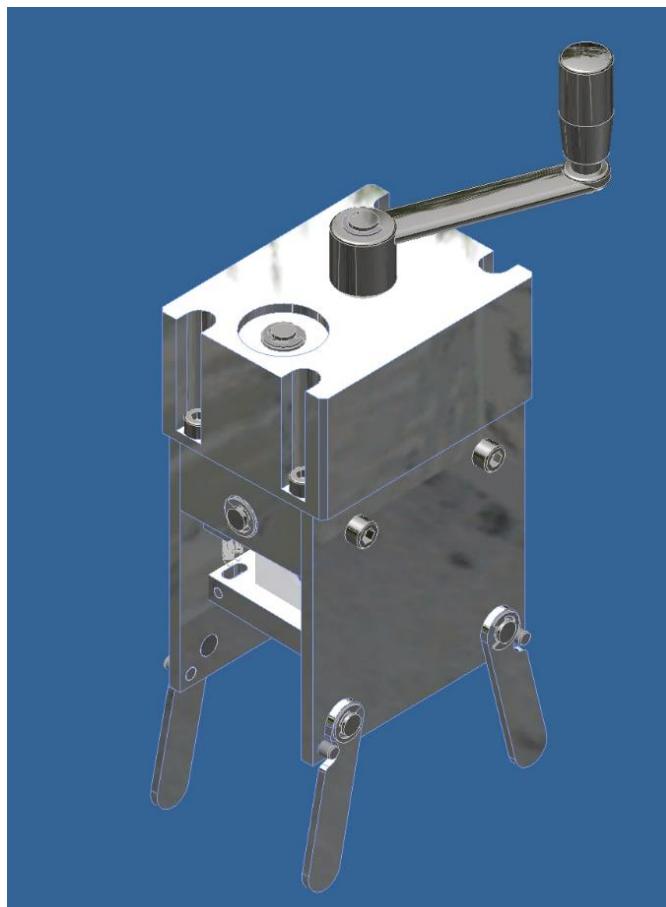


## PROJET DE CONSTRUCTION MECANIQUE II

### 2022

#### Épluche carotte à manivelle



#### Groupe 1

Fonquerne Torres Tristan 341042

Morand Nathann 296190

Ramirez Felipe 331471

Tankwa Baptiste 346039



# Table des Matières

<b>1</b>	<b>PRÉAMBULE .....</b>	<b>4</b>
1.1	INTRODUCTION.....	4
1.2	CAHIER DES CHARGES .....	5
1.3	TABLEAU DES SPÉCIFICATIONS.....	6
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION ET ANALYSE DES MÉCANISMES.....</b>	<b>8</b>
2.1	S'ADAPTER AUX IRRÉGULARITÉS DES CAROTTES.....	8
2.2	MOUVEMENT LINÉAIRE .....	9
2.2.1	<i>Anneau de lame .....</i>	9
2.2.2	<i>Piston .....</i>	9
2.2.3	<i>Tapis roulant ou chaîne.....</i>	10
2.2.4	<i>Roue .....</i>	10
2.3	MOUVEMENT ROTATIF .....	11
2.3.1	<i>Roue/Rouleau .....</i>	11
2.3.2	<i>Anneau tournant.....</i>	12
2.3.3	<i>Tige filetée .....</i>	12
2.4	MOUVEMENT HÉLICOÏDAL.....	13
2.4.1	<i>Roue mecanum/ Rouleaux.....</i>	13
2.4.2	<i>Anneau tournant hélicoïdal .....</i>	13
2.5	MÉCANISME LE PLUS ADÉQUAT .....	13
2.6	TRANSMISSION DE PUISSANCE DU ROULEAU.....	14
2.6.1	<i>Engrenage plat :.....</i>	14
2.6.2	<i>Engrenage conique : .....</i>	14
2.6.3	<i>Vis sans fin : .....</i>	14
2.7	MONTAGE ET NETTOYAGE.....	14
<b>3</b>	<b>CONCEPTION FINALE .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>ASPECTS TECHNIQUES ET PHYSIQUES DU CONCEPT .....</b>	<b>16</b>
4.1	PUISANCE ET ENERGIE .....	16
4.2	CINÉMATIQUE .....	16
4.3	DIMENSIONNEMENT .....	17
<b>5</b>	<b>DÉMONSTRATION EN CONDITION RÉELLE .....</b>	<b>17</b>
5.1	FIGURE.....	18
<b>6</b>	<b>LISTE DES PIÈCES.....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>TOLÉRANCEMENT.....</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>PROCÉDURE D'ASSEMBLAGE .....</b>	<b>22</b>
8.1	ASSEMBLAGE – MANIVELLE .....	22
8.2	ASSEMBLAGE – ROULEAUX .....	22
8.3	ASSEMBLAGE – LAME.....	23
8.4	ASSEMBLAGE – PAROI .....	23
8.5	ASSEMBLAGE – ROULEAU ET MANIVELLE.....	23
8.6	ASSEMBLAGE FINAL .....	24
<b>9</b>	<b>MODE D'EMPLOI .....</b>	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>26</b>
<b>11</b>	<b>PLANS 2D ET DATASHEET.....</b>	<b>26</b>

<b>12 ANNEXES PHYSIQUE .....</b>	<b>82</b>
<b>13 ANNEXE .....</b>	<b>93</b>
13.1    MESURE EXPÉIMENTALE DE LA LARGEUR MINIMALE DES PELURES :.....	93
13.1.1 <i>Résultats de l'expérience :</i> .....	94
13.1.2 <i>Analyse des Résultats :</i> .....	96
13.2    MESURE EXPÉIMENTALE DU MU ENTRE LA CAROTTE ET DIFFÉRENTS MATÉRIAUX .....	97
<b>14 BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>98</b>

# 1 Préambule

## 1.1 Introduction

Dans le cadre du projet de construction mécanique à l'EPFL, il nous a été demandé de réaliser l'étude et la conception mécanique d'un éplucheur de carottes, tout en respectant rigoureusement un cahier des charges à des fins de formation.

En outre, le mécanisme se doit avant tout d'être un mécanisme simple, facile à utiliser, en plus d'être plus efficace que de seulement éplucher une carotte à la main sans utiliser trop d'espace.

Dans ce rapport sont détaillées les étapes de développement et de conception. D'abord il y est décrit différents prototypes et concepts d'éplucheur de carottes suivis de l'idée finale retenue et le détail de son fonctionnement. Tous les aspects techniques du projet sont ensuite abordés, comme l'analyse physique du mécanisme et le dimensionnement des pièces. Puis, il y est présenté la procédure d'assemblage du mécanisme, et finalement le mode d'emploi de la machine. Les références des pièces utilisées pour la conception de l'éplucheur de carottes, les plans 2D des pièces usinées, un plan d'expérience, réalisé par nos soins, la physique détaillée du mécanisme et les plans des assemblages de l'éplucheur de carottes se trouvent dans l'annexe de ce document.

En somme, ce rapport détaille le processus de réalisation du mécanisme, de l'étude préliminaire du cahier des charges à la conception finale de l'éplucheur de carottes.

## 1.2 Cahier des Charges



### CONSTRUCTION MÉCANIQUE II - ME-102/107 – BA2

Sections Génie Mécanique & Microtechnique

Projet de Construction Mécanique - 2022

Février 2022 - B. Lacour / S. Soubieille

## « Epluche-Carottes »

Le projet de construction mécanique consiste en la réalisation de l'étude et de la conception mécanique d'un éplucheur de carottes à usage domestique.

L'objectif principal de la machine est d'enlever la peau de carottes et de les rendre prêtes à la consommation.

La conception de l'éplucheur de carottes manuel doit répondre au cahier des charges suivant :

- Mécanisme capable d'éplucher des carottes sur toute leur longueur.
- Les carottes ont été préalablement triées, lavées et égouttées, et leurs extrémités dont les fanes ont été coupées.
- Les carottes sont calibrées de la manière suivante avant épluchage :
  - Longueur de la carotte (hors fanes et extrémités) : comprise entre 100 et 200mm.
  - Diamètre minimum de la carotte = 20mm.
  - Diamètre maximum de la carotte = 45mm.
- L'épluche-carottes doit être capable de s'adapter raisonnablement aux irrégularités topologiques de la carotte, i.e. déviations continues de 2mm au plus sur le diamètre.
- La mise en œuvre du mécanisme se fait par une seule personne.
- La seule source d'énergie pour l'actionnement de la machine est une main de l'utilisateur., la deuxième pouvant être utilisée pour stabiliser le mécanisme.
- L'interface mécanique d'actionnement (type, forme, etc.) et sa nature sont laissées libres.
- La direction du mouvement d'actionnement devra cependant être perpendiculaire à l'axe longitudinal de la carotte.
- La lame d'épluchage à utiliser est fournie en annexe (modèle 3D CATIA). Aucune modification ne doit être apportée sur la géométrie de cette pièce.
- La machine doit être stable, robuste, résister à son environnement et ne pas se bloquer.
- La masse totale de la machine prête à l'emploi est de 8kg maximum (hors carotte).
- L'encombrement de la machine devra être raisonnable afin de pouvoir l'utiliser sur un plan de travail de cuisine, de pouvoir la déplacer et la stocker facilement.
- La sécurité de l'opérateur et de son entourage doit être assurée en tout temps.
- Les éléments en contact avec les carottes doivent pouvoir être facilement démontés et nettoyés.
- Les déchets doivent être évacués dans un récipient ne faisant pas partie de la machine, dont la forme et la taille sont laissées libres mais doivent être justifiées.
- Toutes les pièces sur plan doivent pouvoir être fabriquées par usinage 3-axes.
- Les matériaux autorisés pour les pièces sur plan sont ceux utilisés en usinage : acier, acier inoxydable, alliages d'aluminium, laiton, matières plastiques (polyamide, polyéthylène, polycarbonate, PTFE, POM, etc.).
- Le diamètre minimal des éléments d'assemblage (vis, axes, etc) est de 4mm et à justifier.
- Le diamètre nominal des goupilles et vis sans tête peut descendre jusqu'à 2mm.

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

Le rapport en format pdf incluant les mises en plan et le modèle 3D de l'assemblage (format step) doivent être impérativement remis par email ou lien (type googledrive) avant le :

**Vendredi 03 juin 2022 à 10h**

### 1.3 Tableau des spécifications

Après une analyse du cahier des charges, nous avons défini des objectifs d'encombrements, de masse, de sécurité (protéger la lame et les engrenages) ainsi que de puissance.

Cahier des charges	Contrainte	Objectif	Solution
Éplucher sur toute la longueur	Adaptation de la rotation et la translation	Un seul passage dans le découpe-carottes. Rapidité, efficacité.	Le rouleau
S'adapter raisonnablement aux irrégularités topologiques de la carotte.	Adaptation aux différentes tailles et formes possibles tant en épaisseur qu'en longueur ainsi qu'aux défauts topologiques.	Découpe uniforme de toutes les carottes en gardant l'effort de l'utilisateur similaire Pour toutes les tailles. Adapter le découpe-carottes à toutes les longueurs.	Ressorts, système.
Mise en œuvre du mécanisme par une seule personne.	Le mécanisme doit être assez simple et intuitif. L'utilisation doit être brève.	Interface d'utilisation simple. La force nécessaire à l'utilisation est adaptée pour le plus grand nombre.	Manivelle
La seule source d'énergie doit être l'énergie musculaire de l'utilisateur.	Le système ne reçoit que de l'énergie mécanique	Inclusion d'un système utilisant l'énergie Mécanique ainsi qu'un actionneur.	Bras de l'utilisateur
Direction du mouvement d'actionnement Perpendiculaire à l'axe de la carotte.	Utilisation d'un mécanisme permettant le transfert d'énergie et de mouvement.	Transmission efficace.	Manivelle, roues dentées conique, rouleaux
La machine doit être stable, robuste, résister à son environnement et ne pas se bloquer	Résistance à la force de l'utilisateur. Résistance aux chutes. Faible dégradation par le temps ou l'usage. Système nécessitant pas d'intervention.	Adaptation des matériaux aux Circonstances. Système évacuant efficacement les déchets.	4 pieds, système simple, matériaux résistants : POM, Nylon, Alu, inox...

