

# NOTE TECHNIQUE SUR L'ACIER DE VOS COUTEAUX

## M. HEURTEBISE

**1. DEFINITION :** L'acier utilisé en coutellerie est un alliage Fer-Carbone contenant de 0.18 à 2.11 % de Carbone. Au delà, il s'agit de fonte. Cet acier simple est appelé « Acier au carbone ». Plus la concentration de carbone est élevée plus l'acier est dur. La qualité du « fil » obtenu est meilleure et le tranchant du couteau a une durée supérieure. Mais revers de la médaille, plus l'acier est dur, plus il est cassant.

**ACIERS ALLIES :** Par opposition aux aciers au carbone, les aciers alliés contiennent divers éléments capables de modifier les propriétés physico-chimiques de l'acier d'origine.

**2. L'ACIER INOXYDABLE :** Comme la majorité des métaux, le fer a tendance à s'oxyder à l'air et à l'humidité. Dans le cas précis de l'acier cette propriété est désastreuse car l'oxyde de fer est poreux et ne protège pas le métal sous-jacent. Ainsi l'acier peut se piquer en « profondeur ». En présence d'eau, la conductivité de ce liquide provoque un courant d'ions qui s'accrochent à la lame d'acier, celle-ci se comportant comme une électrode. La présence de sel augmente la conductivité de l'eau, ce qui explique le caractère particulièrement corrosif de l'eau de mer. Au début du vingtième siècle les métallurgistes de l'époque s'aperçurent que l'apport d'une forte quantité de chrome (Cr) dans l'acier donnait à cet alliage une bonne résistance à la corrosion. A partir de 10% de Cr, l'acier ne se pique plus. L'acier devient vraiment INOX dès que la concentration de Cr dépasse 16%. Le problème dans l'élaboration d'un bon acier inox consiste à éviter la formation de carbure de chrome primaire à haute température. Plus la teneur de carbone et de chrome est élevée, plus la formation de carbure de chrome devient inévitable ! Lors de la solidification de l'acier ces carbures de chrome apparaissent ; ils sont relativement grossiers (10 à 30  $\mu$ ) et nuisent à la formation d'une arête fine et régulière. Pour cette raison les aciers inoxydables ont eu une mauvaise réputation pour un usage en coutellerie, en raison de leur tranchant peu performant. Aujourd'hui, les métallurgistes ont trouvé les techniques évitant la formation de carbures primaires grâce à l'ajout d'autres éléments tels que manganèse (Mn), nickel (Ni), silicium (Si), vanadium (V), tungstène (W), cobalt (Co), titane (Ti) et molybdène (Mo), ainsi qu'au contrôle parfait des conditions physico-chimiques liées à l'élaboration de ces aciers de « Synthèse ». Ce contrôle systématique par analyse chimique en continu, tout au long du processus de fabrication, permet d'obtenir des aciers dont les propriétés sont spécifiques et reproductibles. Aujourd'hui, les aciers haut de gamme sont fabriqués à petite échelle dans des creusets de 3-4 tonnes d'acier ; la température de fusion est obtenue aux moyens d'énormes électrodes de graphite, produisant d'intenses arcs électriques et amenant l'ensemble au delà de 1600 °C. Tout est rigoureusement contrôlé ! A chaque addition d'éléments nouveaux, une carotte d'alliage est prélevée et analysée de façon très sophistiquée en laboratoire. Les résultats des analyses tombent quelques minutes plus tard. La température et l'homogénéité de l'acier sont constamment vérifiées. Lorsque tous les résultats sont conformes, le feu vert est donné pour la coulée finale. L'acier incandescent est alors, soit versé dans des gueuses afin d'obtenir des lingots, soit passé dans le premier d'une longue chaîne de laminoirs où, à chaque opération, on se rapproche de la section finale, tout en allongeant de façon impressionnante, ce fameux serpent d'acier porté au rouge.

