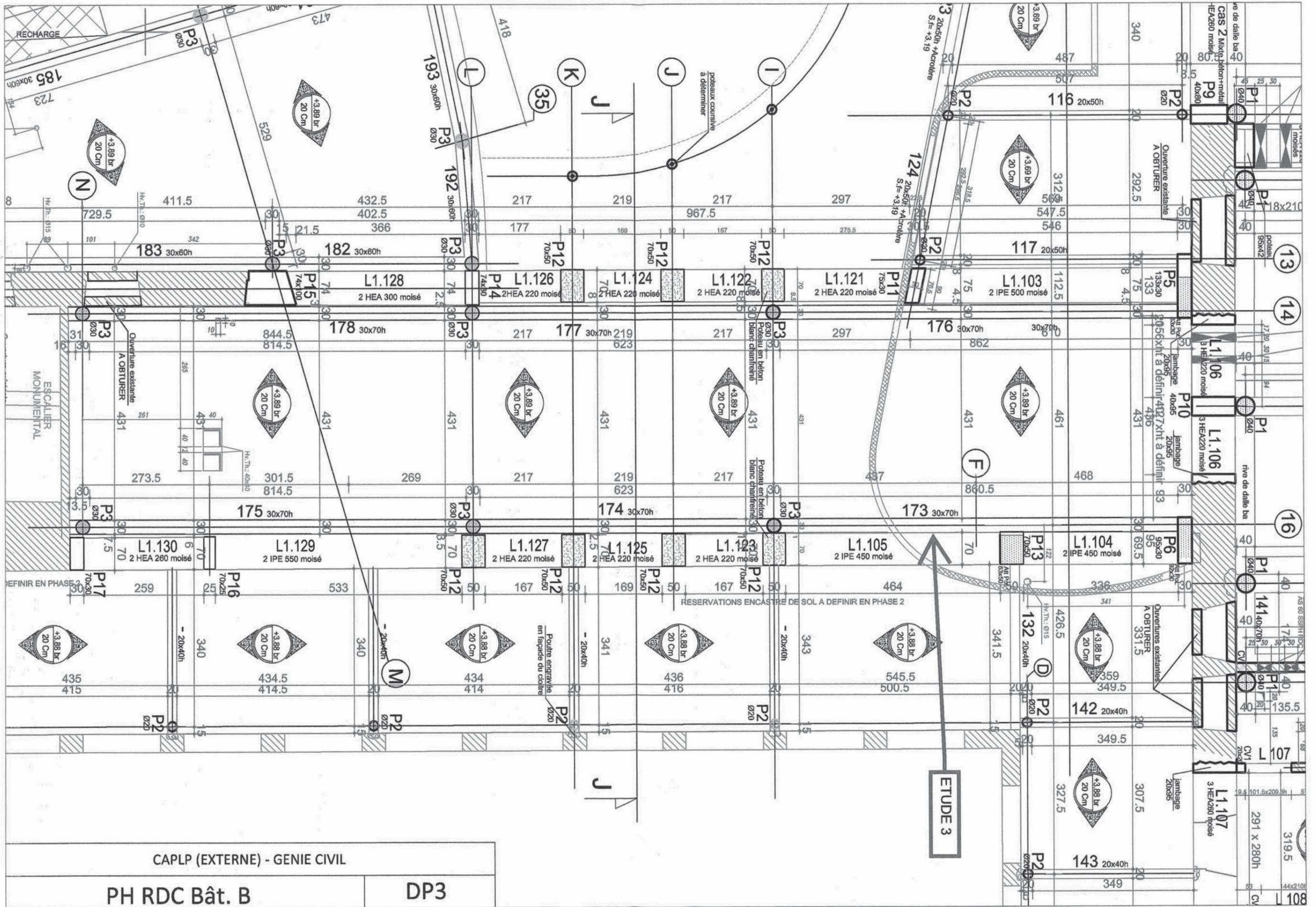
CAPLP (EXTERNE) - GENIE CIVIL

PLAN D'ENSEMBLE

DP1



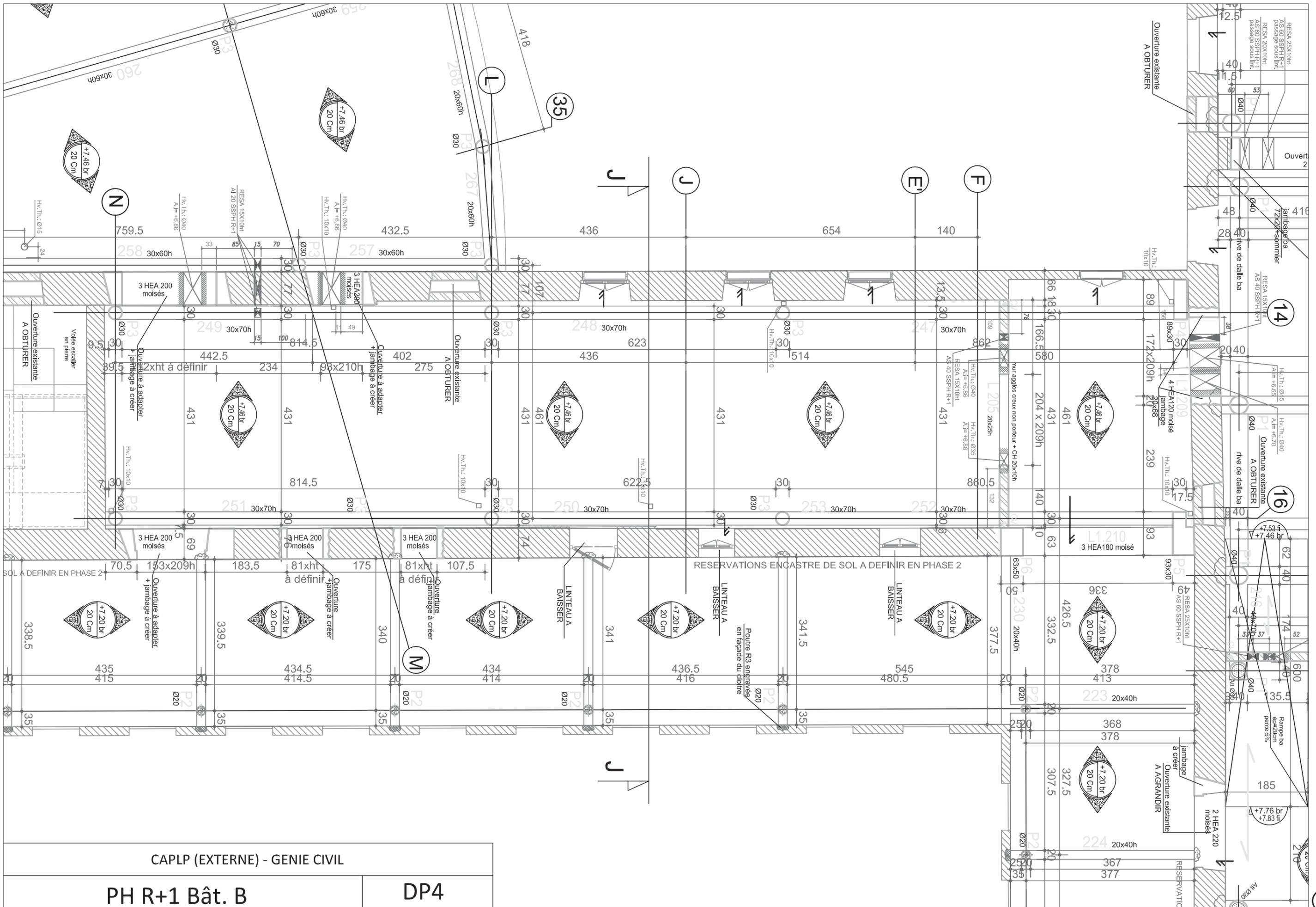




CAPLP (EXTERNE) - GENIE CIVIL

PH RDC Bât. B

DP3



CAPLP (EXTERNE) - GENIE CIVIL

PH R+1 Bât. B

DP4

F

PRESENTATION DU DOSSIER

Présentation générale :

Cette opération concerne la restructuration générale d'un lycée composé de 4 bâtiments attenants. L'ensemble des études concerne le bâtiment central repéré B.

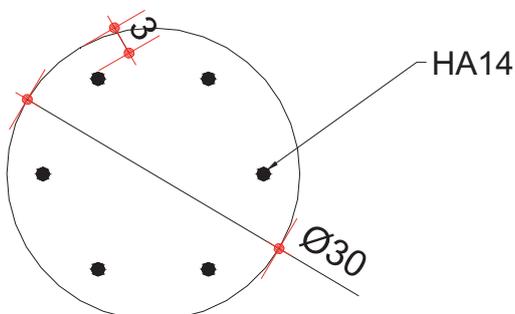
Modes constructifs pour la restructuration retenus pour l'ensemble des bâtiments :

- Seuls les murs extérieurs et les couvertures sont conservés.
- Des ouvertures complémentaires sont créées au RdC dans les murs extérieurs des bâtiments existants en réalisant des poutres mixtes (béton + profilés métalliques) et de poteaux BA.
- Les planchers bois sont démolis et remplacés par une nouvelle structure en béton armé poteaux poutres et dalles. A l'exception des fondations, la nouvelle structure intérieure est indépendante de l'ancienne. Ces points d'ancrage ne reprennent aucunes charges verticales.
- Les murs de façade sont contreventés au moyen d'engravures ponctuelles.

Les fondations de la nouvelle structure intérieure et des poteaux des ouvertures des RdC sont réalisées à l'aide de semelles de liaison et micro-pieux.

Données techniques complémentaires relatives au Bâtiment B :

- Revêtement de sol : Chape mortier + carrelage collé (épaisseur totale = 6cm) 1,32 KN/m²
- Présence de cloisons de distribution : Charge équivalente 0,4 KN/m²
- Pour tous les ouvrages en béton armé : les classes utilisées sont C35/40 pour le béton et S500 pour les aciers
- Section courante des poteaux des files 14 et 16



Pour les études 1, 2 et 3, le candidat se placera dans la situation du bureau d'étude structure béton armé.

Etude 1 : Semelle de Fondation :

1.1 Sur le DR1, compléter le schéma en donnant le nom, le rôle et la fonction mécanique des différents éléments.

