



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
Direction Recherche et Ingénierie de la Formation

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE N° 13 B

**PREPARATION, FABRICATION ET
ASSEMBLAGE
D'ELEMENTS DE CHARPENTE ET
TUYAUTERIE**

Secteur : CONSTRUCTION METALLIQUE

Spécialité : TCM

Niveau : Technicien

Document élaboré par :

Nom et prénom
KHALFI ABDELWAHED

CDC Génie Mécanique

DRIF

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT	4
OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU	6
LA REPRODUCTION EN CHARPENTE METALLIQUE	8
PYLONE (exercice pratique)	23
AUVENTS EN CORNIERES (exercice pratique)	31
POTEAU A TREILLIS BOULONNE (exercice pratique)	43
SUPPORT POUR CITERNE (exercice pratique)	45
ASSEMBLAGE EN CHARPENTE METALLIQUE	46
POINÇONNAGE	51
VISSERIE	52
HUISSERIE (exercice pratique)	53
ASSEMBLAGE (ENTRAIT – MONTANT) (exercice pratique)	54
ASSEMBLAGE (ENTRAIT. POINÇON DIAGONALES) (exercice pratique)	55
ASSEMBLAGE (FERME POTEAU) (exercice pratique)	56
SABLIÈRE (exercice pratique)	58
ASSEMBLAGE SABLIÈRES- POTEAU (exercice pratique)	60
ASSEMBLAGE DANS LA TUYAUTERIE	61
LE FILETAGE	62
LES RACCORDS	63
FILTAGES DES TUBES EN ACIER (exercice pratique)	64
LA FILIERE A PEIGNES INTERCHANGEABLE	68
LA COTE « Z »	70
Meulage (dressage des faces après oxycoupage)	72
ASSEMBLAGE D'UNE COURBE SUR UN TUBE	74
MONTAGE DES BRIDES	76
ASSEMBLAGE D'UNE BRIDE PLATE SUR UN TUBE (préparation)	77
ASSEMBLAGE D'UNE BRIDE A COLLERETTE	83
ASSEMBLAGE DANS DES PLANS DIFFERENTS	85
CALCUL DE LA TIGE D'UNE COURBE A SOUDER	89
CONTROLE D'UNE COURBE A SOUDER (à 90°)	95
TOLERANCES SUR LES COURBES	99
TRACAGE ET PREPARATION D'UNE SECTION DE COURBE	100
TRACAGE DES GENERATRICES SUR UNE COURBE	105
TRAÇAGE DES DECOUPES SUR LES TUBES	108
DECOUPES DES TUBES	109
PREPARATION DU PENETRANT	110
PREPARATION DU PENETRE	112
AJUSTAGE DES COUPES	114
MONTAGE DU PIQUAGE	116
PIQUAGE PENETRANT A 90°, MEMES DIAMETRES	118
UTILISATION DE LA BANDE A TRACER	121
PIQUAGE PENETRANT , DIAMETRES EGAUX A 90°	122
PIQUAGE PENETRANT , OBLIQUE , DIAMETRES EGAUX	125
TRAÇAGE ET REALISATION SANS GABARIT	127
REDUCTION CONCENTRIQUE	129
OXYCOUPAGE EN CHANFREIN	133

MODULE 13 : PREPARATION, FABRICATION ET ASSEMBLAGE DES ELEMENTS DE CHARPENTE ET TUYAUTERIE

Durée : 210 heures

Théorie : 30 % 63 h

Travaux pratiques : 65 % 136 h

Évaluation : 5 % 11 h

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit **préparer, fabriquer et assembler des éléments de charpente et tuyauterie**, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'ÉVALUATION

- **Travail individuel.**
- **À partir de :**
 - Plan, de croquis ou de directives;
 - Un cahier des charges
- **À l'aide de :**
 - Machine conventionnelle (scie, plieuse, rouleuse...)
 - Matériel d'assemblage et soudage (poste à souder, boulonnerie...)
 - Moyens de contrôle (dimensions et joints soudés)

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Analyse et préparation à partir de documents techniques (des plans, croquis, DMOS...)
- utilisation des machines et du matériel de fabrication et de montage suivant les règles d'usages
- respect du processus de fabrication
- qualité des travaux effectués
- respect des règles d'hygiène et sécurité

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT (SUITE)**

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. Analyser et préparer des travaux à réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - Exploitation des documents techniques - Qualité et exactitude de l'analyse et préparation (calcul débits, chanfreins, calcul de longueur développée, traitement thermique...) - Identification des différents constituants - Respect du processus de travail
B. Maîtriser les techniques de traçage	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des plans, croquis... - Précision des développements - Respect du processus de travail
C. Utiliser les différentes machines de débit et mise en forme	<ul style="list-style-type: none"> - Choix judicieux des machines utilisées - Mise en oeuvre du matériel selon les règles d'hygiène et sécurité - Autonomie au poste
D. Exécuter des assemblages (thermique, mécanique...)	<ul style="list-style-type: none"> - Précision et qualité des assemblages - Mise en oeuvre du matériel selon les règles d'hygiène et sécurité
E. Effectuer les différents contrôles des assemblages soudés	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des différents outils de contrôle - Respect des normes et critères d'acceptabilité

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-ETRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à *analyser et préparer les travaux à réaliser* (A) :

1. Lire et interpréter un dessin de définition
2. Identifier les éléments
3. Identifier les matériaux et leurs traitements
4. Distinguer les contraintes de fabrication
5. Définir les étapes et méthodes de fabrication
6. Calculer des débits

Avant d'apprendre à *maîtriser les techniques de traçage* (B) :

7. Identifier les différents éléments (volumes, profils...)
8. Maîtriser les tracés géométriques (manuel et informatique)
9. Développer des surfaces (manuel et informatique)
10. Vérifier l'exactitude des épures et développements

Avant d'apprendre à *utiliser les différentes machines de débit et mise en forme* (C) :

11. Connaissance du parc machine
12. Identifier les machines et outillages
13. Sensibiliser aux règles d'hygiène et sécurité

Avant d'apprendre à *exécuter des assemblages (thermique, mécanique...)* (D) :

14. Interpréter correctement les plans de définition
15. Établir des gammes de montage
16. Utiliser le matériel selon les règles d'usages
17. Respect des cotes dimensionnelles

Avant d'apprendre à *effectuer les différents contrôles des assemblages soudés* (E) :

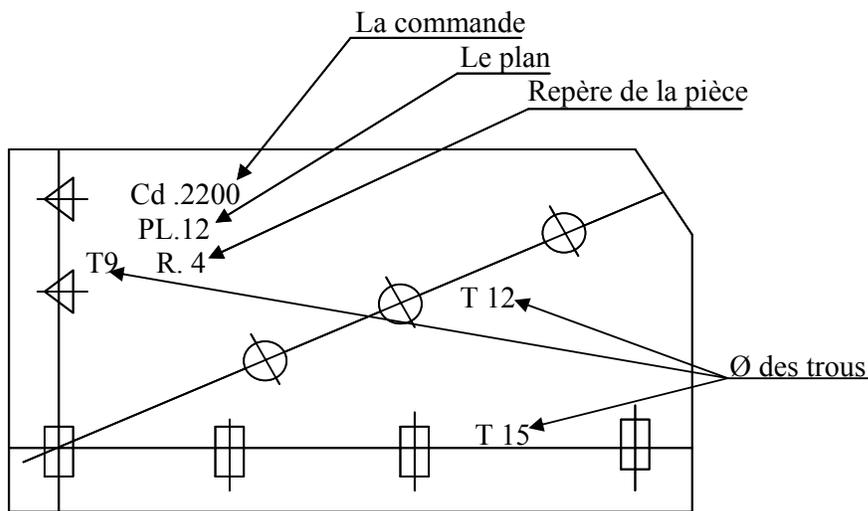
18. Interpréter les documents techniques
19. Identifier et décrire les différents procédés et outils de mesure et contrôle
20. Définir les critères d'acceptabilité
21. Respect des normes en vigueur

**RESUME DE LA THEORIE
ET
DE TRAVAUX PRATIQUES**

Il s'agit de passer à la reproduction des pièces débitées.

Utiliser des gabarits de reproduction pour une série de pièces, ils seront faites en tôle de fine épaisseur ou en papier canson.

Sur le modèle, voir le repère de la pièce, le n° de commande du plan l'emplacement des trous, le diamètre, les repères de soudure, les coupes à exécuter après le débit, les plis, etc..



Les signes des trous sont différents si le diamètre de perçage change \square = Trous $\varnothing 15$; \circ Trous = $\varnothing 12$
 \triangle Trous $\varnothing 9$

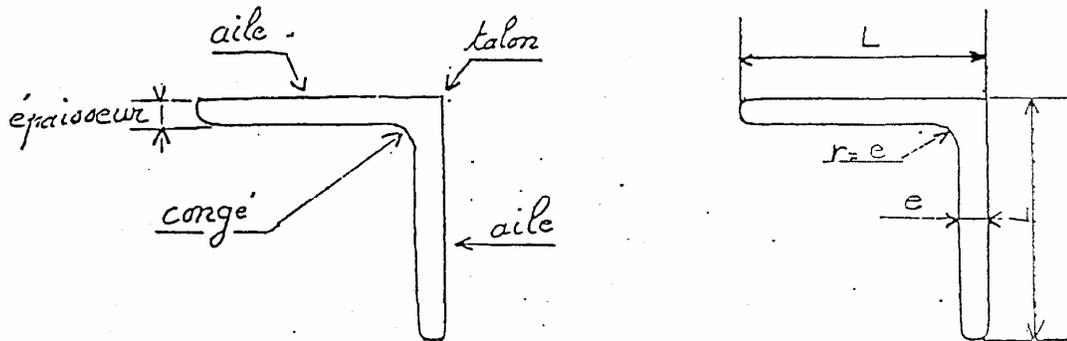
Positionner le modèle sur la pièce à réaliser et pointer l'emplacement des trous ;coupe ;repère ;soudure;etc...

Retirer le gabarit et repère la pièce ainsi reproduire N° plan, N° Commande, \varnothing des trous, etc....

Cette pièce passera au poinçonnage, perçage, etc....et sera stocké pour l'assemblage.

Reproduction des cornières (L)

Pour commencer il faut connaître ce profil qui représente une cornière.



Les cornières se présentent sous deux formes :

- Cornières à ailes égales (40 x 40) (60 x 60) etc.....
- Cornières à ailes inégales (60 x 40) (80 x 60) etc.....

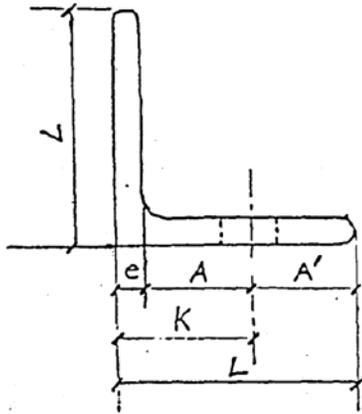
L'épaisseur d'une cornière courante est égale au 1/10 de la largeur de l'aile $\frac{L}{10} = \frac{40}{10} = 4$

La cornière de $60 \times 60 = \frac{60}{10} = 6$

Pour les cornières à ailes inégales, l'épaisseur est égale au 1/10 des deux ailes divisé par deux.

$$L \ 60 \times 40 = \frac{6,0 + 4,0}{2} = 5$$

$$L \ 80 \times 60 = \frac{8,0 + 6,0}{2} = 7$$



$K = \text{trusquin}$

$L = \text{largeur de l'aile}$

$e = \text{épaisseur}$

$A = A'$

$$K = \frac{L + e}{2}$$

$$L \text{ de } 40 \quad K = \frac{40 + 4}{2} = 22$$

$$L \text{ de } 35 \quad K = \frac{35 + 3,5}{2} = 19,25 \text{ on prendra } 19 \text{ ou } 20$$

Pour les cornières inégales même principe :

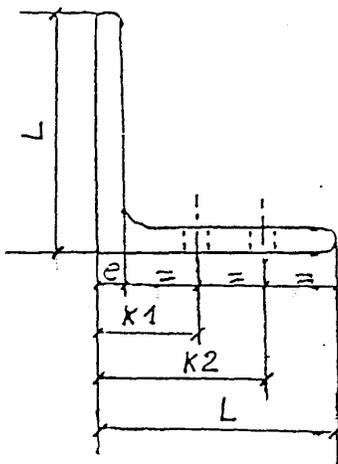
$$L \ 60 \times 40 \times 5 \quad K = \frac{60 + 5}{2} = 32,5 \quad \text{On prendra } 32 \text{ ou } 33$$

$$\frac{40 + 5}{2} = 22,5$$

Sur l'aile de 40

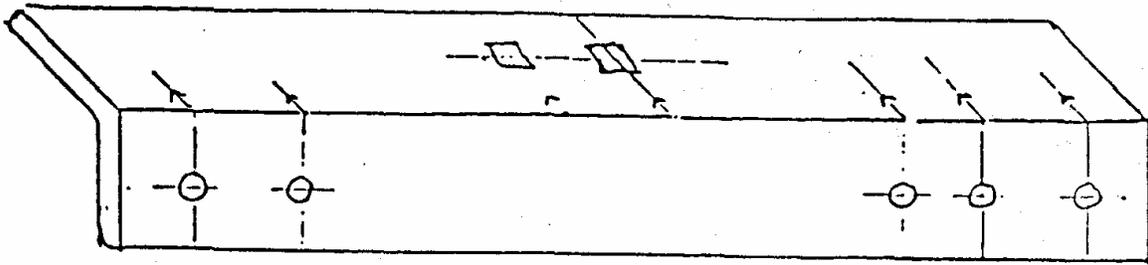
On prendra 22 ou 23

Pour les grosses cornières on pourra utiliser 2 lignes de trusquinage sur la même aile.



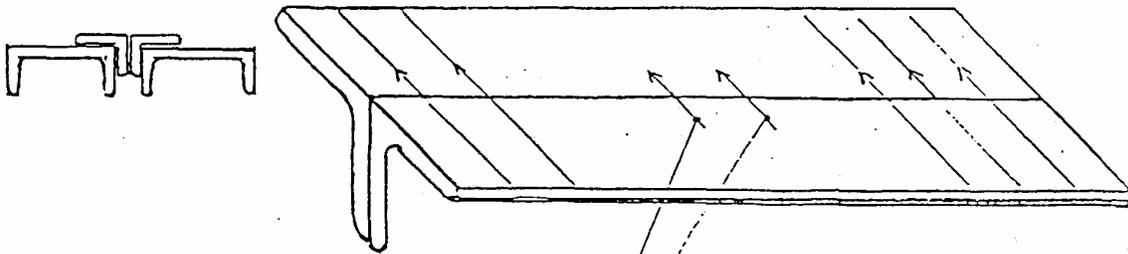
$$K1 = \frac{L + 2e}{3} = \frac{100 + 10 + 10}{3} = 40$$

$$K2 = \frac{L + 4e}{2} = \frac{100 + (4 \times 10)}{2} = 70$$



Suivant la feuille de reproduction page précédente la cornière est tracée contraire au dessin, donc cette pièce va s'appeler (G) gauche (ou pièce symétrique)

Lorsque nous avons deux cornières à reproduire 1 D et 1 G dans ce cas, on placera les 2 pièces entre deux fers ou fixées dans l'étau symétrique l'une à l'autre pour le traçage.



Tout ce traçage est fait en une

Seule opération, ensuite séparer les deux pièces et reporter les trous correspondants (□) sur les autres ailes. Trusquiner- pointer- repérer la pièce (N°) et les indications des trous - (Ø etc..).

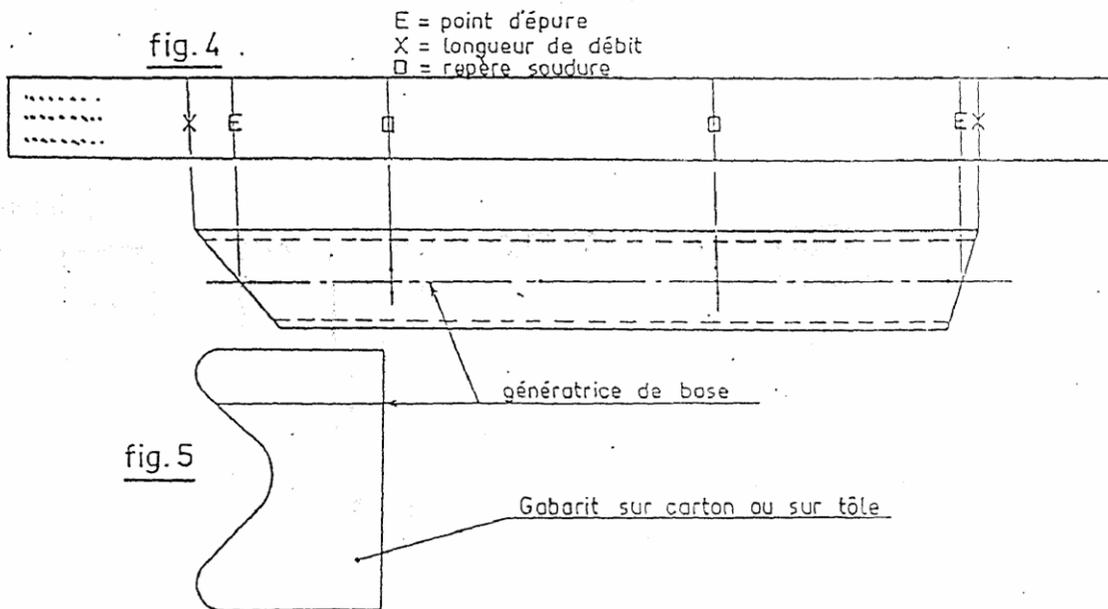
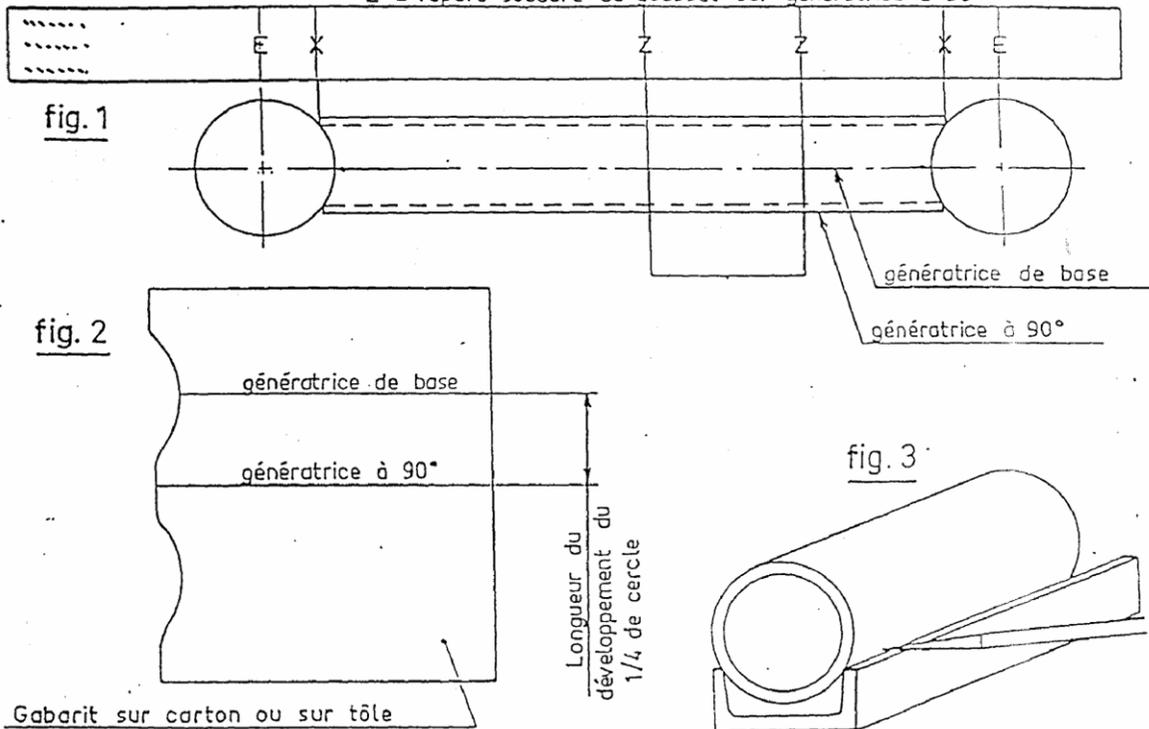
Vous venez de réaliser une cornière droite et une gauche avec un seul traçage.

Reproduction sur tube

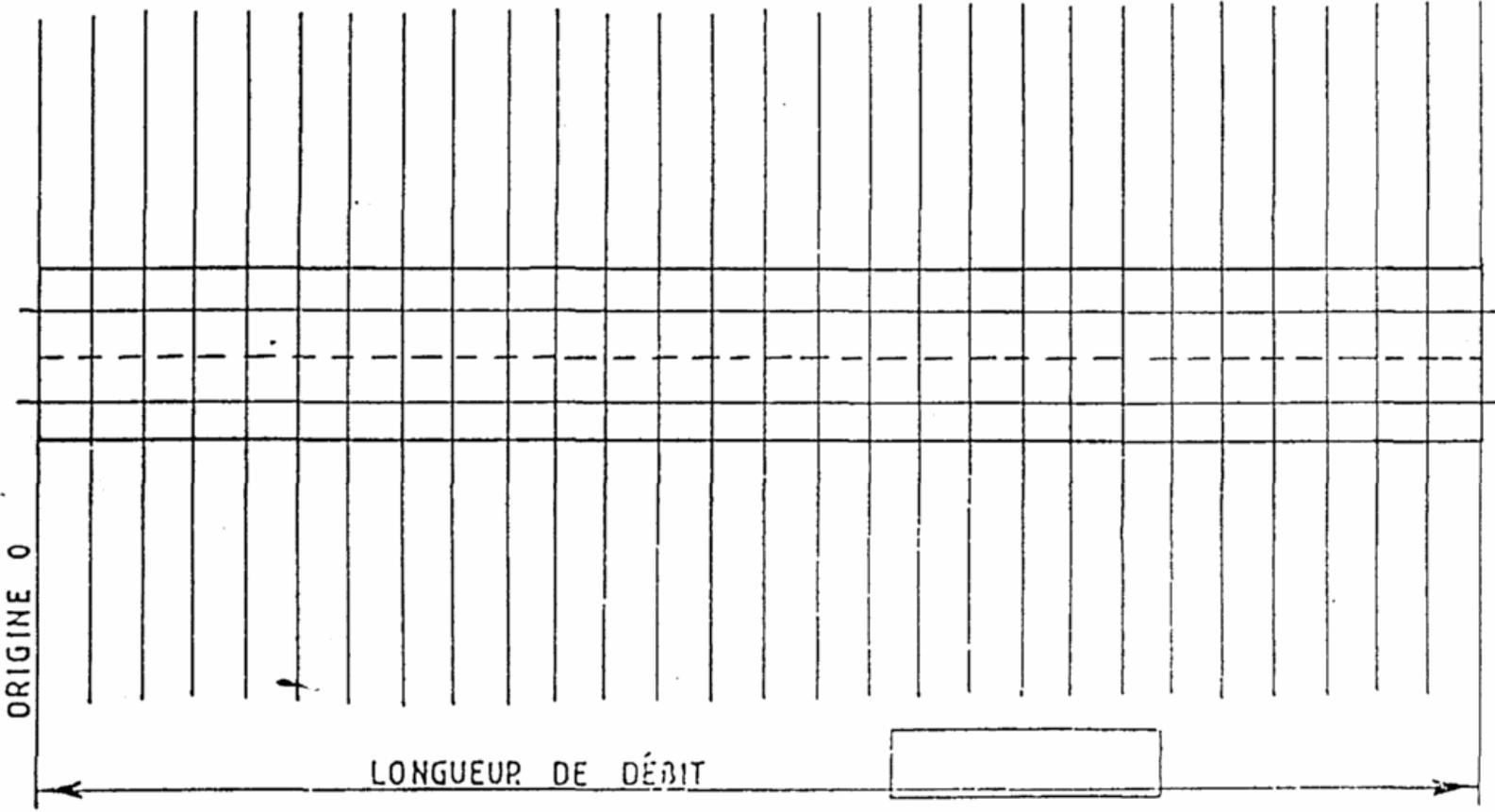
Exemple de bande : E = point.d'épure

X = longueur de débit

Z = repère soudure du gousset sur génératrice à 90°



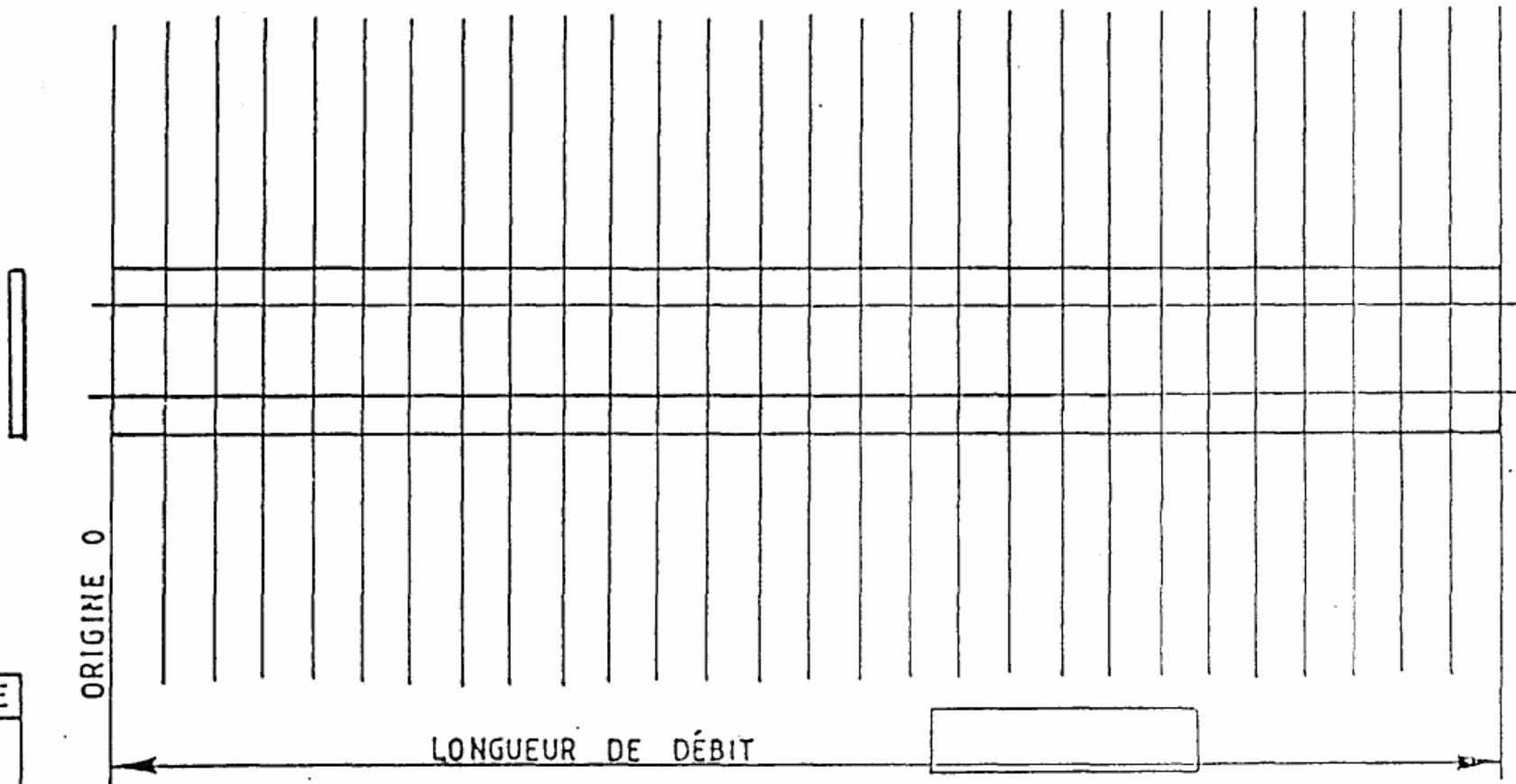
																		DIRECT
COMMANDE	PLAN	REPÈRE	NOMBRE	PROFIL	DÉBIT	REPOINÇ	PERÇ	GRUG	FRAIS	FORM	CHANF						SOU.D.	ASSEMB



CODE

≠	⊙	⊕	□	○	△	=	∇	⚡	W		□ D	□ D. G	PIÈCES S.C	PIÈCES G.C
6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		DROITE SEUL	DROITE ET GAUCH	SUIVANT CROQUIS	GAUCHE AU CROQUIS

																		DIRE
COMMANDE	PLAN	REPÈRE	NOMBRE	PROFIL	DÉBIT	REPRO	POINC	PERC.	GRUG	FRAIS	FORM	CHANF		SOUDE	ASSE			



CODE

≠	⊙	⊕	□	○	△	=	∇	△	W		□ D	□ D. G	PIÈCES S.C	PIÈCES G.
6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		DROITE SEUL	DROITE ET GAUCH	SUIVANT CROQUIS	GAUCHE AU CROQ

EXERCICE 1

PYLONE

INSTRUCTIONS

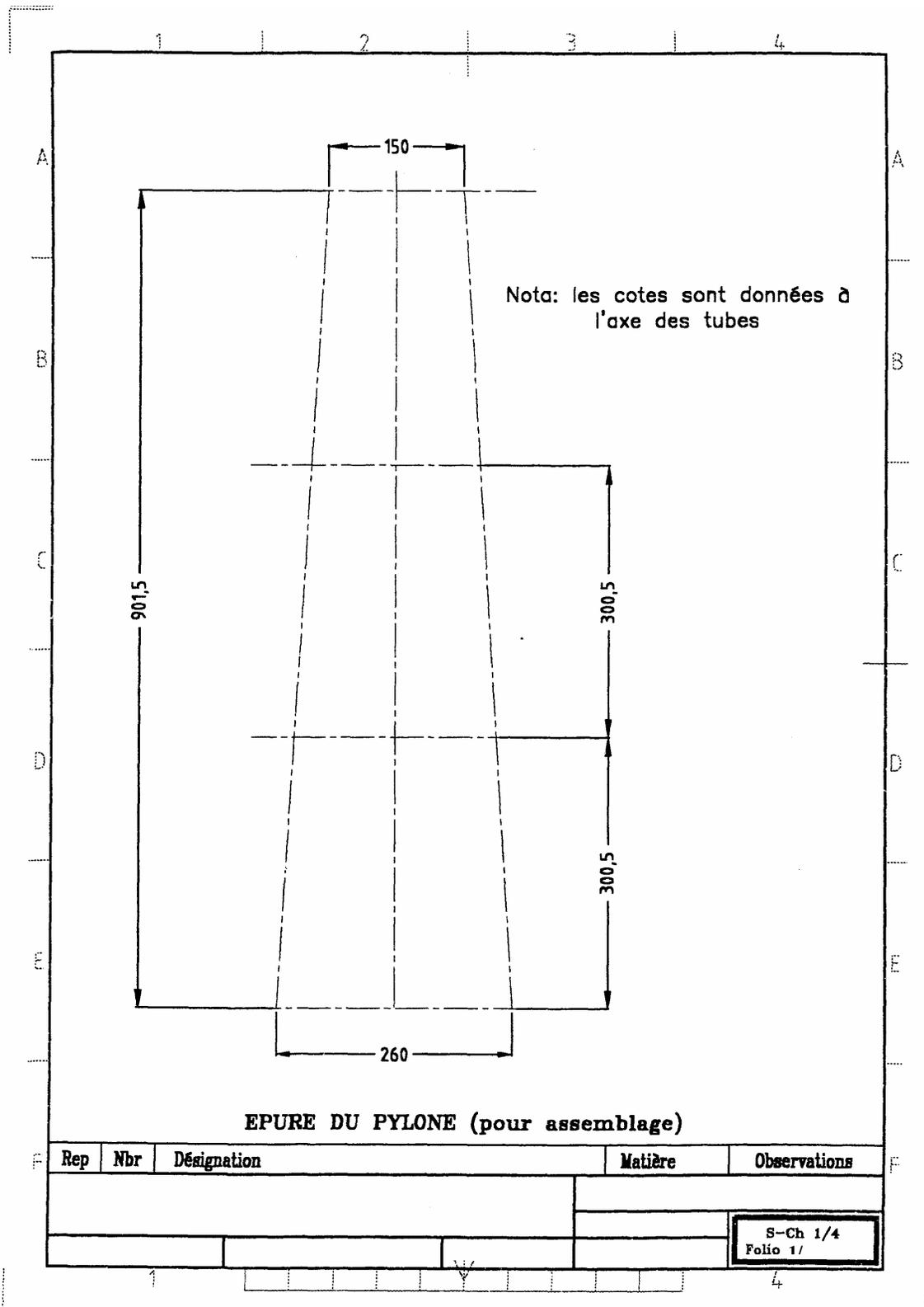
POUR LE FORMATEUR :

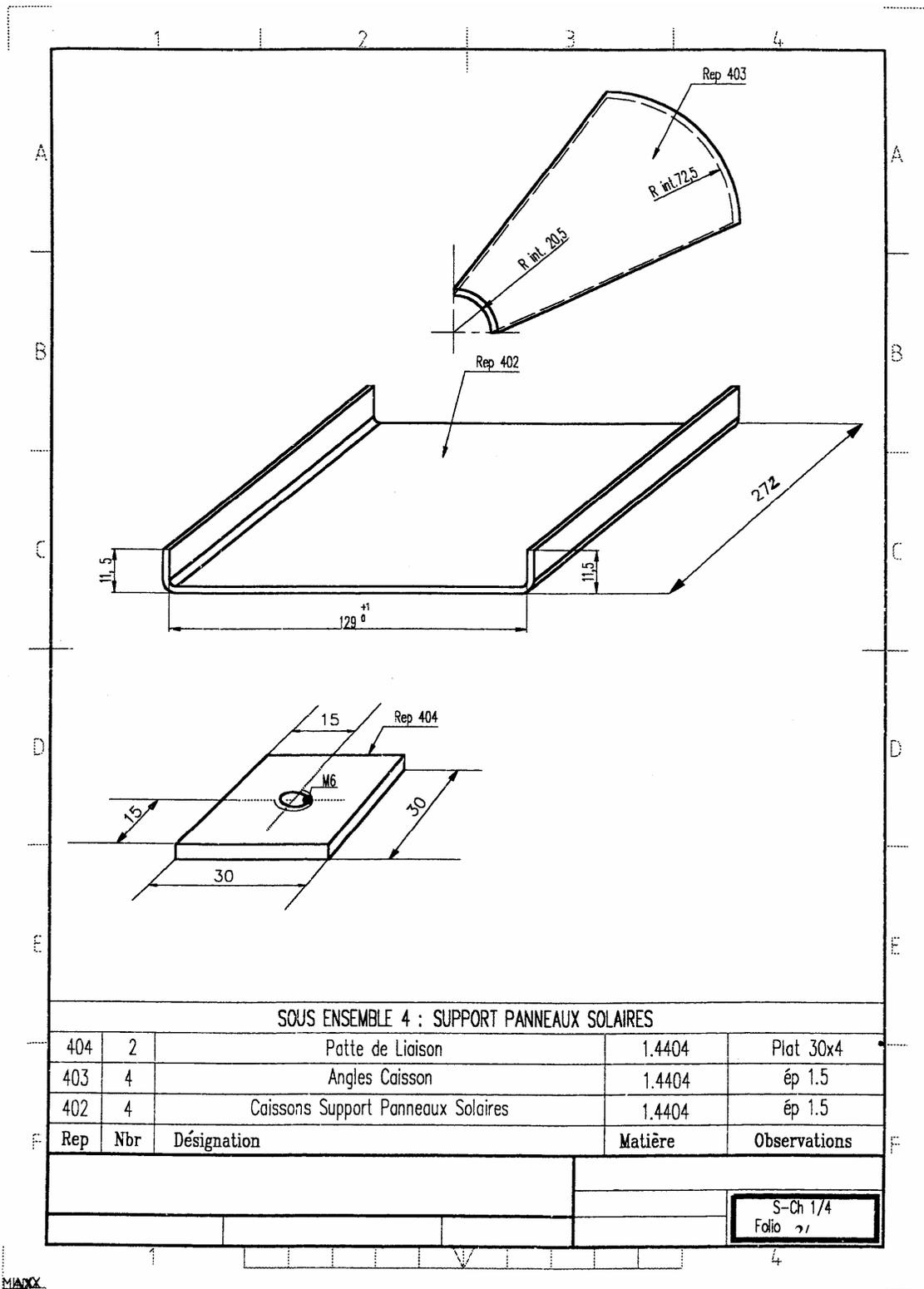
- Travail des profilés – Moyens de débit
- Initiation au perçage et taraudage
- Etablir avec les stagiaires la gamme de fabrication

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Suivre les instructions
- Respect des côtes
- Une attention particulière pour le nettoyage des soudures

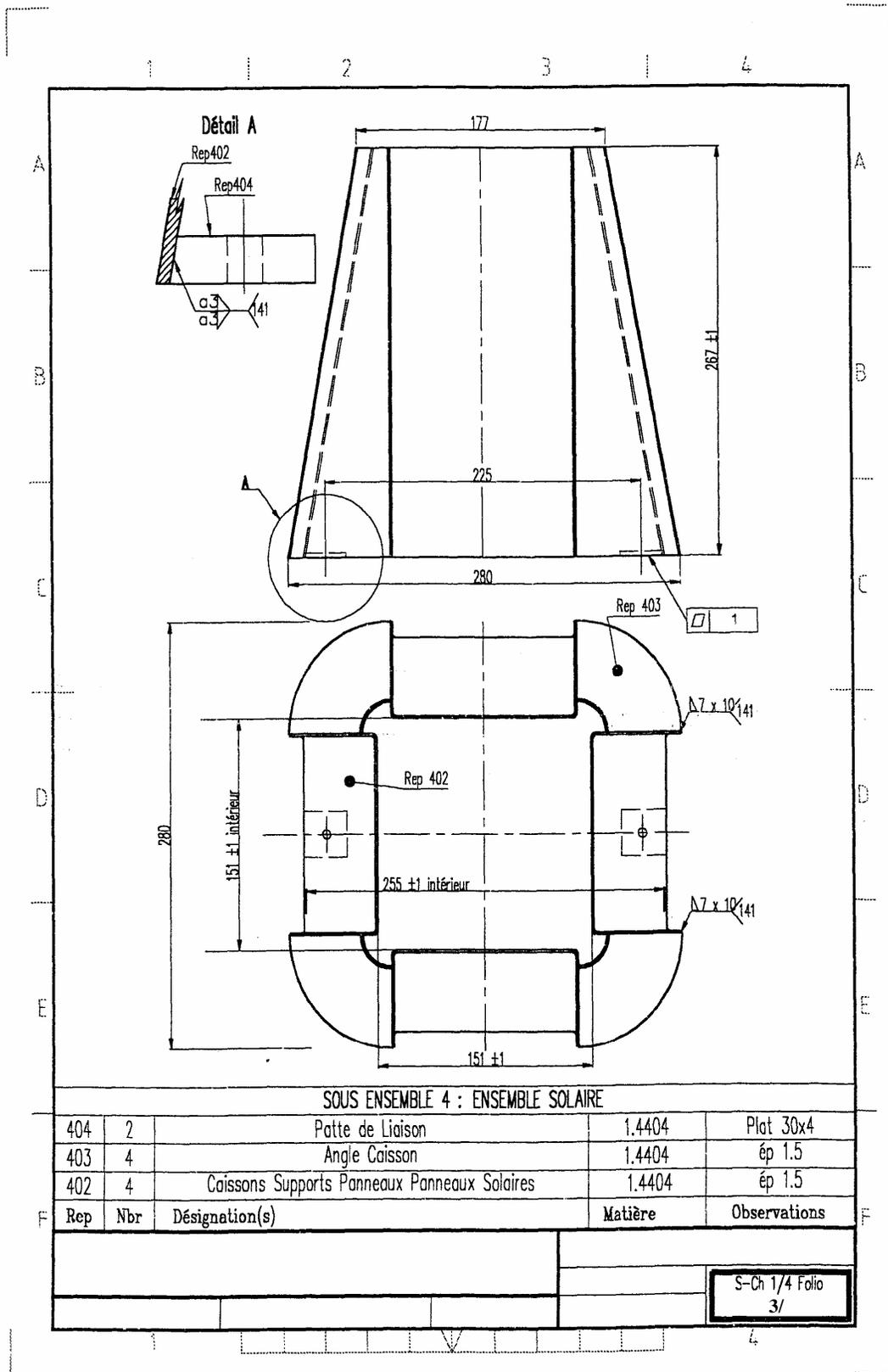
NOTA : Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.



