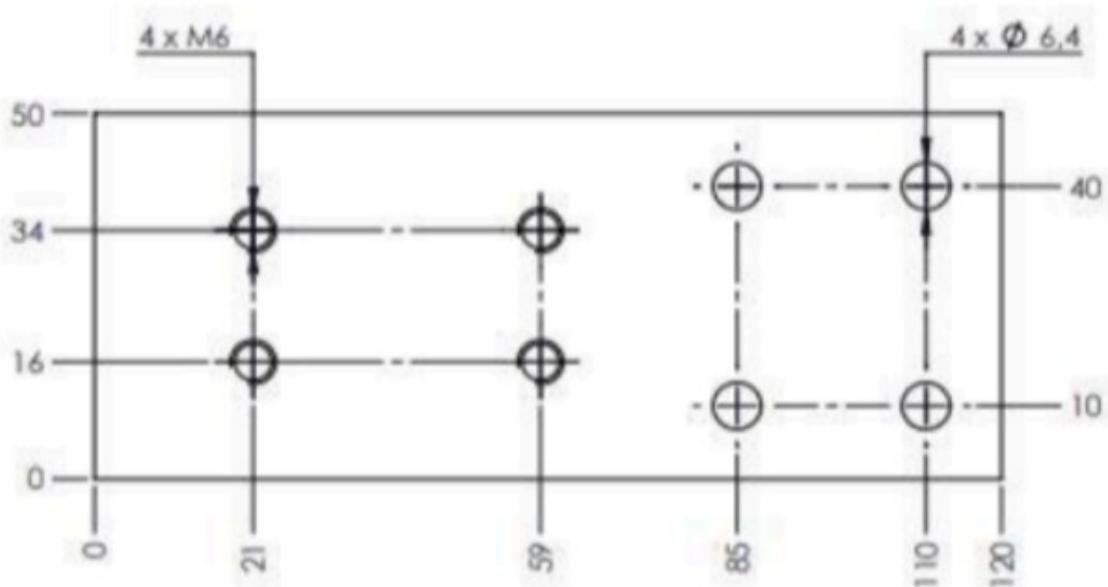


NDEUTAPO Joao Sena  
LIBERDADE Jose  
KARAKULAH Ozan  
(DIB Dany) (N'a rien fait)

GMP S2 2024 B22

## **SAE 2.4 : Pilotage d'une production stabilisée**

### **Sujet 9**



# Sommaire :

- I- Coût de la matière première
- II- Les outils utilisés
- III-Les différentes phases
- IV-Temps d'usinage pour une pièce
- V- Coût de l'usinage
- VI-Coût de livraison
- VII- Coût du contrôle
- VIII-Divers coûts et verdict
- IX-Planning prévisionnel

## Livré :

- Rapport
- Fichier Ganttproject
- Code programmation fraisage ISO

## I. Coût de la matière première

Nous avons une pièce dont les dimensions sont de 120x50x15 mm. Pour des questions d'usinage, nous allons donc prendre de la matière brute avec des dimensions légèrement supérieures à celles-ci.

Le site Acier-Detail-Decoupe propose en accès simple sur internet toute une gamme de prestations sur l'achat de matière première. Nous avons décidé d'opter pour une barre d'aluminium 2017A (AU4G) de dimensions 125x60x20 mm. Sur le site, que l'on prenne par exemple 8 barres de 125mm de longueur ou une seule barre de 1000mm, le prix reste identique. Nous n'allons donc pas prendre de barre plus longue que nécessaire étant donné que l'on n'économise rien dessus. Nous n'aurons pas besoin de scier la matière nous-même.

[https://www.acier-detail-decoupe.fr/aluminium/2017a-au4g.html](https://www.acier-detail-decoupe.fr/aluminium/220-aluminium-2017a-au4g.html)



**ALUMINIUM 2017A (AU4G)**  
Section: 60x20 mm  
**1 615,50 €**

Longueur  
125 mm

Poids: 0 kg

Quantité - 150 + AJOUTER AU PANIER

Partager    

**FICHE TECHNIQUE**

Le prix d'achat d'une telle barre est affiché à 10,77€ à l'unité, soit 1615,50€ pour 150 unités. Pour une telle quantité d'achats, les frais de ports sont offerts. Cela ne veut pas dire que la livraison sera 100% gratuite, car il faudra entre autre payer des personnes pour entreposer la matière quelque part, mais nous ne paierons pas de frais de ports supplémentaires à l'achat de la matière.

