

## Thème d'étude 3

A P P A R E I L

A

P R E S S I O N

## PRÉAMBULE

Les documents des entreprises que nous utilisons, s'appuient sur l'édition du CODAP de 1985.

Un code évolue en fonction des progrès technologiques (métallurgie, moyens de calcul, procédés de soudage...), et est donc mis à jour tous les ans, et réédité tous les 5 ans (voir introduction du Codap didactique édition 92). La dernière édition du Codap date donc de 1990, la dernière mise à jour de 1993.

Les normes sont harmonisées au niveau européen et éditées au fur et à mesure de leur mise au point.

Dans le dossier présenté ici, nous nous efforcerons de faire référence aux chapitres du code et à la normalisation.

Deux supports (1) sont utilisés pour ce thème d'étude :

ÉVAPORATEUR – plans 3A

SÉPARATEUR – plans 3B

(1) Ces 2 appareils sont classés en catégorie C selon le Codap de 1985. La suite de l'étude prend appui sur le Codap 1990 dans lequel les appareils sont classés catégorie B type de réception 2.

RECETTES : MINES RECEIPTS :				CONFORMITE - REGLEMENTATION FRANCAISE - APPAREILS A PRESSION DE GAZ. CONFORMITY - FRENCH REGULATIONS - PRESSURE GAS VESSELS. CODE DE CONSTRUCTION/ CODE RULES : CODAP C + TEMA R. CALCULS/ DESIGNS : CODAP Partie C + TEMA 'R'									
CARACTERISTIQUES				CALANDRE / FAISCEAU Shell Bundle		CHARACTERISTICS		MATIERES / MATERIALS		Cert		NORME	
Masse totale a vide (Kg)				1600		(kg) ... Total dry weight		Tubes faisceau / Bundle tubes		P		NF A 49-215 TU42BT	
Capacite d'epreuve				815 (L) 195		... Testing capacity		Plaques tubulaires / Tubesheets		P		NF A 36-601 A 48FP	
Fluides				R22 R1270		... Refrigerant fluid		Calandre (tole) / Shell (sheet)		P		NF A 36-205 A 48CP	
Temperature ambiante maxl				-10+32 °C -10+32		Maxi ambient temperature		Calandre (tube) / Shell (pipe)		-		-	
Temperature en service				-10 °C +0/+35		... Working temperature		Fonds emboutis / Welding caps		P		NF A 36-205 A 42CP	
Pression en service				3.6 BAR 14.8		... Service pressure		Brides de boites / Boxes flanges		P		NF A 36-601 A 48CP	
EPREUVES				MINES MINES		TEST PRESSURE		Fonds plats boltes / Channel heads		-		-	
(MC30-02) Hydraulique (eau)				32 BAR 50		Hydrostatic inhibited water		Support tubes / Tubes support		P		NF A 36-205 A 42CP	
Pneumatique				16 BAR 25		... Pneumatic		Joint de boite / Basket channel		C		NF T 48-001 Cat. D	
CALCUL						DESIGN		Visserie / Stud bolts		C		NF E 29-043 42C14	
Pression maxl de service : P.M.S.				16 BAR 25		... Maxi service pressure		Supports / Saddles		P		NF A 36-205 A 42CP	
Pression de calcul				16 BAR 25		... Design pressure		Tubes de plaquages / Nozzles-connections		P		NF A 49-211 TUE-2506	
Temperature maxl de service				+42 °C +59		Maxi working temperature		Brides de tubulures / Tubing flanges		P		NF E 29-203 BF 48F KCV0*	
Temperature de metal (Contraintes)				-15+80 °C -10+80		... Design temperature		Electrodes / Rods and filler		P			
Coefficient de joint				0.85 0.85		... Joint efficiency		Plaque d'identite / Name plate		C		INDEX	
Surepaisseur de corrosion				0/3 mm 0/3		... Corrosion allowance		* US.					
Marge d'epaisseur								T.th. des boites avant usage.					
Coefficient de securite				R/4 R/4		... Safety design factor		REPERAGES		MARKING CODE			
CONTROLES						CONTROLS		Producteur CCPU		P		Mill test cert.	
Qualifications procede de soudage				AQUAP 28-11-78 T°C(=0)		... Proc. Qualif. Record		Conformite		C		Conformity	
Agrement soudeurs st. NF A 88-110				IS, APAVE, VERITAS		... Velder Certif. Qualif.		Ultrasons		US		Ultrasonic	
Traitements thermiques				NON OUI		... Heat treatments		Resilience		R		Impact test	
Examen visuel soudures AR 24-3-78				OUI OUI		... Visual examination		Traction		T		Tensile strength	
Examen ultrasons >> >>				OUI OUI		... Examen ultrasonic		Plage		PL		Bending test	
Virole/plaquage - Fonds / Reperes				P DI>80 P DI>80		Shell/nozzle - Heads / Item		Macrographie		M		Macro examination	
Virole/plaques tubulaires / Reperes				-		... Shell/tubesheets item		Ressuage		RS		Liquid penetrant	
Radiographie / Noeuds				100 100		X - ray / Junction points		Magnetoscope		MG		Magnetic particle	
>> Cordons longitudinaux				10 10		% >> Longitud seams							
>> Cordons circulaires				10 10		% >> Circular seams							
Interpretation radios (NF 09-205)				AR 24-3-78 Ta.III		Radio. interpr.(NF A 09-205)							
Appendices temoins AR 24-3-78...				OUI OUI		... Test plates AR 24-3-78							
Contrôle en cours de fabrication				YORK FRANCE		Inspection during manufac.							
Contrôle dimensionnel				St. plan		... Dimension control							
* Appendice temoin:													
1T / 2PL / 3KCV ZAT / 3KCV Metal													
1M.													
NETTOYAGE : (SA 30-01) / CLEANING				EXPEDITION : (DT 30-07) / SHIPMENT									
PROTECTION :				- Interieure / cote fluide frigorigene / sans. Internal / refrigerant side / none									
				- Exterleure / 1 couche de peinture antirouille. (DT89-02) External /									
CARACTERISTIQUES				Carbone <= 0.25% - Soufre <= 0.05% - Phosphore <= 0.05%									
Aciers non allies				R * AZ > 10500 - R N/mm2 et A > 14% Travers									
				(Epreuve L = 5.65 √So )									
REP.		NBR		Ø		EPR		BRIDE - FLANGE		DESIGNATION - SERVICE			
ITEM		QTY		SIZE		SCH		TYPE - SERIE		FACE			
A		1		114.3		8.8		ISO PN50 TYPE 11		B		ENTREE R1270	
B		1		114.3		8.8		ISO PN50 TYPE 11		B		SORTIE R1270	
C		1		88.9		7.1						ENTREE MELANGE R22	
D		1		114.3		8.8						ASPIRATION GAZ R22	
E		2		60.3		5.6						PRISE REGULATION	
F		1		33.7		4.5						PRISE SOUPEPE DE SURETE + PRISE DE PRESSION	
G		2		48.3		5						VISEUR	
H		2		33.7		4.5						PRISE NIVEAU	
I		1		33.7		4.5						REINTEGRATION HUILE	



