

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2019

**E4 –ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE
CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE**

**U 41–DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION
D'OUVRAGES**

Durée : 4 heures– Coefficient : 3

Documents et matériels autorisés :

CODAP didactique 2010.

Moyens de calculs autorisés :

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce dossier est constitué de 2 parties :

- Dimensionnement / vérification d'un appareil à pression. pages 2/15 à 9/15
- Dimensionnement structures porteuses d'un pont roulant. pages 10/15 à 15/15

Document réponse à rendre :

DR1 U41 (page 15/15) à insérer dans la copie et àagrafer.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.

Le sujet comporte 15 pages, numérotées de 1/15 à 15/15.

CODE ÉPREUVE : 1906CLE4DVO		EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE	
SESSION 2019	SUJET	ÉPREUVE : ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN ENSEMBLE CHAUDRONNÉ, DE TÔLERIE OU DE TUYAUTERIE U41 – DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION D'OUVRAGES			
Durée : 4h		Coefficient : 3		SUJET N°02ED15	Page 1/15

Dimensionnement / vérification d'un appareil à pression

Mise en situation (voir également plan ensemble page 7/15)

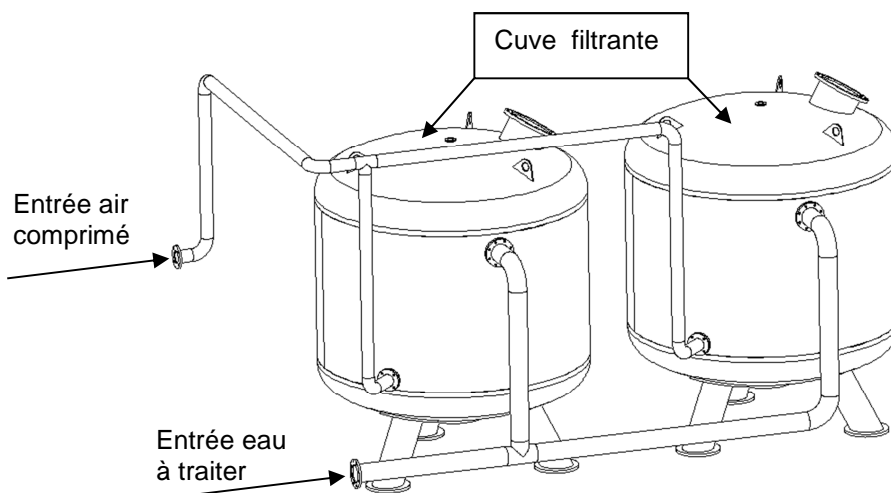
Vous travaillez dans un bureau d'études sous-traitant d'une entreprise de lavage des matériaux.

Le lavage est un mécanisme rencontré dans le traitement de tous les gisements (roches massives, roches meubles,...) destinés à la production de granulats dits "propres" qui sont essentiellement réservés à la fabrication des bétons.

Le lavage permet de détacher, grâce à des moyens mécaniques, hydrauliques ou vibratoires, les éléments fins (fraction argileuse) qui sont collés à la surface des granulats.

Le matériel vieillissant doit être remplacé. Pour correspondre aux nouvelles réglementations, vous êtes chargé de calculer certains appareils de la station d'épuration, en particulier les cuves filtrantes qui sont utilisées pour décharger de ses impuretés l'eau employée pour le lavage.

Une tuyauterie amène cette eau dans une cuve filtrante. Un matelas de sable aéré par une circulation d'air filtre cette eau qui est récupérée. Un circuit de commande pneumatique (non représenté) permet l'ouverture et la fermeture des appareils de robinetterie et de sécurité (voir plan cuve filtrante page 8/15).



Données techniques :

- Catégorie de risque : I
- Catégorie de construction : C
- Température de calcul et de service : 20°C
- Surépaisseur de corrosion : 2 mm
- Tolérance sur l'épaisseur des tôles : classe A selon la NF EN 10029
- Réduction d'épaisseur des viroles en cours de fabrication : 0,3 mm
- Fond GRC (en un seul élément) dont l'épaisseur minimum garantie : 85% e_n
- Tolérance des tubes $\pm 15\%$ de l'épaisseur nominale du tube
- Matière virole et fond : P265GH selon la NF EN 10028-2
- Matière tube : P265GH selon la NF EN 10216-2
- Pression de service : 6 bars
- Pression de calcul : 8 bars
- Pression d'essai de résistance : 10 bars

Calcul des épaisseurs suivant le CODAP 2010

Les renseignements et dimensions nécessaires sont à prendre sur les plans page 7/15 et page 8/15 et dans les données techniques.

Les calculs se feront en **situation normale de service**.

On utilisera les formules de la division 1 du CODAP 2010.

Rédiger la note de calcul sur feuille de copie en renseignant obligatoirement les points suivants :

Valeurs à retrouver dans la note de calcul	Commentaires
Coefficient de soudure	
Contrainte nominale de calcul ($0 < t \leq 16$)	Pour la suite prendre $f = 150 \text{ MPa}$
Épaisseur minimale nécessaire, e_n , e_u de la virole et des fonds (hypothèse : $D_e = D_i$)	Épaisseurs disponibles : 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 35, 40.
Vérifier la résistance de l'enveloppe au niveau du trou d'homme. La modélisation à utiliser est en page 9/15. Donner les dimensions de l'anneau-renfort si celui-ci est nécessaire.	Prendre : <ul style="list-style-type: none">• une épaisseur admise du fond = 12 mm• $l'_t = 0 \text{ mm}$• épaisseur admise du tube : 1,5 mm

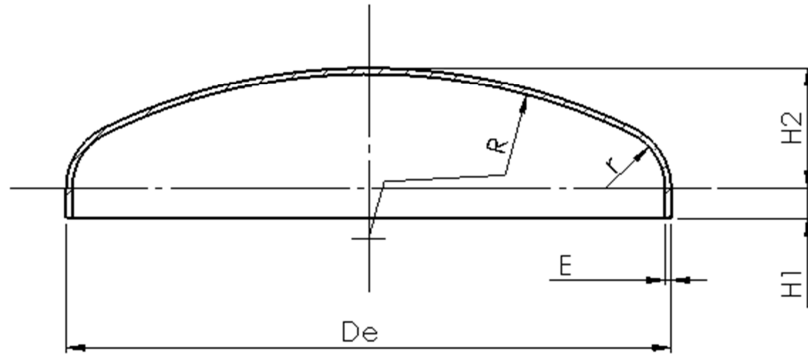
Caractéristiques des matériaux selon la NF EN 10028-2