**L'acier sortant des aciéries seront :** Soit des lingots d'acier destinés à la fabrication de couteaux **forgés** Soit des rouleaux d'acier de 300 à 400 m de long, 18 à 58 mm de large et 1.5 à 3 mm d'épaisseur ; des biseaux spécifiques peuvent être aussi obtenus. Ainsi, des milliers de lames de couteaux sont fabriquées économiquement par découpage et meulage « à froid » grâce à l'utilisation de puissants emporte-pièces. Cette technique est utilisée dans la fabrication automatique de couteaux d'office et de ménage ainsi que de couteaux pliants économiques.

**3. FABRICATION DE LAMES FORGEES .** L'acier est porté à température de « formage », c'est à dire un créneau de température permettant la mise en forme de la lame (1000-1100°C) ; la lame est ensuite forgée. Cette opération était naguère, réalisée à l'aide de marteaux et d'enclumes. Aujourd'hui l'acier est frappé à chaud par des presses hydrauliques développant des pressions de 300 à 500 tonnes.

**TREMPE :** Les lames sont brutalement refroidies généralement dans un bain d'huile à 80°C. Cette opération leur procure la dureté, qualité nécessaire à l'obtention d'un bon tranchant. Certains fabricants maîtrisent la trempe à l'azote liquide (-196°C) et obtiennent ainsi des aciers d'une dureté exceptionnelle.

**REVENU :** Les lames trempées sont très dures mais très cassantes, difficilement utilisables en l'état. Afin de rendre ces lames plus flexibles, (mais de dureté inférieure) on les soumet à une étape appelée « le revenu » ;

Les lames trempées sont lentement chauffées à température de revenu, puis laissées revenir lentement à température ambiante. En modifiant la température de revenu, on peut obtenir des lames plus ou moins dures plus ou moins souples et ceci à partir de lames issues du même acier, forgées et trempées de la même manière. Prenons le cas de l'acier 440C : Forgé à 1060°C, puis trempé à l'huile sa dureté oscille entre 60-61 HRC ; Après une étape de revenu à 200°C sa dureté sera de 58 HRC ; à 300°C celle-ci tombera à 56 HRC et à 350°C cette dureté ne sera plus que de 55 HRC (Couteaux inox beaucoup plus souple)

#### 4. LES QUALITES D'UN COUTEAU :

**a) Son tranchant.** Un couteau avant tout est un outil destiné à couper. L'arête tranchante doit être la plus fine possible. Celle-ci peut se mesurer au microscope électronique. Au dessus de 20  $\mu$  le couteau est de mauvaise qualité. Une arête voisine de 10  $\mu$  est synonyme d'une bonne lame. Mais seul certains aciers permettent d'obtenir des arêtes inférieures à 5  $\mu$ . En pratique, affûtez votre couteau et réalisez le test du papier à cigarette. Prenez une feuille de papier à cigarette entre le pouce et l'index. La feuille est non tendue ; essayez de couper cette feuille à 2 cm de votre pouce. Une bonne lame coupera cette feuille d'une manière régulière à vitesse lente sans la « hacher » !

**b) La tenue du tranchant dans le temps.** Rien de plus énervant que de posséder un couteau qui après avoir coupé un bifteck, ne coupe plus. Plus l'acier est dur, plus le couteau garde son tranchant dans le temps. Pour mesurer la dureté de l'acier, on projette une pipette munie d'une pointe diamantée spécifique sur la lame du couteau. Puis on mesure la profondeur de l'empreinte faite par la pointe du diamant. Plus l'acier est dur, plus l'empreinte de la pointe diamantée est faible. L'unité de DURETE est le Rockwell : (HRC). Les bons couteaux ont généralement un indice de dureté supérieure à 57 HRC.

