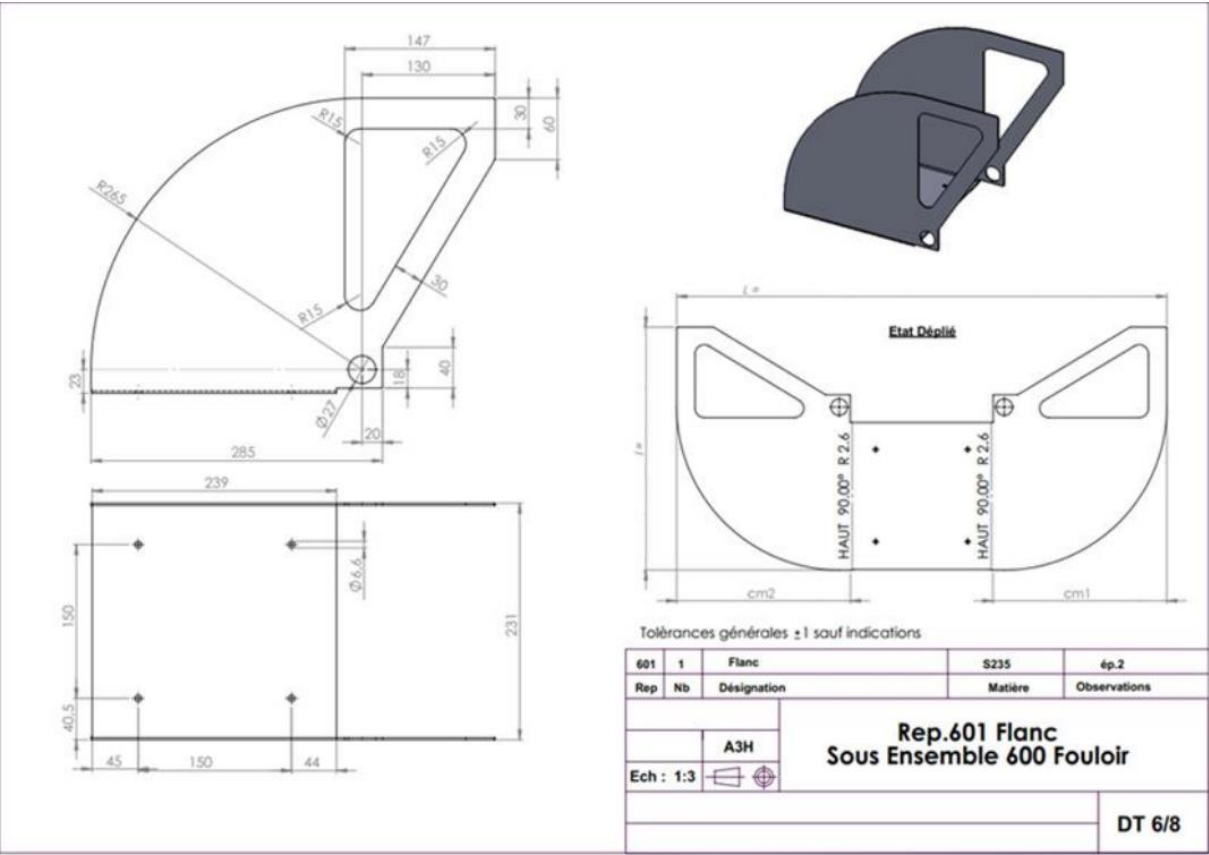


Situation d'Apprentissage et d'Evaluation 2.1 :
Spécification des processus d'élaboration d'une pièce



NOTE IMPORTANTE :

La rédaction des calculs sera donnée en annexe (Dossier Annexe -> Dossier Calculs). Des extraits de ceux-ci seront inclus dans le rapport.

Les images utilisées seront disponibles en plus grand si nécessaire dans le dossier Images.

