



Comment déterminer la dureté de vos ogives plombs ?

Dans le cadre de la récupération de plomb pour la coulée des ogives, on se retrouve vite confronté au problème de l'emplombage des canons et ce, même pour les calibres « lents ». Couler des ogives avec du plomb pur appelé plomb de « chiotte » dans notre milieu ou avec du plomb de dureté insuffisante ne peut que générer des déboires, si ce n'est pour les armes à poudre noire. Il est donc important de connaître la dureté du plomb ainsi récupéré et au besoin en modifier la composition pour obtenir la dureté voulue. Pour se faire une idée de l'ampleur du problème, il suffit de fréquenter les forums dédiés à notre sport préféré et d'y voir le nombre de post souvent restés sans solution concrète.

En fait, il existe différentes « qualités » de plomb ou disons plutôt d'alliage de plomb. Cette qualité dépend des pourcentages d'étain et d'antimoine utilisés, ce qui définit la dureté du plomb. Dureté, voici un mot bien vague !

N'imitiez surtout pas les « spécialistes » qui après avoir gratté une ogive avec leur ongle vous donne la dureté de votre ogive et la vitesse max à ne pas dépasser en fonction

du type d'acier de votre canon pour ne pas emplomber ... Le ridicule ne tue pas, mais manifestement la bêtise n'a pas de limite ...

Le but de cet article est de donner à chacun les rudiments nécessaires à la compréhension du principe de mesure de la dureté et, fort de ce bagage, permettre à chacun de réaliser un équipement capable de faire une mesure de dureté du plomb.

Si pour moi c'était chose faite depuis pas mal de temps, il n'était

pas possible de transposer la chose car la réalisation de l'équipement nécessitait du temps et du matériel et son utilisation était compliquée. Il restait donc à simplifier la réalisation et l'utilisation de cet équipement.

La réussite du projet repose sur quatre points : faible coût, peu ou pas d'outil nécessaire, un fonctionnement fiable et limiter le temps de réalisation.



Dossier ..► Dureté de vos ogives plombes

Voilà chose faite, les quatre points sont respectés ! le coût est de 2 centimes, on trouve les outils nécessaires à la réalisation dans la cuisine de madame ...ou presque, moins d'une heure pour la réalisation et fonctionnement parfait avec une qualité de mesure que nous envient les appareils portables professionnels. Que demander de plus ?

Je vous invite à lire le document au complet avant de passer à la réalisation. Ceci vous permettra de comprendre ce qu'est une mesure de dureté, comment est faite cette mesure et quelles ont été les simplifications apportées au principe de base.

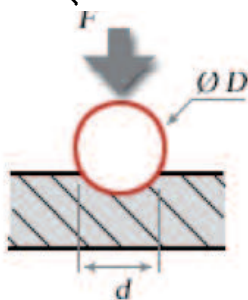
Bonne lecture et surtout bonnes mesures.

Théorie

La dureté du plomb est une grandeur mesurable. Il existe plusieurs types de dureté: la dureté Vickers, la dureté Rockwel, la dureté Mohs, la dureté Shore, la dureté Brinell, etc ... En fait, la dureté est mesurée grâce à l'empreinte que laisse un pénétrateur dans un matériau sous une force donnée. La technique utilisée, le type de pénétrateur et l'expression de la dureté sont donc propres à chaque type de dureté.

La plus intéressante et la plus reproductible est la mesure de dureté

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

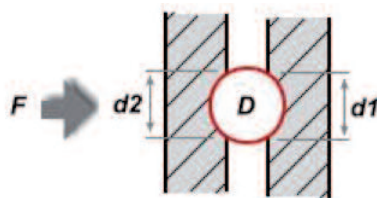


Brinell. C'est donc à celle-ci que nous allons nous intéresser. Elle utilise une bille d'acier de diamètre D comme pénétrateur à laquelle on applique une force F pendant une quinzaine de secondes. Une fois l'essai de pénétration réalisé, on mesure avec précision le diamètre d de l'empreinte sur l'échantillon et on applique la formule :

