



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE N° 3: TRAVAIL DU TUBE CUIVRE

SECTEUR : FROID ET GENIE THERMIQUE

**SPECIALITE : TECHNICIEN SPECIALISE EN GENIE
CLIMATIQUE**

NIVEAU :

MAI 2005



ISTA.ma
Un portail au service
de la formation professionnelle

Le Portail <http://www.ista.ma>

Que vous soyez étudiants, stagiaires, professionnels de terrain, formateurs, ou que vous soyez tout simplement intéressé(e) par les questions relatives aux formations professionnelles, aux métiers, <http://www.ista.ma> vous propose un contenu mis à jour en permanence et richement illustré avec un suivi quotidien de l'actualité, et une variété de ressources documentaires, de supports de formation, et de documents en ligne (supports de cours, mémoires, exposés, rapports de stage ...) .

Le site propose aussi une multitude de conseils et des renseignements très utiles sur tout ce qui concerne la recherche d'un emploi ou d'un stage : offres d'emploi, offres de stage, comment rédiger sa lettre de motivation, comment faire son CV, comment se préparer à l'entretien d'embauche, etc.

Les forums <http://forum.ista.ma> sont mis à votre disposition, pour faire part de vos expériences, réagir à l'actualité, poser des questionnements, susciter des réponses. N'hésitez pas à interagir avec tout ceci et à apporter votre pierre à l'édifice.

Notre Concept

Le portail <http://www.ista.ma> est basé sur un concept de gratuité intégrale du contenu & un modèle collaboratif qui favorise la culture d'échange et le sens du partage entre les membres de la communauté ista.

Notre Mission

Diffusion du savoir & capitalisation des expériences.

Notre Devise

Partageons notre savoir

Notre Ambition

Devenir la plate-forme leader dans le domaine de la Formation Professionnelle.

Notre Défi

Convaincre de plus en plus de personnes pour rejoindre notre communauté et accepter de partager leur savoir avec les autres membres.

Web Project Manager

- Badr FERRASSI : <http://www.ferrassi.com>

- contactez : admin@ista.ma

REMERCIEMENT

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce module (Travail du Tube Cuivre).

Pour la supervision :

- **.M : GHRAIRI RACHID** : **Directeur de CDC - GE / FGT.**
- **M: BOUJNANE MOHAMED:** **Chef de pole Froid et Génie thermique** .

Pour l'élaboration :

M. KAMA IDRISSE **ITA INARA** **DRGC**

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

MR. SAID SLAOUI
DRIF

Présentation du module :

Le travail de tube cuivre et soudo –brasage est le troisième module du programme de la filière TSGC.

Ce module comporte toutes les opérations nécessaires pour travailler le tube cuivre frigorifique.

Ce module est composé de trois chapitres. Le premier chapitre vise le cintrage de tube cuivre, le second vise l'évasement et le dudgeonne de tube cuivre alors que le troisième chapitre vise le brasage de tube cuivre frigorifique.

La durée allouée à ce module est 74h répartie comme suit : 19% de théorie et 75% de pratique. Les 6% restante est consacrée à l'évaluation de fin de module.

SOMMAIRE

<i>Présentation du module</i>	<i>Pages</i>
<i>Résumé de théorie</i>	
<i>I-CINTRAGE DE TUBE CUIVRE FRIGORIFIQUE</i>	
<i>I-1- Le tube cuivre frigorifique.....</i>	<i>5</i>
<i>I.2 – La coupe de tube</i>	<i>8</i>
<i>I-3 – L'ébavurage.....</i>	<i>11</i>
<i>I-4 – Le ressort à cintrer.....</i>	<i>13</i>
<i>I-5 – La cintrreuse à levier</i>	<i>16</i>
<i>I-6- Calcul de développement.....</i>	<i>19</i>
<i>II – Evasement et dudgeonne de tube cuivre.....</i>	
<i>II-1-Evasement de tube cuivre.....</i>	<i>24</i>
<i>II-2- Le dudgeonne de tube cuivre.....</i>	<i>27</i>
<i>II-3- Les raccords frigorifiques à viser</i>	<i>32</i>
<i>III- Brasage de tube cuivre</i>	
<i>III-1- Le poste de soudure OA.....</i>	<i>36</i>
<i>III-2- Les brasures.....</i>	<i>41</i>
<i>III-3- Le brasage.....</i>	<i>43</i>
<i>III-4- Les raccords frigorifiques à braser.....</i>	<i>45</i>
<i>III-5- Le piquage.....</i>	<i>48</i>

Guide de travaux pratique

<i>TP 1- Cintrer le tube cuivre frigorifique</i>	
1-1- Identification de tube cuivre frigorifique.....	51
1-2- Utilisation du coupe tube.....	53
1-3- Utilisation du bavureur.....	54
1-4 – Utilisation du ressort à cintrer	55
1-5- Utilisation du pince à cintrer.....	57
1-6-1- Utilisation de la cintrreuse : Réalisation d'une crosse.....	59
1-6-2- Utilisation de la cintrreuse : Réalisation d'un piège à huile.....	61
1-7- Calcul de développement.....	63
<i>II.TP2- Evaser et dudgeonner le tube cuivre.....</i>	
II-1- Utilisation de la pince à évaser.....	69
II-2- Evasement de tube cuivre.....	71
II-3- Utilisation de la dudgeonnière.....	73
<i>lil Brasage de tube cuivre.....</i>	
III -1- Montage du poste de soudure OA.....	79.
III-2- Utilisation du poste de soudure OA.....	80.
III-3-1-Initiation au brasage.....	81
III-3-2- brasage de tube cuivre.....	82
III-4- Réalisation d'un corps de chasse.....	83
III-4- Utilisation des raccords à braser.....	87
III-4-Réalisation d'un collecteur de charge.....	89
□ <i>Evaluation de fin de module.....</i>	93

CHAPITRE 1 : CINTRAGE DU TUBE CUIVRE

Objectif N° 1 : Identifier les tubes cuivre frigorifiques.

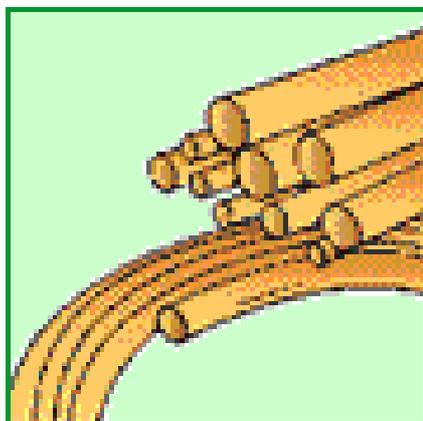
Description sommaire du contenu : Ce résumé de théorie comprend une généralité sur le Tube cuivre frigorifique.

Lieu de l'activité : Salle de cours.

Directives particulières :

I-1- LE TUBE CUIVRE QUALITE FRIGORIFIQUE :

I-1-1 – Présentation :



I-1-2- Conditionnement de tube cuivre :

Conditionnement du tube cuivre	Diamètre(pouce)	Epaisseur(mm)	Masse(Kg /M)
Tube recuit en coronne de 15,25m	1/4	1	0,15
	3/8	1	0,238
	1/2	1	0,328
	5/8	1	0,416
	3/4	1	0,505
	7/8	1	0,594

Tube écroui en barre de 4 m	3/4	1	0,505
	7/8	1	0,594
	1 1/8	1,24	0,950
	1 3/8	1,65	1,537
	1 5/8	1,83	2,020
	2 1/8	2,105	3,057
	2 5/8	2,41	4,326

I-1-3-Carctéristiques de tube cuivre qualité frigorifique

Les tuyauteries des installations frigorifiques commerciales sont réalisées en tube cuivre. Ces tubes sont en cuivre rouge électrolytique, c' est à dire pratiquement pur 99,9% de teneur en cuivre.

Ils sont de qualité étirée sans soudure et polis à l'intérieur pour faciliter la circulation des fluides.

Le tube cuivre commercialisé en qualité recuit et écroui.

Le tube cuivre recuit sous forme de couronne et peut se travailler facilement à la main.

Ces couronnes, d'environ 75cm de diamètre et 15m de longueur. Sont bouchées aux extrémité

Le tube écroui est livré en barres droites pour conserver sa rigidité.

Il est parfois nécessaire de recuire les barres de cuivre, de 4m de longueur, pour exécuter certains travaux

Ces barres sont bouchées à chaque extrémité.

I-1-4- dénomination

Le tube cuivre frigorifique est identifié par son diamètre extérieur OD(Outlet Diamètre).

Exprimé en pouce : 1pouce = 25,4 mm.

On trouve donc des tubes : $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, etc.....

Objectif N° 2 : *Identifier le coupe tube.*

Description sommaire du contenu : *ce résumé de théorie comprend une généralité sur
La coupe de tube et son utilisation .;*

Lieu de l'activité : *Salle de cours.*

Directives particulières :

I-2- La coupe de tube

I-2-1- Définition :

La coupe de tube s'effectuera à l'aide d'une coupe tube. Il ne faut jamais utiliser de scie à métaux pour couper le tube cuivre, car la coupe ne serait pas d'équerre et les bavures importantes. A l'aide du coupe Tube, on réalise une coupe d'équerre nécessaire pour les opérations de dudgeonne

I-2-2- Présentation du coupe tube :

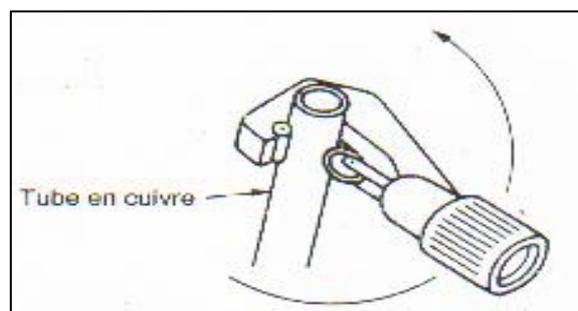


Coupe tube



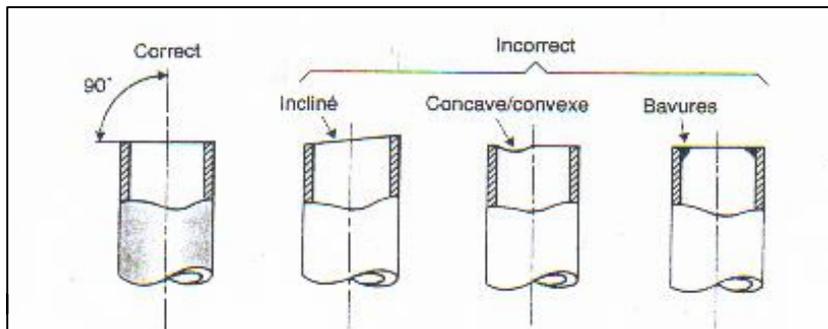
Mini-coupe tube

1-2-3 Utilisation :



Le tube est coupé à la dimension voulue à l'aide du coupe tube IL est recommandé d'utiliser un tube non bosselé et coudé. Il faut tracer un repère autour du tube en appuyant la lame du coupe tube contre la surface et en tournant lentement. Ensuite, le tube est soigneusement coupé en tournant la poignée de l'outil après chaque tour. La lame coupe le tube peu à peu. Si la poignée est tournée trop rapidement, la coupe sera de mauvaise qualité.

Exemples de tubes coupés



Objectif N° 3 : *Identifier l'ébavureur.*

Description sommaire du contenu : *ce résumé de théorie comprend une généralité sur L'ébavurage.*

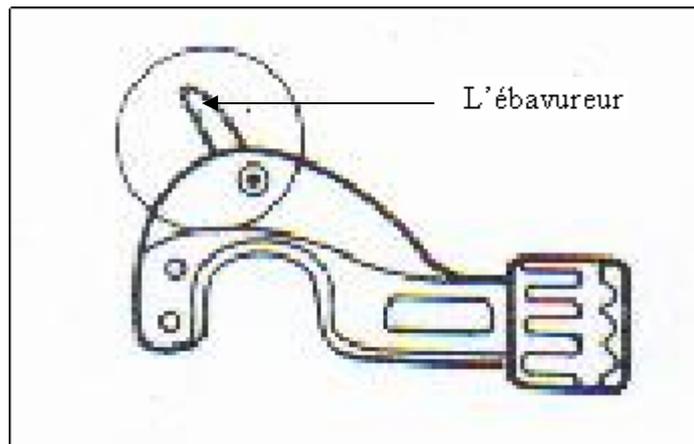
Lieu de l'activité : *Salle de cours.*

Directives particulières :

I-3- L'ébavurage

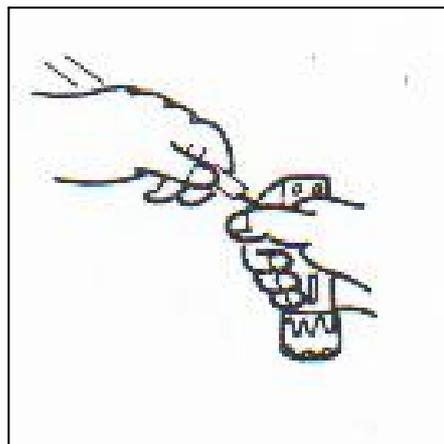
I-3-1-Définition :

*L'ébavurage consiste à retirer les bavures résultantes de la coupe du tube.
On doit ébavurer l'intérieur et l'extérieur du tube.
On réalise l'ébavurage avec un ébavureur .*



I-3-2- Sécurité :

Les bavures ne doivent pas pénétrer dans Le tube. Pour cela on placera toujours ébavurer sous le tube à ébavurer. Il est interdit de souffler dans le tube pour chasser les bavures.



