

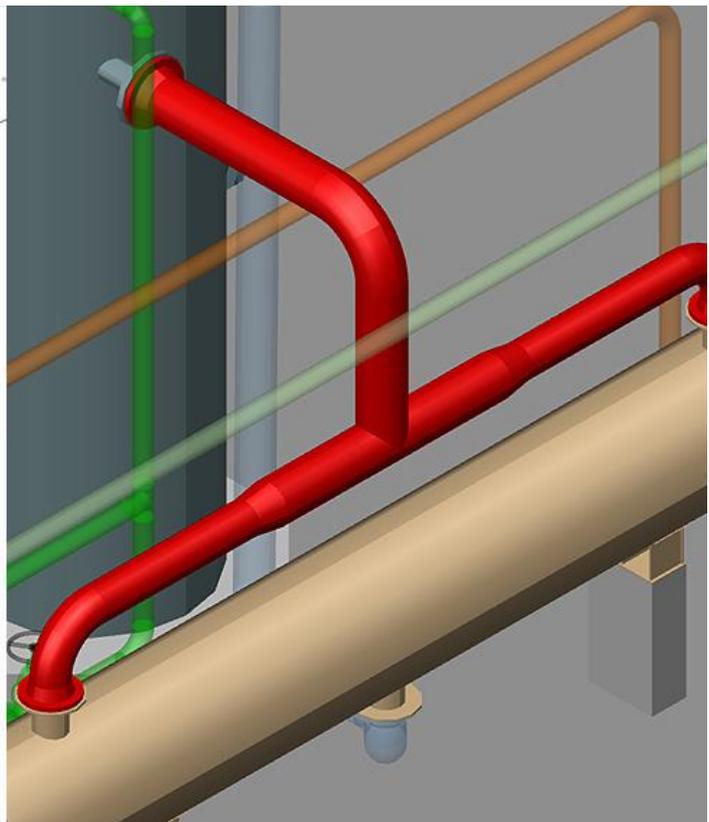
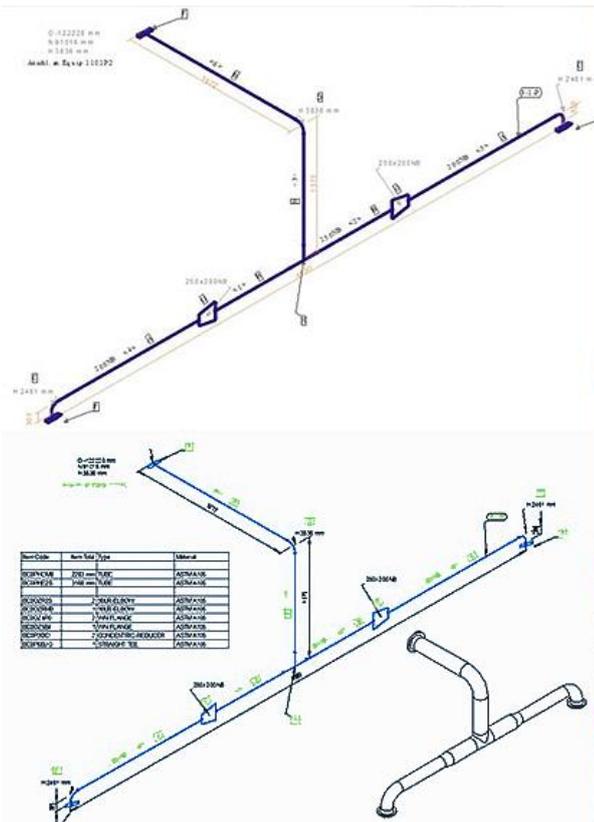
S5.2 TUYAUTERIE

S 5.2.1 REPRESENTATION DES TUYAUTERIES

Tuyauterie INDUSTRIELLE



DOSSIER RESSOURCES



**TUYAUTERIE
INDUSTRIELLE**

G . LECOCQ

**LYCEE HENRI DARRAS
chemin des manufactures
62800 LIEVIN**

TUYAUTERIE INDUSTRIELLE

Ce recueil est destiné aux élèves des sections STI c.

Il permet

-de définir un dossier d'étude d'une installation.....2

-d'interpréter les normes en vigueur pour la représentation des tuyaux

- 1^{ère} PARTIE - en projections orthogonales NF E 04 -118 -13

- 2^{ème} PARTIE -en projection isométrique NF E 04 -118 -211

-de définir une nomenclature

-3^{ème} PARTIE.....19

-de calculer les angles de coudes ou de cintrage

-4^{ème} PARTIE.....20

-de déterminer le débit des tubes

-5^{ème} PARTIE.....24

Il propose

- une serie d'exercices.....25

-les corrigés.....40

Cet ouvrage élaboré pour l'enseignement, n'a qu'un but pédagogique et ne peut servir de référence pour une réalisation industrielle.

DOSSIER D'ETUDE D'UNE INSTALLATION

Le dossier final, référence juridique en cas de litige, comprend généralement:

-les schémas de circulation

-les notes de calculs mécaniques et thermodynamiques

-les plans d'ensemble de tuyauterie:

Ces plans définitifs représentent l'étude dans son ensemble en projections orthogonales :

-vue de face (ou vue en élévation)

-vue de dessus (ou vue en plan)

-vue de coté ou coupes (pour préciser les détails)

Ils situent la tuyauterie dans son environnement et la position des différents accessoires.

On utilise généralement la représentation unifilaire (un seul trait fort représentant l'axe de la tuyauterie).

Ils sont établis après l'étude de la conception (diamètres, épaisseurs, pertes de charges, passages possibles, dilatations, calorifugeage.....) à partir de "plans guides d'installation" de tuyauterie, mais aussi de génie civil et de charpentes.

-les isométriques de réalisation (perspectives isométriques) avec leur nomenclature (accessoires, tubes...)

Ils permettent aux exécutants de préfabriquer en atelier les différents tronçons qui seront assemblés sur site.

Ils indiquent: -les accessoires et leurs repères (vannes, brides, réductions.....)

-le sens du fluide

-la position des tubes

-la position des supports

-la position des soudures

-le numéro de la ligne

TUYAUTERIE INDUSTRIELLE

PREMIERE PARTIE

REPRESENTATION SIMPLIFIEE DES TUYAUTERIES EN PROJECTIONS ORTHOGONALES (1)

TUYAUTERIE

représentée par un trait fort



RACCORDEMENTS NON DEMONTABLES

a) soudure

\varnothing point = 5 x épaisseur
du trait fort



b) emboitement soudé



RACCORDEMENTS DEMONTABLES

a) par brides



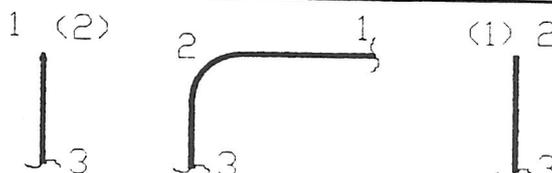
b) par éléments filetés et taraudés



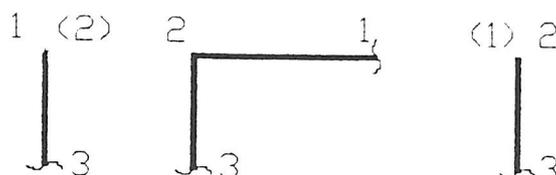
CINTRAGE A 90°

les repères entre parenthèses
correspondent aux points cachés

a) représentation recommandée



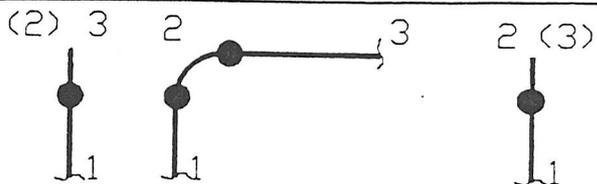
b) représentation possible



(1) D'après les normes NF E 04 118-1 ; NF E 04-202 et NF E 04-203 – Seule fait foi les normes originales dans leur édition la plus récente.