1.2 Sur DR1, proposer un schéma mécanique de cette fondation à partir de l'élément repéré 6.

1.3 Variante :

La 1^{ère} solution envisagée par le bureau d'étude pour les fondations fût celle de semelles superficielles carrées recevant des poteaux de 70 x70.

En admettant que les efforts verticaux descendant (V_d) sur la semelle des files I14 sont centrés, calculer les dimensions de coffrages de cette semelle.

On donne :

-la contrainte de calcul du sol $q_d = 0,15$ MPa

-les charges descendantes sur cette fondation $G = 0,7$ MN $Q = 0,25$ MN

1.4 Pourquoi cette solution n'a-t-elle pas été retenue ?

Etude 2 : Vérification Poteau BA :

2.1 Effectuer la descente de charge du poteau I16.

Expliquer la démarche à l'aide de schémas cotés (vue en plan et en coupe).

2.2 Déterminer la capacité portante du poteau.

2.3 Le poteau a-t-il été correctement dimensionné ? Justifier votre réponse.

Etude 3 : Poutre continue sur la file 16 :

3.1 Proposer le schéma mécanique d'étude pour cette poutre et indiquer les valeurs des portées.

On néglige le porte-à-faux de 0,13m.

3.2 Proposer le cas de charge à étudier pour déterminer le Moment maximum à l'ELU au dessus du poteau I16.

3.3 Déterminer le moment maximum sur l'appui I16 en prenant comme charges $G = 20$ kN/m et $Q = 6,3$ kN/m.

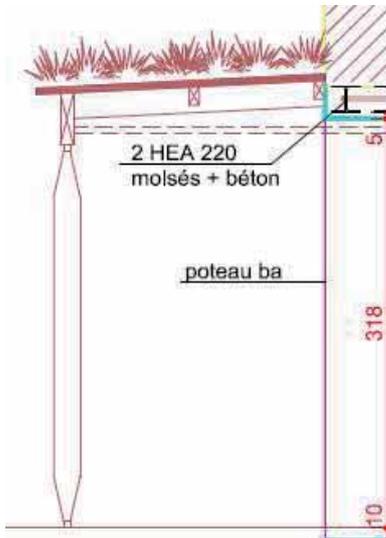
3.4 Déterminer les sections des aciers longitudinaux sur l'appui I16.

3.5 Tracer à main levée (environ échelle 1/5) une section de la poutre sur l'appui I16. Faire apparaître le choix, la position et la désignation des armatures longitudinales calculées. Tracer une disposition de principe des armatures transversales.

ETUDES

Pour l'étude 4, le candidat se placera dans la situation du bureau d'étude structure métallique.

Etude 4 : Variante pour structure métallique du préau :



Une alternative aux poteaux métalliques est envisagée à certains endroits. Elle consiste à les remplacer par des tirants.