# COUPE A

ECH. 1/2.5

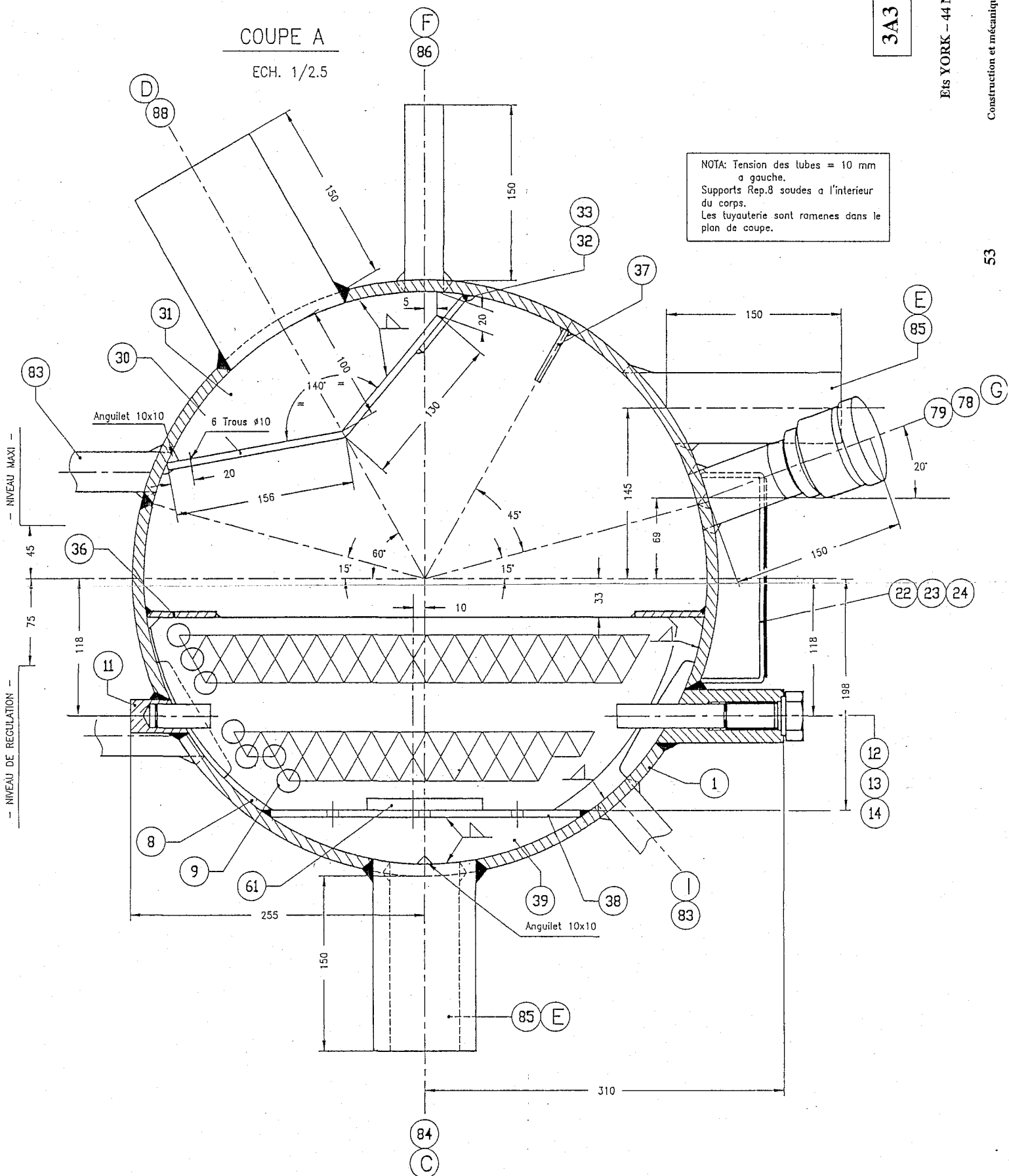
3A3

Ets YORK - 44 Nantes

Construction et mécanique appliquée 1/2

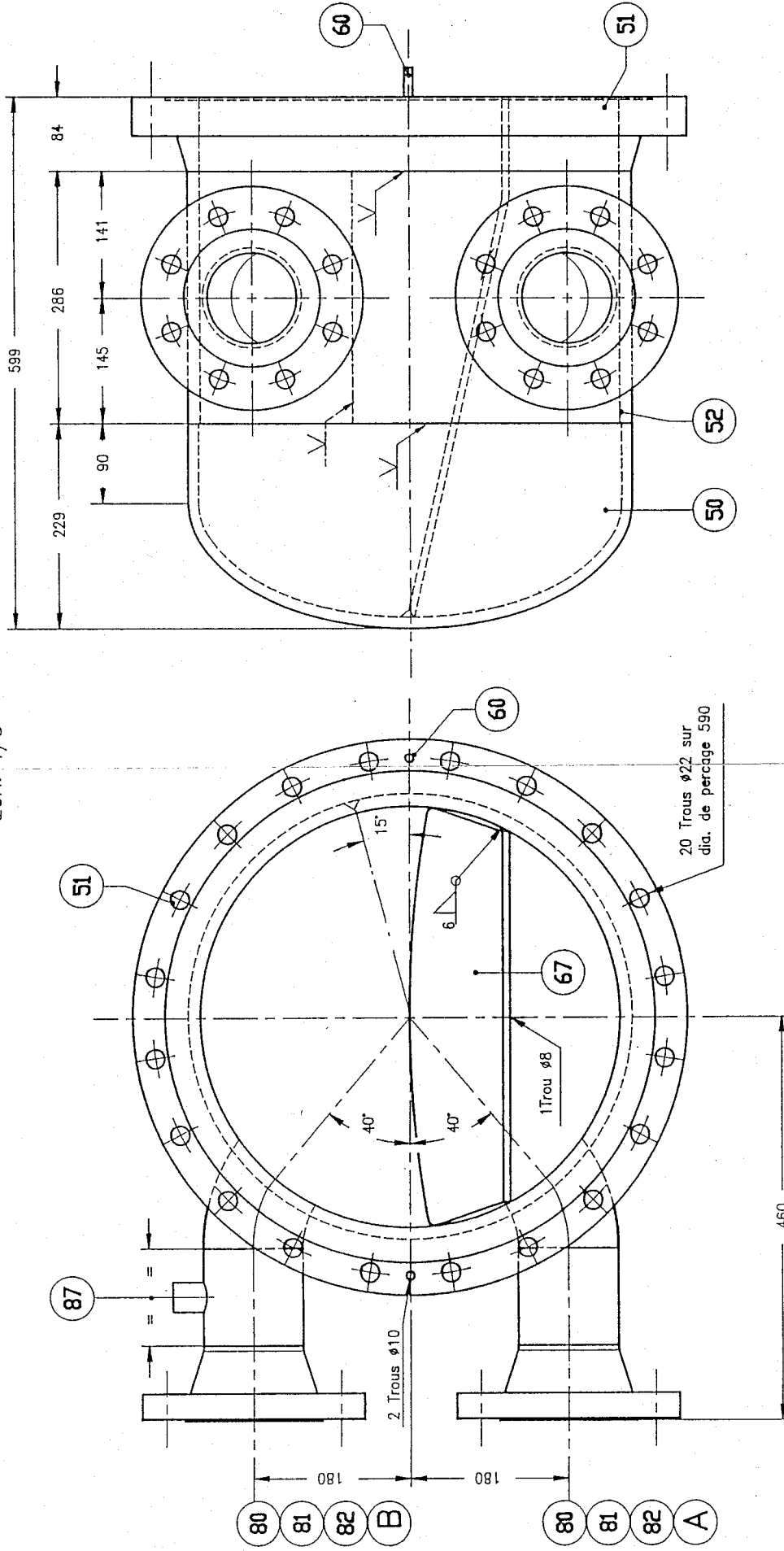
53


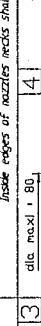
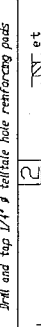
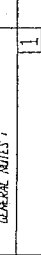


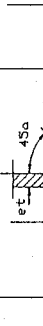
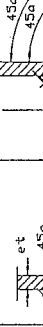
NOTA: Tension des tubes = 10 mm  
à gauche.  
Supports Rep.8 soudés à l'intérieur  
du corps.  
Les tuyauterie sont ramenés dans le  
plan de coupe.



