

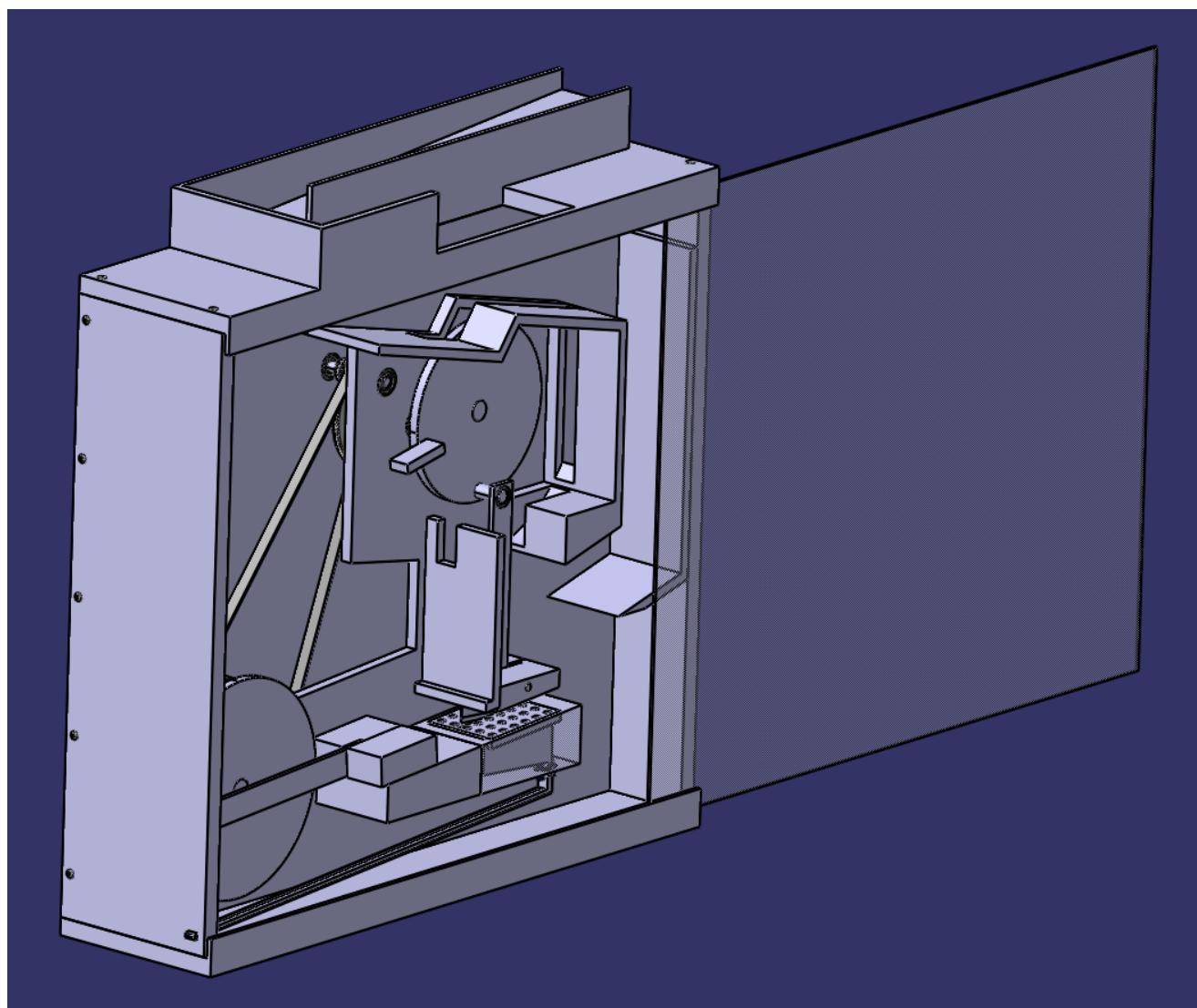
# Rapport : Presse oranges

BAHUREL Benjamin 326888

DE BRUYN Samm 329293

LAVOIX Matthieu 310595

REMOVILLE Arthur 327017



(Groupe 25)

## Table des matières :

1. Introduction .....	3
2. Cahier des charges.....	4
3. Description et Analyse des Options.....	5
4. Analyse du Mécanisme choisi.....	12
4.1 Explication et justification du fonctionnement du mécanisme.....	13
4.2 Physique du mécanisme avec applications numériques.....	15
4.2.1 Équations horaires et de puissance.....	15
4.2.2 Analyse des risques de coincement du mécanisme.....	17
4.2.3 Analyse de la synchronisation du mécanisme.....	18
4.2.4 Calculs de rendement et des pertes de puissance.....	19
4.2.5 Arbres.....	21
4.2.6 Dimensionnement du mécanisme de transmission : cinématique et résistance.....	23
4.2.6.1 Cinématique.....	23
4.2.6.2 Résistance.....	26
5. Assemblage des pièces.....	28
6 . Procédure d'Assemblage.....	41
7. Mode d'Emploi.....	50
7.1 Utilisation.....	50
7.2 Nettoyage et entretien.....	50
8. Conclusion.....	50
8.1 Cahier des spécifications.....	50
8.2 Bilan.....	52
9. Annexes.....	52

## 1. INTRODUCTION

Ce rapport est une synthèse et un compte rendu des idées, des réflexions, des tests, des mises en pratique et des divers calculs que nous avons effectués dans le cadre du projet de Construction Mécanique II de la section Microtechnique de l'EPFL de 2021. Ce document, qui se veut exhaustif, a pour but de retranscrire les différentes étapes de la création d'un presse-orange par notre groupe de travail.

Notre machine doit répondre à certaines spécifications énoncées dans le cahier des charges (page n°4): par la simple force d'un utilisateur quelconque elle doit permettre de presser une dizaine d'oranges tout en séparant les déchets du jus obtenu sans prendre trop de temps. Cet objet doit être réalisable par les méthodes vues au semestre précédent tout en étant de taille raisonnable. En effet, toute élaboration d'un produit doit être pourvu de bon sens. Les principales idées que nous avons cherché à respecter tout au long de ce processus étaient: la simplicité du mécanisme, son efficacité, ainsi que sa facilité d'usage et d'entretien.

La réalisation de ce presse-orange à usage domestique a nécessité un travail transversal entre la construction mécanique, la physique et la science des matériaux afin de répondre au mieux aux contraintes du cahier des charges qui nous étaient proposées. Ce projet, développé sur la durée d'un semestre, a été l'occasion de mettre en œuvre les connaissances apprises le semestre dernier, notamment en construction mécanique et en physique. L'émulation de groupe a permis de confronter nos idées et de tirer le meilleur parti de chacune d'entre elles tout en soulageant le travail individuel grâce à une répartition équitable des tâches.

Cet exercice fut aussi l'occasion d'un travail pratique puisque certaines des données dont nous avions besoin devaient être obtenues par l'expérience. Ces expériences, et les conclusions qu'elles nous ont apportées, sont également décrites dans ce rapport comme justification à nos décisions. Toutes nos démarches, plus ou moins fructueuses, sont compilées dans ce document afin d'exposer au mieux les raisons des choix finaux qui ont été posés.

## 2. CAHIER DES CHARGES



### **CONSTRUCTION MÉCANIQUE II - ME-102 – BA2**

Sections Génie Mécanique & Microtechnique

Projet de Construction Mécanique – 2021 – version 3

Février 2021 - B.Lacour/S.Soubielle

# **Presse-Oranges Manuel**

Le projet de construction mécanique consiste en la réalisation de l'étude et de la conception mécanique d'un presse-oranges manuel domestique.

L'objectif principal de la machine est d'extraire le jus d'oranges contenue dans un réservoir et de le laisser couler dans un récipient.

La conception du presse-oranges manuel doit répondre au cahier des charges suivant :

- Mécanisme capable d'extraire le jus d'oranges contenues dans un réservoir de 10 oranges.
- Les oranges sont considérées comme des sphères de 8cm de diamètre.
- La seule source d'énergie de la machine est la rotation d'une manivelle.

Les axes de rotation peuvent avoir n'importe quelle orientation. Les sens de rotation sont libres.

- La machine doit résister à son environnement et ne pas se bloquer.
- La masse totale de la machine prête à l'emploi (sans les oranges) est de 15kg maximum.
- La machine doit accepter un récipient à jus de taille maximum 20cm de hauteur et 10cm de diamètre.
- Le récipient ne fait pas partie de la machine.
- Son encombrement devra être raisonnable afin de pouvoir la placer sur un plan de travail de cuisine et de pouvoir la déplacer facilement.
- Les matériaux utilisés pour la construction sont ceux habituellement rencontrés dans les ateliers de mécanique et de construction, à savoir : acier, acier inoxydable, aluminium, laiton, (évent. cuivre) et quelques matières plastiques courantes telles que : Akulon®, Makrolon®, Nylon, PE, PEEK, etc.
- Les pièces obtenues par impression 3D, soudage, injection et formage à chaud ne sont pas autorisées.
- La mise en œuvre du presse-oranges se fait par une seule personne.
- La sécurité de l'opérateur et de son entourage doit être assurée en tout temps.

- Les éléments en contact avec les oranges et le jus doivent pouvoir être facilement démontés et nettoyés.
- Les déchets doivent être évacués dans un récipient ne faisant pas partie de la machine.
- Le diamètre minimal des éléments d'assemblage (vis, axes, etc) est de 4mm et à justifier.

Les éléments de performances suivants seront, entre autres, à justifier :

- Acheminement des oranges depuis le réservoir,
- Synchronisation du mécanisme,
- Absence de blocage du mécanisme,
- Fonctionnement du mécanisme d'extraction de jus, Robustesse,
- Pratичité d'utilisation.

Tout élément du cahier des charges non imposé est libre d'être choisi mais le bon sens est indispensable.

### 3. DESCRIPTION ET ANALYSE DES OPTIONS

\_\_\_\_ Suite à la lecture du cahier des charges plusieurs idées de mécanisme furent proposées afin d'obtenir du jus d'orange sans demander un travail trop important à l'utilisateur. Il nous a semblé moins difficile d'écraser une orange préalablement percée ou coupée plutôt que de l'écraser directement.

Obtention du jus	Masse mesurée expérimentalement nécessaire à presser l'orange
Orange directement écrasée	~ 45 kg
Orange coupée entièrement puis écrasée	~ 40 kg
Orange coupée à moitié puis écrasée	~ 40kg

Trois idées ont donc été proposées:

- Un pressoir avec une lame qui coupe puis écrase l'orange, cette dernière est immobilisée et le jus est récupéré à travers un filtre sous le fruit (schéma A)
- Un pressoir qui coupe l'orange puis les deux demies oranges sont pressées sur un petit presse agrume (schéma B)
- Un pressoir qui écrase une orange percée, cette idée très proche de la première fut abandonnée, car elle ne semblait rien apporter de nouveau

Schéma A (1)

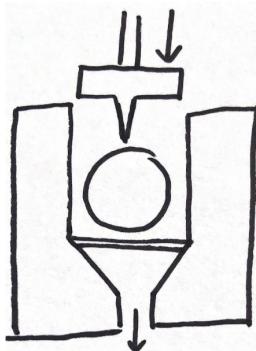
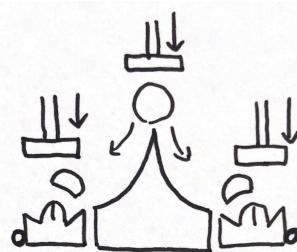


Schéma B (2)



(les deux petits petits presse-orange sont à droite et à gauche de dessin)

La deuxième idée de presse orange comportait plusieurs problèmes: les petits presses agrumes à droite et à gauche de la machine pourraient se briser sous la pression des pistons, par ailleurs il faudrait bloquer l'orange entre la lame et le premier piston (celui du haut) pour qu'elle soit coupée et que les deux parties se retrouvent chacune d'un côté et dans le bon sens. Il nous paraissait compliqué de faire tomber l'orange exactement sur la pointe du presse-agrume. Pour finir, l'évacuation des restes du fruit pressé semble difficile: l'idée de faire pivoter les presses agrumes risque de fragiliser leurs attaches. Ces fixations devant permettre une rotation à 180 degrés pourraient plus facilement se casser sous les coups des pistons chargés de presser les fruits.

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Idée 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanisme simple</li> <li>• Un seul piston pour écraser et couper</li> <li>• Séparation simple entre jus et déchets</li> <li>• Evacuation des déchets ne semble pas un problème</li> <li>• Compact</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un piston avec une lame incorporée est une pièce peu commune</li> </ul>
<b>Idée 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proche d'un presse orange manuel</li> <li>• Coupe puis presse les oranges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trois pistons différents pour couper et écraser</li> <li>• Précision de la chute de l'orange sur la lame</li> <li>• Précision de la chute des oranges coupées sur les presse-orange</li> <li>• Evacuation des déchets</li> <li>• Risque de fragilité de la machine</li> </ul>

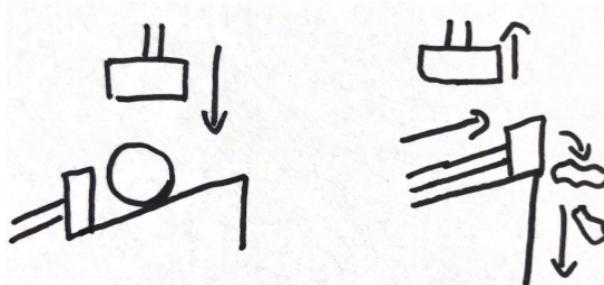
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumineux</li> </ul>
<b>Idée 3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mécanisme simple</li> <li>Perce puis presse les oranges</li> <li>Compact</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Synchronisation pour percer puis couper l'orange</li> <li>Proche de l'idée 1 sans proposer d'avantages</li> </ul>

Ce fut la première idée de presse orange qui fut donc choisie: le mécanisme permettant de couper puis presser directement les oranges semblant plus simple à mettre en place, le jus serait récolté sous les fruits écrasés à travers une grille/ un filtre puis les déchets seraient évacués.

