

CHAPITRE 5. TECHNIQUE DE RECHARGEMENT A L'ARC

1– Presentation, définition et but :

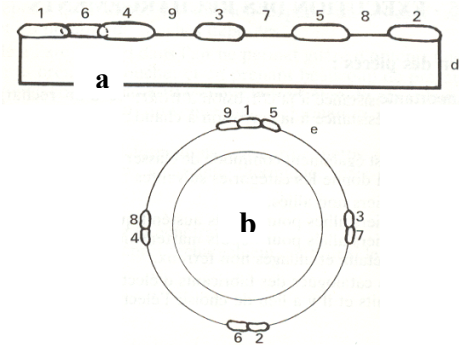
Selon leur origine, les dégradations subies par les structures métalliques ou les machines en service peuvent prendre plusieurs aspects :

➤ rupture brusque imprévisible; l'arrêt ainsi provoqué pouvant stopper toute une fabrication, la rapidité d'exécution de la réparation devient essentielle;

➤ mise hors d'usage par usure progressive; dans ce cas, une pièce de remplacement peut être préparée à l'avance et la pièce usée est souvent alors remise en état pour servir à son tour de pièce de rechange.

Il faut également considérer le cas des pièces déformées mais non rompues, dont la réparation consiste en un redressement et fréquemment un renforcement.

Enfin, le besoin de réparation s'applique aussi aux pièces neuves présentant un défaut de fabrication qu'il s'agit de corriger pour sauver du rebut des pièces déjà usinées ou des pièces de fonderie sortant du moule.



Le rechargement est une variante du soudage qui consiste, non pas à assembler des pièces métalliques entre elles, mais à recouvrir leur surface d'une ou plusieurs couches d'un métal identique ou différent. On peut ainsi :

- reconstituer une pièce usée;
- conférer localement à des pièces neuves une résistance meilleure que celle du corps de la pièce (à l'usure, à l'oxydation à chaud...) ou encore améliorer leur coefficient de frottement.

Dans le rechargement à l'arc, le métal est déposé à partir d'une électrode « de rechargement » dont les caractéristiques sont fonction de ce qui est demandé au métal ainsi déposé.

2– Contraintes thermiques :

Le métal support et le métal d'apport sont généralement différents; ils n'ont ni le même coefficient de dilatation, ni le même module d'élasticité, ni le même coefficient de Poisson. Par suite, le retrait au refroidissement ne sera pas le même pour chacun de ces métaux, ce qui provoque une déformation et des contraintes thermiques.

Les procédés classiques pour prévenir les déformations peuvent permettre d'obtenir des pièces rondes non déformées et sans contrainte thermique, mais il sera toujours bon :

- de préchauffer,
- de réduire l'apport de chaleur pour limiter la pénétration,
- éventuellement de traiter thermiquement après rechargement, surtout si le métal est sujet à fissuration.

3– Choix des électrodes :

Ce choix suit les mêmes règles que s'il s'agissait de souder des structures neuves. Toutefois, la composition précise du métal de base étant souvent indéterminée et pouvant

comporter des risques de trempe, il peut-être préférable d'adopter des électrodes de type «universel»

4- Exécution des rechargements :

4-1 Préparation des pièces :

- Nettoyer les surfaces à recharger en les débarrassant de toute trace de graisse, rouille, peinture.
- Rechercher des éventuelles fissures; la fissure sera arrêtée à sa naissance par un trou.
- Arrondir les angles vifs si la pièce en comprend.
- Disposer la pièce sur un montage ou un positionneur et d'en profiter pour prendre les mesures susceptibles d'éviter les déformations.

4-2 Mode opératoire :

Les cordons sont disposés parallèlement dans l'ordre de la figure **d** et de telle façon qu'il n'y ait pas de vide; pour les pièces de révolution, les cordons sont déposés parallèlement à l'axe comme le montre la figure **c**.

Le soudeur devra régler sa vitesse d'avancement de façon à fondre le métal de base, mais sans pénétration importante. Après l'exécution de chaque cordon, il est nécessaire de piquer soigneusement le laitier et de brosser complètement.

4-3 Préchauffage et traitement thermique :

Les procédés de chauffage avant et après rechargement sont les procédés classiques décrits par ailleurs. Leur choix dépend de la température désirée ainsi que de la forme et des dimensions de la pièce à recharger. Le contrôle de température ne demande pas une grande précision mais doit être prévu.

