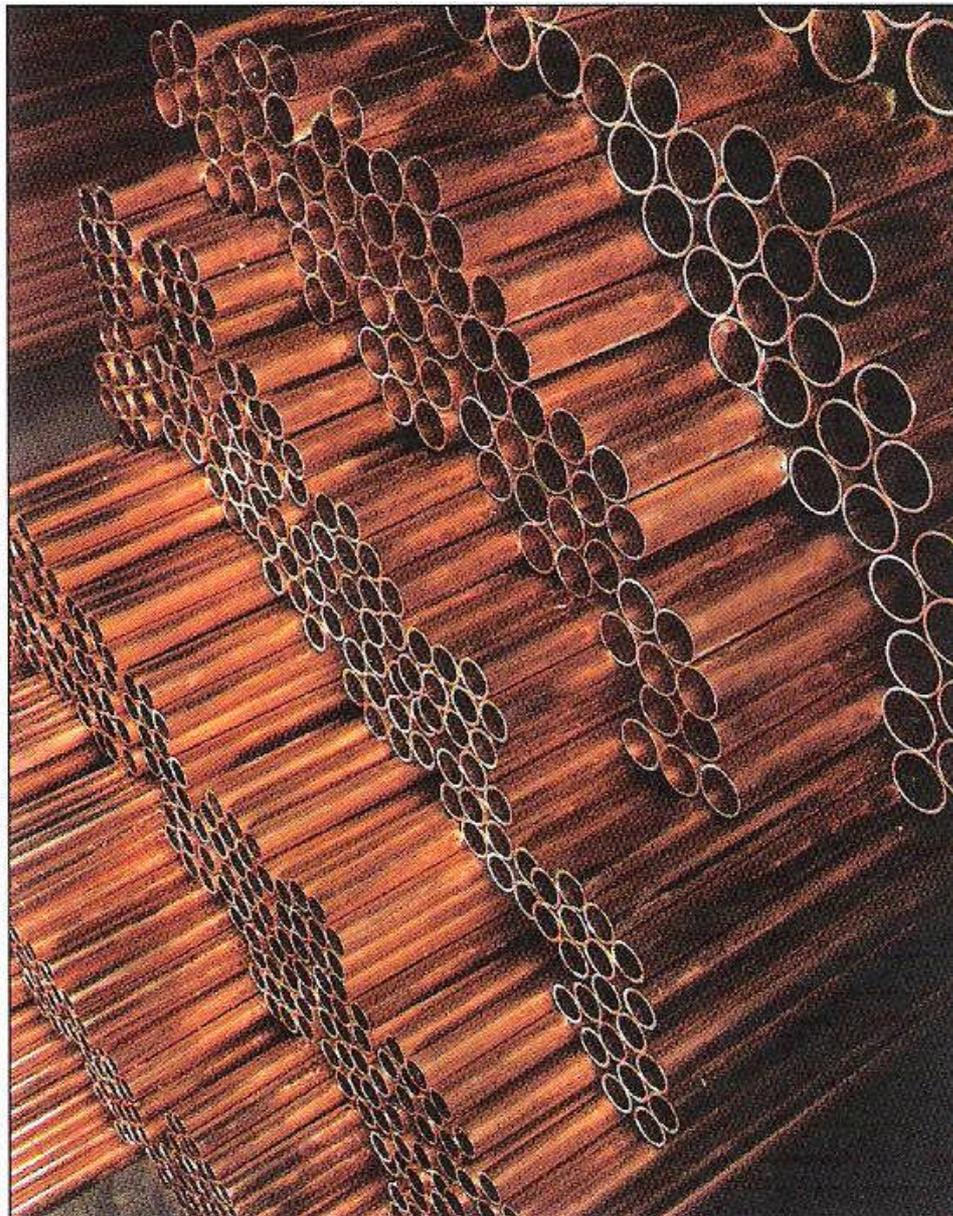


TUYAUX EN CUIVRE



Tuyaux en cuivre

1. Propriétés – applications

- 1.1 Définition
- 1.2 Historique
- 1.3 L'extraction du cuivre
- 1.4 Production des tubes en cuivre
- 1.5 Applications des tubes en cuivre

2. Raccords

- 2.1 Raccords à braser
- 2.2 Raccords mécaniques
- 2.3 Raccords à sertir
- 2.4 Collets
- 2.5 Piquage

3. Dilatation

- 3.1 conduites accessibles
- 3.2 conduites encastrées

4. Fixations

5. Contact avec d'autres métaux

6. Tableau de calcul

7. Sécurité

8. Travail des tubes

- 8.1 Mesurage, traçage
- 8.2 Sciage coupe, ébavurage
- 8.3 Cintrage des tubes en cuivre
 - 8.3.1 Distance de cintrage
 - 8.3.2 Cintrage intérieur
 - 8.3.3 Cintrage d'un tube sans raccord dans une niche
 - 8.3.4 Réalisation d'un contournement « chapeau de gendarme »
- 8.4 Evaselement
- 8.5 Brasage
 - 8.5.1 Recommandations
 - 8.5.2 Capillarité
 - 8.5.3 Brasage capillaire

Tuyaux en cuivre

1. Propriétés / applications

1.1 DEFINITION

Symbole : **Cu** (en latin : *cuprum*, du nom de l'île de Chypre, le principal gisement de cuivre dans l'Antiquité).

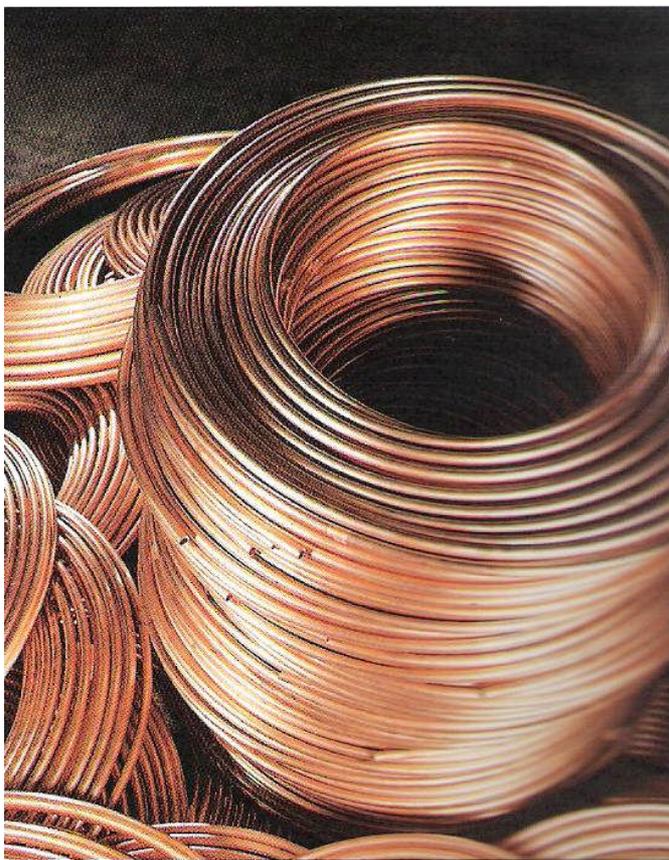
Masse volumique : 8,96 kg/dm³

Dilatation thermique : 0,000017 m / m x K
Soit : 1,7 mm par m à 100 °C (variation de température)

Le cuivre est un métal malléable et ductile, de couleur rougeâtre.

Après l'argent, c'est le cuivre qui possède le plus haut niveau de conductibilité thermique et électrique.

Lorsque le cuivre est exposé à l'air, sa surface se couvre rapidement d'une mince couche brune d'oxyde et de sulfure (liaisons du cuivre avec le carbone, le soufre et l'oxygène). On appelle cette couche la « patine ». Elle protège le métal contre les autres actions chimiques.



1.2 HISTORIQUE

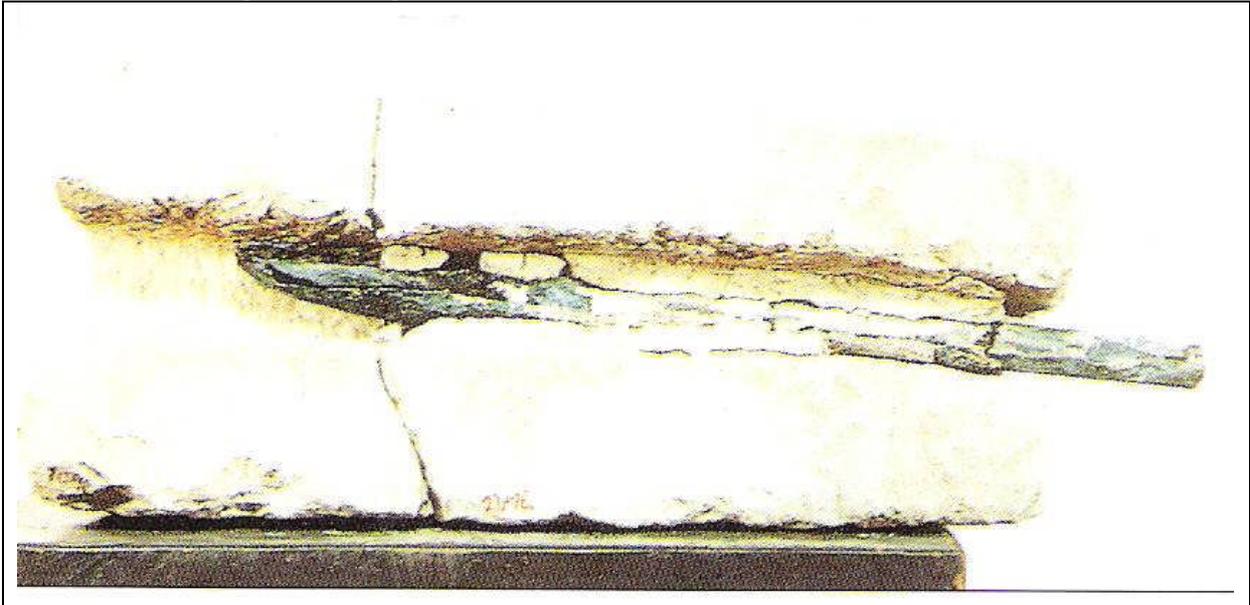
Le cuivre est un des métaux les plus anciens que l'on connaisse.

6000 ans avant Jésus-Christ, on utilisait déjà le minerai de cuivre en Anatolie (Turquie) pour fabriquer des outils.

Plus tard, on y ajouta l'étain : c'était le début de la fabrication du bronze (Age du Bronze).

Les applications sanitaires proprement dites ont été inventées en Egypte, où des tubes de cuivre réalisés à l'aide de feuilles transportaient l'eau (2 500 avant Jésus-Christ).

Dans nos régions, l'usage du cuivre débute très tard.



Outil ancien source : cooper developpement association (C.D.A.)

Les conditions d'hygiène misérables du Moyen-âge, la peste et le choléra, contraignent les autorités à mettre au point de nouvelles méthodes d'adduction d'eau pure et, surtout, d'évacuation des eaux usées.

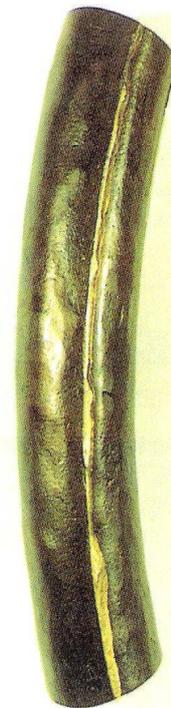
Ce n'est qu'au 17^{ème} siècle que les bourgeois aisés se font installer des baignoires en zinc et en cuivre et que l'on pose des conduites d'alimentation et d'évacuation.

Au début, toutes les conduites posées étaient en plomb.

Lorsque l'on a commencé à distribuer l'eau chaude à l'endroit où elle est utilisée, le plomb n'a plus suffi, car il était déformé par la chaleur.

Après la Seconde guerre mondiale, toutes les conduites en plomb ont été progressivement remplacées par des conduites en fer.

Actuellement, les conduites de distribution sont généralement en cuivre ou en acier galvanisé, tandis que les conduites d'évacuation sont en PVC ou en polyéthylène



1.3 L'EXTRACTON DU CUIVRE

Gisements de minerai de cuivre :

- Chili,
- Chili, .
- Congo,
- Congo,
- Russie.