Nuance d'acier		État de livraison habituel ^{b), c)}	Épaisseur du produit t mm	Caractéristiques de traction à la température ambiante			Énergie de rupture en flexion par choc KV ^J min. à une température en °C de		
				Limite apparente d'élasticité R_{eH} MPa min.	Résistance à la traction R_m MPa	Allongement après rupture A % min.	-20	0	+20
P235GH	1.0345	+N ^{d)}	≤ 16	235	360 à 480	24	27 ^{g)}	34 ^{g)}	40
			16 < t ≤ 40	225					
			40 < t ≤ 60	215					
			60 < t ≤ 100	200					
			100 < t ≤ 150	185					
			150 < t ≤ 250	170					
P265GH	1.0425	+N ^{d)}	≤ 16	265	410 à 530	22	27 ^{g)}	34 ^{g)}	40
			16 < t ≤ 40	255					
			40 < t ≤ 60	245					
			60 < t ≤ 100	215					
			100 < t ≤ 150	200					
			150 < t ≤ 250	185					
P295GH	1.0481	+N ^{d)}	≤ 16	295	460 à 580	21	27 ^{g)}	34 ^{g)}	40
			16 < t ≤ 40	290					
			40 < t ≤ 60	285					
			60 < t ≤ 100	260					
			100 < t ≤ 150	235					
			150 < t ≤ 250	220					

Tolérance sur l'épaisseur des tôles selon NF EN 10029

Tolérances sur l'épaisseur nominale (voir 6.1.1)									
Épaisseur nominale t	Classe A		Classe B		Classe C		Classe D		
	inférieure	supérieure	inférieure	supérieure	inférieure	supérieure	inférieure	supérieure	
$3 \leq t < 5$	-0,3	+0,7	-0,3	+0,7	0	+1,0	-0,5	+0,5	
$5 \leq t < 8$	-0,4	+0,8	-0,3	+0,9	0	+1,2	-0,6	+0,6	
$8 \leq t < 15$	-0,5	+0,9	-0,3	+1,1	0	+1,4	-0,7	+0,7	
$15 \leq t < 25$	-0,6	+1,0	-0,3	+1,3	0	+1,6	-0,8	+0,8	
$25 \leq t < 40$	-0,7	+1,3	-0,3	+1,7	0	+2,0	-1,0	+1,0	
$40 \leq t < 80$	-0,9	+1,7	-0,3	+2,3	0	+2,6	-1,3	+1,3	
$80 \leq t < 150$	-1,1	+2,1	-0,3	+2,9	0	+3,2	-1,6	+1,6	
$150 \leq t < 250$	-1,2	+2,4	-0,3	+3,3	0	+3,6	-1,8	+1,8	
$250 \leq t \leq 400$	-1,3	+3,5	-0,3	+4,5	0	+4,8	-2,4	+2,4	
Ces tolérances sur l'épaisseur s'appliquent hors des zones meulées (voir 6.1.2)									

Caractéristiques dimensionnelles fond GRC
(Suivant norme NF E 81-102)

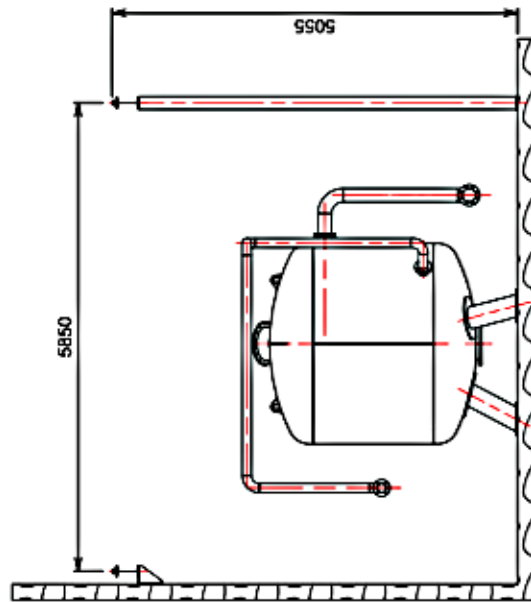
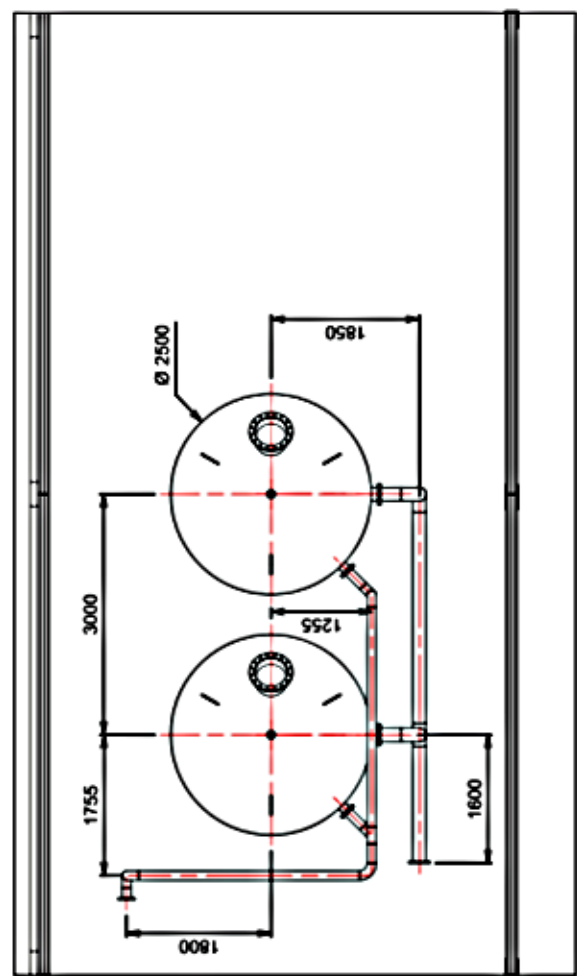
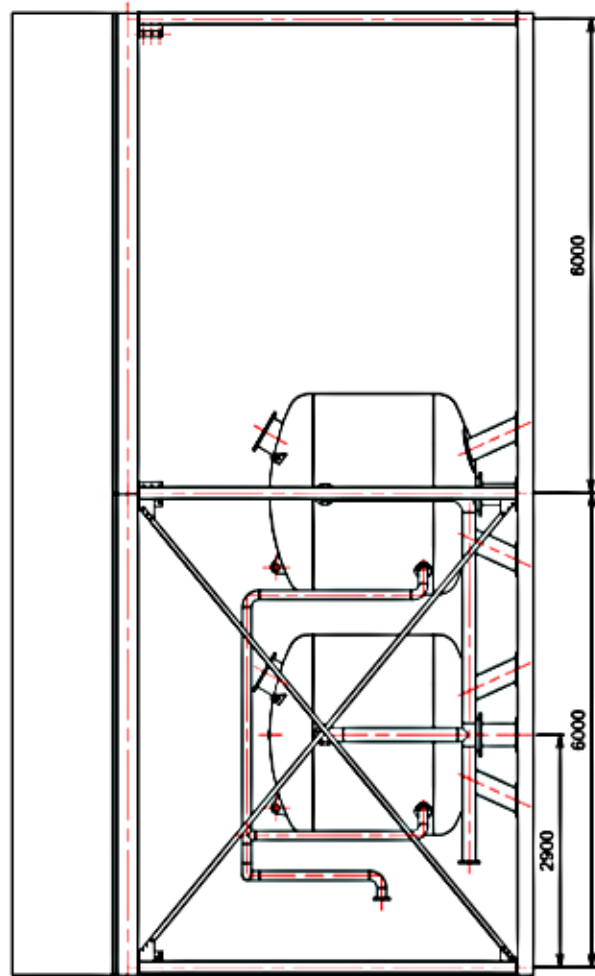


