##### BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR BÂTIMENT

Épreuve E4 – Étude technique

**Attention !**

**Ce fichier est reconstruit à partir du fichier pdf, les documents susceptibles de contenir des notations ou écritures particulières (documents techniques) risquent de ne pas être conformes à l’original.**

Sous - épreuve E41 Dimensionnement et vérification d’ouvrages

**SESSION 2019**

**Durée : 4 heures Coefficient : 2**

**Matériel autorisé : l’usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.**

« Le document réponse (page 18/18), même vierge, doit être rendu avec la copie. »

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu’il est complet. Ce sujet comporte 18 pages numérotées de 1/18 à 18/18.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | Code : **BTE4DVO** | Page **1** sur **18** |

*Dossier sujet :*

***Contenu du dossier***

***Présentation de l’ouvrage***

***Projet : ENTREPÔT DU VILPION***

Pages 2 & 3 : Présentation de l’ouvrage.

Page 3 & 4 : Caractéristiques des matériaux utilisés sur l’ouvrage. et charges surfaciques.

Pages 4 à 6 : Travail demandé.

###### Dossier de plans :

Page 7 : DT 1 - Plan de masse.

Page 8 : DT 2 - Plans partiels du R.d.C et du 1er niveau. Page 9 : DT 3 - Coupes 5-5 et 7-7.

Page 10 : DT 4 - Vue en plan et en 3D de la charpente.

Page 11 : DT 5 - Coupe A-A sur charpente ; détail acrotère; portique file 8. Page 12 : DT 6 - Plan de coffrage partiel du plancher haut du R.d.C.

###### Dossier annexes et formulaires :

Page 13 : DT 7 - Tableau d’IPE - Intégrales de Mohr.

Page 14 : DT 8 - Théorème de Muller-Breslau - Vérification de profilé métallique. Page 15 : DT 9 - Portées utiles - Théorème des trois moments.

Page 16 : DT 10 - Organigrammes : Calculs aciers longitudinaux et d’effort tranchant.

Page 17 : DT 11 - Organigramme du calcul des poteaux - Méthode des forces -Tableau d’aciers.

Page 18 : DR - Document Réponse.

***Barème***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ÉTUDE 1 | Vérification d’une panne courante en IPE 140 | 4 points |  |
| ÉTUDE 2 | Étude du porte-à-faux de l’Empannon | 4 points |  |
| ÉTUDE 3 | Étude de la poutre B.A. continue file 8 | 6,5 points |  |
| ÉTUDE 4 | Étude du poteau soutenant la poutre en B’ | 2 points |  |
| ÉTUDE 5 | Étude du portique de contreventement situé file 8’ | 3,5 points |  |

Zone d’étude de la charpente

Zone d’étude Béton

**Descriptif sommaire de la construction :**

Construction comprenant au sein du même bâtiment, une zone de stockage (entrepôt), et une zone de bureaux.

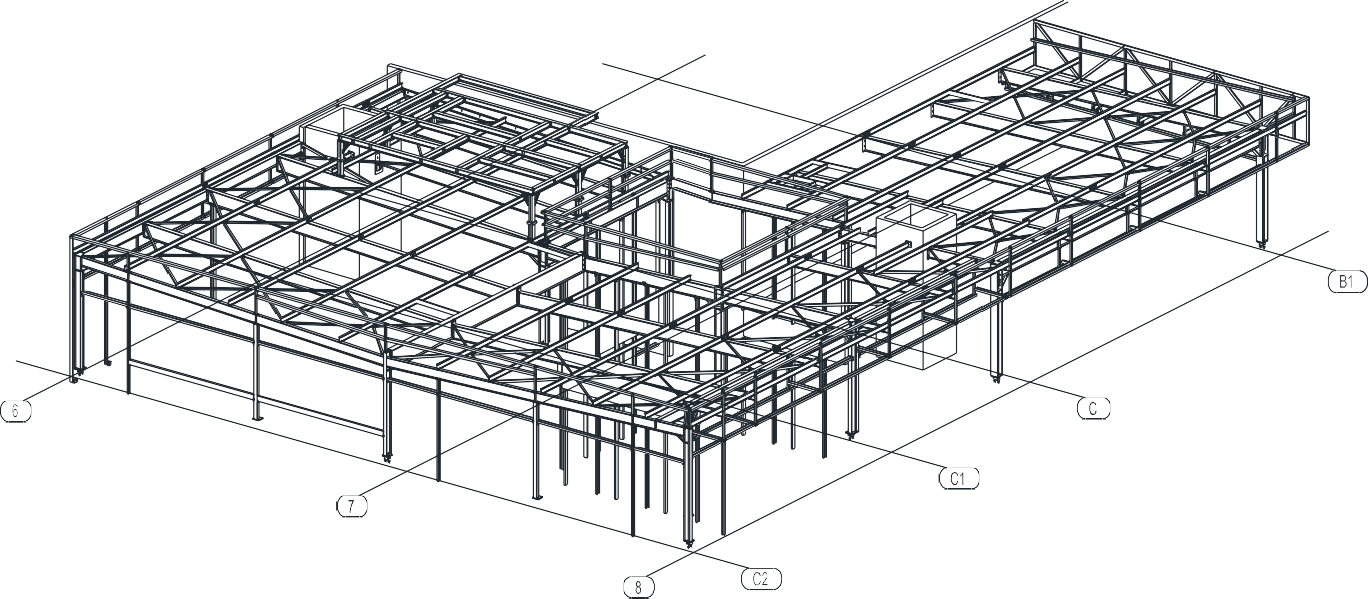
La partie de stockage ne comprend qu’un niveau de structure métallique excepté les pannes qui sont en béton précontraint.

Notre étude portera sur la zone de bureau, composée d’une structure B.A. en R.d.C. et d’une structure métallique au dernier niveau (R+1).

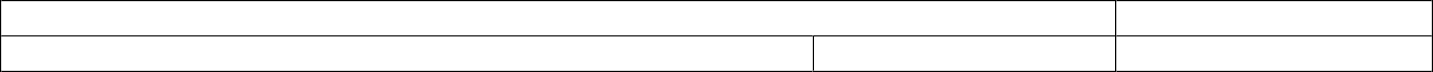
**Charpente couverture :**

Couverture composée de bacs acier supportant une étanchéité et une isolation thermique. Faux plafond du type Ecophon en sous-face.

La charpente métallique est composée de pannes IPE 140 reposant sur des empannons en IPE 400, s’appuyant eux-mêmes sur un mur B.A. d’un côté et sur une poutre IPE 450 de l’autre, suivant le plan de toiture : (*DT4 ; DT5)****.***





**BTS BÂTIMENT SESSION 2019**

**E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages Code : **BTE4DVO** Page **2** sur **18**

Fondations :

Composition des fondations semi-profondes :

* Massifs en gros béton,
* Semelles B.A. (Béton Armé) de 40 cm d’épaisseur sur massifs,
* Longrines et poutres voiles en béton armé coulées en place en deux phases reposant sur les semelles B.A.

Éléments verticaux béton :

* Murs de séparation entrepôt - bureau en B.A. (Béton Armé) de 20 cm d’épaisseur.
* Poteaux B.A.
* Cloisons de 7,5 cm et de 10 cm d’épaisseur à haute performance acoustique.

Éléments horizontaux béton :

* Plancher en dalles alvéolées CF 1 h du type DSL (haut R.d.C. des bureaux).
* Dallage (bas du R.D.C.).

**Données complémentaires :**

La pente de 3,1 % de la couverture sera négligée pour l’étude mécanique. Béton armé (classe structurale S4 pour tous les éléments B.A. étudiés) :

**Charges :**

Charpente :

* Poids de la couverture : 0,35 kN/m2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * Poids du flocage en isolation : | 0,35 | kN/m2 |
| * Poids du faux plafond type Écophon accroché aux pannes : | 0,2 | kN/m2 |
| * Poids des charges suspendues à la charpente (charges permanentes) : | 0,06 | kN/m2 |
| * Charge climatique due à la neige (Région A1 Altitude ≤200 m) : | 0,35 | kN/m2 |
| * Vent horizontal sur façade et pignon (zone 2 ; *ks*=1) : | 0,60 | kN/m2 |
| * Charge d’entretien (sur toute la surface du toit : pour simplifier) : | 1 | kN/m2 |

Structure en béton armé (B.A.) :

* Poids volumique du béton armé : 25 kN/m3

Pièces intérieures :

* Faux plafond type Écophon en haut de chaque niveau : 0,2 kN/m2
* Résine époxy de sol type Soloplast coloris gris clair : 0,1 kN/m2
* Charges d’exploitation pour bureau, cuisine et circulation : 2,5 kN/m2
* Cloisons légères de distribution (sur l’ensemble des dalles intérieures)

 Charge d’exploitation supplémentaire /m2 de plancher : 0,5 kN/ m2

Béton : Classe de résistance C 30/37 *f*ck = 30 MPa

*f*ctm = 2,9 MPa

Classe d’exposition XC4 pour tous les éléments B.A étudiés.



 *cd*

*f*





 *fck* 

1,5 



*f yk* 

Toiture terrasse accessible :

* Étanchéité + isolation : 0,15 kN/m2
* Dalle sur plots : 1,5 kN/m2
* Charges d’exploitation : 3,5 kN/m2

Armature pour B.A. B500 classe B *fyk* = 500 MPa

Acier de charpente S 235 classe 1 *fy* = 235 MPa

****** M0 = 1

E = 2,1 105 MPa (Pour tout type d’acier de construction métallique)

 *f yd*



 

1,15 

Toiture terrasse végétalisée :

* + Étanchéité + isolation + complexe drainant : 0,50 kN/m2
  + Végétalisation type Sopranature : 2 kN/m2
  + Charges d’exploitation : 1,5 kN/m2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | Code : **BTE4DVO** | Page **3** sur **18** |

L’étude du cas de charge correspondant à la flèche maximale dans la travée 1-2 donne la valeur du moment sur l’appui 2 : Mser2 = - 6,2 kN.m.

