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 SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

SESSION 2012

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

Calculatrice réglementaire autorisée.
CODAP DIDACTIQUE 2005 indispensable.

Ce dossier est constitué de 2 parties :

- Dimensionnement / vérification d'un réservoir suivant le CODAP 2005 ..... pages 2/14 à 9/14
- Dimensionnement / vérification de la structure porteuse d'un évaporateur et de ses oreilles de levage ..... pages 10/14 à 14/14

Les sous-épreuves
U41-A : Dimensionnement / vérification d'un réservoir,
et U41-B : Dimensionnement / vérification de la structure porteuse d'un évaporateur et de ses oreilles de levage,
seront rédigées sur des copies distinctes, rendues séparément.

Document réponse à rendre : DR1 U41-A à insérer dans la copie, et à agrafer par le surveillant de l'épreuve.

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

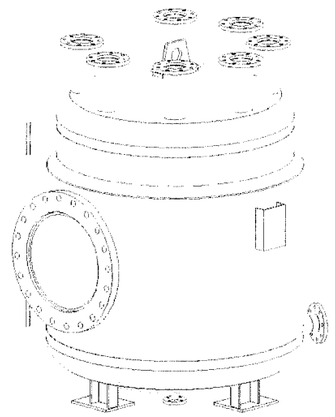
Le sujet comporte 14 pages, numérotées de 1/14 à 14/14.

CODE ÉPREUVE : CLE4DVO	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : CONCEPTION ET RÉALISATION EN CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE	
SESSION 2012	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°28ED11	Page 1/ 14

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

U 41 – DIMENSIONNEMENT ET VÉRIFICATION D'OUVRAGES

Sous-épreuve U41-A



Dimensionnement / vérification d'un réservoir

Temps conseillé : 2h

DOCUMENT AUTORISE : CODAP didactique 2005

DOCUMENTS FOURNIS :

Texte de sujet : Documents DS1 U41-A Page 3 / 14
DS2 U41-A Page 4 / 14

Ressources techniques :
Plan de la bâche avec les nomenclatures
Documents DT1 U41-A Page 5 / 14
DT2 U41-A Page 6 / 14
DT3 U41-A Page 7 / 14

Tolérances sur les épaisseurs, extraits de la norme NF EN 10-029
Document DT4 U41-A Page 8 / 14

Document réponse à rendre obligatoirement en fin d'épreuve :
Document DR1 U41-A Page 9 / 14

Toutes les réponses seront rédigées sur feuilles de copie réglementaires.
Document réponse à rendre : DR1 U41-A à insérer dans la copie,
et à agrafer par le surveillant de l'épreuve.

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

UTILISATION D'UN CODE DE CONSTRUCTION

Objet de l'épreuve :

On se propose de vérifier, à l'aide du CODAP 2005, quelques éléments d'un réservoir, voir les documents DT1-U41-A à DT4-U41-A.

Vous devez :

- déterminer la catégorie de construction pour cet appareil,
- déterminer les différentes pressions qui s'exercent sur la virole, puis définir l'épaisseur utile,
- calculer l'épaisseur d'un fond,
- vérifier l'ouverture du trou d'homme,

Le principe de fonctionnement :

Ce réservoir permet d'avoir une quantité minimale de fluide pour alimenter une pompe à anneaux liquides, la double enveloppe est alimentée avec de l'eau et sert à maintenir à température constante la cuve pour que le fluide ne se vaporise pas.

La pompe à anneaux liquides permet de faire le vide dans les autoclaves de polymérisation de PVDC (copolymère à base de chlorure de vinylidène) car en début de polymérisation, il ne doit plus y avoir d'oxygène dans l'autoclave (partie non étudiée)

L'usine sera implantée en milieu rural, et fonctionnera de façon continue, avec une faible variation de la pression et de la température. Ce qui entraîne des conditions d'utilisation normales et une faible possibilité de dégradation en service liée à la température. A cette température les risques corporels en cas de fuite du fluide sont nuls.

Cet appareil sera installé à l'intérieur d'un nouveau bâtiment afin de doubler la production. La perte de production par l'immobilisation de cette nouvelle installation reste modérée, mais peut entraîner des défaillances importantes sur l'appareil voisin.

La fréquence des démarrages et des arrêts est modérée. La plupart des opérations sont automatiques. La présence de deux personnes qualifiées suffit à surveiller en permanence le fonctionnement.

La présence d'autres personnes dans l'enceinte de ce bâtiment de fabrication reste occasionnelle. Une équipe de maintenance effectue des mesures périodiques toutes les deux semaines, afin de mettre en évidence l'apparition d'une éventuelle détérioration de certaines caractéristiques, surtout liées à l'érosion de la paroi interne de la virole, où les mesures montrent régulièrement que la corrosion est élevée sur cette face.

Caractéristique de l'appareil :

Pour la partie corps de l'appareil (virole Φ1200mm) :

L'appareil sera réalisé en acier	P 265 GH
Types de fluides susceptibles d'être contenus	Gaz Groupe 1
Pression de service PS	4 bar
Pression de calcul en situation normale de service	6 bar
Volume de l'appareil	1990 litres
Température maxi admissible	110°C
Température de calcul en situation normale de service	110°C
Coefficient de soudure	0,85
Corrosion intérieure	5 mm
Amincissement en cours de fabrication (roulage)	0,3 mm
Tolérances sur l'épaisseur des tôles (acier de la classe A)	voir document DT4 U41-A

Pour la partie double enveloppe (virole Φ1300mm) :

L'appareil sera réalisé en acier	P 265 GH
Types de fluides susceptibles d'être contenus	Liquide Groupe 2
Pression de service PS	5 bar
Pression de calcul en situation normale de service	7,5 bar
Volume de la calandre	265 litres
Température maxi admissible	110°C
Température de calcul	110°C
Coefficient de soudure	0,85
Corrosion intérieure	1 mm
Amincissement en cours de fabrication (roulage)	0,2 mm
Tolérance sur l'épaisseur des tôles (acier de la classe A)	voir document DT4 U41-A

Nota: 1 Bar = 0,1 MPa

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

DS 1 U41-A

Travail demandé :

Les questions 1, 2, 3 et 4 sont indépendantes.

L'évaluation, pour la question 1, portera sur la présentation et la justification de tous les critères vous amenant à vos choix.

1. Détermination de la catégorie de construction pour cet appareil.

   Déterminer dans l'ordre :

   1.1. Les niveaux de facteurs potentiels et les conséquences d'une défaillance éventuelle de l'appareil.
   Utiliser le document **DR1 U41-A**, pour répondre à cette question. Entourer les réponses dans le tableau et reporter les mots clés du sujet. Trois exemples de réponses sont donnés.

   1.2. Définir la catégorie de risque pour le corps de l'appareil (virole Φ1200), pour la double enveloppe, puis la catégorie de construction de l'appareil.
   Justifier le choix sur la feuille de copie.

L'évaluation, pour la question 2, portera sur l'exactitude des résultats et sur la présentation.

Pour répondre aux questions 2.1 et 2.2 compléter le document réponse **DR1 U41-A**, en exploitant les documents DS2 U41-A, DT1 U41-A , DT3 U41-A et DT4 U41-A

2. Afin de pouvoir calculer l'épaisseur de la virole Φ 1200mm pour une situation normal de service, on demande :

   2.1. de déterminer les différentes pressions s'exerçant sur la paroi de cette virole (pression intérieure, pression extérieure et la pression relative).

