

CHAPITRE III

LA CHAUDIÈRE (suite)

La tubulure

SOMMAIRE. — Tubes à fumée. — Causes de remplacement. — Remplacement des tubes. — Utilisation des vieux tubes. — Montage des tubes dans les plaques tubulaires de foyer en acier. — Pose de bagués filetés sur une plaque tubulaire.

18. Tubes à fumée. Le faisceau tubulaire divise les gaz de la combustion, augmente la surface de chauffe et favorise ainsi la vaporisation en utilisant le mieux possible la chaleur contenue dans ces gaz.

Les tubes à fumée étaient autrefois en laiton, métal très bon conducteur de la chaleur, résistant bien aux corrosions, facile à souder et, par suite, à réparer.

Aujourd'hui, grâce aux progrès de la métallurgie, on emploie presque exclusivement en France des tubes en acier doux, étirés, sans soudure, moins coûteux que les tubes en laiton, de pose facile et aisément réparables, grâce à la soudure autogène.

On a utilisé également des tubes à ailettes intérieures (dits tubes Serve, du nom de l'inventeur) (fig. 14), dans le but d'augmenter la surface de contact avec les gaz chauds et, par suite, de favoriser la vaporisation. Mais ces tubes sont obstrués facilement par la suie et, en raison de leur rigidité, ils exercent par leur dilatation des poussées trop fortes sur les plaques tubulaires. Aussi leur emploi tend-il à être abandonné pour les tubulures de grande longueur (plus de 5 m), parce qu'alors leurs avantages s'atténuent tandis que leurs inconvénients s'aggravent.

Les tubes sont généralement disposés en rangées verticales, ce qui facilite le dégagement de la vapeur et la chute du tartre au lavage (fig. 15).

Comme ils ne peuvent être emmanchés ou retirés que par la boîte à fumée, les trous de la plaque tubulaire du foyer ont un diamètre légèrement plus petit et ceux de la plaque tubulaire de boîte à fumée, un diamètre légè-

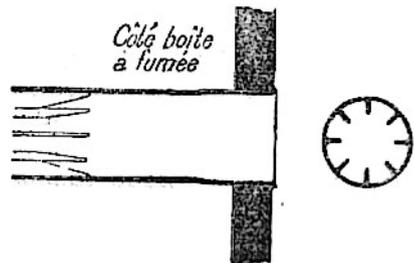


Fig. 14.

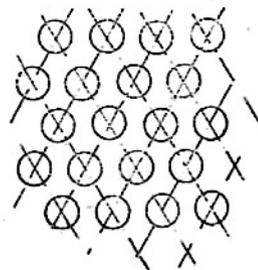


Fig. 15.

ment plus grand que le diamètre normal du tube entre les plaques. Le tube est, par suite, rétreint à l'extrémité côté foyer et légèrement évasé à l'autre extrémité.

19. Causes de remplacement. Indépendamment des tubes nettement avariés par usure ou rupture, on doit considérer comme défectueux et réformer, au plus tôt, les tubes reconnus cintrés.

Quand une fuite se produit entre le tube et la plaque, il vaut mieux le retirer et le remplacer après avoir soigneusement nettoyé ses portées dans les plaques plutôt que d'essayer de l'étancher par un mandrinage. Une fuite laisse, en effet, le plus souvent, du tartre ou de l'oxyde entre le tube et la plaque; le mandrinage ne donne, en ce cas, qu'une étanchéité précaire: on est conduit à le répéter et l'on risque ainsi de fatiguer les plaques et de déformer leurs trous.

Les tubes sont, en général, mandrinés et rivés du côté du foyer, simplement mandrinés du côté de la boîte à fumée. L'emploi de viroles placées à l'intérieur du tube côté foyer pour l'appliquer fortement contre la plaque, tend à disparaître: on ne les utilise généralement que si l'état de la plaque tubulaire ne permet pas d'effectuer la rivure dans de bonnes conditions.