**TRAVAIL DEMANDÉ**

Pour simplifier l’étude on adopte la décomposition suivante du schéma mécanique initial en deux systèmes isostatiques, comme indiqué ci-dessous :

***ÉTUDE 1* –** *Vérification d’une panne courante en IPE 140 (voir : DT2 ; DT4 ; DT5 ; DT7 et DT8).*

Cette étude a pour but de vérifier que les pannes, IPE 140 choisies par le bureau d’études structure (B.E.T.), respectent la condition de flèche maximale.

**Charges à prendre en compte pour cette étude : voir page 3/18 + poids propre de la panne.**

***Q1 :*** Après avoir déterminé à l’aide du plan de charpente *(DT4 ; DT5)*, la surface de toiture reprise par un mètre de panne, déterminer les valeurs des charges à prendre en compte pour le calcul d’une panne, soit :

pser = 4,2 kN/m



1

4,075

2

+ pser = 4,2 kN/m



1

4,075

2



1

4,075

2

6,2 kN.m

g (permanente) en kN/m, s (neige) en kN/m, q (entretien) en kN/m.

La suite de l’étude sera menée en ne prenant en compte que g et q.

On donne le schéma mécanique ci-dessous, dont l’objectif est de déterminer la flèche maximale de la travée 1-2.

***Q4 :*** Tracer les diagrammes de M(x) pour chacun des deux systèmes isostatiques. Préciser toutes les valeurs particulières.

***Q5 :*** A l’aide du principe de superposition de cas de charges et du théorème de Muller-Breslau, déterminer la flèche au milieu de la travée 1-2 (très proche de la flèche maximale).

***Q6 :*** Le maître d’œuvre ayant fixé la flèche maximale autorisée à L/200, conclure.

g = 2,1 kN/m q = 2,1 kN/m



4,075

1,795

1

2

3

44

4,175

Nota Bene : L’appui 3 est sur la file B1

***ÉTUDE 2* –** *Étude du porte à faux de l’Empannon (voir : DT4 ; DT5 ; DT7 ; DT8)*

***Q2 :*** Établir les cas de charges (aux ELS) permettant de calculer:

***a/*** La flèche maximale dans la travée 2-3

***b/*** La flèche maximale dans la travée 1-2

***Q3 :*** En visualisant le détail de liaison entre les deux pannes sur l’appui 1, justifier la modélisation de cette liaison adoptée par le projeteur. En d’autres termes, pourquoi n’a-t-il pas tenu compte de la continuité avec la panne suivante ?

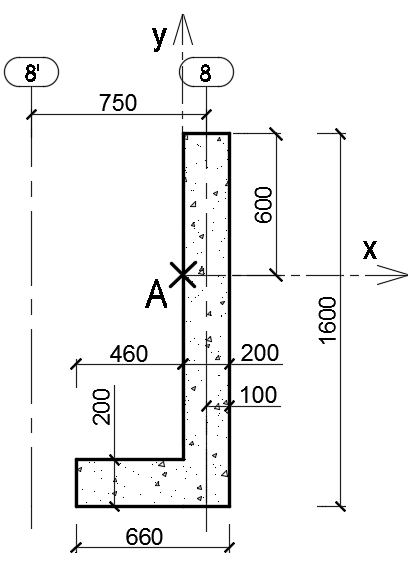
Détail sur appui 1

L’empannon repéré (Étude 2 sur le DT4 et DT5) se ″prolonge″ par une partie en porte à faux (IPE

160 entre les files 8 et 8’) permettant d’y accrocher en A l’acrotère en béton armé prévu par l’architecte.

Les liaisons en A et O sont assimilées à des encastrements.

Cette étude a pour objectif de justifier le type de liaison choisi par le projeteur et de vérifier que l’IPE 160 est capable de résister aux différents efforts qu’il doit supporter, notamment à ceux engendrés en A par l’acrotère.

***Q7 :*** Démontrer que la positon du C.d.G (noté G) de l’acrotère se situe à 2,63 cm à droite de A et 35,63 cm sous A

Soit : XG = 2,63 cm et YG = - 35,63 cm (repère A, x, y)

***Q8 :*** Que se passerait il si la liaison A était une articulation ?

Justifier la réponse par un schéma sur votre copie en repérant les points A et G.

***Q9 :*** Donner la charge P non pondérée (kN) correspondant au poids propre de l’acrotère que doit supporter l’empannon en A.

**Cotation en mm**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | Code : **BTE4DVO** | Page **4** sur **18** |

On considère désormais le schéma mécanique suivant, sous la combinaison d’actions la plus défavorable de l’IPE 160 en console :

***Q15 :*** Justifier toutes les portées utiles.

On donne le schéma mécanique suivant permettant de déterminer le moment maximal dans la travée de rive B’ A’



O

**550**

**F1** (10,5 kN)

**MA** (3,2 kN.m)

**W (**7,65 kN)



pu1 = 94 kN/m

pu2 = 63,5kN/m

pu3 = 90 kN/m

**2,000**

**5,665**

**7,090**

**C B1 B’ A’**

**P** (57 kN)

Cotation en mm

**750**

**650**

8’ 8

***Q16 :*** En admettant que MB1 = - 46,4 kN.m, calculer à l’aide du théorème des trois moments la valeur du moment sur l’appui B’.

***Q10 :*** Déterminer les actions mécaniques de liaisons en O.

***Q11 :*** Reporter ces actions sur le schéma mécanique du document réponse **DR (page 18/18)**.

On donne :

*p*

**1 2

  *pL*3

24*EI*

***Q12 :*** Tracer l’allure des diagrammes de N(x), V(x) et M(x) l’IPE 160 entre les files 8’ et 8, sur le document réponse **DR (page 18/18)**. Préciser les valeurs particulières.

**1 2**

**21 



**1-2**

**2-1**

**L**

*pL*3

24*EI*

***Q13 :*** En prenant MEd(max) = - 46,5 kN.m, et VEd(max) = 67,5 kN, l’IPE 160 choisi convient-il, tant au moment fléchissant qu’à l’effort tranchant ?

***Q14 :*** Justifier, sans calcul, pourquoi, avec l’accord de l’architecte, le BET (Bureau d’Étude Technique) a supprimé l’acrotère B.A au profit d’une structure métallique plus légère ?

Le résultat de l’étude précédente a conduit, pour la travée B’ A’ au schéma mécanique suivant :

pu3 = 90 kN/m



418 kN.m

7,09 m

***ÉTUDE 3* –** *Étude de la poutre B.A. continue file* ***8*** *(OL24, OL25, OL26) (voir : DT6 ; DT9 ; DT10 ; DT11).*

Le but de cette étude est de déterminer tous les aciers de la travée B’ A’. On donne le schéma mécanique de la poutre file 8.

12,5 cm

12,5 cm

6,84 m

**B’ A’**



g =45 kN/m

q =22 kN/m

g = 47 kN/m q = 22 kN/m

g = 55 kN/m q = 10 kN/m

**2,000**

**5,665**

**C’ B1 B’**

**A’**

**7,090**

***Q17 :*** Déterminer les actions mécaniques de contact sur B’ et A’.

***Q18 :*** Tracer l’allure du diagramme de V(x) et M(x) sur le **DR (page 18/18)**, en précisant sur chacun d’eux **les valeurs extrêmes**, ainsi que les valeurs de V(x) **aux nus des appuis**. On donne :

FB’y = 378 kN et FA’y = 260,1 kN

***Q19 :*** Déterminer la section des aciers longitudinaux nécessaires dans cette travée (B’A’),

avec : MEd = 377 kN.m. (On ne demande pas de vérifier les sections maximale et minimale).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | Code : **BTE4DVO** | Page **5** sur **18** |

***Q20 :*** Choisir les aciers et proposer un croquis légendé de la section sur la copie.

***Q21 :*** Déterminer le premier espacement entre les deux premiers cours d’armatures transversales au nu de l’appui B’.



**B**

**C**

**S1**

**(F=1)**

**A**

**D**



p (14 kN/ml)

**B**

**C**

**S0**

**A**

**D**

On donne :

Cours d’armature d’effort tranchant composé d’un cadre et d’un étrier en HA 8, VEd(B’) = 370 kN (au nu de B’).

On admettra, que les armatures d’effort tranchant sont nécessaires, et que la résistance de la bielle de béton est surabondante (ces vérifications ne sont pas demandées).

Ce poteau de 25 x 25 et de longueur de flambement l0 = 3,70 m, fondé sur une semelle en B.A. supporte en pied de poteau une charge pondérée à l’ELU : NEd = 750 kN

***ÉTUDE 4* –** *Étude du poteau soutenant la poutre en B’ (voir : DT6 ; DT11).*

***Q22 :*** Déterminer la section des armatures longitudinales de calcul du poteau.

***Q23 :*** Pour chacun des schémas précédents***,*** déterminer les actions mécaniques de liaisons en A et D puis tracer les diagrammes de M(x) correspondants.

*Une étude préalable a permis de déterminer :*

Vérifier la section minimale des armatures longitudinale, choisir les barres et proposer un schéma de la section courante (armature transversale en HA 8).

