

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR BÂTIMENT

Épreuve E4 – Étude technique

Sous - épreuve U41
Dimensionnement et vérification d'ouvrages

SESSION 2025

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice **avec le mode examen activé**, est autorisé.

L'usage de la calculatrice **sans mémoire**, « type collègue », est autorisé.

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

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

Projet « Campus CNRS »

Contenu du dossier

Page 2	:	Présentation de l'ouvrage
Page 3	:	Caractéristiques des matériaux utilisés sur l'ouvrage et charges surfaciques
Pages 4 à 6	:	Travail demandé
Page 7	:	DT 1 Plan de masse et situation
Page 8	:	DT 2 Repérage du profilé étudié du pont roulant
Page 9	:	DT 3 Cas de chargements
Page 9	:	DT 4 Assemblage sous linteaux
Page 10	:	DT 5 Extrait Eurocode 3
Page 10	:	DT 6 Tableau des profilés IPE
Page 11	:	DT 7 Plan de charpente
Page 12	:	DT 8 Bac acier
	:	DT 9 Études 1 et 2
Page 13	:	DT 10 Extrait Eurocode 5
Page 14	:	DT 11 Plan fondation et plancher bas RDC
Page 15	:	DT 12 Calcul de portée efficace
	:	DT13 Organigramme de calcul poutre
Page 16	:	DT 14 Théorème des 3 moments
Pages 17 à 18	:	DR 1 et DR 2 Documents réponses

Barème

ÉTUDE A	Étude du pont roulant atelier « test glider »	7,5 points
ÉTUDE B	Vérification de la poutre lamellé-collé de la charpente de toiture	6,5 points
ÉTUDE C	Étude de la longrine file E	6 points

Présentation de l'ouvrage

Prendre connaissance de l'ensemble du dossier technique.

L'étude porte sur la création d'un campus de recherche CNRS/ IFREMER/ OCEANIDE sur la zone portuaire de Brégaillon à la Seyne-sur-Mer.

La future base opérationnelle MEUST cherche à s'intégrer au mieux aux infrastructures techniques du campus. Le projet est pensé dans sa globalité afin de gérer les modalités de liaisons entre les entités IFREMER / CNRS.

Bâtiment :

Le bâtiment s'élève sur deux niveaux et s'étend sur une surface de 2430 m². Le bâtiment est scindé par trois joints de dilatation. Il est composé de salles de stockage, de divers ateliers, de salles de travail, de bureaux, de vestiaires.

La particularité du projet réside dans l'aménagement du hall d'intégration ayant une hauteur sous plafond correspondant aux deux niveaux afin d'y intégrer un pont roulant. Celui-ci est supporté par deux rails maintenus par une série de poteaux.

Un autre pont roulant plus petit, se trouve au rez-de-chaussée dans la zone dite « test glider ». Celui-ci étant soutenu par un rail unique.

Fondations profondes :

- Pieux
- Massifs
- Longrines

Plancher bas :

- Dalle portée coulée en place

Porteurs verticaux et horizontaux (superstructure) :

- Voiles et poteaux en béton armé coulés en place
- Plancher en béton armé coulé en place

Toiture :

- Charpente en bois lamellé-collé
- Couverture type bac acier (avec isolation extérieure)

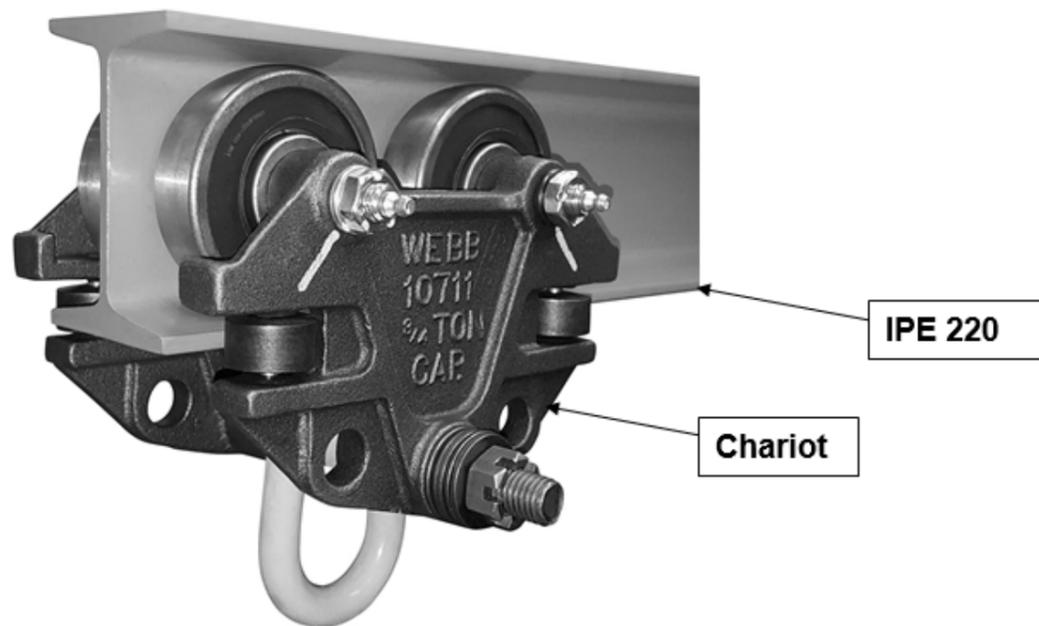
TRAVAIL DEMANDÉ

ÉTUDE A - Étude du pont roulant atelier « test glider »

Documents à consulter : DT1 ; DT2 ; DT3 ; DT4 ; DT5 ; DT6 ; DR1

On s'intéresse dans cette partie au pont roulant situé dans la zone de test glider.

Et plus particulièrement **au profilé métallique servant au guidage du chariot.**



Ce profilé **est un IPE 220 réalisé en acier S275**. Il repose sur quatre appuis : deux corbeaux métalliques aux extrémités (files C' et A) et boulonné sur des équerres en sous-face des linteaux (files B et B').

La charge d'exploitation Q (charge ponctuelle) est **la charge maximale** pouvant être levée.

La charge (charge linéique) g représente **le poids propre** du profilé IPE 220.

Q1. À partir des différents cas de chargements proposés dans le document technique DT 3, **identifier** le cas de chargement permettant d'obtenir :

- Un moment de flexion maximal en milieu de troisième travée.
- Une réaction d'appui négative (soulèvement) au niveau de l'appui C'.

Q2. À partir du cas 1, **justifier** les valeurs des charges p et F identifiées sur le DR1. Les charges ayant été pondérées à l'ELU avec le coefficient de 1,35 pour les charges permanentes et 1,5 pour les charges d'exploitation.

Q3. Sur le DR1, **compléter** le tracé du diagramme des efforts tranchants. **En déduire** la valeur extrême et sa position en x.

Q4. **Déduire** du tracé de l'effort tranchant la valeur de la réaction à l'appui B'.

Q5. La fixation du profilé IPE220 sur les appuis B et B', correspondant aux passages sous linteaux, est réalisée à l'aide d'équerres métalliques conformément au DT4. Chaque équerre est fixée au linteau grâce à 4 goujons d'ancrage.

En prenant une valeur de réaction à l'appui B' de 16,2 kN **vérifier** que les 4 goujons BOAX- II M8-72/10 conviennent.

Q6. Sur le DR1, **tracer** le diagramme du moment fléchissant. **En déduire** la valeur extrême et sa position en x.

Q7. En prenant comme effort tranchant maximum dans l'IPE à L'ELU la valeur de 11,2 kN, **procéder** à la vérification de celui-ci. (DT5).

Q8. En prenant comme moment fléchissant maximum dans l'IPE à L'ELU la valeur de 26 kN·m, **procéder** à la vérification de celui-ci. (DT5).

Q9. **Conclure** sur le choix du profilé à l'ELU.

Q10. Quelle **vérification** reste-t-il à faire pour valider ce profilé ?

ÉTUDE B - Vérification de la poutre lamellé-collé de la charpente de toiture

Documents à consulter : DT7 ; DT8 ; DT9 ; DT10

Le plan de charpente est constitué de poutres principales. Celles-ci sont distantes de 6 m et supportées par des poteaux ou des voiles béton. Elles sont réalisées en GL 22h et ont pour section 200 mm de large et 1000 mm de haut.

L'étude porte sur la poutre en lamellé-collé de 15 m de long située en toiture file E.

Celle-ci soutient un réseau de pannes d'entraxe 1,5 m qui permettent de soutenir un complexe d'isolation et d'étanchéité ainsi qu'un ensemble de panneaux photovoltaïques que l'on supposera appliqué sur l'ensemble de la surface de toiture. Ces pannes sont en GL 22h d'une largeur de 150 mm et d'une hauteur de 250 mm.

Afin de déterminer les charges transmises à la poutre, une première étude portera sur les pannes.

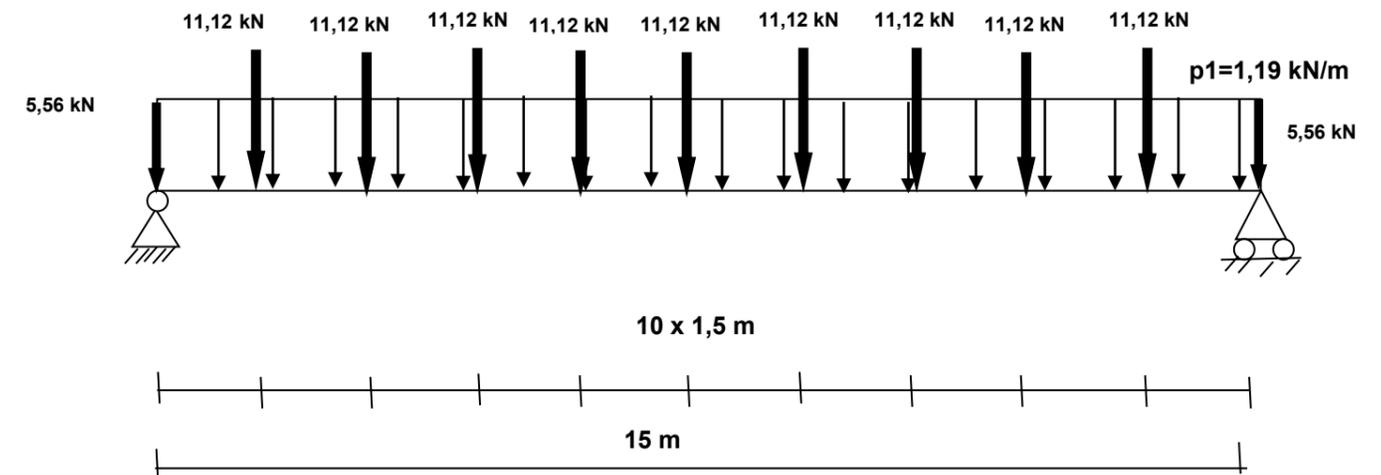
Partie I : étude des pannes :

- Q11.** En négligeant la pente de toiture, **déterminer** la surface d'influence s'appliquant à une panne. (DT7)
- Q12.** À partir du descriptif donné en introduction, **déterminer** les charges surfaciques permanentes g , de neige s et d'exploitation q s'appliquant sur une panne. **Exprimer** les résultats en kN/m^2 .
- Q13.** **Justifier** le choix de l'épaisseur du bac acier de 0,75 mm en vous référant à la fiche technique du fabricant. Le bac acier est fourni en longueur de 5 m (DT8).
- Q14.** À partir des charges surfaciques, **exprimer** les charges g , q et s appliquées sur la panne en charges linéiques. Pour la charge g , rajouter le poids propre de la panne (exprimer les résultats en kN/m).
- Q15.** En prenant la combinaison d'action à l'ELU, **calculer** la charge transmise par les pannes à la poutre principale (file E).