20. Remplacement des tubes. 1° *Retrait des tubes.* a) *Retrait d'un tube isolé.* Après enlèvement de la rivure au burin, on *trèfle* les deux extrémités du tube; c'est-à-dire que l'on rabat vers le centre, au moyen d'une *langue de carpe*, la matière placée en quatre points, opposés deux à deux, de la circonférence du tube ABCD (fig. 16) de manière à le décoller de son logement; pour

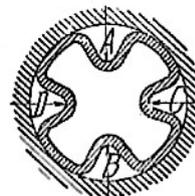


Fig. 16.

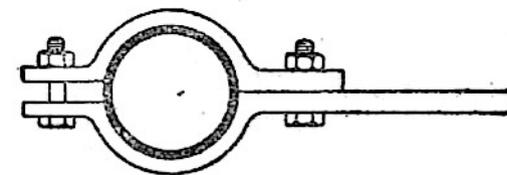


Fig. 17.

le chasser ensuite vers la boîte à fumée, on frappe sur un mandrin appuyant sur l'extrémité côté foyer.

Lorsque le tube a dépassé d'une quantité suffisante la plaque de boîte à fumée, on le saisit à l'aide d'une bride à collier (fig. 17) et on le retire vers l'extérieur en le faisant tourner légèrement dans un sens et dans l'autre pour en détacher le tartre.

Il faut éviter d'exercer sur l'extrémité avant du tube un effort de traction excessif qui risquerait de détériorer la plaque tubulaire avant. C'est ainsi que l'emploi d'une locomotive tirant sur le tube au moyen d'une chaîne attachée au crochet de traction doit être proscrit.

b) *Retrait d'une tubulure.* En ce cas, il est préférable de couper tous les tubes au ras des plaques tubulaires à l'intérieur, au moyen du coupe-tubes (fig. 18), ce qui est facile et rapide.

Les parties centrales des tubes tombent alors dans la chaudière; on les retire par le trou de l'un des tubes supérieurs, d'un diamètre un peu plus élevé que tous les autres pour faciliter ce retrait.

Les bagues restées dans les trous des plaques s'enlèvent ensuite très aisément.

c) *Retrait d'un gros tube à surchauffe.* Pour éviter de déformer trop fortement l'extrémité du tube par tréflage, on peut opérer comme suit :

couper la rivure au burin; chauffer légèrement au chalumeau l'intérieur du tube sur tout le pourtour, à

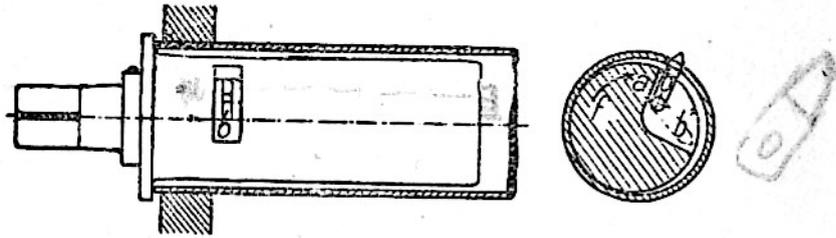


Fig. 18. — Schéma d'un coupe-tubes

En manœuvrant l'appareil dans le sens *f*, l'outil *b*, primitivement effacé en *b'* dans l'encoche de l'appareil, s'enfonce progressivement dans le tube et, entraîné par le bord *a* de l'encoche, coupe entièrement le tube, après un tour de l'appareil.

l'emmanchement des plaques. En se refroidissant, le métal du tube se resserre et n'applique plus contre celles-ci. Le retrait est alors très facile.

2° *Préparation de la tubulure.* Les tubes soit neufs, soit rabotés sont coupés à une longueur telle qu'une fois en place, ils aient une saillie de 8 mm sur la plaque tubulaire de boîte à fumée; cette saillie permet, en cas d'usure de l'autre extrémité, de les enfoncez un peu plus; en outre, il faut que ces tubes aient du côté foyer une saillie égale à deux fois environ l'épaisseur du tube, pour former la rivure.