Cahier des charges	Contrainte	Objectif	Solution
Masse limitée.	Faire en sorte que l'objet soit facilement déplaçable par L'utilisateur en dehors des utilisations.	Masse inférieure à 5Kg.	Choix des matériaux, privilégier alu, réduire la masse là où non nécessaire
Encombrement raisonnable.	Objet peu encombrant, facile à ranger dans un meuble de cuisine standard. Évitant de changer l'organisation de L'espace pour son utilisation.	Dimensions inférieures à 150 * 150 * 400 mm.	75 * 150 * 215 mm plié. 75 * 150 * 260 mm déplié.
Sécurité.	La sécurité de l'utilisateur ainsi que de son entourage doit être assurée en tout temps.	Adapter la machine à l'utilisation/présence possible d'enfants. Protéger efficacement les éléments coupants et pinçant.	4 pieds, lame et engrenages protégée, force limité
Nettoyage et possibilité de démontage.	Les éléments doivent être facilement Démontables et lavables.	Démontages avec des outils courants. Passage au lave-vaisselle.	Ressorts amovibles, lame facilement nettoyable
Évacuation des déchets.	Évacuation des déchets simple	Récupération à l'aide de récipients standards (types tupperwares). Évacuation des pelures et du jus simple.	Fente d'évacuation sous la lame, pied pour surélever le mécanisme
Fabrication par usinage trois axes.	Les pièces doivent être cohérentes avec les Contraintes imposées par l'usinage trois axes.	Pièces fabricables et limitants la production de copeaux ainsi que les coûts.	Décorticage en plusieurs pièces usinables
Matériaux utilisables en usinage	Les matériaux doivent être ceux généralement utilisés en usinage	Limitation à un nombre de matériaux réduits et rapides à usiner.	POM, Nylon, Alu, inox

## 2 Description et Analyse des mécanismes

Le processus d'analyse de différents systèmes nous a amené à considérer plusieurs systèmes mécaniques. Pour obtenir un design fonctionnel, nous nous sommes tout d'abord penchés sur ce qui est strictement nécessaire, en termes de cinématique, pour peler une carotte. Nous en sommes arrivés à la conclusion qu'il était nécessaire d'avoir la combinaison d'une rotation et d'une translation pour couvrir toute la surface de la carotte. La combinaison des deux étant un mouvement hélicoïdal. Une autre approche ne nécessitant qu'une translation aurait été d'utiliser suffisamment de lame pour qu'une seule passe longitudinale suffise à peler la carotte. Puis nous avons pesé le pour et le contre de chaque solution avant de sélectionner la solution qui combine le plus d'avantages et le moins d'inconvénients possibles. Ce chapitre est décomposé en 4 parties : l'adaptation aux irrégularités des différentes carottes, puis les systèmes linéaires, suivis des rotatifs et enfin les systèmes hélicoïdaux.

### 2.1 S'adapter aux irrégularités des carottes

Afin de s'adapter aux différentes tailles de carottes, il faut prendre en compte deux contraintes :

La première est le positionnement de notre lame par rapport à la carotte, car on doit pouvoir assurer le contact entre les deux, pendant toute la coupe. Plusieurs systèmes sont envisageables tels que des ressorts, situés aux extrémités de la lame. Une autre possibilité est d'utiliser une masse pour comprimer la carotte contre la lame. L'utilisation de roues en silicone s'adaptant aux irrégularités de la carotte, est également une option.

La deuxième contrainte est l'adaptation aux différentes longueurs du légume. Cette problématique est surtout présente dans la mise en œuvre d'un système avec piston. La mise en mouvement de la carotte avec des roues à l'avantage de rendre le mécanisme fonctionnel pour toute longueur de carotte.

Les prochaines parties détaillent les divers systèmes mécaniques possibles.

## 2.2 Mouvement linéaire

### 2.2.1 Anneau de lame

L'anneau de lame découle de l'idée d'arranger un certain nombre de lames autour du légume, à partir de la largeur moyenne de pelure et du périmètre de la plus grosse carotte spécifiée dans le cahier des charges. Par calcul, l'utilisation de 14 lames minimum est nécessaire afin de peler entièrement celle-ci.

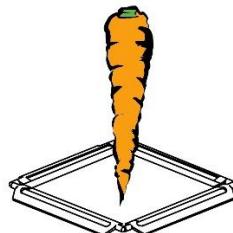


Figure 1 – Anneau de lame

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ne nécessite pas de rotation</li><li>• Système s'adaptant aux différentes longueurs de carotte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Encombrement</li><li>• Utilisation de beaucoup de lames</li><li>• Complexité dans le système d'adaptation aux différents diamètres de carotte.</li></ul>

### 2.2.2 Piston

Un piston permet d'entraîner de manière linéaire la lame ou la carotte. Cependant, Ce système nécessite un placement prédéfini de la carotte afin de la peler entièrement. Le cahier des charges stipule que le mouvement de l'utilisateur doit être perpendiculaire à la carotte. Donc un encombrement supplémentaire est nécessaire pour la mise en place d'un mécanisme avec une transformation de direction. De plus, il est nécessaire d'avoir un piston dont le rayon d'action est au moins égal à la plus longue carotte.

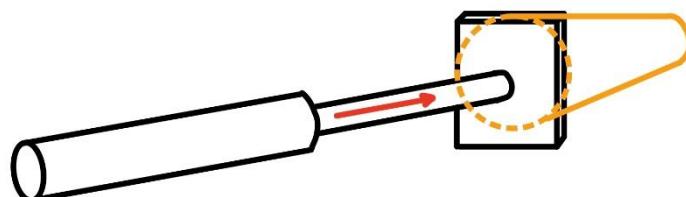


Figure 2 – Piston

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas besoin de s'adapter au diamètre de la carotte</li> <li>• Pas de risque de glissement, car le piston constraint la carotte à seulement avancer ou reculer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encombrement</li> <li>• Demande de s'adapter à la longueur des carottes</li> </ul>

### 2.2.3 Tapis roulant ou chaîne

L'emploi d'un tapis roulant est inspiré de l'utilisation industrielle, il est disposé en forme de "V". Le tapis roulant permet un entraînement simple de la carotte et de s'adapter aux différentes tailles de carottes. La mise en mouvement des deux rouleaux implique la mise en action de plusieurs engrenages ce qui n'est pas idéal pour le coût de fabrication, l'encombrement et le nombre de pièces à assembler.

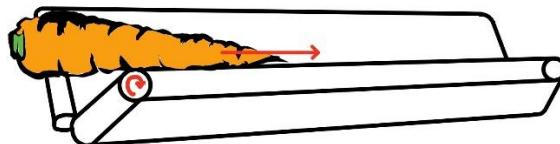


Figure 3 – Tapis roulant

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de dépendance quant à la longueur de la carotte</li> <li>• Bonne adhérence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encombrement</li> <li>• Peut glisser</li> <li>• Mécanisme complexe</li> <li>• Nécessite de s'adapter aux différents diamètres de carotte</li> </ul>

Un autre point de vue est la mise en mouvement de la lame avec le même principe abordé ci-dessus. L'utilisation d'une chaîne sur laquelle est fixée une lame. L'adaptation au différent diamètre de carotte nécessite une géométrie intelligente.

### 2.2.4 Roue

La roue est l'idée la plus primitive pour un actionnement linéaire. Elle permet de garantir l'adhérence, car celle-ci dépend de la pression appliquer sur la carotte. Sa mise en rotation est simple et peu encombrante, un avantage notable. De plus, la longueur de la carotte ne l'affecte pas. Finalement, la roue offre une possibilité de transformation de couple. Concernant les désavantages, il faut noter que

la surface de contact avec la carotte est petite. En outre, la roue doit s'adapter aux différentes tailles de carotte avec un système à ressort.

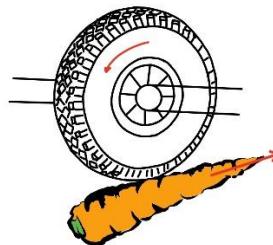


Figure 4 – Roues

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compact</li> <li>• Mécanisme simple</li> <li>• Bonne adhérence selon la matière choisie</li> <li>• Possibilité de transformation de couple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La surface de contact entre la roue et la carotte est faible donc plusieurs roues seront probablement nécessaires.</li> <li>• Besoin de système qui adapte la position de la roue en fonction des différents diamètres.</li> <li>• Risque de glissement</li> </ul>

## 2.3 Mouvement rotatif

### 2.3.1 Roue/Rouleau

Nous pouvons réutiliser l'idée décrite précédemment au paragraphe §2.2.4. Les mêmes arguments sont alors valables, sauf concernant le mouvement de la carotte, car, dans ce cas, la roue est en position perpendiculaire à son axe, ce qui permet une rotation de celle-ci. Ces avantages et désavantages restent inchangés par rapport au point précédent. Cependant, nous pouvons pallier le désavantage de la roue concernant la surface de contact en la remplaçant par un rouleau ce qui nous permet de garder une surface de contact continue.

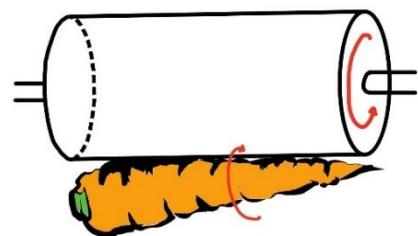


Figure 5 – Rouleaux

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacts</li> <li>• Efficacité</li> <li>• Non encombrant</li> <li>• Possibilité de transformation de couple.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite un système qui garantit que la surface de la carotte soit plaquée contre la roue/rouleau</li> <li>• Risque de glissement</li> </ul>

### 2.3.2 Anneau tournant

En reprenant l'idée de l'anneau de lame §2.2.1, avec une modification de telle sorte à réduire le nombre de lames. La solution est de mettre en rotation la lame autour de notre carotte. Ainsi cela permet de couvrir tout son périmètre. Toutefois, un des désavantages majeurs reste la complexité du mécanisme, qui doit s'adapter au différent diamètre de carotte. Or cela est difficilement réalisable sans grande complexité ajoutée. Un autre désavantage est l'encombrement de ce dernier, qui demande d'avoir quelque chose de beaucoup plus grand que le diamètre maximal de notre légume.

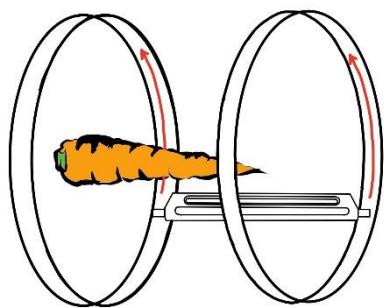


Figure 6 – Anneau tournant

Avantages	Désavantages
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite de s'adapter à la surface de la carotte</li> <li>• Nécessité de centrer la carotte par rapport à son axe de rotation</li> <li>• Encombrement</li> </ul>

### 2.3.3 Tige filetée

La tige filetée est simple et ne demande qu'un engrenage dans le meilleur des cas. Un tel système serait encombrant, car il constraint à l'emploi d'une tige de longueur au moins égale à la plus longue des carottes. De plus cet assemblage à un rendement très variable compris entre 25% et 90%.

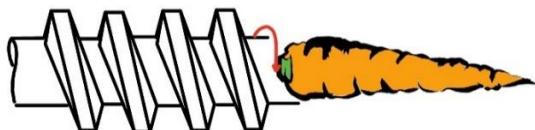


Figure 7 – Tige filetée

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mécanisme simple</li> <li>• Pas de glissement possible, la carotte est seulement contrainte à avancer ou à reculer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement</li> <li>• Encombrement</li> <li>• Nécessite de l'utilisateur un bon centrage pour être efficace</li> <li>• La lame doit s'adapter à la surface de la carotte</li> </ul>

## 2.4 Mouvement hélicoïdal

### 2.4.1 Roue mecanum/ Rouleaux

L'idée de la roue a été révisée en désaxant celle-ci par rapport à l'axe de la carotte pour garantir un mouvement hélicoïdal.

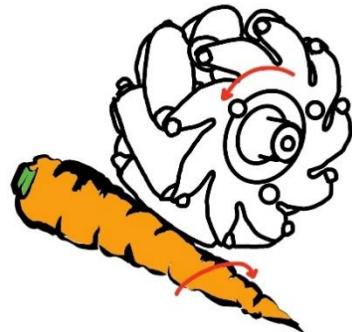


Figure 8 – Roue mecanum

Avantages	Désavantages
<ul style="list-style-type: none"><li>• Encombrement faible</li><li>• Large zone d'adhérence</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ratio de rotation sur avance de la carotte difficilement adaptable en fonction du diamètre.</li><li>• Besoin de système qui s'adapte à la position de la roue en fonction des différents diamètres.</li><li>• Risque de glissement.</li></ul>

### 2.4.2 Anneau tournant hélicoïdal

Un anneau décrivant une trajectoire de spirale permet à la lame de se déplacer en rotation et translation autour de la carotte. Ce système est difficile à envisager en vue de l'encombrement et de l'adaptation aux différentes possibilités du diamètre. Un autre désavantage serait la mise en mouvement d'un tel mécanisme trop complexe.

Avantages	Désavantages
-	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mise en action difficile</li><li>• Encombrement équivalent à vis fileté</li><li>• Adaptabilité</li><li>• Centrage par rapport à l'axe</li><li>• Adaptation de la lame par rapport à la surface de la carotte</li></ul>

## 2.5 Mécanisme le plus adéquat

À la suite de l'étude des différentes options décrites ci-dessus, nous avons sommé les différents avantages et inconvénients de chaque combinaison et en somme arriver à la conclusion que le système avec rouleau hélicoïdale est le plus adéquat. Malgré le désavantage notable de devoir assurer que la carotte ne glisse pas, et donc que la friction soit toujours suffisante pour qu'elle soit entraînée le gain en place et sa simplicité contrebalance ce détail.

## 2.6 Transmission de puissance du rouleau

Plusieurs transmissions sont abordées ci-dessous. Le but est de distinguer la meilleure option selon différents critères : leur coût, l'encombrement, le couple et rendement.

### 2.6.1 Engrenage plat :

L'engrenage plat est le plus simple concernant la physique. La difficulté de ce système est l'encombrement. Son coût reste abordable (environ 10.-), le rendement et le couple varient selon le ratio mais sont généralement disponibles entre 1 et 4. Une autre alternative est l'engrenage plat hélicoïdal qui offre une meilleure performance pour la puissance et le couple, et est plus silencieux. Cependant le prix reste plus élevé (environ 50.-).