Un autre défi du cahier de charges étant celui de l'évacuation des déchets une fois l'orange pressée, nous avons hésité entre un système de trappe et un système de piston pouvant pousser les déchets dans une poubelle. En regardant sur internet les modèles industriels de presse orange, nous avons vu qu'une grande partie utilisait des sortes de racloirs. Cependant, cela semblait bien mieux adapté à leur système qui fonctionne en écrasant les oranges par rotation qu'à notre système de presse qui écrase l'orange coupée.

Nous avons finalement privilégié le système de piston, car une trappe pourrait se bloquer ou céder sous la force nécessaire pour presser l'orange. De plus, avec le système du piston qui pousse simplement les déchets dans leur réservoir respectif, nous pourrons inclure une pente dans notre machine. Cela permettra de maintenir l'orange en place sous la presse et faire en sorte que le jus ne finisse pas dans le bac à déchets.

Ce schéma ne se concentre que sur le mécanisme d'éjection des déchets: (3)



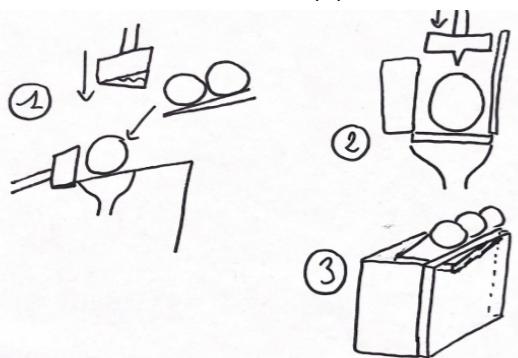
De gauche à droite: l'orange bloquée contre le piston à sa gauche qui va être pressée par le piston au-dessus d'elle. Une fois pressée, le piston écrasant se relève et le piston de gauche pousse les déchets jusqu'à la poubelle (situé au bord droit).

Le cahier de charges insistait également sur l'entretien et le lavage de la machine, c'est pourquoi nous avons pensé à couvrir la partie de la machine visible par l'utilisateur d'une plaque de plexiglass qui, en plus de permettre de voir le mécanisme en action, pourrait être enlevée pour laver la machine une fois le jus obtenu. L'entretien du presse orange serait donc plus simple: enlever la plaque de plexiglass, laver l'intérieur des zones en contact avec le jus ou la chair des oranges, laisser sécher puis simplement remettre la plaque transparente. Cette plaque doit pouvoir résister à la pression de l'orange lorsqu'elle est écrasée et devra être facile

à enlever, nous avons pensé à un système de plaque coulissante, pour faciliter le lavage de l'intérieur de la machine. D'un point de vue esthétique nous avions pensé utiliser un matériau transparent afin que l'utilisateur puisse observer en temps réel le mécanisme de notre presse orange. Cela permettrait aussi de trouver rapidement la cause d'une défaillance de la machine, car on verrait directement ce qui bloque.

Ces différentes idées sont regroupées dans les 3 schémas (pour le moment peu précis car ils ne servent qu'à illustrer grossièrement les mécanismes) suivants.

Schéma (4)

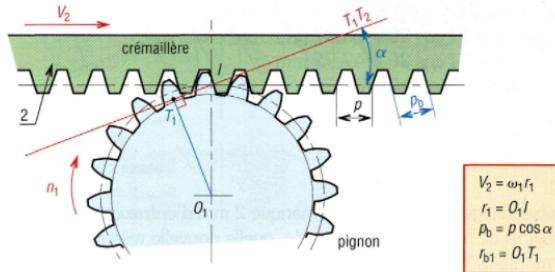


- 1) Vue de face selon l'utilisateur, avec orange sur le point d'être coupé et écrasée par le piston avec lame au-dessus d'elle.
- 2) Vue de profil (à travers le piston de gauche qui évacue les déchets) avec la plaque de plexiglass à droite de l'orange.
- 3) Vue très simplifiée de ¾ pour permettre de visualiser la plaque de plexiglass sur la partie droite de la machine.

L'étape suivante dans la conception du presse-orange était de se pencher sur les différents mécanismes vus en cours ou disponibles sur internet afin de choisir lesquels semblaient les plus adaptés à nos besoins. L'objectif principal était de transformer un mouvement de rotation provoqué par l'utilisateur se servant d'une manivelle en un mouvement de translation capable d'actionner nos 2 pistons: celui qui coupe et écrase les oranges et celui qui jette les détritus dans la poubelle.

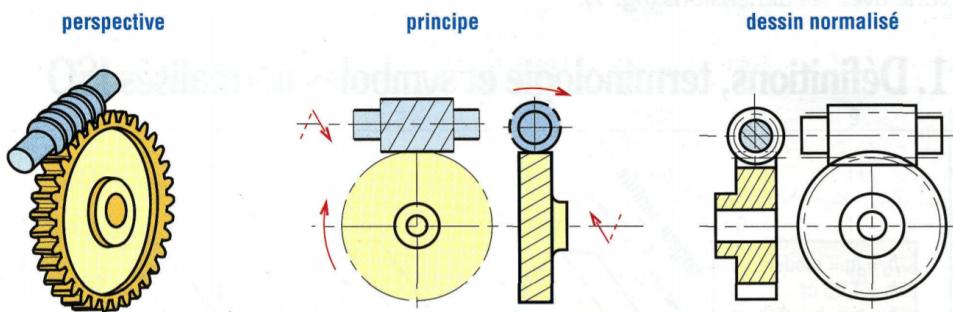
La première option était celle d'une crémaillère en contact avec un engrenage (pignon), cependant, le mouvement n'étant pas réversible, il faudrait que l'usager fasse tourner la manivelle dans un sens puis dans l'autre, ce qui ne nous paraissait pas très satisfaisant. Il nous semble préférable de demander à l'utilisateur un mouvement continu pour presser les 10 oranges. Par ailleurs, ce système permet de grandes vitesses mais subit de nombreux frottements.

## Système de pignon crémaillère (5)



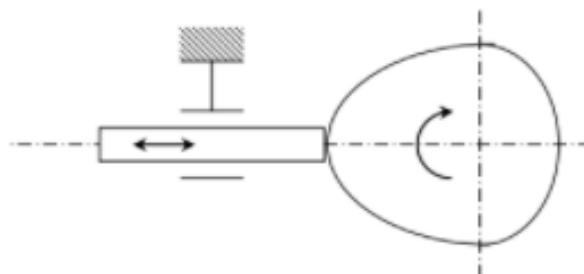
La deuxième option était celle d'une vis sans fin en contact avec un engrenage, cependant cette solution, d'après "Sciences et technologies industrielles" de Jean-Louis FANCHON, possède un rendement médiocre et nécessite une lubrification.

## Système de vis sans fin (6)



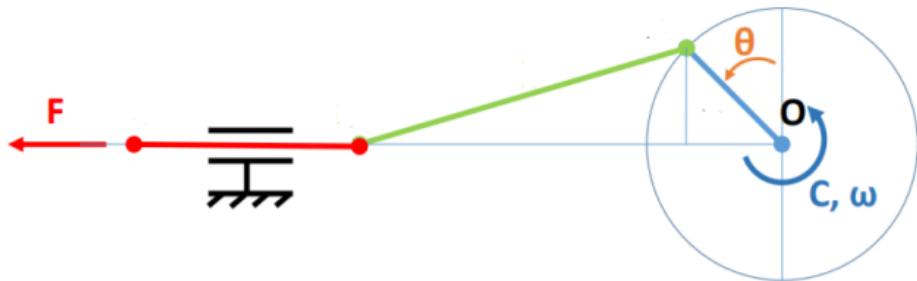
La troisième option était l'utilisation d'une came pour le piston avec la lame qui coupe et écrase l'orange, mais cette technique nous semblait plus complexe: nécessitant un ressort pour permettre un mouvement d'aller retour, nécessitant peut être plus de place qu'une bielle-manivelle et les calculs expliquant son fonctionnement paraissaient plus complexes.

## Système de came (7)



La quatrième option était l'utilisation d'un système de bielle-manivelle qui permet des mouvements de va et vient sans que l'utilisateur n'ait à s'arrêter ou à changer le sens de rotation de la manivelle.

### Système de bielle-manivelle (8)



Images tirées du cours de construction mécanique II ME-102 de l'EPFL

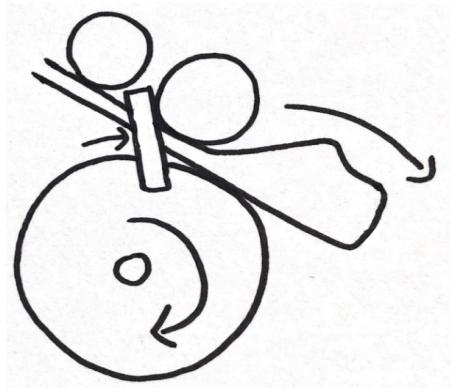
	Avantages	Inconvénients
<b>Option 1: Pignon crémaillère</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grande vitesse de transmission</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frottements</li> <li>Mouvement non réversible</li> </ul>
<b>Option 2: Vis sans fin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transforme un mouvement de rotation en translation</li> <li>Mécanisme simple</li> <li>Peu volumineux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besoin de lubrification</li> <li>Rendement médiocre</li> </ul>
<b>Option 3: Came</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transforme un mouvement de rotation en translation</li> <li>Mouvement continu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Risque de nécessiter un ressort</li> <li>Volumineux</li> </ul>
<b>Option 4: Bielle-manivelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transforme un mouvement de rotation en translation</li> <li>Mécanisme simple</li> <li>Peu volumineux</li> <li>Mouvement continu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prend de la place en hauteur</li> </ul>

La dernière option, la bielle-manivelle, nous parut la plus adaptée pour répondre aux besoins du cahier des charges du projet et pour que notre machine soit facile à utiliser.

Ainsi, le mécanisme comprend deux systèmes de bielle-manivelle indépendants, bien que synchronisés, permettant: pour l'un le mouvement du piston coupant et écrasant les oranges, et pour l'autre l'évacuation des déchets à l'aide du second piston.

En premier lieu, il fallait résoudre la question de l'arrivée des oranges. Pour cela une petite tige accrochée à un engrenage synchronisé avec le piston écrasant les fruits pourrait fournir l'impulsion nécessaire pour qu'une orange franchisse un obstacle (petite bosse) et tombe dans le mécanisme. Ainsi les 10 oranges sont stockées au-dessus de la machine et elles tombent une par une de façon contrôlée pour éviter qu'elles bloquent les différentes parties de la machine.

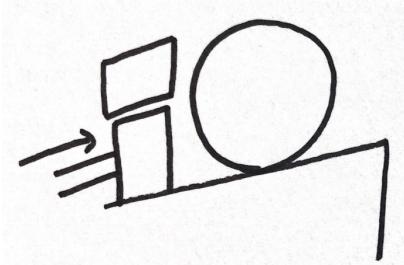
Schéma (9)



Concernant le piston chargé de l'évacuation des déchets, il fallait que celui-ci soit lui aussi directement attaché à une bielle-manivelle. Un problème technique se posait alors puisque le mouvement d'une bielle-manivelle est forcément continu: comment faire pour que l'orange puisse être pressée, sans être poussé par le piston en même temps?

Pour remédier à ceci, nous avons fait un piston plus petit que le diamètre de l'orange, afin que le guidage de celui-ci retienne le fruit en place et que le piston puisse donc reculer lors du pressage. De plus, concernant le lavage de la machine, il faut pouvoir facilement nettoyer le piston, c'est pourquoi nous avons décidé de le rendre facile d'accès pour un nettoyage rapide.

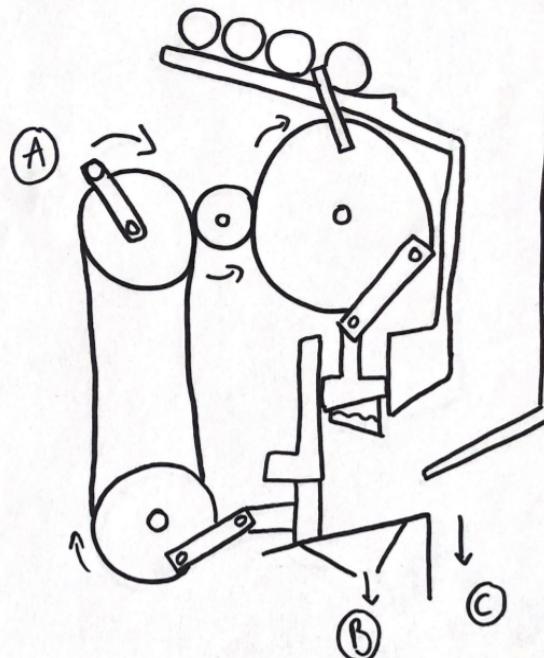
Schéma (10)



Pour conclure, cette première esquisse de machine nous pensions nous servir d'engrenages ou de chaînes pour transmettre la source de mouvement manuelle de rotation vers nos deux systèmes de bielle-manivelle chacun situé à un endroit différent. Les engrenages permettent de synchroniser les deux mouvements (un mouvement vertical qui écrase, et un mouvement horizontal qui éjecte les restes) de notre mécanisme. Par ailleurs nous travaillerons sur la taille et l'utilisation des engrenages pour décupler la force produite par l'utilisateur afin de pouvoir écraser les oranges.