✓ Produit ajouté au panier avec succès



**ALUMINIUM 2017A (AU4G)**  
10,77 €  
Quantité : 150

Il y a 150 articles dans votre panier.  
Sous-total : 1 615,50 €  
Transport : gratuit  
Total TTC : 1 615,50 €

[Continuer mes achats](#)

**✓ Commander**

Nous avons fait le choix de faire une commande du nécessaire tous les mois, plutôt que de se ravitailler tous les ans/plusieurs mois par exemple.

Cette méthode a comme avantage de permettre des frais de stockage moindres, mais demande une logistique plus importante. La seconde option est l'inverse, elle demande moins de logistique mais demande forcément à stocker la matière quelque part, ce qui bien entendu engendre des coûts.

## II. Les outils utilisés

Pour l'usinage de cette pièce, nous pouvons nous permettre d'utiliser uniquement une fraiseuse à commande numérique. Elle est capable d'effectuer tout le travail toute seule. Nous aurons besoin des outils ci-dessous :

- Fraise à surfacer de diamètre supérieur à 50mm
- Fraise à dresser de diamètre égal à 40mm (arbitraire)
- Foret de diamètre 5mm
- Foret de diamètre 6,8mm
- Taraud M6

Certains outils comme les fraises pouvant être utilisés pour d'autres projets, nous n'allons pas les prendre en compte dans nos calculs dans l'immédiat. Nous en parlerons un peu plus en détail plus tard. Cependant, les plaquettes qui y seront attachées compteront effectivement dans nos calculs car elles serviront (sur le papier) exclusivement à la création de notre pièce.

Nous allons d'abord déterminer les outils à utiliser, pour avoir un prix. Ensuite il nous faudra déterminer les phases d'usinage et le temps nécessaire à leur accomplissement afin de connaître la fréquence de changement des plaquettes/outils.

Le plus intéressant pour les fraises ne sont pas les fraises en elles-mêmes mais les plaquettes associées.

## Plaquettes et nuances – Conditions de coupe – valeurs de départ recommandées

ISO/ANSI	L = Léger M = Moyen H = Lourd	CONDITIONS FAVORABLES			Choix de base CONDITIONS MOYENNES			CONDITIONS DÉFAVORABLES		
		Référence de commande	$v_c$	$f_z$	Référence de commande	$v_c$	$f_z$	Référence de commande	$v_c$	$f_z$
K	L	R590-1105H-ZC2-KL CB50	640	0.4	R590-1105H-ZC2-KL CB50	640	0.4	-		
N	L	R590-1105H-PR2-NL CD10	1570	0.15	R590-110504H-NL H10	730	0.20	R590-110504H-NL H10	730	0.20
H	L	R590-1105H-ZC2-KL CB50	140	0.24	R590-1105H-ZC2-KL CB50	140	0.24	-		



169

Comme nous usinons de l'aluminium (code ISO N), nous avons une référence : R590-110504H-NL H10.

Sur le site officiel de Sanvik Coromant, un pack de 10 plaquettes est vendu pour 21€  
La fraise que nous avons choisi a 6 dents, donc pour chaque remplacement il nous sera nécessaire d'acheter 2 boîtes, par exemple.

# R590-110504H-NL H10

Plaquette pour fraise CoroMill® Century

Enregistrer dans la liste
 Compare product

Prix tarif: **21.00 EUR**
 En Stock

H	R390-170408M-KH 3040	225	0.20	R390-170408M-KH 3040	225	0.20	R390-170408M-KH 1020	270	0.20
N	R390-11T304E-P4-NL CD10	1860	0.17	R390-11T308E-NL H13A	750	0.15	R390-11T308E-NL H13A	750	0.15
	R390-170408E-P6-NL CD10	1860	0.17	R390-170408E-NL H13A	750	0.15	R390-170408E-NL H13A	750	0.15

Pour les plaquettes de notre fraise à dresser, nous prendrons les R390-11T308E-NL H13A. Ceux-ci sont vendus au tarif de 17,05€ le pack de 10 chez Sandvik Coromant.