La combinaison d'action retenue est la suivante : $p = 1,35 g + 1,5 q + 0,75 s$

Partie II : étude de la poutre principale file E :

- Q16.** À partir du schéma mécanique de la poutre principale chargée à l'ELU, **justifier** la valeur de la charge répartie $p_1 = 1,19 \text{ kN/m}$



Étude N°1 (Les charges ponctuelles de 11,12 kN et 5,56 kN proviennent des pannes).

- Q17.** Le (DT9) propose deux approches de l'étude.

Justifier le modèle de l'étude N°2 proposée par le bureau d'études :

- Dans un premier temps sans calcul, **justifier** le choix du modèle N°2.
- Puis par le calcul, **valider** la valeur de la charge linéique de 8,6 kN/m.

La combinaison d'action retenue reste la suivante : $p_{ELU} = 1,35 g + 1,5 q + 0,75 s$

- Q18.** Comparer les courbes de moments fléchissants des deux études et conclure.

- Q19.** À partir de l'étude N°2, **calculer** la valeur de l'effort tranchant maximal et **procéder** à la vérification de la poutre (DT10).

- Q20.** Toujours par rapport à l'étude 2 (DT 9), à partir de la valeur du moment fléchissant maximal, **procéder** à la vérification de la poutre (DT10).

ÉTUDE C – Étude des longrines file E

Documents à consulter : DT11 ; DT12 ; DT13 ; DT14 ; DR2

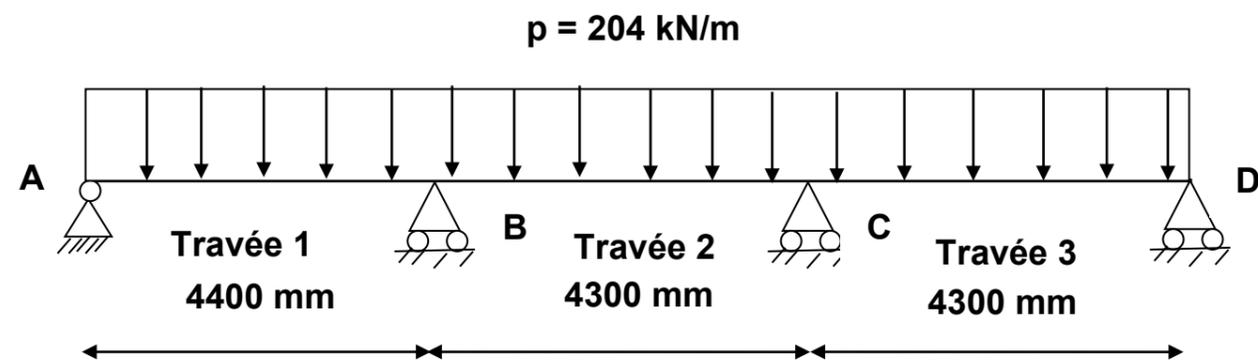
Le bureau d'étude a prévu de rendre continu les trois travées de longrines sur la file E reprenant un plancher d'épaisseur 30 cm dont le sens de portée est unidirectionnel.

Ces longrines sont posées sur des massifs qui reposent sur des pieux.

On considèrera que les pieux sont distants de 5 m.

Les longrines ont pour section (400 mm x 600 mm).

Partie I : étude des sollicitations et principe de ferrailage



Q21. Justifier la portée efficace de la travée 1.

Q22. Justifier le chargement p.

La combinaison d'actions retenue est la suivante : $p = 1,35 g + 1,5 q$

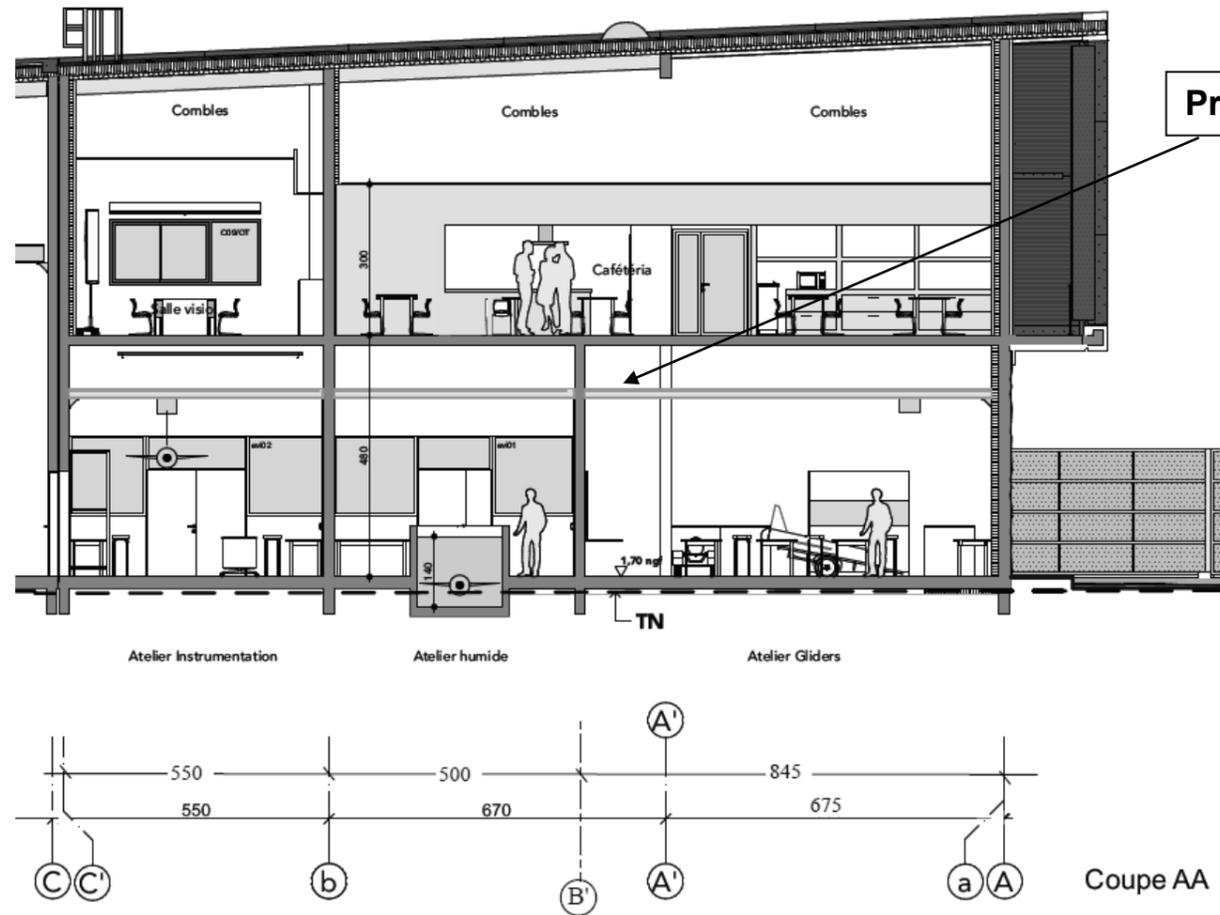
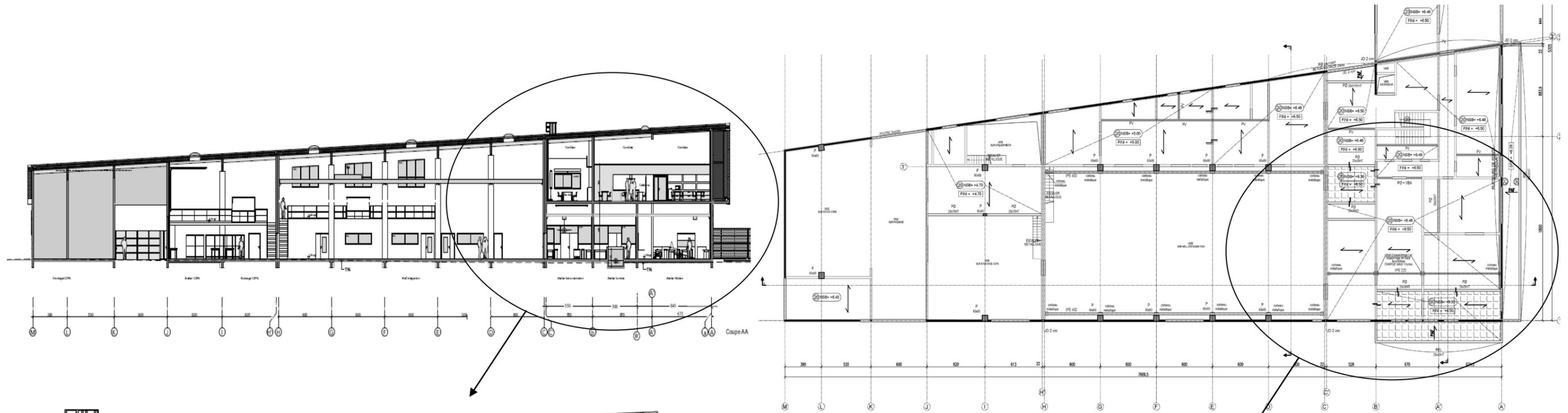
Q23. Sachant que le moment sur l'appui C, M_C vaut $-373,92 \text{ kN}\cdot\text{m}$, déterminer le moment sur appui B à l'aide du théorème des trois moments et vérifier qu'il vaut $M_B = -390,5 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Q24. Sur DR2, à partir de la courbe enveloppe des moments fléchissants, compléter le principe d'armatures de l'ensemble de la poutre, sur la coupe longitudinale ainsi que sur les coupes A-A, B-B et C-C. (Les aciers de montage ne seront pas représentés).