*(résultat obtenu en utilisant les unités : kN.m, m, m4).*

***Q24 :*** Déterminer la valeur de ** 0

***ÉTUDE 5* –** *Étude du portique de contreventement situé file 8’ (voir : DT4 ; DT5 ; DT7 ; DT11).*

11

puis en déduire les actions mécaniques de liaisons en A et D

Afin de vérifier la résistance de la poutre (IPE 450) de ce portique, sous l’effet des charges permanentes verticales, on admettra le schéma de calcul suivant aux ELU.

p (14 kN/ml)



15,80 m

En admettant les résultats suivants en A et D :

p (14 kN/ml)



**B C**

**FAx** (74,4 kN)

3,30 m

3,30 m

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **B C**  IPE 450 (*IGZ* =33742,9 cm4)  HEB 300  *(IGZ =25170 cm4)*  **A D** | |
|  | |  |

**A D**

15,80 m



**FDx** (74,4 kN)

**FAy** (110,6 kN) **FDy** (110,6 kN)

Afin de déterminer les actions mécaniques de liaisons en A et D du système hyperstatique de degré 1, on choisit d’utiliser la méthode des forces ce qui conduit aux deux schémas isostatiques ci- après :

***Q25 :*** Tracer l’allure du diagramme de M(x) sur l’ensemble du portique. (Échelle au choix).

Préciser les valeurs particulières.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | Code : **BTE4DVO** | Page **6** sur **18** |

1 2 3 4 5 6 7

E A A

7

8

A1 A1

ESPACE

VÉGÉTALISÉ

B B BUREAUX

en RDC

B' B'

TERRASSE ACCESSIBLE

B1 B1

#### ENTREPÔT

5 5

C

C

1 2 3 4 5 6 7

#### ZONE D'ÉTUDE

Patio à RDC

C1 C1

BUREAUX R+1

C2 C2

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

**BTS BÂTIMENT**

**Plan de masse**

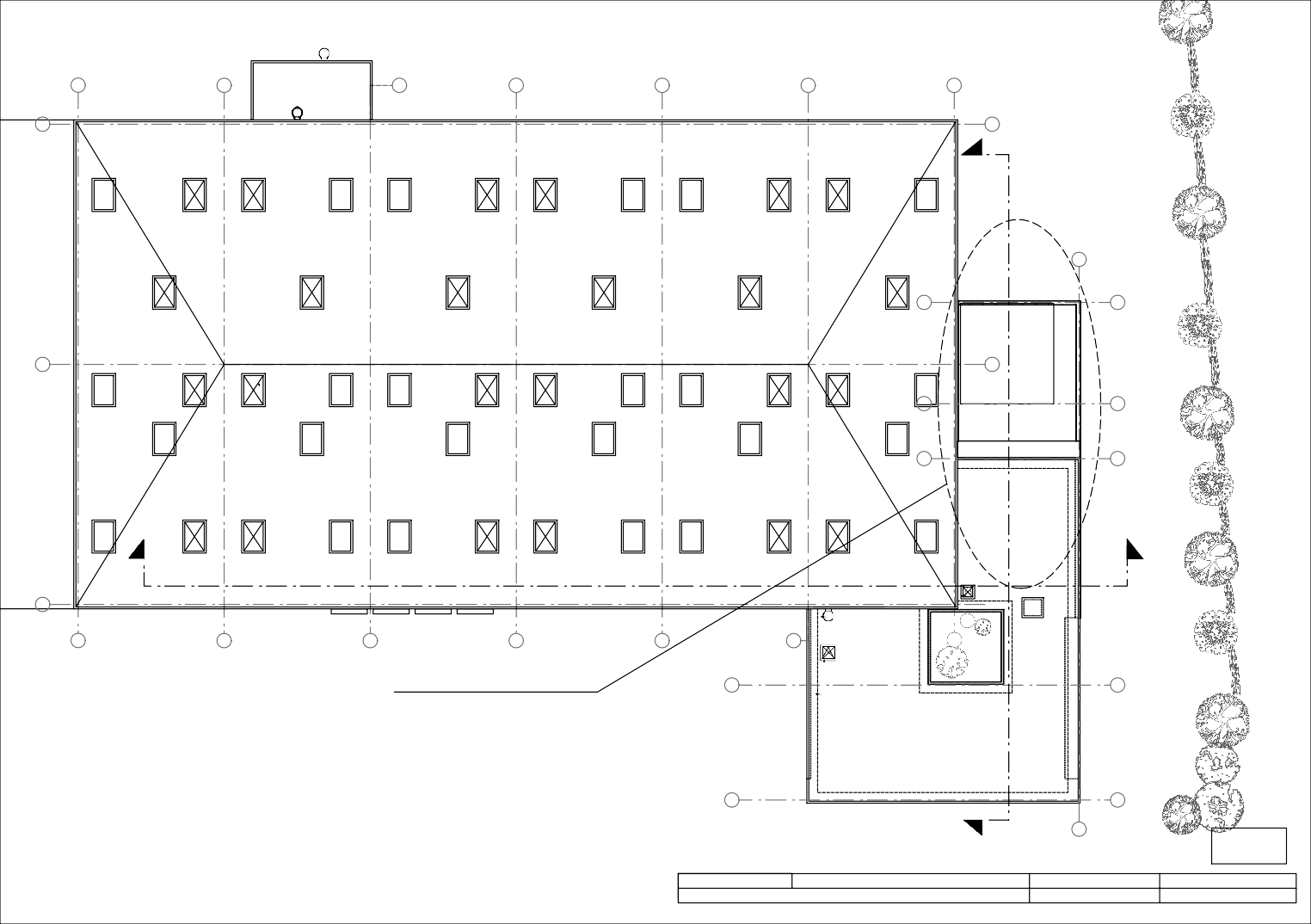
8

Echelle indéfinie

7

## DT 1

**SESSION 2019**

**E 41** - Dimensionnement et vérification d'ouvrages Code : **BTE4DVO** Page **7** sur **18**

## Plan partiel du RdC Plan partiel du 1er

8

A1 A1

003923 00 xxx

PRIMA

ALLIA

EP

JD

A1

8

Garde-corps A1

ALLIA

Urinoir Blagnac

Vest. F.

PP90

JD

Espace CE

24.58 m2

Espace Délégation

14.56 m2

ESPACE VÉGÉTALISÉ

007620 00 000

ALLIA

PUBLICA

B B

Garde-corps

B' EP

Vest. H.

Stockage IT

7.16 m2 Support. IT

B'

IT

22.73 m2

003923 00 xxx

PRIMA

ALLIA

003923 00 xxx

PRIMA

ALLIA

007620 00 000

ALLIA

PUBLICA

~~B'~~  B'

(dalles sur plots) TERRASSE ACCESSIBLE

003923 00 xxx

PRIMA

ALLIA

PRIMA 007202 00 000 ALLIA

Développement IT

26.44 m2

B1

B1

B1 JD

Emprise auvent

B1

ENTREPÔT

**CANTON 0.1 = 206.11 m2**

Salle IT + Local Baies

50.93 m2

Resp. IT

14.96 m2

Resp. A & SG

14.30 m2

# ENTREPÔT

**CANTON 1.1 = 161.28 m2**

SDR

Direction

39.99 m2

PDG

19.13 m2

Assistante de direction

13.86 m2

Bureau libre

13.86 m2

EP

EU EV

PP90

PP90

PP90

PP90

PP90

PP90

PRIMA STYLE

001093 00 000

PRIMA PRIMA

003923 00 xxx

ALLIA

ALLIA

003923 00 xxx

Achat & SG

29.06 m2

ALLIA

001627 00 xxx

PRIMA

PRIMA STYLE

ALLIA

003923 00 xxx

ALLIA

PRIMA

001093 00 000

ALLIA

003923 00 xxx

ALLIA

PRIMA

Kitchen

1.60 m2

ALLIA ALLIA

001627 00 xxx

PRIMA

Bureau libre

13.33 m2

Responsable Activité CIW

16.36 m2

SDR

Entrepôt

14.83 m2

Espace Libre

14.93 m2

SDR ZSE

14.39 m2

EP

ZSE

22.42 m2

JD

L.T.

**CANTON 0.2 = 99.85 m2**

SDR clients

ALLIA

001627 00 xxx

PRIMA

13.35 m2

CFO

CFa

001627 00 xxx

PRIMA

Repro.

1.88 m2 Salle

JD Nomade

EP

+ FP

PM90 CF 2H

EP

C 12~~.19 m2~~

JD C C JD C

PP90

Emprise auvent

Espace Détente

19.07 m2

**CANTON 0.4 = 78.12 m2**

Cafétéria 31 pers.