<b>860.1-0500-015A1-GM X1BM</b> CoroDrill® 860 solid carbide drill  <input type="button" value="Save to list"/> <input type="button" value="Compare product"/>  List price: 114.00 EUR <span style="color: green;">Available</span>	<b>860.1-0860-027A1-GM X1BM</b> CoroDrill® 860 solid carbide drill  <input type="button" value="Save to list"/> <input type="button" value="Compare product"/>  List price: 161.00 EUR <span style="color: green;">Available</span>
--	--

## 266RL-16MM01A100M 1125

Plaquette CoroThread® 266 pour le filetage au tour

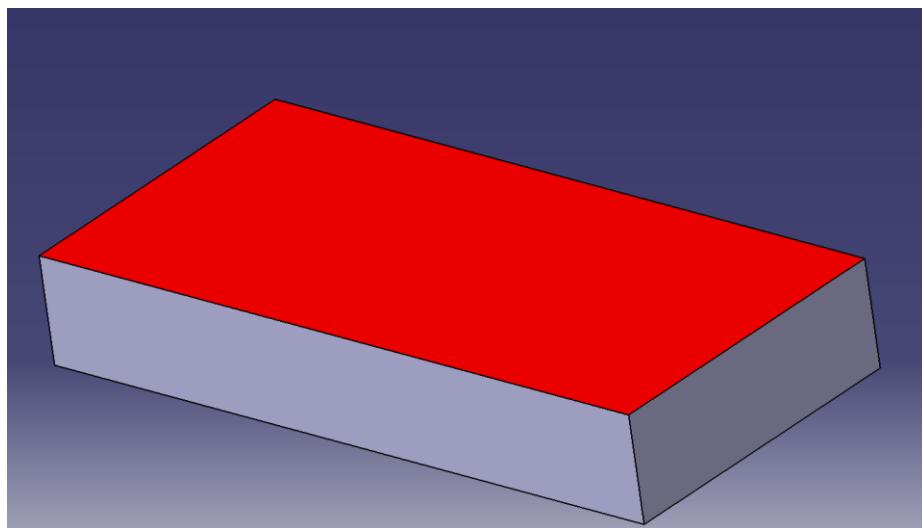
<input type="button" value="Enregistrer dans la liste"/> <input type="button" value="Compare product"/>
Prix tarif: 28.65 EUR <span style="color: green;">En Stock</span>

Le foret de 5mm coûte 114€ et le foret de 6,8mm coûte 161€. Une plaquette pour tarauder coûte 28,65€.

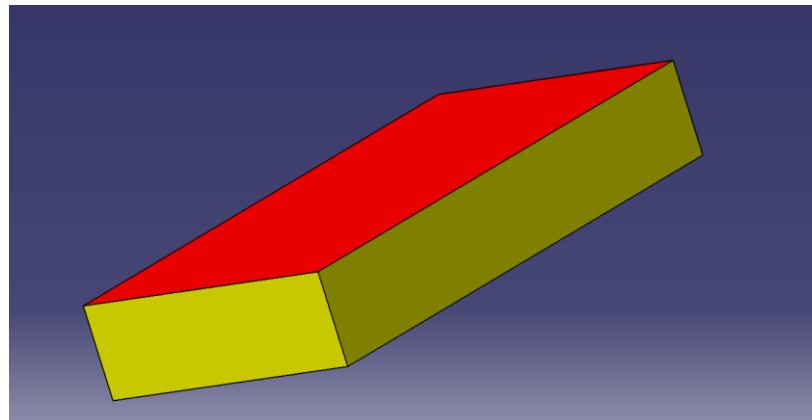
### III. Les différentes phases

Sans rentrer dans les détails, car ce devoir ne traite pas ce sujet, il nous sera nécessaire d'effectuer les phases dans l'ordre que nous allons décrire.