   2.2. de donner la surépaisseur de corrosion (C), la tolérance en moins sur l'épaisseur du produit brut (C1), la réduction d'épaisseur possible en cours de fabrication (C2), puis déterminer l'épaisseur utile (plus faible épaisseur réelle) de l'élément.

L'évaluation pour la question 3, ainsi que pour la question 4, portera sur la présentation, le détail de la démarche et l'exactitude des résultats.

3. Vérification de l'épaisseur du fond GRC (utiliser les règles de calcul de la Division 1).

   Afin de faciliter les calculs on négligera la double enveloppe.

   On donne pour cette question les caractéristiques du fond :

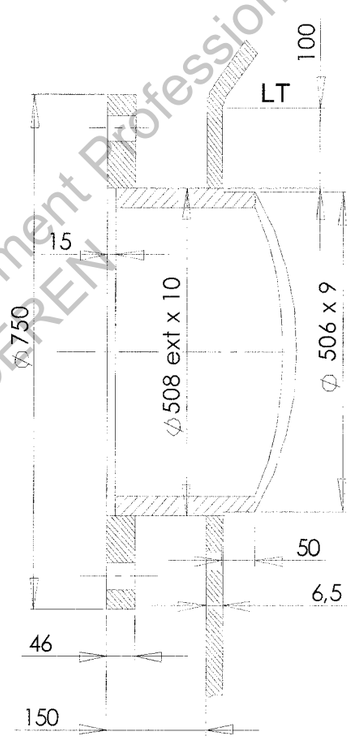
   - épaisseur utile du fond e_u = 11 mm
   - rayon intérieur de la calotte sphérique R = 1200 mm
   - rayon intérieur de la carre r = 120 mm
   - hauteur du bord droit h_c = 30 mm
   - fond constitué d'un seul élément sans soudure
   - fond torisphérique conforme à la norme NF E 81-102
   - la contrainte nominale de calcul à 110° f = 150 MPa
   - pression de calcul P = 6 bar

   3.1. Vérifier les conditions d'application.
   3.2. Calculer l'épaisseur minimale nécessaire du fond GRC inférieur Φ1200mm.
   3.3. L'épaisseur choisie par le constructeur est-elle suffisante ?

4. Vérifier, en situation normale de service, s'il faut prévoir un renfort au niveau de l'ouverture du trou d'homme sur la virole Φ1300 ext. (utiliser les règles de calcul de la Division 1).

   Pour ce calcul on négligera l'effet résistant de l'enveloppe intérieure.

   Voir dessin ci-joint.



On donne pour cette question :

- la contrainte nominale : f = f_t = 150 Mpa
- pression de calcul : P = 7,5 Bar
- épaisseur admise de la virole e = 6,5 mm
- épaisseur admise de la tubulure Φ508 e_t = 10 mm
- épaisseur admise de la tubulure à l'intérieur de la double enveloppe e'_t = 9 mm
- diamètre extérieur du dépassement intérieur de la tubulure = 506 mm

Calculer et vérifier dans l'ordre sur la feuille de copie :

4.1. Calculer le diamètre moyen : « Dm »

4.2. Vérifier les conditions d'application des règles et conclure pour :

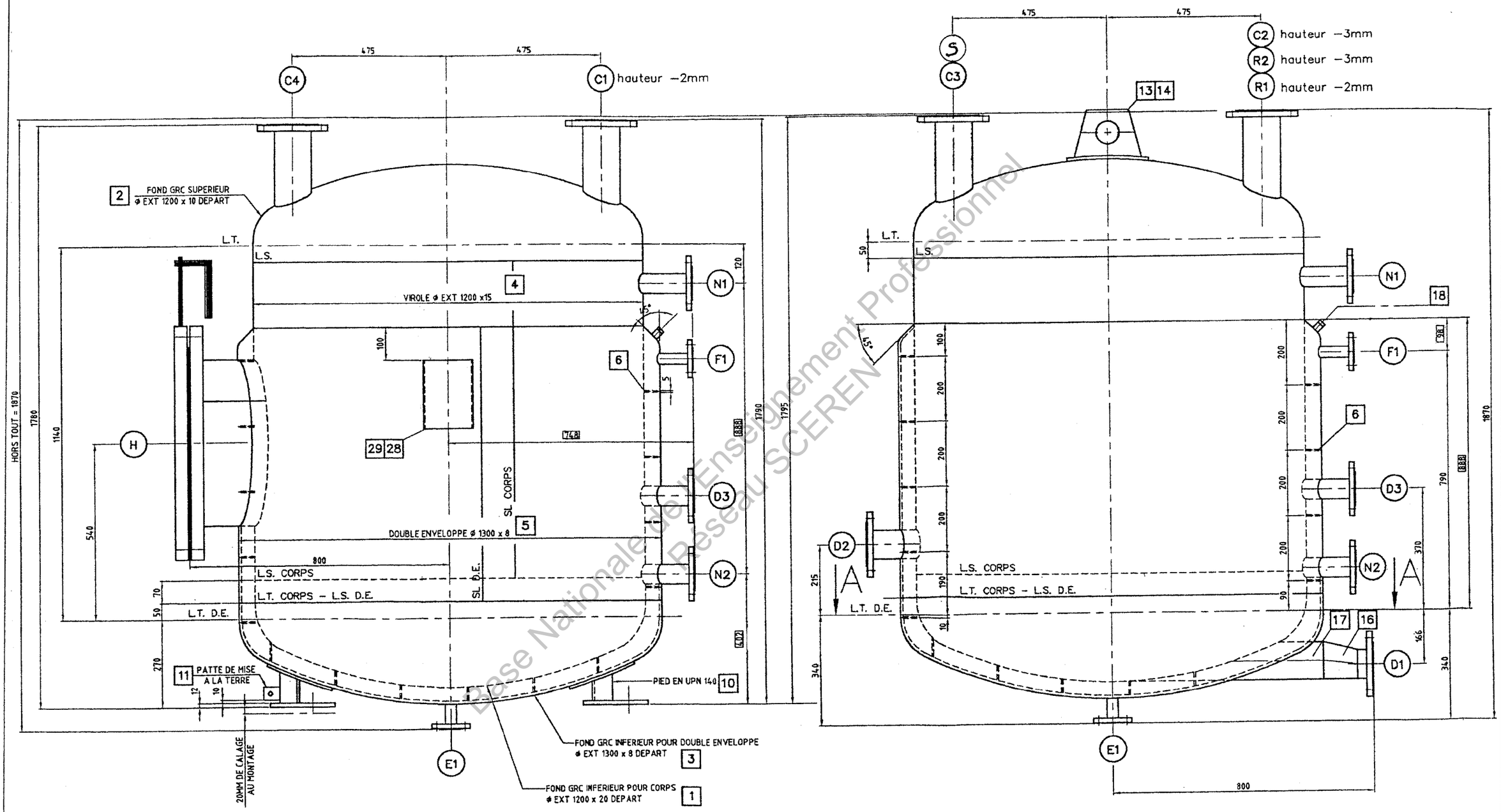
- Le diamètre de l'ouverture
- La position de l'ouverture
- La tubulure soudée