De	E		H2		R	r
	de	à	de	à		
150	2	5	28	27	150	15
200	2	5	38	36	200	20
250	2	5	47	46	250	25
300	2	10	57	53	300	30
350	2	10	67	63	350	35
400	2	12	77	72	400	40
450	2	12	86	81	450	45
500	2	16	96	89	500	50
550	2	18	106	98	550	55
600	3	20	115	107	600	60
650	3	20	124	116	650	65
700	3	22	134	125	700	70
750	3	25	144	134	750	75
800	3	25	154	143	800	80
850	3	28	163	152	850	85
900	4	28	172	161	900	90
950	4	32	182	169	950	95
1000	4	32	192	179	1000	100
1100	4	35	211	197	1100	110
1200	5	35	230	216	1200	120
1250	5	35	240	226	1250	125
1300	5	35	250	235	1300	130
1400	5	40	269	252	1400	140
1500	5	40	289	272	1500	150
1600	6	40	307	291	1600	160

De	E		H2		R	r
	de	à	de	à		
1700	6	40	326	310	1700	170
1800	6	40	346	330	1800	180
1900	6	40	365	349	1900	190
2000	6	40	385	368	2000	200
2100	6	40	404	388	2100	210
2200	6	40	423	407	2200	220
2300	6	40	443	426	2300	230
2400	6	40	462	446	2400	240
2500	6	40	481	465	2500	250
2600	6	40	501	484	2600	260
2700	6	40	520	504	2700	270
2800	6	40	540	523	2800	280
2900	6	40	559	543	2900	290
3000	6	40	578	562	3000	300
3100	8	40	597	581	3100	310
3200	8	40	616	601	3200	320
3300	8	40	636	620	3300	330
3400	8	40	655	639	3400	340
3500	10	40	673	659	3500	350
3600	12	40	692	678	3600	360
3700	12	40	711	697	3700	370
3800	12	40	730	717	3800	380
3900	12	40	750	736	3900	390
4000	12	40	769	756	4000	400

HAUTEURS PRÉFÉRENTIELLES DE BORD DROIT

E	2	3	4	5	6	8	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	35	40
H1	20	25	40	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120					



NOTA :