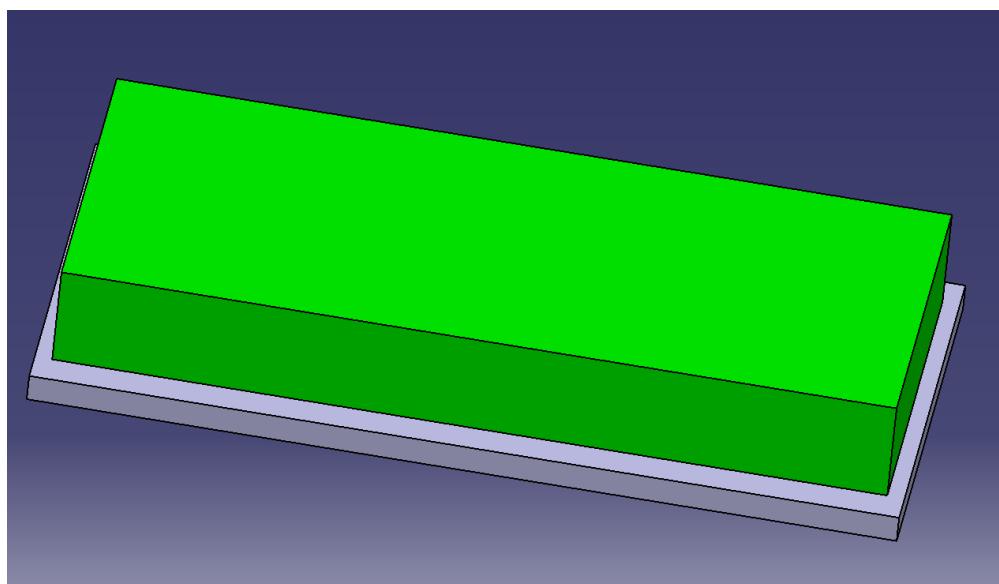
Surfaçage de la face supérieure du brut (1 passe)



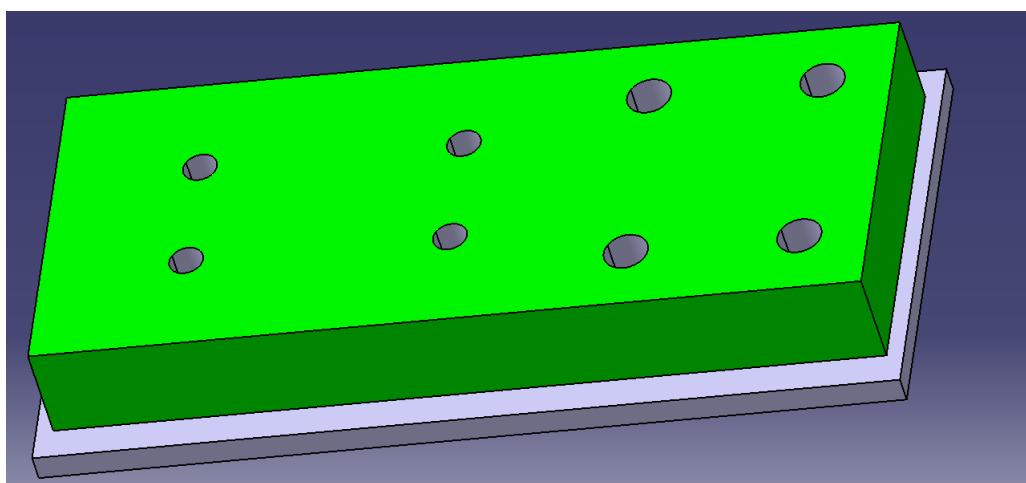
Dressage des faces latérales (2 passes)



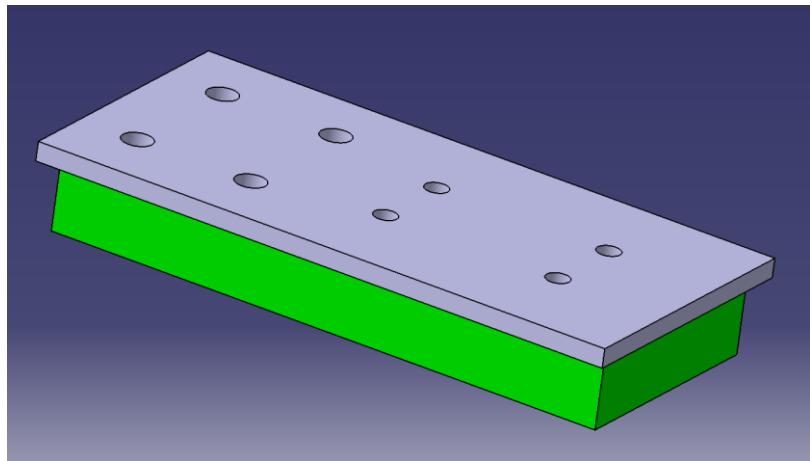
Perçage des trous (1 passe pour chaque)



