Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR BATIMENT

Epreuve E4 – Etude technique

Sous - épreuve E41
Dimensionnement et vérification d'ouvrages

SESSION 2013

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Matériel autorisé : toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique dont le fonctionnement est autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-186, 16/11/1999).

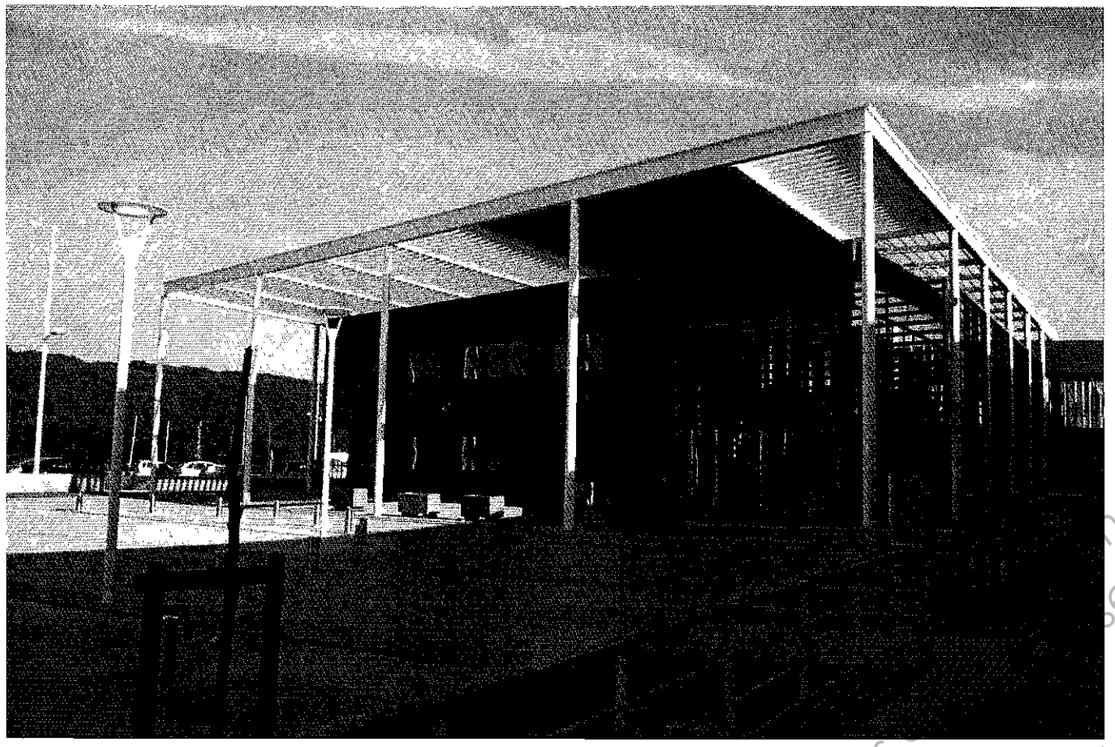
« Tous les documents réponses, même vierges, doivent être rendus avec la copie. »

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet. Ce sujet comporte 17 pages numérotées de 1/17 à 17/17.

BTS BÂTIMENT		**Session 2013**
Dimensionnement et vérification d'ouvrages – E41	**CODE : 13-BTE4DVO**	

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Construction d'un hôpital



Contenu du dossier

Dossier sujet :

- **DS1 (p 1/17)** : Photographie de l'entrée du bâtiment A et contenu du dossier,
- **DS2 (p 2/17)** : Présentation de l'ouvrage, caractéristiques des matériaux et actions.
- **DS3 à DS5 (p 3 à 5/17)** : Travail demandé

Dossier technique :

- **DT1 (p 6/17)** : Plan de masse
- **DT2 (p 7/17)** : Plan d'architecte du rez de chaussée et de l'étage
- **DT3 (p 8/17)** : Coupe A-A
- **DT4 (p 9/17)** : Plan de coffrage du PH du RdC
- **DT5 (p 10/17)** : Plan de coffrage du PH de l'étage
- **DT6 (p 11/17)** : Plan de toiture et charpente métallique sur auvent
- **DT7 (p12/17)** : Documentation Goujons Staifix

Dossier annexes et formulaire :

- **DA1 (p13/17)** : Théorème des 3 moments, rotations aux appuis, théorème de Müller Breslau, extraits de l'Eurocode 3
- **DA2 (p 14/17)** Tableau des intégrales de Mohr, caractéristiques des profilés IPN
- **DA3 (p15/17)** : Organigramme de calcul des poutres (Armatures longitudinales et armatures d'efforts tranchants)
- **DA4 (p16/17)** : Organigramme de calcul des poteaux circulaires, tableau des aciers

Dossier document réponse :

- **DR1 (p17/17) :** Document réponse

Barème		
Etude A :	Etude de la couverture métallique de l'auvent sur entrée	**6,5**
Etude B :	Etude de l'appui de la poutre continue 125/126 du PH du RdC, côté file N7	**3,5**
Etude C :	Etude de la poutre continue 121/122/123 du PH du RdC	**7**
Etude D :	Etude du poteau en béton armé P21 du RdC	**3**

Les quatre études sont **indépendantes**.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Présentation de l'ouvrage

L'objet de l'étude porte sur la construction d'un hôpital spécialisé dans les soins de rééducation et réadaptation fonctionnelle. Il s'agit d'un projet de grande envergure, décomposé en 19 blocs (repérés A à R) séparés par des joints de dilatation. Les études demandées porteront uniquement sur le bâtiment A, destiné à l'accueil et aux consultations médicales.
Ce bâtiment est de type R+1, sur vide sanitaire. Le système constructif retenu est le suivant :

Fondations : superficielles sur semelles filantes ou isolées.

Porteurs verticaux : voiles intérieurs et extérieurs en béton armé ; poteaux coulés en place.

Porteurs horizontaux :

- poutres en béton armé coulées en place.
- dalle PH du vide sanitaire : dalle en béton coulée sur prédalles, avec isolation en sous face.
- dalle PH du RdC : dalle en béton coulée sur prédalles.
- dalle PH de l'étage (toiture terrasse) : dalle en béton, réalisée à partir de dalles alvéolaires ou à partir de prédalles, selon les zones.

Toiture / couverture :

- Sur l'emprise du bâtiment : toiture terrasse inaccessible végétalisée.
- En débord, sur la périphérie du bâtiment (façades sud et ouest) : charpente métallique composée de poteaux, de poutrelles IPN et :
  - de brise soleil sur certaines zones
  - de pannes en T, supports d'une couverture en bac acier et d'une étanchéité, sur l'auvent, au niveau de l'entrée du bâtiment.

Caractéristiques des matériaux

Béton armé : Pour les éléments étudiés dans ce sujet,

- Béton : ***C35/45*** : $f_{ck} = 35\ MPa$; $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 23{,}3\ MPa$

  $f_{ctm} = 0{,}30.(f_{ck})^{2/3} = 3{,}2\ MPa$
- Armatures : ***B500*** : $f_{yk} = 500\ MPa$; $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435\ MPa$
- Classe d'exposition ***XC1***
- Enrobage : c_{nom} = 25 mm

Acier pour charpente : ***S235*** :

- Limite élastique : $f_y = 235\ MPa$
- Module d'élasticité longitudinale (module d'Young) : $E = 210\ 000\ MPa$
- Toutes les sections des profilés utilisés seront considérées de classe 1.
- Valeur du coefficient partiel de sécurité sur la résistance des sections aux ELU : $\gamma_{M0} = 1$

Actions

Poids volumique du béton armé : 25 kN/m^3

Charges permanentes :

- Planchers intérieurs :
  - dalles (suivant épaisseur) : à définir
  - chapes + revêtements souples : 1,70 kN/m²
- Couverture bac acier du auvent :
  - bac acier : 0,08 kN/m²
  - étanchéité : 0,10 kN/m²
  - faux plafond bois : 0,10 kN/m²
  - profilé en T : T80 : 0,11 kN/ml
  - profilé IPN 120 : 0,11 kN/ml

Charges variables :

- Charges climatiques de neige : s = 0,56 kN/m²
- Charges d'exploitation sur PH du RdC : q_k = 4 kN/m²

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Travail demandé

ETUDE A : Etude de la couverture métallique de l'auvent sur entrée

Documents à consulter : **DS2, DT1, DT5, DT6, DR1, DA1, DA2**

Hypothèses : - Tous les éléments sont isostatiques.
- La pente de la toiture (1,5%) est négligée

A.1 - Charges reprises par une panne en T :

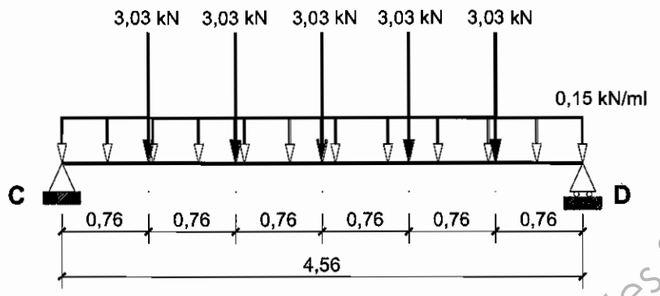
On s'intéresse à la panne repérée sur le plan de toiture (DT6).

⇒ Déterminer les valeurs des charges permanente **g** (en kN/m) et climatique de neige **s** (en kN/m) reprises par une panne en T.

Pour la suite de l'étude, on considérera une charge p_{ELU} = 1,10 kN/m, sur les pannes en T.

A.2 - Etude d'une poutre secondaire IPN 120 :

On s'intéresse à la poutre repérée sur le plan de toiture (DT6). Le schéma mécanique retenu pour cette poutre secondaire IPN 120 est le suivant, sous pondération ELU :



A.2.1 - Modélisation :

⇒ Justifier les valeurs numériques des charges (répartie et ponctuelles) indiquées sur ce schéma.