Préparation

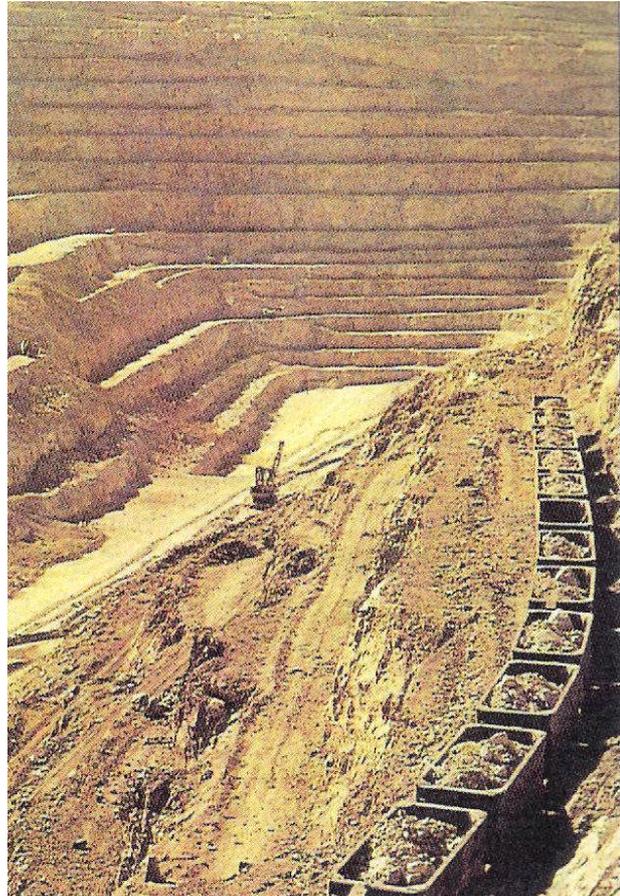
Le minerai est broyé et purifié par flottation dans 1 un four puis concentré.

Après différents traitements, on obtient du cuivre brut qui sera affiné par électrolyse jusqu'à ce qu'on obtienne du cuivre pur à presque 100 %.

Applications

50 % de la production mondiale sont utilisés dans le secteur électrotechnique.

50 % sont utilisés dans la construction mécanique, la construction et le ménage.



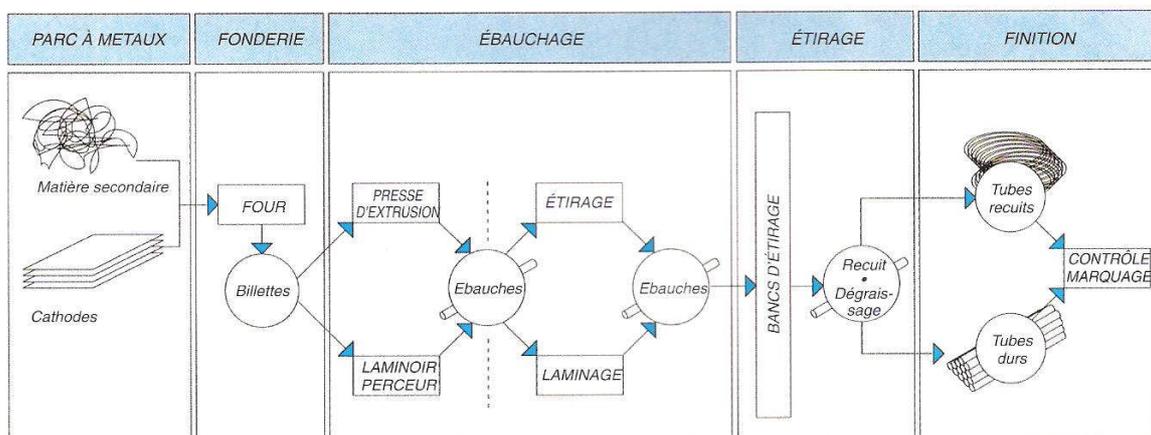
1.4 LA PRODUCTION DES TUBES DE CUIVRE

Après avoir été liquéfié au four, le cuivre en fusion est transformé en tube par métallurgie à chaud ou à froid.

L'étirage ou le laminage permettent d'obtenir des tubes de différents diamètres.

Ces opérations produisent un effet d'écrouissage (cuivre écroui).

Lors de la finition, tous les tubes sont soumis à un contrôle de qualité qui détecte les défauts de fabrication.



1.5 APPLICATIONS DES TUBES DE CUIVRE



Les principales applications sont les suivantes :

- Distribution de gaz médicaux (ces tubes subissent, en usine, un traitement spécial suivant certaines normes pour pouvoir être appliqués dans le secteur médical) ;
- Distribution d'eau froide et chaude ;
- Canalisations de chauffage, chauffage par le sol ;
- Distribution de gaz de ville, gaz naturel, gaz propane et butane ;
- Distribution d'oxygène, d'air comprimé, d'aspiration ' (vide), d'azote ;
- Réseaux de sprinklers ;
- Réseaux de fréon ;
- Distribution d'air comprimé pour la régulation pneumatique.

Il existe deux sortes de tubes :

1. *Tube écroui* (pliable à l'aide d'une cintreuse).
Forme commerciale : longueurs droites de 5 m.
2. *Tube recuit* (pliable à l'aide d'une cintreuse)
Forme commerciale : rouleaux de 25 ou de 50 m.

Pour le marché belge, les tubes portent gravé, le marquage suivant :

- sur les tubes écrouis : PLUMBING ;
- sur les tubes recuits : DIN 1786.

Le choix du diamètre est déterminé lors de la conception de l'ensemble de l'installation. Le débit d'eau prévu (litres/seconde) est le facteur déterminant.

Il existe, pour calculer l'installation, des programmes informatiques conviviaux développés par CDA (Copper Development Association), Bte 10, 1150 BRUXELLES – 02/777 70 90.

Dimensions préconisées par le comité européen de normalisation
Pressions calculées pour un tube recuit sur base d'un facteur de sécurité de 5.

| | Tube écroui | Tube recuit | |
|--|---|-------------------------------------|---|
| <i>Diamètre extérieur x épaisseur (mm)</i> | <i>Longueurs droites (5 mètres)</i> | <i>Rouleaux (25 & 50 m)</i> | <i>Pressions d'utilisation admissibles (bars)</i> |
| 6x1 | X | X | 215 |
| 8 x 1 | X | X | 143 |
| 10 x 1 | X | X | 107 |
| 12 x 1 | X | X | 86 |
| 15 x 1 | X | X | 66 |
| 18 x 1 | X | X | 53 |
| 22 x 1 | X | X | 43 |
| 28 x 1 | X | | 33 |
| 34 x 1 | X | | 26 |
| 35 x 1,5 | X | | 40 |
| 42 x 1 | X | | 20 |
| 42 x 1,5 | X | | 33 |
| 53 x 1 | X | | 16 |
| 54 x 1,5 | X | | 25 |

Les tubes écrouis et recuits sont également commercialisés avec une gaine de PVC côtelée, parfois remplie de P.U. (polyuréthane), qui offre une protection supplémentaire, facilite la dilatation et a un effet isolant. (Wicu préisolé)

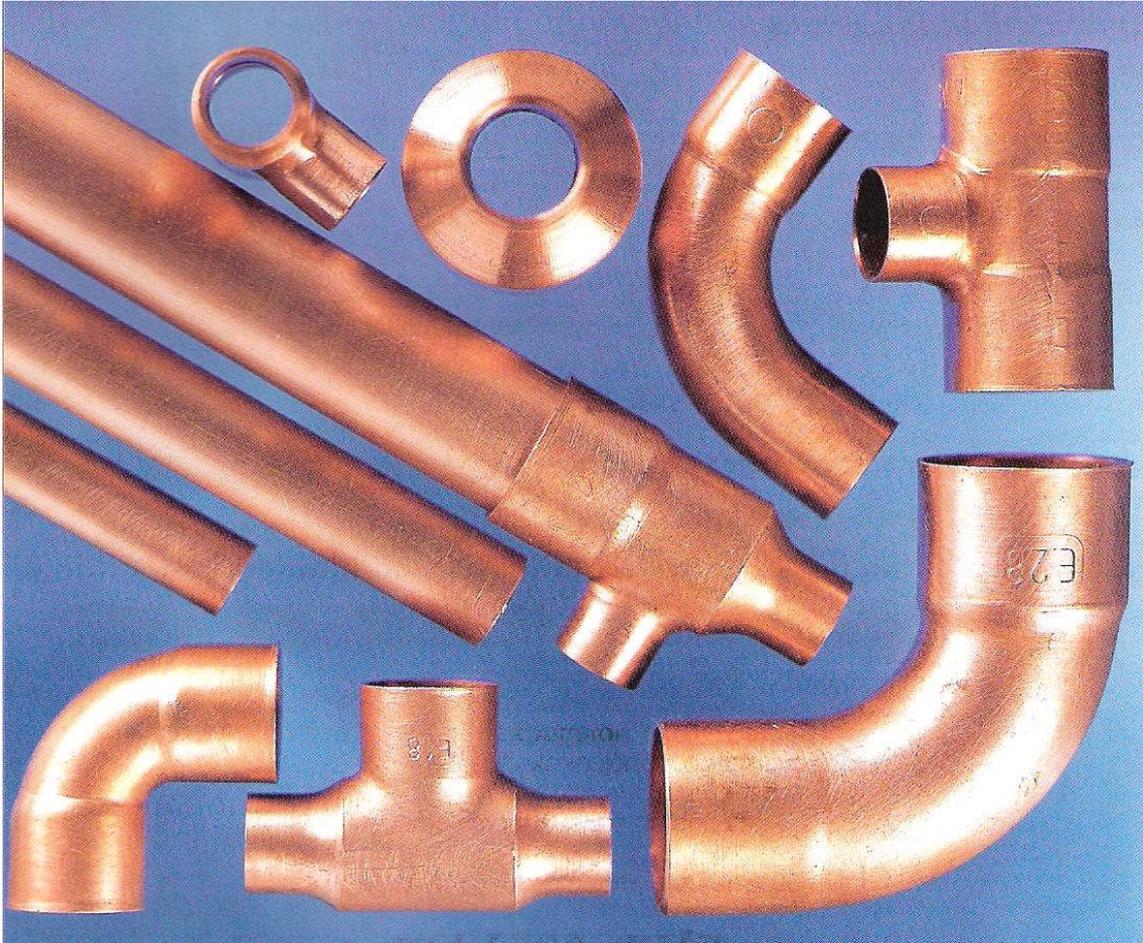


Source : catalogue WICU

2. Raccords

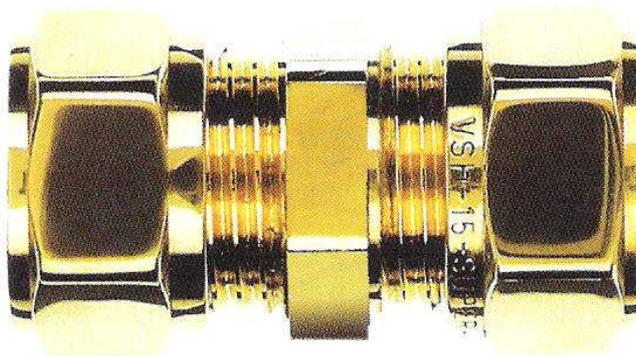
2.1 Raccords à braser

Il n'est plus possible de désolidariser ces raccords, sauf en les chauffant au chalumeau. Voir également le chapitre «Brasage».



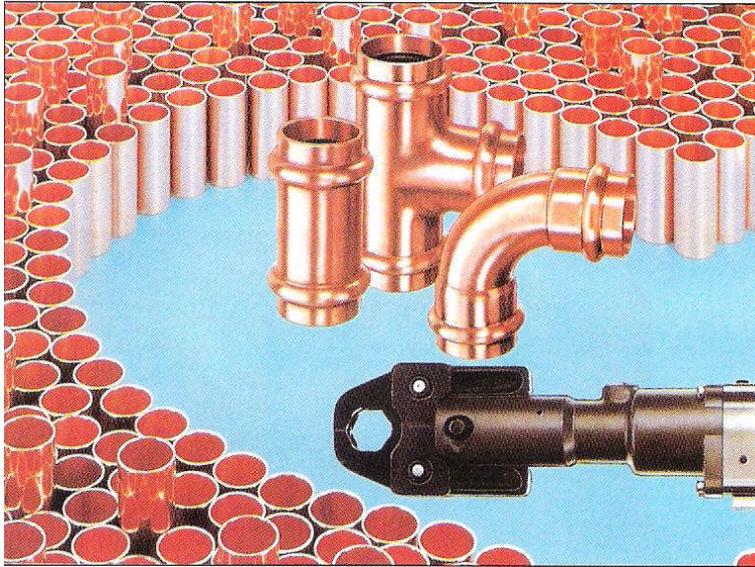
2.2 Raccords mécaniques

Nous entendons par là les raccords qu'on peut dévisser. Il en existe différents types en fonction du fluide à transporter dans le tube. Respectez les normes en vigueur.