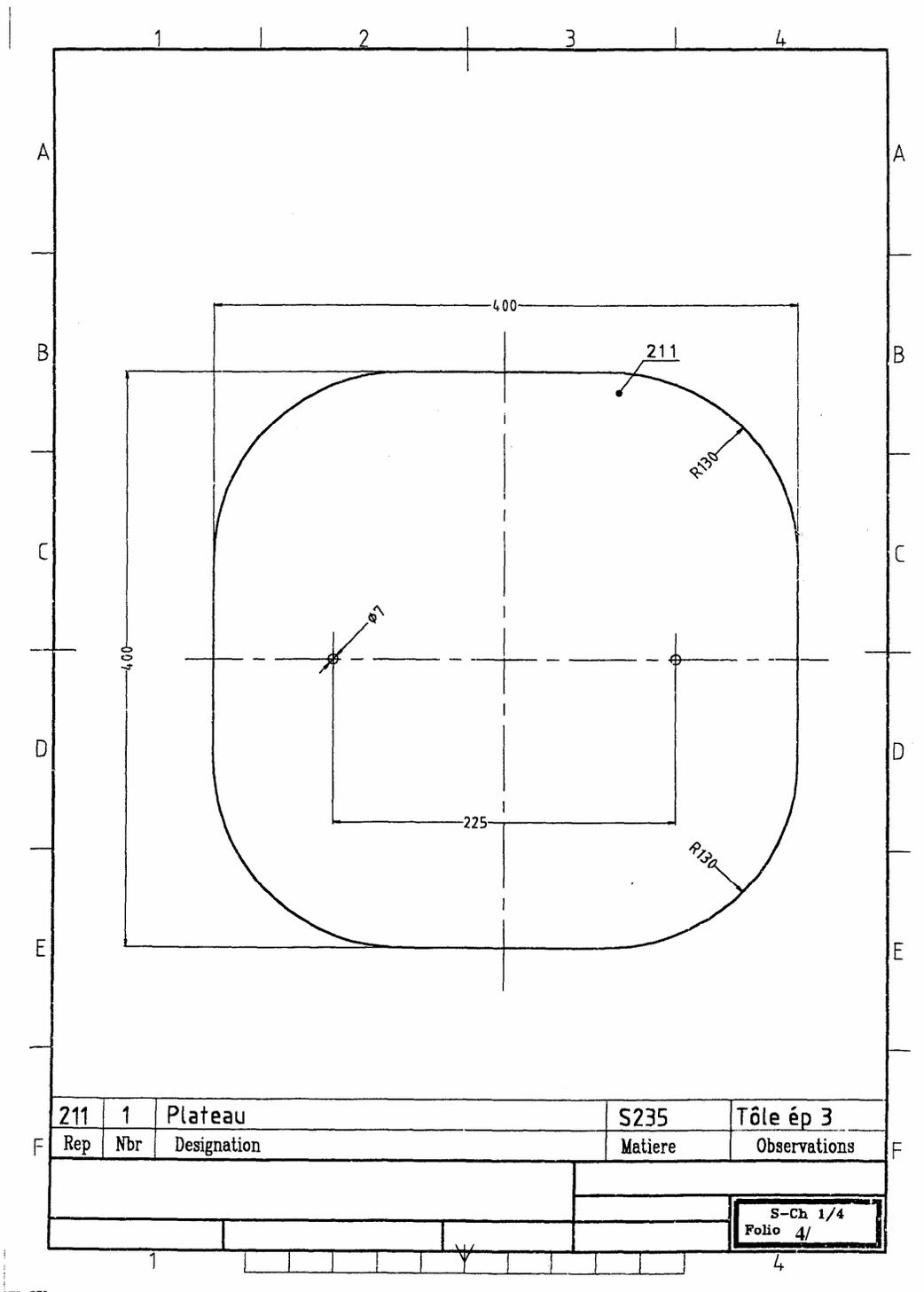


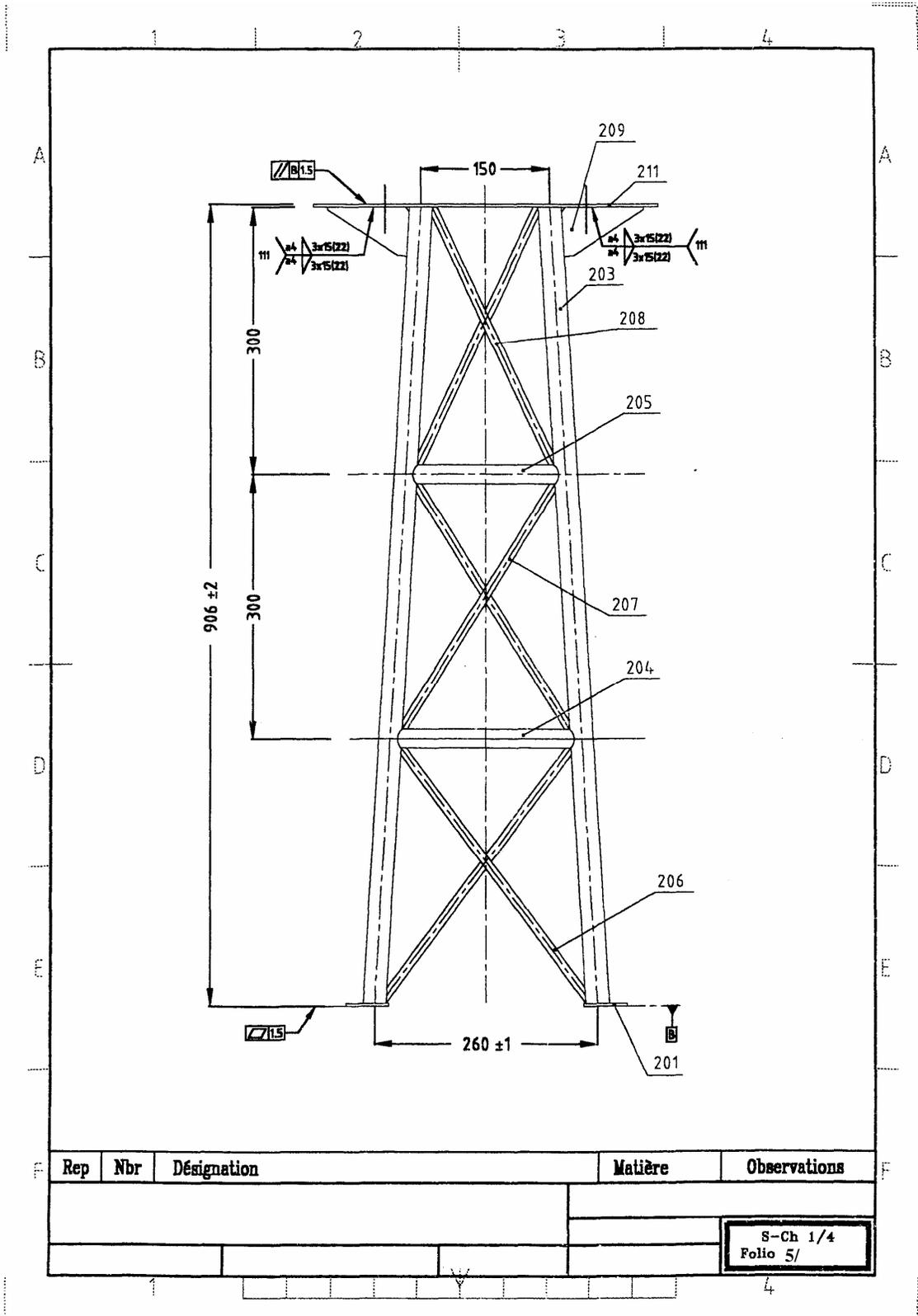
SOUS ENSEMBLE 4 : SUPPORT PANNEAUX SOLAIRES

404	2	Patte de Liaison	1.4404	Plat 30x4
403	4	Angles Caisson	1.4404	ép 1.5
402	4	Caissons Support Panneaux Solaires	1.4404	ép 1.5
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations
				S-Ch 1/4 Folio 21



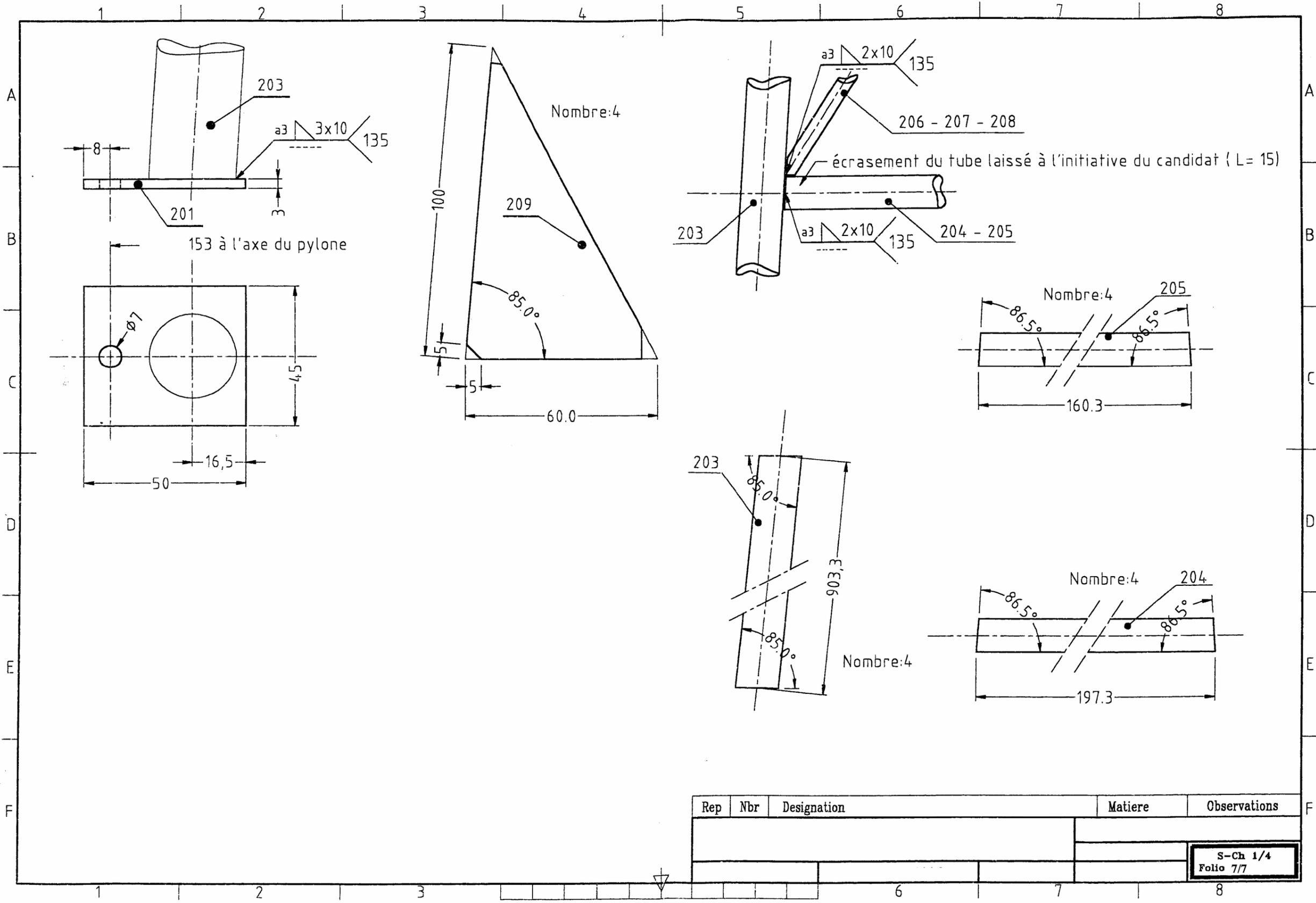
S-Ch 1/4 Folio
3/





Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations

S-Ch 1/4
Folio 5/



Rep	Nbr	Designation	Matiere	Observations

S-Ch 1/4
Folio 7/7

EXERCICE 2

AUVENTS EN CORNIERES

INSTRUCTIONS

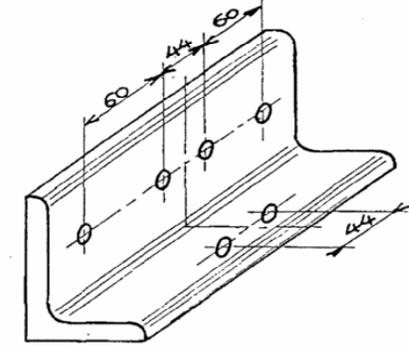
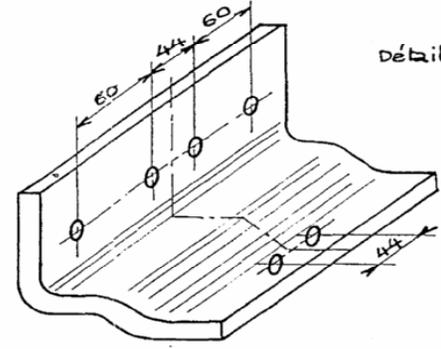
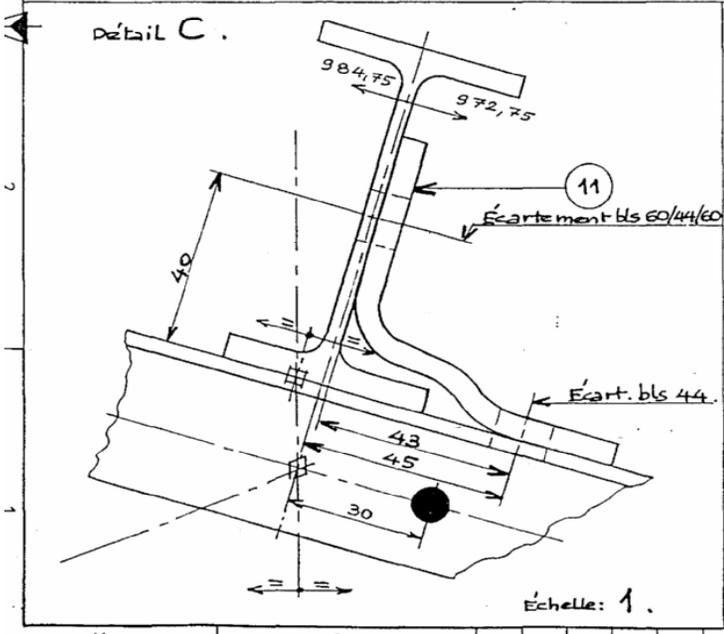
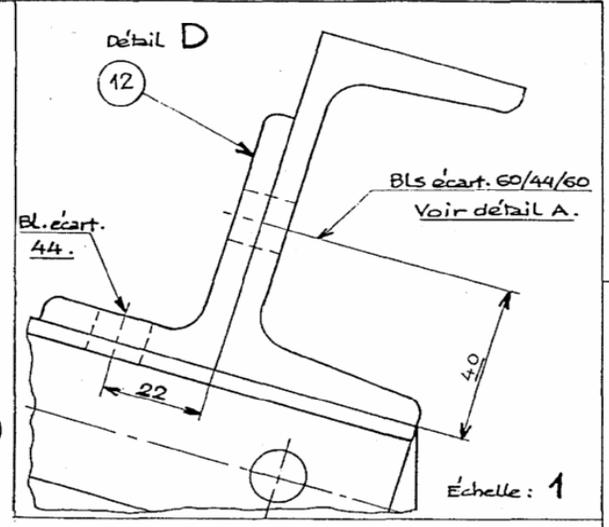
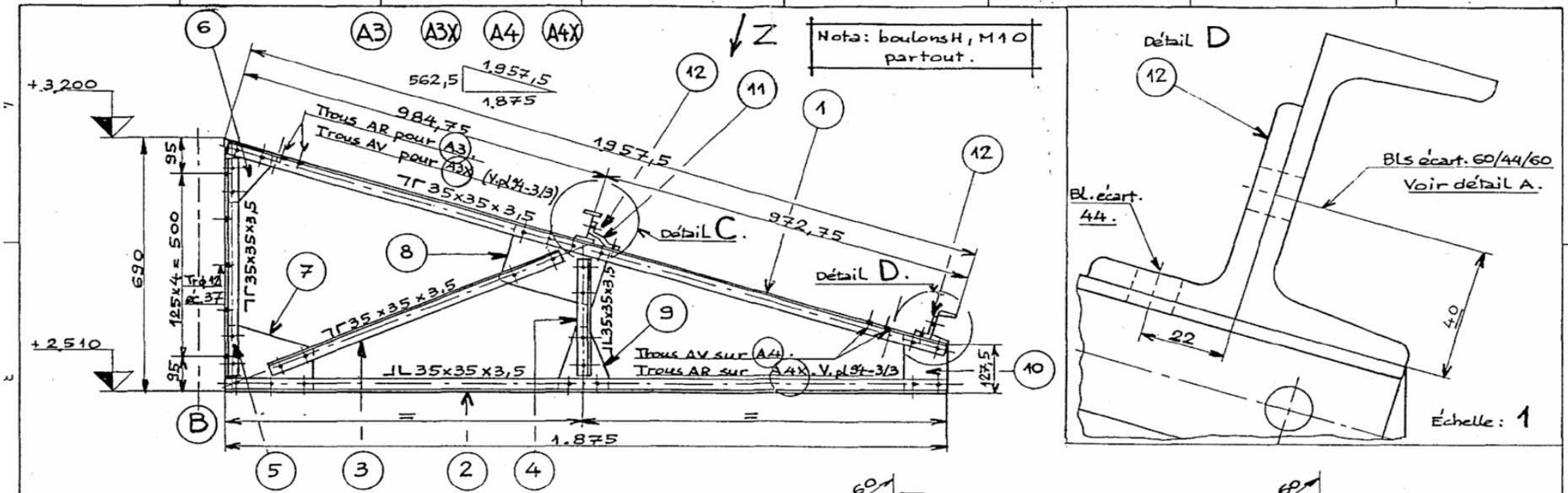
POUR LE FORMATEUR :

- Utilisation des profilés – Dénomination - Normalisation
- Moyens de débit
- Types d'assemblages
- Jeu fonctionnelle

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Suivre les instructions de votre formateur

NOTA : Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

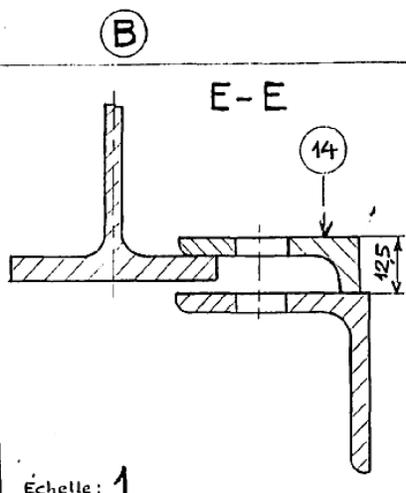
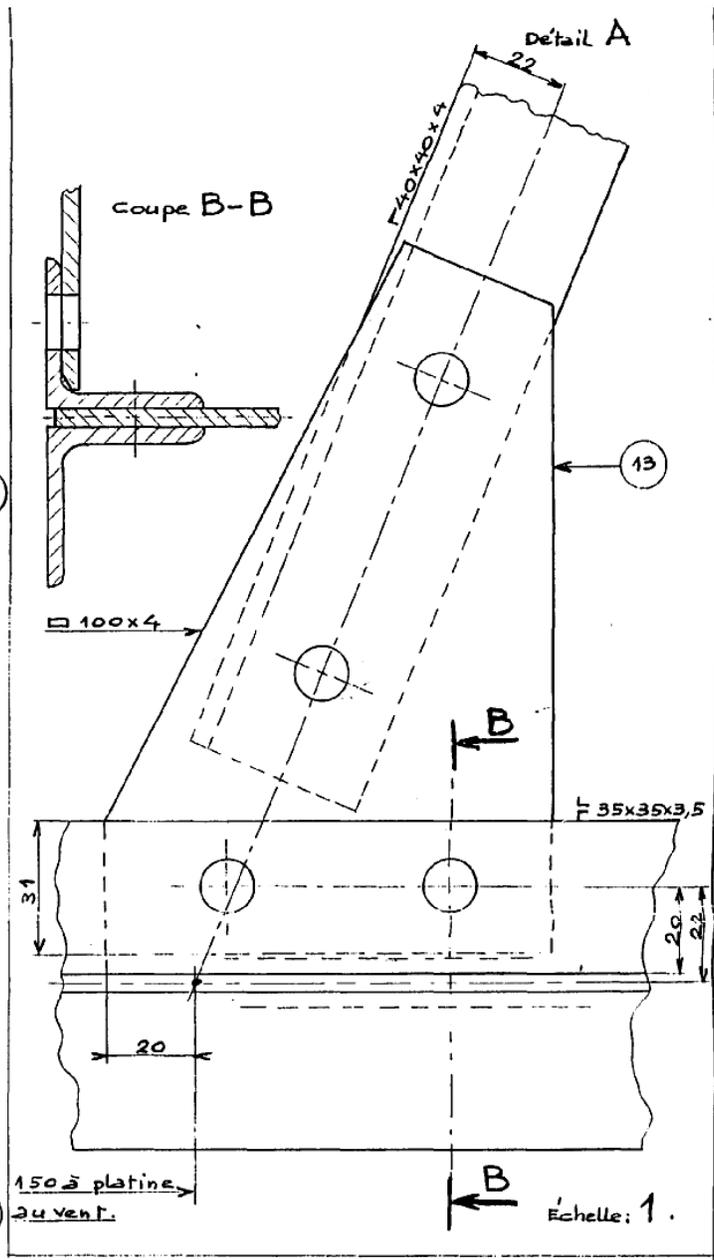
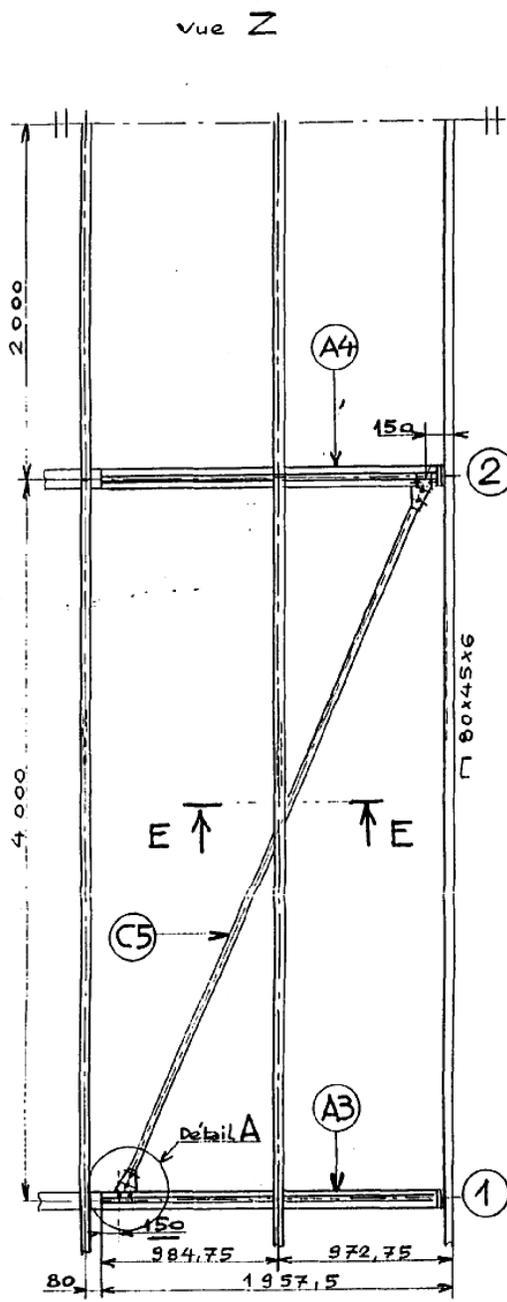


Rep.	Designation	Nbre.	Matière	Débit	Observations
A4X	Auvent en cornières.	1	"		Construction boulonnée
A4	"	1	"		"
A3X	"	1	"		"
A3	Auvent en cornières.	1	Acier E24.		Construction boulonnée

Echelle: 1/10	Temps:	Date:
Exécution par:		
CHARPENTE MÉTALLIQUE.		
N° 94		
f° 1/3		

Feuille de débit

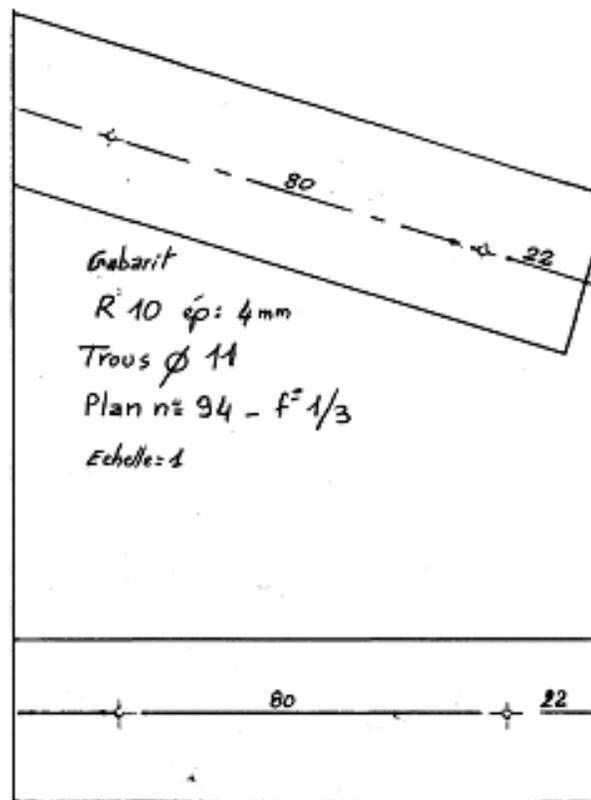
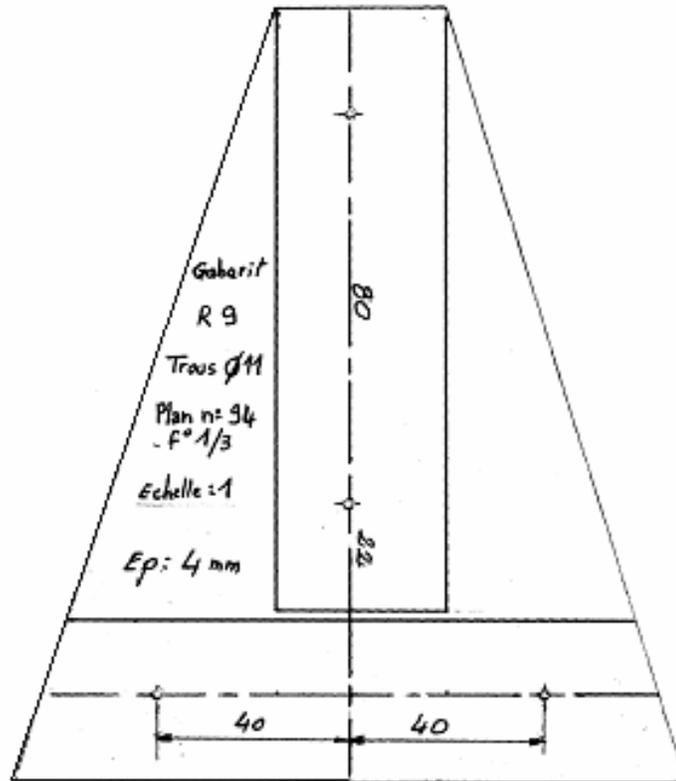
C6	L 40 x 40 x 4	1	S235		
C5	L 40 x 40 x 4	1	//		
14	L 40 x 40 x 4	1	//		
13	Gousset ép. :4	2	//		
12	L 60 x 40 x 5	1	//		
11	Profil D 17935	1	//		
10	Gousset ép. :4	1	//		
9	//	1	//		
8	//	1	//		
7	//	1	//		
6	Gousset ép. :4	1	//		
5	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
4	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
3	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
2	L 35 x 35 x 3,5	2	//		
1	L 35 x 35 x 3,5	2	S235		
Rep	Désignation	Nbre	matière	Débit	Observations
Auvent en cornière et contreventement C5-C6					

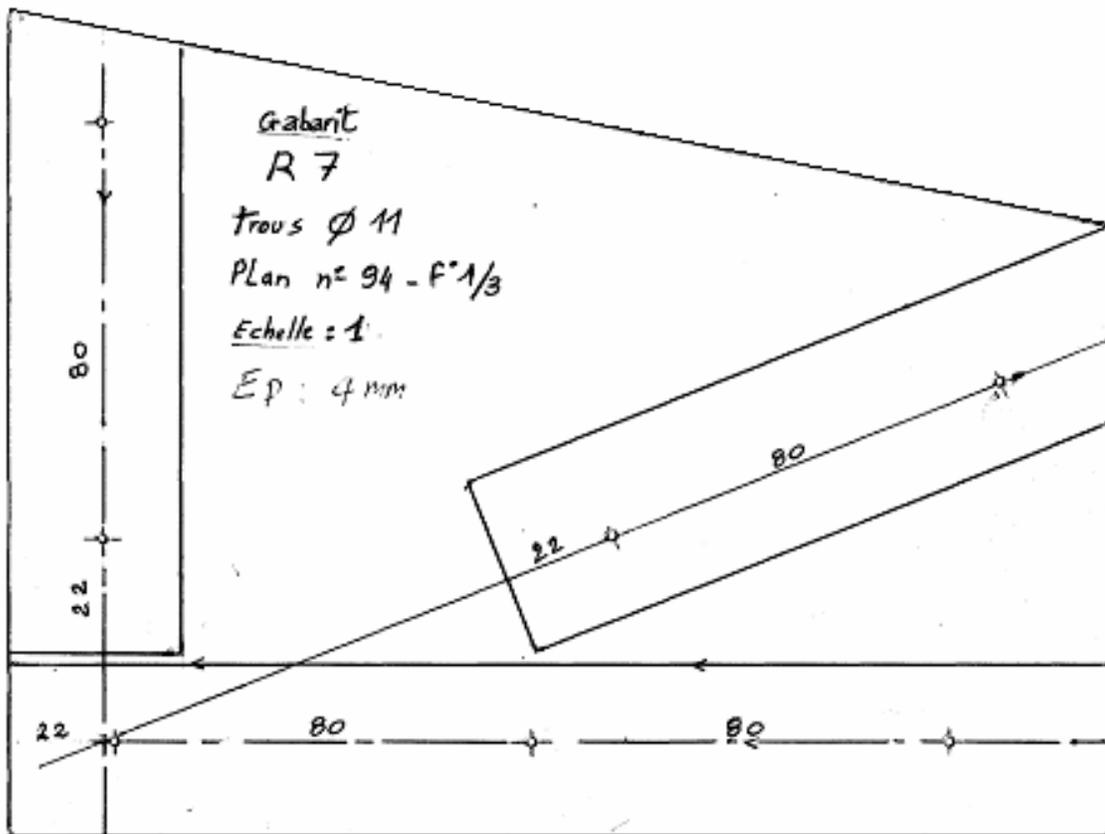
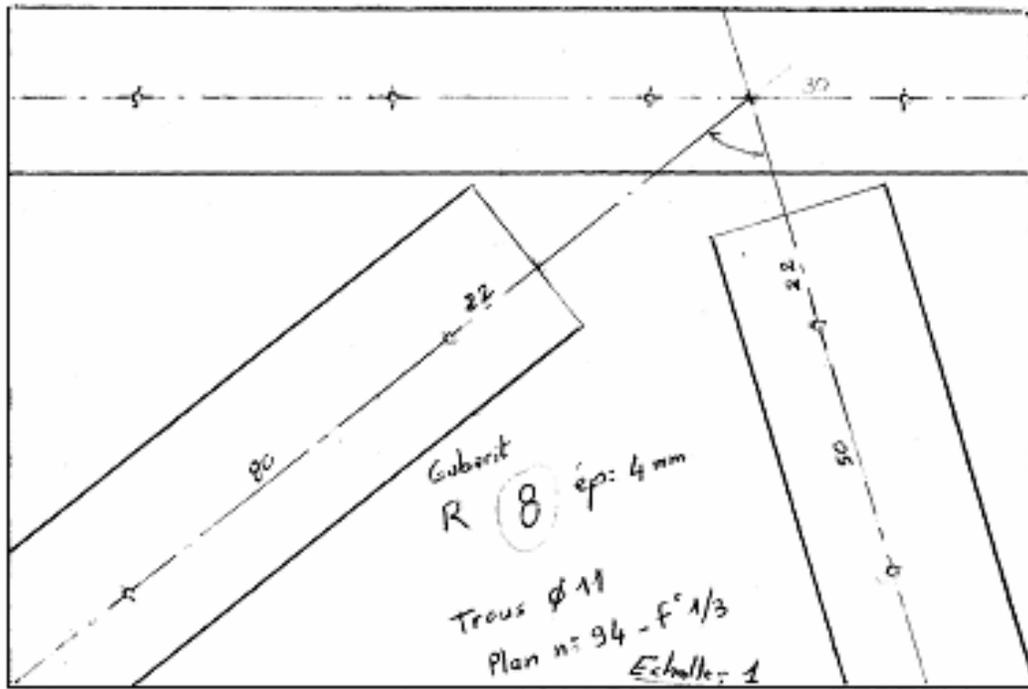


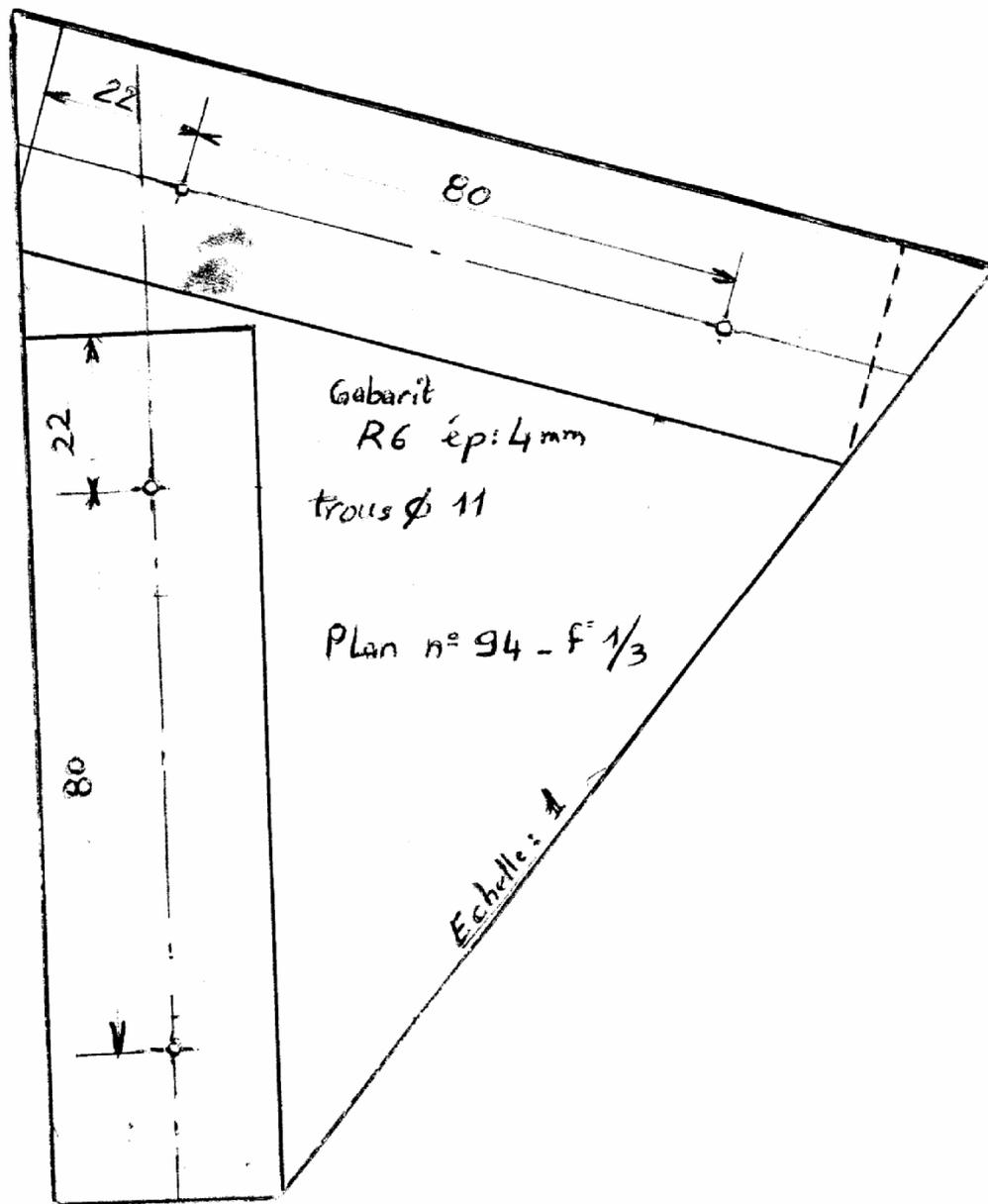
Nota: Boulons H, M10 partout.

C6	Contreventement auvent en corn.	1	Acier E24	L40x40x4	Sym. 3 (C5). Voir pl. 1-14
C5	Contreventement auvent en corn.	1	Acier E24	L40x40x4	
Rep	Designation	Qte	Matière	Débit	Observations
Echelle: 1/25.				Temps	Date
CONTREVENTEMENTS AUVENTS CORNIÈRES.				Exécution par...	
				CHARPENTE MÉTALLIQUE	
				N°94	
				F° 3/3	

Goussets à réaliser sur tôle

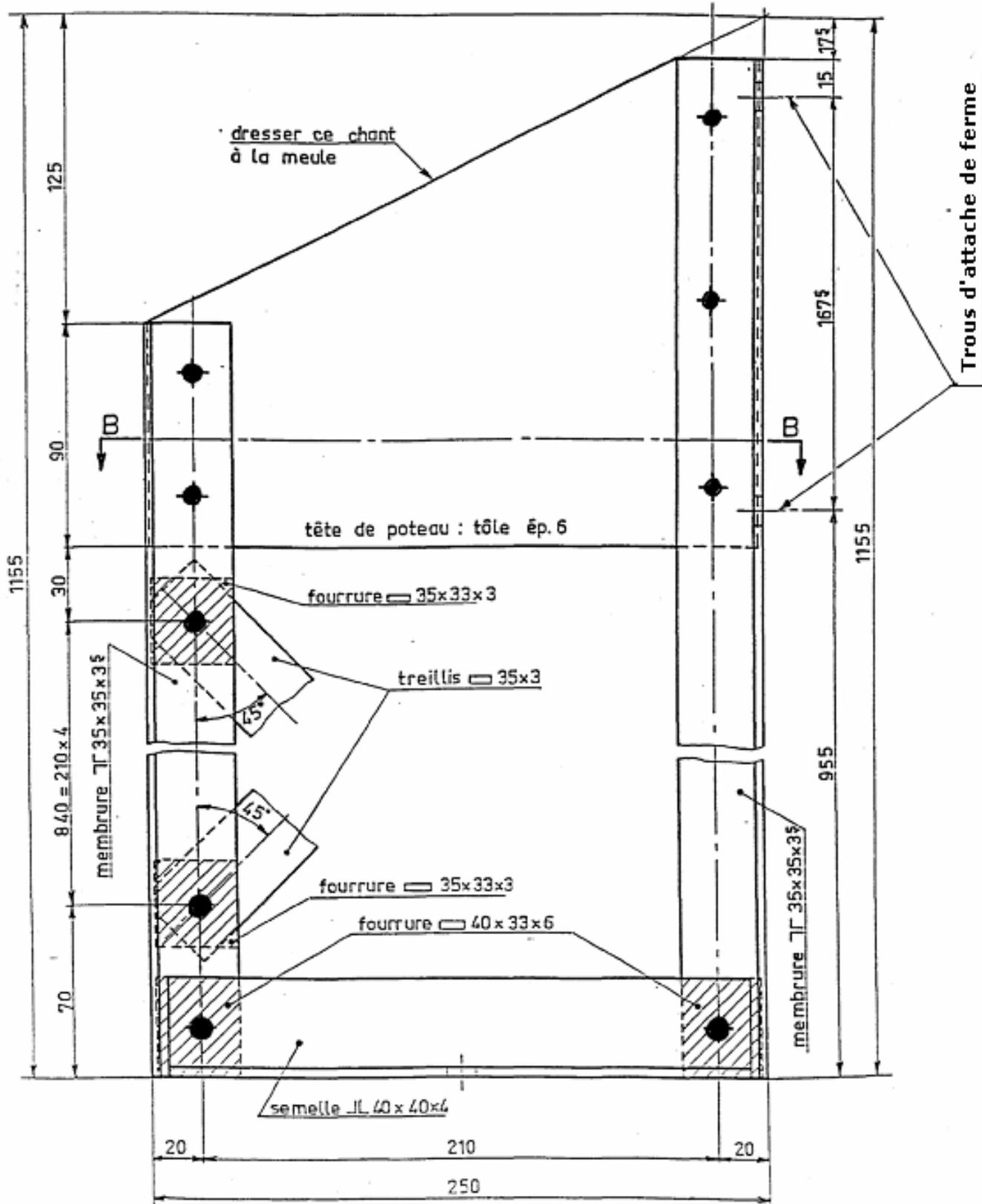


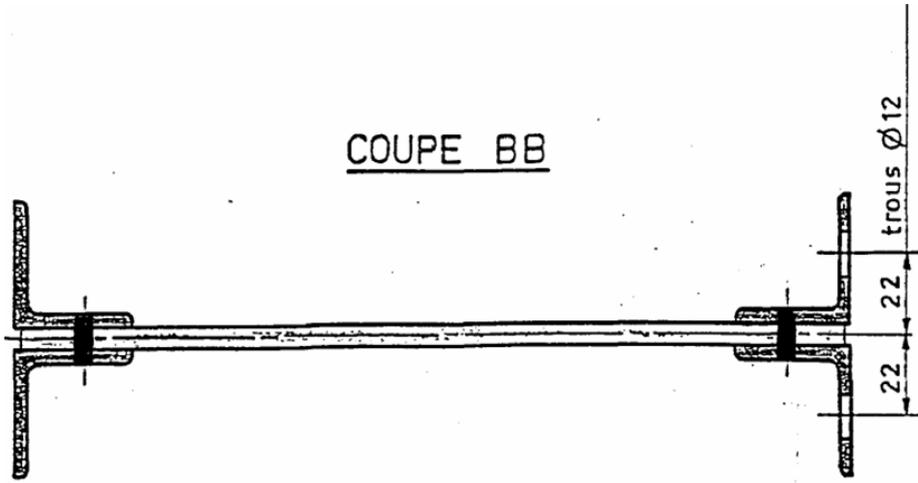




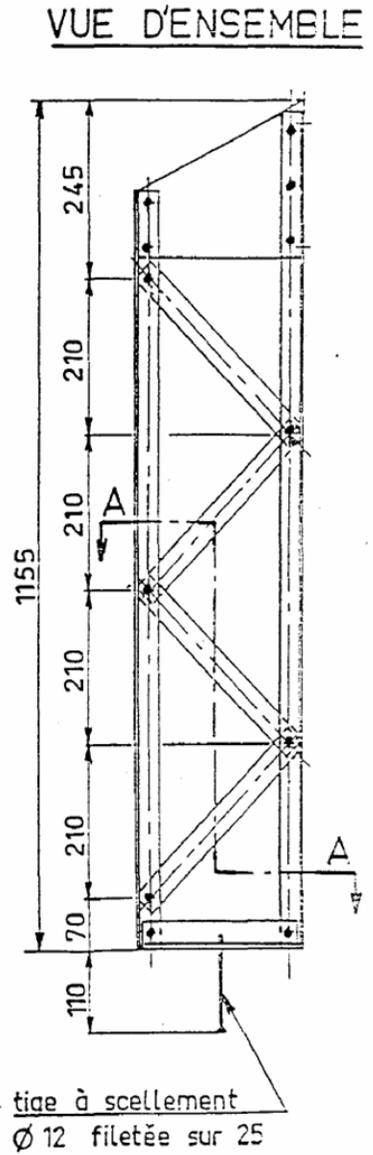
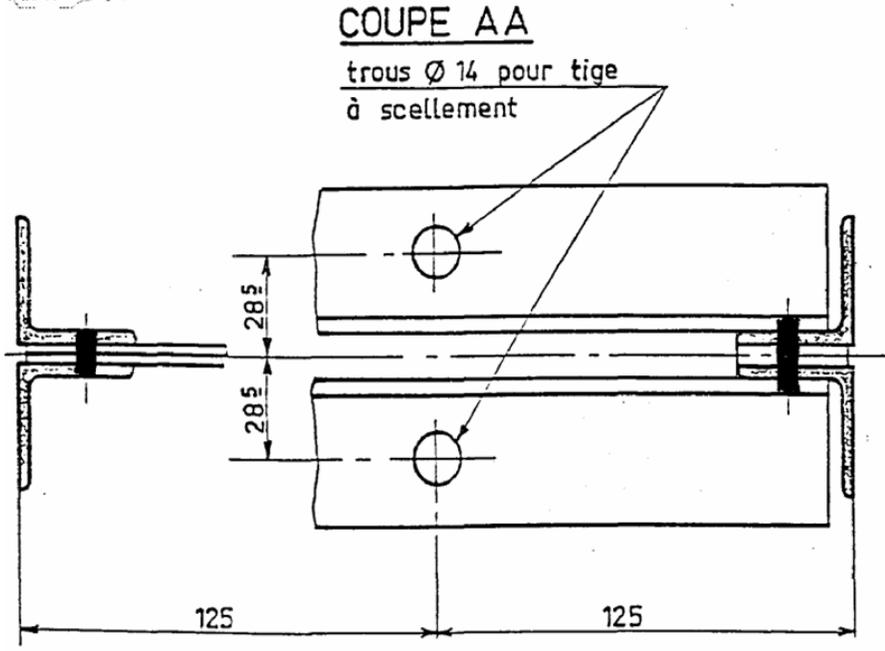
EXERCICE 3 : POTEAU A TREILLIS BOULONNE

TETE et PIED de POTEAU (DETAILS)





152 d'attache de
ferme



- NOTA
- _Les fourrures sont représentées par des hachures
 - _Respecter l'emplacement des trous d'attache de ferme
 - _Rivets Ø 10 partout
 - _Les treillis sont placés à 45°

EXERCICE 4 : SUPPORT POUR CITERNE

Notation sur : 20
 Coefficient : 3
 Note élim. - de : 36/60

proposé : 20 h
 alloué :
 Temps mini. :
 maxi. :
 moyen :

Visa du Jury d'examen

nouvelles normes de soudage :

remplace

remplace

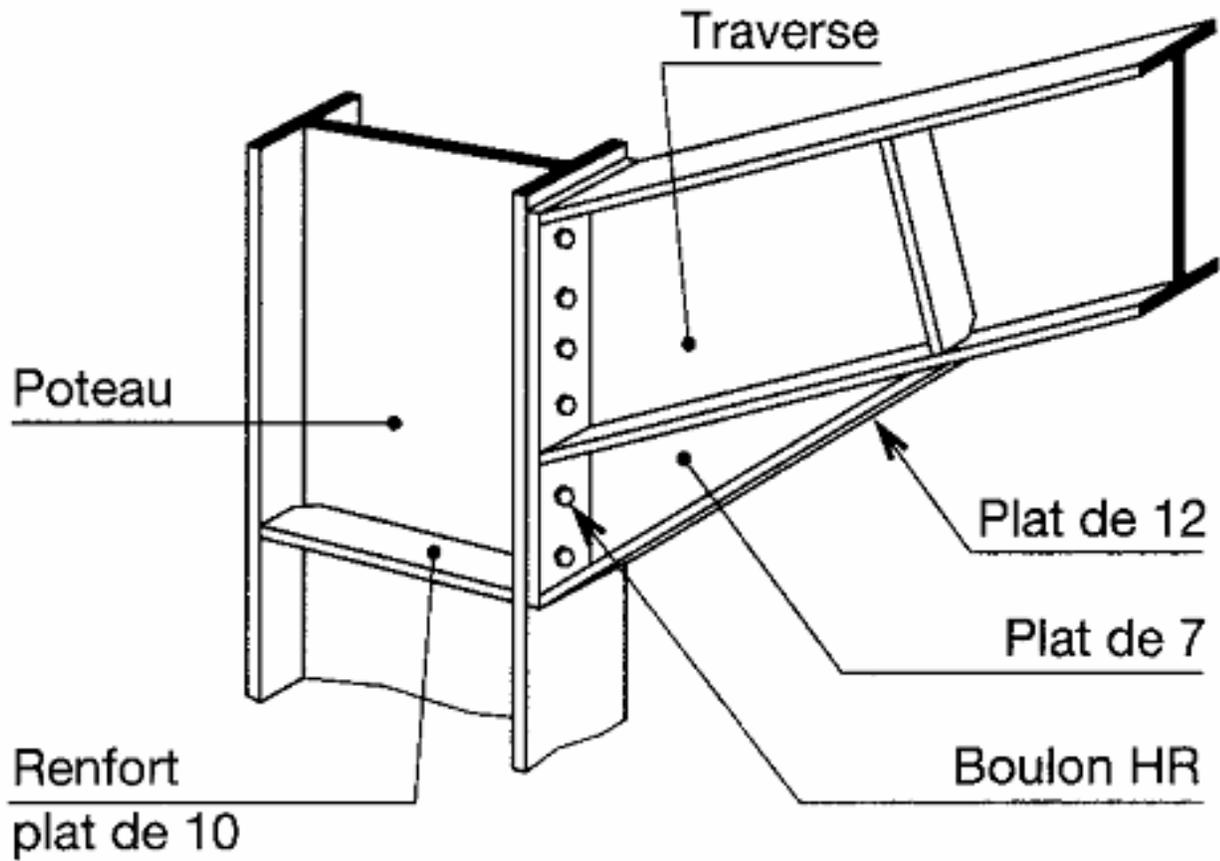
Rep	Désignations	Nbre	Matière	Débit	Observations
	Boulon H 8 . 20	4	"		
	Boulon H10.70	2	"		Pour traverse et collier
	boulon H 8 .25	11	"		
12	Tube	1	"	∅ 60,3x3,25 long.100	
11	Collier	1	"	Plat 40x3 long.300	Formé à froid
10	Gousset	2	"	Tôle 50x50x3	
9	Platine	2	"	Plat 80x4 long.360	
8	Semelle	1	"	Plat 120x4 long.300	
7	Gousset inférieur	1	"	Plat 100x4 long.300	boulonné sur montants . Soudé sur 8 .
6	Diagonale	1	"	plat 40x4 long.350	
5	Montant	1	"	L35x35 long.2250	Ailes grugées et ajustées sur le berceau
4	Montant	1	"		
3	Gousset supérieur	1	"	tôle 280x280x4	Oxycoupé
2	Traverse	1	"	tube carré de 50 ép;3,25 long:260	Soudé sur 9 et 10
1	Berceau	1	Acier doux	Plat 70x5 long.400	Cintré suivant épure
CDC G M					Date:
Ech: 0,3 (3/10)					Exécution par :
Temps alloué: 20 h.					Plan N°:
Spécialité OPCM					° 1/1

Assemblage en charpente métallique

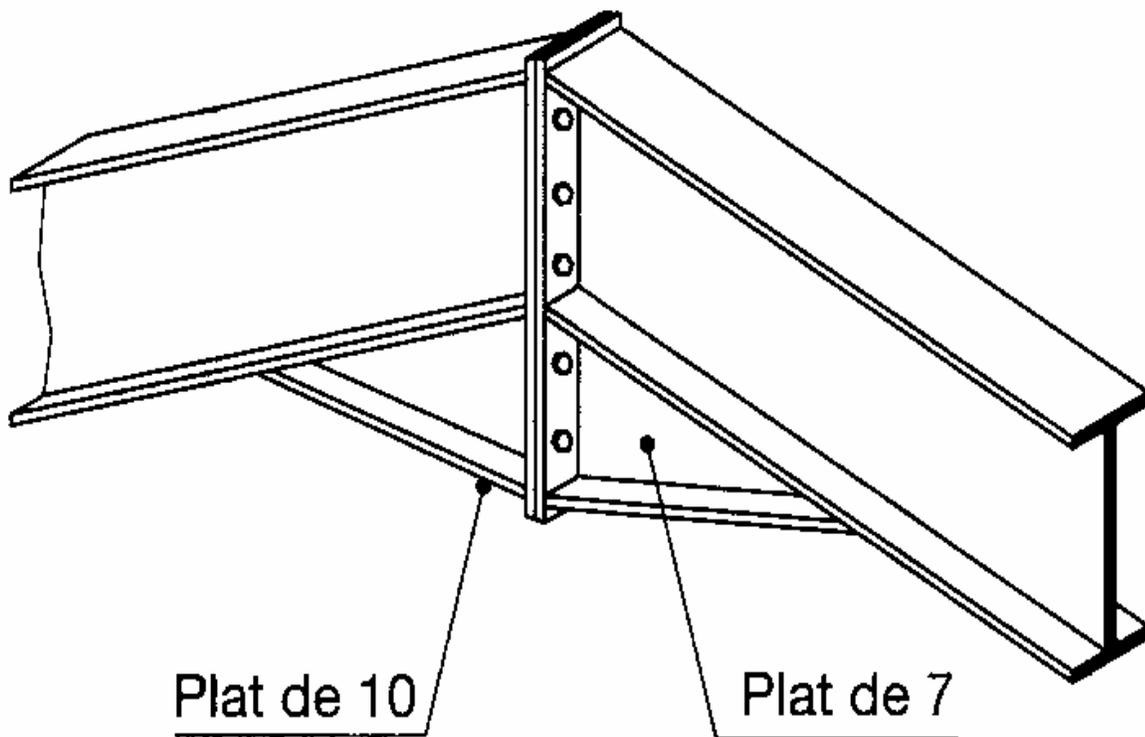
les pièces assemblées.

