



SEPTEMBRE 2015

< METALLURGIE ET MECANIQUE DE LA PETANQUE >  
Partie 3 : Les procédés de fabrication : usinage / TTH / TS

Bonjour à toutes et à tous,

Pour clôturer tranquillement cet été, l'équipe de **METALCORNER** poursuit sa trilogie technico-ludique avec cette 15<sup>ème</sup> Newsletter. La N°13 nous avait permis de réfléchir sur le produit en lui-même (caractéristiques mécaniques, norme, brevets et exigences divers). Cette newsletter complète la précédente en regardant les opérations dites de « parachèvements » : l'usinage, le TTh et le TS.

**a) L'usinage**

Pour pouvoir usiner correctement les boules de pétanque, il est possible à ce stade, de réaliser un recuit (chauffage de 30 à 35 minutes dans un four à  $AC_3+50^{\circ}C$  pour les boules en acier faiblement allié et  $AC_1+50^{\circ}C$  ; pour celles en acier inoxydable, cette opération sera suivie d'un refroidissement lent et contrôlé).

Avec pour les aciers faiblement alliés ( $C\% < 0,6$ ) :

$AC_3 \sim 910-203VC-15,2Ni+44,7Si+104V+31,5Mo+13,1W-30Mn-11Cr-20Cu+700P+400Al+120As+400Ti$

Et pour les aciers inoxydables martensitiques :

$AC_1 \sim 310+35Cr+3,5 (Cr-17)^2+60Mo+73Si+170Cb+290V+620Ti+750Al-250C-280N-115Ni-66Mn-18Cu.$

L'utilisation de technologies sous vide ou à atmosphères contrôlées est indispensable, cela permettra d'éviter le phénomène de décarburation synonyme d'un abaissement de la quantité de carbone en surface et donc préjudiciable à l'obtention de la dureté souhaitée en vue d'une utilisation optimale. Ce traitement a pour objectif d'adoucir et d'homogénéiser la structure métallurgique afin d'améliorer grandement l'usinabilité des aciers : amélioration du rendement de coupe, de l'état de surface, de la précision dimensionnelle et réduction de l'usure des outils. Pour les aciers inoxydables martensitiques, le recuit d'adoucissement complet permettra une globulisation optimisée des carbures.

Il sera ensuite pratiqué les opérations suivantes : le tournage (pour assurer une géométrie et un équilibrage de la boule), le striage (pas systématique) (Cf. figure 1), le poinçonnage et le marquage.



SEPTEMBRE 2015



Figure 1 : Illustration des opérations de tournage et striage.

### b) Le traitement thermique de renforcement des caractéristiques mécaniques

L'objectif de cette étape est de fournir les caractéristiques mécaniques nécessaires à l'utilisation du produit (globalement  $R_m \in [1100 \text{ MPa} ; 1400 \text{ MPa}]$ ) en obtenant la phase métallurgique que l'on appelle la martensite, cette opération sera décomposée en 3 parties :

- L'austénitisation qui permet d'obtenir la phase cubique face centrée de l'acier (l'austénite) et la remise en solution des carbures (principalement pour les aciers inoxydables). Le chauffage s'effectue sous vide ou sous atmosphères contrôlées, pour les raisons déjà évoquées, à des températures proches de celles des recuits avant usinage. Il est également possible d'utiliser le chauffage par induction pour réaliser cette opération. Cette solution est très intéressante à plus d'un titre : rendement énergétique, intégration du moyen dans la ligne d'usinage, temps de cycle, suivi des paramètres en production...
- La trempe qui correspond à un refroidissement plus ou moins rapide (gaz, huile, eau + polymère) selon la trempabilité de l'acier est réalisée souvent unitairement pour les boules de haute qualité. A ce stade, le matériau s'est fortement durci grâce à la transformation de l'austénite en martensite mais cette phase est trop fragile pour être utilisée en état,
- Le revenu, qui se positionne juste après la trempe a pour objectif d'adoucir et de rendre plus tenace la structure martensitique brute de trempe en réchauffant le produit entre 260 à 450° C. Ce traitement permettra également de relaxer les contraintes résiduelles de traction associées à la trempe dans la masse. Concrètement sur le produit, ce traitement permettra de limiter les reculs lors des « tirs au fer » et les rebonds lors des pointés au moment du contact avec le terrain. Dans le cas de moyens de production inductifs, on utilise très souvent comme fluide de trempe de l'eau associée à des polymères type PAG (polyalkylène glycol).