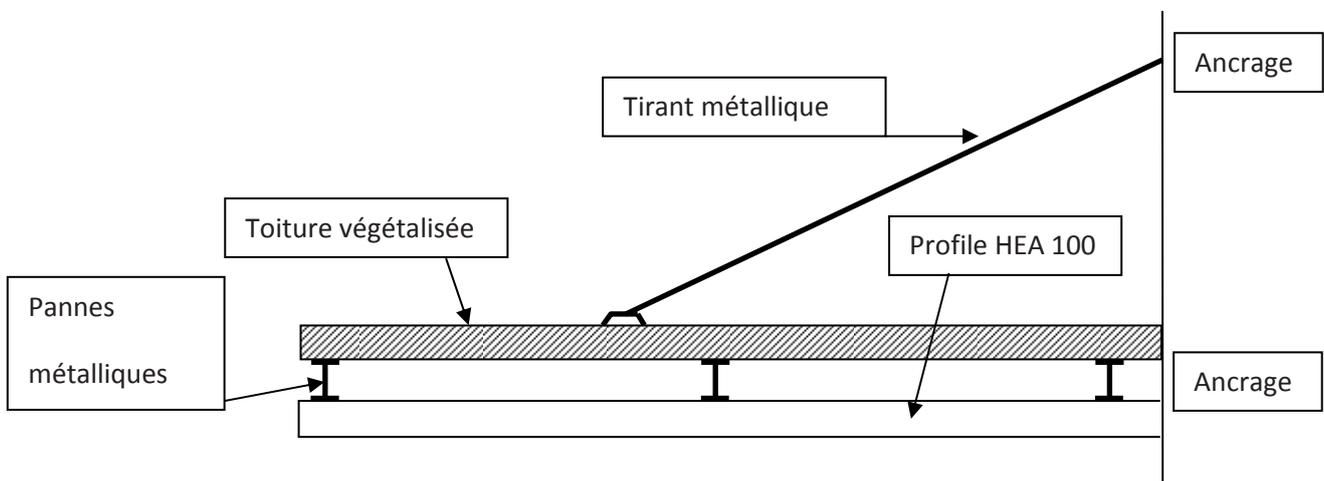
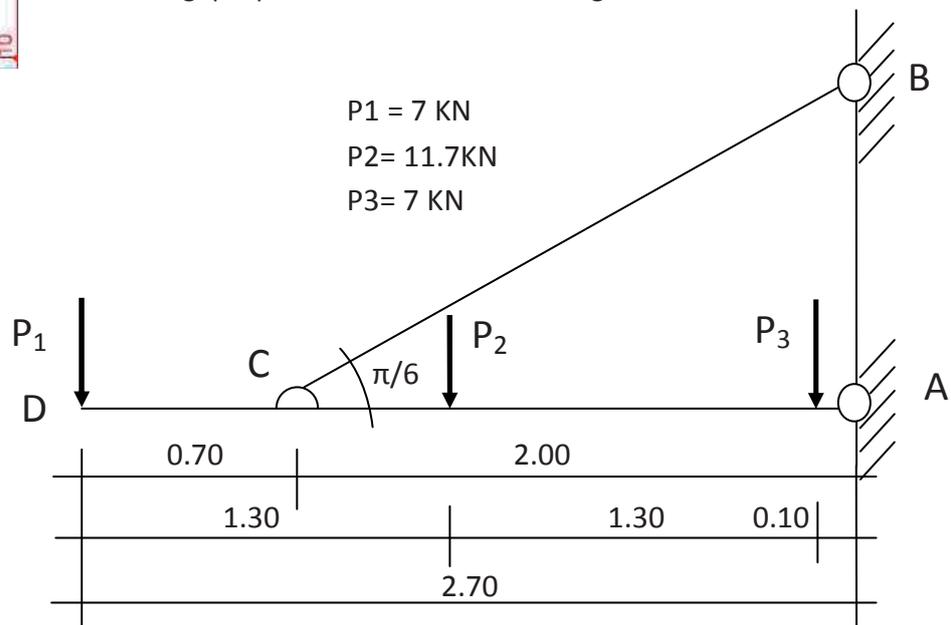
4.1 A partir du schéma mécanique proposé, calculer l'effort dans le tirant et en déduire son diamètre mini. (Acier de classe S 235, $\gamma_s = 1.15$)

4.2 Tracer les diagrammes de sollicitations internes dans la structure ABC.

4.3 Le tirant et la poutre de chaque auvent doivent être ancrés dans la façade existante en moellons de pierre.

Le montage est prévu en phase finale des travaux.

Proposer, sous forme de croquis à main levée, exploitables et légendés une solution technologique pour chacun des deux ancrages.



DOCUMENTS TECHNIQUES

13.17 Calcul des semelles filantes et rectangulaires sous charge centrée

13.17.1 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 ; si le chargement est excentré, utiliser la méthode de Meyerhof)
- La valeur de la portance de calcul du sol de fondation est notée : R_d ; (soit la contrainte de calcul : $q_d = \frac{R_d}{A'}$; la notation q_d n'existe pas dans l'EN 1997)
- Critère de résistance : $V_d \leq R_d = q_d \cdot A'$

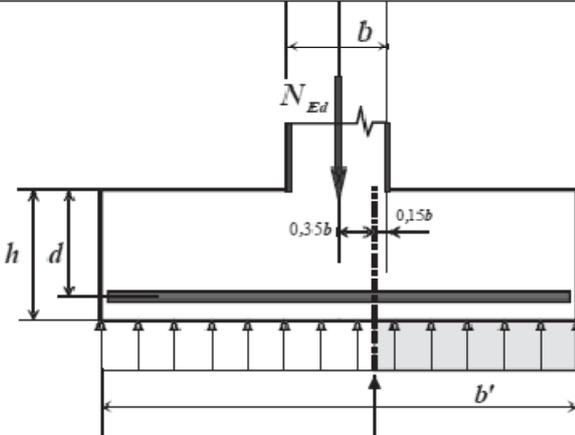
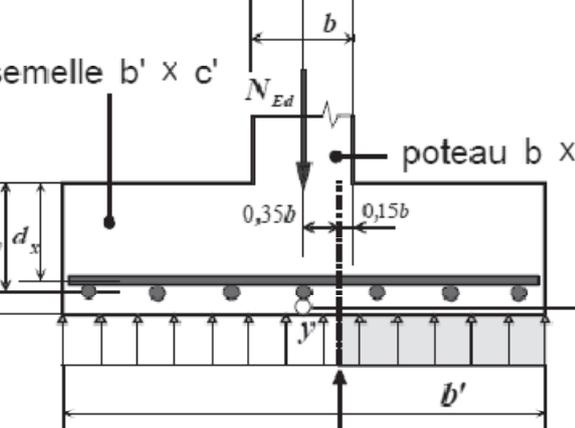
13.17.2 Dimensionnement du coffrage

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

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

On admet que lorsque les dimensions de la semelle vérifient la condition de rigidité ci-dessus le cisaillement limite de poinçonnement est implicitement vérifié (il n'y a donc pas lieu de prévoir des armatures d'effort tranchant).