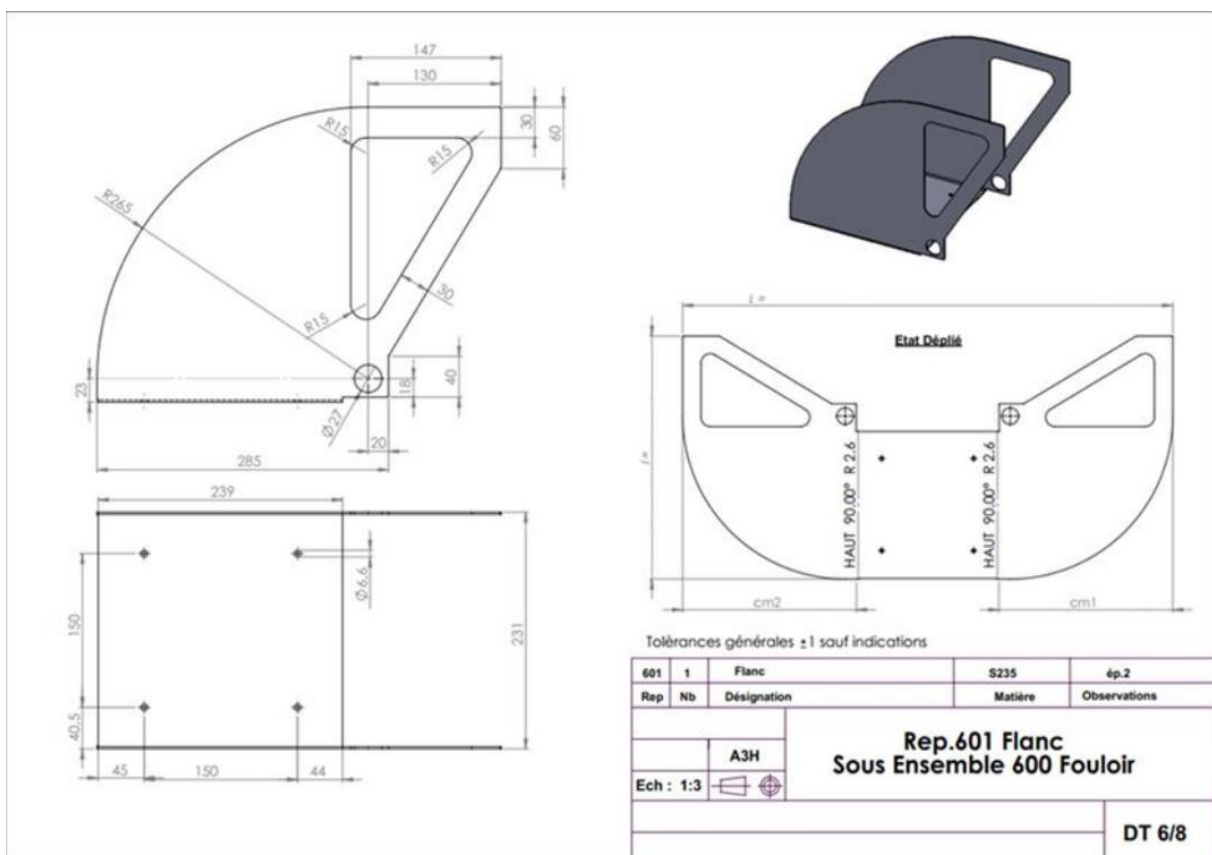
SOMMAIRE :

- I- Calcul de longueur de coupe et d'aire de la pièce**
- II- Disposition sur tôle**
- III- Temps de découpe et coûts**
- IV- Choix de la machine**
- V- Contrat de phase pliage**
- VI- Planning des phases**