## DETAIL BOITE ENTREE/SORTIE

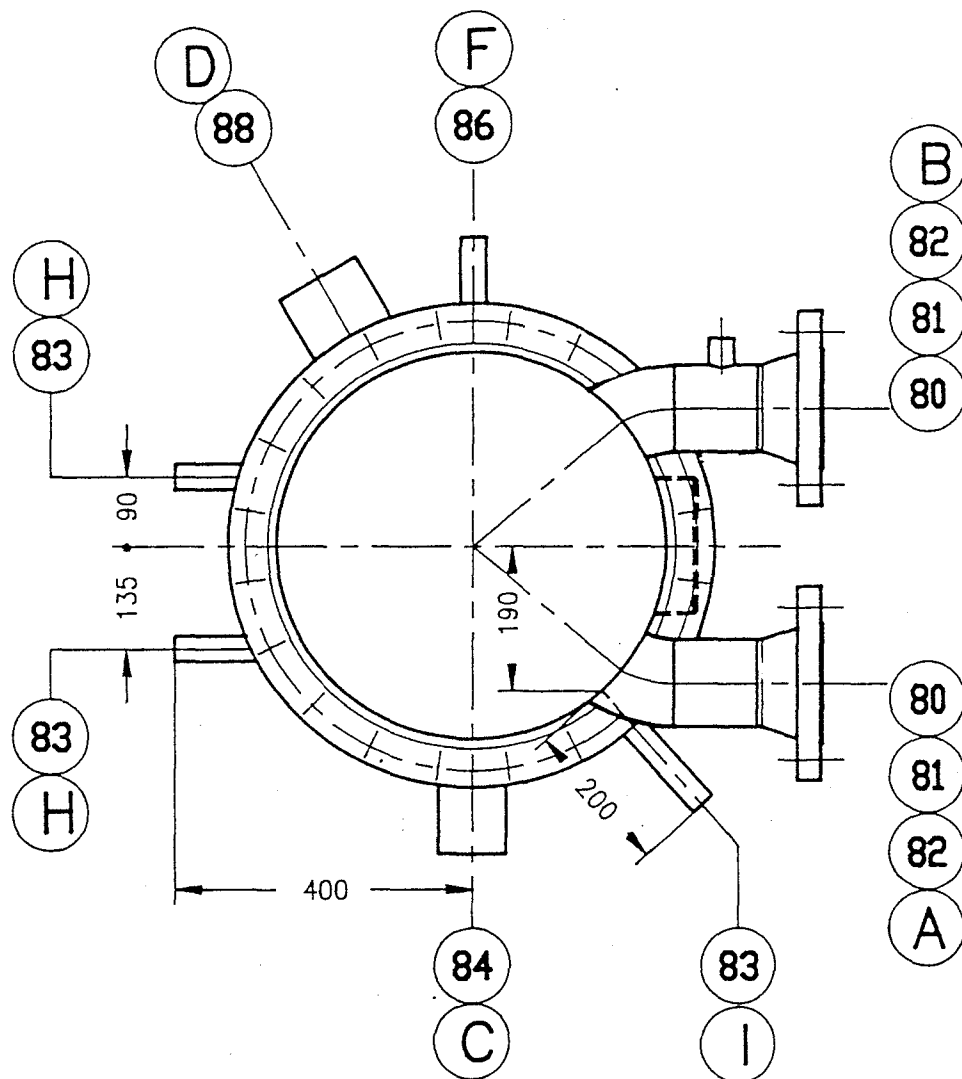
ECH.: 1/5



<p>NOTES GENERALES : GENERAL NOTES :</p>	<p>1</p> 	<p>2</p>  <p>g &gt;= MIN (e,et) x &gt;= MIN (0.25 e,et,10) x &gt;= MIN (0.5 e,0.5 et,8) f &gt;= MIN 0.5(et,e)</p>	<p>3</p>  <p>g &gt;= MIN (0.25 e,et,10) x &gt;= MIN (0.5 e,0.5 et,8) f &gt;= MIN 0.5(et,e)</p>	<p>4</p>  <p>h &gt;= MAX (et,3/6)</p>	<p>5</p>  <p>Pente &lt;= 0.3</p>	<p>6</p>  <p>g1 &gt;= 0.7 et g2 &gt;= MIN (et,13)</p>	<p>7</p> 	<p>8</p> 
--	---	--	---	--	---	---	--	--