13.17.3 Expression du moment réglementaire

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p style="text-align: center;">section de calcul</p> | <p>semelle filante</p> <p>L'Eurocode NF EN 1992-1-1 propose de calculer le moment dans une section située à $0,35b$ de l'axe du voile, en prenant en compte que les charges du sol sur la semelle. Pour une semelle filante sous chargement centré et pour un tronçon de 1 m de longueur le moment a pour expression:</p> $M_{Ed} = \frac{N_{Ed}}{8b'} [b' - 0,7b]^2$ |
|  <p style="text-align: center;">section de calcul</p> | <p>Semelle rectangulaire</p> $M_{Edx} = \frac{N_{Ed}}{2b'} \left[\frac{b'}{2} - 0,35b \right]^2 = \frac{N_{Ed} [b' - 0,7b]^2}{8b'}$ $M_{Edy} = \frac{N_{Ed}}{2c'} \left[\frac{c'}{2} - 0,35c \right]^2 = \frac{N_{Ed} [c' - 0,7c]^2}{8c'}$ |

DOCUMENTS TECHNIQUES

| Catégorie | Usage spécifique et exemples | | q_k kN/m ² | Q_k kN |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|
| A | Habitation, résidentiel. Exemples : Pièces des bâtiments et maisons d'habitation ; chambres et salles des hôpitaux ; chambres d'hôtels et de foyers ; cuisines et sanitaires. | Planchers | 1,5 | 2 |
| | | Escaliers | 2,5 | 2 |
| | | Balcons | 3,5 | 2 |
| B | Bureaux | | 2,5 | 4 |
| C | Lieux de réunions (à l'exception des surfaces des catégories A, B et D) | C1: Espaces équipés de tables etc... ; par exemple : écoles, cafés, restaurants, salle de réception, de banquet, de lecture. | 2,5 | 3 |
| | | C2 : Espaces équipés de sièges fixes ; par exemple : églises, théâtres, cinémas, amphithéâtres, salles de conférence, de réunion, d'attente. | 4 | 4 |
| | | C3 : Espaces ne présentant pas d'obstacles à la circulation des personnes ; par exemple : salles de musée, salles d'exposition etc. et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares | 4 | 4 |
| | | C4 : Espaces permettant des activités physiques ; par exemple : dancings, salles de gymnastique, scènes. | 5 | 7 |
| | | C5 : Espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes ; par exemple : bâtiments destinés à des événements publics tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare. | 5 | 4,5 |
| D | Commerces | D1 : Commerces de détail courants ; | 5 | 5 |
| | | D2 : Grands magasins ; | 5 | 7 |
| E | Aires de stockage | E1: Surfaces susceptibles de recevoir une accumulation de marchandises, y compris aires d'accès par exemple, aires de stockage de livres et autres documents... | 7,5 | 7 |
| | | E2 : Usages industriels ; | | |
| F | Aires de circulation et de stationnement pour véhicules légers ($PTAC \leq 30 \text{ kN}$) et nombre de places assises ≤ 8 , non compris le conducteur ; Exemples : garages, parcs de stationnement, parkings à plusieurs étages. | | 2,3 | 15 |
| G | Aires de circulation et de stationnement pour véhicules de poids moyen ($30 \text{ kN} < PTAC \leq 160 \text{ kN}$) à deux essieux, Exemples : voies d'accès, zones de livraison, zones accessibles aux véhicules de lutte incendie ($PTAC \leq 160 \text{ kN}$). | | 5 | 90 |
| H | Toitures inaccessibles sauf pour entretien et réparations | Toiture de pente inférieure à 15% recevant une étanchéité. | 0,8 | 1,5 |
| | | Autres toitures. | 0 | 1,5 |
| I | Toitures accessibles pour les usages des catégories A à D : voir catégorie A à D. | | | |
| K | Toitures accessibles pour des usages particuliers (hélistations, ...) | | | |

Évaluation des charges transmises aux porteurs horizontaux et verticaux

Les Recommandations Professionnelles proposent :

❖ Pour l'évaluation des charges transmises par les dalles sur les appuis ou poutres de bordure, on considère d'une part qu'elles sont articulées sur leurs contours (isostatiques) et d'autre part on utilise la méthode des lignes de rupture (à l'E.L.U.) pour définir les surfaces d'influence. On néglige l'effet de continuité des dalles (ou du hourdis).

On peut ensuite déterminer :

- la charge uniformément répartie équivalente / moment de flexion pour la détermination des armatures dans celles-ci.
- la charge uniformément répartie équivalente / à l'effort tranchant pour la descente de charges.

Les portées à considérer sont les portées utiles définies à l'article 5.3.2.2 (pour l'étude des dalles et le tracé des lignes de rupture)

❖ Pour l'évaluation des charges transmises par des poutrelles continues sur des poutres principales ou des porteurs verticaux.

Pour les transmissions des charges par des éléments autres que le hourdis, il faut distinguer le cas des planchers à charge d'exploitation modérée et les autres.

Les planchers sont réputés à charge d'exploitation modérée si toutes les conditions suivantes sont satisfaites :

- 1) constructions courantes définies par : $q \leq 5 \text{ KN} / \text{m}^2$ et $q \leq 2g$
- 2) Les moments quadratiques des sections droites sont les mêmes dans les différentes travées en continuité.
- 3) Les portées consécutives vérifient : $0,8 \leq L_i / L_{i-1} \leq 1,25$
- 4) La fissuration ne compromet pas la tenue du béton armé ni celle des revêtements

On constate que ce sont les 2 appuis voisins de rive qui sont majorés / modèle isostatique associé en raison de la continuité de la poutre.

Dans la transmission des charges des poutrelles aux poutres des planchers à charge d'exploitation modérée, on peut admettre la discontinuité des différents éléments (considérer les travées isostatiques en plaçant des articulations sur les appuis intermédiaires), exception faite toutefois :

- des travées de rive des poutrelles et des poutres où, sur le premier appui intermédiaire, il est tenu compte de la solidarité, soit en prenant en compte les moments de continuité adoptés, soit forfaitairement en majorant les réactions correspondant aux travées indépendantes de 15 % s'il s'agit de poutrelles à deux travées et 10% s'il s'agit de poutrelles à plus de deux travées,
- des travées de rive prolongées par une console où l'on tient compte de l'effet de console.

Dans la transmission des charges des poutrelles aux poutres des autres planchers, on doit tenir compte de la continuité des poutrelles en envisageant que les charges variables sont appliquées sur les travées de part et d'autre de la poutre principale mais sans pousser plus loin l'étude des chargements par travées alternées.

❖ - **Charges verticales transmises aux poteaux supportant des planchers :**

Les charges verticales agissant sur les poteaux peuvent être évaluées en faisant, s'il y a lieu application des lois de dégression et en admettant la discontinuité des différents éléments des planchers (hourdis, poutrelles et poutres). Toutefois les charges ainsi obtenues sont à majorer :

- de 15% pour les poteaux centraux dans le cas de poutres à deux travées,
- de 10% pour les poteaux intermédiaires voisins des poteaux de rive dans le cas de poutres à plus de deux travées, les charges évaluées pour les poteaux de rive, dans l'hypothèse de la discontinuité, n'étant pas réduites.

Dans le cas d'éléments de rive prolongés par des parties en porte à faux, il est tenu compte de l'effet de console dans l'évaluation des charges transmises aux poteaux, en admettant la discontinuité des travées au droit des poteaux voisins des poteaux de rive.