Objectif N° 4

: Identifier le ressort à cintrer.

Description sommaire du contenu

*: Ce résumé de théorie comprend une généralité sur
Le ressort à cintrer , son utilisation ainsi que son
Dégagement.*

Lieu de l'activité

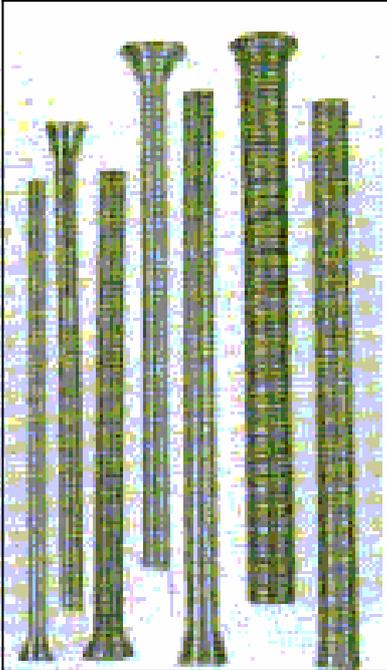
: Salle de cours.

Directives particulières

:

I-4- Ressort à cintrer :

I-4-1- Presentation:



I-4-2- rôle :

Permet de cintrer le tube cuivre à la main sans écrasement sensible.



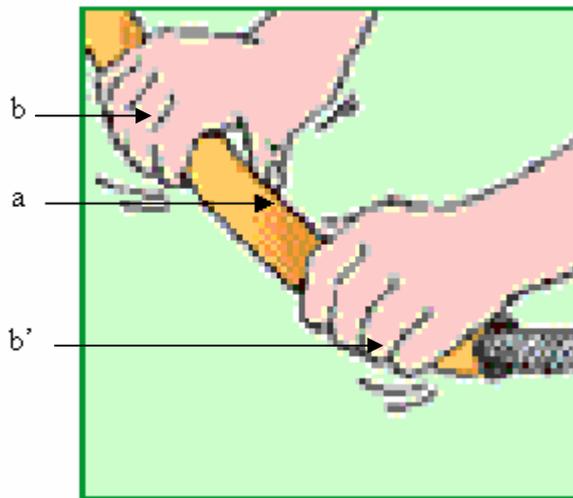
I-4-3- Utilisation :

Placer le ressort sur la partie à cintrer, le milieu sensiblement sur l'axe.

Prendre appui en a

Et faire pression en b et b' avec la main, cintrer progressivement sans à-coups.

Rayon minimum de cintrage : 3 fois le diamètre extérieur du tube à cintrer.



I-4-4- dégageement du ressort :

Cintrer le tube à angle légèrement plus aigu que l'angle désiré, puis ouvrir légèrement.

Faire tourner ensuite le ressort dans le sens inverse de son enroulement.

Objectif N° 5

: Identifier la cintrreuse à main.

Description sommaire du contenu

*: Ce résumé de théorie comprend une généralité
La cintrreuse à main ,son role ainsi que son
Utilisation.*

Lieu de l'activité

: Salle de cours.

Directives particulières

:

I-5-Cintreuse à levier :

I-5-1- Définition :

Le cintrage est une opération qui consiste à réaliser un changement de direction Du tube sans avoir à le couper et à ajouter une pièce supplémentaire. Pour cintrer Le tube, on utilise une cintreuse à levier.



I-5-2- Rôle :

-Chaque diamètre du tube nécessite un modèle permettant l'introduction du tube à n'importe quel point.

-Permet de cintrer des coudes réguliers et courts jusqu'à 180° sans effort.

Le tube n'est ni marqué, ni écorché, ni aplati.

-Des reprises sur le galet permettent de choisir l'angle Du coude désiré.



Diamètre extérieur du tube	_Rayon au centre du tube	
$\frac{1}{4}$	9/16	14
$\frac{3}{8}$	15/16	24
$\frac{1}{2}$	11/2	38
$\frac{5}{8}$	21/4	56
$\frac{3}{4}$	3	76
$\frac{7}{8}$	3	76

I-5-3 - utilisation :

- 1-Positionner le tube à cintrer comme indiqué sur la figure 1.
- 2-S'assurer que le tube est bien tenu par le guide.
- 3- Mettre la poignée mobile dans la position indiqué sur la figure.
- 4- Tirer sur la poignée dans la direction de la flèche jusqu'à l'angle désiré.



Remarques :

- Si l'origine de la mesure se trouve à gauche, positionner son extrémité sur La graduation L (Lef).
- Si l'origine de la mesure se trouve à droite, positionner son extrémité sur La graduation R (right)

Objectif N° 6 : Connaître la quantité de cuivre nécessaire pour réaliser un Tronçon de tuyauterie.

Description sommaire du contenu : Ce résumé de théorie la marche à suivre pour le Calcul d'un développement.

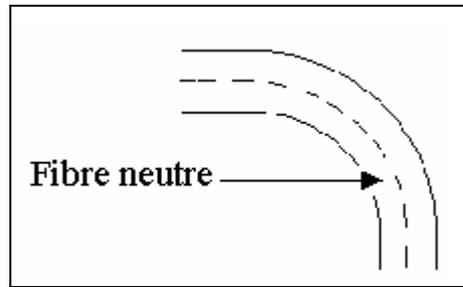
Lieu de l'activité : Salle de cours.

Directives particulières :

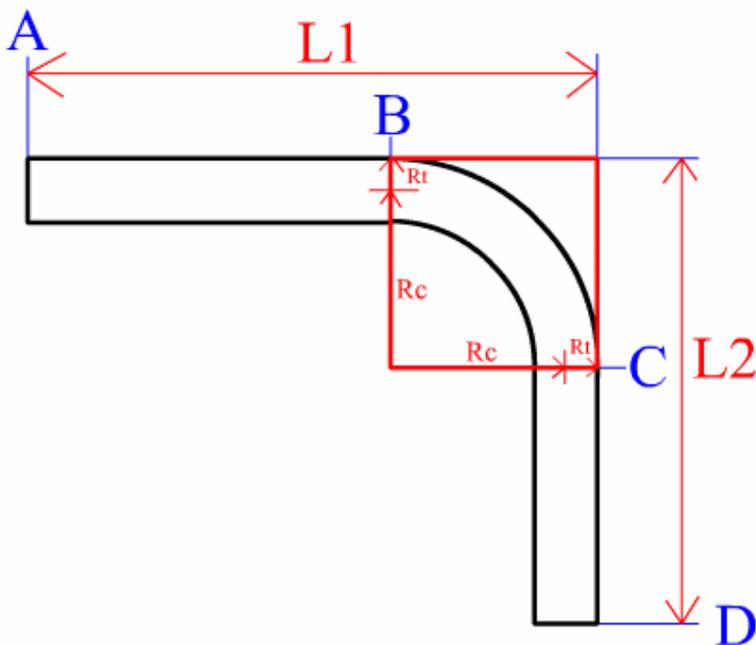
I-6- Calcul de développement :

I-6-1- Définition :

Le calcul d'un développement permet de connaître la quantité de cuivre Nécessaire pour réaliser une pièce en cuivre. Ce calcul se fait à partir de la Fibre neutre.



Exemple : Etude d'un cintrage à angle droit.



Soit une pièce de longueur L_1 et L_2 . Les cotes sont données à l'extérieur du tube. Cette pièce peut se décomposer en trois parties : deux longueurs AB et CD , et un cintrage BC .

Sur le schéma ci-dessous, R_c représente le rayon de cintrage (donné par la cintrreuse) et R_t le rayon du tube. Le but de l'exercice est de déterminer la longueur développée de cette

pièce pour savoir quelle longueur de cuivre il faut couper pour la réaliser.

Commençons par déterminer les longueurs droites AB et CD .

$$AB = L_1 - R_c - R_t .$$

$$CD = L_2 - R_c - R_t$$

Maintenant il faut déterminer la longueur nécessaire au cintrage...

La longueur développée totale sera donc égale à : $AB + BC + CD$.

I-6-2- Longueur d'un arc de cercle :

Pour calculer la longueur d'un arc de cercle il est nécessaire de connaître son rayon De Courbure (égale au rayon du cercle qui lui sert de support) et la mesure de l'angle au centre qui lui correspond.

Il y a proportionnalité entre cette mesure (α en degrés) et la longueur de l'arc (L en mm) comme il y a proportionnalité entre la plus grande mesure d'angle au centre (360°) et la plus grande longueur d'arc correspondant sur le cercle (cet arc est tout le cercle de longueur $2 \times \pi \times R$)

Angle au centre	Mesure de arc
α	L
360°	$2 \times \pi \times R$

En utilisant le " produit en croix " nous obtenons la formule ci-dessous

$$\alpha \times 2 \times \pi \times R = L \times 360^\circ$$

$$L = \frac{\alpha \times 2 \times \pi \times R}{360^\circ}$$

Exemple : si $\alpha = 60^\circ$ et $R = 50\text{mm}$; nous avons :

$$L = (60 \times \pi \times 50) / 360 \quad \longrightarrow \quad L = 52,33 \text{ mm}$$

I-6-3-Exercice d'application :

Reprenant l'exemple de cintrage avec les valeurs suivantes :

$$L1 = 100 \text{ mm.}$$

$$L2 = 110 \text{ mm.}$$

$$Rc = 25 \text{ mm.}$$

Le tube utilisé est 5/8".

AN :

$$\begin{aligned} AB &= L1 - Rc - Rt \\ &= 100 - 25 - 7,93 \\ &= 67,07 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= L2 - Rc - Rt \\ &= 110 - 25 - 7,93 \\ &= 77,07 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CD &= \frac{90 \times 2 \times \pi \times Rc}{360} = \frac{2 \times \pi \times Rc}{4} = \frac{\pi}{2} \times Rc = \frac{3.14}{2} \times 25 \\ &= 1,57 \times 25 \\ &= 39,25 \text{ mm.} \end{aligned}$$

$$\text{Donc : } L_{\text{TOT}} = AB + BC + CD = 67.07 + 77.07 + 39.25 =$$

***CHAPITRE II : EVASEMENT ET DUDGEONNE
DE TUBE CUIVRE***

Objectif N°1 : *Evasement du tube cuivre.*

Description sommaire du contenu : *Ce résumé de théorie comprend une
Une généralité sur L'évasement du tube
Cuivre.*

Lieu de l'activité : *Salle de cours.*

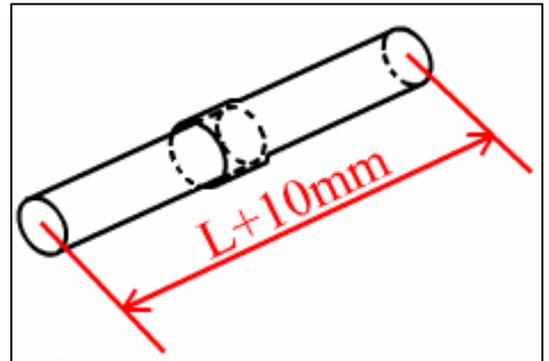
Directives particulières

II-1- L'évasement :

II-1-1- Définition :

L'évasement consiste à porter le diamètre intérieur d'un tube à celui de son diamètre extérieur sur une longueur de 10 mm, on peut donc ensuite emboîter les tubes qui avaient la même section. cette opération va donc consommer une longueur Droite égale à 10 mm.

Pour réaliser la pièce ci-contre
On a utilisé une longueur développée
Totale de $L + 10$ mm. les 10 mm
Correspondent à la pénétration du
Cuivre dans l'emboîture.



Exemple :

Pour réaliser une pièce droite de 200 mm qui comporte un évasement, on doit Couper une longueur droite de $200 + 10 = 210$ mm.

II-1-2- Pince à évaser :

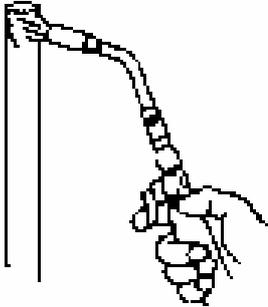
Pour réaliser un évasement on utilise une pince à évaser.



PINCE A EVASER ET LES TETES POUR LES
DIFFERNTS DIAMETRESDE TUYAUTRIE.