I. Calcul de longueur de coupe et d'aire de la pièce

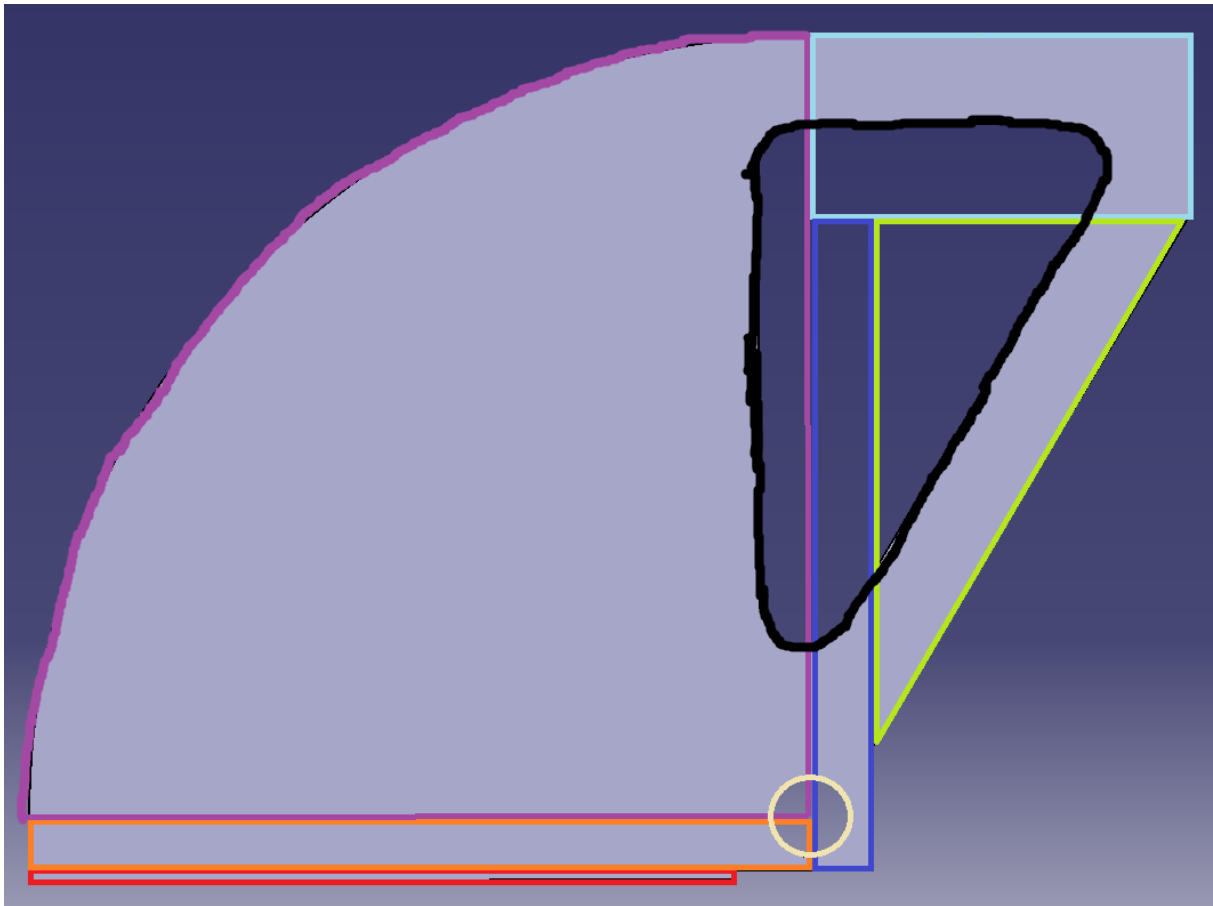
Il est préférable de calculer l'aire et la longueur de coupe de notre pièce (que l'on peut décrire comme étant le périmètre des surfaces à découper) avant d'entamer toute autre réflexion sur le sujet. Concernant la mise en bande, nous utiliserons une version de la pièce sans les découpes intérieures uniquement à but visuel.

Voici donc la pièce sur laquelle nous travaillerons pour ce devoir. Nous pouvons remarquer qu'elle se constitue en fait de 2 tronçons symétriques.



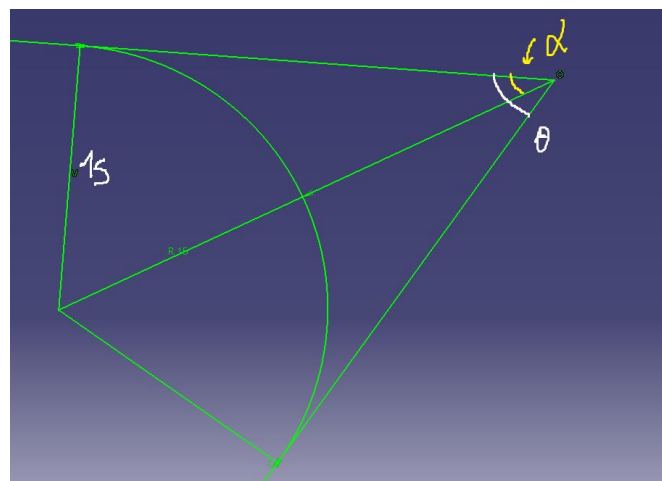
Nous allons couvrir l'essentiel des étapes dans ce rapport, pour plus de détails veuillez-vous référer à l'annexe.