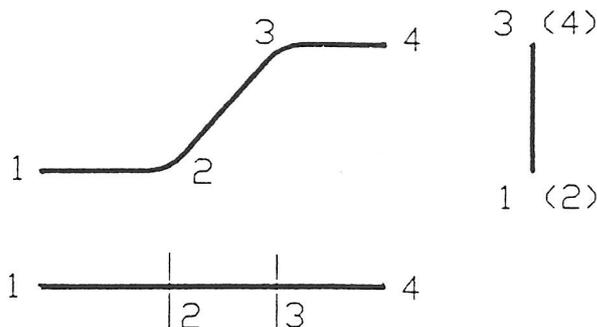
COUDE A 90°

indiquer les points de soudures

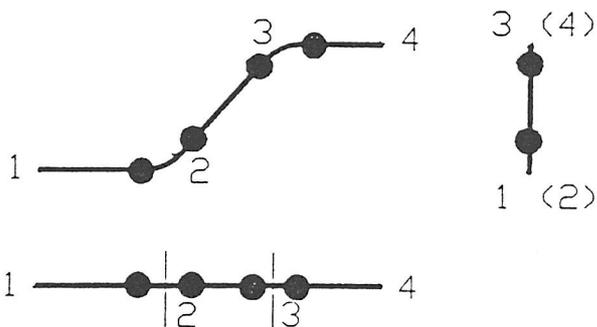


CHANGEMENTS DE DIRECTION DANS UN PLAN PRINCIPAL ("simple casse")

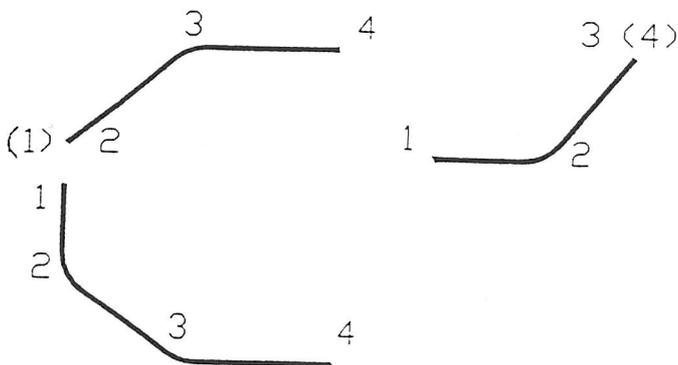
changement de direction à angle quelconque par cintrage



changement de direction par coudes soudés

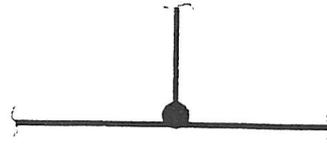


CHANGEMENT DE DIRECTION QUELCONQUE ("double casse")

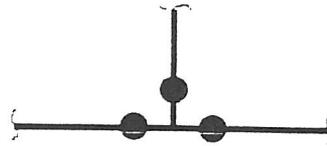


PIQUAGES

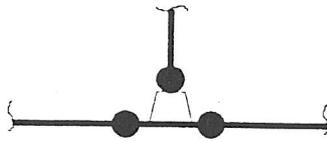
a) piquage soudé



b) piquage par té égal soudé

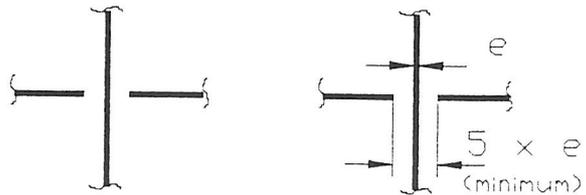


c) piquage par té réduit



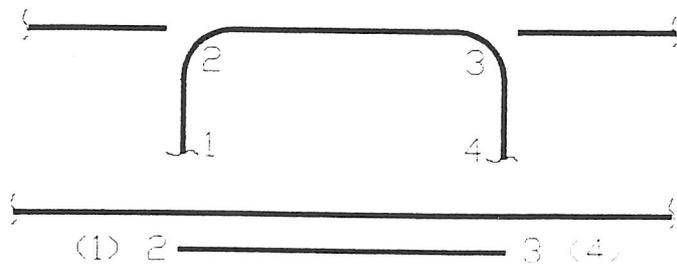
CROISEMENTS

le tuyau caché est interrompu

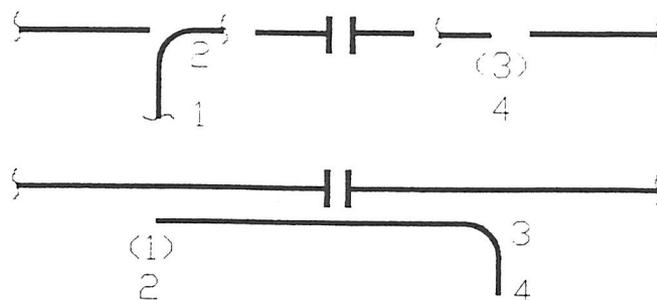


TUYAUTERIES PASSANT L'UNE DEVANT L'AUTRE

a) priorité donnée au tube de premier plan, le tube caché est interrompu



b) le tube de premier plan est interrompu pour préciser un détail sur le tube caché



BRIDES

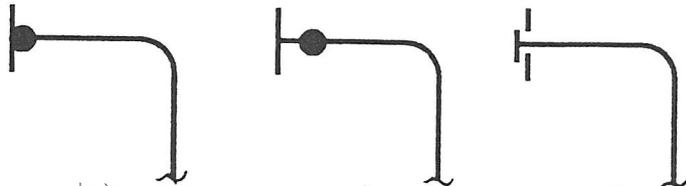
a) le type de bride n'est pas nécessaire

l'épaisseur du trait est égal à celle du trait représentant le tube

il est possible d'indiquer la position des trous des brides par des croix



a)



b)

c)

d)

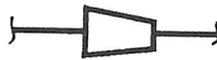
b) bride plate soudée

c) bride à collerette

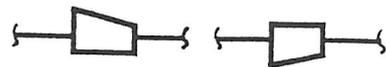
d) bride tournante

REDUCTION

a) concentrique



a)



b)

b) excentrique

ROBINET VANNE

a) symbole général



a)



b)

b) robinet soudé



c)



d)

c) robinet emboîté soudé

d) robinet bridé



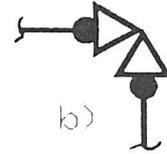
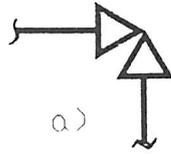
e)



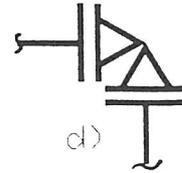
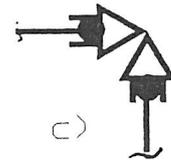
e) robinet vissé

SOUPAPE

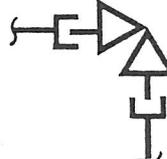
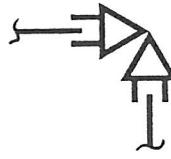
a) symbole général



b) soupape soudée



c) soupape emboîtée soudée



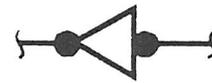
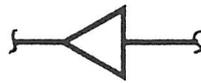
d) soupape bridée

e) soupape vissée

e)

CLAPET

a) symbole général

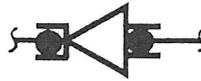


b) clapet soudée

a)

b)

c) clapet emboîté soudé

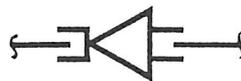


d) clapet bridé

c)

d)

e) clapet vissé



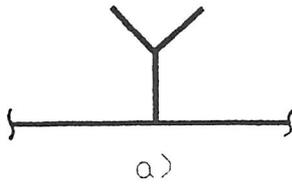
e)

SENS DE L'ECOULEMENT

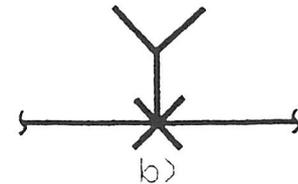


SUPPORT SUSPENSION

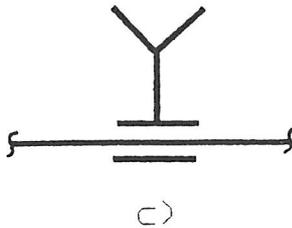
a) cas général



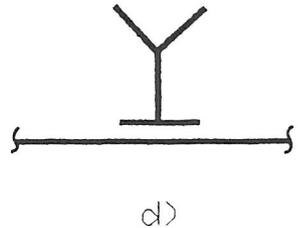
b) support fixé



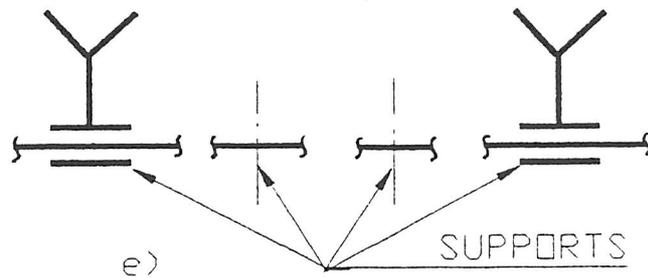
c) support guidé



d) support glissant

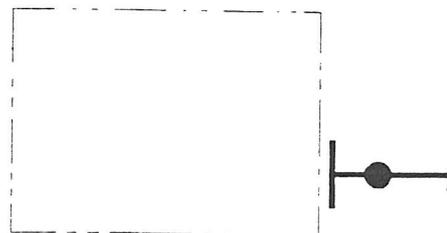


e) accessoires répétitifs sur une même ligne



APPAREIL VOISIN

trait mixte fin à deux tirets



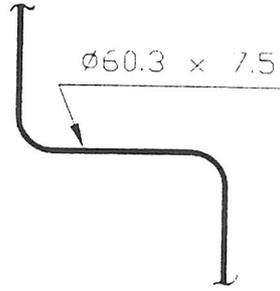
INDICATIONS COMPLEMENTAIRES

les indications complémentaires (isolation, revêtement, circuits de vapeur) peuvent être spécifiées en toutes lettres.