COMPRESSION SIMPLE - LES POTEAUX -

13.16.2.3 Capacité portante : Formule du type :
$$N_{Rd} = \alpha k_h k_s A_c \left[f_{cd} + \rho f_{yd} \right]$$

ℓ_0 = longueur efficace (ou de flambement) sera prise égale à la longueur libre l du poteau ;

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{f_{ck}}{1,5} \quad ; \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{f_{yk}}{1,15} \quad ;$$

A_s = section totale des aciers situés à la distance d' des parois ;

$$\delta = \frac{d'}{b} \quad \text{« enrobage » relatif ;}$$

A_c aire de la section droite du béton ;

| | | |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Dimensions de la section droite | h = largeur du poteau rectangulaire b = épaisseur du poteau rectangulaire dans le sens du flambement, b dimension du poteau parallèle au plan contenant la ligne moyenne déformée du poteau (aussi appelée plan de flambement) | D = diamètre de la section circulaire |
| élancement | $\lambda = \frac{\ell_0 \sqrt{12}}{b}$ dans le sens du flambement | $\lambda = \frac{4\ell_0}{D}$ |
| % d'acier total | $\rho = \frac{A_s}{A_c} = \frac{A_s}{bh}$ | $\rho = \frac{A_s}{A_c} = \frac{A_s}{\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)}$ |

Section rectangulaire

$$N_{Rd} = k_h k_s \alpha \left[bh f_{cd} + A_s f_{yd} \right]$$

$$\alpha = \frac{0,86}{1 + \left(\frac{\lambda}{62}\right)^2} \quad \text{si } \lambda \leq 60$$

$$\alpha = \left(\frac{32}{\lambda}\right)^{1,3} \quad \text{si } 60 < \lambda \leq 120$$

$$k_h = [0,75 + 0,5b^{(m)}] [1 - 6\rho\delta] \quad \text{pour } b < 0,500m$$

sinon $k_h = 1$

$$k_s = 1,6 - 0,6 \frac{f_{yk}}{500} \quad \text{pour } f_{yk} > 500MPa \text{ et } \lambda > 40$$

sinon $k_s = 1$

Remarque. Pour $b < 0,500m$, si l'on ne connaît pas les valeurs de ρ et δ , on peut prendre, pour les sections rectangulaires à titre conservatoire :

$$[1 - 6\rho\delta] = 0,95$$

Ou bien

Les Recommandations Professionnelles proposent $k_h = 0,93$.

Section circulaire

$$N_{Rd} = k_h k_s \alpha \left[\frac{\pi D^2}{4} f_{cd} + A_s f_{yd} \right]$$

$$\alpha = \frac{0,84}{1 + \left(\frac{\lambda}{52}\right)^2} \quad \text{si } \lambda \leq 60$$

$$\alpha = \left(\frac{27}{\lambda}\right)^{1,24} \quad \text{si } 60 < \lambda \leq 120$$

$$k_h = [0,7 + 0,5D^{(m)}] [1 - 8\rho\delta] \quad \text{pour } D < 0,600m$$

sinon $k_h = 1$

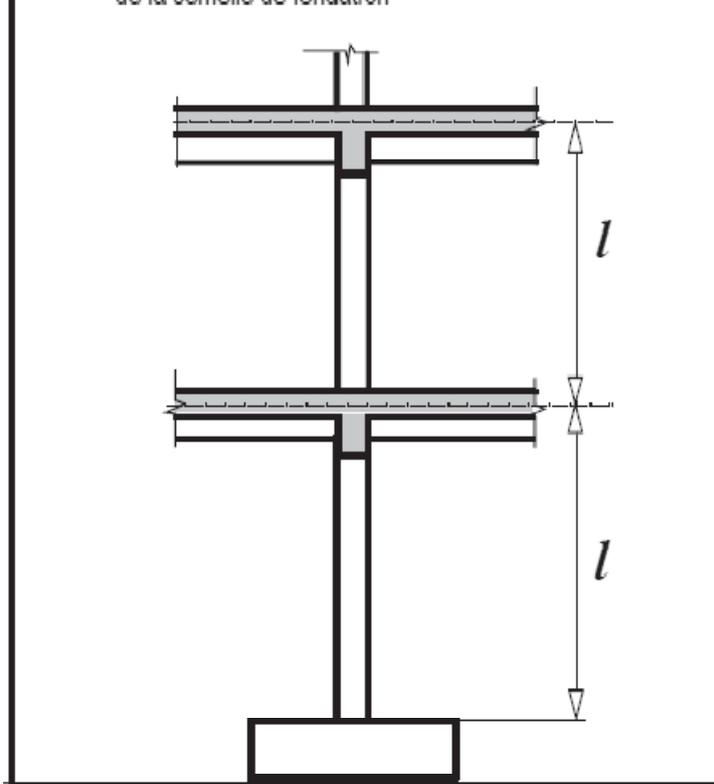
$$k_s = 1,6 - 0,65 \frac{f_{yk}}{500} \quad \text{pour } f_{yk} > 500MPa \text{ et } \lambda > 30$$

sinon $k_s = 1$

détermination simplifiée de la hauteur libre l

Pour les éléments comprimés armés, la position des liaisons d'extrémité n'étant pas clairement définie par une figure sur l'Eurocode 2, différentes interprétations sont envisageables. On pourrait par exemple considérer la plus sécuritaire.

- distance entre plan moyen des dalles
- distance entre plan moyen de la dalle et arase supérieure de la semelle de fondation



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

Différents cas sont envisagés :