4.3. Vérifier la règle de la résistance de l'enveloppe comportant une ouverture.

4.4. Conclusion : un anneau renfort est-il nécessaire ?

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

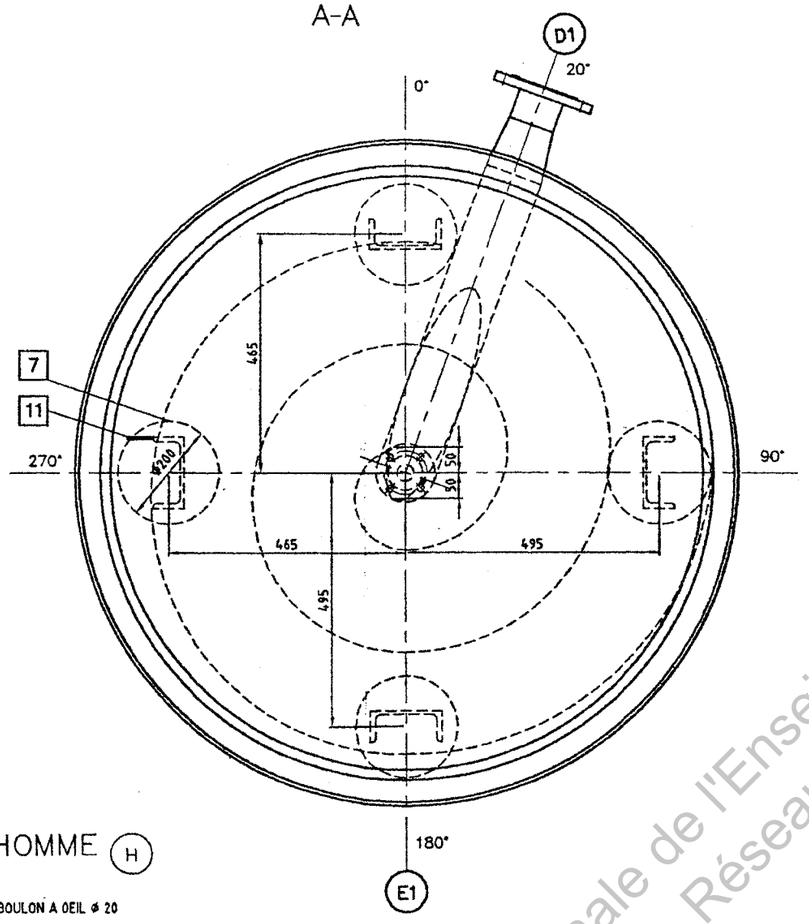
VUES EN ELEVATION



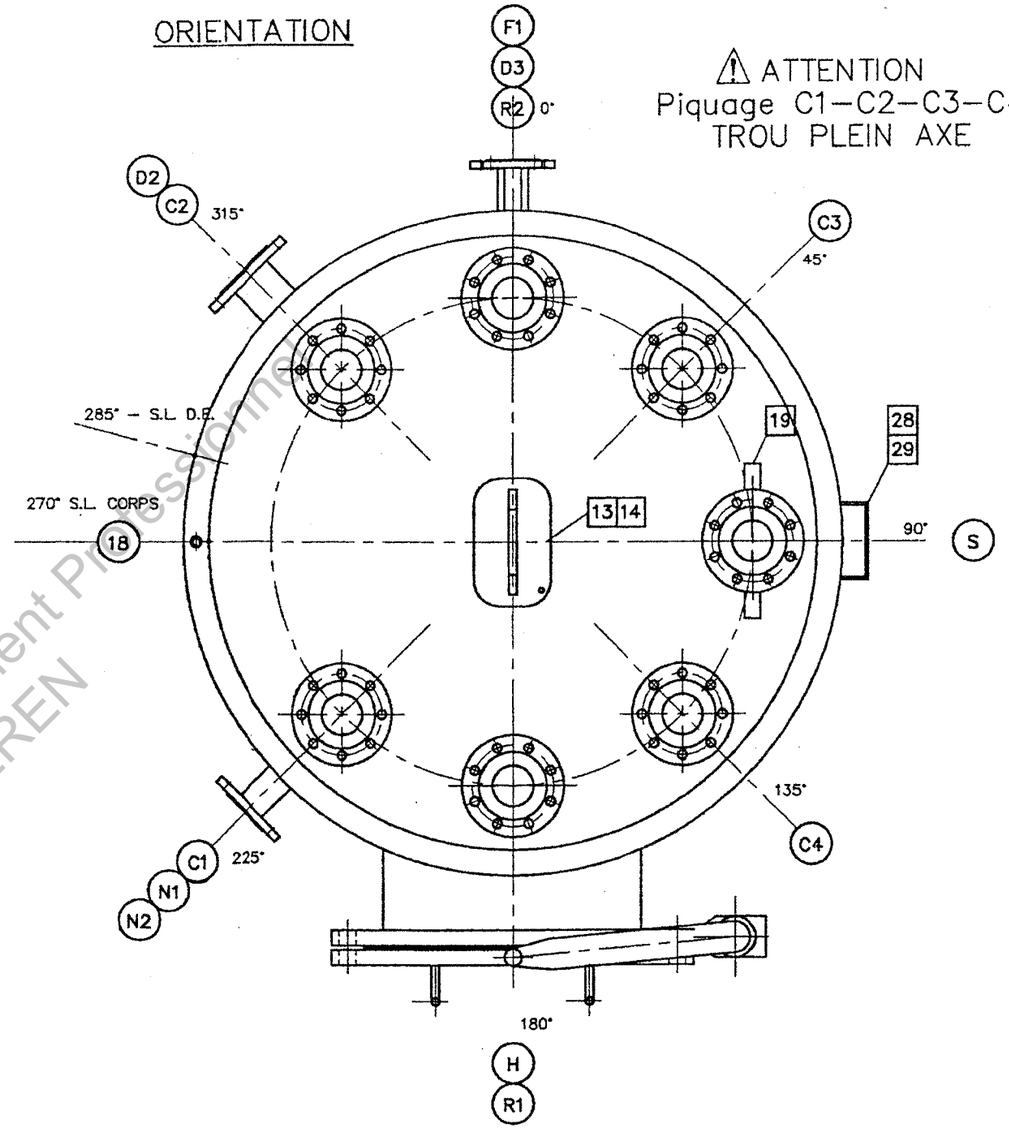
Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

DT 1 U41-A

A-A

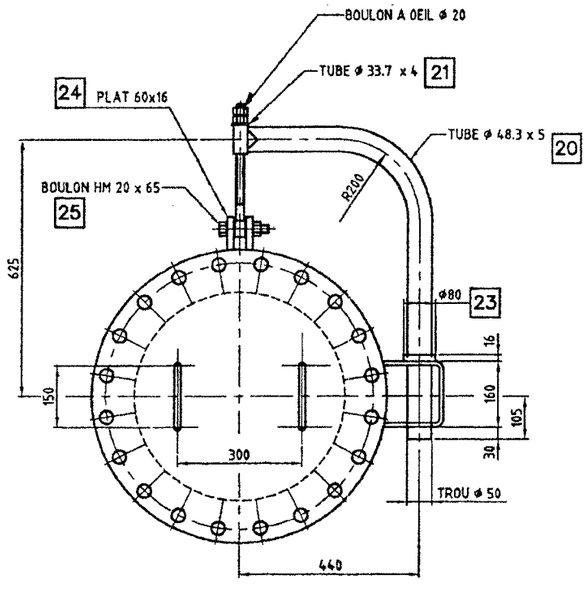


ORIENTATION



⚠ ATTENTION
Piquage C1–C2–C3–C4
TROU PLEIN AXE

DETAIL
POTENCE TROU D'HOMME (H)