SEPTEMBRE 2015

### c) Finition, traitement de surface

Après traitement thermique, les boules en acier inoxydables martensitiques sont pratiquement prêtes à l'emploi, on réalisera juste un polissage de finition.

En revanche, pour les boules en acier faiblement allié, deux choix s'offrent aux pratiquants : le polissage / vernissage ou la réalisation d'un traitement de surface par voie chimique ou électrochimique (Cf. figure 2).



Figure 2 : Support en vue des traitements de surface.

On retrouve un large choix de traitements de surface pour la protection face à la corrosion atmosphérique des boules de pétanque en acier au carbone : zingage, nickelage, nickel chimique et l'ensemble de la gamme des dépôts de chrome : décoratif, mat, brillant ou noir, qui sont les plus utilisés. Nous rappelons qu'il est interdit d'utiliser des techniques telles que la plastification, la protection par peinture et l'émaillage.

Prenons l'exemple du dépôt de chrome noir qui est un dépôt à vocation technique et décoratif, il peut être composé d'une ou plusieurs sous couches (Cu+Ni, Ni de Wood + Ni, Ni seul) avec une finition grasse ou sèche. Ce dépôt est obtenu par voie électrolytique en milieu acide ; de par son faible rendement cathodique, il ne peut être réalisé qu'en bain mort. L'épaisseur du chrome noir peut varier entre 0.2 et 0.8  $\mu\text{m}$  pour un revêtement qui pourra atteindre 15 à 20  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.

### I. Conclusions

Comme nous avons pu le constater, la boule de pétanque de compétition qui possède sa norme NF fortement inspirée du cahier des charges très précis de la Fédération Française de Pétanque et Jeu Provençal (matière, dureté, équilibrage, poids, diamètre, marquage réglementaire, ...) est un produit très technique avec une vingtaine d'opérations de



SEPTEMBRE 2015

fabrication (mise en forme, soudage, traitements thermiques, usinage, traitements de surface).

A l'image d'une gamme de fabrication d'un organe de boîtes de vitesses ou d'un élément de transmission pour l'automobile, on retrouve de nombreuses opérations réalisées par des procédés dits spéciaux. A cela, on peut ajouter la difficulté de taille associée à la préhension du produit sphérique pour chaque étape de la gamme.

Le produit doit satisfaire à de nombreuses exigences qualité qui seront validées par des tests (test du rebond, le test de l'encaissement de coups) et des contrôles (de la dureté, de l'équilibrage (passage au marbre), du diamètre, du poids, ...).

C'est pour l'ensemble de ces raisons que les fabricants de boules de pétanque sont sans cesse tournés vers l'innovation et les hautes technologies pour améliorer la qualité et les performances de leurs produits avec comme dernier exemple en date la boule à « rebond contrôlé » qui permet de réduire l'effet de résonance interne du produit.

A cela on peut ajouter l'innovation, bien connu maintenant, associée à la modification de la morphologie de la surface interne de la boule.

Voilà, que s'achève notre trilogie sur les produits et les procédés associés à la boule de pétanque. L'équipe de **Métallo Corner** vous souhaite de bonnes vacances d'été et vous donne rendez-vous à la rentrée pour une newsletter tournée vers **l'induction et le suivi des paramètres process en continu**.

**(Merci à l'entreprise Obut  
pour les illustrations)**