Calcul suivant CODAP 2010

Pression de service : 6 bars

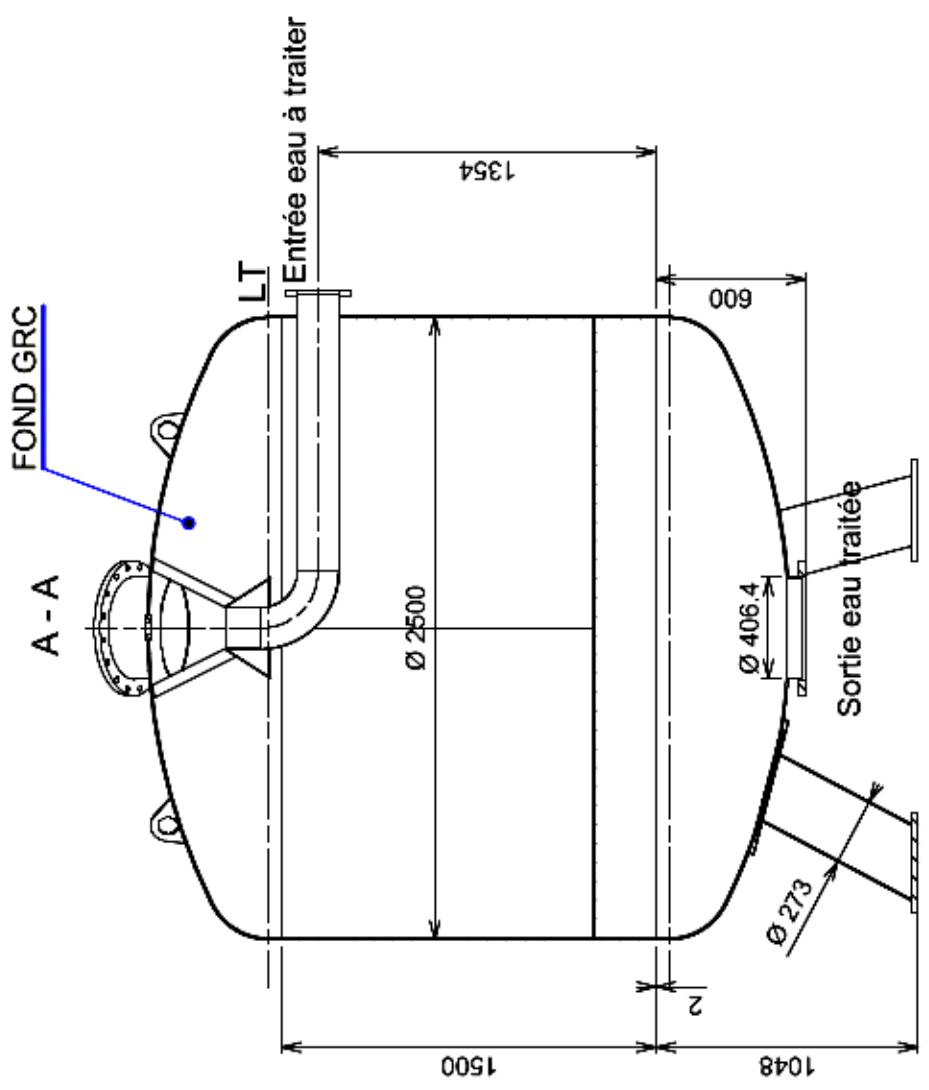
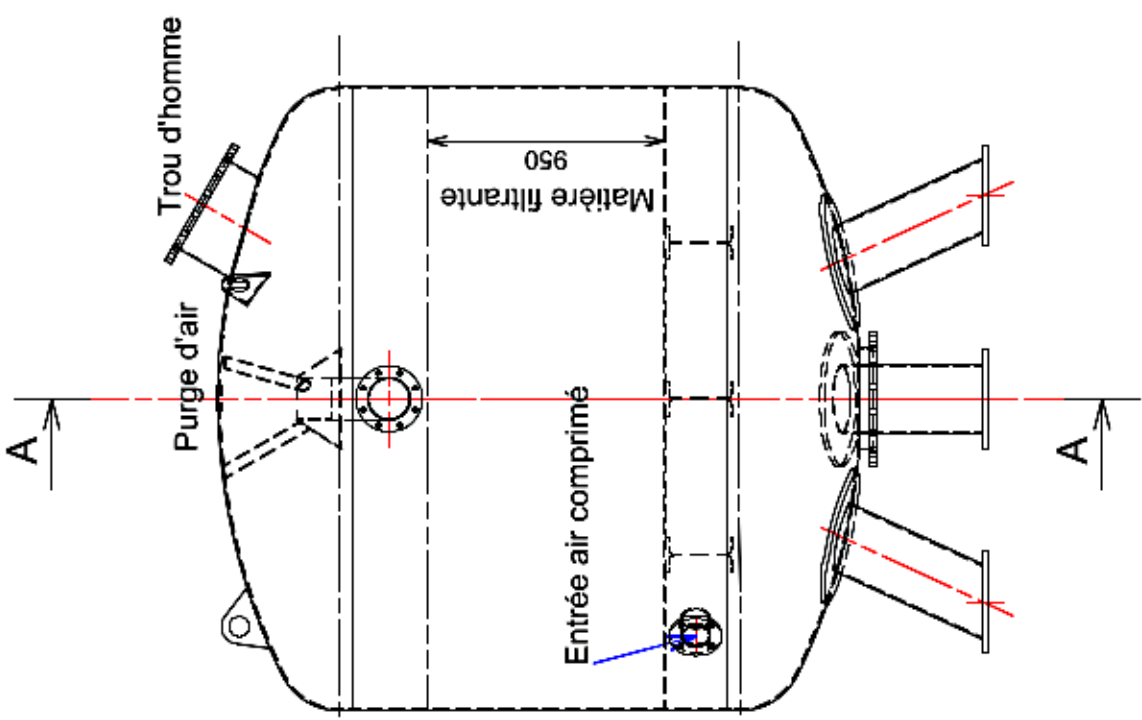
Pression de calcul : 8 bars