Schéma non à l'échelle du projet: (11)

- A) Manivelle tournée par l'utilisateur  
 B) Sortie du jus  
 C) Sortie des déchets



Ce premier schéma permet de mettre en avant les premières dimensions de notre presse orange ainsi que les dépendances entre les différents pistons et la manivelle transmettant le travail de l'utilisateur. Il faut noter que ce schéma est incomplet, le nombre de rouages ou l'utilisation d'une chaîne et le placement de la manivelle ne sont pas définitifs, il sert de base permettant de joindre les différentes idées obtenues jusque là. Les dimensions de ce schéma ne sont pas non plus exactes, mais permettent d'avoir une vision d'ensemble de ce à quoi notre machine devrait ressembler. En effet, cette dernière semble assez compacte pour un usage domestique comme il était demandé dans le cahier des charges.

Cette première esquisse nous a permis de nous lancer dans les calculs et de commencer à modéliser sur Catia notre presse-orange. Nous avons fixé les dimensions de notre mécanisme au fur et à mesure de nos avancées. Dans la suite de ce rapport, nous ne détaillerons pas tous nos calculs et présenterons seulement les développements les plus importants. Cependant, nous mettons en annexe les calculs complets si vous tenez à vérifier comment nous avons obtenu les résultats figurants dans ce compte rendu.

#### 4. ANALYSE DU MÉCANISME CHOISI

Le mécanisme que nous avons choisi fut celui du schéma (1), en effet il nous sembla le plus à même de répondre à nos attentes pour ce projet.

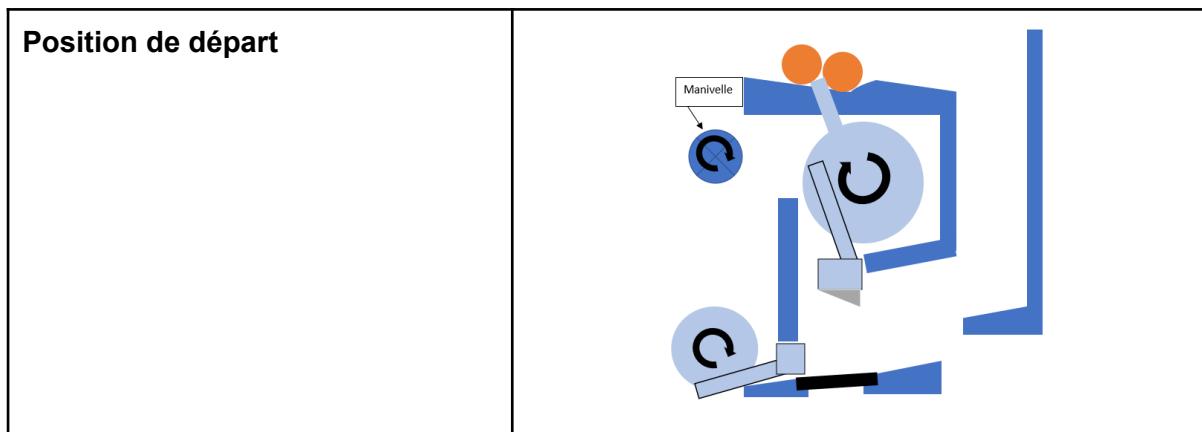
Pour éviter d'élaborer un presse-orange déjà vu et peu original, nous avons pensé à permettre à l'utilisateur de voir à travers la plaque de plexiglas comment marche le mécanisme en temps réel. Par ailleurs, l'utilisation a été simplifiée pour que la machine fonctionne sans que l'on doive ni tourner trop vite, ni trop fort, ni qu'il faille changer de sens. Ainsi l'utilisation est intuitive et on peut suivre du regard l'effet direct de notre effort transformé un mouvement mécanique sur les oranges.

Cette objectif de simplicité nous a permis d'écartier les idées trop complexes ou inutiles, car nous avons pensé que plus une machine est compliquée et contient d'éléments plus son entretien est difficile et le risque de dysfonctionnement est élevé. C'est pourquoi nous nous sommes limités à 2 systèmes de bielle-manivelle et avons cherché à optimiser les tâches: on coupe en pressant l'orange sur le même piston, et l'arrivée des orange est gérée par le même engrenage que le piston qui coupe et écrase les oranges. Cela facilite également la synchronisation des divers mécanismes internes de notre presse-orange.

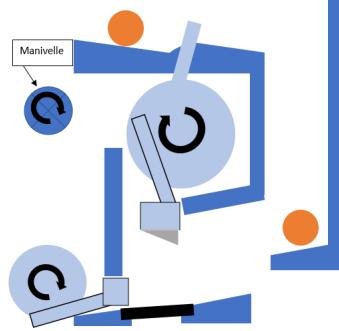
## 4.1 EXPLICATION ET JUSTIFICATION DU FONCTIONNEMENT DU MÉCANISME

Nous avons finalement opté pour un mécanisme simple et efficace. Avant le déclenchement du mouvement par l'utilisateur les oranges sont statiques, bloquées par une petite pente. Une fois la manivelle enclenchée, la tige va pousser la première orange qui va ainsi pouvoir franchir l'obstacle qui la retenait et tomber dans la machine. L'orange suivante sera de nouveau bloquée jusqu'à ce que la tige effectue un tour complet.

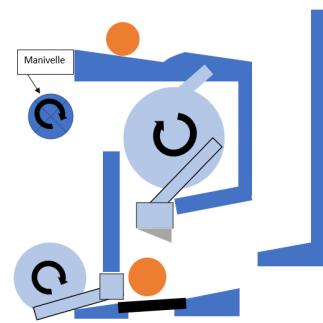
Une fois tombée, l'orange roulera jusqu'à atteindre la paroi de la machine où elle s'immobilise sur le filtre. Puis, une fois sur le filtre, l'orange sera coupée et pressée par un piston et le jus sera récupéré sous le filtre et acheminé jusqu'au verre de l'utilisateur par une sorte d'entonnoir. Une fois l'orange pressée le piston se retire et c'est le piston déchet qui va se charger de pousser les restes de l'orange dans le réservoir à déchets.



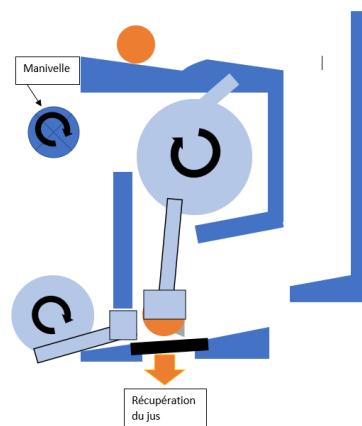
**L'orange est poussée par la tige**



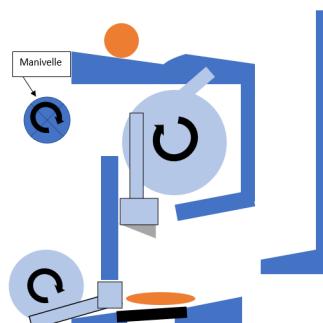
**L'orange s'arrête sur le filtre**



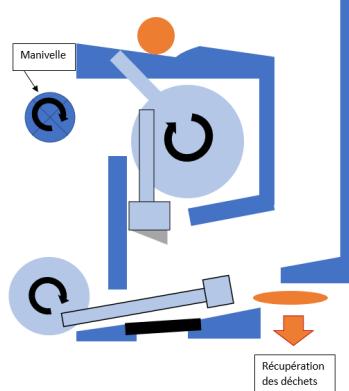
**L'orange est coupée et pressée et le jus est récupéré sous le filtre**



**Le piston écrasant se retire après avoir pressé l'orange**



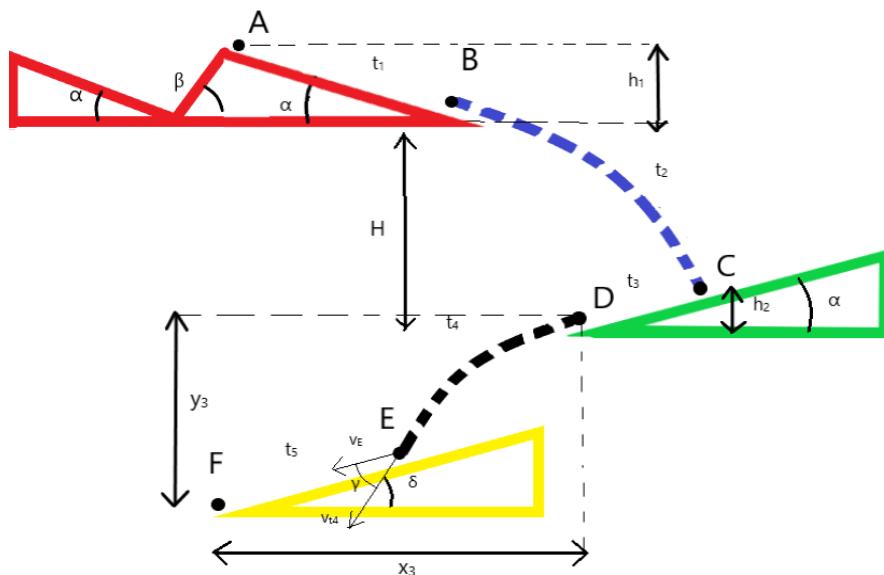
Le piston des déchets évacue les restes de l'orange pressée



## 4.2. PHYSIQUE DU MÉCANISME AVEC APPLICATIONS NUMÉRIQUES

### 4.2.1. ÉQUATIONS HORAIRES ET DE PUISSANCE

Schéma utilisé pour nos calculs physique (11)



- Relation entre les 2 angles de la pente pour les oranges :  $\beta > \arctan\left(\frac{9\cos\alpha\sin\alpha}{1+9\sin^2\alpha}\right)$
- Force minimale que doit exercer la tige sur une orange :  $mgsin\beta$ , avec m la masse de l'orange

Temps qu'il faut à l'orange pour parcourir la pente rouge entre A et B :

$$t_1 = \frac{-\omega R + \sqrt{(\omega R)^2 + \frac{10L}{7} \sin(\alpha)}}{\frac{5g \sin(\alpha)}{7}}$$

Avec  $\omega$  vitesse angulaire de la roue avec la distance entre le centre de la roue et le bout de la tige

Vitesse de l'orange au point B :  $v_B = \sqrt{\frac{10gh_1}{7} + (R\omega)^2}$

- Équations horaires de la chute entre B et C :

$$x(t) = v_B \cos(\alpha)t$$

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 - v_B \sin(\alpha)t$$

Temps qu'il faut à l'orange pour faire la chute du point B au point C :

$$t_2 = \frac{2v_B \cos(\alpha)(2\tan(\alpha) + \sqrt{(2\tan(\alpha))^2 + \frac{2Hg}{(v_B \cos(\alpha))^2}})}{g}$$

Temps qu'il faut à l'orange pour parcourir la pente verte entre C et D :  $t_3 = \sqrt{\frac{14L_2}{5g \sin(\alpha)}}$

Vitesse de l'orange au point D :  $v_D = \sqrt{\frac{10}{7}gh_2}$

- Équations horaires de la chute entre le point D et le point E :

$$x(t) = -v_D \cos(\alpha)t + x_3$$

$$y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 - v_D \sin(\alpha)t + y_3$$

Temps qu'il faut à l'orange pour faire la chute du point D au point E :

$$t_4 = \frac{x_3 - x_{arr}}{v_D \cos\alpha} \text{ avec } x_{arr} = \frac{\frac{-gx_3}{(v_D \cos\alpha)^2} - \sqrt{\left(\frac{gx_3}{(v_D \cos\alpha)^2}\right)^2 + 4 \frac{g}{2(v_D \cos\alpha)^2} \left(\frac{-gx_3^2}{2(v_D \cos\alpha)^2} - x_3 \tan\alpha + y_3\right)}}{-\frac{g}{(v_D \cos\alpha)^2}}$$

Temps qu'il faut à l'orange pour parcourir la pente jaune entre le point E et le point F :

$$t_5 = \frac{-v_E + \sqrt{v_E^2 + \frac{10}{7}gL_3 \sin\delta}}{\frac{5}{7}g \sin\delta} \text{ avec } v_E = v_{t_4} \cos\gamma$$

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \delta - \arctan \frac{v_{xt_4}}{v_{yt_4}}$$

$$v_{t_4} = \sqrt{(v_D \cos\alpha)^2 + (-gt_4 - v_D \sin\alpha)^2}$$

Temps total qu'il faut à l'orange pour arriver jusqu'à l'endroit où elle est pressée :

$$t_{tot} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$$

L'application numérique nous donne un temps de chute total: **t<sub>tot</sub> = 1.47s.**

 Cette valeur n'est pas exacte car on a négligé les rebonds de l'orange. Elle reste cependant une bonne approximation.

#### 4.2.2 ANALYSE DES RISQUES DE COINCEMENT DU MÉCANISME

Le risque d'un réel coincement est minime dans notre machine, puisque l'utilisateur pourra intervenir facilement grâce à la plaque de plexiglas qui peut s'ouvrir en tout temps. De plus, le mécanisme lui-même sera caché, donc rien ne pourra l'atteindre. C'est pourquoi nous ne voyons que des risques de coincement lors de la chute et son déclenchement et de l'évacuation des déchets.