A.2.2 - Diagrammes de sollicitations :

⇒ Tracer, sur le document réponse **DR1**, les diagrammes de l'effort tranchant *V(x)* et du moment fléchissant *M(x)*.

A.2.3 - Vérification du profilé vis-à-vis du moment fléchissant :

Pour cette vérification, on retiendra le moment fléchissant maximum : ***M_{Ed} = 11 kN.m***

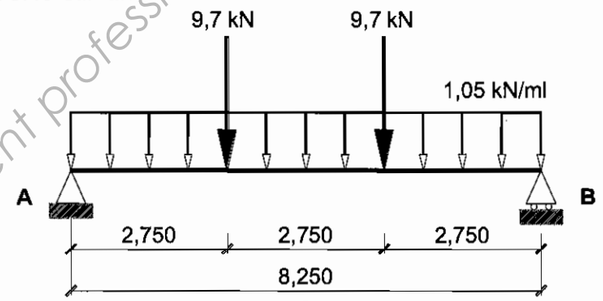
⇒ Vérifier la résistance du profilé IPN 120 suivant l'Eurocode 3, vis-à-vis du moment fléchissant.

A.2.4 - Vérification du profilé vis-à-vis de l'effort tranchant :
Pour cette vérification, on retiendra l'effort tranchant maximum : ***V_{Ed} = 8 kN***

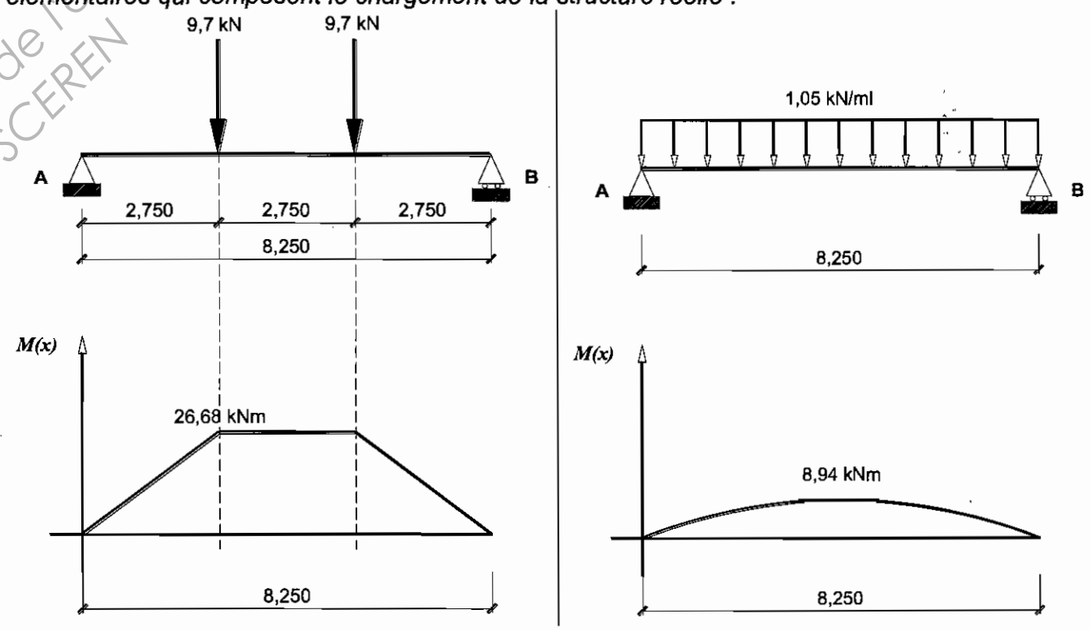
⇒ Vérifier la résistance du profilé IPN 120 suivant l'Eurocode 3, vis-à-vis de l'effort tranchant.

A.3 - Etude de la poutre primaire IPN 260 :

On envisage désormais une vérification de la poutre primaire IPN 260 repérée sur le plan de toiture DT6, vis-à-vis du critère de flèche. Le schéma mécanique retenu pour l'étude de la poutre IPN 260, sous pondération ELS est le suivant :



On vous fournit les diagrammes des moments fléchissants obtenus pour les deux chargements élémentaires qui composent le chargement de la structure réelle :



⇒ En utilisant le théorème de Müller Breslau et le tableau des intégrales de Mohr, calculer la flèche au milieu de la poutre.

⇒ Comparer cette valeur à la valeur limite : $f_{\lim} = \frac{L}{200}$ (L : portée de la poutre).

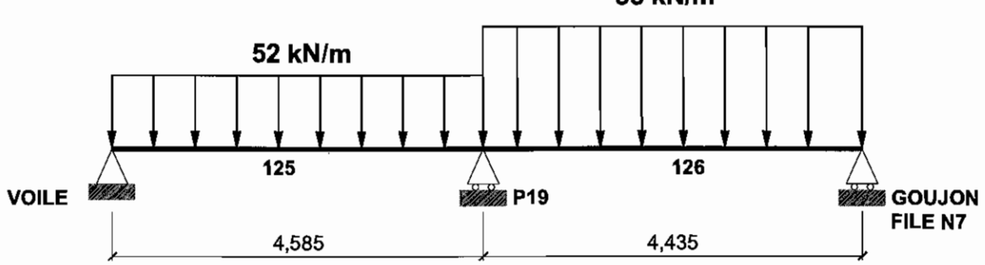
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

ETUDE B : Etude de l'appui de la poutre continue 125/126, côté file N7

Documents à consulter : **DT4, DT7, DA1**

La poutre continue 125/126 s'appuie sur le voile de la cage d'ascenseur, sur le poteau P19 et sur le voile du patio 1, par l'intermédiaire de goujons, au droit du joint de dilatation.

On s'intéresse au cas de charge qui donne l'effort tranchant maximum au niveau de l'appui, file N7. Le schéma mécanique retenu pour l'étude de cette poutre, sous pondération ELU est le suivant :



B.1 - Justification de la modélisation :

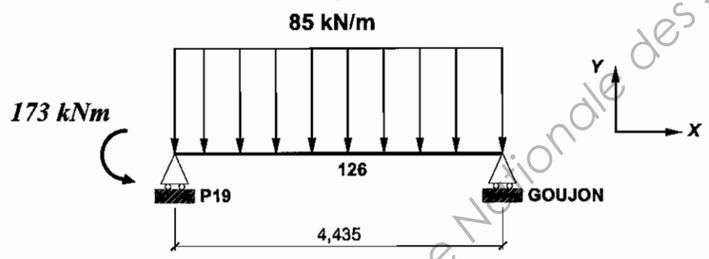
⇒ Justifier le type de liaison retenu pour l'appui file N7.

B.2 - Moment fléchissant sur appui P19 :

⇒ A l'aide du théorème des trois moments, déterminer la valeur du moment fléchissant sur l'appui P19.

B.3 - Action de liaison verticale au niveau du goujon :

Pour la travée 126, on donne le schéma mécanique ci-dessous :



⇒ Calculer l'action de liaison Y_{goujon}.

B.4 - Choix d'un modèle de goujon :

On souhaite désormais choisir le modèle de goujons à disposer à l'about de poutre, pour réaliser l'appui de rive, côté JD. Les revêtements de sol envisagés pour la dalle supportée par la poutre 125/126 étant des revêtements plastiques souples, la fissuration est jugée non préjudiciable : seule la vérification sous pondération ELU est requise. La valeur de l'effort tranchant à reprendre au niveau du goujon à l' ELU est : V_{Ed} = 150 kN

⇒ Définir le modèle de goujons qui convient, en tenant compte des contraintes suivantes :

- modèle : goujon STAIFIX HALFEN DSD
- nombre de goujons : 2 éléments superposés, sur la hauteur de la poutre
- ouverture du joint : a = 25 mm
- valeur minimale de D1 : 12 cm

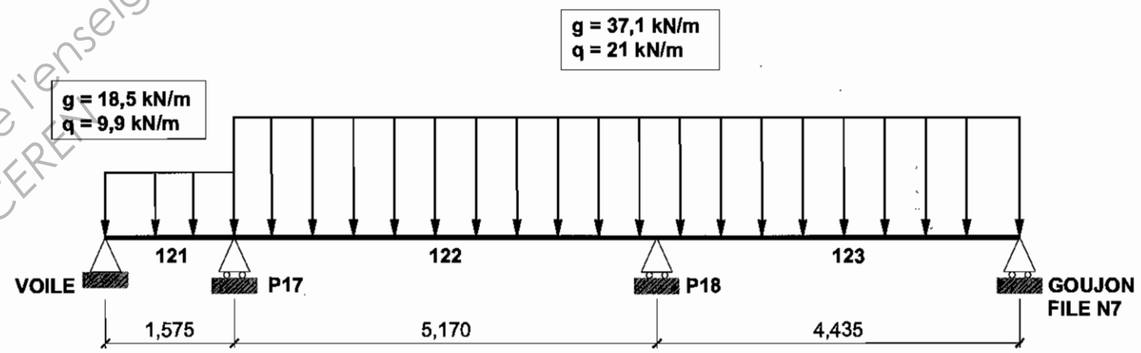
ETUDE C : Etude de la poutre continue 121/122/123 du PH du RdC

Documents à consulter : **DT4, DA3, DA4**

C.1 - Charges reprises par la poutre :

⇒ En raisonnant sur la travée 123 uniquement, déterminer les valeurs des charges permanentes g (en kN/m) et les charges d'exploitation q (en kN/m) reprises par la poutre.

Le schéma mécanique retenu pour l'étude complète de la poutre vous est fourni :



C.2 - Cas de charges :

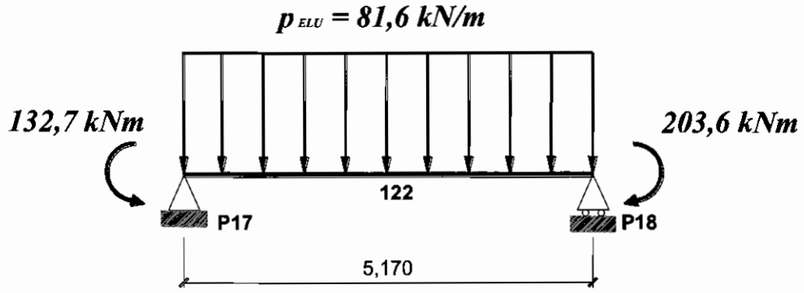
⇒ Faire un schéma mécanique de la poutre continue, précisant les pondérations aux ELU de g et q sur chaque travée, pour obtenir le moment maximum sur l'appui P18.