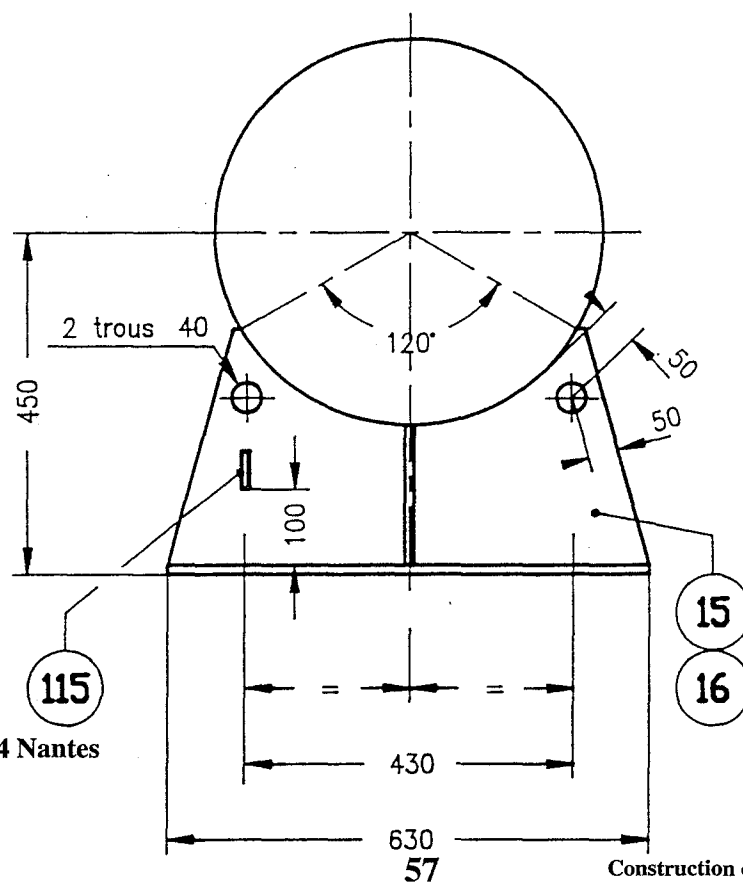
3A4

**Ets YORK - 44 Nantes**



VUE SUIVANT F

ECH. 1/10



Ets YORK - 44 Nantes

3A5

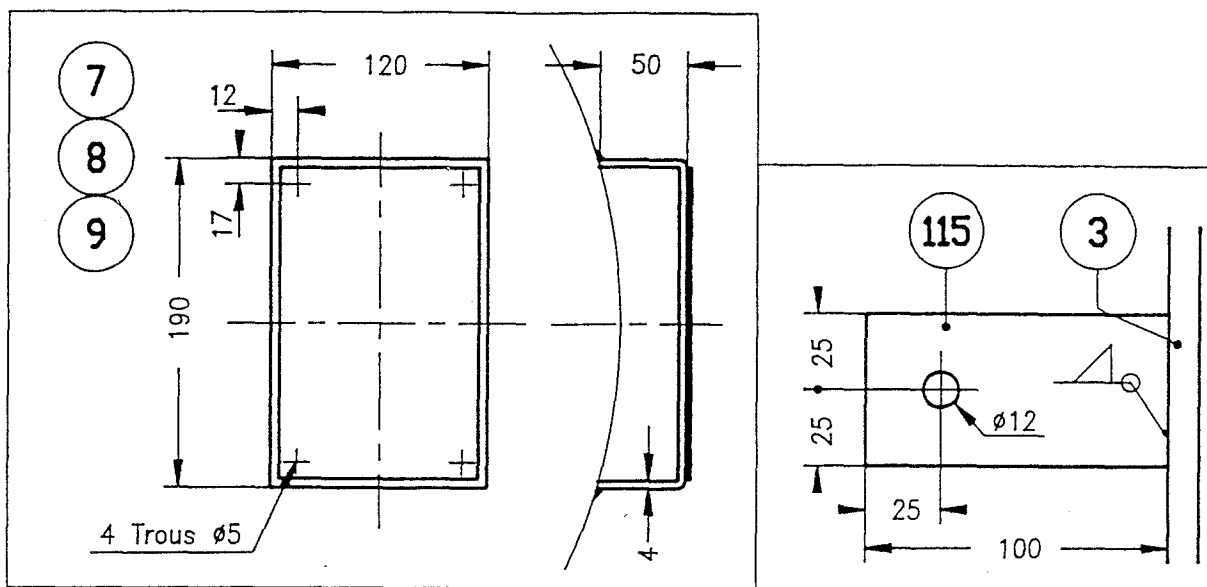
Construction et mécanique appliquée 1/2

RECETTES : MINES RECEIPTS :		CONFORMITE - REGLEMENTATION FRANCAISE - APPAREILS A PRESSION DE GAZ. CONFORMITY - FRENCH REGULATIONS - PRESSURE GAS VESSELS. CODE DE CONSTRUCTION/ CODE RULES : CODAP Cat. C CALCULS/ DESIGNS : CODAP partie C.				
<b>CARACTERISTIQUES</b> Masse totale a vide ..... (Kg) 1500 Capacité d'épreuve ..... 1450 QJ Fluides R22+HUILE Température ambiante max ..... 50 °C Température en service ..... °C Pression en service ..... BAR		<b>CHARACTERISTICS</b> Total dry weight ..... (Kg) 1500 Testing capacity ..... 1450 QJ Refrigerant fluid R22+HUILE Max ambient temperature ..... 50 °C Working temperature ..... °C Service pressure ..... BAR				
<b>EPREUVES</b> (MC30-02) Hydraulique ( eau ) 40.8 BAR Pneumatique 20.4 BAR		<b>TEST PRESSURE</b> Hydrostatic inhibited water 40.8 BAR Pneumatic 20.4 BAR				
<b>CALCUL</b> Pression max de service : P.M.S. 24 BAR Pression de calcul 24 BAR Température max de service 51 °C Température de métal (Contraintes) -10/+100 °C Coefficient de Joint 0,85 Surepaisseur de corrosion 0/3 mm Coefficient de securite >= R/4		<b>DESIGN</b> Max service pressure 24 BAR Design pressure 24 BAR Max working temperature 51 °C Design temperature -10/+100 °C Joint efficiency 0,85 Corrosion allowance 0/3 mm Safety design factor >= R/4				
<b>CONTROLES</b> Qualifications procede de soudage AQUAP 28-11-78 Agrément soudeurs st. NF A 88-110 IS, APAVE, VERITAS Traitements thermiques NON Examen visuel soudures AR 24-3-78 OUI Examen ultrasons >> OUI Virole/plaques - Fonds / Reperes DI80 Virole/plaques tubulaires / Reperes 2/12 Radiographie / Noeuds 100 >> Cordons longitudinaux 10 >> Cordons circulaires 10 Interpretation radios (NF 09-205) AR 24-3-78 Ta.III Appendices temoins AR 24-3-78 OUI(*) Controle en cours de fabrication YDRK FRANCE Controle dimensionnel St. plan		<b>CONTROLS</b> Proc. Qualif. Record AQUAP 28-11-78 Welder Cert. Qualif. IS, APAVE, VERITAS Heat treatments NON Visual examination OUI Examen ultrasonic OUI Shell/nozzle - Heads item DI80 Shell/tubesheets item 2/12 X-ray / Junction points 100 >> Longitud seams 10 >> Circular seams 10 Radiat. Interpr. (NF A 09-205) AR 24-3-78 Ta.III Test plates AR 24-3-78 OUI(*) Inspection during manufac. YDRK FRANCE Dimension control St. plan				
NETTOYAGE : (SA 30-01) / CLEANING EXPEDITION : (DT 30-07) / SHIPMENT		<b>REPERAGES</b> Producteur CCFU Conformite C Ultrasons US Resilience R Traction T Pliage FL Macrographie M Ressuage RC Magnetoscopie MG				
<b>PROTECTION</b> Interieure : cote fluide frigorigene sans. Internal / refrigerant side : none Exterieur : 1 couche de peinture antirouille (DT89-01) External :		<b>MARKING CODE</b> All test cert. Conformity Ultrasonic Impact test Tensile strength Bending test Macro examination Liquid penetrant Magnetic particle				
<b>CARACTERISTIQUES</b> Aciers non alies Carbone <= 0.25% - Soufre <= 0.05% - Phosphore <= 0.05% R * AZ > 10500 - R N/mm2 et A > 14% Travers ( Eprouvette L = 5.65 VSo )						
REP	NBR	Ø	EPR	BRIDE - FLANGE		DESIGNATION - SERVICE
ITEM	QTY	SIZE	SCH	TYPE - SERIE	FACE	
A	1	141.3	10			ENTREE GAZ.
B	1	141.3	10	ISO PN50 TYPE 11	B	SDRTIE GAZ.
C	1	73	5			SDRTIE HUILE.
D	1	48.3	3.6			ASPIRATION POMPE A HUILE.
E	1			Robinet DN8		CHARGE / VIDANGE HUILE.
F	3		2"NPT			VISEUR 2" NPT.
G	2	40	7			RESISTANCE ELECTRIQUE.
H	1	1"	NPT			PRISE LSL.
I	1	21.3	2.6			REINTEGRATION HUILE.
J	1	1/2"		M 22 / 15 ISO		VIDANGE HUILE.
K	1	1/4"	NPT			PRISE HP.
L	1	1 1/4"	NPT			RETOUR ET EQUILIBRAGE HUILE.



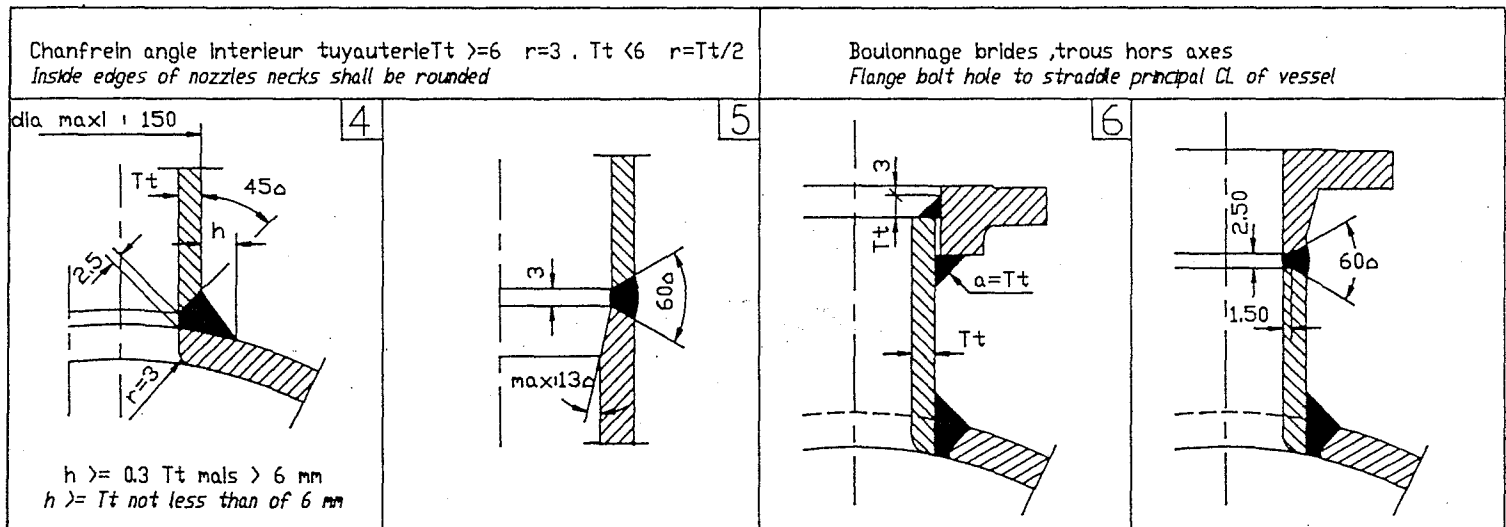
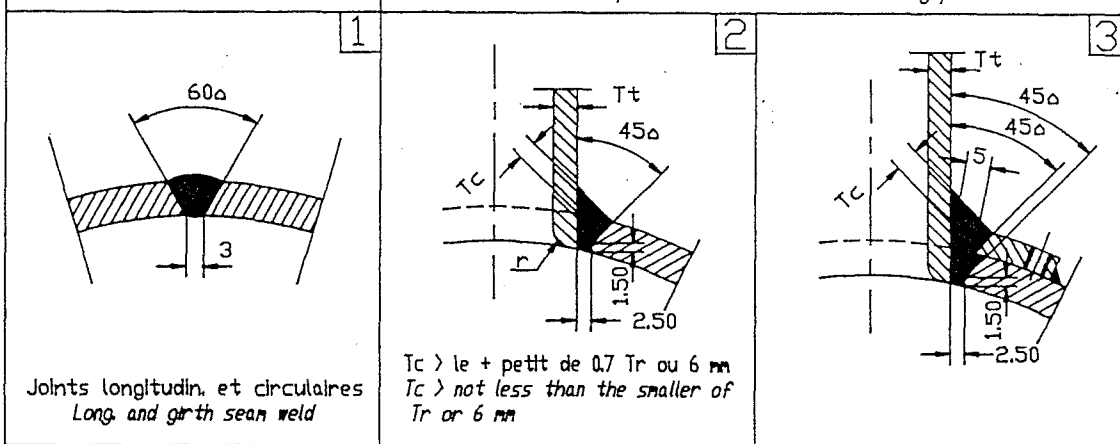