COTATION

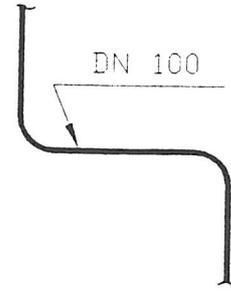
DIMENSIONS DES TUBES

a) \varnothing ext x épaisseur



a)

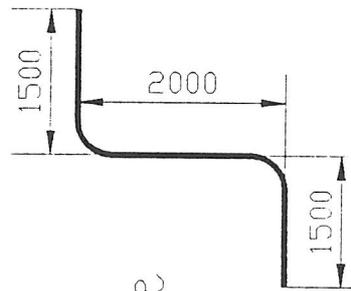
b) DN :diamètre nominal



b)

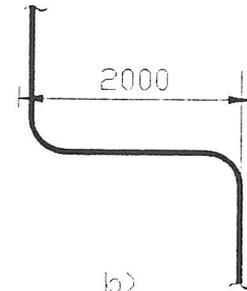
COTATION DE POSITION

a) sur axes des tubes



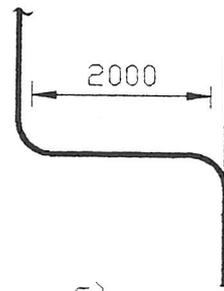
a)

b) sur génératrices extérieures



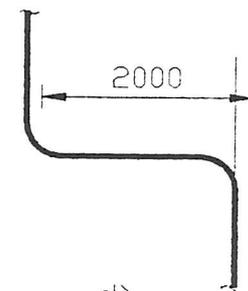
b)

c) sur génératrices intérieures



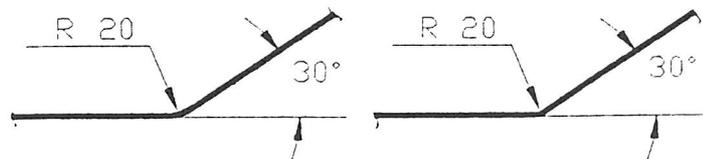
c)

d) sur génératrices intérieures-extérieures

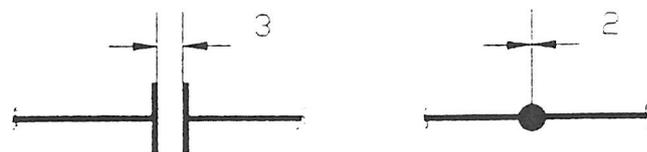


d)

RAYONS - ANGLES



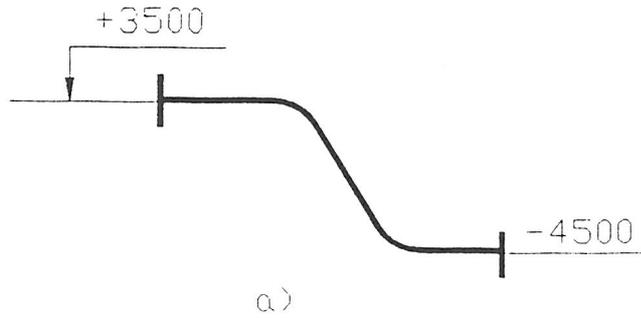
JOINT ETANCHEITE - SOUDURE



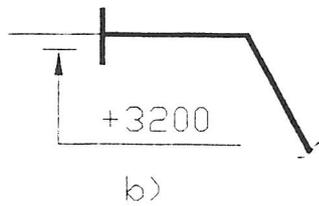
TUYAUTERIE INDUSTRIELLE

NIVEAUX

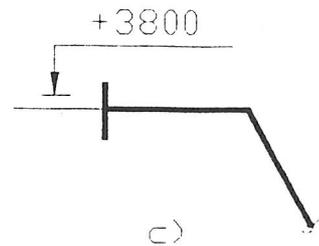
a) sur axe



b) sur génératrice inférieure

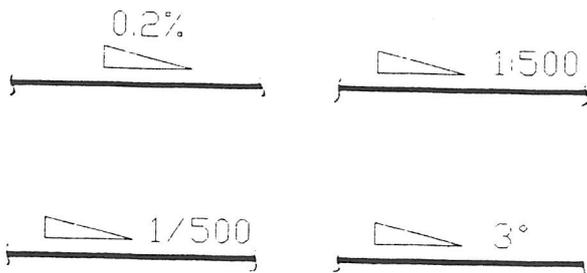


c) sur génératrice supérieure



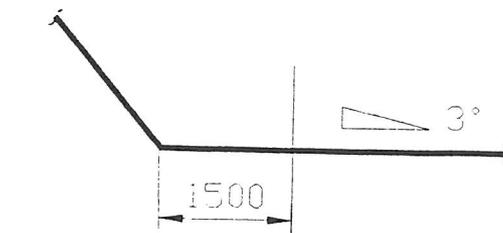
PENTE

représenter un triangle rectangle indiquant le sens de la pente

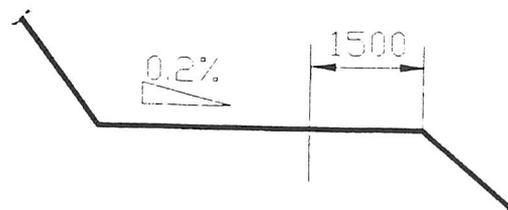


si le tuyau n'est pas incliné sur toute sa longueur, indiquer :

a) le départ de la pente



b) la fin de la pente

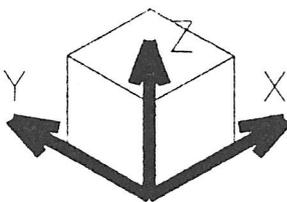


DEUXIEME PARTIE

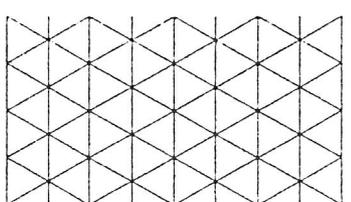
REPRESENTATION SIMPLIFIEE DES TUYAUTERIES EN PROJECTION ISOMETRIQUE (1)

REPERE

Utilisée pour les "isométriques de réalisations", la projection isométrique permet de donner une représentation des tuyauteries en trois dimensions.



a)



b)

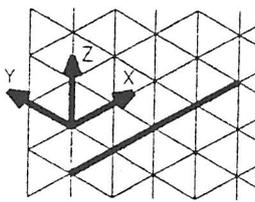
a) repère utilisé

b) trame préimprimée suivant les directions du repère

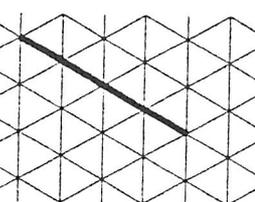
TUYAUTERIE SUIVANT UNE DIRECTION PRINCIPALE

a) b) tube horizontal

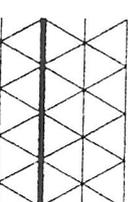
c) tube vertical



a)



b)

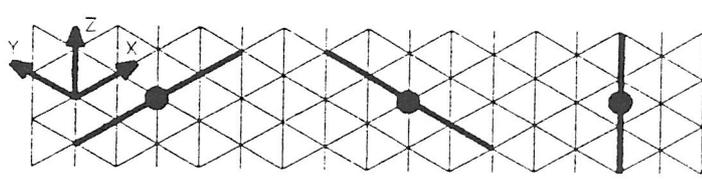


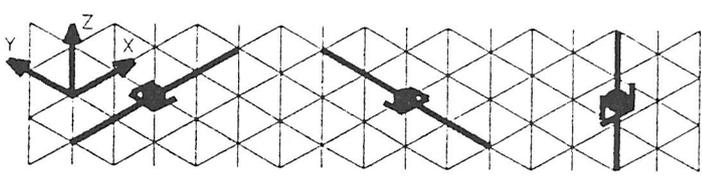
c)

RACCORDEMENTS NON DEMONTABLES

a) soudure

b) emboitement soudé



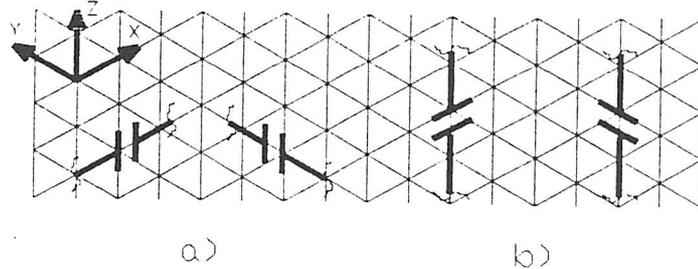


(1) D'après les normes NF E 04 118-2 ; NF E 04-202 et NF E 04-203 – Seule fait foi les normes originales dans leur édition la plus récente.