On donne à un premier tube, après l'avoir successivement présenté en diverses régions des plaques tubulaires dans deux trous correspondants de ces plaques, la longueur moyenne qui permettra de l'utiliser dans une quelconque de ces régions. Une fois mis de longueur, ce tube sert d'étalon pour les autres.

On rétreint à chaud l'extrémité côté foyer de chaque tube en l'enfonçant dans une matrice légèrement conique

et on évase l'autre extrémité, préalablement chauffée au rouge cerise, au moyen d'un mandrin que l'on enfonce dans le bout du tube chauffé au rouge cerise.

Avant la mise en place, il faut avoir soin de recuire les deux extrémités des tubes, faute de quoi le métal trop aigre risquerait de se fissurer lors du mandrinage à froid.

3° *Pose des tubes.* Les trous des plaques tubulaires sont percés cylindriques, mais on alèse ceux du côté foyer pour leur donner une conicité de 1/40 (inclinaison de la génératrice sur l'axe), soit une différence d'environ 1 mm 5 entre les diamètres intérieur et extérieur d'un trou dans une plaque de 30 mm d'épaisseur (fig. 19). Les tubes sont sertis dans les plaques au moyen d'appareils spéciaux dits à mandriner (fig. 20), formés de trois ou cinq galets *g* logés dans des cavités pratiquées dans le corps de l'appareil et s'appuyant sur une broche centrale conique *b*. La rotation de cette dernière entraîne celle des galets qui roulent sur la surface inté-

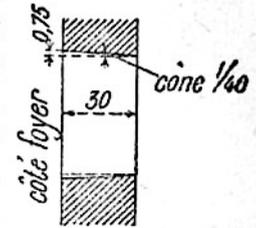


Fig. 19

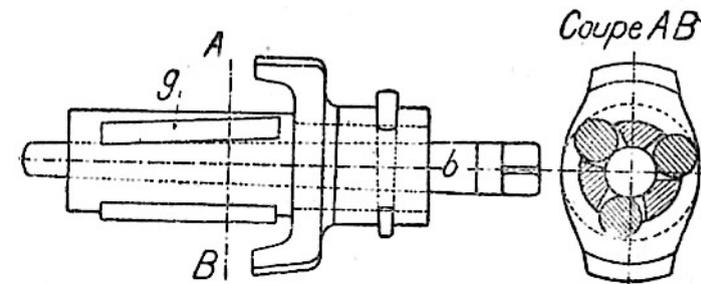


Fig. 20. — Appareil à mandriner.

rieure du tube. Celui-ci est ainsi appliqué fortement contre la plaque au fur et à mesure que l'on enfonce la broche.

Le mandrinage doit être fait avec un soin tout spécial, à l'aide d'appareils en bon état. En particulier, des

broches trop usagées donnent au tube une conicité trop grande, d'où résulte un serrage irrégulier contre la plaque. Pour obtenir l'étanchéité, on peut ainsi être conduit à mandriner trop énergiquement, à ovaliser les trous, à fatiguer le métal et à provoquer des fissures dans la plaque tubulaire.

Les opérations de la pose des tubes se font dans l'ordre suivant :

1° mettre en place tous les tubes de la chaudière;

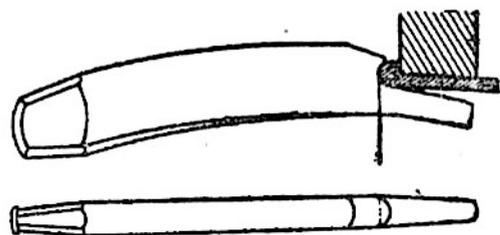


Fig. 21.

2° mandriner en suite le bout de tous les tubes dans la boîte à fumée;

3° enfoncer dans chacun des tubes du côté foyer un mandrin graissé, d'une conicité égale à celle du trou

de façon à appliquer le tube sur la surface intérieure du trou, sans forcer;

4° mandriner les tubes du côté foyer, après avoir pris la précaution d'enfoncer des tampons en acier dans les tubes entourant immédiatement celui sur lequel on opère, afin d'éviter les déformations de la plaque pendant le mandrinage;

5° rabattre la saillie côté foyer sur la plaque tubulaire et former la rivure à l'aide d'un outil spécial, à border (fig. 21).