5- Contrôle et finition :

Le contrôle d'une pièce rechargée comprend :

- le contrôle d'aspect; l'examen visuel des cordons permet d'observer leur forme;
- la recherche des défauts, les plus importants étant le manque de liaison entre cordons, les inclusions de laitier et les fissures;
- la vérification des cotes;
- la mesure de la dureté si le but du rechargement est d'obtenir une surface dure.

La finition se limite parfois à un simple nettoyage qui peut se faire par sablage ou grenailage; il est souvent nécessaire d'usiner les arbres rechargés. Dans le cas du meulage, il faut le pratiquer sous arrosage continu pour éviter toute surchauffe qui compromettrait la dureté et pourrait même provoquer des fissures.

6- REPARATIONS PAR SOUDAGE A L'ARC :

6-1- Etude préalable :

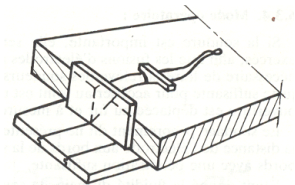
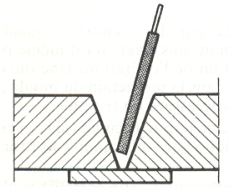
Le travail de réparation comporte l'exécution de soudures et de rechargements. Tous les procédés connus peuvent être envisagés, mais il en est toujours un qui s'avère plus avantageux pour faciliter le travail et assurer un résultat satisfaisant dans le meilleur délai. Une étude préalable détaillée selon le schéma suivant est nécessaire. Cette étude est un facteur essentiel de réussite.

- Nature du dommage à réparer : usure par frottement, par abrasion, par chocs, par corrosion, type de rupture (fragile, par fatigue, par choc), défaut de fabrication;
- Nature du métal de base, identification, dureté, état d'érouissage, traitements subits antérieurement, soudabilité ;
- Nécessité de préparer des pièces en remplacement des fragments perdus ou inutilisables;
- Résistance mécanique à exiger des pièces réparées, nécessité de renforcer la pièce avariée;
- Nécessité d'un usinage de finition ou d'un traitement thermique après réparation; contraintes résiduelles tolérables, précision exigée;

6-2- Exécution des réparations :

6-2-1 Préparation :

- Décaper soigneusement les pièces au moins dans la zone à réparer.
- Ouvrir suffisamment le joint pour permettre à l'électrode de pénétrer au fond du chanfrein.
- Si le volume du joint est important, il est nécessaire de le cloisonner pour constituer plusieurs volumes plus petits en utilisant des plaques de graphite.
- Lorsqu'il s'agit de reconstituer une pièce rompue, il est recommandé de constituer autour de la cassure un moule à l'aide de plaque de graphite, de sable et de briques.
- préchauffer délicatement si la pièce avariée fait partie d'un ensemble massif ou bridé.
- Maintenir en position les pièces. Dans toute la mesure du possible, le soudage se fera à plat.

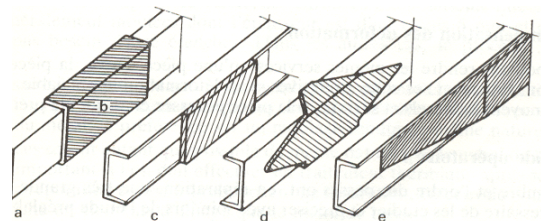


6-2-2 Mode opératoire :

Le nombre et l'ordre des passes ont, en réparation, une très grande importance; il est nécessaire de les étudier et préciser avec soin lors de l'étude préalable, en tenant le plus grand compte de retraits successifs. Le travail doit être presque minuté, entrecoupé parfois de pauses pour le refroidissement si l'on soude à froid ou, au contraire, mené rapidement sans interruption, en prévoyant la relève des soudeurs, si l'on préchauffe.

6-2-3 Travaux de renforcement :

a- Renforcement d'un profil en C : Les méthodes simples de renforcement illustrées par les figures **a** et **c** créent un changement brusque de module d'inertie qui favorise une rupture encore plus rapide que si on n'avait rien fait; il convient de réaliser un changement de section progressif en adoptant une des solutions **d** ou **e**.



b- Renforcement d'un arbre de transmission rompu : Le renforcement d'un arbre de transmission en l'entourant d'un



manchon soudé ou brasé crée également une variation brusque du module d'inertie. En outre, on ajoute une masse additionnelle non négligeable qui modifie le régime vibratoire et peut abaisser la vitesse critique en dessous de la plus grande vitesse de régime. On aura affaibli la pièce en croyant la renforcer.