En ce qui concerne la tige qui pousse l'orange, il se pourrait que si l'orange est mal placée, celle-ci n'arrivera pas à pousser ce dernier par-dessus la petite bosse. De plus, si l'utilisateur tourne la manivelle trop vite, l'orange n'aura pas le temps de tomber et de se mettre en place avant que la lame ne descende. Même si cela arrive, ce n'est pas trop grave, puisque l'orange n'est pas réellement bloquée : il faudra juste faire un tour de plus sans que la lame ne coupe quoi que ce soit et puis avoir une orange qui "attend" dans la rampe pendant que l'autre se fait couper.

En ce qui concerne le piston déchet, il se pourrait qu'une peau se coince entre ce dernier et la rampe. Pour éviter ceci, le jeu entre la rampe et le piston sera très petit, ce qui ne laisse pas la possibilité que cela arrive.

#### 4.2.3 ANALYSE DE LA SYNCHRONISATION DU MÉCANISME

Dans notre machine, nous avons 3 choses à synchroniser : la bielle manivelle de la lame, celle du piston déchets, et la tige qui pousse nos oranges. Pour cette dernière, il n'est pas très difficile de le synchroniser avec le reste, puisque nous connaissons les temps de chutes des oranges.

Puisque le temps de chute des oranges que nous avons calculé vaut 1.47s et que l'orange peut tomber à sa place lorsque la bielle manivelle de la lame se trouve à un angle de 208° jusqu'à un angle de 332°, on peut calculer le point d'attache de la tige qui poussera nos oranges. En prenant en compte ces données, l'angle entre l'attache de la bielle manivelle et la tige vaut au minimum 238° et au maximum 302°. (calculé avec le programme de simulation). Afin d'avoir de la marge au cas où l'utilisateur tourne la manivelle plus rapidement ou lentement que les 60 tours/secondes que nous avons estimé, nous avons décidé d'attacher la tige à un angle de 280 °. Cela n'est pas le point milieu entre les deux valeurs, car plus on se rapproche du maximum, plus le piston déchets aura le temps de se retirer avant que l'orange ne tombe. Si l'orange arrive trop tôt, le piston déchets bloquerait le mouvement du fruit, alors que si le piston déchets est presque rentré, l'orange grâce à la pente, peut rouler à sa place pendant que celui-ci se retire.

En ce qui concerne les deux autres parties du mécanisme, les choses se compliquent. Puisque nous avons fait le choix d'utiliser des bielles manivelles, la vitesse radiale de ceux-ci n'est pas constante. C'est pourquoi nous avons décidé de faire une simulation numérique (en annexe) pour déterminer les différents temps importants et le déphasage entre les angles initiales des bielles.

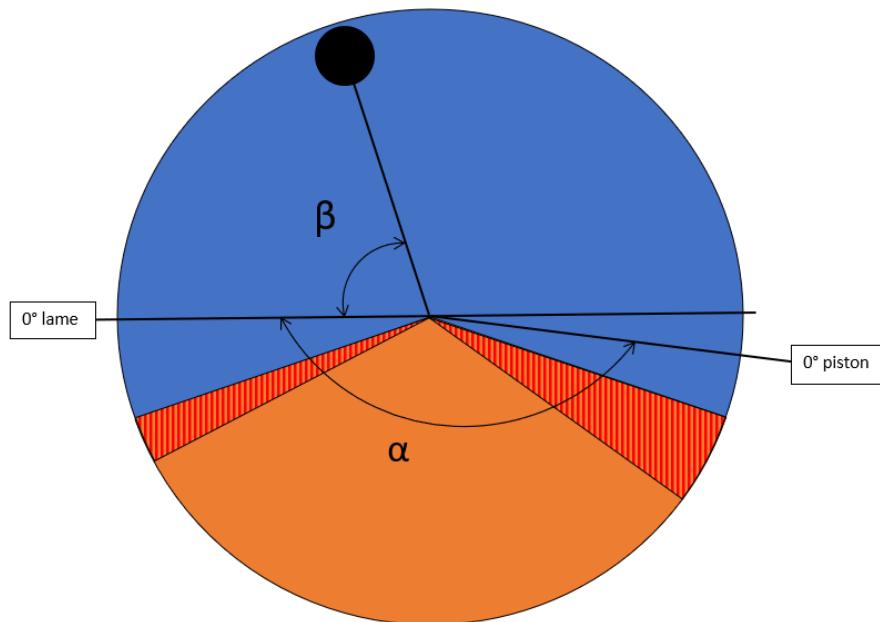
Pour la bielle manivelle de la lame, nous avons trouver que le temps qu'il fallait pour que celle-ci traverse et ressorte de l'orange (en considérant le fait que l'orange ne se déforme pas pour prendre en compte le pire des cas) est de 11,467 secondes et l'angle auquel la lame rentre et sort de l'orange est de 18,7° par rapport à l'horizontale. Ceci nous laisse donc un temps de 12,053 secondes pour évacuer les déchets et placer la nouvelle orange, car le temps d'un tour vaut 23.57 secondes.

Avec les dimensions que nous avons pour notre machine, le temps que prendrait le piston déchets entre le moment où il touche l'orange et le moment où elle est à nouveau totalement rentrée dans la machine vaut 13,514 secondes. Ceci dépasse les 12.053 secondes pour que les mouvements ne se superposent pas. Cependant, nous pouvons dire que le mécanisme est quand même synchronisable, car nous avons considéré le temps du pressage comme étant jusqu'au moment où la lame aurait une distance de 8 cm du filtre, alors que le piston ne fait que 3 cm. Nous avons donc regardé si nous pouvions superposer les 2 mouvements pendant une seconde sans que le piston ne touche la lame et cela fonctionne. En ce qui concerne les 0,5 secondes qu'il reste en trop, nous avons superposé le début de la découpe avec le piston qui se retire. En effet, nos oranges ne font que 8cm de diamètre alors

que notre lame a une longueur de 9 cm, ce qui fait que cela est possible tout en coupant entièrement l'orange.

Afin que la synchronisation fonctionne, il faut assurer un déphasage lors du montage. Nous l'avons calculé grâce au programme, en utilisant le fait que les deux mouvements allaient être en superposition pendant 1 seconde. Cela nous a donné qu'il fallait un déphasage de  $175,5^\circ$ .

Schéma de synchronisation des bielles-manivelles(12)



La partie orange représente le temps que prend le pressage.

La partie bleue représente le temps que prend l'évacuation des déchets.

Les parties en traitillés rouges sont les temps de superposition.

$\alpha = 175,5$  Ce qui représente le déphasage des bielles manivelles à introduire lors de l'assemblage.

$\beta = 80$  représente l'angle entre la tige des déchets et le point d'attache de la bielle.

#### 4.2.4 CALCULS DE RENDEMENT ET DES PERTES DE PUISSANCE

- Engrenages :

Pour nos engrenages, nous sommes partis du fait que le rendement est de 98% entre chaque engrenage. Ceci fait que pour nos trains d'engrenages, le rendement totale est de:

$$\eta = 0.98^2 = 0.9604$$

- Courroie:

Les courroies crantées possèdent un rendement de 98%, tout comme les engrenages:

$$\eta = 0.98$$

Tableau mettant en avant les avantages et inconvénients à utiliser une courroie dentée plutôt qu'un enchaînement de roues dentées

Avantages	Inconvénients
Plus silencieux	Vitesse limitée, environ 35 m/s
Ne nécessite pas de lubrifiant	Les courroies ont une transmission de puissance limitée à 370 kW, ce qui augmente l'accumulation de chaleur
Ne nécessite pas d'arbre parallèle	Les entraînements par courroie infligent habituellement une charge lourde sur les arbres et les roulements
Plus facile à installer et à entretenir	
La durée de vie des machines est augmentée par l'absorption des fluctuations de charge	

Nous allons donc nous servir d'une courroie crantée en polyuréthane pour transmettre le mouvement au piston des déchets.

- Roulements:

Pour permettre la rotation de nos arbres nous avons utilisé des roulements à billes. Il y aura deux roulements par arbres au niveau des parois et également deux roulements au niveau des systèmes de bielle-manivelle.

Les calculs (4.2.5) montrent que nos arbres possèdent une dilatation thermique extrêmement faible, donc la contrainte axiale à laquelle sont soumis nos roulements est négligeable. Nous ne prendrons en compte qu'une force radiale due à la rotation de nos axes provoquée par les engrenages. Nos roulements doivent donc supporter une force radiale due au poids de nos arbres et engrenages. Par ailleurs, la vitesse de rotation de nos arbres est provoquée par un mouvement de l'utilisateur et demeure bien plus faible que les vitesses limites de rotation des roulements donc ce paramètre ne joue pas de rôle dans la sélection de nos roulements à billes. Afin d'éviter à l'utilisateur de devoir entretenir les roulements, nous avons opté pour l'utilisation de roulements graissés à vie. Nous avons également cherché des roulements silencieux pour améliorer l'expérience de l'utilisateur.

Nous avons donc choisi des roulements à billes à une rangée à contact radial graissés à vie.

### Caractéristiques du roulement choisi (13)

Guide comparatif des principaux roulements de base	charges admissibles			aptitude à la vitesse	fonctionnement silencieux	rigidité élevée	aptitude au désalignement	angle de rotule
	radiale	axiale	combinée					
une rangée à contact radial	**	*	↔	****	*****	*	*	2 à 16°

Image tirée du cours de construction mécanique II ME-102 de l'EPFL

Les roulements à billes possèdent un rendement de 99%, ils vont affecter de façon négligeable la transmission du mouvement des arbres. Nous prenons des roulements en acier inoxydable pour la lame le piston déchet car ils risquent d'être en contact avec du jus d'orange, le reste seront en acier.

### 4.2.5 ARBRES

Pour nos arbres nous avons fait le choix d'utiliser de l'aluminium, en effet c'est un matériau résistant et léger parfait pour notre mécanisme. Nos arbres doivent être usinés. Dans les calculs suivants nous prendrons des cylindres continus pour simuler nos arbres, et nous prendrons une limite élastique la plus faible possible pour l'aluminium : 90 MPa afin de vérifier la résistance de notre machine dans le pire des cas. Nous allons calculer la dilatation, la flexion et la torsion des arbres pour nous assurer du fonctionnement de notre presse-orange.

- Dilatation thermique:

Notre mécanisme ne devrait pas provoquer une grande variation de température étant donné que nos vitesses de rotation ne sont pas très élevées, cependant nous allons étudier un cas extrême avec une variation de 20°C (entre 20 et 40°C).

$$\Delta L = \alpha_{Al} \times L_{repos} \times \Delta T$$

Avec  $\Delta L$ : la variation de longueur,  $\alpha_{Al} = 25 \times 10^{-6}$  (1/K) : le coefficient de dilatation thermique de l'aluminium,

$\Delta T = 20$  (K) : la variation de température, et  $L_{repos}$ : la longueur au repos de l'arbre.

La longueur au repos des arbres est de 67 mm ou 40 mm donc calculons les différentes déformations:

$L_{repos}$	$\Delta L$	% déformation
67 mm	0,0335 mm	0,05

40 mm	0,02 mm	0,05
-------	---------	------

On remarque que les déformations thermiques sont très faibles et négligeables malgré une variation de température plus élevée que celle que subit notre machine lors de son utilisation.

- Flexion des arbres:

Nos arbres ne sont soumis qu'au poids des engrenages dont la charge n'est pas très élevée et puisqu'ils sont en aluminium dont le module d'Young est supérieur à 60 GPa la flexion des arbres est négligeable et n'impactera pas notre mécanisme.

- Torsion des arbres:

Nous allons désormais nous intéresser à la résistance à la torsion de nos arbres sur lesquels sont fixés nos engrenages. Sachant que la force tangentielle maximale à laquelle un arbre est soumis est 150N nous allons nous placer dans le pire des cas et vérifier la résistance des arbres pour cette force extrême. Pour cela nous allons calculer les moments maximums de chaque arbre :

$$M_{Max} = Rayon \times F_{Tangentielle}$$

Arbre	Rayon	Moment
1	5 mm	750 N.mm
2	8,5 mm	1275 N.mm
3 et 4	15 mm	2250 N.mm

Calculons désormais la contrainte tangentielle maximale [MPa] à laquelle seront soumis les arbres :

$$\tau_{Max} = \frac{M_{Max}}{I_0} \times Rayon$$

Avec  $I_0 = \frac{\pi \times (2 \times Rayon)^4}{32}$  [ $mm^4$ ] le moment quadratique polaire de la section

Arbre	$\tau_{Max}$
1	9,55 MPa
2	7,77 MPa
3 et 4	0,14 MPa

Vérifions que la contrainte tangentielle maximale de torsion est inférieure à la résistance pratique au cisaillement  $R_{pg}$ . On sait que  $R_{pg} = \frac{R_e}{s}$  avec  $R_e$  : la limite élastique de l'aluminium, ici pour prendre le pire cas possible on choisit 90 MPa; et  $s$  : facteur de sécurité, usuellement on prend 2.