RACCORDEMENTS DEMONTABLES

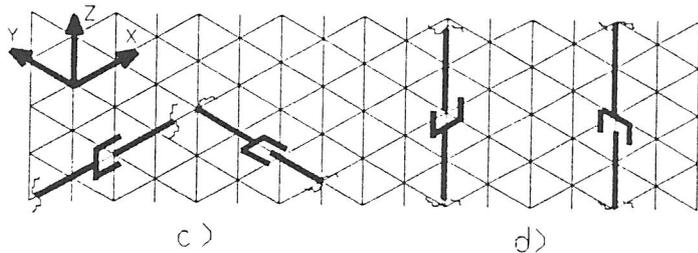
a) brides verticales

b) brides horizontales



c) éléments filetés taraudés d'axe horizontal

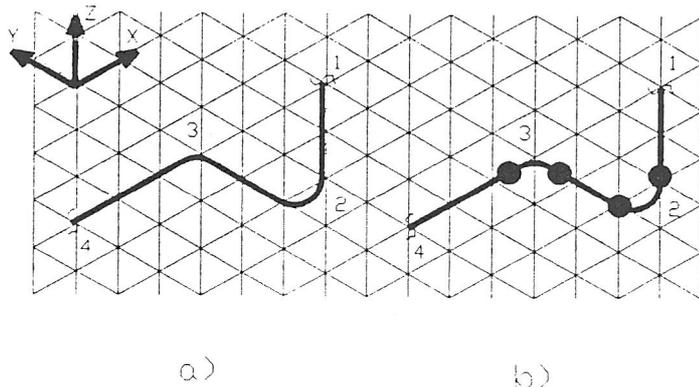
d) éléments filetés taraudés d'axe vertical



CINTRAGE A 90° COUDE A 90°

a) cintrages

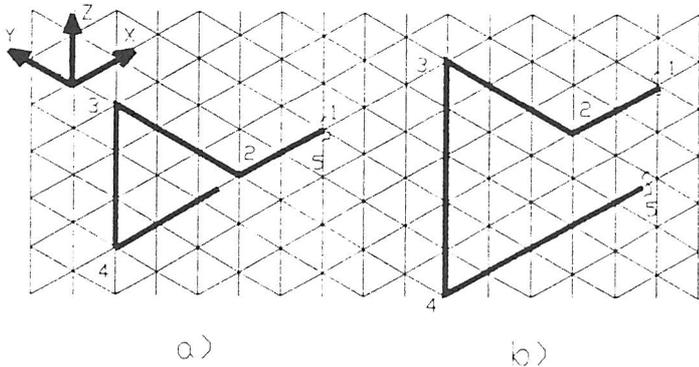
b) coudes soudés



REMARQUE

lorsque la représentation rend difficile la lecture de la "ligne" (exemple "a"), il est prudent de modifier le dessin pour le rendre plus compréhensible.

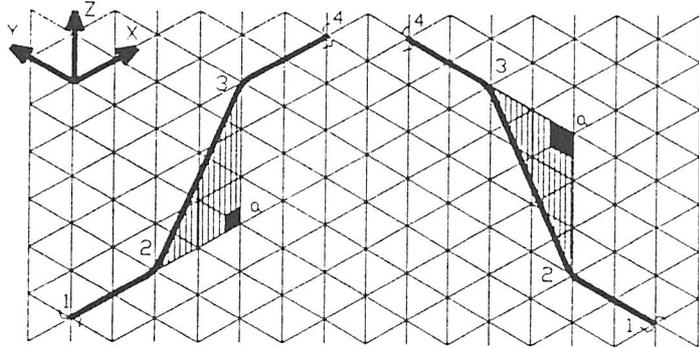
Exemple "b)":
modifier la longueur du dessin représentant le tube (3-4)



CHANGEMENT DE DIRECTION DANS UN PLAN PRINCIPAL ("simple casse")

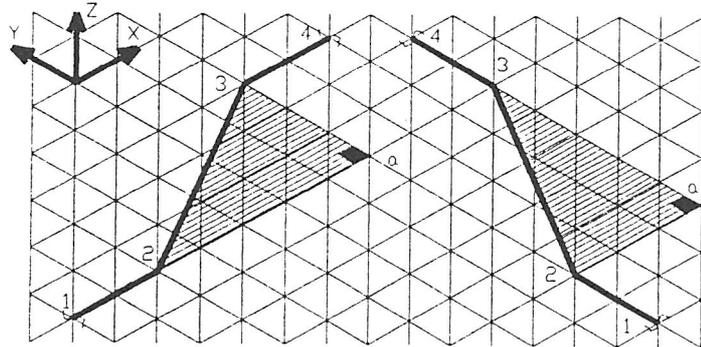
PLAN VERTICAL

En traits fins :
 Tracer et Hachurer parallèlement à Z le triangle rectangle formé par:
 -le tube oblique (ex: (2-3))
 -ses projections sur les axes principaux (ex: (2-a) et (a-3))
 Indiquer l'angle droit.



PLAN HORIZONTAL

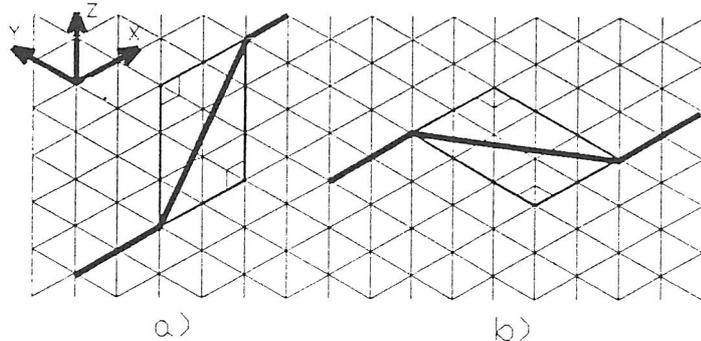
En traits fins :
 Tracer et Hachurer parallèlement à X ou Y le triangle rectangle formé par:
 -le tube oblique (ex: (2-3))
 -ses projections sur les axes principaux (ex: (2-a) et (a-3))
 Indiquer l'angle droit.



AUTRE REPRESENTATION POSSIBLE

a) plan vertical

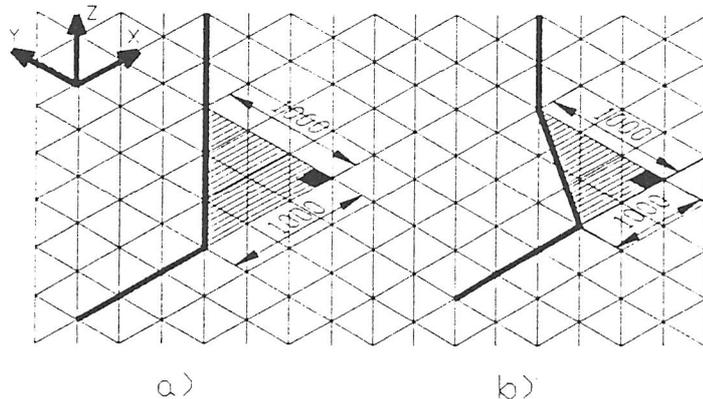
b) plan horizontal



REMARQUE

lorsque la représentation rend difficile la lecture de la "ligne" (exemple "a"), il est prudent de modifier le dessin pour le rendre plus compréhensible.