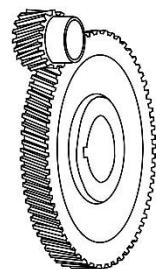
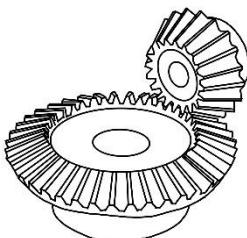


Figure 9 – Engrenage plat



### 2.6.2 Engrenage conique :

Le prix est abordable (environ 20.- en acier inox). Il y a des contraintes élevées sur les dents. Ceux-ci permettent de changer la direction d'un axe.

Figure 10 – Engrenage conique

### 2.6.3 Vis sans fin :

Le montage le plus courant est de l'associer à une roue dentée. Le principale désavantage est que le niveau de blocage est élevé. Rapport de réduction jusqu'à 1/200 mais le rendement est médiocre. Un point positif est le prix qui est abordable.

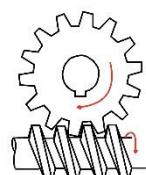
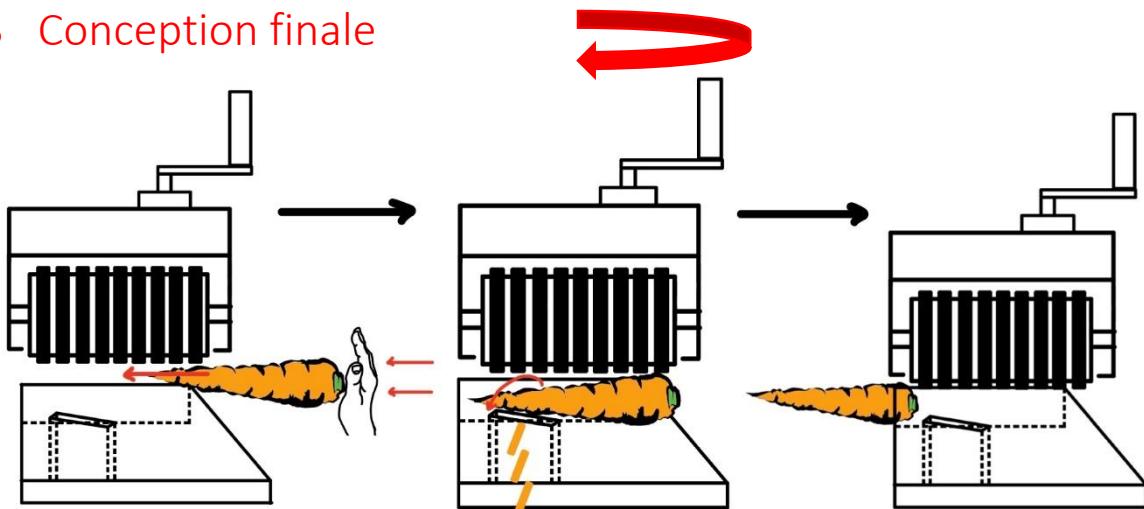


Figure 11 – Vis sans fin

## 2.7 Montage et nettoyage

Toutes les pièces en contact avec la carotte ou le jus de carotte doivent être facilement amovibles selon le cahier des charges. Il faut par exemple rendre la lame amovible, ce que nous avons fait, à l'aide d'un mécanisme, où la lame est tenue dans un bloc démontable pour pouvoir être lavée. Ce système est tenu par des ressorts à crochet qui rendent le nettoyage très simple. En retirant les ressorts sous le guide et la lame, toute la partie interne du système est accessible : le rouleau, les joints toriques, etc. En outre, l'éplucheur de carotte, ayant une forme de brique et assez compacte, n'est pas encombrant, mais au contraire se range facilement. Le châssis interdisant l'accès à la lame et aux roues dentées, il assure la sécurité de l'utilisateur et de son entourage en tout temps, comme l'exige le cahier des charges. De plus, un soin a été apporté dans le choix des matériaux pour que ceux-ci soient inoxydables ou inertes et qu'ils ne rouillent pas à force d'être exposés au jus de carotte (acide) et à l'eau. Il peut même passer au lave-vaisselle de par sa petite taille et le choix des matériaux.

### 3 Conception finale



Le système mécanique final fonctionne de la manière suivante : la carotte est d'abord positionnée à l'intérieur du compartiment par l'utilisateur. Puis, à l'aide d'une manivelle entraînant une série d'engrenages, l'utilisateur met en mouvement un rouleau, qui lui-même transmet un mouvement de rotation et de translation à la carotte. Pour garantir l'adhérence entre le rouleau et la carotte nous avons choisi d'ajouter des anneaux en élastomère, car ils assurent une très bonne adhérence avec la surface de la carotte. Pour contraindre la carotte à rester en contact avec le rouleau, nous avons ajouté des ressorts, qui relient nos deux assemblages. Celui du bas en forme de U en biais impose à la carotte de se diriger vers la lame. L'angle du biais est choisi de sorte à convertir une partie du mouvement en une translation et une rotation (contrairement aux révisions précédentes où le rouleau était désaxé et non pas la carotte). Les pelures de la carotte tombent ensuite dans le récipient sous la machine. Enfin, la carotte sort du système entièrement ép杵chée et tombe à l'avant.

Il a été choisi d'entrainer la carotte à l'aide de rouleaux selon le paragraphe §2.4.1, de manière hélicoïdale, l'avantage principale étant qu'il est plus nécessaire de s'adapter à la longueur des carottes mais seulement à leur diamètre. De plus, cela nous permet de garder la lame fixe ce qui évite d'éparpiller les pelures si elles devaient se déplacer en plus de garder le système très compact. En outre, le choix de ne pas adapter l'angle du rouleau au diamètre de la carotte a été pris pour simplifier le fonctionnement et l'utilisation au prix d'une légère perte de temps potentiel pour les carottes de plus petit diamètre. Pour la transmission du mouvement rotatif de la manivelle aux rouleaux, nous avons utilisé des engrenages, car ils rendent le système moins encombrant et ont une bonne durée de vie tout en étant relativement peu onéreux si choisis en nylon. Une autre optimisation qui nous est apparue en cours de développement est l'ajout de joints toriques au rouleau pour fournir une meilleure adhérence tout en restant une solution économiquement intéressante. Également, l'idée de contraindre la carotte à l'aide de ressorts facilite l'assemblage du mécanisme. L'amovibilité des ressorts offrent un entretien facile et une meilleure accessibilité des pièces. Il est possible de rendre le système plus efficace encore avec un mécanisme à rouleau à la place du bloc en POM qui adapte l'angle dynamiquement mais cela devient très complexe et difficilement justifiable dans le cas d'un gadget de cuisine.

En somme, l'efficacité, la compacité et la simplicité de ce système nous ont poussés à le choisir comme concept final.

## 4 Aspects techniques et physiques du concept

La physique est détaillée dans l'annexe physique. Voici ici un résumé des points calculés et des conclusions tirées.

### 4.1 Puissance et Energie

- Force nécessaire pour que la lame pèle la carotte. Conclusion : 5 [N] en moyenne, 10 [N] pour rentrer dans la peau. Mesurer expérimentalement
- Force et vitesse angulaire que peuvent fournir 99.5 % de la population sans se fatiguer
- La puissance de sortie d'un humain est à peu près constante et 99.5% des gens sont capables de fournir 12.5[W] plus ou moins 6 [W]. La manivelle et les engrenages doivent être dimensionnés de tel sorte à extraire le maximum de cette Puissance pour minimiser le temps qu'il faut pour peler la carotte.
- Le rendement des engrenages est de l'ordre de 96%, le rendement global réel dans le pire des cas (avec les frottements de la carotte contre le bloc) est compris entre 35% et 50% et est influencé par le diamètre de la carotte. Mauvais mais un Trade off nécessaire pour éviter la mise en place de rouleaux sous la carotte)

### 4.2 Cinématique

- Une seule contrainte de cinématique : le ratio entre l'avance de la carotte et sa rotation pour faire des pelures hélicoïdales.
- Pour se faire il faut mesurer la largeur de pelure. L'expérience est en annexe. À partir de là nous avons pu calculer la largeur de pelure minimal qu'il soit possible rencontrer dans les pelures. (5mm)
- De là il a fallu calculer le ratio en nous basant sur la carotte du plus gros diamètre spécifié dans le cahier des charges et calculer l'angle entre le rouleau et la carotte qui doit être de 2°. Si la carotte est d'un diamètre inférieur la lame va passer 2 fois dans certaines zones mais l'expérience à montré que la lame n'enlevait pas de matière supplémentaire lors de la seconde passe.
- Il est démontré mathématiquement que la carotte reste alignée dans son guide et qu'elle entre bien en contact avec la lame tout étant en rotation.
- Il est également montré que le système ne peut pas réalitiquement se bloquer. Le pire cas étant celui où le rouleau patine sur la carotte. Dans ce cas les forces en jeu restent inférieures à celle d'un fonctionnement normal et par conséquent aucun risque d'endommager la machine.

### 4.3 Dimensionnement

- Choix du matériau pour le guide de lame de tel sorte a limité les frottements et permettre la rotation avec glissement. Le coefficient de friction entre le téflon et une carotte a été mesuré empiriquement pour déterminer le mu. (Faute de POM pour faire les tests) Les données d'expériences sont en annexes. Il a fallu ensuite se rabattre sur du POM pour faciliter l'usinage tout en gardant un coefficient de friction similaire. Les pièces sont en aluminium car elles n'ont pas de contrainte particulière et cela permet de rendre le mécanisme plus léger et moins cher par rapport à de l'acier inox.
- Choix du matériau pour l'interface entre le rouleau et la carotte pour garantir que la carotte ne glisse pas. Là encore le coefficient de friction entre une carotte mouillée et un élastomère générique a été mesuré expérimentalement pour déterminer le mu obtenu dans le pire des cas.
- Choix du ressort avec les contraintes imposées par le fournisseur. La configuration la plus proche du cas optimal utilise 8 ressorts en parallèle (2 à chaque coin).
- Dimensionnement des engrenages pour trouver un compromis entre efficacité et encombrement. Un ratio de 1 :4 permet de se rapprocher du couple nominal que l'utilisateur peut produire sans nécessiter un second étage qui augmenterait l'encombrement de manière non négligeable pour un relativement faible gain en efficacité.
- Vérifications que les goupilles, axes, segment d'arrêt, pallier lisse, clavette et vis soient dans leur plage de fonctionnement. La conclusion étant qu'ils sont soit confortablement dans leur plage de fonctionnement soit surdimensionnés à cause des limites arbitraires imposées dans le cahier des charges ou dans le but de minimiser le nombre de composant différent et l'assemblage.
- Les joints toriques ne fournissant pas une étanchéité, la norme n'a pas été suivie. Ils ont été choisis car il s'agit d'un élastomère bon marché qui permet d'entraîner la carotte. Il a tout de même fallu faire attention à les contraindre de sorte qu'ils ne glissent pas sur le rouleau.

## 5 Démonstration en condition réelle

Nous avons donc décidé de fabriquer un prototype de notre épingle carotte, n'ayant pas de machines d'usinages à disposition nous avons imprimé certaines pièces en 3D (FDM en noir et SLA en blanc) et d'en découper d'autres au laser (Jambes, goupilles) en partie sur les machines du SKIL et en partie sur nos machines personnel.

Après la fabrication des pièces nous avons donc procédé à un test, la carotte utilisée a bien pu s'insérer dans le système comme en témoigne la première image.

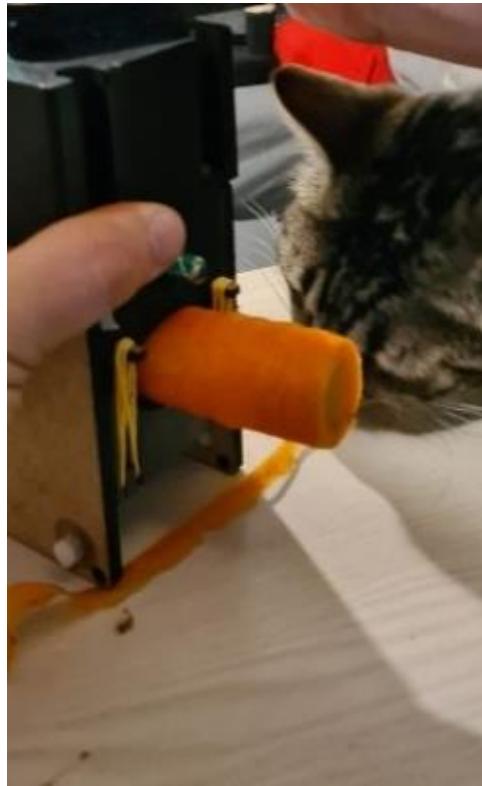
Le système s'actionne correctement, la carotte se déplace avec le mouvement en hélicoïde attendu.

La carotte a donc bien été pelée tout en s'adaptant aux légères irrégularités des carottes sur la troisième image nous pouvons voir une comparaison entre une carotte pelée et une non pelée.