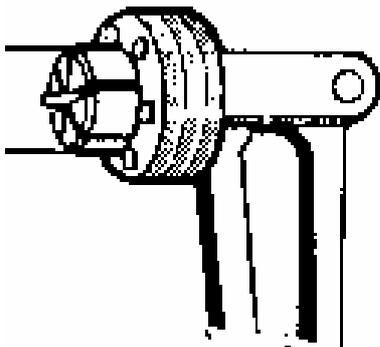
II-1-3 Utilisation :

1.



*Utiliser tube recuit ou
Chauffer l'endroit à
Travailler.*

3.



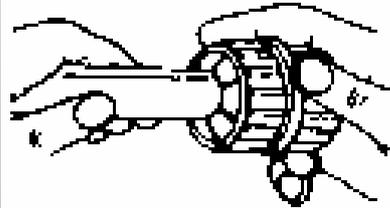
Elargir jusqu'à la butée

5.



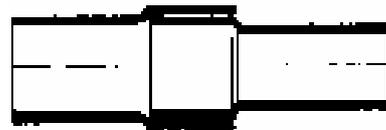
*Des tubes déformés peuvent
être calibré*

2.



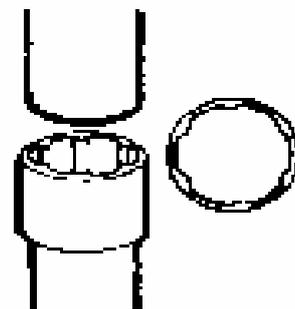
*Ebavurer l'intérieur et
l'extérieur du tube*

4.



Conçue également pour des tubes

6.



*Six cannelures garantissent une
bonne capillarité*

Objectif N° 2

: Identifier la dudgeonnière .

Description sommaire du contenu

: Ce résumé de théorie comprend une Généralité sur l'utilisation de La Dudgeonnière.

Lieu de l'activité

: Salle de cours.

Directives particulières

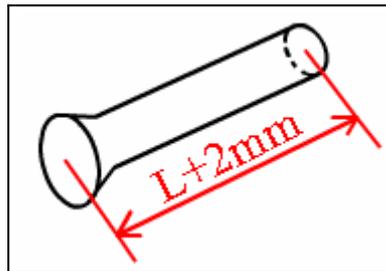
:

II-1- Le dudgeonnage :

II-2-1 - Définition :

Le dudgeonnage du cuivre consiste à utiliser une petite longueur droite pour réaliser une partie conique sur laquelle on pourra adapter un écrou raccord pour assurer l'étanchéité sur les éléments à viser. La quantité de cuivre à utiliser sera égale à 2 mm.

Pour réaliser la pièce ci-contre, on a donc utilisé une longueur développée égale à la longueur L de la pièce + 2 mm pour le dudgeon.



EXMPLE :

Pour réaliser une pièce droite de 200 mm qui comporte un dudgeon à chaque extrémité, on doit couper Une Longueur droite qui correspond à $200 \text{ mm} + 2 \times 2 = 204 \text{ mm}$.

II-2-2- La dudgeonnière

A - Description :

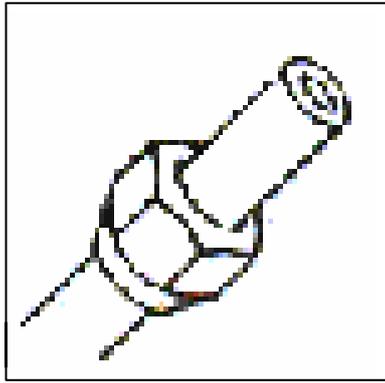
Pour réaliser un dudgeon on utilise une dudgeonnière.

B - Utilisation :

Le tube ayant été coupé et ébavuré, le dudgeon peut être réalisé.

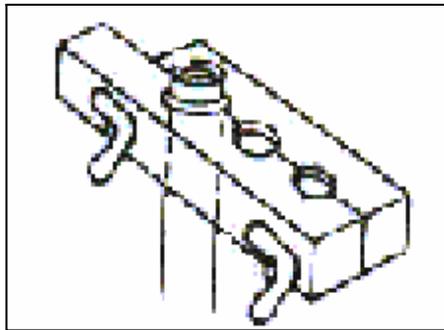
Avant d'utiliser la dudgeonnière il ne faut pas oublier d'installer l'écrou dans le tube (figure 1). Il ne pourra être monté une fois le dudgeon effectué.

Figure 1



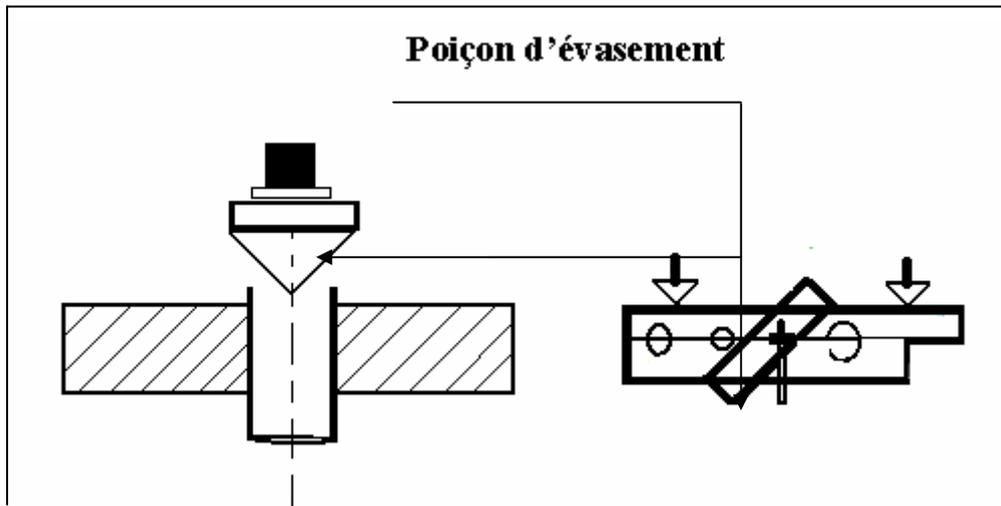
Puis serrer le tube dans les mors(La figure 2) indique la hauteur de dépassement du tube dans les mors.

Figure 2



Aligner le mandrin de l'étrier (figure 3) avec l'axe du tube et positionner L'étrier sur les mors.

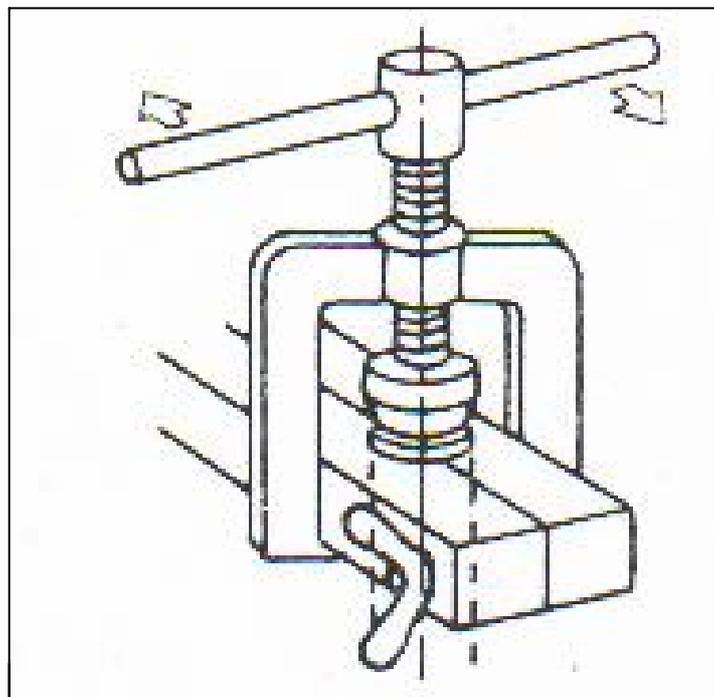
Figure 3



Position de l'étrier sur les mors.

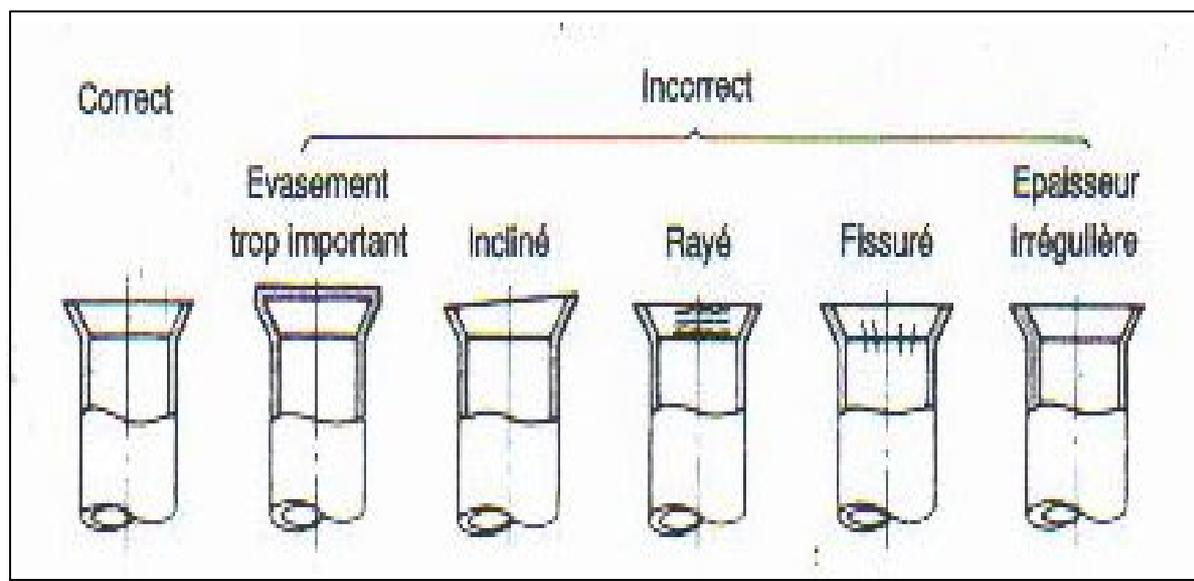
Tourner la poignée de l'étrier (figure 4) pour dudgeonner le tube.

Figure 4



Un dudgeon terminé a une surface intérieure propre et douce, il Est d'épaisseur Uniforme. Il faut alors vérifier que le dudgeon épouse la surface du Raccord Conique à viser. Si le dudgeon est trop grand, l'écrou ne pourra pas être Vissé S'il est trop petit une fuite se produira(La figure 5) montre quelques exemples de dudgeons mal réalisés

figure 5



Objectif N° 3

*: Reconnaître les raccords frigorifiques
A viser.*

*Description sommaire du contenu : Ce résumé de théorie comprend une
Généralité sur les raccords frigorifiques
A viser, leurs différents types ainsi que
Leur désignation*

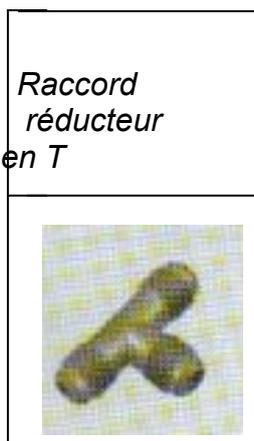
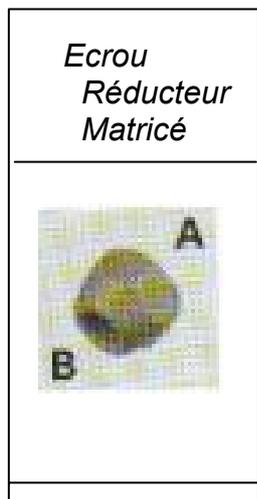
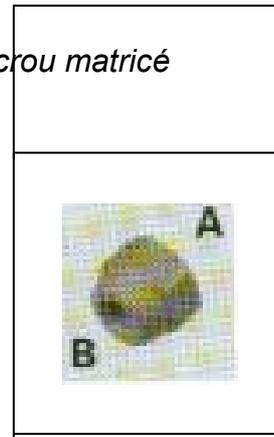
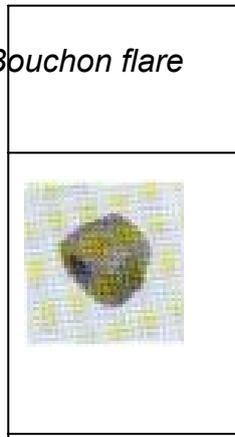
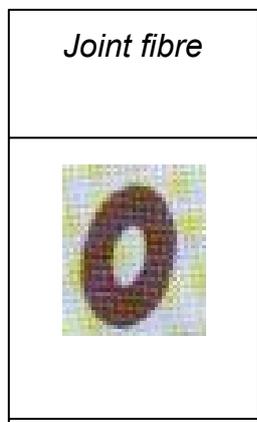
Lieu de l'activité

: Salle de cours.

