

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2022
- الموضوع -

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

NS 201A

المملكة المغربية

وزارة التربية الوطنية

والتعليم الأولي والرياضة

المركز الوطني للتقويم والامتحانات



المملكة المغربية

وزارة التربية الوطنية

والتعليم الأولي والرياضة

المركز الوطني للتقويم والامتحانات

4

مدة الإنجاز

اختبار توليقي في المواد المهنية - الجزء الأول

المادة

10

المعامل

شعبة الهندسة الميكانيكية: مسلك صناعة البنيات المعدنية

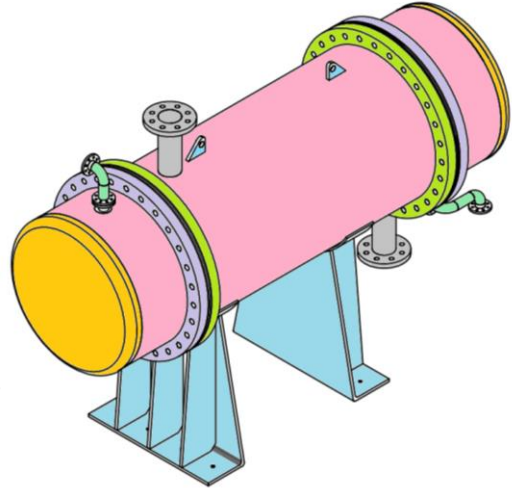
الشعبة أو المسلك

Constitution de l'épreuve

Volet 1 : Présentation de l'épreuve	Page 1/21.
Volet 2 : Présentation du support	Page 2/21.
Volet 3 : Substrat du sujet	
Documents réponses (DR)	Pages 3/21 jusqu'à 15/21. (Documents à rendre)
Documents techniques (DT)	Page 16/21 jusqu'à 21/21.

Volet 1 : Présentation de l'épreuve

Support d'étude :	Échangeur de chaleur.
Durée de l'épreuve :	4 heures.
Coefficient :	10.
Moyen de calcul autorisé :	Calculatrice non programmable.
Documents autorisés :	aucun.



Le sujet est composé de quatre parties :

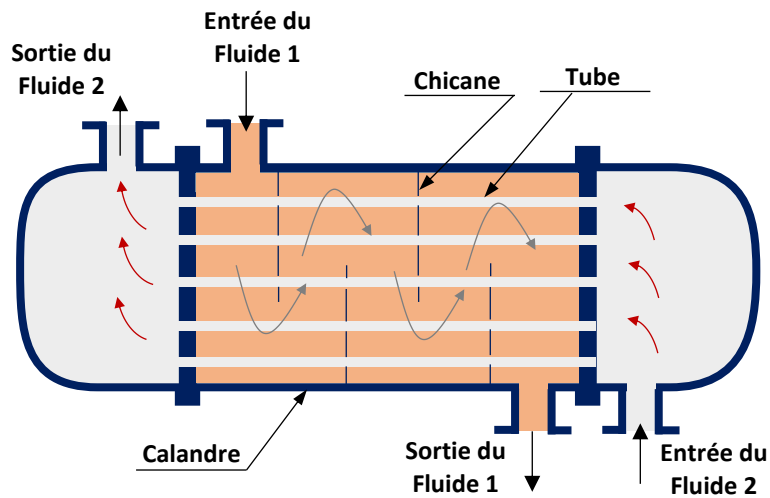
Partie A : Analyse des plans		/10 Pts
Partie B : Traçage graphique et par calcul		
Partie B1 : Traçage graphique	/10 Pts	} /22 Pts
Partie B2 : Traçage par calcul	/12 Pts	
Partie C : Étude de réalisation		
Partie C1 : Préparation, fabrication	/22 Pts	} /30 Pts
Partie C2 : Programmation CN	/04 Pts	
Partie C3 : Logiciel DAO, TAO	/04 Pts	
Partie D : Étude de comportement (RDM)		/08 Pts
Total		/70 Pts

NB : Tous les documents réponses DR sont à rendre obligatoirement.

Volet 2 : Présentation du support

Un **échangeur de chaleur** est un dispositif permettant l'échange thermique entre deux fluides **1** et **2** sans se mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les deux fluides.

L'**échangeur de chaleur** -Objet de notre étude- est constitué d'un **faisceau de tubes** disposés à l'intérieur d'une **enveloppe** appelée **calandre**. Le **fluide 2** circule à l'intérieur des tubes tandis que le **fluide 1** circule à l'intérieur de la **calandre** autour des tubes. On ajoute en général des **chicanes** dans la **calandre** qui jouent le rôle d'obstacles pour créer une turbulence afin d'améliorer le transfert thermique.



L'objet de l'épreuve est de :

- Analyser les plans d'ensemble de l'**échangeur de chaleur**.
- Étudier partiellement la préparation, la réalisation et le comportement de quelques-uns de ses composants.

DR 1

Volet 3 : Substrat du sujet**Partie A : Analyse des plans**

En se référant aux documents techniques **DT1** et **DT2**. Répondre aux questions suivantes :

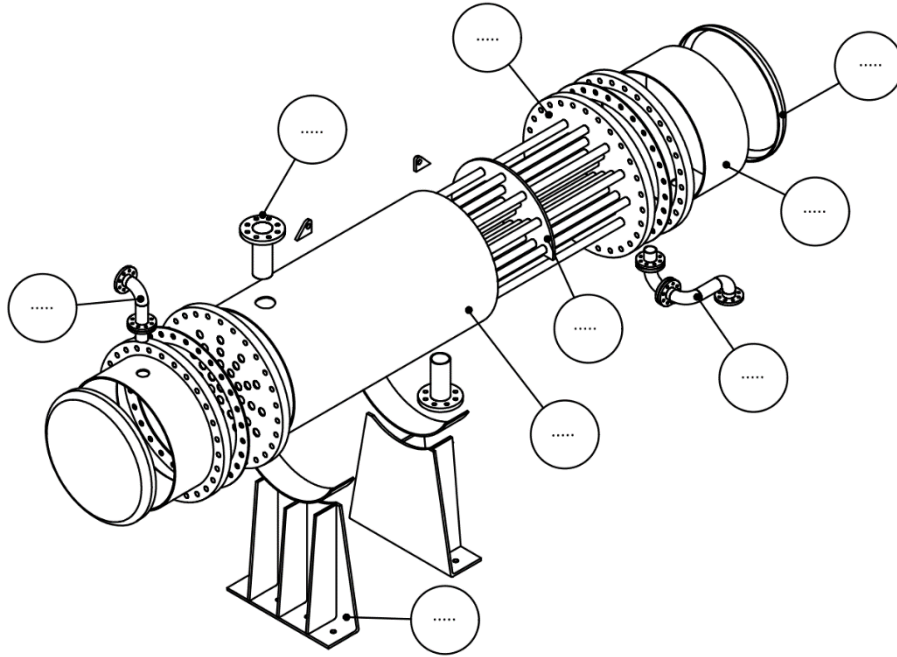
Q.01. « A-A » est-elle une coupe ou une section ?

/0,50

.....

Q.02. Indiquer les repères des pièces de la représentation éclatée de l'échangeur.

/2,25



Q.03. Les composants de l'échangeur de chaleur sont fabriqués en **X 5 Cr Ni 18-10** et **Cu Zn 36 Pb 8**

Q.03.a. Expliquer la désignation **X 5 Cr Ni 18-10**

/1,50

X :

5 :

Cr :

Ni :

18 :

10 :

Q.03.b. Pour la désignation **Cu Zn 36 Pb 8**, cocher les bonnes réponses.

/1,50

C'est un acier fortement allié	<input type="checkbox"/>	C'est un alliage à 36 % de zinc	<input type="checkbox"/>
C'est alliage à base de zinc	<input type="checkbox"/>	C'est un alliage à 0,8 % de plomb	<input type="checkbox"/>
C'est un alliage à base de cuivre	<input type="checkbox"/>	C'est du laiton	<input type="checkbox"/>

DR 2

Q.04. Calculer la hauteur hors-tout (hauteur totale) de l'échangeur.

/0,25

H =

.....

Q.05. Compléter le tableau suivant par les dimensions de la chambre de distribution (Rep 2).

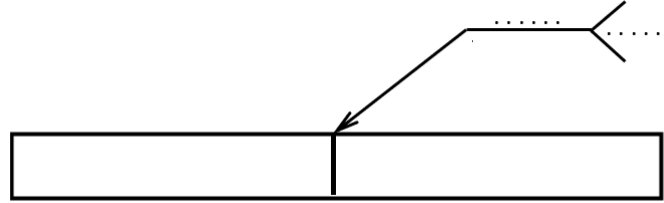
/0,75

Diamètre extérieur	.....
Epaisseur	.....
Longueur	.....

Q.06. Les éléments (Rep 2) et (Rep 3) sont soudés bout à bout sur bords chanfreinés en V par le procédé TIG.

/0,50

Compléter le symbole correspondant à cette soudure.



Q.07. Quel est le rôle de l'élément (Rep 14) ? (Cocher la bonne réponse)

/0,25

Eviter le frottement des brides	<input type="checkbox"/>
Assurer l'étanchéité du système	<input type="checkbox"/>
Permettre le centrage des brides	<input type="checkbox"/>

Q.08. Quelle est l'épaisseur de l'oreille de levage (Rep 9) ?

/0,25

e =

Q.9. En se référant au document technique DT3, répondre aux questions suivantes :

Q.9.a. Quels types de représentation sont utilisés pour cette ligne de tuyauterie ? (Cocher les bonnes réponses)

Unifilaire

Bifilaire

Projection orthogonale

/0,50

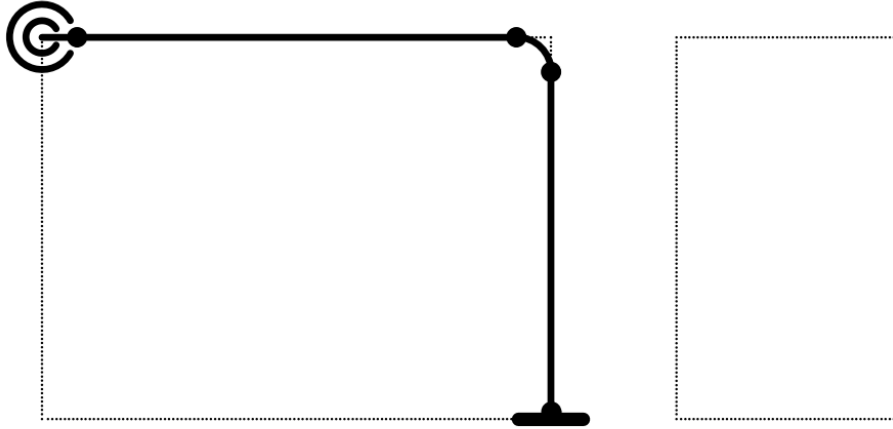
Q.9.b. De combien d'éléments est formée la ligne de tuyauterie (Rep 8) ?

/0,25

n =

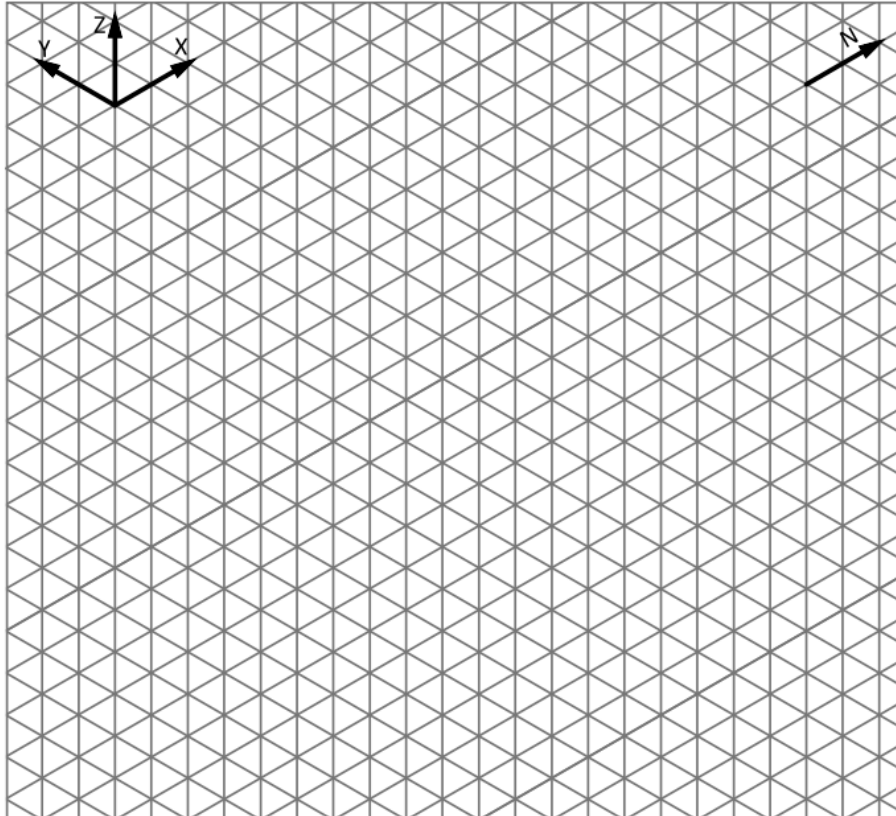
DR 3

Q.9.c. A partir de la vue de face, dessiner la vue de gauche et la vue de dessus de la ligne de tuyauterie (Rep 8). /1,00



Q.9.d. Dans la trame ci-dessous, représenter cette ligne en projection isométrique.