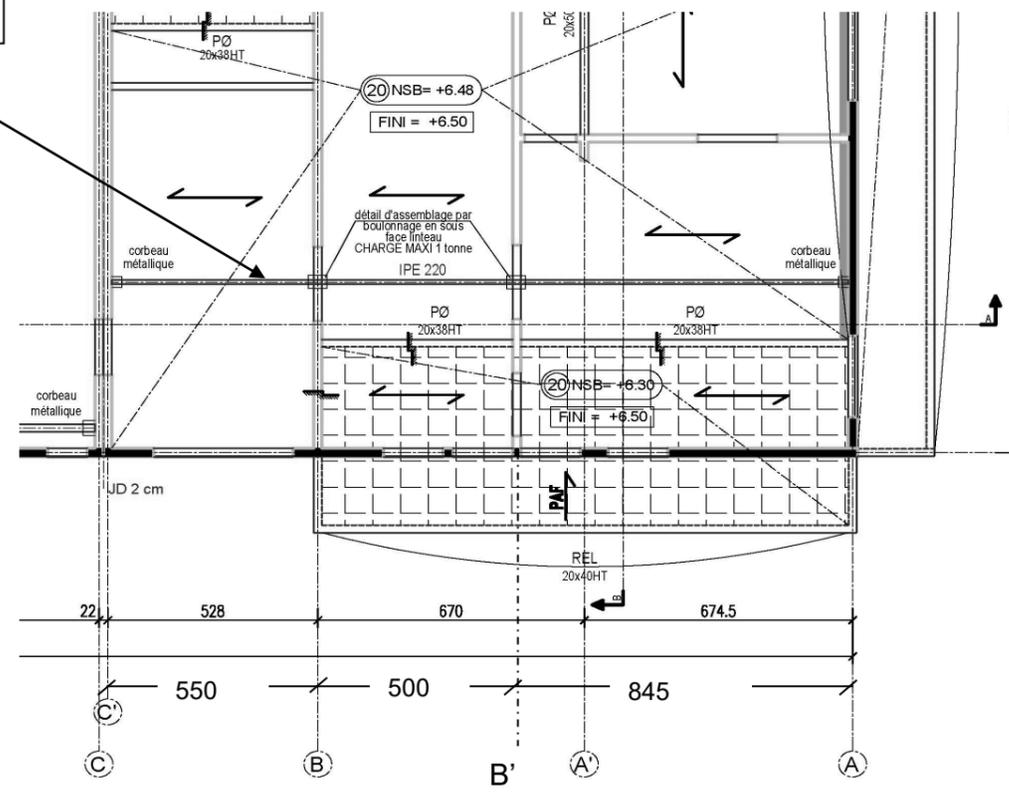
Partie II : étude du ferrailage de la longrine

- Q25. Afin de dimensionner les aciers placés « en chapeau » sur l'appui B, extraire la valeur du moment de la courbe enveloppe des moments fléchissants.
- Q26. Calculer la section d'acier (en cm^2) nécessaire et vérifier la condition de non-fragilité (aucun choix de barres d'acier n'est demandé).
- Q27. Vérifier que 5 HA 20 conviennent.

DT2 : Repérage du profilé étudié



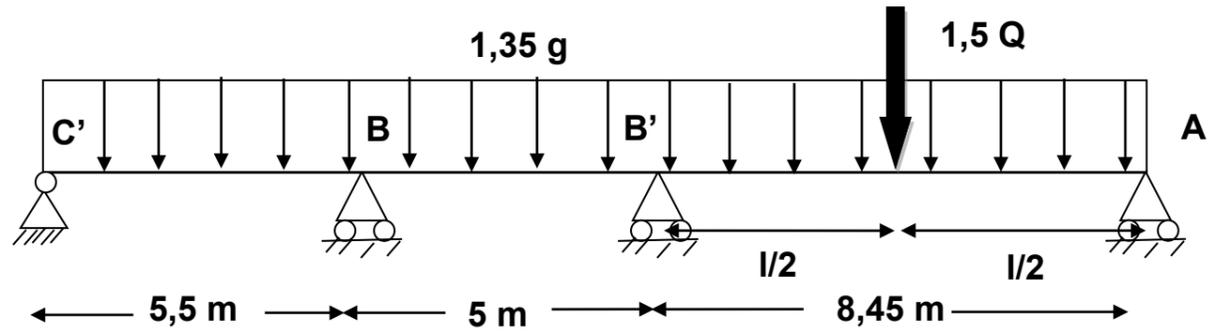
Profilé étudié



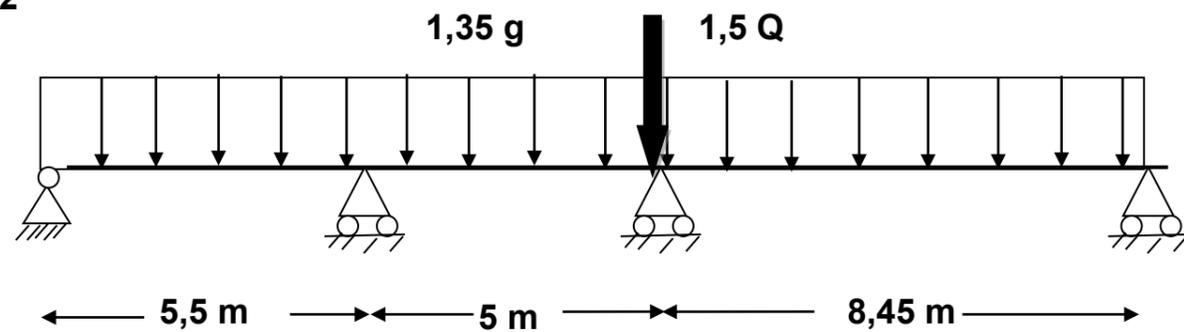
Les cotations qui ne sont pas lisibles ne sont pas utiles à l'étude