Application dérivée

Certains contournent le problème de la mesure de la force à appliquer en utilisant le principe de comparaison. Ils utilisent un échantillon de dureté connue HBC et un échantillon dont on recherche la dureté HBI. Il suffit alors de placer ces deux échantillons dans un étau en insérant une bille d'acier de diamètre D entre les deux et de fermer l'étau petit à petit. Si l'empreinte laissée dans l'échantillon à tester est plus petite que dans celui de dureté connue on peut en déduire qu'il est de dureté supérieure par contre si l'empreinte est plus grande, la dureté est inférieure. Néanmoins, il est possible, en mesurant l'empreinte laissée dans chaque échantillon d1 et d2, d'avoir une indication précise de la dureté en mettant les deux équations en égalité ce qui donne :

$$HB(\text{inconnue}) = \frac{HB(\text{connue})(D - \sqrt{D^2 - d1^2})}{(D - \sqrt{D^2 - d2^2})}$$



Principe de mise en oeuvre

Posséder une calculatrice scientifique et savoir l'utiliser ... est primordial

Le principe retenu dans un premier

temps était d'utiliser une presse de rechargement « solide » type ROCK CHUCKER et, grâce au rapport de force bras-piston, d'appliquer une force suffisamment importante à une bille d'acier sur l'échantillon de plomb.

Malheureusement, la pression maximum autorisée par la presse impose l'utilisation d'une bille d'un diamètre relativement petit, la petitesse de la bille ne facilite pas sa mise en place et surtout ne rend pas sa recherche facile en cas de perte... La mesure de l'empreinte impose un scanner si l'on désire une mesure de qualité et la réalisation d'un moule maison est nécessaire pour la coulée des échantillons.

Ce principe et son dérivé marchent donc fort bien mais ... la mise en oeuvre n'est pas facile et certainement hors de portée de tout bon bricoleur équipé.

Pour info à ceux qui désireraient se lancer dans la mesure d'empreinte, il suffit de scanner l'empreinte à 2540 DPI pour faire une mesure précise et facilement utilisable. En effet, à cette définition, un pixel correspond à un centième de millimètre !

Simplification du principe mis en oeuvre

Au vu des nombreux inconvénients qu'imposent ce principe et son dérivé, il était nécessaire d'essayer de simplifier le système.

L'axe principal de simplification était d'essayer de supprimer purement et simplement la mesure d'empreinte. La seule solution pour supprimer la mesure d'empreinte est d'obtenir une empreinte d'égale au diamètre de la bille D. Pour ce faire il ne faut donc pas appliquer une force constante à chaque mesure mais appliquer une force jusqu'à



Dossier ..► Dureté de vos ogives plombs

obtenir une empreinte égale au diamètre de la bille. Après mesure de la force exercée durant l'opération, il est donc possible de connaître la valeur de la dureté en appliquant la formule simplifiée par l'égalité de D et d :

$$HB = \frac{2F}{\pi D^2}$$

Comment maintenant parvenir à « récupérer » la bille enfoncée de moitié dans la matière ? La première idée est de souder cette bille à une « tige porteuse » mais la difficulté du travail nous amène à réaliser un axe dont l'extrémité aura la forme d'une demi sphère. C'est quelques jours plus tard, alors que je désamorçais des étuis, que m'est apparue l'idée d'utiliser l'aiguille d'un désamorceur comme pénétrateur. Celui-ci possède le diamètre voulu, la résistance voulue et son extrémité est presque cylindrique. De plus, si on l'utilise dans son Dies, il est très facile de le mettre en place sur la presse et de le régler à la hauteur voulue.