/0,50



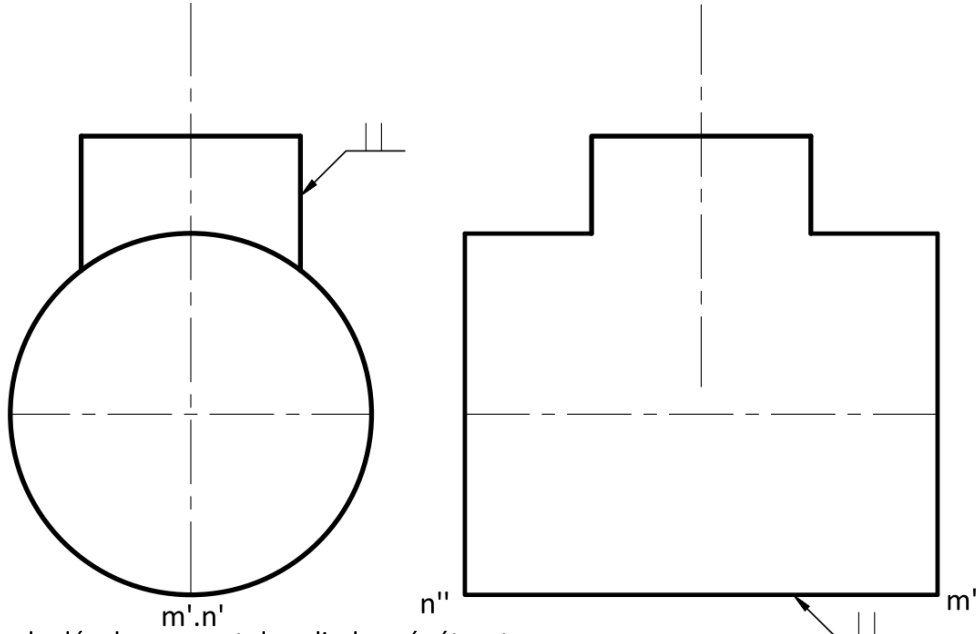
DR 4

Partie B : Traçage graphique et par calcul

Partie B1 : Traçage graphique

Q.10. Pour réaliser le piquage du tronçon de tube (Rep 6) sur la calandre (Rep 1), le traceur doit être capable de tracer la pièce ci-dessous.

Q.10.a. Compléter l'épure.



/4,00

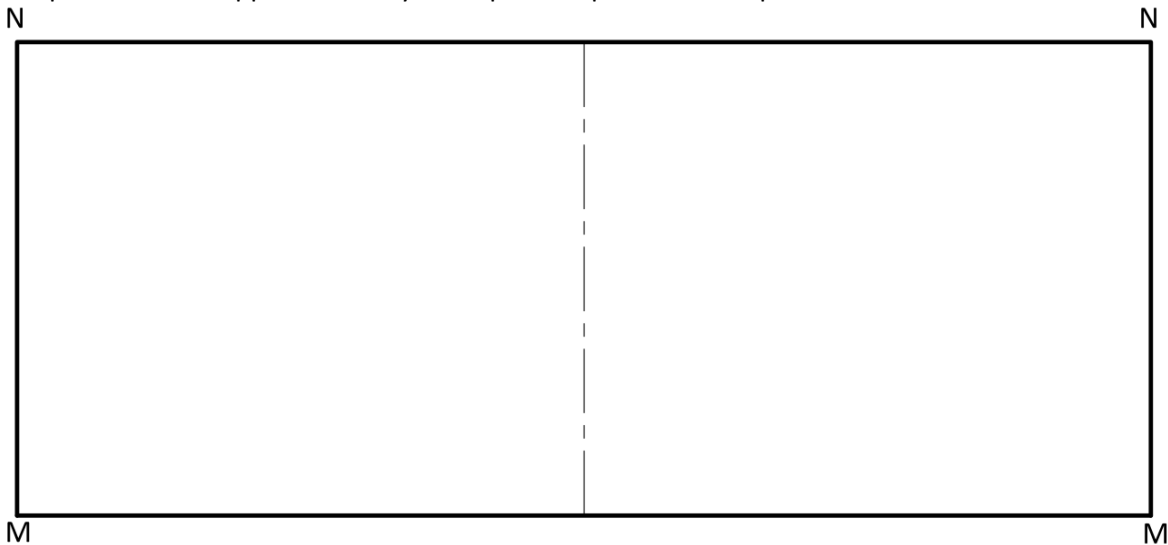
Q.10.b. Compléter le développement du cylindre pénétrant.



Zone de développement du cylindre pénétrant

/3,00

Q.10.c. Compléter le développement du cylindre pénétré par le trou de pénétration.



/3,00

DR 5

Partie B2 : Traçage par calcul

On veut remplacer le coude commercial (**Rep 8b**) par un coude à plusieurs éléments. Pour le réaliser, on doit tracer l'épure (**suivant la fibre neutre**) et le développement des éléments en **tracé extérieur**.

Q.11. En se basant sur **DT4**, répondre aux questions suivantes :

Q.11.a. Déterminer l'angle α .

/0,50

$\alpha =$

.....

Q.11.b. Déterminer les valeurs de X et Y.

/2,00

• Calcul de X :

.....

.....

• Calcul de Y :

.....

.....

Q.11.c. Déterminer les longueurs des génératrices demandées ci-dessous.

/7,00

G1 =

.....

G2 =

.....

G3 =

.....

G4 =

.....

G5 =

.....

G6 =

.....

G7 =

.....

DR 6

Q.11.d. Calculer la longueur de l'arc $(\widehat{1.2})$.

/1,00

(On prend $\pi = 3,14$)

Arc $(\widehat{1.2}) =$

.....

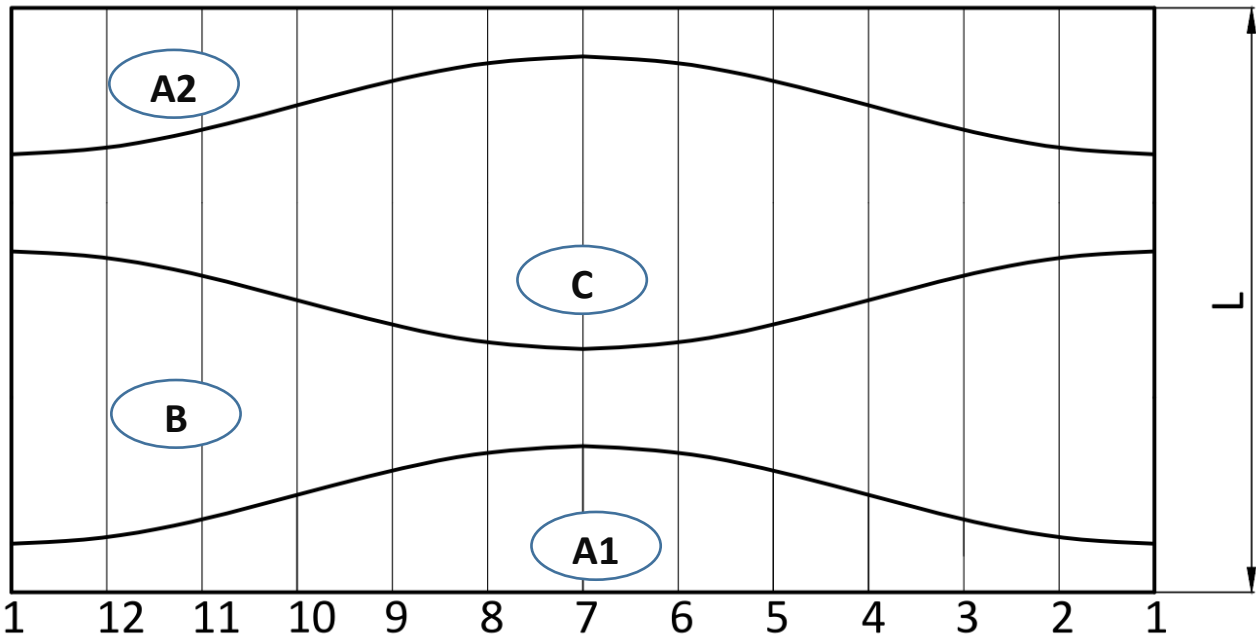
Q.11.e. Pour assurer une économie de la matière, on propose la mise en tôle représentée ci-dessous.

Déterminer la largeur L du rectangle capable des trois éléments. (On néglige le jeu de découpage)

$L =$

.....

/1,50



Rectangle capable du développement du coude cylindrique (Rep 8b)

Partie C : Etude de réalisation

Partie C1 : Préparation, fabrication

Partie C1.1 : Réalisation de la calandre (Rep 1)

Q.12. Parmi les phases principales de la réalisation de la calandre, on distingue : le découpage, la mise en forme et l'assemblage.

Q.12.a. Sachant que le diamètre extérieur de la calandre (Rep 1) est 1020 mm, sa longueur est 2000 mm et son épaisseur est 10 mm. (On prend $\pi = 3,14$)

Calculer la longueur développée (L_d) de la base de la calandre.

$L_d =$

.....

/0,50

DR 7

Q.12.b. Quel est le procédé approprié au découpage de la tôle de cette calandre (**Rep 1**) ? (entourer la bonne réponse) /0,50

* Oxicoupage

* Découpage plasma

Q.12.c. On souhaite réaliser cette calandre à partir des tôles de **2000 x 1000 x 10** cintrées suivant leurs largeurs. Calculer la longueur totale des soudures **Ls** nécessaires pour former la calandre. /1,50

Ls =

.....

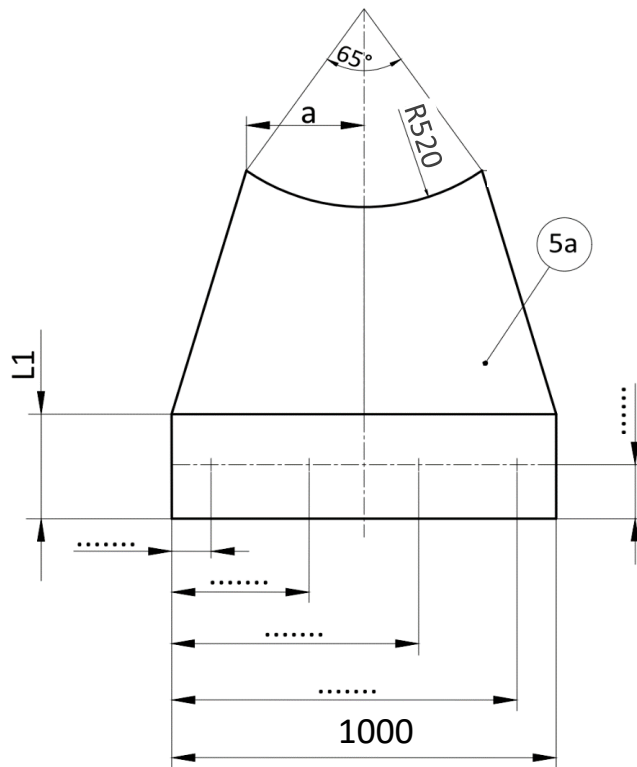
Q.12.d. La calandre est soudée par le procédé **TIG**. Indiquer le type et nom du gaz qui doit être utilisé dans ce cas. /0,50

* Type de gaz : * Nom du gaz :

Partie C1.2 : Réalisation du berceau (**Rep 5**)

Q.13. Sachant que la mise en forme de l'élément (**Rep 5a**) est faite par presse plieuse et en se basant sur l'abaque de pliage du **DT2** du plan du berceau du **DT5** et du développement de l'élément (**Rep 5a**) ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

Q.13.a. Compléter les cinq cotes manquantes au développement de l'élément (**Rep 5a**) ci-dessous. /1,25



Q.13.b. Calculer la cote **a**. (Représentée sur la figure ci-dessus) /0,50

.....

.....

.....

Q.13.c. Déterminer les valeurs **Ri** et **ΔL** (Prendre pour la largeur du Vé **V= 160**) /1,00

Rayon intérieur Ri	.....
ΔL	.....

DR 8

Q.13.d. Calculer la longueur L_1 .

$L_1 =$

/1,00

Q.13.e. Déterminer la force de pliage (en Tonne) nécessaire pour plier l'élément (Rep 5a) du berceau.