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

DT 2 U41-A

Nomenclature générale

Rep.	Nbre	Désignation	Matière	Observation
29	1	Plaque de firme	Inox	
28	1	Support plaque de firme Ep. 5mm	1.4307	NF EN 10028-7
27	2	Rond Φ16 pour poignée	S 235 JR	NF EN 10025
26	1	Boulon à œil Φ20	Ac	
25	1	Boulon HM 20x65	Ac	
24	2	Plat 16x16	P 265 GH	NF EN 10028-2
23	1	Disque Φ 80x16	S 235 JR	NF EN 10025
22	1	Plat 80x16	P 265 GH	NF EN 10028-2
21	1	Tube Φ 33,7x4	TU E 250 B	NF A 49-211
20	1	Tube Φ 48,3x5	TU E 250 B	NF A 49-211
19	2	Plat 50x30x10	P 265 GH	NF EN 10028-2
18	1	Manchon Φ 1,2" gaz + bouchon	BF 42	NF E 29204
17	1	Tube Φ 114,3x14,2	P 265 GH	NF EN 10028-2
16	1	Réducteur Φ114,3 / Φ88,9 - ép. 8,8	AE 250 B	NF A 49-281
15	1			
14	1	Oreille de levage 3000daN	S 235 JR	NF EN 10025
13	1	Fourrure 250x150x10	P 265 GH	NF EN 10028-2
12	1			
11	1	Patte de mise à la terre 50x40x5	S 235 JR	NF EN 10025
10	4	Pied en UPN 140	S 235 JR	NF EN 10025
9	2	Platine 250x250 ép. 12	S 235 JR	NF EN 10025
8	2	Platine 160x160 ép. 13	S 235 JR	NF EN 10025
7	4	Fourrure Φ200 ép. 8	P 265 GH	NF EN 10028-2
6	2	Ensemble plat de circulation ép.5	P 265 GH	NF EN 10028-2
5	1	Virole double enveloppe Φext 1300 ép. 8	P 265 GH	NF EN 10028-2
4	1	Virole corps Φext 1200 ép.15	P 265 GH	NF EN 10028-2
3	1	Fond GRC double enveloppe Φ1300 ép.8	P 265 GH	NF EN 10028-2
2	1	Fond GRC supérieur corps Φext 1200 ép 10	P 265 GH	NF EN 10028-2
1	1	Fond GRC inférieur corps Φext 1200 ép.20	P 265 GH	NF EN 10028-2

Nomenclature des tubulures

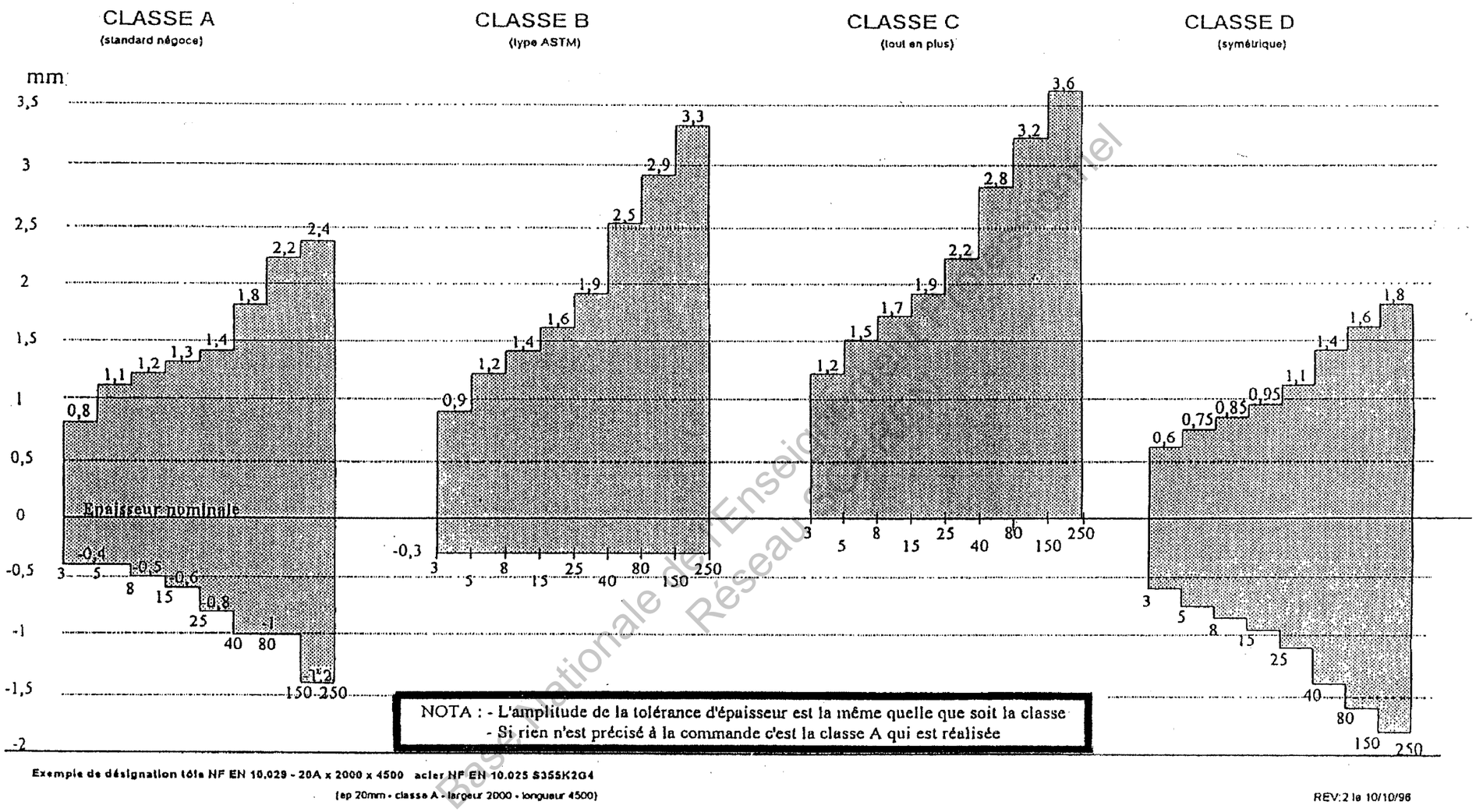
Fonction	Nbre	Repère	DN	Tube			Bride		
				Φ Ext	Ep	Matière	Type	PN	Matière
Entrée liquide (V732 + V742)	1	C1	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Entrée liquide (V722)	1	C2	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Entrée liquide (N102)	1	C3	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Entrée liquide (Edm + V752)	1	C4	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Sortie liquide (vers V752)	1	D1	80	88,9	11	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Sortie liquide (assainissement)	1	D2	80	88,9	11	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Sortie liquide (alimentation anneau liquide)	1	D3	50	60,3	8,8	TU E 250 B	01-B	16	BF 42
Entrée eau TRG	1	E1	25	33,4	3,2	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Sortie eau TRG	1	F1	25	33,4	3,2	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Trou d'homme avec potence	1	H	500	508	12	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Prise de niveau	1	N1	50	60,3	8,8	TU E 250 B	01-B	16	BF 42
Prise de niveau	1	N2	50	60,3	8,8	TU E 250 B	01-B	16	BF 42
Réserve	1	R1	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Réserve	1	R2	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42
Échappement vers PSD	1	S	100	114,3	8,8	TU P 265 GH	01-B	16	BF 42

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

DT 3 U41-A

NORME EUROPÉENNE NF EN10.029

Positionnement des tolérances sur l'épaisseur par classe



Exemple de désignation tôle NF EN 10.029 - 20A x 2000 x 4500 acier NF EN 10.025 S355K2G4
(ep 20mm - classe A - largeur 2000 - longueur 4500)