Mesure de la force exercée

Reste donc à mesurer la force exercée sur l'aiguille du désamorceur avec suffisamment de précision au moment où celle-ci commence à pénétrer la matière sur la totalité du diamètre. L'idée de « pendre » des poids au bras de levier paraissait réalisable, mais s'est vite révélée mauvaise après quelques mesures si certaines conditions n'étaient pas

respectées. En effet, le fonctionnement d'une presse telle que la ROCK CHUCKER, même s'il paraît simple, révèle, après un examen mécanique un peu plus poussé, plus compliqué qu'il n'y paraît car l'axe du bras de levier se déplace sur l'axe horizontal et de moindre façon sur l'axe vertical ! Ceci a pour conséquence, une non linéarité de la presse, c-à-d que le déplacement vertical du piston de la presse n'est pas proportionnel en tous points au déplacement du bras de la presse.

franchir de ce problème. Pour un calibre donné, il suffit de choisir l'étui correspondant, de le recouper à bonne longueur afin que l'ogive, placée tête vers le bas, s'appuie parfaitement tant sur le fond de l'étui que sur ses parois latérales assurant ainsi sa stabilité. Le tout est placé dans le shell holder, lui-même glissant dans le support de la presse. La solution fonctionne parfaitement bien si l'étui est coupé à bonne longueur.

Composition et dureté Brinell de différents alliages de plomb				
alliage de plomb	% de plomb	% d'étain	% d'antimoine	dureté Brinell
plomb pur (chiotte)	100	0	0	5
plomb électrolytique	94,5	3	2,5	12
1/1 plomb / linotype	92	2	6	15
Lyman type 2	90	5	5	15
Linotype	84	4	12	22
Monotype	72	9	19	28

Après une série de mesure au comparateur, il s'avère qu'il existe, en tout cas sur la ROCK CHUCKER, une zone comprise entre + 5° et -5° par rapport au bras de levier à l'horizontal dans laquelle la presse est totalement linéaire. Cette plage est donc la seule utilisable si l'on désire faire une mesure précise de la force exercée sur l'aiguille.

Après essais sur des échantillons de duretés différentes, il s'avère que la dureté mesurée est proportionnelle à la masse suspendue au bout du bras de levier de la presse si nous respectons la plage de travail linéaire de la presse.

Mesure directe sur ogive.

Le second axe de simplification était de permettre la mesure de dureté sur des ogives du commerce et sur les ogives de votre production.

Une fois de plus, le matériel que nous possédons tous permet de s'af-

Pour contrôler la dureté de vos alliages de plomb avant la fabrication des lingots, il vous suffit donc de le couler dans un des moules à ogives que vous possédez et de faire la mesure de dureté sur la presse. Inutile donc de devoir fabriquer un moule pour échantillons.

De plus, la valeur de la dureté Brinell est immédiate, sans calcul ni mesure d'empreinte. Il suffit juste de faire une règle de trois et d'en faire un petit tableau.

Pour information, vous retrouverez ci-dessous différents alliages de plomb avec leurs composition et dureté.

Réalisation

Matériel nécessaire :

- une presse ROCK CHUCKER
- un dies de désamorçage avec aiguille LEE de diamètre 1,58 mm