Pression d'essai de résistance : 10 bars

AUTEUR		DATE	
TRAITEMENT EAU			
TopSolid		ENSEMBLE	
A4	A4	A4	A4
00	00	00	00

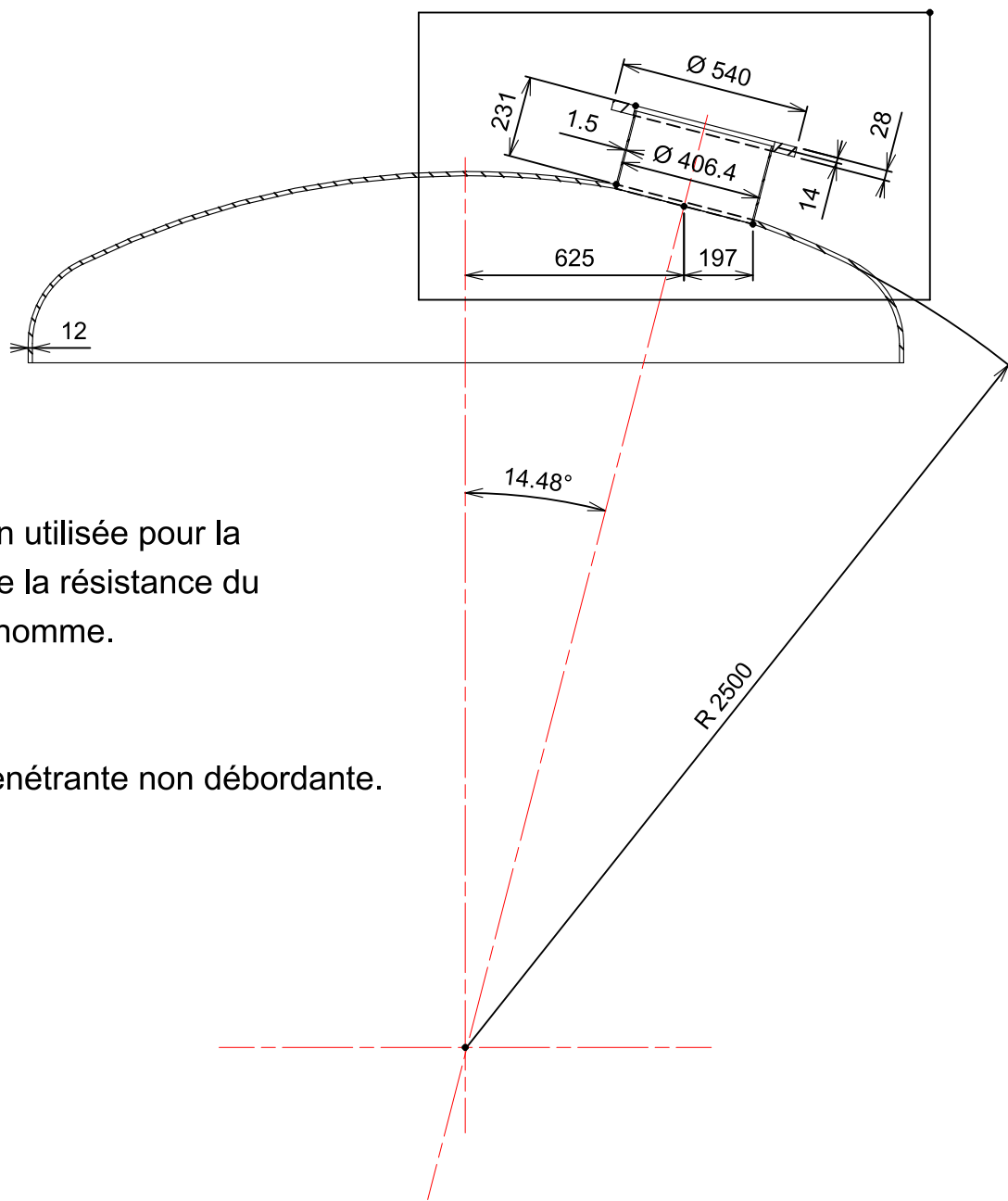
A B C D

4 3 2 1



AUTEUR		DATE	
Cuve filtrante			
			
1		00	

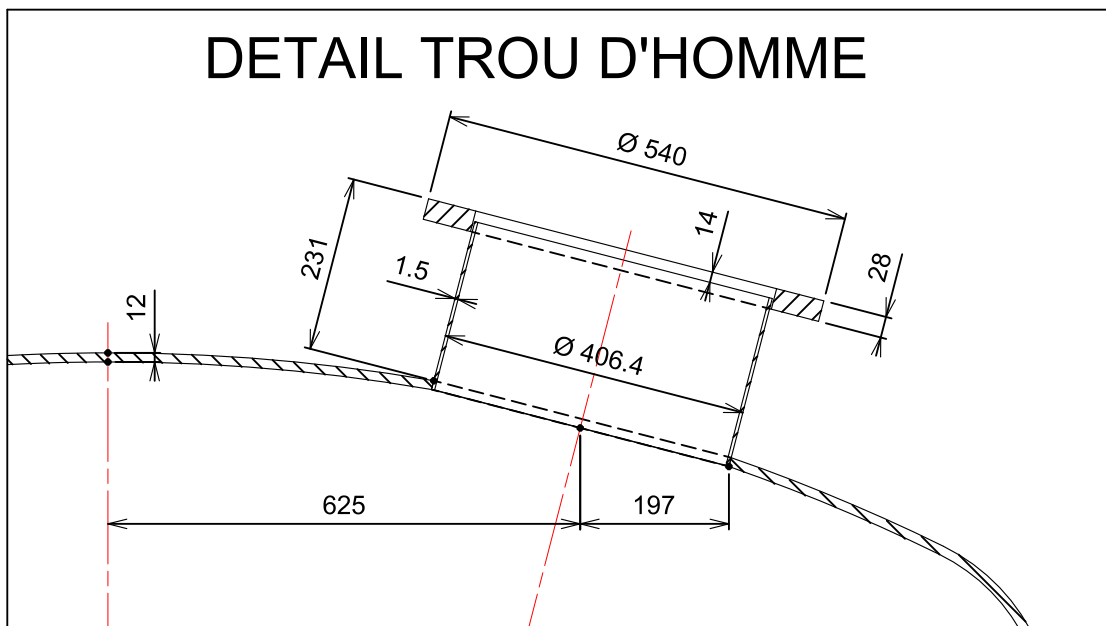
A D



Modélisation utilisée pour la vérification de la résistance du trou d'homme.

NOTA :
Tubulure pénétrante non débordante.