Taraudage (1 passe pour chaque)



Surfaçage de la face inférieure (une passe)



Obtention du produit fini.

## IV. Temps d'usinage pour une pièce

Maintenant que l'on connaît les outils que l'on va devoir utiliser, il nous est possible d'avoir une estimation du temps d'usinage d'une pièce.

Nous allons donc relever les conditions d'usinage relevées sur le Corokey de Sandvik Coromant.

Surfaçage	Vc = 730 m/min	Fz = 0,2 mm
Dressage	Vc = 750 m/min	Fz = 0,15 mm
Perçage 5mm	Vc = 120 m/min	F = 0,15 mm
Perçage 6,8mm	Vc = 120 m/min	F = 0,2 mm
Taraudage	Vc = 500 m/min	F = pas

Ainsi, pour chaque phase, nous pouvons estimer le temps nécessaire grâce à cette opération :

$$T = \frac{d}{\frac{1000 \times Vc}{\pi \times D} \times F \times Z} \quad (d \text{ la distance à couper, } z \text{ le nombre de dents})$$

Remarque : Pour certaines phases, nous allons délibérément limiter la vitesse de rotation de l'outil pour des raisons de faisabilité et de sécurité.

Ainsi, pour Tu nous trouvons :

- Opération 1 : 2,15s
- Opération 2 : 28s (2 passes requises)
- Opération 3 : 30s (estimation du temps de déplacement prise en compte)
- Opération 4 : 20s (estimation)
- Opération 5 : 2,15s

Total : Tu=82,3s

Pour Ts (préparation de la phase), nous prenons en compte le montage et démontage de la pièce dans la machine, ainsi que les changements d'outil et déplacements afin d'être opérationnels. Quasiment l'intégralité des valeurs de Ts sont estimées.

Pour Ts, il nous faut :

- Montage de la pièce : 10s
- Préparation opération 1 : 5s
- Préparation opération 2 : 5s
- Préparation opération 3 : 10s
- Préparation opération 4 : 5s
- Démontage et remontage de la pièce : 10s
- Préparation opération 5 : 5s
- Démontage et rangement de la pièce : 10s

Total : Ts=60s

Phase de fraisage (en secondes)	Ts = 60s	Tu = 82,3s
Phase de fraisage (en ch)	Ts = 1,67 ch	Tu = 2,28 ch

## V. Coût de l'usinage

Voici les hypothèses sur lesquelles nous allons nous baser :

- Chaque plaquette a comme durée de vie de 45 minutes en fraisage (données fournisseur Sandvik Coromant)
- Les forets ont une durée de vie plus longue, nous allons donc faire le constat pessimiste qu'il sera nécessaire de les changer toutes les 150 pièces si toute la production est validée, sinon toutes les 160 pièces s'il faut refaire des pièces.
- Nous changerons les plaquettes peu importe leur état d'usure après la production du mois.

Taux horaire d'une fraiseuse à commande numérique : 13,16€/h

La fraise à surfacer est nécessaire pour les opérations 1 et 5 : 4,3s par pièce.

