



Choix de l'acier et traitements thermiques

Pour la coutellerie et la forge en général

Ce document est un guide pratique, simple et non exhaustif pour aider les forgerons et couteliers débutants à choisir leurs aciers en fonction de l'application et comprendre les bases des traitements thermiques.

Le choix de la nuance d'acier est un sujet qui peut susciter des heures et des heures de discussion, en particulier quand il est question de coutellerie ou de fabrication d'outils en général. Ceci sans qu'il soit réellement possible d'arriver à un consensus basé sur des arguments objectifs, tellement le choix dépend des caractéristiques attendues et des habitudes du forgeron ou du coutelier en termes de procédé. Régulièrement, on n'est pas à l'abri de notions métaphysiques ou du moins fortement empiriques dans les discussions. La quantité de nuances proposées avec des références parfois obscures par les industriels à l'heure actuelle ne facilite pas le choix. Les producteurs industriels d'outils (marteaux, haches, poinçons, clés, ...) ou de couteaux ne communiquent généralement pas le type d'acier utilisé. C'est en grande partie motivé par de la stratégie de protection mais aussi pour éviter des débats incessants et des critiques à propos du choix de tel acier plutôt qu'un autre. Dans ce document, nous nous focalisons sur une sélection d'aciers et sur les informations pratiques à propos des traitements thermiques.

Il ne sera pas question ici d'aciers inoxydables qui sont plus techniques à travailler. Globalement, j'utilise des **aciers faiblement alliés**, donc avec une faible quantité d'éléments comme le nickel, le chrome, le manganèse, etc.

Acier trempé ou doux ?

L'acier est un alliage de fer et de carbone et les propriétés mécaniques ainsi que les traitements thermiques dépendent fortement de la quantité de carbone. On distingue 4 catégories : le fer pur ($\%_C < 0.05$), l'acier doux ($0.05 < \%_C < 0.35$), l'acier au carbone ($0.35 < \%_C < 2$) et la fonte ($\%_C > 2$). La fonte n'est généralement pas utilisée en forge et encore moins en coutellerie. Le fer pur n'est plus régulièrement utilisé car les moyens de production industriels actuels donnent naturellement de l'acier avec une concentration significative de carbone. On va se focaliser sur l'acier carbone et l'acier doux.

Pour faire le choix entre ces deux aciers, il faut savoir si on a besoin d'un acier qui se trempe ou non, d'un acier qui devra être dur ou plutôt ductile (souple). La trempe est un traitement thermique qui consiste à chauffer l'acier à 800-950°C en fonction de l'acier puis le refroidir rapidement en le trempant dans un fluide. Pendant cette étape de trempe, on fige l'acier dans un état d'organisation des atomes qui sera plus dur que l'état



d'organisation des atomes obtenu naturellement à température ambiante. Le fluide peut être de l'huile, de l'eau ou même un flux d'air. L'acier au carbone se trempe, alors qu'un acier doux ne se trempe pas. Pour un outil coupant (couteau, hache, ...), le fil doit être dur, donc en acier trempé et donc en acier carbone. Le reste de l'outil, pas nécessairement. Une lame peut être entièrement trempée ou avoir subi une trempe sélective de son fil. Elle peut même être une association d'acier doux et d'acier carbone soudé à la forge. C'est très fréquent pour les [haches artisanales](#) en acier doux pour lui laisser de la souplesse sauf pour le fil qui sera nécessairement en acier trempé.

Une sélection d'aciers

Dans un premier temps, je me suis un peu dispersé en essayant différents aciers pour finalement me concentrer sur quelques nuances seulement. Il m'arrive aussi de récupérer de l'acier. Par exemple de l'acier de roulements à billes/rouleaux ou de gros ressorts. Ou parfois, on forge un couteau à partir d'un outil comme une clé anglaise. Mais c'est plutôt pour le fun car le résultat après la trempe n'est pas vraiment garanti. Et en plus, il faut faire attention car des impuretés ou des éléments dangereux peuvent être libérés dans la forge. Au final, je conseille à un débutant d'acheter du bon acier pour quelques dizaines d'euros de manière à éviter au maximum les déconvenues. On voit aussi des apprentis forgerons qui s'entraînent à forger des couteaux en acier de construction (qui ne se trempe pas) pour apprendre les techniques de forge. Je ne vois pas l'intérêt car le couteau qui en résulte est inutilisable, sauf peut-être pour étaler du beurre. Autant en profiter pour se familiariser avec les traitements thermiques par la même occasion.

Les aciers pour la coutellerie sont fournis par des fournisseurs spécialisés. J'ai de bonnes expériences avec [Eurotechni](#) et [Angele](#). Pour les aciers de construction, je suis bien servi (avec découpes et livraison) par [Simon&Cie](#) ou par les fournisseurs locaux.

- Pour une [lame réalisée par enlèvement de matière](#) : **XC75 (AISI¹ 1075)**

C'est un acier non-allié avec 0.75% de carbone. Il est vendu sous forme de plats laminés de différentes dimensions qui conviennent bien pour réaliser une lame par enlèvement de matière (meuleuse d'angle, ponceuse à bande ou lime pour les courageux).

Trempe à l'huile à 800°C et revenu à 250°C pendant une heure. Cet acier est, en principe, livré en ayant subi un recuit. Il est donc facile à travailler et peut être directement trempé après la mise en forme.

¹ La norme américaine AISI est souvent utilisée dans les média et sources d'origine américaine. C'est une norme assez pratique car les chiffres ont une signification comme la teneur en carbone pour les deux derniers chiffres.



- Pour une [lame forgée](#) : **135Cr3**

C'est un acier faiblement allié avec un haut taux de carbone (1.3%). Il permet d'obtenir des duretés importantes et une bonne tenue des fils coupants.

