

Ce document est mis gratuitement à disposition en ligne sur le site internet de www.codeart.org. Il est destiné à être diffusé et reproduit largement. **CODEART** développe des projets visant à résoudre des problèmes techniques récurrents dans les pays du Sud et en lien direct avec la production et la transformation des productions vivrières par les producteurs locaux eux-mêmes et les artisans locaux qui offrent leur service aux paysans.

CODEART complète son appui technique par l'offre de toute information susceptible d'aider les partenaires dans la maîtrise de technologies nécessaires au développement du pays. Les productions, plans et savoir-faire développés sont mis à la disposition de l'ensemble des acteurs du secteur du développement tant au Nord qu'au Sud.

Dans les cas justifiés, une version papier peut vous être envoyée sur simple demande à info@codeart.org.

Si vous avez des questions, si vous constatez des imperfections ou si vous avez des expériences similaires à partager, nous vous remercions de nous contacter.

FABRICATION DE HOUES MECANO-SOUDEES ET ESTIMATION DU PRIX DE REVIENT

Classification : Document technique

Fiabilité : F2-Bonne fiabilité : nombreux tests ou prototypes

Nom de l'auteur du document : Roger Loozen

Date de conception : création 2007 modifié en février 2008

Date de mise en ligne : 2008

Référence interne : T55/01/1/01

Des machines pour
nourrir les Hommes



CODEART

asbl

CODEART asbl
15, Chevémont
B-4852 HOMBURG
Tél.: 0032(0)87 78 59 59
Fax: 0032(0)87 78 79 17
info@codeart.org

www.codeart.org

FABRICATION DE HOUEES MÉCANO-SOUDÉES

Procédure générale de fabrication

OBJECTIFS :

Mise au point de l'outillage pour la fabrication de houes mécano-soudées.

RÉSULTATS ATTEINTS :

Les artisans du Sud dispose d'un guide de fabrication d'une houe mécano-soudée.

LOOZEN Roger
2007 – revu en 2008

Avec l'appui de

Etude cofinancée grâce à

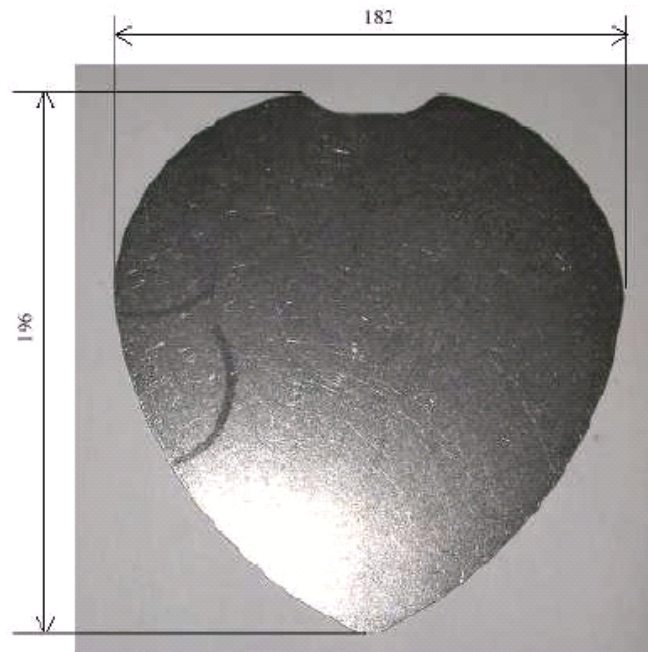
TABLE DES MATIERES

DECOUPE DES FLANCS.....	4
PROCEDE DE MISE EN FORME.....	5
OUTILLAGE DE MISE EN FORME.....	6
CHAUFFAGE DES FLANCS.....	6
VUE DE LA MISE EN FORME.....	7
TREMPE DU FLANC.....	8
DECOUPE DU TUBE D'EMMANCHEMENT.....	9
MISE EN FORME DU TUBE D'EMMANCHEMENT.....	9
SOUDURE DU TUBE D'EMMANCHEMENT.....	10
LA HOUE TERMINEE.....	10
ESTIMATION DU PRIX DE REVIENT D'UNE HOUE.....	11