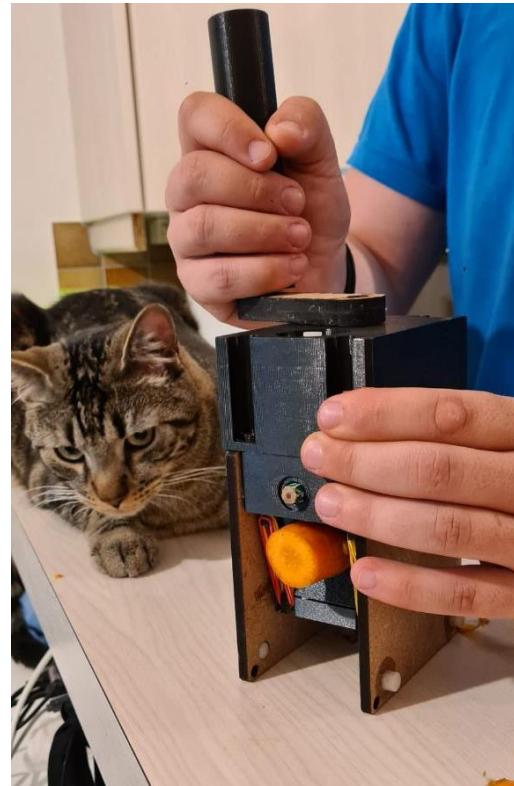
Cependant la résine n'étant pas adaptée pour la mécanique et les axes étant d'une précision douteuse, un des axes en résine s'est rompu pendant l'utilisation.

Ainsi des éléments du cahier des charges sont bien respectés empiriquement notamment le fait de peler entièrement ou encore l'adaptation aux imperfections de la surface.

## 5.1 Figure



Insertion de la carotte dans le système mécanique



Faire tourner la manivelle

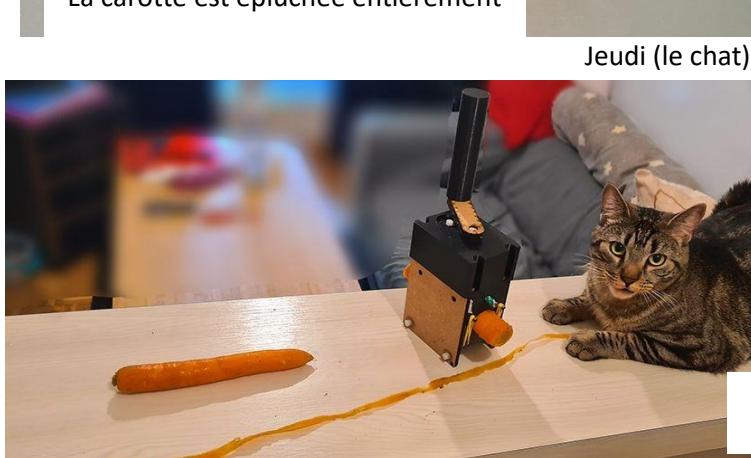


La carotte est épluchée entièrement

En haut, une carotte normale.

En Bas, carotte pelée, on peut distinguer les stries hélicoïdales du passage de la lame.

Jeudi (le chat)



Les carottes ont le gout attendu.

\* Aucun chat ne fut maltraité dans cette expérience

## 6 Liste des pièces

ID	Part Name		catalogue or Made	QTY	source	mass[kg]
1	Carrot_Peeler_Blade		Catalogue	1	migros pele le NA	
2	SupportGuideCarotte		made	1		0.104
3	GuideCarotte		made	1		0.0619564
4	PlaqueGuideBlocLame		made	2		0.132
5	Jambe		made	4		0.007
6	Roller		made	1		0.034
7	CarterRouleau		made	1		0.244
8	CarterEngrenage		made	1		0.378
9	AxeVerticalCaptif		made	1		0.021
10	AxeVerticalManivelle		made	1		0.035
11	AxeJambe		made	4		0.004
12	AxeHorizontalRoller		made	1		0.04
13	Through-Hole Crank Handle		catalog+made	1	<a href="https://www">https://www</a>	0.179
14	2662N415_20DegreePressureAnglePlasticGear		catalog+made	1	<a href="https://www">https://www</a>	0.002
15	2810N4_PlasticMiterGear		catalog+made	2	<a href="https://www">https://www</a>	0.009
16	2662N435_20DegreePressureAnglePlasticGear		catalog+made	1	<a href="https://www">https://www</a>	0.041
17	57785K318_Food Industry Dry-Running Sleeve Bearing		catalog	2	<a href="https://www">https://www</a> NA	
18	57785K314_Food Industry Dry-Running Sleeve Bearing		catalog	5	<a href="https://www">https://www</a> NA	
19	JointTorique		catalog	8	<a href="https://www">https://www</a> NA	
20	Vis à tête cylindrique SN EN ISO 4762-M6x12		catalog	10	<a href="https://www">https://www</a> NA	
21	Vis sans tête SN EN ISO 4026-M4x10		catalog	2	<a href="https://www">https://www</a> NA	
22	Clavette parallèle DIN 6885-A 2x2x20		catalog	3	<a href="https://www">https://www</a> NA	
23	Clavette parallèle DIN 6885-A 3x3x10		catalog	2	<a href="https://www">https://www</a> NA	
24	1942N085_Corrosion-Resistant Extension Springs with Hook Ends		catalog	8	<a href="https://www">https://www</a> NA	
25	Goupille cylindrique ISO 2338-5m6x10		catalog	4	<a href="https://www">https://www</a> NA	
26	Goupille cylindrique ISO 2338-4m6x14-Ac		catalog	8	<a href="https://www">https://www</a> NA	
27	Segment D'arrêt DIN 6779-7		catalog	10	<a href="https://www">https://www</a> NA	
			Nombre de pièces à a	85	Masse total	1.503 Kg

## 7 Tolérancement

Dans cette partie sont détaillées les pièces dont le tolérancement ne correspond pas à la norme ISO 2768-mk.

Pour le tolérancement des segments d'arrêts des arbres, les normes sont respectées :

Diamètre de l'arbre			Dimensions du segment			Dimensions de la rainure			Limite de charge $F_N$ de la rainure		
de	$d_1$	à	$d_2$ Cote nominale	$d_3$ monté	$s$	$d'_2$	Ecarts	$m^2)$ Ecarts	$n$ min.	kN	pour $d_1$
1 1,4 2	1,4 2 2,5		0,8 1,2 1,5	2,25 3,25 4,25	0,2 0,3 0,4	0,8 1,2 1,5 0	0/-0,04 (h11) -0,06 (h11)	0,24 0,34 0,44 0,54 0,64	+0,04 0	0,4 0,6 0,8 1 1	0,03 0,04 0,07 1,2 1,5 2,5 3
2,5 3	3 4		1,9 2,3	4,8 6,3	0,5 0,6	1,9 2,3					
4 5	5 7		3,2 4	7,3 9,3	0,6 0,7	3,2 4		0,64 0,74 0,74 0,74	+0,05 0	1 1,2	0,22 0,25 4 5
6 7	8 9		5 6	11,3 12,3	0,7 0,7	5 6	-0,075 (h11)	0,74 0,74		1,2 1,2	0,9 1,1 7 8
8	11		7	14,3	0,9	7		0,94		1,5	1,25 9
9 10	12 14		8 9	16,3 18,8	1 1,1	8 9	0 -0,09 (h11)	1,05 1,15		1,8 2	1,42 1,6 10 11
11 13 16	15 18 24		10 12 15	20,4 23,4 29,4	1,2 1,3 1,5	10 12 15		1,25 1,35 1,55	+0,08 0	2 2,5 3	1,7 3,1 15 20
20 25 35	31 38 42		19 24 30	37,6 44,6 52,6	1,75 2 2,5	19 24 30	0 -0,13 (h11)	1,8 2,05 2,55		3,5 4 4,5	10 13 16,5 25 30 36

De même pour les arbres et les axes des coussinets : le choix d'ajustement est : H7 pour les alésages et f7 pour les arbres, pour obtenir un petit jeu :

Ajustement	H8	H7	Caractère de l'ajustement	Exemples d'utilisation
	Arbre			
Jeu	d9		Grand jeu	Arbre à plusieurs paliers, palier lisse pour large gamme de température, palier de levier
	e8		Jeu perceptible	
	h9		Facilement déplaçable	Embrayage coulissant, entretoise
	f7		Petit jeu	Coulisseau, glissière de tête de bielle
Incertain	g6		Jeu non perceptible	Palier lisse de précision
	h7	h6	Déplacement encore possible par l'emploi de lubrifiants	Bague d'arrêt, roue interchangeable, centrage, contre-pointe de tour
	js6		Encore mobile sous légère pression	Centrage précis
	k6		Assemblé sans besoin de force importante	Volant, accouplement, poulie
Serrage	n6		Assemblé sous pression	Transmission d'un couple avec sécurité supplémentaire contre la rotation
	p6		Assemblé au moyen de presses ou fretté	Transmission de petits couples sans sécurité supplémentaire contre la rotation
	r6			
	s6			

Ensuite, concernant les goupilles, le choix a été d'avoir un jeu incertain. D'après les données du fabricant, les arbres des goupilles sont en m6, les alésages doivent donc être en H7.

De plus, l'angle du rouleau doit être de 2 degrés (voir la partie annexe de la physique), par le calcul il faut un tolérancement entre 0,05 et -0,05 pour le maintenir.

Enfin, il reste les ajustements dépendant des pieds et de la plaque. L'objectif étant que l'arbre ait un jeu avec la jambe, qui lui permette de la tourner sans forcer, mais qu'il n'ait pas de jeu sur la plaque. Cela se traduit par un écart K7 pour l'alésage de la plaque, un écart h6 pour l'arbre de la jambe, un écart G9 pour l'alésage de la jambe. Par le calcul, on obtient un jeu min de 5 micromètres et un jeu max de 50 micromètres.