32.86 m2

PV90

Patio

52.63 m2

Hall

56.34 m2

Caniveau EP

Salle de Formation

21.55 m2

6

Méthode LOG

22.75 m2

**CANTON 1.3 = 83.35 m2**

Resp. Opération

15.28 m2

7

Vide sur patio

Vide sur hall

Emprise auvent

C1 EP C1

C1 C1

6.98 m2

Tradding

12.98 m2

7.77 m2

Contrats

6.71 m2 RH

15.63 m2

RH

23.12 m2

Salle Recrut

9.45 m2

VP RH

18.30 m2

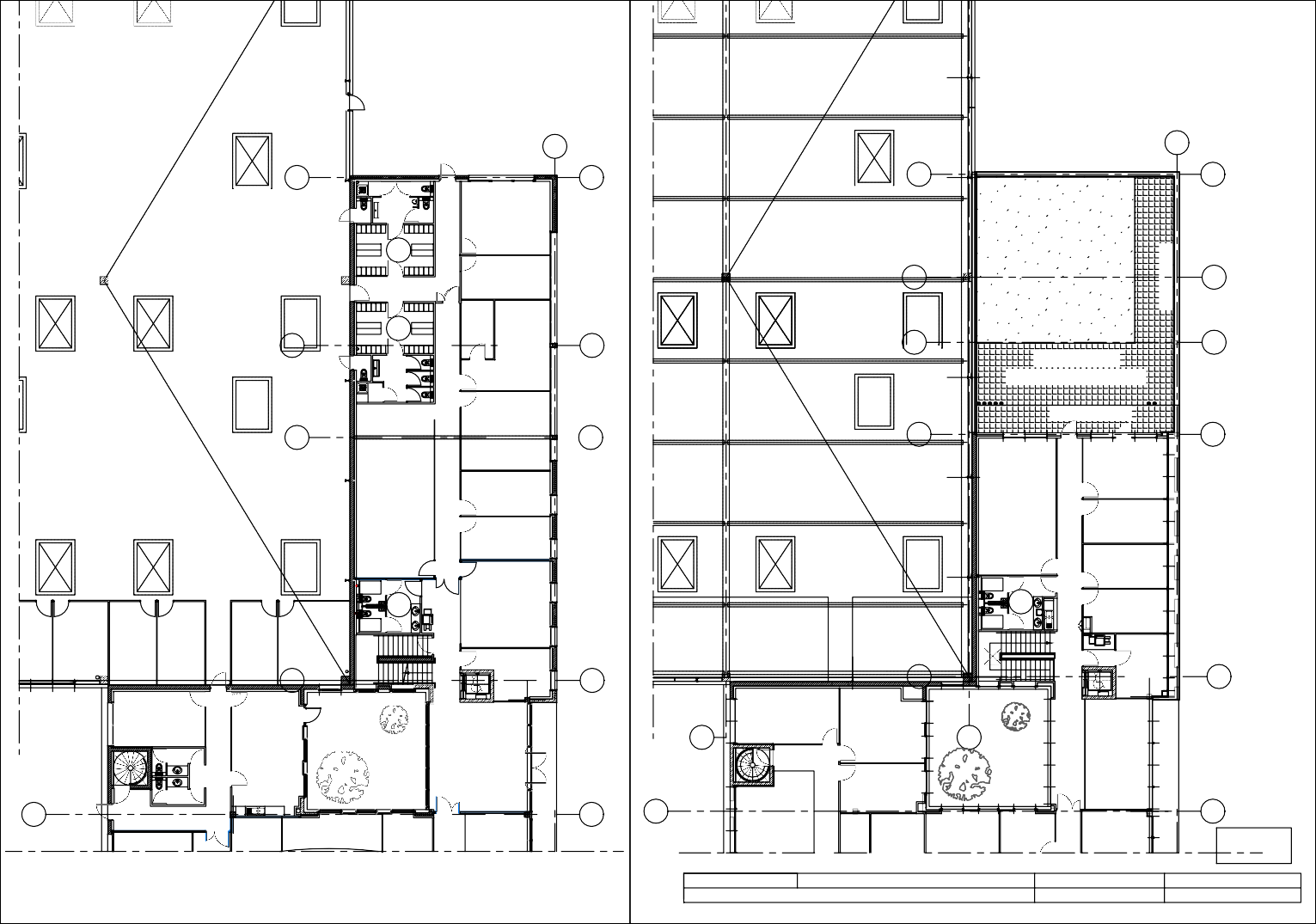
**DT 2**

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

**BTS BÂTIMENT**

**Plans partiels du RdC et du 1er** Echelle : 1/50

**SESSION 2019**

**E 41** - Dimensionnement et vérification d'ouvrages Code : **BTE4DVO** Page **8** sur **18**

**RDC**

### 5 6 7 8

Hauteur sous ferme = 8.00m

Ecran de cantonnement - H = 2.00m

Split

VMC

+7.50m / +85.50Ngf

Garde-corps relevable

Ouvrant pompier oscillo-battant 1.30x1.50m de ht.

Tôle perforée

800

800

+3.60m

Gravillons

+1.80m

+0.00m

COUPE 5-5

C

Echelle à crinoline

B1

+10.70m / +88.70Ngf

B' B A1

Garde-corps relevable

+7.50m

140

CTA DRV DRV

45 Split Hall

Split

Info VMC

2475

Tôle perforée

170

+3.60m

250

30

+3.60m

+3.60m-Dalles sur plots

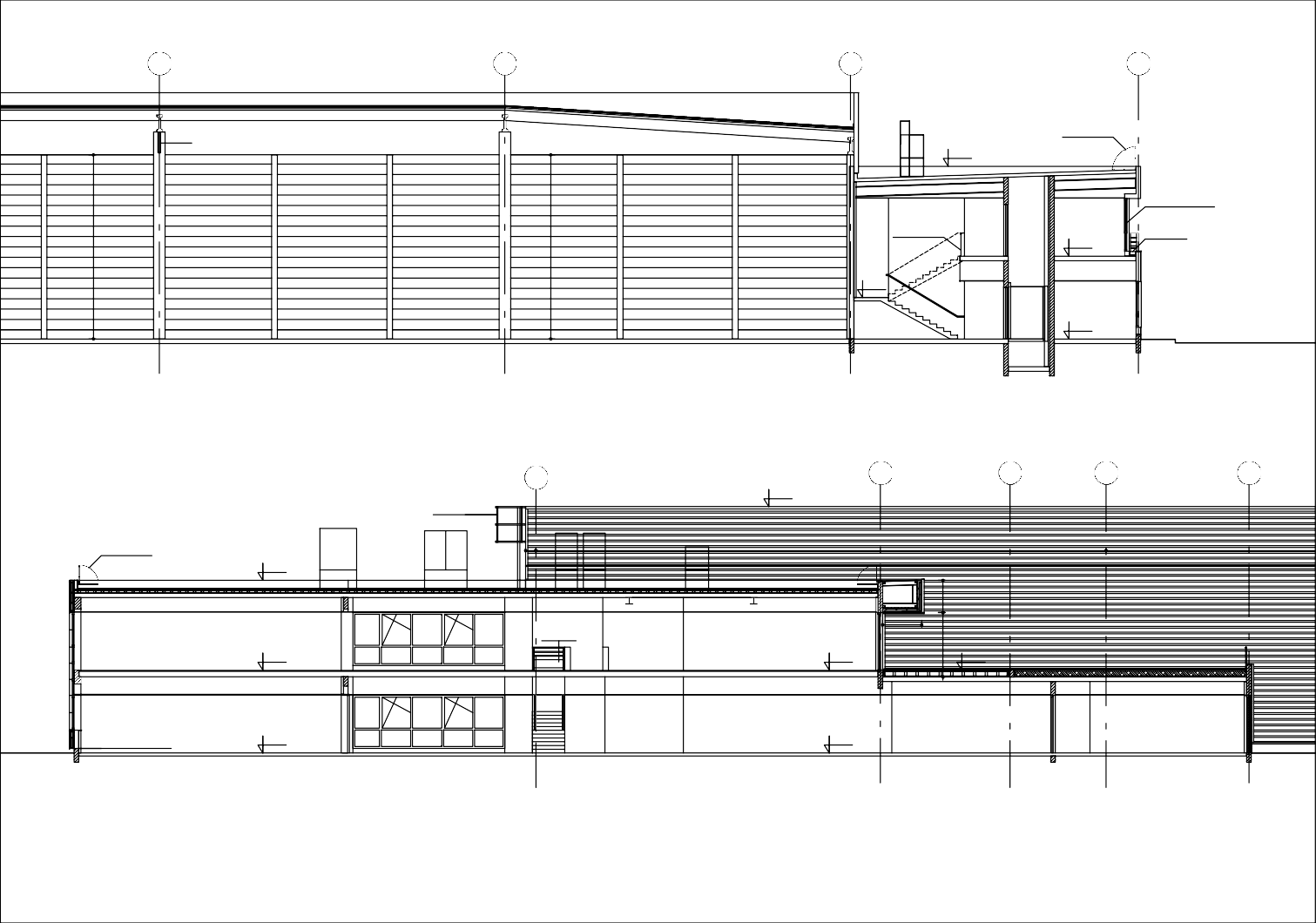
Espace végétalisé

Longrine à

+0.20m / +78.20Ngf

+0.00m

+0.00m



COUPE 7-7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** | **Coupes 5-5 et 7-7** | Echelle non définie | **SESSION 2019** |
| **E 41** - Dimensionnement et vérification d'ouvrages | | Code : **BTE4DVO** | Page **9** sur **18** |