PROCEDURE GENERALE DE FABRICATION D'UNE HOUE

DECOUPE DES FLANCS

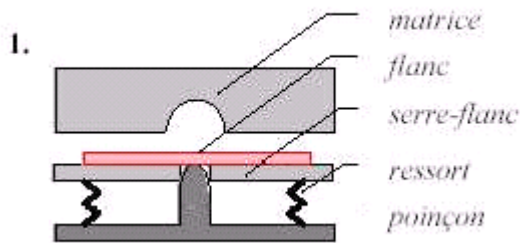
- La matière utilisée est un acier C45 (voir en annexe) épaisseur 3mm. Cet acier au carbone sera amélioré par un traitement thermique.
- Pour de petites séries, les flancs peuvent être découpés par procédé thermique, oxycoupage, plasma ou laser.
- Pour de grandes séries, on utilise un outil de découpe à la presse.
- L'outillage de découpe est assez cher mais se justifie pour les grandes séries.
- Cet outil de coupe devra être dans un bloc à colonnes et nécessite une presse de 130 tonnes ou de 70 tonnes si on utilise un outil de coupe en biseaux.



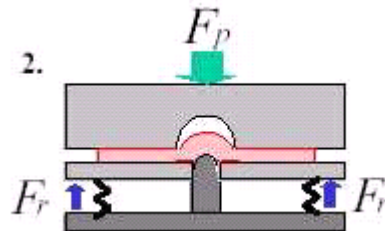
Flanc découpé

PROCEDE DE MISE EN FORME

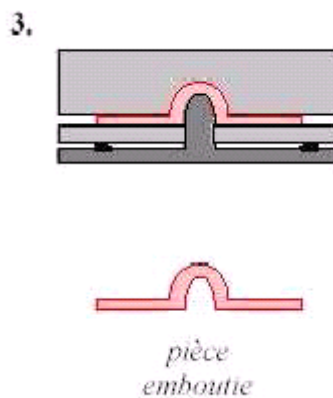
1. Le flanc est placé sur le serre-flanc. La presse fait descendre la matrice.



1. La matrice entre en contact avec le flanc. La presse pousse la matrice contre le flanc avec une force F_p . Les ressorts se compriment, exercent sur le serre-flanc une force F_r . Le flanc se trouve coincé entre la matrice et ce dernier empêche la formation de plis. Le poinçon rentre alors dans la matière et la déforme, créant ainsi le nœud de la houe.



2. La matrice est descendue au plus bas. Le flanc est embouti. Il est dégagé en soulevant la matrice puisque le serre-flanc remonte aux ressorts.



Lors de cette fabrication nous avons utilisé de l'acier ARNE (acier à outils – voir plus loin)

OUTILLAGE DE MISE EN FORME

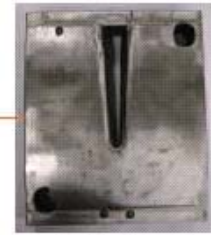
L'outillage



La presse utilisée est une presse mécanique à friction de + - 20 t.



presse montée avec l'outillage



Matrice (vue de dessus)



poinçon



serre-flanc
vue de dessus

CHAUFFAGE DES FLANCS

Une déchirure du flanc peut être provoquée par des « amorces de rupture ». Ce sont de petites tries présentes sur la tranche du flanc qui ont été créées lors de sa découpe par oxycoupage. Pour éviter ces déchirures, il est conseillé de polir au papier émeri le bord du flanc au niveau de cette zone critique. Le polissage sera réalisé dans le sens longitudinal



exemples de déchirure
du flanc



mince pellicule sur la
tranche trempée par
l'oxycoupage



amorces de rupture
présence de petites tries

c'est-à-dire parallèlement au bord du flanc. Un polissage dans le sens perpendiculaire créerait des amorces de déchirure.

D'autre part, l'oxycoupage est un procédé thermique qui engendre une trempe superficielle de la tranche la rendant plus dure et donc plus cassante (un peu comme du verre).

Pour éviter de telles déchirures, on chauffe le flanc localement (au niveau du futur nœud) jusqu'à obtention d'un rouge sombre. (+/- 650° à 750°C).

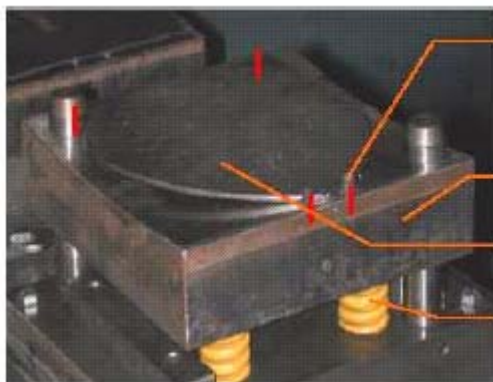
Nous avons procédé par oxycoupage parce que nous ne voulons pas investir aujourd'hui dans un outil de découpe à la presse. Cette dernière solution serait la moins chère.



chauffage du flanc au chalumeau

VUE DE LA MISE EN FORME

Une fois chauffé, le flanc est mis en position sur le serre-flanc. Quatre goupilles assurent un bon positionnement.