*Directives particulières : Faire montrer au stagiaire les différents types des
Raccords frigorifiques à viser (coude, Té, bouchon.)*

II-3-Raccords frigorifiques à viser.

II-3-1- Présentation :



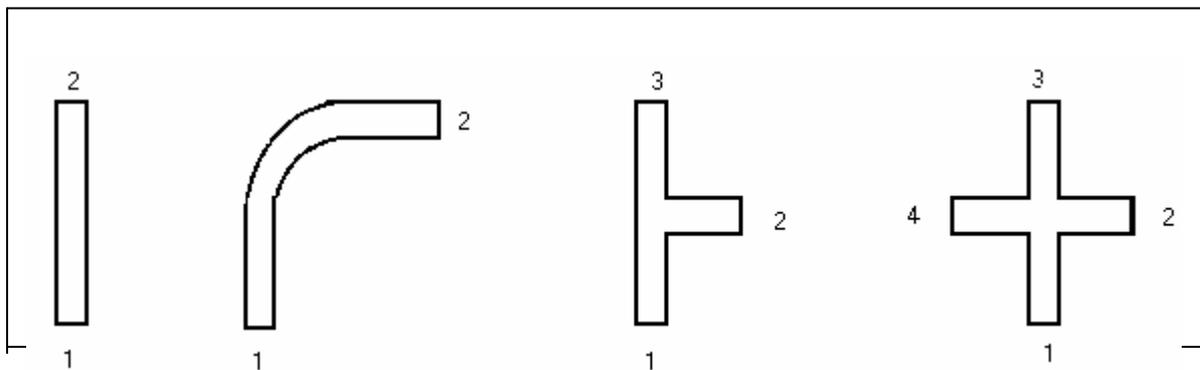
III-3-2- Désignation :

Marche à suivre pour la désignation d'un raccord :

- a) *désigner le type du raccord (Ex : Ecrou , Té , Coude).*
- b) *Désigner le diamètre nominal des différents tubulures en suivant l'ordre Indiqué par les schémas ci-dessous.*

Désigner la nature du filetage, soit : Mâle ou femelle.

Dans le cas de filetage conique ou taraudage conique, faire suivre De la lettre C.



Remarque :

Lors de la connexion il est recommandé d'huiler légèrement Les surfaces coniques en contact avec une huile de compresseur frigorifique. Après avoir vissé l'écrou à la main, le serrage doit être terminé avec l'aide de deux clefs.

BRASAGE DE TUBE CUIVRE

Objectif visé : *Utilisation du poste de soudure OA .*

Description sommaire du contenu : *Ce résumé de théorie comprend une Généralité sur Le poste de soudure OA , Sa description ainsi que son Utilisation.*

Lieu de l'activité : *Salle de cours .*

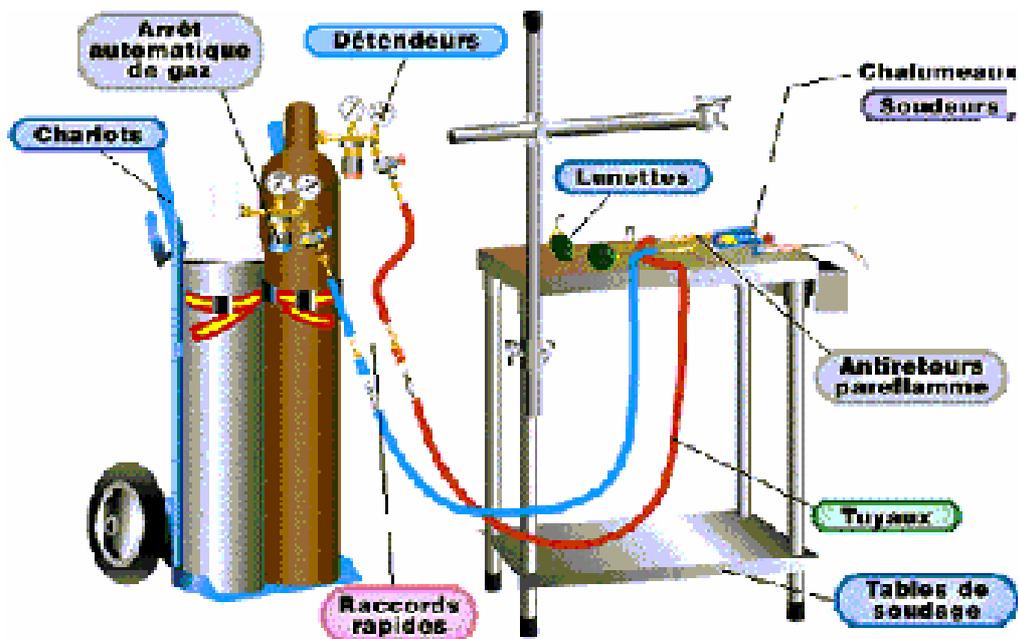
Directives particulières :

III-1- Le poste de soudure OA .

III-1-1- Constitution :

Le poste de soudure OA est équipé :

- D'une bouteille d'oxygène .
- D'une bouteille d' acétylène .
- mano-détendeurs
- D'un chalumeau .
- Clapet(s) anti-retour .
- Raccords .
- Buses .
- Tuyaux .



III-1-2-Conditionnement des gaz :

- oxygène (O₂) : gaz comburant .
pureté : 99,99 %
pression de remplissage : 196 bars .
couleur conventionnelle : blanc .

- Acétylène (C₂H₂) : gaz carburant .
pureté : 99,5% .
pression de remplissage : 15 bars .
couleur conventionnelle : havane .

Afin de pouvoir être comprimé , l'acétylène est dissous dans de l'acétone imprégnant une matière spongieuse contenue dans la bouteille .

III-1-3 Sécurité :

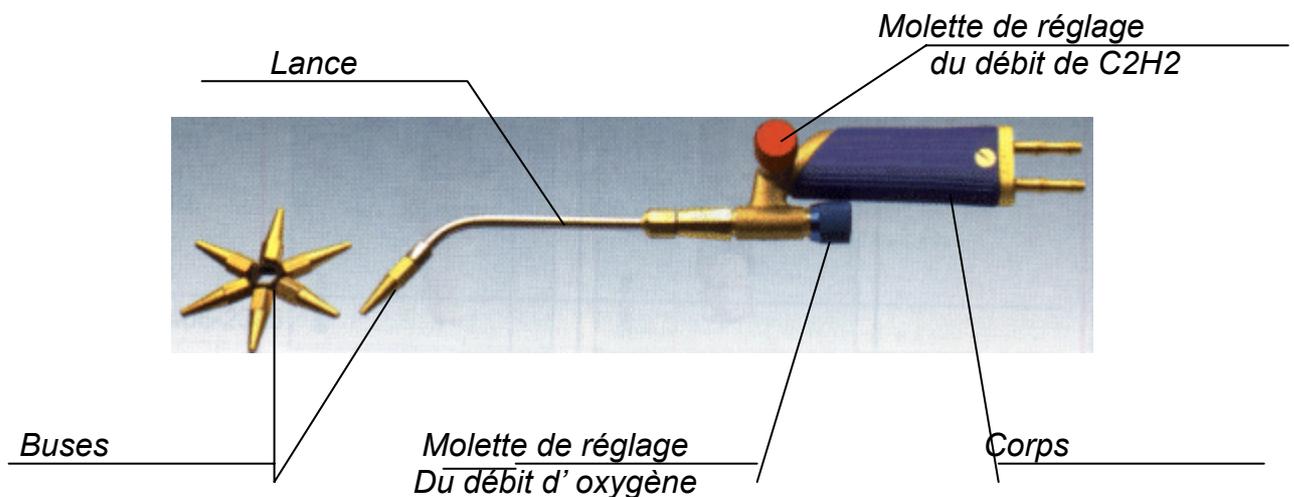
- Ne jamais graisser les parties mécaniques en contact avec l'oxygène (risque d'explosion) .
-Ne jamais monter en série des bouteilles de pression différente, ou des Des bouteilles partiellement vides avec des bouteilles pleines .
- Ne jamais coucher les bouteilles d'acétylène .
- Ne jamais vider complètement les bouteilles .

III-1-4-Réglage des manodétendeurs :

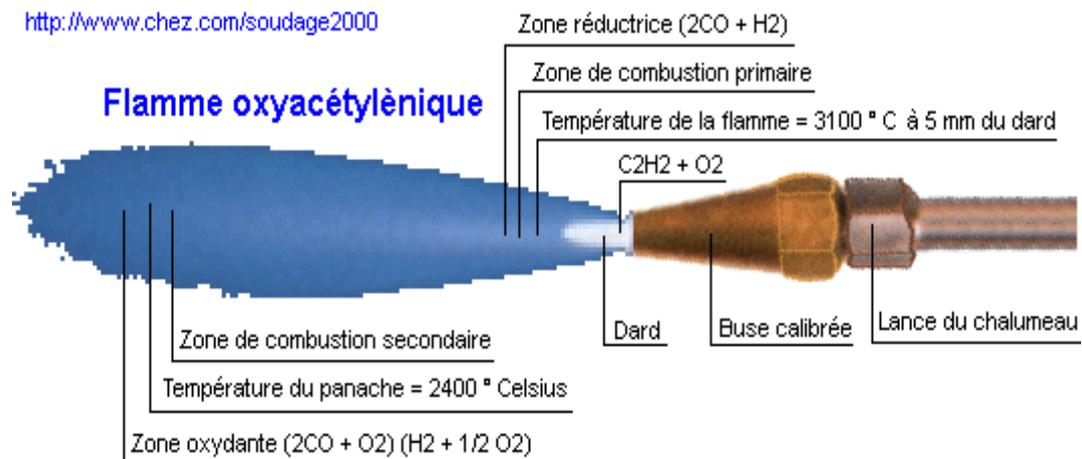
Réglage de la pression délivrée au chalumeau :

- oxygène : 1 à 1,5 bar .
- acétylène : 0,3 à 0,5

III-1-5- Chalumeau :



III-1-6-Flamme oxyacétylénique :



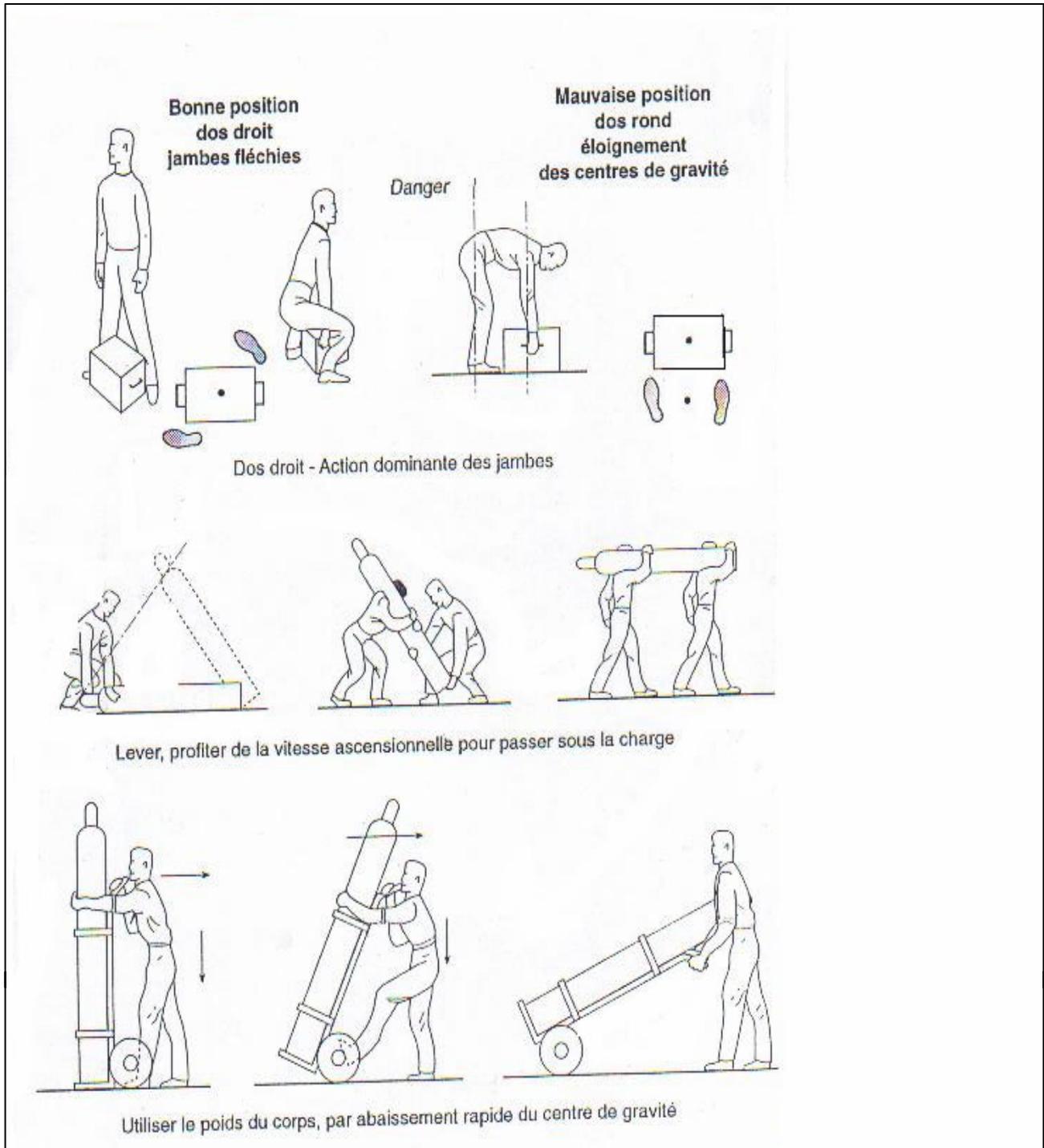
Description de la flamme oxyacétylénique :

Le dard : c'est un cône très brillant à la périphérie duquel a lieu la combustion primaire du mélange acétylène – oxygène dans une proportion théorique d'un volume d'acétylène pour un volume d'oxygène .