REV:2 le 10/10/96

Réseau National de l'Enseignement Technique

Question 1.1 **Facteurs potentiels et conséquences d'une défaillance éventuelle de l'appareil.**

Pour l'évaluation des niveaux, ***entourez les bonnes réponses*** ***justifier vos réponses*** *ci-dessous en reportant les mots clés du texte*
On vous donne ci-dessous les trois premières réponses

	CRITÈRES	ÉVALUATION DES NIVEAUX			
Facteurs potentiels de défaillance	5 - La variabilité des sollicitations autour des points de consigne est-elle ?	faible	modérée	importante	très importante
	6 - La fréquence des démarrages et des arrêts est-elle ?	faible	modérée	importante	très importante
	7 - La variabilité très brutale de température ou de pression est-elle ?	faible	normale	importante	très importante
	9 - La surveillance de l'appareil en service est-elle ?	continue	périodique et systématique	occasionnelle	inexistante ou impossible
	10- L'inspection de l'appareil en service est-elle ?	continue	périodique et systématique	occasionnelle	impossible ou non prévue
	11- La complexité de l'appareil est-elle ?	faible	moyenne	grande	très grande
	12- La possibilité de dégradation liée à la corrosion et ou l'érosion est-elle ?	faible	moyenne	élevée	très élevée
	13- La possibilité de dégradation en service liée à la température est-elle ?	faible	moyenne	élevée	très élevée
Conséquences d'une défaillance	14- La température du produit, en cas de fuite, présente-t-elle un danger pour le personnel ?	nul	faible	moyen	important
	15 - La population concernée en cas de défaillance est-elle ?	très faible	faible	importante	très importante
	16 - La présence du personnel d'exploitation à proximité de l'appareil est-elle ?	rare	occasionnelle	fréquente	permanente
	17 - L'incidence économique d'une défaillance serait-elle ?	faible	modérée	importante	très importante
	18 - La défaillance de l'appareil peut-elle entraîner la défaillance d'un appareil voisin dont les conséquences seraient ?	faible	moyenne	importante	très importante

Faible variation de la pression et de la température

Fréquence des démarrages et des arrêts, modérée

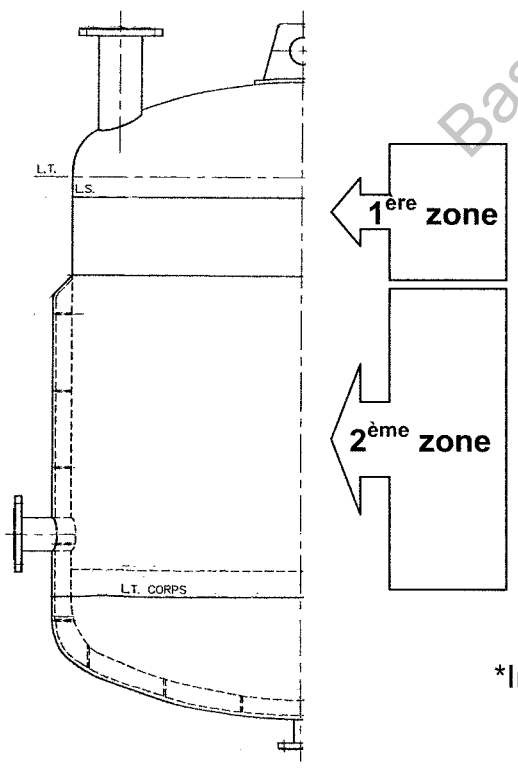
Condition d'utilisation normale

Donner ci-dessous le niveau global d'évaluation des conséquences d'une défaillance éventuelle (faire la moyenne des réponses visuelles) :

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Questions 2.1 et 2.2 ***Compléter le tableau en donnant pour chaque zone :***

- la pression effective intérieure et extérieure de l'appareil (prendre la pression de calcul)
- la pression de calcul
- la corrosion, l'amincissement en cours de fabrication, la tolérance sur l'épaisseur des tôles afin de calculer l'épaisseur utile.



Attention, on étudiera uniquement la tôle constituant le corps de l'appareil (virole Φ1200)						
Pression de calcul (en MPa)		Pression relative = Pression de calcul *	Corrosion totale sur la paroi	Amincissement en cours de fabrication	Tolérance sur l'épaisseur des tôles	Epaisseur utile
Sur la paroi interne de la virole Φ1200	Sur la paroi externe de la virole Φ1200					

*Indiquer s'il s'agit d'une pression de calcul intérieure ou d'une pression de calcul extérieure
(exemple : 0,6 MPa intérieure)

Document réponse à faire agrafer dans la copie par le surveillant de l'épreuve.

DR 1 U 41-A

Sous épreuve U41-B

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Dimensionnement / vérification de la structure porteuse d'un évaporateur et de ses oreilles de levage

Temps conseillé : 2h

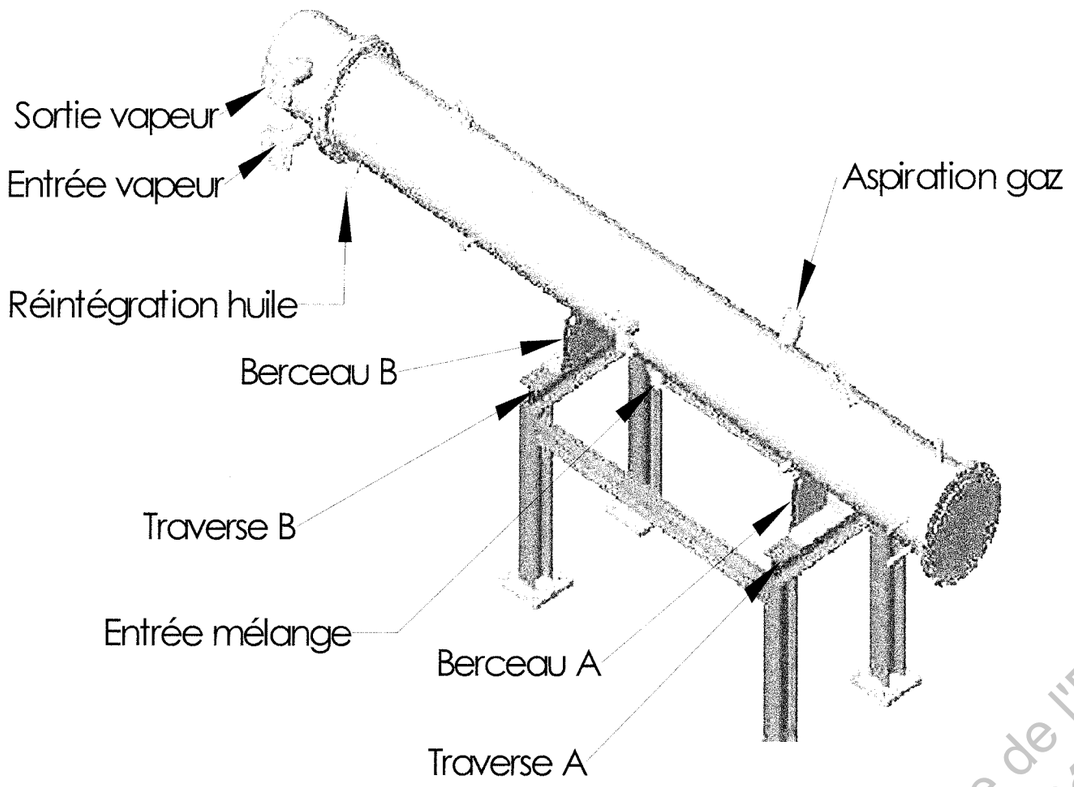
DOCUMENTS FOURNIS :

Texte de sujet :	**Document**	**DS1 U41-B**	**Pages : 11 / 14**
Ressources techniques :			
	Documents	**DT1 U41-B**	**Pages : 12 / 14**
		DT2 U41-B	**Pages : 13 / 14**
		DT3 U41-B	**Pages : 14 / 14**

Toutes les réponses seront rédigées sur feuilles de copie réglementaires.

