



NOTRE METHODE



LES EXPERTS

« Conception industrielle »

NEWS Mars 2024

La métallurgie du golf Matériaux & procédés de fabrication des fers

4^{ème} PARTIE : Structures métallurgiques moulées ou forgées

On s'aperçoit qu'en fonction des procédés de fabrication, la structure métallurgique des produits fabriqués varie fortement. Il est donc important de pouvoir sélectionner la structure métallurgique appropriée à son style de jeu et aux ressentis recherchés.

III. La métallurgie au service des golfeurs.

Les golfeurs recherchent des frappes précises et permettant de parcourir les plus grandes distances possibles pour envisager un « Eagle » (trou réalisé deux coups en dessous du par), voir un « Albatros » (trou réalisé trois coups en dessous du par). On parlera de puissance de frappe, paramètre fortement corrélé au swing du golfeur ; comme on dit ce n'est pas l'arc qui fait l'indien, la métallurgie à ses limites...

Le golfeur souhaite également donner des effets dans sa balle (effet coupé ou rétro « le fade » pour rester sur le green ou l'inverse l'effet brossé : le « draw » pour gagner de la distance sur le parcours). On entre dans le registre du toucher et des sensations

On s'aperçoit que le choix des matériaux métalliques pour la fabrication des têtes de golf va être fonction de ce que recherche le golfeur tant au niveau de la puissance de frappe qu'au niveau de la sensation du contact. Nous n'aborderons pas l'aspect vibratoire du club lors de la frappe qui intéresse également fortement les joueurs. Ce paramètre fera l'objet d'un futur article.

On peut partir du postulat que plus la matière a une dureté élevée et plus le touché sera « sec » (à l'opposée d'un touché « doux », *les golfeurs comprendront...*) et plus la vitesse de balle sera élevée en sortie d'impact ce qui permettra d'atteindre des distances plus grandes pour une même force de frappe.

Les aciers utilisés pour les fers peuvent généralement être divisés en 2 grandes familles :

- **les aciers faiblement** (8615, 8620 et 8625) ou non alliés (1020 - 1025 – 1040) que l'on utilise globalement pour des têtes estampées (Cf. figure 14). On peut également trouver des pièces moulées comme l'illustre la structure de fonderie de la figure 15. Malgré l'utilisation d'une même nuance d'acier (0.2%C + Ni,Cr,Mo), la structure métallurgique et la dureté diffèrent en fonction du mode d'élaboration. Les faces de chacun de ces clubs n'auront donc pas le même touché.



NOTRE METHODE



LES EXPERTS

« Conception industrielle »

NEWS Mars 2024

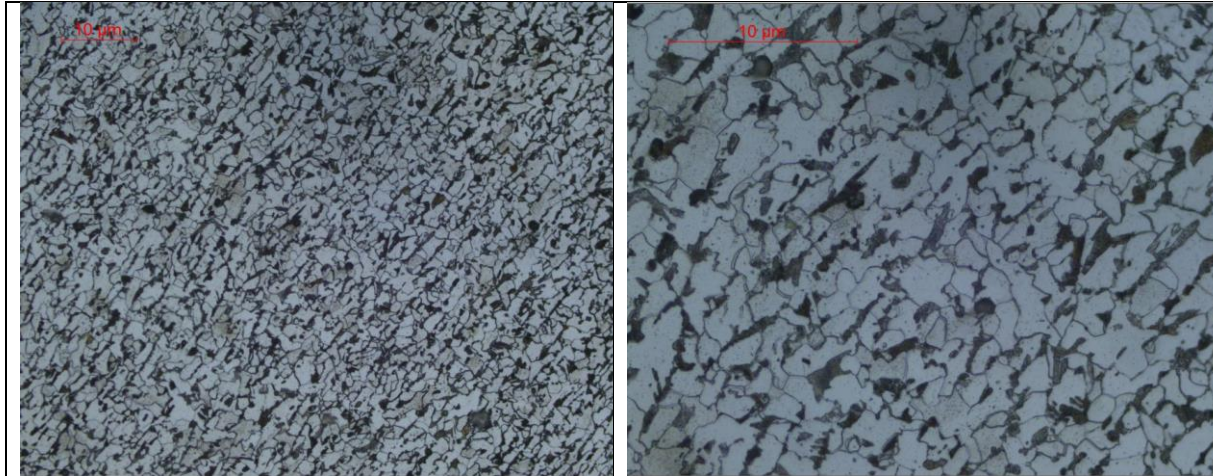


Figure 14 : Fer 2 "SRX Z 745 Black" de chez SRIXON.
 Acier : 20NiCrMo2 forgée / Dureté homogène : 100 à 140HV
 Attaque chimique Nital / Structure homogène ferrito-perlitique