La zone réductrice : C'est dans cette zone essentiellement réductrice que doit être maintenu le bain de fusion .

Le panache : Afin que la combustion soit complète il faut 2,5 Volume d'oxygène par volume d'acétylène : le complément d'oxygène est pris à l'air

MANUTENTION :



Objectif visé :

*Reconnaître les différents types des
Brasures utilisées dans l'industrie
Frigorifique.*

*Description sommaire du contenu : Ce résumé théorique présente les différents
Types de brasures , leur composition ainsi
Que leur utilisation.*

Lieu de l'activité

: Salle de cours .

Directives particulières

III-2-Les brasures :

Le tableau ci-contre présente différents types de brasures fabriqués par la société Castolin ; ils sont montrés à titre d'exemple.

Type	composition	utilisation	décapant	Température De liaison
1803	Cu-Ph 7% - Ag15%	Cuivreux	Sans	650°C
800	Cu -Ph 7% -Ag 2%	Cuivreux	Sans	650° C
1802 1802 F	Cu – Ag 45%	Ferreux- Cuivreux	Sans	560°C
1020 F	Cu – Ag 56%	Ferreux- Cuivreux Particulièrement L'inox	Sans	560°C
1827	Cu –Zu – Ag - Cd	Aluminium- cuivre Pour le froid ménager	Sans	270°C

Objectif visé : *Brasage de tube cuivre .*

Description sommaire du contenu : *Ce résumé de théorie comprend une Généralité sur Le brasage de tube cuivre.*

Lieu de l'activité : *Salle de cours .*

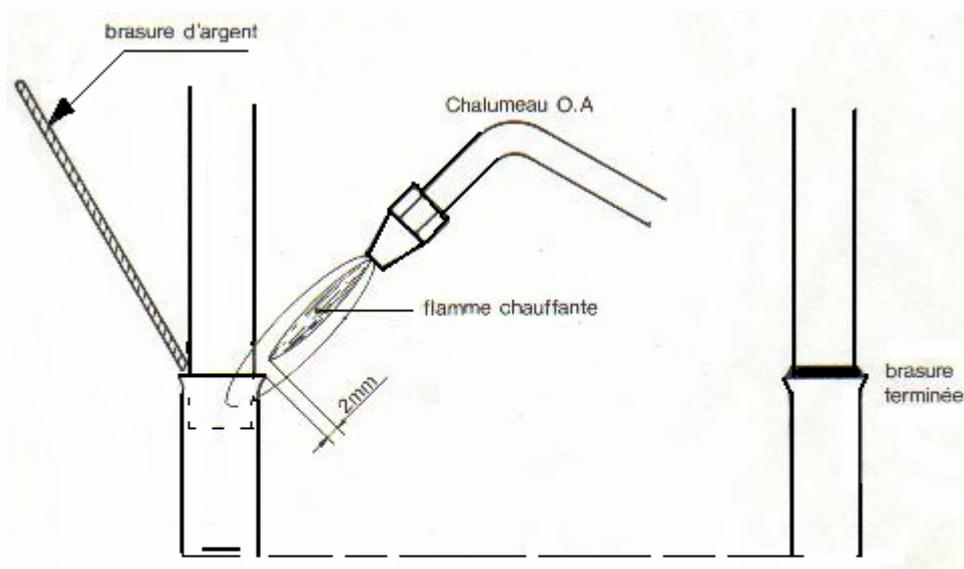
Directives particulières

III-3-Le brasage :

III-3-1- Définition :

Le brasage est une technique d'assemblage au cours de laquelle la liaison est réalisée par un métal dont la température de fusion est inférieure à celle des Métaux à assembler .

III-3-2- Méthode de brasage :



Blanchir les bords, arrondir les arêtes. Enduire s'il y a lieu les surfaces à assembler de décapant. Chauffer localement jusqu'à fusion du décapant. Poser la pointe de la baguette sur le joint, fondre Une goutte et la tirer le long du joint par un Mouvement continu de la flamme. Chalumeau Incliné de 25° à 45° , dard de 1 à 2 cm.

Objectif visé : *Reconnaître les différents types des Raccords frigorifiques à braser.*

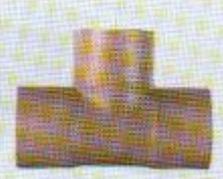
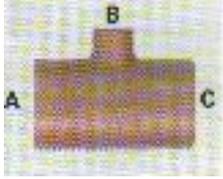
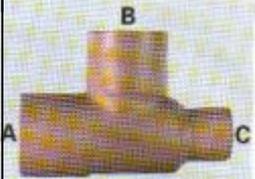
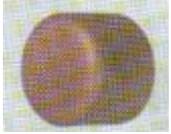
Description sommaire du contenu : *Ce résumé théorique présente les différents Types des raccords frigorifiques, leur Désignation ainsi que des conseils à Suivre pendant leur brasage.*

Lieu de l'activité : *Salle de cours.*

Directives particulières

III-4- Raccords à braser :

III-4-1- Présentation

<i>Manchon Egal FF</i>	<i>Manchon Egal FF</i>	<i>Manchon Egal FF</i>
		
<i>Té FFF</i>	<i>Té réducteur FFF</i>	<i>Té réducteur FFF</i>
		
<i>Bouchon</i>		<i>Coude 90° MF</i>
		

Coude 90° FF



Coude 45° FF



Crosse 180° FF



Piège à huile FF



III-4-2 Remarques :

- *Utiliser les brasures tendres à l'argent (θ de liaison = 600°C).*
- *Veiller à la propreté des jais, au préchauffage du tube et au chauffage Régulier du raccord et à l'utilisation du flux correspondant à la brasure.*
- *Pour assurer une bonne pénétration de la brasure par capillarité, dans L'espace annulaire qui ne doit pas excéder 0,2 mm , la longueur de la Partie soudante doit être légèrement inférieur au diamètre du raccord.*

Objectif visé : *Reconnaître les différents moyens de Piquage de tube cuivre.*

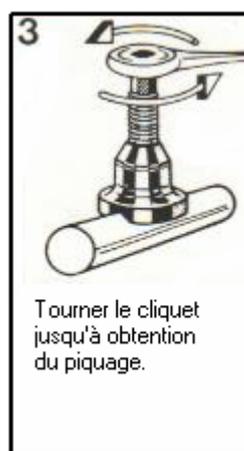
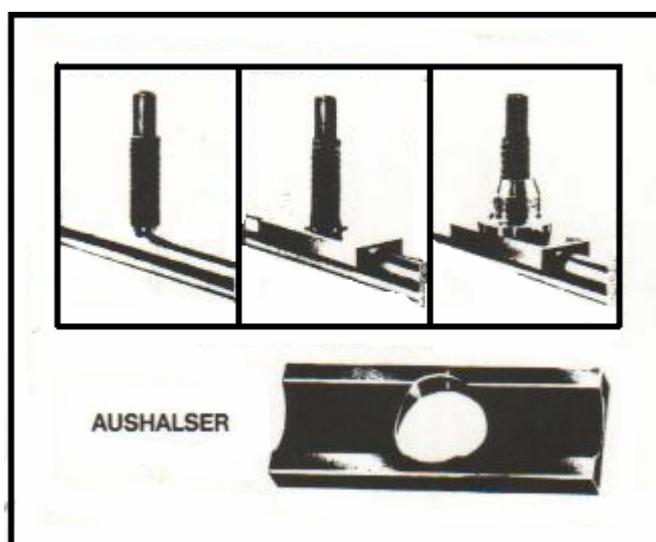
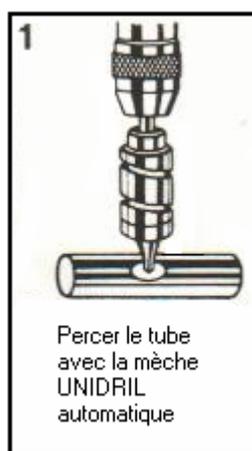
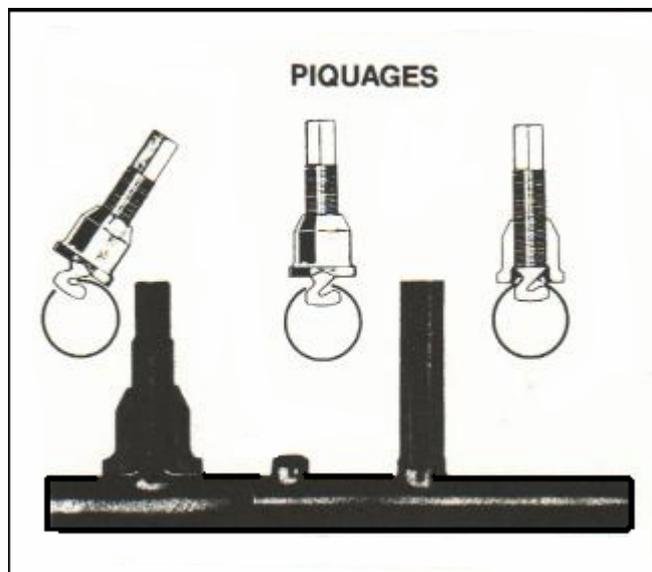
Description sommaire du contenu : *Ce résumé théorique comprend une Généralité sur les piquages des tubes cuivre.*

Lieu de l'activité : *Salle de cours.*

Directives particulières

III-5- Le piquage :

Les exemples d'application se rapportent au tube cuivre .
Sur cuivre doux, utiliser le support AUSHALSER



Guide de travaux pratiques

Module N°3 : travail de tube cuivre et soudo- brasage

TP I-1 : Identification de tube cuivre frigorifique.

Objectif visé : Reconnaître le tube cuivre frigorifique.

Durée : 2 heures

Equipement et matière l'œuvre : par stagiaire.

a) Outillage :

- Coupe tube.
- Double mètre.

b- Matière d'œuvre :

- Chute de cuivre récupéré des anciens montages.

Description du TP I-1 :

Remettre au stagiaire des petites longueurs des tubes cuivre
Recuit $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{5}{8}$ numérotés successivement 1, 2, 3, 4 et des
Petites longueurs des tubes cuivre écroui $\frac{3}{8}$ $\frac{1}{2}$ numérotés
Successivement 5, 6 et lui demander de remplir le tableau ci-contre

Déroulement du TP I-1 :

Le TP I-1 se déroulera après le lancement du résumé théorique
Concernant le tube cuivre frigorifique et la coupe tube.

Remplir le tableau ci-dessous :

Numéro du tube	Type de cuivre	Diamètre en pouces	Diamètre mesuré En mm	Diamètre calculé En mm
1				
2				
3				
4				
5				
6				

TP I-2 : Utilisation du coupe tube .

Objectif visé : Couper le tube cuivre.

Durée : 2 heures

Equipement et matière l'œuvre : par stagiaire.

a- Outillage :

- Coupe tube.
- Double mètre.

b- Matière d'œuvre :

- Tubes cuivre.

Description du TP I-2 :

- Le stagiaire doit couper des petites longueurs de 50 mm de différents diamètres de tubes de cuivre.

Déroulement du TP I-2 :

Le TP I-2 se déroulera après le lancement du résumé théorique Concernant le tube cuivre frigorifique et la coupe tube.

TP I-3 : Utilisation du bavureur.

Objectif visé : ébavuer le tube cuivre.

Durée : 1 heures

Equipement et matière l'œuvre : par stagiaire.

a- Outillage :

- Coupe tube.
- Double mètre.

b- Matière d'œuvre :

- Tubes cuivre

Description du TP I-3 :

- Le stagiaire doit ébavurer des petites longueurs de 50 mm de différents diamètres de tubes de cuivre.

Déroulement du TP I-3:

Le TP I-3 se déroulera après le lancement du résumé théorique Concernant l'ébavurage.

TP I-4 : Utilisation du ressort à cintrer.