2.3 Raccords à sertir

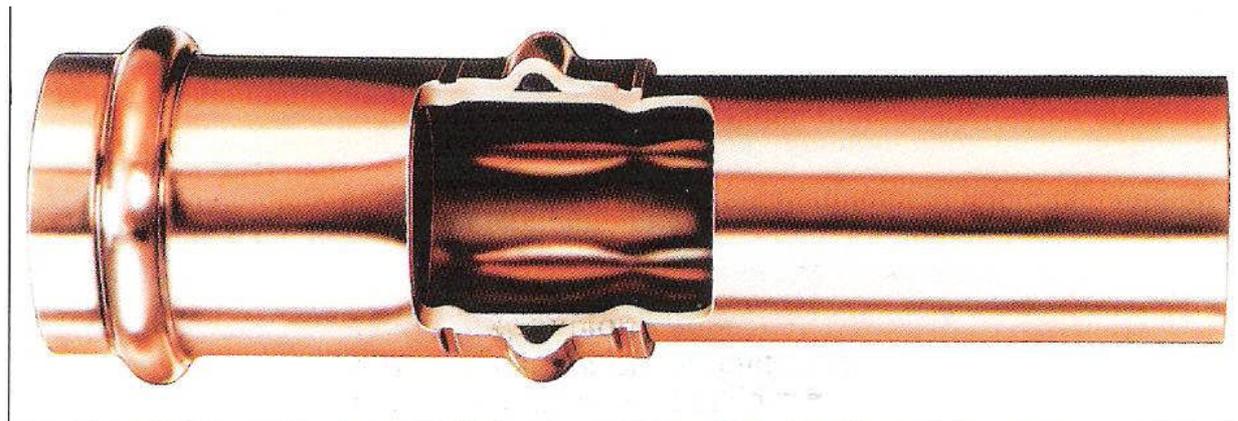
2.4



Ces raccords sont définitifs et ne peuvent plus être démontés. Ils s'appliquent pour le transport de l'eau chaude et froide.

Le raccordement solide est réalisé en serrant les raccords sur les extrémités des tubes à l'aide de l'appareil de serrage.

Les raccords sont dotés de bagues spéciales en caoutchouc qui assurent un raccord optimal après compression.



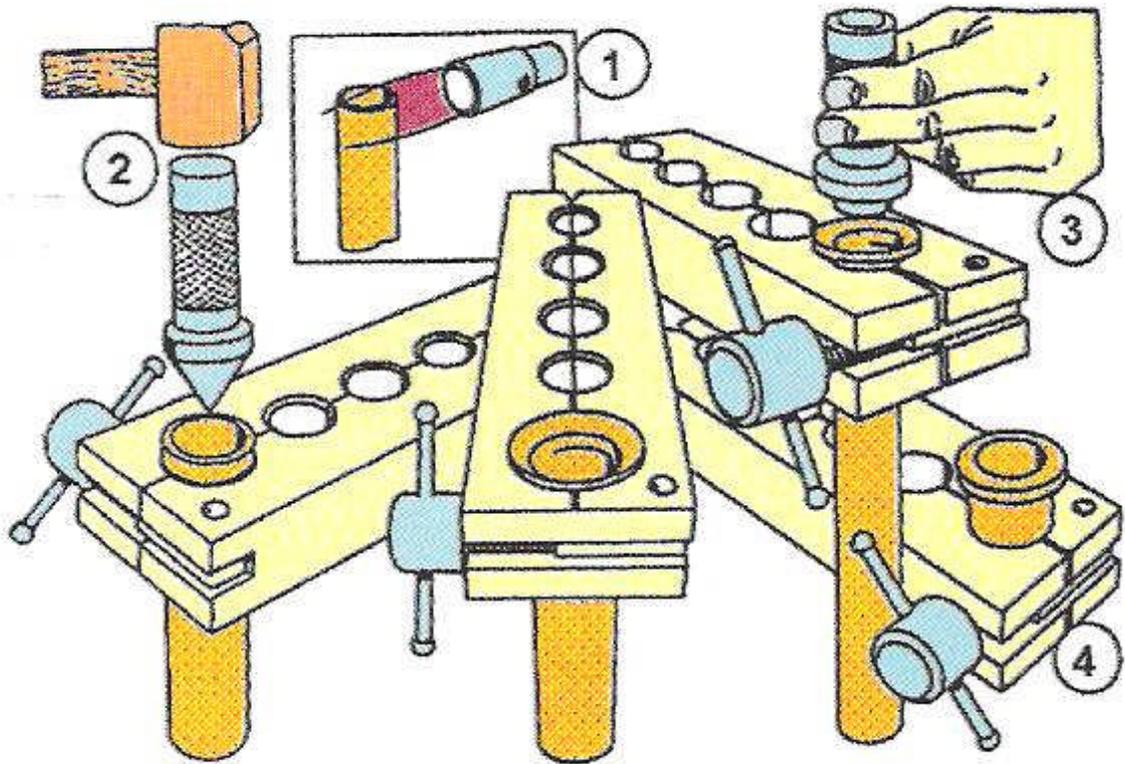
2.5 Collets

Les collets servent, par exemple, pour le raccordement de robinets.

Le battage d'un collet comprend différentes phases.

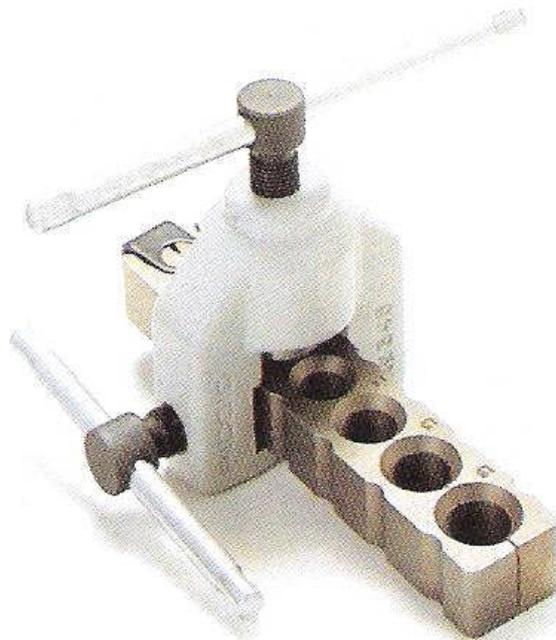
Le gabarit de battage comporte des orifices correspondant aux diamètres courants des tubes de cuivre en usage.

1. Attendrir le tube en le chauffant, l'engager dans le gabarit de battage, serrer le tube dans les mâchoires correspondant au diamètre employé en le laissant dépasser de « quelques mm.
2. 2. A l'aide d'un mandrin à évaser, élargir l'extrémité du tube en corolle.
3. 3. Puis aplatir la corolle avec le mandrin à tasser.
4. 4. Le collet plat est réalisé.



Source : FFC

Il existe des outils mécaniques qui permettent de réaliser plus rapidement les collets



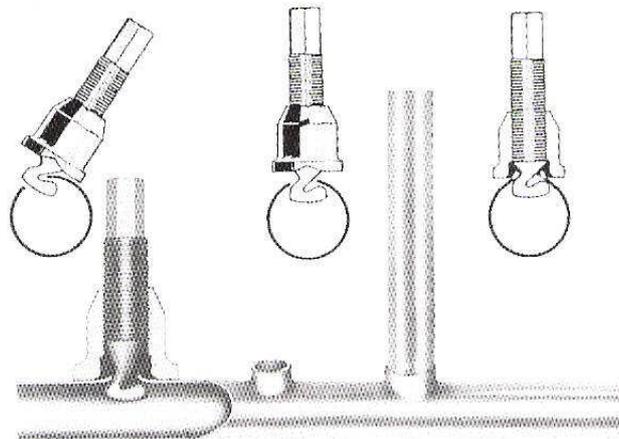
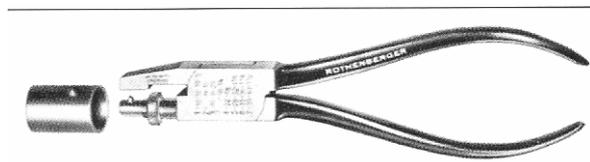
SOURCE: RIDGID (LEUVEN)

2.6 Piquage

1. On perce le tube dans lequel on veut faire un piquage à l'aide d'un foret spécial réglable.

2. Il reste alors assez de matière pour effectuer le piquage proprement dit. Celui-ci peut être réalisé manuellement ou à l'aide d'un extracteur spécialement conçu à cet effet.

3. Pour permettre l'assemblage et pour éviter que le tube ne descende trop bas dans le piquage, on le poinçonnera avec une pince spéciale (réglable en fonction du diamètre).



Pour les piquages, seule une brasure forte sera utilisée étant donné le petit recouvrement et la forme conique (et donc l'absence de capillarité).

3. Dilatation

Dilatation thermique des tubes de cuivre

Dans le cas des installations d'eau chaude, il faut prêter une attention particulière à la dilatation et au retrait des tubes de cuivre sous l'effet des variations de température.

Sur les conduites visibles, les colliers forment des points fixes ou des points coulissants.

A noter :

Lorsque les mouvements thermiques sont importants, ils doivent être absorbés par des lyes de dilatation ou des manchons de dilatation.

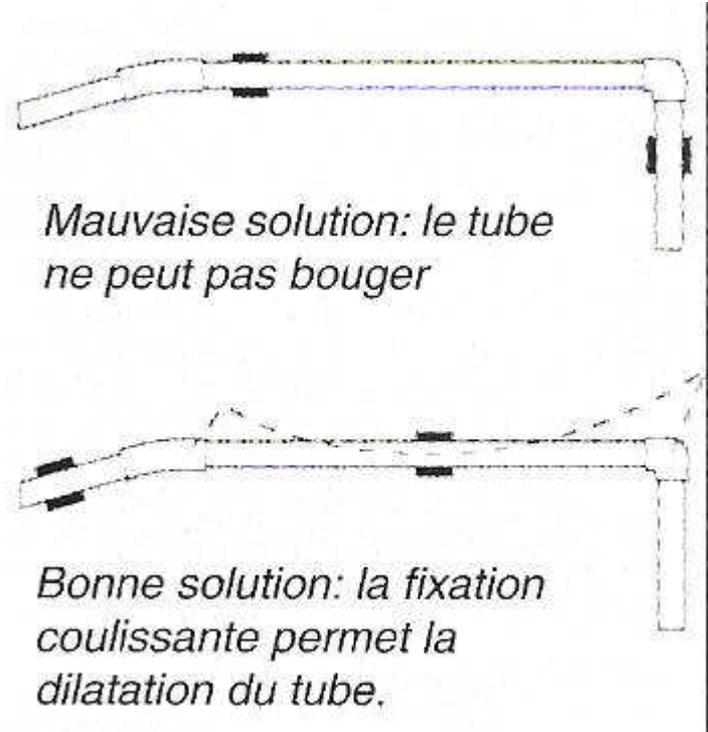
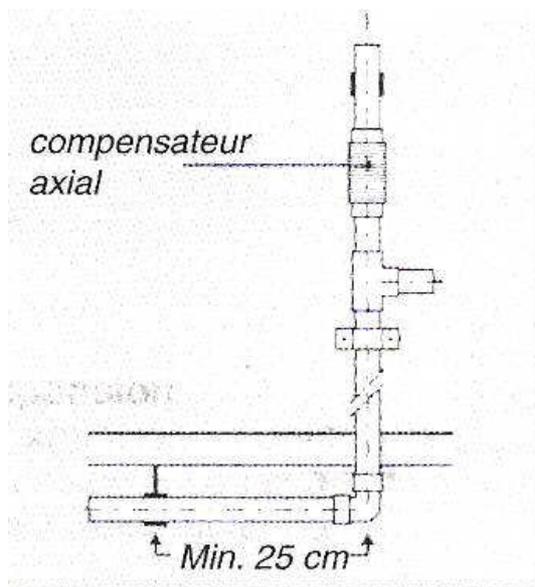
Coefficient de dilatation thermique : $0,000017\text{m} / \text{m} \times \text{K}$
Soit 1,7 mm par m à 100 QC de variation de température.

Un cours spécifique à la dilatation et aux mesures à prendre sera également disponible...

3.1 Conduites accessibles

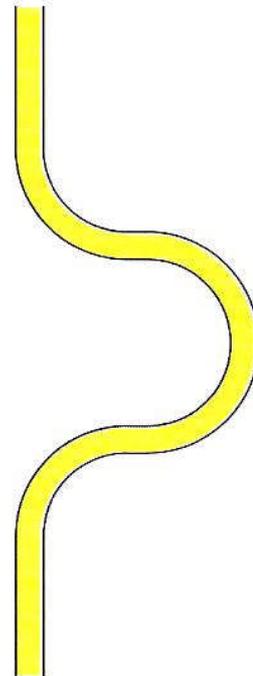
Sur les conduites accessibles, les colliers constituent des points fixes ou des points où le tube peut encore coulisser (points coulissants).

Les points fixes sont placés, de préférence à proximité des dérivations. Ils empêchent la conduite de bouger dans toutes les directions.



Les dilatations thermiques de faible ampleur peuvent être absorbées aux changements de direction.

Les grandes variations longitudinales doivent être absorbées à l'aide de lyres de dilatation ou de compensateurs axiaux.



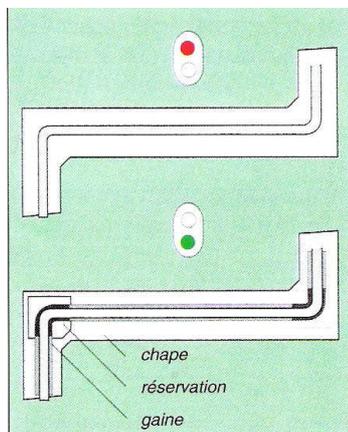
3.2 Conduites encastrées

Pour se dilater, les conduites encastrées doivent être entièrement désolidarisées du béton ou des matériaux du plancher.