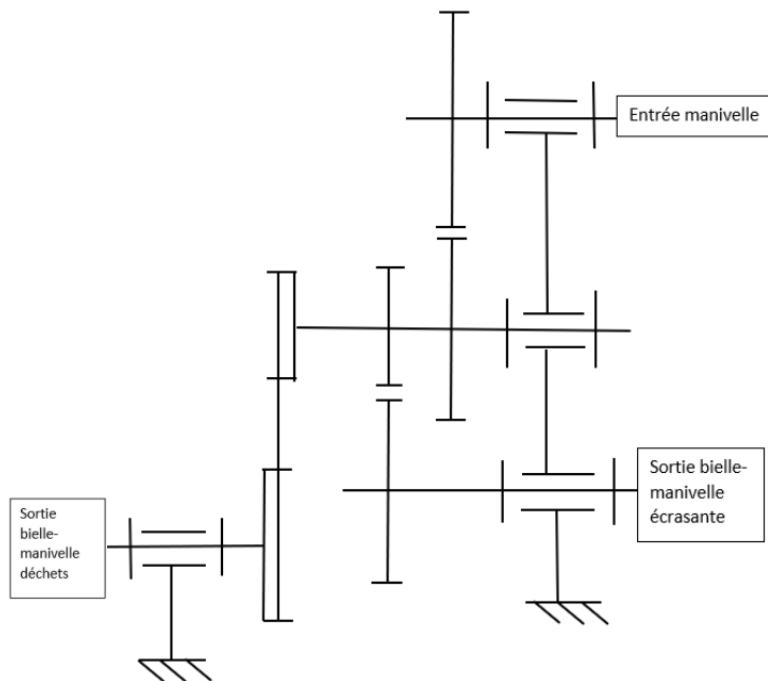
$R_{pg} = \frac{90}{2} = 45 \text{ MPa}$  donc pour tous nos arbres  $R_{pg} > \tau_{Max}$

La résistance à la torsion de nos arbres est assurée car la contrainte tangentielle maximale de torsion est très inférieure à la résistance pratique au cisaillement et ce même dans le pire des cas.

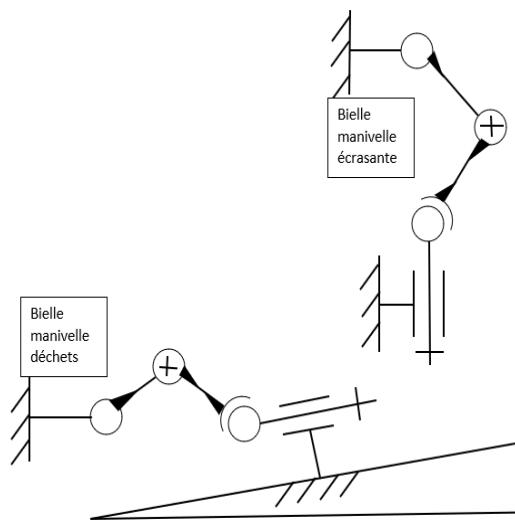
#### 4.2.6 DIMENSIONNEMENT DU MÉCANISME DE TRANSMISSION : CINÉMATIQUE ET RÉSISTANCE

#### 4.2.6.1 CINEMATIQUE

### Schéma de la cinématique des engrenages (vue de dessus) (13)



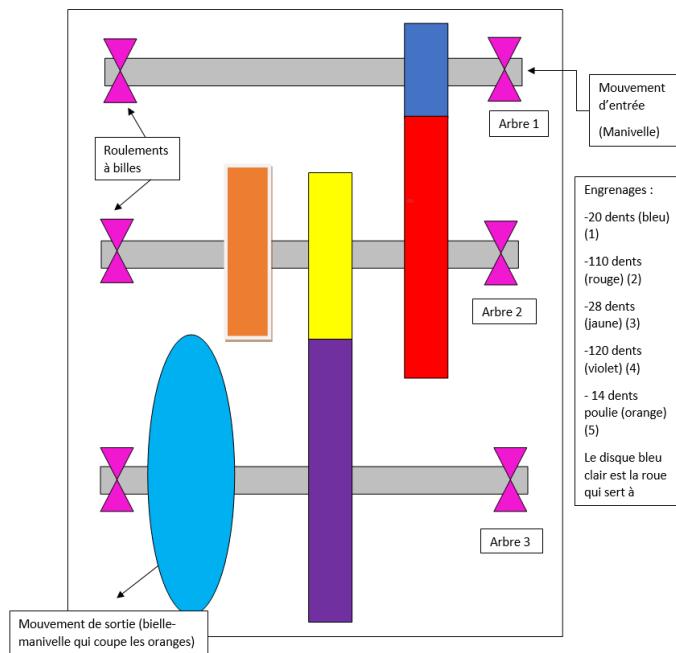
## Schéma de la cinématique des bielles-manivelles (vue de face) (14)



- Engrenages :

Afin de pouvoir choisir nos engrenages, nous sommes partis du principe que la vitesse de rotation de la manivelle par un humain serait d'environ un tour par seconde (60 tours minutes). De plus, à l'aide d'expériences, nous avons conclu que la force qu'il faudrait pour écraser notre orange devait environ être égale à 450 N. Avec ces données, nous avons créé un programme (voir annexe), afin de nous aider à trouver les engrenages parfaits. Grâce à celui-ci, nous avons vu que notre idée de mettre 3 engrenages à la suite (schéma 11) n'allait pas fonctionner, et avons décidé de changer notre disposition de ceux-ci comme suit :

## Schéma des engrenages (15)



Pour obtenir les tailles des différents engrenages, nous sommes partis de nos données initiales (la vitesse d'entrée et la force de sortie). Pour commencer nous avons calculés le couple qu'il faudrait au maximum pour notre lame avec la formule du cours suivante :

$$C_4 = F \times R \times \cos(\theta) \times \left(1 + \frac{R \times \sin(\theta)}{\sqrt{L^2 - R^2 \times \cos^2(\theta)}}\right)$$

Sachant que la force voulu est de 450 N et que le rayon de la bielle manivelle vaut 8cm, cela nous donne une valeur numérique de 36 N.m

Nous pouvons aussi calculer le couple d'entrée de la manivelle en utilisant :

$$C_1 = F \cdot r = 1.5 \text{ N.m}$$

On voit donc que notre couple d'entrée doit être multiplié par au moins 24 pour satisfaire nos besoins pour presser l'orange. Il faut donc aussi que le rapport de mouvement des engrenages soit supérieur à 24 aussi.

De plus, à partire de là, nous pouvons trouver le module de nos engrenages en commençant par calculer la force tangentielle sur chaque dents entre les deux premières roues, puisque c'est là où la force est la plus grande :

$$F_{tan} = \frac{C_1}{R_1} = 150 \text{ N}$$

A partir de cela, nous avons utiliser la formule suivante pour trouver le module minimum (la constante k est généralement entre 6 et 10, donc nous avons 8 comme valeur et que la résistance élastique de la matière de nos engrenages vaut  $420 \text{ N/mm}^2$ )

$$m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_{tan}}{k \cdot R_e}} \geq 0.49$$

Puisque la valeur normalisée la plus petite du module est 1, nous avons pris cette valeur-là.

Afin de trouver les différentes tailles d'engrenages, nous avons décidé de fixer la taille de l'engrenage relié à la manivelle et celui lié à notre lame, puis d'écrire un programme afin de tatonner pour trouver celles des engrenages intermédiaires. En effet, avec ce que nous avons dit précédemment, les relations à satisfaire sont les suivantes :

$$R_1 / R_2 \cdot w_1 = w_2 \quad R_3 / R_4 \cdot w_2 = w_3 \quad i = w_1 / w_3 = 24$$

Grâce à cela et notre petit programme, nous avons pu déterminer les tailles d'engrenages intermédiaires. Cependant, pour des raisons pratiques concernant les arbres etc, nous avons décidé de réduire le rapport de mouvement d'un peu, ce qui fait qu'avec nos engrenages nous avons un rapport de 23,57 ce qui nous paraît encore très, puisque nos expériences n'étaient de loin pas exactes et précises non plus.

En ce qui concerne la roue bleu servant d'attache à la bielle manivelle de la lame, pour des raisons d'assemblage, nous avons décidé d'ajouter une roue lisse, puisque les engrenages sont faits pour être très résistants et donc il est difficile d'y fixer quelque chose.

A partir de l'engrenage poulie en (orange) du milieu (28 dents) nous allons attacher une courroie crantée afin de transmettre le mouvement au piston déchet. Afin de pouvoir synchroniser nos mouvements, nous avons décidé que la vitesse angulaire de l'arbre auquel la bielle manivelle pour les déchets sera attachée, devait être la même que pour celle de la lame. Ceci fait que nous aurons aussi une roue dentée de 120 dents pour le mouvement du piston déchets

#### 4.2.6.2 RESISTANCE

- Filtre :

Pour choisir le filtre nous avons pris un matériau très résistant à la flexion: l'inox 304. Puisque le filtre comporte des trous, nous allons, pour tester sa résistance, supposer une plaque entière cependant nous allons appliquer le double de pression sur cette dernière. Par précaution nous allons prendre une force de 450 N ce qui la force maximale appliquée sur le filtre.

Calculons la contrainte maximale:

$$\sigma_{max} = \frac{3F}{2\pi e^2} \left( (1 + \nu) \ln \left( \frac{2b}{e} \right) + k_2 \right) \text{ (MPa)}$$

*Images tirées du cours de construction mécanique II ME-102 de l'EPFL*

Avec  $F = 2 \times 450 = 900 \text{ N}$  la force exercée,  
 $e = 15 \text{ mm}$  l'épaisseur du filtre,  
 $a = 100 \text{ mm}$  la longueur du filtre,  
 $b = 80 \text{ mm}$  la largeur du filtre,  
 $\nu = 0.3$  le coefficient de poisson de l'inox 304,

On choisit  $k_2 = 0,789$  grâce au rapport de  $\frac{a}{b}$ :

	a/b								
	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4 ->
k1	0,127	0,138	0,148	0,162	0,17	0,177	0,180	0,185	0,185
k2	0,435	0,565	0,650	0,789	0,875	0,927	0,958	1,000	0,000

*Images tirées du cours de construction mécanique II ME-102 de l'EPFL*

$\sigma_{max} = 7,384 \text{ MPa}$  pour une force de 450N supérieur à celle que subira le filtre durant l'utilisation du presse orange.

$\sigma_{max} < R_p$  la limite élastique de l'inox 304 avec  $R_p=147 \text{ MPa}$  (à 100 °C qui est une situation extrême)

- Lame :

Pour la lame nous avons cherché un matériau très résistant à la corrosion, à l'usure et très dur. Nous avons choisi un matériau utilisé dans la fabrication des couteaux qui nous semblait adapté pour notre machine: le Sandvik 12C27.

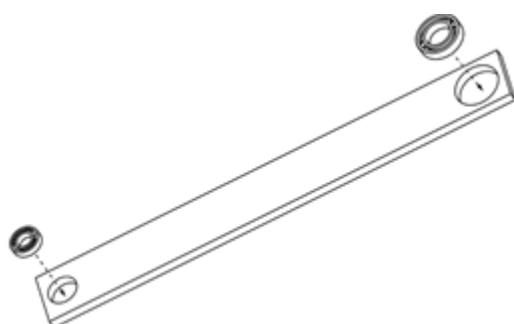
- Parois de la machine:

Pour les parois de notre machine il nous fallait un matériau résistant à l'acide du jus d'orange, et facilement nettoyable, et capable de supporter le poids de nos arbres et de nos modules. Cependant, nous avons également cherché le matériau le plus léger possible afin d'éviter de trop alourdir la machine.

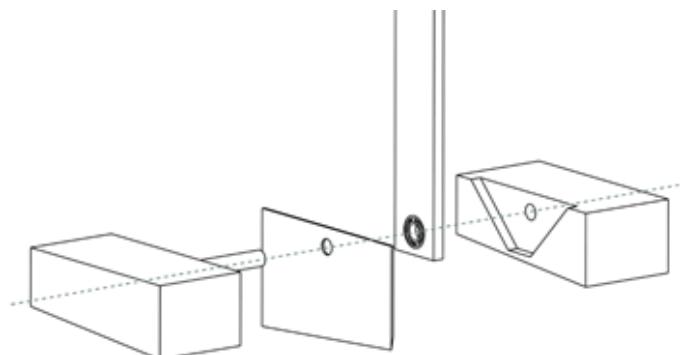
Nous avons donc choisi d'utiliser du PET pour les parois de notre machine, en effet ce dernier possède une bonne résistance à l'acide du jus d'orange, à l'eau et aux produits nettoyants. C'est également un matériau très léger: ~1.40g/cc. Pour finir les parois sont soumises à des charges provenant des modules et des arbres inférieures à la contrainte de compression du PET (entre 20 et 30 MPa).

## 5. ASSEMBLAGE DES PIÈCES

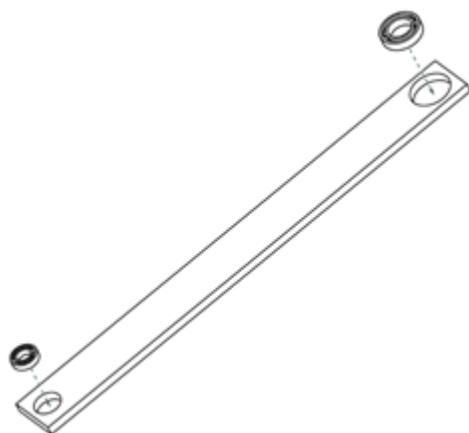
### I. ASSEMBLAGE PISTON AVEC LAME



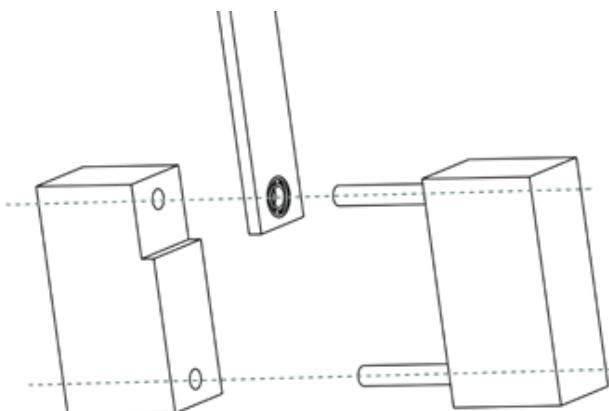
1. Chasser le roulement à bille de 21mm (28) et celui de 14mm (25) dans les trous adaptés de la bielle (6).