Les dimensions sur le dessin nous sont données après pli, nous ferons attention à ce détail pour nos calculs.



Une surface rectangulaire fait la jonction entre la pièce ci-dessus et son symétrique. A première vue le calcul de l'aire de cette pièce ne pose aucun souci, au détail près que l'on ne connaît pas les dimensions directes du triangle aux sommets arrondis surligné en noir. Celui-ci est en réalité défini non pas directement mais avec des contraintes de parallélisme et de distance avec d'autres arêtes de la figure.

Nous allons nous proposer de trouver en premier temps les dimensions du même triangle, sans les sommets arrondis. Il nous servira de base pour la suite. Le triangle étant rectangle, nous pourrons utiliser la trigonométrie aisément pour déterminer les angles aux sommets.



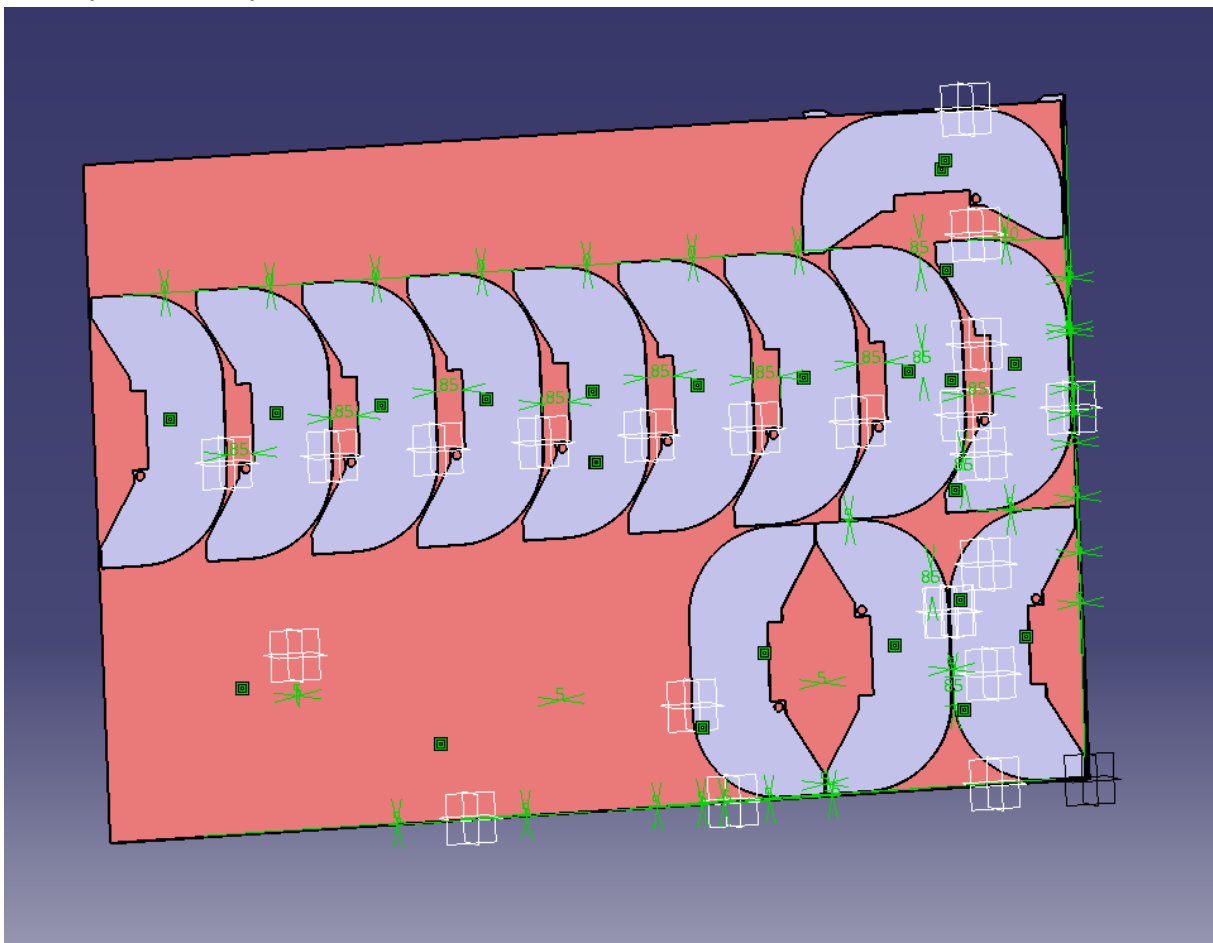
En schématisant le problème, nous pouvons trouver les longueurs que l'on tronque en arrondissant les sommets grâce notamment au fait que la portion de cercle résultante est tangente aux côtés du triangle. Nous pouvons donc utiliser les règles de trigonométrie. Plus de détails en annexe.