**c) La facilité de l'affûtage.** Certains couteaux de très haute qualité comme ceux fabriqués par Hellen, réalisés en acier « Sandwich » à âmes en D2, sont de magnifiques outils. Tranchant impeccable dû à l'acier utilisé, indice de dureté de 61 HRC, qui assure une durée du tranchant dans le temps, irréprochable. Revers de la médaille ils sont très difficiles à affûter sauf à la lime diamantée ! En opposition, certains aciers, japonais pour la plupart, comme les aciers ATS-34, VG-10 d'une dureté de 60-61 HRC, ne posent pas de problème d'affûtage. Alors ? Je pense tout simplement qu'à indice de dureté égal, certains aciers sont plus faciles à affûter que d'autres ! Un paradoxe mais c'est comme ça !

**d) Inoxydabilité :** Aujourd'hui, la majeure partie des bons couteaux sont réalisés avec des lames inox forgées. A partir de 10% de Cr, l'acier ne se pique plus en profondeur. Entre 10 et 15% de chrome nous avons une catégorie d'acier qui est appelé « semi-inox ». Dans la partie haute de cette catégorie on trouve trois des meilleurs aciers mondiaux : S30V – ATS34 – VG-1. Excellents tranchants, bonne tenue du tranchant dans le temps et facilité d'affûtage sont leurs qualités. Ne rouillent pas dans des conditions normales d'utilisation. Au delà de 15% de Cr nous avons les aciers inox par définition. Ils résistent très bien à l'humidité. Par contre à dureté égale ils sont plus durs à affûter sauf le V-GOLD N°10 (VG10) ! Pour les amateurs de couteaux « au carbone », je dirai qu'il est bien réel que l'on obtient d'excellentes lames dans ces aciers. Mais il est faux de dire aujourd'hui que les aciers au carbone sont supérieurs aux aciers alliés. Par contre à qualité égale ils sont moins chères.

**5. ACIERS SPECIAUX :** Une lame de couteau doit posséder deux qualités contradictoires :

- Posséder un tranchant acéré, donc fortement carburé mais hélas cassante.
- Etre résistante à la casse donc être forgée avec un acier faiblement carburé.

Pour résoudre ce paradoxe, l'astuce technique a consisté à prendre en sandwich une barre d'acier fortement carburé (pour le tranchant), entre deux barres d'acier inox faiblement carburé (pour la résistance). L'acier SANDWICH était né ; Cette technique est utilisée par certains fabricants nordiques comme Hellen. Une autre technique consiste à prendre une lame d'acier dur tel que le VG-10 trempé à 61 HRC. De chaque côté de cette lame on ajoutera alternativement des épaisseurs d'acier inox faiblement carburé tel que SUS430-SUS431. Au total, 16 couches d'acier de chaque côté de la lame en VG-10. Ces lames sont de nouveau forgées, trempées puis subiront un traitement à l'acide suivie d'un polissage final afin d'obtenir une finition parfaite tant sur un point de vue technologique qu'esthétique ; ce sont les « ACIERS LAMINES ».

**6. L'AFFÛTAGE :** « Le dur affûte le mou ! » Les lames inox d'aujourd'hui étant très dures le système d'affûtage doit être composé de matériaux plus durs que celles-ci comme les fines céramiques, les outils diamantés et les tiges en carbonitride de titane. Oublier le fusil (sauf diamanté), la pierre à eau de nos ancêtres. Les pierres à eau japonaises sont en réalité des fines céramiques hyper-dures. **Ne jamais utiliser de meule** qui va détremper votre couteau forgé ; Votre couteau ne doit jamais être porté à une température supérieure à la température de REVENU, même ponctuellement ! Sur des couteaux pliants de petite taille on peut utiliser des pierres à huile type Arkansas ou le « Coticule » de Belgique.