Objectif visé : cintrer le tube cuivre à l'aide d'un ressort à cintrer.

Durée : 2 heures

Equipement et matière d'œuvre : par stagiaire.

a) Outillage :

- Coupe tube.
- Ressort à cintrer 3/8.
- Double mètre.

b) Matière l'a œuvre :

- 700 mm de tube cuivre recuit 1/2.

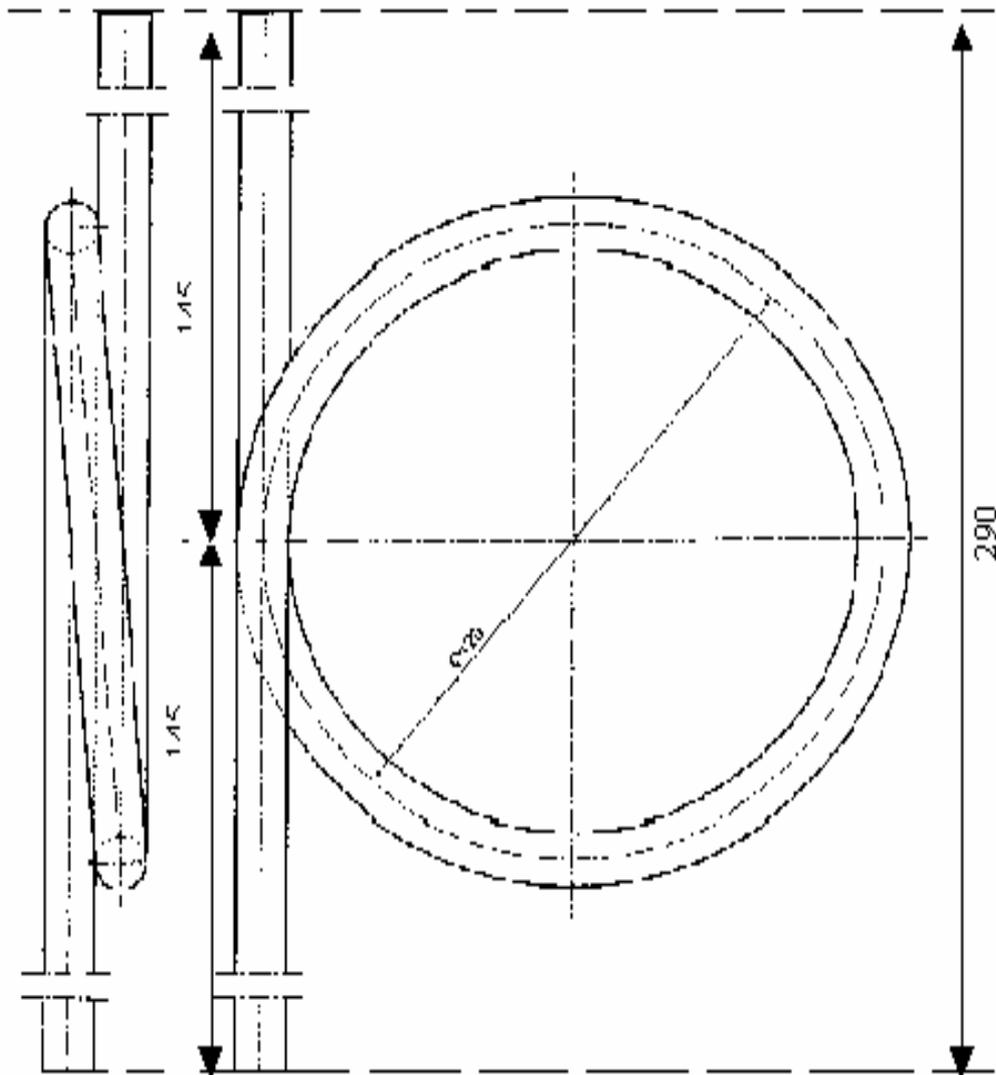
Description du TPI-4 :

Le stagiaire doit couper une longueur droite égale à 700 mm de tube cuivre recuit 1/2, et à l'aide d'un ressort à cintrer, réaliser la spire (Voir dessin).

Déroulement du TPI-4 :

Le TPI-4 se déroulera après le lancement du résumé théorique Concernant le ressort à cintrer.

Réaliser la spire ci-dessous :



TP I-5 :Utilisation de la pince à cintrer.

Objectif visé : Cintrer le tube cuivre recuit à l'aide d'une pince à cintrer.

Durée : 2 heures

Équipement et matière d'œuvre : Par stagiaire .

a) Outillage :

- Pince à cintrer.
- Double mètre .
- Coupe tube .

b) Matière d'œuvre :

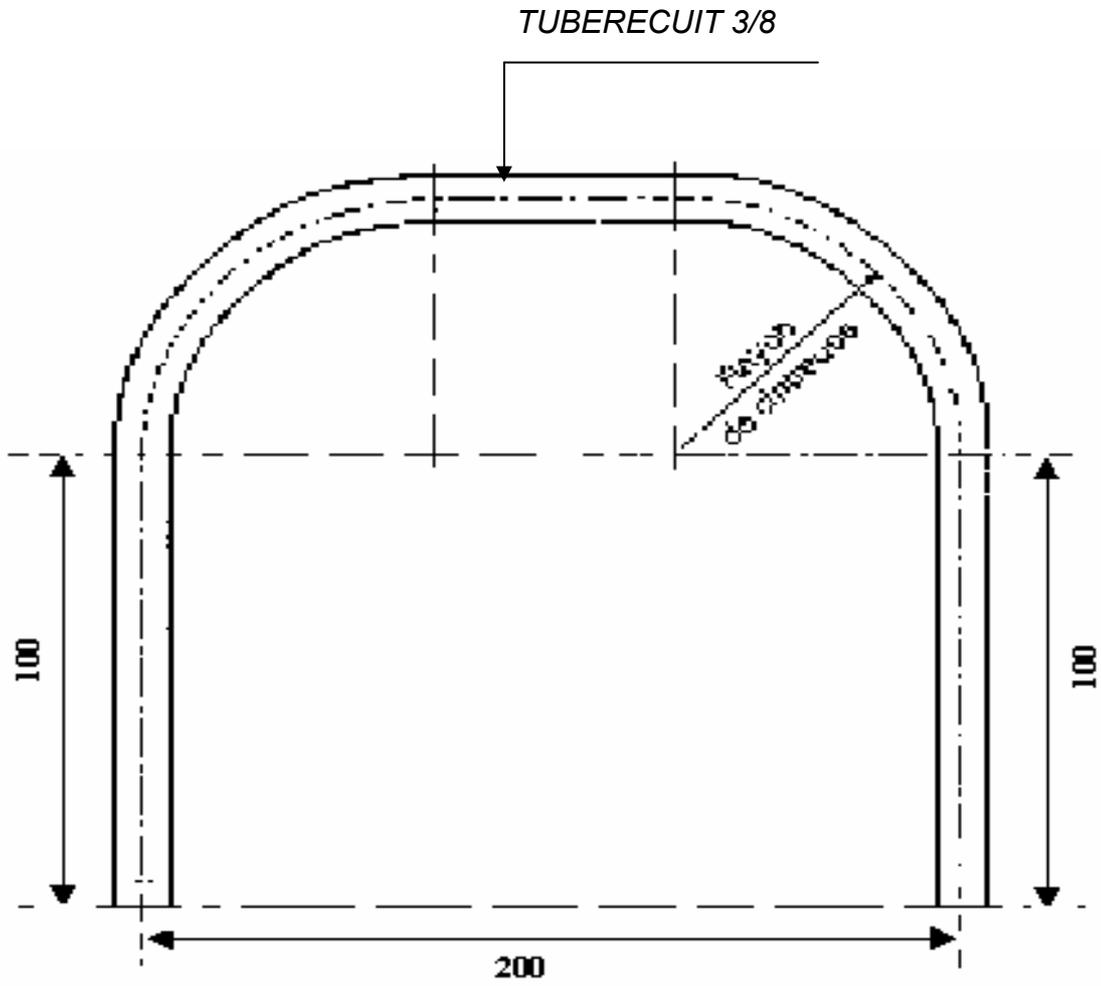
- 400 mm de tube cuivre recuit 3/8 .

Description du TPI-5 :

Le stagiaire doit couper une longueur de tube cuivre Recuit 3/8 , ensuite réaliser un cintrage à 90° à l'aide d'une pince à Cintrer (voir dessin).

Déroulement du TPI-5 :

Le TPI-5 se déroulera après le lancement du résumé théorique concernant la cintrreuse à main.



TP I-6 : Utilisation d'une cintrreuse à main.

Objectif visé : Réalisation d'une crosse.

Durée : 2 heures

Equipement et matières d'œuvre : Par stagiaire.

a)Outillage :

- Cintrreuse à main 3/8.
- Double mètre.
- Coupe tube.

b)Matières d'œuvre :

- 450 mm de tube cuivre recuit 3/8.

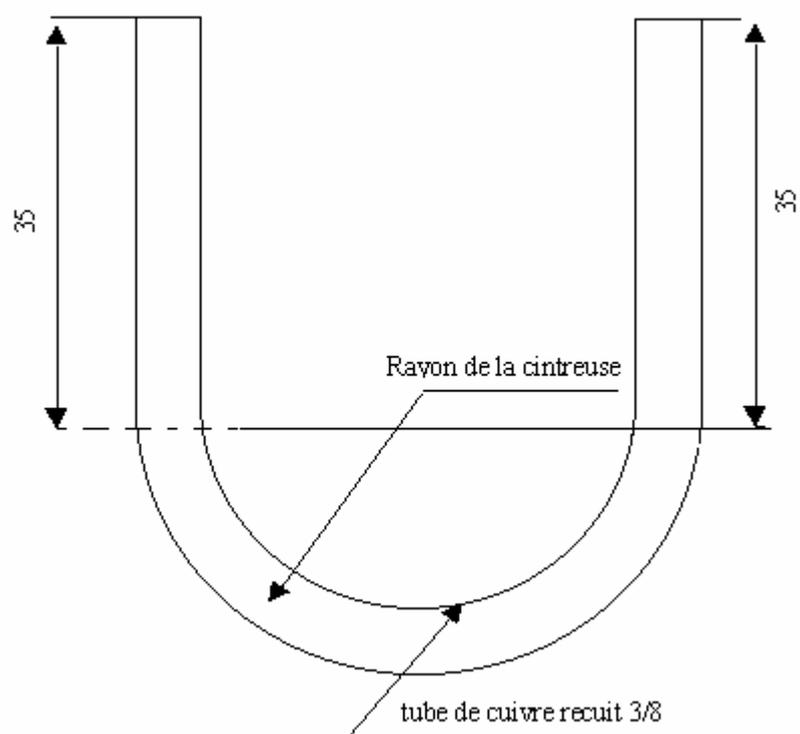
Description du TPI-6 :

Le stagiaire doit couper trois longueurs de tube cuivre de 150 mm et réaliser trois crosses (voir dessin) les pièces réaliser seront utilisées au TP

Déroulement du TP I-6 :

Le TPI-6 se déroulera après le lancement du résumé théorique de la cintrreuse à main

Réalisation des crosses



TP I-6-2 :Utilisation de la cintreuse à main.