$F =$

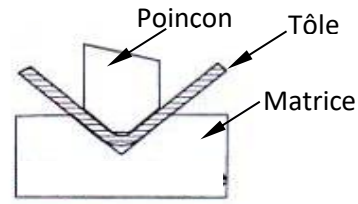
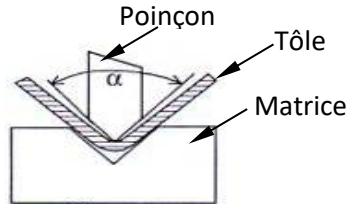
/1,00

Q.13.f. Déterminer la longueur développée de la bande cintrée (Rep 5e). (On prend $\pi = 3,14$).

$L_d =$

/2,00

Q.14. Nommer les deux types de pliage à la presse plieuse représentés ci-dessous.



/2,00

.....

.....

Partie C1.3 : Réalisation de la ligne de tuyauterie (Rep 8)

Q.15. En se basant sur le document technique DT2 et DT3, répondre aux questions suivantes :

Q.15.a. Compléter le tableau suivant par les valeurs de la bride (Rep 8e).

Diamètre extérieur	.....
Diamètre intérieur	.....
Diamètre d'entraxe des trous	.....
Diamètre des trous	.....
Nombre des trous	.....

/2,50

Q.15.b. Déterminer la longueur des tronçons (Rep 8c) et (Rep 8d). (Prévoir un jeu de montage de 2 mm).

/3,00

- Longueur du tronçon (Rep 8c).

$L_{8c} =$

.....

.....

- Longueur du tronçon (Rep 8d).

$L_{8d} =$

.....

.....

Q.15.c. Quel est le diamètre extérieur du tube DN 80 ?

/1,50

$D_{ext} =$ mm = pouce.


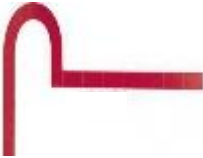


DR 9

Q.15.d. La désignation de la bride (Rep 8e) est DN 80-PN 6. Que signifie DN et PN? (Cocher la bonne réponse)

DN	Diamètre Neutre	<input type="checkbox"/>
	Distance Nominale	<input type="checkbox"/>
	Diamètre Nominal	<input type="checkbox"/>
PN	Pas Nominal	<input type="checkbox"/>
	Pression Nominale	<input type="checkbox"/>
	Perçage Naturel	<input type="checkbox"/>

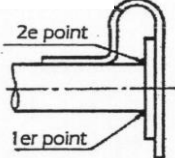
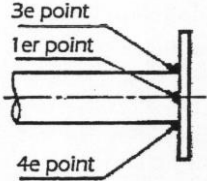
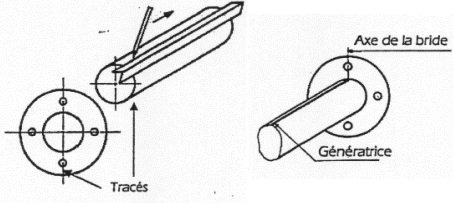
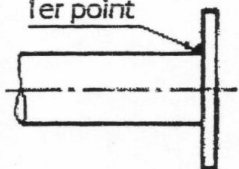
/1,00

Q.15.e. Nommer les instruments suivants et cocher celui qui est approprié pour le montage des brides.

			
.....
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

/1,25

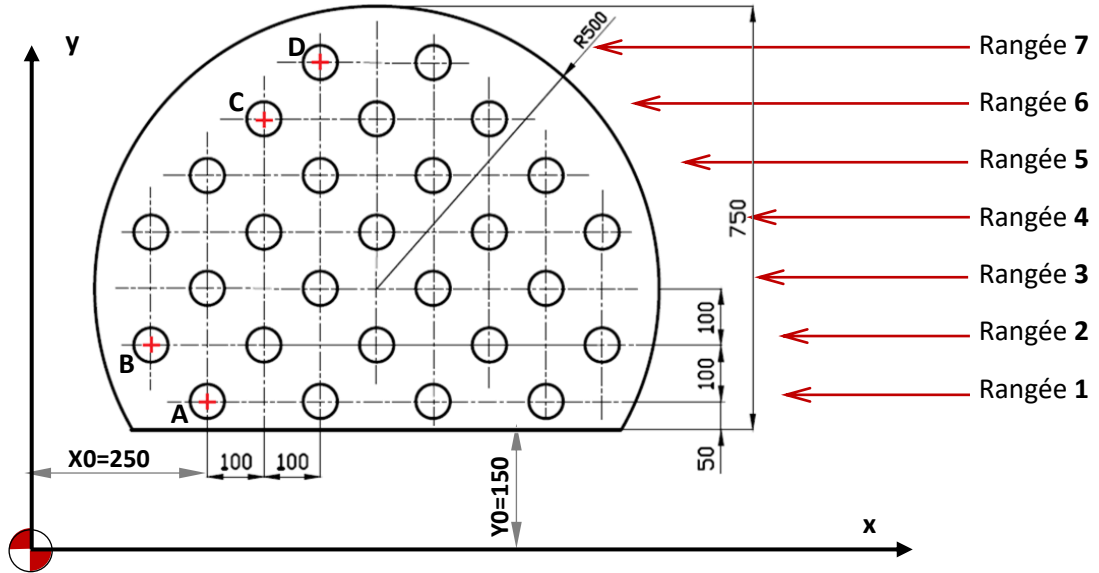
Q.15.f. Classer par ordre chronologique les opérations de montage de la bride (Rep 8e) sur le tube (Rep 8d).

N°	Opération	Croquis
.....	<ul style="list-style-type: none"> Retourner le tube d'un demi-tour, contrôler l'équerrage et pointer. 	
.....	<ul style="list-style-type: none"> Tourner à nouveau le tube d'un quart de tour, contrôler l'équerrage et pointer. Renouveler l'opération pour le dernier point. 	
.....	<ul style="list-style-type: none"> Tracer une génératrice sur le tube et un axe sur la bride. 	
.....	<ul style="list-style-type: none"> Placer la bride sur le tube en faisant coïncider l'axe de la bride avec la génératrice du tube et pointer. 	

/1,00

DR 10
Partie C2 : Programmation CN

Q.16. On se propose de réaliser les trous de la **chicane (Rep. 11)** sur une poinçonneuse à commande numérique. Le poinçon convenable pour réaliser les trous pour les tubes **1''1/2** est monté sur la **tourelle N°1**.



Q.16.a. Calculer les coordonnées absolues des **centres** des trous **A, B, C, et D**.

/1,00

Centre	Coordonnées	
	X	Y
A		
B		
C		
D		

Q.16.b. En vous aidant des fonctions du **DT6**, répondre aux questions suivantes :

Q.16.b.1 Ecrire la ligne **N20** du programme qui permet de réaliser les rangées **1, 3 et 5** des trous.

/1,00

N10 **X 250 Y 200 T1 ;**

N20

Q.16.b.2 Ecrire la ligne **N40** du programme qui permet de réaliser les rangées **2 et 4** des trous.

/1,00

N30 **X 150 Y 300 T1 ;**

N40

Q.16.b.3 Ecrire la ligne **60** du programme qui permet de réaliser la rangée **6** des trous.

/0,50

N50 **X 350 Y 700 T1 ;**

N60

Q.16.b.4 Ecrire la ligne **80** du programme qui permet de réaliser la rangée **7** des trous.

/0,50

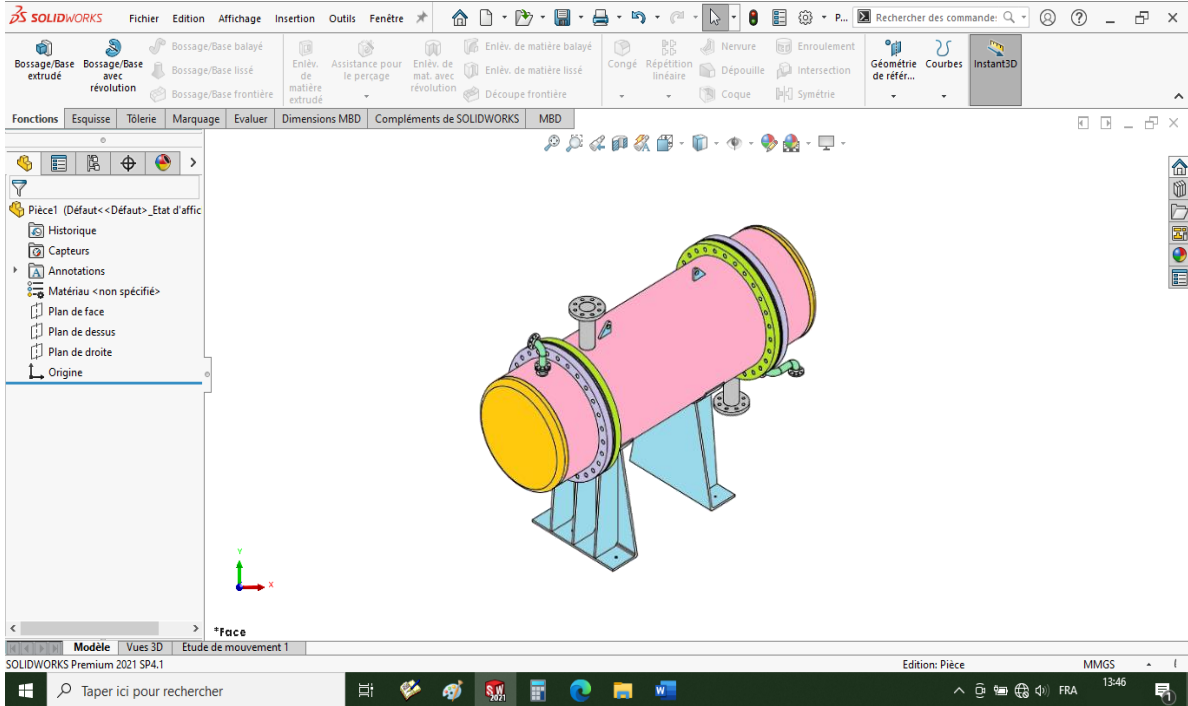
N70 **X 450 Y 800 T1 ;**

N80

DR 11

Partie C3 : DAO

Q.17. Nommer le logiciel correspondant à l'interface suivante.




/1,00

Nom :

Q.18. Sur Autocad, classer de 1 à 5 les étapes de traçage d'un hexagone inscrit dans un cercle de diamètre 200 mm.

/2,50

- Spécifier le centre du polygone
- Entrez le nombre de cotés
- Cliquez sur la commande 
- Spécifiez le rayon du cercle
- Entrez une option (Inscrit dans un cercle – Circonscrit autour d'un cercle)

Q.19. Sur Autocad, quels sont les éléments qui ne peuvent pas être décomposés ? (Cocher les bonnes réponses).

/0,50

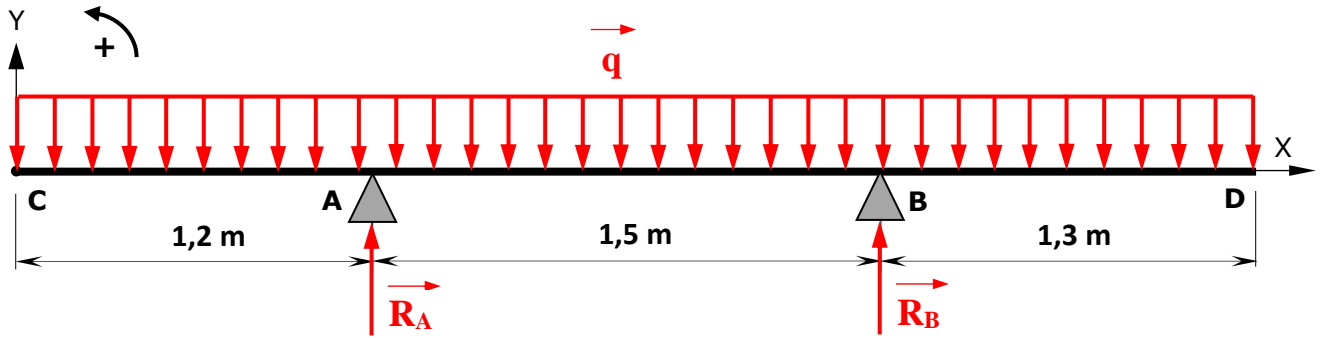
- Cercle
- Pentagone
- Ligne
- Rectangle

DR 12

Partie D : Etude de comportement (RDM)

Pour dimensionner les éléments des berceaux, nous allons étudier l'équilibre de l'échangeur. L'ensemble est représenté par une poutre **CD** sur deux appuis **A** et **B**, et soumise à une charge répartie « **q** », sur toute sa longueur, selon le schéma ci-dessous :

On prend : **q = 4500 daN/m**.



Q.20. Calcul des forces :

Q.20.a. Calculer la force totale « **Q** », en **daN**, équivalente à la charge répartie tout au long de la poutre : /1,00

Q =

Q.20.b. Si « **E** » désigne le point d'application de cette force « **Q** », calculer la distance **CE** en mètre : /0,50

CE =

Q.20.c. à l'aide du principe fondamental de la statique, Calculer les réactions aux appuis **RA** et **RB** en **daN** : /3,00

➤ Somme de Forces :

.....