**La pièce complète a une aire totale de $192\,194\text{ mm}^2$, soit $0,192\,194\text{ m}^2$.
Sa longueur de découpe quant à elle est de $3564,76\text{ mm}$, soit $3,564\text{ m}$.**

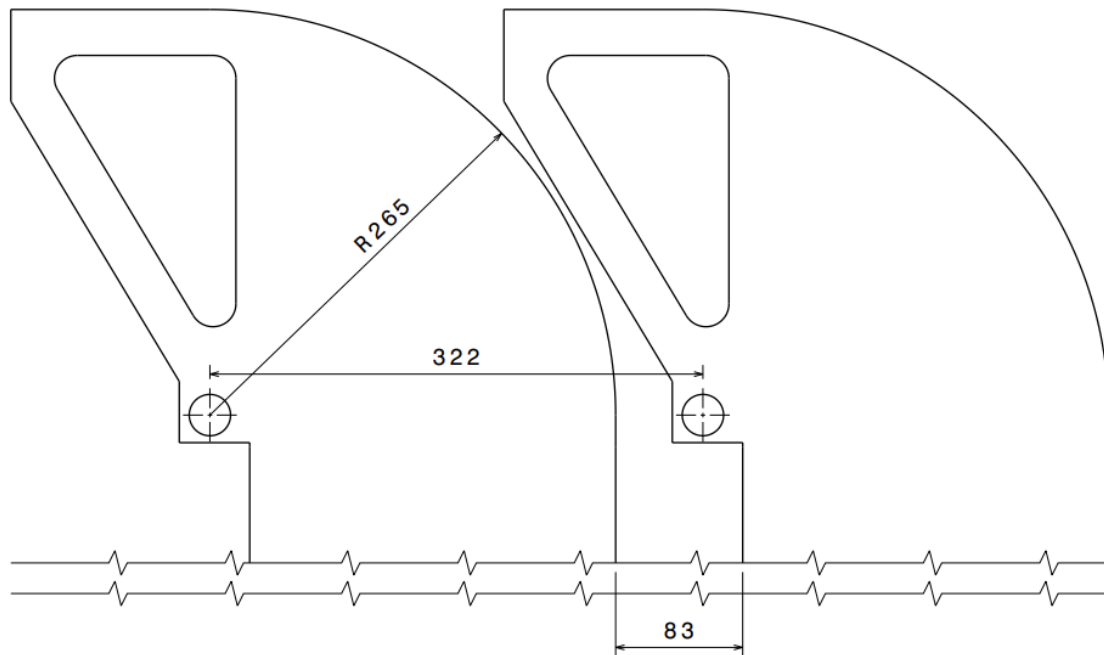
II. Disposition sur tôle

A. Découpe plasma

Après expérimentation sur Catia de différentes mises en disposition sur une tôle de 3x2 m, nous trouvons finalement qu'il est possible de mettre au maximum 19 pièces dessus en respectant les pertes admises de 5mm.



Empiler les pièces comme sur la ligne du milieu engendre de façon évidente le moins de perte de matière. Disposer les pièces comme sur la ligne du dessous engendre de façon très visible moins de pièces produites dans le même espace. Il n'est cependant pas possible d'empiler 3 rangées de la sorte du à un manque de largeur. Une seule pièce peut être placée dans une troisième rangée.