Objectif visé : Réalisation d'un piège à huile(siphon)

Durée : 2 heures

Equipement et matière d'œuvre : Par stagiaire .

a)Outillage :

- Cintreuse à levier 3/8 .
- Double mètre .
- Coupe tube .

b)Matière d'œuvre :

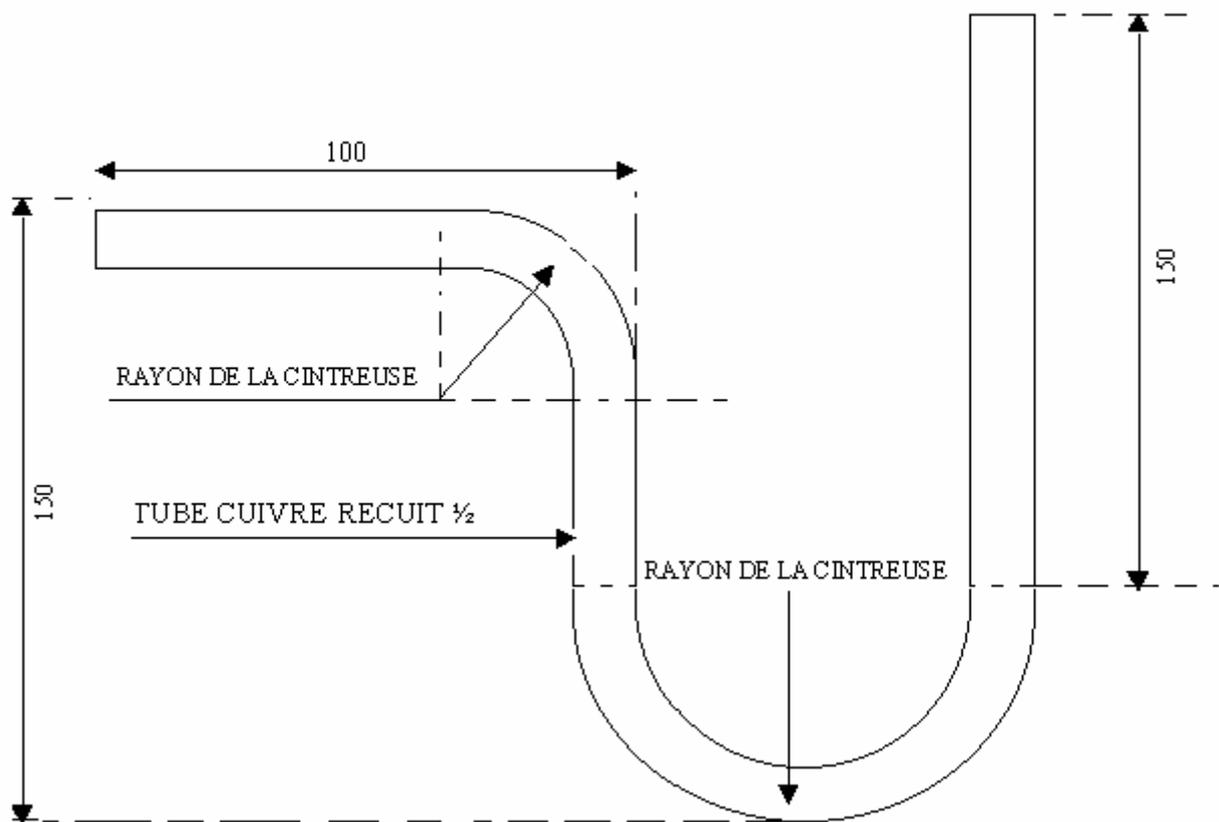
- 500 mm de tube cuivre recuit 1/2

Description du TPI-6-2 :

Le stagiaire doit couper 500 mm de tube cuivre recuit 1/2
Et réaliser un piège d'huile en respectant les dimensions
Indiquées. Ce piège à huile sera utilisé au module N°7.

Déroulement du TP I-6-2 :

Le TPI-6-2 se déroulera après le lancement du résumé
Théorique de la cintreuse à main.



TP I-7 :Calcul de développement

Objectif visé : *Connaître la quantité de tube cuivre nécessaire
A la réalisation d'une pièce en cuivre.*

Durée : 4 heures

Equipement et matière d'œuvre : *Par stagiaire .*

a)Outillage :

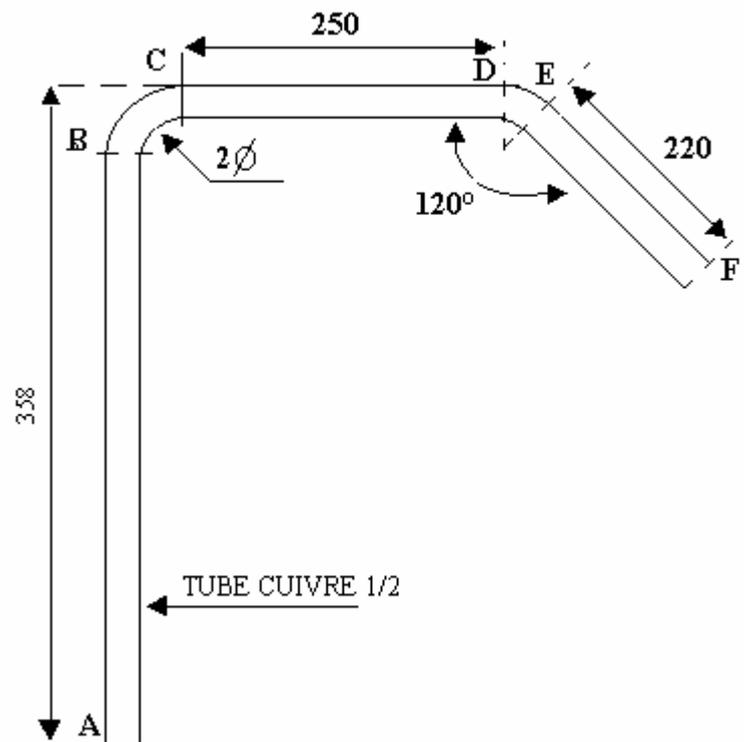
b) Matière d'œuvre :

Description du TPI-7 : *le TPI-7 est lancer sans forme des travaux dirigés.
Après le lancement des exercices, laisser au stagiaire un temps
De réflexion puis trouver avec lui la solution.*

Déroulement du TPI-7:

*Le TPI-7 se déroulera après le lancement de résumé théorique
Concernant le calcul de développement.*

Exercice 1 : Calculer le développement de la pièce ci-dessous :



Réponse :

On décompose en parties rectilignes et parties courbés

$$AB = AC - CB = 358 - (2\phi + 1\phi) \quad \phi =$$

$$\phi = 12.7 \text{ mm}$$

$$AB = 358 - (3 \times 12.7) = 319.9 \text{ mm}$$

$$BC = \frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$$

Rayon de la fibre neutre :

$$R = 2\phi + 1/2\phi = 2 \times 12.7 + 1/2 \times 12.7 = 31.75 \text{ mm.}$$

$$BC = \frac{3.14 \times 31.75}{2} = 49.84 \text{ mm.}$$

$$CD = BD - BC = 250 - 3 \times \varnothing = 211.9 \text{ mm.}$$

DE : l'angle indiqué est de 120° , mais l'angle intérieur est égale à l'angle plat moins les 120°

Soit $180 - 120 = 60^\circ$ et 60° correspond à $\frac{2\pi}{6}$.

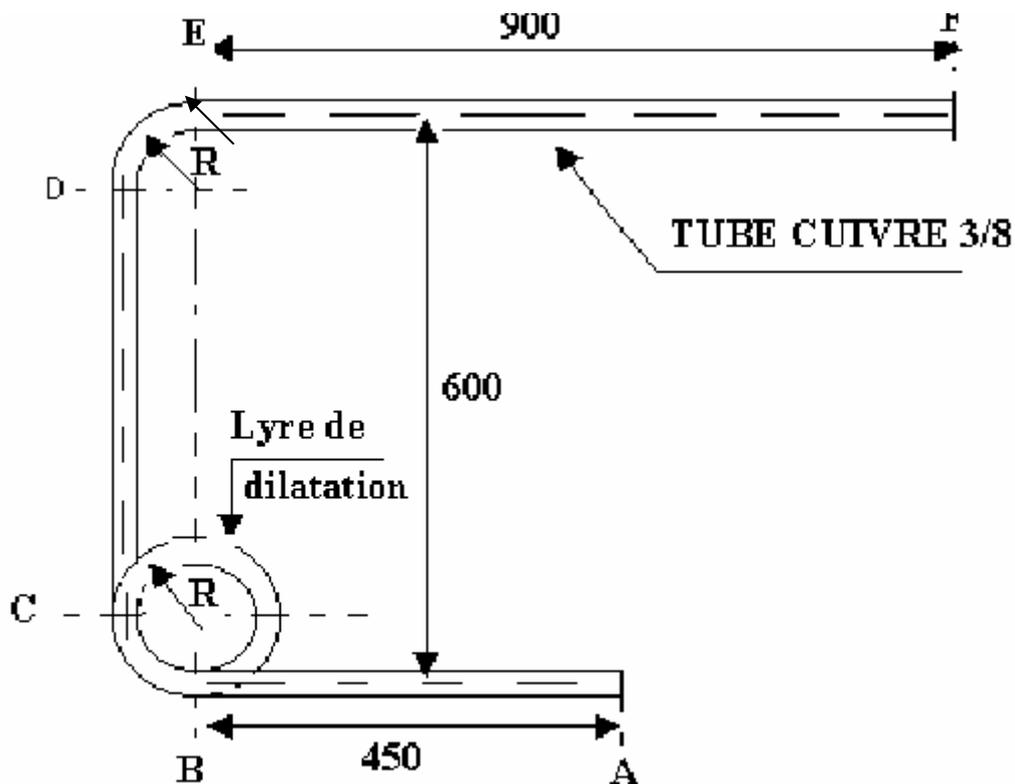
$$\text{Donc } DE = \frac{2\pi}{6} \times R = \frac{\pi}{3} \times 31.75 = 33.23 \text{ mm.}$$

$$EF = 220 \text{ mm.}$$

$$\text{Longueur totale } AF = AB + BC + CD + DF + EF = 319.9 + 49.84 + 211.9 + 33.23 + 220 = 834.87 \text{ mm.}$$

Exercice 2 :

Calculer la longueur de tube cuivre nécessaire pour réaliser
La tuyauterie suivante (avec $R = 60\text{mm}$)



REPONSE :

$$AB = 450 \text{ mm.}$$

$$BC = 2 \pi R + \frac{\pi}{2} \times R = 2 \times 3.14 \times 60 + \frac{3.14}{2} \times 60 = 565.2 + 94.2 = 659.4 \text{ mm.}$$

$$CD = 600 - 2 \times R = 600 - 2 \times 60 = 480 \text{ mm.}$$

$$DE = \frac{\pi}{2} \times R = \frac{3.14}{2} \times 60 = 94.2 \text{ mm}$$

$$EF = 900 \text{ mm.}$$

Longueur totale est :

$$L = 450 + 659.4 + 480 + 94.2 + 900 = 2583.60 \text{ mm.}$$

TP II-1 : Utilisation de la pince à évaser.

Objectif visé : Initiation à l'évasement

Durée : 3h

Equipement et matière d'œuvre :

Outillage :

- Coupe tube.
- Double metre.
- Pince à évaser.

Matière d'œuvre :

- 400 mm de tube cuivre recuit 3/8 .
- 400 mm de tube cuivre recuit 1/2 .
- 400 mm de tube cuivre recuit 5/8 .

Description du TP II-1 :

Le stagiaire doit couper une longueur de 400mm
De tube cuivre recuit de 3/8 , 1/2 et 5/8 .
Ensuite réaliser trois évasements (voir dessin) .
La pièce réalisée sera utiliser au TP .

Déroulement du TP II-1 :

Le TP II-1 se déroulera après le lancement du
Résumé théorique concernant la pince à évaser.

TP II-3 : Utilisation de la dudgeonnière .

Objectif visé : Dudgeonner le tube cuivre .

Durée : 2h

Equipement et matière d'œuvre :

b) Outillage :

- Coupe tube .
- Dudgeonnière .
- Double metre .

c) Matière d'œuvre :

- Chutes de tube cuivre récupéré des anciens montage .

Description du TPII-3 :

Le stagiaire doit couper des petites longueurs de 50mm de différents diamètres de tubes de cuivre et confectionner des dudgeons à leurs extrémités.

Déroulement du TP II-3 :

Le TPII-3 se déroulera après le lancement du résumé Théorique concernant la dudgeonnière .

TPIII-1 : Montage du poste OA

Objectif visé : Monter le poste OA

Durée : 2h

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA

b) Outillage :

-Clé acétylène .

- Clé à molette .

c) Matière d'œuvre :

-l'acétylène.

-l'oxygène.

-collier de serrage.

- Joint d'étanchéité.

- solution savonneuse

Description du TP III-1 :

Le stagiaire doit monter le poste de soudure OA, Ouvrir les bouteilles,
Et vérifier l'étanchéité avec une solution savonneuse.

Déroulement du TP III-1:

Le TPIII-1 se déroulera après le lancement du Résumé théorique
concernant le poste de soudure OA.

TPIII-2 :Utilisation du poste OA.

Objectif visé : ouverture et fermeture du poste OA

Durée :

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA

b) Outillage :

-Clé acétylène .

- Clé à molette .

c) Matière d'œuvre :

-l'acétylène.

-l'oxygène.

Description du TP III-2 :

Le stagiaire doit Ouvrir les bouteilles, régler les manodétendeurs, allumer le gaz ,Régler la flamme éteint le chalumeau enfin fermer le poste .

Déroulement du TP III-2 :

Le TPIII-2 se déroulera après le lancement du Résumé théorique concernant le poste de soudure OA .

TP III-3-1 : Initiation au brasage.

Objectif visé : *Braser deux tube de cuivre.*

Durée :

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA
- Table de soudage.

b) Outillage :

- Clé acétylène .
- Pince multiprise.
- Coupe tube

c) Matière d'œuvre :

- l'acétylène.
- l'oxygène.
- Chute de tube cuivre récupéré des anciens montages.
- Baguette d 'argent.
- Baguette phosphorique.