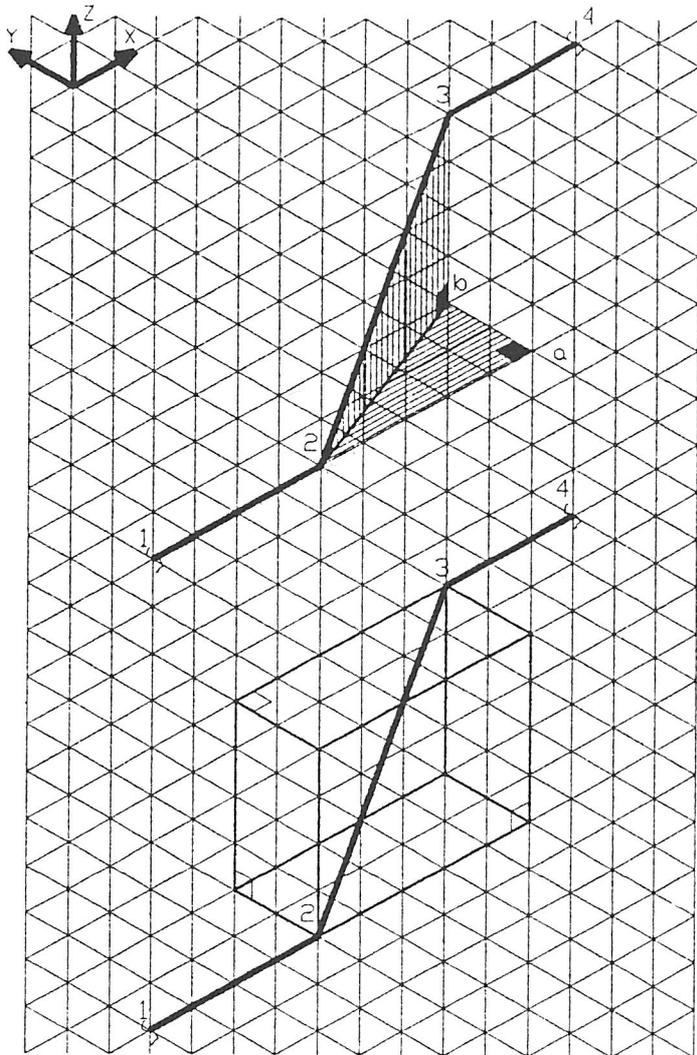
Exemple "b)":
 modifier la représentation de la cote "x" du dessin .



CHANGEMENT DE DIRECTION QUELCONQUE ("double casse")

En traits fins :

- a) Hachurer parallèlement à l'axe Z le triangle rectangle vertical formé par:
 - le tube oblique [exemple: (2-3)]
 - sa projection sur l'axe Z [exemple: (3 -b)]
 - sa projection sur le plan (XY) [exemple: (b-2)]
- b) Hachurer parallèlement à l'axe X ou Y le triangle rectangle horizontal formé par:
 - la projection du tube sur le plan (XY) [exemple:(2-b)]
 - la projection du tube sur l'axe X [exemple:(2-a)]
 - la projection du tube sur l'axe Y [exemple:(a-b)]
- c) Indiquer les angles droits.

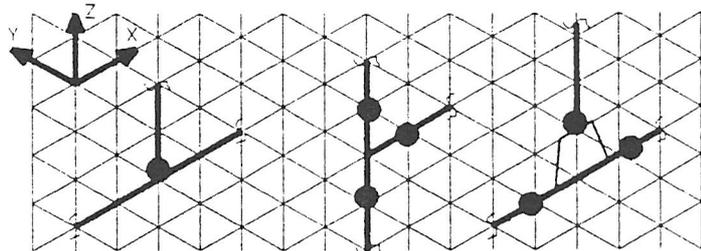


AUTRE REPRESENTATION POSSIBLE

si les triangles hachurés ne conviennent pas, ils peuvent être remplacés par des prismes (solution moins courante).

PIQUAGES

- a) piquage soudé
- b) piquage par té égal
- c) piquage par té réduit



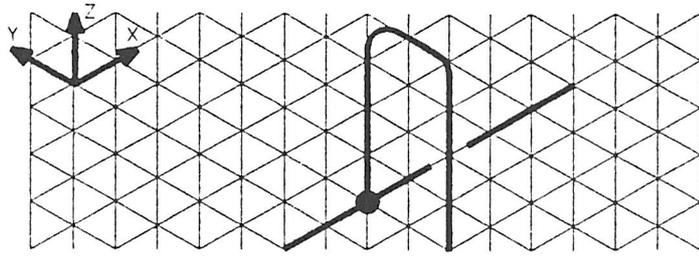
a)

b)

c)

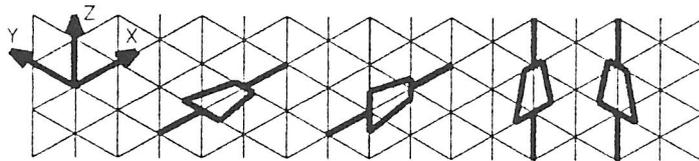
CROISEMENTS

le tube caché est interrompu

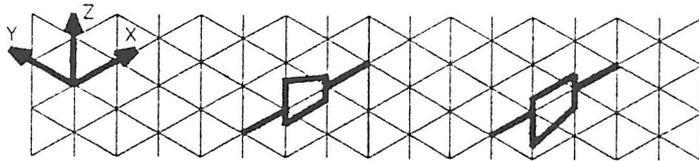


REDUCTION

a) concentrique

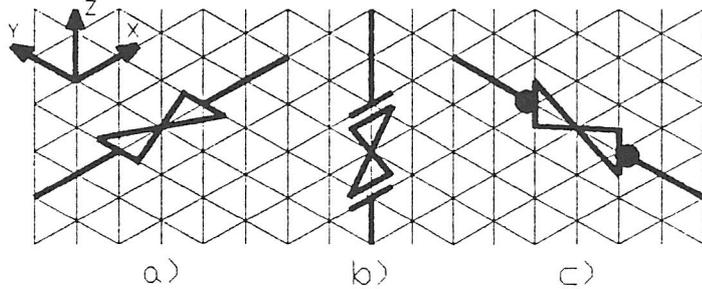


b) excentrique



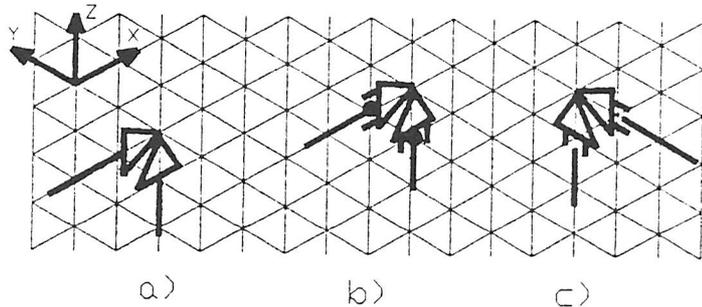
ROBINET VANNE

- exemples:
 a) symbole général
 b) robinet bridé
 c) robinet soudé



SOUPAPE

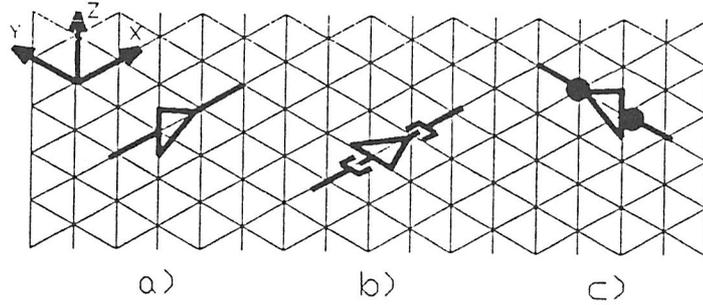
- exemples:
 a) symbole général
 b) soupape emboîtée soudée
 c) soupape vissée



CLAPET

exemples:

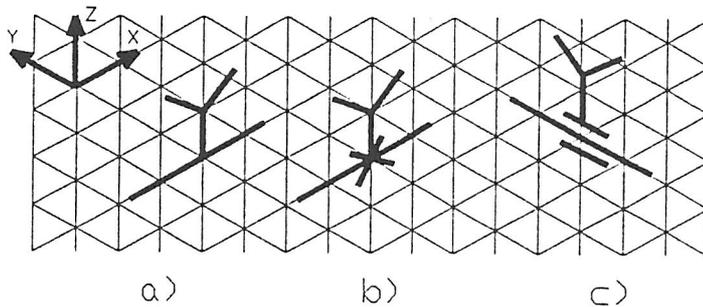
- a) symbole général
- b) clapet vissé
- c) clapet soudé