1 Présentation :

La vue ci-dessous représente un évaporateur sur son support.
Cet appareil sert à séparer les traces d'eau présentes dans l'huile de lubrification d'une turbine à vapeur.



2 Vérification de la traverse B :

On considère l'appareil en situation d'épreuve, rempli d'eau et en appui sur deux berceaux supports. Dans cette étude, on ne considère que l'effet de la pesanteur.

(voir DT1 U41- B Figure 1)

DONNEES :

- Les deux berceaux sont modélisés par des contacts ponctuels en B et en C.
- $\overrightarrow{P1}$ et $\overrightarrow{P2}$ représentent les poids des boites d'extrémité remplies d'eau.

$$||\overrightarrow{P1}|| = 2530 \text{ N et } ||\overrightarrow{P2}|| = 2530 \text{ N}$$

- $\vec{q}$ représente le taux de charge de la calandre comprenant la virole et le faisceau de tubes (remplis d'eau).

$$||\vec{q}|| = 5{,}6 \text{ N/mm}$$

- Traverse B : HEA 140 ; contrainte admissible 80 MPa.

QUESTIONS :

2.1 Etude de l'évaporateur :

2.1.1 Déterminer entièrement les actions mécaniques en B et en C.

(voir modèle d'étude DT1 U41 – B Figure 1)

2.2 Etude de la traverse support du berceau B

Dans cette étude on admettra que l'action $\vec{B}$ est répartie uniformément sur la traverse considérée.

2.2.1 Calculer la charge linéaire uniformément répartie $\vec{q1}$.

(prendre $||\vec{B}||$ = 24500 N)
(voir modèle d'étude DT1 U41 – B Figure 2)

2.2.2 Déterminer les actions mécaniques aux appuis J et M.

(prendre $||\vec{q1}||$ = 40 N/mm)

2.2.3 Déterminer le torseur de cohésion au centre de gravité G d'une section droite située dans la zone KL de la traverse B.
En déduire la valeur du moment fléchissant maximum.

2.2.4 Calculer la contrainte normale maximum.

(prendre Mfz max = 3500 Nm)
(Voir DT2 U41 – B Tableau 3)

Cette contrainte est-elle acceptable ?

3 Etude des oreilles de levage :

L'appareil est déplacé à vide par des élingues venant s'accrocher sur deux oreilles.

QUESTIONS :

3.1 Calculer l'effort F sur une oreille de levage.

(prendre $||\vec{P}||$ = 18350N)
(Voir DT2 U41 – B Figure 4)

3.2 Vérification d'une oreille de levage.

DONNEES :

- Action élingue/oreille $||\vec{F}||$ = 10600 N quelque soit le résultat de 3.1
- Coefficient de pondération des charges Kp = 1,5
- Gorge de la soudure a = 6 mm
- Acier P295 GH (caractéristiques sur **DT3 U41 – B**)

3.2.1 Vérifier la résistance de la soudure selon la norme NF EN 1993-1-8

(Voir DT3 U41 – B)