**DT 3**

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

V ue en plan de la zone étudiée

B1

7 Cotation en mm 8

B1

Panne : Etude 1

4175

1815

C

C1

Empannon IPE400 : Etude 2

14950

IPE450 : Etude 5

4075

A A

4075

C2

3D

H

2625

8

IPE300

C

UPF-140\*60\*4

IPE400

IPE300

Plateforme technique

7170

8250

7540

7

IPE400

6129

7735

IPE300

IPE450 8670

IPE400

C

UPF-140\*60\*4

C1

H

IPE400

IPE400

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

6

## DT 4

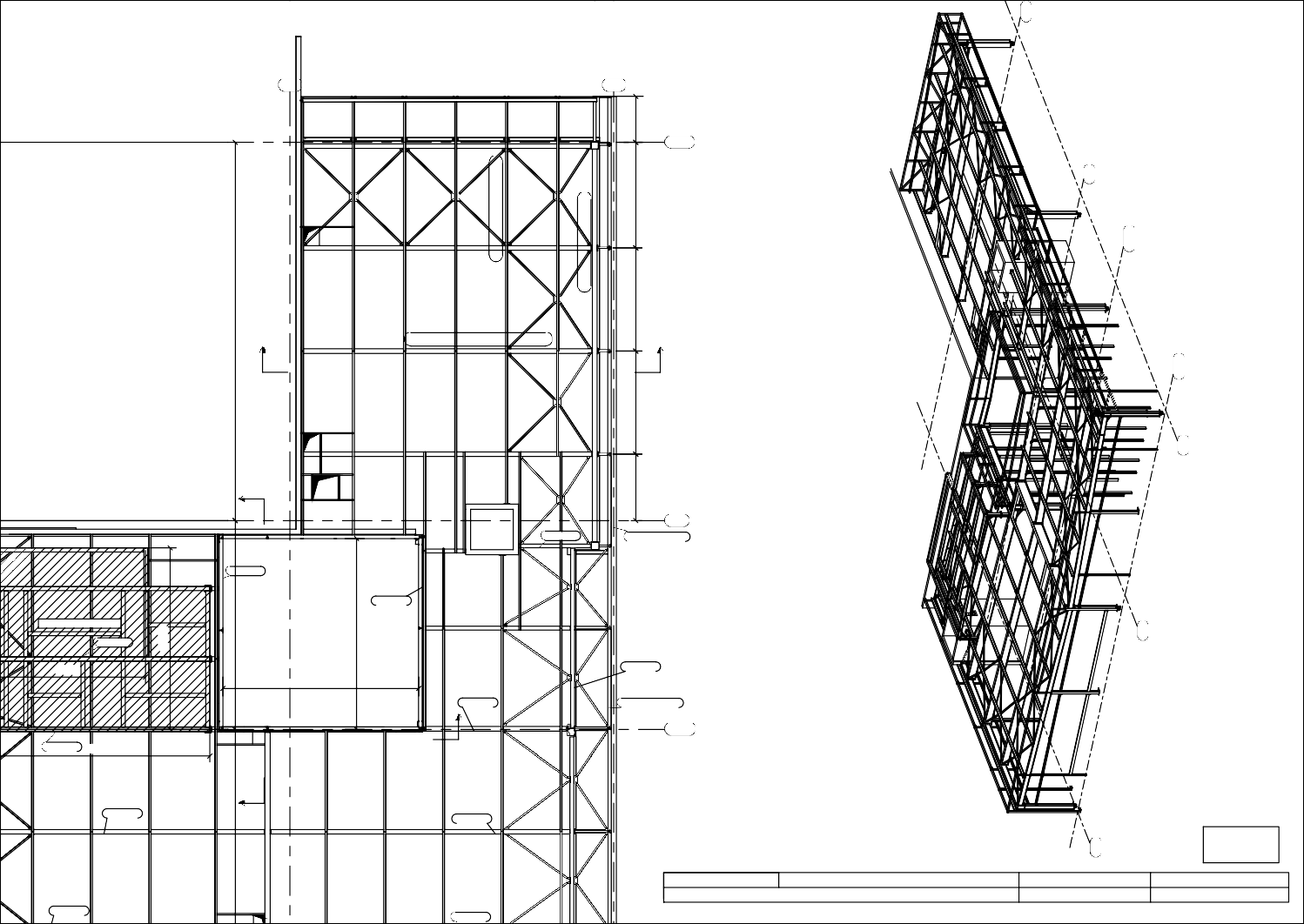
**BTS BÂTIMENT**

11775

**Vue en plan et 3D de la charpente**

Echelle non définie

**SESSION 2019**



IPE400

IPE400

**E 41** - Dimensionnement et vérification d'ouvrages Code : **BTE4DVO** Page **10** sur **18**

7

+85.7

Panne : Etude 1

IPE160 : Etude 2

8' 8

750

Empannon IPE400

1600

+84.1

100

450

550

660

100

**Coupe A-A**

2791

3101

2700

2500

(voir vue en plan DT4)

**Echelle :1:50** Cotation en mm

+81.6

(voir vue en pla

COUPE AA

8' 8

750

HEB 300

Détail ACROTERE Etude 2

Cotation en mm

100

450

# O A

460

200

1600

B1

600

100

200

HEB 300

660

C

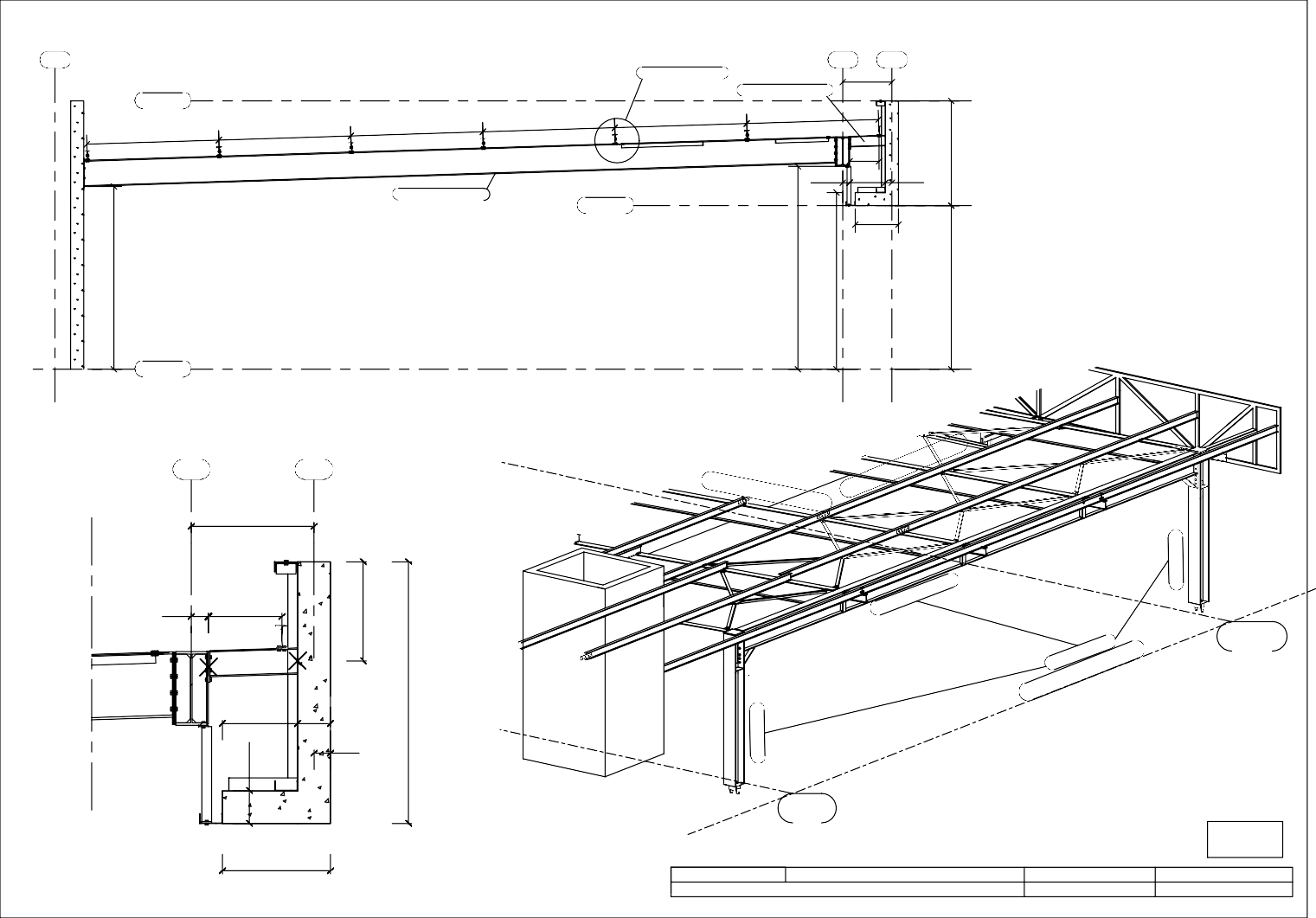
**Les textes peu lisibles ne sont pas utiles pour traiter les questions**

## DT 5

**BTS BÂTIMENT Coupe A-A ; Acrotère B.A; File 8 : 3D**

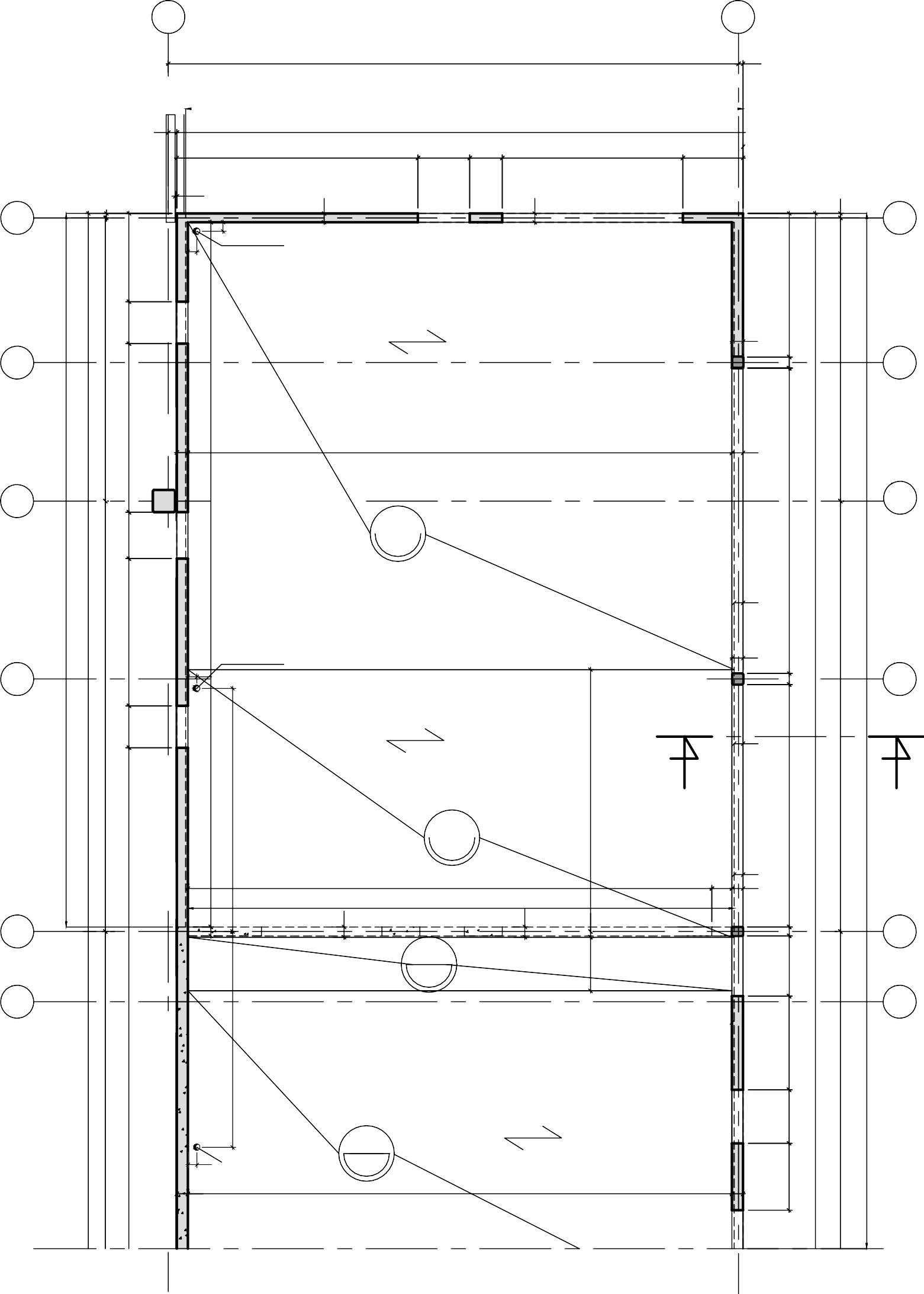
Echelle non définie

**SESSION 2019**

**E 41** - Dimensionnement et vérification d'ouvrages Code : **BTE4DVO** Page **11** sur **18**

**Plan de Coffrage partiel du Plancher Haut du R.d.C.**

7 8



1279 10

ACROTERE AS=+3.80

19 1270

541 116x250ht 73 405x150ht 135

JD=4

A1

10

20

198

Réservation Ø140

20

*0L27*

*seuil:0cm*

20

*0L28 20x75htAi=2.50*

*allège:100cm/f*

20

10

A1

25

94x211ht/f

*0~~L3~~0*

322

A' A'