On les appelle aussi boulons précontraints.

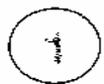
Les figures 1 à 6 montrent les principales liaisons.



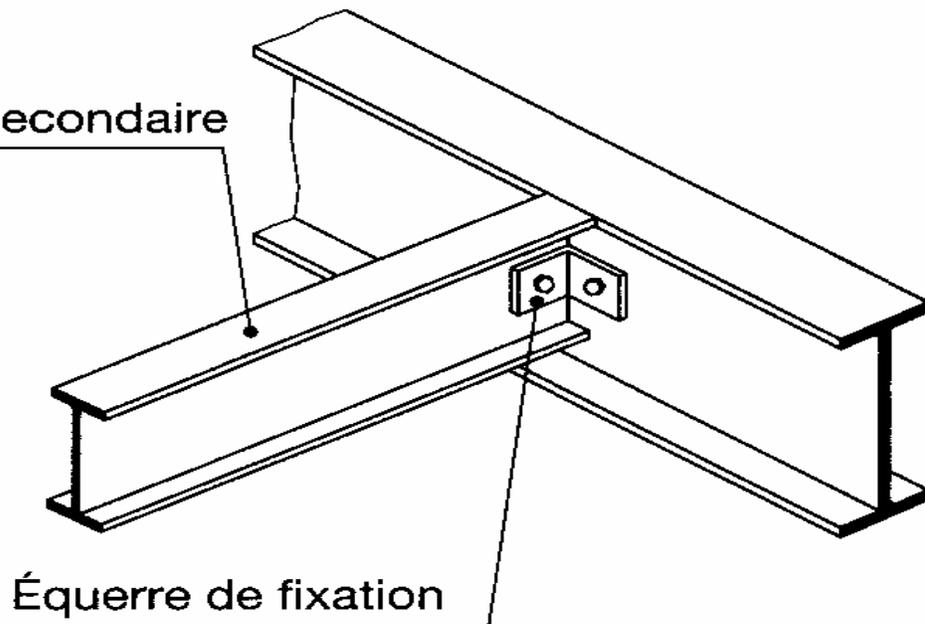
Assemblage poteau-traverse



Assemblage traverse-traverse

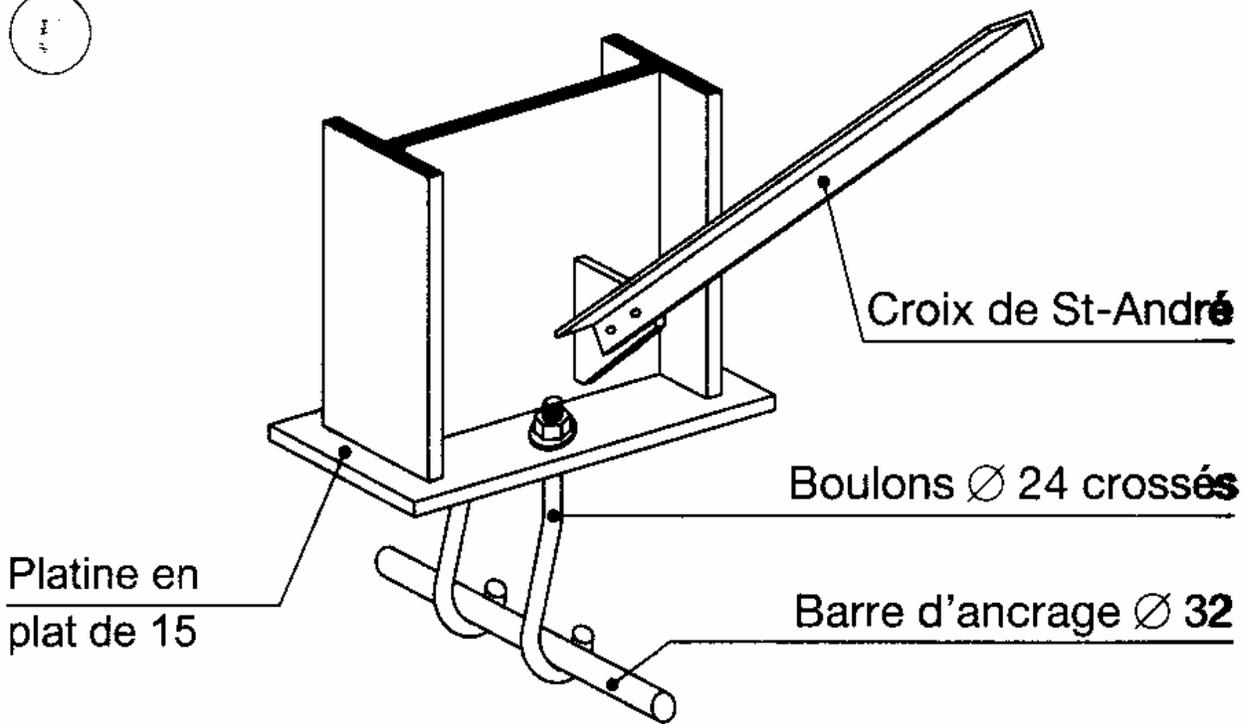


Poutre secondaire

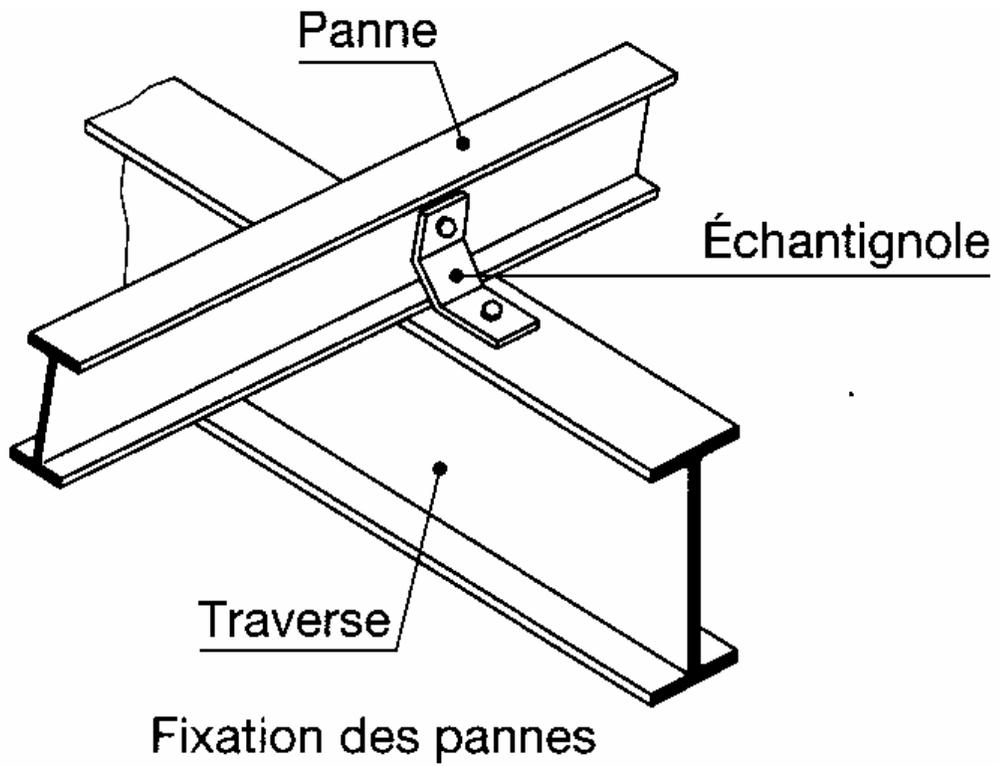


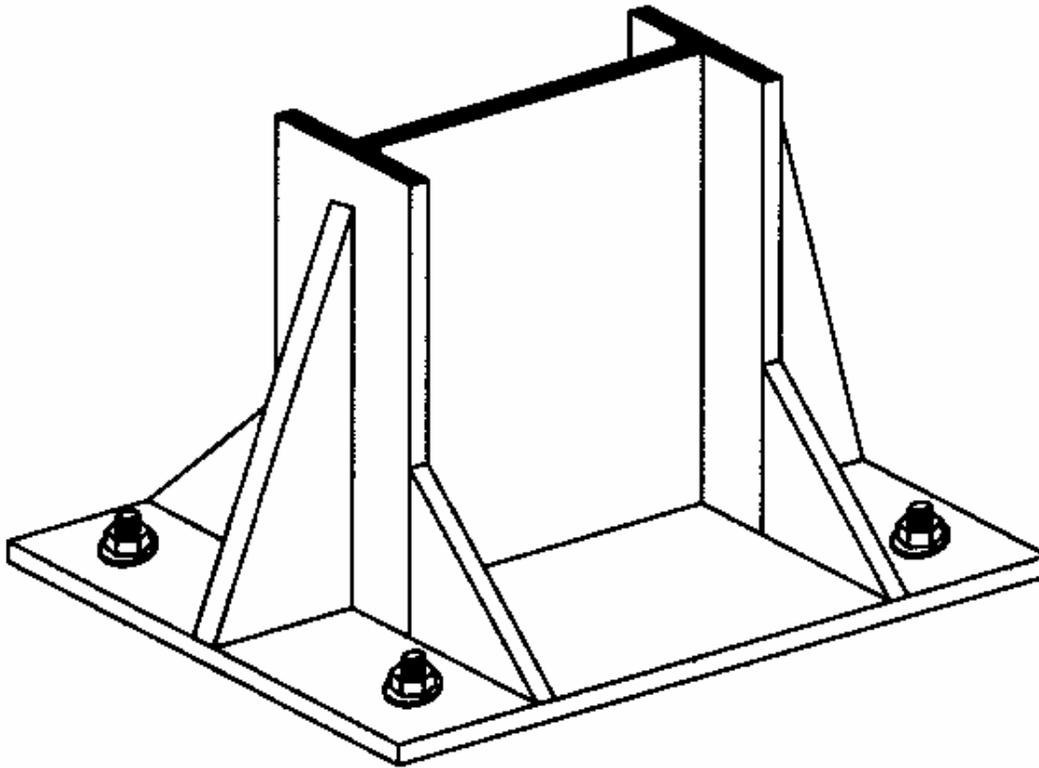
Liaison poutre-poutre

1



2





Pied de poteau encastré

POINÇONNAGE

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérification des connaissances

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

- Répondre au questionnaire.

QUESTIONS

- 1- Quelles différences faites-vous entre le poinçonnage et le grignotage ?
- 2- Pour le poinçonnage d'une table acier de 3 mm avec un poinçon de \varnothing 30 mm, quel sera le diamètre de la matrice ?
- 3- Calculer l'effort nécessaire de cisailage pour poinçonner une tôle d'acier TC écroui, épaisseur 2 mm \varnothing du poinçon 30 mm.
- 4- Donner le \varnothing mini poinçon pour exécuter un trou dans une tôle acier de 5mm.

NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

VISSERIE

INSTRUCTIONS

POUR LE FORMATEUR :

- Vérifier si le stagiaire connaît la désignation des vis.

TRAVAIL DEMANDE AUX STAGIAIRES

Répondre au questionnaire

- Vous lisez sur un emballage contenant de la visserie H,M12-40 que signifie cette désignation ?

- Qu'est ce qu'un boulon ?

- A quoi correspondent ces désignations :
 - CHC, M10, 60

- F S, M 8-35

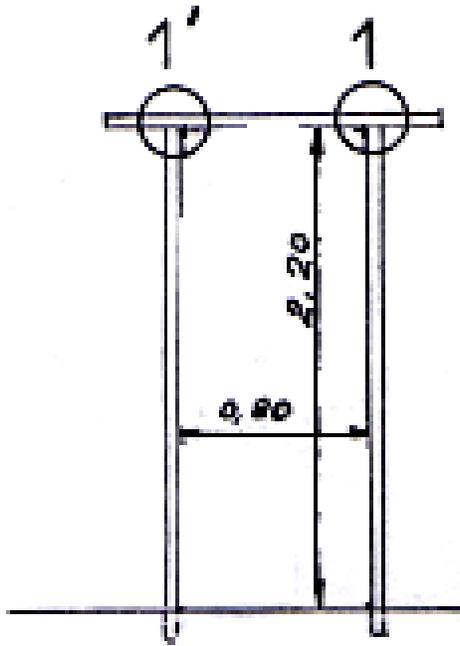
- A quoi correspond le pas d'une vis ? Comment peut on le mesurer ?

NOTA : Documents à caractères pédagogiques.

Ces documents ne peuvent pas servir à une fabrication industrielle.

Les normes industrielles évoluant constamment, il appartient au formateur de faire les modifications avec ses apprenants lors des séances de formation.

HUISSERIE :

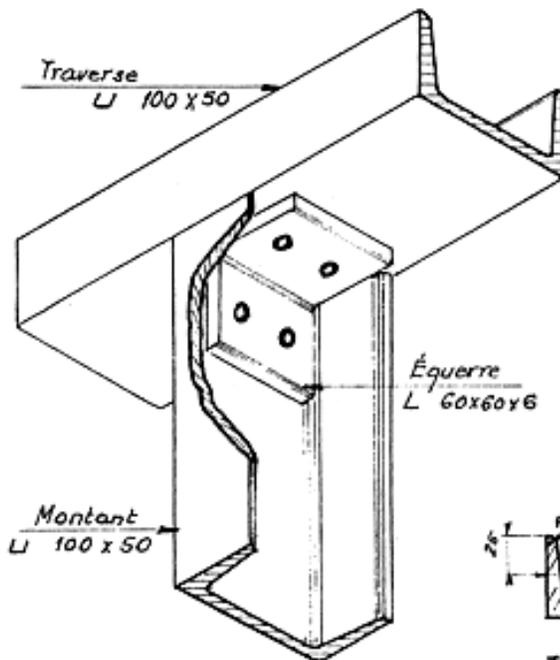


CÔTES COMPLÉMENTAIRES

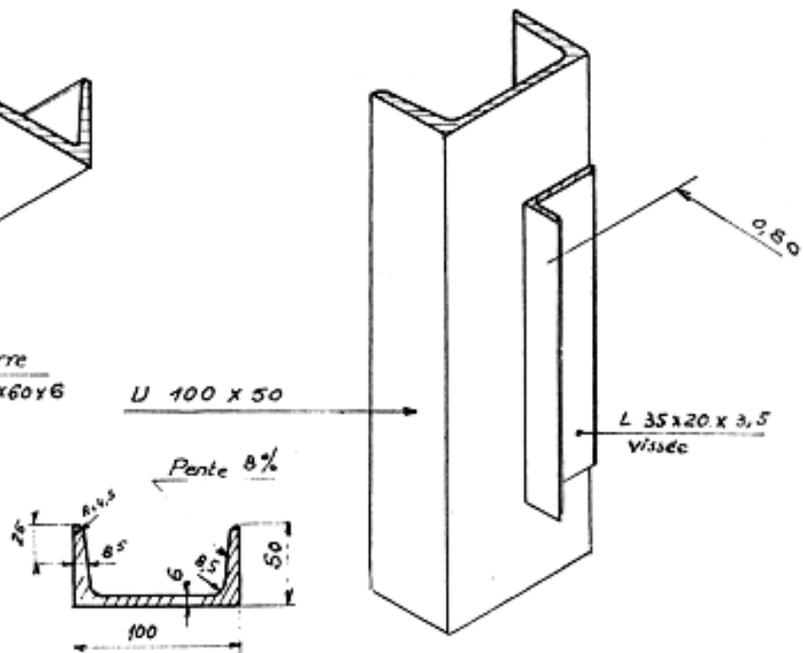
Dimensions de passage : 2,20 x 0,80 m
 La traverse dépasse les montants de 0,25 de chaque côté.
 Il sera prévu une cornière de 35 x 20 x 3,5 pour battement, sur les 2 montants et la traverse de l'huissérie.

Rep	Nbre	Désignations	Matières	Débâts	Observations
	2	Equerre	L 60 x 60 x 6		
	1	Traverse	U 100 x 50		
	2	Montants	U 100 x 50		

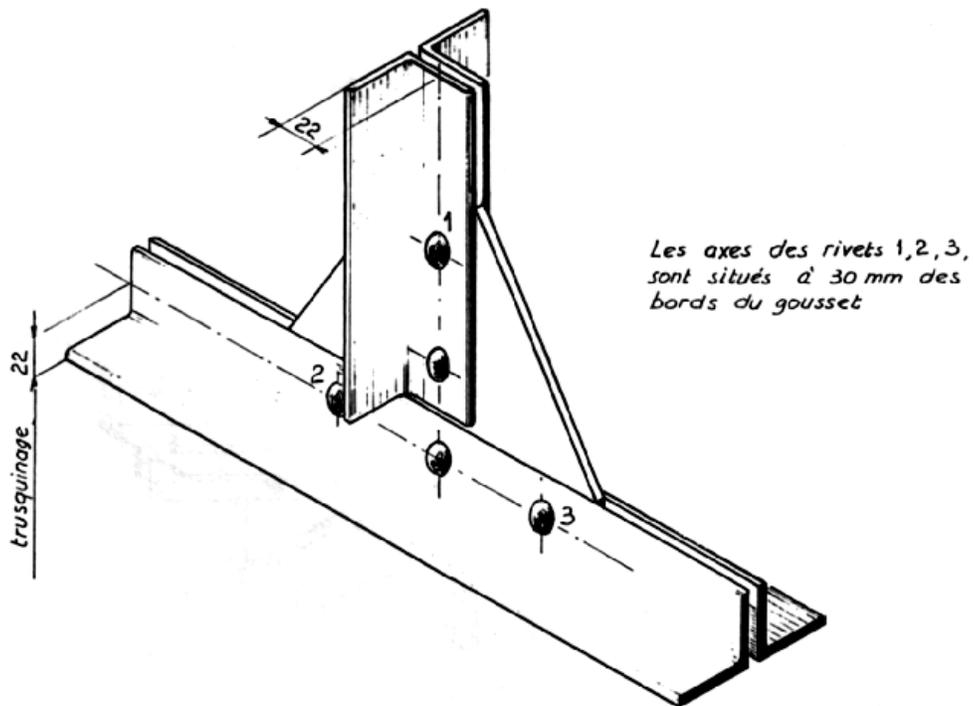
ASSEMBLAGE ①



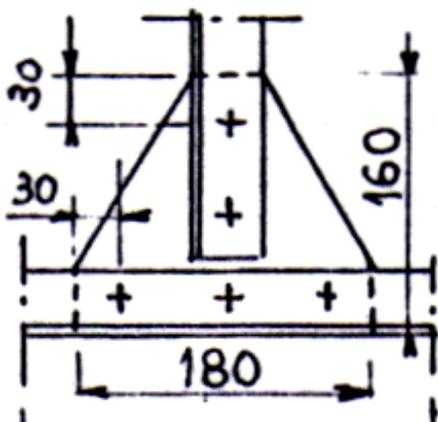
EMPLACEMENT DU BATTEMENT



ASSEMBLAGE (ENTRAIT – MONTANT)



	5	Boulon	HM 10 x 20		
	1	Gousset	Tôle de 6 mm	180 x 160	
	2	Entrait	L 40 x 40 x 4		
	2	Montants	L 40 x 40 x 4		
Rep	Nbre	Désignations	Matières	Débâts	Observations



Entrait

JL 40x40x4
 rivé sur gousset par 3 rivets R. 10
 espacés de 60 d'axe en axe
 trusquinage = 22

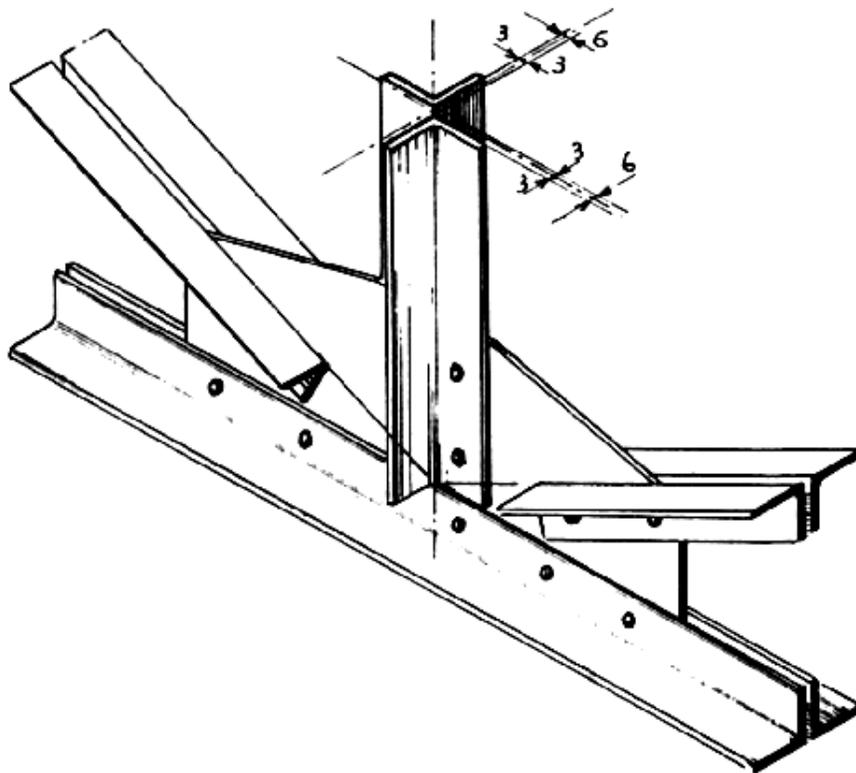
Montant

JL 40x40x4
 rivé sur gousset par 2 rivets R. 10
 espacés de 60 d'axe en axe
 trusquinage = 22

Gousset

tôle de 6 mm
 hauteur = 160 ; largeur = 180

ASSEMBLAGE (ENTRAIT. POINÇON DIAGONALES)



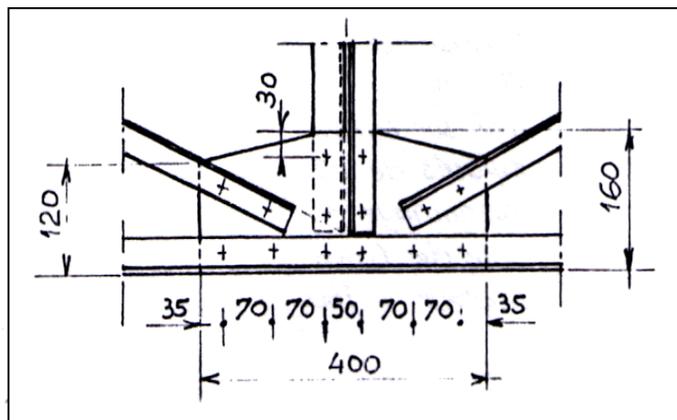
	14	Boulon	HM 10 x 20		
	1	Gousset	Tôle de 6 mm		
	4	Diagonale	L 40 x 40 x 4		
	2	Entrait	L 40 x 40 x 4		
	2	Poinçon	L 40 x 40 x 4		
Rep	Nbre	Désignations	Matières	Débites	Observations

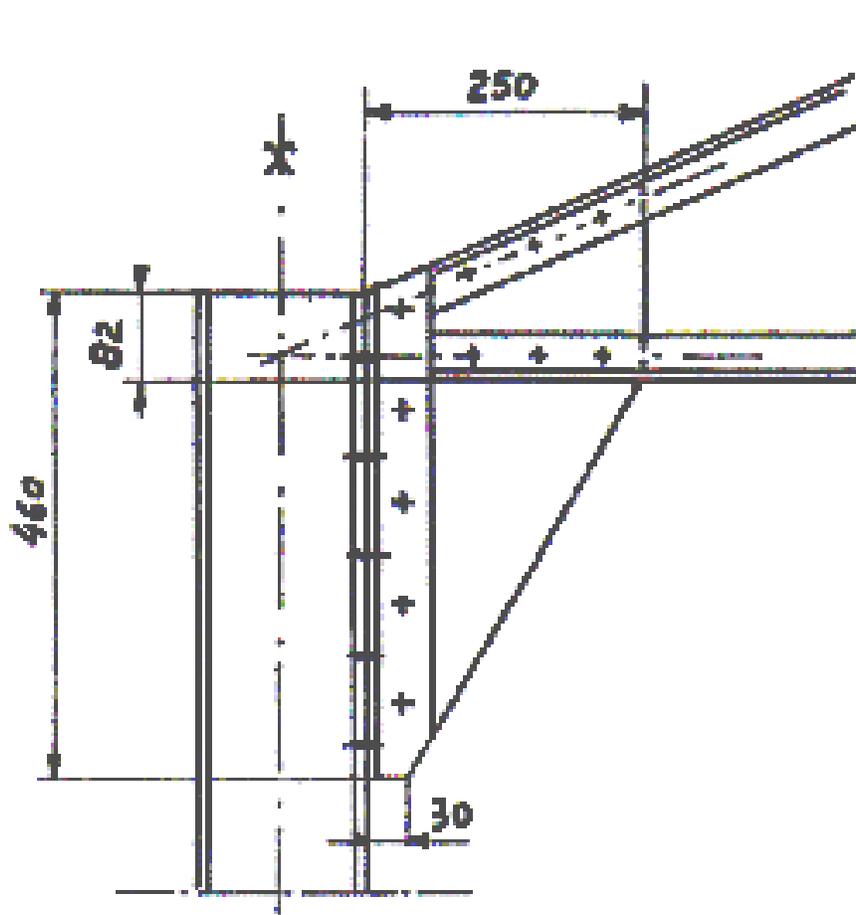
Entrait JL 40x40x4
rivé sur gousset par 5 rivets R10
(voir espacements ci-contre)

Poinçon L 40x40x4
rivé sur gousset par 4 rivets R10
espacés de 60 d'axe en axe

Diagonales L 40x40x4
rivées sur gousset chacune
par 2 rivets R10 espacés de
60 mm.

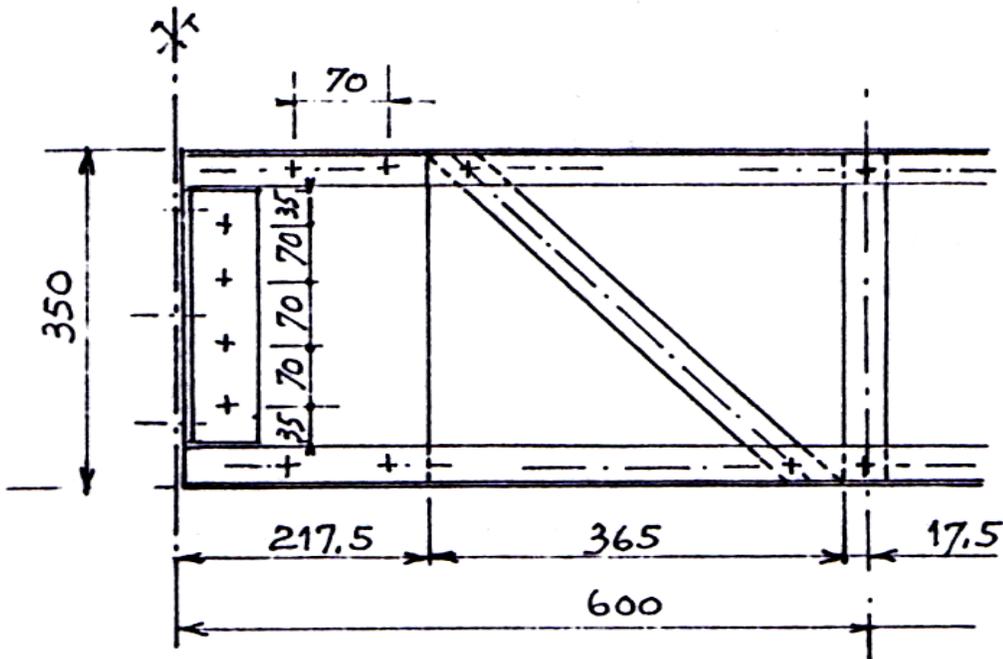
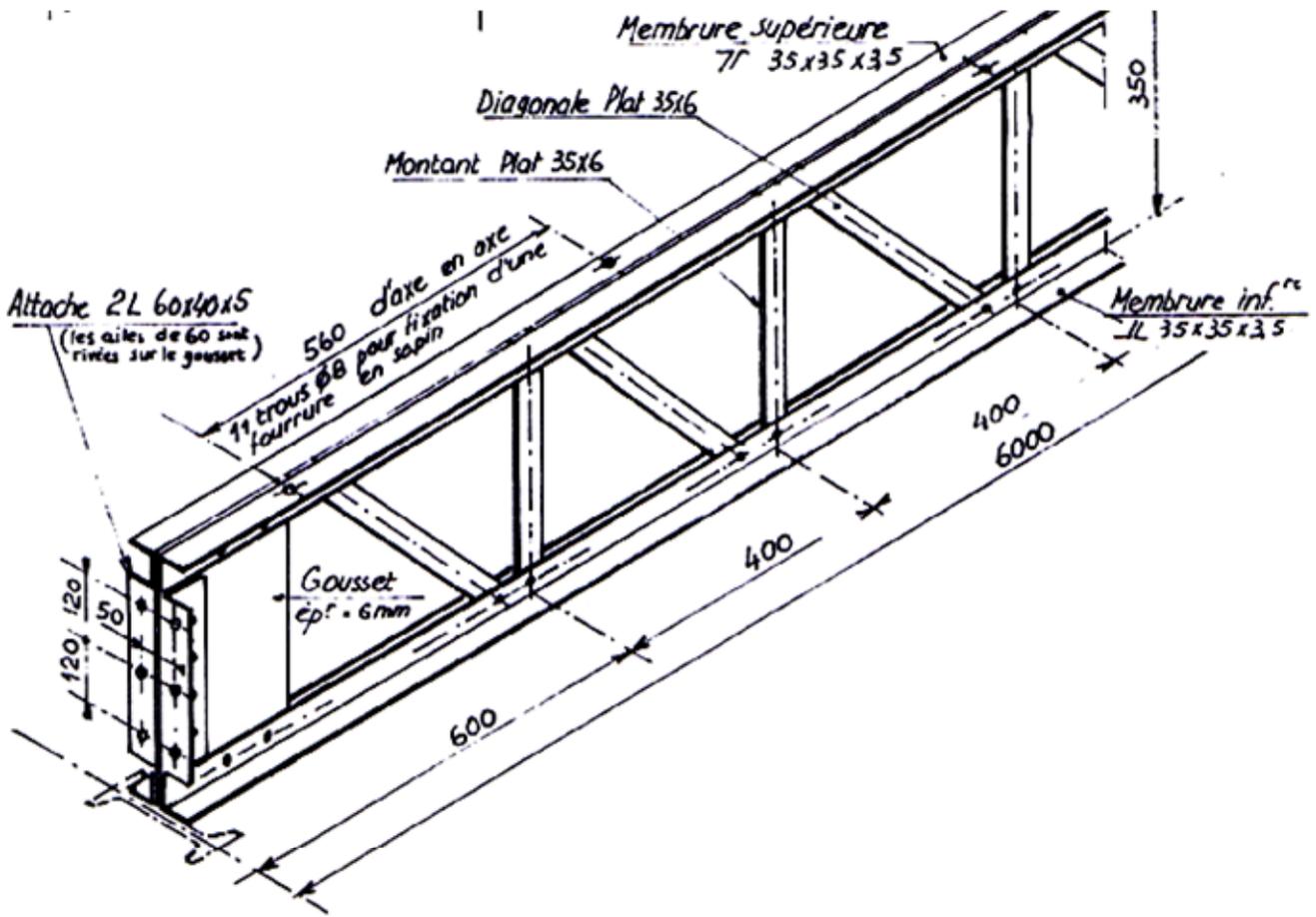
Gousset tôle de 6 mm
(voir dimensions ci-contre)





- Poteau Poutrelle I PN 160 x 74 x 6,3
10 trous pour boulons $\phi 10$
- Arbalétrier 71 40 x 40 x 4
rivé sur gousset par 3 rivets R 10
espacés de 70 d'axe en axe
trusquinage = 22
- Entrait JL 40 x 40 x 4
rivé sur gousset - mêmes rivets
- Attoche 2 L 60 x 40 x 5
rivée sur gousset par 5 rivets R 16
espacés de 90 d'axe en axe par les
ailes de 60 . (trusquinage = 32)
fixée sur poteau par les ailes de 40
à l'aide de 10 boulons $\phi 10$ (tr.=20)
- Gousset tôle de 6 mm

SABLIÈRE



	12	Boulon	HM 8 x 20		
	2	Attache	L 60 x 40 x 5		
	1	Diagonale	Plat 35 x 6		
	1	Gousset	Tôle de 6 mm		
	1	Montants	Plat 35 x 6		
	2	Membrure inf.	L 35 x 35 x 3,5		
	2	Membrure sup.	L 35 x 35 x 3,5		
Rep	Nbre	Désignations	Matières	Débits	Observations

COTES COMPLÉMENTAIRES

Les montants, au nombre de 13, sont espacés de 400 mm d'axe en axe.

Rivets R 8 partout.

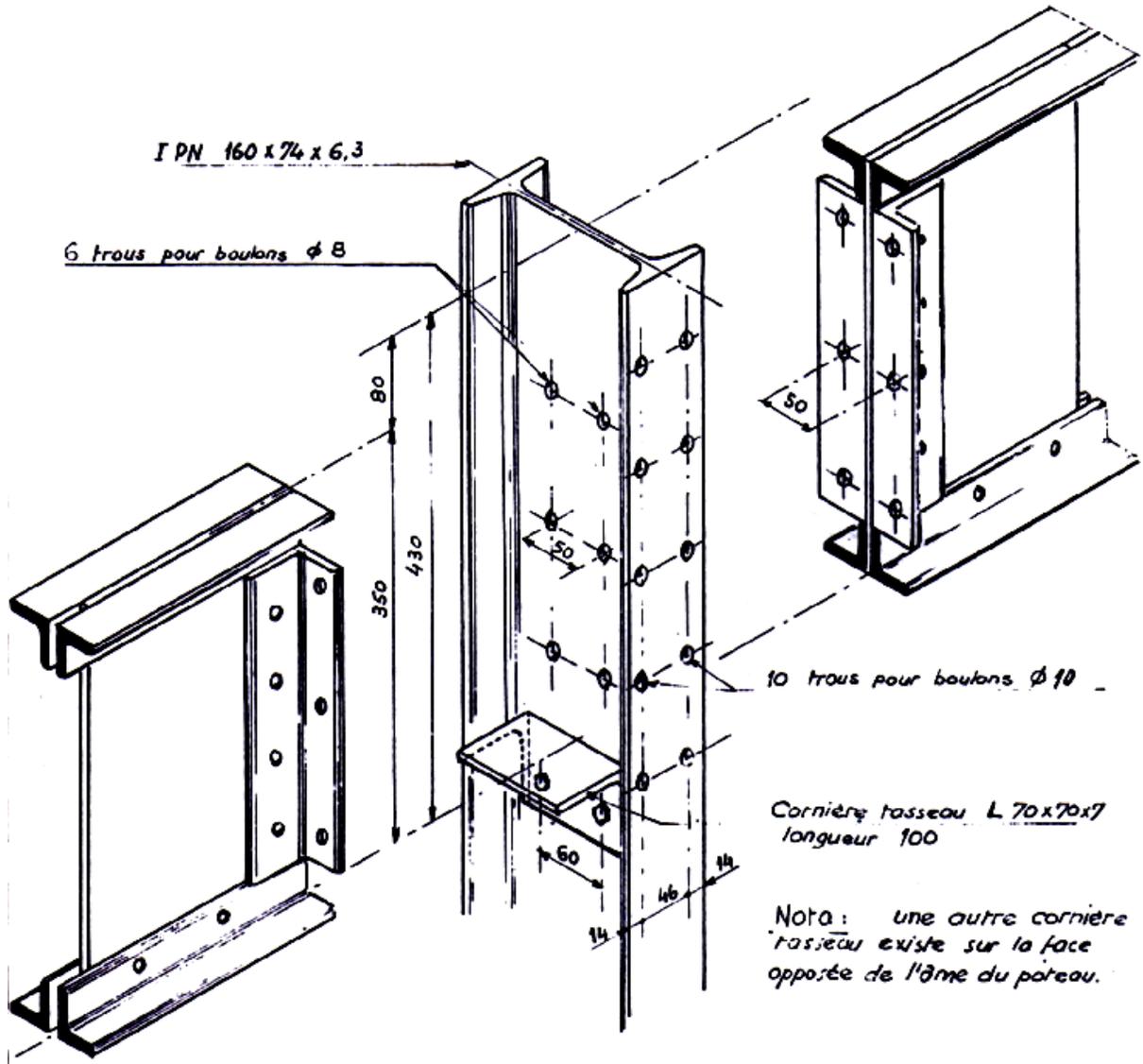
Boulons ϕ 8

Trusquinages

L 35 x 35 x 3,5 : 19

L 60 x 40 x 5 : 32 et 22

ASSEMBLAGE SABLIERES- POTEAU



Matière d'œuvre :

Se référer aux exercices précédents.

En plus : 2 cornières tasseaux de longueur 100 en L 70 x 70 x 7 fixées sur poteau par deux 2 boulons HM 12 Trusquinage = 38

ASSEMBLAGE DANS LA TUYAUTERIE

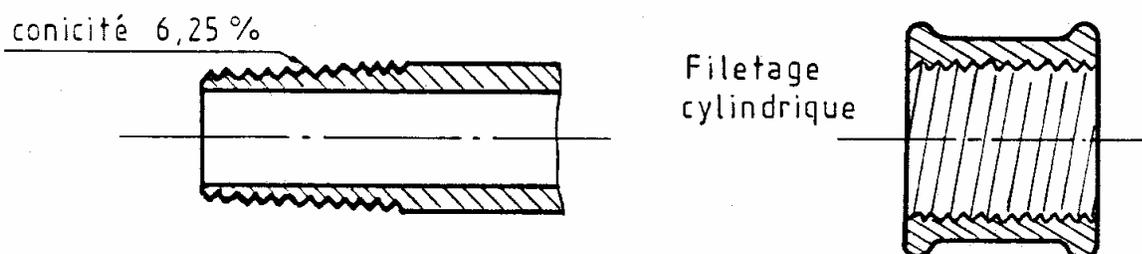
On rencontre deux types d'assemblage dans la tuyauterie industrielle.

- a) Les assemblages démontables
- b) les assemblages permanents.

LES ASSEMBLAGES DEMONTABLES.

1°) - Les assemblages par filetage

Ce mode d'assemblage nécessite l'emploi de raccords taraudés et l'obligation de fileter l'extrémité des tubes. Les filets sont en rapport avec le diamètre du tube et définis par la NORME NFE 03004. Ce filetage est appelé "Filetage au pas du gaz" et est conique (conicité à 6,25 % ou 1/16). Par contre le taraudage des raccords est cylindrique.



Pour obtenir l'étanchéité, on entoure les filets du tube de filasse de chanvre que l'on enduit d'une pâte (pâte à joint) ou d'un ruban de téflon, très efficace et d'une grande facilité.