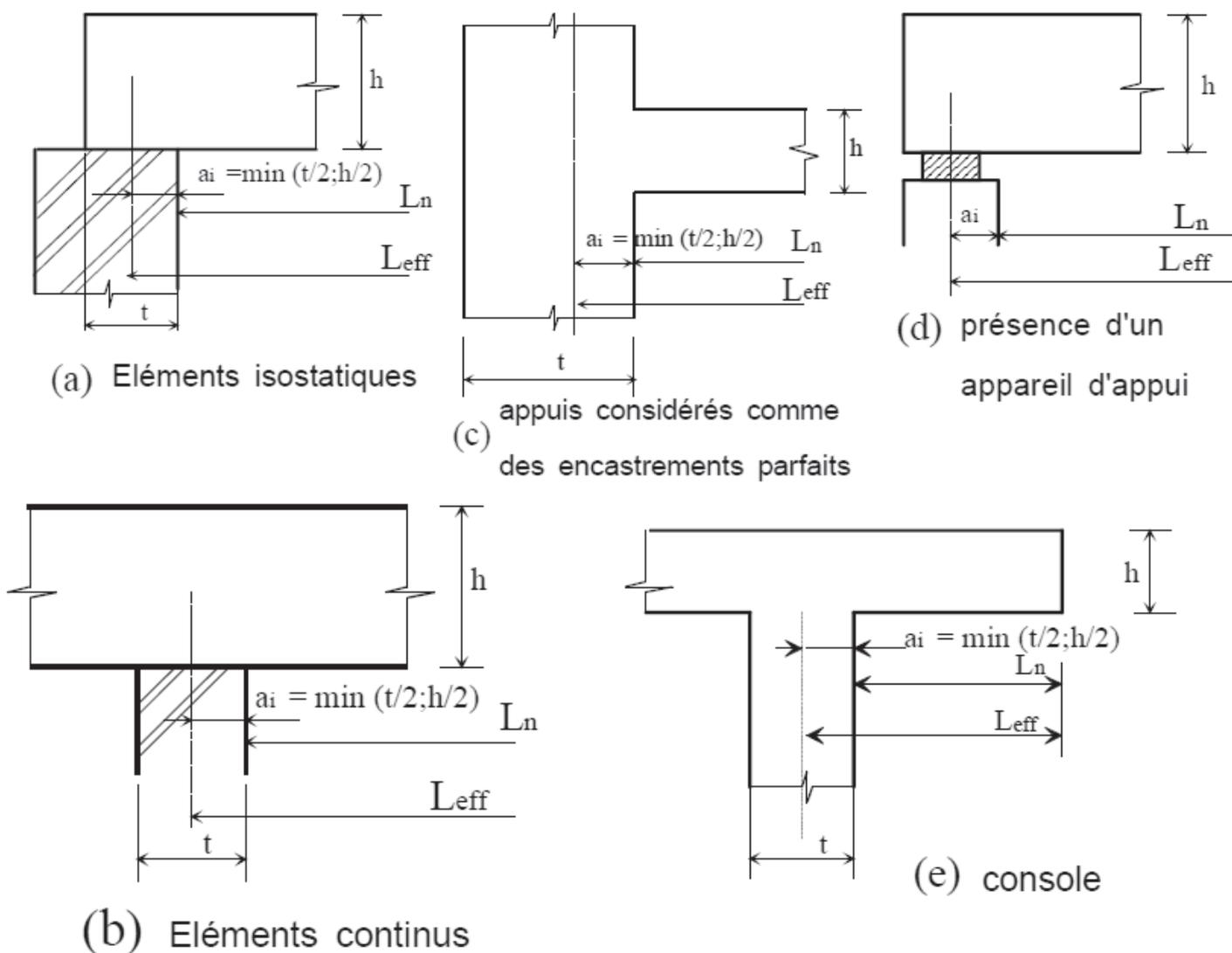
- éléments isostatiques
- éléments continus
- Appuis considérés comme des encastremements parfaits
- Présence d'un appareil d'appui
- Console

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.

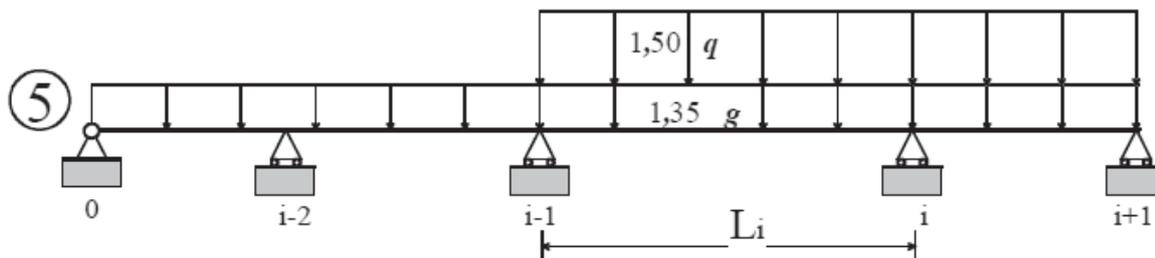
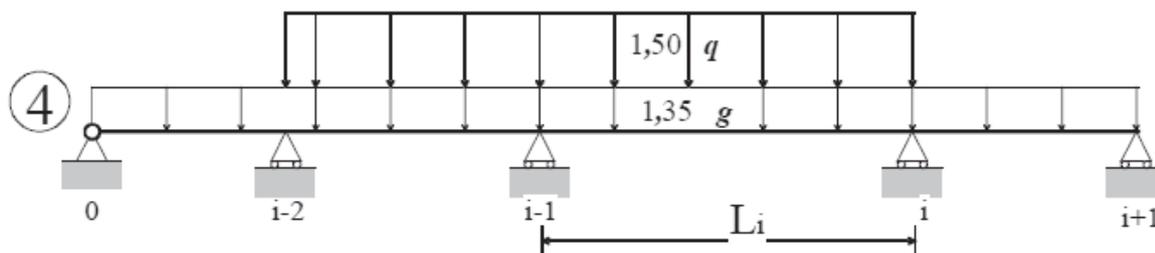
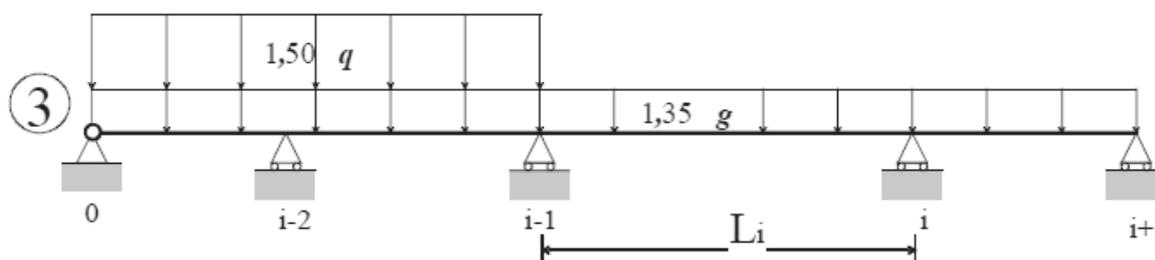
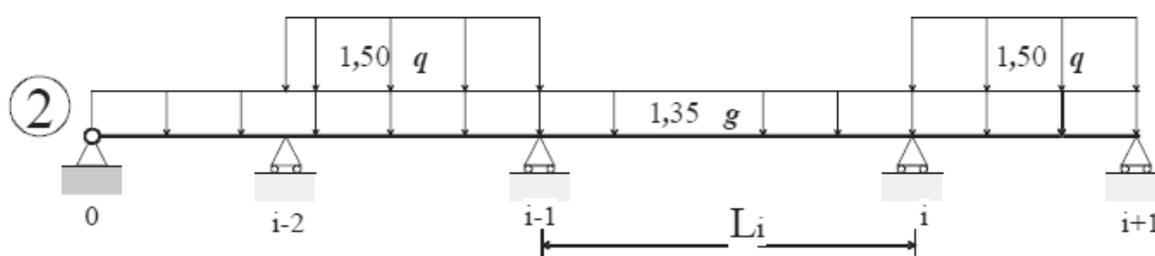
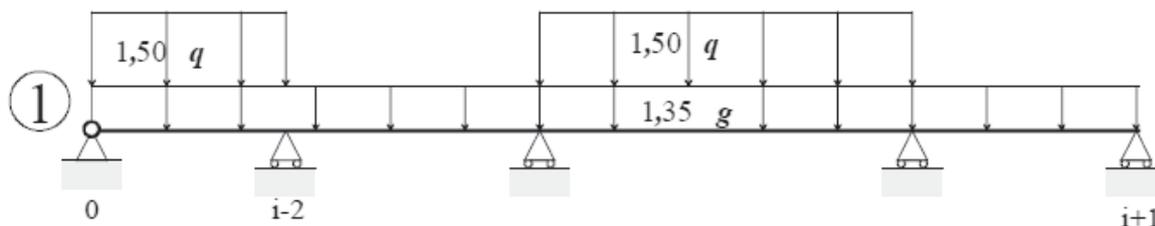
Les valeurs a_1 et a_2 à chaque extrémité de la portée, peuvent être déterminées à partir des valeurs correspondantes a_i de la figure 5.4.