635

25

635

*P15*

*25x25*

25

378

*P11*

*50x50*

B

ACROTERE AS=+4.25

104x211ht/f

*~~0L~~29*

1220 25

dalle alvéolaire B

*allège:100cm/f*

*0L26 25x75ht*

*Ai=2.50*

684x150ht

3.60f

3.25b

27+5

+ CF:70mm 20

MUR CF 2H

1580

Réservation Ø140 25

330

|  |  |
| --- | --- |
| **E 41** - Dimensionnement et vérification d'ouvrages | **BTS BÂTIMENT** |
| **Plancher Haut partiel du RDC** |
| Code : **BTE4DVO** | Echelle : 1/100 |
| Page **12** sur **18** | **SESSION 2019** |

B' 20 B'

25

*P14*

965

ACROTERE AS=+3.80 ep : 20

*25x25*

965

94x211ht/f

*0L28*

RELEVE 23x35ht AS=+3.60

3130

20

545

23

B1

dalle alvéolaire 3.60f

3.25b

32+5

+ CF:60mm

1175

20

A A

587

*Ai=2.50*

*allège:100cm/f*

*0L25 25x75ht*

544x150ht

20

45 25

*P15*

23

13

*25x20*

B1

120

*Ai=2.50*

*allège:50cm/f*

*0L24 25x110ht*

135x200ht 20

3240

3.60bf 36+5

C'

484

dalle alvéolaire

+ CF:60mm

C'

210

20 Réservation Ø140

1932

MUR CF 2H

25

3.60bf 27+5

dalle alvéolaire

+ CF:75mm

*Ai=2.50*

*allège:50cm/f*

*0L23 25x110ht*

150

120x200ht

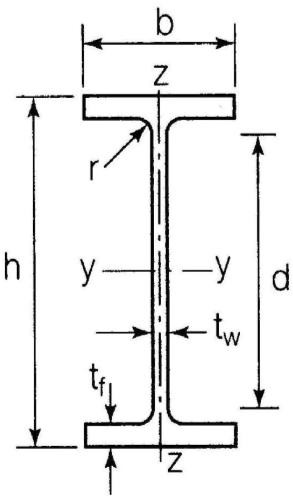
1220 25

Cotation en cm (sauf indication contraire)

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

**DT 6**

**Caractéristiques des profilés IPE**

Les axes et désignations sont conformes à l’Eurocode 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | | | | A vz   | | | | | |
| **Profil**  . | **h** | **b** | **tw** | **tf** | **r** | **Masse par mètre P** | **Aire de la section**  ***A*** | **Moment quadratique** Iy | Module de résistance élastique à **la flexion *Wel . y*** | **Rayon de giration** *i****y*** | 2 *S* ***y*** | ***Avz*** | I***z*** | ***Wel .z*** | *i****z*** | 2 *S****z*** | ***Avy*** |
| **Module plastique *Wpl . y*** | ***Wpl .z*** |
| **mm** | **mm** | **mm** | **mm** | **mm** | **kg/m** | **cm2** | **cm4** | **cm3** | **cm** | **cm3** | **cm2** | **cm4** | **cm3** | **cm** | **cm3** | **cm2** |
| 80 | **80** | **46** | **3,8** | **5,2** | **5** | **6,0** | **7,64** | **80,1** | **20,0** | **3,24** | **23,2** | **3,6** | **8,48** | **3,69** | **1,05** | **5,8** | **5,1** |
| 100 | **100** | **55** | **4,1** | **5,7** | **7** | **8,1** | **10,3** | **171,0** | **34,2** | **4,07** | **39,4** | **5,1** | **15,91** | **5,78** | **1,24** | **9,1** | **6,7** |
| 120 | **120** | **64** | **4,4** | **6,3** | **7** | **10,4** | **13,2** | **317,8** | **53,0** | **4,90** | **60,7** | **6,3** | **27,65** | **8,64** | **1,45** | **13,6** | **8,6** |
| 140 | **140** | **73** | **4,7** | **6,9** | **7** | **12,9** | **16,4** | **541,2** | **77,3** | **5,74** | **88,3** | **7,6** | **44,90** | **12,30** | **1,65** | **19,2** | **10,6** |
| 160 | **160** | **82** | **5,0** | **7,4** | **9** | **15,8** | **20,1** | **869,3** | **108,7** | **6,58** | **123,9** | **9,7** | **68,28** | **16,65** | **1,84** | **26,1** | **12,8** |
| 180 | **180** | **91** | **5,3** | **8,0** | **9** | **18,8** | **23,9** | **1 317,0** | **146,3** | **7,42** | **166,4** | **11,3** | **100,81** | **22,16** | **2,05** | **34,6** | **15,3** |
| 200 | **200** | **100** | **5,6** | **8,5** | **12** | **22,4** | **28,5** | **1 943,2** | **194,3** | **8,26** | **220,6** | **14,0** | **142,31** | **28,46** | **2,24** | **44,6** | **18** |
| 220 | **220** | **110** | **5,9** | **9,2** | **12** | **26,2** | **33,4** | **2 771,8** | **252,0** | **9,11** | **285,4** | **15,9** | **204,81** | **37,24** | **2,48** | **58,1** | **21,3** |
| 240 | **240** | **120** | **6,2** | **9,8** | **15** | **30,7** | **39,1** | **3 891,6** | **324,3** | **9,97** | **366,6** | **19,1** | **283,58** | **47,26** | **2,69** | **73,9** | **14,8** |
| 270 | **270** | **135** | **6,6** | **10,2** | **15** | **36,1** | **45,9** | **5 789,8** | **428,9** | **11,23** | **484,0** | **22,1** | **419,77** | **62,19** | **3,02** | **97,0** | **29** |
| 300 | **300** | **150** | **7,1** | **10,7** | **15** | **42,2** | **53,8** | **8 356,1** | **557,1** | **12,46** | **628,4** | **25,7** | **603,62** | **80,48** | **3,35** | **125,2** | **33,7** |
| 330 | **330** | **160** | **7,5** | **11,5** | **18** | **49,1** | **62,6** | **11 766,9** | **713,1** | **13,71** | **804,3** | **30,8** | **788,00** | **98,50** | **3,55** | **153,7** | **38,7** |
| 360 | **360** | **170** | **8,0** | **12,7** | **18** | **57,1** | **72,7** | **16 265,6** | **903,6** | **14,95** | **1 019,1** | **35,1** | **1 043,20** | **122,73** | **3,79** | **191,1** | **45,3** |
| 400 | **400** | **180** | **8,6** | **13,5** | **21** | **66,3** | **84,5** | **23 128,4** | **1 156,4** | **16,55** | **1 307,1** | **42,7** | **1 317,58** | **146,40** | **3,95** | **229,0** | **51,1** |
| 450 | **450** | **190** | **9,4** | **14,6** | **21** | **77,6** | **98,8** | **33 742,9** | **1 499,7** | **18,48** | **1 701,8** | **50,8** | **1 675,35** | **176,35** | **4,12** | **276,4** | **58,3** |
| 500 | **500** | **200** | **10,2** | **16,0** | **21** | **90,7** | **116** | **48 198,5** | **1 927,9** | **20,43** | **2 194,1** | **59,9** | **2 140,90** | **214,09** | **4,30** | **335,9** | **67,2** |
| 550 | **550** | **210** | **11,1** | **17,2** | **24** | **106** | **134** | **67 116,5** | **2 440,6** | **22,35** | **1 390** | **72,3** | **2 666,49** | **253,95** | **4,45** | **400,5** | **76,1** |
| 600 | **600** | **220** | **12,0** | **19,0** | **24** | **122** | **156** | **92 083,5** | **3 069,4** | **24,30** | **1 760** | **83,8** | **3 385,78** | **307,80** | **4,66** | **485,6** | **87,9** |

**Tableau des intégrales de MOHR :**

***L m***  ***x*** ***m***

 ***x*** ***dx***

0 ***i j***

***m* *x***

***j***

***M’***

***j***

***Mj***

***M***

***M***

***j***

***m* *x***

***Mj***

***Mj***

***Mj***

***j***

***L***

***i***

***L***

***L***

***L***

***L***

***L***

***Mi***

***L***

**Dans le tableau, *Mi* , *M j* , *Mi'* , *M' j* , sont les extremums des fonctions *mi* *x* et *mj* *x*. Ils sont à prendre en valeurs algébriques.**