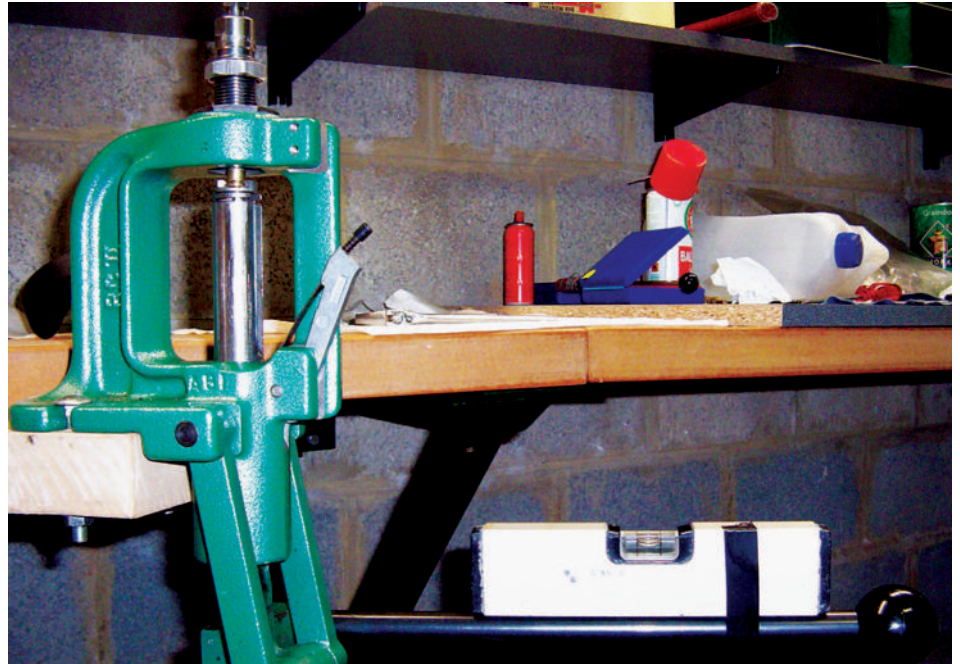


Dossier ..► Dureté de vos ogives plombs

- une pièce de 2 centimes forée d'un trou de 3 mm de diam en son centre.
- un niveau petit modèle (20cm).
- une boîte à conserve d'un litre, vide.
- un fil d'acier rigide de 25 cm.
- un morceau de flanellette ou tissu de 60 cm.
- quelques étuis vides du même calibre que l'ogive à mesurer.
- des ogives dont vous désirez connaître la dureté.
- un rouleau de toile isolante.
- +/- 5 Kg de lest (ogives, graviers, plomb de recup, ...)

Voici quelques clichés qui vous expliquent pas à pas la méthode de mesure.

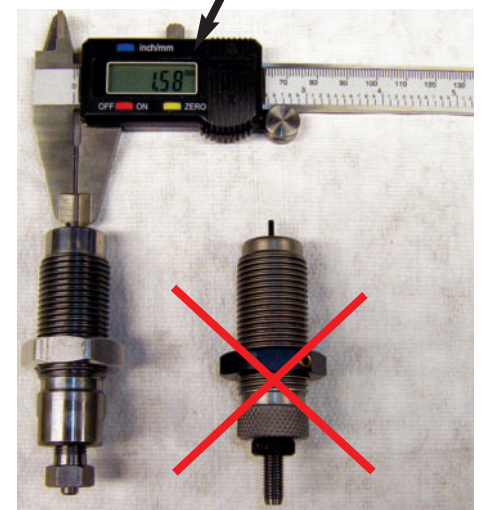
1) il est important de contrôler l'horizontalité de la presse. Il suffit de placer un niveau sur la partie supérieure de la presse, dans l'axe de fonctionnement du manche.



2) une fois l'horizontalité contrôlée et corrigée si besoin, fixez le niveau sur le bras de la presse à l'aide de la toile isolante.

3) Contrôlez le diamètre de l'aiguille du Dies, car il existe plusieurs diamètres même chez LEE ... L'aiguille utilisée et pour laquelle les chiffres sont donnés à un diamètre de 1,58 mm. Si vous ne possédez pas d'aiguille de ce diamètre, il est possible d'en utiliser une autre mais il sera

alors nécessaire d'utilisez une ogive de dureté connue pour calibrer la machine. Je vous conseille l'emploi d'une aiguille LEE, car elles sont au bon diamètre et plus résistantes que les aiguilles RCBS (si, si, ... j'ai cassé 2 RCBS avant de passer à LEE qui a subit sans broncher tous mes tests depuis des mois)





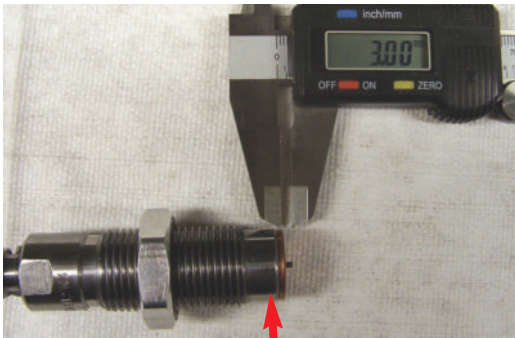
Dossier ..► Dureté de vos ogives plombs



5) Une fois la profondeur de l'aiguille réglée, placer le Dies sur la presse et vissez celui-ci jusqu'à voir apparaître l'aiguille sous le cadre.