Dans le cas des tubes de cuivre gainés d'usine, cette désolidarisation est réalisée par la gaine (gaine de PVC).

Quand les longueurs de tube sont inférieures à 4 m et qu'elles ne comportent qu'un piquage, la dilatation thermique peut être absorbée si on prévoit assez d'espace libre au droit du changement de direction.

Pour conserver cette réservation lors de la mise en œuvre de la chape, il est nécessaire de la remplir de matériau compressible (laine de roche ou de verre, caoutchouc, mousse...).

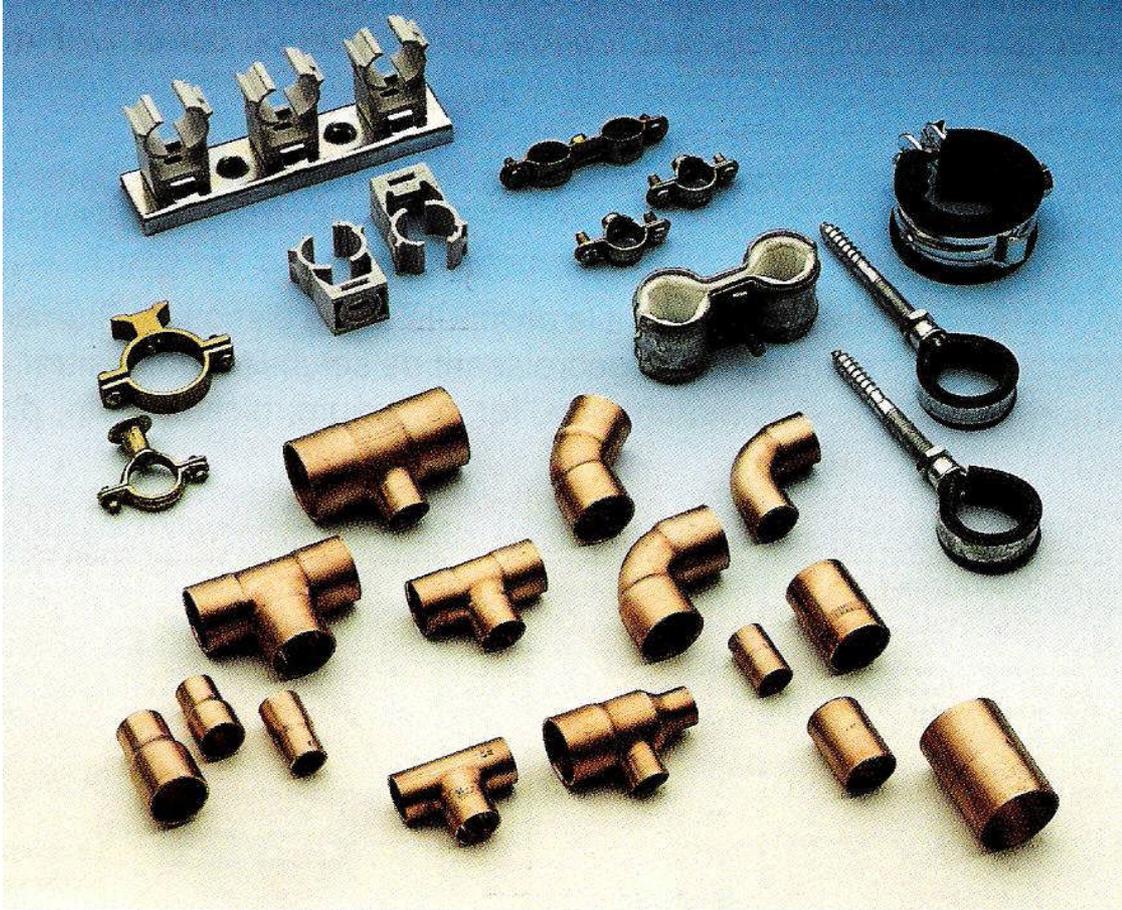


Dans le cas de conduites longues ou de conduites présentant plusieurs piquages, il est nécessaire de prévoir des lyres de dilatation pour les endroits inaccessibles ou d'insérer des compensateurs axiaux dans la conduite.

Toutefois, ces compensateurs doivent être accessibles. L'emplacement de ces accessoires doit être soigneusement choisi en fonction de la distance entre les différents points fixes.

4. Fixations

Les tubes de cuivre posés d'une façon apparente sont normalement fixés par des colliers, de préférence en cuivre, en alliage de cuivre ou en matière synthétique.



L'emploi de colliers en zamak ou en autre métal impose de prévoir un isolant entre le tube et les colliers, afin d'éviter un couple galvanique qui risque de provoquer la corrosion de contact (voir paragraphe 5).

La distance à respecter entre deux colliers dépend du diamètre du tube de cuivre ; elle est indiquée dans le tableau.

| Diamètre extérieur | Distance entre colliers (en m.) |
|--------------------|---------------------------------|
| 10 | 1.0 |
| 12 | 1.1 |
| 15 | 1.2 |
| 18 | 1.3 |
| 22 | 1.4 |
| 28 | 1.7 |
| 34/35 | 1.8 |
| 42 | 1.9 |
| 53/54 | 2.2 |

5. Contact avec d'autres métaux :

Un métal ne se dissout généralement pas tout seul dans l'eau. Il existe pourtant certains métaux, comme le potassium et le sodium, qui le font mais ce phénomène s'accompagne toujours d'une transformation chimique.

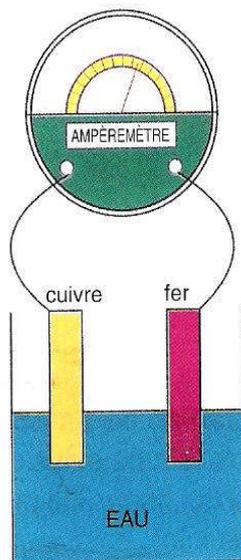
La réaction avec le potassium est tumultueuse; elle est un peu moins agitée avec le sodium, tandis qu'elle est faible avec le magnésium.

Elle est à peine perceptible ou carrément imperceptible avec les autres métaux. .

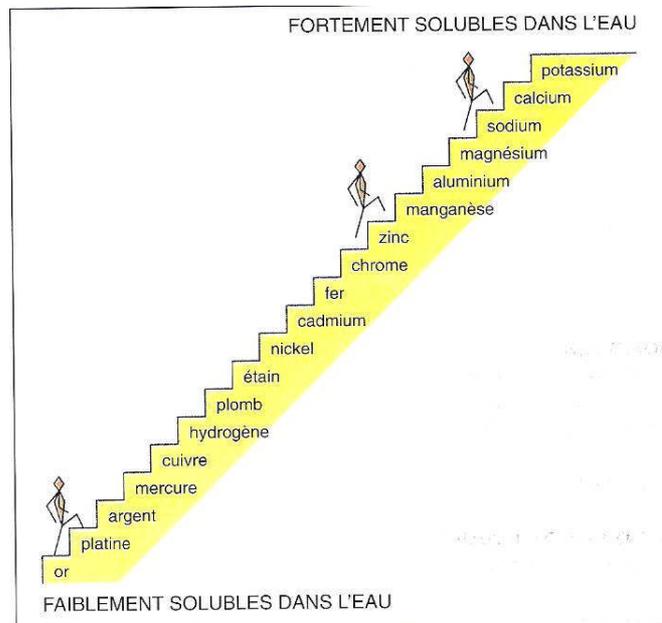
Les métaux ont donc la propriété de se dissoudre dans l'eau et même de décomposer l'eau (lors de la production d'hydrogène).

Mais on a constaté que les différents métaux ont la propriété de se dissoudre à un degré différent.

On peut classer les métaux comme suit, par ordre décroissant de solubilité : potassium, calcium, sodium, magnésium, aluminium, manganèse, zinc, chrome, fer, cadmium, nickel, étain, plomb, hydrogène, cuivre, mercure, argent, platine, or.



Le courant électrique du cuivre vers le fer traversant l'ampèremètre montre que les électrons se déplacent du fer vers le cuivre.



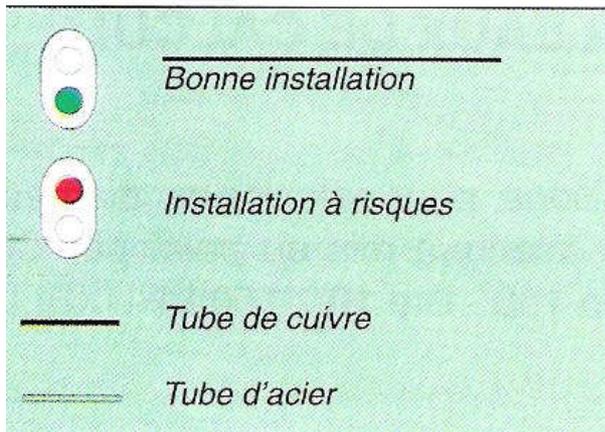
Lorsque deux métaux de solubilité très différente sont placés dans l'eau, on constate l'apparition d'un courant électrique traversant les métaux et l'eau.

Il se forme donc un élément électrique à deux pôles (chacun des métaux).

L'eau est normalement un peu conductrice, parce qu'en règle générale, elle contient des substances dissoutes qui conduisent bien le courant. L'action chimique peut avoir libre cours, avec le soutien du courant électrique.

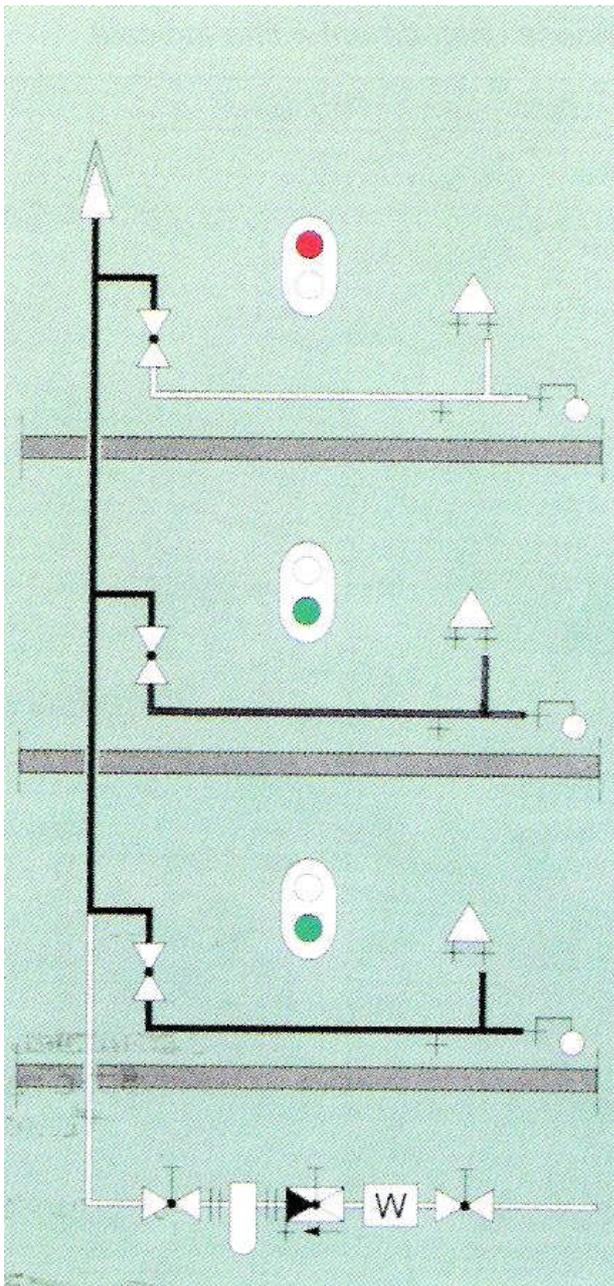
On constate également qu'un des métaux se corrode très vite tandis que l'autre est protégé.

En principe, le métal le plus enclin à se dissoudre dans l'eau (le plus soluble) subit une corrosion accélérée. L'autre métal, le moins soluble, est protégé.



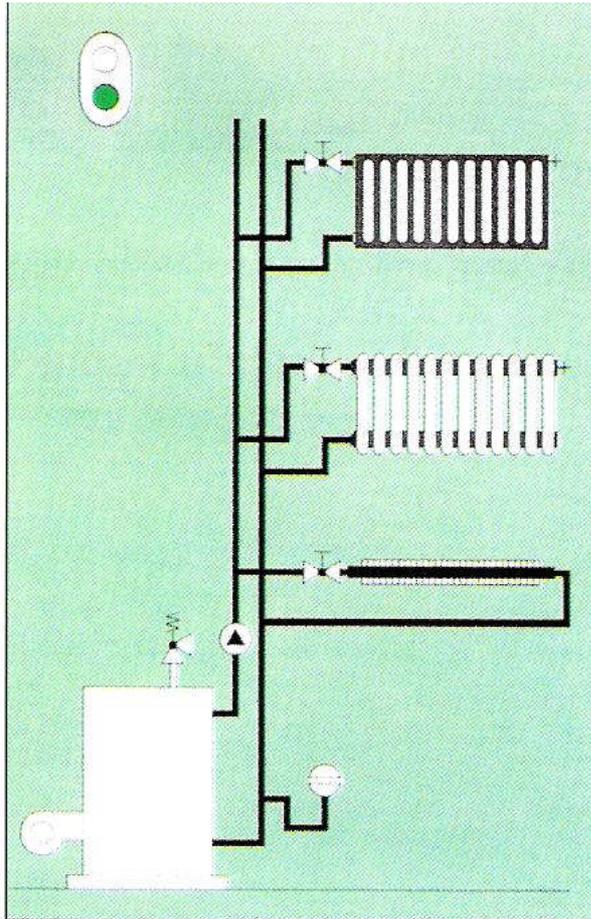
L'importance de la corrosion et de la protection est proportionnelle à la différence de solubilité des deux métaux.