SUPPORT SUSPENSION

exemples:

- a) symbole général
- b) support fixé
- c) support guidé



COTATION

exemple:

-dimension du tube
 \varnothing ext x épaisseur

-les cotes de longueur sont
 parallèles aux tubes

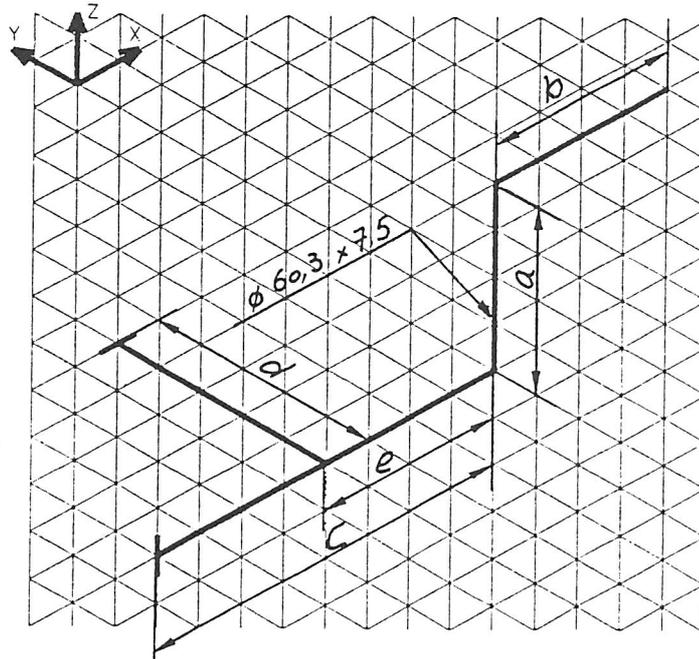
"a" : d'axe à axe

"b" : d'extrémité de tube à axe

"c" : de face extérieure de
 bride à axe

"d" : de centre d'assemblage à
 face extérieure de bride

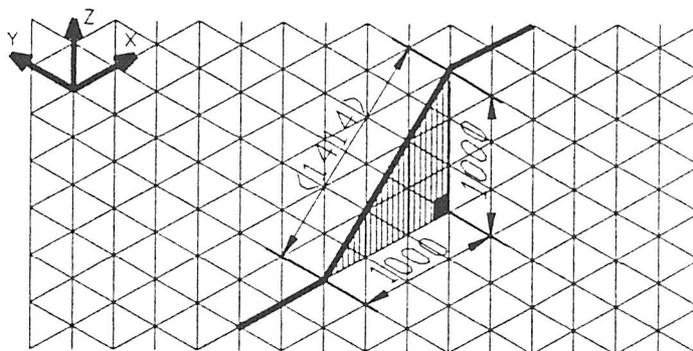
"e" : de centre d'assemblage à
 axe de tube



COTATION D'UN "SIMPLE CASSE"

coter les projections du tube
oblique sur les axes principaux

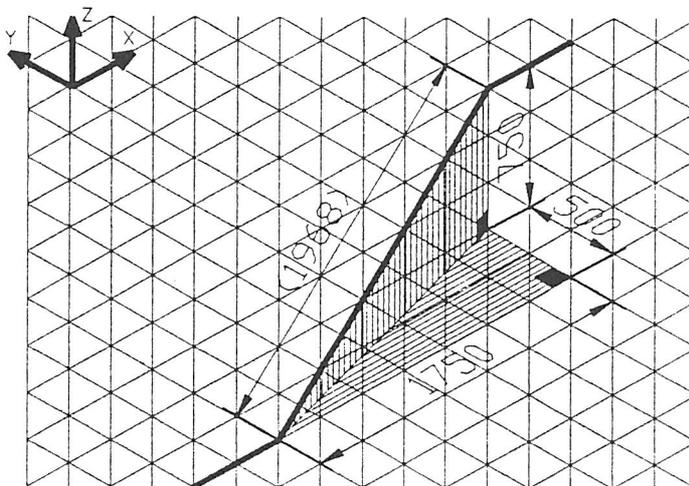
les cotes surabondantes sont
placées entre parenthèses



COTATION D'UN "DOUBLE CASSE"

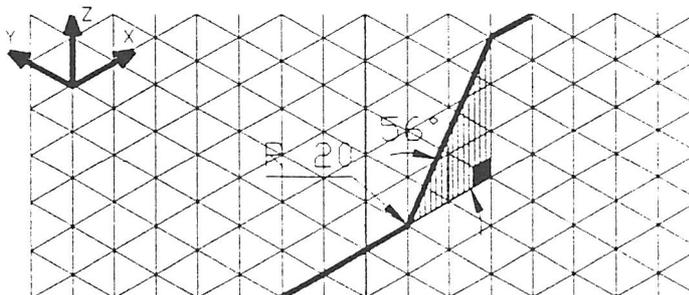
coter les projections du tube
oblique sur les axes principaux

les cotes surabondantes sont
placées entre parenthèses



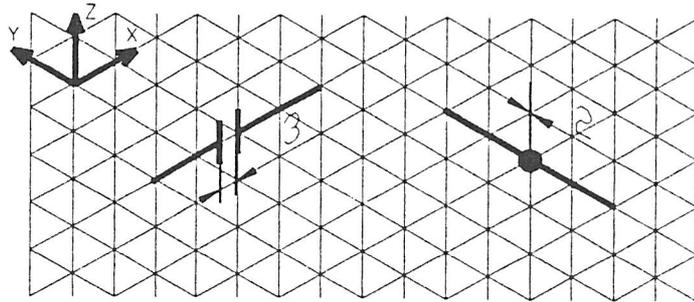
RAYONS ANGLES

exemple:



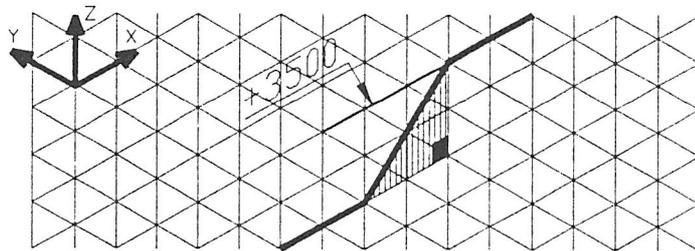
JOINT ETANCHEITE SOUDURE

exemple:



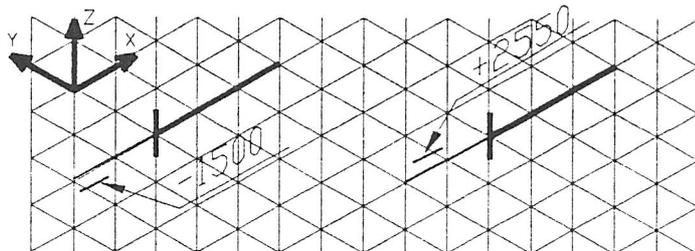
NIVEAUX

a) sur axe



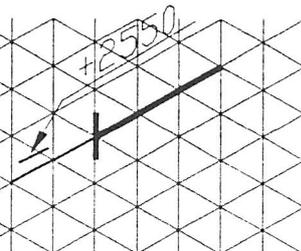
a)

b) sur génératrice inférieure



b)

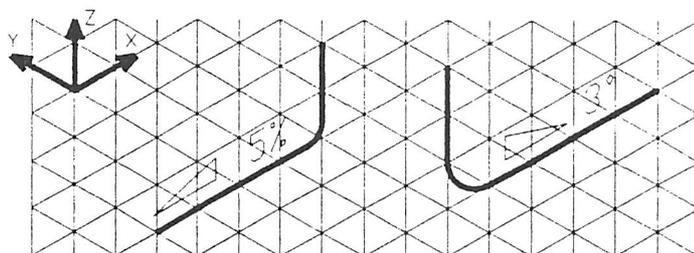
c) sur génératrice supérieure



c)

PENTE

exemples:



TROISIEME PARTIE
NOMENCLATURE GENERALE

NOMENCLATURE GENERALE

La nomenclature générale permet de commander le matériel nécessaire à la fabrication de la tuyauterie.