## 7. LES PRINCIPAUX ACIERS UTILISES EN COUTELLERIE :

- ACIER D2 : Cr : 12.0% - C : 1.55% - Mo : 0.8% - Mn : 0.40% - Si : 0.40% . Dureté après revenu : 61-62 HRC . Caractéristiques : Ne se pique pas mais jaunit à l'humidité ; Délicat et déconseillé en utilisation marine ; mais très bon tranchant et très bonne résistance mécanique . Affûtage délicat .
  - ACIER SLD Magic (Die Steel) : Acier récent créé par Hitachi steel – C'est un acier martensitique dont le tranchant rivalise avec les aciers frittés. Cr : 12% - C : 1.6% - V : 0.85% - Mn : 0.60% - Mo : 1.0% - Dureté : 63-64 HRC. Acier utilisé comme noyau de lame performante high-tech.
  - ACIER ATS-34 : Cr : 13.75% - C : 1.05% - Mo : 3.55% - Mn : 0.41% - Si : 0.25% . Dureté après revenu : 59-61 : Dans la décennie 1990 , c'était l'acier de référence ; aujourd'hui il reste un classique parmi les très bons aciers . Acier fabriqué par « Hitachi steel » , c'est un compromis entre qualité de coupe , résistance mécanique , et résistance à la corrosion . Les lames en ATS-34 sont faciles à aiguiser ! Un de mes aciers préférés
  - ACIER 420 : Cr : 14% - C : 0.5% - Mo : 0.25% . Dureté : 54-56 HRC . Acier économique possédant une bonne relation qualité/prix . Aciers des années 1980 . Aujourd'hui utilisé dans l'élaboration de couteaux forgés économiques . La technologie Buck trempe cet acier à 58 HRC .
  - ACIER VG1 : Cr : 14% - C : 1.05 - Mo : 0.4% - Ni : 0.5% . Dureté : 60 HRC . Acier à grains très fins utilisé par Cold Steel, G.SAKAI, Hattori dans l'élaboration de couteaux haut de gamme.
  - ACIER SANDVICK 12C27 : Cr: 13.5% - C: 0.6% - Mn: 0.4% - Si 0.4% . Dureté : 57 HRC . Un acier moyen de gamme à prix modéré .
  - ACIER SANDVICK 19C27 : Une amélioration récente du 12C27 : Cr : 13.5% - C : 0.95% - Mn : 0.65% - Si : 0.4% . Dureté : 59-60 HRC
  - ACIER S30V : Acier Fritté . Cr : 14% - C : 1.45% - Mo : 2.0% - V : 4.0% - Si : 0.40% . Dureté 59-62 HRC . Produit par « Crucible Inc » pour l'industrie de la coutellerie U.S. haut de gamme.
  - ACIER AUS8A : Cr : 14.5% - C : 0.8% - Mo 0.3% - V : 0.25% - Mn : 1.0% - Ni : 0.5% . Dureté : 58-59 HRC ; très bonnes propriétés mécaniques . Souvent utilisé dans l'élaboration de lames à « dents » . (Serrated blades).
  - ACIER AUS10A : Même composition que AUS8A mais avec 1% de carbone ; dureté 59 HRC
  - ACIER G3 : Cr : 14.5% - C : 1.1% - Mo : 0.5% - Mn : 0.9% . Dureté : 60 HRC . Très bonne résistance mécanique . Utilisé dans la fabrication de couteaux de cuisine très haut de gamme .
  - ACIER VG10 : Cr : 15.1% - C : 1.1% - Mo : 1.1% - V : 0.2% - Mn : 0.5% - Si : 0.6% - Co : 1.5% . Cet acier peut être trempé entre 59 et 62 HRC . C'est l'acier moderne par excellence . Il est en train d'être utilisé par une majorité des fabricants de couteaux haut de gamme . En lame simple il est généralement trempé à 59-60 HRC ; en lames multicouches on le trempe entre 60 et 62 HRC ; Il rentre alors comme âme centrale entre divers couches d'aciers tendres tel que SUS430-SUS431 .
  - ACIER G2 : Cr : 15.5% - C : 0.9% - Mo : 0.3% - Mn : 0.6% . Dureté : 58 HRC . Bon compromis entre qualité du tranchant , résistance mécanique et à la corrosion . Utilisé en milieu nautique .
  - ACIER N 690Co : Cr : 17.0% - C : 1.07 - Co : 1.5% - Mn : 0.4% - Mo : 1.10% - Si : 0.40% - V : 0.10% Dureté: 59-60 HRC
  - ACIER 440A : Cr : 16% - C : 0.7% - Mo : 0.6% - Mn : 1.0% . Dureté : 55-57 HRC
  - ACIER 440B : Cr : 18% - C : 0.9% - Mo : 0.8% - V : 0.1% - Mn : 1.0% . Dureté : 56-58 HRC
  - ACIER 440C : Cr : 17% - C : 1.0% - Mo : 1.0% - Mn : 1.0% - Si : 0.30% . Dureté : 57-59 HRC
- Les aciers 440 sont tous résistants à l'oxydation ainsi qu'aux attaques de divers agents chimiques. Le fil obtenu est meilleur avec le 440C ; Ce dernier est aussi le plus coûteux ; son tranchant est durable mais revers de la médaille il est assez difficile à affûter. Néanmoins l'acier 440 est un compromis économique entre qualité d'un bon INOX et d'un tranchant performant . Pour cette raison les aciers 440 sont très utilisés dans la fabrication de couteaux de plongée , de pêche et de plein air .