Vue de face
Echelle : 1:3

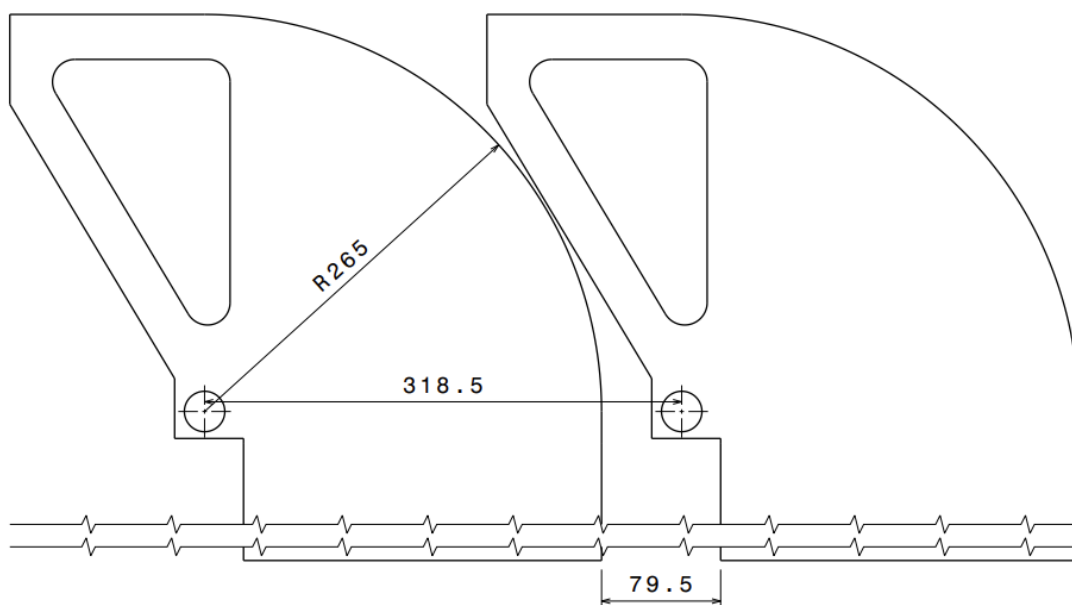
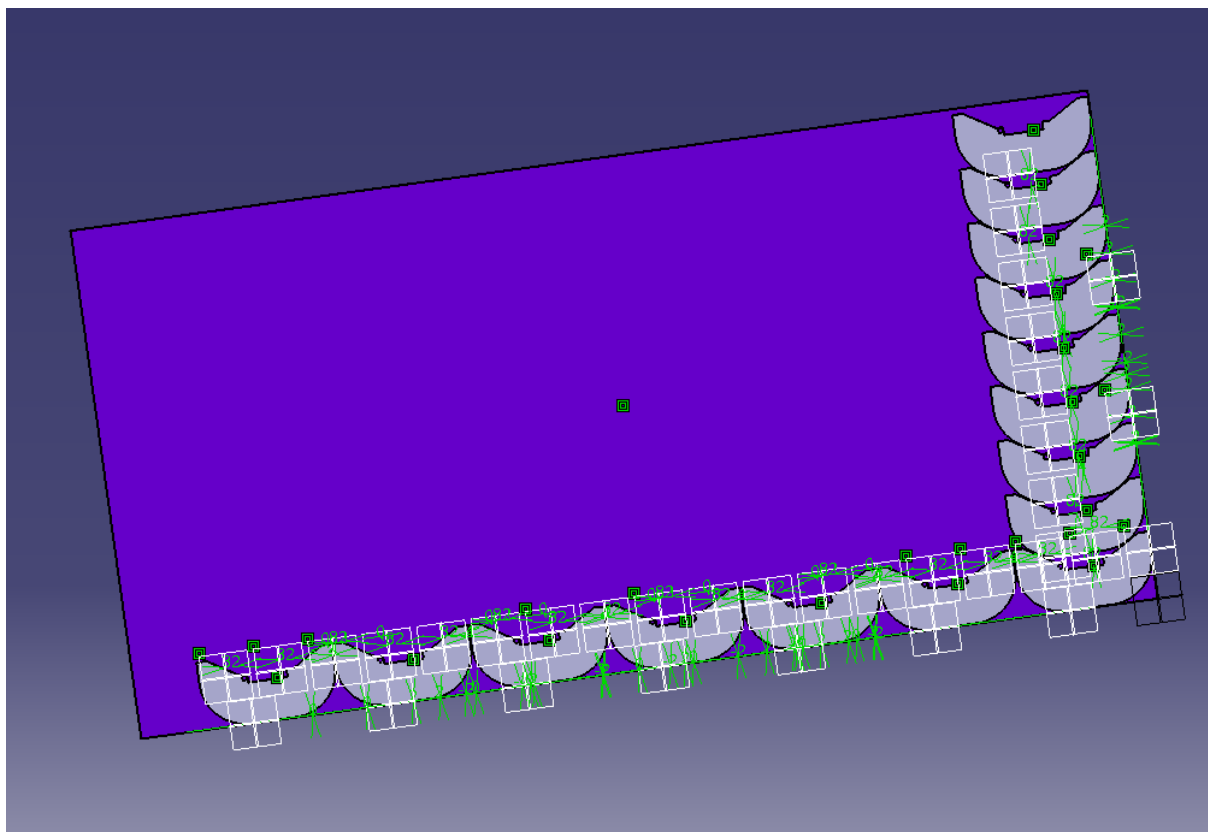
Les détails sur le calcul de distance pour la mise en position seront mis en annexe.