C.3 - Sollicitations :

On s'intéresse au cas de charge qui donne le moment maximum sur l'appui P18. Une étude de la poutre par la méthode des 3 moments a permis d'établir les valeurs des moments à l'axe des appuis P17 et P18 :

M_{P17} = - 132,7 kNm
M_{P18} = - 203,6 kNm

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN



⇒ Sur le **DR1**, tracer précisément le diagramme de moment fléchissant dans la travée 122.

C.4 - Ferraillage de principe de la poutre :

Sur le **DR1**,

⇒ Tracer la courbe enveloppe des moments fléchissants.
⇒ A partir de cette courbe enveloppe, dessiner les armatures longitudinales principales de la poutre. (Seul un ferraillage de principe est demandé. Aucun calcul n'est nécessaire ; on ne dessinera pas les armatures de montage).

C.5 - Ferraillage : aciers longitudinaux :

On donne le moment fléchissant à l'ELU maximum au nu de l'appui P18 : $M_{Ed} = -177$ **kNm**

⇒ Calculer la section d'armatures longitudinales.

⇒ Effectuer un choix de barres (nombre et diamètres) permettant de respecter les contraintes suivantes :

- la section est répartie sur deux lits d'acier.
- le cours d'armatures d'effort tranchant est composé d'un cadre et d'un étrier.

⇒ Sur le **DR1**, représenter ces armatures sur une coupe transversale de la poutre, au nu de l'appui P18.

C.6 - Ferraillage : aciers transversaux :

On donne l'effort tranchant à l'ELU maximum au nu, à droite de l'appui P17 : $|V_{Ed}| = 198$ **kN**

On considère que des armatures d'efforts tranchants sont nécessaires.

⇒ Calculer l'espacement s des deux premiers cours d'armatures d'effort tranchant, au voisinage de l'appui. (Les armatures d'effort tranchant sont composées d'un cadre HA6 + 1 étrier HA6).

ETUDE D : Etude du poteau en béton armé P21 du RdC

Documents à consulter : **DT3, DT4, DT5, DA4**

L'étude proposée concerne le poteau P21. Ce poteau, situé en rive du hall est libre sur deux hauteurs d'étages. Il reprend les charges amenées par les travées 211 et 212 de la poutre continue courbe, au niveau du PH de l'étage. Il reprend également des charges amenées par la poutre métallique UPN 180 de la file N2, au niveau de la charpente métallique.

Hypothèses :

- L'effort normal en pied de poteau, poids propre compris, vaut $N_{Ed} = 410$ kN
- La longueur efficace (de flambement) est prise égale à $l_0 = 6{,}715$ m

D.1 - Section d'armatures longitudinales :

⇒ Calculer la section d'armatures longitudinales à disposer dans le poteau. Faire un choix d'aciers.

D .2 - Section d'armatures transversales :

⇒ Déterminer les armatures transversales (diamètre et espacement), en partie courante.

D.3 - Schéma d'armatures :

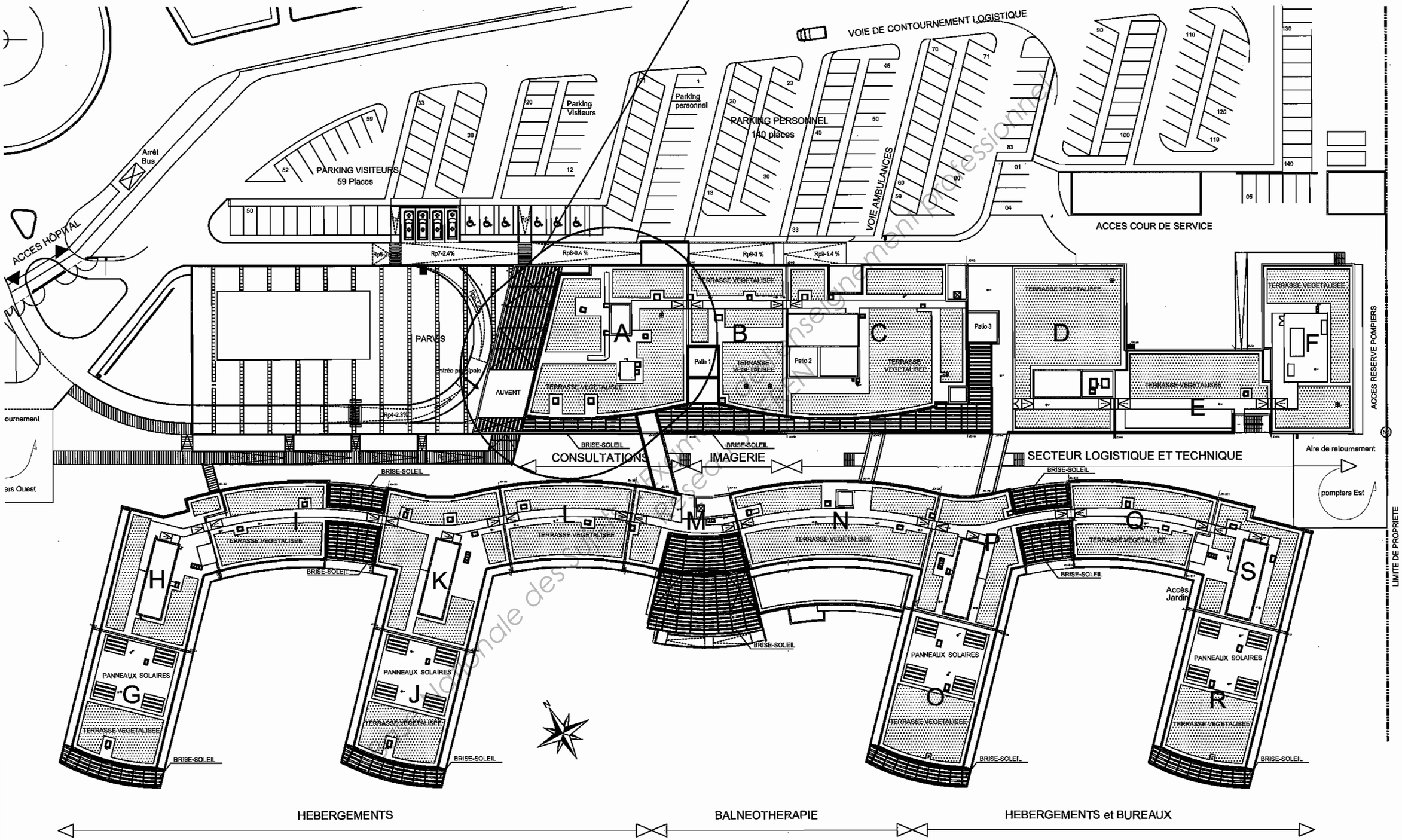
⇒ Faire le schéma d'une section transversale du poteau en représentant toutes les armatures, avec précisément celles calculées aux questions D.1 et D.2.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Plan de masse

Ech : non définie

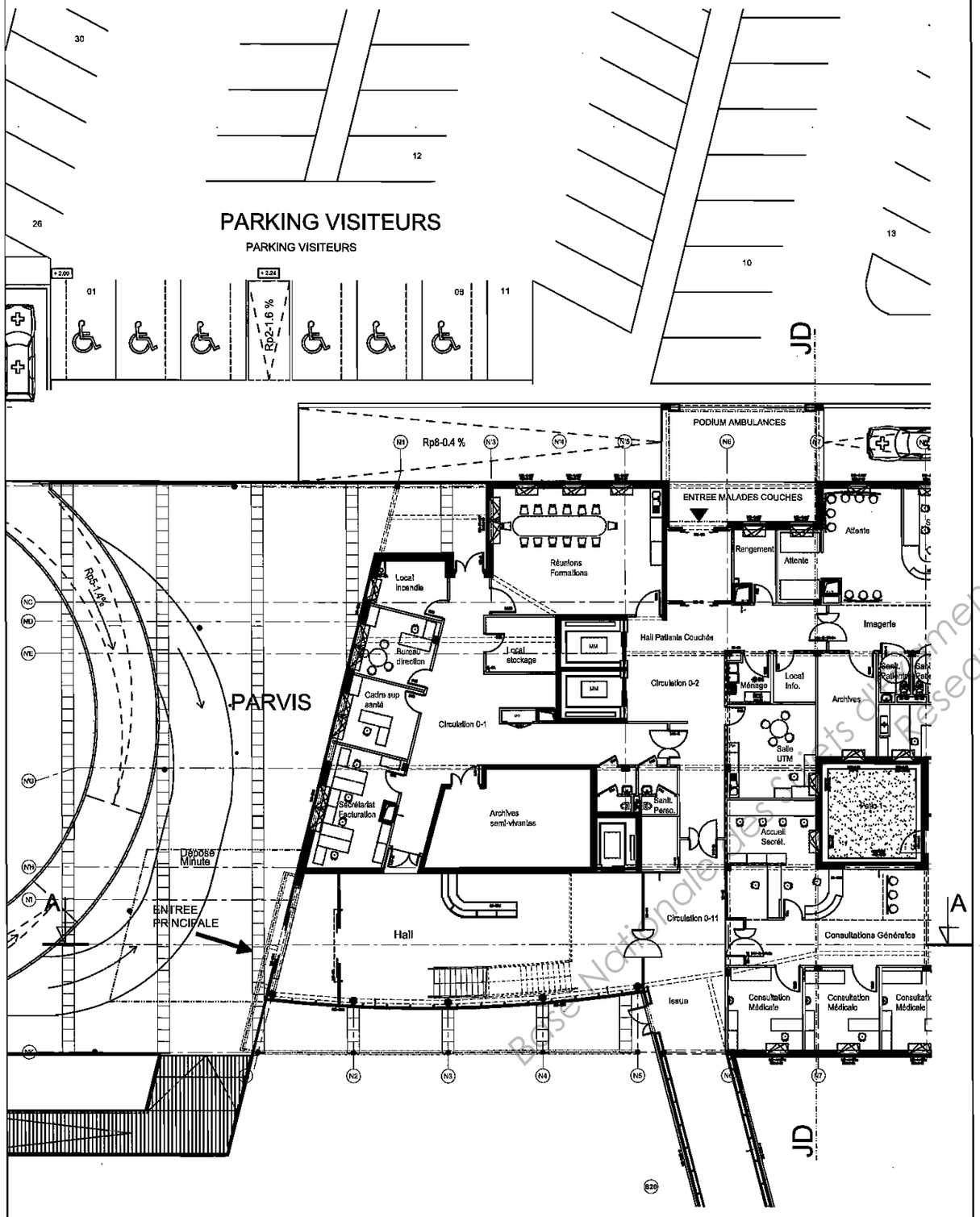
Bloc A : Bâtiment étudié



Document d'enseignement professionnel
Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat

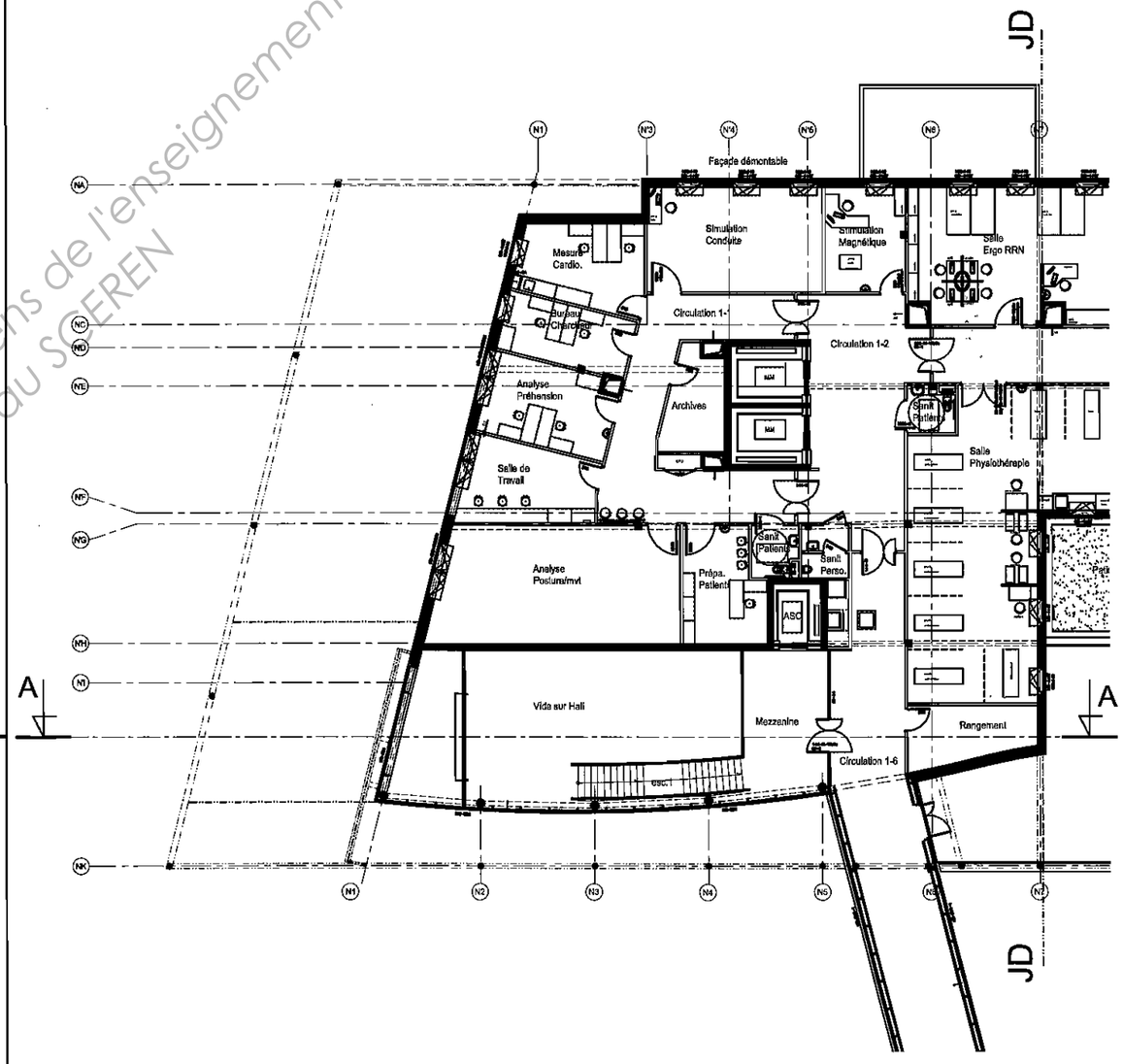
Bloc A : Plan du rez de chaussée

Ech : non définie



Bloc A : Plan de l'étage

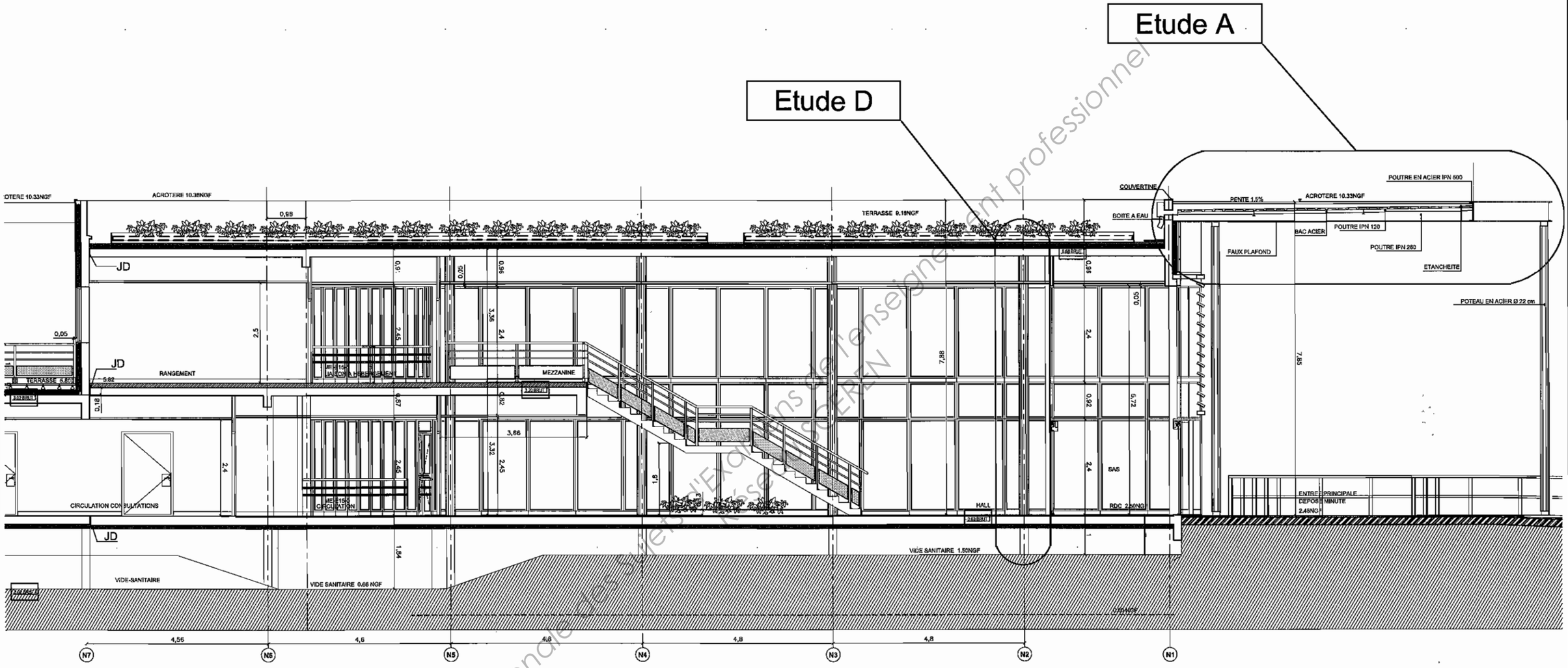
Ech : non définie



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Bloc A : Coupe AA

Ech : 1/100



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Bloc A : Plan de coffrage PH du RdC

Ech : 1/125

Etudes B et C

Etude D

Vide sur hall

PATIO 1

Goujons

JD

PV

Plancher prédalles

LT 20x20

PM Ø220x4

P10. 25x35

P11. Ø 20

P12. Ø 20

P13. 55x20

P14. 25x35

P15. 25x35

P16. 25x40

P17. 25x35

P18. 25x35

P19. 25x35

P20. Ø35

P21. Ø35

P22. Ø35

P23. Ø35

P24. Ø35

P25. 25x35

P26. Ø25

P30. 25x35

P31. 25x35

P38. 25x35

P39. 25x35

101. 25x55

102. 25x55

103. 20x50

104CS. 20x50

105. 20x40

106. 20x50

107. 20x45

108. 20x(10R+16+30A)

109. 20x(75R+16+30A)

110. 20x(16x29R)

111. 20x40

112. 20x55

113. 20x55

114. 20x40

115. 20x55

116. 20x40

117. 20x50

118. 20x50

119. 20x40

120. 20x55

121. 25x50

122. 25x50

123. 25x50

124. 20x40

125. 25x55

126. 25x55

127. 20x40

128. 20x50

129. 20x50

130. 20x40

131. 20x50

132. T 20/40x(20+45R)

140. 25x55

141. 25x55

144. 25x50

147. 25x50

150. 20x40

151T. 25/60x(20+40R)

152T. 25/60x(20+40R)