Description du TP III-3 : *Le stagiaire doit couper des petites longueurs de tube Cuivre, Ouvrir le Poste de soudure OA, braser chaque deux tubes ensemble.*

Déroulement du TP III-3 : *Le TP III-3 se déroulera après le lancement du Résumé théorique concernant les brasures et le brasage .*

TP III-3-1 : Raccordement de tubes cuivre

Objectif visé : *Raccorder deux tubes de cuivre de même diamètre par brasage.*

Durée : *3h*

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA
- Table de soudage.

b) Outillage :

- Clé acétylène .
- Pince multiprise.
- Coupe tube

c) Matière d'œuvre :

- l'acétylène.
- l'oxygène.
- Chute de tube cuivre récupéré des anciens montages.
- Baguette d'argent.
- Baguette phosphorique.

Description du TP III-3 : *Remettre au stagiaire les pièces réalisées au TP II-1
Et lui demander de les braser.*

Déroulement du TP III-3 : *Le TP III-3 se déroulera après le lancement du
Résumé théorique concernant les brasures et le brasage .*

TP III-4 :Réalisation d'un corps de chasse.

Objectif visé : Assembler deux pièces en cuivre par brasage.

Durée :

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA
- Table de soudage.

b) Outillage :

- Clé acétylène .
- Pince multiprise.

c) Matière d'œuvre :

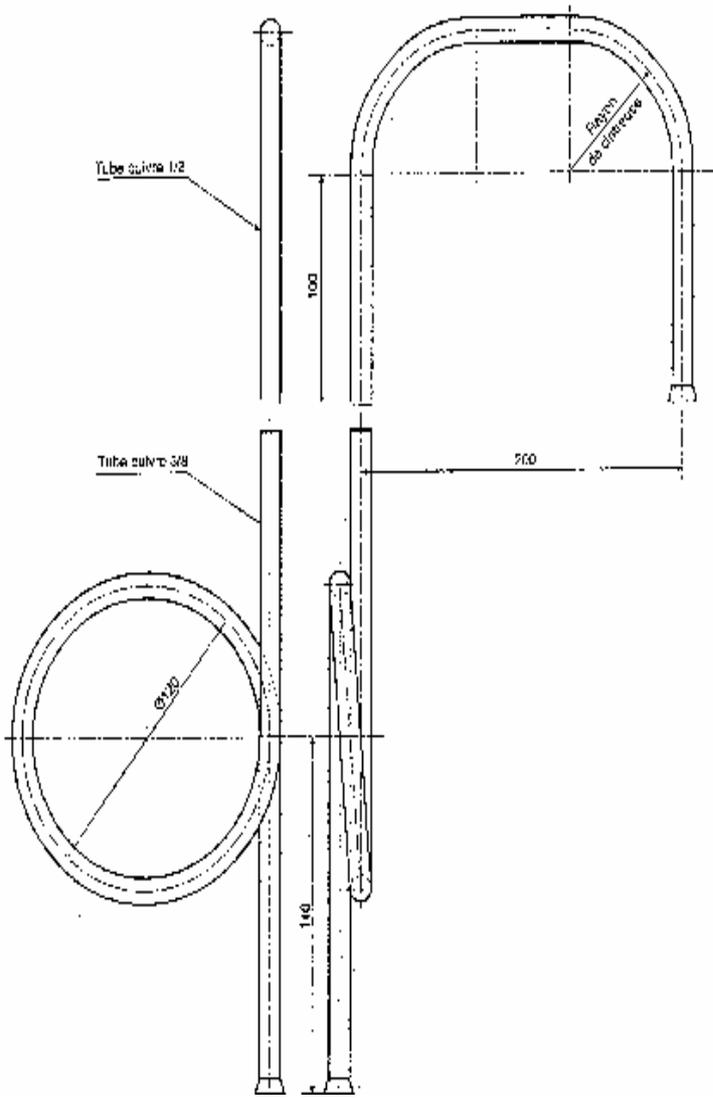
- l'acétylène.
- l'oxygène.
- Les pièces réalisées au TPII-4 et TP II-5
- Baguette phosphorique.

Description du TP III-4 :

Le stagiaire doit réaliser un corps de chasse en brasant les deux pièces en cuivre.

D2roulement du TP III-4 :

Le TPIII-4 se déroulera après la maîtrise du brasage Par le stagiaire.



TP III-6 : Utilisation des raccords à braser .

Objectif visé : Raccorder des tubes cuivre avec des raccords à braser.

Durée :

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA
- Table de soudage.

b) Outillage :

- Clé acétylène .
- Pince multiprise.
- Coupe tube.
- cintreuse à main ½.

c) Matière d'œuvre :

- l'acétylène.
- l'oxygène.
- La crosse réalisée au TP ii -5
- Deux coudes à braser FF ½.
- 800 mm de tube cuivre recuit ½.
- Baguette phosphorique.

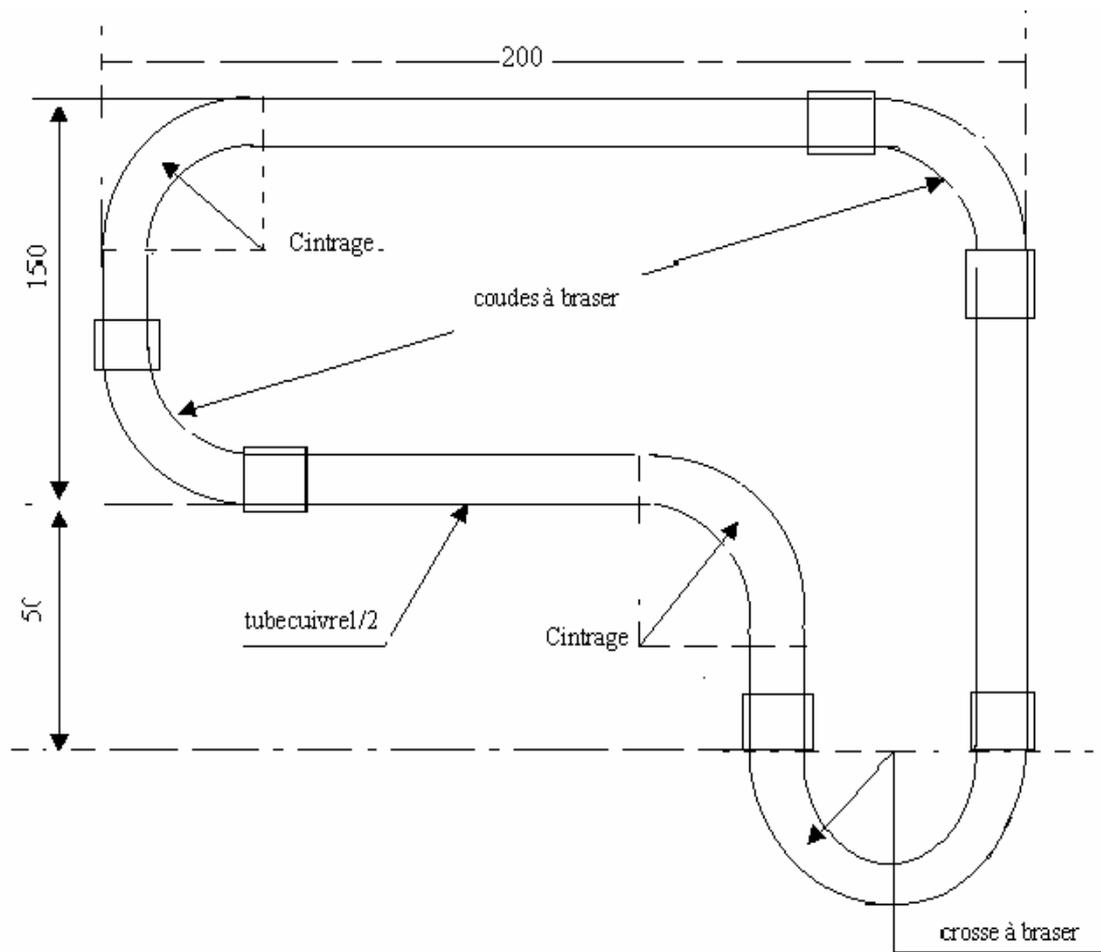
Description du TP III-6 :

Remettre au stagiaire la crosse réalisée au TP ii-5 .
Et deux coudes à braser ½ .

Le stagiaire doit couper 800 mm de tube cuivre recuit ½
Et réaliser la pièce en cuivre (voir dessin) en respectant les
Dimensions.

D2roulement du TP III-6 :

Le TP III-6 se déroulera après le lancement du résumé
Théorique concernant les raccords à braser.



TP III-7 : Réalisation d'un collecteur de charge

Objectif visé : réaliser des piquage sur tube cuivre en respectant le dessin de la pièce
Et ses dimensions .

Durée : 4H

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA
- Table de soudage.

b) Outillage :

- pince à évaser.
- Clé acétylène .
- Pince multiprise.
- Coupe tube.
- Dudgeonnière .
- Forets.

c) Matière d'œuvre :

- l'acétylène.
- l'oxygène.
- 100mm de tube cuivre recuit 5/8
- 200 mm de tube cuivre recuit 3/4.
- 200mm de tube cuivre recuit 1/2.
- Ecrou 5/8.
- Deux bouchons flare 3/4.
- Baguette phosphorique.

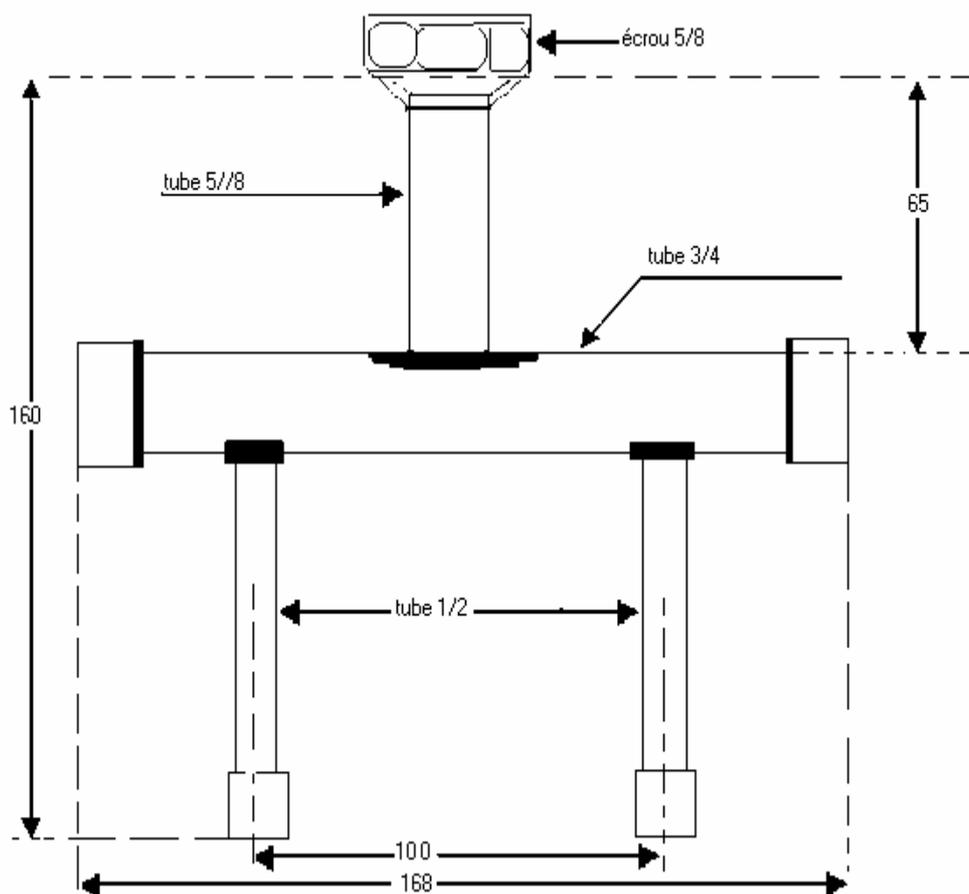
Description du TP III-7 :

Le stagiaire doit couper les différentes longueurs de différents tubes cuivre recuit et réaliser un collecteur de charge en respectant les dimensions.

Déroulement du TP III-7 :

Le TP III-7 se déroulera après le lancement du résumé Théorique du piquage.

COLLECTEUR DE CHARGE



Evaluation de fin de module.

Objectif visé : *Evaluer le savoir et le savoir faire du stagiaire sur le travail
Du tube cuivre frigorifique.*

Durée : 6h

Equipement et matière d'œuvre :

a) Equipement :

- poste de soudage OA
- Table de soudage.

b) Outillage :

- Clef acétylène.
- Pince multiprise.
- Coupe tube.
- dudgeonnière.
- pince à évaser.
- clefs plates 21-23

c) Matière d'œuvre :

- acétylène.
- l'oxygène.
- 1000mm de tube cuivre recuit 3/8
- 300mm de tube cuivre recuit 1/4.
- raccord double male réducteur 3/8-1/4
- Baguette d'argent.

Description de l'évaluation:

- Remettre au stagiaire le dessin de la pièce et lui demander de :*
- calculer son développement.
 - De préparer les listes de matière d'œuvre et outillages.
 - De la réaliser.

Déroulement de l'évaluation:

L'évaluation se déroulera à la fin du module 4.