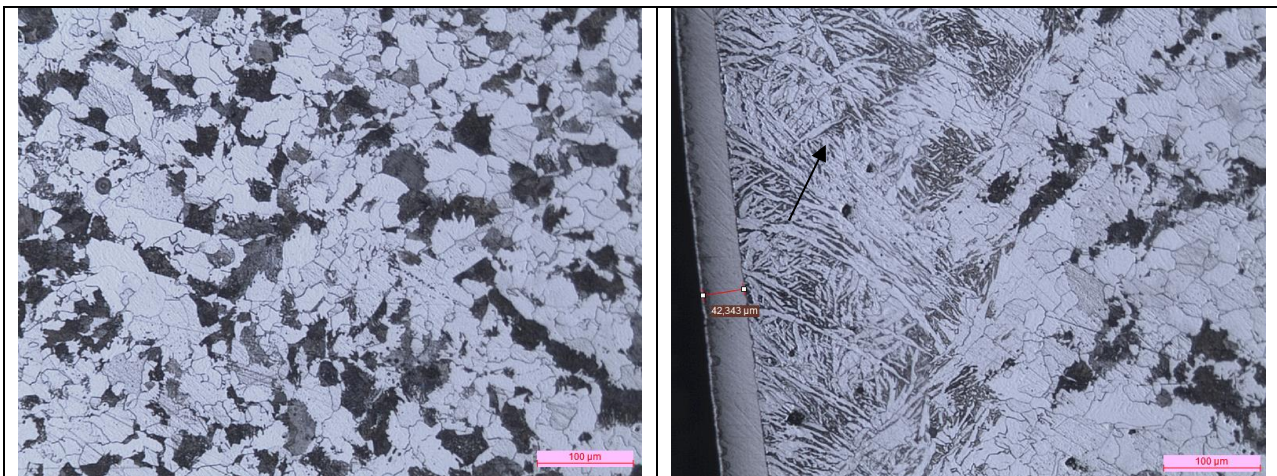


Figure 15 : Wedge "RTX2" de chez Cleveland / Acier : 20NiCrMo2 moulé
 Structure plus hétérogène ferrito-perlitique à cœur et présence de ferrite aciculaire en surface /
 Dureté à cœur : 140 à 180 HV - Dureté en surface : 180 – 275 HV_{0,1}

La présence de deux structures métallurgiques différentes dans le cas du wedge s'explique par le fait que la matière s'est refroidie plus rapidement en surface qu'à cœur. On se retrouve donc en surface avec une structure dite de « Widmanstätten » plus dure.

- **les aciers inoxydables.** Pour ces derniers, on retrouve des nuances à dureté modérée dont la structure est soit austénitique (303, 304) et des alliages à dureté renforcée dont la structure métallurgique est martensitique (431) et qui peut être durcie par la formation de précipités (NiCu, NiNb) en ajoutant des éléments d'addition comme le cuivre et le niobium (17-4PH plus connue en Europe sous la désignation X5CrNiCu16-4, Cf. figure 16).



NOTRE METHODE



LES EXPERTS

« Conception industrielle »