➤ Somme de Moments :

.....

➤ **RA** = ; **RB** =

DR 13

Q.21. Dimensionnement des éléments :

Données pour le calcul :

- L'effort normal de **compression** maximal sur les berceaux est : $N_c = 10000 \text{ daN}$
- La contrainte limite à la compression du métal est : $R_{pc} = 20 \text{ daN/mm}^2$
- Les équations des moments fléchissant dans les zones s'écrivent comme suit :

Zone CA : $0 \leq x \leq 1,2 \text{ m}$

$M_{fz}(x) = 2250 \cdot x^2$

Zone AB : $1,2 \text{ m} \leq x \leq 2,7 \text{ m}$

$M_{fz}(x) = 2250 \cdot x^2 - 8400 \cdot x + 10080$

Zone BD : $2,7 \text{ m} \leq x \leq 4 \text{ m}$

$M_{fz}(x) = 2250 \cdot x^2 - 18000 \cdot x + 36000$

Q.21.a. Calculer la valeur du moment fléchissant maximal $M_{f \max}$ sachant qu'il se trouve au niveau de l'appui au point B. /1,50

.....

.....

.....

.....

Q.21.b. Calculer la section minimale en compression $S_{c \min}$:

/1,50

.....

.....

.....

Q.21.c. Déduire la section minimale (débit) de la tôle du berceau : **cocher la bonne réponse**

/0,50

15 x 30

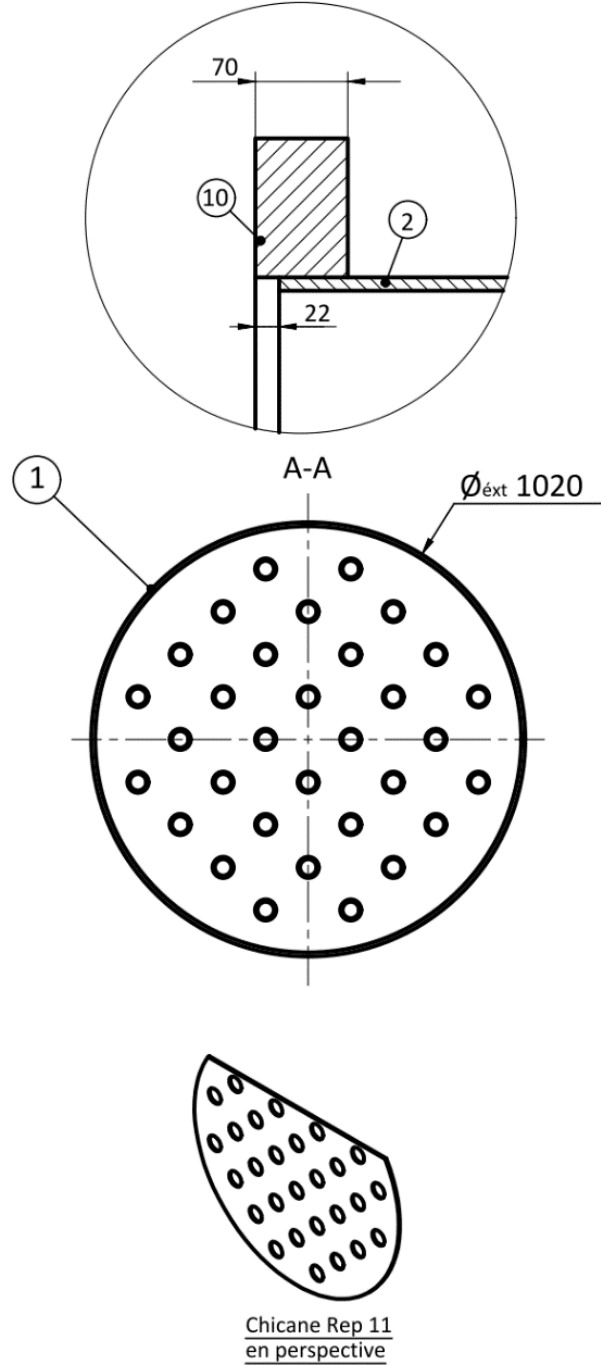
15 x 40

15 x 50

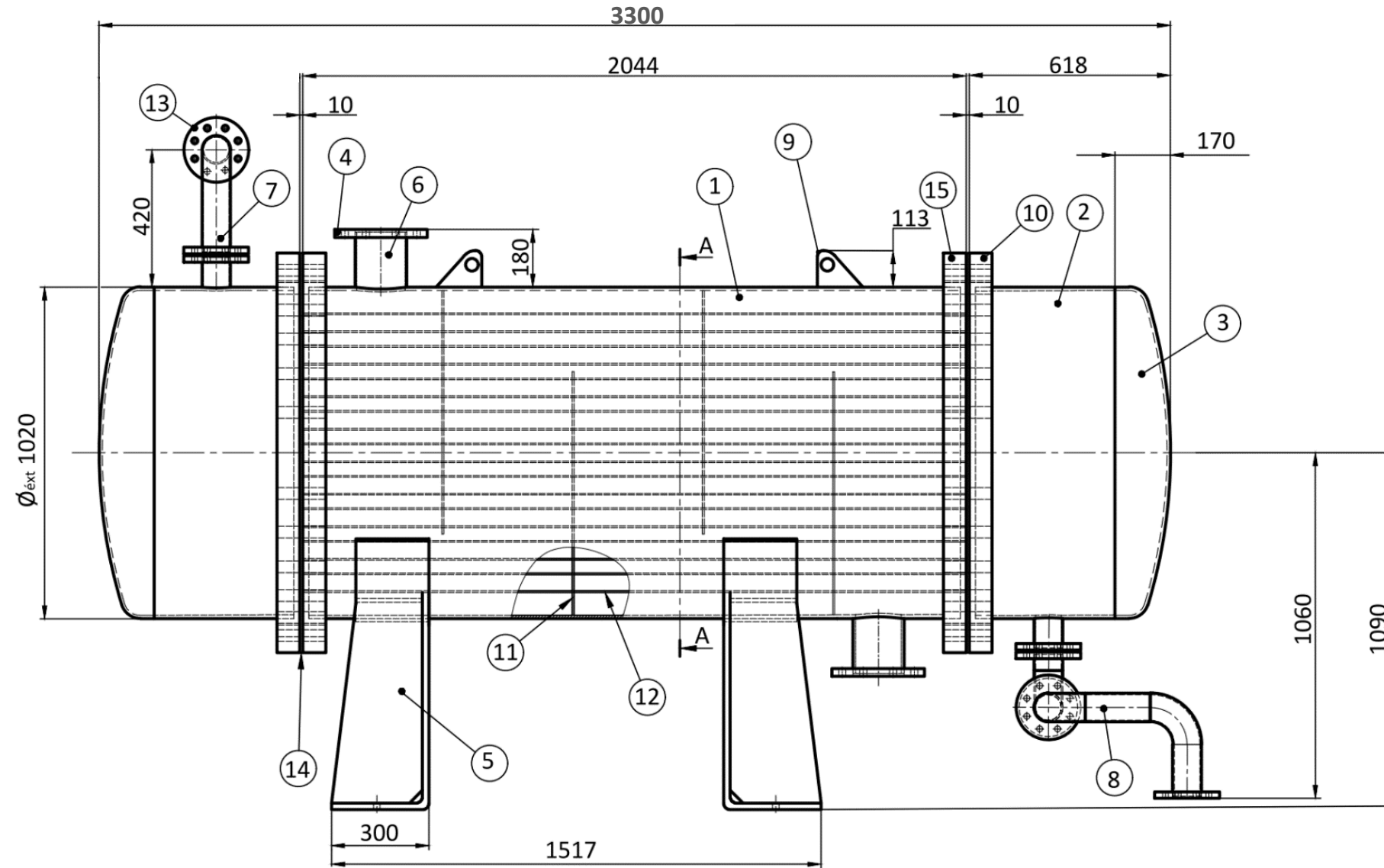
15 x 100

DT 1

Détail de montage des éléments
 (Rep 2) et (Rep 10)

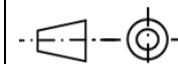


NB : - Tous les éléments sont assemblés par le procédé TIG
 - Le Jeu de montage de l'élément (Rep 3) avec l'élément (Rep 2) est de 2 mm



8	1	Ligne de tuyauterie	X5CrNi18-10		15	2	Plaque tubulaire	X5CrNi18-10	
7	1	Ligne de tuyauterie	X5CrNi18-10		14	4	Joint d'étanchéité		
6	2	Tronçon de tube DN 150	X5CrNi18-10		13	8	Bride plate à souder DN 80 PN 10	X5CrNi18-10	
5	2	Berceau ep = 15 mm	X5CrNi18-10		12	32	Tube 1''1/2	CuZn36Pb8	
4	2	Bride plate à souder DN 150 PN 10	X5CrNi18-10		11	4	Chicane	X5CrNi18-10	
3	2	Fond bombé ep=10mm, H= 170mm	X5CrNi18-10		10	2	Bride plate à souder DN 1000 PN10	X5CrNi18-10	
2	2	Chambre de distribution ep = 10 mm	X5CrNi18-10		9	2	Oreille de levage ep = 20 mm	X5CrNi18-10	
1	1	Calandre ep = 10 mm	X5CrNi18-10						
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation	Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

Echelle :



Format : A3

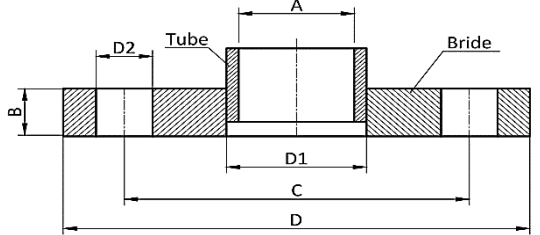
Date :

Echangeur de chaleur

DT 2

Bride plate

A		Tube Ø ext.	PN10 NORME UNI 2236						
DN	Pouce		D	D1	B	C	Trous Ø	Poids kg	
15	1/2"	21.3	95	22	14	65	14	4	0.7
20	3/4"	26.9	105	27.5	14	75	14	4	1
25	1"	33.7	115	34	14	85	14	4	1.1
32	1 1/4"	42.4	140	43	16	100	18	4	1.6
40	1 1/2"	48.3	150	49	16	110	18	4	1.9
50	2"	60.3	165	61.5	18	125	18	4	2.5
60	2 1/2"	76.1	175	77	18	135	18	4	3
65	2 1/2"	76.1	185	77	18	145	18	4	3.3
80	3"	88.9	200	90	20	160	18	8	4
100	4"	114.3	220	116	22	180	18	8	4.4
125	5"	133	250	135	24	210	18	8	5.9
150	6"	159	285	161	24	240	22	8	7.1