Figure 5.4 : Détermination de la portée de calcul L_{eff} d'après l'expression 2.15, pour différents cas d'appuis.



CAS DE CHARGEMENT

D'après l'article 5.1.3, les cas de chargement à l'E.L.U. à envisager pour l'étude des poutres continues sont : les cas 3, 4, 5 sont des cas de chargement simplifiés permettant d'obtenir les moments et efforts tranchants maximums aux appuis.



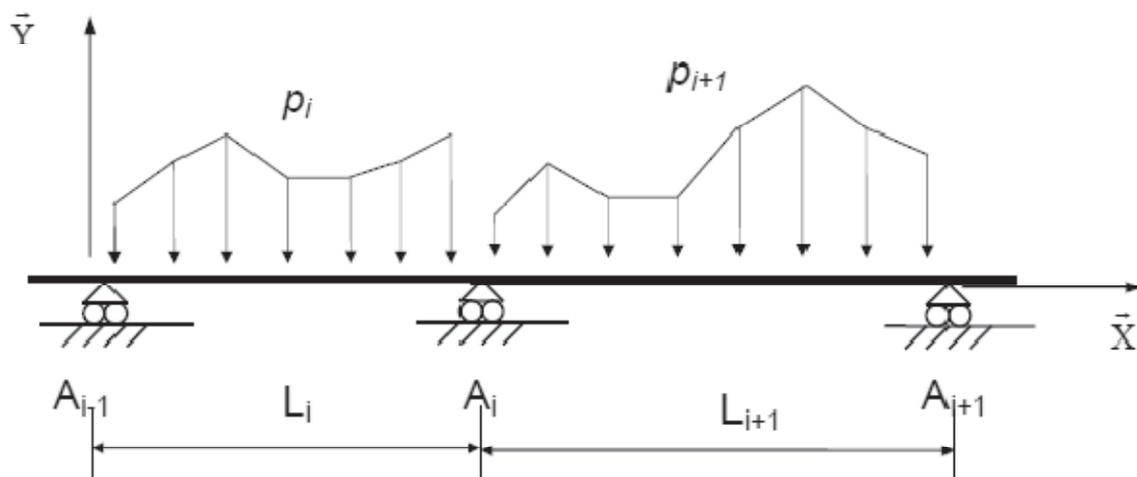
Pour 2 travées les 3 premiers cas de chargement
 Pour 3 travées les 4 premiers cas de chargement
 Pour 4 travées les 5 premiers cas de chargement

.....
 Pour n travées $n + 1$ cas de chargement

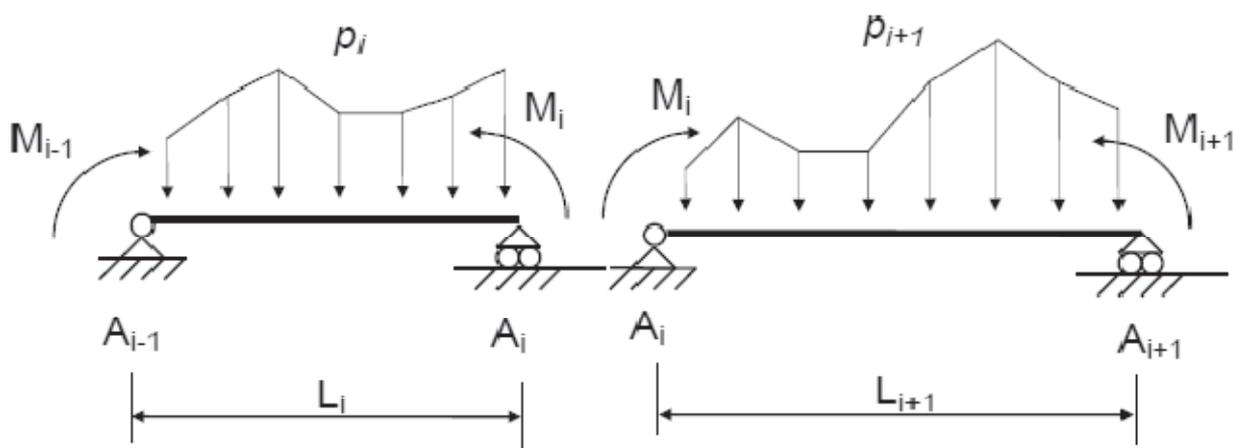
Théorème des 3 moments (formule de Clapeyron)

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

(S)

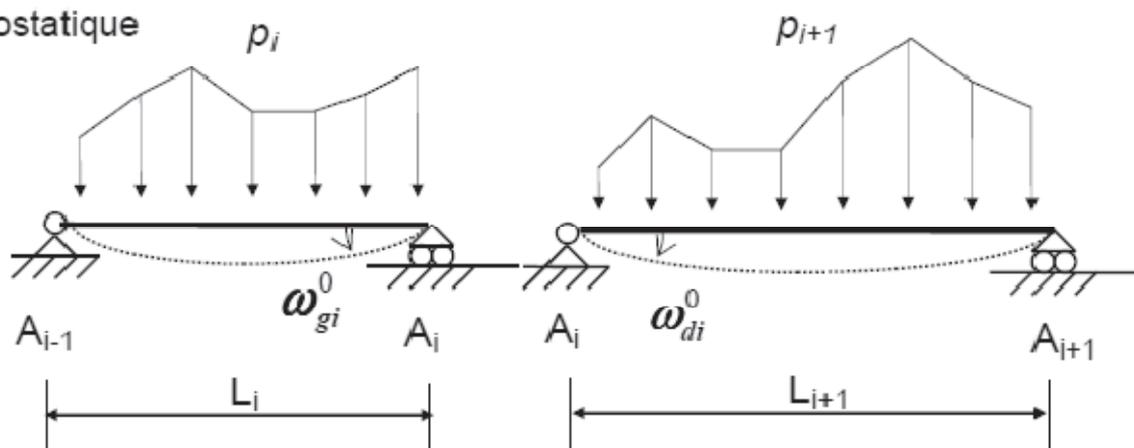


(S)



Système isostatique associé

(S⁰)



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

13.8 Les poutres

13.8.1 ANALYSE STRUCTURALE, méthodes de calcul permettant de déterminer la distribution des sollicitations (moment de flexion, effort tranchant) ainsi que des déplacements.

13.8.1.1 Analyse élastique linéaire

Le calcul des éléments (poutres, dalles,...) aux E.L.S. ou aux E.L.U. peut être effectué avec les méthodes classiques du calcul des structures (matériau élastique linéaire).