Goupille servant au positionnement

Serre-flanc

Flanc

Ressort

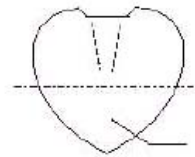
Mise en position du flanc sur le serre-flanc

La presse fait le reste...



TREMPE DU FLANC

On biseautera d'abord la partie tranchante de la houe par affutage.
 La houe est trempée afin d'augmenter sa durée de vie.
 Une grande dureté entraîne une plus grande résistance à l'abrasion du sol.



Zone chauffée

*La partie de la houe est chauffée à rouge vif
 au chalumeau ou à la forge (presque orange +/- 850°C)*

Une fois chauffée, la houe est plongée dans un bassin d'huile (huile de colza ou éventuellement vieille huile moteur) et agitée vivement pour accélérer le refroidissement et empêcher l'inflammation de l'huile. On peut aussi réaliser la trempe dans de l'eau. La dureté obtenue sera d'environ 61-63 HRC soit environ 220 Kg mm² de résistance.

REVENU : un acier trempé est trop fragile (très dur mais cassant). C'est pour cette raison qu'après une trempe brusque, on réchauffe la partie trempée à une température largement inférieure à la température de trempe (ici +/- 300°C) bleu foncé.

On laissera refroidir la houe à l'air. Le revenu accroît la ténacité mais s'accompagne d'une baisse de la dureté. Voir les caractéristiques de l'acier C45 utilisé.

On obtiendra une dureté finale d'environ 45-47 HRC soit environ 150 Kg/mm² de résistance. On essaiera de se trouver entre 38 et 45 HRC soit entre 125 et 150 Kg/mm² de résistance.

DECOUPE DU TUBE D'EMMANCHEMENT

On part d'un tube soudé de dimension 51x4mm (diam ext. 51mm et diam int. 43mm)
Le tube soudé est moins cher qu'un tube sans soudure.

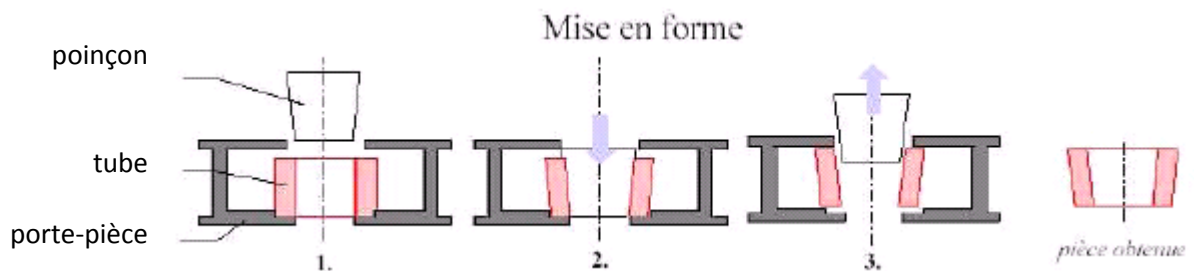


Les tubes sont coupés à la longueur
de 5 cm au moyen d'une scie alternative.



Tube ébavuré prêt pour la mise en forme.

MISE EN FORME DU TUBE D'EMMANCHEMENT



1. Le tube est placé sur le porte-pièce
2. La presse fait descendre le poinçon qui déforme la pièce.
3. Le poinçon remonte. La partie supérieure du porte-pièce désemboîte la pièce du poinçon (éjecteur)

La rainure sur le
poinçon est
destinée à
laisser passer le
cordon de
soudure des
tubes. Nous
sommes partis
de tubes
soudés.

Cordon de
soudure.