DT3 : Cas de chargements

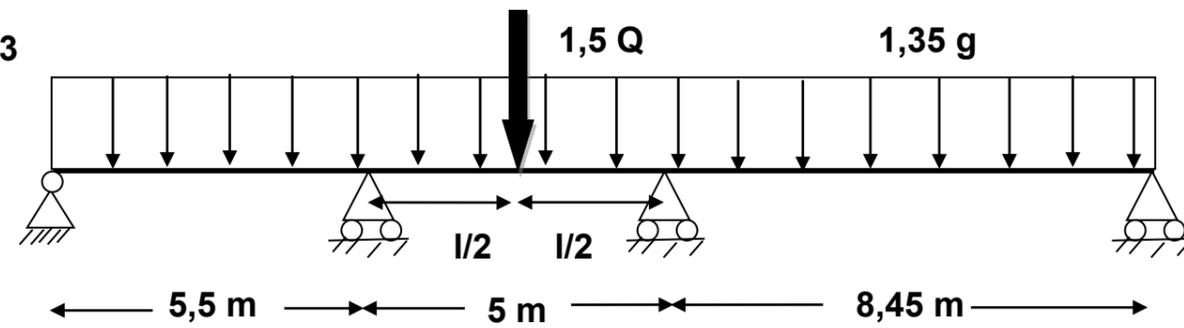
Cas 1



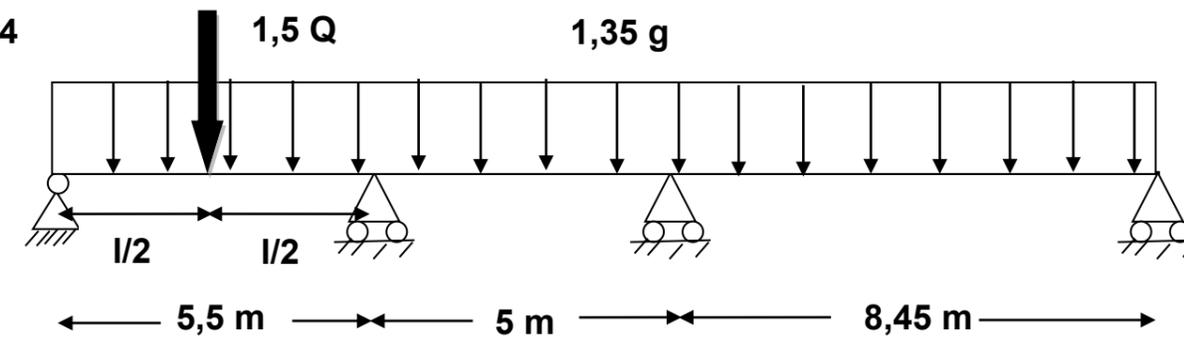
Cas 2



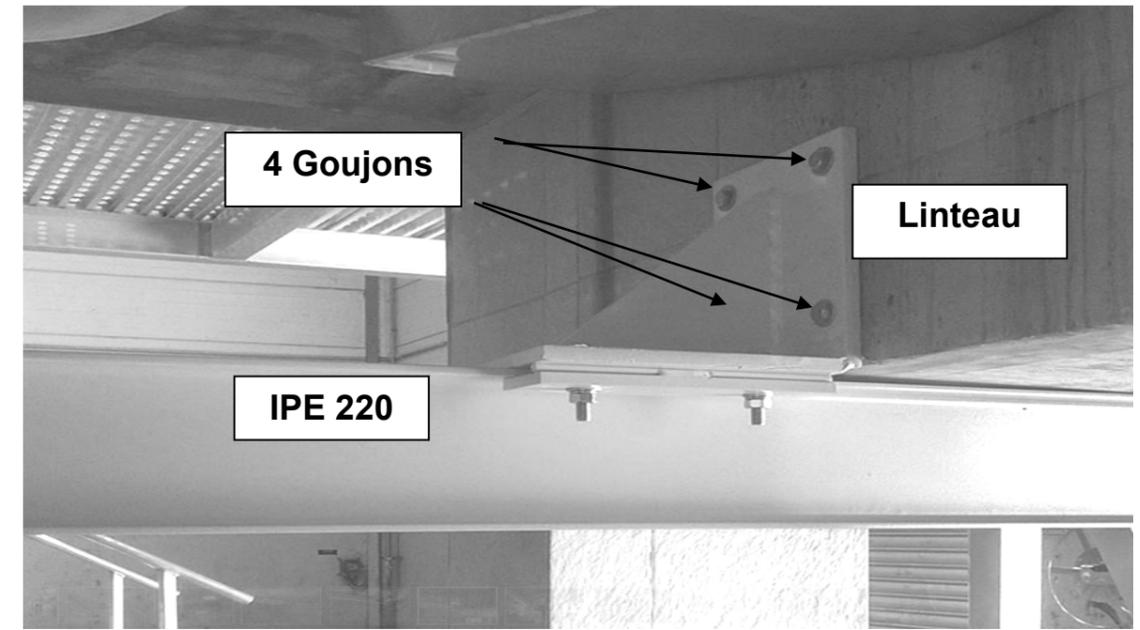
Cas 3



Cas 4



DT4 : Assemblage sous linteaux



Fiche technique

BOAX-II
Goujon d'ancrage option 1

SIMPSON
Strong-Tie

Valeurs de calcul - Béton non fissuré

Références	Valeurs de calcul - Béton non fissuré								Moment de flexion - M_{Rd} [Nm]
	Traction - N_{Rd} [kN]				Cisaillement - V_{Rd} [kN]				
	C20/25	C30/37	C40/50	C50/60	C20/25	C30/37	C40/50	C50/60	
BOAX-II M8-72/10	5	5.5	6	6.4	8	8	8	8	16.8
BOAX-II M8-92/30	5	5.5	6	6.4	8	8	8	8	16.8
BOAX-II M8-112/50	5	5.5	6	6.4	8	8	8	8	16.8
BOAX-II M10-92/10	8.9	9.8	10.7	11.4	14.4	14.4	14.4	14.4	38.4
BOAX-II M10-102/20	8.9	9.8	10.7	11.4	14.4	14.4	14.4	14.4	38.4
BOAX-II M10-112/30	8.9	9.8	10.7	11.4	14.4	14.4	14.4	14.4	38.4
BOAX-II M10-132/50	8.9	9.8	10.7	11.4	14.4	14.4	14.4	14.4	38.4
BOAX-II M10-162/80	8.9	9.8	10.7	11.4	14.4	14.4	14.4	14.4	38.4
BOAX-II M12-103/5	11.1	12.2	13.3	14.2	18.4	18.4	18.4	18.4	56.7
BOAX-II M12-118/20	11.1	12.2	13.3	14.2	18.4	18.4	18.4	18.4	56.7
BOAX-II M12-128/30	11.1	12.2	13.3	14.2	18.4	18.4	18.4	18.4	56.7
BOAX-II M12-148/50	11.1	12.2	13.3	14.2	18.4	18.4	18.4	18.4	56.7
BOAX-II M12-163/65	11.1	12.2	13.3	14.2	18.4	18.4	18.4	18.4	56.7
BOAX-II M12-178/80	11.1	12.2	13.3	14.2	18.4	18.4	18.4	18.4	56.7
BOAX-II M16-138/20	23.3	25.7	28	29.9	35.2	35.2	35.2	35.2	148.8

DT5 : Extrait Eurocode 3

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

Pour le moment de flexion :

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

ou

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

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

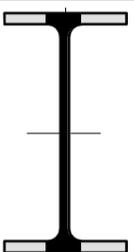
pour une section de classe 1 ou 2	pour une section de classe 3
$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd}$ (moment résistant plastique)	$M_{c,Rd} = M_{el,Rd}$ (moment résistant élastique)
$M_{pl,Rd} = W_{pl} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$	$M_{el,Rd} = W_{el,min} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$

Pour l'effort tranchant

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

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

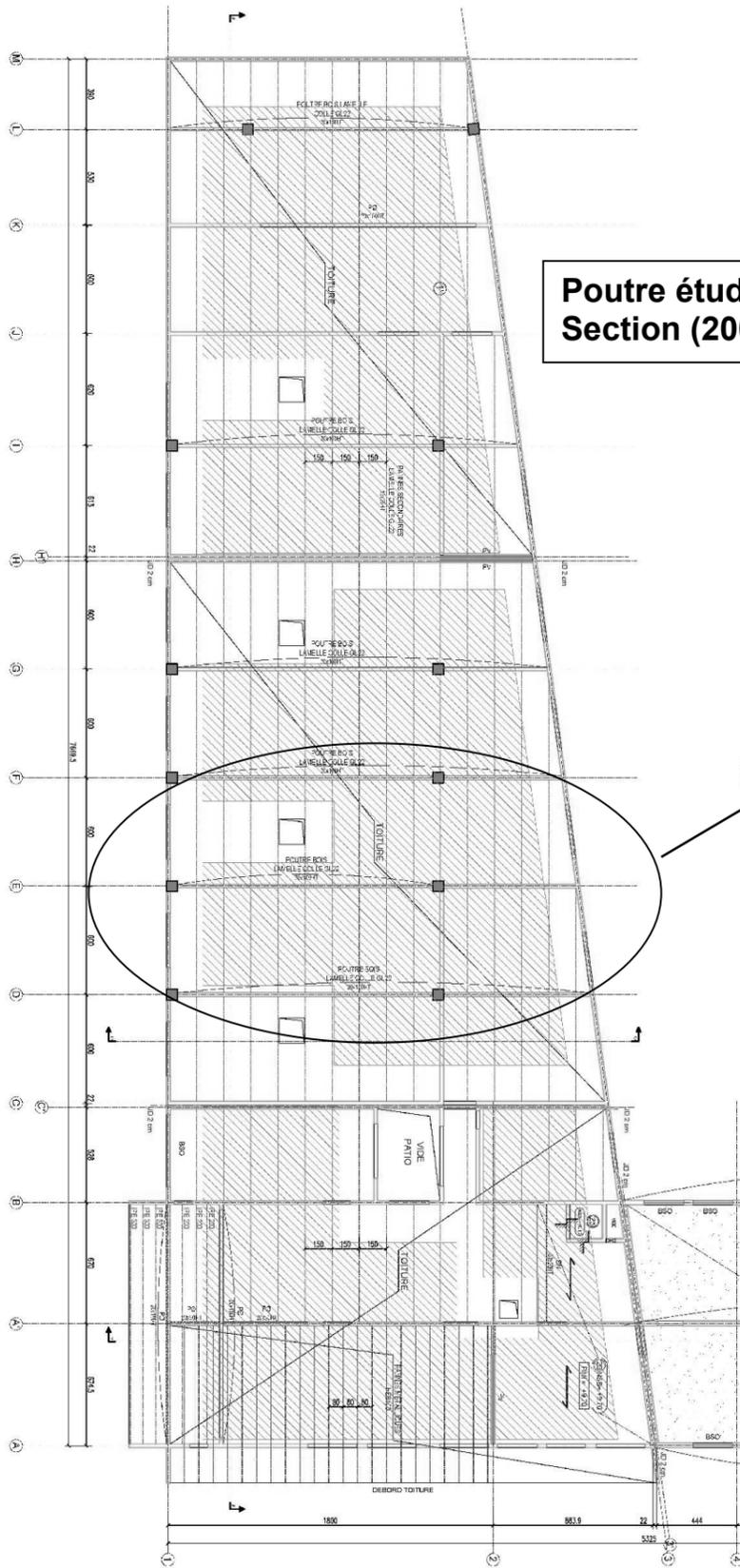
où V_{Ed} : effort tranchant (agissant) de calcul à L'E.L.U. ;
 $V_{pl,Rd}$: effort tranchant résistant à L'E.L.U. ;
 A_v : aire de cisaillement donnée dans les catalogues des caractéristiques des profilés.