21. Utilisation des vieux tubes. Les tubes usagés, mais encore en bon état, peuvent, après avoir été nettoyés et détartrés, être utilisés pour les remplacements de tubes hors d'usage.

A cet effet, on scie les bouts qui ont été avariés lors du retrait et l'on utilise la longueur de tube restante pour une série de machines dont la tubulure est plus courte.

Raboutage. On peut également utiliser le tube trop court en le raboutant à la soudure autogène, c'est-à-dire, en soudant un bout de 20 à 30 cm de longueur, qui sera, autant que possible, placé du côté de la boîte à fumée.

22. Montage des tubes dans les plaques tubulaires de foyer en acier (fig. 22). Avant la mise en

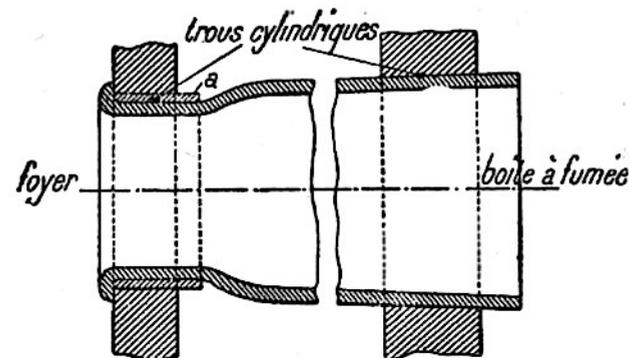


Fig. 22.

place du tube, on introduit et on mandrine légèrement dans les trous de la plaque tubulaire, une virole en cuivre recuit (*a*) de 1,5 à 2 mm d'épaisseur, en retrait de 1/2 à 1 mm par rapport à la face arrière de la plaque. Les tubes sont ensuite posés comme précédemment.

La virole en cuivre sert de fourrure, de joint, car l'étanchéité laisserait à désirer, s'il y avait portée directe du tube en acier sur la plaque en acier.

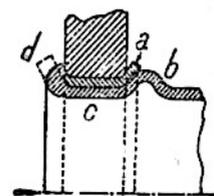


Fig. 23.

La fixation des gros tubes surchauffeurs est souvent complétée par un bourrelet intérieur (*b*) au ras de la plaque tubulaire (fig. 23).

Ce bourrelet peut être fait au moyen d'un appareil à galets qui assure en même temps le rabattement de

l'extrémité arrière du tube contre la plaque tubulaire, en sorte que celle-ci est serrée entre les deux parties *b* et *d*. La rivure arrière est faite en dernier lieu.