Ramené à 150 pièces, T1 = 645s = 10,75 minutes

Aucun changement nécessaire en cours d'usinage

La fraise à dresser est nécessaire pour l'opération 2 : 28s par pièce

Ramené à 150 pièces, T2 = 4200s = 70 minutes

Un changement nécessaire en cours d'usinage

Le taraud est nécessaire à l'opération 4 : 20s par pièce

Ramené à 150 pièces, T3 = 3000s = 50 minutes

Un changement nécessaire en cours d'usinage

Voici donc le nombre d'outils/plaquettes par lot de 150 :

Fraise à surfacer	1 set de 6 = une boite
Fraise à dresser	1 set de 2 = une boite
Taraud	2 pièces
Foret 5mm	1 pièce
Foret 6,8mm	1 pièce

Donc pour toutes les 150 pièces produites par mois, le coût de l'outillage sera de :

$$1 \times 21 + 1 \times 17,05 + 2 \times 28,65 + 114 + 161 = 370,35\text{€}$$

De plus, pour 150 pièces, nous devons aussi compter  $T_u$  et  $T_s$  :

$$150 \times (T_u + T_s) = 21\ 345\text{s} = 5,92\text{h} \approx 6 \text{ heures}$$

Donc le coût d'opération de la machine durant l'usinage des 150 pièces est de  $6 \times 13,16 = 78,96\text{\texteuro{}}$

Un opérateur CN perçoit un salaire brut de 15€/h, en comptant les charges patronales on peut estimer un coût de 30€/h pour un opérateur CN. Il faudra donc débourser  $6 \times 30 = 180\text{\texteuro{}}$  pour qu'un opérateur s'occupe de l'usinage des pièces.

Ainsi, le coût de l'usinage revient à :

$$370,65 + 78,96 + 180 = 629,61\text{\texteuro{}}$$

Rajouté à cela les 1615,50€ de matière, nous avons pour le moment un montant de 2245,11€.

En étant pessimiste, la réception du colis et le rangement des bruts (qui ne sont pas volumineux), ne prendra qu'une seule heure, nous allons donc rajouter 30€ qui iront pour l'opérateur CN.

Notre nouveau montant est de 2245,11€.

## VI. Coût de livraison

Il est totalement inconcevable de livrer les produits dans un emballage minimal. De ce fait, chaque produit sera emballé individuellement dans du papier bulle en quantité suffisante et sera emballé dans un carton aux dimensions nécessaires.

Dans un premier lieu, il est nécessaire de déterminer le poids du colis, et donc de la marchandise. Voici les hypothèses :

- Masse volumique de l'aluminium 2017 :  $2,7\text{g/cm}^3$
- Volume d'une pièce unitaire :  $12 \times 5 \times 1,5 = 90\text{cm}^3$
- Le gain de poids des perçages sera négligé, donc la pièce sera plus lourde dans les calculs que dans la vraie vie.

Volume de 150 pièces :  $V = 150 \times 90 = 13\ 500\text{cm}^3$

Masse de 150 pièces :  $m = 2,7 \times 13\ 500 = 36\ 450\text{g} = 36,45\text{ kg}$

Pour des raisons de manutention, la marchandise sera divisée en 3 colis de 50 pièces chacune.

Nous commanderons des cartons double cannelure aux dimensions de 25×25×25 cm pour l'emballage, par lot de 10. A l'unité un carton nous revient ainsi à 1,24€.

<https://www.embaleo.com/carton-double-cannelure/1209-10-cartons-renforces-25x25x25-cm.html>

Le carton se conservant assez mal dans des conditions non optimales, nous choisissons de nous réapprovisionner tous les trois mois pour les matériaux d'emballage.

Type de lot	Prix du lot (HT)	Prix unitaire (HT)	Réduction	Délai	Quantité de lots
Lot de 10	12,42 €	1,24 €		● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>
Lot de 30	33,60 €	1,12 €	-10%	● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>
Lot de 60	63,63 €	1,06 €	-15%	● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>
Lot de 120	119,35 €	0,99 €	-20%	● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>

### Récapitulatif de votre commande

Total produits HT 12,42 €

Frais de transport HT 12,99 €

Plus que 136,58 € HT pour profiter de la livraison offerte

Ajouter un bon de réduction

Votre code

Appliquer

**TOTAL HT 25,41 €**

TVA 5,08 €

**TOTAL 30,49 €**

Le total hors taxe s'élève à 25,41€ pour les cartons, comme nous décidons de nous réapprovisionner tous les trois mois, chaque mois le carton nous revient à 8,47€.

Comme indiqué précédemment, chaque produit sera individuellement emballé dans du papier bulle. Nous prendrons un rouleau à 28€ l'unité, qui tiendra largement les 3 mois. Nous choisirons d'en racheter un au bout de 3 mois, même si le rouleau n'est pas terminé. Lissé au mois, ce rouleau coûtera 9€/mois.