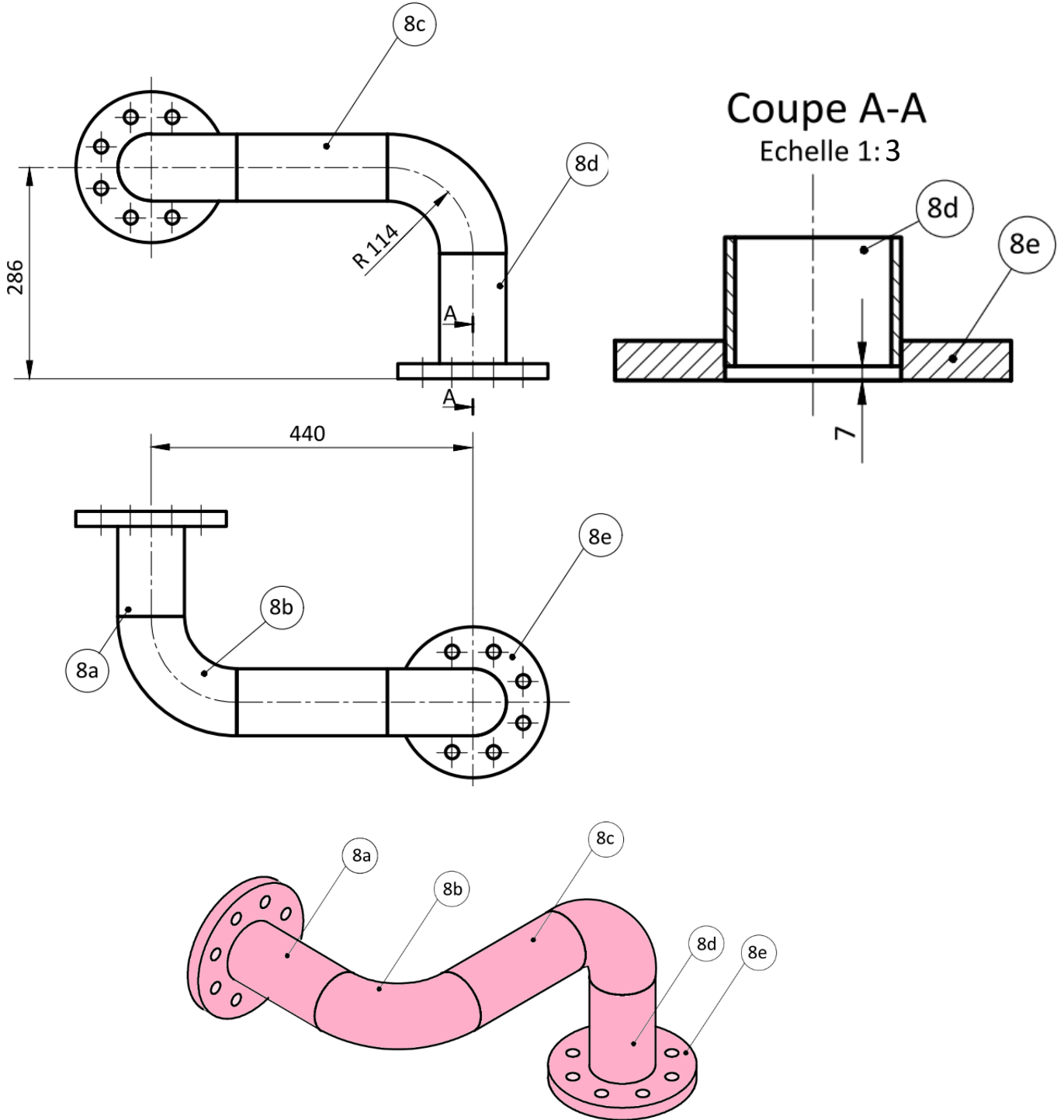
Abaque de pliage

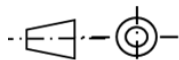
E	V	Ri	F	b mini	ΔL											
					165°	150°	135°	120°	105°	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°
10	50	8	134	35	-1,9	-3,9	-6,3	-9,3	-13	-19	-16	-13	-10	-7,2	-4,3	-1,5
	63	10	105	45	-1,8	-3,8	-6,2	-9,2	-13	-19	-16	-12	-8,8	-5,3	-1,8	1,6
	80	13	85	55	-1,7	-3,7	-6,1	-9,2	-14	-20	-16	-11	-7	-2,7	1,7	6
	100	16	67	71	-1,7	-3,6	-6	-9,3	-14	-21	-16	-11	-5	-0,2	5	10
	125	20	53	89	-1,6	-3,5	-6	-9,5	-15	-22	-16	-9,7	-3,4	2,9	9,2	16
12	63	10	153	45	-2,2	-4,6	-7,5	-11	-16	-23	-19	-15	-12	-8,3	-4,7	-1,1
	80	13	120	55	-2,1	-4,5	-7,4	-11	-16	-23	-19	-14	-9,9	-5,5	-1	3,4
	100	16	96	71	-2,1	-4,4	-7,3	-11	-16	-24	-19	-14	-8,2	-2,9	2,4	7,8
	125	20	78	89	-2	-4,3	-7,2	-11	-17	-25	-19	-13	-6,1	0,4	6,8	13
	160	26	60	113	-1,9	-4,2	-7,2	-12	-18	-27	-19	-11	-3,1	5	13	21
15	80	13	188	55	-2,8	-5,8	-9,4	-14	-20	-28	-24	-19	-15	-9,8	-5,2	-0,6
	100	16	150	71	-2,7	-5,6	-9,2	-14	-20	-29	-24	-18	-13	-7,1	-1,6	3,9
	125	20	120	89	-2,6	-5,5	-9,1	-14	-21	-30	-24	-17	-10	-3,6	3,1	9,7
	160	26	95	113	-2,5	-5,3	-9	-14	-21	-32	-24	-15	-7	1,3	9,6	18
	200	33	75	140	-2,4	-5,2	-9	-14	-22	-34	-24	-14	-3,6	6,7	17	27
20	125	20	215	89	-3,6	-7,6	-12	-18	-27	-38	-31	-25	-18	-11	-3,7	3,3
	160	26	170	113	-3,5	-7,3	-12	-19	-27	-40	-31	-23	-14	-5,4	3,3	12
	200	33	135	140	-3,3	-7,1	-12	-19	-28	-42	-32	-21	-10	-0,4	11	22
	250	41	108	175	-3,2	-7	-12	-19	-29	-45	-32	-19	-6,2	6,6	20	32
	320	53	85	226	-3,1	-6,8	-12	-20	-31	-49	-33	-17	-0,6	16	32	48

E : épaisseur de la tôle à plier
 V : Largeur du Vé
 Ri : Rayon intérieur de pliage

F : Force de pliage en Tonne/m
 B : Bord mini

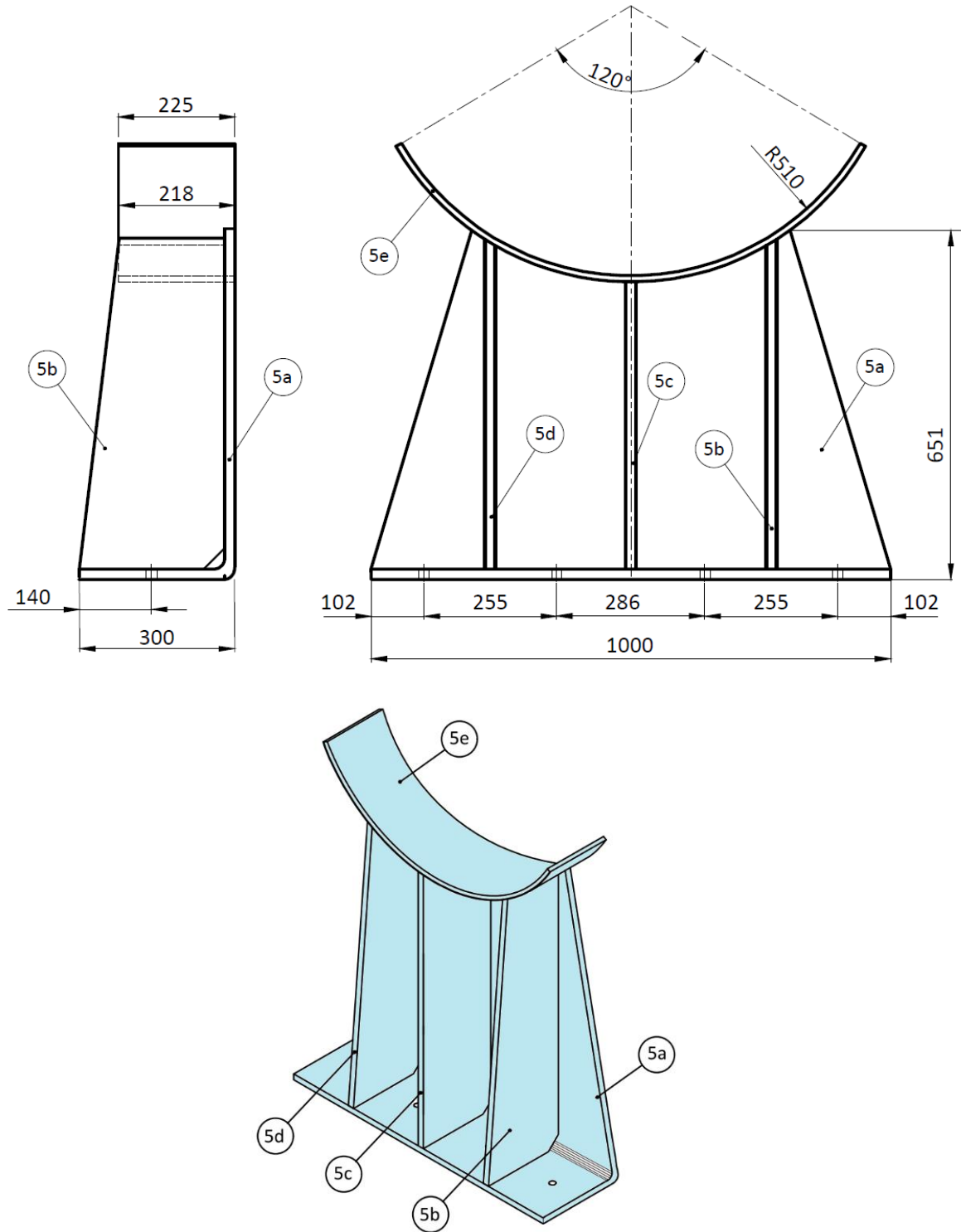
DT 3



8e	2	Bride plate à souder DN 80 PN 10	X5CrNi18-10	
8d	1	Tube DN 80	X5CrNi18-10	
8c	1	Tube DN 80	X5CrNi18-10	
8b	2	Coude 90° DN80	X5CrNi18-10	
8a	1	Tube DN 80	X5CrNi18-10	
Rep	Nb.	Désignation	Matière	Observation
Echelle :			Format : A4	Date :

Ligne de tuyauterie

DT 5



5e	1	Bande cintrée ep= 10 mm	X5CrNi18-10	
5d	1	Renfort ep= 15 mm	X5CrNi18-10	
5c	1	Renfort ep= 15 mm	X5CrNi18-10	
5b	1	Renfort ep= 15 mm	X5CrNi18-10	
5a	1	Tôle ep= 15 mm	X5CrNi18-10	
Repère	Nb.	Désignation	Matière	Observation
Echelle :			Format : A4	Date :

Berceau

DT 6

Rappel

Fonction préparatoire	Désignation
G72 X(X0) Y(Y0) ;	La fonction G72 permet d'initialiser les coordonnées du point de départ. X0 et Y0 : Coordonnées du point de départ.
G26 I(Rayon) J(Angle) K(Nbre) T(N°outil) ;	La fonction G26 permet de réaliser le poinçonnage des trous en cercle <u>sans</u> trou de départ. Rayon : Le rayon du cercle qui passe par les centres des trous à poinçonner. Angle : Angle de départ en degré avec + pour indiquer le sens trigonométrique et – pour le sens contraire. Nbre : Nombre de trous. N°outil : Le numéro du porte outil.
G28 I(Distance) J(Angle) K(Nbre) T(N°outil) ;	La fonction G28 permet de réaliser le poinçonnage des trous en lignes. Distance : Distance entre les trous. Angle : Angle entre l'axe horizontale et l'axe qui relie les centres des trous. Nbre : Nombre d'intervalle entre les trous N°outil : Le numéro du porte outil.
G37 I(PasX).J(PasY).P(NbX) K(NbY) ;	La fonction G37 permet de réaliser le poinçonnage des trous en grille <u>avec</u> trou de départ. PasX : Le pas suivant l'axe X. PasY : Le pas suivant l'axe Y. NbX : Nombre d'intervalle entre les trous suivant l'axe X. NbY : Nombre d'intervalle entre les trous suivant l'axe Y.
G36 I(PasX).J(PasY).P(NbX) K(NbY) ;	La fonction G37 permet de réaliser le poinçonnage des trous en grille <u>sans</u> trou de départ. PasX : Le pas suivant l'axe X. PasY : Le pas suivant l'axe Y. NbX : Nombre d'intervalle entre les trous suivant l'axe X. NbY : Nombre d'intervalle entre les trous suivant l'axe Y.
X (X0) Y(Y0) T(N°outil)	La fonction X .. T .. permet de réaliser le poinçonnage d'un trou aux coordonnées X0 et Y0 . X0 et Y0 : Coordonnées du point. N°outil : le numéro du porte outil de la tourelle T.