Pour assurer une liaison correcte, respecter les longueurs de filetage ci-dessous, si le filetage est trop long, vous affaiblirez le tube, trop court, il risque d'y avoir une mauvaise étanchéité.

Diamètre extérieur	Dénomination des filetages	Pas	longueur filetée
13,5	1/4	1/34	9,7 ± 1,3
17,2	3/8	1/34	10,1 ± 1,3
21,3	1/2	1,81	13 ± 2
26,9	3/4	1,81	14,5 ± 2
33,7	1	2,31	16,5 ± 2,5
42,4	1 1/4	2,31	19 ± 2,5
48,3	1 1/2	2,31	19 ± 2,5
60,3	2	2,31	23 ± 2,5
76,1	2 1/2	2,31	27 ± 3,5
88,9	3	2,31	30 ± 3,5
114,3	4	2,31	36 ± 3,5

LE FILETAGE

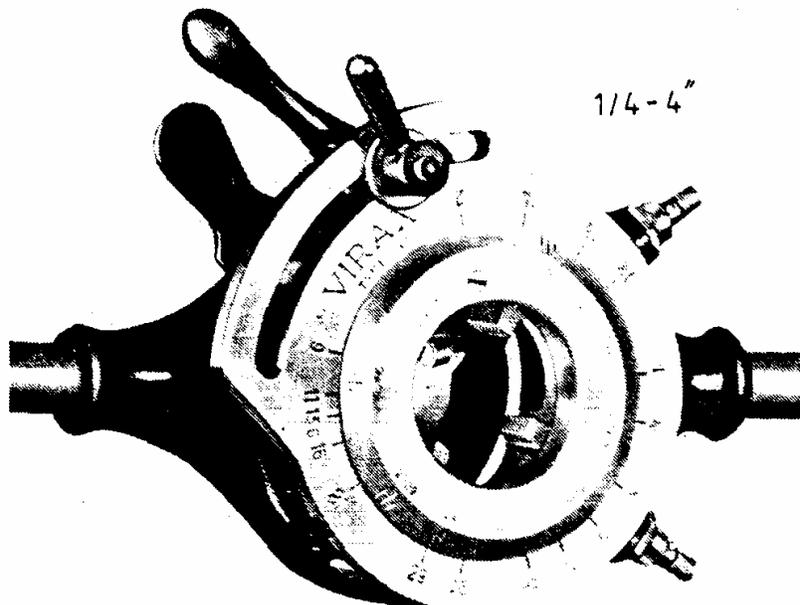
Pour réaliser des filetages sur les tubes encore appelés "tube gaz" (ancienne dénomination), on utilise deux types de filières :

- a) La filière à têtes interchangeables .A chaque diamètre de tube correspond une cage de coussinet.
L'opération se fait en une seule passe.

Sur épingle pour têtes
à droite au pas du gaz



- b) La filière ajustable. Elle est montée de quatre peignes pouvant se régler au diamètre du tube. Si le pas est identique, on peut fileter différents diamètres de tube.



NOTA : Ne pas oublier de lubrifier lors du filetage

LES RACCORDS

Sur le marché de nombreux modèles existent suivant l'usage : ils sont en fonte malléable et filetés au "pas du gaz" Norme NF E29.801

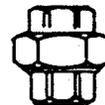
Pour assurer la même direction :



Manchon D-D

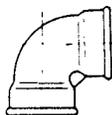


Manchon D-G

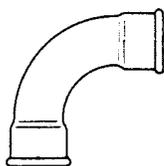


Raccord union { conique - plat
à joint torique

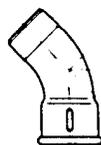
Pour effectuer un changement de direction :



coude femelle



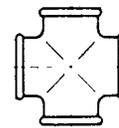
courbe femelle
(grand rayon)



courbe à 45
mâle-femelle

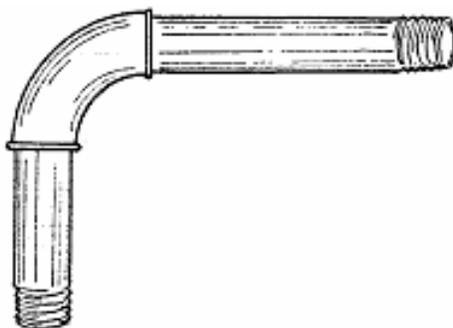


Té égal



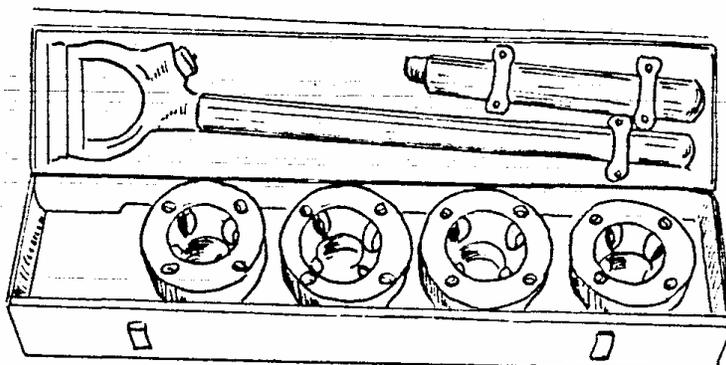
croix

FILTAGÉ DES TUBES EN ACIER
AVEC LA FILIÈRE À TÊTE INTERCHANGEABLE



N°	PHASES	SCHEMAS
1	<p><u>SERRER LE TUBE CONVENABLEMENT À L'ÉTAU.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - CHOISIR la tête de dimensions convenables. - MONTER la tête dans le porte-filière. - CHANFREINER l'extrémité du tube. - LUBRIFIER l'extrémité du tube. 	
2	<p><u>EXECUTER LE FILETAGE.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - VERIFIER la perpendicularité de la filière. - FAIRE AMORCER la filière - FAIRE TOURNER la filière vers le sens de droite. - LUBRIFIER. - RETIRER la filière en la faisant tourner vers le sens de gauche. 	
3	<p><u>CONTROLER LE FILETAGE.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - ENLEVER les copeaux à l'aide de la brosse métallique. - VERIFIER le filetage à l'aide d'un raccord taraudé de mêmes dimensions que le tube. 	

FILTAGE DES TUBES EN ACIER AVEC LA FILIERE A TETE INTERCHANGEABLE



1 - DEFINITION

C'est une opération permettant d'exécuter des filets sur la périphérie des tubes cylindriques.

2 - PRINCIPES DE FILETAGE

L'emploi des raccords taraudés nécessite le filetage des tubes à leurs extrémités à l'aide d'une filière.
Le système de filetage employé pour les tubes en acier au pas "GAZ".

Ce pas est déterminé par le nombre de filets contenus dans une longueur de 1 pouce Anglais correspondant à une longueur de 25,4 mm dans le système métrique.

3 - CONSTITUTION DE L'OUTIL

- Une filière à tête interchangeable est constituée d'un porte-filière ou cage "a" muni d'un cliquet permettant de l'utiliser dans un espace restreint et pour le filetage des tubes déjà en place tels que tubes situés dans les angles, aux ras plafonds.
La démultiplication de cette filière permet de fileter en toute position pourvu qu'on dispose d'un champ angulaire de 30° environ pour la manœuvre alternative de l'unique bras.
- Peignes emprisonnés dans une tête "b".
- Bras démontable.

4. CONDUITE DE L'OPERATION

- Chanfreiner l'extrémité du tube avant de fileter.
- Graisser l'extrémité du tube.
- Lubrifier avec de l'huile de coupe pendant l'opération de filetage, cela assure longue vie des peignes, filet bien net et moins d'effort pour réaliser le filetage.
- La longueur normale du filetage d'un tube doit être en rapport avec le nombre de filets qu'a le raccord qui est un destiné (Voir tableau).
- Une fois le filetage terminé, on s'assure qu'il est bien fait en montant à la main le raccord.
Ce raccord ne doit pas pouvoir se monter à la main jusqu'au bout, il doit rester au maximum 3 ou 4 filets à l'extérieur pour le serrage.

5. MAINTENANCE DE L'OUTIL

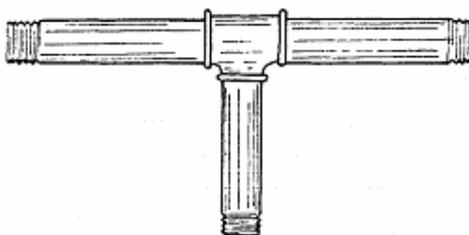
L'entretien des filières après chaque usage doit se faire avec l'essence et un pinceau, ou si possible avec de l'air comprimé.

6. LONGUEUR NORMALE DU FILETAGE

Le tableau ci-dessous indique les longueurs normales des filetages suivant les diamètres des tubes :

Diamètre des tubes en pouce	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Longueur du filetage en mm	10	13	15	17	19	19	21

FILTAGÉ DES TUBES EN ACIER
AVEC LA FILIÈRE À PEIGNES INTERCHANGEABLE



N°	PHASES	SCHEMAS
1	<p><u>SERRER LE TUBE CONVENABLEMENT À L'ÉTAU.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - CHOISIR les peignes de dimensions convenables. - MONTER les peignes. - REGLER l'ouverture des peignes au maximum. 	
2	<p><u>EXECUTER LE FILETAGE.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - CHANFREINER l'extrémité du tube. - LUBRIFIER l'extrémité du tube. - FAIRE AMORCER la filière - FAIRE TOURNER la filière vers le sens de la droite. - FAIRE TOURNER la filière 1/2 tour vers le sens de gauche pour couper les copeaux. - LUBRIFIER. - ECARTER les peignes. - RETIRER la filière. 	
3	<p><u>CONTROLLER LE FILETAGE.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - VERIFIER le filetage avec un accessoire. 	

LA FILIERE A PEIGNES INTERCHANGEABLE

1. DEFINITION

Les filières à peignes interchangeables appelées aussi filières ajustables permettent de fileter les diamètres des tubes de 3/8" à 2" au pas GAZ avec la même cage.

2. CONSTITUTION

La filière est constituée par :

- Rondelle supérieure de fixation
- Plateau de commande (gradué)
- Corps
- Couronne à cliquet
- Rondelle de guide
- Plateau de commande des guides
- Frein et ressort
- Levier de manoeuvre
- Verrouillage (manette de blocage)
- Jeu de bras (jeu de 3)
- Jeu de peignes (jeu de 4)

3. CARACTERISTIQUES

Cette filière comporte des lames désignées sous le nom de peignes qui sont placées dans le corps de filière. Un jeu de peignes comprend 4 qui sont numérotées de 1 à 4 plus une désignation de 2 diamètres de tubes auxquels ils sont soumis.

Dans le commerce on trouve des peignes destinés pour fileter à droite et d'autres pour fileter à gauche. Ces derniers portent une lettre "G" gravée sur chaque peigne.

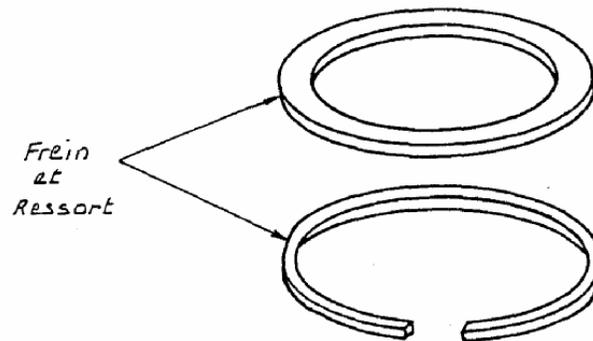
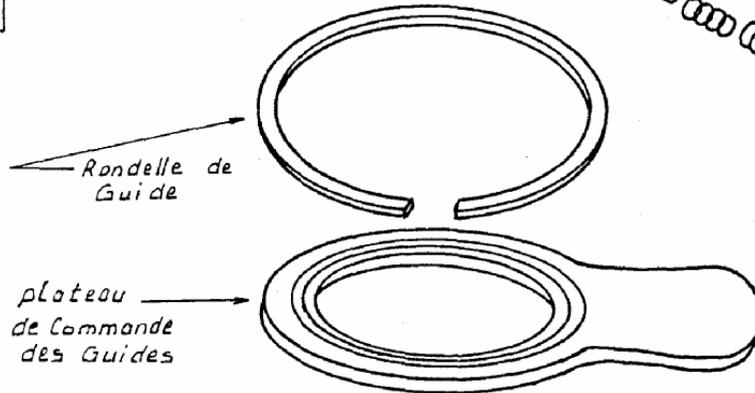
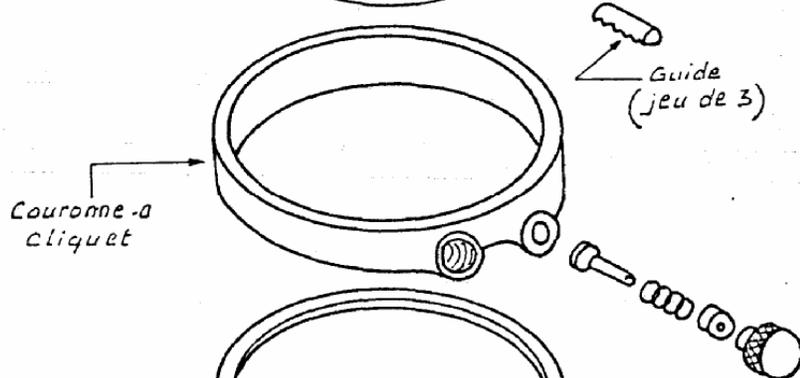
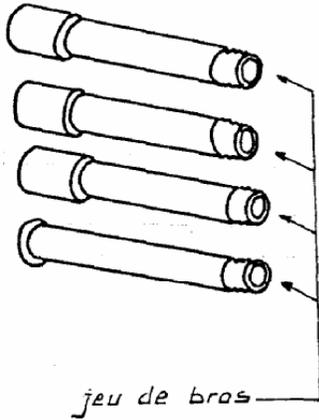
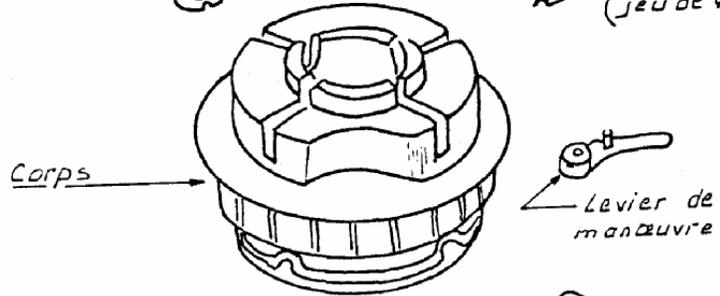
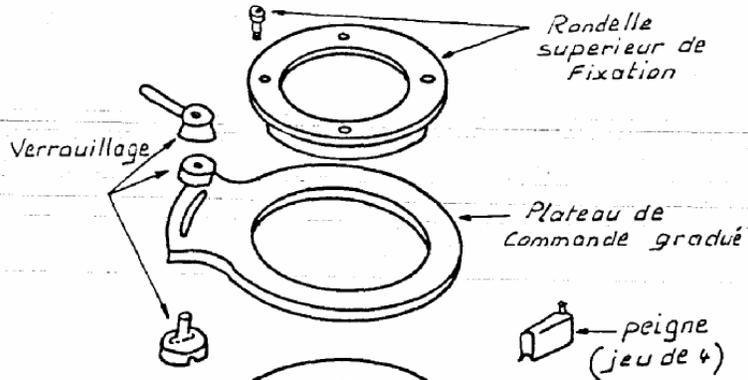
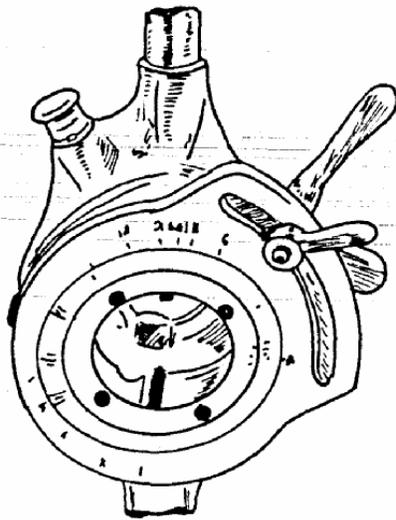
4. NOTA

Pour exécuter le filetage sur tube de diamètre 1" et plus, on fait un ébauchage du filet et on termine l'opération par 2 à 3 passes en réglant les peignes au diamètre précis.

Un jeu de peignes permet de fileter 2 tubes de diamètres différents.

5. DEMONTAGE DE LA FILIERE

Pour retirer la filière, il faut écarter les peignes et le guide sans être obligé de revenir en arrière comme pour la filière à tête interchangeable.



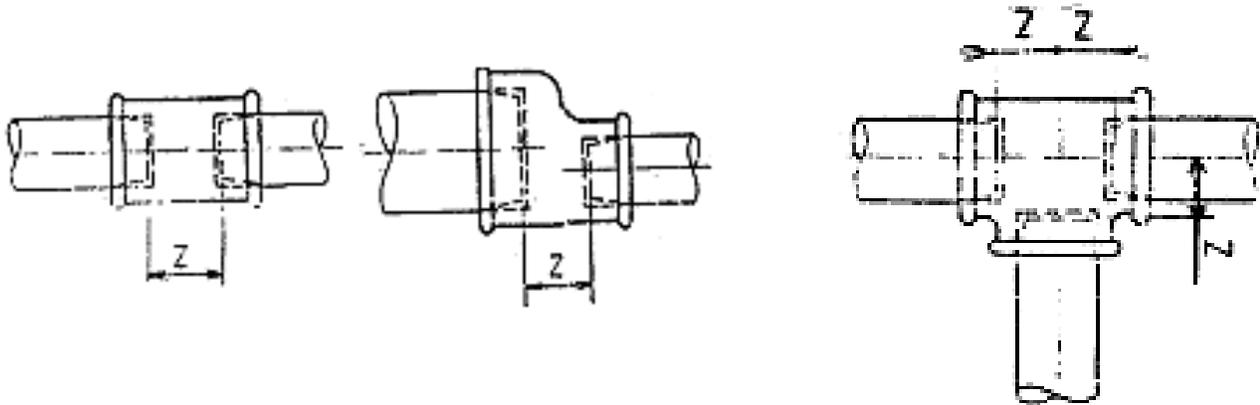
LA COTE « Z »

La cote Z est la distance de l'extrémité du tube normalement vissé à l'axe de la tubulaire opposée.

La cote Z est une caractéristique fonctionnelle normalisée propre à chaque raccord pour avoir la valeur exacte de cette cote il suffit de consulter un catalogue des raccords.

La lettre Z est utilisée pour tous les orifices femelles (cas le plus fréquent)

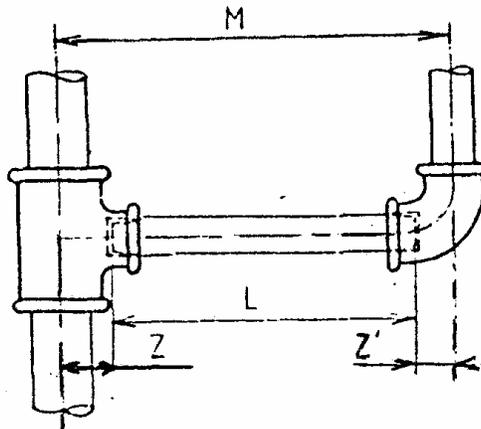
Remarques : pour tous les raccords droit la cote Z est la distance entre les extrémités des tubes normalement vissés.

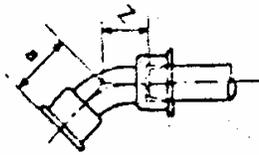
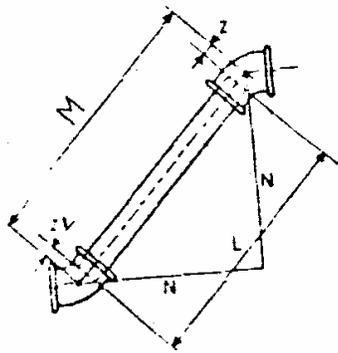


Emploi de la méthode Z :

La longueur exacte du tubes à couper (L) nécessaire au débit égale entre axe des raccords M moins sommes des cote Z.

$$L = M - (Z_1 + Z_2)$$





L'hypoténuse $M = N\sqrt{2}$

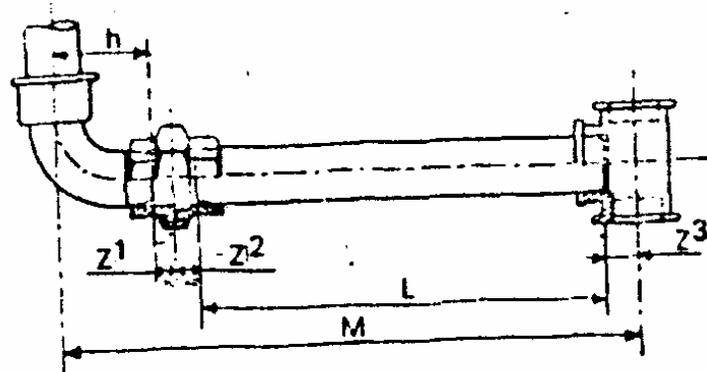
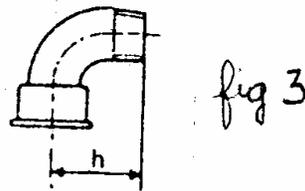
$$L = M - 2Z$$

Emploi de la côte H:

La côte H (ou h) c'est la lettre utilisé pour une orifice mâle (fig. 3)

La côte H est la distance de l'extrémité de l'orifice mâle à l'axe de la tubulaire opposée du raccord

La méthode est toujours la même.



$$L = M - (h + z_1 + z_2 + z_3)$$

Meulage (dressage des faces après oxycoupage)

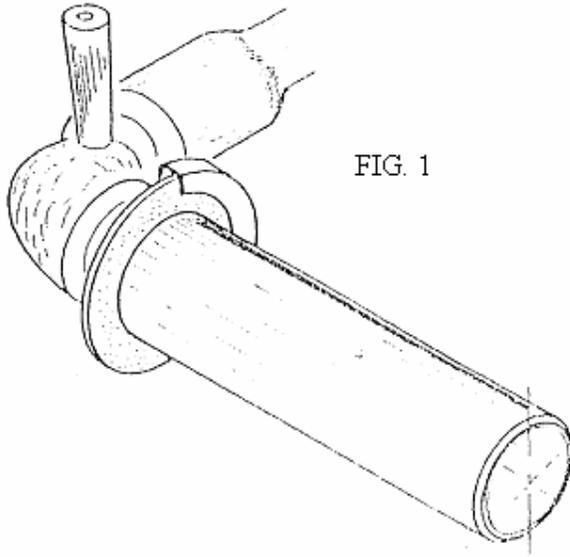


FIG. 1

1 - Positionner le tube sur des servantes, ou le serrer dans L'étou suivant la longueur.

2 - Si le diamètre du tube le permet appliquer la meule (fig. 1) Contrôler l'équerrage sur deux axes perpendiculaires entre eux (fig. 2) et (fig. 3). Rectifier en insistant plus ou moins suivant le faux équerrage.

3 - Quand la première face est dressée recommencer la même opération sur l'autre face. Contrôler la longueur de la manchette par l'intérieur du tube (avec un mètre à ruban en l'accrochant sur le méplat ,la lecture est plus précise) .

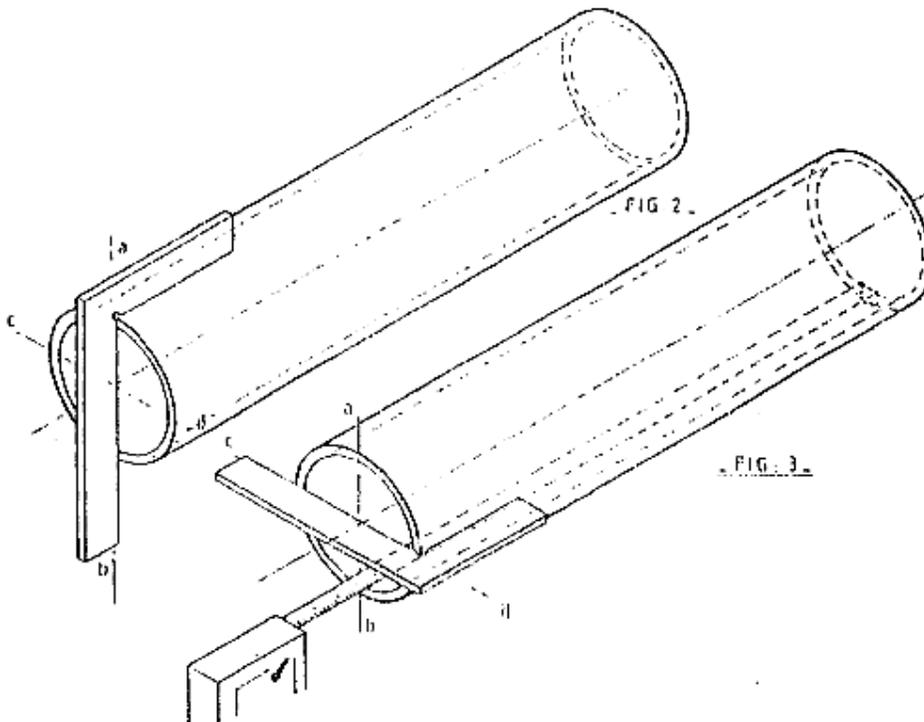
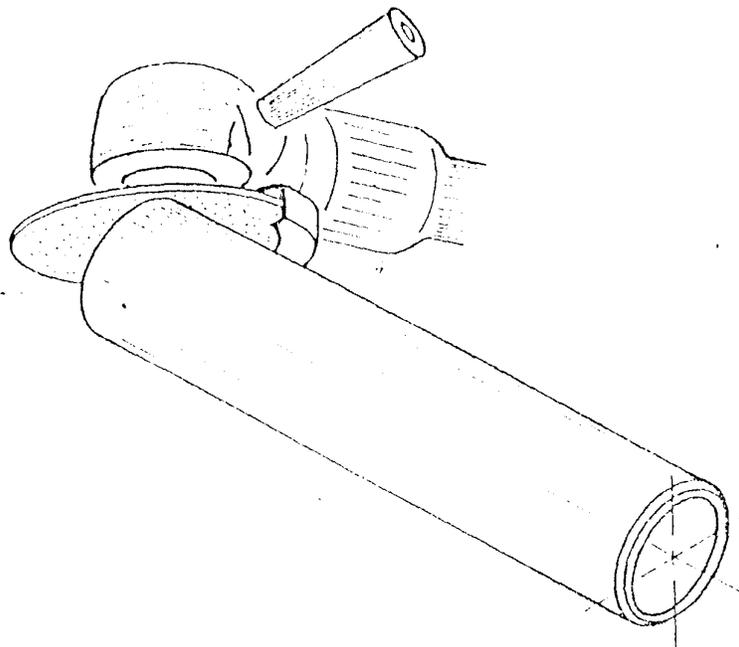


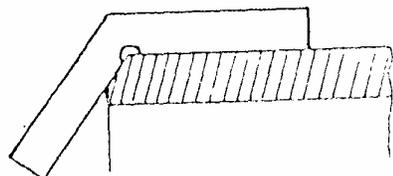
FIG. 2

FIG. 3

4- Après le dressage des faces meuler le chanfrein en respectant l'angle et l'épaisseur du méplat.



- Ne pas hésiter à confectionner un gabarit d'angle.

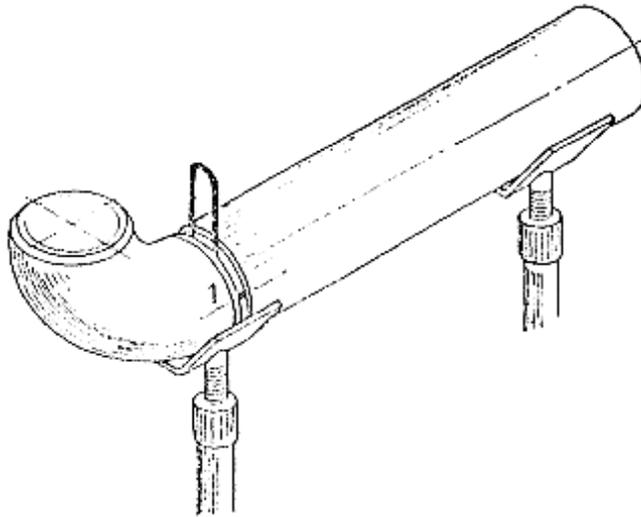


- Finition à la lime du méplat et du chanfrein.

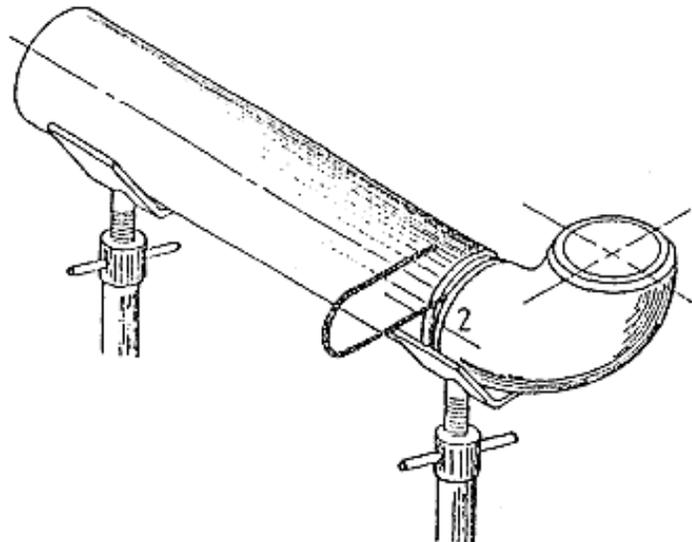
ASSEMBLAGE D'UNE COURBE SUR UN TUBE

a) Méthode d'exécution : Ordre de pointage

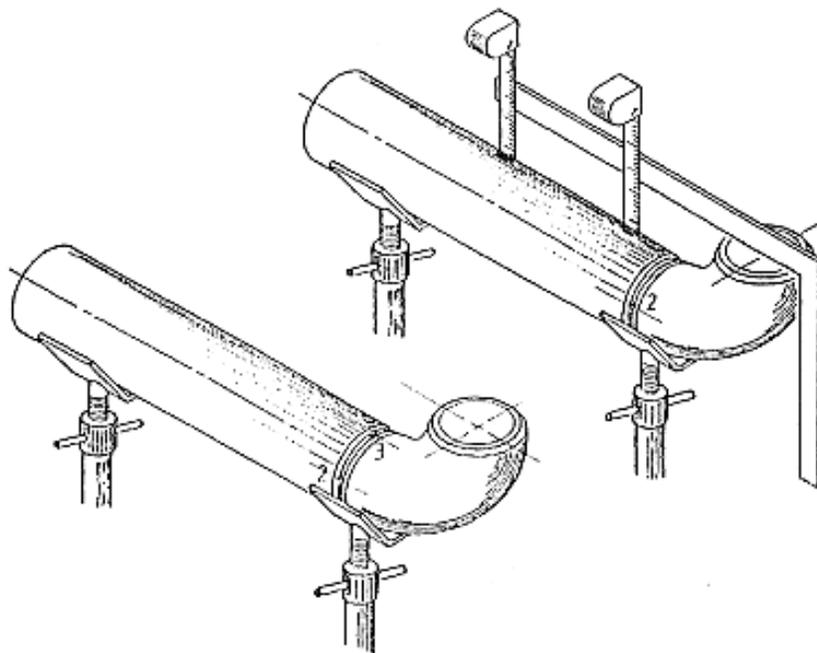
- 1 - Placer le tube sur des servantes, ou autres supports adaptés
- 2 - Placer la courbe en la faisant reposer sur la servante
- 3 - Glisser une baguette Ø3 repliée en épingle suffisamment grande pour quelle repose sur 4 points
- 4 - Maintenir la courbe et le tube plaqué contre l'épingle
- 5 - Pointer



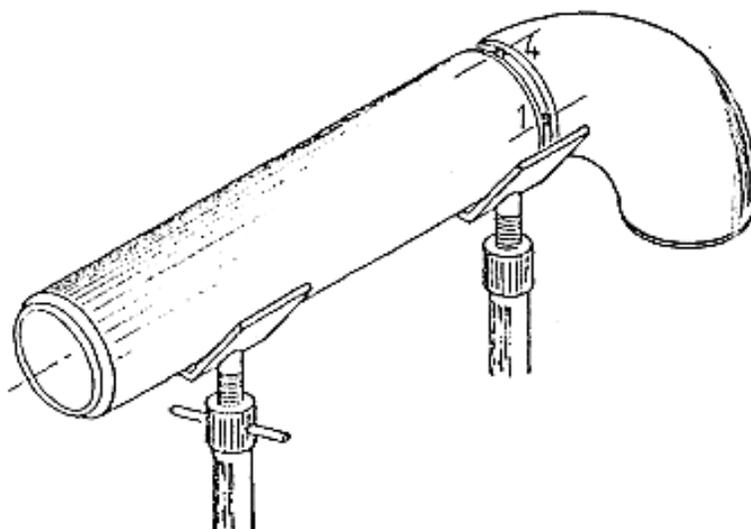
- 6 - Retirer l'épingle, c l'engager dans le joint par une extrémité
- 7 - Faire le 2^{ème} point diamétralement opposé au 1^{er} puis retirer l'épingle.



- 8 - Contrôler l'équerrage, rectifier s'il y a lieu, les points de soudure 1 et 2 servant d'axe charnière.
Dans la pratique prévoir un léger défaut d'équerrage en prévision du retrait lors de l'exécution du point de soudure.



- 9 - Faire le point 3 dans la gorge.
10 - puis le point 4 dans le dos.



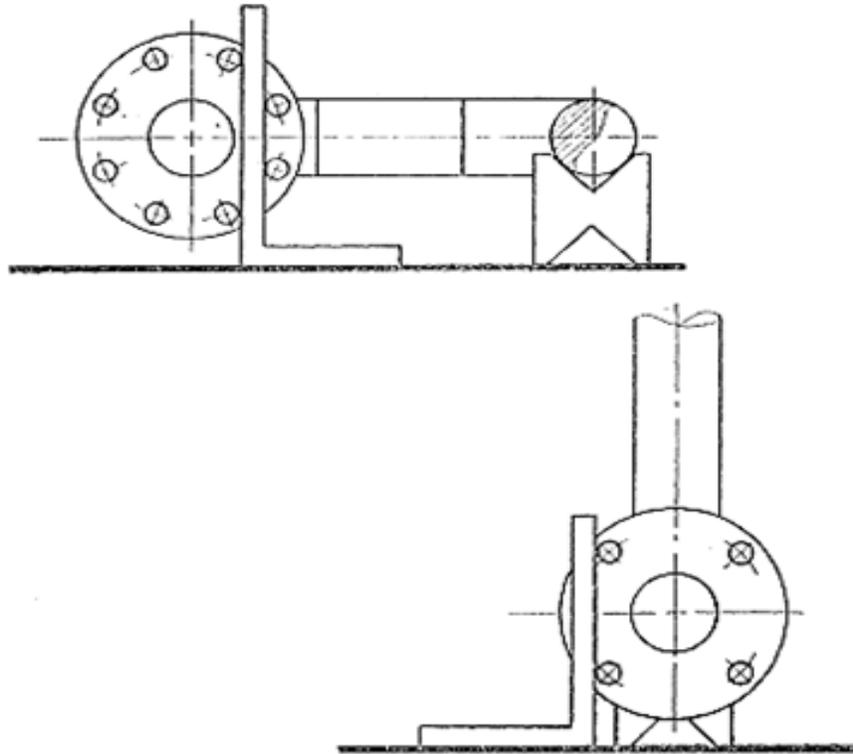
Remarque :

LORS DU POINTAGE, IL EST INTERDIT D'EFFECTUER L'AMORÇAGE SUR LE TUBE

MONTAGE DES BRIDES

b) Exemple de brides au carré montées à l'équerre

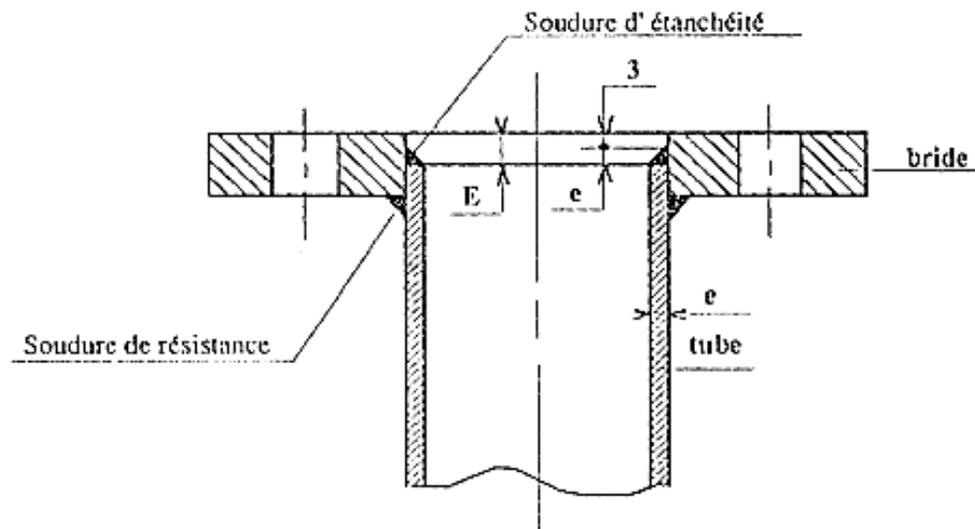
Cette méthode est utilisée en atelier équipé de tables de montage, de marbres ou de tôles épaisses parfaitement planes et de vés identiques.



Remarque :

POUR LES DEUX METHODES, LE NIVEAU ET L' EQUERRAGE SERONT TANGENTS AUX DEUX TROUS LES PLUS ELOIGNES, POUR PLUS DE PRECISION.

ASSEMBLAGE D'UNE BRIDE PLATE SUR UN TUBE (préparation)



- Une bride plate assemblée sur un tube est soudée intérieurement et extérieurement
- La soudure intérieure (soudure d'étanchéité) ne doit pas atteindre la portée de la bride
- La largeur du cordon de soudure intérieure coté bride est égal à l'épaisseur du tube
- Il faut donc prévoir un espace E supérieur à l'épaisseur du tube

Soit : $E = \text{épaisseur du tube} + 3 \text{ mm}$

Exemple :

Pour un tube d'épaisseur 5,6

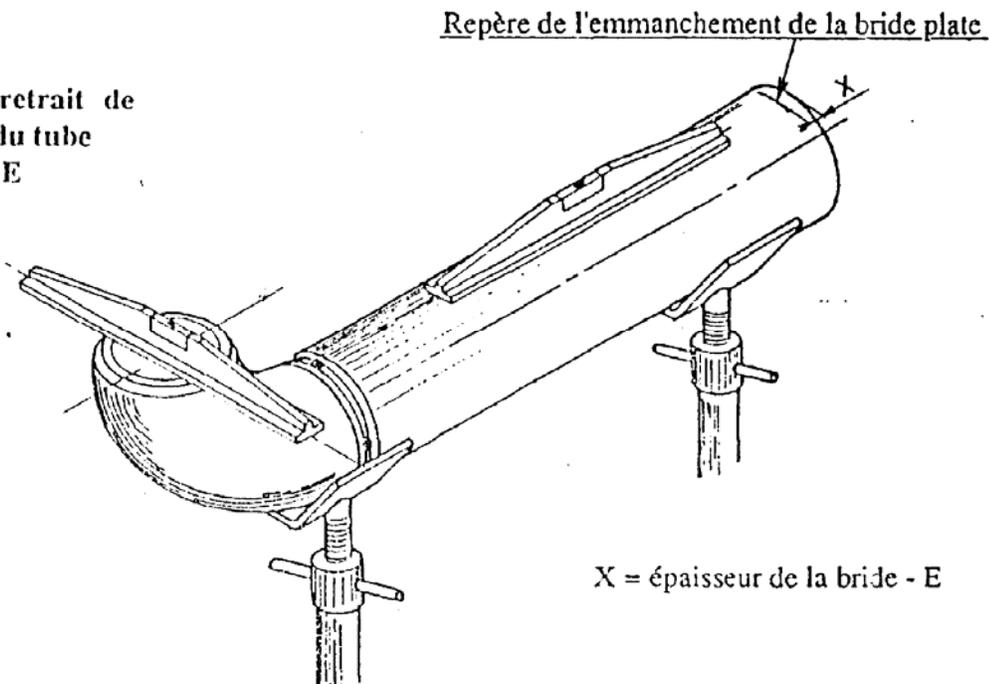
$$E = 5,6 + 3 = 8,6 \approx 9$$

ASSEMBLAGE TUBE - BRIDE PLATE

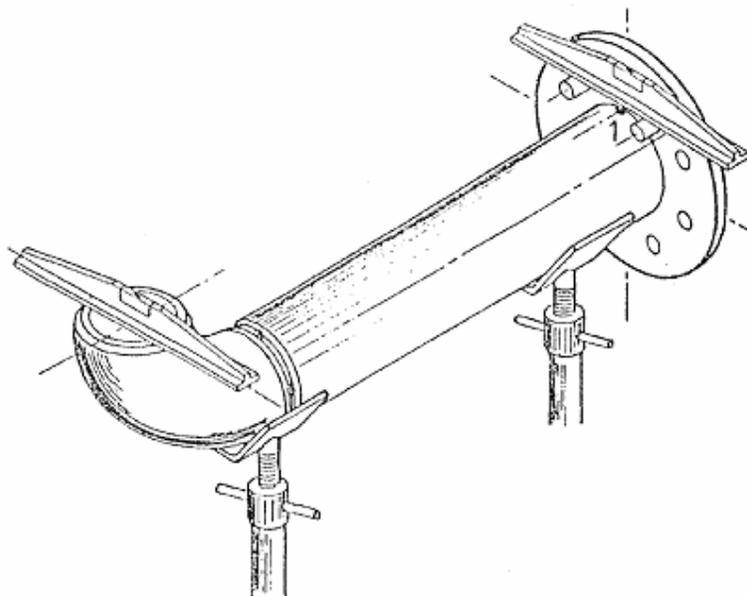
- ORDRE DE POINTAGE -

- 1 - Placer le tube sur des servantes ou autres supports adaptés de niveau
 - Au préalable tracer sur le tube un repère correspondant à l'extérieur de la bride

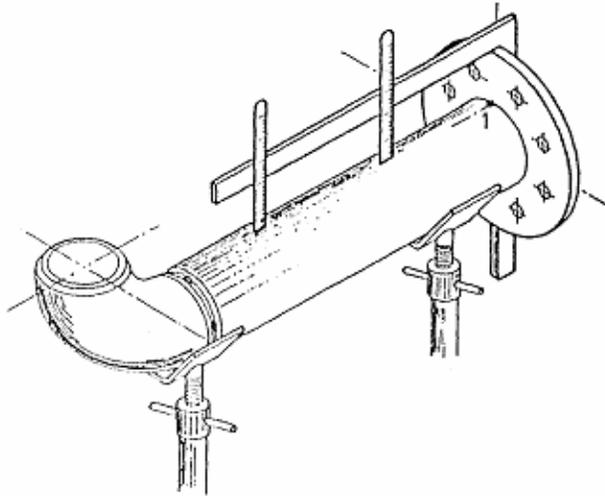
Attention au retrait de
l'extrémité du tube
égal à E



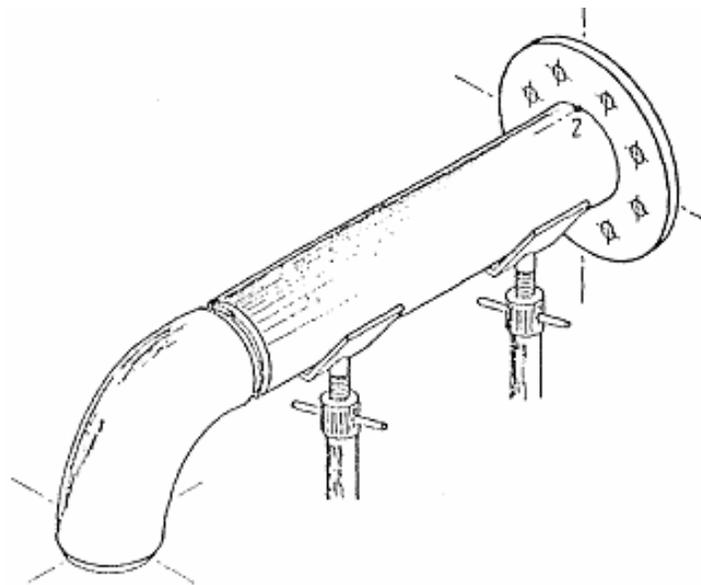
- 2 - Placer 2 broches, ou boulons adaptés au diamètre de perçage de la bride
 - Emmancher la bride jusqu'au repère
 - Placer le niveau sur les deux broches
 - Orienter la bride jusqu'à l'horizontale (l'axe transversal de la courbe étant placé horizontalement)
 - Maintenir le tube et la bride pendant le pointage n° 1



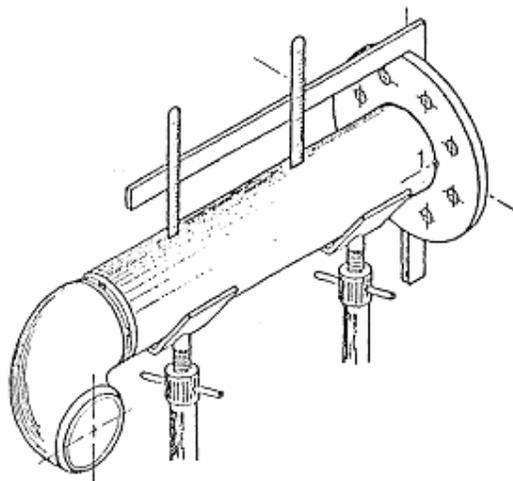
3 - Contrôler l'équerrage



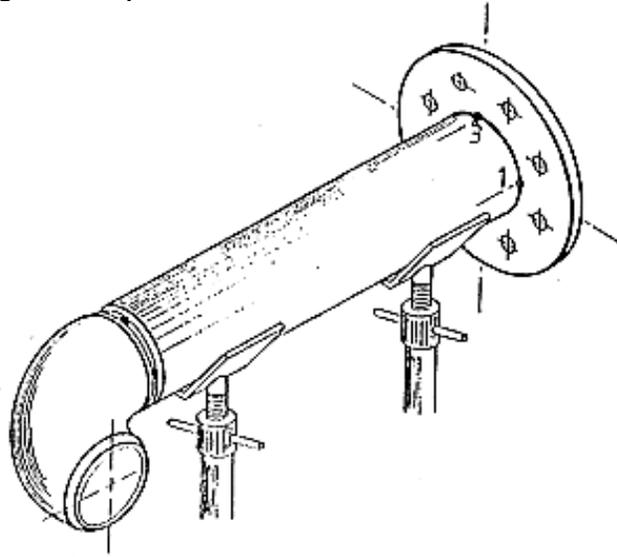
4 - Diamétralement opposé au point n° 1 faire le point n° 2



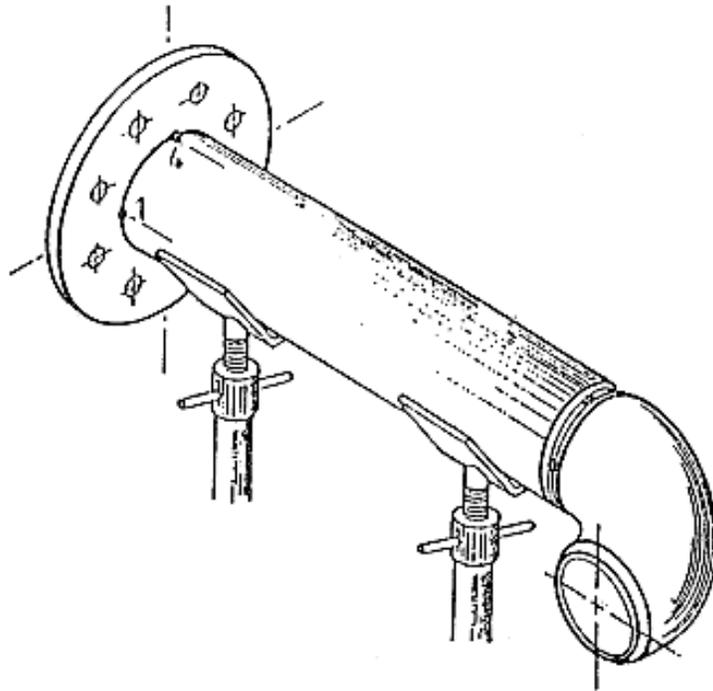
5 - Perpendiculairement l'axe passant par 1 et 2 contrôler l'équerrage, rectifier s'il y a lieu en évitant de frapper sur la portée de la bride.