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

DS1 U41-B

Figure 1

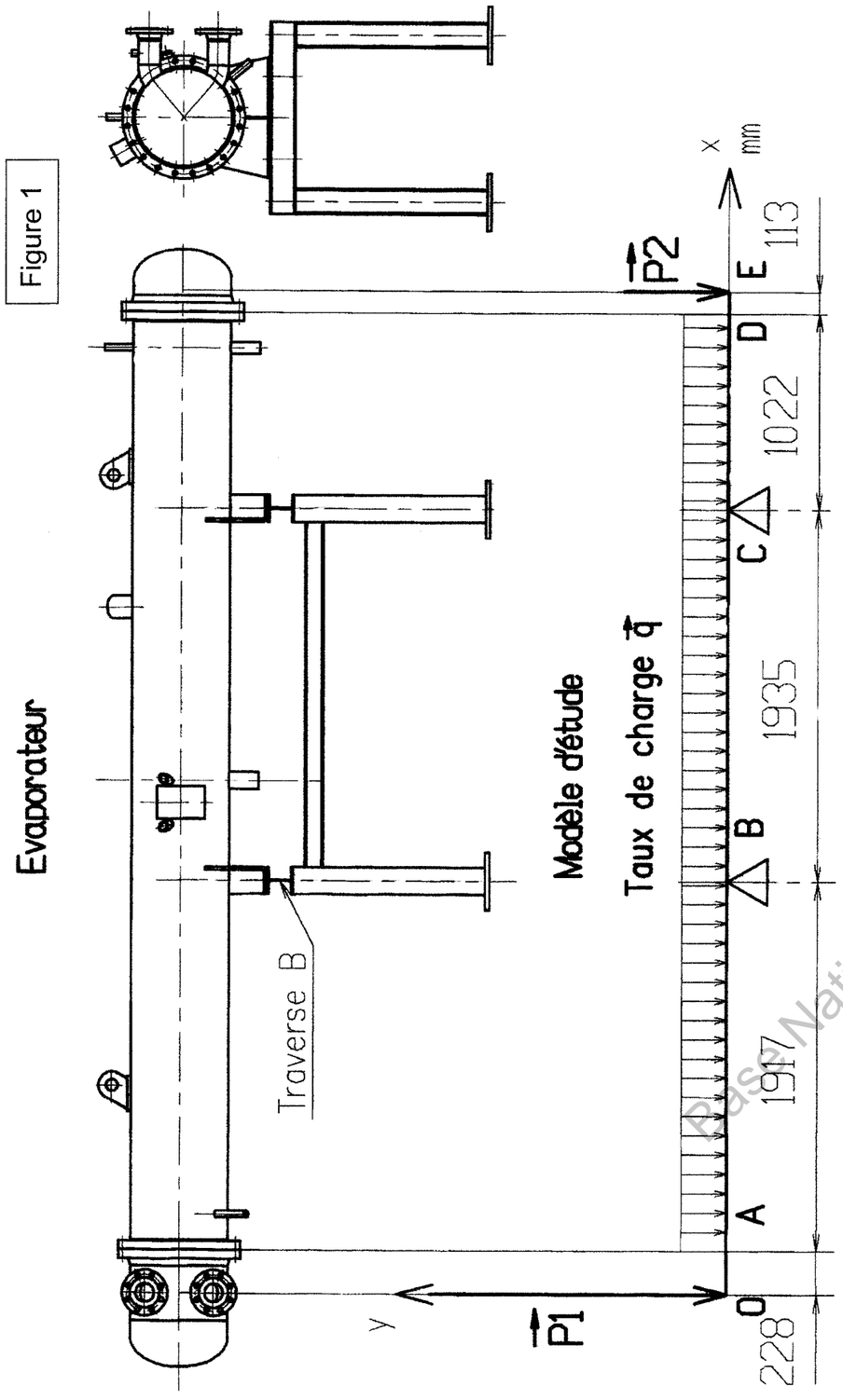
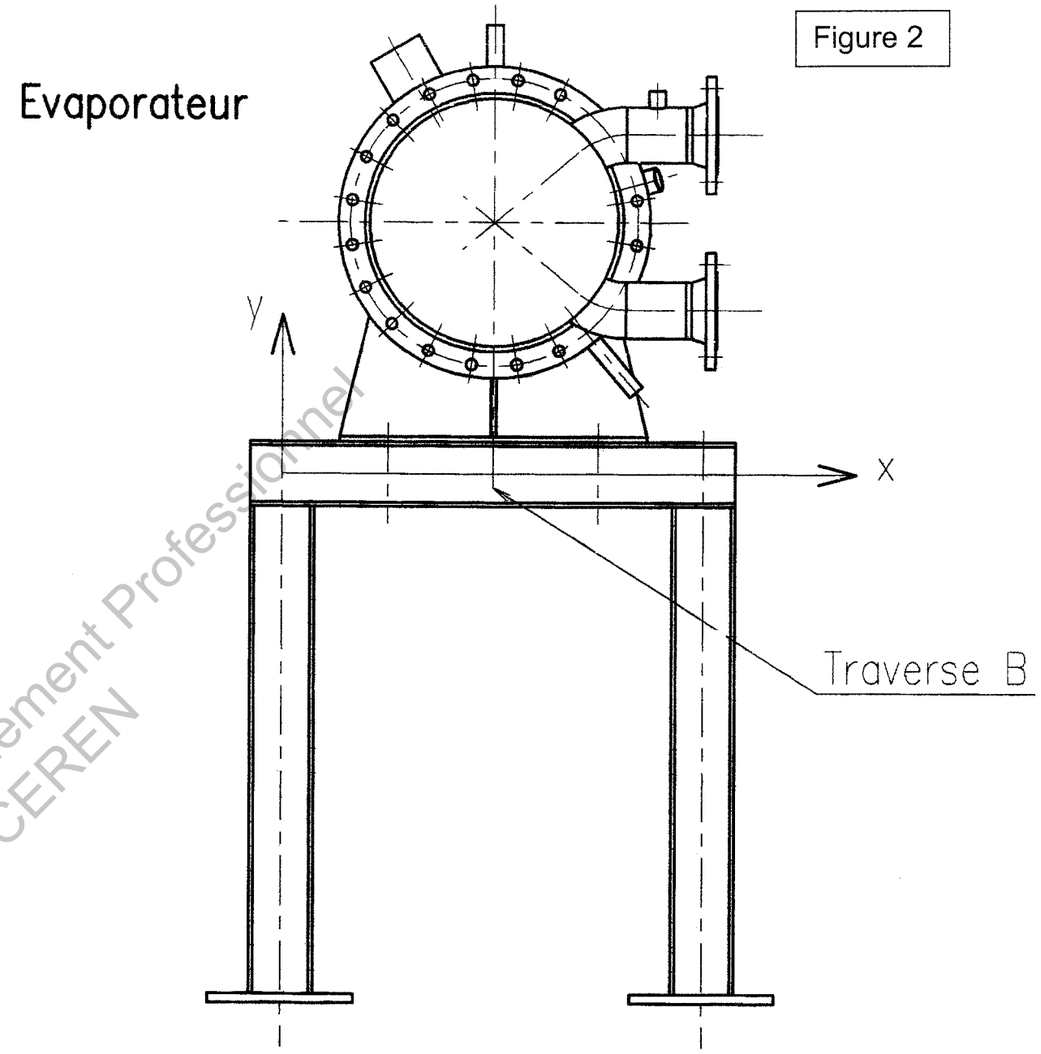
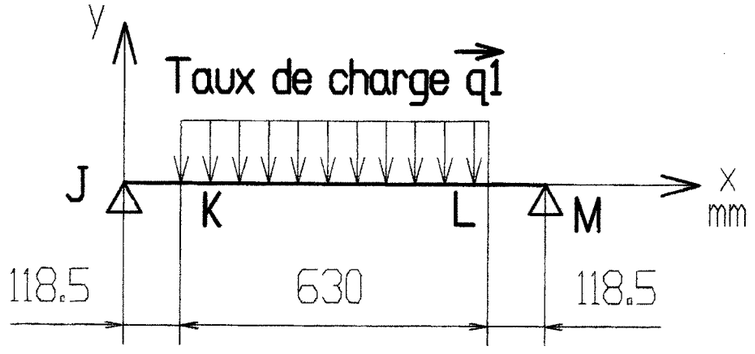


Figure 2





Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Tableau 3

Poutrelles

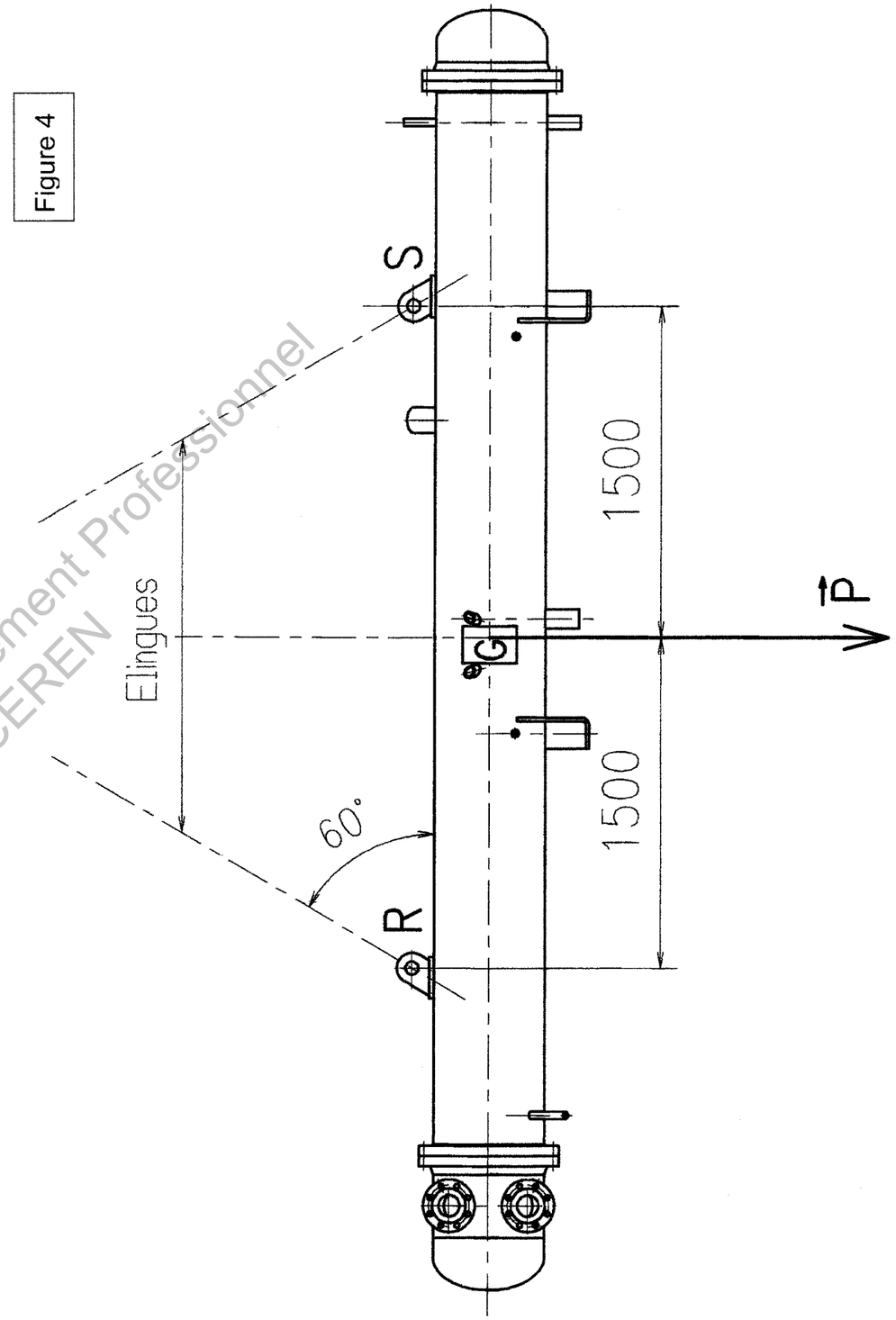
MATIÈRE : Les nuances de base utilisées en construction métallique sont les aciers S 235, S 275 et S 355 d'après la norme NF EN 10025.