NOTES GENERALES :  
GENERAL NOTES :

Trou 1/4" NPT toile renfort tuyauterie  
Drill and tap 1/4"  $\varnothing$  telltale hole reinforcing pads



NOTA : Soudures a14 continues partout, sauf autres indications  
NOTE : Without indications a14 continuous welding

Ets YORK - 44 Nantes

3B4

## MISE EN RELATION AVEC LE RÉFÉRENTIEL

COMPETENCES	SAVOIR-FAIRE	SAVOIRS	NIVEAU
<b>C1.01</b> - Décoder et analyser les données de définition, caractéristiques et contrôles d'un appareil à pression	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Donner la signification de spécifications fonctionnelles figurant sur le plan d'ensemble</li> <li>- Donner la signification de spécifications relatives à la composition et aux caractéristiques mécaniques des matériaux constitutifs</li> </ul>	<b>S2.02</b> - Résistance des matériaux signification de $R_m$ $R_t$ $R_{0,002}$ $R_{t0,002}$	4
		<b>S3.01</b> - Décodage d'un dossier de définition	5
		<b>S3.02</b> - Elaboration d'un dossier de définition (exploitation du CODAP et non pas acquisition de son contenu)	4
		<b>S4.02</b> - Matériaux métalliques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classification</li> <li>- Désignation</li> </ul>	4
<b>C2.01</b> - Etablir des plans de définition de sous-ensemble et de détail	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compléter un dossier technique :</li> <li>- Dessins d'éléments</li> <li>- Dessins de détails</li> </ul>	<b>S3.02</b> - Dispositions constructives Règles et normes relatives aux différents types d'ouvrages	4
<b>C2.03</b> - Elaborer un dossier de fabrication	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déterminer les tracés</li> <li>- Déterminer les dimensions des bruts</li> </ul>	<b>S5.03</b> - Traçages professionnels  <b>S6.01</b> - Moyens et systèmes de fabrication	5

# MÉTHODOLOGIE ET PÉDAGOGIE

## INVENTAIRE DES ACTIVITES PROPOSEES

A partir des 2 ouvrages supports, les activités proposées sont les suivantes :

- ☐ interprétation des données d'étude (caractéristiques des appareils figurant sur les plans d'ensemble) ;
- ☐ détermination de la contrainte nominale de calcul ;
- ☐ vérification de l'épaisseur d'une virole d'un appareil à pression ;
- ☐ vérification de l'épaisseur d'un fond elliptique ;
- ☐ réalisation des plans de détails :
  - évaporateur (plans 3A) :
    - préparation du piquage D88 ;
    - piètement (Rep 15-16) ;
    - développé de la tôle Rep 67 en tenant compte des préparations de la soudure ;
    - développé de la partie cylindrique droite de l'appareil à pression (position de l'axe des piquages D88 - E85 - F86 - 11 - 12).
  - séparateur (plans 3B) :
    - piètement support droit ;
    - préparation du piquage A avec renfort.

## Ressources

- ☐ plans 3A évaporateur ;  
plans 3B séparateur ;
- ☐ CODAP didactique ;
- ☐ normes NF A 36-205, NF EN 10028-2.

## **Connaissances à acquérir**

- ☐ dangers représentés par les appareils à pression (voir introduction du Codap didactique) ;
- ☐ normalisation des matériaux utilisés ;
- ☐ domaine d'application du CODAP (réf. Codap G1 et G2) ;
- ☐ classification des appareils (réf. Codap annexe GA1) ;
- ☐ paramètres déterminant le choix de l'épaisseur ;
- ☐ définition et recherche d'une contrainte nominale de calcul ;
- ☐ règles de conventions et représentation.
- ☐ autres codes et directives européennes utilisés pour la fabrication des appareils à pression (voir introduction Codap).

## **PRODUCTIONS ATTENDUES**

Les différentes productions devront montrer, de la part de l'élève, notamment les démarches et/ou résultats suivants :

### **Interprétation des données de calcul**

A partir des 2 ouvrages supports :

- ☐ identification du code utilisé ;
- ☐ recherche, dans le tableau des caractéristiques, des paramètres nécessaires à la détermination de la contrainte nominale de calcul  $f$  :
  - catégorie de l'appareil,
  - nature des matériaux réf. Codap M2.1 ; M2.2,
  - température maximale de service,
  - pression maximale de service,
  - coefficient de sécurité appliqué à  $R$  ou  $R_e$  (réf. Codap C1.7.2),

- coefficient de joint (coefficient de soudure z (réf. Codap C1.8),
- notion d'épaisseur (réf. Codap C1.9).

## Vérification de l'épaisseur de l'enveloppe cylindrique

□ séparateur plans 3B – (page 73)

- détermination de  $R_t 0.002$  ;
- calcul de  $f$  (réf. Codap C1.7.2) :

$$\text{Mini} \left\{ \left( \frac{R_t 0,002}{1,6} \right), \left( \frac{R}{2,7} \right), \left( \frac{R}{\text{Coef. sécurité}^*} \right) \right\} \quad \begin{array}{l} * \text{ imposé par le} \\ \text{constructeur dans le} \\ \text{cas des 2 ouvrages} \end{array}$$

- choix de la formule de calcul en fonction des données ( $\emptyset$  extérieur, intérieur ou moyen) (réf. Codap C2.1.4.2) :

$$e = \frac{P \cdot D_e}{2fz + P} \quad ; \quad e = \frac{P \cdot D_i}{2fz - P} \quad ; \quad e = \frac{P \cdot d_m}{2fz}$$

- justification de l'épaisseur de commande retenue (surépaisseur de corrosion – tolérance de laminage – amincissement éventuel en cours de fabrication) (réf. Codap C1.9).

□ évaporateur plans 3A – (page 74)  
idem séparateur

## Vérification de l'épaisseur d'un fond elliptique (NF E 81-103)

□ séparateur plans 3B (page 75)

- choix de la formule de calcul (réf. Codap C3.1.4) :

Règle générale  $e = \text{MAX} \{ (e_s), (e_{p,1}), (e_{p,2}) \}$

$$e_s = \frac{0,95 \cdot P \cdot D_e}{2fz + 1,4P}$$

$e_{p,1}$  = réf. Codap graphique C3.1.4

$$e_{p,2} = 0,036 D_e \left( \frac{P}{f} \right)^{0,6} \quad (\text{réf. Codap C3.1.4.C2bis})$$

- justification de l'épaisseur de commande (idem enveloppe cylindrique) (réf. Codap C1.9).