6- Après contrôle de l'équerrage faire le point de soudure n° 3 .



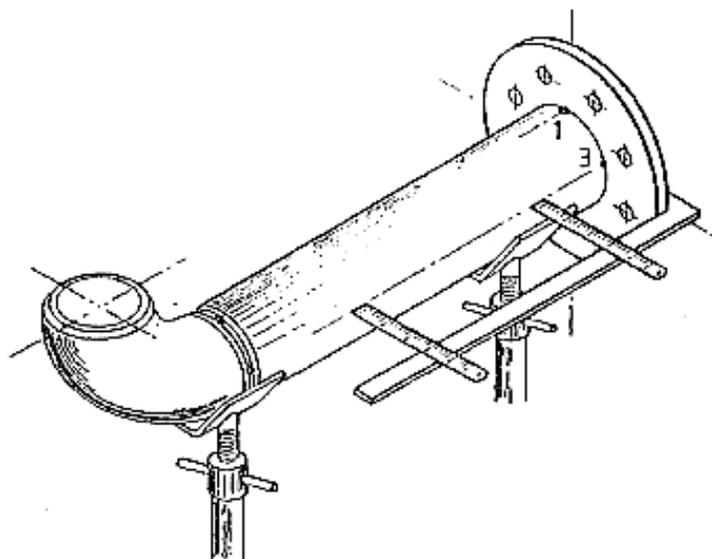
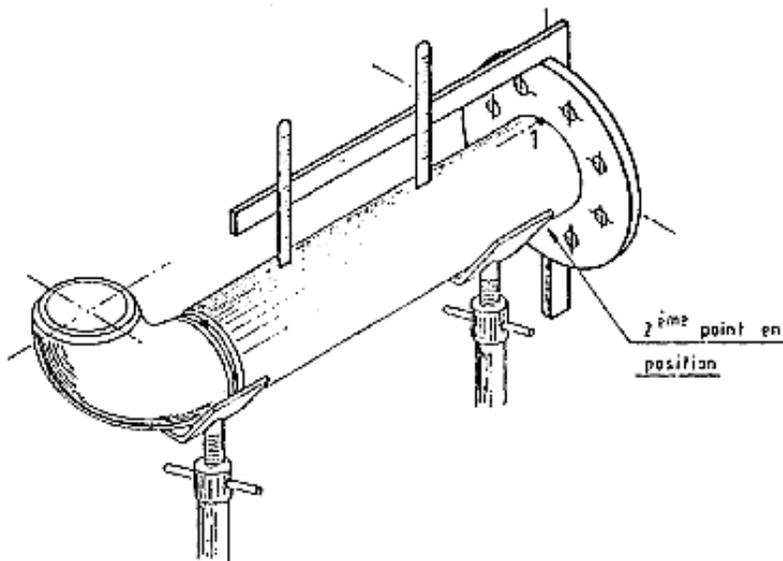
7 - Puis le point n° 4

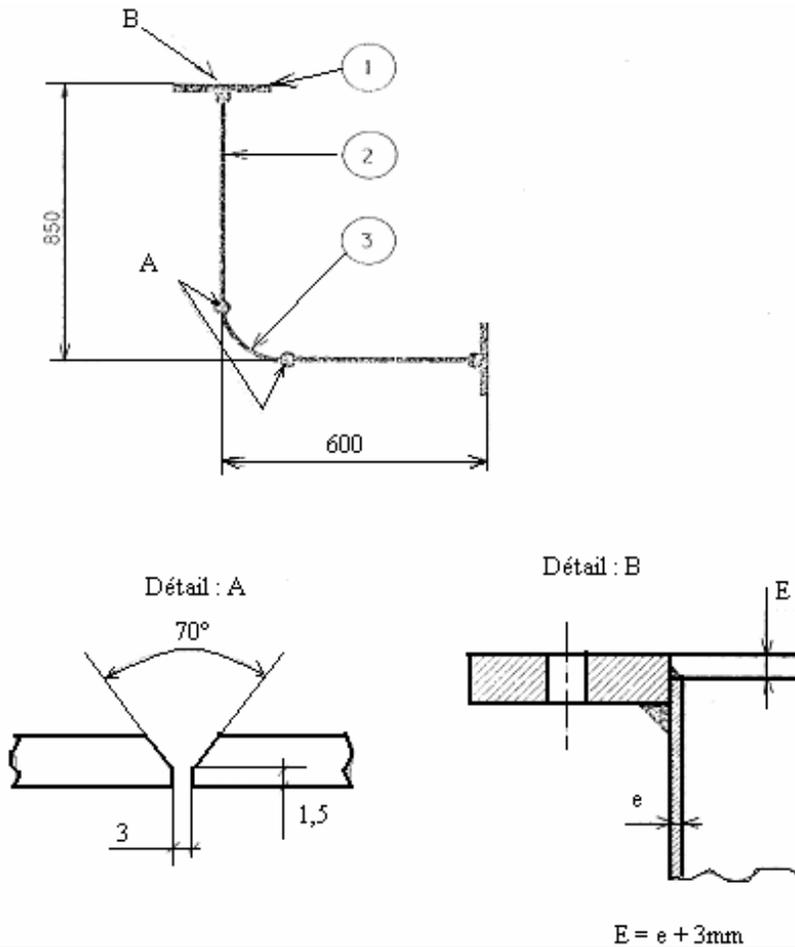


NOTA : Les brides ne sont jamais pointées à l'intérieur.

Deuxième possibilité de montage :

Pour éviter la rotation du tube après le premier point, il est possible d'effectuer les autres points en soudant en position. Les réglages d'équerrage étant exécutés de la même façon que la description précédente.



Exercice d'application**ASSEMBLAGE DANS UN MEME PLAN**

3	Courbe 3D – Ø 88,9-5,4	1	Acier		
2	Tube Ø 88,9 – 5,6	1	Acier	900 + 560	
1	Bride PN 10 type 01-A-DN 80	2	Acier		
Rep	Désignation	Nbre	Matière	Débit	Observations

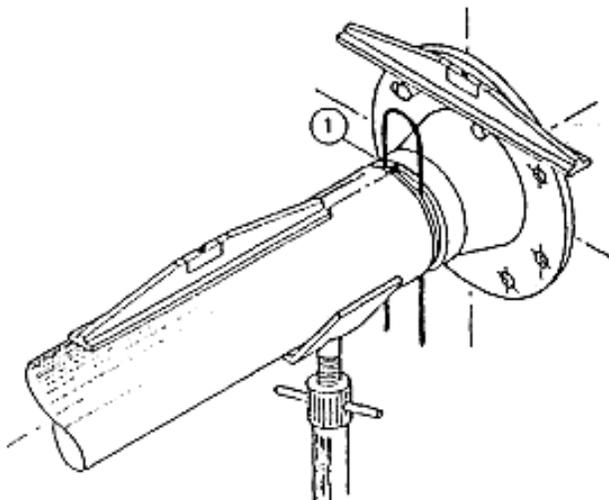
ELEMENTS A NOTER ET A APPRECIER

- 1) - Cote 850 ± 1
- 2) - Cote 600 ± 1
- 3) - Préparation
 - Respect des jeux
 - Chanfreins
- 4) - Montage de la bride au carré
- 5) - Equerrage
- 6) - Parallélisme
- 7) - Soudage (pointage S.E.A)

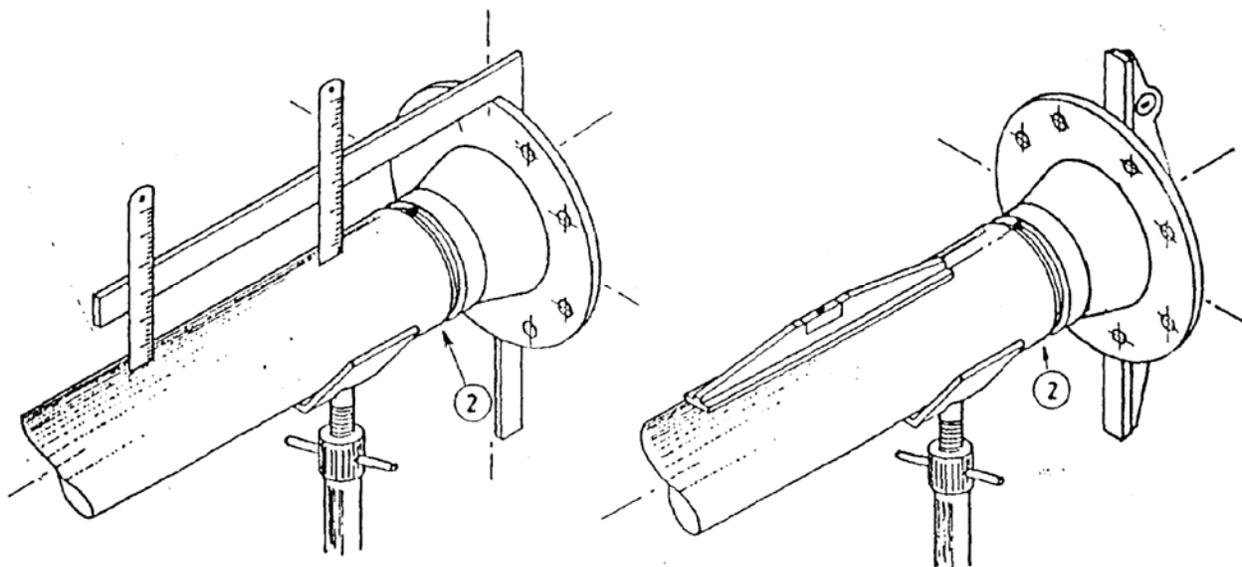
ASSEMBLAGE D'UNE BRIDE A COLLERETTE

A - Méthode utilisable pour pointage à fond de chanfrein

- 1° - Positionner le tube de niveau sur des servantes ou à l'étai
 - Placer, deux broches adaptées au \varnothing de perçage, sur la bride
 - Présenter la bride en bout du tube, placer le niveau sur les broches et orienter la bride jusqu'à l'horizontale en maintenant l'écartement avec une épingle
 - Maintenir la bride pendant l'exécution du point n° 1

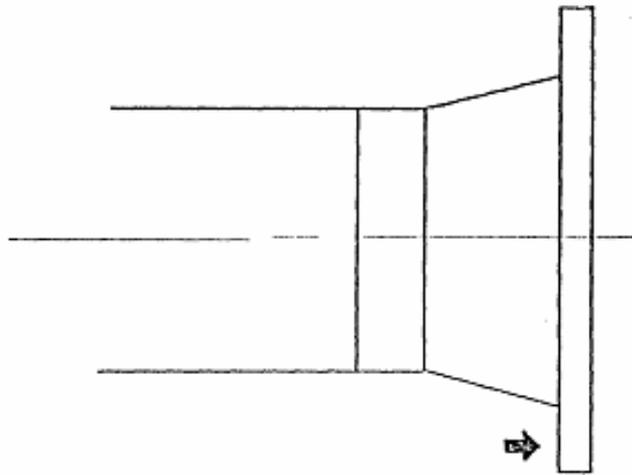


- 2° - Contrôler l'équerrage de la bride éventuellement régler à l'équerre ou au niveau



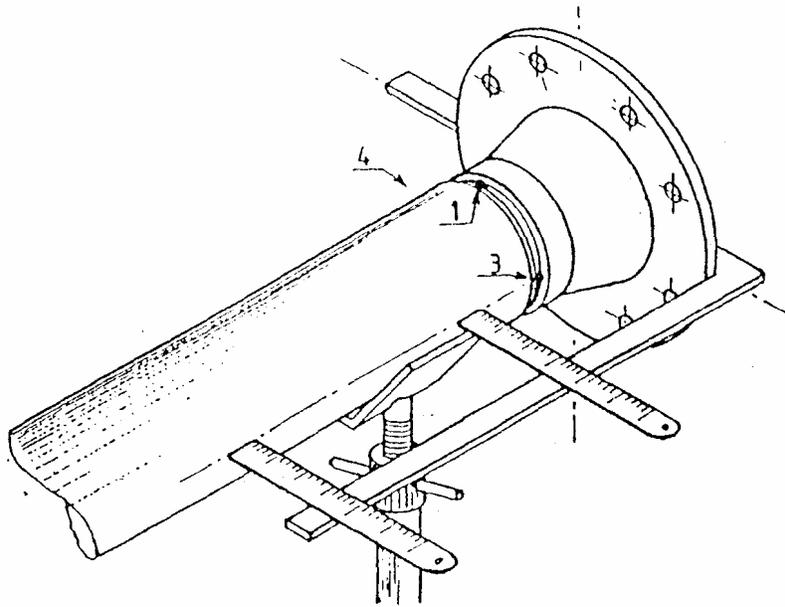
- Effectuer le point 2 en position (plafond) ou encore en tournant le tube d'un demi-tour

Nota: La bride étant réglée de niveau lors du pointage, un léger retrait peut faire varier ce niveau. Rectifier en donnant un coup de marteau sur la bride pour allonger le point.



NE JAMAIS FRAPPER SUR LA PORTEE DE LA BRIDE

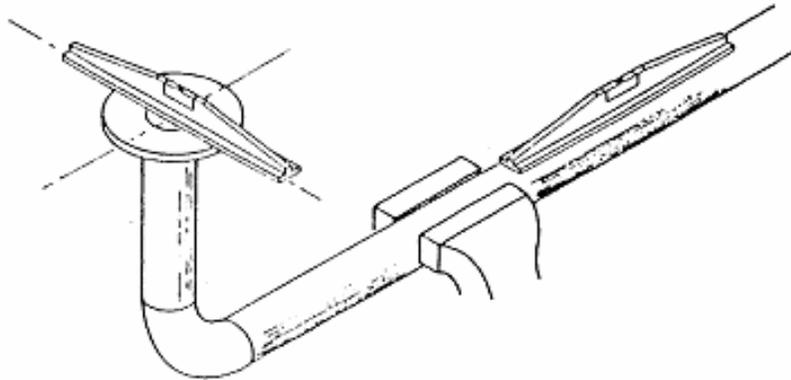
3° -Régler l'équerrage parallèlement à l'axe



- Effectuer les points 3 et 4 en position ou tourner le tube
- Rectifier le parallélisme de la bride de la même façon que le 2^{ème} point

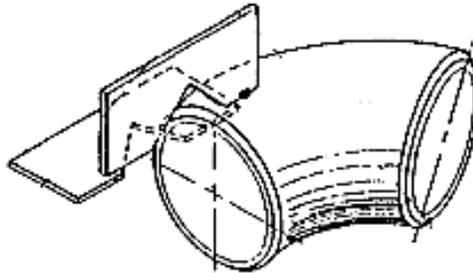
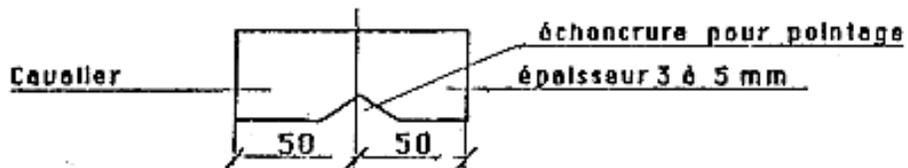
ASSEMBLAGE DANS DES PLANS DIFFERENTS

1° - Positionner l'ensemble courbe-manchettes de niveau dans les deux sens : serrage à l'étai



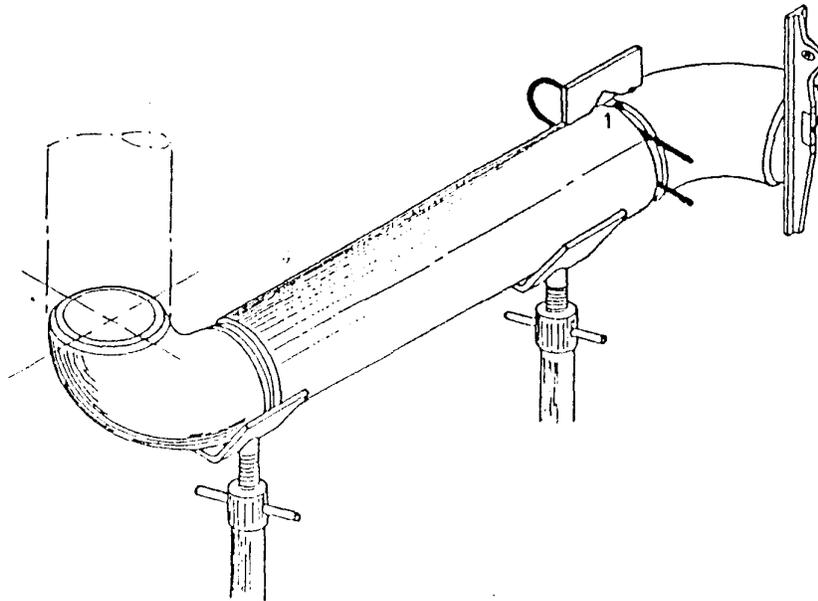
2° - Pointer deux cavaliers sur la courbe à assembler pour faciliter l'alignement:

- un dans le dos
- un sur la génératrice supérieure

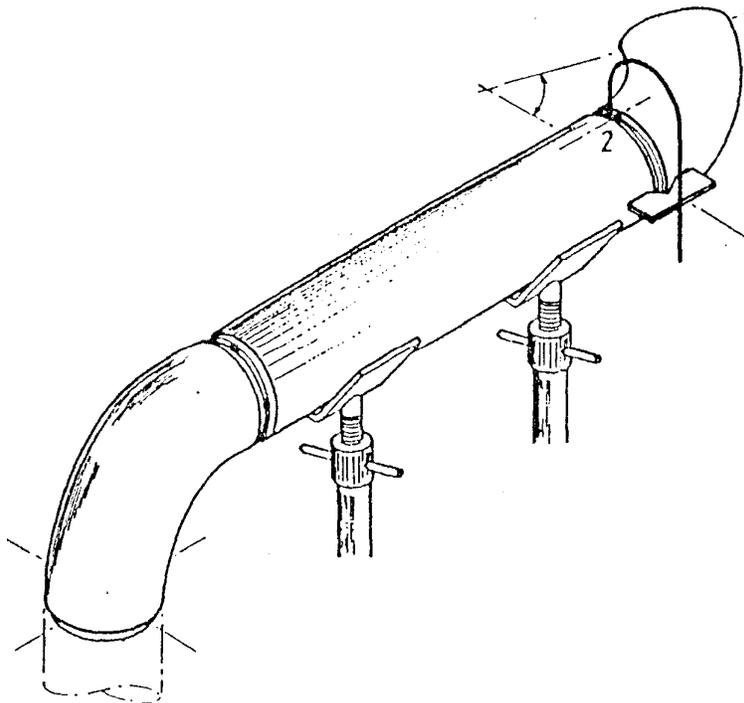


Attention : l'utilisation des cavaliers est employée pour vous faciliter le travail, ultérieurement elle ne sera plus utilisée car elle implique des soudures sur les tubés.

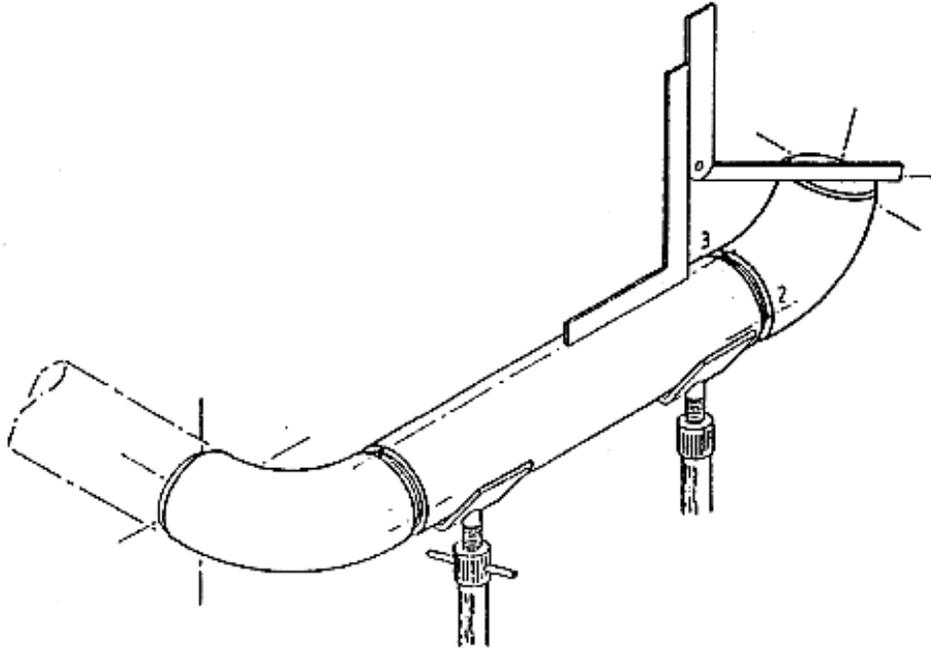
- 3° - Rapprocher les pièces à assembler,
- Glisser une épingle de \varnothing égal au jeu
- Contrôler la verticale au niveau
- Maintenir courbe et tube plaqués contre l'épingle et faire le point n° 1



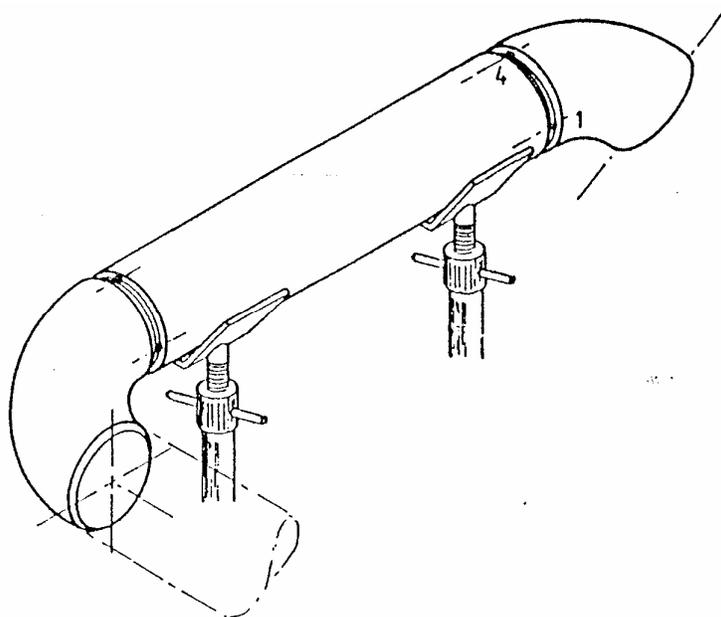
- 4° - Retirer l'épingle
- Tourner le tube de 180°
- Engager une extrémité de l'épingle à l'opposé du point n° 1
- Maintenir courbe et tube plaqués contre l'épingle, faire le point n° 2
- Retirer l'épingle



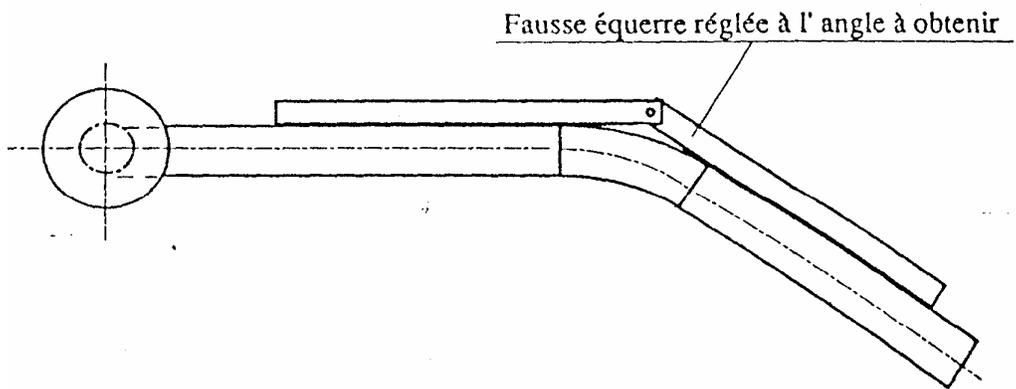
- 5° - Tourner le tube d'un quart de tour
- Démonter les cavaliers
 - Régler la fausse équerre à l'angle relevé sur la tôle d'épure
 - Contrôler l'angle et régler s'il y a lieu
 - Faire le point n° 3



- 6° - Tourner le tube d'un demi-tour
- Faire le point n° 4

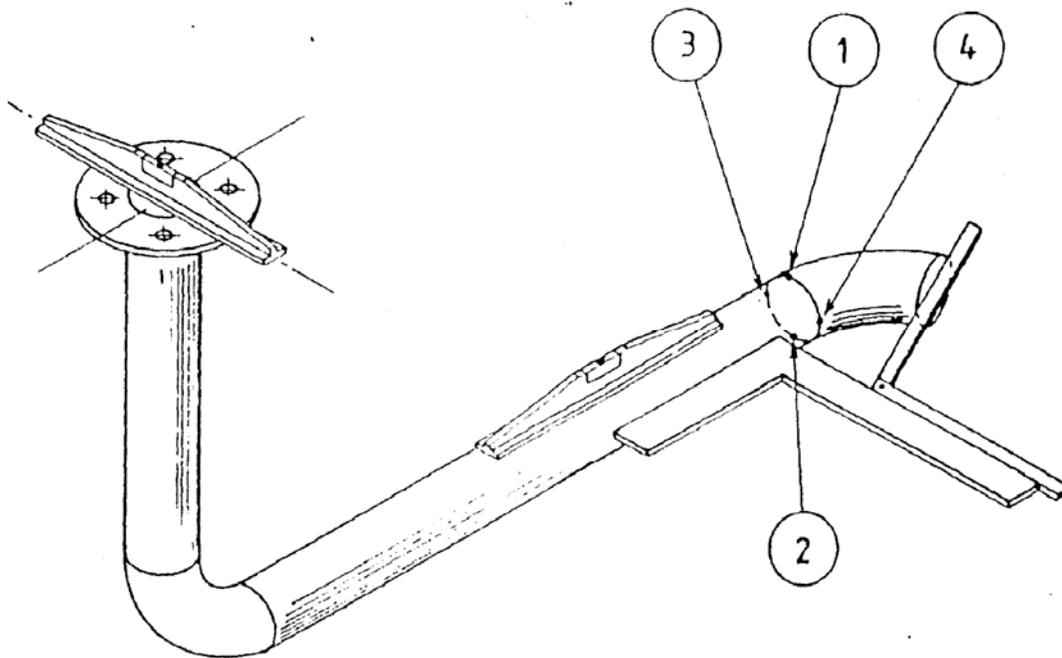


7° - Vérifier l'angle au dos du coude lors du pointage de la manchette



Autre possibilité d'assemblage :

Pour éviter les rotations de l'ensemble après le premier point, il est possible d'effectuer les autres points en soudant en position - les réglages étant effectués comme la méthode décrite précédemment.

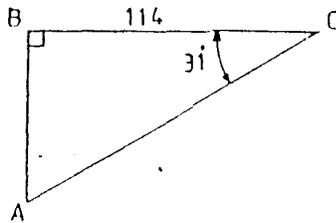


CALCUL DE LA TIGE D'UNE COURBE A SOUDER DONT L'ANGLE EST QUELCONQUE

On appelle "tige" la distance entre le point dépure et l'extrémité de la courbe.

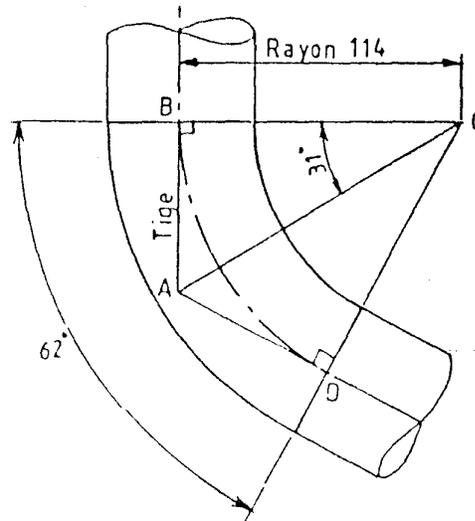
1er cas: angle plus petit que 90°

- Calcul de la longueur de la tige dans le triangle rectangle ABC



$$\begin{aligned} \text{tige } AB &= CB \times \tan 31^\circ \\ &= 114 \times 0,60086 \end{aligned}$$

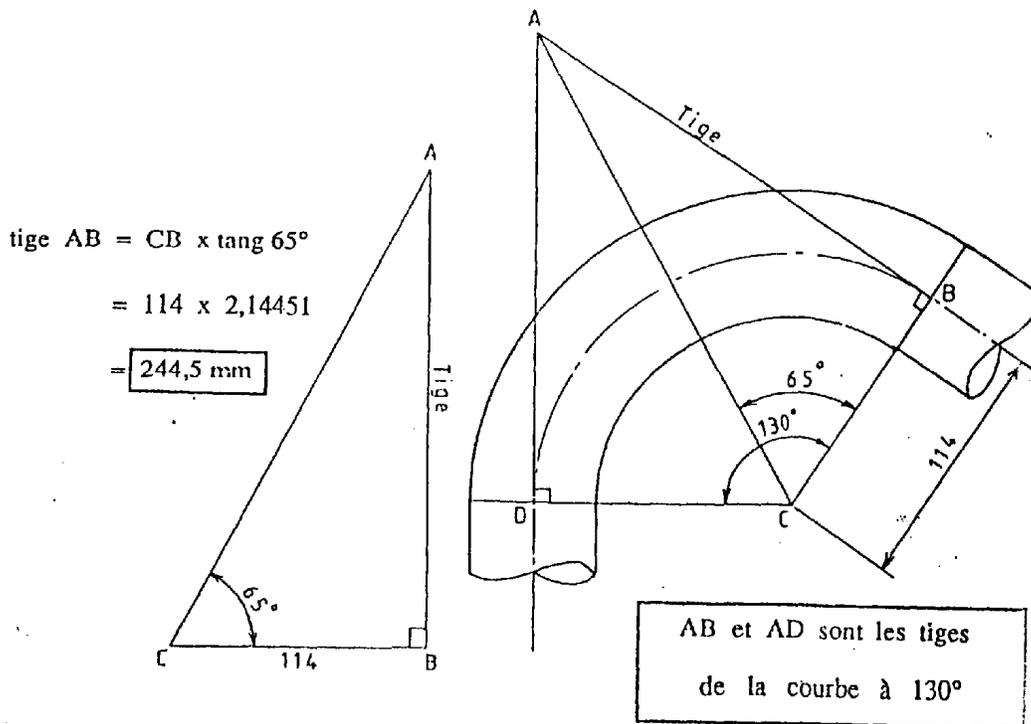
$$= \boxed{68,5 \text{ mm}}$$



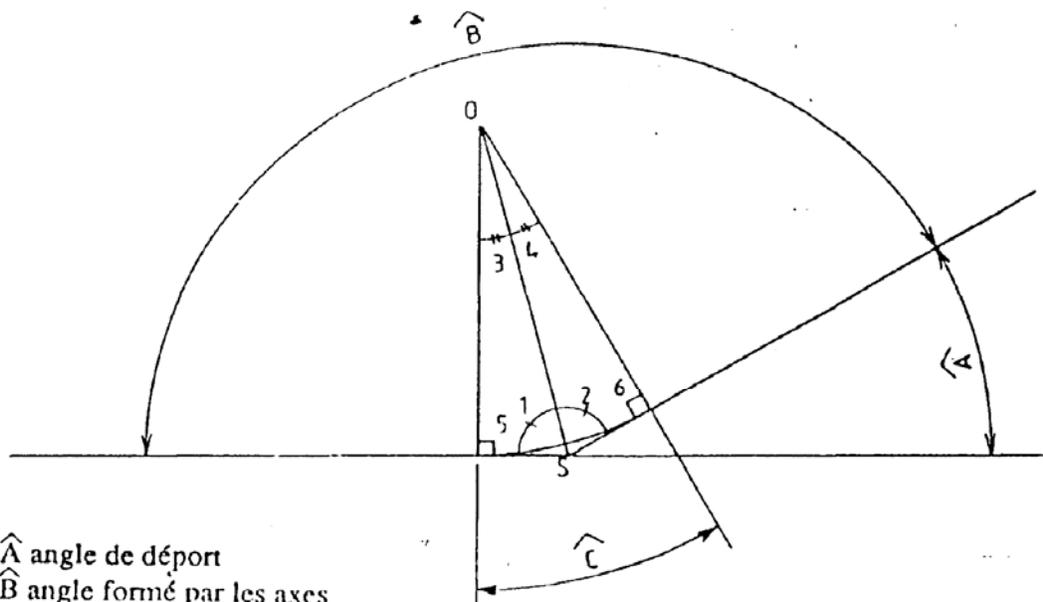
AB et AD sont les tiges
de la courbe à 62°

2ème cas: angle Plus grand que 90°

- Calcul de la longueur de la tige dans le triangle rectangle ABC



RELATIONS ENTRE LES ANGLES D'UN DEPORT



- \hat{A} angle de déport
- \hat{B} angle formé par les axes
- \hat{C} angle au centre
- $\hat{A} + \hat{B} = 180^\circ$
- $\hat{A} = \hat{C}$
- 05 et 06 = rayon de la courbe ou rayon de cintrage

Calcul de l'angle au centre C : démonstration de l'angle A = C

Exemple avec B = 140° d'où A = 40°

$$\widehat{B} = \widehat{1} + \widehat{2} \quad \widehat{1} = \widehat{2} \text{ (os bissectrice de } \widehat{B}\text{)}$$

$$\frac{\widehat{B}}{2} = \widehat{1} = \widehat{2} = 70^\circ$$

$$\widehat{1} + \widehat{3} + \widehat{5} = 180^\circ \text{ (somme des angles d'un triangle)}$$

$$\widehat{1} = 70^\circ \quad \widehat{5} = 90^\circ$$

$$\widehat{3} = 180 - (90 + 70) = 180 - 160 = 20^\circ$$

$$\widehat{C} = \widehat{3} + \widehat{4}$$

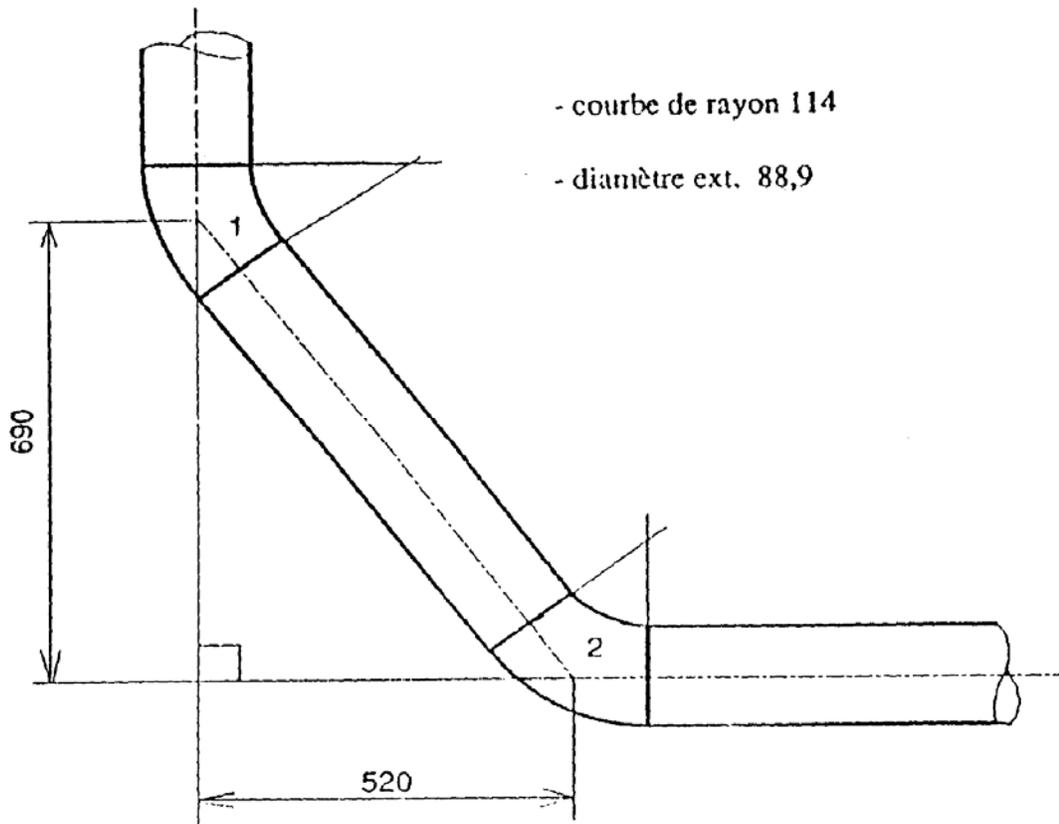
$$\widehat{C} = 20^\circ + 20^\circ = 40^\circ$$

d'ou $\boxed{\widehat{C} = \widehat{A}}$

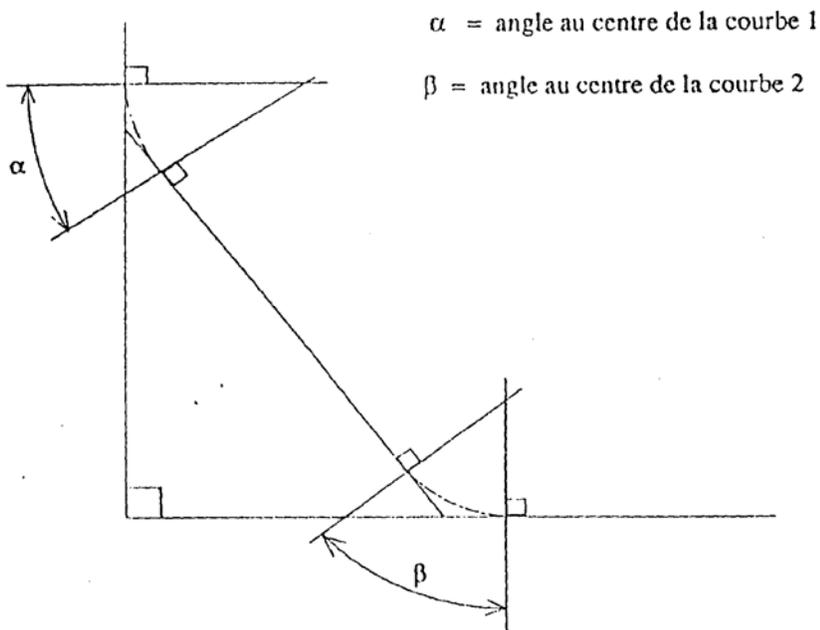
DETERMINATION DES COTES D'UN DEPORT PAR TRACAGE

Une épure à l'échelle 1 permet de déterminer:

- L'angle des courbes
- La longueur des tiges
- La longueur de la manchette entre les courbes (déduire le jeu nécessaire pour la soudure).