DETAIL TROU D'HOMME

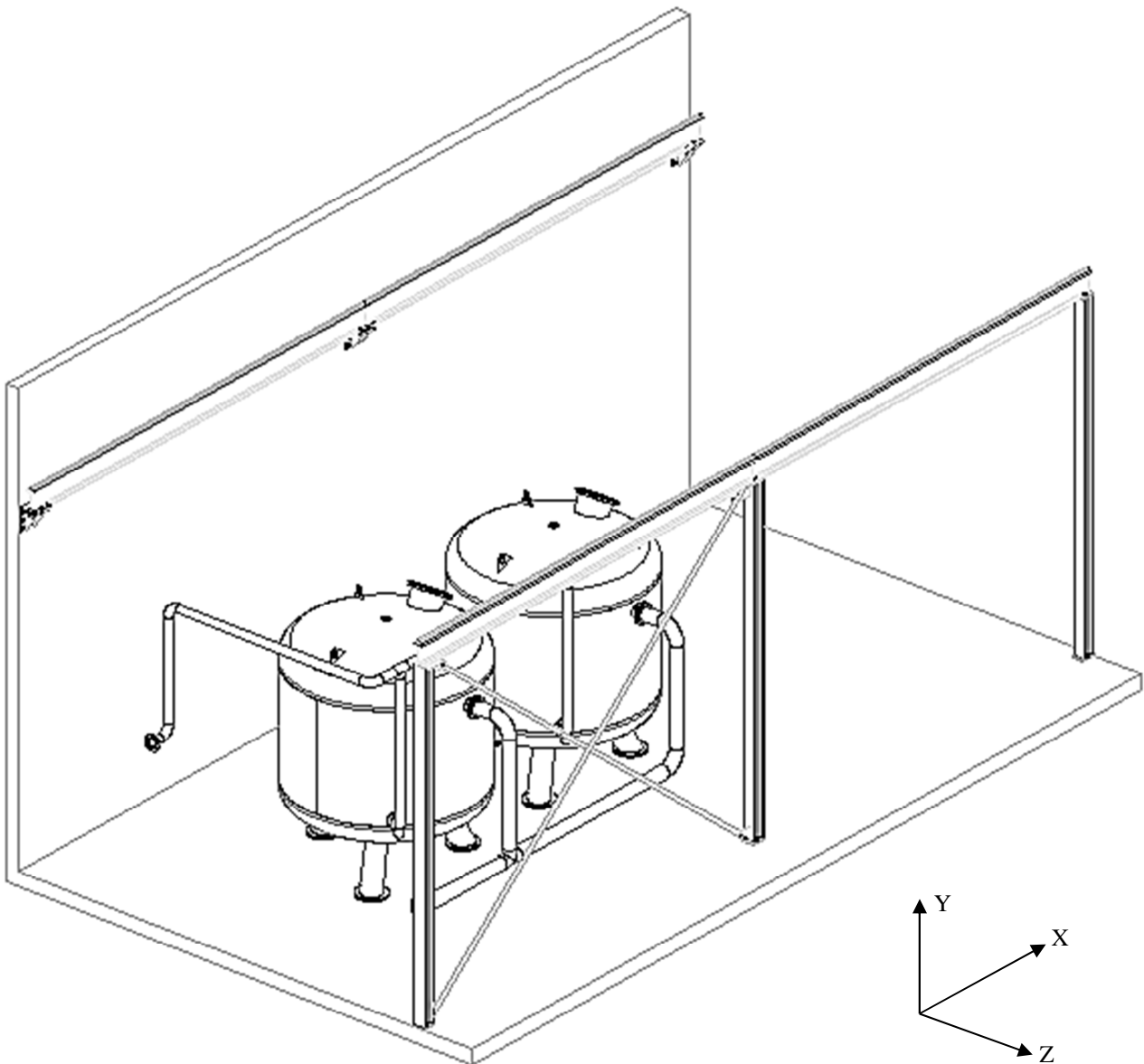


Dimensionnement structures porteuses d'un pont roulant

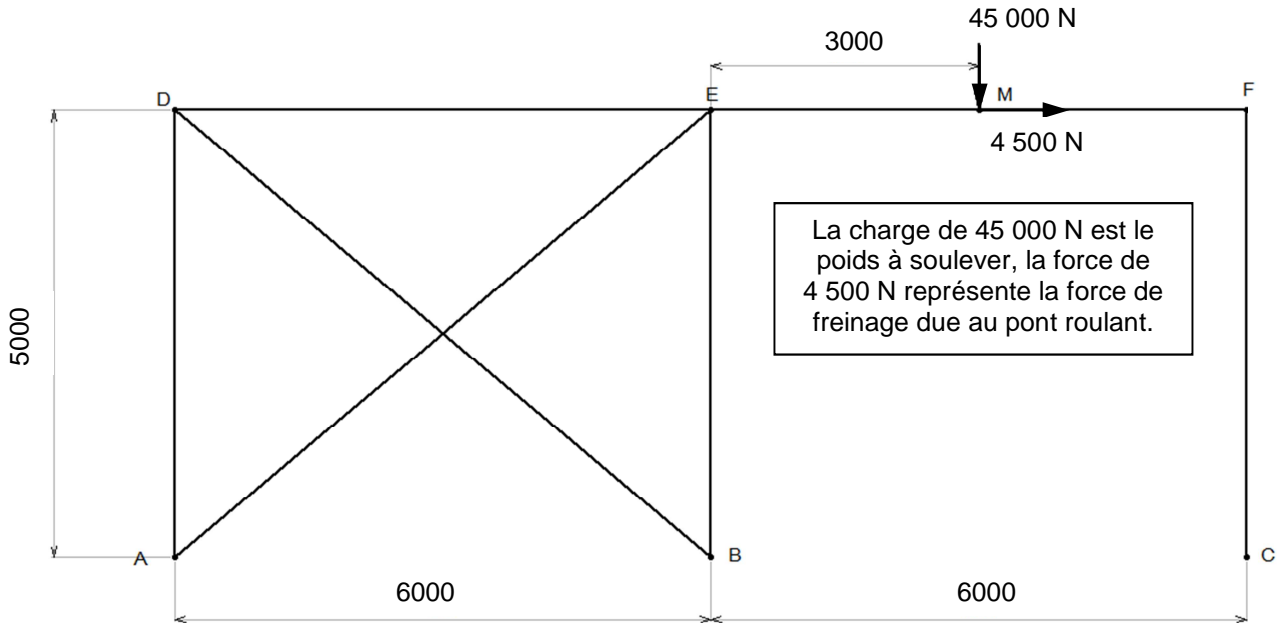
PRÉSENTATION

Pour éviter un arrêt trop long du traitement de l'eau (pour le nettoyage des cuves filtrantes), l'entreprise possède un pont roulant permettant l'échange de cuve. Le pont roulant doit être changé pour des raisons de sécurité. Pour chiffrer le coût de cette installation, on vous demande de calculer et de choisir certains éléments permettant la manutention des cuves.

L'ensemble cuve-pont est illustré suivant le dessin ci-dessous (le chemin de roulement est dessiné en partie).

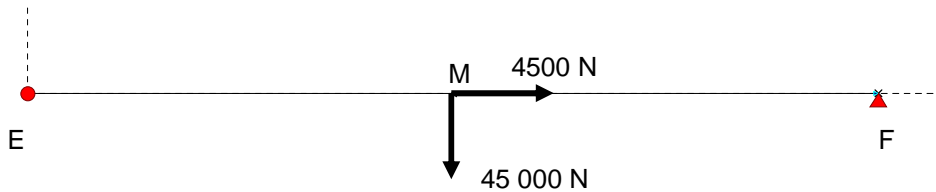


L'ossature du chemin de roulement peut être modélisée comme ci-dessous :



Le calcul de ce type de structure doit être réalisé suivant l'EUROCODE 3, nous le considérerons ici comme un problème de RDM classique.

La poutre EF est modélisée suivant le schéma ci-dessous.