153. 20x55

154. 25

170. 20x70

N1 N'1 N'3 N'4 N'5 N8 N'E N'G N'H N2 N3 N4 N5 N7

brut +4.02 6+10

brut +3.31 6+14

brut +3.31 20+5

brut +3.20 6+14

brut +3.02 6+14

Banque Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

DT4 | **9/17**

Bloc A : Plan de coffrage PH de l'étage

Ech : 1/125

Etude A

Etude D

N1 N'3 N'4 N'5 N8 N'E N'G N'H N2 N3 N4 N5 N7

façade fusible

JD

PM Ø220x4 IPN 500 PM Ø220x4 IPN 500 LT 20x20 LT 20x20 LT 20x20 LT 20x20 LT 20x20 LT 20x20 LT 20x20 LT 20x20

155 516 1620

IPN 500 IPN 200 CAE 50x5 CAE 50x5 IPN 200 IPN 500 IPN 200 IPN 500 IPN 400 IPN 400 IPN 400 IPN 500 IPN 500

LT 20x20 LT 20x20 LT 20x70 LT 20x70

600 637 822 553

brut +6.68 16+5

brut +6.68 6+14

Dalle Alvéolée

Brise soleil

Brise soleil

Brise soleil

Auvent

Bac acier

Plancher prédalles

Plancher prédalles

Goujons

Goujons

Goujons

PATIO 1

P38. 25x25

201.25x55 **202.**25x55 **203.**25x55 **204.**25x55 **P39.**25x25 **P40.**25x35 **P49.**25x35 **220.**20x40 **224.**20x40

499 25 419 20 25

205.25x65 **206.**25x65 **207.**25x65 **208.**25x50 **P40.**25x25 **P41.**25x25 **P42.**25x25

486 479 20 25

209.20x45 **210.**20x45 **P43.**25x25 **223.**20x45

426 20

219. 20x40 **218.** 20x40 **217.** 20x40 **216.** 20x(120A+20+76R)

211. 20x(120A+20+53R) **P21.** Ø35 **212.** 20x(120A+20+53R) **P22.** Ø35 **213.** 20x(120A+20+53R) **P47.** Ø35 **214.** 20x(120A+20+53R) **P48.** Ø35 **215.** 20x(120A+20+53R) **P20.** Ø35 **P50.** Ø25

221.20x45 **222.**20x65

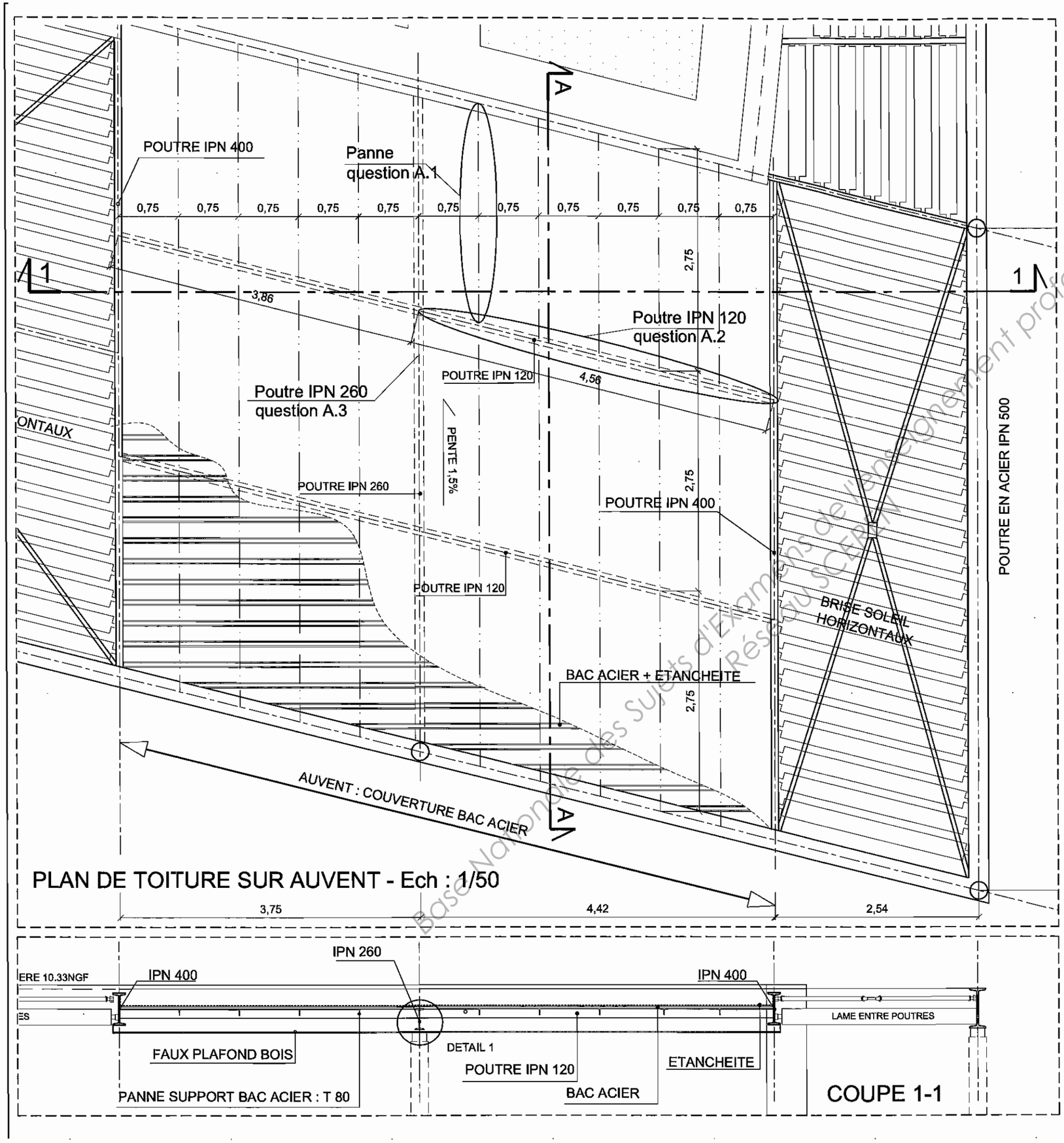
950

UPN 180 UPN 180 UPN 180 UPN 180 UPN 180 UPN 130 UPN 180

PM Ø220x4 IPN 500 PM Ø220x4 IPN 500 PM Ø220x4 IPN 500 PM Ø220x4 IPN 500 PM Ø220x4 JD IPN 500 JD PM 169x3 IPN 500 PM 169x3 IPN 500 PM 169x3 IPN 50

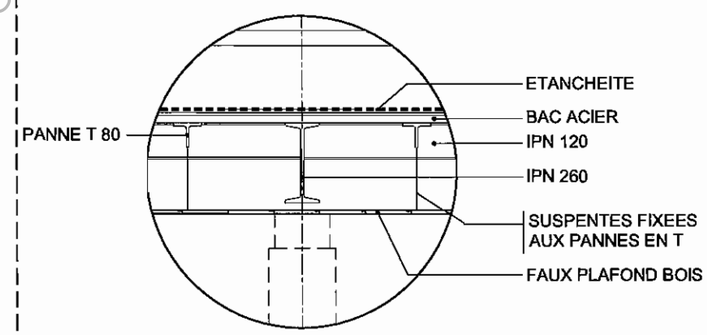
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

BLOC A : TOITURE
ET CHARPENTE SUR AUVENT



PLAN DE TOITURE SUR AUVENT - Ech : 1/50

COUPE 1-1



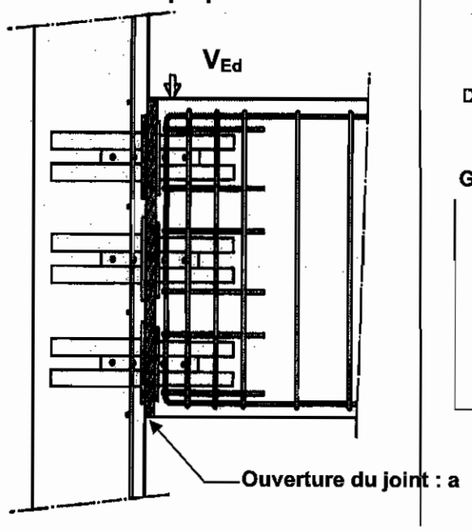
DETAIL 1 - Ech : 1/20

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

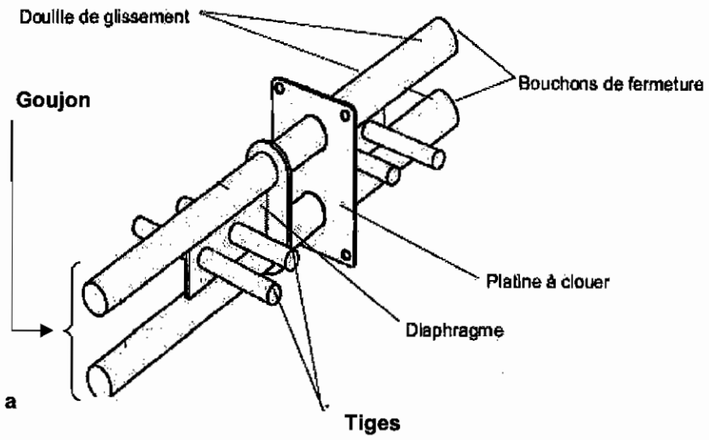
DOCUMENTATION GOUJON STAIFIX HALFEN DSD

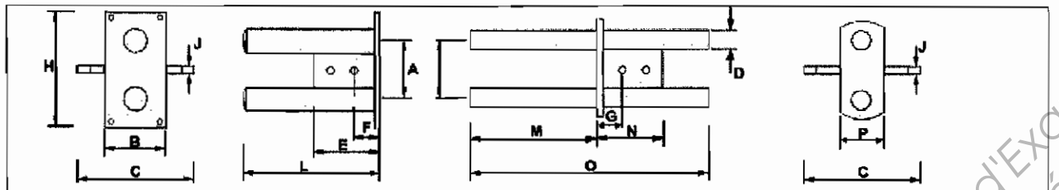
▪ Description du produit :