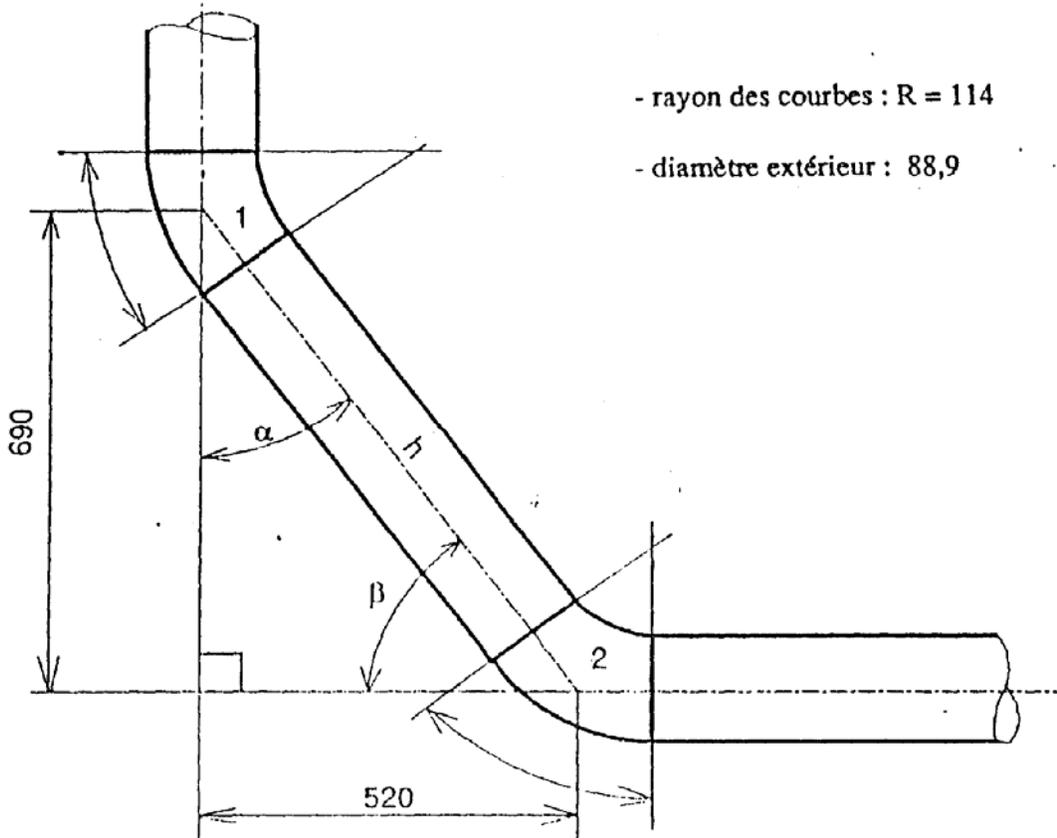


Épure : Il n'est pas nécessaire de représenter les génératrices de contours sur l'épure, tracer uniquement les axes.



Cette méthode ne peut être utilisée que pour de petites dimensions

DETERMINATION DES COTES D'UN DEPORT PAR CALCUL



- rayon des courbes : $R = 114$

- diamètre extérieur : 88,9

- longueur de l'hypoténuse :

$$h = \sqrt{690^2 + 520^2} = \boxed{864 \text{ mm}}$$

- calcul de l'angle α : $\text{Tg } \alpha = \frac{520}{690} = 0,753$

dans la table des tangentes, pour $\text{Tg } \alpha = 0,753$

$$\alpha = \boxed{37^\circ}$$

- calcul de l'angle β :

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\beta = 90^\circ - 37^\circ = \boxed{53^\circ}$$

Sachant que : l'angle de déport est égal à l'angle au centre

l'angle de la courbe n° 1 = 37°

l'angle de la courbe n° 2 = 53°

Pour calculer la longueur de la manchette, il faut retrancher à la longueur de l'hypoténuse les longueurs des tiges des courbes souder.

- Longueur de la tige de la courbe n°1 $\alpha = 37^\circ$

$$\text{Tige} = R \times \text{tg } \alpha/2$$

$$= 114 \times \text{tg } 37^\circ/2$$

$$= 114 \times \text{tg } 18^\circ30'$$

$$= 114 \times 0,334 = \boxed{38,1\text{mm}}$$

- Longueur de la tige de la courbe n° 2 $\beta = 53^\circ$

$$\text{Tige} = R \times \text{tg } \beta/2$$

$$= 114 \times \text{tg } 53^\circ/2$$

$$= 114 \times \text{tg } 26^\circ30'$$

$$= 114 \times 0,498 = \boxed{56,8\text{mm}}$$

- Longueur théorique de la manchette

$$864 - (38,1 + 56,8) =$$

$$864 - 95 = \boxed{769 \text{ mm}}$$

- longueur utile de la manchette ;

$$769 - (2 \times 1,5) = \boxed{766\text{mm}}$$

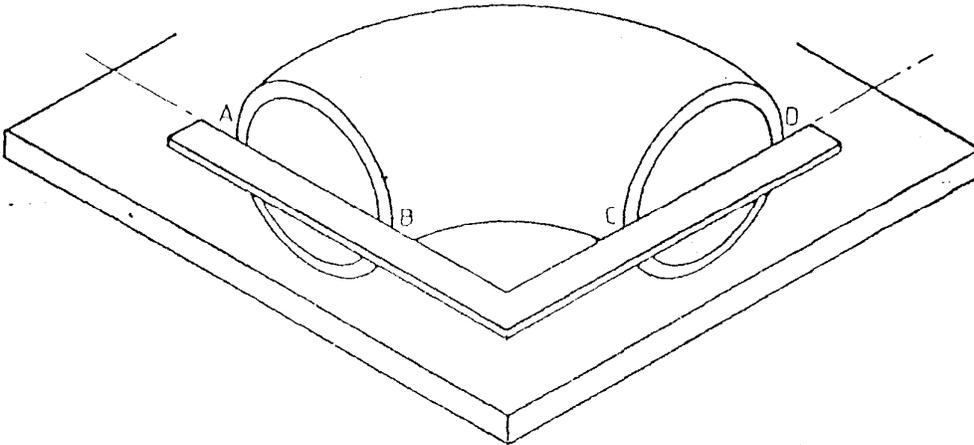
CONTROLE D'UNE COURBE A SOUDER (à 90°)

Avant de mesurer l'encombrement d'une courbe, il faut contrôler l'équerrage des faces entre elles.

I - Contrôle de L'équerrage des faces

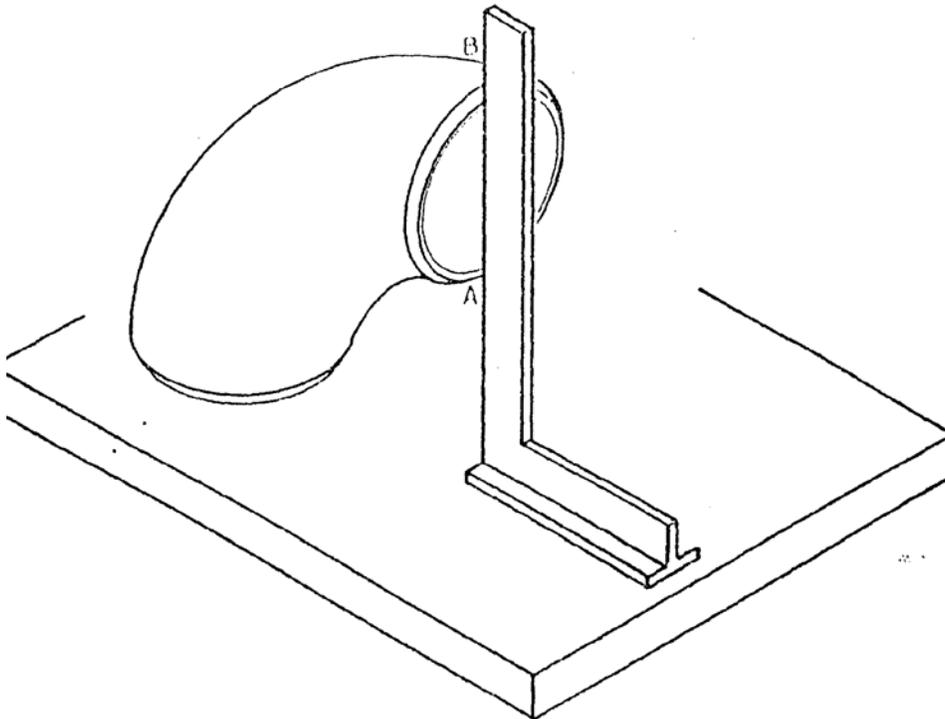
Deux méthodes.

a)



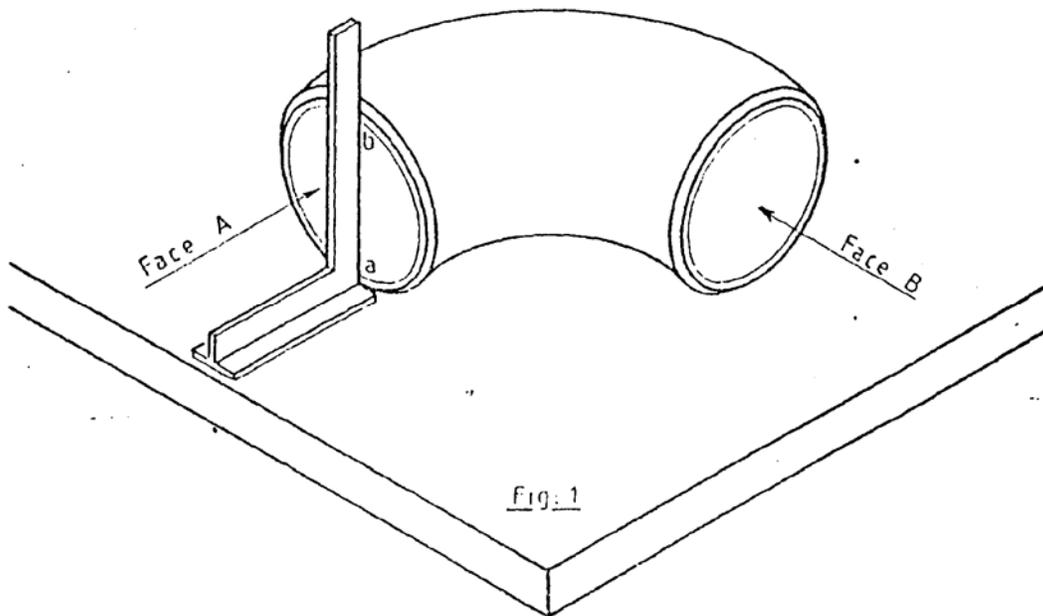
Positionner la courbe à plat (sur établi, tôle...) et placer une équerre parallèlement au plan qui contient la courbe. Sur le plan horizontal les points ABCD doivent être en contact avec l'équerre.

b)

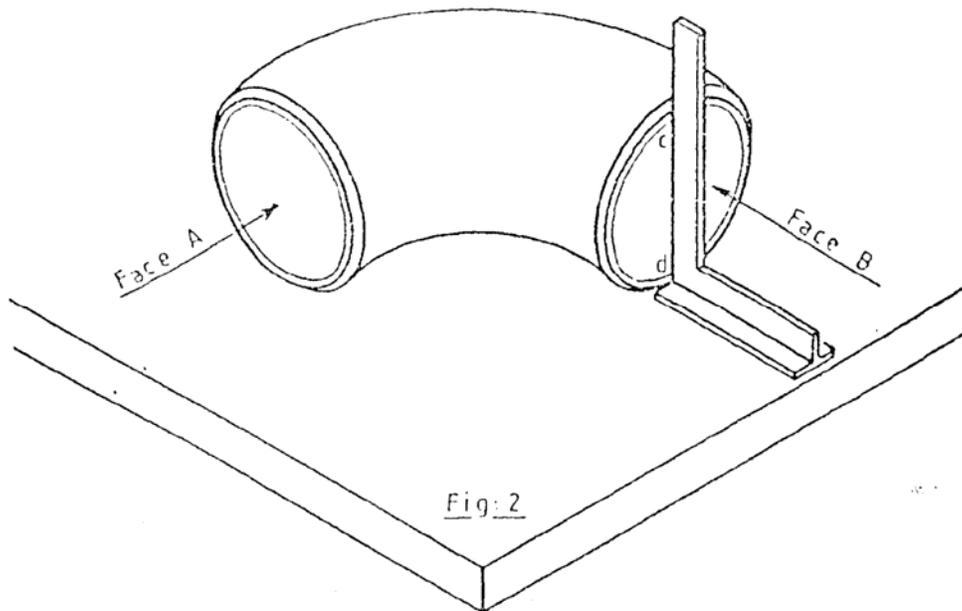


Sur une surface plane (marbre...) placer la courbe sur une face et contrôler l'autre face avec une équerre. Les points A et B doivent être en contact avec l'équerre.

II - Contrôle de l'équerrage entre les faces, et la génératrice inférieure



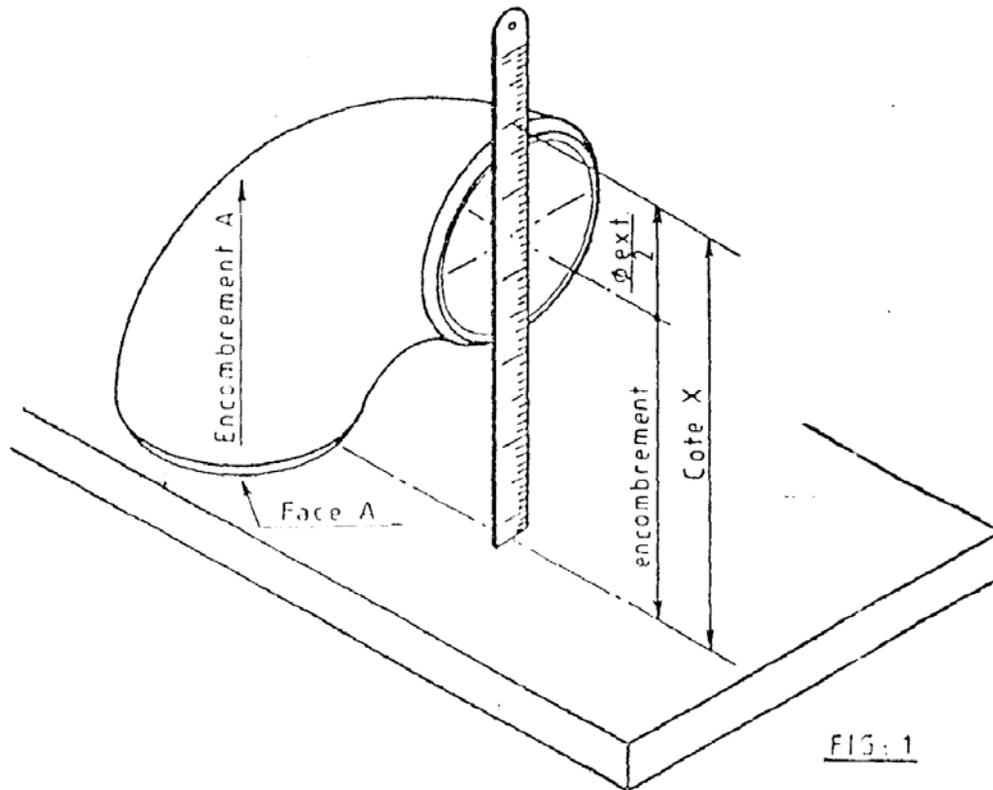
- Positionner la courbe à plat sur une surface parfaitement plane. Contrôler la face A l'aide d'une équerre (Fig. 1).
Les points 'a' et 'b' doivent être en contact avec l'équerre.
- Même opération pour la face B (Fig. 2) sans changer la courbe de place.



Rectifier, si nécessaire, les équerrages par meulage ainsi que les chanfreins

III - Contrôle des encombrements

- 1 - Sur une surface plane poser la courbe sur une face (face A)
- 2 - Positionner le mètre dans l'axe vertical de la courbe (fig. 1)

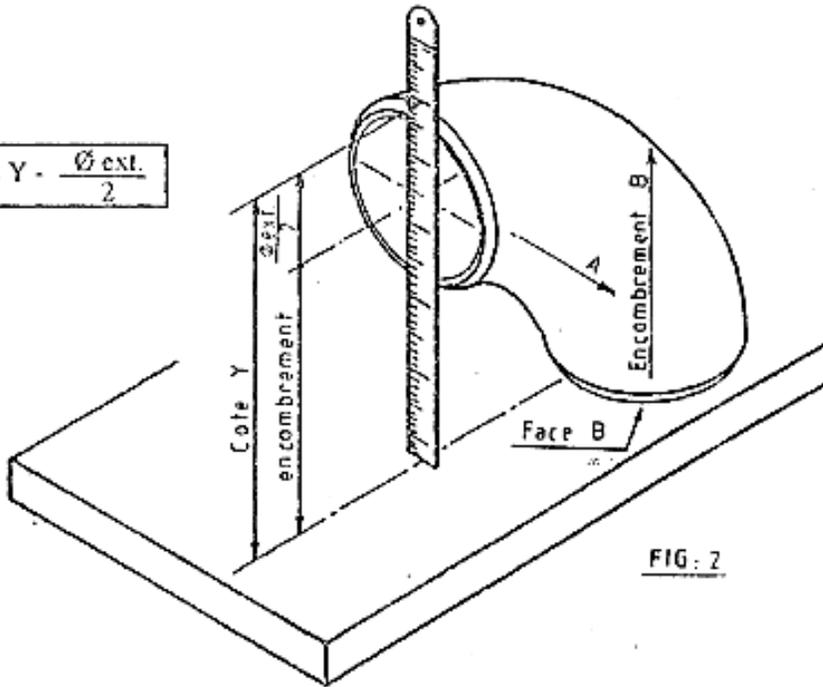


- 3 - Lire la cote "x" sur le diamètre extérieur de la courbe
- 4 - Pour obtenir l'encombrement retrancher de la cote "x " un demi diamètre extérieur.

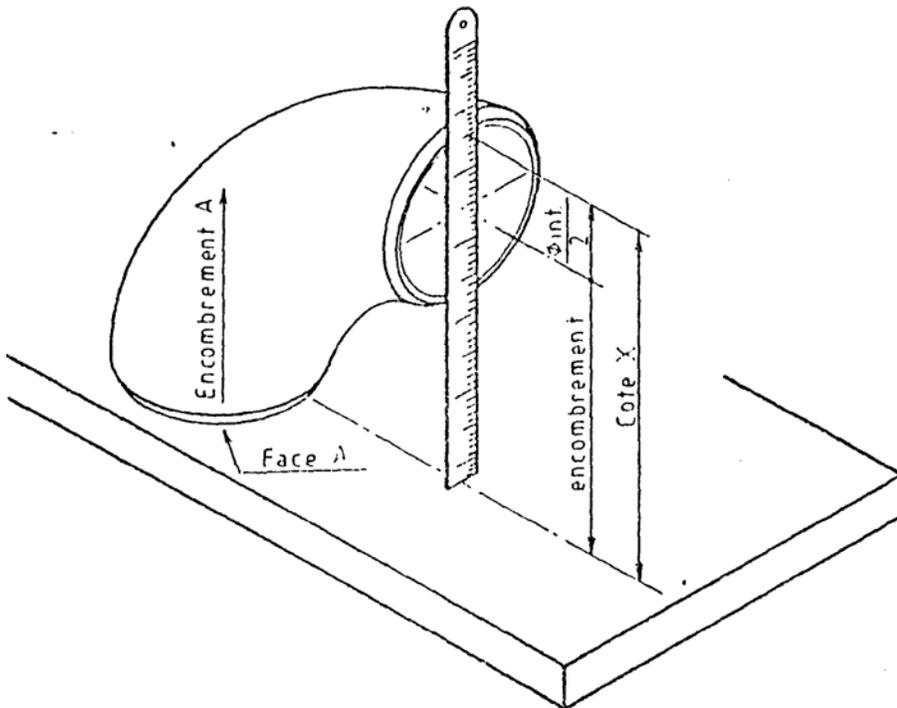
$$\boxed{\text{Encombrement} = \text{cote } x - \frac{\text{Ø ext.}}{2}}$$

- 5 - Inscire sur la courbe, côté face A l'encombrement calculé
- Recommencer l'opération pour l'encombrement à partir de la face B (fig. 2)

$$\text{Encombrement} = \text{cote Y} - \frac{\varnothing \text{ ext.}}{2}$$

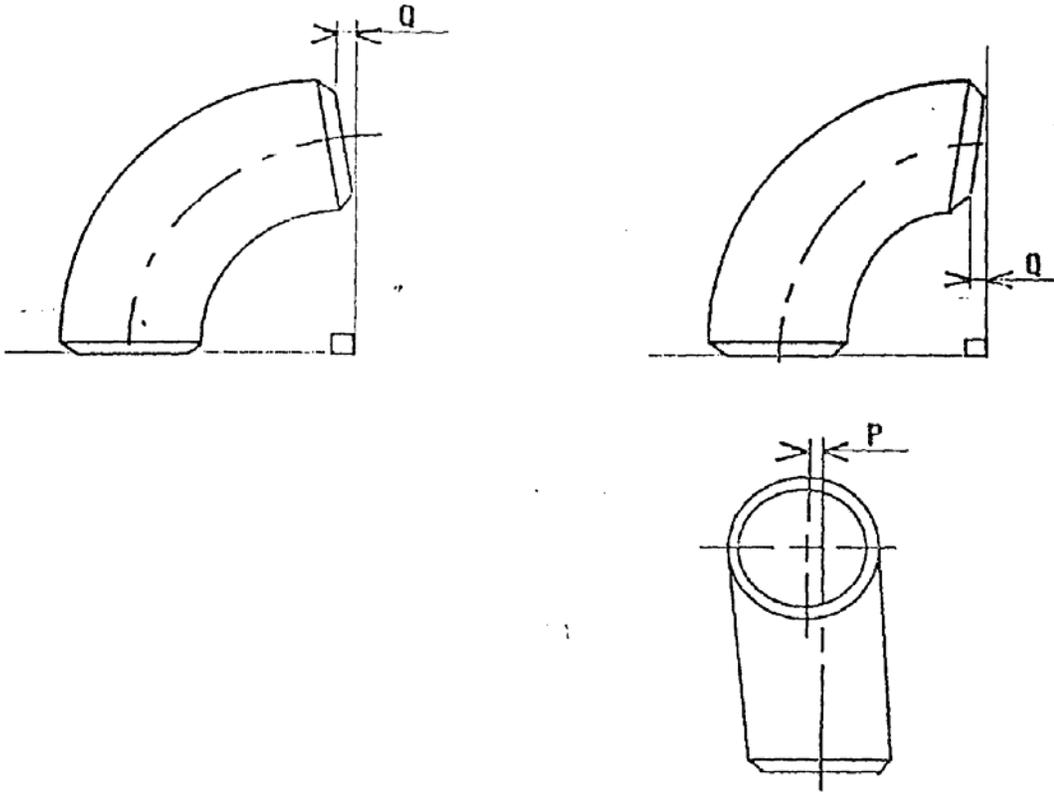


Lorsque les courbes sont livrées chanfreinées pour faciliter la prise de l'encombrement, il est possible de relever la cote suivant le diamètre intérieur au lieu de l'extérieur.



TOLERANCES SUR LES COURBES

Les raccords à souder normalisés sont fabriqués avec des tolérances d'équerrage. Il revient au tuyauteur de contrôler et de rectifier ces raccords avant de calculer les longueurs des manchettes.



Les valeurs des tolérances P et Q (pour les normes françaises et américaines) sont indiquées dans les normes.

Exemples :

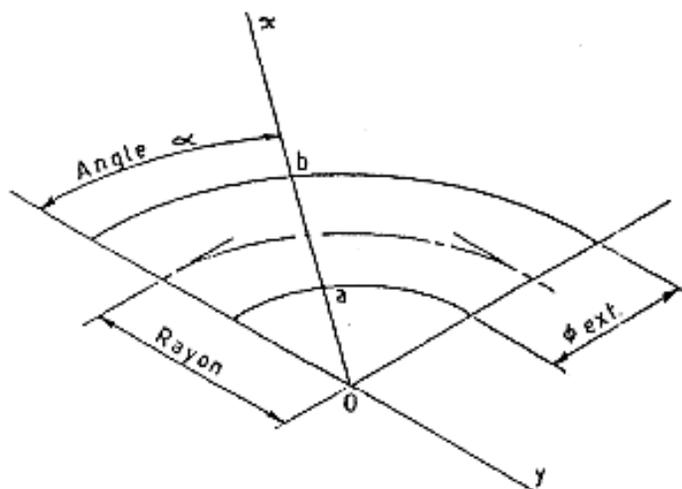
N.F. A 49 - 281
Modèle 3 D

ANSI
Long rayon

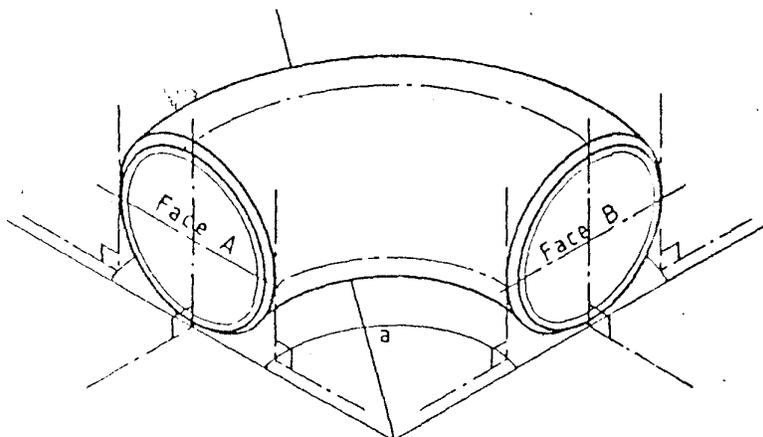
Diamètre extérieur	P. max.	Q. max.	Diamètre nominal du tube	Tolérance angulaire	
				Perpendicularité Q	Travers P
D < 114,3	1,6	0,8			
114,3 < D < 219,1	3,2	1,6			
219,1 < D < 323,9	4,8	2,4	1/2 à 4	± 1	± 2
323,9 < D < 406,4	6,3	2,4	5 à 8	± 2	± 4
406,4 < D	9,5	3,2	10 à 12	± 3	± 5
			14 à 16	± 3	± 7
			18 à 24	± 4	± 10
			26 à 30	± 5	± 10

TRACAGE ET PREPARATION D'UNE SECTION DE COURBE

1- Tracer l'épure de la courbe sur une tôle plane, et reporter l'angle α .



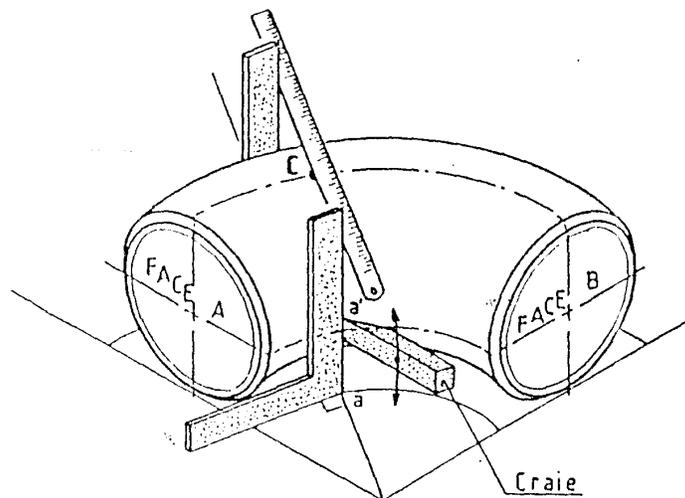
2 - Superposer la courbe sur l'épure les faces A et B étant parfaitement d'équerre avec la tôle.



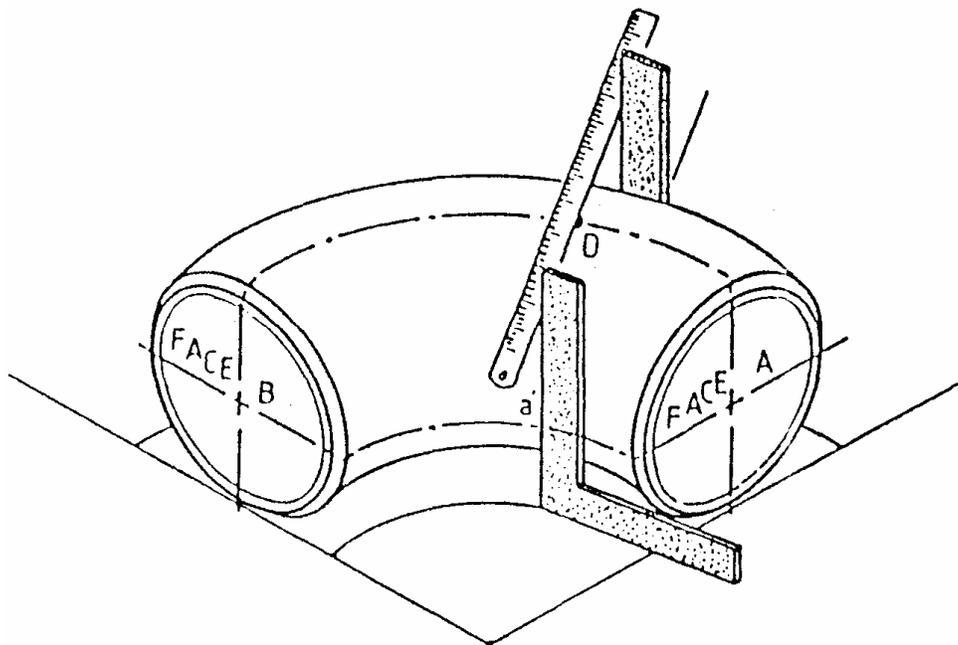
3 Placer le dos de l'équerre sur le point a , et remonter celui-ci en a' dans la gorge.

-Même opération avec l'équerre placée dans le dos sur le point b.

-Déterminer le point C en appliquant un réglé sur les 2 équerres.

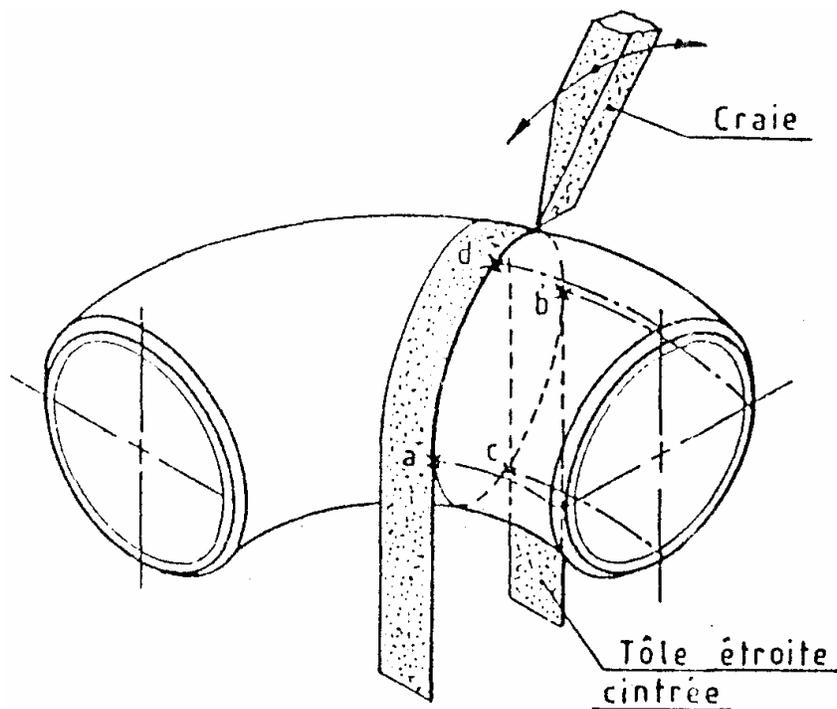


4 - Retourner la courbe pour tracer le point D en utilisant la même méthode que pour le point C.

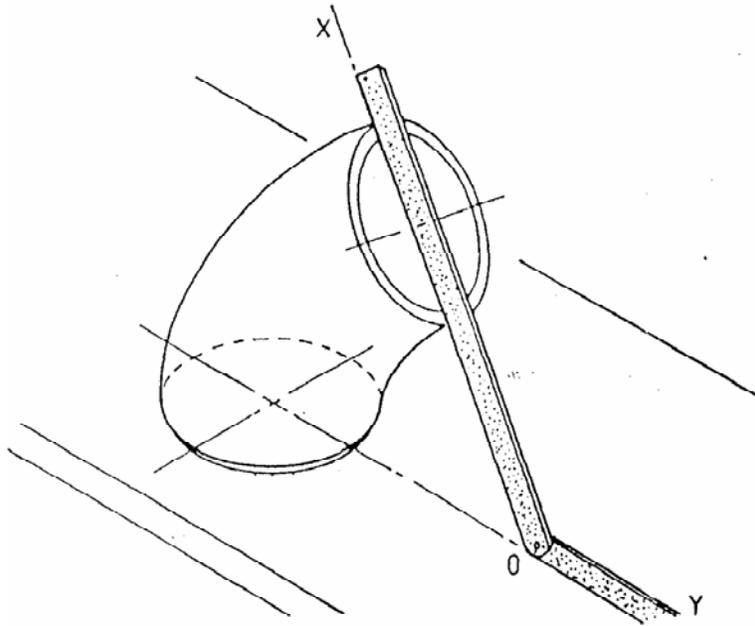


5 - Rejoindre les points a' , b' , c , d au moyen d'une bande de tôle étroite, ou un réglet souple afin d'obtenir un tracé régulier.

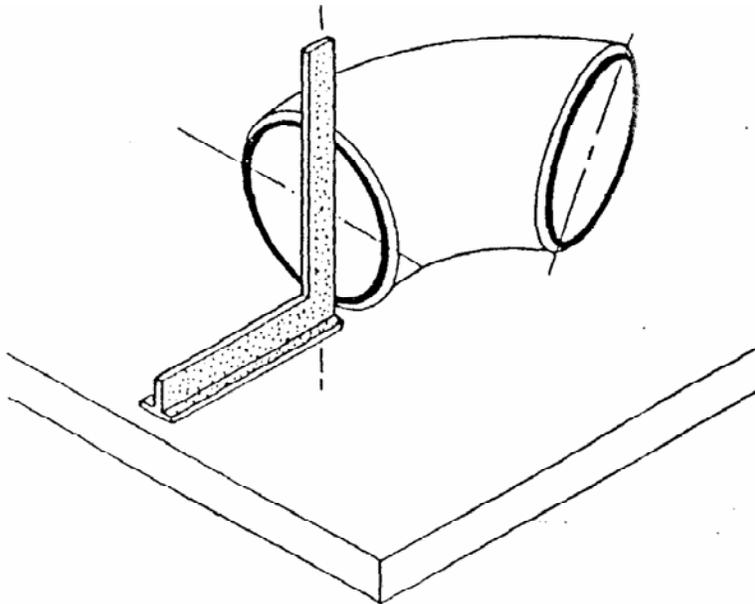
- Repérer la coupe au pointeau.
- Découpage droit (perpendiculaire à la génératrice).



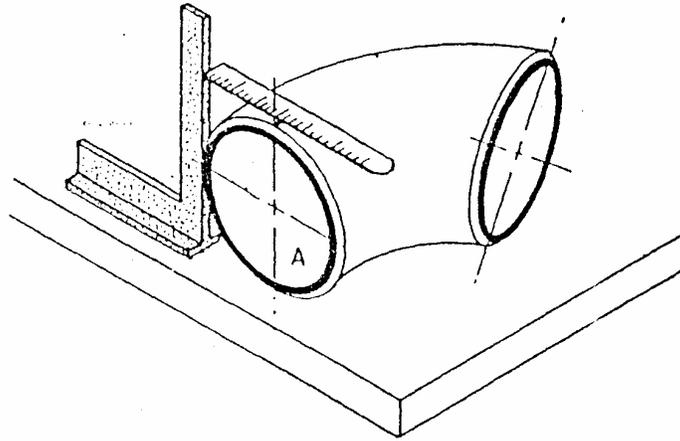
- 6 - Dresser la face découpée,
- Contrôler à la fausse équerre, après avoir relevé au préalable l'angle x o y sur la tôle d'épure.



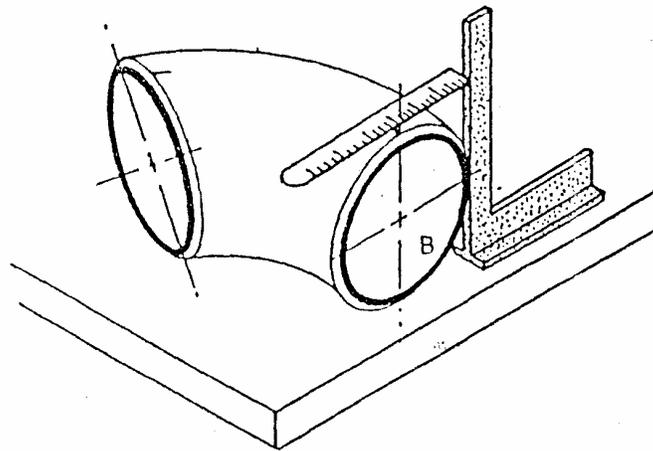
- 7 - Contrôler l'équerrage de la face dressée avec la génératrice inférieure
- Rectifier si besoin puis chanfreiner à la meule à disque.



- 8 - Positionner la courbe sur un plan, les faces perpendiculaires au plan. Placer l'équerre dans le dos à la naissance du chanfrein de la face A et tracer un repère sur la courbe correspondant au demi diamètre extérieur.

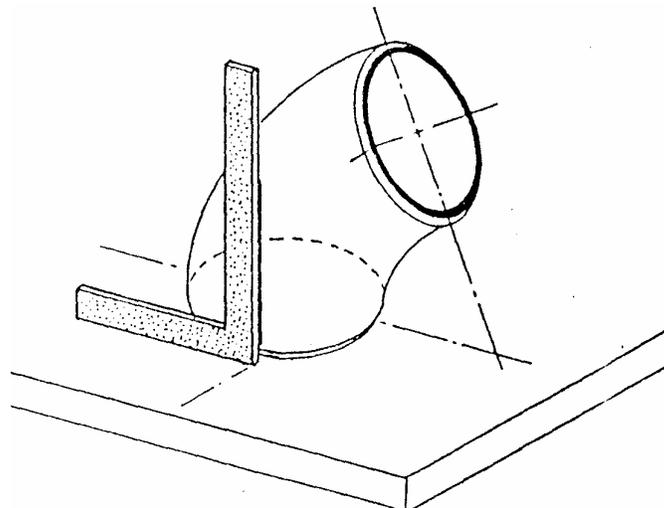


9 - Procéder à la même opération pour la face B

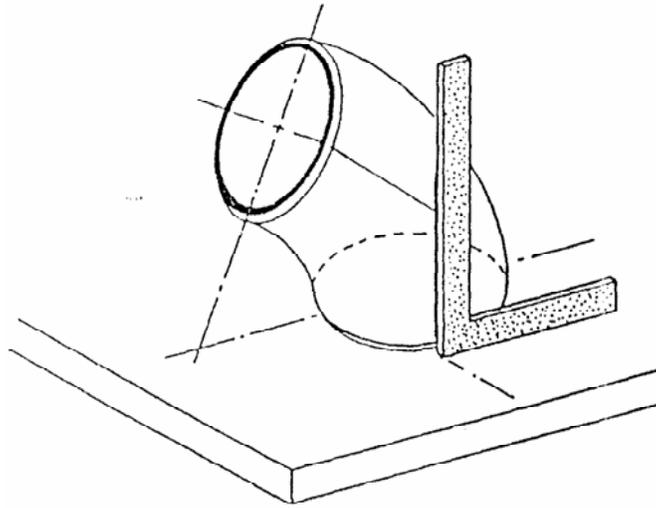


Nota : les phases 8 et 9 ne sont pas indispensables si les axes ont été tracés au préalable et s'ils sont toujours visibles.

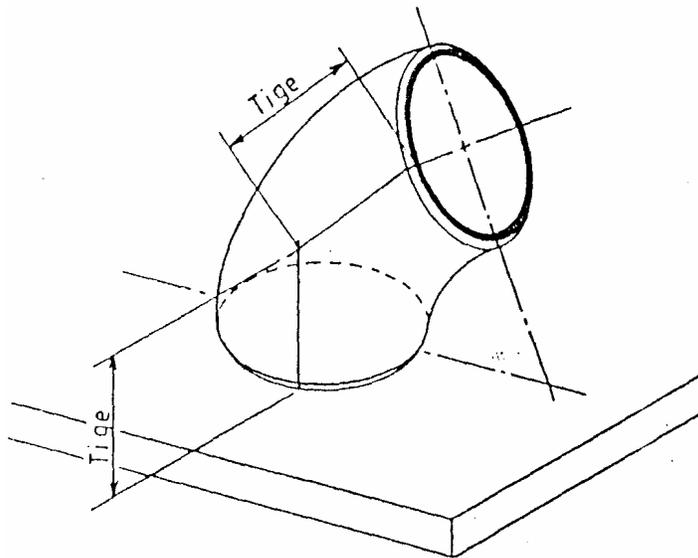
- 10 - Placer la courbe sur une face
- Placer le dos de l'équerre tangent au repère
 - Tracer la tige



- 11 - Placer la courbe sur l'autre face, et procéder à la même opération.
- Le point d'intersection des 2 tiges est le point d'épure.



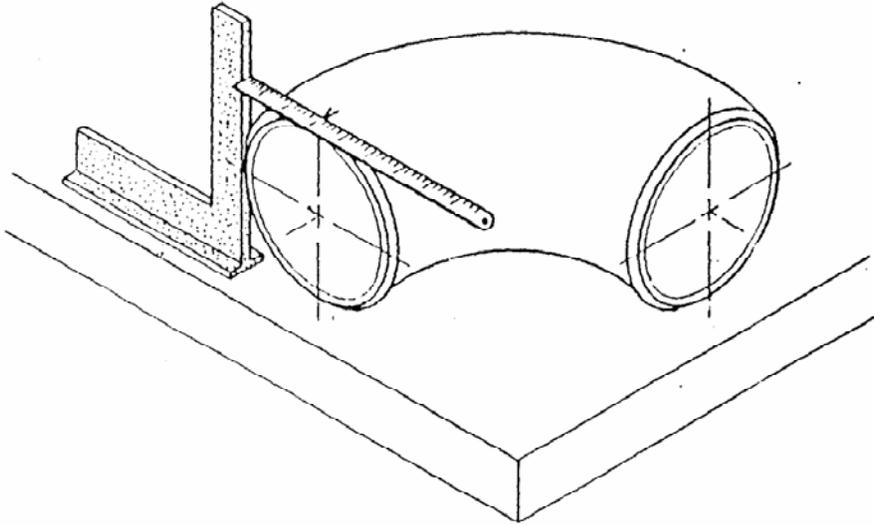
- 12 - Mesurer la longueur des tiges qui doivent être égales si toutes les précautions ont été prises pendant les différentes opérations.



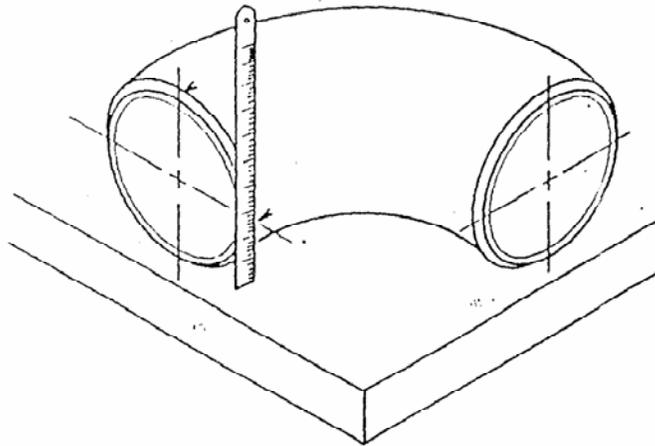
TRACAGE DES GENERATRICES SUR UNE COURBE

1- Repérage de l'emplacement des axes

- Positionner la courbe sur un plan, les faces perpendiculaires au plan.
- Placer l'équerre dans le dos de la courbe à la naissance du chanfrein et tracer un repère de dimension égale au demi-diamètre extérieur.

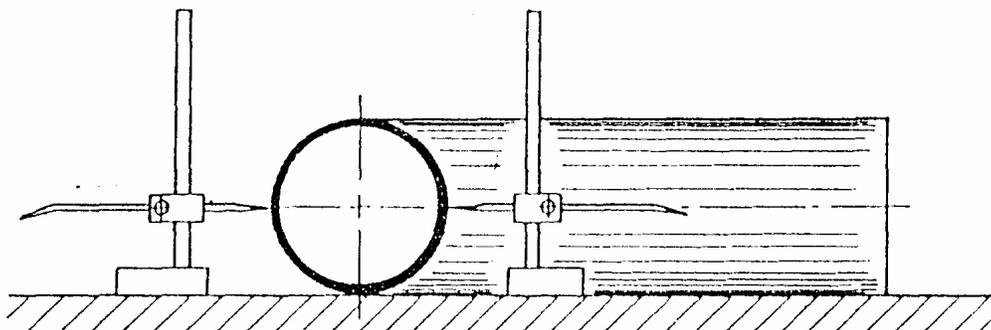


- Positionner le réglet vertical et tracer un repère de dimension égale au demi-diamètre extérieur, à l'intérieur ou à l'extérieur de la courbe.