**NOTA :** cet article ne concerne que l'acier utilisé en coutellerie . Cet acier peut être forgé et trempé . Par opposition il existe de parfait inox utilisé dans la fabrication de casseroles , aciers utilisés dans l'industrie de la construction et qui sont fabriqués non pas par synthèse mais par des techniques de décarburation de la fonte ; l'entreprise Sollac à Fos produit 4 200 000 tonnes d'acier / an pour l'automobile , bâtiment , et construction métalliques , l'électroménager , boîtes de conserves , tubes candélabres pour l'éclairage public , etc... ! ces aciers sont produits à des échelles plus importantes . Leurs coûts de production est inférieurs .

## 8. LES DERNIERES INNOVATIONS EN 2010 - 2012

- **FABRICATION DE COUTEAUX EN ACIER «FRITTE ».** Le frittage des métaux est une technique apparue dès les années 1960, avec les progrès combinés des coulées sous atmosphère inerte, des machines à compacter à hyper haute pression, de four à atmosphère contrôlée, ainsi que

tout l'appareillage de contrôle de ses équipements. Au début, cette nouvelle technique fut développée dans des laboratoires de recherche tant privés qu'universitaires. On ne compte plus le nombre de thèses, de publications scientifiques, et de brevets industriels déposés sur le frittage des métaux. Si cette technique est somme toute en théorie simple, la mise en œuvre des moyens technologiques pour sa réalisation industrielle est des plus complexes !!! Tout est couvert par des brevets et des secrets de fabrication.