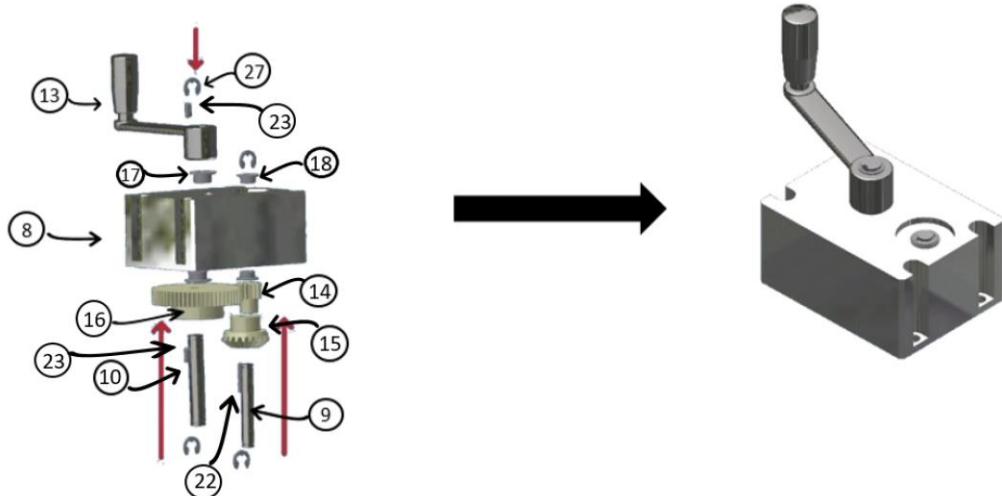
Tailles nominales en mm		Ecart limite supérieur et inférieur (valeurs en µm; 1 µm = 0,001 mm = 1 micromètre)																								
à-dessus de	jusqu'à et y compris	d9	e8	f7	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h11	j5	j6	js13	js14	k5	k6	m5	m6	n5	n6	p6	r6	s6	s7	
-	3	- 20	- 14	- 6	- 2	0	0	0	0	0	0	± 2	± 3	± 70	± 125	+ 4	+ 6	+ 6	+ 8	+ 8	+ 10	+ 12	+ 16	+ 16	+ 20	+ 24
3	6	- 45	- 28	- 16	- 8	- 4	- 6	- 10	- 14	- 25	- 60	± 2	0	0	0	0	2	2	4	4	4	6	10	16	16	20
6	10	- 30	- 20	- 10	- 4	0	0	0	0	0	0	± 75	± 25	± 4	± 90	± 150	+ 6	+ 9	+ 9	+ 12	+ 13	+ 16	+ 20	+ 23	+ 27	+ 31
6	15	- 40	- 25	- 13	- 5	0	0	0	0	0	0	± 90	± 45	± 110	± 180	+ 1	+ 1	+ 4	+ 4	+ 8	+ 8	+ 12	+ 15	+ 19	+ 23	+ 29
10	18	- 76	- 47	- 28	- 14	- 6	0	9	15	- 22	- 36	- 90	± 3	± 45	± 110	± 180	+ 7	+ 10	+ 12	+ 15	+ 16	+ 19	+ 24	+ 28	+ 32	+ 38
10	22	- 50	- 32	- 16	- 6	0	0	0	0	0	0	± 4	± 5,5	± 135	± 215	+ 1	+ 1	+ 6	+ 6	+ 10	+ 10	+ 15	+ 19	+ 23	+ 29	+ 33
18	30	- 65	- 40	- 20	- 7	0	0	0	0	0	0	± 15	± 12	± 15	± 215	+ 1	+ 1	+ 7	+ 7	+ 12	+ 12	+ 18	+ 23	+ 28	+ 34	+ 46
30	50	- 80	- 50	- 25	- 9	0	0	0	0	0	0	± 15	± 10	± 12	± 180	+ 13	+ 18	+ 20	+ 25	+ 28	+ 33	+ 42	+ 50	+ 59	+ 68	
50	65	- 100	- 60	- 30	- 10	0	0	0	0	0	0	± 6,5	± 165	± 260	± 370	+ 11	+ 15	+ 17	+ 21	+ 24	+ 28	+ 35	+ 41	+ 48	+ 56	
65	80	- 174	- 106	- 60	- 29	- 13	- 19	- 30	- 46	- 74	- 190	± 8	± 195	± 310	± 435	+ 2	+ 2	+ 9	+ 9	+ 17	+ 17	+ 26	+ 34	+ 43	+ 53	+ 63
80	100	- 120	- 72	- 36	- 12	0	0	0	0	0	0	± 7,5	± 11	± 270	± 435	+ 15	+ 21	+ 24	+ 30	+ 33	+ 39	+ 51	+ 61	+ 71	+ 73	
100	120	- 207	- 126	- 71	- 34	- 15	- 22	- 35	- 54	- 87	- 220	± 10	± 270	± 435	± 700	+ 18	+ 25	+ 28	+ 35	+ 38	+ 45	+ 59	+ 66	+ 70	+ 79	
120	140																									
140	160	- 145	- 85	- 43	- 14	0	0	0	0	0	0	± 21	± 28	± 33	± 500	+ 21	+ 28	+ 33	+ 40	+ 45	+ 52	+ 68	+ 90	+ 125	+ 140	
160	180	- 245	- 148	- 83	- 39	- 18	- 25	- 40	- 63	- 100	- 250	± 9	± 12,5	± 315	± 500	+ 3	+ 3	+ 15	+ 15	+ 27	+ 27	+ 43	+ 65	+ 105	+ 133	+ 168
180	200																									
200	225	- 170	- 100	- 50	- 15	0	0	0	0	0	0	± 10	± 34,5	± 360	± 575	+ 24	+ 33	+ 37	+ 46	+ 51	+ 60	+ 79	+ 109	+ 159	+ 176	
225	250	- 285	- 172	- 96	- 44	- 20	- 29	- 46	- 72	- 115	- 290	± 11,5	± 16	± 405	± 650	+ 27	+ 36	+ 43	+ 52	+ 57	+ 66	+ 88	+ 109	+ 158	+ 186	
250	280	- 190	- 110	- 56	- 17	0	0	0	0	0	0	± 10	± 34,5	± 360	± 575	+ 24	+ 33	+ 37	+ 46	+ 51	+ 60	+ 79	+ 109	+ 159	+ 186	
280	315	- 320	- 191	- 108	- 49	- 23	- 32	- 52	- 81	- 130	- 320	± 11,5	± 16	± 405	± 650	+ 4	+ 4	+ 20	+ 20	+ 34	+ 34	+ 56	+ 130	+ 190	+ 222	
315	355	- 350	- 210	- 125	- 62	- 18	0	0	0	0	0	± 12,5	± 18	± 445	± 700	+ 29	+ 40	+ 46	+ 57	+ 62	+ 73	+ 98	+ 108	+ 150	+ 180	
355	400	- 350	- 214	- 119	- 54	- 25	- 36	- 57	- 89	- 140	- 360	± 12,5	± 18	± 445	± 700	+ 4	+ 4	+ 21	+ 21	+ 37	+ 37	+ 62	+ 150	+ 244	+ 265	
355	400	- 350	- 214	- 119	- 54	- 25	- 36	- 57	- 89	- 140	- 360	± 12,5	± 18	± 445	± 700	+ 4	+ 4	+ 21	+ 21	+ 37	+ 37	+ 62	+ 150	+ 244	+ 265	
Tailles nominales en mm		Ecart limite supérieur et inférieur (valeurs en µm; 1 µm = 0,001 mm = 1 micromètre)																								
à-dessus de	jusqu'à et y compris	D10	E9	F7	F8	G7	G9	H6	H7	H8	H9	H11	H12	H13	J5	J59	K6	K7	M6	M7	N7	N9 1	P7	P9	R7	
-	3	+ 60	+ 39	+ 16	+ 20	+ 12	+ 27	+ 6	+ 10	+ 14	+ 25	+ 60	+ 100	+ 140	± 5	± 12,5	0	0	- 2	- 2	- 4	- 4	- 6	- 6	- 10	- 31
3	6	+ 20	+ 14	+ 6	+ 6	+ 2	+ 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 6	- 10	- 8	- 12	- 14	- 29	- 16	- 31	- 20	
6	10	+ 78	+ 50	+ 22	+ 28	+ 16	+ 34	+ 8	+ 12	+ 18	+ 30	+ 75	+ 120	+ 180	± 6	± 15	+ 2	+ 3	- 1	0	- 4	0	- 8	- 12	- 1	
6	15	+ 98	+ 61	+ 28	+ 35	+ 20	+ 41	+ 9	+ 15	+ 22	+ 36	+ 90	+ 150	+ 220	± 7,5	± 18	+ 2	+ 5	- 3	0	- 4	0	- 9	- 15	- 13	
10	18	+ 120	+ 75	+ 34	+ 43	+ 43	+ 24	+ 49	+ 11	+ 18	+ 27	+ 43	+ 110	+ 180	+ 270	± 9	± 21,5	+ 2	+ 6	- 4	0	- 11	- 18	- 23	- 34	
10	18	+ 50	+ 32	+ 16	+ 16	+ 6	+ 2	0	0	0	0	0	0	0	0	- 9	- 12	- 15	- 18	- 23	- 34	- 49	- 61	- 76		
18	30	+ 149	+ 92	+ 41	+ 53	+ 28	+ 59	+ 13	+ 21	+ 33	+ 52	+ 130	+ 210	+ 330	± 10,5	± 26	+ 2	+ 6	- 4	0	- 7	0	- 14	- 20		
30	50	+ 180	+ 112	+ 50	+ 64	+ 34	+ 71	+ 16	+ 25	+ 39	+ 62	+ 160	+ 250	+ 390	± 12,5	± 31	+ 3	+ 7	- 4	0	- 8	0	- 17	- 26		
50	65	+ 220	+ 134	+ 60	+ 76	+ 40	+ 19	+ 30	+ 46	+ 74	+ 190	+ 300	+ 460	± 15	± 37	+ 4	+ 9	- 5	0	- 9	0	- 21	- 32			
65	80	+ 100	+ 60	+ 30	+ 30	+ 10	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 15	- 21	- 24	- 30	- 39	- 74	- 51	- 106			
80	100	+ 260	+ 159	+ 71	+ 90	+ 47	+ 22	+ 35	+ 54	+ 87	+ 220	+ 350	+ 540	± 17,5	± 43,5	+ 4	+ 10	- 6	0	- 10	0	- 24	- 37			
100	120	+ 120	+ 72	+ 36	+ 36	+ 12	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 18	- 25	- 28	- 35	- 45	- 87	- 59	- 124			
120	140																									
140	160	+ 305	+ 185	+ 83	+ 106	+ 54	+ 25	+ 40	+ 63	+ 100	+ 250	+ 400	+ 630	± 20	± 50	+ 4	+ 12	- 8	0	- 12	0	- 28	- 43	- 63		
160	180	+ 145	+ 85	+ 43	+ 43	+ 14	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 21	- 28	- 33	- 40	- 52	- 100	- 68	- 143			
180	200																									
200	225	+ 355	+ 215	+ 96	+ 122	+ 61	+ 29	+ 46	+ 72	+ 115	+ 290	+ 460	+ 720	± 23	± 57,5	+ 5	+ 13	- 8	0	- 14	0	- 33	- 50	- 67		
200	225	+ 170	+ 100	+ 50	+ 50	+ 15	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 27	- 36	- 41	- 52	- 66	- 130	- 88	- 165			
225	250	+ 400	+ 240	+ 108	+ 137	+ 69	+ 32	+ 52	+ 81	+ 130	+ 320	+ 520	+ 810	± 26	± 65	+ 5	+ 16	- 9	0	- 14	0	- 36	- 56	- 78		
250	280	+ 190	+ 110	+ 56	+ 56	+ 17	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 29	- 40	- 46	- 57	- 73	- 140	- 98	- 202			
280	315	+ 440	+ 265	+ 119	+ 151	+ 75	+ 36	+ 57	+ 89	+ 140	+ 360	+ 570	+ 890	± 28,5	± 70	+ 7	+ 17	- 10	0	- 16	0	- 41	- 62	- 93		
315	355	+ 210	+ 125	+ 62	+ 62	+ 18	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 29	- 40	- 46	- 57	- 73	- 140	- 98	- 202			
355	400	+ 210	+ 125	+ 62	+ 62	+ 18	+ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	- 29	- 40	- 46	- 57	- 73	- 140	- 98	- 202			

## 8 Procédure d'assemblage

Pour assembler ce système mécanique, il faut d'abord monter les différentes parties suivantes :

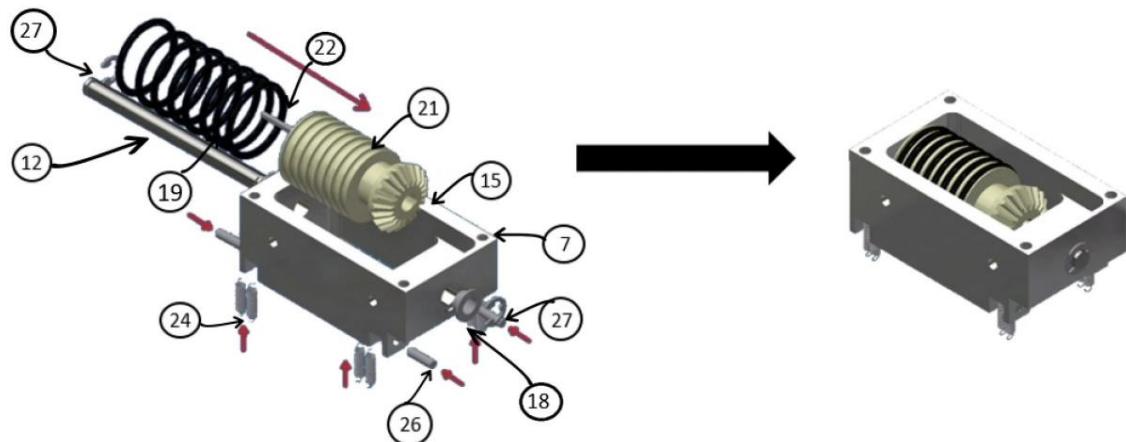
*Pour la correspondance avec les numéros, se référer à la liste des pièces.*

### 8.1 Assemblage – Manivelle



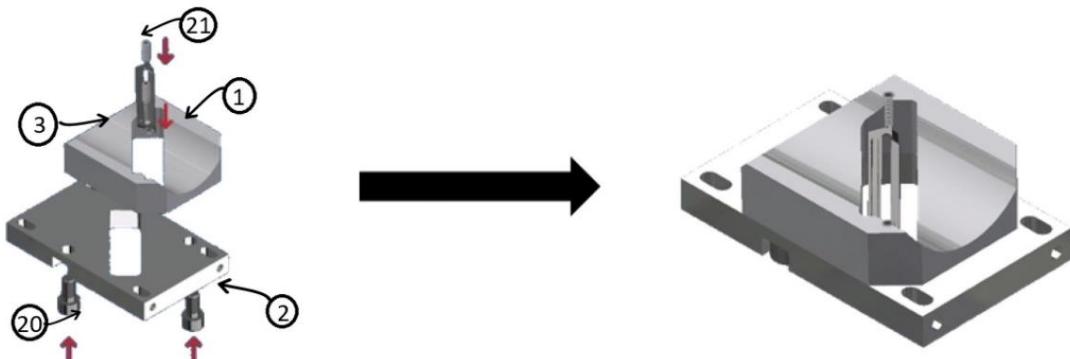
Faire attention à insérer la clavette sur l'axe avant d'installer l'axe dans le carter.

### 8.2 Assemblage – Rouleaux



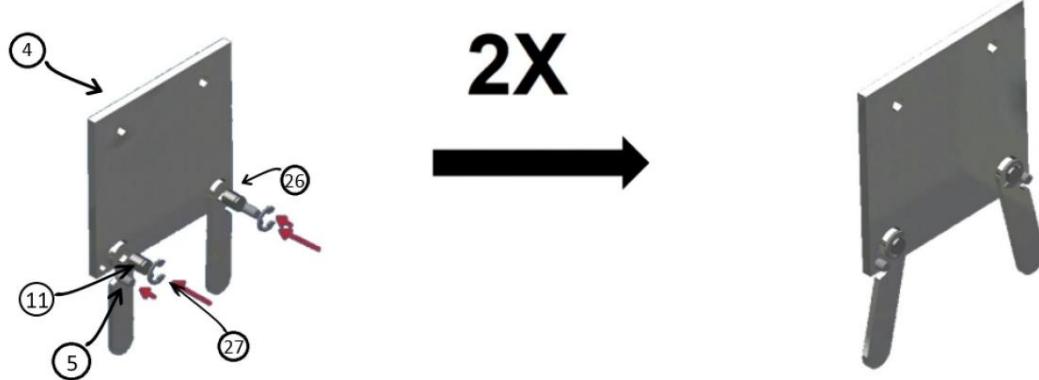
Le rouleau doit être positionné dans le carter puis l'axe est passé au travers et les clavettes sont ajoutées juste avant de mettre la roue dentée conique.