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

DT6 : Tableau des profilés IPE

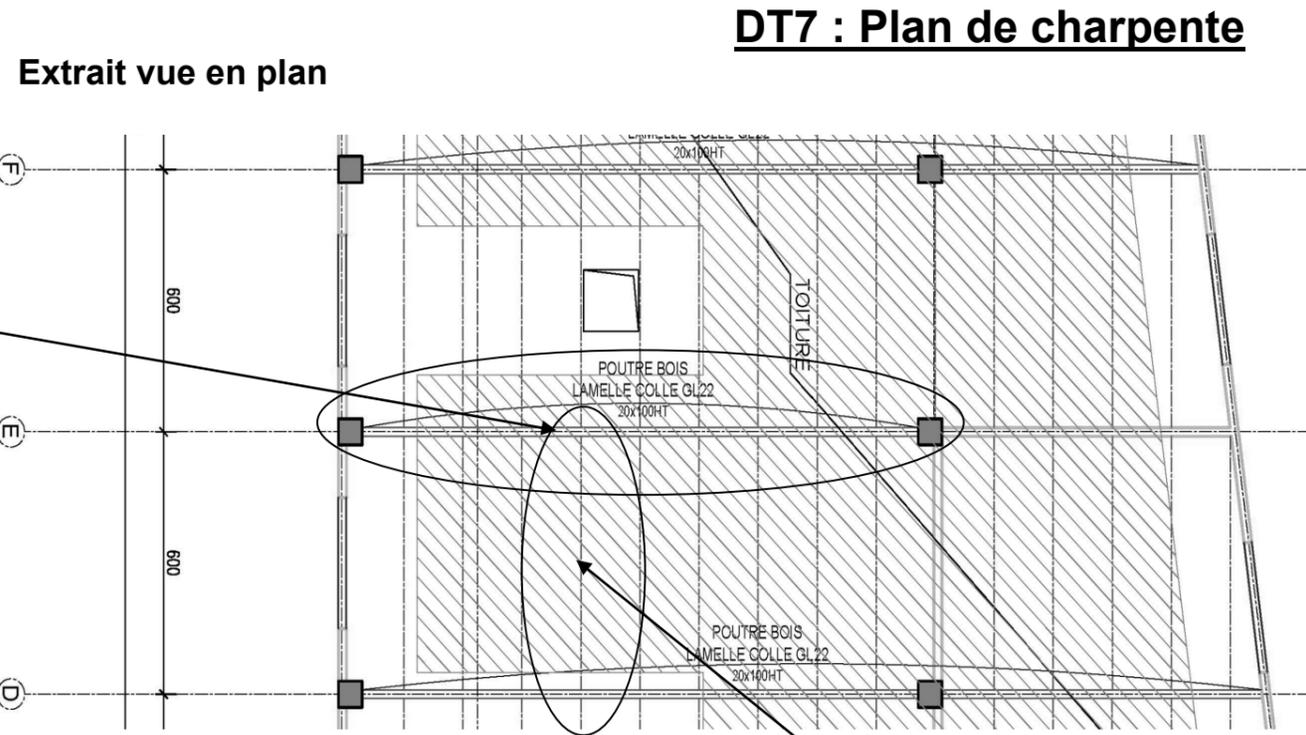


Profil	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	Masse par mètre P kg/m	Aire de la section A cm ²	Moment quadratique I _y cm ⁴	Module de résistance élastique à la flexion W _{el,y} cm ³	Rayon de giration i _y cm	2 × S _y		I _z cm ⁴	W _{el,z} cm ³	i _z cm	2 × S _z		A _{vy} cm ²
											Module plastique W _{pl,y} cm ³	W _{pl,z} cm ³				W _{pl,z} cm ³	W _{pl,z} cm ³	
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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	67,2
550	550	210	11,1	17,2	24	106	134	67 116,5	2 440,6	22,35	2 787,0	72,3	2 666,49	253,95	4,45	400,5	76,1	76,1
600	600	220	12,0	19,0	24	122	156	92 083,5	3 069,4	24,30	3 512,4	83,8	3 385,78	307,80	4,66	485,6	87,9	87,9



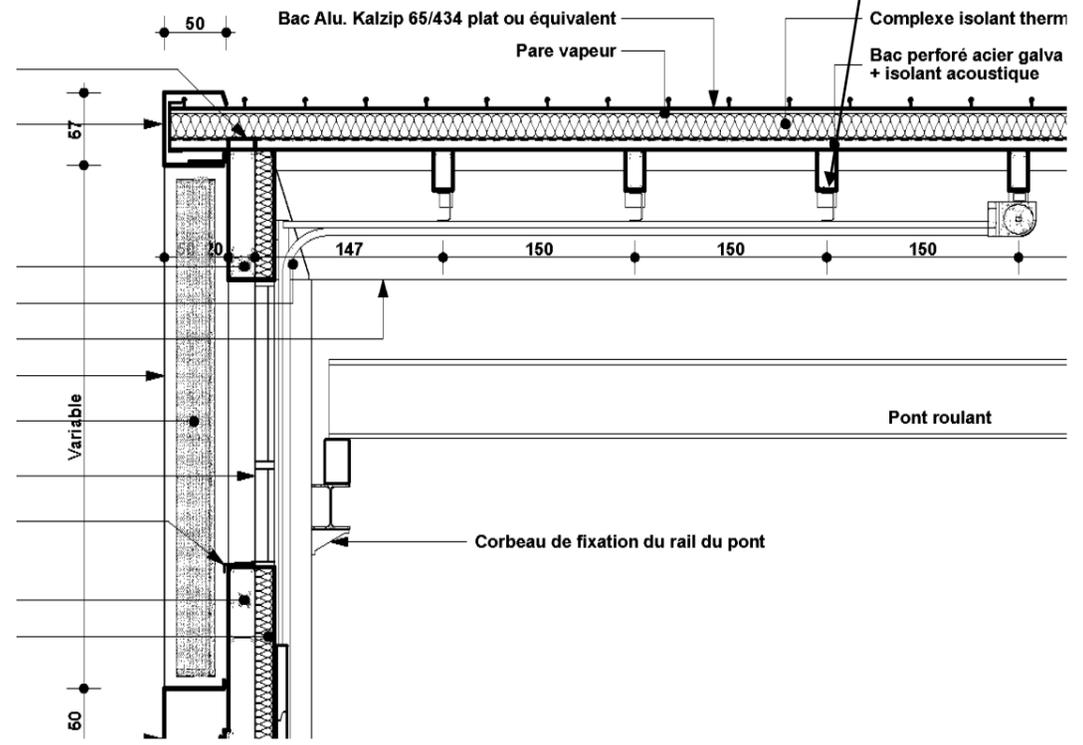
Vue en plan

Poutre étudiée
Section (200 x 1000 ht)



Extrait vue en plan

Pannes
Section (150 x 250 ht)

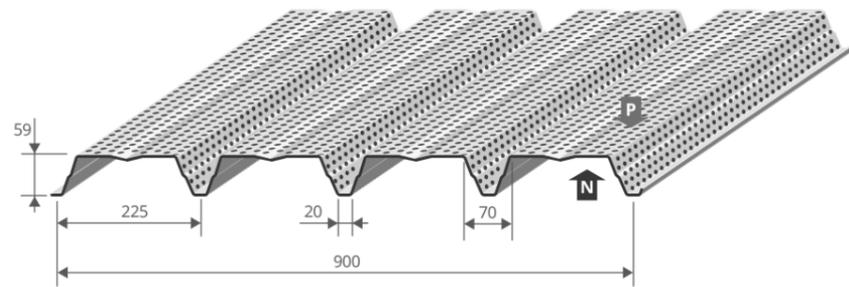


Coupe

Les cotations qui ne sont pas lisibles ne sont pas utiles à l'étude

DT8 : Documentation bac acier

ALTEO 59.900 PT (Perforation Totale)



Perforation

ÉPAISSEUR mm	MASSE kg/m ²
0,75	6,84
0,88	8,03
1,00	9,12

Face Prélaquée

VALEURS DE CALCUL → épaisseurs nominales en mm

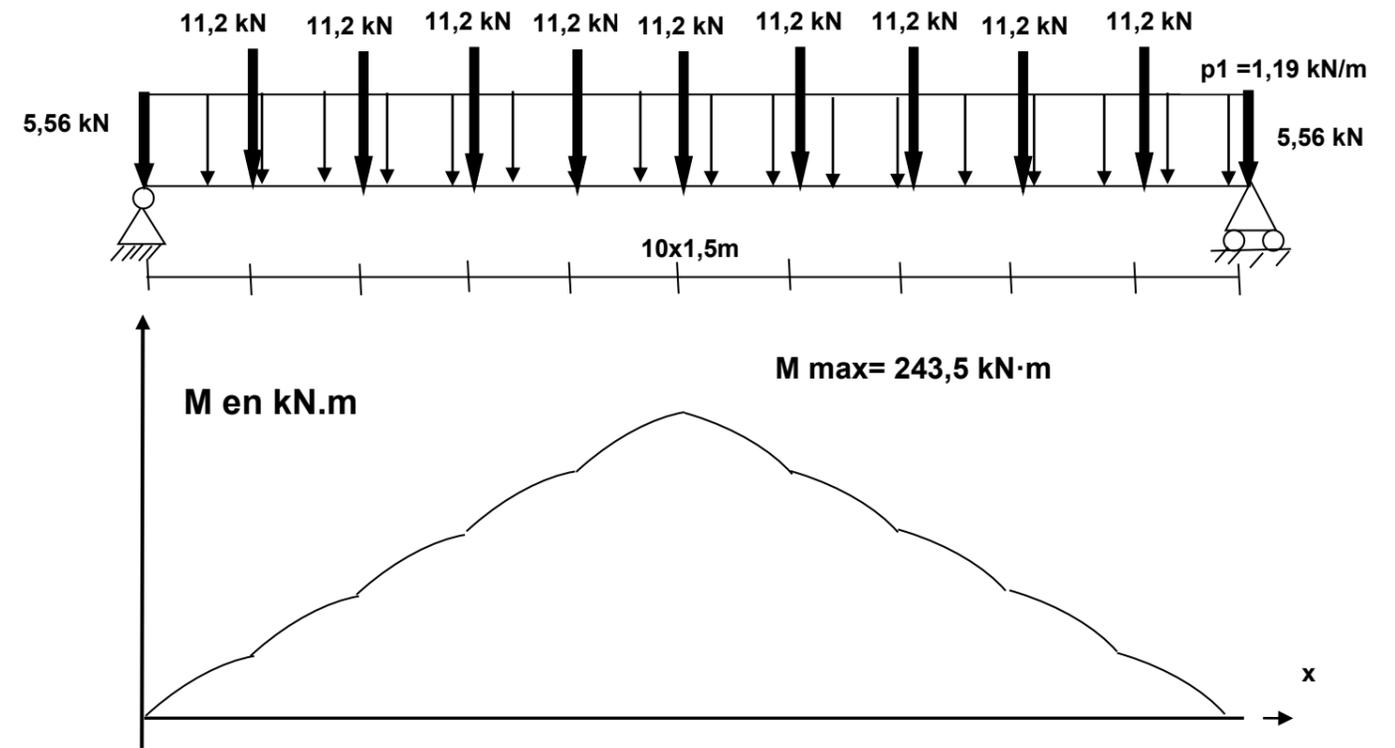
		symbole	unités	0,75	0,88	1,00
Limite d'élasticité minimale garantie			MPa	350	350	350
Charge due au poids du profil			daN/m ²	6,70	7,87	8,94
Moments d'inertie	travée simple	I ₂	cm ⁴ /m	29,04	34,07	38,72
	2 travées égales	I ₃	cm ⁴ /m	24,74	29,02	32,98
	en continuité	I _m	cm ⁴ /m	26,89	31,55	35,85
Moments de flexion	en travée système élastique	M _{2T}	m.daN/m	229,7	269,5	306,3
	en travée système élasto-plastique	M _{3T}	m.daN/m	249,5	292,7	332,6
	sur appui	M _{3A}	m.daN/m	201,1	236,0	268,1
	sous charge concentrée	M _c	m.daN/m	209,8	246,2	279,8

TABLEAU DES PORTÉES D'UTILISATION EN FONCTION DES CHARGES NOMINALES → épaisseurs nominales en mm