La différence entre le zinc et le cuivre est, par. ex., plus grande que celle entre le plomb et le cuivre; en contact avec le cuivre, le zinc se corrodera donc plus vite que le plomb.



Lorsque deux métaux différents sont en contact dans l'eau, le métal situé le plus haut sur l'échelle des tensions subit une corrosion accélérée. L'autre métal, par contre, est préservé de la corrosion.

On ne pourra donc jamais utiliser une conduite en acier ou en galvanisé après une conduite en cuivre pour la distribution d'eau.



Dans une installation de chauffage, le circuit est fermé. L'eau qui corrode légèrement les radiateurs (en acier) va s'appauvrir en oxygène.

Cette eau pauvre en oxygène est un mauvais électrolyte ; le phénomène de couple galvanique n'existe pas et on peut donc utiliser des tubes de cuivre et des radiateurs en acier dans les installations de chauffage.

(Attention : ce n'est pas le cas dans les installations de chauffage à vase d'expansion ouvert.)

6. Tableaux de calcul

Nous conseillons, pour calculer les diamètres des tubes de cuivre d'installations complètes, le programme informatique mis au point par CDA (Copper Development Association Benelux, avenue de Tervueren 168 – Bte 10, 1150 BRUXELLES, Tel : 02/777 70 90).

Voici, ci-dessous, quelques exemples d'utilisation de tube V. le cuivre dans une installation de chauffage. Les dimensions sont données uniquement à titre indicatif.

Voici, ci-dessous, quelques exemples d'utilisation de tube de cuivre dans une installation sanitaire. Les dimensions sont données à titre purement indicatif.

7. Sécurité

Les décapants peuvent être toxiques (acides).

Protéger les mains et les yeux.

La bouteille de gaz doit être munie d'un détendeur, d'une protection contre le retour de flamme et d'une soupape antirupture de flexible.

Porter des vêtements ignifugés.

Toujours garder un extincteur à proximité.

Respecter les informations figurant sur les pictogrammes.

Becs brûleurs à acétylène : - acétylène : flexible rouge, - oxygène : flexible bleu.

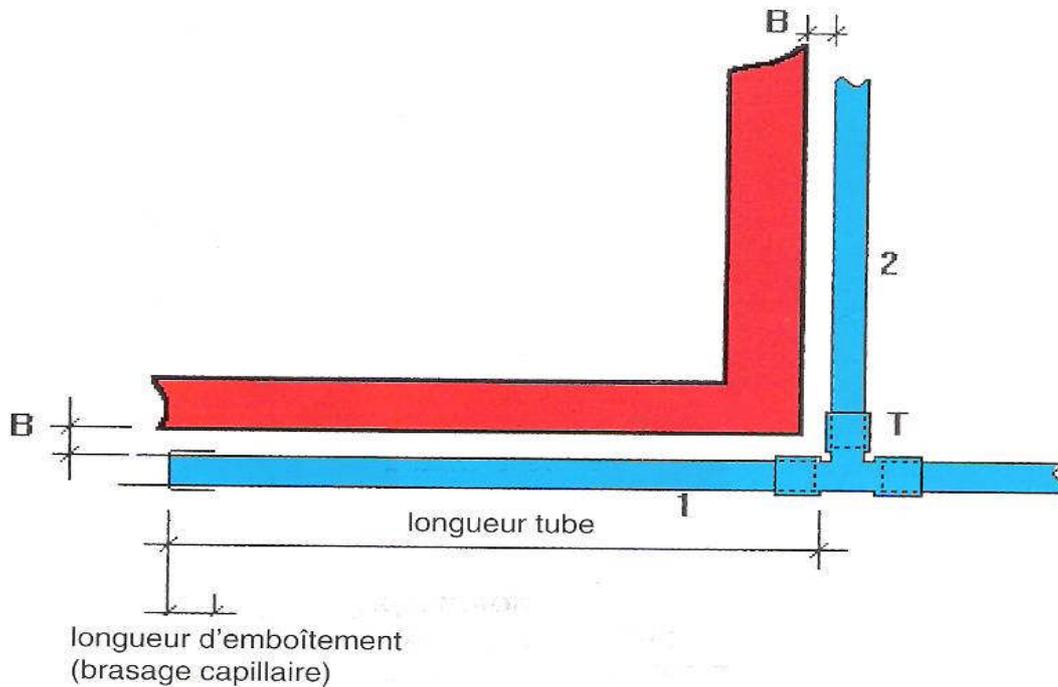
Manipuler les bouteilles avec prudence.

Pendant le brasage, protéger les yeux avec des lunettes appropriées.

8. TRAVAIL DES TUBES

8.1 MESURAGE, TRAÇAGE

- . Au crayon ou au marqueur.
- . Nous mesurons d'une pièce de raccordement à l'autre, compte tenu des recouvrements et des écarts de collier (B).



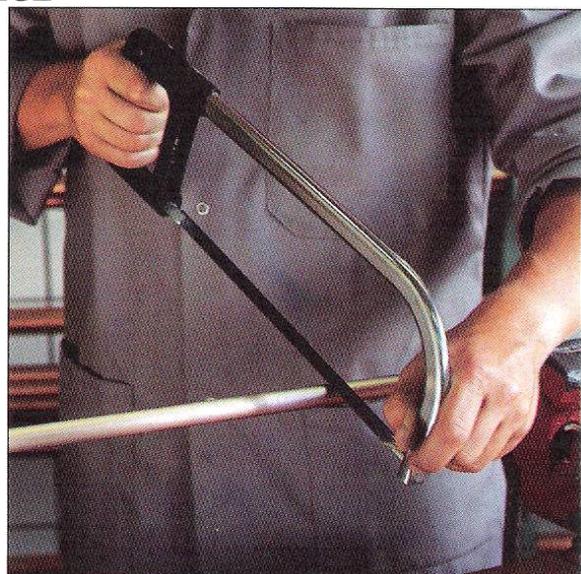
Les raccords en té doivent être placés de manière à ce que le tube (2) se trouve à nouveau à un écart de collier du mur.

Mesurer ensuite la longueur du tube (1). Compte tenu des longueurs d'emboîtement

8.2 SCIAGE, COUPE, ÉBAVURAGE

Sciage

Pour couper à la longueur désirée à l'aide d'une scie, il faut utiliser une lame de scie à fine denture. On scie le tube perpendiculairement à son axe.



Source : C.D.A.

Coupe

Pour couper au coupe tube, on place le tube sur les deux galets supports du coupe tube. On serre ensuite progressivement la poignée du coupe tube d'un quart de tour après chaque rotation du coupe tube autour du tuyau. Attention : ne pas serrer trop fort la poignée afin de ne pas déformer le tube.



Virax



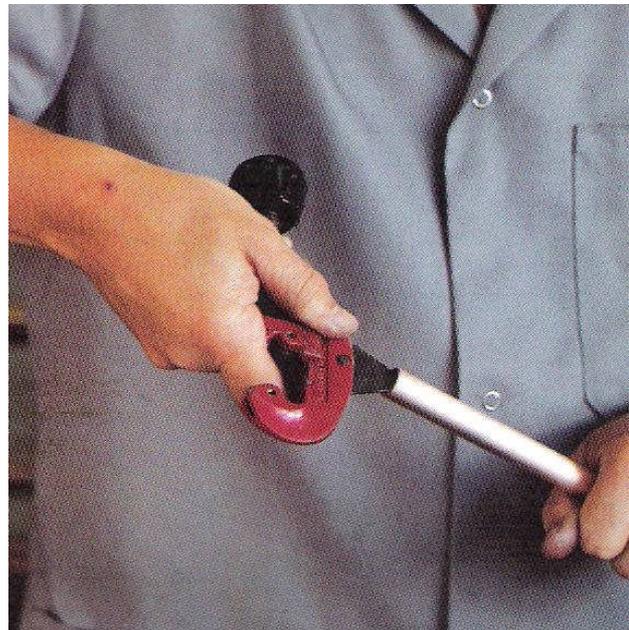
Source C.D.A.

Ebavurage

L'ébavurage consiste à enlever les bavures formées lors du sciage. L'ébavurage intérieur et extérieur peut se faire à la lime douce ou à l'ébarbeur.

Si la coupe a été réalisée au coupe tube (bavures à l'intérieur), l'ébavurage se fera avec la lame triangulaire montée sur le coupe tube.

Il est très important d'ébavurer les tubes pour ne pas diminuer leur diamètre intérieur et pour empêcher les bavures de se disperser dans le tube.

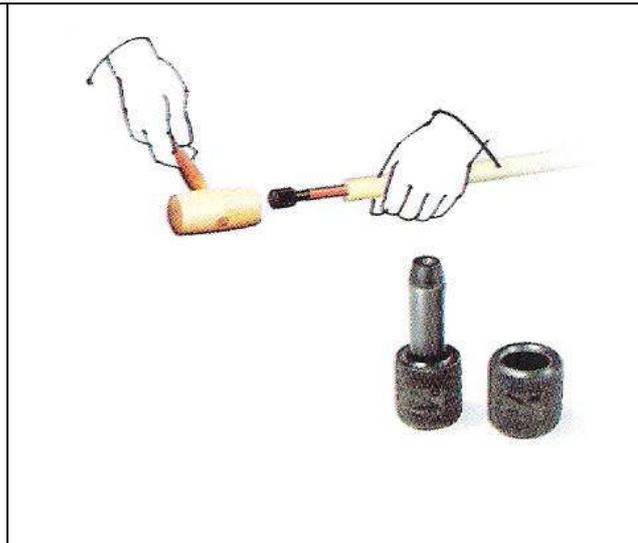


Source C.D.A.

Après la coupe et l'ébavurage, il est conseillé de recalibrer le tube (aux diamètres intérieur et extérieur d'origine).



Ebavureur Virax



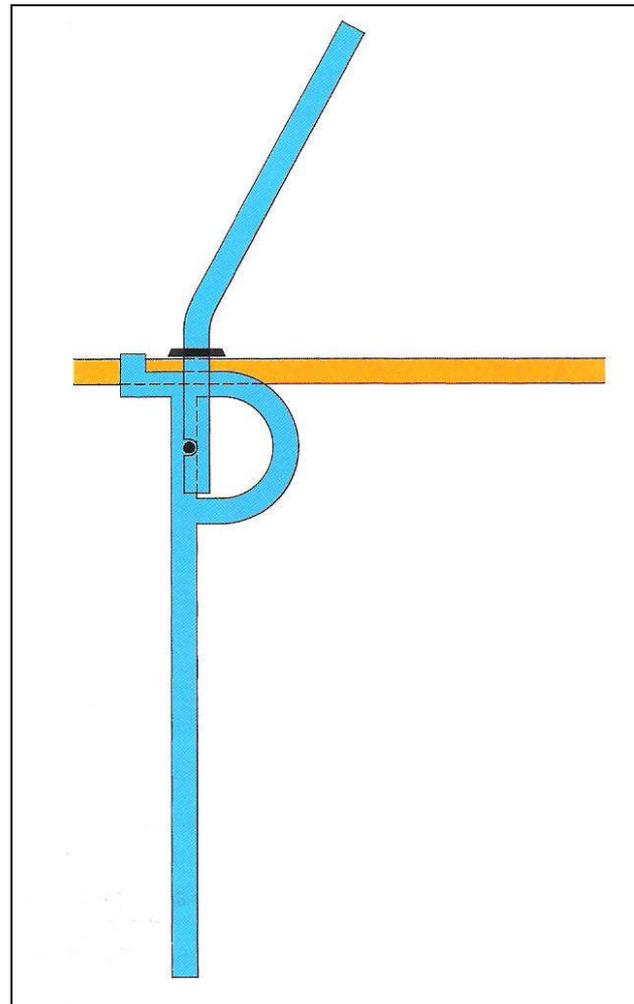
Calibrage (source Wicu)