2. Insérer le piston (9), la lame (7) et le piston (8) dans le roulement bille de 14mm (25).

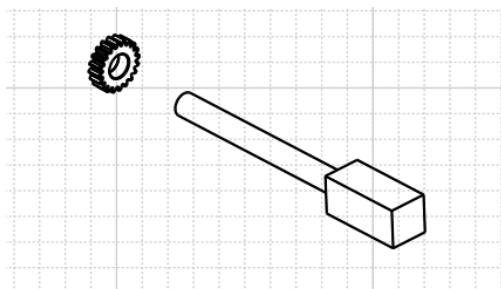
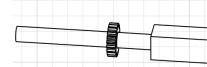
**II. ASSEMBLAGE PISTON DÉCHETS**

1. Chasser un roulement à bille de 21mm (28) et un de 14mm (25) dans les trous adaptés de la bielle (11).



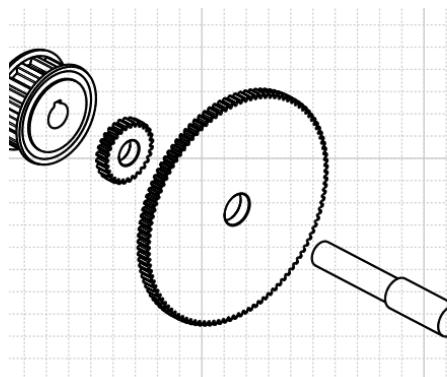
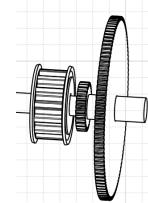
2. Insérer le piston (12) et le (13) dans le roulement à bille de 14mm (25).

### III. ASSEMBLAGE ARBRE MANIVELLE

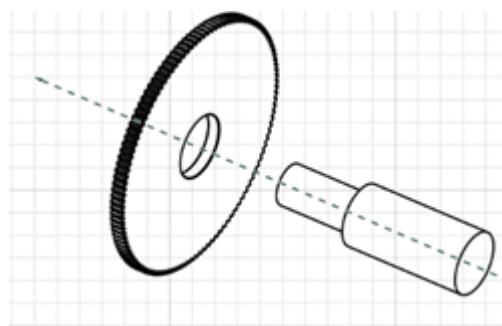
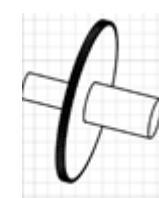


1. Chasser la roue dentée (19) dans l'arbre manivelle (1) respectivement de 67 mm

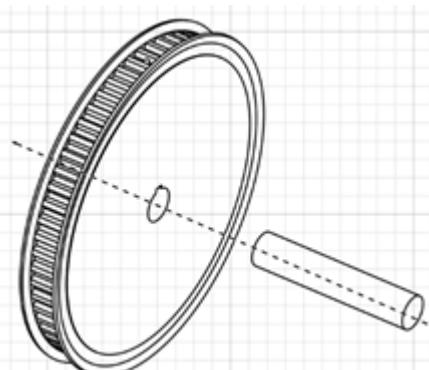
### IV. ASSEMBLAGE ARBRE INTERMÉDIAIRE



1. Chasser la roue dentée (20), la roue dentée (21) et la poulie (23) dans l'arbre intermédiaire respectivement de 67, 50 et 39mm

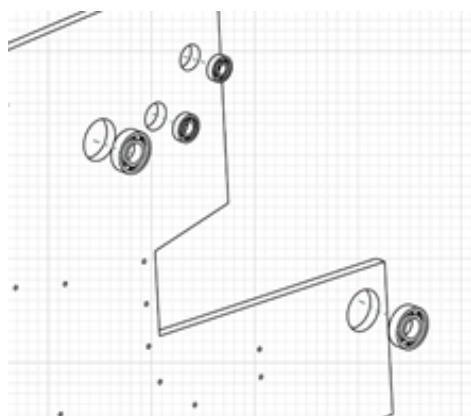
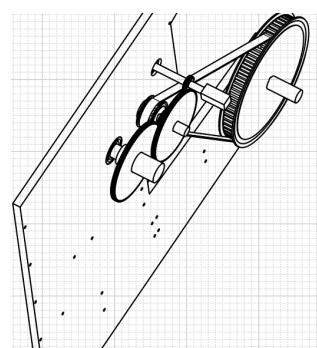
**V. ASSEMBLAGE ARBRE DISQUE PISTON ÉCRASANT**

1. Chasser de 50mm la roue dentée (22) dans l'arbre (3).

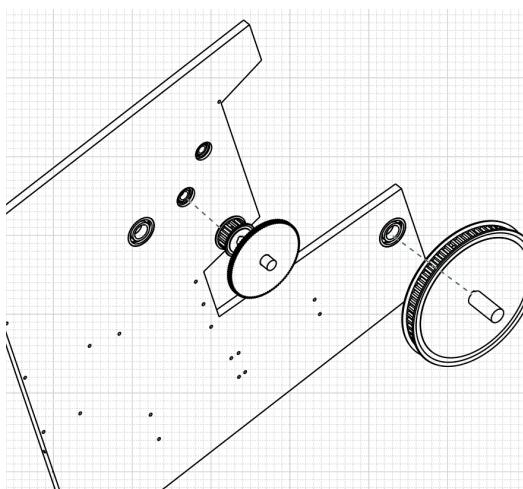
**VI. ASSEMBLAGE ARBRE DISQUE PISTON DÉCHETS**

1. Chasser de 39mm la poulie (24) dans l'arbre (4).

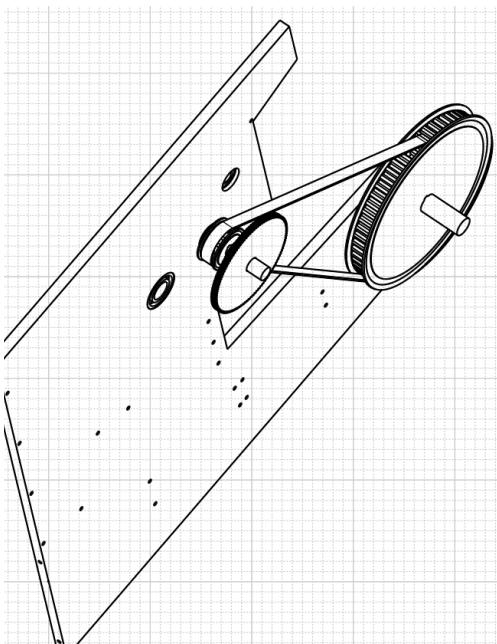
## VII. ASSEMBLAGE DE LA PAROI INTERMÉDIAIRE



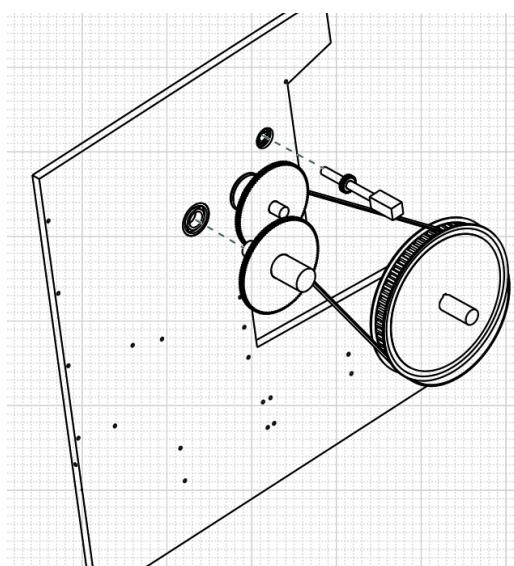
1. Chasser 2 roulements à bille de 42mm (30), un de 28mm (27) et un de 26mm (26) dans les trous adaptés de la paroi intermédiaire (16).



2. Insérer l'arbre (2) dans le roulement de 28mm (27) et l'arbre (4) dans le roulement de 42mm (30) du bas.

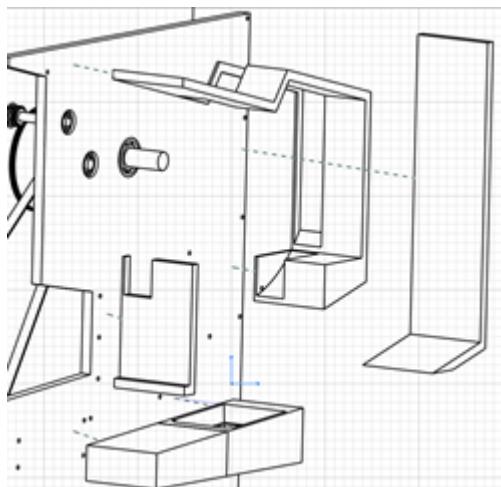


3. Accrocher la courroie dentée (33) aux deux poulies (23) et (24).

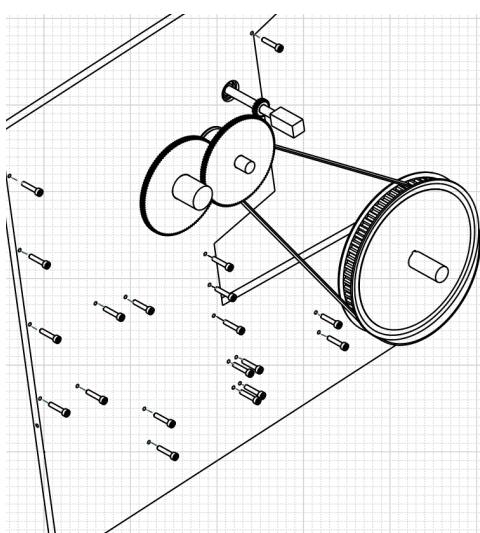


4. Insérer l'arbre manivelle (1) dans le roulement à bille de 26mm (26) et l'arbre (3) dans le roulement de 42mm (30) qui reste.

## VIII. INSTALLATION DES MODULES

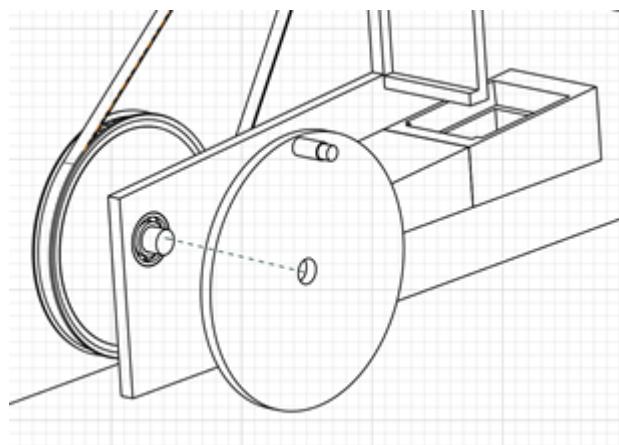


1. Placer les modules comme indiqué sur le schéma

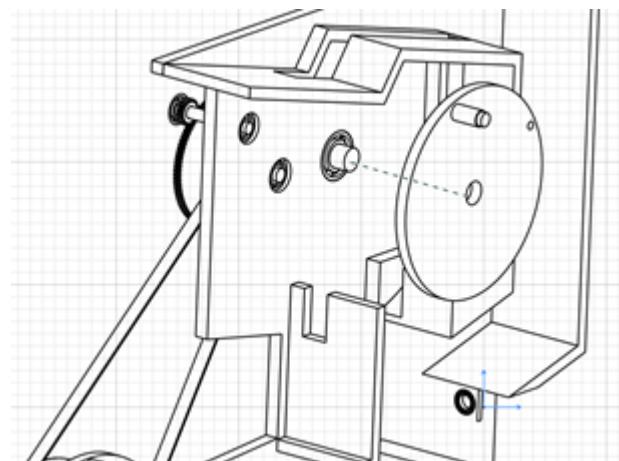


2. Insérer 19 vis (34) comme indiqué sur le schéma afin de fixer les 4 modules de l'étape précédente.

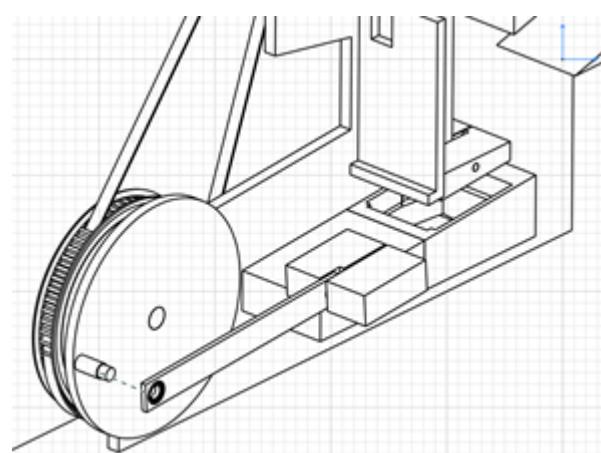
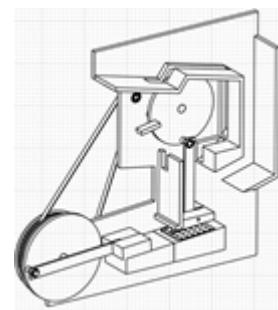
## IX. INSTALLATION DES DISQUES MANIVELLES



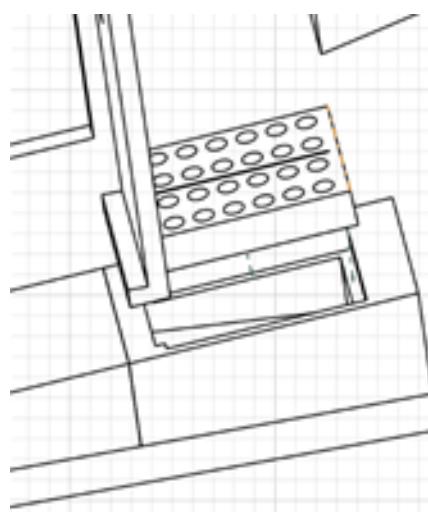
1. Chasser le disque manivelle (10) dans l'arbre (4). Le bout de l'arbre et la face du disque contenant la bielle doivent être sur le même plan.