Sur une tôle de 3x2 m, nous pouvons placer 19 pièces d'aires égales à 0,192 194 m² chacune. Le coefficient d'utilisation est approximativement de :

$$\frac{19 \times 0.192194}{3 \times 2} \times 100 \sim 60.8\%$$

B. Poinçonnage/Découpe CN

Avec une démarche similaire à la découpe plasma, la mise en bande la plus optimale trouvée sur une tôle de 6x3 m permet de placer 63 pièces par tôle. Se dénombrent 7 bandes de 9 pièces chacune.



Vue de face
Echelle : 1:3

Sur une tôle de 6x3 m, nous pouvons placer 63 pièces d'aires égales à 0,192 194 m² chacune. Le coefficient d'utilisation est approximativement de :

$$\frac{63 \times 0.192194}{6 \times 3} \times 100 \sim 67.2\%$$

Effort de découpe : Le matériau utilisé est de l'acier S235 dont nous supposons la résistance à la rupture $R_m = 340 \text{ N/mm}^2$.

Donc $F = L \times e \times R_m$

$$= 3564,76 \times 2 \times 340$$

$$F = 2\,424\,036 \text{ N} = 242,4 \text{ kdaN}$$

D'un point de vue coefficient d'utilisation de la matière, il est donc plus intéressant de se diriger vers le procédé de poinçonnage.

III. Temps de découpe et coûts.

Les résultats seront présentés sous forme de tableau. Les calculs étant quelques peu triviaux, ils ne seront pas inclus dans l'annexe.

Banc de découpe plasma	
Vitesse de coupe en cm/min	300
Longueur de coupe en cm	356,4 par pièce soit 178 200 pour 500 pièces
Temps de coupe en « ch »	990 ch
Mise en place et réglage d'une tôle	162 ch
Préparation machine	10 ch
Chargement programme	10 ch
Montage des consommables	4 ch
Evacuation des pièces	540 ch
Ebavurage des pièces	3564 ch
Total	5280 ch soit 52,80 heures

Poinçonneuse à commande numérique	
Vitesse de coupe rectiligne en cm/min	500
Longueur de coupe rectiligne en cm	229,118 par pièce soit 114 559 pour 500 pièces
Vitesse de coupe curviligne en cm/min	400
Longueur de coupe curviligne en cm	127,36 par pièce soit 63 680 pour 500 pièces
Temps de coupe rectiligne en « ch » pour 500 pièces	381,75 ch
Temps de coupe curviligne en « ch » pour 500 pièces	265,25 ch
Mise en place et réglage des bandes	1680 ch
Démarrage machine	10 ch
Chargement programme	10 ch
Montage des poinçons	45 ch
Evacuation des pièces (manutention) (10 ch par bande)	560 ch
Ebavurage des pièces	1782 ch
Total	4734 ch soit 47,34 heures

Les résultats seront arrondis à l'unité supérieure. C'est-à-dire que pour la suite des calculs, nous allons supposer que la totalité des opérations dure 53 heures pour la découpe plasma et 48 heures pour le poinçonnage. Le constat final ne sera pas changé après cette opération.