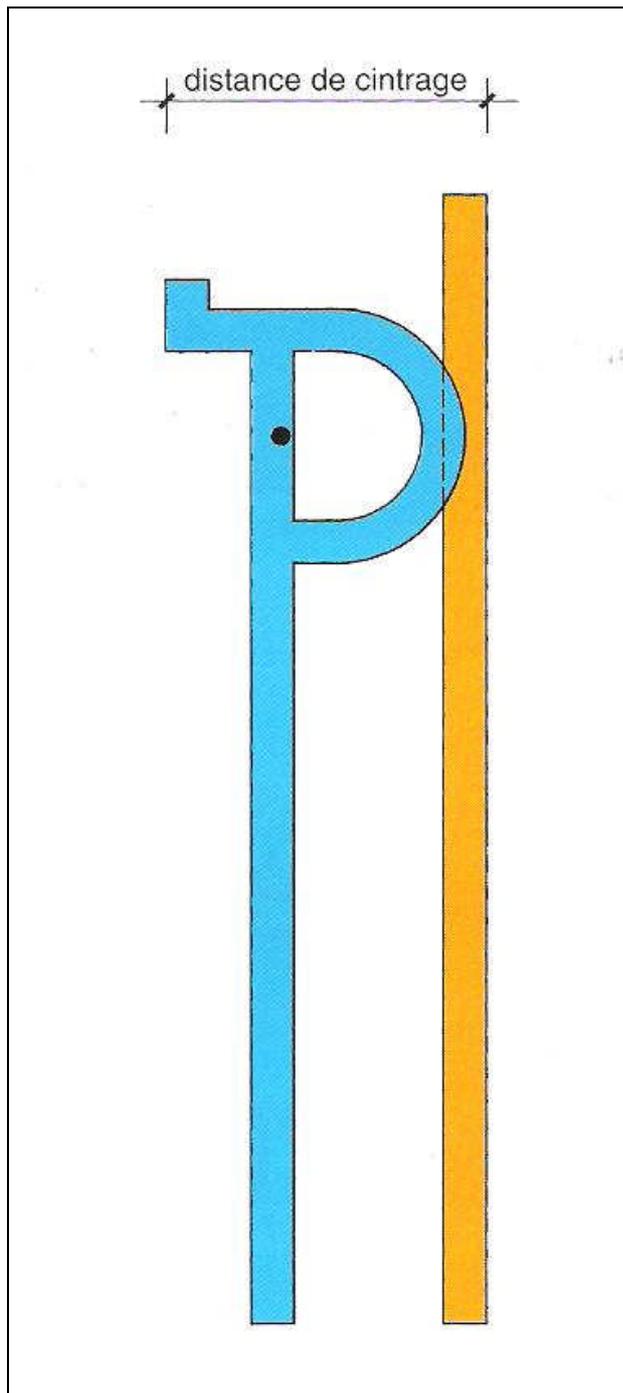
8.3 CINTRAGE DES TUBES DE CUIVRE

8.3.1 DISTANCE DE CINTRAGE

Pour cintrer, nous utilisons une cintrreuse.

Un modèle très répandu est illustré ci-contre.





Chaque cintruse a une distance déterminée dont faut tenir compte lors du cintrage. Cette distance se détermine en plaçant un tube de cuivre (p. ex. o 15) dans une pince à cintrer correspondante, parallèlement à la pince.

La distance entre le début du crochet de la cintruse et le côté extérieur du tube constitue la «distance de cintrage» de la cintruse.

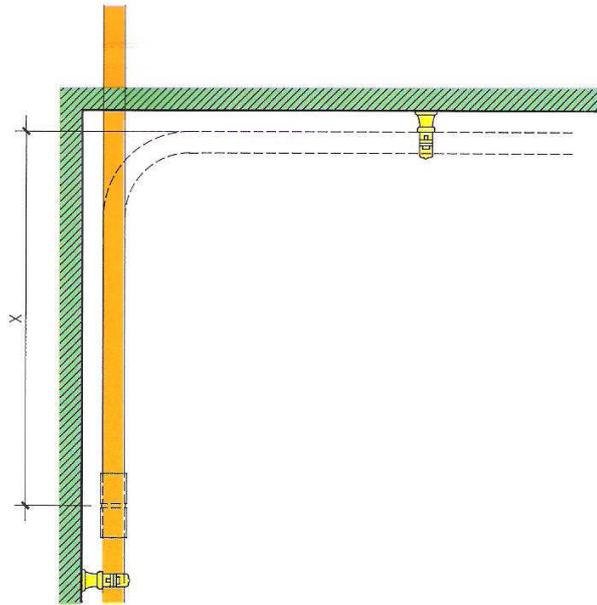
Il est conseillé d'inscrire cette valeur (particulière à chaque cintruse) sur l'appareil

8.3.2 CINTRAGE INTÉRIEUR

Nous devons cintrer un morceau de tube de telle sorte qu'il s'emboîte parfaitement dans le manchon à braser et qu'après le coude, il s'insère exactement dans le collier suivant.

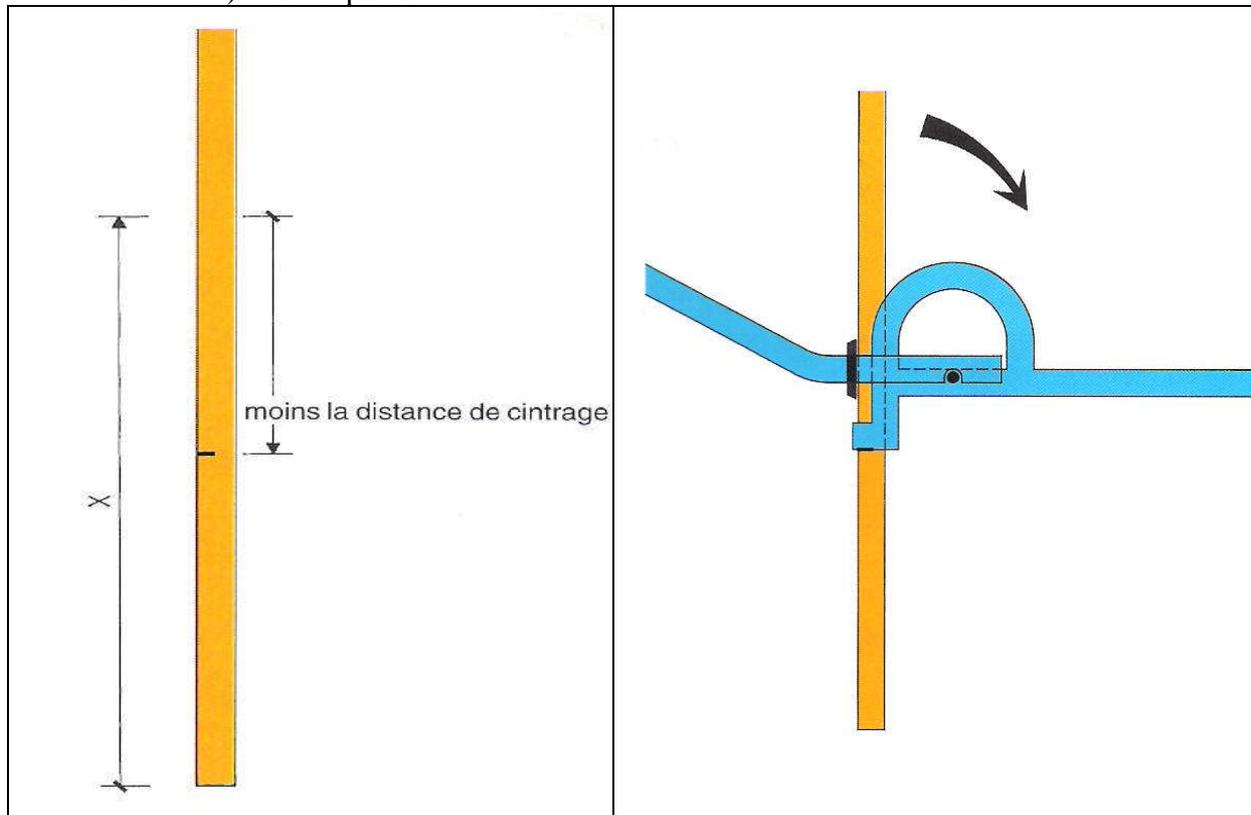
Nous mesurons la distance « x » à partir du manchon à braser (d'où le tube partira) jusqu'à l'arrière du coude.

Nous tenons donc compte de l'écart du collier par rapport au mur.

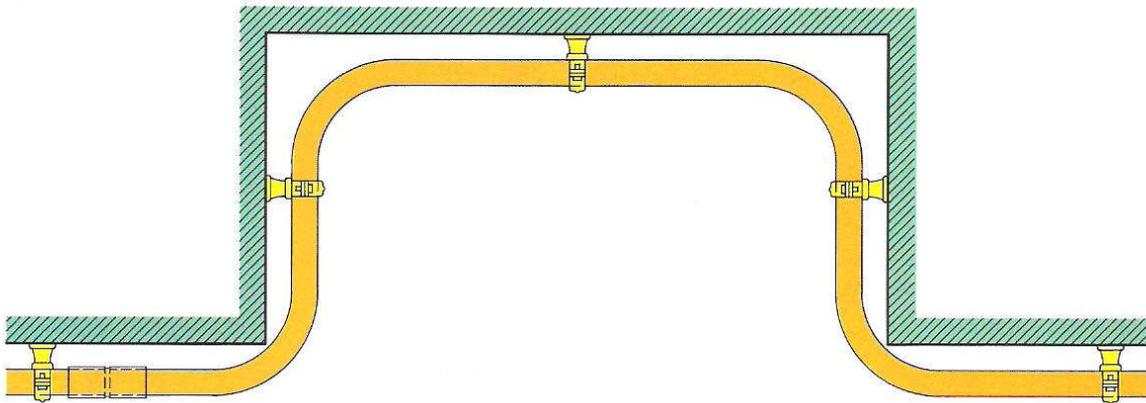


Nous mesurons maintenant la distance « x » sur le tube puis nous remesurons la distance de cintrage. Nous marquons d'un trait de crayon l'endroit où nous devons placer la cintreuse.

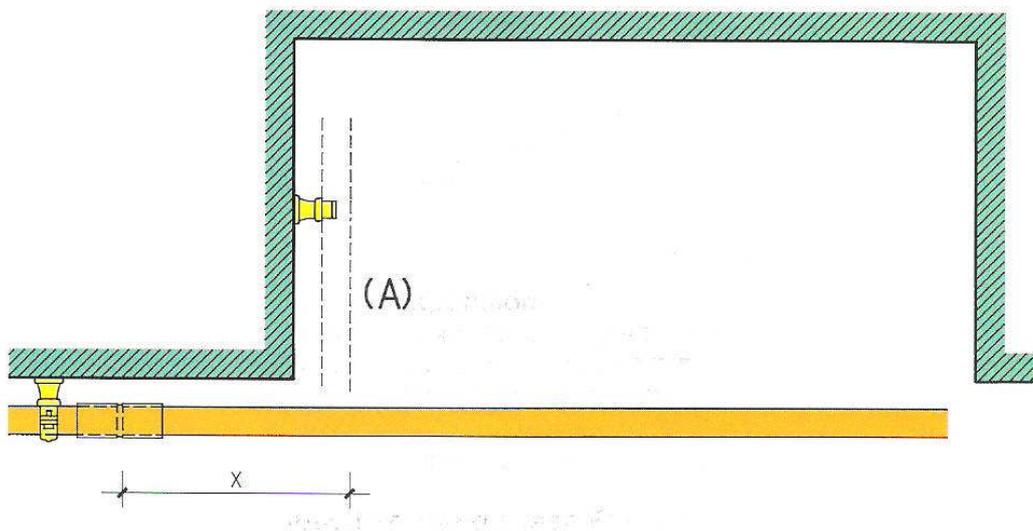
Nous Positionnons la cintreuse dans le bon sens sur le trait de crayon, nous plaçons contre le tube le sabot de la cintreuse (qui est parfois légèrement graissé pour ne pas tirer sur le tube) et nous plions à 90°.