Elle précise

-la liste de tous les éléments constituant la ligne

- tubes
- brides
- coudes
- tés
- réductions
- accessoires divers (bossages, bouchons, joints de dilatation.....)
- robinetterie

-les caractéristiques de ces différents éléments

- quantité (nombre ou longueur en mètre)
- diamètre
- type
- dimensions
- matière
- spécifications ou normes

-les références de l'affaire traitée

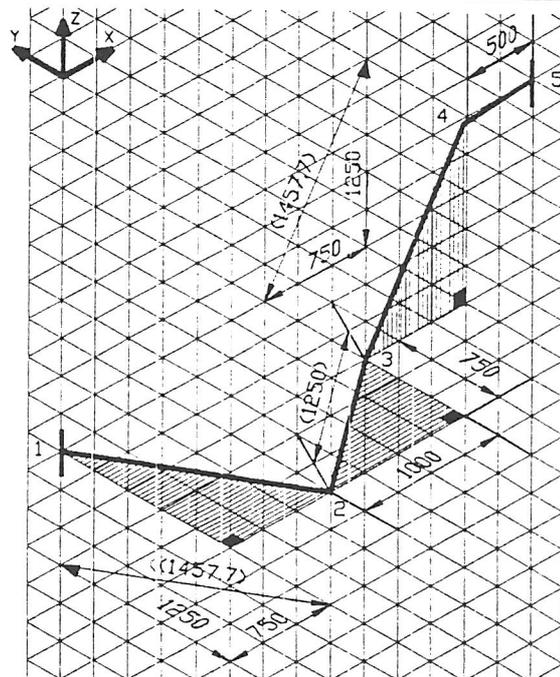
LONGUEUR DE COMMANDE DES TUBES (nomenclature)

Elle peut être considérée comme la somme de toutes les longueurs de tubes de même diamètre sans tenir compte des coudes et des accessoires.

Exemple:

$$L = 1,458 + 1,250 + 1,458 + 0,500$$

$$L = 4,666 \text{ m}$$

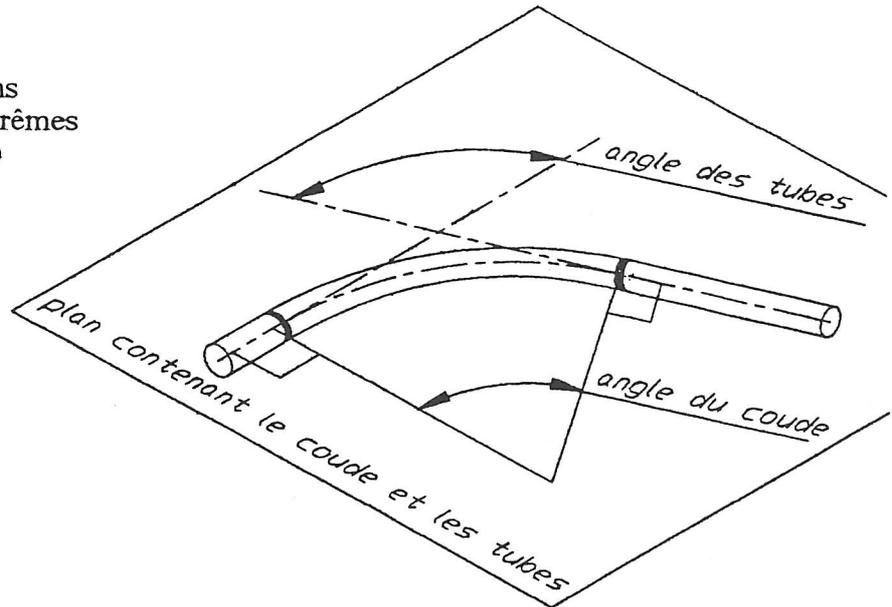


QUATRIEME PARTIE

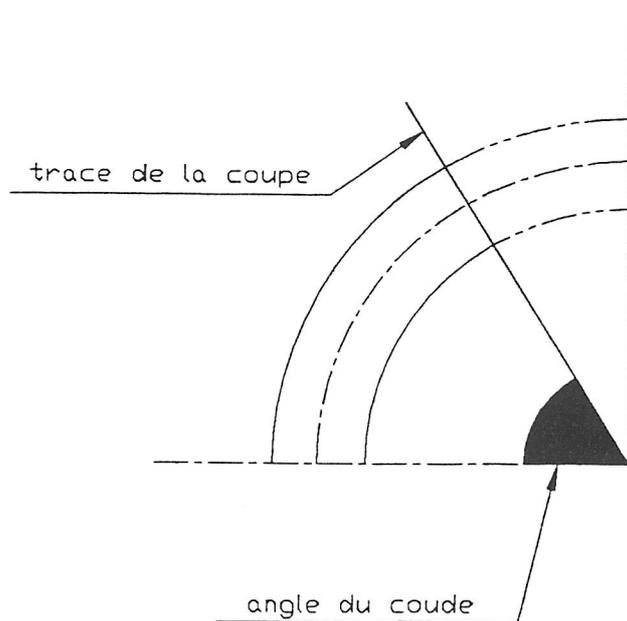
CALCUL DES ANGLES DE COUDES (OU DE CINTRAGES)

DEFINITION

c'est l'angle des deux plans contenant les sections extrêmes du coude (ou du cintrage)



il correspond à l'angle de coupe qu'il faut mettre en place sur une courbe à souder pour réaliser le coude



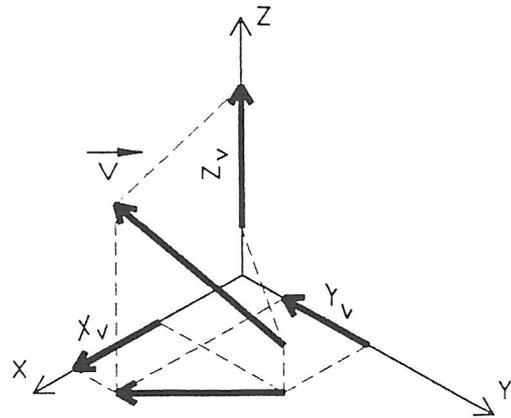
REMARQUE

l'angle du coude (ou du cintrage) et l'angle des tubes sont supplémentaires

RAPPELS MATHÉMATIQUES

PROJECTIONS D'UN VECTEUR

dans le repère (XYZ) le vecteur \vec{V}
 a trois projections X_v, Y_v, Z_v ,
 respectivement sur les axes X, Y, Z.

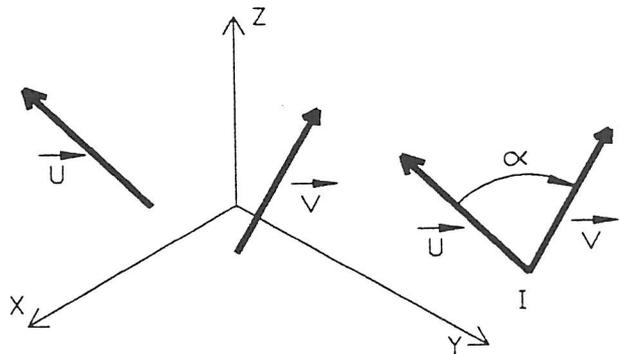


ANGLE DE DEUX VECTEURS

application du produit scalaire
 de deux vecteurs

exemple:

le produit $\vec{U} \cdot \vec{V}$ permet de
 déterminer l'angle orienté entre
 les deux vecteurs représenté au
 point I.



$$\vec{U} \begin{vmatrix} X_u \\ Y_u \\ Z_u \end{vmatrix} \quad \vec{V} \begin{vmatrix} X_v \\ Y_v \\ Z_v \end{vmatrix}$$

$$\|\vec{U}\| = \sqrt{X_u^2 + Y_u^2 + Z_u^2}$$

$$\|\vec{V}\| = \sqrt{X_v^2 + Y_v^2 + Z_v^2}$$

$$\vec{U} \cdot \vec{V} = X_u * X_v + Y_u * Y_v + Z_u * Z_v$$

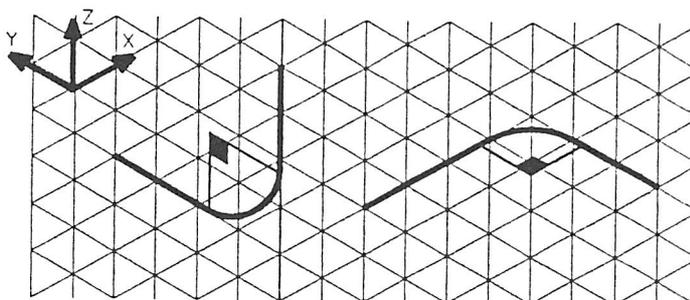
$$\vec{U} \cdot \vec{V} = \|\vec{U}\| * \|\vec{V}\| * \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\vec{U} \cdot \vec{V}}{\|\vec{U}\| * \|\vec{V}\|}$$

$$\cos \alpha = \frac{X_u * X_v + Y_u * Y_v + Z_u * Z_v}{\sqrt{X_u^2 + Y_u^2 + Z_u^2} * \sqrt{X_v^2 + Y_v^2 + Z_v^2}}$$