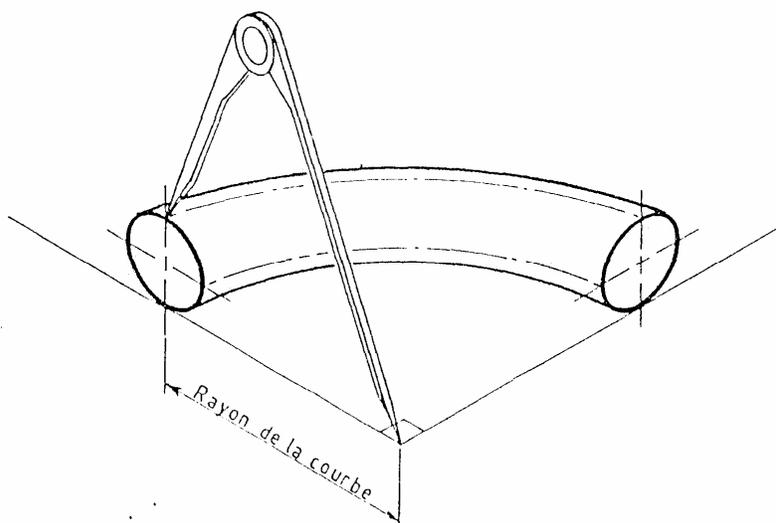


2° - Tracage des axes

Au trusquin pour l'intérieur et l'extérieur de la courbe, la pointe à tracer étant positionnée sur le repère.



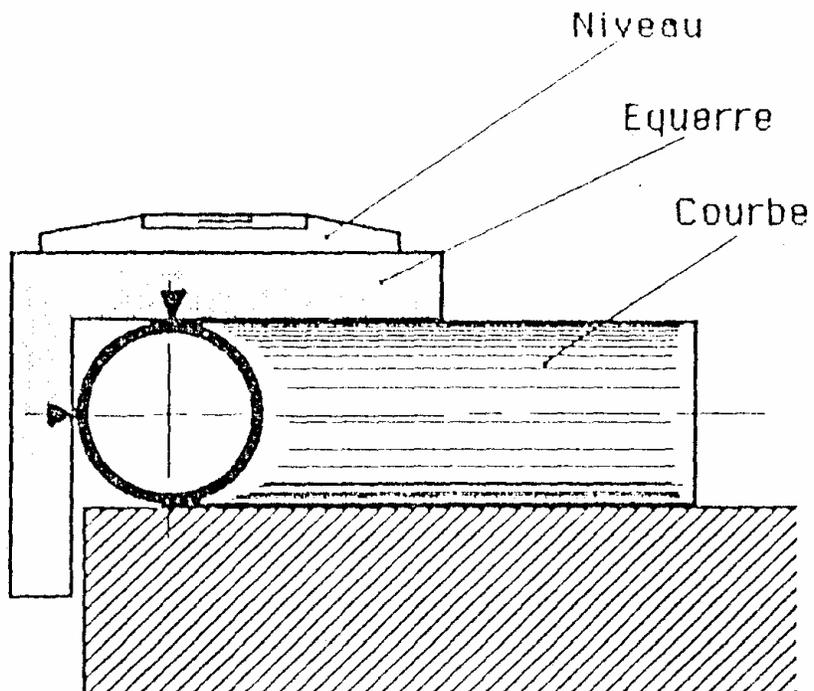
Au compas en positionnant la courbe sur une épure.



Retourner la courbe pour tracer l'axe inférieur.

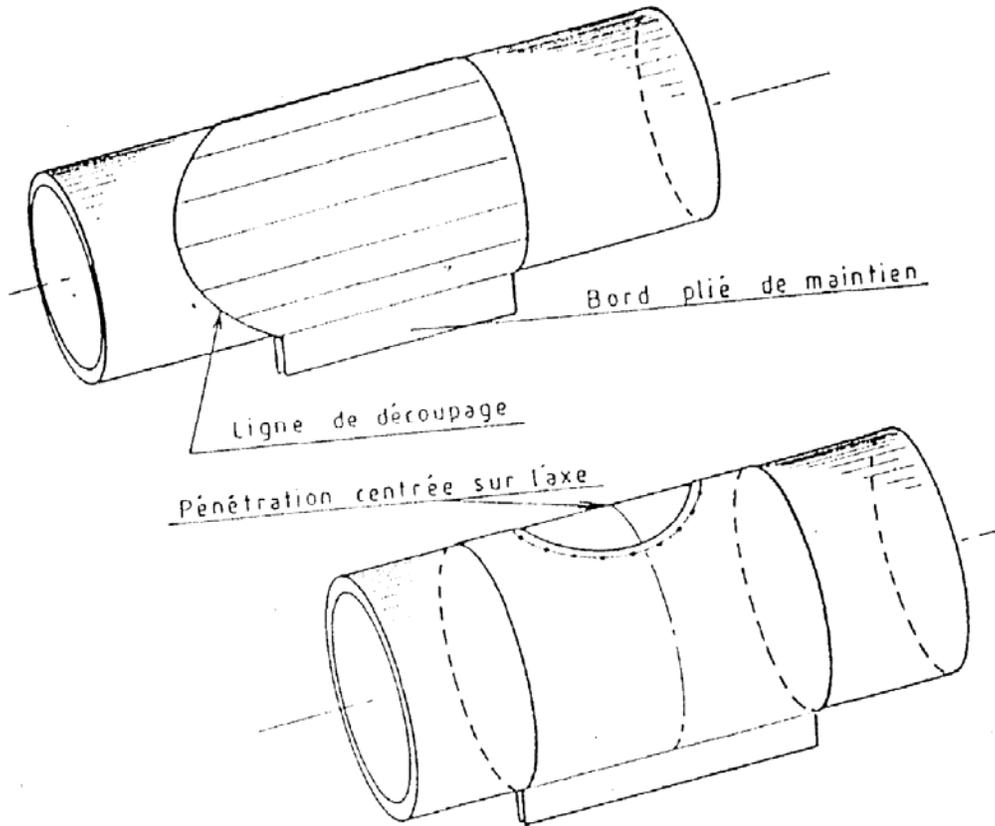
Autre possibilité pour repérer les axes :

Porter sur chaque branche d'une équerre la valeur du rayon ext. De la courbe puis les reporter sur la courbe.

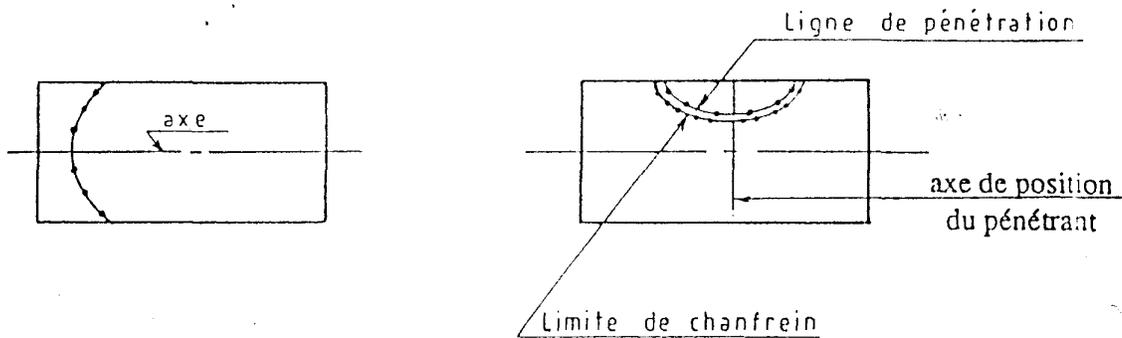


TRACAGE DES DECOUPES SUR LES TUBES

- Préparer le gabarit soit en tôle mince soit en carton, repérer les axes.
- Tracer sur les tubes les découpes



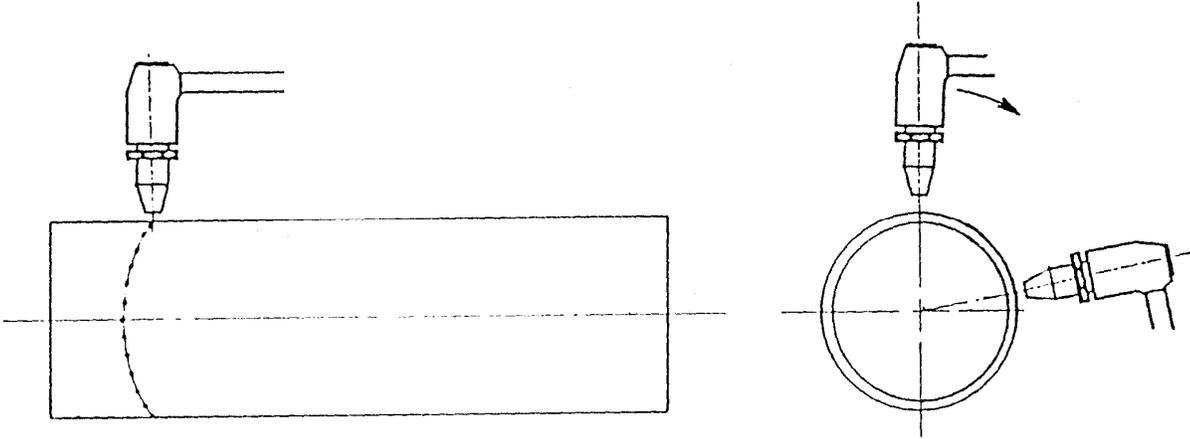
- Pointer au travers le gabarit les limites de chanfrein
- Pointer les découpes
- Repérer les axes pour faciliter le montage



DECOUPES DES TUBES

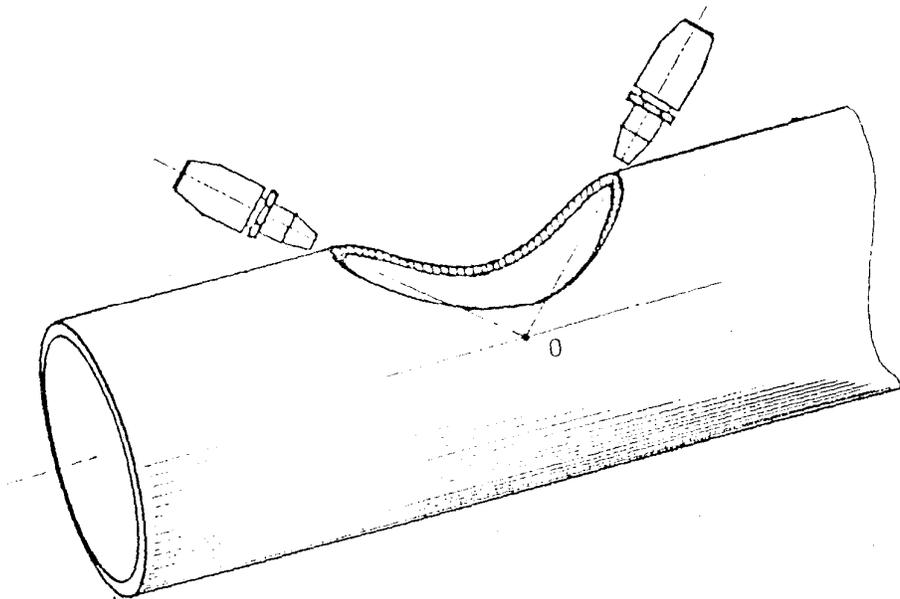
Les découpes seront effectuées par oxycoupage

I - Découpage du pénétrant



Découpage droit, sans chanfrein, le chalumeau perpendiculaire aux génératrices.

II - Découpage du pénétré



Découpage directement en chanfrein, chalumeau dirigé vers le centre O du trou de pénétration.

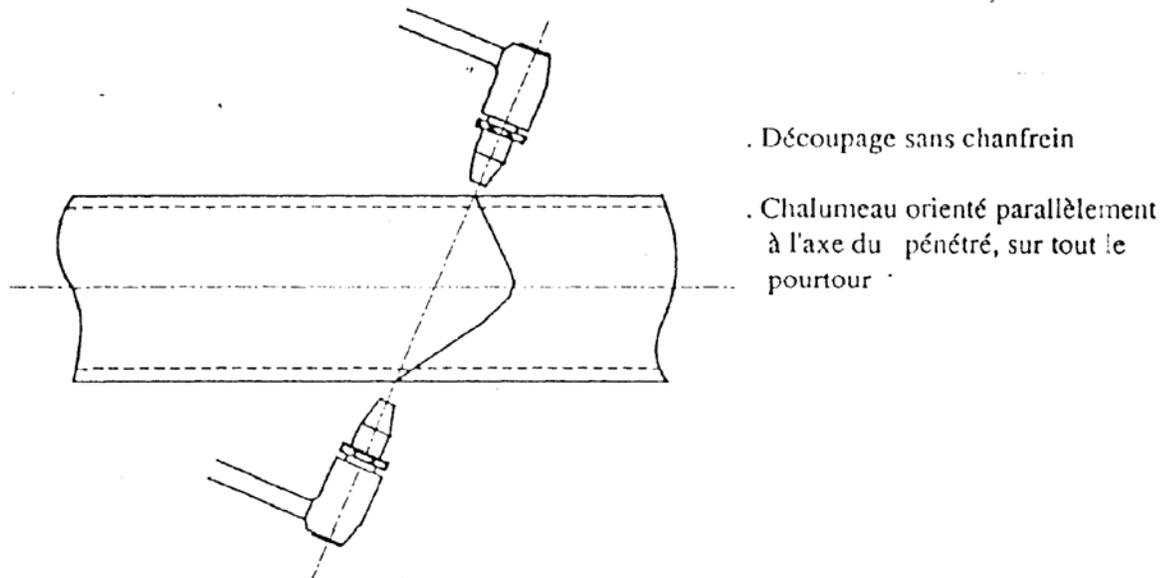
Rappel : Avant d'exécuter cette découpe sur votre piquage, effectuez quelques essais sur des chutes

PREPARATION DU PENETRANT

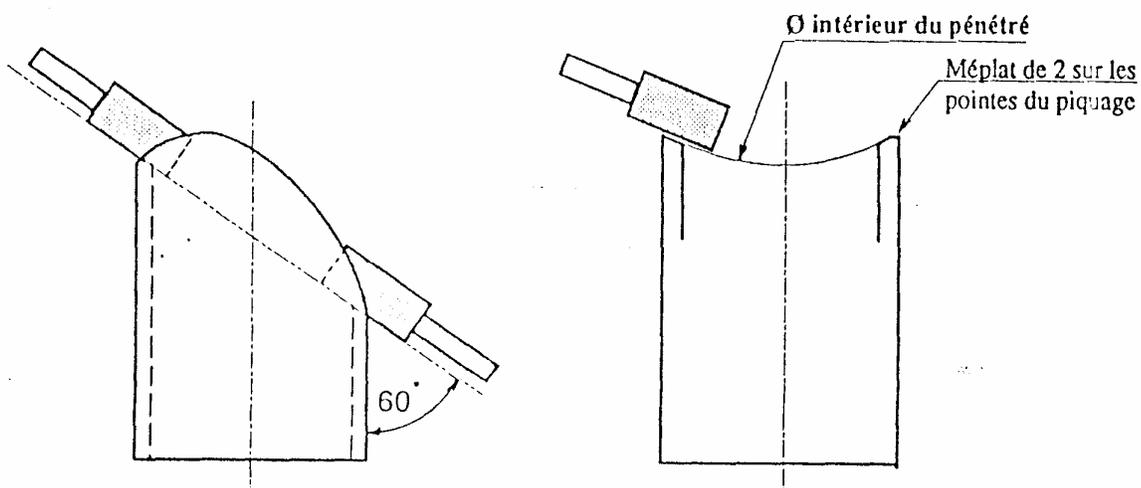
I - Traçage du tube

- Préparer le gabarit
- Reporter la découpe sur le tube et la pointer comme étudié lors d'une phase précédente
- Repérer l'axe du tube

II - Oxycoupage



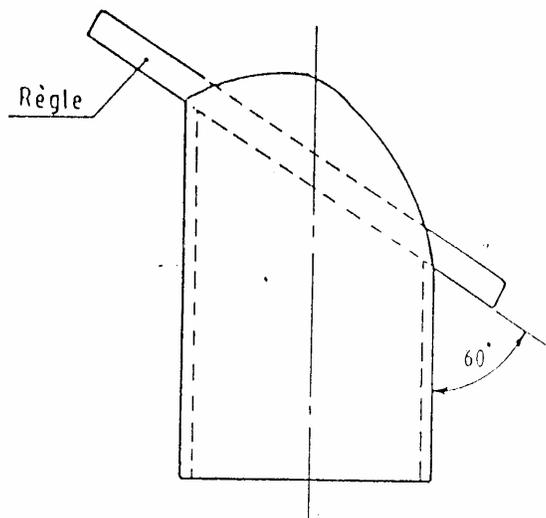
III - Meulage de la coupe



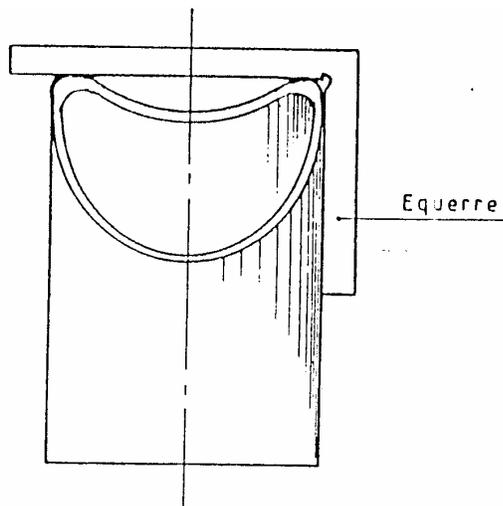
Voir la maquette pour l'évolution des chanfreins

IV – Vérifications

Contrôle de l'angle avec une règle



Contrôle de l'équerrage des pointes



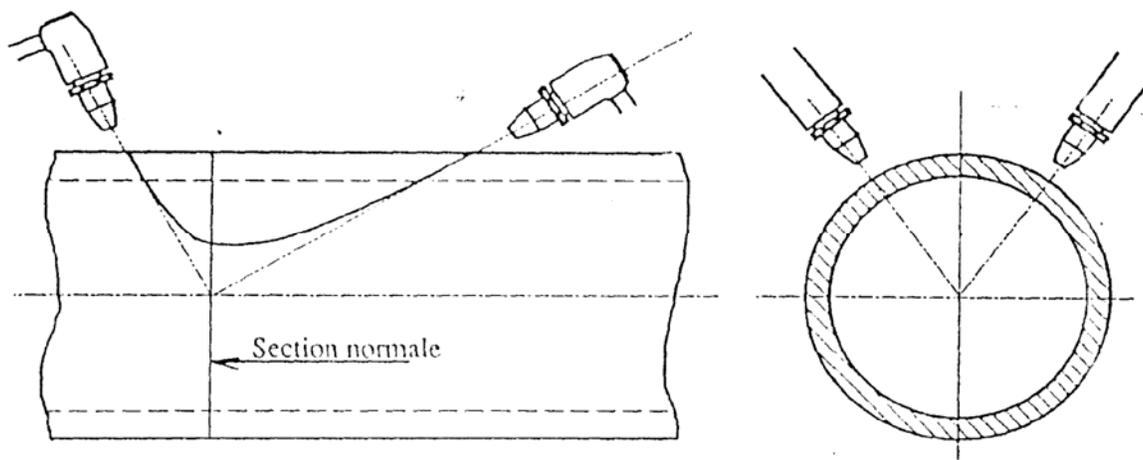
PREPARATION DU PENETRE

I - Traçage du tube

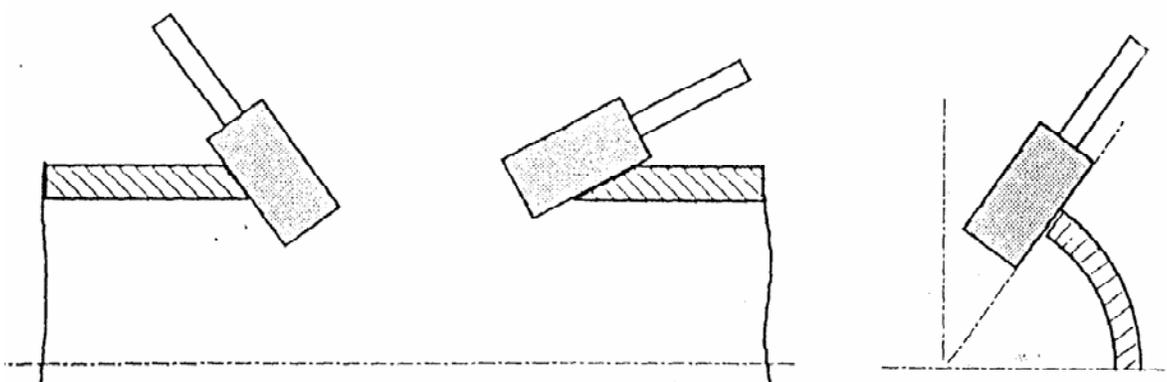
- Préparer le gabarit
- Reporter la découpe et la limite de chanfrein sur le tube
- Tracer sur le tube la section normale passant par le point dépure

II - Oxycoupage

Découpage en chanfrein.



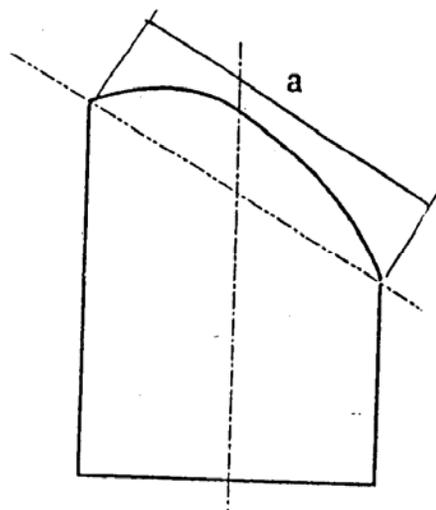
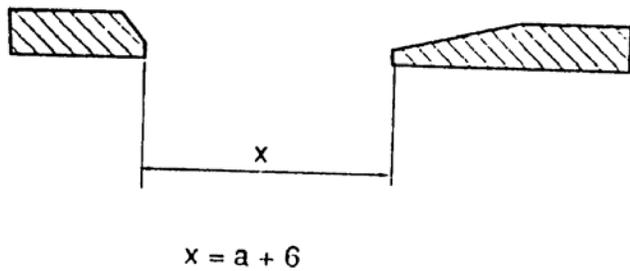
III - Meulage de la pénétration



- Bien veiller l'inclinaison de la meule, l'angle étant évolutif, voir avec la maquette
- Réaliser le méplat de soudage 2 mm

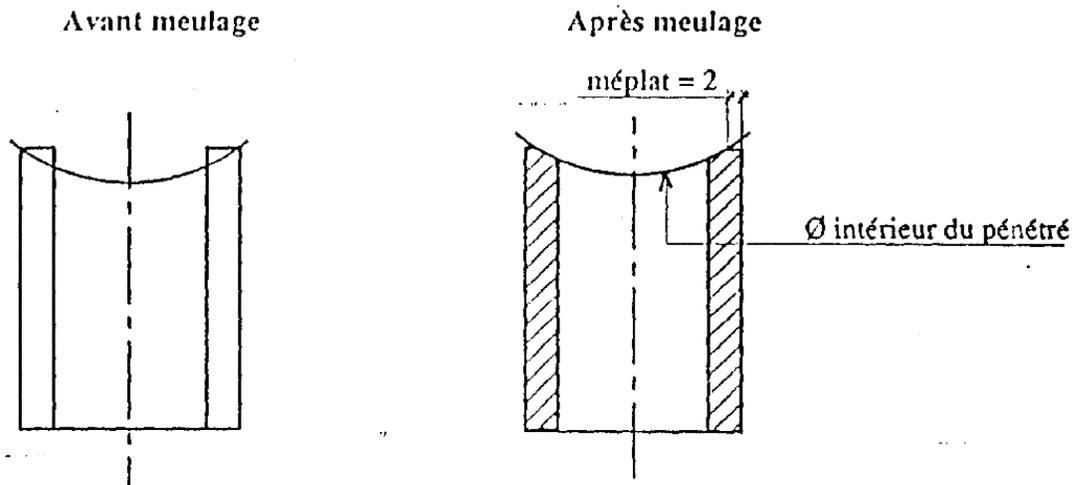
IV - Vérifications

- Vérifier la Cote x.

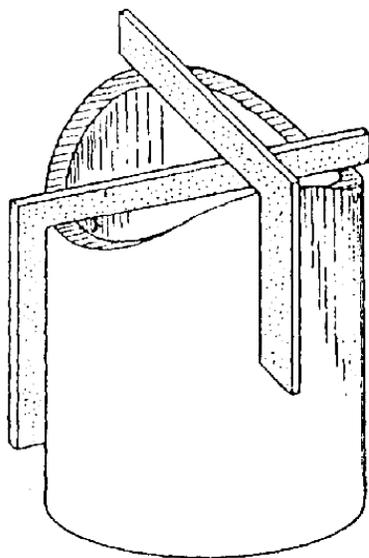


AJUSTAGE DES COUPES

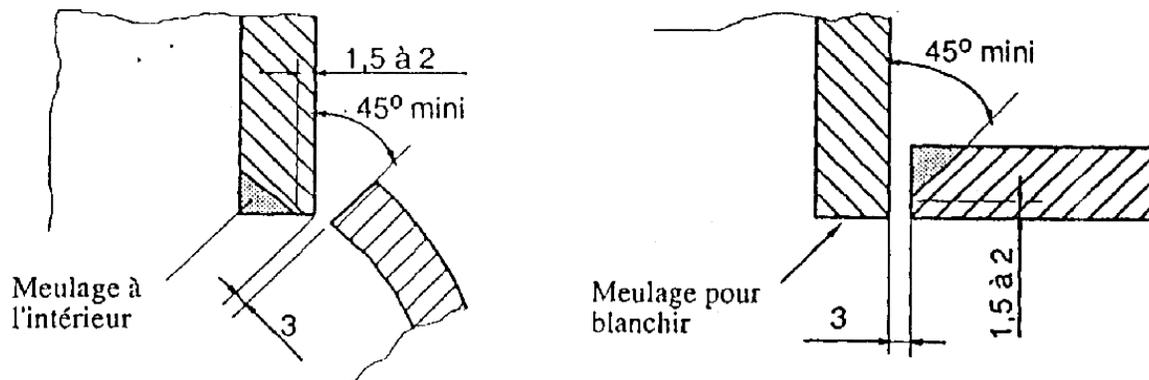
I - Ajustage du pénétrant : par meulage .



CONTROLE DE L'EQUERRAGE



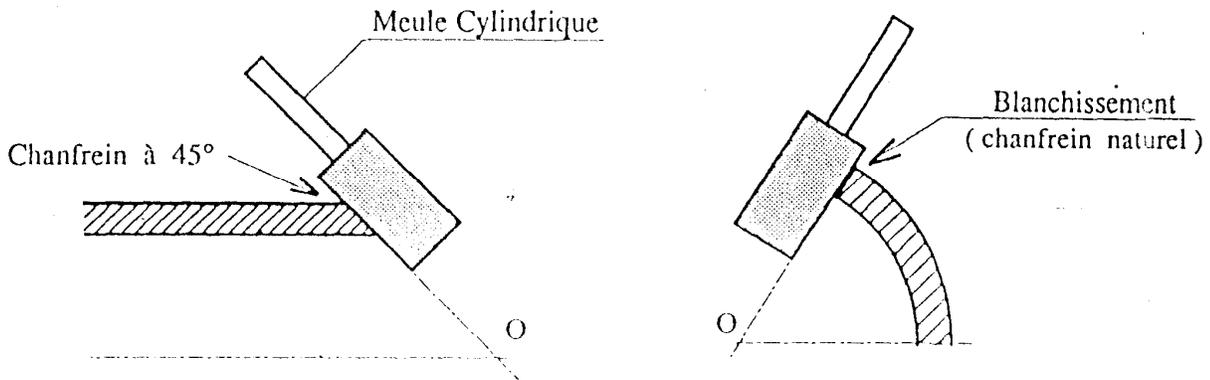
Rappel des chanfreins



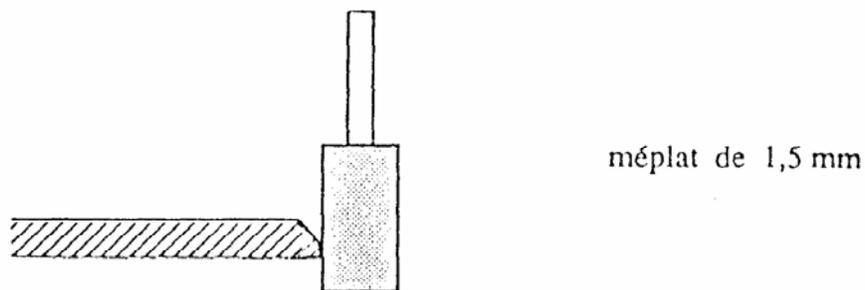
II - Ajustage de la pénétration : par meulage

- Meuler à blanc, la meule orientée vers le centre O du tube

Rappel : le chanfrein est évolutif

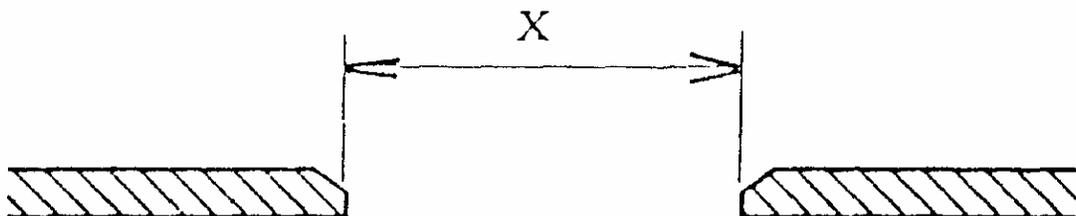


- Meuler verticalement pour la réalisation du méplat de soudure



- Vérifier la cote x avant finition

X est égal au \varnothing du pénétrant + 6 mm

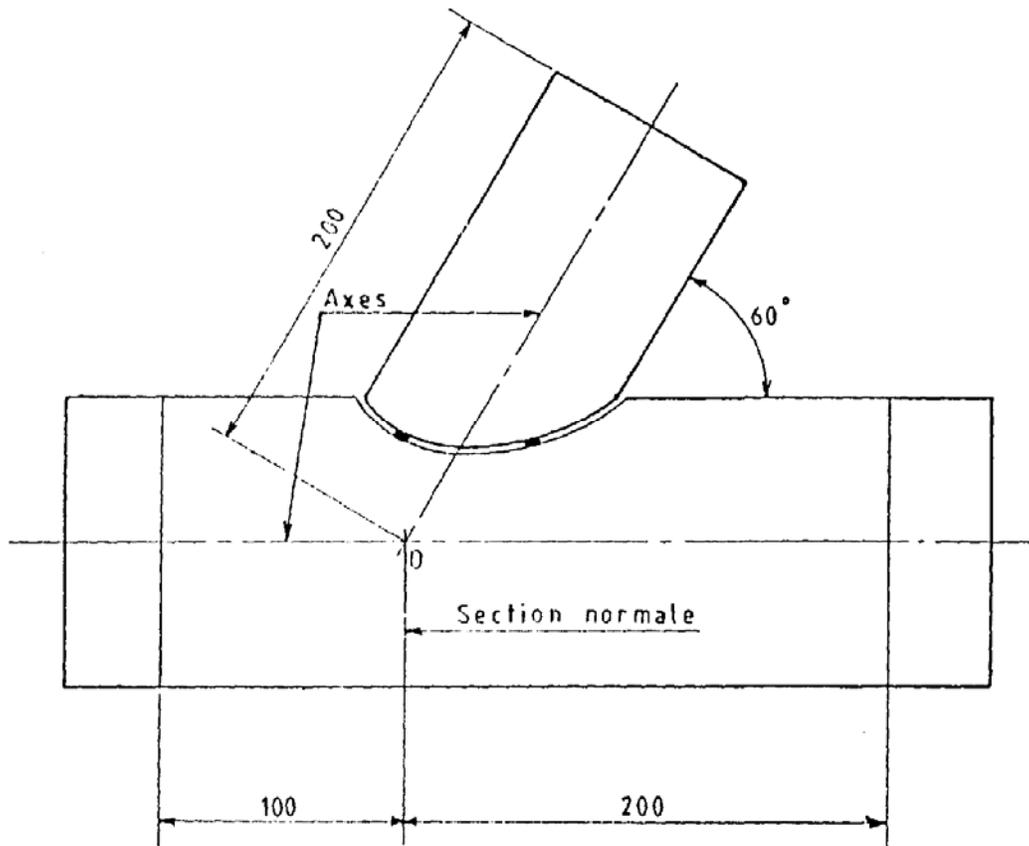


Eliminer à la lime toute les bavures sur les deux tubes (pénétrant et pénétré)

MONTAGE DU PIQUAGE

L'assemblage s'effectue selon le même principe que pour un piquage à 90° déjà étudié.

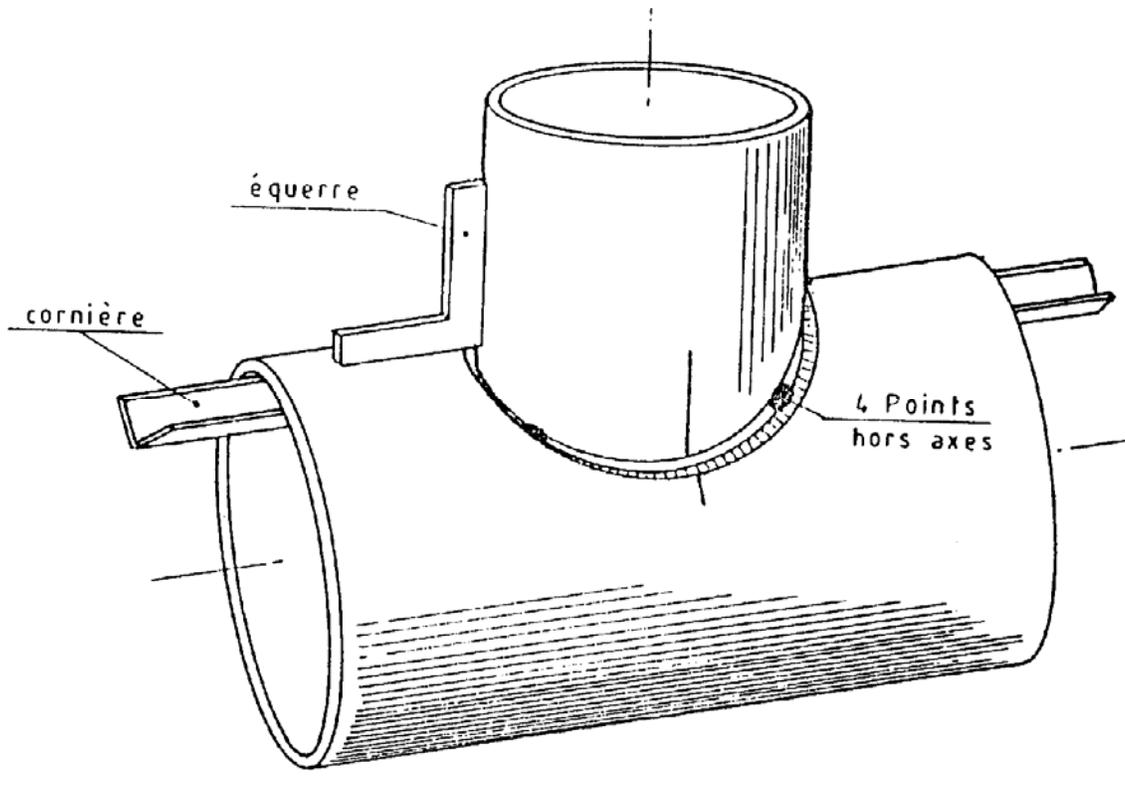
- Vérifier l'angle de 60° (fausse équerre ou gabarit)
- Pointer par 4 points hors axes



- Tracer les axes, déterminer le point O et déterminer les coupes
- Oxycouper et vérifier les équerrages

POINTAGE DU PIQUAGE

- fixer avec pince, une cornière à l'intérieur du pénétré
- Positionner le pénétrant sur le pénétré, les axes alignés
- Vérifier la régularité du jour : 3mm et l'équerrage
- Pointer par 4 points (S.E.A) situés hors axes



La vérification du jeu peut être effectuée avec un fil de métal d'apport de \varnothing 3mm.

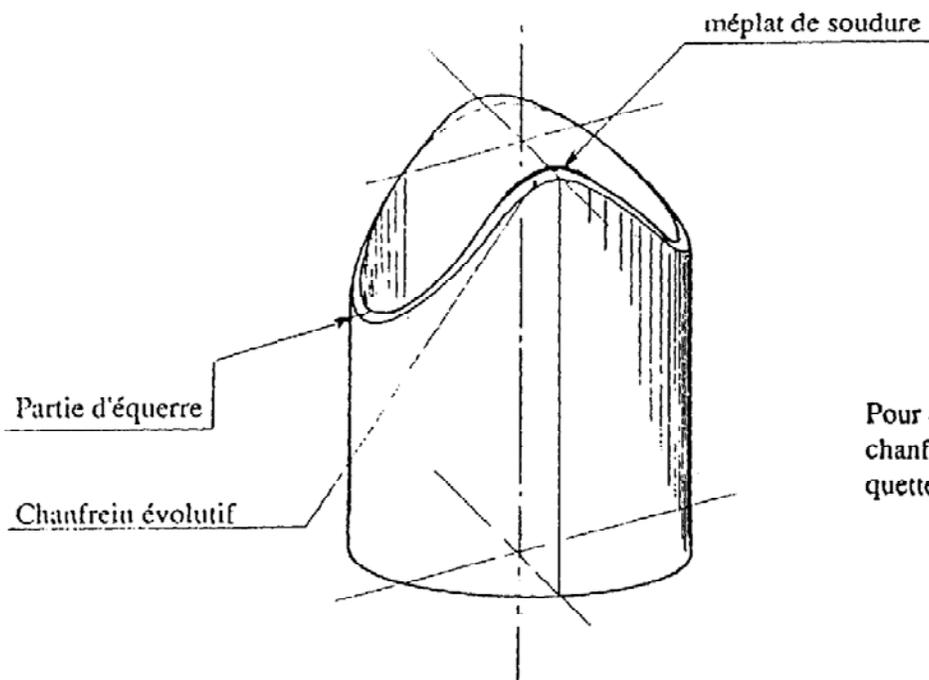
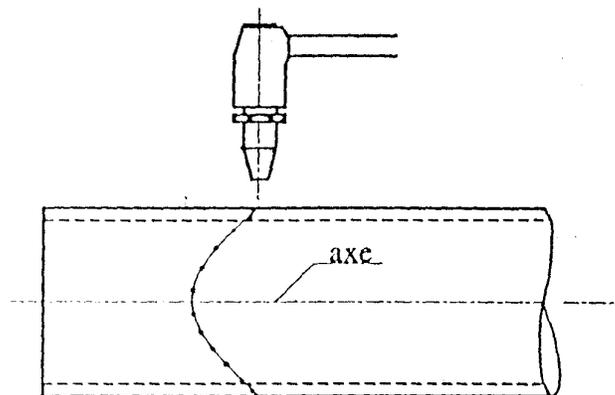
PIQUAGE PENETRANT A 90°, MEMES DIAMETRES

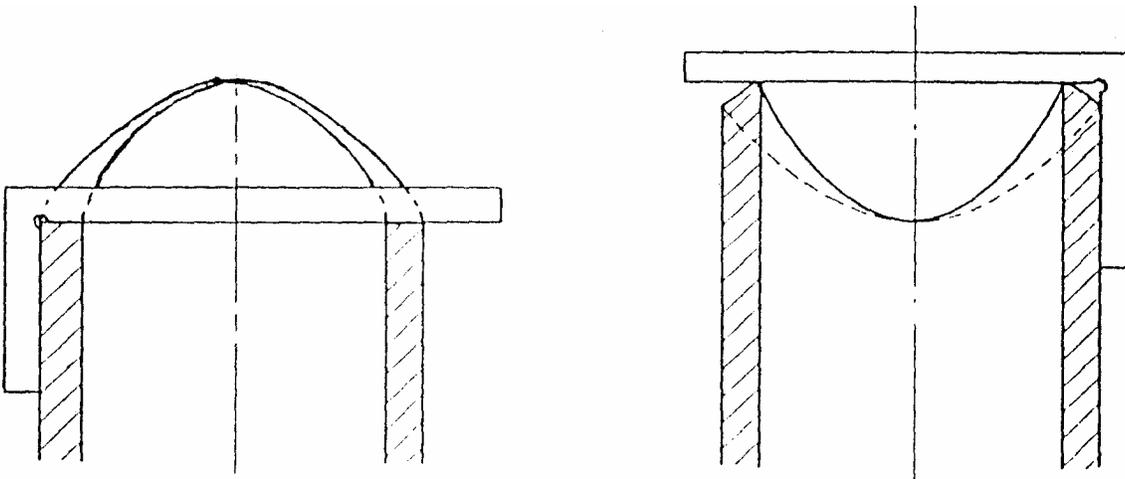
I - Préparation des coupes

- Effectuer les tracés nécessaires sur tôle mince ou sur carton
- Préparer les gabarits
- Tracer les découpes et les limites de chanfrein sur les tubes et repérer les axes.

II - Préparation du pénétrant

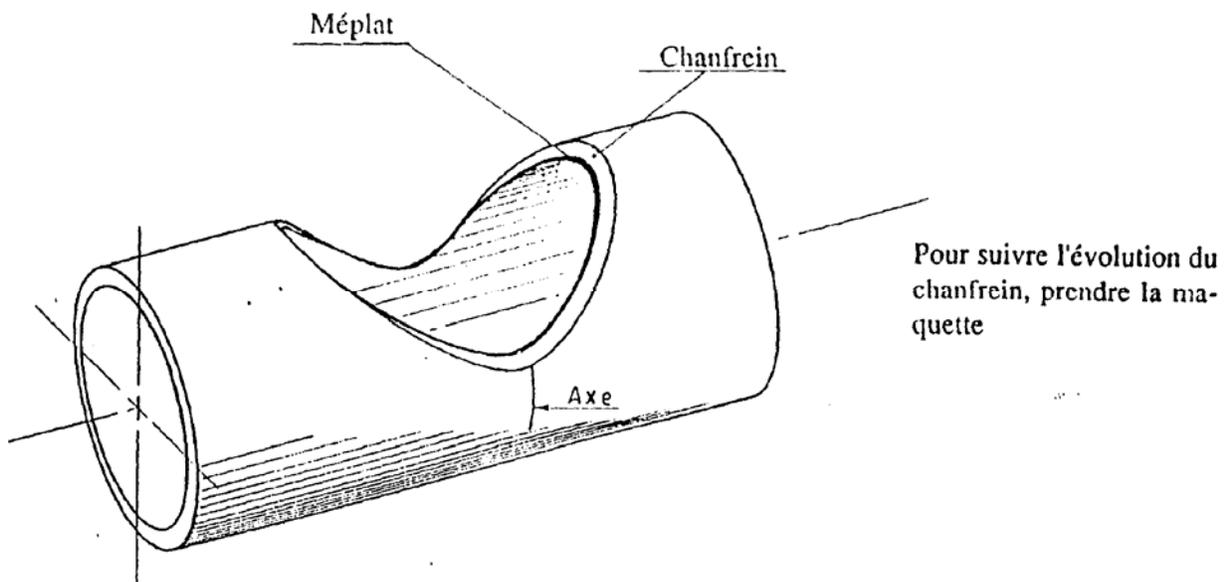
- Découpage droit sans chanfrein
- Chanfreinage à la meule



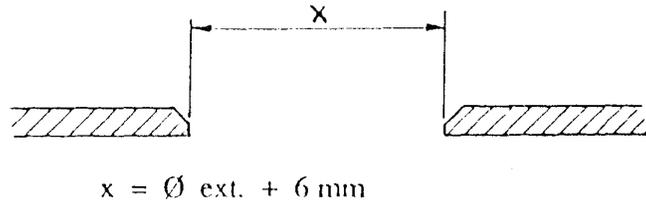


III - Préparation du pénétré

- Découpage de la pénétration en chanfrein.
- Blanchissement à la meule du chanfrein et exécution du méplat.