## Plans de détail

### □ évaporateur (plans 3A) :

- préparation du piquage D88 : respect des indications données sur le plan d'ensemble : dessin à l'échelle 1 de la préparation de la soudure (talon - jeu - chanfrein) (réf. Codap FA1.4) (page 77) ;
- piètement Rep 15-16 : choix de l'échelle (1:4) situation des 3 vues (page 79) ;
- représentation du développé de l'élément Rep 67 (page 81) ;
- développé de la partie cylindrique droite Rep M de l'appareil à pression (position de l'axe des piquages (D88 - E85- F86 - H83 - 11 - 12) (page 83).

### □ séparateur (plans 3B) :

- préparation du piquage A avec son renfort d'épaisseur 8 mm et de largeur 82 mm (Réf. Codap FA1.4) (page 85).



## Vérification de l'épaisseur de l'enveloppe cylindrique

□ séparateur (plans 3B)

– données de calcul :

- matière : A48 CP
- $\varnothing$  ext. = 750 mm
- pression de calcul = 2,4 MPa (24 bar)
- température de calcul = 51°C
- coefficient de joint = 0,85
- surépaisseur de corrosion = 3 mm
- coefficient de sécurité = R/4

– formule permettant de déterminer l'épaisseur e :

$$e = \frac{P \cdot D_e}{2 f z + P}$$

P = pression (MPa)  
D<sub>e</sub> =  $\varnothing$  ext. (mm)  
f = contrainte nominale de calcul (N/mm<sup>2</sup>)  
z = coefficient de joint

– détermination de la contrainte f :

$$f = \text{MIN} \left\{ \left( \frac{R_{t \, 0,002}}{1,6} \right), \left( \frac{R}{4} \right) \right\}$$

$$\begin{array}{l} R_{t \, 0,002} = 285 \\ R_{t \, 0,002} \text{ à } 100^\circ = 260 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_{t \, 0,002} = 285 \\ R_{t \, 0,002} \text{ à } 100^\circ = 260 \end{array}} \right\} \text{ Voir tableaux 3 et 4 de la norme NF A 36-205}$$

R<sub>t 0,002</sub> à 51° = 272 N/mm<sup>2</sup>

R = 470 N/mm<sup>2</sup> voir tableau 3 de la norme NF A 36-205

$$f = \text{MIN} \left\{ \left( \frac{272}{1,6} \right), \left( \frac{470}{4} \right) \right\}$$

$$f = 117,5 \text{ N/mm}^2$$

– détermination de l'épaisseur de calcul (e) :

$$e = \frac{2,4 \times 750}{2 (117,5 \times 0,85) + 2,4} = \frac{1800}{202,15}$$

$$e = 8,9 \text{ mm}$$

– épaisseur de construction :

$$8,9 + 3 + \text{tolérance de laminage} = 12 \text{ mm minimum}$$

L'épaisseur de 14 mm choisie par le constructeur est donc convenable.

□ évaporateur (plans 3A)

– données de calcul :

- matière : A48 CP
- $\varnothing$  ext. = 508 mm
- pression de calcul = 1,6 MPa (16 bar)
- température de calcul = 42°C
- coefficient de joint = 0,85
- surépaisseur de corrosion = 3 mm
- coefficient de sécurité = R/4

– détermination de l'épaisseur de calcul (e) :

$$e = \frac{1,6 \times 508}{2 (117,5 \times 0,85) + 1,6}$$

$$e = 4 \text{ mm}$$

– épaisseur de construction :

$$e = 4 + 3 + \text{tolérance de laminage}$$

$$e = 8 \text{ mm minimum}$$

L'épaisseur de 10 mm choisie par le constructeur est donc convenable.

## Vérification de l'épaisseur d'un fond elliptique conforme à la norme NF E 81-103

□ séparateur (plans 3B)

– données de calcul

- $P = 2,4 \text{ MPa (24 bar)}$
- $De = 750 \text{ mm}$
- $f = 117,5 \text{ N/mm}^2$
- $z = 1$

– détermination de l'épaisseur de calcul du fond

$$e = \text{MAX} \{ (es) , (ep,1) , (ep,2) \}$$

$$\bullet \text{ es} = \frac{0,95 P \times De}{2 f z + 1,4 P} = \frac{0,95 \times 2,4 \times 750}{2(117,5 \times 1) + (1,4 \times 2,4)}$$

$$\boxed{\text{es} = 7,17 \text{ mm}}$$

- $ep,1 = \text{voir graphique C3.1.4 du Codap}$

$$P/f = \frac{2,4}{117,5} = 0,02$$

$$\frac{Di}{2h2} = 1,9$$

$$\frac{ep,1}{De} = 0,01$$

$$\boxed{ep,1 = 750 \times 0,01 = 7,5 \text{ mm}}$$

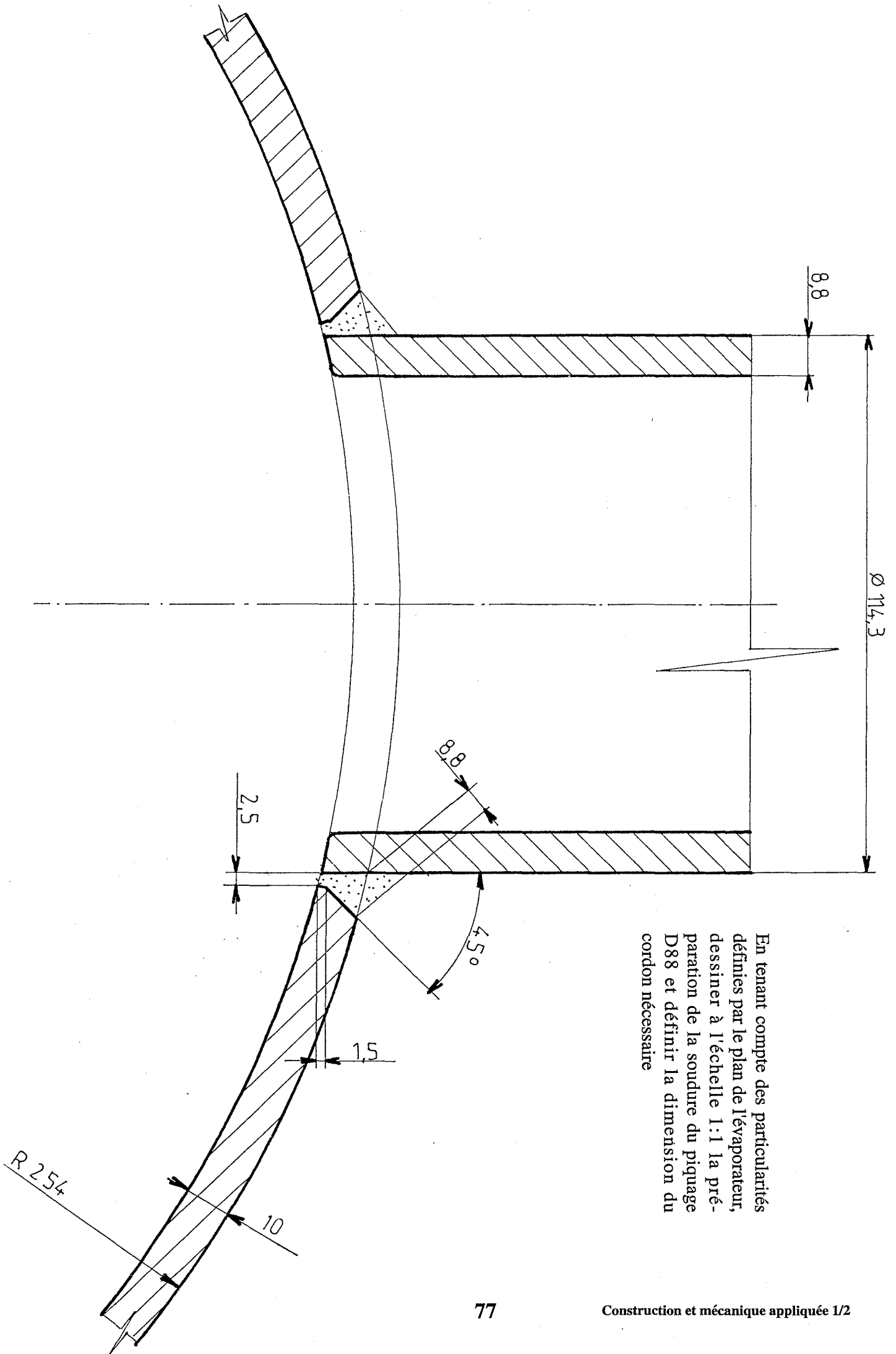
$$\bullet \text{ ep,2} = 0,036 De \left( \frac{P}{f} \right)^{0,6} = 0,036 \times 750 \left( 0,02 \right)^{0,6}$$