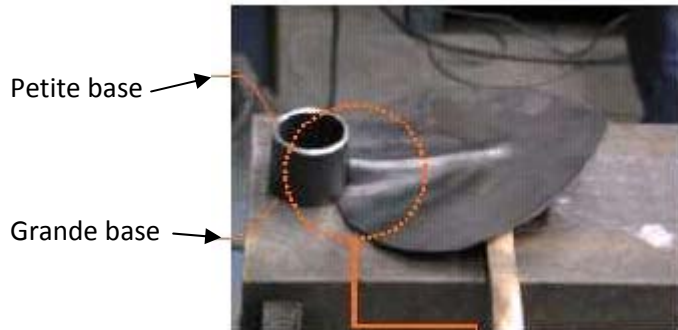
Dia ext 54mm , dia int 46,5mm



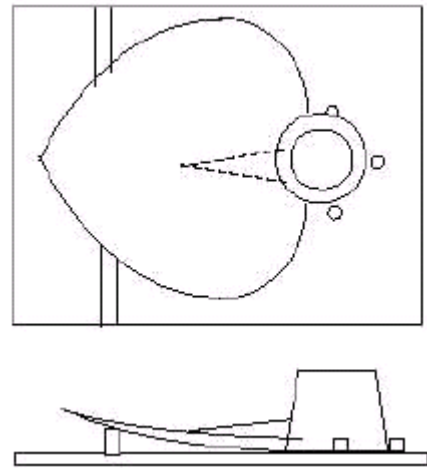
Dia ext 51mm, dia int 43mm

SOUDURE DU TUBE D'EMMANCHEMENT

La soudure est faite à l'arc.



Il est préférable d'utiliser un gabarit de soudure pour fabriquer des houes identiques et garantir une bonne angulation entre le plat de la houe et le manche.



LA HOUE TERMINEE. Il ne manque plus que le manche !



Houe assemblée vue du dessus et vue de profil

ESTIMATION DU PRIX DE REVIENT D'UNE HOUE

ESTIMATION DU PRIX DE REVIENT DE LA HOUE						
1-Matières premières pour la houe.		Fournisseurs	Unité de prix	Prix (EUROS)	PR/Houes (EUROS)	Investissements (EUROS)
A-	Tôle de 2000x1000x3 mm en acier C45 laminé à chaud. Nous avons payé 834 euros lors de l'achat de 10 tôles. Par achat de 2.000 kg soit 42 tôles soit 2.268 flancs.	MCB	1 000 kg	511		
	(Dans une tôle de 2000x1000x3 mm on réalise 54 pièces)		1 flan:		0,45	
B-	Découpe par rayon laser	LASERFLASH	1 découpe		0,64	
C-	Tube de diamètre 51mm x épais:4mm x long. 6m	MOULAN		3,99		
	(Pour un oeillet de long. 48mm on réalise 120 pièces par long de 6m)		1 oeillet revient à:		0,0033	
	Sciage (prix très bas - pour mémoire)		1 coupe:		0,00	
2-Matières premières pour l'outillage de mise en forme.		Fournisseur	Unité de prix			
A-	Plat recuit 210 x 54 x 410 mm - Acier ARNE	UDDEHOLM	Les 2 plats:			228,18
	Plat recuit 133 x22 x 80 mm - Acier ARNE	UDDEHOLM				
B-	Carré de 82 x 82 x 190 mm - Acier ARNE	UDDEHOLM	Le plat			59,62
C-	Etiré diamètre 25 x long.110mm (colonnes) - ACIER Ck45	WAUTERS	Les 2 pièces			0,2
D-	Ressorts de compr.: diamètre 32mm x long.89mm (N°9.2014-26) couleur rouge	DANLY	Les 4 pièces			37,29
E-	Visserie:	MOULAN	La visserie			1
	1 Vis TC - M10 x 40 - DIN 912					
	1 Vis TC - M8 x 40 - DIN 912					
	1 Goupille cylindrique diamètre 6 x 35 - DIN 7					
F-	Découpe par électro-érosion du poinçon, découpe du passage du poinçon dans le serre flanc, découpe du passage du poinçon dans la matrice	PLASTIQUAL (MOREAU)				
G-	Usinage complet de l'outillage et assemblage	CODEART				2460
3-Matière première pour l'assemblage		Fournisseur	Unité de prix			
A-	Baguette de diamètre 2.5 mm x lg.350	SOUDOMETAL	1 baguette		0,04	
4-Matières premières pour l'outillage de soudage.		Fournisseur	Unité de prix			
A-	Fer UPN100 de long. 400 mm - Acier St37	CLAESSENS	1 long.			2,5
B-	Etiré diamètre 20 mm x	CRUSTIN	1 pièce			0,1