		Dimensions						Masse par mètre	Aire de la section
		h	b	a	e	r	h_1	P	A
		h	b	t_w	t_f	r	d	P	A
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m	cm^2
HEA	HEA 100	96	100	5,0	8	12	56	16,7	21,2
	HEA 120	114	120	5,0	8	12	74	19,9	25,3
	HEA 140	133	140	5,5	8,5	12	92	24,7	31,4
	HEA 160	152	160	6,0	9	15	104	30,4	38,8
	HEA 180	171	180	6,0	9,5	15	122	35,5	45,3
	HEA 200	190	200	6,5	10	18	134	42,3	53,8
	HEA 220	210	220	7,0	11	18	152	50,5	64,3
	HEA 240	230	240	7,5	12	21	164	60,3	76,8
	HEA 260	250	260	7,5	12,5	24	177	68,2	86,8
	HEA 280	270	280	8,0	13	24	196	76,4	97,3

		Caractéristiques de calcul										Moment d'inertie de torsion
		I_x	I_x/v_x	i_x	–	–	I_y	I_y/v_y	i_y	–	–	J
		I_y	$W_{el.y}$	i_y	$W_{pl.y}$	A_{vz}	I_z	$W_{el.z}$	i_z	$W_{pl.z}$	A_{vy}	I_t
		cm^4	cm^3	cm	cm^3	cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^3	cm^2	cm^4
HEA (suite)	HEA 100	349,2	72,8	4,06	83,0	7,6	133,8	26,8	2,51	41,1	16,9	5,24
	HEA 120	606,2	106,3	4,89	119,5	8,5	230,9	38,5	3,02	58,9	20,1	5,99
	HEA 140	1033,1	155,4	5,73	173,5	10,1	389,3	55,6	3,52	84,8	24,8	8,13
	HEA 160	1673,0	220,1	6,57	245,1	13,2	615,6	76,9	3,98	117,6	30,1	12,19
	HEA 180	2510,3	293,6	7,45	324,9	14,5	924,6	102,7	4,52	156,5	35,5	14,80
	HEA 200	3692,2	388,6	8,28	429,5	18,1	1335,6	133,6	4,98	203,8	41,6	20,98
	HEA 220	5409,7	515,2	9,17	568,5	20,7	1954,5	177,7	5,51	270,6	50,2	28,46
	HEA 240	7763,2	675,1	10,05	744,6	25,2	2768,9	230,7	6,00	351,7	59,7	41,55
	HEA 260	10455,0	836,4	10,97	919,8	28,8	3668,2	282,2	6,50	430,2	67,4	52,37
	HEA 280	13673,3	1012,8	11,86	1112,2	31,7	4763,0	340,2	7,00	518,1	75,4	62,10

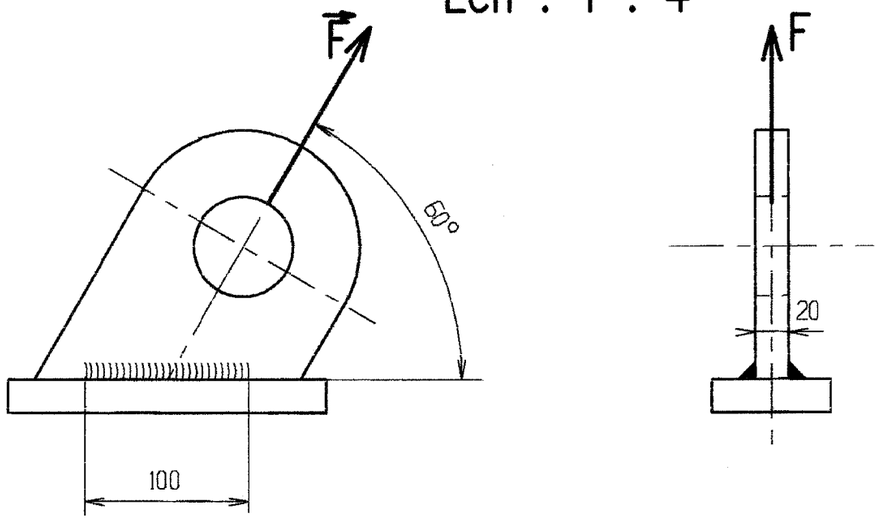
Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCEREN

Figure 4

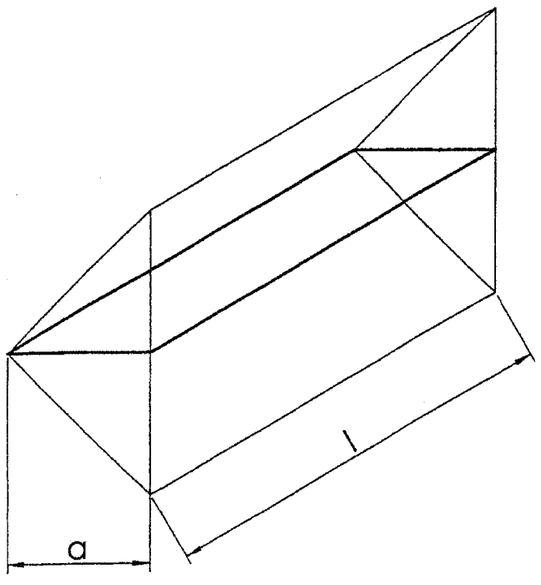


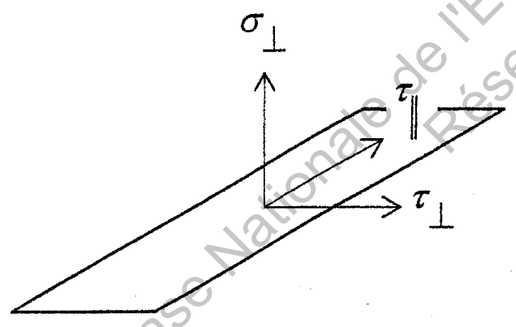
DT2 U41-B

Oreille de levage
Ech : 1 : 4



NF EN 1993-1-8





- $\sigma_\perp$ contrainte normale perpendiculaire à la gorge ;
- $\tau_\perp$ contrainte tangente (dans le plan de la gorge) perpendiculaire à l'axe de la soudure :
- $\tau_\parallel$ contrainte tangente (dans le plan de la gorge) parallèle à l'axe de la soudure.

La résistance de la soudure d'angle sera suffisante si les deux conditions suivantes sont satisfaites :

$$[\sigma_\perp^2 + 3(\tau_\perp^2 + \tau_\parallel^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) \qquad \text{et} \qquad \sigma_\perp \leq 0{,}9\, f_u / \gamma_{M2}$$

Acier P295GH :

Résistance ultime du matériau de l'oreille et du métal d'apport f_u = 460 MPa

Facteur de corrélation approprié β_w = 0,9

Coefficient partiel de sécurité γ_{M2} = 1,25

Base Nationale 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.