- **METALLURGIE DES POUDRES** : Le frittage est un procédé permettant de réaliser des pièces mécaniques à partir de poudres plus ou moins fines. Dans un premier temps, ces poudres sont agglomérées par diverses techniques afin de constituer une préforme ; celle-ci est ensuite chauffée pour acquérir une certaine cohésion : c'est le **FRITTAGE** .  
Voici les diverses phases de l'élaboration d'une lame de coutellerie en acier allié « fritté » :  
Il faut d'abord déterminer la nuance d'acier que l'on veut obtenir. On rassemble alors les poudres des divers métaux qui la compose. Par exemple : S30V : Cr- Mo- V- Mn- Si- C ( sous forme de graphite). Ces poudres sont obtenues par divers procédés mécaniques, chimiques ou électriques. Cette fabrication est le travail de métallurgistes spécialisés dans la production de ces poudres très **pures** (production couverte par des brevets industriels)  
Les poudres sont alors intimement mélangées dans un creuset de brassage, en proportion voulue. Puis, on les additionne d'un liant organique pâteux, afin d'obtenir une pâte homogène aisée à mouler. Cette pâte est alors injectée à très haute pression dans un moule de fonderie. La pâte est alors chauffée et remplit les formes exactes du moule. La pression de compactage est ensuite développée. Cette pression est considérable et peut atteindre 10 Tonnes au centimètre carré. Cette pression est primordiale, car elle doit **CASSER** la structure cristalline fondamentale de la matière. C'est de la High-tech ; dans le cas spécifique de l'acier, il faut que la structure cubique des molécules de fer se trouvent écrasées. La pièce est alors mise en forme, et est prête à être frittée.
- **FRITTAGE** : La pièce est introduite dans le four électrique dont les commandes de régulation de température sont très précises. Elle y est maintenue ~ 1H à une température légèrement inférieure à la température de fusion du composant du mélange le plus résistant à la fusion. L'atmosphère du four est rigoureusement inerte pour éviter toute oxydation (Argon). Le refroidissement de la pièce frittée est ensuite pratiquée en fonction du genre de traitement de l'acier obtenu. La lame subit alors un traitement de surface et un affûtage classique.
- Il est bien évident que ce procédé complexe de fabrication de lame de couteaux a un coût de production qui ne peut rendre les pièces compétitives que si les cadences de fabrication sont très élevées. Si ces lames d'exception restent onéreuses, nous commercialisons depuis 2007 des lames en aciers CPM-S30V, en COWRY-X, en SGPS et en ZDP-189. Ces lames présentent des duretés mesurées entre 65 et 68 HRC, un record en acier de coutellerie.
- **ACIER H1** : C'est un acier austénitique UNIQUE, produit par les aciérie « MYODO », acier inox de référence mondiale, inerte à l'eau de mer, produit par la technique dite de précipitation austénitique (les lames de couteaux sont généralement produites par la technique de trempé martensitique). Cet acier est ni forgé, ni trempé. La dureté de l'acier H1 est obtenue par un traitement structurel de durcissement par écrouissage à froid. Composition : C : 0.15%- Mn : 2.0%- Cr : 16%- Ni : 8.0%- Mo : 1.0% - N : 0.11%- Si : 4.0% . L'acier est porté à 1100°C pendant une heure afin de transformer les cristaux de ferrite Fer(a) en Austénite Fer(g). L'acier subit un rapide refroidissement puis est réchauffé à 650 – 750°C . A cette température, la précipitation austénitique commence formant des cristaux de fer(g) durs et fins. La très forte concentration d'éléments anti-oxydants, Cr + Ni + Mo supérieure à 25%, rend l'acier H1 complètement inoxydable. Les lames obtenues ont un tranchant similaire aux lames en aciers 440, AUS6-8, 12C27 ... Par contre elles sont absolument INOX à l'eau de mer ce qui confère à cet acier un caractère exceptionnel !!!
- **ACIER 8Cr13MoV** : Cr : 13.0% - C : 0.8% - Mo : 0.15% - V : 0.10% - Mn : 0.4% - Ni : 0.2%. Cet acier, produit par l'industrie chinoise, est une mise à jour de l'AUS8. Il peut-être trempé à 59 HRC . Utilisant cet acier moderne et économique, la société « Spyderco » produit en Chine des couteaux de qualité sous la sous-marque « Byrd » dont la relation qualité/prix est sans appel. Un exemple de délocalisation réussie pour cette grande marque américaine . Ainsi « Spyderco » produit aux USA leurs modèles « haut de gamme » en acier VG10 , CPM-S30V , H1 et en Chine leurs couteaux économiques en acier 8Cr13MoV .

Pour plus d'information visiter le site : [www.armor-peche.fr](http://www.armor-peche.fr)

Facebook/Coutellerie AP