8.3.3 CINTRAGE D'UN TUBE SANS RACCORDS DANS UNE NICHE



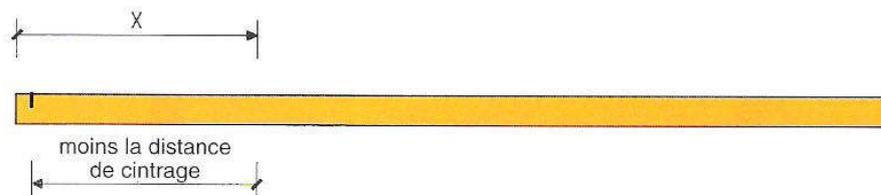
Première étape :



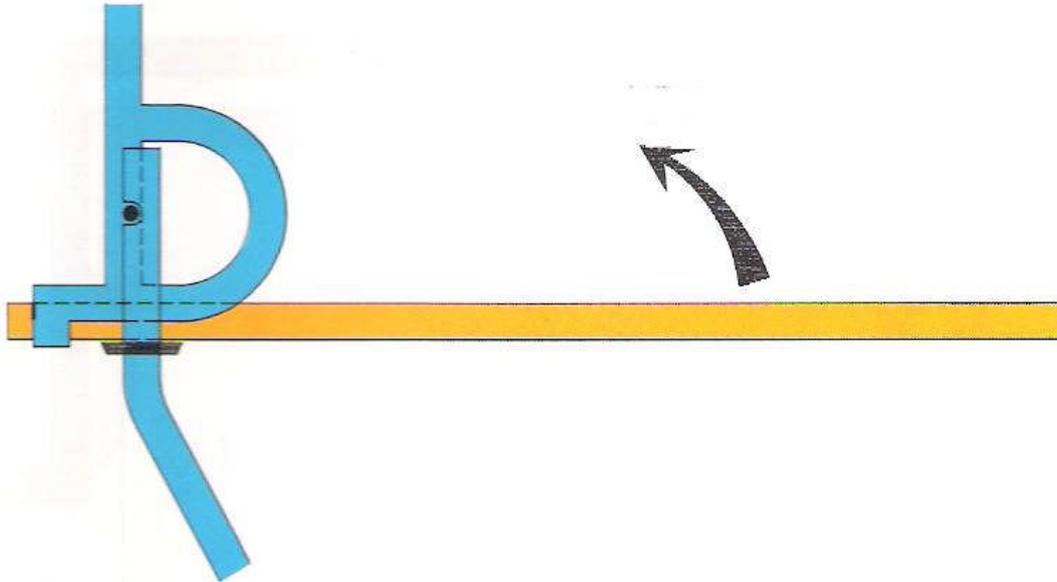
Mesurer la distance «x» : nous mesurons à partir du début du tube dans le raccord jusqu'à l'arrière du tube coudé (l'écart du collier est donc déjà compris).

Pour faciliter le mesurage, vous pouvez fixer un morceau de tube de cuivre (tube A) dans le deuxième collier et le tenir bien à la perpendiculaire du tube à cintrer.

Mesurer la distance «x» sur le tube et mesurer à nouveau la distance de cintrage.

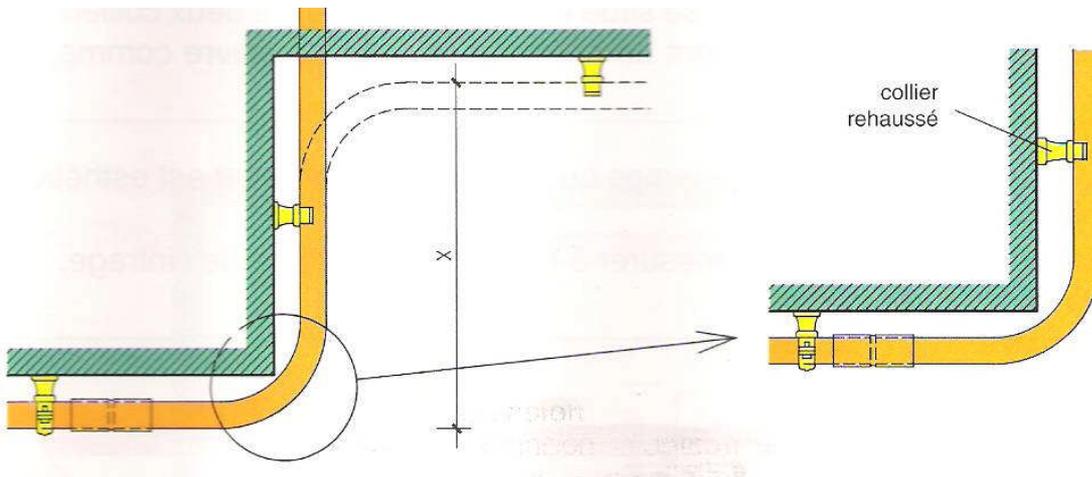


Placer la cintreuse (toujours faire attention au sens du cintrage) et cintrer à 90°.

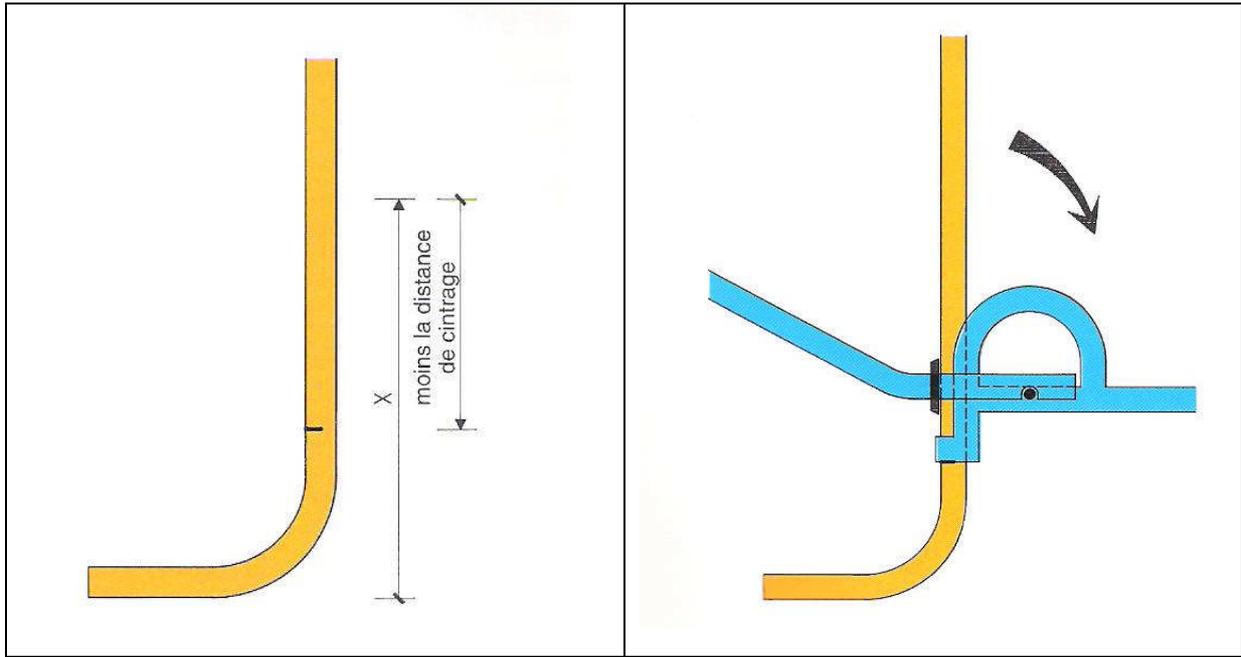


Deuxième étape :

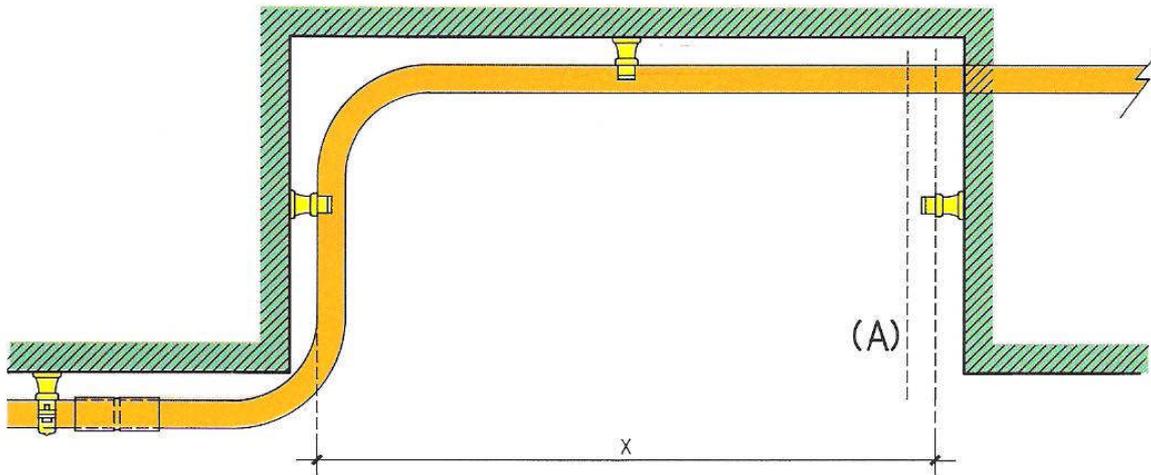
Nous essayons à nouveau de mesurer aussi exactement que possible la distance «x» - de l'avant à l'arrière du tube. Placer à nouveau la cintreuse dans le bon sens et cintrer à 90°.



Il arrive, lorsque le rayon de la cintreuse est trop grand, que le milieu du coude touche l'arête du mur. Vous résoudrez ce problème en plaçant un collier rehaussé après le coude.



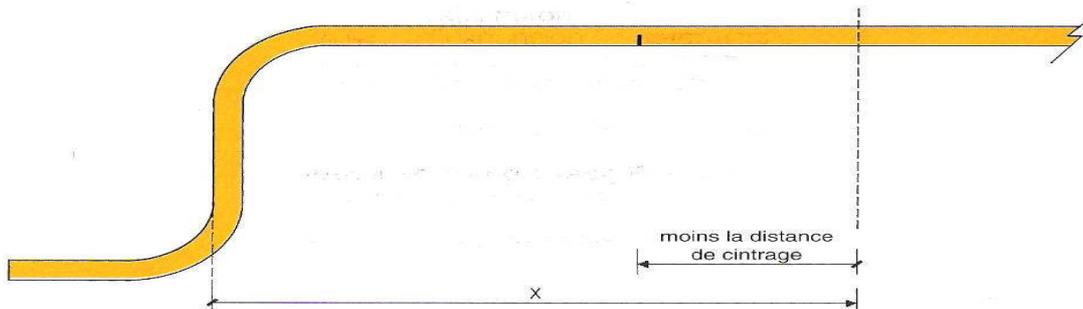
Troisième étape :



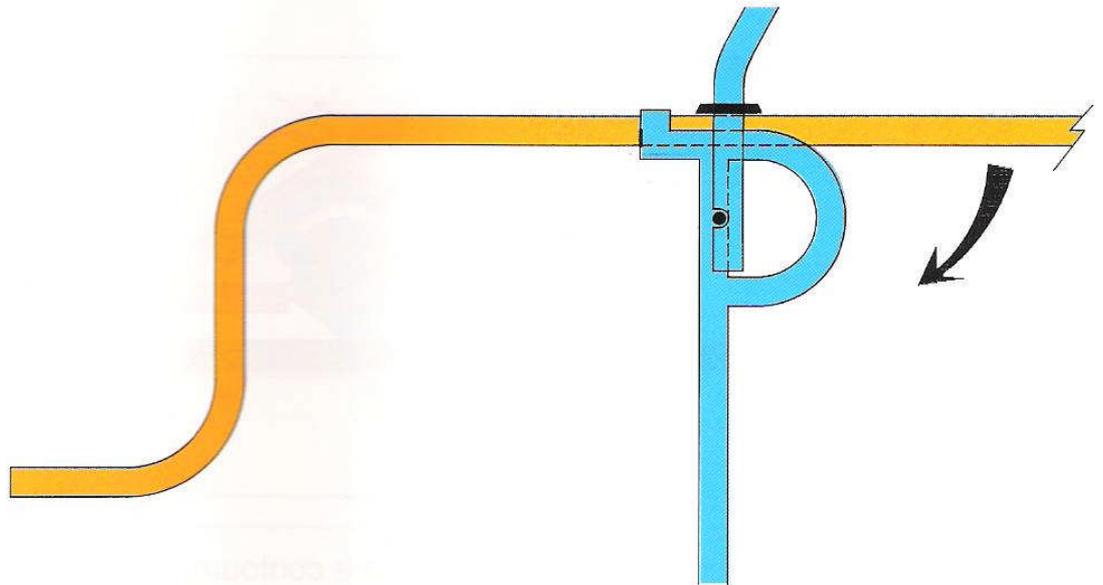
Mesurer la distance «x». Cette distance se situe exactement entre les deux colliers (celui de gauche et celui de droite). Utiliser éventuellement un morceau de tube de cuivre comme accessoire (petit tube A).

Plus la mesure est précise (= prenez le temps qu'il faut), plus le résultat est esthétique.

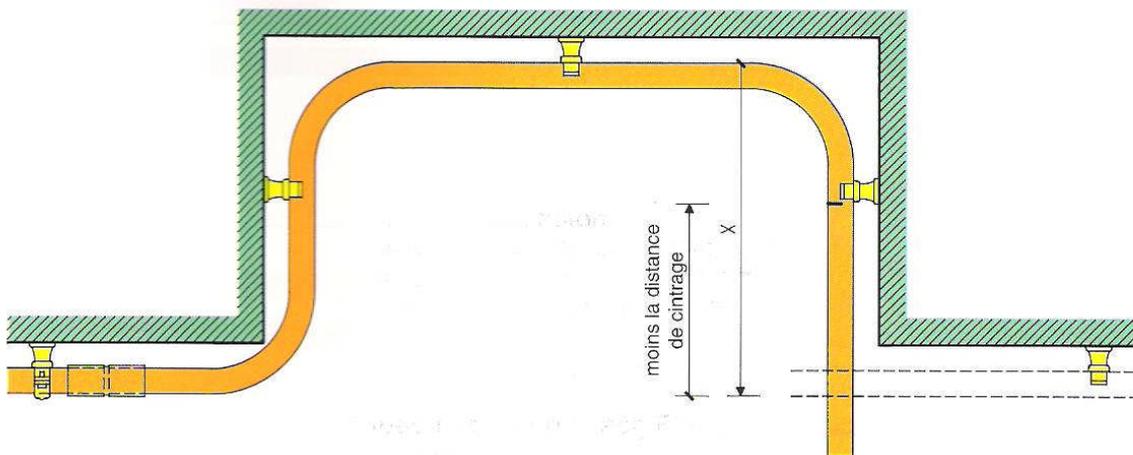
Mesurer la distance «x» sur le tube et mesurer à nouveau la distance de cintrage.