$$\boxed{ep,2 = 2,58 \text{ mm}}$$

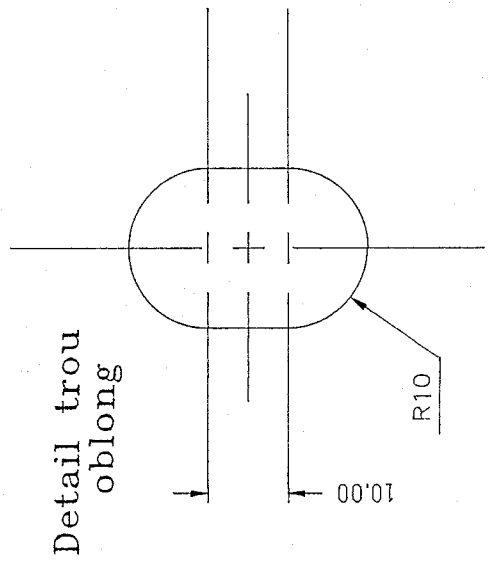
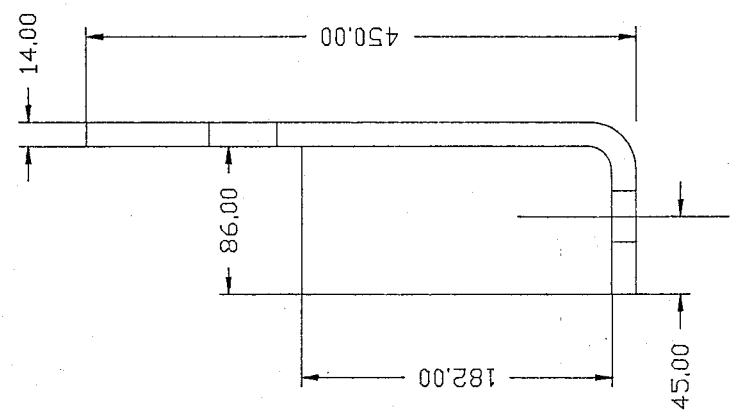
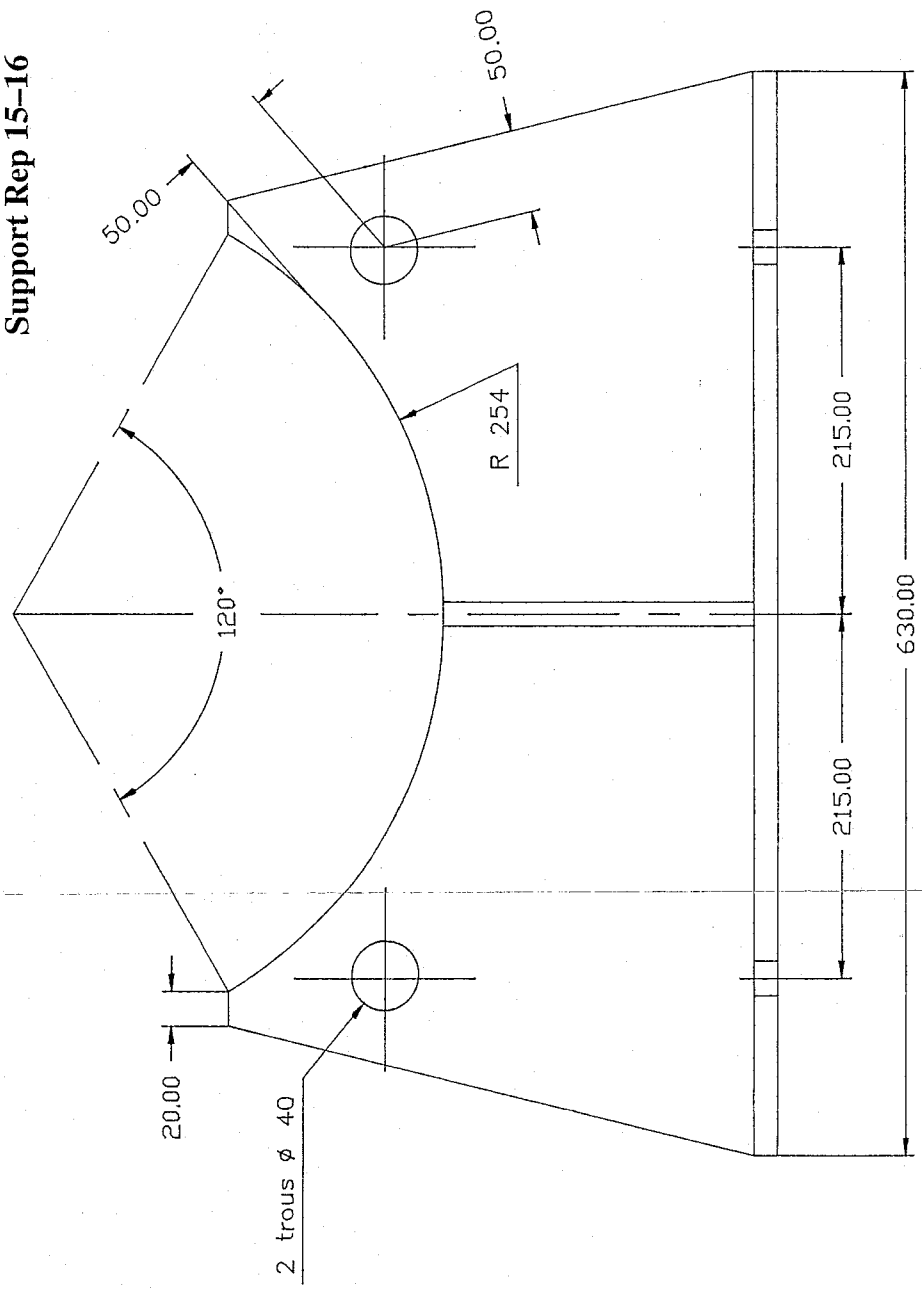
L'épaisseur de calcul du fond elliptique sera donc de 7,5 mm.