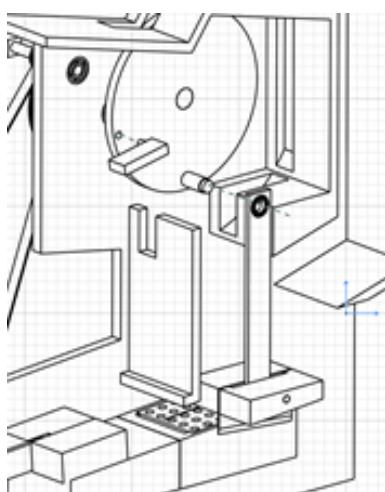
2. Chasser le disque manivelle (5) dans l'arbre (3). Le bout de l'arbre et la face du disque contenant la bielle doivent être sur le même plan. Faire attention de bien avoir un déphasage de  $175,5^\circ$  dans le sens horaire entre l'attache de la bielle de la lame et celle pour évacuer les déchets

**X. ASSEMBLAGE PISTONS + FILTRE + TIGE**

1. Chasser le piston assemblé à l'étape II jusqu'à la butée du disque manivelle (10)

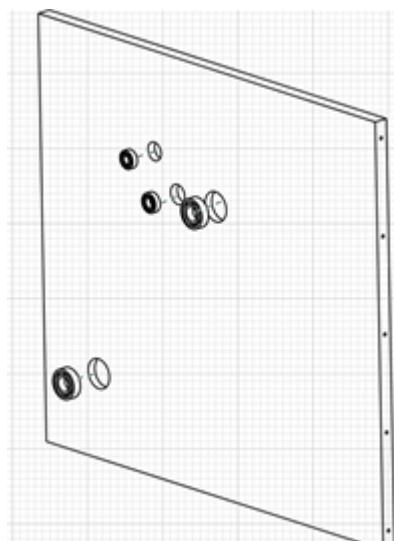
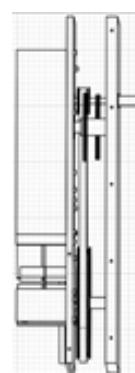


2. Poser le filtre (36) sur son emplacement comme indiqué sur le schéma.

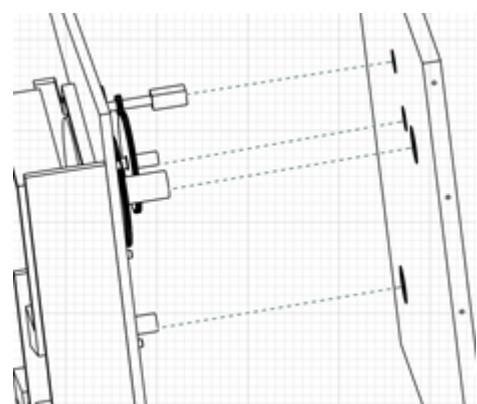


3. Chasser le piston assemblé à l'étape I jusqu'à la butée du disque manivelle (5). Insérer la tige qui pousse les oranges (40) dans le trou du disque manivelle (5) creusé à cet effet.

## XI. ASSEMBLAGE DE LA PAROI ARRIÈRE

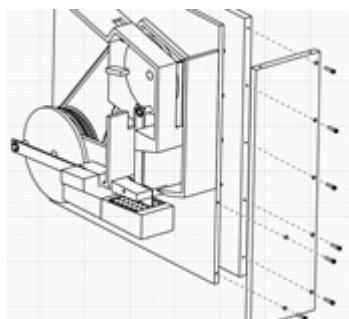


1. Chasser 2 roulements à billes de 42mm (30), un roulement de 28mm (27) et un de 26mm (26) dans les trous adaptés de la paroi arrière (15).

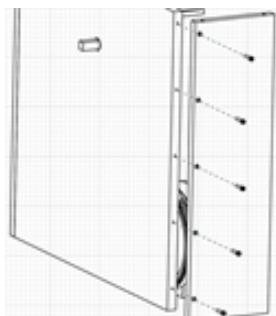


2. Insérer la paroi arrière (15) dans les arbres comme indiqué sur le schéma.

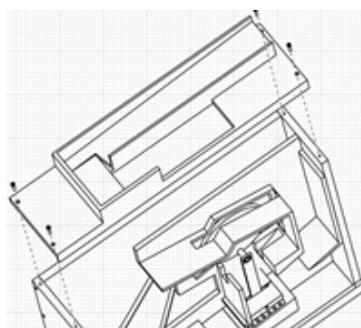
## XII. ASSEMBLAGE DU BOÎTIER



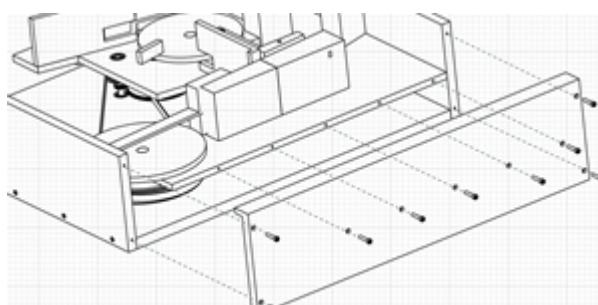
1. Placer la plaque droite (38) puis la visser à l'aide de 7 vis (34) comme indiqué sur le schéma



2. Placer la plaque gauche (39) puis la visser à l'aide de 5 vis (34) comme indiqué sur le schéma

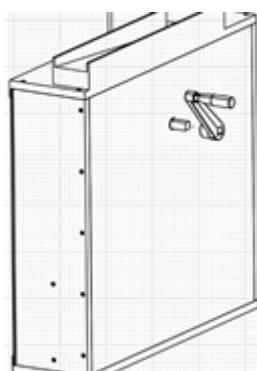


3. Poser la plaque (38) sur le dessus de la machine puis la visser à l'aide de 4 vis (34).

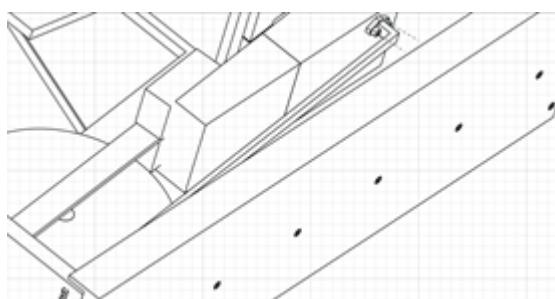


4. Avec 9 vis (34) fixer la plaque (37) sous la machine.

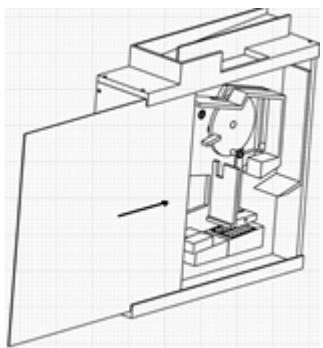
### XIII. ASSEMBLAGE MANIVELLE + ROBINET + PLAQUE TRANSPARENTE



1. Chasser la manivelle(14) dans l'arbre manivelle (1).



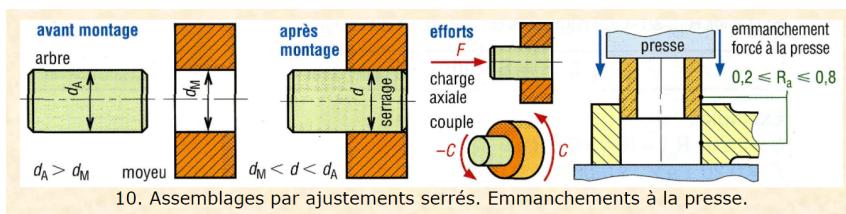
2. Faire passer le robinet (41) dans le trou de la plaque de gauche (39) puis visser le au module de l'entonnoir avec 2 vis (35).



3. Faire coulisser la plaque transparente (18) dans sa glissière comme indiqué sur le schéma.

## 6. PROCÉDURE D'ASSEMBLAGE

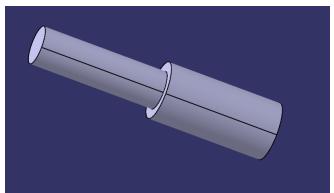
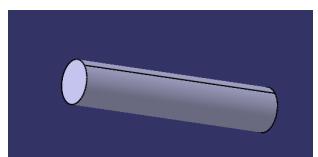
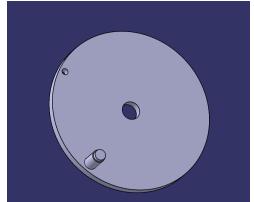
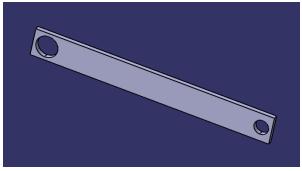
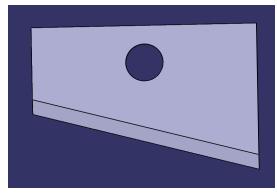
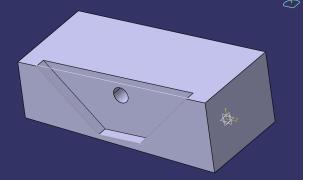
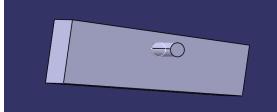
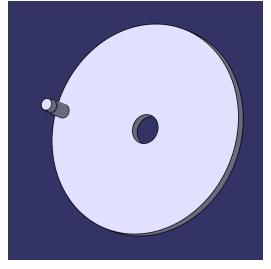
Nous allons fixer les roues dentées aux arbres par ajustements serrés avec tolérance du H7/p6. Cela sera réalisé par emmanchement à la presse. Avec un tel serrage nous pourrons transmettre des efforts sans avoir besoin d'organes d'arrêts (clavette...) mais il sera impossible de démonter ces pièces sans les détériorer.

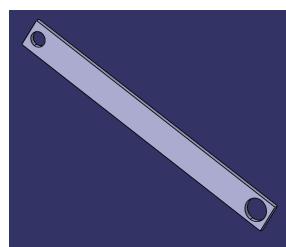
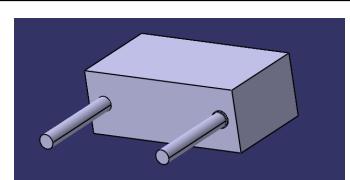
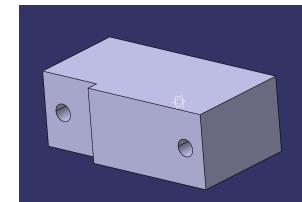
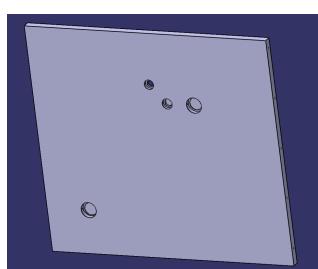
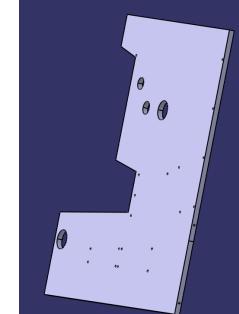


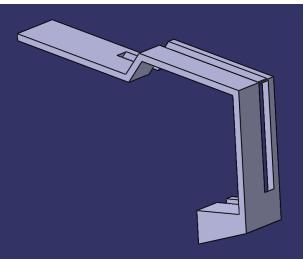
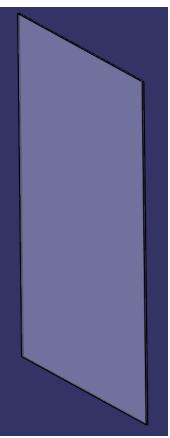
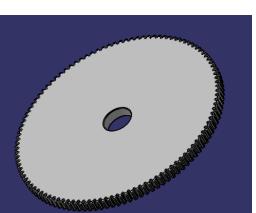
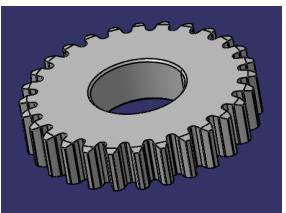
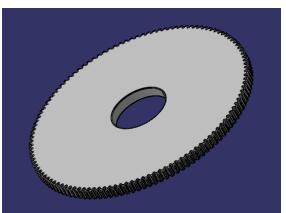
Les roulements auront la bague intérieure fixée avec serrage H7/p6 tandis que la bague extérieure est fixée avec jeu afin que l'arbre à l'intérieur du roulement puisse tourner.