### 8.3 Assemblage – lame



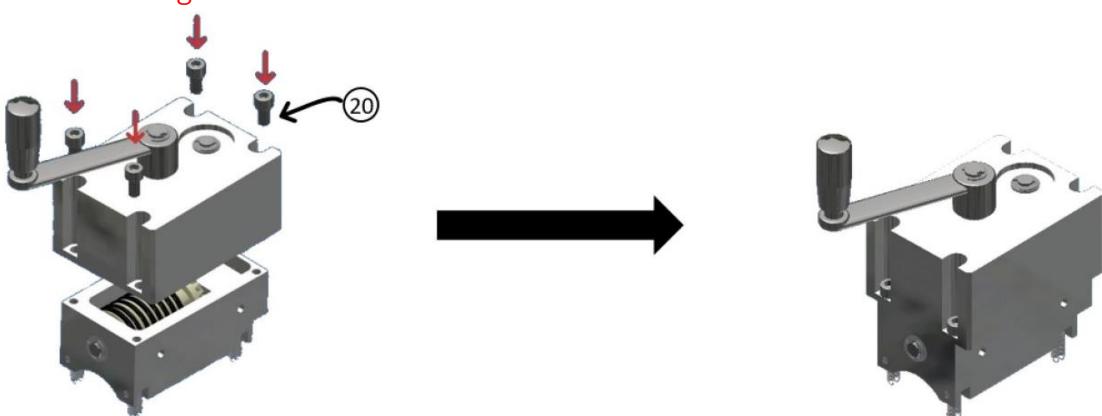
Faire attention à aligner la fente d'évacuation des pelures entre le bloc de lame et son support.

### 8.4 Assemblage – paroi



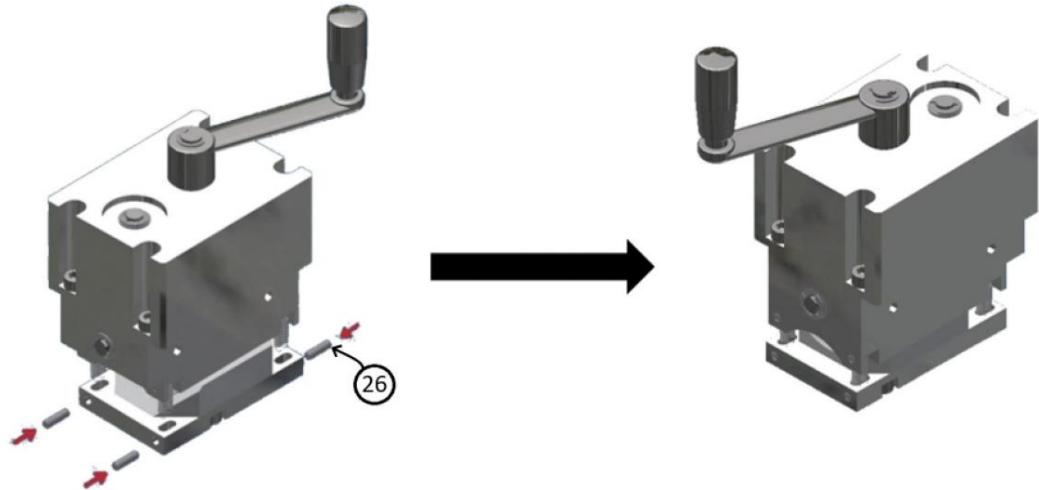
Insérer d'abord l'axe des jambes et les goupilles puis installer dessus les jambes suivies du circlip en faisant attention à l'orientation.

### 8.5 Assemblage – Rouleau et manivelle



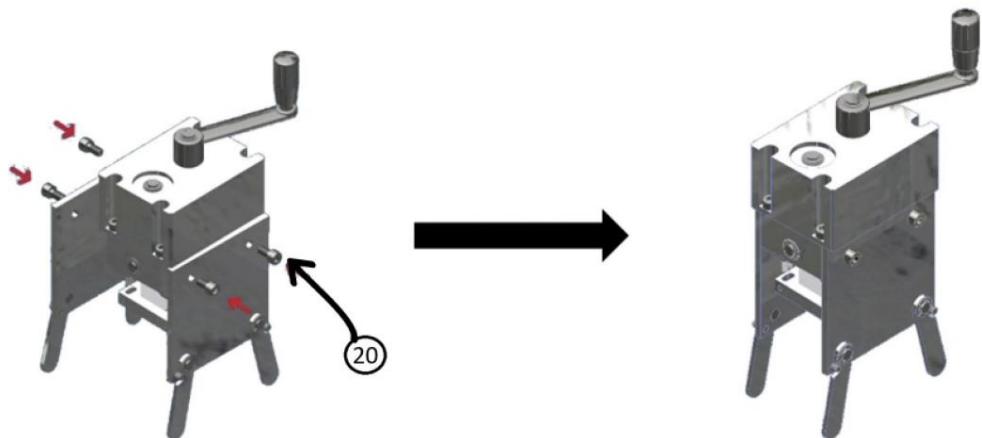
Faites attention à aligner les engrenages coniques.

Assemblage – Mécanisme et lame

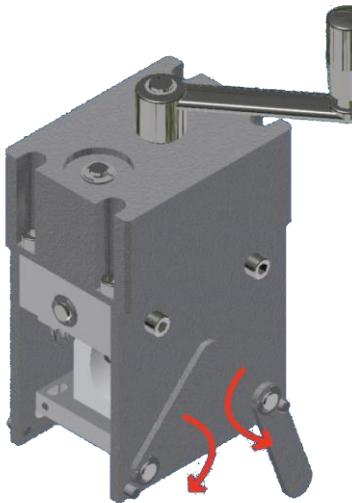


Installer les goupilles puis y accrocher le crochet du ressort.

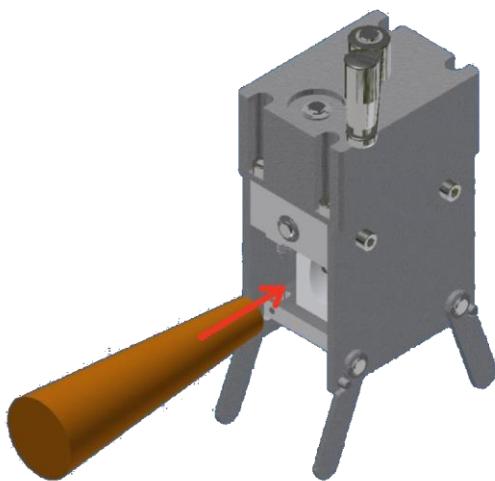
8.6 Assemblage final



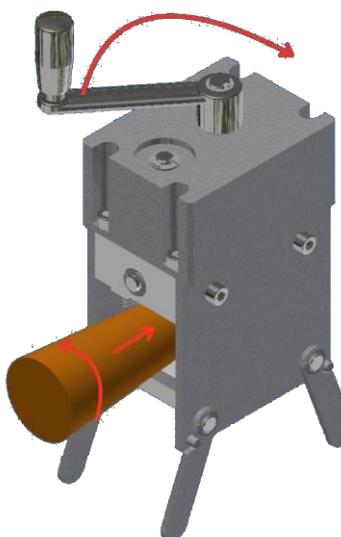
## 9 Mode d'emploi



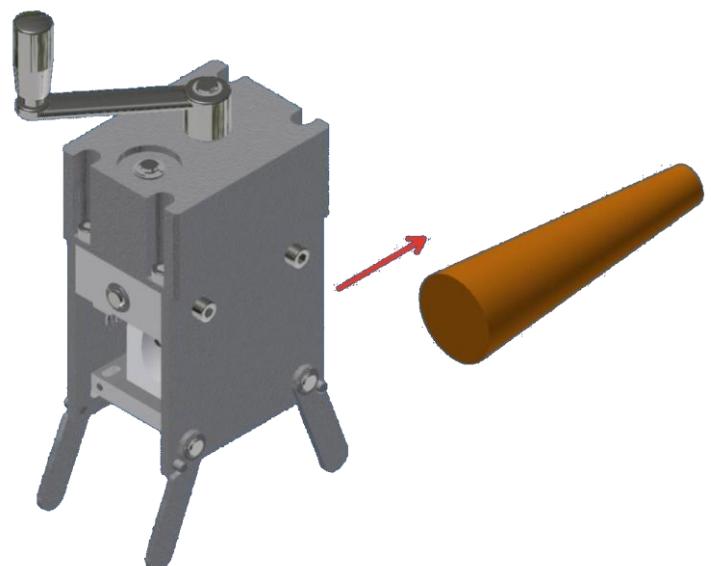
1. Déployer les pieds.
2. Placer un bac de récupération en-dessous du système mécanique pour pouvoir récupérer les épluchures.



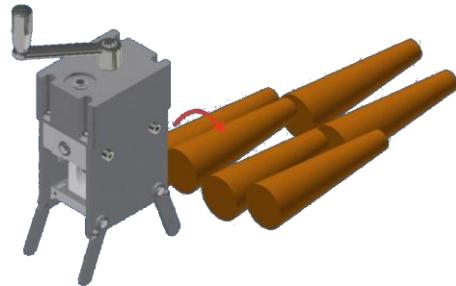
2. Introduire la carotte lavée et égouttée dans le mécanisme



3. Tourner la manivelle, jusqu'à ce que la carotte soit entièrement épluchée.



4. La carotte tombe de l'autre côté et est prête à être consommé.

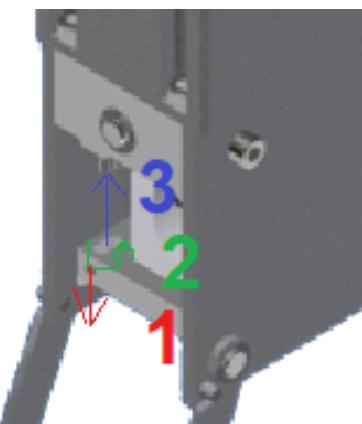


#### 5. Répéter jusqu'à épuisement

Conseils :

Maintenir d'une main le mécanisme et de l'autre la manivelle pour une stabilité optimale.

Pour le nettoyage, déclipser les ressort en le tirant vers le bas (1), le tournant(2) et relâchant (3), rincer la lame ainsi que le reste du mécanisme puis réassembler les deux parties.



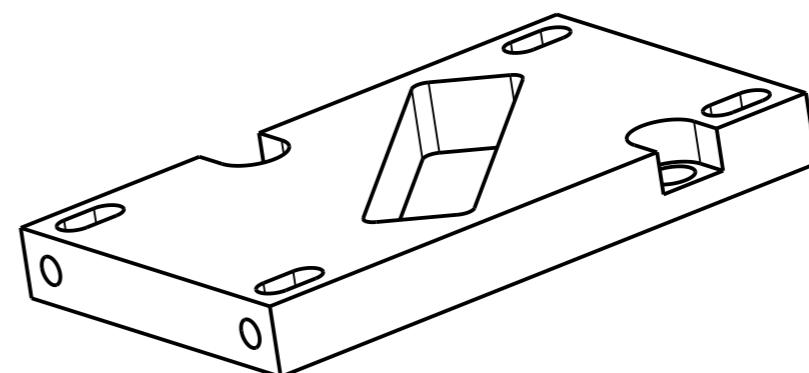
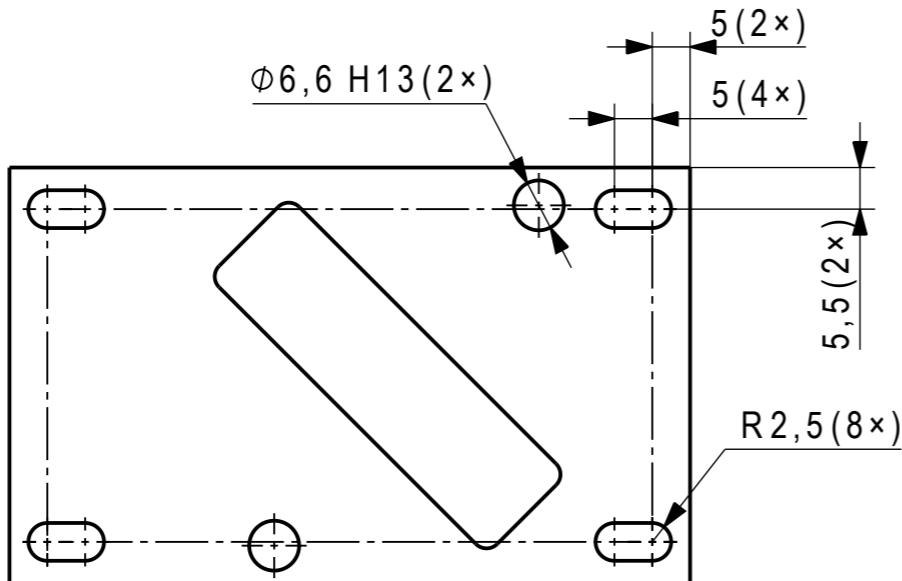
## 10 Conclusion

En conclusion, il est démontré dans ce rapport que le mécanisme conçu remplit toutes les conditions du cahier des charges tout en minimisant la masse et la complexité autant lors de l'assemblage que lors de l'utilisation. Il n'est néanmoins pas parfait et les pièces peuvent encore être optimisées pour faciliter l'usinage, le coût de fabrication ou le démontage et le rendement. L'emploi de rouleau désaxé à la place du guide glissant aurait pu améliorer le rendement, mais l'encombrement ajouté nous a forcés à préférer la solution détaillée dans les pages précédentes.