6-2-4 Cas des pièces de fonderie en fonte :

Une pièce en fonte cassée se répare de façon différente selon sa forme et son épaisseur et trois cas sont à envisager :

- pièce de forme élancée, libre de se dilater ou de se rétreindre, au moins d'un côté. On peut souder à froid à l'arc sans précaution particulière;
- pièce bridée de part et d'autre de la cassure mais mince et relativement déformable. Les bords de la cassure peuvent être écartés par un vérin mécanique que l'on desserre progressivement au cours du refroidissement. Un exemple sera donné plus loin;
- pièce bridée et peu déformable. Les bords de la cassure ne peuvent être écartés que par le préchauffage et la dilatation progressifs de zones convenablement choisies. Un exemple est également donné plus loin.

6-3– Finitions et contrôles :

Les principales opérations de finition et de contrôle sont :

- les traitements thermiques partiels ou d'ensemble destinés à la relaxation des contraintes internes et à l'amélioration du grain;
- la vérification des dimensions;
- la vérification de l'aptitude à supporter les conditions de service; recherche des défauts par examen visuel ou par une ou plusieurs des méthodes usuelles;
- la correction des déformations ou l'usinage des pièces pour les amener aux cotes voulues ;
- la protection des pièces par métallisation, peinture, etc.

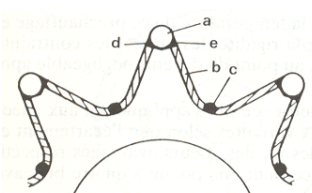
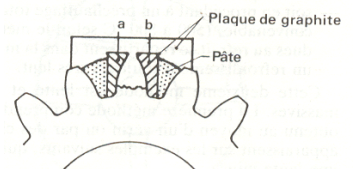
6-4- Exemples de réparation :

6-4-1 Réparation des dentures :

Les engrenages et les pignons pour chaînes de petites dimensions se réparent de préférence au chalumeau par soudage ou soudobrasage, en rapportant au besoin des éléments préparés.

S'il s'agit de pièces plus importantes, on peut les réparer même en position par soudure ou rechargement à l'arc. Pour faciliter ce travail et limiter considérablement les meulages ultérieurs de mise au profil, on opérera comme suit :

- une dent d'engrenage en fonte sera réparée facilement en faisant usage de moules composés de plaquettes de graphite taillées comme le montre la figure 4. Le dépôt de métal pourra se faire sans préchauffage ou avec un léger préchauffage local.
- La partie cassée ou fortement usée d'une dent de pignon à chaîne sera remplacée par une pièce cylindrique a prise sur une barre ronde en acier dur. Si les faces sont fortement usées, on pourra également, après un meulage approprié, rapporter une tôle b en acier allié dans chaque intervalle entre deux dents.



6-4-2 Réparation des poulies et volants :

Cette réparation comporte une certaine difficulté, car après soudage et refroidissement, la pièce doit être bien circulaire, sans aucun faux rond. On y parvient :

- soit en écartant les bords de la cassure avant de souder, d'une quantité égale au retrait prévisible au refroidissement;
- soit en procédant à un préchauffage total; si la température de ce préchauffage est convenable, (500 à 800 °C selon le métal et la rigidité des pièces) les contraintes dues au retrait se répartissent dans la masse, au point de devenir négligeable après un refroidissement toujours très lent.

Cette deuxième méthode est lente et coûteuse et ne s'applique qu'aux pièces massives. La première méthode comprend deux variantes selon que l'écartement est obtenu au moyen d'un vérin ou par des chaudes locales. Leurs avantages respectifs apparaissent sur les exemples suivants, qui concernent une poulie à quatre bras avec une jante mince :

- la cassure étant à égale distance des deux bras, on peut écarter les lèvres soit avec un vérin (fig a) soit par des chaudes locales (fig b) sur les deux bras adjacents. Les deux solutions sont

techniquement équivalentes, mais la première est plus simple et ne nécessite pas la présence d'un aide ni l'emploi d'un brûleur; elle est donc plus économique.

- si au contraire la cassure est voisine d'un bras, la chaude pratiquée en C (fig a) écarte les lèvres tout en les maintenant en face l'une de l'autre, tandis que l'usage du vérin provoque simultanément l'écartement et la dénivellation des bords (fig b). Seule la première méthode convient.

Les remarques précédentes s'appliquent à toutes les variétés de poulies ou de volants en fonte grise, fonte malléable, acier moulé, etc., à 4, 5 ou 6 bras et même à voile central plein ou ajouré. D'autres exemples d'applications sont données sur les figures a, b, c où les zones à chauffer sont hachurées.

Si la même poulie est cassée en plusieurs endroits, chacune des soudures se ramènera au cas précédent, à la condition qu'elles se succèdent dans un ordre logique. En pareil cas, le préchauffage total est recommandé.