الصفحة : 1 على 14

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2022

ⵜⴰⴷⵓⴷⴰ ⵜⴰⵎⵖⵔⵉⵜ
ⵜⴰⵏⵓⵔⴰⵏⵜ ⵜⴰⵎⵖⵔⵉⵜ
ⵏ ⵜⴰⵎⵖⵔⵉⵜ ⵜⴰⵎⵖⵔⵉⵜ



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والابتداء
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PP

***I

- عناصر الإجابة -

NR 201A

10

المعامل

4

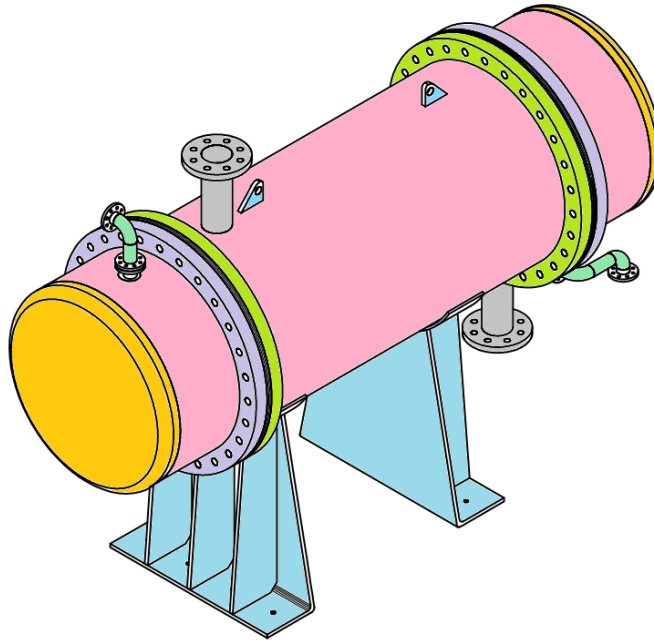
مدة
الإنجاز

اختبار توليفي في المواد المهنية - الجزء الأول
شعبة الهندسة الميكانيكية: مسالك صناعة البنيات المعدنية

المادة
الشعبة والمسلك

Éléments de réponse

Échangeur de chaleur



Échangeur de chaleur

DR 1

Volet 3 : Substrat du sujet**Partie A : Analyse des plans**

En se référant aux documents techniques **DT1** et **DT2**. Répondre aux questions suivantes :

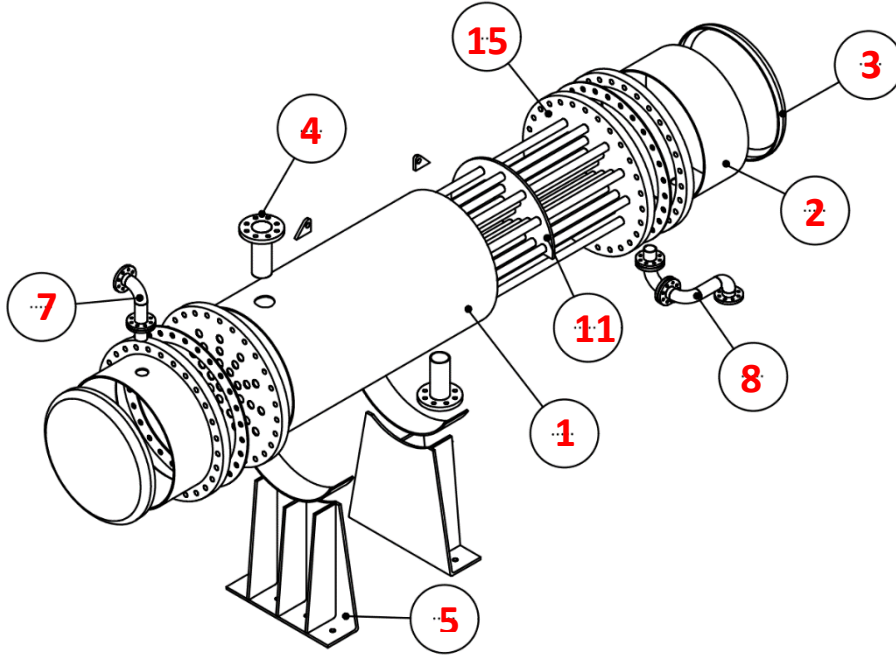
Q.01. « A-A » est-elle une coupe ou une section ?

..... **Une section**

/0,50

Q.02. Indiquer les repères des pièces de la représentation éclatée de l'échangeur.

/2,25



Q.03. Les composants de l'échangeur de chaleur sont fabriqués en **X 5 Cr Ni 18-10** et **Cu Zn 36 Pb 8**

Q.03.a. Expliquer la désignation **X 5 Cr Ni 18-10**

X : .. **Symbole acier fortement allié**

/1,50

5 : .. **Teneur en carbone x 100**

Cr : .. **Symbole chimique du chrome**

Ni : .. **Symbole chimique du Nickel**

18 : .. **18 % du Chrome**

10 : .. **10 % du Nickel**

Q.03.b. Pour la désignation **Cu Zn 36 Pb 8**, cocher les bonnes réponses.

/1,50

C'est un acier fortement allié	<input type="checkbox"/>	C'est un alliage à 36 % de zinc	<input checked="" type="checkbox"/>
C'est alliage à base de zinc	<input type="checkbox"/>	C'est un alliage à 0,8 % de plomb	<input type="checkbox"/>
C'est un alliage à base de cuivre	<input checked="" type="checkbox"/>	C'est du laiton	<input checked="" type="checkbox"/>

DR 2

Q.04. Calculer la hauteur hors-tout (hauteur totale) de l'échangeur.

$$H = 1090 + 510 + 420 + 100$$

$$= 2120 \text{ mm}$$

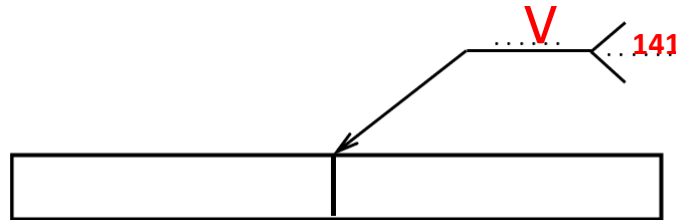
/0,25

Q.05. Compléter le tableau suivant par les dimensions de la chambre de distribution (Rep 2).

/0,75

Diamètre extérieur	1020
Epaisseur	10
Longueur	424

Q.06. Les éléments (Rep 2) et (Rep 3) sont soudés bout à bout sur bords chanfreinés en V par le procédé TIG. Compléter le symbole correspondant à cette soudure.



/0,50

Q.07. Quel est le rôle de l'élément (Rep 14) ? (Cocher la bonne réponse)

/0,25

Eviter le frottement des brides	<input type="checkbox"/>
Assurer l'étanchéité du système	<input checked="" type="checkbox"/>
Permettre le centrage des brides	<input type="checkbox"/>

Q.08. Quelle est l'épaisseur de l'oreille de levage (Rep 9) ?

/0,25

$$e = 20 \text{ mm}$$

Q.9. En se référant au document technique DT3, répondre aux questions suivantes :

/0,25

Q.9.a. Quels types de représentation sont utilisés pour cette ligne de tuyauterie ? (Cocher les bonnes réponses)

- Unifilaire
- Bifilaire
- Projection orthogonale

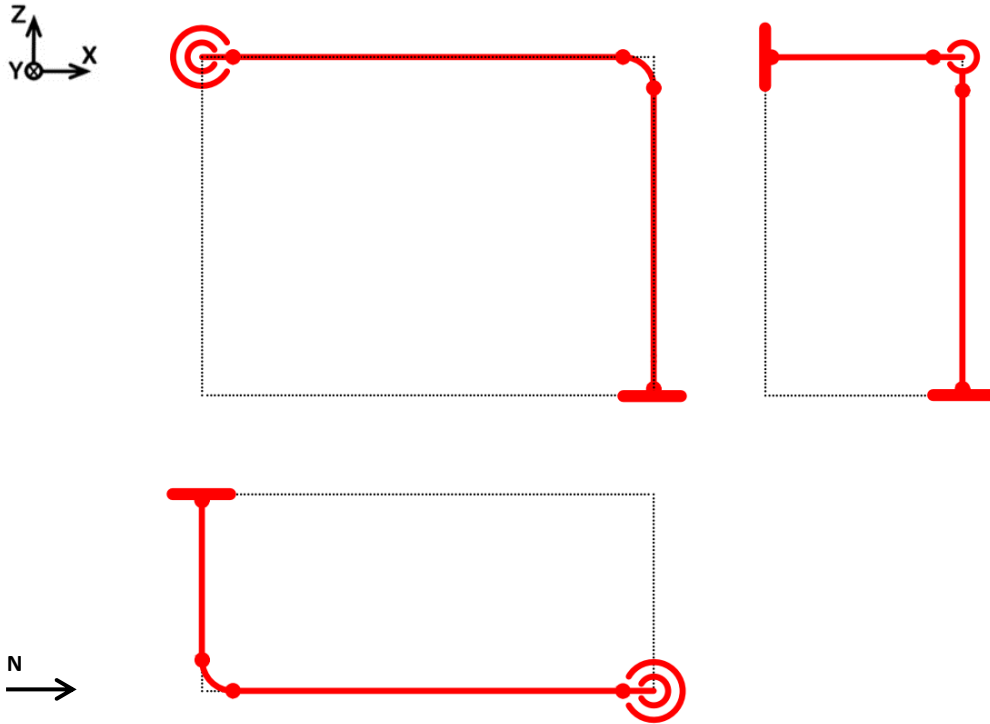
/0,50

Q.9.b. De combien d'éléments est formée la ligne de tuyauterie (Rep 8) ?

$$n = 7$$

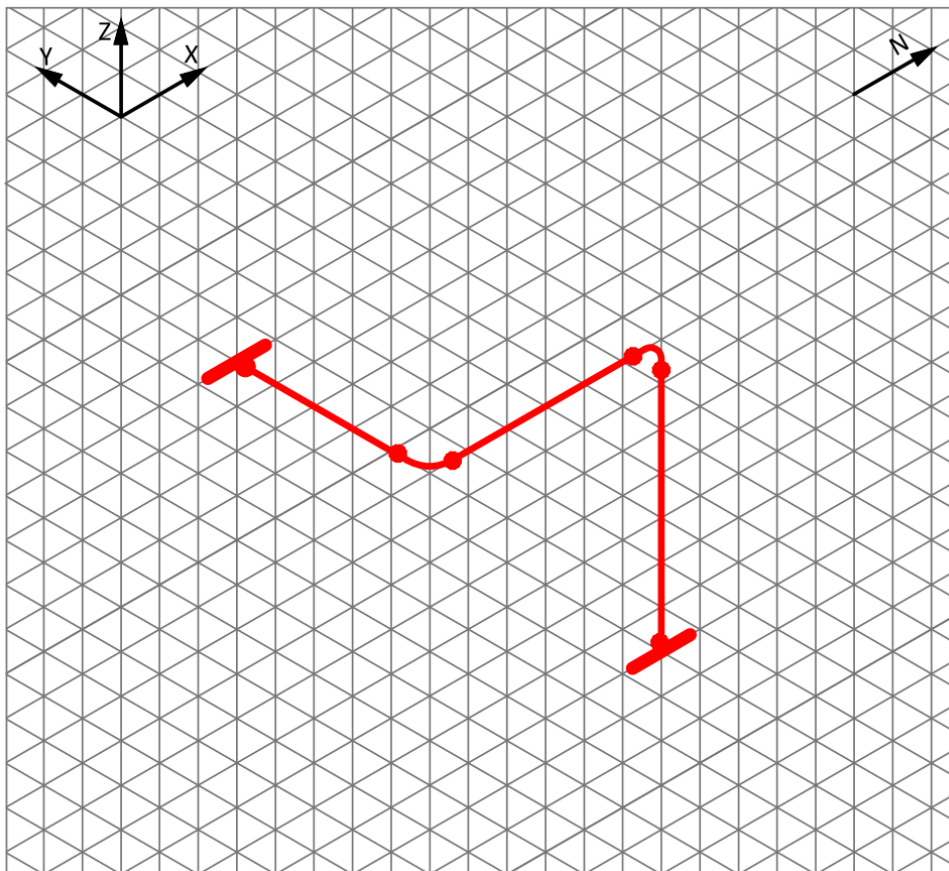
DR 3

Q.9.c. A partir de la vue de face, dessiner la vue de gauche et la vue de dessus de la ligne de tuyauterie (Rep 8). /1,00



Q.9.d. Dans la trame ci-dessous, représenter cette ligne en projection isométrique.

/0,50



DR 4

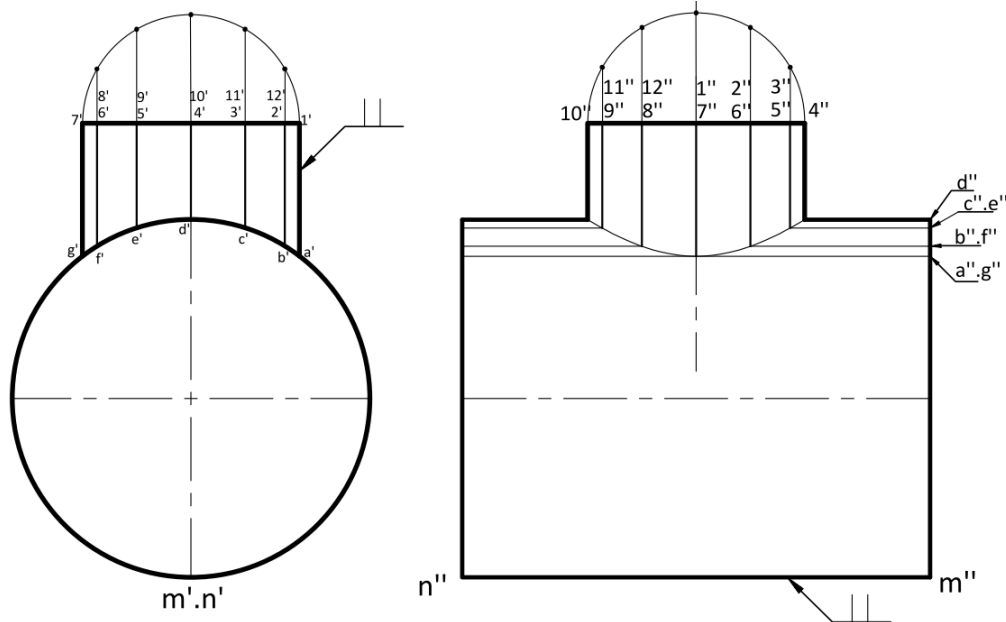
Partie B : Traçage graphique et par calcul

Partie B1 : Traçage graphique

Q.10. Pour réaliser le piquage du tronçon de tube (Rep 6) sur la calandre (Rep 1), le traceur doit être capable de tracer la pièce ci-dessous.