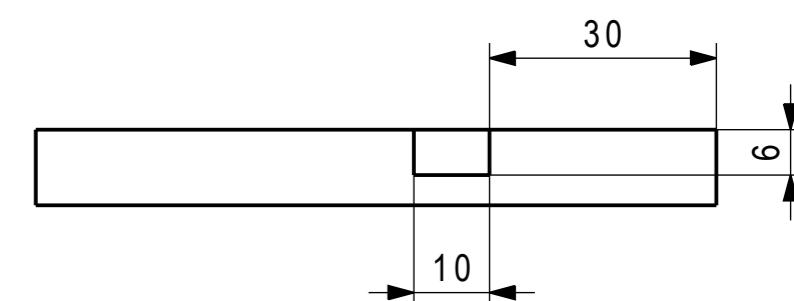
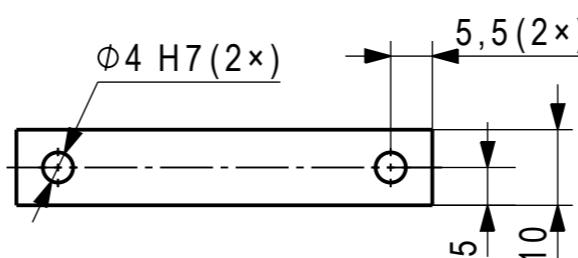
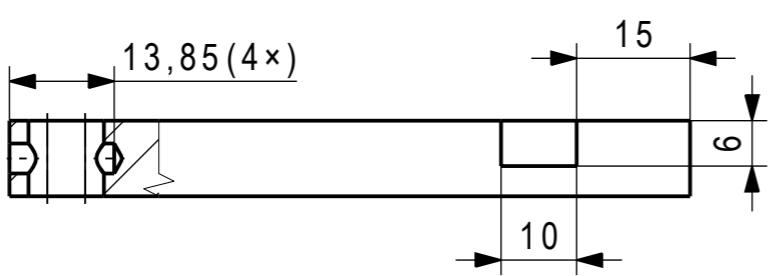
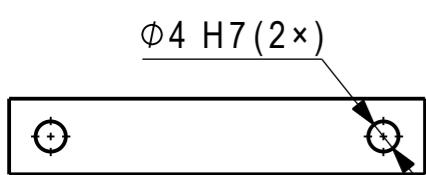
## 11 Plans 2D et datasheet

1 2 3 4 5 6 7 8

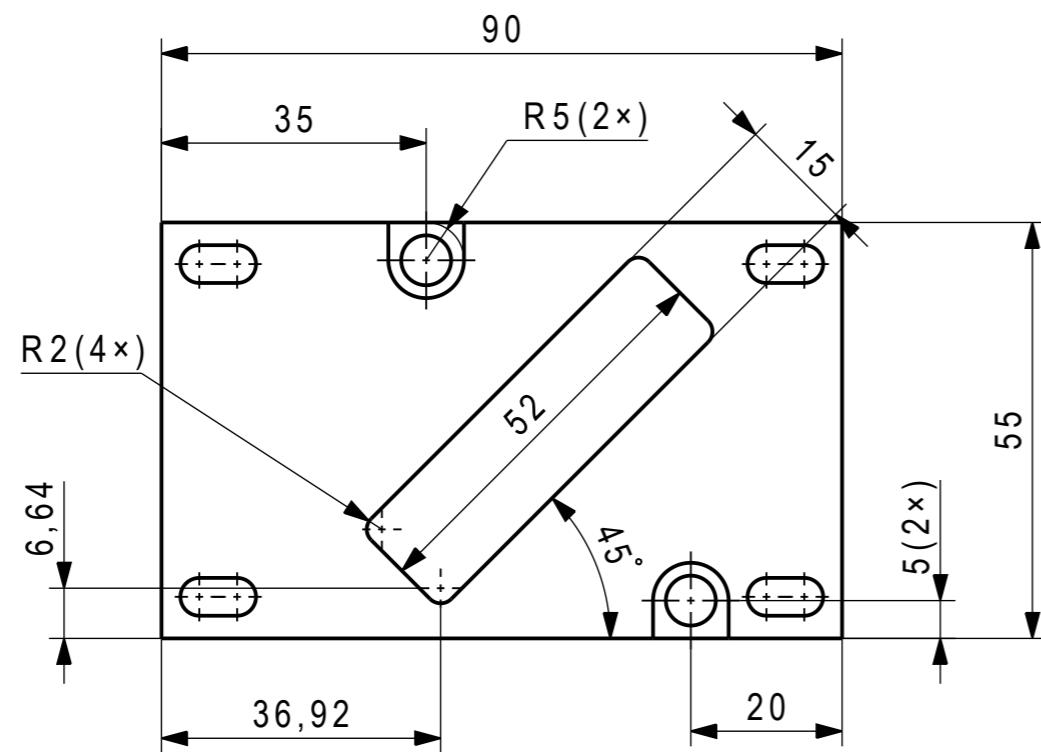
A



B



C

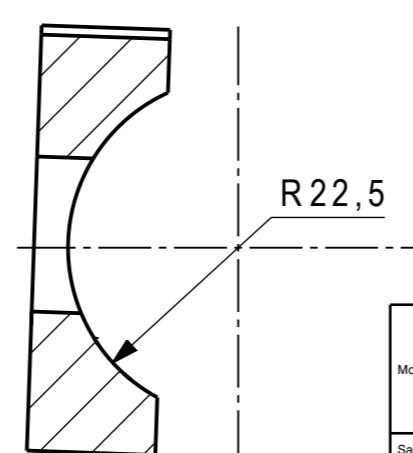
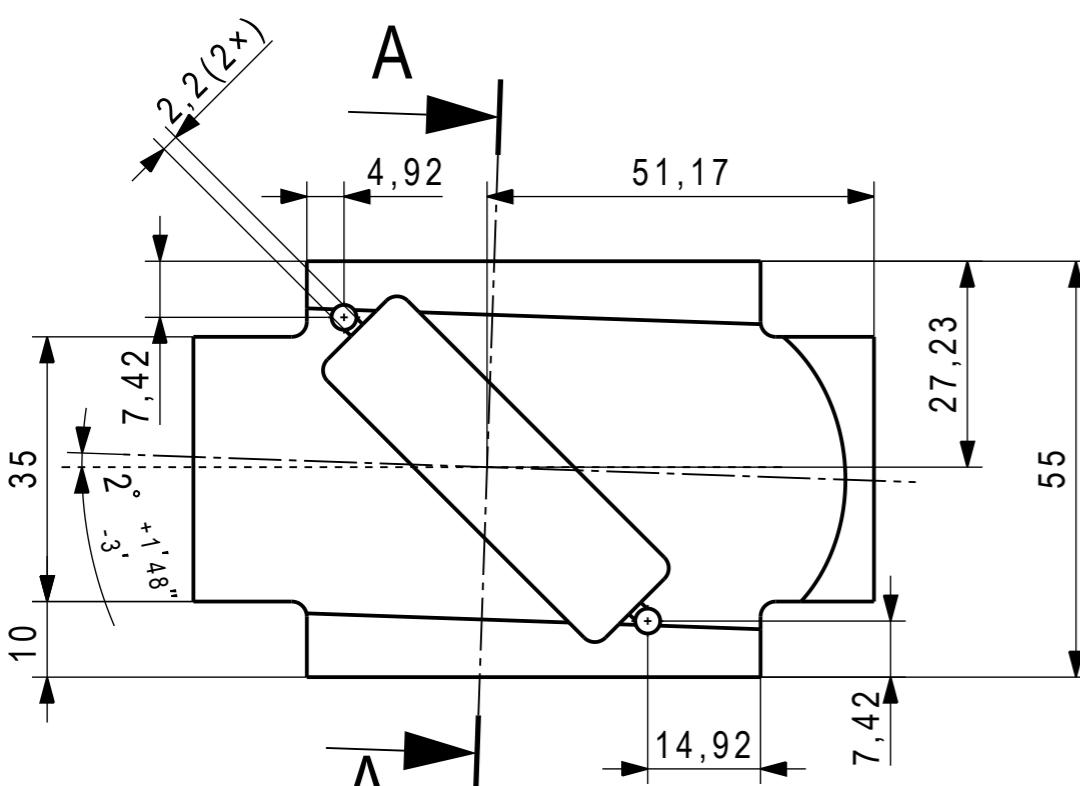
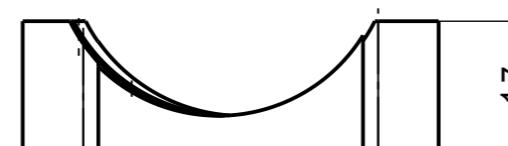
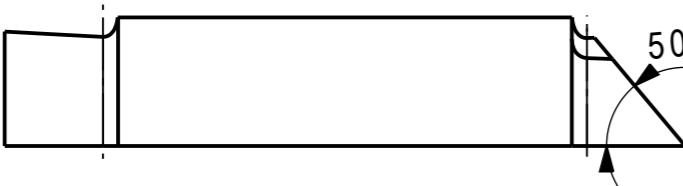
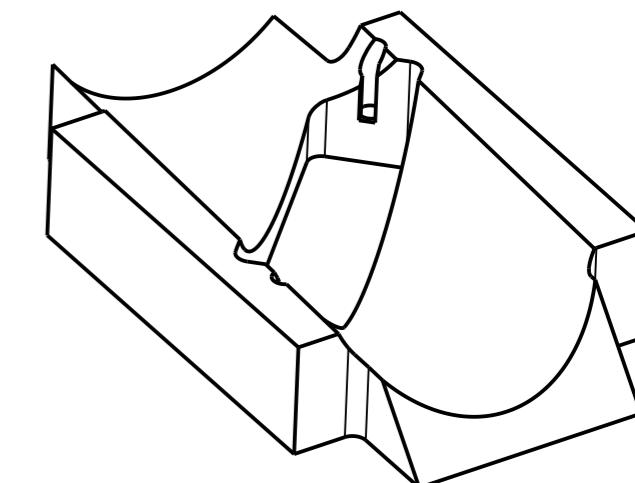
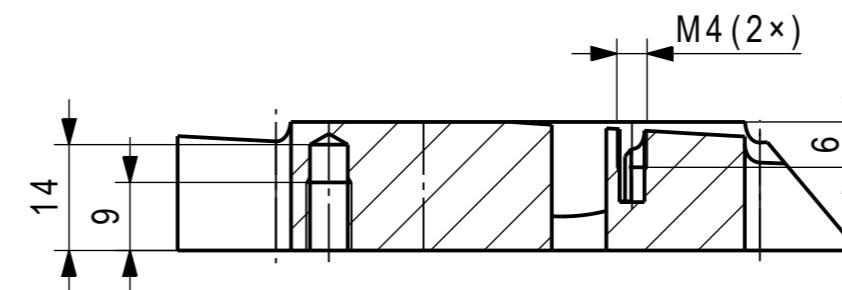
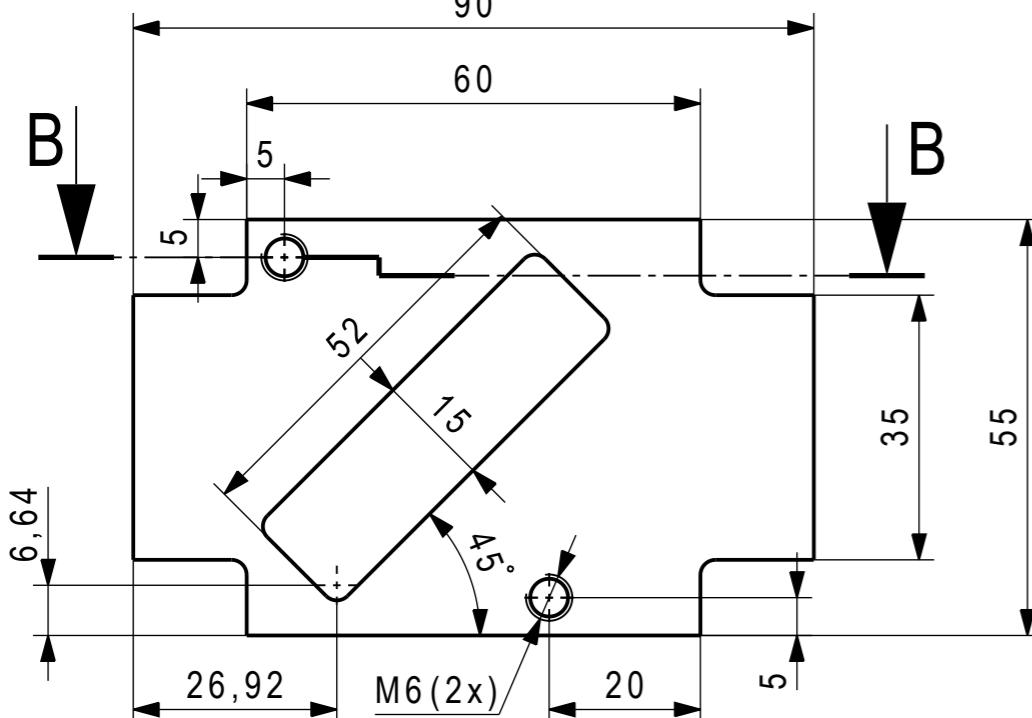


Tolérances Générales :ISO 2768-mk

$Ra 6,3$

Mod.	Mod.	Dessiné	02.05.2022	Groupe 1	Echelle
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrôlé			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conf aux norm			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>		N° de commande			
Nomenclature sép de même N° <input type="checkbox"/>	Matière	Aluminium	Origine		
Nomenclature sép de N° diff <input type="checkbox"/>	Masse	0.104 kg	Remplace		
	Désignation			Format	Nb feuilles
	EPFL	SupportGuideCarotte		A3	1
				Feuille N°	1
				N° de dessin	2

1 2 3 4 5 6 7 8



Tolérances Génériques : ISO 2768-mk

Mod.	Mod.	Dessiné	Contrôlé	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée		N° de commande			1:1
Nomenclature sép de même N°		Matière	POM	Origine	
Nomenclature sép de N° diff		Masse	0.0619 kg	Remplace	
Désignation				N° de dessin	
<b>GuideCarotte</b>				3	
<b>EPFL</b>					