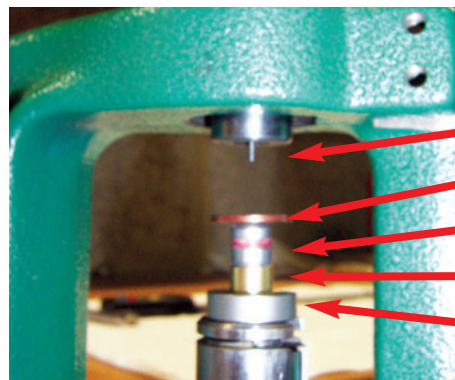
8) Faites monter le piston jusqu'à mettre en contact l'aiguille et l'ogive.



4) Retournez le dies de désamorçage, placez la pièce de 2 centimes sur l'aiguille et réglez l'aiguille dans le Dies afin que celle-ci dépasse de 3 mm hors tout. Prenez la peine de serrer convenablement l'aiguille sans quoi celle-ci risque de remonter lors des mesures ! Il est important de remesurer ces 3 mm avec précision après serrage, afin d'être certain d'avoir une mesure d'enfoncement constante. La mesure se fait bien évidemment avec la pignette de profondeur du pied à coulisse et non de la façon montrée sur la photo ! Celle-ci se voulant uniquement didactique.

6) Au départ d'une douille, diminuez sa longueur jusqu'à obtenir la longueur exacte nécessaire pour loger une ogive tête en bas. Il est préférable de scier trop long et de rectifier par la suite afin de trouver la longueur idéale. Quelques tâtonnements seront probablement nécessaires, mais une fois la longueur idéale trouvée, notez celle-ci dans le cas où vous devriez en réaliser une de nouveau !

9) Dévissez le Dies pour faire monter le piston jusqu'à mettre le bras de la presse en position horizontale. Soyez précis au niveau réglage, car il est important de faire fonctionner la presse dans la plage linéaire. N'utilisez pas le contre écrou de réglage, il est inutile dans notre application.

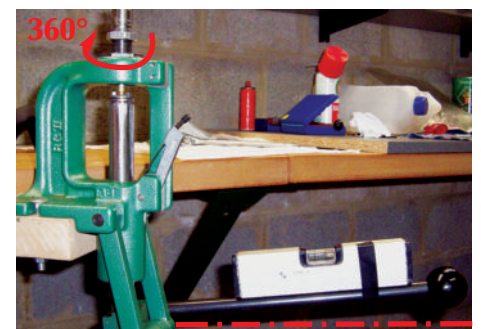
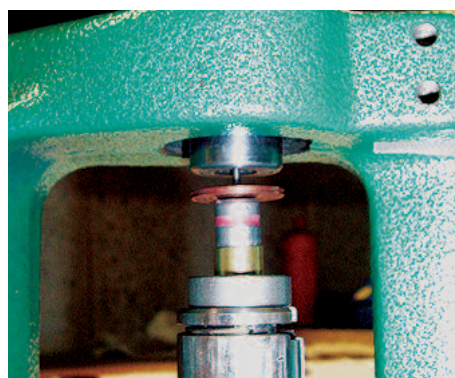


- ← Aiguille
- ← Pièce de 2 centimes
- ← Ogive à tester
- ← Etui recoupé
- ← Shell holder



7) Placez sur le piston de la presse et dans l'ordre : le shell holder, l'étui recoupé, l'ogive à tester et la pièce de 2 centimes.

10) Une fois le bras bien horizontal, relevez celui-ci doucement afin de viser le dies d'un tour. Voilà, la presse est en position de mesure !