***i j***

7 ***LM M***

48

***i j***

7 ***LM M***

48

***i j***

48

17 ***LM M***

***i j***

48

17 ***LM M***

***i j***

5 ***LM M***

12

***j***

***i j***

4

1 ***LM* *M*  *M'* **

***i j***

4

1 ***LM M***

***i j***

2

1 ***LM M***



2 



 ***L L***



2

***x'***

3***x***





***i j***

1 ***LM M*** 

12

2 



 ***L L*** 



2

***x***

3***x'***





***i j***

1 ***LM M*** 

12

2 

***L L*** 



3***x x***2 

 3  



***i j***

1 ***LM M*** 

12



2 

***L L***



3***x' x'*** 2 

 3  



***i j***

1 ***LM M*** 

12

****

****

***L***2

****

***j* **

***i***

3

1 ***LM M* **1** *xx'* **

****

** **

***L***

****

****1 **** ****

***j***

***M'* ** ***x*  **

****

****

****

***i* **

****

****

***L***

**** ****

***j***

***x'* **

****

***M* **1 **** ** **

****

****

***LM* **

1

6

****

****

***j* ** ***L* **

***i***

6

1 ***LM M* **1 ** *x'* **

***i j***

2

1 ***LM M***

***x'***

***x***

12

 ***Mi***  3***M'i*** 

***j***

1 ***LM*** 

12

3***Mi***  ***M'i*** 

***j***

1 ***LM*** 

12

3***Mi***  5***M'i*** 

***j***

1 ***LM*** 

12

5***Mi***  3***M'i*** 

***j***

1 ***LM*** 

***j i i***

3

1 ***LM* *M*  *M'* **

***i j* **

***i j***

****

****

**** 2***Mi M j*  *Mi M' j*  **

***L***

6 ** *M' M* ** 2***M' M'* **

**** 1

***i***

***j i***

6

1 ***LM* **2***M*  *M'***

***i***

***j i***

***LM* *M*  *M'***

2

1

***L***

***Mi***

***M’i***

***i j***

4

1 ***LM M***

***i j***

1 ***LM M***

12

***i j***

5 ***LM M***

12

***i j***

4

1 ***LM M***

***i j***

3

1 ***LM M***

***j***

***i j***

6

1 ***LM* *M* ** 2***M'* **

***i j***

6

1 ***LM M***

***i j***

2

1 ***LM M***

***L***

***Mi***

***i j***

1 ***LM M***

12

***i j***

4

1 ***LM M***

***i j***

4

1 ***LM M***

***i j***

5 ***LM M***

12

***i j***

3

1 ***LM M***

***j***

***i j***

6

1 ***LM* **2***M*  *M'* **

***i j***

3

1 ***LM M***

***i j***

2

1 ***LM M***

***L***

***Mi***

***i j***

3

1 ***LM M***

***i j***

3

1 ***LM M***

***i j***

3

2 ***LM M***

***i j***

3

2 ***LM M***

***i j***

3

2 ***LM M***

***j***

***i j***

2

1 ***LM* *M*  *M'* **

***i j***

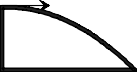
2

1 ***LM M***

***LM i M j***

***L***

***Mj***



***L***

***Mj***

***Mi***

***Mi***

***L/*** 2 ***L***

***L***

**DT7**

**BTS BÂTIMENT**

**E41 - Dimensionnement et vérification d’ouvrages**

**SESSION 2019**

Page **13** sur **18**

**Code : BTE4DVO**

**Théorème de Muller-Breslau (autre forme du théorème de Castigliano ou théorème de Bertrand de Fonviolant) :**

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

***j*** 

***M***  ***M j dx***

***EI***



***Pour le moment de flexion :***

***structure***

***E*** : Module d’élasticité longitudinale ou module d’Young

On doit vérifier **:**

***MEd*  *Mc,Rd***

***I*** : Moment quadratique **où**

***MEd***

**= Moment fléchissant (agissant) de calcul sollicitant la section droite à l’ELU ;**

** ***j*** : Déplacement au point j,

***M*** : Moment de flexion, dans la structure étudiée ***S*** 

***Mc,Rd* = Résistance de calcul à la flexion de la section à l’ELU.**

***Mj*** : Moment de flexion, dans ***S j***  qui correspond à la structure initiale ***S***  soumise à un facteur sollicitant

|  |  |
| --- | --- |
| pour une section de classe 1 ou 2 | pour une section de classe 3 |
| ***Mc,Rd*  *Mpl,Rd*** (moment résistant plastique) | ***Mc,Rd*  *Mel ,Rd*** (moment résistant élastique) |
| ***M***  ***W***  ***f y pl ,Rd pl ***  ***M*** 0 | ***M***  ***W***  ***f y el ,Rd el ,min ***  ***M*** 0 |

unité (force unité ou couple unité =1 ) appliqué au point j.

Dans le cas de structures composées de poutres et de barres bi-articulées :



******  ***M***  ***M j dx***  





***N***  ***N j L***

***j*** 

***structure***

***EI poutres bi*** ***articulées EA***

Théorème de Pasternak

Pour déterminer le déplacement en un point ***J*** d’une structure hyperstatique suivant une direction donnée, on applique en ce point ***J*** dans une de ses structures associées isostatiques (structure virtuelle) suivant la direction

***Pour l’effort tranchant***

On doit vérifier : ***VEd* ** 1***,***0

***Vc.Rd***

1 ***f f***

***y***

souhaitée une charge unité.

Calcul plastique ***Vc,Rd***

** *Vpl.Rd***

** *Av***

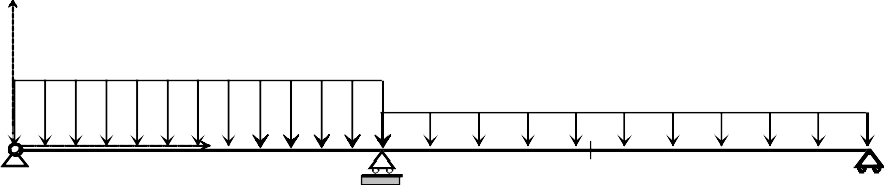
***y***

3 *** M*** 0

**** 0***,***58***Av***

***M*** 0

******

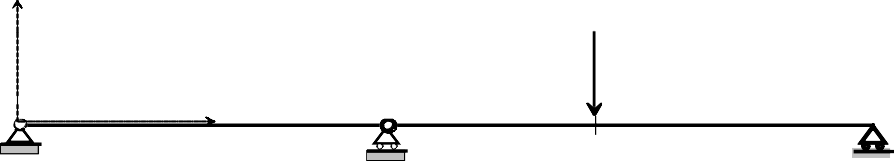
**où *VEd***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***y***  ***x J*** |  | ***Structure réelle* *S* **  ***Moments de flexion M* *x*** |
| ***y***  1  ***x J*** |  | ***Structure isostatique associée (virtuelle)***    ***S*** 0 ****  ***J***  ***Moments de flexion M*** 0 ***x***  ***J*** |

**: effort tranchant (agissant) de calcul à L’E.L.U. ;**

***Vpl.Rd* : effort tranchant résistant à L’E.L.U. ;**

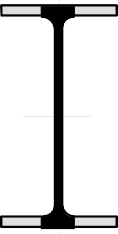
***Av* : aire de cisaillement donnée dans les catalogues des caractéristiques des profilés.**



***j***  

***structure***

***M***  ***x***  ***M*** 0  ***x*** 

***dx***

***j***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 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** |

***EI***

***M* *x***

0

***M***

***j***

***: représente le moment fléchissant dans la structure réelle.***

***: représente le moment fléchissant dans la structure isostatique associée soumise à***

***un facteur sollicitant unité ( = 1) appliqué au point J .***

Dans le cas de structures composées de poutres et de barres bi-articulées :

0



0

******  ***j dx***  

***M***  ***M***



***N***  ***N j L***



***j*** 

***structure***

***EI poutres bi*** ***articulées EA***

**DT8**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** |  | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | | Code : **BTE4DVO** | Page **14** sur **18** |

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

**Théorème des 3 moments (formule de Clapeyron) :**

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



|  |  |
| --- | --- |
| Différents cas sont envisagés :   1. éléments isostatiques 2. éléments continus 3. Appuis considérés comme des encastrements parfaits 4. Présence d’un appareil d’appui 5. Console | **La portée utile *leff* d’un élément peut être calculée de la manière suivante ; *leff*  *ln*  *a***1 ** *a***2  **{5.8 }**  **Avec *ln* : 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 *ai* de la figure 5.4.** |

Y

***pi+1***

***S* **

***pi***



X



**Ai-1**

**Li Ai**

**Li+1**

**Ai+1**

Figure 5.4 : Détermination de la portée de calcul ***Leff*** d’après l’expression 2.15, pour différents cas d’appuis.

**Mi-1**

***S* **

***pi pi+1***

**Mi Mi**



**Mi+1**

**Ai-1 Ai Ai**



**Li+1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| h  ai =min (t/2;h/2)  Ln  Leff  t  (a) Eléments isostatiques | h  ai = min (t/2;h/2) Ln  Leff  t  appuis considérés comme  (c)  des encastrements parfaits | | h  ai Ln  Leff  (d) présence d'un appareil d'appui |
|  |  | |  |
| h  ai = min (t/2;h/2) Ln  Leff  t  (b) Eléments continus | | h  ai = min (t/2;h/2)  Ln  Leff  t  (e) console | |

**Li**

**Système isostatique associé :**

**Ai+1**



***S*** 0 ****

**Ai-1 Ai**



***pi***

***pi+1***

****** 0

***gi***

******

0

Li

**Ai *di***

**Ai+1**

**Li+1**

***gi***

***di***

***M* ** 6***EI(***0 ** ****0 ***)***

***i* **1 ***i* **1

***)M*  *L***

***i* **1 ***i***

***i***

***i i* **1

***L M* ** 2***( L*  *L***

**DT9**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** |  | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | | Code : **BTE4DVO** | Page **15** sur **18** |

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

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

I.