Liaison poutre / voile
Exemple avec 3 goujons superposés



Goujon STAIFIX HALFEN type DSD





TYPE	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	J (mm)	L (mm)	M (mm)	N (mm)	O (mm)	P (mm)
DSD25	40	60	80/140	14	78	28	31	100	10	135	120	81	250	30
DSD30	48	60	80/140	16	84	28	31	100	12	140	120	87	260	30
DSD50	50	60	80/160	18	84	28	31	100	12	150	130	87	280	30
DSD75	75	70	100/180	22	86	31	33	150	14	175	150	88	340	40
DSD100	100	100	100/200	30	104	36	34	200	16	235	210	108	400	70

▪ Données techniques : efforts tranchants résistants, pour un goujon :

VRu : effort tranchant résistant à l'ELU en kN
VRs : effort tranchant résistant à l'ELS en kN

Z = 16 cm		f_{ck} = 25 MPa						f_{ck} = 35 MPa					
	a	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
Goujon DSD 30	VRu	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39 ,9	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39,9
	VRs	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7

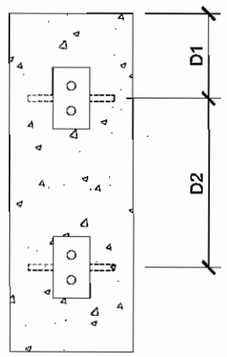
Z = 18 cm		f_{ck} = 25 MPa						f_{ck} = 35 MPa					
	a	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
Goujon DSD 30	VRu	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39 ,9	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39,9
	VRs	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7
Goujon DSD 50	VRu	77,1	71,8	67,1	63	59,4	56,2	77,1	71,8	67,1	63	59,4	56,2
	VRs	34,3	31,9	29,8	28	26,4	25	34,3	31,9	29,8	28	26,4	25
Goujon DSD 75	VRu	138,3	128,7	120,3	113	106,5	100,7	138,3	128,7	120,3	113	106,5	100,7
	VRs	61,5	57,2	53,5	50,2	47,3	44,8	61,5	57,2	53,5	50,2	47,3	44,8

Z = 24 cm		f_{ck} = 25 MPa						f_{ck} = 35 MPa					
	a	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
Goujon DSD 30	VRu	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39 ,9	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39,9
	VRs	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7
Goujon DSD 50	VRu	77,1	71,8	67,1	63	59,4	56,2	77,1	71,8	67,1	63	59,4	56,2
	VRs	34,3	31,9	29,8	28	26,4	25	34,3	31,9	29,8	28	26,4	25
Goujon DSD 75	VRu	138,3	128,7	120,3	113	106,5	100,7	138,3	128,7	120,3	113	106,5	100,7
	VRs	61,5	57,2	53,5	50,2	47,3	44,8	61,5	57,2	53,5	50,2	47,3	44,8

Z = 32 cm		f_{ck} = 25 MPa						f_{ck} = 35 MPa					
	a	5	15	25	35	45	55	5	15	25	35	45	55
Goujon DSD 30	VRu	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39 ,9	54,7	50,9	47,6	44,7	42,2	39,9
	VRs	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7	24,3	22,6	21,2	19,9	18,7	17,7
Goujon DSD 50	VRu	77,1	71,8	67,1	63	59,4	56,2	77,1	71,8	67,1	63	59,4	56,2
	VRs	34,3	31,9	29,8	28	26,4	25	34,3	31,9	29,8	28	26,4	25
Goujon DSD 75	VRu	138,3	128,7	120,3	113	106,5	100,7	138,3	128,7	120,3	113	106,5	100,7
	VRs	61,5	57,2	53,5	50,2	47,3	44,8	61,5	57,2	53,5	50,2	47,3	44,8
Goujon DSD 100	VRu	204,2	204,2	204,2	196,5	185,2	175,1	234,4	223,7	209,2	196,5	185,2	175,1
	VRs	106,9	99,4	93	87,3	82,3	77,8	106,9	99,4	93	87,3	82,3	77,8

▪ *L'utilisation en about de poutre permet de superposer les goujons. Les efforts tranchants correspondants sont alors déterminés à partir d'une hauteur Z égale à la plus faible des deux distances suivantes :*

- *L'écartement entre les deux goujons superposés,*
- *Le double de la distance au parement le plus proche dans le sens de l'effort tranchant transmis par les goujons.*



Z = min(2.D1, D2)

▪ *Ces efforts tranchants résistants VRu et VRs doivent être frappés du coefficient réducteur suivant, défini en fonction du nombre de goujons simultanément concernés par le mouvement relatif des deux éléments de structure qu'ils relient :*

- *0,75 si le goujon est unique,*
- *0,90 dans le cas de deux goujons,*
- *1,00 à partir de trois goujons.*

▪ *Le dimensionnement des goujons doit être effectué par la vérification de chacune des deux inégalités suivantes correspondant aux combinaisons d'actions fondamentales et de service.*

$Vu \leq VRu$

$Vs \leq VRs$

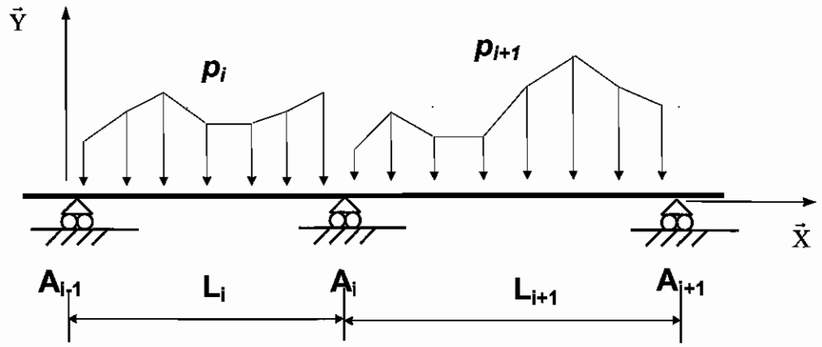
Ces inégalités comparent les efforts tranchants agissant Vu et Vs aux efforts tranchants résistants VRu et VRs. La première est à vérifier dans tous les cas. La vérification de la seconde n'est exigée que dans les cas pour lesquels la fissuration est jugée préjudiciable (par exemple eu égard au comportement des revêtements de sol).

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

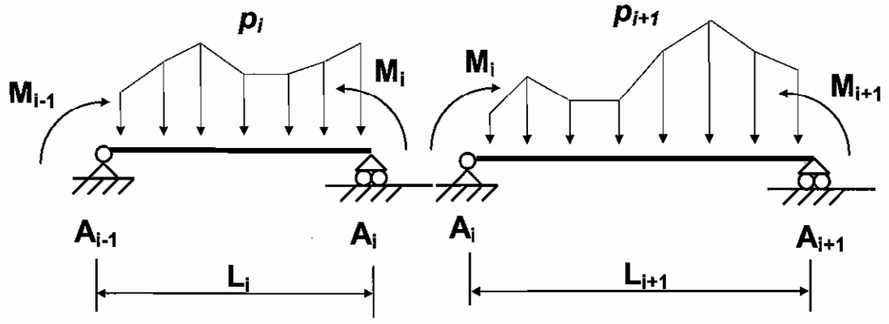
Théorème des 3 moments (formule de Clapeyron)

Hypothèse : EI = constante sur l'ensemble de la poutre.

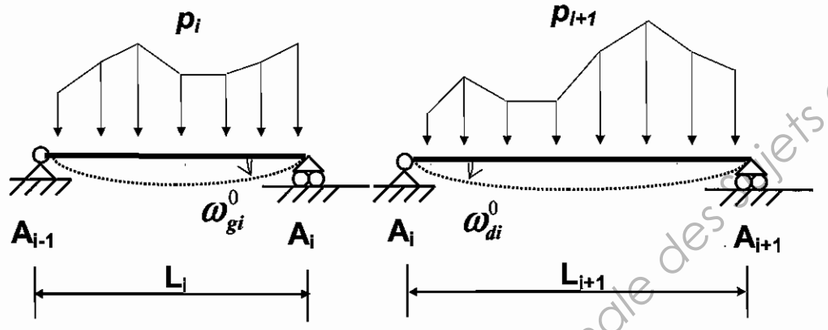
(S)



(S)

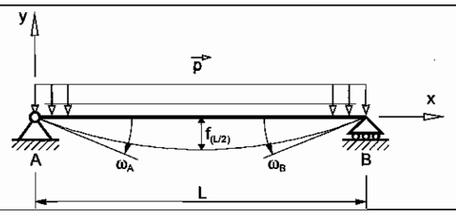


(S^0)



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

Rotations aux appuis

Schéma mécanique	Rotation aux appuis
	$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$

Théorème de Müller Breslau

$$\Delta_j = \int_{structure} \frac{M \times \bar{M}_j}{EI} dx$$

E : Module d'élasticité longitudinale ou module d'Young
I : Moment quadratique
Δ_j : Déplacement au point j,

M : Moment de flexion, dans la structure étudiée (S)

$\bar{M}_j$: Moment de flexion, dans $(\bar{S}_j)$ qui correspond à la structure initiale (S) soumise à un facteur sollicitant unité (force unité ou couple unité =1) appliqué au point j.