23. Pose de bagues filetées sur une plaque tubulaire. Lorsqu'une plaque tubulaire présente des cas-

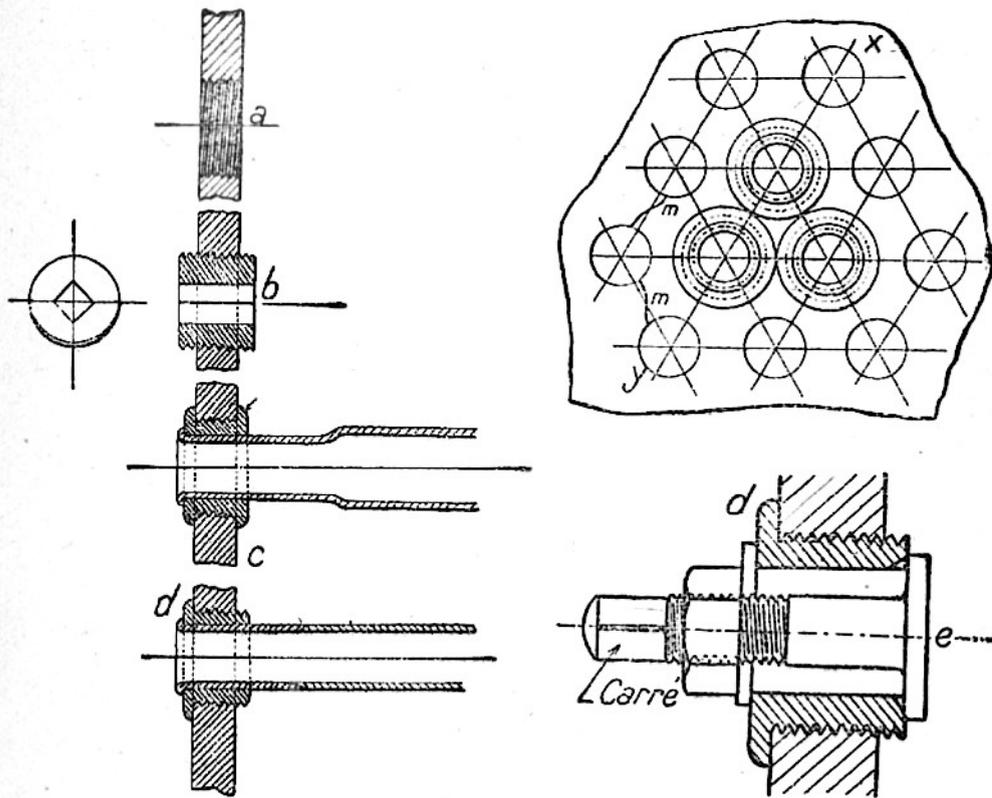


Fig. 24.

sures *m* entre deux ou trois tubes (fig. 24), on peut effectuer la réparation ci-après :

Après enlèvement de ces tubes, on alèse et on taraude les trous *a* intéressés par la cassure. On filete, au pas du taraud employé, des bagues en cuivre rouge *b*, percées d'un trou carré qui permet de les visser dans la plaque tubulaire. On laisse dépasser ces bagues de

5 mm de chaque côté de la plaque; puis, on les rive de manière que les rivures recouvrent entièrement la cassure. La rivure ne peut se faire que du côté foyer en *d* si la tubulure n'a pas été enlevée; dans le cas contraire, elle se fait des deux côtés, en *d* et en *c*; cela fait, on alèse les trous des bagues de manière à leur laisser une épaisseur de 4 à 5 mm environ au fond du filet. Le diamètre d'alésage se trouvant ainsi inférieur à celui du tube primitif, l'extrémité du tube mis en place doit être un peu plus fortement rétreinte.

Sur certains réseaux, les bagues filetées sont alésées et comportent la collerette *d* avant leur mise en place; on les visse en les saisissant au moyen d'un boulon spécial *e*. La collerette est matée sur la plaque tubulaire et l'extrémité opposée rivée comme précédemment, si la tubulure a été démontée.

QUESTIONNAIRE

18. Quel est le rôle du faisceau tubulaire? En quel métal sont les tubes à fumée? Comment sont-ils emmanchés et fixés dans les plaques tubulaires? — 19. Quelles sont les causes de remplacement des tubes? Doit-on mandriner un tube dans le cas de fuite entre la plaque et le tube? — 20. Indiquez les diverses opérations que comporte le remplacement des tubes. — Pourquoi doit-on réduire les extrémités d'un tube avant de le mettre en place? Les trous des plaques tubulaires sont-ils cylindriques? Quelles précautions doit-on prendre lors du mandrinage, pour éviter de déformer les trous des tubes voisins et la plaque? — 21. Comment utilise-t-on les vieux tubes? — 22. Indiquez comment s'effectue le montage d'un tube à fumée dans une plaque tubulaire en acier. — Cas d'un gros tube à surchauffe. — 23. Comment s'effectue la mise en place de bagues filetées sur une plaque tubulaire?

EXERCICES D'ATELIER

Remplacer des tubes à fumée : *a*) isolés; *b*) tubulure entière. — Poser des bagues filetées sur une plaque tubulaire et monter ensuite leurs tubes à fumée.