CHANGEMENT DE DIRECTION SUIVANT LES DIRECTIONS PRINCIPALES

cintrages ou coudes à 90°



CHANGEMENT DE DIRECTION DANS UN PLAN PRINCIPAL ("simple casse")

application du produit scalaire de deux vecteurs

exemple:

a) angle du cintrage 2

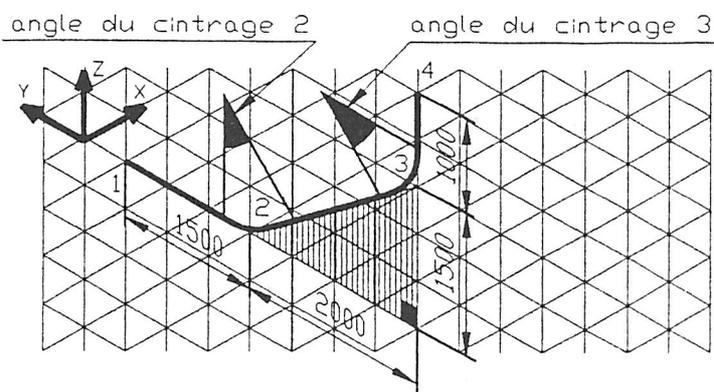
le calcul de $\vec{12} \cdot \vec{23}$ permet de trouver directement la valeur de l'angle du cintrage 2

remarque:

le calcul de $\vec{21} \cdot \vec{23}$ donne l'angle des tubes

b) angle du cintrage 3

le calcul de $\vec{23} \cdot \vec{34}$ donne l'angle du cintrage 3



$$\vec{12} \begin{vmatrix} 0 \\ -1500 \\ 0 \end{vmatrix} \quad \vec{23} \begin{vmatrix} 0 \\ -2000 \\ 1500 \end{vmatrix} \quad \vec{34} \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 1000 \end{vmatrix}$$

$$\|\vec{12}\| = 1500 \quad \|\vec{23}\| = 2500 \quad \|\vec{34}\| = 1000$$

REMARQUE

on peut aussi trouver les valeurs de ces angles par des relations trigonométriques dans le triangle rectangle

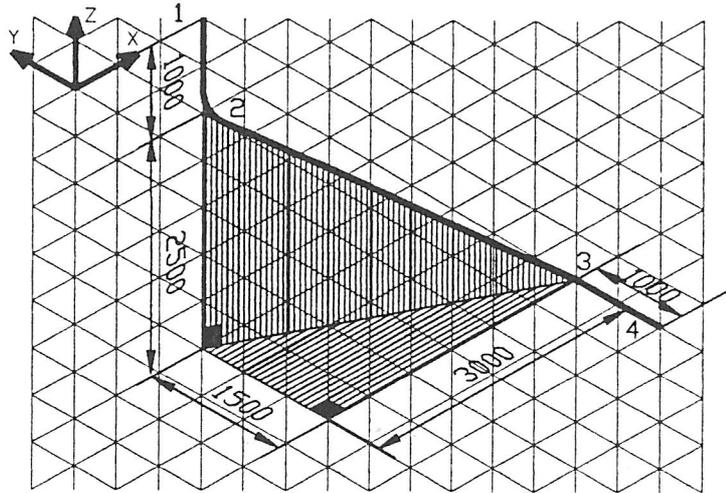
$\cos \hat{2} = \frac{(-1500) * (-2000)}{1500 * 2500} = 0.8$	$\hat{2} = 37^\circ$
$\cos \hat{3} = \frac{1500 * 1000}{2500 * 1000} = 0.6$	$\hat{3} = 53^\circ$

CHANGEMENT DE DIRECTION QUELCONQUE ("double casse ")

application du produit scalaire

entre les vecteurs $\vec{12}$ et $\vec{23}$
pour le cintrage 2 ,

et entre les vecteurs $\vec{23}$ et $\vec{34}$
pour le cintrage 3 .



$$\vec{12} \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -1000 \end{vmatrix} \quad \vec{23} \begin{vmatrix} 3000 \\ -1500 \\ -2500 \end{vmatrix} \quad \vec{34} \begin{vmatrix} 0 \\ -1000 \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\|\vec{12}\| = 1000 \quad \|\vec{23}\| = 4183 \quad \|\vec{34}\| = 1000$$

$\cos \hat{2} = \frac{(-1000)*(-2500)}{1000*4183} = 0.598$	$\hat{2} = 53^\circ$
$\cos \hat{3} = \frac{(-1500)*(-1000)}{4183*1000} = 0.358$	$\hat{3} = 69^\circ$

CINQUIEME PARTIE

DEBIT DES TUBES

DEBIT DES TUBES

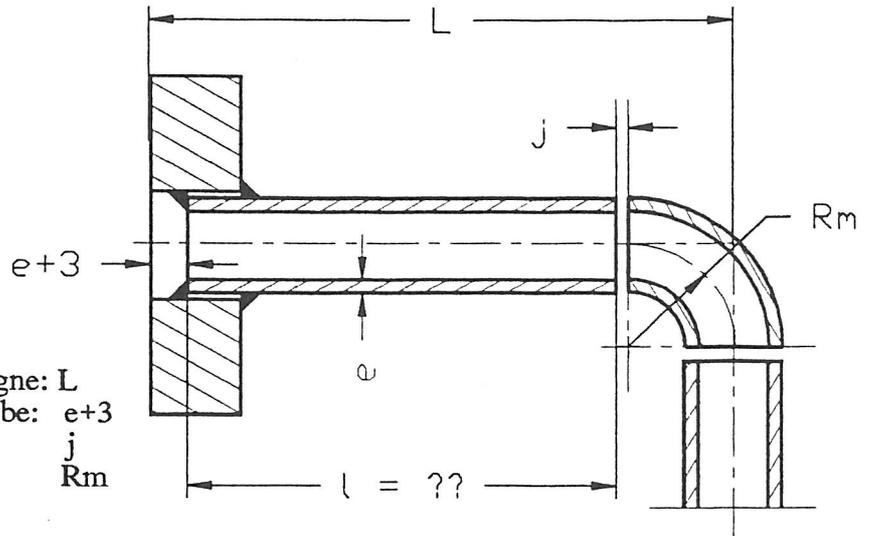
a) Exemple 1

Assemblage:

- bride plate
- tube
- coude à 90°

Données:

- positionnement bride/ligne: L
- positionnement bride/tube: $e+3$
- jeu de soudage: j
- rayon moyen du coude: R_m



Détermination de la longueur du tube

$$l = L - (e+3 + j + R_m)$$

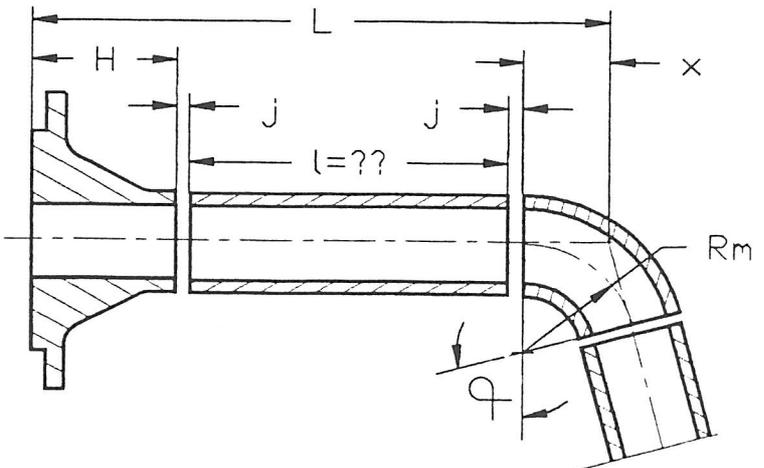
b) Exemple 2

Assemblage:

- bride à collerette
- tube
- coude à angle quelconque

Données:

- positionnement bride/ligne: L
- hauteur de bride: H
- jeu de soudage: j
- rayon moyen du coude: R_m
- angle du coude: α



Détermination de

- l'encombrement du coude: x
- la longueur du tube: l

$$x = R_m * \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$l = L - (H + j + j + R_m * \tan \frac{\alpha}{2})$$

REMARQUE:

ces calculs ne tiennent pas compte du retrait de soudage.