Dossier ..► Dureté de vos ogives plomb

11) Réalisez une anse avec le fil d'acier rigide et placez-la sur la boîte de conserve dans laquelle vous aurez au préalable réalisé deux trous sous le rebord supérieur. Pendez le tout à la boule du manche de la presse en nouant en écharpe un bout de tissu ou mieux de flanellette de nettoyage.



12) Chargez jusqu'à ce que l'aiguille commence à pénétrer dans le plomb.



13) La bulle du niveau vous permet de visualiser l'évolution de la pénétration de l'aiguille dans le plomb. Si la pénétration est trop lente, augmentez la masse quelque peu. Après une dizaine de mesures vous maîtriserez parfaitement la méthode. Une remise à l'horizontal du bras suivi du serrage d'un tour pour chacune des mesures est une obligation si vous désirez obtenir une mesure précise.



Si vous utilisez une presse ROCK CHUCKER avec un bras terminé par une boule et un dies LEE avec une aiguille de 1,58 mm de diamètre, la masse totale nécessaire en bout de bras pour faire pénétrer l'aiguille de 3mm en 10-15 secondes est de 4,550 Kg pour une dureté de 22 Brinell (plomb linotype). Il est nécessaire de réaliser plusieurs mesures et d'en faire la moyenne afin d'obtenir une mesure fiable.

Un contrôle sur des ogives de dureté différente permet de constater qu'il suffit d'appliquer une simple règle de trois pour obtenir la dureté d'une ogive avec précision. Un test en aveugle m'a permis, après moyenne sur 5 mesures, d'obtenir une précision inférieure à l'unité.

Petits trucs

• Pourquoi cette pièce de 2 centimes ? Passé les -5° , le bras de force de la presse augmente de façon exponentielle et l'aiguille, au risque de casser, défonce l'échantillon et l'ogive pénètre dans le Dies de recalibrage. La parade à ce problème consiste, passé les -5° , à limiter le déplacement du bras vers le bas. J'avais pour cela fabriqué un « pied » sous le bras de la presse que je pouvais régler en hauteur pour modifier l'angle d'arrêt. Ce système s'est révélé très compliqué à mettre en œuvre et s'est « défilé » à plusieurs reprises. Les choses les plus fonctionnelles étant souvent les plus simples, l'astuce est d'utiliser une simple pièce de 2 centimes forée d'un trou de 3 mm en son centre faisant ainsi butée lorsque l'ogive vient

à son contact.

- La réalisation de « poids » types ne pourra se faire qu'une fois des mesures précises réalisées. Dans un premier temps, utilisez des ogives comme masse. La montée en masse est fine et précise.
- La pesée de la masse se fait sans difficulté et avec précision si l'on utilise une balance électronique de cuisine en fractionnant la pesée si nécessaire. ATTENTION ! n'oubliez pas de peser le contenant également !!!
- Il vous reste à réaliser un petit tableau reprenant les duretés Brinell de 6 à 28 et leur correspondance en grammes.

Conclusion

Possédant une seconde presse du même modèle, j'ai répété les mêmes tests pour arriver à une reproductibilité des mesures sur les deux presses. Mais je pense qu'il serait intéressant, à l'aide d'ogive de plomb de dureté connue avec précision, de contrôler votre mesureur de dureté.

En effet, une petite différence au niveau de la longueur du bras de la presse ou au niveau des bras de levier peut amener à des dérives importantes. Les chiffres que je donne sont les résultats des tests réalisés sur ma propre presse et quand je parle de test, j'en ai fait pendant plusieurs mois avec du plomb de dureté différente coulé dans des moules de calibre différent. A chaque fois, les mesures correspondaient à la dureté du plomb utilisé avec une erreur de moins d'une unité de dureté Brinell.

Vous voici enfin capable de mesurer la dureté des ogives du commerce et de vos alliages de plomb pour la coulée de vos propres ogives. Adieu emplombage et séance de nettoyage de canon.

Bonnes mesures.

RAMSES

Crédits photos : Ramses