- Calculer les actions aux points E (articulation) et F (appui simple).
- Tracer sur le document DR1 U41 (page 15/15), les diagrammes. Préciser les calculs :
 - d'effort normal
 - d'effort tranchant
 - du moment fléchissant.
- Déterminer, à l'aide du document page 12/15, le profil IPE en considérant les critères suivants :
 - acier employé : S235
 - coefficient de sécurité : 1,5
 - $M_{f(maxi)} = 70\,000\text{ Nm}$.
- Vérifier, pour un IPE de 300, la condition de flèche.

On donne :

 - flèche admissible : $L/500$
 - flèche maxi dans notre cas : $f_{maxi} = -\frac{F L^3}{48 E I_G}$
 - $E = 2,1 \cdot 10^5\text{ MPa}$ (module de YOUNG)
 - L : portée (longueur entre les appuis)
 - I_G : Moment quadratique du profilé considéré.

Poutrelles I européennes (suite)

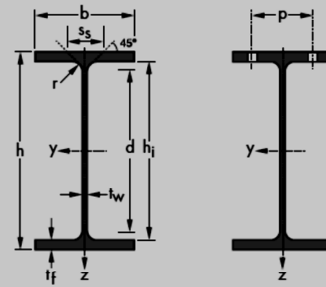
Dimensions: IPE 80 - 600 conformes à la norme antérieure EU 19-57
 IPE AA 80 - 550, IPE A 80 - 600, IPE O 180 - 600, IPE 750 suivant norme AM
 Tolérances: EN 10034: 1993
 Etat de surface: conforme à EN 10163-3: 2004, classe C, sous-classe 1

European I beams (continued)

Dimensions: IPE 80 - 600 in accordance with former standard EU 19-57
 IPE AA 80 - 550, IPE A 80 - 600, IPE O 180 - 600, IPE 750 in accordance with AM standard
 Tolerances: EN 10034: 1993
 Surface condition: according to EN 10163-3: 2004, class C, subclass 1

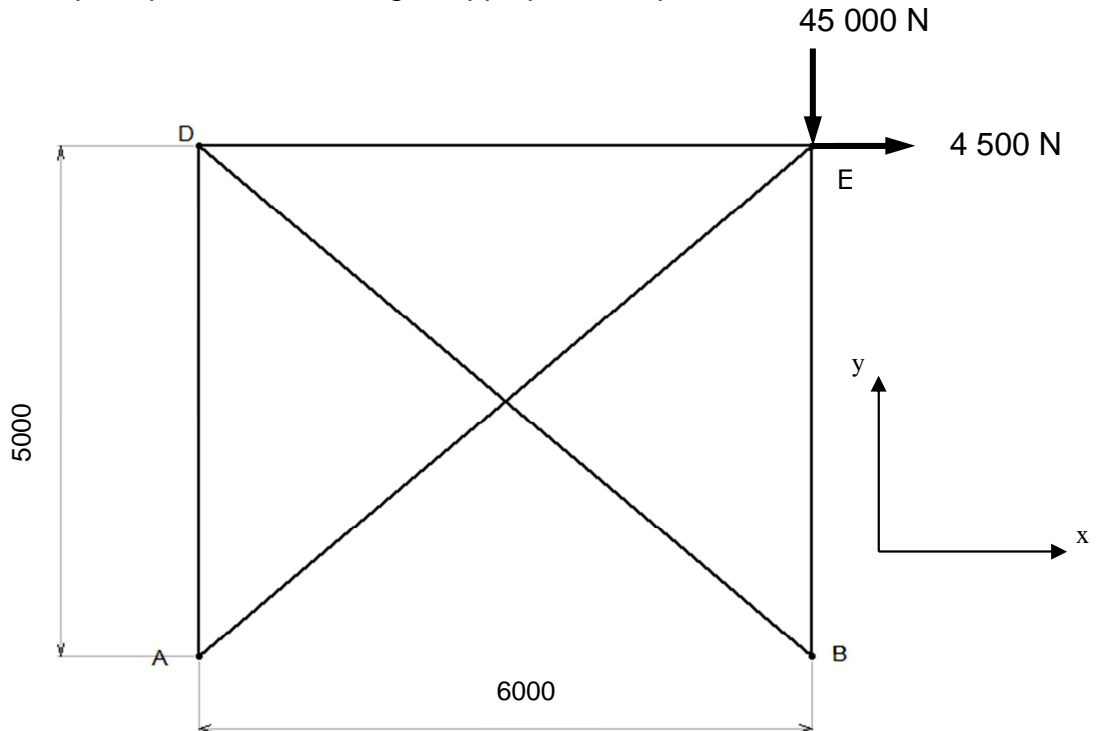
Europäische I-Profile (Fortsetzung)

Abmessungen: IPE 80 - 600 gemäß früherer Norm EU 19-57
 IPE AA 80 - 550, IPE A 80 - 600, IPE O 180 - 600, IPE 750 gemäß AM Standard
 Toleranzen: EN 10034: 1993
 Oberflächenbeschaffenheit: Gemäß EN 10163-3: 2004, Klasse C, Untergruppe 1



Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												
	G kg/m	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y					axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z					S _s mm	I _t mm ⁴ x10 ⁴
		I _y mm ⁴ x10 ⁴	W _{ely} mm ³ x10 ³	W _{ply} mm ³ x10 ³	i _y mm x10	A _{vz} mm ² x10 ²	I _z mm ⁴ x10 ⁴	W _{elz} mm ³ x10 ³	W _{plz} mm ³ x10 ³	i _z mm x10			
IPE AA 240	24,9	3154	267	298	9,97	15,3	231	38,6	60,0	2,70	38,4	7,33	
IPE A 240	26,2	3290	278	312	9,94	16,3	240	40,0	62,4	2,68	39,4	8,35	
IPE 240	30,7	3892	324	367	9,97	19,1	284	47,3	73,9	2,69	43,4	12,9	
IPE O 240	34,3	4369	361	410	10,0	21,4	329	53,9	84,4	2,74	46,2	17,2	
IPE A 270	30,7	4917	368	413	11,2	18,8	358	53,0	82,3	3,02	40,5	10,3	
IPE 270	36,1	5790	429	484	11,2	22,1	420	62,2	97,0	3,02	44,6	15,9	
IPE O 270	42,3	6947	507	575	11,4	25,2	514	75,5	118	3,09	49,5	24,9	
IPE A 300	36,5	7173	483	542	12,4	22,3	519	69,2	107	3,34	42,1	13,4	
IPE 300	42,2	8356	557	628	12,5	25,7	604	80,5	125	3,35	46,1	20,1	
IPE O 300	49,3	9994	658	744	12,6	29,1	746	98,1	153	3,45	51,0	31,1	
IPE A 330	43	10230	626	702	13,7	27,0	685	85,6	133	3,54	47,6	19,6	
IPE 330	49,1	11770	713	804	13,7	30,8	788	98,5	154	3,55	51,6	28,2	
IPE O 330	57	13910	833	943	13,8	34,9	960	119	185	3,64	56,6	42,2	