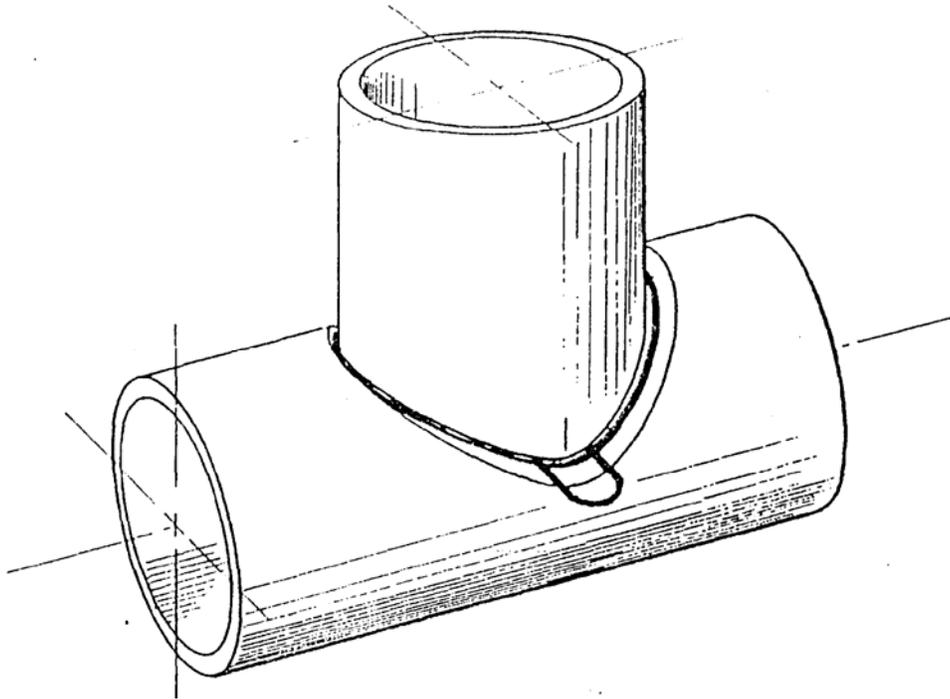


Vérification de l'ouverture



IV - Montage du piquage

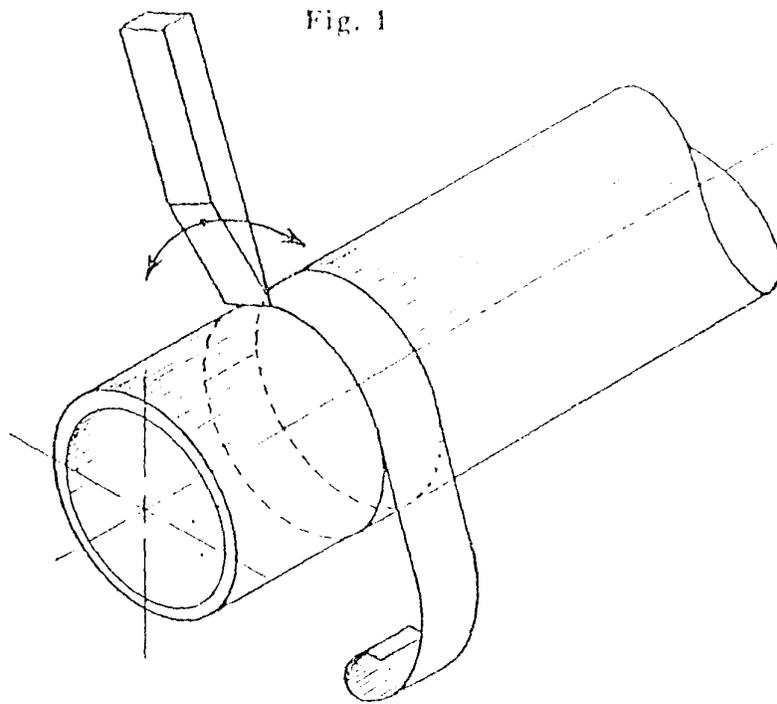
- Ebavurer à la lime
- Assembler par 4 points, hors axes après avoir vérifié le jeu régulier



Le jeu de 3 mm peut être contrôlé avec une baguette de métal d'apport en épingle qui peut également être utilisée pour le positionnement du pénétrant sur le pénétré.

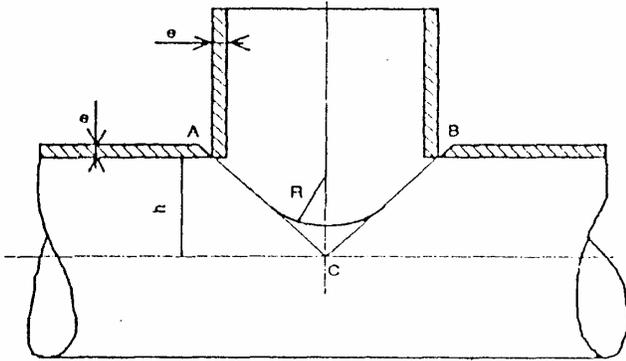
UTILISATION DE LA BANDE A TRACER

- La bande à tracer, généralement en acier (clinquant) est utilisée par le tuyauteur, notamment pour reproduire un axe, ou tracer une longueur à débiter sur le pourtour d'un tube perpendiculairement à l'axe longitudinal.
- L'épaisseur et la largeur de la bande dépendent du diamètre du tube.
- Sa longueur doit être supérieure au développement du tube, pour qu'il y ait recouvrement afin d'obtenir un tracé précis, figure 1.
- Ses rives doivent être parfaitement droites et parallèles.
- Une bande de 15/100 d'épaisseur et de 90 mm de largeur convient très bien pour des diamètres de tube allant de 88,9 à 219,1.
- Pour le tracé sur tube utiliser un morceau de "blanc de Briançon" bien affûté.



PIQUAGE PENETRANT , DIAMETRES EGAUX A 90°

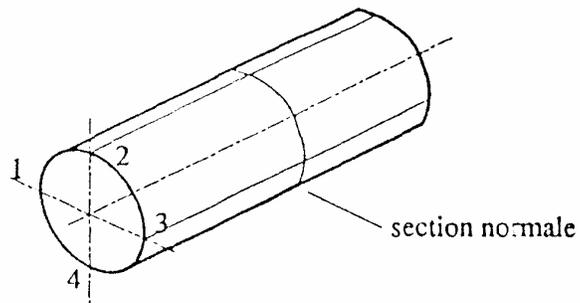
Epure explicative



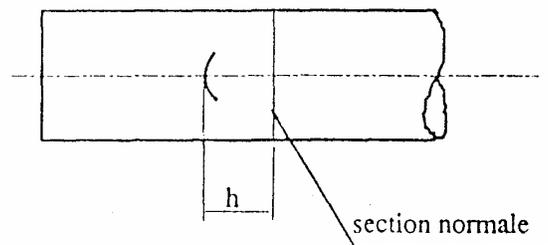
Pratiquement l'épure n'est pas nécessaire

I - Tracé du pénétrant

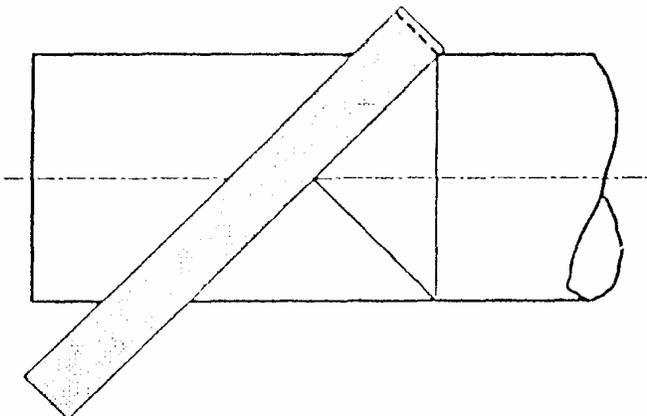
- Tracer 4 génératrices sur le tube (décalage de 90°) et une section normale.



- Sur deux génératrices opposées porter une distance égale à $\frac{\varnothing \text{ int.}}{2}$. (Sur l'épure la cote h)



- Joindre les points à la bande à tracer.

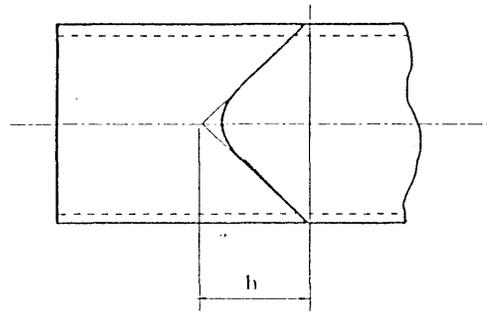


Veiller à ce que les 2 pans de la bande à tracer soit bien parallèles

- Tracer le rayon R de raccordement

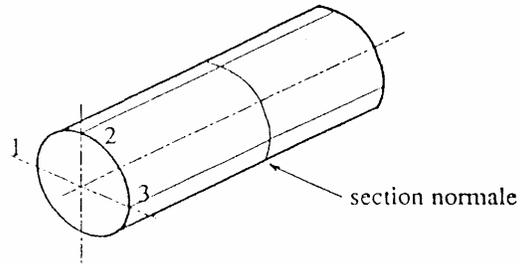
Rappel : R est égal=

$$\frac{\varnothing \text{ du tube}}{5}$$



II - Tracé du pénétré

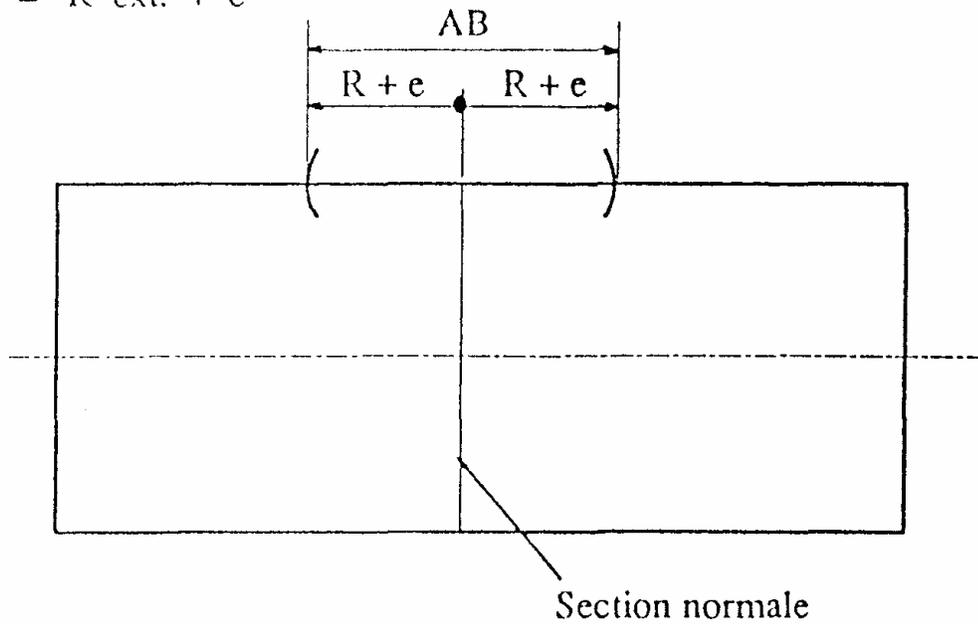
Tracer sur le tube une section normale à l'emplacement de l'axe de piquage et 3 génératrices décalée de 90°.



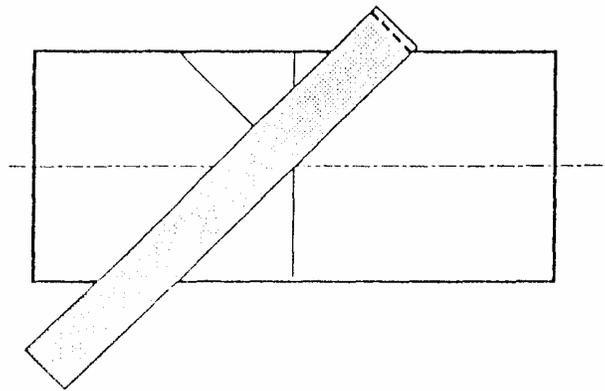
- Sur la génératrice 2, porter, de part et d'autre de la section normale la distance A B.

$AB = \varnothing \text{ ext.} + 2e$ (pour chanfrein à 45°) soit de part et d'autre :

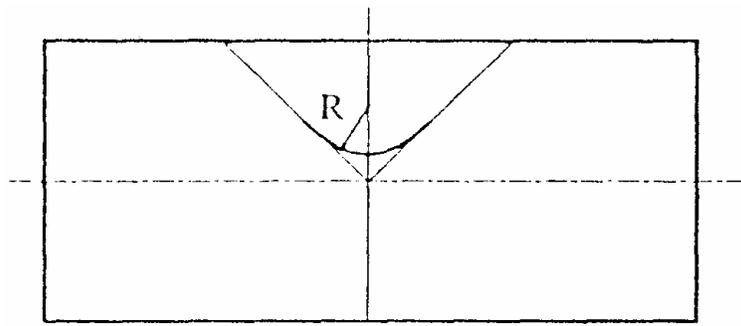
$$\frac{\varnothing \text{ ext.}}{2} + e = R \text{ ext.} + e$$



- Joindre les points à la bande à tracer.



- Tracer le rayon R de raccordement.



III - Réalisation du piquage

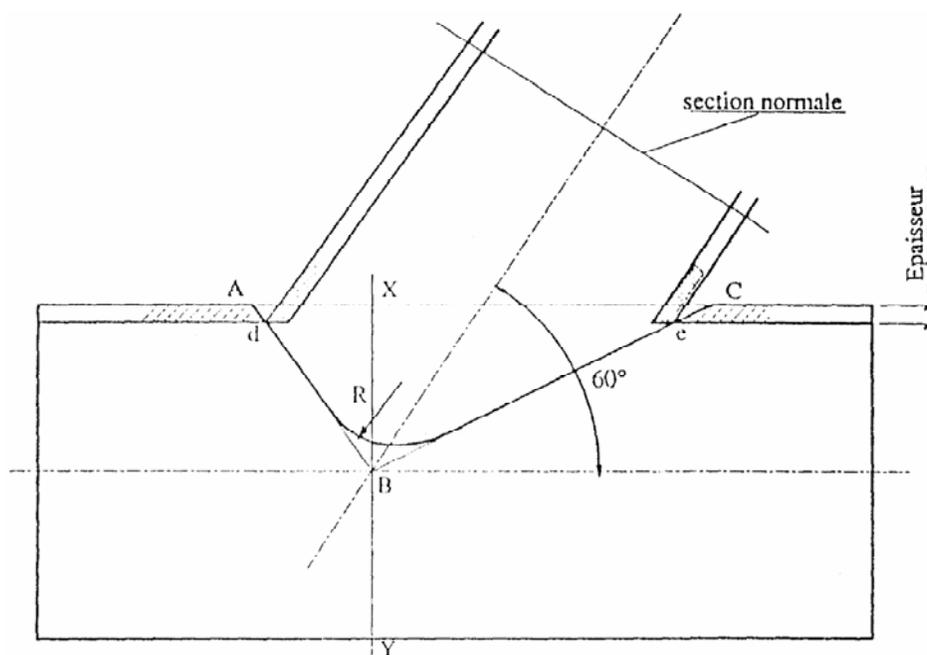
A partir de ces tracés effectués sans épure, exécuter le piquage de la même façon que celle étudiée précédemment.

Découpage en chanfrein.

PIQUAGE PENETRANT , OBLIQUE , DIAMETRES EGAUX

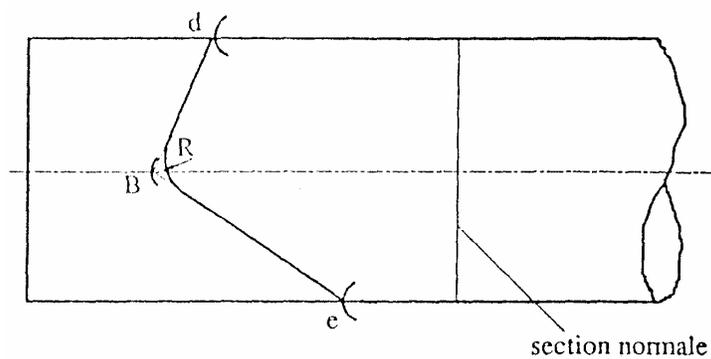
E pure simplifiée :

Contrairement au piquage à 90° cette épure est indispensable.



I - Tracé du pénétrant

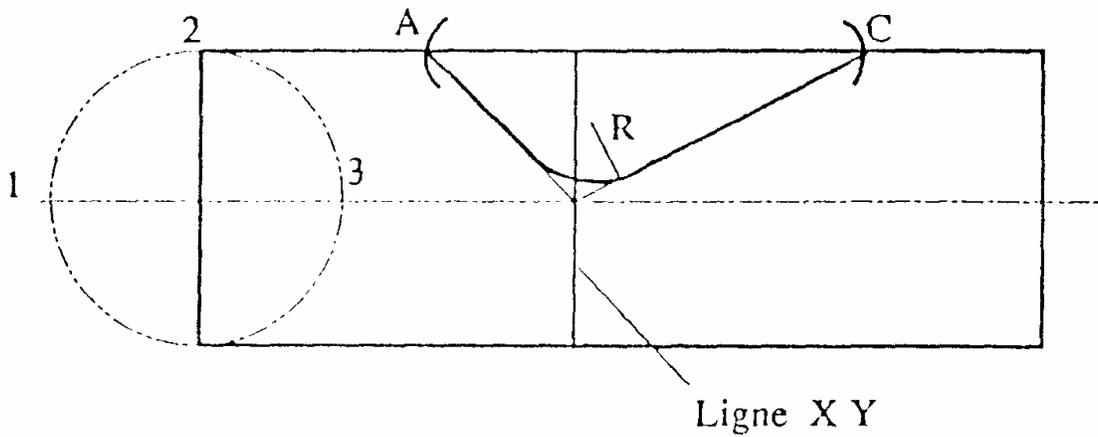
- Tracer 4 génératrices sur le tube et la section normale
- A partir de la section normale porter les valeurs des génératrices.



- Joindre les points à la bande à tracer
- Raccorder avec le rayon R

II - Tracé du pénétré

- Tracer sur le tube la droite X Y à l'emplacement du piquage.
- Tracer 3 génératrices
- Sur la génératrice 2 à partir de la ligne X Y porter les valeurs des points A et C



- Joindre les points à la bande à tracer
- Tracer le rayon de raccordement égal à R

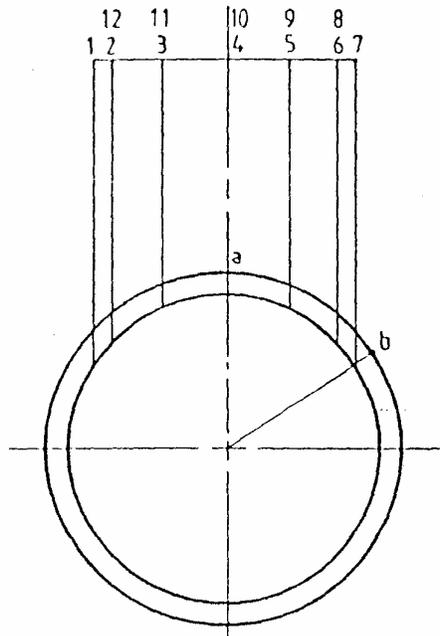
III - Réalisation du piquage

- A partir de ces tracés effectués avec une épure simplifiée, exécuter le piquage de la même façon que celle étudiée précédemment.
Découpage en chanfrein

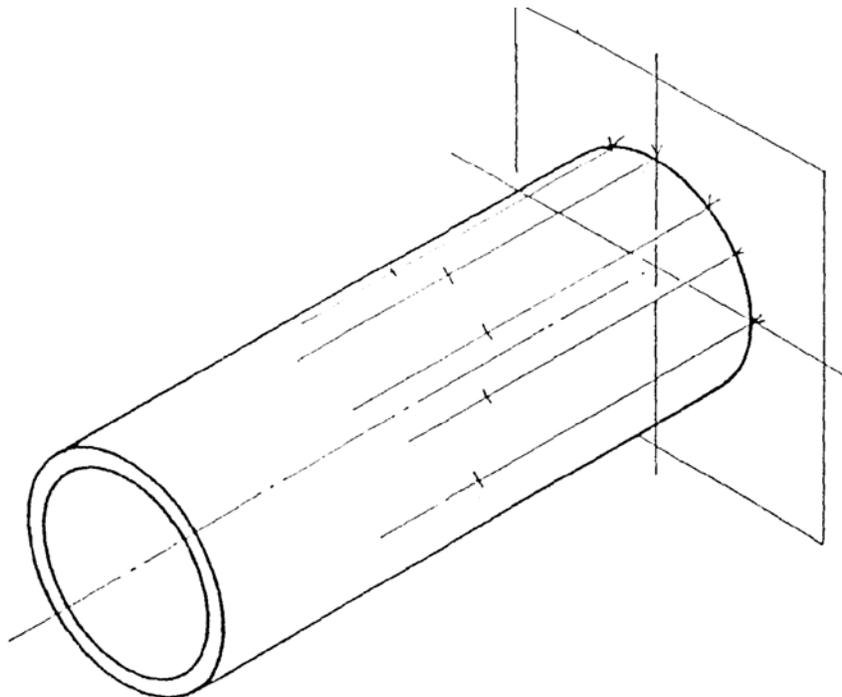
TRACAGE ET REALISATION SANS GABARIT

I - Exécution du pénétrant

Tracer l'épure uniquement vue en bout



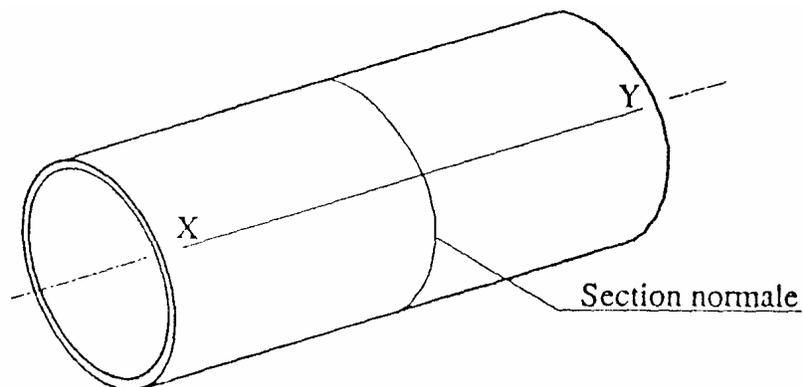
- Tracer les génératrices sur le tube
- Mesurer les longueurs sur la vue en bout et les porter sur les génératrices correspondantes



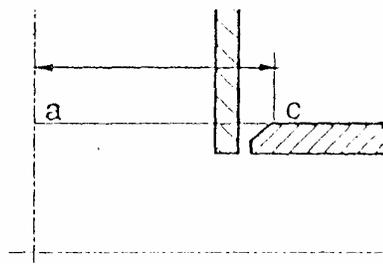
- Tracer la découpe et la pointer
- Découpage et préparation des chanfreins comme dans la phase déjà étudiée

II - Exécution du pénétré (1ère méthode)

Tracer sur le tube un axe x y et une Section normale

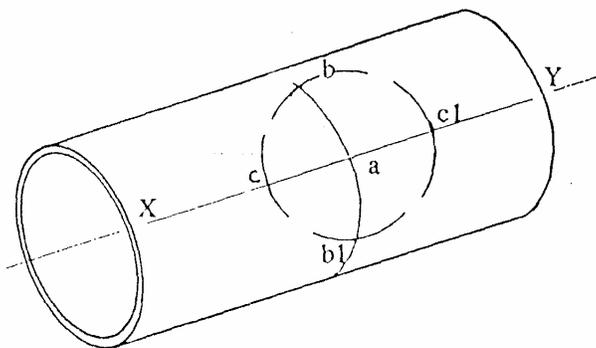


Tracer et calculer la longueur a c



a c est égal à :
Rayon ext. + épaisseur du tube

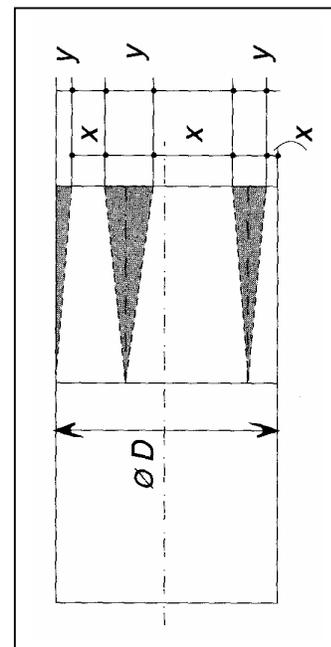
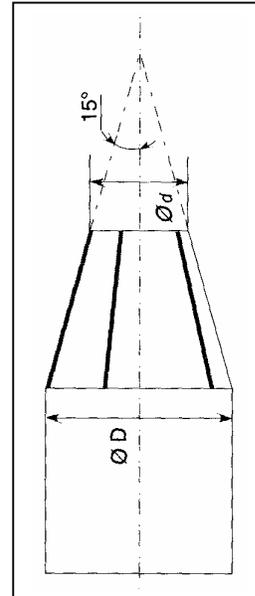
- Porter sur la droite x y, à partir de a, de part et d'autre la distance a c.
- Porter sur la section normale, à partir de a, de part et d'autre la distance a b relevée sur l'épure vue en bout .



- Tracer à partir de a des portions de circonférence de rayon a c et a b.
- Joindre à main levée, à l'intérieur des circonférences les points c b.

REDUCTION CONCENTRIQUE

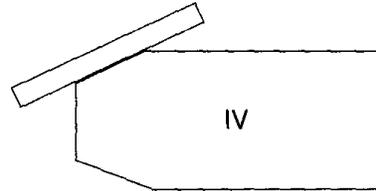
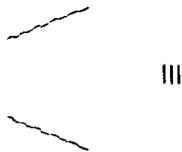
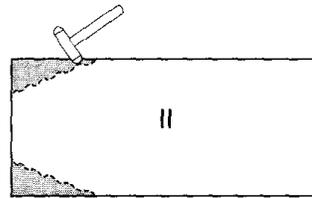
1. Calculer, si pas imposée, la longueur de la réduction (diff des $\emptyset \times 2$) (Enlever 20 % si réduction faite par rétreinte).
2. Calculer les développements (L on tracera sur l'ext mais on raccordera les int: différentes épaisseurs).
3. Diviser les diif. de dével. par le nbre de segments (idéal :5) (nombre impair de segments, soudures hors axes)
4. Dresser une face et mettre d'équerre.
5. Porter la longueur de la réduction, tracer un trait à la craie autour du tube
6. Diviser en traçant autant de génératrices que de coupes
7. Tracer de part et d'autre la demi cote à enlever
8. Décompter à la coupe, la valeur du chanfrein et écartements
9. Découper en évitant d'aller jusqu'au bout (ne pas trop prendre en fin de saignée)
10. Achever la coupe à la tronçonneuse.
11. Meuler et chanfreiner, remonter dans le tube en fin de saignée (chanfrein et méplat avec le plus de soin possible).
12. Donner l'angle voulu à la fausse équerre.
13. Chauffer au trait de craie et plier les secteurs.
14. Vérifier et pointer.
15. Souder, chauffer le bout et remettre au rond.
16. Chanfreiner, ajuster pour raccorder \emptyset int.



"y" = à enlever
"5x" = πd

Réduction par retraite

1. Bien dresser le bout du tube et casser les arêtes (ne plus avoir de défauts dans la coupe, risque de fissures).
2. Porter sur le tube la longueur de la réduction (attention au 20%) tracer un trait autour du tube.
3. De ce trait, chauffer une bande de ± 30 mm autour du tube et battre au marteau, ainsi de suite en se dirigeant vers le bout.
4. Quand on est presque à mesure, réchauffer dans le sens longitudinal et battre dans ce sens avec un bout de tube de 1" pour éliminer les coups de marteau.
5. Ajuster le bout et chanfreiner.



Calcul de la longueur de réduction

Multiplier la différence des \varnothing ext. par 2 (-20% pour les réductions battues à chaud en égard à l'allongement).

Ex.:

Réduire \varnothing 160 au \varnothing 90

Différence = 70

Soit une longueur de réduction de 140

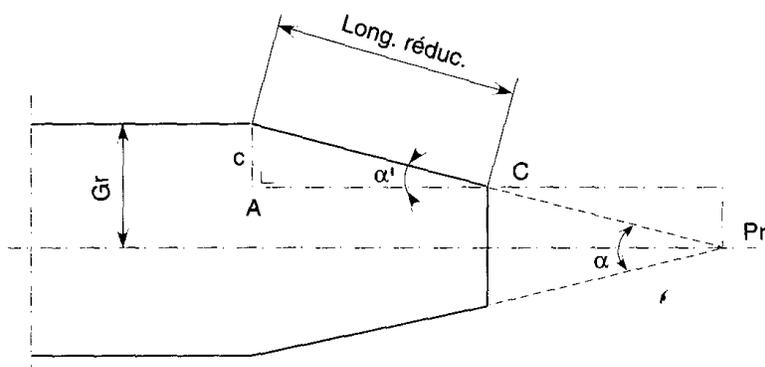
En dessous de 2", long mini réduc = 1" (\pm 35 mm)

Au-dessus de 2", long mini réduc = 2" (\pm 70 mm)

$$\alpha = \pm 30^\circ$$

$$\alpha' = \pm 15^\circ$$

$$\alpha = \frac{C}{\sin 15^\circ} = \frac{C}{0,2588}$$



Calcul des segments

Ex.

Réduire un tube \varnothing 278 au \varnothing 160

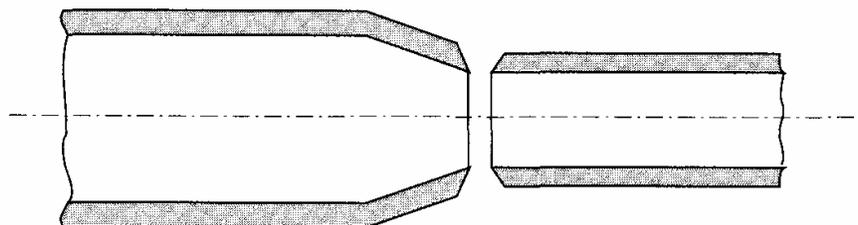
$$278 \times 3,14 = 873$$

$$160 \times 3,14 = 502$$

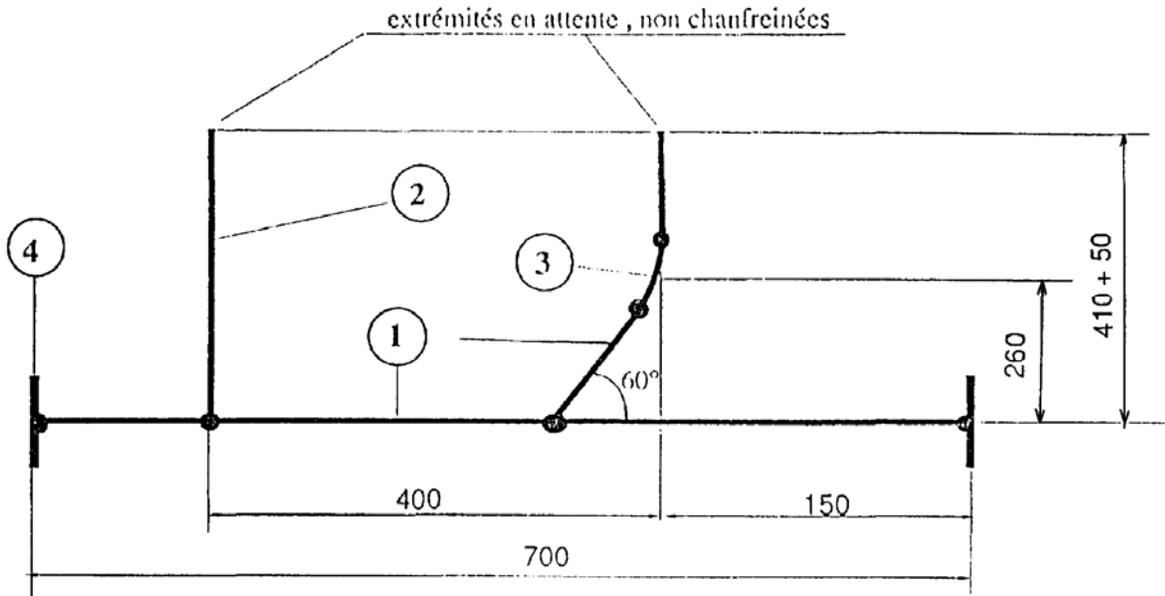
Différence à enlever : 371 soit 5 segments de 74 mm ou 7 segments de 53 mm, idéal chiffres impairs soudure hors-axe.

Le calcul s'effectue en fonction du \varnothing ext. Le raccordement se fait au \varnothing int.

La différence des épaisseurs se porte sur l'extérieur.



Exercice d'application : TUYAUTERIE AVEC PIQUAGES PENETRANTS DE DIAMETRES DIFFERENTS



- Tolérance ± 2 mm

- Piquages pénétrants

Rappel: Après vérification des préparations par le moniteur, les piquages seront soudés et la tuyauterie redressée.

4	Bride ISO PN 10- DN 100 type 01 A	2			
3	Courbe modèle 3D-90° Ø114,3-6,3	1			
2	Tube Ø 88,9 – 5,6	1		500	
1	Tube Ø114,3-6,3	1		1000	
Rep	Désignation	Nbre	Matière	Débit	Observations

ELEMENTS A NOTER OU A APPRECIER

Longueur 700 ± 2 /2

Longueur 400 (entraxe) ± 2 /1

Longueur 150 ± 2 /1

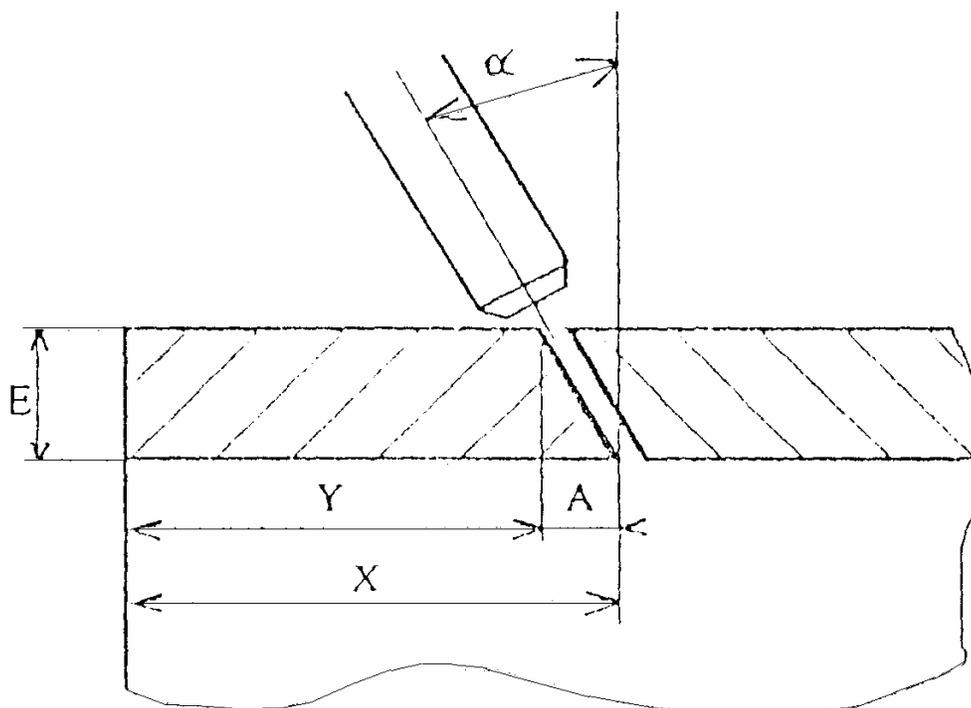
Préparation des piquages et des soudures bout à bout...../12

Equerrage et alignement...../4

TOTAL :/20 pts

OXYCOUPAGE EN CHANFREIN

Les tubes chanfreinés aux extrémités sont directement oxycoupés avec le chanfrein qui est ensuite blanchi par meulage.



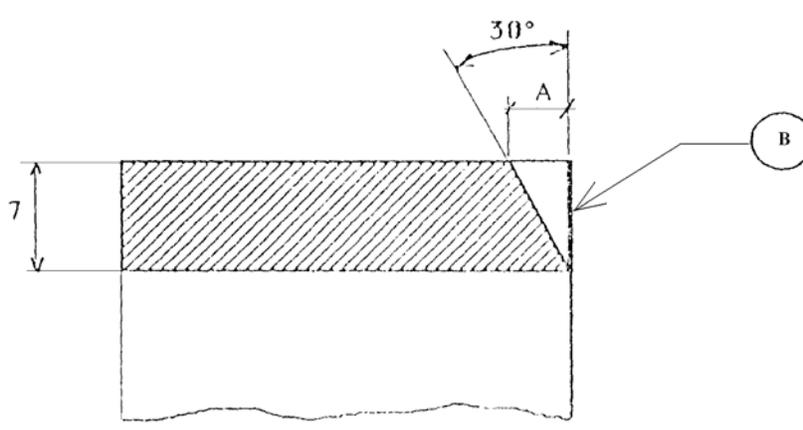
L'oxycoupage en chanfrein nécessite de :

-Tracer la distance "A" (naissance du chanfrein) connaissant la cote x .

La distance "A" dépend de : l'angle d'ouverture α
: l'épaisseur de la paroi E

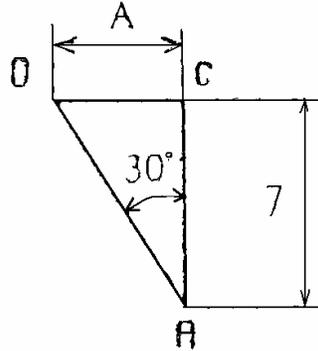
1) - Calcul de la cote A

Exemple de recherche de la valeur A pour $\alpha = 30^\circ$ et $E = 7 \text{ mm}$:



Méthode utilisée : rapport trigonométrique dans le triangle rectangle (tangente).

Détail B :



Tangente $\alpha = \frac{\text{Côté opposé}}{\text{Côté adjacent}}$: s'écrit aussi $\text{tg } \alpha = \frac{CO}{CA}$

$\alpha = 30^\circ$ $CA = 7$ $CO = A$ dimension recherchée

$\text{tg } 30^\circ = 0,57735$ (voir table trigonométrique)

soit : $0,57735 = \frac{A}{7}$

D'où : $A = 0,57735 \times 7$

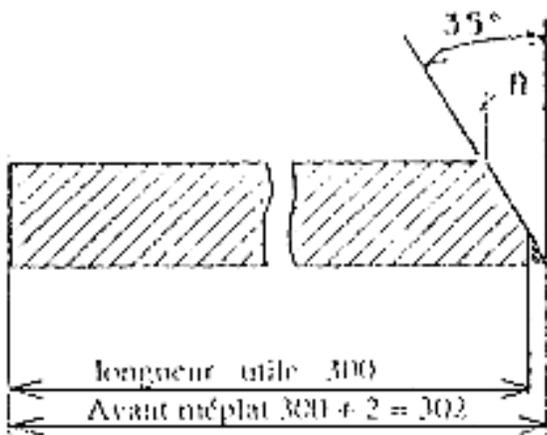
$A = 4,04$ donc ≈ 4 mm

2) - Calcul de la longueur des tubes.

L'oxycoupage en chanfrein réalisé en plein tube ne permet pas d'obtenir le méplat (appelé également talon de soudure).

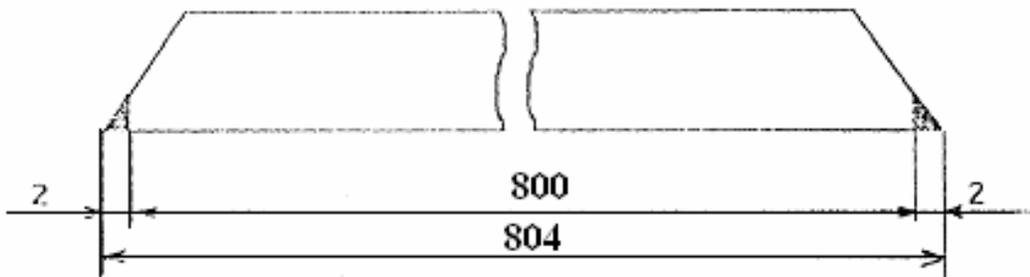
Dans le calcul il faudra tenir compte de ce fait et ajouter 2 mm en plus de la longueur désirée pour une coupe.

1^{er} exemple : Tube chanfreiné à une extrémité de longueur utile 300 mm



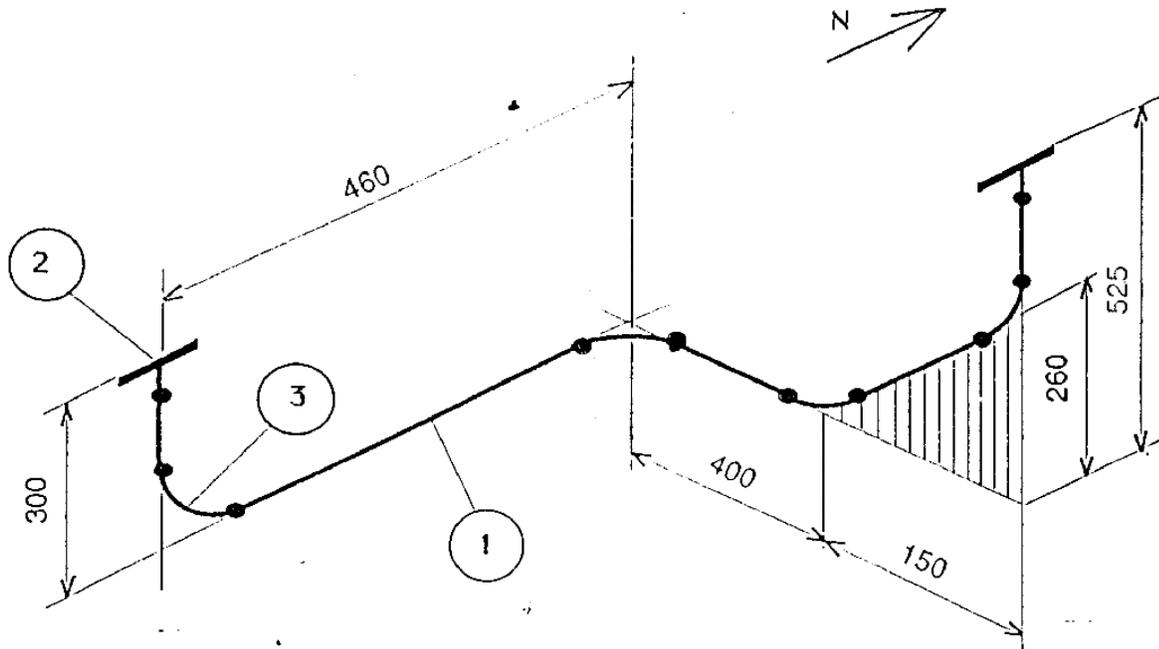
La longueur désirée est augmentée de 2 mm soit 302 mm

2^{ème} exemple : Tube chanfreiné aux deux extrémités de longueur utile 800 mm

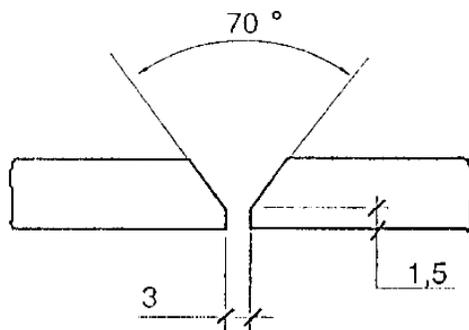


La longueur désirée est augmentée de 4 mm soit 804 mm avant oxycoupage.

La valeur de 2 mm est une valeur pratique, non mathématique. Les cotes définitives seront obtenues par meulage du chanfrein.



Préparation des soudures



Pointage à fond de chanfrein

3	Courbe modèle 3D - 90°- 88,9 - 5,4	4			NFE 29 - 281
2	Bride à collerette pour tube 88,9 - 5,6	2			NFE 29 - 203
1	Tube Ø 88,9 - 5,6	1			NFA49 - 211
Rep.	Désignation	Nbre	Matière	Débit	Observations
Echelle :				Temps :	Date :

ELEMENTS A NOTER ET A APPRECIER

1) Respect des cotes

- Cote 460 \pm 1
- Cote 300 \pm 1
- Cote 550 \pm 1
- Cote 525 \pm 1

2) - Préparation

- Respect des jeux
- Chanfreins

3) - Montage des brides

4) - Equerrage et parallélisme

5) - Soudage (pointage S.E.A)

6) - Valeur industrielle de la pièce ou recevabilité de l'ouvrage ;