Pour le calage, nous optons pour un rouleau de papier kraft par mois :

Type de lot	Prix du lot (HT)	Prix unitaire (HT)	Réduction	Délai	Quantité de lots
Lot de 1	59,95 €	59,95 €		● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>
Lot de 4	215,80 €	53,95 €	-10%	● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>
Lot de 8	383,59 €	47,95 €	-20%	● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>
Lot de 22	923,00 €	41,95 €	-30%	● Livraison 2 à 4 jours	<input type="button" value="-"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="+"/>

Celui-ci revient à 59,95€ + frais de port

Embaleo  
ZI de la Blanche Maison  
240 Allée de Strasbourg  
Bailleul 59270  
France

Madame, Monsieur,

Merci pour votre intérêt. Voici notre offre :

Produit / Référence	Prix unitaire (HT)	Prix unitaire (TTC)	remise	Quantité	Total (HT)
Carton double cannelure 25 x 25 x 25 cm - Lot : Lot de 10 (Référence : 4D250250250_10)	12,42 €	14,90 €		1	12,42 €
Papier Bulle 50 cm x 100 m long - Lot : Lot de 1 (Référence : PBA050100_1)	28,00 €	33,60 €		1	28,00 €
Papier kraft recyclé qualité 80gr/m² en rouleau 50cm - Lot : Lot de 1 (Référence : PKFARD05080_1)	59,95 €	71,94 €		3	179,85 €
					<b>Total Produits HT</b> 220,27 €
					<b>Total Produits TTC</b> 264,32 €

Franco de port pour la France métropolitaine.

Votre signature précédée de  
la mention "Bon pour accord" :

Restant à votre disposition,  
Sincères salutations,  
Société EMBALEO

Nous pouvons nous permettre de placer ce type de commande tous les 3 mois, nous n'aurons en prime pas le besoin de payer les frais de port de la société.

Selon le devis il sera nécessaire de régler 220,27€ tous les 3 mois, soit **73,4€ par mois pour l'emballage du produit.**

Concernant l'envoi du produit, voici les hypothèses :

- Comme inscrit plus haut, la marchandise sera livrée en 3 colis. Le poids de 50 pièces est de 12,15kg. Avec le poids du carton et de tout le nécessaire d'emballage, nous allons faire la supposition pessimiste que notre colis final pèsera 15kg. Nous livrons donc tous les mois  $3 \times 15 = 45$ kg de marchandise.
- L'établissement d'arrivée est située à Paris, et la marchandise part de Troyes. Il faudra donc faire tous les mois Troyes->Paris.

	 En bureau de poste 30/05	1 jour	 À domicile 31/05 avant 13h00	<b>34,00 € HT</b> Prix unitaire HT <b>Choisir</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Remise avec signature				<b>Plus de détails</b> ▾
	 En bureau de poste 30/05	1 jour	 À domicile 31/05 avant 10h00	<b>40,50 € HT</b> Prix unitaire HT <b>Choisir</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Remise avec signature				<b>Plus de détails</b> ▾

Voici typiquement une offre LaPoste Pro d'envoi en fin de mois pour réception le jour d'après. L'inconvénient de cette méthode est qu'il est nécessaire de passer dans un bureau de poste pour l'envoi de la marchandise, ce qui est très peu pratique. Les prix de 34€ et 40,50€ à l'unité ne sont inclus qu'à titre indicatif ici.

Le plus pratique est de faire une livraison de professionnel à professionnel.

Emile Huc <emile.huc@allfret.fr>

À moi ▾

Bonjour,

Budget pour ce transport : 464€ HT gasoil inclus, soit 556,80€ TTC

Ce prix est valable seulement si le transport est régulier

Nous demanderons un virement avant le chargement.

Emile Huc

Responsable affrètement

[Emile.huc@allfret.fr](mailto:Emile.huc@allfret.fr)

[www.allfret.fr](http://www.allfret.fr)

0763307850



Nous paierons donc 464€ pour la livraison de toute la marchandise sur les 22 mois, donc 21,1€ par mois.