Considérons le portique avec les charges appliquées au point E

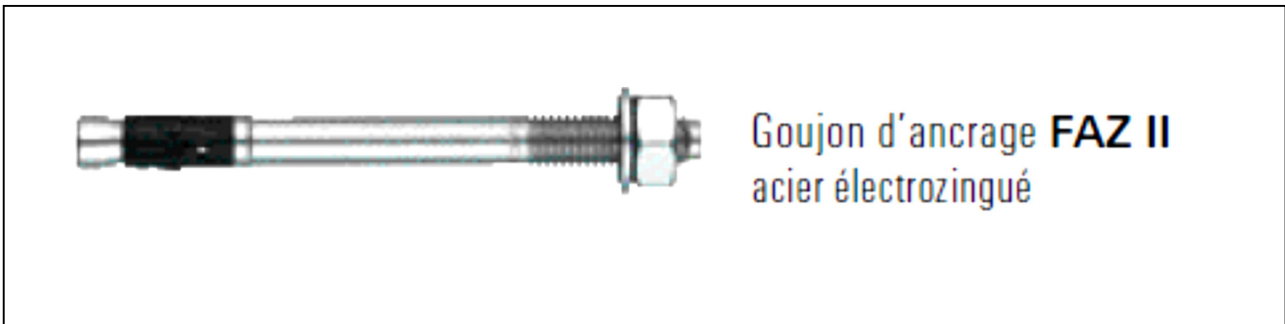
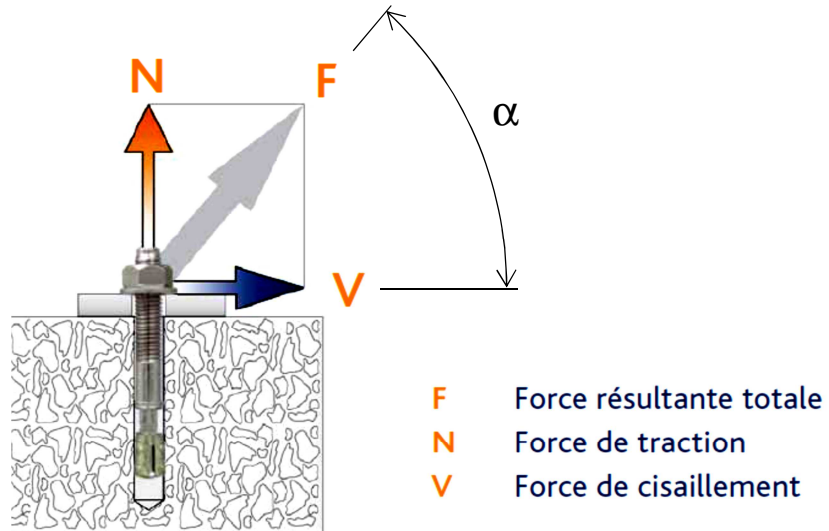


- Déterminer les actions aux points A (articulation) et B (appui simple).
- Isoler le nœud A, et en déduire l'effort dans la barre AE.
- Calculer la section résistante minimale de cette barre.
Prendre $R_{pe} = 156 \text{ MPa}$.
Choisir une cornière parmi celles proposées ci-dessous.
Nota : Pour cette question et indépendamment des résultats trouvés précédemment, prendre un effort de 7 500 N.

Désignation	Aire de la section
L 60x60x5	5,79 cm ²
L 60x60x6	6,91 cm ²
L 70x70x6	8,13 cm ²
L 70x70x7	9,4 cm ²
L 80x80x6	9,35 cm ²
L 80x80x6,5	10,08 cm ²
L 90x90x8	13,89 cm ²
L 90x90x9	15,52 cm ²

- Choisir le type de cheville pour ancrer les poteaux au sol, uniquement pour le cas de charge étudié (considérer un béton fissuré).
Nota : Pour cette question, prendre un effort $F = 7\,500\text{ N}$ et $\alpha = 40^\circ$.

Forces exercées



CHARGES

Charges limites de service¹⁾ d'une cheville dans un béton normal C20/25²⁾. Lors du dimensionnement, il convient de respecter toutes les exigences de l'Agrément ETA-05/0069.

Type de cheville		FAZ II 8			FAZ II 10			FAZ II 12			FAZ II 16			FAZ II 20			FAZ II 24		
		gvz	A4	C	gvz	A4	C	gvz	A4	C	gvz	A4	C	gvz	A4	C	gvz	A4	C
Profondeur d'ancrage effective	h_{ef} [mm]	45			60			70			85			100			125		
Charge de service en traction axiale d'une cheville isolée sans influence du bord N_{els}, c-à-d distance au bord $c \geq 1,5h_{ef}$ et entraxe $s \geq 3h_{ef}$																			
Béton fissuré C20/25	N_{els} [daN]	240			430			760			1340			1710			2400		
Béton non fissuré C20/25	N_{els} [daN]	430			760			1190			1880			2400			3350		
Charge de service en cisaillement d'une cheville isolée sans influence du bord V_{els}, c-à-d distance au bord $c \geq 10h_{ef}$ et entraxe $s \geq 3h_{ef}$																			
Béton fissuré et non fissuré C20/25 ²⁾	V_{els} [daN]	690			1140			1690			3140			4000			4910		
Moment de flexion admissible	M_{els} [Nm]	14,9			33,1			52,6			133,1			278,3			439,4		

DOCUMENT DR1 U41 (à rendre avec la copie)