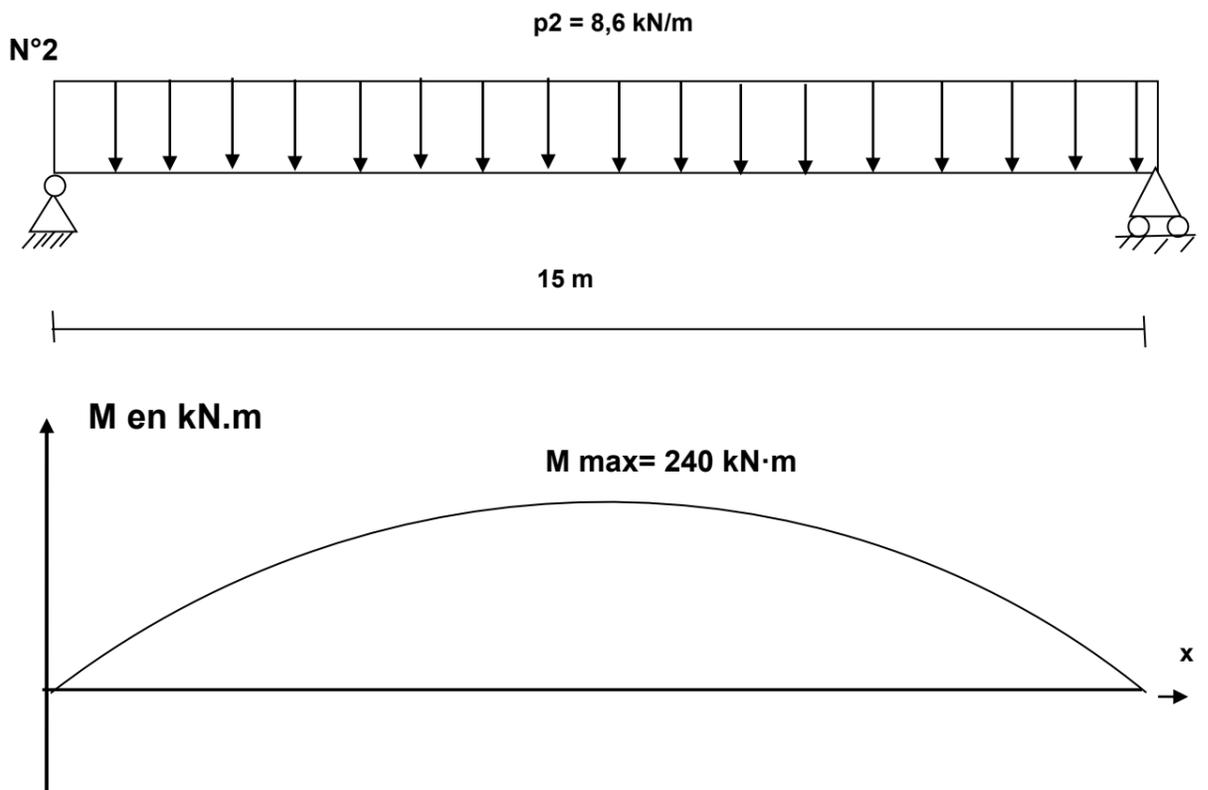
CHARGES kN/m ²			PORTÉES D'UTILISATION m								
CHARGES D'EXPLOITATION (s)	CHARGES PERMANENTES (p)	TOTAL DES CHARGES	TRAVÉE SIMPLE			2 TRAVÉES ÉGALES			4 APPUIS ET PLUS		
			0,75	0,88	1,00	0,75	0,88	1,00	0,75	0,88	1,00
1,00	0,15	1,15	2,65	2,80	2,95	3,30	3,60	3,75	3,20	3,40	3,55
1,00	0,20	1,20	2,65	2,80	2,90	3,25	3,50	3,70	3,20	3,35	3,50
1,00	0,25	1,25	2,60	2,75	2,85	3,20	3,45	3,65	3,15	3,35	3,45
1,00	0,50	1,50	2,45	2,60	2,70	2,90	3,15	3,35	2,95	3,15	3,25
1,00	1,00	2,00	2,25	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	2,60	2,80	3,00
1,25	0,15	1,40	2,45	2,60	2,70	3,00	3,25	3,45	3,00	3,15	3,30
1,25	0,25	1,50	2,45	2,60	2,70	2,90	3,15	3,35	2,95	3,15	3,25
1,50	0,15	1,65	2,30	2,45	2,55	2,80	3,00	3,20	2,80	2,95	3,10
1,50	0,25	1,75	2,30	2,45	2,55	2,70	2,95	3,10	2,75	2,95	3,10
1,50	1,20	2,70	2,05	2,15	2,25	2,05	2,25	2,40	2,10	2,30	2,45
1,75	0,15	1,90	2,20	2,35	2,45	2,60	2,80	3,00	2,60	2,80	2,95
1,75	0,25	2,00	2,20	2,35	2,45	2,55	2,75	2,90	2,55	2,75	2,95
2,00	0,15	2,15	2,10	2,25	2,30	2,45	2,65	2,85	2,45	2,65	2,80
2,00	0,25	2,25	2,10	2,25	2,30	2,40	2,60	2,75	2,40	2,60	2,75

DT9 : Études 1 et 2

Étude N°1



Étude N°2



DT10 : Extrait Eurocode 5

Vérification simplifiée des contraintes normales selon l'Eurocode NF EN 1995 limitée à la flexion simple

Critère de résistance d'une section / contraintes normales $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$

- $f_{m,d}$: Résistance de calcul à la flexion du bois : $f_{m,d} = k_h \times k_{mod} \times \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$
 - $\sigma_{m,d}$: contrainte max. de calcul en flexion (sur les fibres extrêmes) engendrée par le moment de flexion M_{max} à l'E.L.U. ;
 - $\sigma_{m,d} = M_{max}/(I/v)$ avec (I/v) : module de flexion = $(b \cdot h^2)/6$
 - $f_{m,k}$: résistance caractéristique à la flexion du bois ;
 - γ_M : coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois à l'E.L.U. ;
 - k_{mod} : coefficient modificatif pour classes de service et classes de durée de charges ;
 - k_h : coefficient modificatif tenant compte de la hauteur de la poutre.

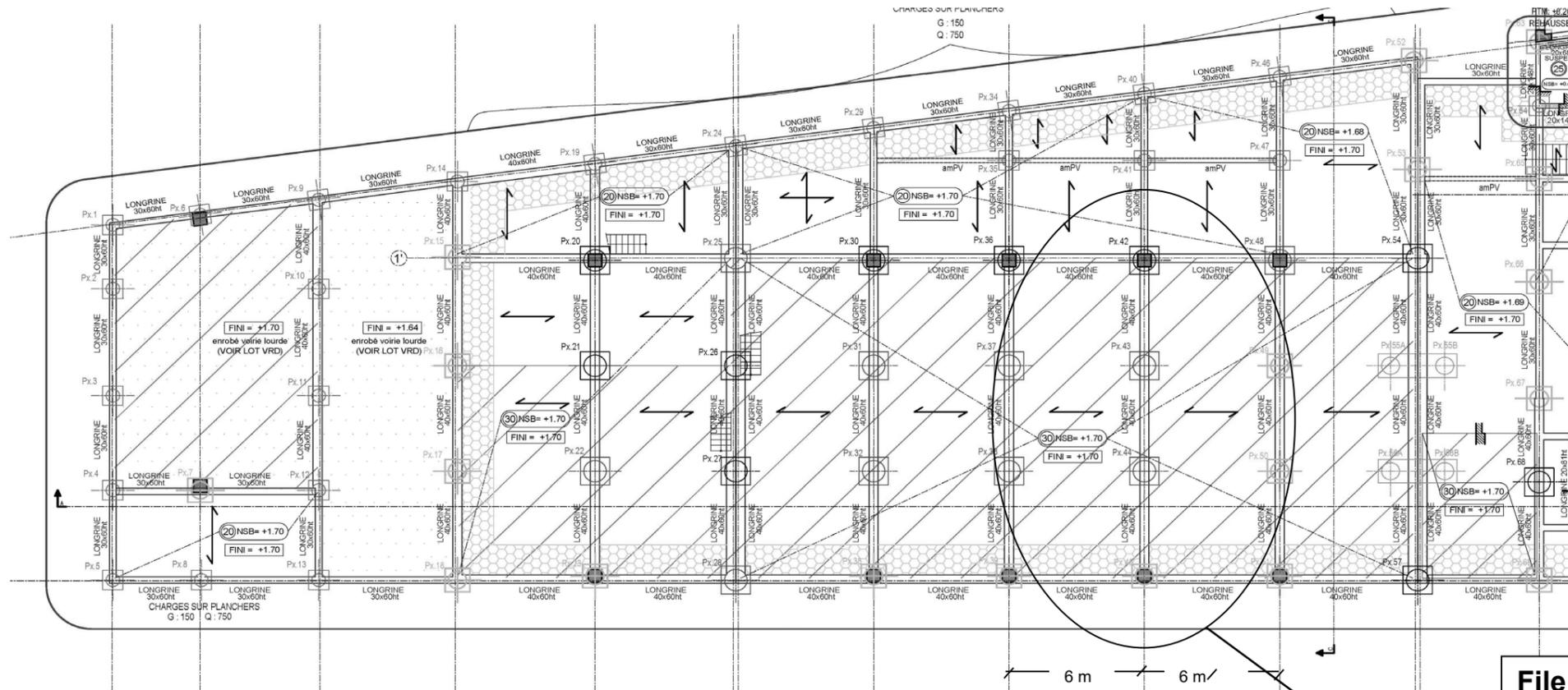
Vérification simplifiée des contraintes de cisaillement selon l'Eurocode NF EN 1995

Critère de résistance d'une section au cisaillement : $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$

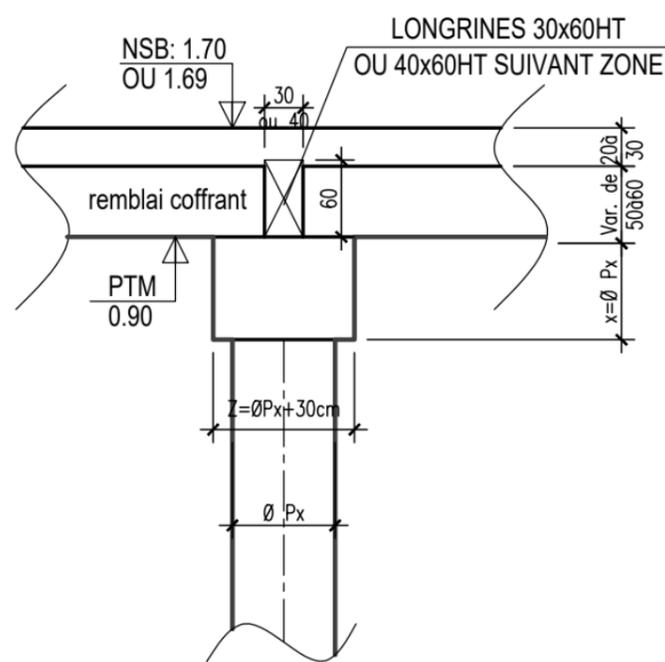
$f_{v,d}$: résistance de calcul au cisaillement du bois $f_{v,d} = k_{mod} \times \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$

- τ_d : contrainte max. de cisaillement engendrée par l'effort tranchant V_{max} à l'E.L.U. ;
- $\tau_d = 1,5 \times (V_{max}/A)$; A représentant l'aire de la section cisailée ;
- $f_{v,k}$: résistance caractéristique au cisaillement du bois ;
- γ_M : coefficient partiel de propriété du matériau pour le bois à l'E.L.U. ;
- k_{mod} : coefficient modificatif pour classes de service (pour tenir compte de l'humidité du matériau) et classes de durée de chargement.