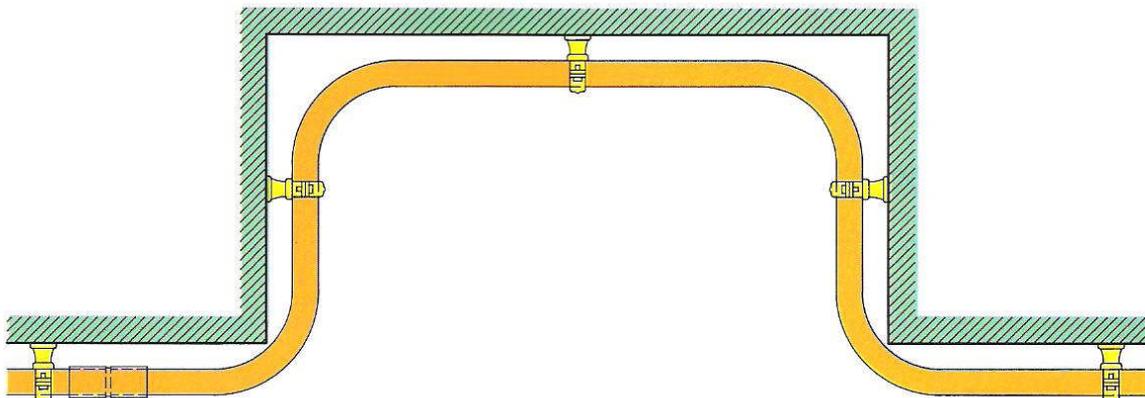
Placer la cintreuse et couder



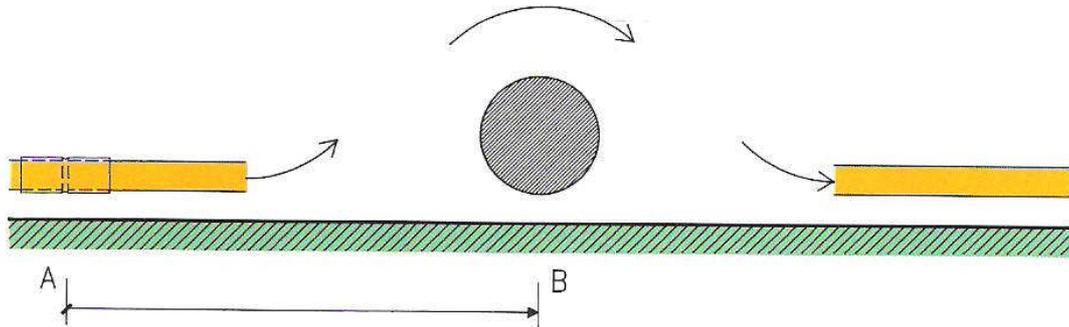
Quatrième étape :



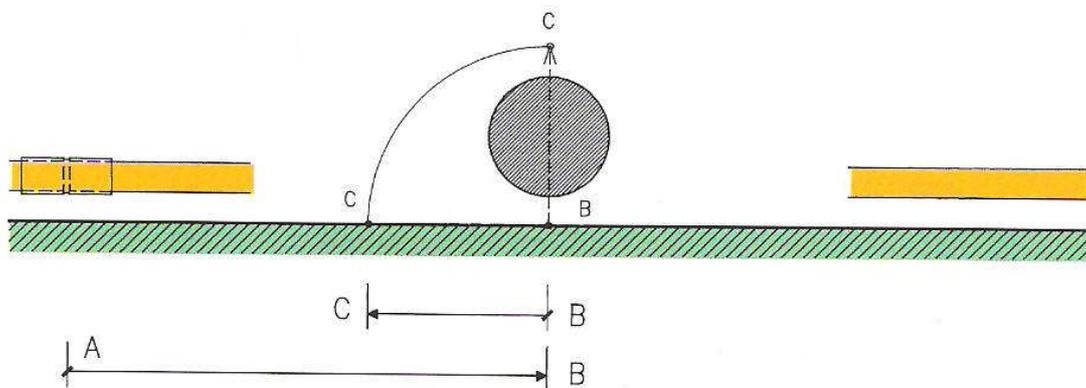
Comme pour l'étape N° 2, on mesure la distance «x» moins la distance de cintrage et on met la cintreuse en place.



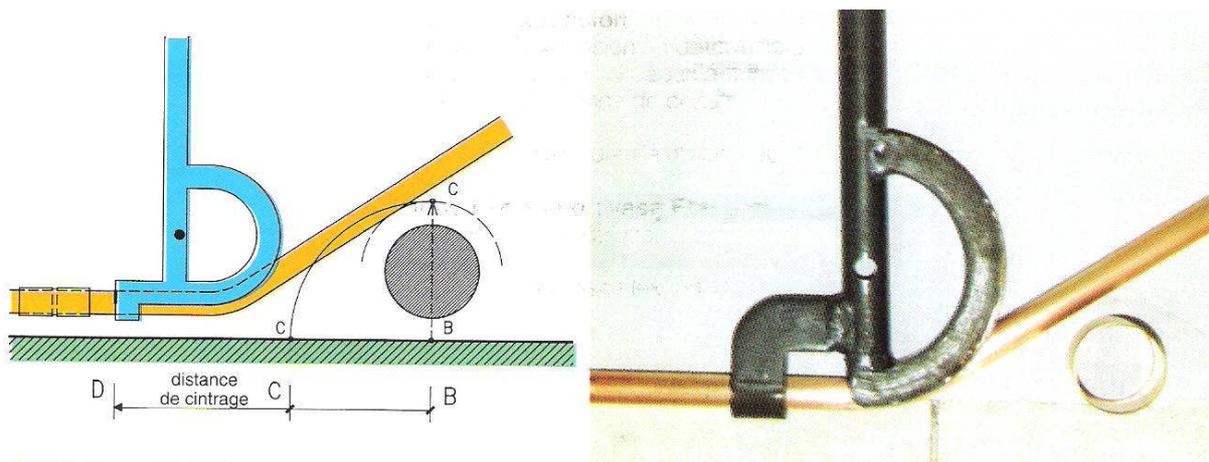
8.4 Réalisation d'un contournement



Nous mesurons la distance entre le raccord et le milieu du tube à contourner (=distance AB).

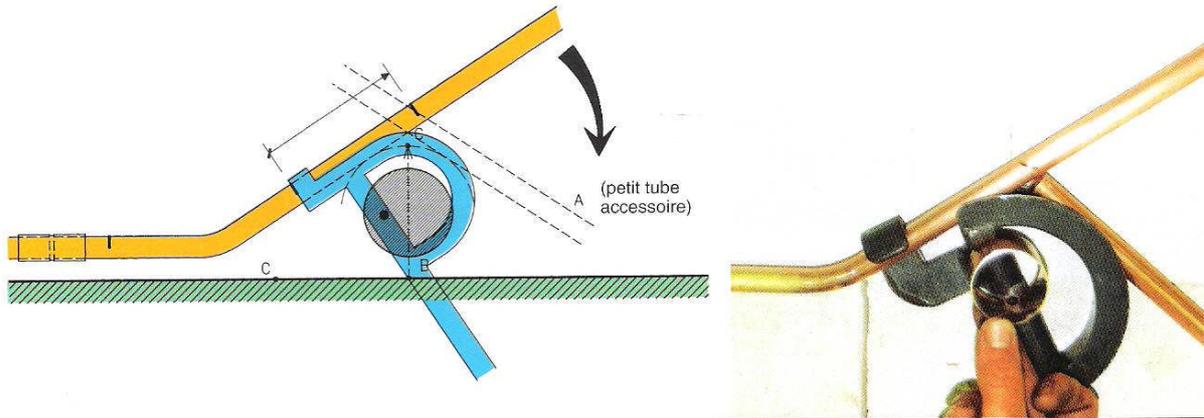


Nous mesurons ensuite BC (BC = hauteur à contourner + 1 cm).



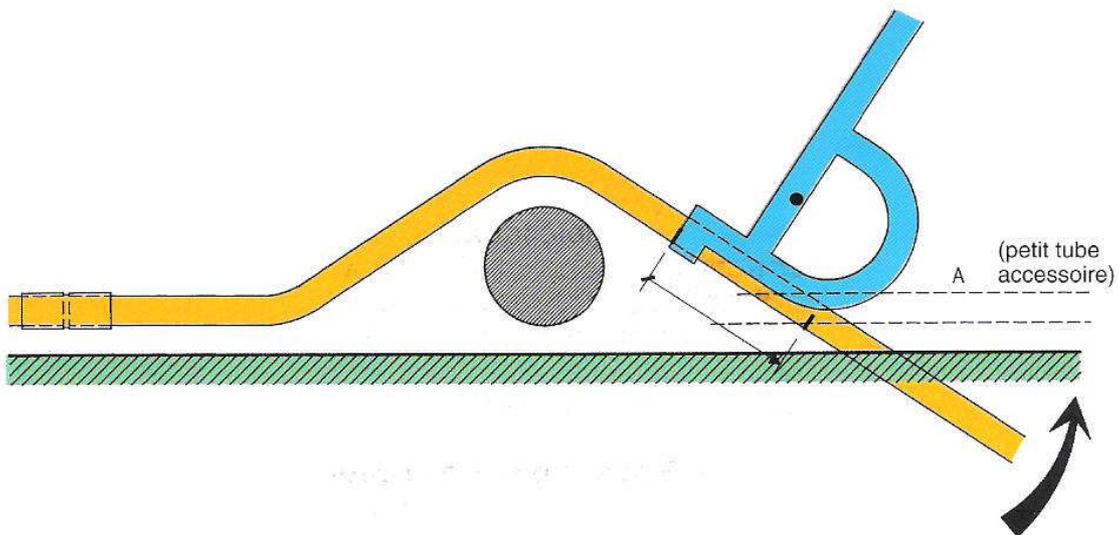
Nous mesurons enfin CD (la distance de cintrage). Nous marquons le point D sur le tube.

Nous commençons à cintrer à partir de D, jusqu'à ce que le tube se trouve à la tangente du cercle (ayant pour rayon BC).

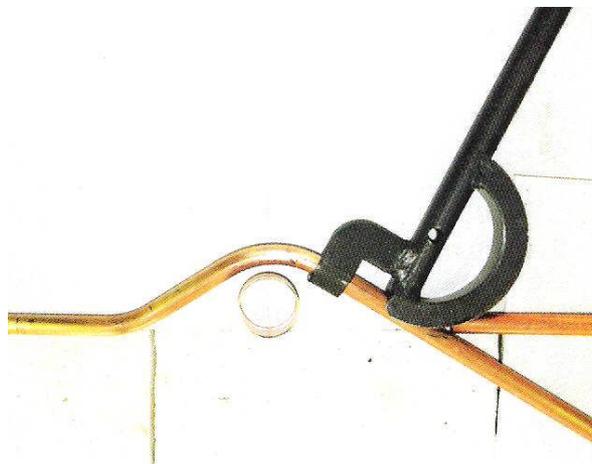


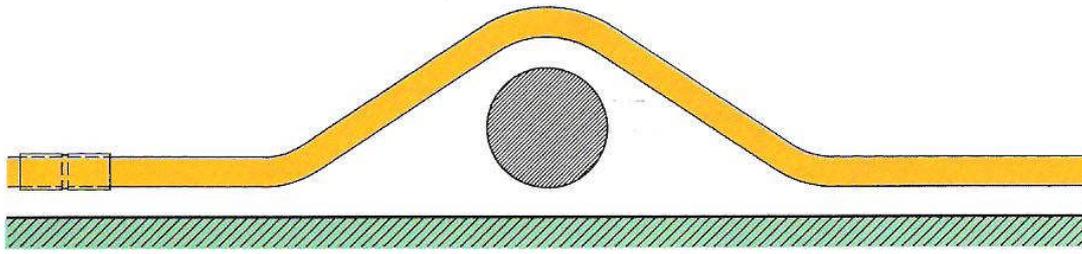
Nous plaçons un petit tube accessoire A ayant le même angle de cintrage que le tube déjà cintré.

Nous plaçons la cintreuse contre le petit tube et nous marquons un repère avant le crochet de la cintreuse.



Ensuite, le dernier coude est cintré selon la même méthode, compte tenu du petit tube accessoire. Placer la cintreuse sur le repère et cintrer au bon angle.





Tout le passage de contournement est réalisé (il a la forme d'un « chapeau de gendarme »)