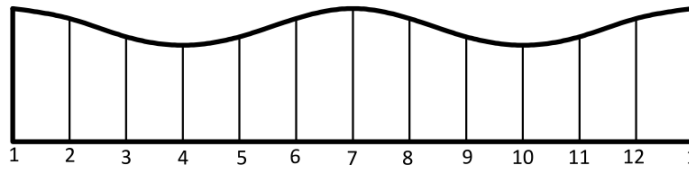
Q.10.a. Compléter l'épure

/4,00



Q.10.b. Compléter le développement du cylindre pénétrant.

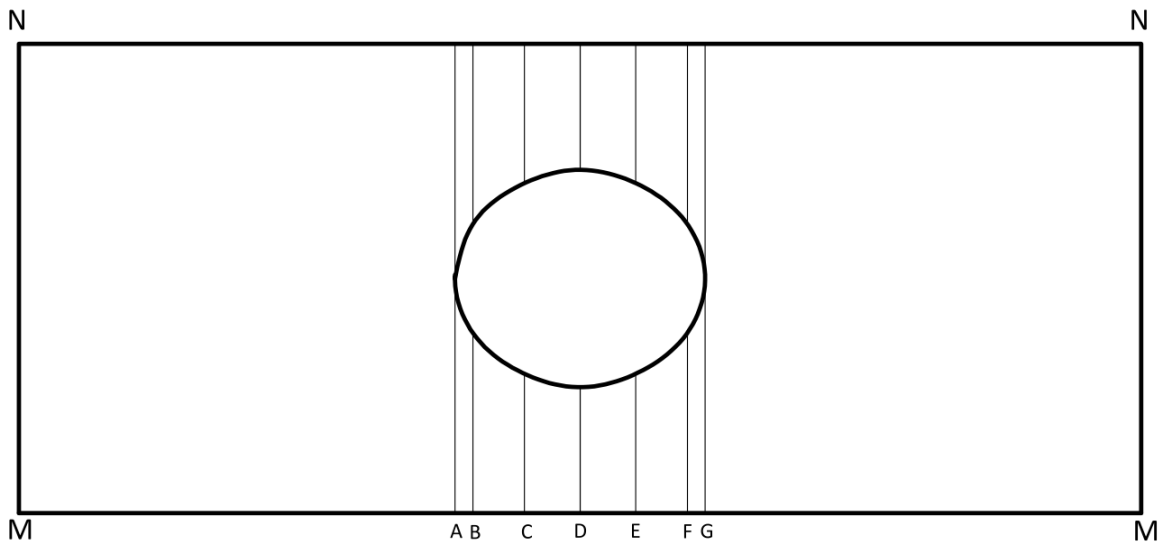
/3,00



Zone de développement du cylindre pénétrant

Q.10.c. Compléter le développement par le trou de pénétration.

/3,00



Zone de développement du cylindre pénétré

DR 5

On veut remplacer le coude commercial (**Rep 8b**) par un coude à plusieurs éléments. Pour le réaliser, on doit tracer l'épure (suivant la fibre neutre) et le développement des éléments en **tracé extérieur**.

Q.11. En se basant sur **DT4**, répondre aux questions suivantes :

Q.11.a. Déterminer l'angle α .

$$\alpha = \frac{90^\circ}{6} \quad /0,50$$

$$= 15^\circ$$

Q.11.b. Déterminer les valeurs de X et Y. /2,00

• Calcul de X :

$$X = r \cos 30^\circ$$

$$= 43 \times \cos 30^\circ = 37,24 \text{ mm}$$

• Calcul de Y :

$$Y = r \cos 60^\circ$$

$$= 43 \times \cos 60^\circ = 21,5 \text{ mm}$$

Q.11.c. Déterminer les longueurs des génératrices. /7,00

$$G1 = (R - r) \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= (114 - 43) \operatorname{Tg} 15^\circ = 19,02 \text{ mm}$$

$$G2 = (R - x) \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= (114 - 37,24) \operatorname{Tg} 15^\circ = 20,57 \text{ mm}$$

$$G3 = (R - y) \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= (114 - 21,5) \operatorname{Tg} 15^\circ = 24,52 \text{ mm}$$

$$G4 = R \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= 114 \times \operatorname{Tg} 15^\circ = 30,55 \text{ mm}$$

$$G5 = (R + y) \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= (114 + 21,5) \operatorname{Tg} 15^\circ = 36,31 \text{ mm}$$

$$G6 = (R + x) \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= (114 + 37,24) \operatorname{Tg} 15^\circ = 40,52 \text{ mm}$$

$$G7 = (R + r) \operatorname{Tg} \alpha$$

$$= (114 + 43) \operatorname{Tg} 15^\circ = 42,07 \text{ mm}$$

DR 6

Q.11.d. Déterminer la longueur de l'arc (1.2).

/1,00

(On prend $\pi = 3,14$)

$$\text{Arc (1.2)} = ((90 - 4) \times 3,14) / 12$$

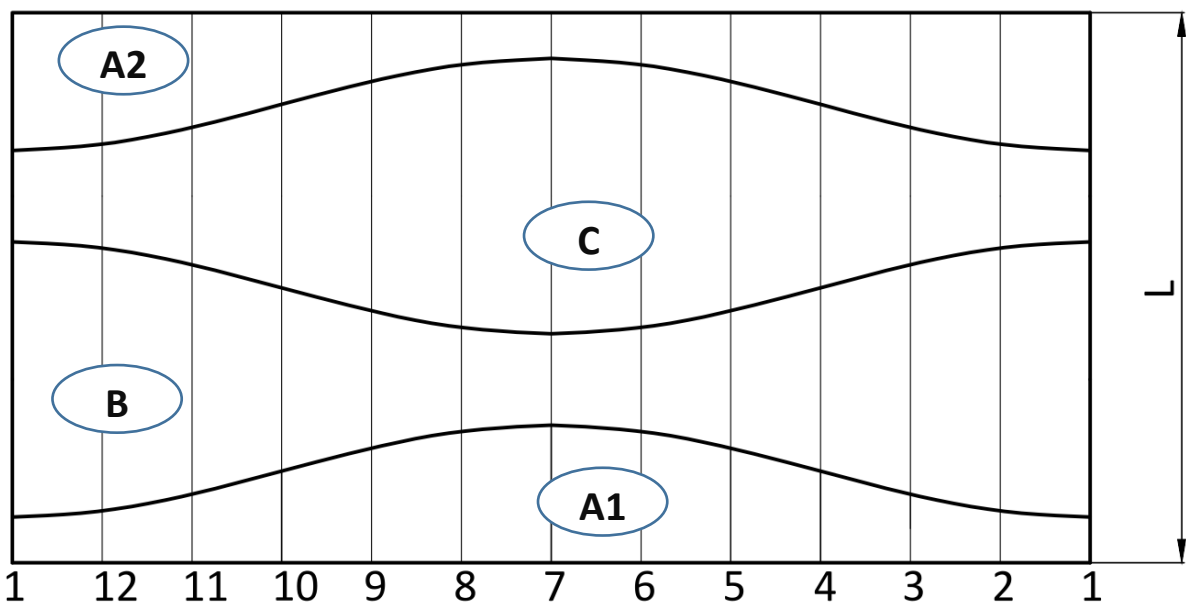
$$= 22,50 \text{ mm}$$

Q.11.e. Pour assurer une économie de la matière, on propose la mise en tôle représentée ci-dessous.

Déterminer la largeur L du rectangle capable des trois éléments. (On néglige le jeu de découpage)

$$L = G1 + 2G7 + 2G1 + G7$$

$$= 18,48 + 85,2 + 36,96 + 42,6 = 183,24 \text{ mm}$$



/1,50

Rectangle capable du développement du coude cylindrique (Rep 8b)

Partie C : Etude de réalisation

Partie C1 : Préparation, fabrication

Partie C1.1 : Réalisation de la calandre (Rep 1)

Q.12. Parmi les phases principales de la réalisation de la calandre, on distingue : le découpage, la mise en forme et l'assemblage.

Q.12.a. Sachant que le diamètre extérieur de la calandre (Rep 1) est 1020 mm, sa longueur est 2000 mm et son épaisseur est 10 mm. (On prend $\pi = 3,14$)

Calculer la longueur développée (Ld) de la base de la calandre.

/0,50

$$Ld = D_{\text{moy}} \times \pi$$

$$= 1010 \times 3,14 = 3171,4 \text{ mm}$$

DR 7

Q.12.b. Quel est le procédé approprié au découpage de la tôle de cette calandre (**Rep 1**) ? (entourer la bonne réponse)

* Oxycoupage

* Découpage plasma

/0,50

Q.12.c. On souhaite réaliser cette calandre à partir des tôles de **2000 x 1000 x 10** cintrées suivant leurs largeurs. Calculer la longueur totale des soudures **Ls** nécessaires pour former la calandre.

$$Ls = \dots \mathbf{2000 \times 4} \dots$$

$$= \mathbf{8000 \text{ mm}} \dots$$

/1,50

Q.12.d. La calandre est soudée par le procédé **TIG**. Indiquer le type et nom du gaz qui doit être utilisé dans ce cas.

* Type de gaz : **Inerte** * Nom du gaz : **Argon, Hélium**

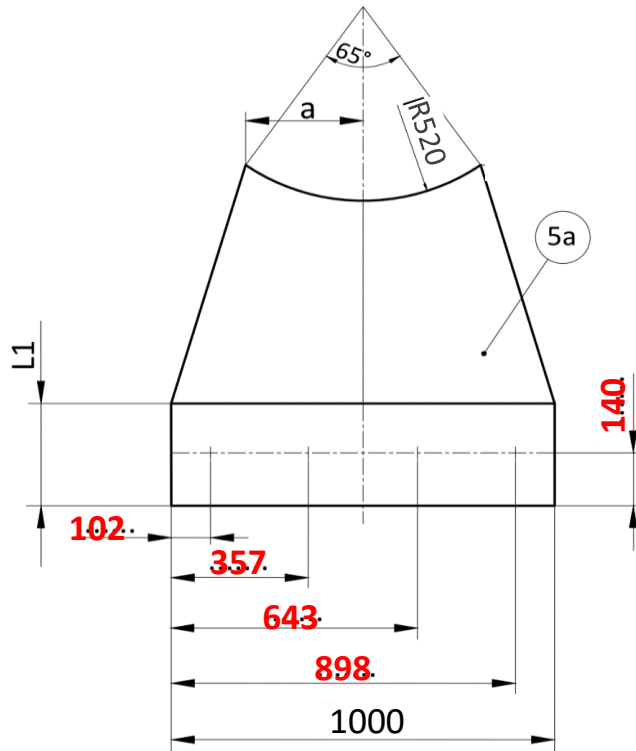
/0,50

Partie C1.2 : Réalisation du berceau (Rep 5)

Q.13. Sachant que la mise en forme de l'élément (**Rep 5a**) est faite par presse plieuse et en se basant sur l'abaque de pliage du **DT2** du plan du berceau du **DT5** et du développement de l'élément (**Rep 5a**) ci-dessous, répondre aux questions suivantes :

Q.13.a. Compléter les cinq cotes manquantes au développement de l'élément (**Rep 5a**) ci-dessous.

/1,25



Q.13.b. Calculer la cote **a**. (Représentée sur la figure ci-dessus)

/0,50

$$a = R \sin(65/2)$$

$$= 520 \times \sin(32,5^\circ)$$

$$= 279,39 \text{ mm}$$

Q.13.c. Déterminer les valeurs **Ri** et **ΔL** (Prendre pour la largeur du V $V=160$)

/1,00

Rayon intérieur Ri	... 26 ...
ΔL	... -32 ...

DR 8

Q.13.d. Calculer la longueur L1.

$$L1 = 300 - 32 / 2$$

$$= 284 \text{ mm}$$

/1,00

Q.13.e. Déterminer la force de pliage (en Tonne) nécessaire pour plier l'élément (Rep 5a) du berceau.

$$F = 95 \times 1$$

$$= 95 \text{ T}$$

/1,00

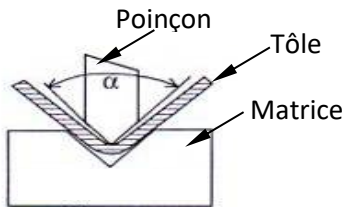
Q.13.f. Déterminer la longueur développée de la bande cintrée (Rep 5e). (On prend $\pi = 3,14$).

$$Ld = Dmoy \times \pi \times 120 / 360$$

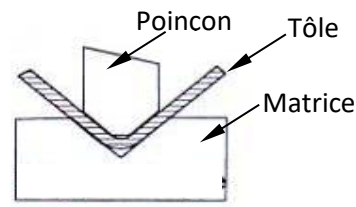
$$= (1020 + 10) \times 3,14 \times 120 / 360 = 1078,07 \text{ mm}$$

/2,00

Q.14. Nommer les deux types de pliage à la presse plieuse représentés ci-dessous.