DT11 : Plans fondation et plancher bas RDC

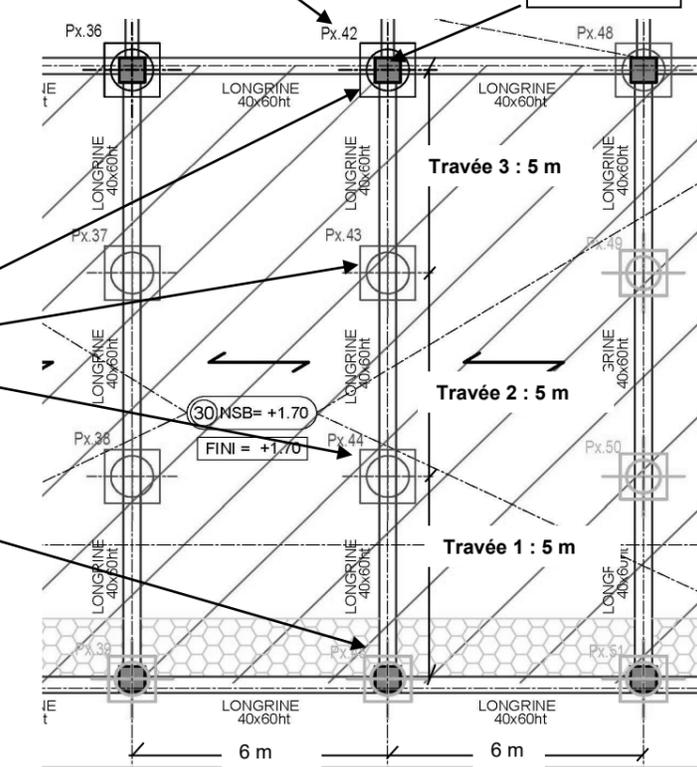


Coupe de principe



**Massifs Px42
Px43
Px44
(Dim 130x130x100ht)**

**Massifs Px45
(Dim 110x110x80ht)**



Les cotations qui ne sont pas lisibles ne sont pas utiles à l'étude

DT12 : Portée efficace

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

Différents cas sont envisagés :

- Éléments isostatiques
- Éléments continus
- Appuis considérés comme des encastremens parfaits
- Présence d'un appareil d'appui
- Console

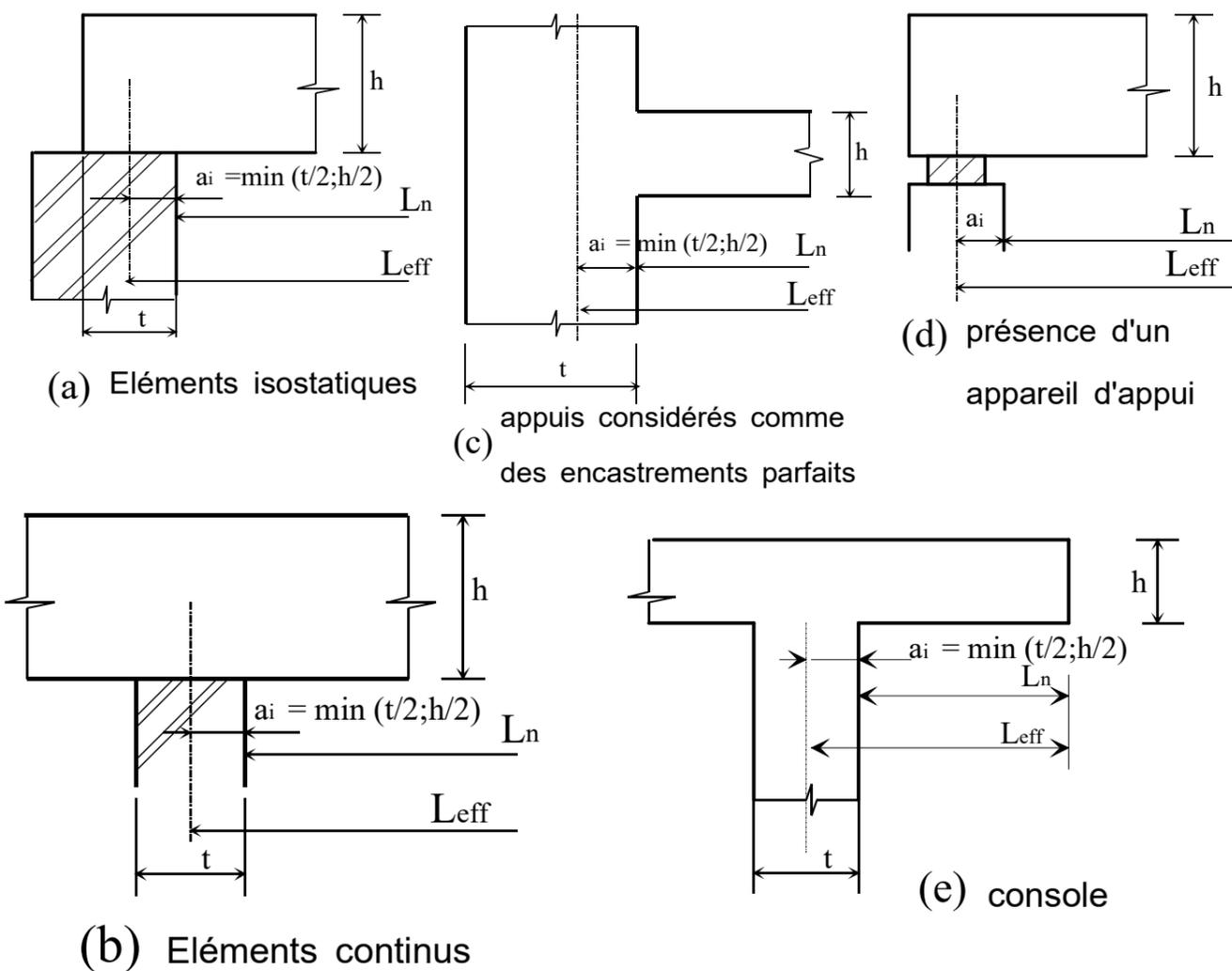
La portée utile l_{eff} d'un élément peut être calculée de

la manière suivante ; $l_{eff} = l_n + a_1 + a_2$

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} , pour différents cas d'appuis.



DT13 : Organigramme de calcul des armatures longitudinales en flexion simple, section rectangulaire

Données

Catégorie de durée d'utilisation de projet : 4

Dimensions de la section : b_w ; h

Classe de résistance du béton : f_{ck}

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

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

Moment de flexion ELU : $M_{Ed} = M_u$

$$d \leq 0,9 h$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \text{ avec } \gamma_c = 1,5$$

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

$$\mu_u \leq 0,3717$$

Oui

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

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

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

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

ou

$$A_{s1} = \frac{M_u}{z_u f_{yd}}$$

NON
Les armatures comprimées sont conseillées, car les aciers seraient mal utilisés.

Sections minimale et maximale d'armatures longitudinales tendues :

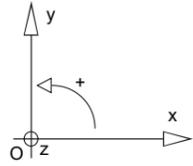
$$A_{s1} > A_{s,min} = \max \left[0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d ; 0,0013 b_t d \right] \text{ condition de non-fragilité}$$

avec $b_t = b_w$

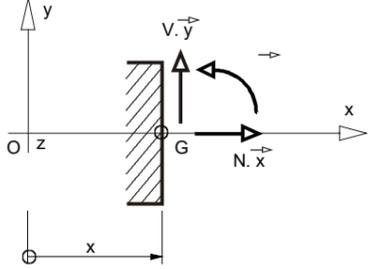
$$A_{s1} < 0,04 A_c \text{ avec } A_c \text{ aire de la section droite de béton}$$

CONVENTIONS DE SIGNES ET DE REPRÉSENTATION

Repère



Éléments de réduction



Liaisons

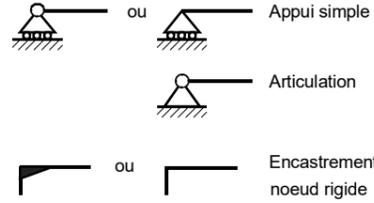
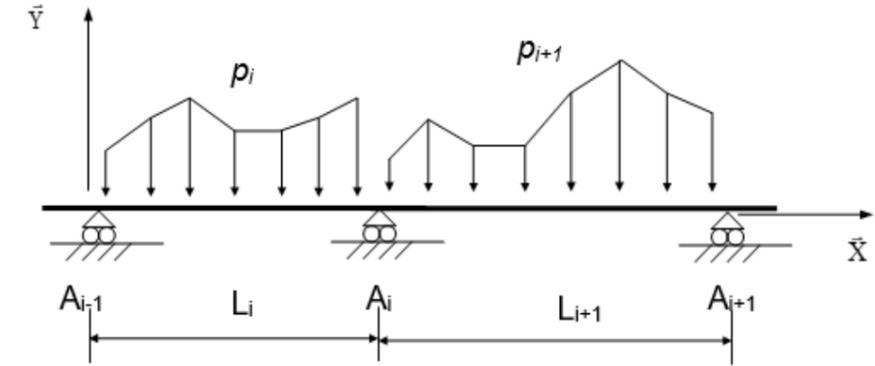