NEWS Mars 2024

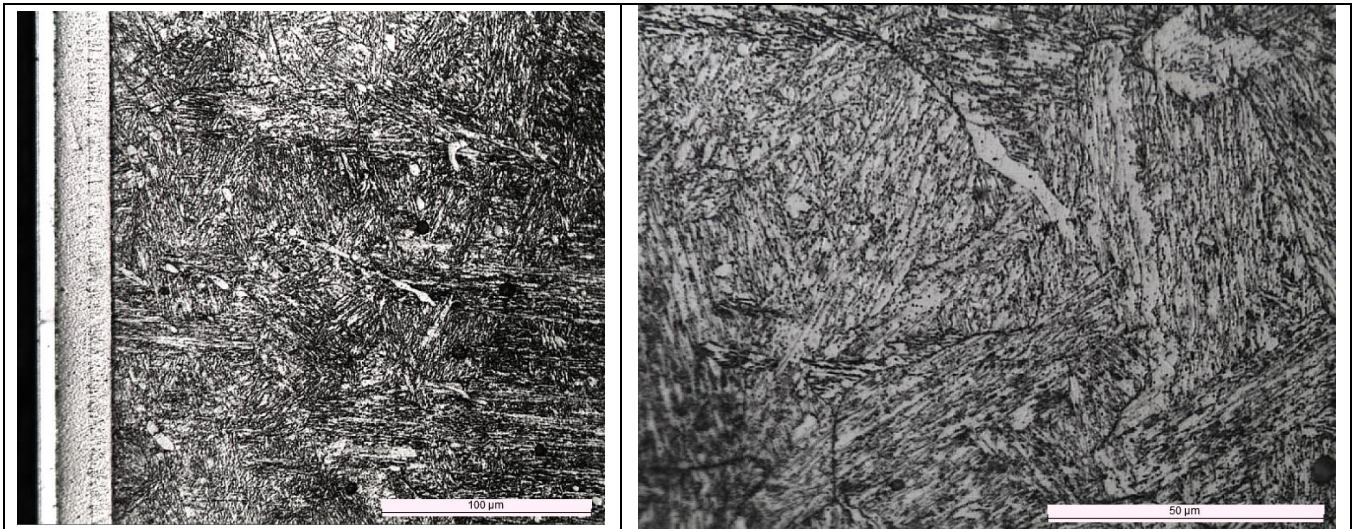


Figure 16 : Fer 6 « CG Black » de chez Cleveland / Acier : 17-4 PH moulé

Dureté homogène : 380 à 420 HV

Attaque chimique à l'eau Régal / Structure homogène ferrito-martensitique

Compte tenu des duretés mesurées sur la face de ce club, on peut en déduire qu'après l'élaboration du fer, celui a été durci par traitement thermique en suivant le cycle thermique suivant:

- Mise en solution vers 1050°C,
- Hypertrempe (refroidissement) => dureté obtenu ~ 300HV,
- Traitement de vieillissement vers 400°C.

Remarques : Un traitement de vieillissement à trop haute température (exemple 600°C) est contreproductif, puisque les précipités formés ont coalescés et perturbent beaucoup moins les arrangements atomiques (dislocations) de la structure martensitique. La dureté retombe vers 300HV.

Une question reste encore d'actualité chez de nombreux golfeurs :

Faut-il jouer avec des fers forgés ou moulés ?

Il est difficile de répondre à cette question puisque que cela dépend de la façon dont on joue et des sensations que l'on attend au moment de frapper la balle. De plus, l'arrivée des têtes multi-matériaux et multi-éléments qui allient des pièces métalliques forgées, moulées et fraisées (Cf. figure 17), mais également de l'acier, du tungstène, des polymères, des lamelles en aluminium, ... qui compliquent encore un peu la question.



NOTRE METHODE



LES EXPERTS

« Conception industrielle »

NEWS Mars 2024



Figure 17 : Exemple d'un fer multi-matériaux et multi-éléments. [11]

Une chose est à savoir tout de même lorsque la question du choix du procédé se pose : plus la structure métallurgique est dure et moins le fer marquera en revanche il sera raide (mais aussi précis) et aura une très faible capacité d'absorption de l'onde de choc (=> principalement si la balle n'est pas parfaitement frappée au centre de la face du club « soft point »), contrairement aux matériaux moulés qui contiennent des porosités et contrairement aux produits issus de la fabrication additive caractérisés par des interfaces multiples (à l'image de microsoudures multiples).

Une chose est sûre, laissez le swing parler à votre place et faites-vous plaisir.

Bonne partie !

Alexandre FLEURENTIN
Expert près de la cour d'appel de Paris
Matériaux Métalliques
Corrosion & Traitements de surface
Traitements thermiques & Tribologie

Sources d'informations

[11] <https://affordablehas-hvac.com/fr/forg%C3%A9s-vs-moul%C3%A9s-does-it-even-matter>.
(09/2021)

Remerciements :

Nous tenions à remercier Nicolas Marchand représentant pour les marques Cleveland, Srixon et Xxio pour les échanges que nous avons pu avoir sur le sujet, et les élèves du lycée Diderot promotion 2020 qui ont observé les structures métallurgiques des têtes de club de golf que vous avez pu observer dans cet article.