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

$$\Delta_j = \int_{structure} \frac{M \times \bar{M}_j}{EI} dx + \sum_{poutres\ bi-articulées} \frac{N \times \bar{N}_j}{EA} L$$

Extraits de l'Eurocode 3

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

Pour le moment de flexion :

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

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

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

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

Pour l'effort tranchant

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

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

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

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

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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

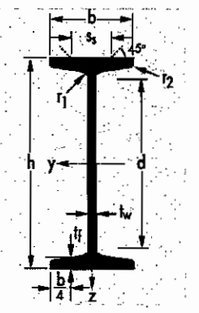
Tableau des intégrales de MOHR : $\int_0^L m_i(x)\times m_j(x)\times dx$

$m_i(x)$ \ $m_j(x)$	M_j L	M_j L	M_j M'_j L	M_j L	M_j L	M_j L	M_j L	M_j L
M_i L	LM_iM_j	$\frac{1}{2}LM_iM_j$	$\frac{1}{2}LM_i(M_j+M'_j)$	$\frac{2}{3}LM_iM_j$	$\frac{2}{3}LM_iM_j$	$\frac{2}{3}LM_iM_j$	$\frac{1}{3}LM_iM_j$	$\frac{1}{3}LM_iM_j$
M_i L	$\frac{1}{2}LM_iM_j$	$\frac{1}{3}LM_iM_j$	$\frac{1}{6}LM_i(2M_j+M'_j)$	$\frac{1}{3}LM_iM_j$	$\frac{5}{12}LM_iM_j$	$\frac{1}{4}LM_iM_j$	$\frac{1}{4}LM_iM_j$	$\frac{1}{12}LM_iM_j$
M_i L	$\frac{1}{2}LM_iM_j$	$\frac{1}{6}LM_iM_j$	$\frac{1}{6}LM_i(M_j+2M'_j)$	$\frac{1}{3}LM_iM_j$	$\frac{1}{4}LM_iM_j$	$\frac{5}{12}LM_iM_j$	$\frac{1}{12}LM_iM_j$	$\frac{1}{4}LM_iM_j$
M_i M' L	$\frac{1}{2}LM_j(M_i+M'_i)$	$\frac{1}{6}LM_j(2M_i+M'_i)$	$\frac{1}{6}L\left(\begin{matrix}2M_iM_j+M_iM'_j+\\M'_iM_j+2M'_iM'_j\end{matrix}\right)$	$\frac{1}{3}LM_j(M_i+M'_i)$	$\frac{1}{12}LM_j\times$ $(5M_i+3M'_i)$	$\frac{1}{12}LM_j\times$ $(3M_i+5M'_i)$	$\frac{1}{12}LM_j\times$ $(3M_i+M'_i)$	$\frac{1}{12}LM_j\times$ $(M_i+3M'_i)$
M_i x x' L	$\frac{1}{2}LM_iM_j$	$\frac{1}{6}LM_iM_j\left(1+\frac{x'}{L}\right)$	$\frac{1}{6}LM_i\left[\begin{matrix}M_j\left(1+\frac{x'}{L}\right)+\\M'_j\left(1+\frac{x}{L}\right)\end{matrix}\right]$	$\frac{1}{3}LM_iM_j\left(1+\frac{xx'}{L^2}\right)$	$\frac{1}{12}LM_iM_j\times$ $\left(3+\frac{3x'}{L}-\frac{x'^2}{L^2}\right)$	$\frac{1}{12}LM_iM_j\times$ $\left(3+\frac{3x}{L}-\frac{x^2}{L^2}\right)$	$\frac{1}{12}LM_iM_j\times$ $\left(\frac{3x'}{L}+\frac{x^2}{L^2}\right)$	$\frac{1}{12}LM_iM_j\times$ $\left(\frac{3x}{L}+\frac{x'^2}{L^2}\right)$
M_i L/2 L	$\frac{1}{2}LM_iM_j$	$\frac{1}{4}LM_iM_j$	$\frac{1}{4}LM_i(M_j+M'_j)$	$\frac{5}{12}LM_iM_j$	$\frac{17}{48}LM_iM_j$	$\frac{17}{48}LM_iM_j$	$\frac{7}{48}LM_iM_j$	$\frac{7}{48}LM_iM_j$

Dans le tableau, M_i, M_j, M_i', M'_j, sont les extremums des fonctions $m_i(x)$ et $m_j(x)$. Ils sont à prendre en valeurs algébriques.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Caractéristique des profilés IPN



Profil	h	b	t_w	t_f	Masse par mètre P	Aire de la section A	Moment quadratique I_y	Module de résistance élastique à la flexion $W_{el.y}$	Rayon de giration i_y	$2\times S_y$ / Module plastique $W_{pl.y}$	A_{vz}	I_z	$W_{el.z}$	i_z	$2\times S_z$ / $W_{pl.z}$
	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^3	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^3
80	80	42	3,9	5,9	5,94	7,57	77,8	19,5	3,2	22,8	3,41	6,29	3	0,91	5
100	100	50	4,5	6,8	8,34	10,6	171	34,2	4,01	39,8	4,85	12,2	4,88	1,07	,11
120	120	58	5,1	7,7	11,1	14,2	328	54 ,7	4,81	63,6	6,63	21,5	7,41	1,23	12,4
140	140	66	5,7	8,6	14,3	18,2	573	81,9	5,61	95,4	8,65	35,2	10,7	1,4	17,9
160	160	74	6,3	9,5	17,9	22,8	935	117	6,4	136	10,83	54,7	14,8	1,55	24,9
180	180	82	6,9	10,4	21,9	27,9	1450	161	7,2	187	13,35	81,3	19,8	1,71	32,2
200	200	90	7,5	11,3	26,2	33,4	2140	214	8	250	16,03	117	26	1,87	43,5
220	220	9_	8,1	12,2	31,1	39,5	3060	278	8,8	324	19 ,06	162	33,1	2,02	55,7
240	240	106	8,7	13,1	36,2	46,1	4250	354	9,59	412	22,33	221	41,7	2,2	70
260	260	113	9,4	14,1	41,9	53,3	5740	442	10,4	514	26,08	288	51	2,32	85,9
280	280	119	10,1	15,2	47,9	61	7590	542	11,1	632	30,18	364	61,2	2,45	103
300	300	125	10,8	16,2	54,2	69	9800	653	11,9	762	34,58	451	72,2	2,56	121
320	320	131	11,5	17,3	61	77,7	12510	782	12,7	914	39,26	555	84,7	2,67	143
340	340	137	12,2	18,3	68	86,7	15700	923	13,5	1080	44,27	674	98,4	2,8	166
360	360	143	13	19,5	76,1	97	19610	1090	14,2	1276	49,95	818	114	2,9	194
380	380	149	13,7	20,5	84	107	24010	1260	15	1482	55,55	975	131	3,02	221
400	400	155	14,4	21,6	92,4	118	29210	1460	15,7	1714	61,69	1160	149	3,13	253
450	450	170	16,2	24,3	115	147	45850	2040	17,7	2400	77,79	1730	203	3,43	345
500	500	185	18	27	141	179	68740	2750	19,6	3240	95,6	2480	268	3,72	456
550	550	200	19	30	166	212	99180	3610	21,6	4240	111,3	3490	349	4,02	592
600	600	215	21,6	32,4	199	254	139000	4630	23,4	5452	138	4670	434	4,3	752

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

Données
Environnement : Classe d'exposition $X..$
b_w ; h
béton $C../..$ f_{ck}
acier B500 classe B $f_{yk} = 500 \ MPa$
diagramme élasto-plastique parfait

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

$p_u = 1,35g + 1,5q \ \ kN/m$
moment de flexion ELU $M_{Ed} = M_u$

$d \le 0,9h$
$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_C$

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

$$\mu_u = \frac{M_{Ed}}{b_w . d^2 . f_{cd}}$$

$\mu_u \le 0,3717$? — Oui / NON

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 :
$s \le 15\phi$.

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

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

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

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

Données : Classe structurale : $S4$
Environnement :Classe d'exposition $X..$
Béton $C../..$; $f_{ck}(MPa)$ $\quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C}$
Enrobage nominal : $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$
$c_{min} = max\{c_{min,b} ; c_{min,dur} ; 10mm\}$
d ; z inconnu $\Rightarrow z = 0,9d$
b_w plus petite largeur de la section droite dans la zone tendue

$$\nu_1 = 0,6\left[1 - \frac{f_{ck}^{(MPa)}}{250}\right] \qquad \nu_1 f_{cd}$$

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

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

$p_u = 1,35g + 1,5q \ \ kN/m$
Effort tranchant de calcul V_{Ed}

La résistance des bielles est surabondante

$$V_{Rd,c} = sup\left[C_{Rd,c} k (100\rho_l f_{ck})^{1/3} ; v_{min}\right] b_w d \quad \{6.2.\}$$

$V_{Ed} > V_{Rd,c}$? — oui / non

non : Les armatures d'effort tranchant ne sont pas requises 6.2.2

oui : **les armatures d'effort tranchant sont nécessaires**

$$V_{Rd,max} = \frac{b_w z \nu_1 f_{cd}}{(\tan\theta + \cot\theta)} \ \{6.9\}$$

On se fixe $\cot\theta = 1$, soit $\theta = 45°$

$$V_{Rd,max} = 0,5 b_w z \nu_1 f_{cd}$$

vérification de la compression des bielles

$V_{Ed} \le V_{Rd,max}$? — non / oui

non : L'angle $\theta = 45°$ des bielles ne peut pas être augmenté.
Il faut redimensionner le coffrage.

oui :

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot\theta \ \{6.8\}$$

On se fixe $\cot\theta = 1$: $V_{Ed} \le \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \Rightarrow \frac{A_{sw}}{s} \ge \frac{V_{Ed}}{z f_{ywd}}$

Choix de la section d'acier A_{sw} ;

Calcul des espacements avec : $s \le \frac{A_{sw} z f_{ywd}}{V_{Ed}}$

$$s \le min\left[\frac{A_{sw} z f_{ywd}}{V_{Ed}} \ ; \ \frac{A_{sw}}{b_w \rho_{w,min}} \ ; \ s_{l,max}\right]$$

Dispositions constructives
Le taux d'armatures d'effort tranchant est noté : $\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w s}$

$$\rho_w \ge \rho_{w,min} = \frac{0,08\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \ \{9.5N\}$$

$s \le s_{l,max}$
$s_t \le s_{t,max}$

$s_{l,max}$: Espacement longitudinal maximal entre les cours d'armatures d'effort tranchant
si $h > 250mm$ alors $s_{l,max} = 0,75d$ sinon $s_{l,max} = 0,90d$