	long. 100 mm - Acier B60.					
C-	Fer L 40 x 40 x 4x long. 20 mm - Acier St 37	CLAESSENS	1 pièce			0,5
D-	Assemblage	CODEART				2,5
5-Matières premières pour l'outillage des oeuillets		Fournisseur			Soit:	30
A-	Plat étiré 250 x 120 x 30 - Acier St37	CRUSTIN	1 pièce			
B-	Rond. de diamètre 50 mm x 170 mm de long, C45	WAUTERS	1 pièce			
C-	Rond. de diamètre 180 mm x 25 mm - Acier St37	CLAESSENS	1 pièce			
D-	Rond. De diamètre 130 mm x 20 mm - Acier St37	CLAESSENS	1 pièce			
E-	Visserie:	MOULAN	3 pièces			
			9 pièces			
		Prix de revient d'une houe:			1,14	
				Investissements:	2821,89	
6-Main d'oeuvre.						
Calculé sur base de la fabrication de 100 houes, Soit un salaire de 10 euros/ heures			Unité de prix	temps (minutes)	PR/Houes (EUROS)	
	Coût horaire considéré pour le calcul en euros par heure	5				
A-	Emboutissage:		100 houes	50	0,0417	
B-	Coupe:		100 houes	180	0,1500	
C-	Mise en forme:		100 houes	50	0,0417	
D-	Soudage:		100 houes	200	0,1667	
E-	Trempe:		100 houes	500	0,4167	
F-	Revenu:		100 houes	500	0,4167	
G-	Affûtage:		100 houes	200	0,1667	
H-	Peinture:		100 houes	100	0,0833	
	Main d'oeuvre par houe produite pour un coût salarial de 5 euros/h:				1,48	1,11
Remarques:						
1) Calculs approximatifs basés sur des estimations surtout au niveau des temps de production, le coût horaire est à revoir chez le partenaire du Sud, le prix des matières premières doit être augmenté des coûts de transport que l'on peut estimer à 50% du prix d'achat en Belgique. Voir calcul ci dessous.						
2) Les frais locaux considérés pour la production ne comprennent pas l'électricité nécessaire pour le fonctionnement de la presse ainsi que le charbon de bois nécessaire pour les traitements thermiques.						
3) L'investissement n'est pas correct dans la mesure où certains outillages sont absents. Il faudra prévoir une presse de découpe des flancs et un outillage de découpe soit environ 5.000 euros ainsi que d'autres investissements au niveau du traitement thermique et du bâtiment. Considérons un supplément de 15.000 euros par rapport au calcul ci-dessus.						
4) Le prix des houes similaires sur le marché européen et acheté en quantité est d'environ 4,2 euros/pcs par achat de 500 pcs(houe à oeil rond de 12 cm et 0,7 kg, notre houe pèse 820 grammes). une houe de 1,2 kg , largeur 16cm est vendue à 5 euros par 500 pcs. Si on ajoute le prix de transport le prix livré dans le Sud sera de environ 6,3 euros pour la première houe et 7,5 euros pour la seconde. L'intérêt d'une production locale semble, à ce stade, évident. Encore faut-il considérer le prix de vente sur place de tel articles importés de Chine, des Indes ou du Brésil. Le prix de ces articles est souvent assez bas. N'oublions pas de considérer la qualité de la houe.						
5) Les amortissements et les frais d'entretien restent faibles (environ 6%) en comparant avec les autres frais de production.						
6) Nous sommes conscients que le frein principal pour un tel projet est l'investissement de départ. Nous pensons que la mise de fonds doit provenir d'une organisation d'aide sous forme de dons ou de crédits. Nous pensons que de tels investissements sont primordiaux pour assurer un développement du monde rural dans le Sud. Les pays du Sud doivent maîtriser ce type de production. L'option de la construction locale de tels outils ne doit pas être motivée, en premier lieu, par des considérations économiques mais par la nécessité pour les pays du Sud d'acquérir un savoir faire dans le domaine concerné.						

Prix de revient corrigé		PR/Houes (EUROS) MO 5euros/h	En %	PR/Houes (EUROS) MO 2,5euros/h	En %
Montant des investissements prévus (Euros):	17821,89				
Soit prix des MP livré sur place = 150% du prix d'achat en Belgique:		1,71	49%	1,71	63%
Frais d'investissement en considérant une production annuelle de 10.000 sur 10 ans.		0,18	5%	0,18	7%
Frais d'entretien des investissements: soit 1.000 euros par année.		0,10	3%	0,10	4%
Prix de revient corrigé sans main d'oeuvre:		1,99		1,99	
Frais de main d'oeuvre à 5 euros/heure:		1,48	43%		
Prix de revient avec frais de main d'oeuvre à 5 euros/heure:		3,47	100%		
Frais de main d'oeuvre à 2,5 euros/heure:				0,74	27%
Prix de revient avec frais de main d'oeuvre à 2,5 euros/heure:				2,73	100%
En conclusion il faut noter que la plus grande partie du PR est constituée par les MP qu'il faut importer. Il serait intéressant d'analyser l'offre de tels aciers (C45) dans les pays d'Afrique (Nigéria ou Afrique du Sud).					