Après avoir forgé l'acier, une étape de recuit (assez technique si on est exigeant sur les propriétés finales) est nécessaire pour affiner les grains et rendre l'acier plus facile à travailler pour la mise en forme finale avec des abrasifs.

Pour terminer, trempe à l'huile à 800°C et revenu à 250°C pendant une heure.

- Pour réaliser des [feuillets \(Damas\)](#) : **XC75 + 15N20**

Les aciers feuillets, souvent appelés Damas, sont très prisés en coutellerie car les motifs donnent un aspect intéressant à la lame. C'est l'association de deux aciers qui s'oxydent de manière différente. Un acier devient plus foncé que l'autre après un traitement chimique au perchlorure de fer par exemple. On obtient ces aciers en soudant à la forge un acier carbone avec un acier plus résistant à la corrosion. Par exemple du XC75 avec du 15N20. Le 15N20 est très proche du XC75 avec un ajout de 2% de nickel. Le [travail est assez long et technique](#), ce qui donne de la valeur au produit final. Notez qu'historiquement, l'association de deux aciers servait principalement à obtenir des propriétés mécaniques particulières. À l'heure actuelle, c'est souvent l'aspect esthétique qui est recherché.

- Pour un [marteau](#), matrices de presse, poinçons : **C45 (AISI 1045)**

Pour la forge d'outils de frappe ou d'outils frappés, le choix de l'acier et les traitements thermiques sont vraiment critiques. En effet, une table de marteau qui se fissure lors d'une frappe peut provoquer des éclats extrêmement dangereux. Le revenu est particulièrement important. L'acier C45 est un grand classique pour cette application.

- Pour le [tranchant d'une hache](#) : **XC100 (AISI 1095)**

Le XC100 est un acier faiblement allié avec une teneur en carbone relativement importante (1%) qui permet d'obtenir des tranchants durs. Par contre, je ne l'utilise pas seul mais en combinaison avec un acier doux pour associer de la souplesse à la dureté du XC100.

- Pour les [tenailles](#) et les éléments structurels : acier doux **S235JR (AISI 1015)**

C'est l'acier de construction qu'on trouve habituellement (sous différentes nuances +/- similaires) dans les magasins de bricolage ou chez les fournisseurs de matériaux de construction. Il est par exemple utilisé pour forger pinces et tenailles de forge. On pourrait être tenté d'utiliser un acier à outils. Mais il est préférable d'utiliser un acier qui reste souple pour absorber les chocs.



Traitements thermiques

Nous abordons les traitements thermiques sous un angle pratique, réaliste et simplifié, pour un forgeron/coutelier. En effet, la métallurgie, dont fait partie les traitements thermiques est une science pointue. L'objectif est d'obtenir un bon résultat en étant humblement réaliste. On ne va pas respecter les normes des industries nucléaires ou aérospatiale...

Les températures des traitements thermiques dépendent du type d'acier. Il faut consulter les fiches techniques pour avoir les valeurs exactes.

En pratique, on détermine souvent les températures en analysant, à l'œil, la couleur de la lumière émise par la pièce chaude. Ça demande une certaine expérience et ce n'est pas très précis, mais ça fait partie du jeu. Pour réaliser un traitement thermique dans les règles de l'art, un four programmable est nécessaire. Les forgerons amateurs se passent souvent d'un four mais il faut être conscient des limitations.

- **Chauffe pour forger**

On chauffe la pièce à la forge à gaz ou au charbon à une température typiquement entre 850°C et 950°C. A l'heure actuelle, les aciers sont d'origine industrielle (sauf quelques rares exceptions) et sont optimisés dans leurs compositions et leurs structures. Chaque étape de chauffe abîme l'acier. Il faut donc, dans la mesure du possible, minimiser le nombre de chauffes et d'étapes de forgeage.

- **Recuit**

Recuit est un terme assez générique et il en existe plusieurs types.

Le recuit de détente est utilisé pour réduire la dureté, augmenter l'usinabilité et faciliter l'élimination des contraintes internes après forgeage. C'est une étape très utile car elle permet de travailler plus facilement la pièce avec limes et abrasifs. Chauffage lent jusque 500-700°C, stabilisation puis refroidissement très lent (par exemple en immergeant la pièce chaude dans de la vermiculite).

Le recuit de normalisation a pour but d'obtenir un acier uniforme et une structure à grains fins. Chauffage lent jusque 800-950°C, stabilisation puis refroidissement à l'air libre. Ce cycle peut être répété en diminuant progressivement la température.



- **Trempe**

Ce traitement permet de figer l'acier dans une structure plus dure mais aussi plus fragile.

Ce traitement thermique consiste à chauffer l'acier à la température de trempe renseignée dans la fiche technique puis refroidir rapidement dans de l'eau ou de l'huile (de nouveau en fonction de la fiche technique).

- **Revenu**

Ce traitement thermique suit la trempe. Il faut chauffer la lame vers 200°C à 250°C, la maintenir un moment et la laisser refroidir. A l'issue de cette opération, l'acier a perdu un peu de dureté mais a énormément gagné en résilience. On peut effectuer cette opération dans un four domestique.

- **Chauffe pour souder**

C'est nécessaire pour souder à la forge pour réaliser un acier damassé ou pour souder deux éléments d'une hache par exemple. C'est un processus technique qui n'est pas destiné aux débutants. On chauffe l'acier entre 1100°C et 1200°C (température haute mais largement inférieure à la température de fusion) puis on frappe sur les pièces qui sont mises en contact. Sous cette action presque magique, les deux pièces se soudent, à condition d'avoir des surfaces propres et sans oxydation. Consultez la section damas pour obtenir des détails.