Pliage en l'air



Pliage en frappe

/2,00

Partie C1.3 : Réalisation de la ligne de tuyauterie (Rep 8)

Q.15. En se basant sur le document technique DT2 et DT3, répondre aux questions suivantes :

Q.15.a. Compléter le tableau suivant par les valeurs de la bride (Rep 8e).

/2,50

Diamètre extérieur	200
Diamètre intérieur	90
Diamètre d'entraxe des trous	160
Diamètre des trous	18
Nombre des trous	8

Q.15.b. Déterminer la longueur des tronçons (Rep 8c) et (Rep 8d). (Prévoir un jeu de montage de 2 mm).

/3,00

- Longueur du tronçon (Rep 8c).

$$L8c = 440 - 2R - 4$$

$$= 440 - 228 - 4 = 208 \text{ mm}$$

- Longueur du tronçon (Rep 8d).

$$L8d = 286 - R - 7 - 2$$

$$= 286 - 114 - 7 - 2 = 163 \text{ mm}$$

Q.15.c. Quel est le diamètre extérieur du tube DN 80 ?

$$D_{ext} = 88,9 \text{ mm} = 3 \text{ pouce.}$$


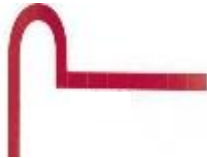


/1,50

DR 9

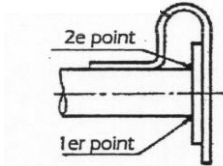
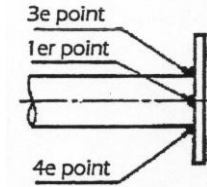
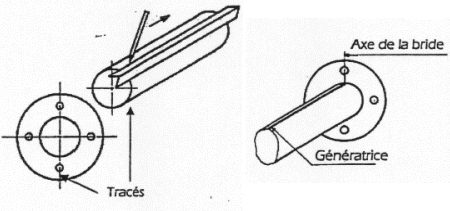
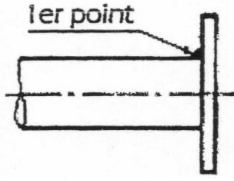
Q.15.d. La désignation de la bride (Rep 8e) est DN 80-PN 6. Que signifie DN et PN? (Cocher la bonne réponse) /1,00

DN	Diamètre Neutre	<input type="checkbox"/>
	Distance Nominale	<input type="checkbox"/>
	Diamètre Nominal	<input checked="" type="checkbox"/>
PN	Pas Nominal	<input type="checkbox"/>
	Pression Nominale	<input checked="" type="checkbox"/>
	Perçage Naturel	<input type="checkbox"/>

Q.15.e. Nommer les instruments suivants et cocher celui qui est approprié pour le montage des brides. /1,25

			
Equerre à chapeau	Equerre à brides	Fil à plomb	Micromètre ou Palmer
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

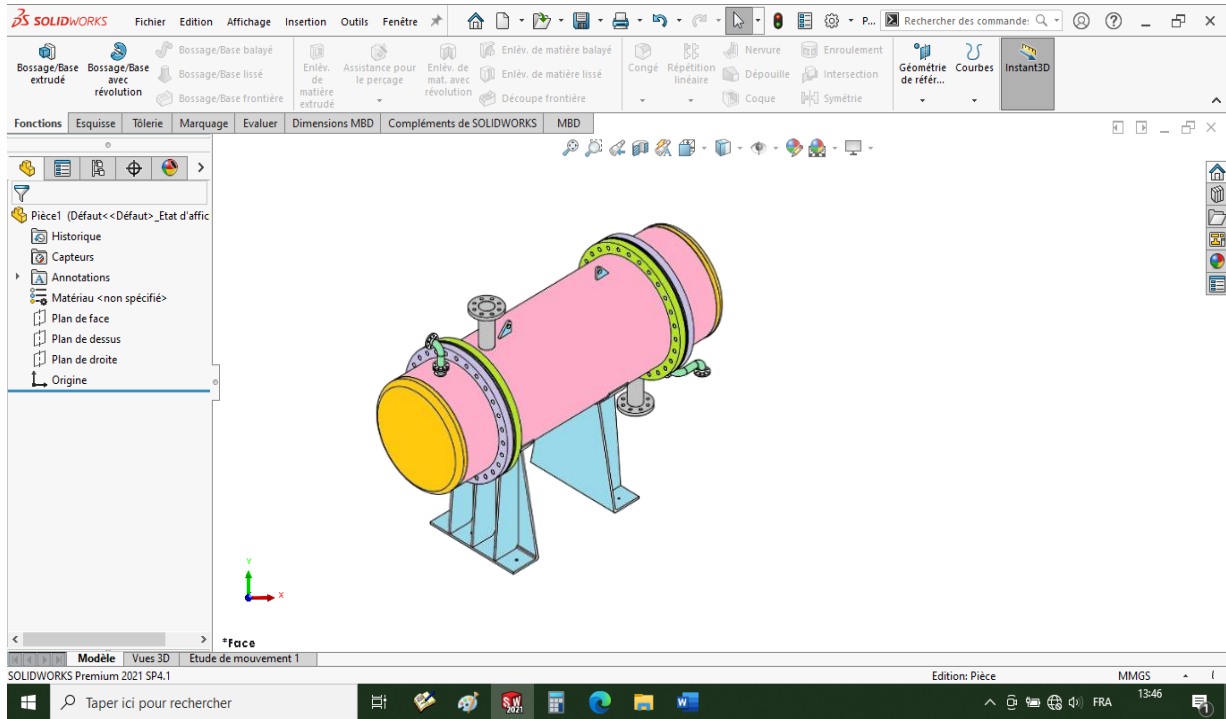
Q.15.f. Classifier par ordre chronologique les opérations de montage de la bride (Rep 8e) sur le tube (Rep 8d). /1,00

N°	Opération	Croquis
3	<ul style="list-style-type: none"> Retourner le tube d'un demi-tour, contrôler l'équerrage et pointer. 	
4	<ul style="list-style-type: none"> Tourner à nouveau le tube d'un quart de tour, contrôler l'équerrage et pointer. Renouveler l'opération pour le dernier point. 	
1	<ul style="list-style-type: none"> Tracer une génératrice sur le tube et un axe sur la bride. 	
2	<ul style="list-style-type: none"> Placer la bride sur le tube en faisant coïncider l'axe de la bride avec la génératrice du tube et pointer. 	

DR 11

Partie C3 : DAO

Q.17. Nommer le logiciel correspondant à l'interface suivante.




/1,00

Nom : **SolidWorks**

Q.18. Sur Autocad, classer de 1 à 5 les étapes de traçage d'un hexagone inscrit dans un cercle de diamètre 200 mm.

/2,50

- 3 Spécifier le centre du polygone
- 2 Entrez le nombre de cotés
- 1 Cliquez sur la commande 
- 5 Spécifiez le rayon du cercle
- 4 Entrez une option (Inscrit dans un cercle – Circonscrit autour d'un cercle)

Q.19. Sur Autocad, quels sont les éléments qui ne peuvent pas être décomposés ? (Cocher les bonnes réponses).

/0,50

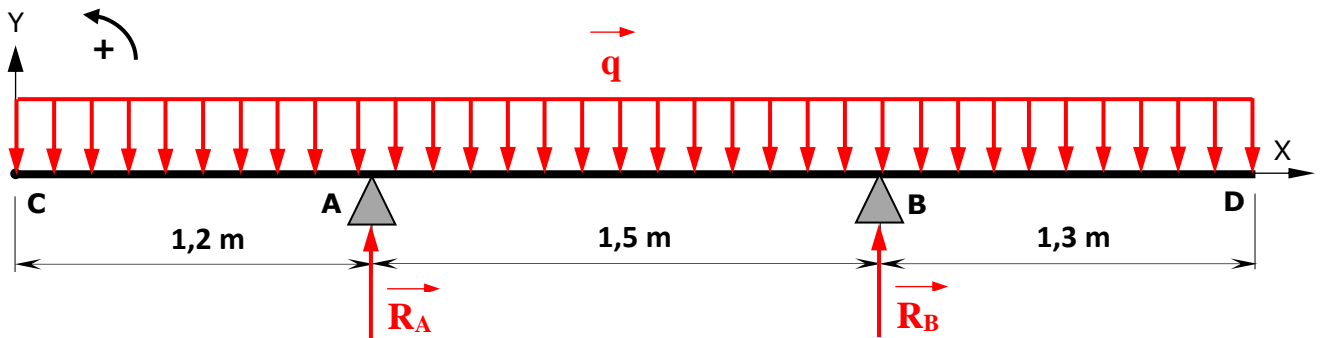
- Cercle
- Pentagone
- Ligne
- Rectangle

DR 12

Partie D : Etude de comportement (RDM)

Pour dimensionner les éléments des berceaux, nous allons étudier l'équilibre de l'échangeur. L'ensemble est représenté par une poutre **CD** sur deux appuis **A** et **B**, et soumise à une charge répartie « **q** », sur toute sa longueur, selon le schéma ci-dessous :

On prend : **q = 4500 daN/m**



Q.20. Calcul des forces :

Q.20.a. Calculer la force totale « **Q** », en daN, équivalente à la charge répartie tout au long de la poutre : /1,00

$Q = \dots \mathbf{q \times L} = \mathbf{4500 \times 4} = \mathbf{18000 \text{ daN}}$

Q.20.b. Si « **E** » désigne le point d'application de cette force « **Q** », calculer la distance CE en mètre : /0,50

$CE = \dots \mathbf{CD / 2} = \dots \mathbf{4 \text{ m} / 2} = \mathbf{2 \text{ m}}$

Q.20.c. à l'aide du principe fondamental de la statique, Calculer les réactions aux appuis **RA** et **RB** en daN :

➤ **Somme de Forces :** /1,00

$\dots \mathbf{R_A + R_B - 18000} = \mathbf{0}$

$\dots \mathbf{R_A + R_B = 18000}$

$\dots \mathbf{R_A = 18000 - R_B} \quad \mathbf{(1)}$

➤ **Somme de Moments :** /1,50

Calcul au point A :

$\dots \mathbf{R_B \times 1,5 - 18000 \times 0,8} = \mathbf{0}$

$\dots \mathbf{R_B = (18000 \times 0,8) / 1,5}$

$\dots \mathbf{R_B = 9600 \text{ daN}}$

$\dots \mathbf{De (1) : R_A = 18000 - 9600 = 8400 \text{ daN}}$

➤ $R_A = \mathbf{8400 \text{ daN}}$; $R_B = \mathbf{9600 \text{ daN}}$ 0,50

DR 13

Q.21. Dimensionnement des éléments :

Données pour le calcul :

- L'effort normal de **compression** maximal sur les berceaux est : $N_c = 10000 \text{ daN}$
- La contrainte limite à la compression du métal est : $R_{pc} = 20 \text{ daN/mm}^2$
- Les équations des moments fléchissant dans les zones s'écrivent comme suit :

$$\text{Zone CA: } 0 \leq x \leq 1,2 \text{ m}$$

$$M_{fz}(x) = 2250 \cdot x^2$$

$$\text{Zone AB: } 1,2 \text{ m} \leq x \leq 2,7 \text{ m}$$

$$M_{fz}(x) = 2250 \cdot x^2 - 8400 \cdot x + 10080$$

$$\text{Zone BD: } 2,7 \text{ m} \leq x \leq 4 \text{ m}$$

$$M_{fz}(x) = 2250 \cdot x^2 - 18000 \cdot x + 36000$$

Q.21.a. Calculer la valeur du moment fléchissant maximal $M_{f_{max}}$ sachant qu'il se trouve au niveau de l'appui au point B. /1,50

$$\dots\dots\dots M_{f_{max}} = M_B = 2250 \cdot 2,7^2 - 8400 \cdot 2,7 + 10080 = 3802,5 \text{ daN.m} \dots\dots$$

$$\text{Ou bien:} \dots\dots\dots M_{f_{max}} = M_B = 2250 \cdot 2,7^2 - 18000 \cdot 2,7 + 36000 = 3802,5 \text{ daN.m}$$

Q.21.b. Calculer la section minimale en compression $S_{c_{min}}$:

$$\dots\dots\dots N_c / S_c \leq R_{pc} \dots\dots\dots \text{donc:} \dots\dots\dots S_c \geq N_c / R_{pc} = 10000 / 20 = 500 \dots\dots$$

$$\dots\dots\dots S_{c_{min}} = 500 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots$$

Q.21.c. Déduire la section minimale (débit) de la tôle du berceau : *cocher la bonne réponse*

15 x 30

15 x 40

15 x 50

15 x 100

/0,50