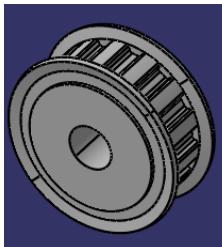
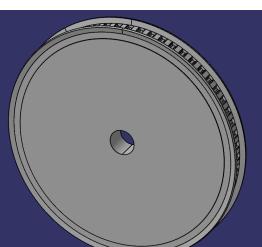
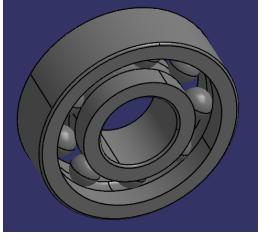
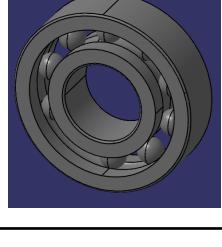
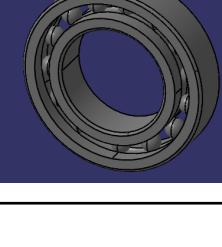
- Liste des pièces :

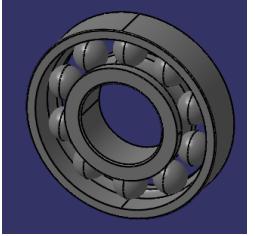
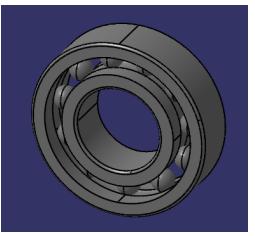
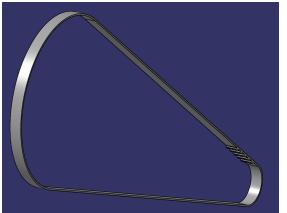
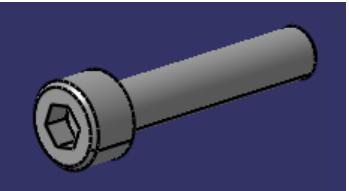
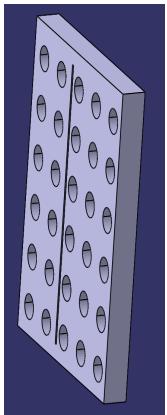
N°	Dénomination	Masse (kg)	Quantité	Production	Matériau	Aperçu
1	Arbre manivelle	0.049	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
2	Arbre intermédiaire	0.03	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	

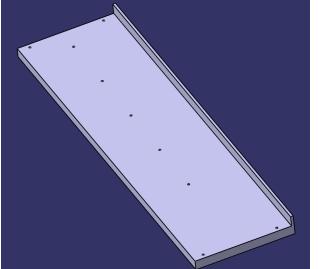
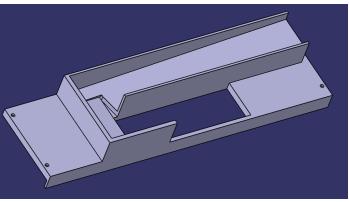
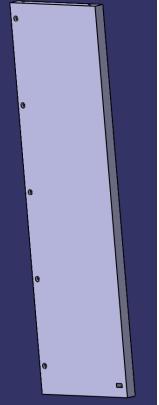
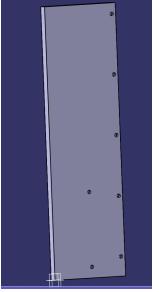
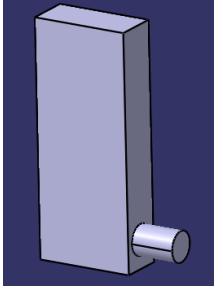
3	Arbre disque piston écrasant	0.15	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
4	Arbre disque piston déchets	0.085	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
5	Disque manivelle écrasante	0.691	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
6	Bielle écrasante	0.077	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
7	Lame	0.031	1	Usiné	Sandvik 12C27 (Dans catia: X46Cr13)	
8	Piston lame droite	0.614	1	Usiné	Acier inox 304	
9	Piston lame gauche	0.778	1	Usiné	Acier inox 304	
10	Disque manivelle déchets	0.993	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	

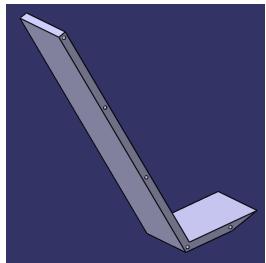
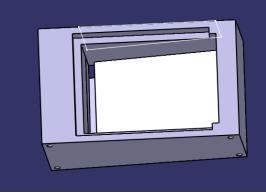
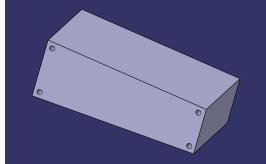
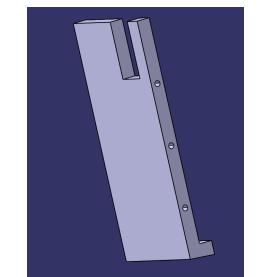
11	Bielle déchets	0.092	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
12	Piston déchets droite	0.882	1	Usiné	Acier inox 304	
13	Piston déchets gauche	0.778	1	Usiné	Acier inox 304	
14	Manivelle	0.282	1	Acheté réf : HM-150A-SQ	Fonte	
15	Paroi arrière	2.427	1	Usiné	PET-C	
16	Paroi intermédiaire	4.51	1	Usiné	PET-C	

17	module de pente	0.87	1	Usiné	PET-C	
18	Plaque transparente	1.878	1	Usiné	PET-C	
19	Roue dentée 20 dents	0.011	1	Acheté réf : GEAHB1.0-20-6-A-10	Acier AISI 1020 (C22 sur catia)	
20	Roue dentée 110 dents	0.483	1	Acheté réf : GEAHB1.0-110-6-A-15	Acier AISI 1020 (C22 sur catia)	
21	Roue dentée 28 dents	0.023	1	Acheté réf : GEAHB1.0-28-6-A-12	Acier AISI 1020 (C22 sur catia)	
22	Roue dentée 120 dents	0.497	1	Acheté réf : GEAHB1.0-120-6-A-30	Acier AISI 1020 (C22 sur catia)	

23	Poulie 14 dents	0.023	1	Acheté ref : ATPA14L05 0-A-N12	Alliage d'aluminium série 7000	
24	Poulie 60 dents	0.484	1	Acheté ref : ATPT60L05 0-A-N20	EN 1.1191 Equiv.	
25	Roulement 7mm (dr)	0.002	1	Acheté réf : 687U-H	Acier inoxydable	
26	Roulement 10mm (dr)	0.002	2	Acheté réf : 6000	Acier	
27	Roulement 12mm (dr)	0.003	1	Acheté réf : 6001	Acier	
28	Roulement 12mm (dr)	0.007	2	Acheté réf : 6801	Acier	

29	Roulement 15mm (dr)	0.004	1	Acheté réf : EN15	Acier	
30	Roulement 20mm (dr)	0.009	4	Acheté réf : 6004	Acier	
31	Courroie dentée	Nous n'avons pas trouvé mais environ 0.250	1	Acheté réf : TTBU1150 T10-150	Polyuréthane	
32	Vis	0.006		Acheté réf : SCB5_25	EN 1.4301 Equiv.	
33	Vis	0.003	2	Acheté réf : BOSSARD_BN310040 77 M5x10	Acier	
34	Filtre	0.253	1	Usiné	Acier inox 304	

35	Plaque dessous	3.473	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
36	Plaque dessus	4.694	1	Usiné	PET-C	
37	Plaque gauche	2.802	1	Usiné	PET-C	
38	Plaque droite	2.802	1	Usiné	PET-C	
39	Tige pour pousser les oranges	0.033	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
40	Glissière pour jus	0.15	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	

41	Pente chute orange	0.211	1	Usiné	PET-C	
42	Module déchets 1	2.87	1	Usiné	Aluminium EN AC-AlSi7Mg0.3 T6	
43	Module déchets 2	0.732	1	Usiné	PET-C	
44	Module soutien bielle	0.211	1	Usiné	PET-C	

## 7. MODE D'EMPLOI

### 7.1 UTILISATION

Notre machine, pour répondre au cahier des charges, peut contenir jusqu'à 10 oranges, il faut donc remplir le réservoir supérieur de la machine avec le nombre d'oranges à presser (entre 1 et 10 compris). Il faut placer un récipient pour le jus (un verre par exemple) dans la machine sous la sortie de jus au niveau du filtre et un récipient pour garder les restes des oranges pressées dans la machine au niveau de la sortie des déchets (tout à droite de la machine). Il suffit ensuite d'enclencher la manivelle dans le sens horaire jusqu'à ce que toutes les oranges soient pressées. Il est conseillé d'effectuer un tour de manivelle par seconde (rythme normal même pour un enfant).

### 7.2 NETTOYAGE ET ENTRETIEN

Afin de faciliter l'entretien du presse orange, il existe deux façons de le nettoyer. Après chaque utilisation il est conseillé d'effectuer un léger entretien: pour cela il suffit de faire

coulisser la paroi transparente le long de la glissière, une fois la paroi enlevée on peut également retirer le filtre qui n'est pas vissé mais posé sur la machine. Le réservoir à déchets peut être retiré de la machine afin d'être vidée dans la poubelle à compost.

Le filtre et la plaque transparente peuvent être lavés sous l'eau avec une éponge et du produit vaisselle avant d'être séchés puis remis dans le presse orange.

De manière moins fréquente, il est conseillé d'effectuer un lavage plus en profondeur. Si on le désire, il est possible en effet de nettoyer les pistons en contact avec l'orange et la lame avec une éponge directement dans la machine une fois la plaque transparente enlevée.

## 8. CONCLUSION

### 8.1 CAHIER DES SPÉCIFICATIONS

Cahier des charges	Spécifications	Résultat
Presser une orange	Force nécessaire: 450 N	Force appliquée: 450 N <input checked="" type="checkbox"/>
Taille des oranges: 8 cm	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Source d'énergie issue d'une manivelle	Source d'énergie: manivelle	<input checked="" type="checkbox"/>
Masse de 15 kg maximum	-	Masse total: 35.255 kg <input checked="" type="checkbox"/>
Acceptation d'un récipient	Récipient à jus de taille maximum 20 cm de hauteur et 10 cm de diamètre	<input checked="" type="checkbox"/>
Récipient externe à la machine	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Résistance à l'environnement	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Encombrement minimum	-	Dimensions de notre machine: -Longueur: 72.1 cm -Hauteur: 71.6 cm -Profondeur: 19 cm <input checked="" type="checkbox"/>
Pièces obtenues par impression 3D, soudage, injection, formage à chaud interdites	-	<input checked="" type="checkbox"/>
Matériaux réglementaire	Acier, acier inoxydable, aluminium, laiton, (évent.)	Essentiellement aluminium, acier, PET

	c cuivre), Akulon®, Makrolon®, Nylon, PE, PEEK, etc...	<input checked="" type="checkbox"/>
Mise en oeuvre par une seule personne	Force minimale requise: 10 N Vitesse: 1 tour/ s	<input checked="" type="checkbox"/>
Sécurité de l'utilisateur	Plaque transparente de protection	<input checked="" type="checkbox"/>
Nettoyage et entretien	Voir 7.2)	<input checked="" type="checkbox"/>
Evacuation des déchets	-	Piston d'évacuation <input checked="" type="checkbox"/>
Diamètre des éléments	Diamètre minimal > 4mm	Diamètre minimal: <input checked="" type="checkbox"/>

En ce qui concerne le poids de la machine, nous savons que celui-ci est excessif, et nous avons fait de notre mieux pour le réduire un maximum en utilisant du plastique. Les conclusions que nous tirons de ce problème sont que le matériau est probablement beaucoup plus résistant que nous le pensons, et que pour de futurs projets, il faudra réduire les épaisseurs des paroies, car c'est celles-ci qui pèsent le plus.

## 8.2 BILAN

Ce projet de construction mécanique élaboré en groupe tout le long du semestre a été très formateur et enrichissant.

D'un point de vue académique, nous avons pu comprendre l'importance de ce que nous avions appris lors de notre premier semestre. En effet, nous avons dû mettre en pratique nos connaissances du logiciel catia, de l'extrait de norme et nous avons pris conscience de l'utilité de la normalisation et de la nécessité des tolérances lors de l'usinage de pièces. Par ailleurs, ce projet fut l'occasion d'un travail transversal, car nous avons puisé dans nos connaissances en physique mécanique, en informatique et en matériaux pour gagner en efficacité.

D'un point de vue plus personnel, ce projet nous a montré la force mais également les difficultés du travail de groupe ainsi que l'importance de la communication. Des compromis ont dû être faits et le travail sous pression (notamment à l'approche de la deadline) nous a prouvé le rôle vital de la cohésion pour achever un projet. Chacun a œuvré sur tous les plans (rapport, catia, plans 2D...) afin d'apprendre, mais aussi de mettre au profit du groupe ses points forts. Ce fut également très satisfaisant de voir petit à petit prendre forme notre machine, d'abord sur papier, puis par des schémas et enfin en 3D sur catia et sur les plans en 2D.

Pour finir nous tenons à remercier les assistants et nos professeurs qui nous ont aidés et permis de finaliser un véritable projet: notre presse orange.

## 9. ANNEXE