Schéma mécanique	Rotation aux appuis	Flèche
	$\omega_A = -\frac{pL^3}{24EI}$ $\omega_B = \frac{pL^3}{24EI}$	$f_{(L/2)} = \frac{5pL^4}{384EI}$
	$\omega_A = -\frac{Fa}{6EI}(L-a)(2L-a)$ $\omega_B = \frac{Fa}{6EI}(L^2 - a^2)$	<p>pour $a \leq \frac{L}{2}$</p> $f_{(L/2)} = \frac{Fa}{48EI}(3L^2 - 4a^2)$
	$\omega_A = \frac{CL}{3EI}$ $\omega_B = -\frac{CL}{6EI}$	$f_{(L/2)} = \frac{CL^2}{16EI}$
	$\omega_B = -\frac{pL^3}{6EI}$	$f_{(L)} = \frac{pL^4}{8EI}$
	$\omega_B = -\frac{FL^2}{2EI}$	$f_{(L)} = \frac{FL^3}{3EI}$

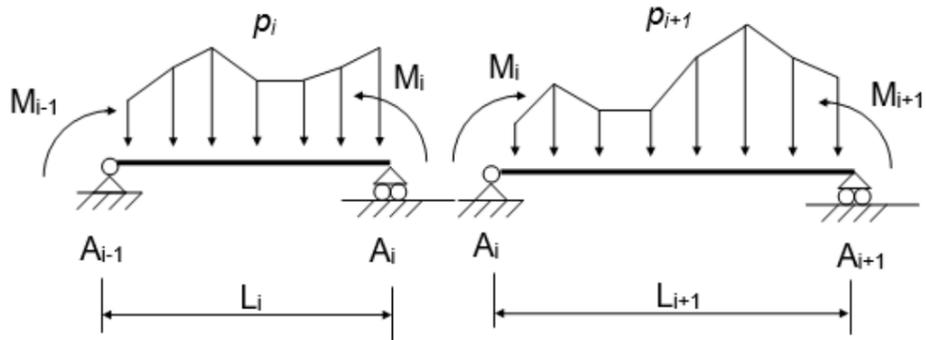
DT14 : Théorème des 3 moments (formule de Clapeyron)

Hypothèses : $EI = \text{constante sur l'ensemble de la poutre, en l'absence de dénivellations d'appuis.}$

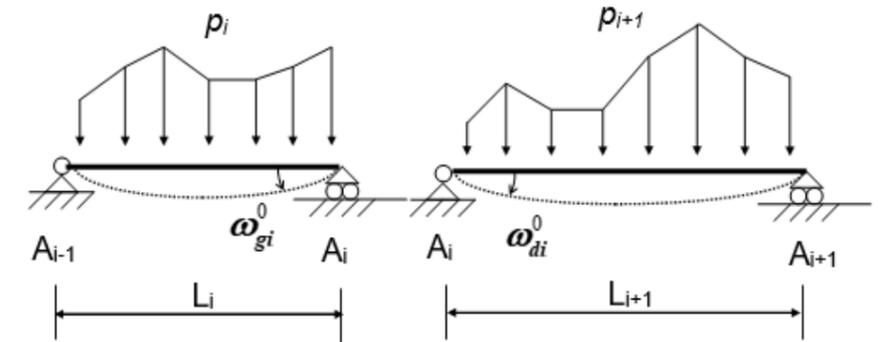
(S)



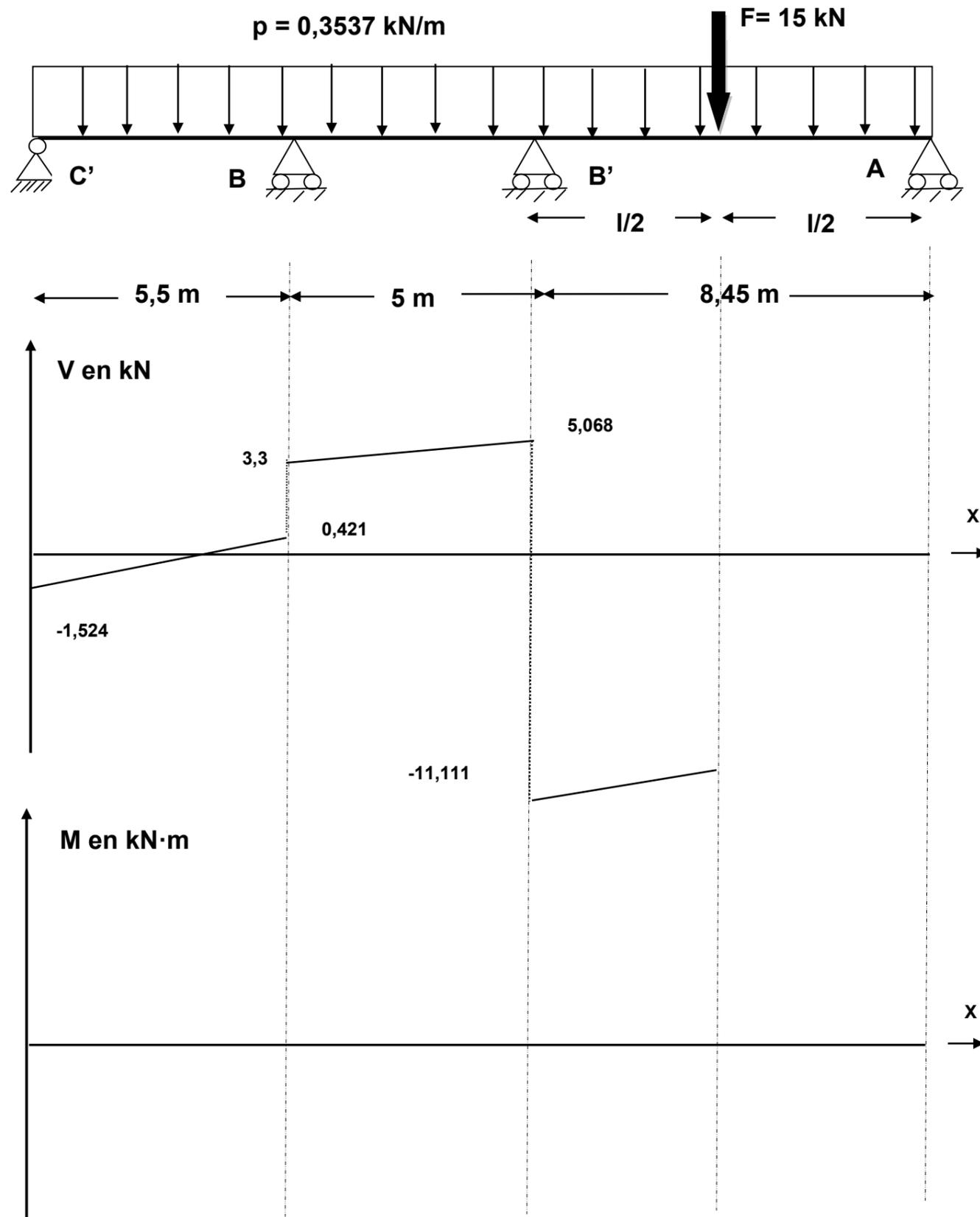
(S)



(S⁰)

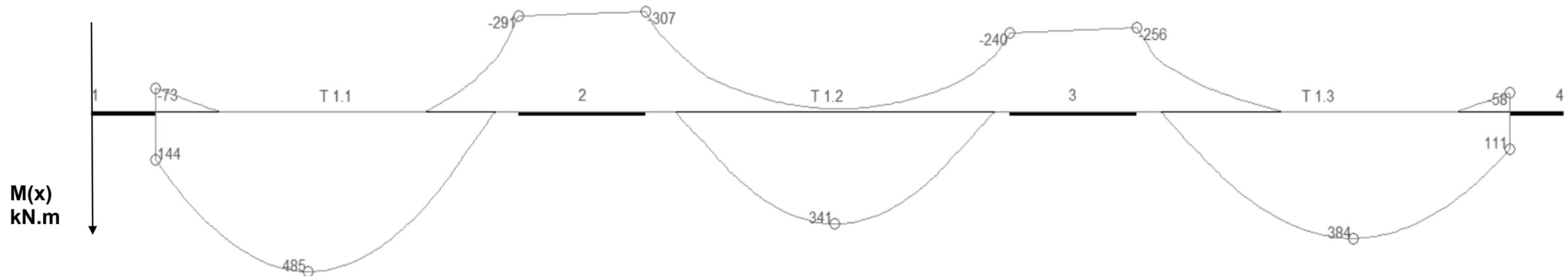


$$L_i M_{i-1} + 2(L_i + L_{i+1}) M_i + L_{i+1} M_{i+1} = 6EI(\omega_{di}^0 - \omega_{gi}^0)$$

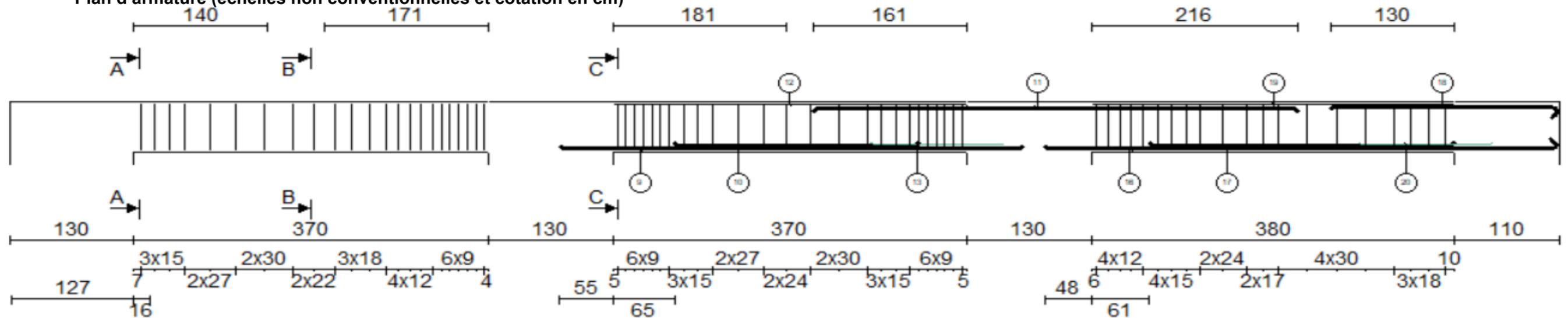


DR 2 : Étude de la longrine

Courbe des moments fléchissants issue du logiciel :



Plan d'armature (échelles non conventionnelles et cotation en cm)



Coupe A-A

Coupe B-B

Coupe C-C