- ❖ Pour les poutres continues, on peut utiliser par exemple le théorème de Clapeyron (formule ou théorème des 3 moments).
- ❖ Pour les portiques on utilise la méthode des forces (dite aussi des coupures) ou la méthode des déplacements.
- ❖ Utilisation de formulaires usuels de R.D.M.

On adopte les hypothèses suivantes : 5.4(2)

- ❖ Relations contraintes-déformations linéaires
- ❖ Sections non fissurées : I , en considérant pour simplifier uniquement la section de béton

résultant des plans de coffrage soit pour une section rectangulaire $\frac{b_w h^3}{12}$.

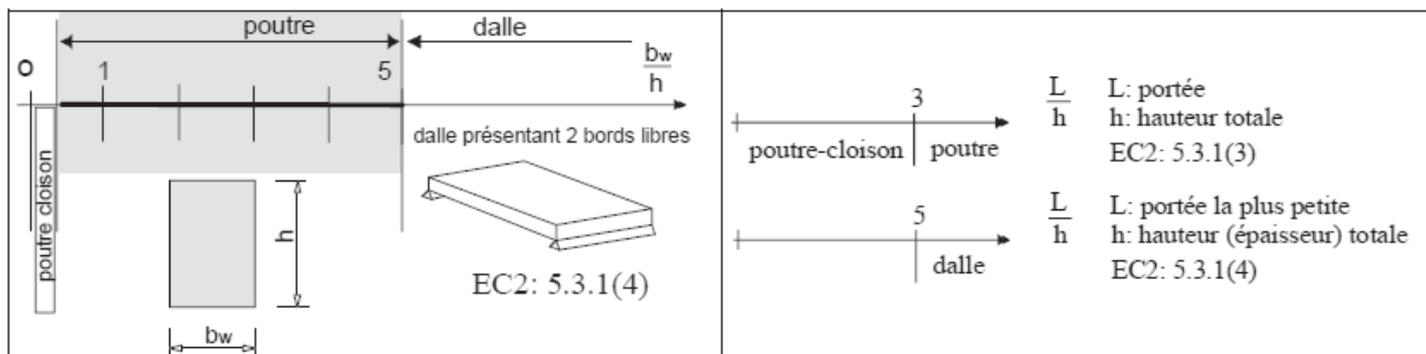
- ❖ Module d'élasticité E , on peut adopter pour simplifier une valeur moyenne : $E = E_{cm}$

Pour la détermination approchée de la flèche pour les poutres et dalles : $E = \frac{E_{cm}}{2}$.

Les dalles et poutres continues peuvent généralement être analysées en considérant qu'elles reposent sur des appuis simples.

Toutes les méthodes d'analyse doivent vérifier les conditions d'équilibre.

13.8.1.2 Modélisation



Pour les éléments porteurs horizontaux b.a. suivants :

- poutres continues ;
- dalles pleines continues ($\rho \leq 0,5$) ainsi que les dalles confectionnées à partir de prédalles ;

qui portent dans un sens.

Dans le cadre d'une détermination manuelle, on utilisera une analyse élastique linéaire : le Théorème des 3 moments (théorème de Clapeyron) est tout indiqué pour déterminer les moments de flexion sur appuis de poutres continues.

13.10 Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire :

Données
 Classe structurale : S4
 Environnement : Classe d'exposition X..
 b_w ; h
 béton C../.. f_{ck}
 acier B500 classe B $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 diagramme élasto-plastique parfait
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$
 $p_u = 1,35g + 1,5q \text{ kN / m}$
 moment de flexion ELU $M_{Ed} = M_u$

$d \leq 0,9h$
 $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$

$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10mm\}$
 Enrobage nominal : $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

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

Decision diamond: $\mu_u \leq 0,3717$
 Oui (right side)
 NON (down side)

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

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

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

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

Les armatures comprimées sont conseillées, car les aciers seraient mal utilisés. Si les armatures comprimées sont prises en compte, elles seront alors maintenues par des armatures transversales : $s \leq 15\phi$.

9.2.1.2 (3)

Sections minimale et maximale d'armatures longitudinales tendues :
 Clause 9.2.1.1
 $A_{s1} > A_{s,min} = \max\left[0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_w d ; 0,0013 b_w d\right]$
 $A_{s1} < 0,04 A_c$ avec A_c aire de la section droite de béton

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.

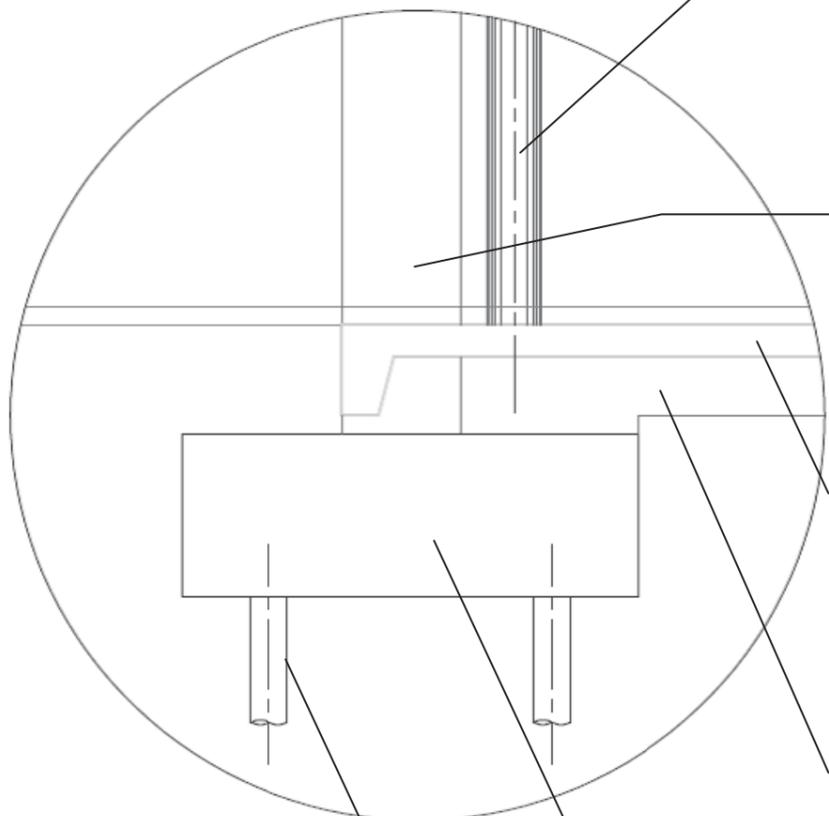


DOCUMENTS TECHNIQUES

Aciers en barres

| Diamètre | Poids | Périmètre | Section pour N barres en cm ² | | | | | | | | | |
|----------|-------|-----------|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| mm | kg/m | cm | | | | | | | | | | |
| 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 | 2,468 | 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 |

- Fondation files I14 -



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