En additionnant tous les coûts jusque-là, la production de notre pièce revient à :

$$1615,50 + 629,61 + 73,4 + 21,1 = 2339,61\text{€}$$

## VII. Coût du contrôle

Cette pièce servant seulement de support, elle ne nécessite pas une attention très particulière et pourrait ne pas être contrôlée. Cependant pour le bien de l'exercice nous allons nous coller à la tâche.

Comme dit, la pièce n'étant pas réellement difficile à produire, nous allons contrôler 10% de la production seulement. A noter qu'au vu de la difficulté à produire la pièce, n'importe quelle machine à commande numérique convenable peut avoir une capacité machine  $C_m > 1.66$  ici.

Le taux horaire d'un technicien métrologue est de 15,82€/h brut, avec les charges patronales nous allons estimer le taux horaire à 32€/h.

Cette pièce en particulier ne doit pas prendre plus de deux minutes à être contrôlée. En contrôlant 10% de la production, on contrôle donc 15 pièces. Ceci ne devrait pas prendre plus de 30 minutes.

Le métrologue sera tout de même payé à l'heure, donc le coût du contrôle s'élève à 32€ ici.

La capacité machine étant haute, nous allons donc estimer qu'il n'est pas possible d'avoir de pièce défectueuse ici.

## VIII. Divers coûts et verdict

Nous devons compter également les investissements initiaux dans les coûts. Le montage d'usinage nécessite un investissement de 1880€ et un montage de contrôle nécessite 423€.

Etant donné le relativement faible encombrement de nos pièces et des colis associés, les frais de stockage seront considérés comme nuls ici.

Ainsi, notre coût total s'élève à :

$$2339,61 + 32 + 1880 + 423 = 4674,61\text{€}$$

Rapporté à 150 pièces, ce coût s'élève à 31,16€/pièce.

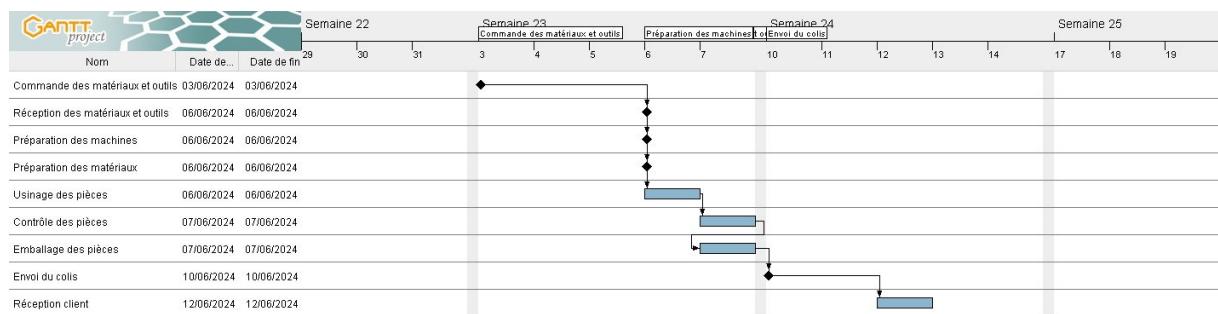
Remarque : il est évident que dans la vraie vie, nous n'allons jamais investir autant pour produire uniquement cette pièce. Nous comptons bien évidemment produire plusieurs séries de différentes pièces en quantité, ce qui aura un impact dans le coût de revient. Dans cet exercice nous allons nous limiter à une seule pièce.

## IX. Planning prévisionnel

Comme nous planifions de livrer les pièces une fois par mois, le planning sera toujours le même à l'exception des weekends et jours fériés.

Voici les bases du travail :

- Les matériaux et outils seront commandés le plus tôt possible dès le 1<sup>er</sup> du mois. Par exemple, le 1<sup>er</sup> du mois tombe un Samedi, la commande sera placée le Lundi.
- Une fois le nécessaire reçu, une journée/après-midi sera consacrée à l'usinage des pièces.
- Le lendemain les pièces seront contrôlées et emballées.
- Le colis sera envoyé soit dans la journée soit le prochain jour ouvert
- Le client recevra ses pièces environ à la moitié du mois.



Le fichier Ganttproject, qui est un logiciel open source, du mois de Juin sera livré avec le rapport.