– épaisseur de construction

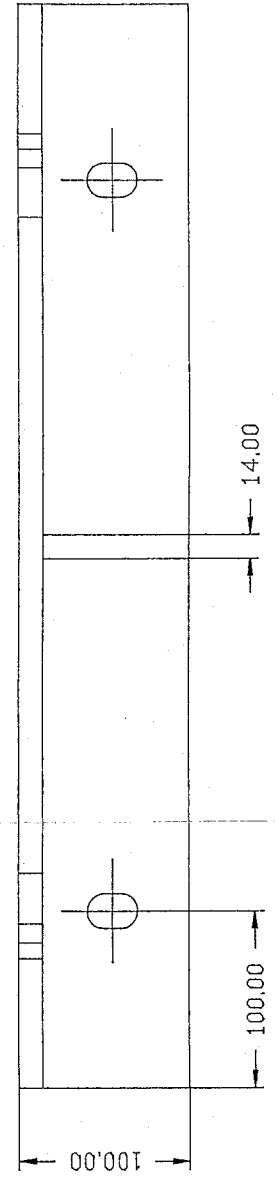
$$7,5 + 3 + \text{tolérance de fabrication} = 12 \text{ mm minimum}$$



# **EVAPORATEUR** Support Rep 15-16

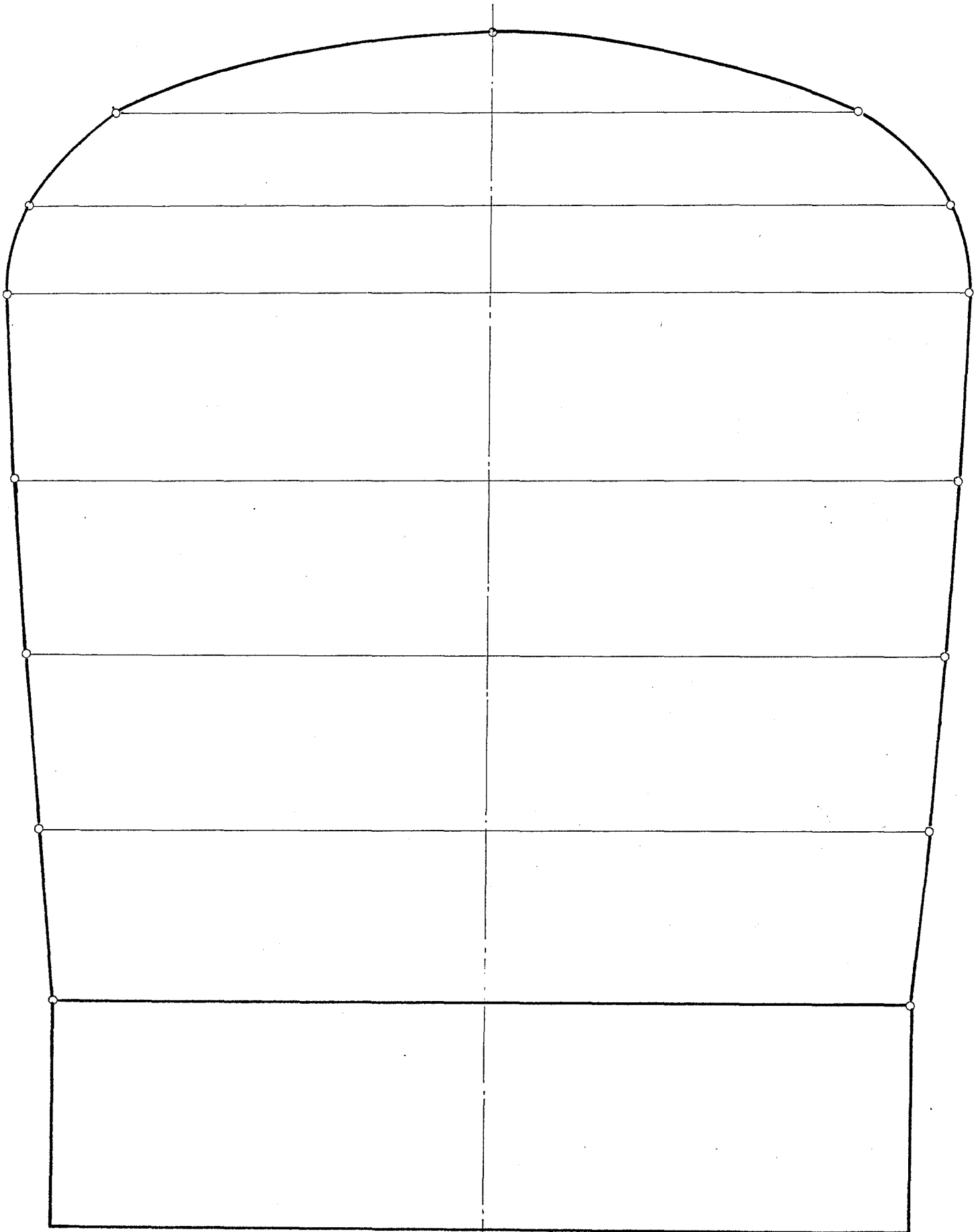


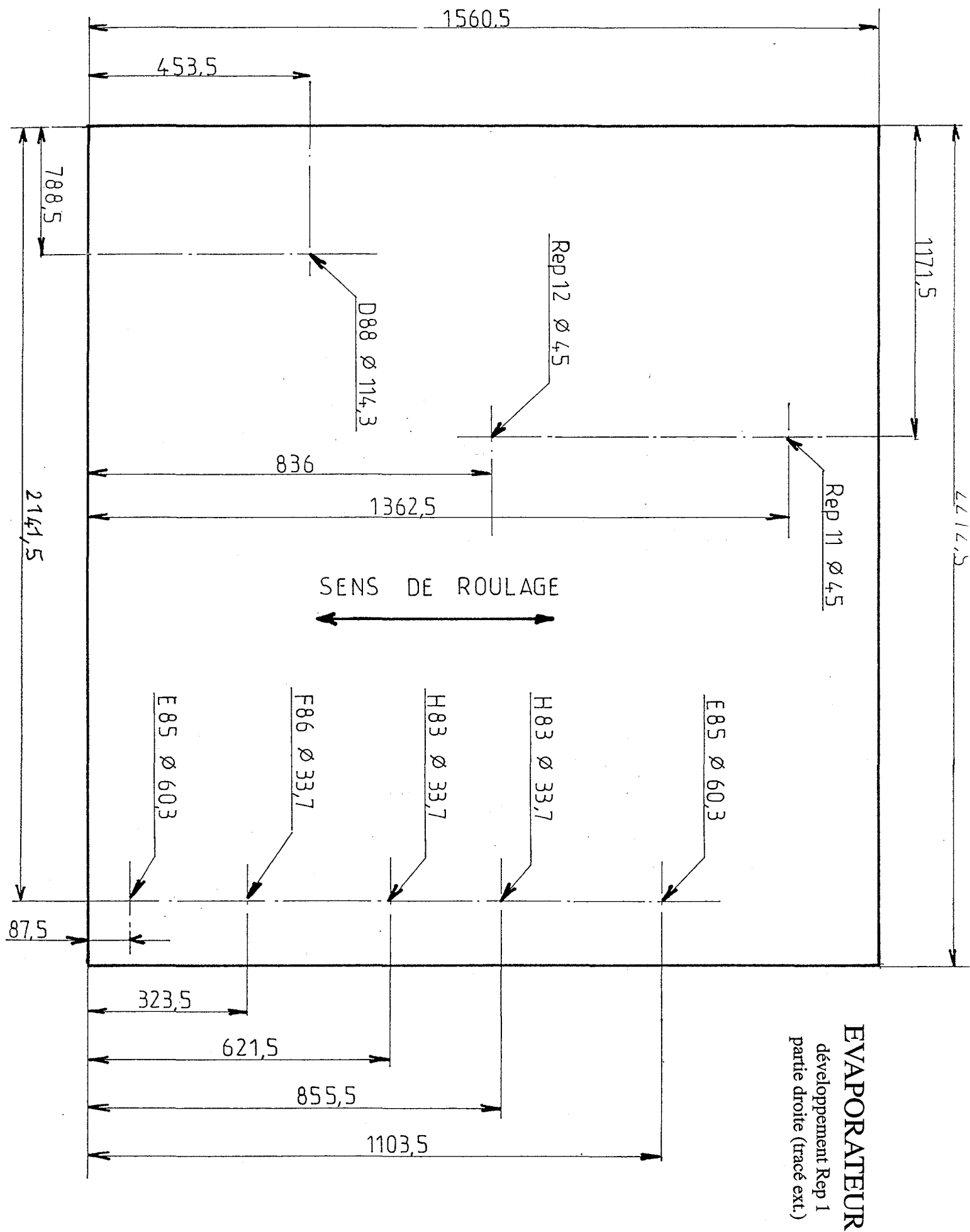
Detail trou  
oblong



# EVAPORATEUR

développement Rep 67 éch: 1:2,5





# SEPARATEUR Préparation du piquage A