****** 1***,***15

***S***

***pu* ** 1***,***35***g* **1***,***5***q kN / m***

moment de flexion ELU ***MEd*  *Mu***

***yd***

***f*  *f yk* ** 500 **** 435 ***MPa***

**acier B500 classe B *f yk* ** 500 ***MPa***

**diagramme élasto-plastique parfait**

***fck***

**béton *C .. / ..***

**Données**

**Classe structurale** : ***S***4 **Environnement :Classe d’exposition *X .. bw*** ; ***h***

***u* ** 0***,***3717

NON

Pas d’armatures comprimées : ***As*** 2  0

Oui

***w cd***

***b d*** 2 ***f***

***u***

***M***

***u***

****** 

***d* ** 0***,***9***h***

***fcd*  *fck /  C***



***VEd***  ***V***

***Rd ,c***

vérification de la compression des bielles

***VEd*  *VRd ,max***

oui

La résistance des bielles est surabondante

non

Les armatures d’effort tranchant ne sont pas requises 6.2.2

non

On se fixe ***cot * ** 1, soit **** ** 45****

***VRd ,max***  0***,***5***bw z***1 ***fcd***

***tan***  ***cot *** 

***bw z***1 ***fcd*** {6.9}

***Rd ,max***

***V***

**les armatures d’effort tranchant sont nécessaires**

oui

**{6.2.}**

 ***b d***

***min***  ***w***

***l ck***

***k*** 100****** ***f*** 1 3 ***;v***

***Rd ,c***



 ***sup*** ***C***

***Rd ,c***

***V***

***s***  ***sl ,max***

***st***  ***st ,max***

***yk***

***fck* {9.5N}**

 0***,***08

***f***

***w w ,min***

******  ******

***w***

noté : ***w***  ***b s***

Dispositions constructives

Le taux d’armatures d’effort tranchant est

***Asw***

***l ,max***



***w w ,min***



***; s***

***b ***

***Ed***

***;***

***V***



***sw***

***A***

***sw ywd***

 ***A zf***

***s***  ***min*** 



***sw ywd***

***VEd***

***s*** 

**Calcul des espacements avec :**

***A zf***

**Choix de la section d’acier**

***ywd***

***s zf***

***Asw VEd***

**** 

***ywd***

 ***Asw zf s***

***Asw*** ;

***Ed***

**On se fixe *cot * ** 1 : ***V***

{6.8}

***cot ***

***ywd***

 ***Asw zf s***

***Rd ,s***

***V***

**L’angle ** ** 45** des bielles ne peut pas être augmenté.**

**Il faut redimensionner le coffrage**

**Effort tranchant de calcul *VEd***

1***,***15

***S***

******

***ywd***

***f*  *f ywk* ** 500 **** 435 ***MPa***

***f yk* ** 500 ***MPa***

Acier B500 classe B

1 ***cd***

*** f***

****

****

***ck***

250

****

****

1

****

***f***

****

**** ** 0***,***6 1****

***bw* plus petite largeur de la section droite dans la zone tendue**

***MPa* **

***z*** inconnu ** *z* ** 0***,***9***d***

***C***

***d*** ;

******

 ***fck***

***cd***

***f***

 ***MPa*** 

***ck***

Béton ***C .. / ..*** ; ***f***

**Données** : Classe structurale : ***S***4

Environnement :Classe d’exposition ***X ..***

I.

I.

I.

I.

***u***  1***,***25***(***1 1 2***u )***

***sl ,max* : Espacement longitudinal maximal entre les cours d’armatures d’effort tranchant**

***c***

**avec *A* aire de la section droite de béton**

***As***1 **** 0***,***04 ***Ac***

****

***w***

***w***

***f yk***

****

****

***f***

***ctm***

****

****

** *max*** 0***,***26 ***b d ;*** 0***,***0013 ***b d* **

***s***1 ***s ,min***

***A*  *A***

**Sections minimale et maximale d’armatures longitudinales tendues : Clause 9.2.1.1**

***yd***

***f***

***w***

***u***

***b d***

***s***1

***fcd***

******  ***As***1  0***,***8******

***u yd***

***z f***

***s***1

***Mu***

***yd***

***A*** 

***f***

 0***,***8***ubw dfcd***

***s***1

***A***

***zu***  ***d*** 1 0***,***4***u*** 

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***  15**** .**

si ***h* ** 250***mm***

**alors**

***sl ,max***

**** 0***,***75***d***

**sinon**

***sl ,max***

**** 0***,***90***d***

***st ,max* : Espacement transversal maximal des brins verticaux dans une série de cadres, étriers ou épingles.**

si ***h* ** 250***mm***

****

***(***1 1 2***u )***

200

***d* *mm***

***k* **

**alors**

****

***st ,max*  *inf(***0***,***75***d ,***600***mm )* sinon**

0***,***18

***st ,max***  0***,***90***d***

***Asl***

**Équation alternative du bras de levier**

***zu***  ***d*** 1 0***,***4***u***   ***d***

2

***min***1****

****

**DT10**

***w***

***;***2****

****

; ***CRd ,c* **

***C***

******

**; Pourcentage** ***l* d’acier longitudinal de flexion :**

***l***  ***b d***

**** 0***,***02

**Il faut déterminer la hauteur utile réelle considérée.**

***dréelle* , celle-ci doit être supérieure à la valeur forfaitaire**

non

non

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** |  | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | | Code : **BTE4DVO** | Page **16** sur **18** |

***Organigramme poteaux rectangulaires***

##### Méthode des forces ou des coupures pour une structure hyperstatique d’ordre 1:

***Équation fondamentale pour des structures composées de barres (poutres) sollicitées en flexion :***

0 0

- **Longueur efficace (ou de flambement) notée**  0 **= longueur libre du poteau notée *l***

1***,***15 **** 434***,***8 ***MPa***

***f yd*  *f yk***

**(âge du béton > 28 jours)**

***fck***

***fcd* ** 1***,***5

* **Classe du béton C ../.. donnant *fck* et**
* **Acier B500 donnant *f yk* = 500 MPa et**

**Si d’ est inconnu, prendre : 40 mm pour XC1**

**55 mm pour XC4**

2

** **  *l***

***nom t***

***b***

******

***d'***

- **Enrobage relatif ** ** **avec *d'*  *c***

Données : **catégorie de durée d’utilisation de projet : 4; Classe d’exposition *X* … donnant un enrobage nominal *cnom***

* ***NEd* , effort normal centré aux ELU**
* ***Ac* , aire du béton *b***  ***h* , avec *b*  *h* (ou *b* en mètre, correspondant au sens du flambement)**



**

* *X*

 0

10 1 11

0

******





10

***structure***

***M*** 0  ***M*** 0

1 0 ***dx***

***EI***

0

11

******

****

****

***structure***

***M*** 0 ****2

***dx***

1

***EI***

**** 0 ****

L'exposant 0 signifie "dans la structure isostatique associée ***S*** (ou de référence)".

##### Tableau d’aciers en barres



**** ** 120

**** ** 60

**En première approximation pour obtenir une valeur approchée de *As* : *NEd***  ***kh Ac***  ***fcd***  ****** ***f yd***  **avec**

***kh* ** 0***,***93

***K***

***c***

**avec *K***  ***(*** 0***,***75  0***,***5***b******m*** ***)* avec *b* en m**

***)***  0

***c cd***

***cd s***

***yd***

***yd s***

***A***

***(*** 6 ****** ***f )A ²***  ***( f***  6*** f )A***  ***( NEd***  ***A f***

**La valeur de As est obtenue en résolvant l’équation du 2e degré suivante :**

***h***





***c***

***h***

**alors *k***  0***,***75  0***,***5***b******m*** 1 6******  **sinon *k* ** 1

**et si *b* ** 0***,***500 ***m***

***A***

**avec **  *As***

**ou *NRd***  ***kh Ac***  ***fcd***  ****** ***f yd*** 

***NRd***  ***kh***  ***Ac fcd***  ***As f yd*** 

**et**

***NEd*  *NRd***

**NON**

**OUI**

**OUI**

**** ****

**** 32 ****1***,***3

****   ** **

**** 62 ****

** ** ** 2

1 ** ** ****

0***,***86

**** **

NON **:**

**il faut redimensionner le poteau**

12

***b***

**Élancement : ** **  0

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Diamètre** | **Poids** | **Périmètre** | **Section pour N barres en cm²** | | | | | | | | | |
| **mm** | **kg/m** | **cm** | **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 |

Section minimale des armatures longitudinales

|  |  |
| --- | --- |
|  ***N***   ***A***  ***max*** 0***,***10 ***Ed ;*** 0***,***002 ***A***  **{9.12N}**  ***s ,min c***   ***f yd***  | ***Ac* = aire de la section brute transversale de béton**  ***f yd* limite élastique de calcul de l’armature**  **Le diamètre des barres longitudinales *l***  ***l ,min***  8 ***mm*** |

**Section maximale des armatures longitudinales**

|  |  |
| --- | --- |
| **en dehors des zones de recouvrement *As,max* ** 0***,***04***Ac*** | **dans les zones de recouvrement *As,max***  0***,***08***Ac*** |

**DT11**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BTS BÂTIMENT** |  | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | | Code : **BTE4DVO** | Page **17** sur **18** |

Q11 et Q12 : Report des actions en O et Diagrammes de N(x), V(x), M(x) de l’IPE 160 Q18: Diagrammes de V(x), M(x) de la travée B’ A’

**O**

**550**

**10,5 kN**

**7,65 kN A**

**100**

**57 kN**

**Document réponse à rendre avec la copie**

**418 kN.m**



**3,2 kN.m**

**7,09**

**N(x)**

**(kN)**

**1cm↔10 kN**

**0**

**650**

**X(mm)**

**V(x)**

**(kN)**

**1cm↔100 kN**

**V(x)**

**(kN) 0**

**1cm↔10 kN**

**650**

**X(mm)**

**0 7,09**

**X(m) cm↔1m**

**M(x)**

**(kN.m 1cm↔100 kN.m**

**M(x)**

**(kN.m) 1cm↔10 kN.m**

**0**

**650**

**X(mm)**

**0 7.09**

**X(m)**

**1cm↔1m**

**DR**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BTS BATIMENT** | **Diagrammes IPE 160 et travée B’ A’** | | **SESSION 2019** |
| **E41** - Dimensionnement et vérification d’ouvrages | | Code : **BTE4DVO** | Page **18** sur **18** |