$s_{t,max}$: Espacement transversal maximal des brins verticaux dans une série de cadres, étriers ou épingles.
si $h > 250mm$ alors $s_{t,max} = inf(0,75d, 600mm)$ **sinon** $s_{t,max} = 0,90d$

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

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

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

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

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Organigramme poteaux circulaires

Données :- Classe structurante $S4$; Classe d'exposition X ... donnant un enrobage nominal c_{nom}

- N_{Ed}, effort normal centré aux ELU
- A_c, aire du béton $A_c = \frac{\pi D^2}{4}$, D en mètres
- Enrobage relatif $\delta = \frac{d'}{D}$ avec $d' = c_{nom} + \phi_t + \frac{\phi_l}{2}$
- Classe du béton C ../.. donnant f_{ck} et $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5}$ (âge du béton > 28 jours)
- Acier B500 donnant f_{yk} = 500 MPa et $f_{yd} = f_{yk}/1,15 = 434,8$ MPa
- Longueur efficace (ou de flambement) notée = ℓ_0 = longueur libre du poteau notée l

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

Élancement : $\lambda = \frac{4\ell_0}{D}$

$\lambda \le 120$ — OUI → $\lambda \le 60$ — OUI → $\alpha = \frac{0,84}{1+\left(\frac{\lambda}{52}\right)^2}$

$\lambda \le 60$ — NON → $\alpha = \left[\frac{27}{\lambda}\right]^{1,24}$

NON : il faut redimensionner le poteau

$N_{Ed} \le N_{Rd}$ et $N_{Rd} = \alpha k_h \left[A_c f_{cd} + A_s f_{yd}\right]$ ou $N_{Rd} = \alpha k_h A_c \left[f_{cd} + \rho f_{yd}\right]$

avec $\rho = \frac{A_s}{A_c}$ et si $D < 0,600$ m alors $k_h = \left[0,7 + 0,5D^{[m]}\right]\left[1 - 8\rho\delta\right]$ sinon $k_h = 1$

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

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

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

Section minimale des armatures longitudinales

$$A_{s,min} = max\left[0,10\frac{N_{Ed}}{f_{yd}} \; ; \; 0,002 \; A_c\right]$$ **{9.12N}**

A_c = aire de la section brute transversale de béton

f_{yd} limite élastique de calcul de l'armature

Le diamètre des barres longitudinales $\phi_l \ge \phi_{l,min} = 8$ mm

Section maximale des armatures longitudinales

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

Armatures transversales :

$\phi_t \ge max\left[6 \; mm ; \phi_{l,max}/4\right]$

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

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

D = diamètre du poteau

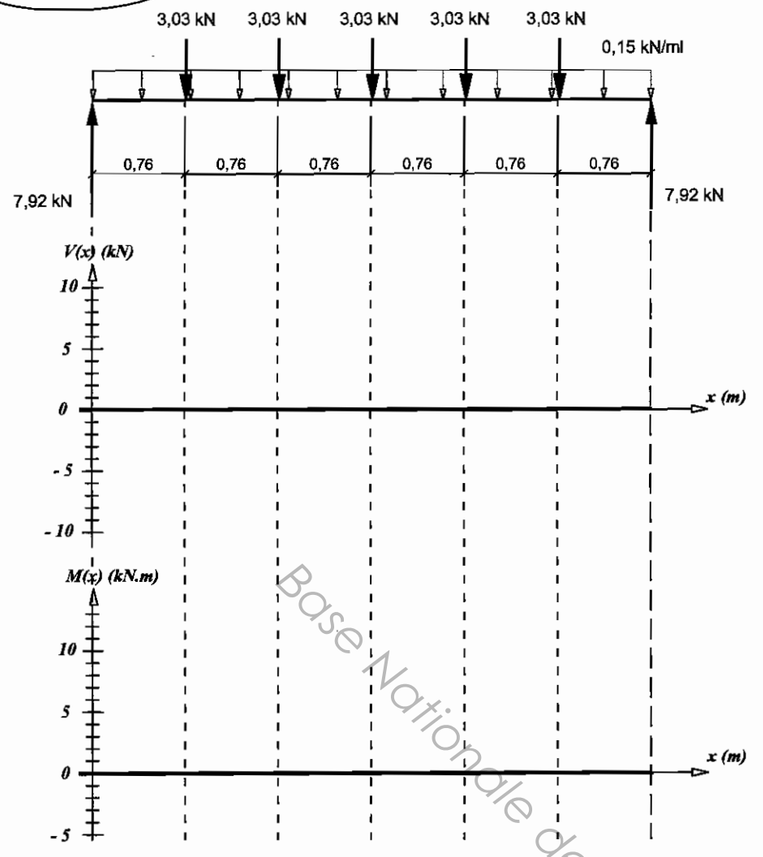
Les armatures transversales doivent maintenir toutes les barres prises en compte dans les calculs de résistance.

Aciers en barres

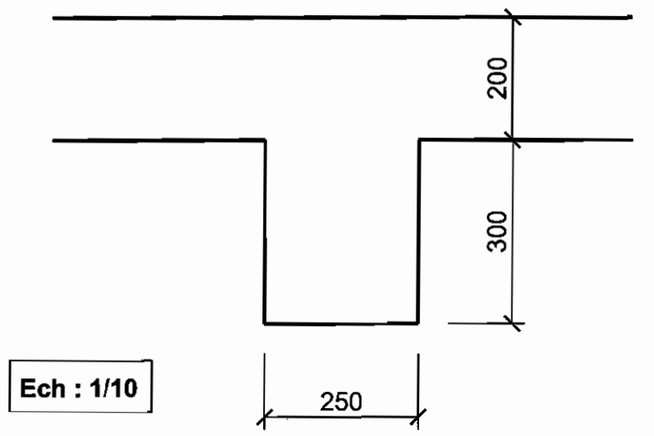
Diamètre	Poids	Périmètre	Section pour N barres en cm²									
mm	kg/m	cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,154	1,57	0,196	0,393	0,589	0,785	0,982	1,18	1,37	1,57	1,77	1,96
6	0,222	1,88	0,283	0,565	0,848	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	2,51	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	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

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

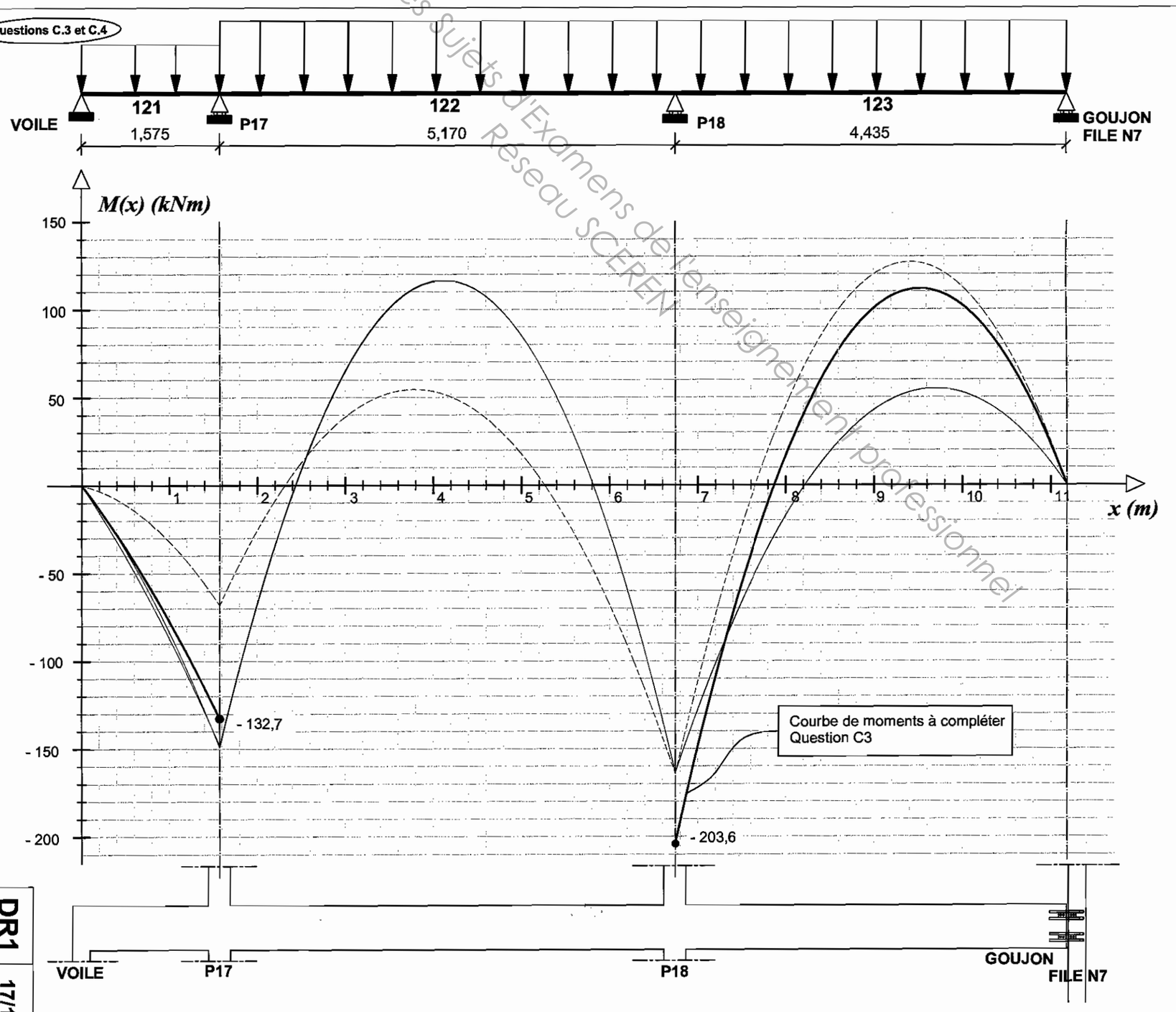
Question A.2.2



Question C.5 Coupe transversale au nu de l'appui P18



Questions C.3 et C.4



DR1
17/17

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.