Coût machine optimisé	
Découpe plasma (pour l'ensemble des pièces) Coût horaire machine 135€ HT	7155€ HT
Découpe poinçonneuse CN (pour l'ensemble des pièces) Coût horaire machine 98€ HT	4704€ HT
Coût main d'œuvre optimisé	
Découpe plasma (pour l'ensemble des pièces) Coût horaire main d'œuvre 27€ HT	1431€ HT
Découpe poinçonneuse CN (pour l'ensemble des pièces) Coût horaire main d'œuvre 27€ HT	1296€ HT
Coût final de découpe	
Découpe plasma (pour l'ensemble des pièces)	8586€ HT
Découpe poinçonneuse CN (pour l'ensemble des pièces)	6000€ HT

Coût de la matière :

Une tôle d'épaisseur 2 mm coûte 17,27€ au m².

- En plasma, nous avons vu qu'il est possible de placer 19 pièces par tôle. Pour 500 unités il nous faudra 27 tôles. On rappelle que l'on utilise des tôles de 3x2 m dans ce cas de figure.
 - o Le prix de matière pour le plasma est de 2797,74€.
- En poinçonnage, nous avons vu qu'il est possible de placer 63 pièces par tôle. Pour 500 unités il nous faudra 8 tôles. On rappelle que l'on utilise des tôles de 6x3 m dans ce cas de figure.
 - o Le prix de matière pour le poinçonnage est de 2486,88€.

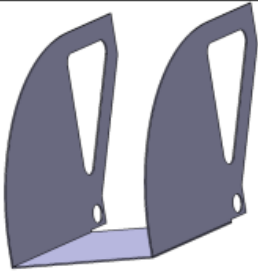
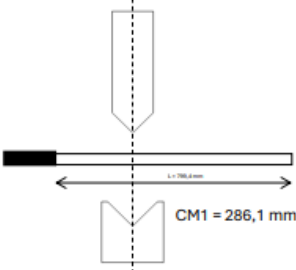
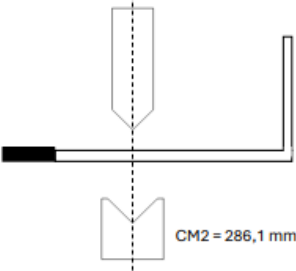
IV. Choix de la machine

Le verdict est unanimement favorable à l'utilisation de la poinçonneuse CN. Non seulement le coefficient d'utilisation de la tôle est supérieur, mais en plus de cela la découpe des pièces est moins chronophage et moins onéreuse, tout comme le coût de la matière. L'utilisation de cette machine ne pourvoit que des avantages comparé à la découpe plasma selon nos critères d'étude.

A noter que l'on suppose être en possession des poinçons. Si il est nécessaire de les créer sur mesure alors le bilan peut être différent.

V. Contrat de phase

Une version plus grande du contrat de phase est trouvable en annexe.

CONTRAT DE PHASE				
Ensemble : Ensemble Tremie Briqueticc Sous ensemble : 600 (Fouloir) Elément : Flanc Repère : 601 Matière : Acier S235 Nombre : 500 pièces		Schéma : 		
Sous phase	Opération	Croquis	Outillage	Contrôle
601 « Pliage »	601.1			
	Pli n°1			CC1 = 268 mm Angle de pliage = 90°
	Pli n°2		Vé = 12 mm Effort de pliage = 190kN/m	CC2 = 268 mm Angle de pliage = 90°

VI. Planning des phases

Une version plus grande du planning des phases est trouvable en annexe.

PLANNING PHASES
SOUS ENSEMBLE 600 FOULOIR

	Préparation			Débit				Usinage														Assemblage				Finition							
Repère	Traçage	Gabarit	Ebavurage	Cisaillage	Encochage	Tronçonnage	Oxycoupage	Sciage	Tournage	Perçage	Fraisage	Découpe/Poinçonnage CN	Filetage-Taraudage	Plieuse CN	Forgeage	Emboutissage	Roulage	Coudage	Sertissage	Fluotournage	Repoussage	Laminage	Rivetage	Boulonnage-Vissage	Soudage	Collage	Emmanchement	Redresser	Ebavurer/Meuler	Polissage	Peinture	Ajustage	Contrôle
601	1								3			2		4																			
602	1								3			2		4			5																
603	1											2		3																			
604	1											2		3																			
605	1								3			2		4																			
611												2																					
614																											1						