1

2

3

4

5

6

7

8

A

B

C

D

E

F

 $\phi 5$  H7 (2x) $\phi 8$  K7 (2x)

13,5 (2x)

5 (2x)

5

12

 $\phi 6,6$  H13 (2x)

15

20 (2x)

100

100

5

Tolérances Générales : ISO 2768-mk Ra 6,3

Mod.	Mod.	Dessiné	02.05.2022	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>		Contrôlé			1:1
Nomenclature sép. de même N° <input type="checkbox"/>	Matière	Aluminum	Origine		
Nomenclature sép. de N° diff <input type="checkbox"/>	Masse	0.132 kg	Remplace		
	Dénomination	EPFL PlaqueGuideBlocLame			N° de dessin 4

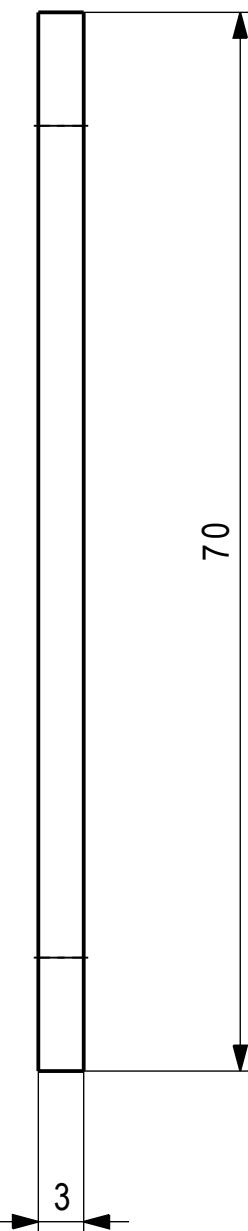
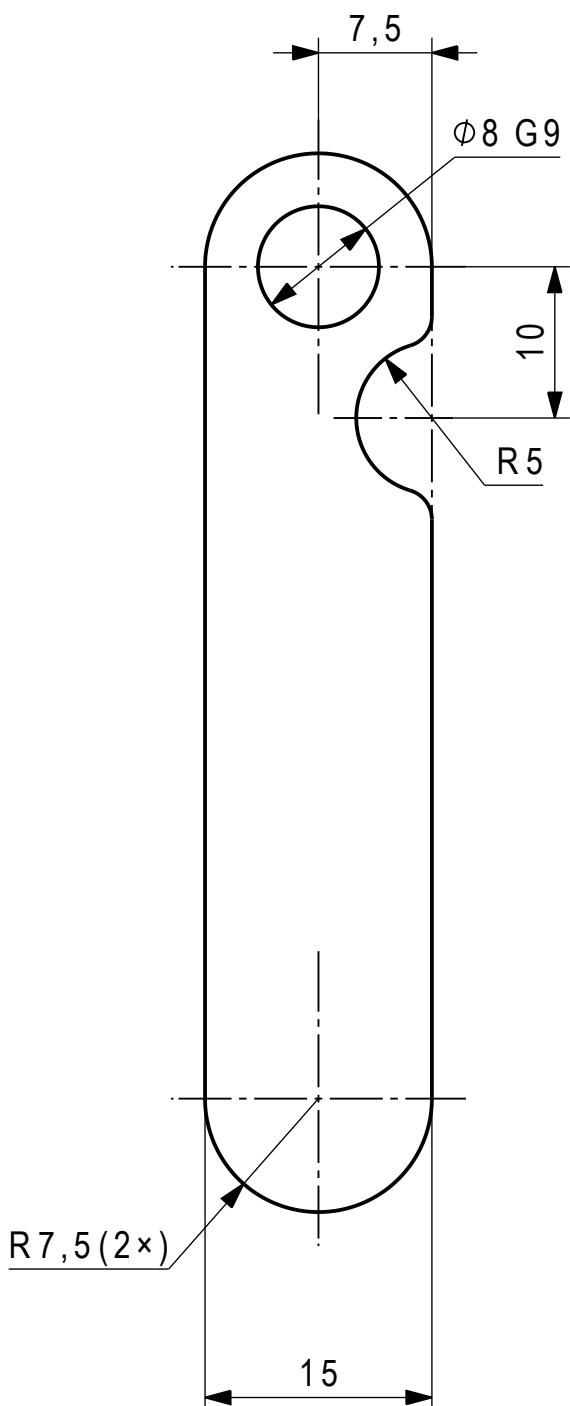
1

2

3

4

A



Tolérances Générales : ISO 2768-mk

$Ra 6,3$

Mod.			Mod.			Dessiné	17.05.2022	Groupe 1		Echelle 2:1
						Contrôlé	Conf aux norm	Bon pour exéc.		
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>					N° de commande				
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>		Matière	Aluminum		Origine				
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>		Masse	0.007 kg		Remplace				
<b>EPFL</b>			Dénomination	<b>Jambe</b>				N° de dessin		
									5	

1

2

3

4

5

6

7

8

A

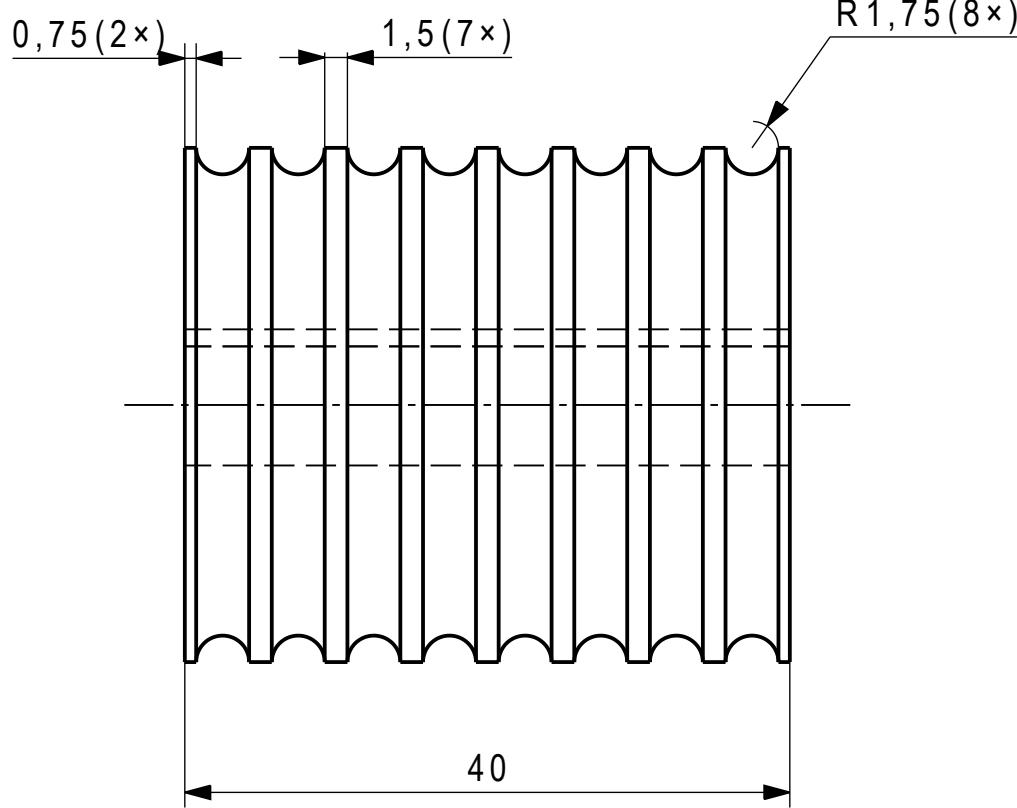
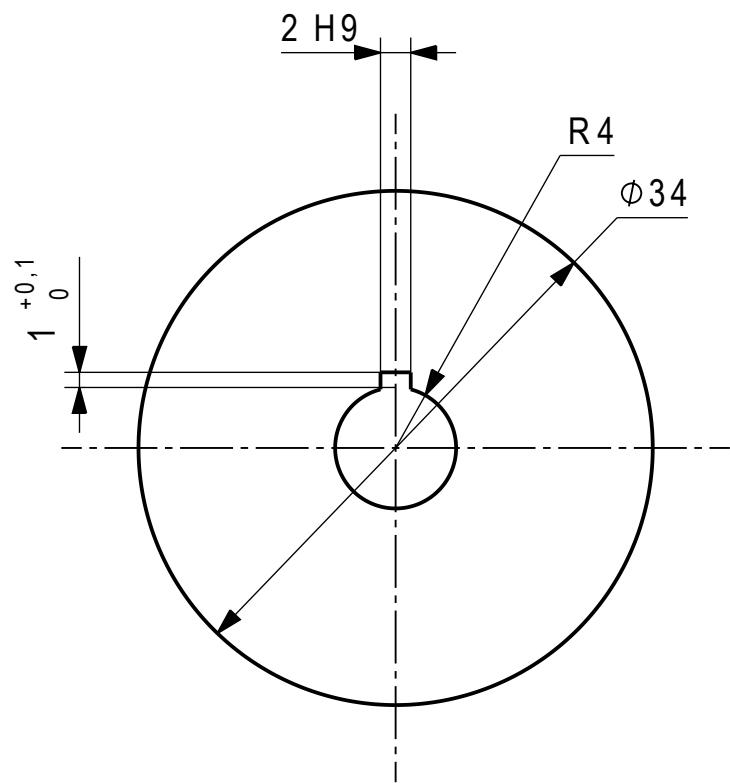
B

C

D

E

F

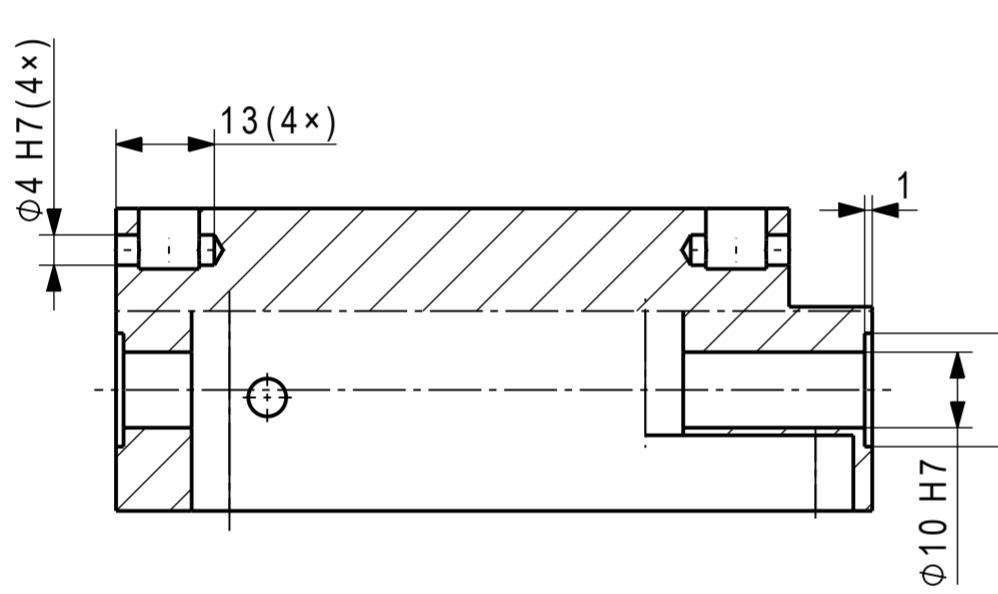


Tolérances Générales : ISO 2768-mk

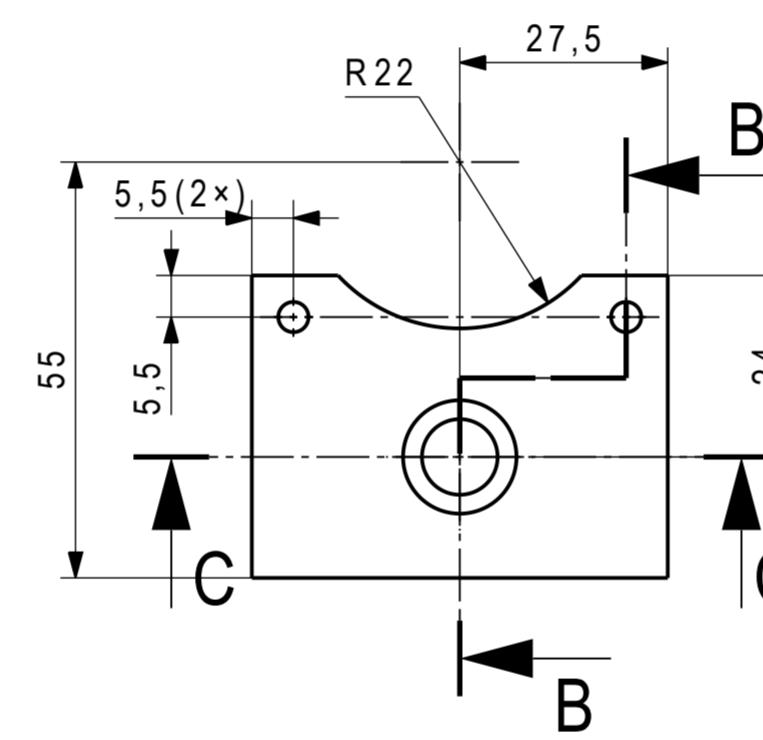
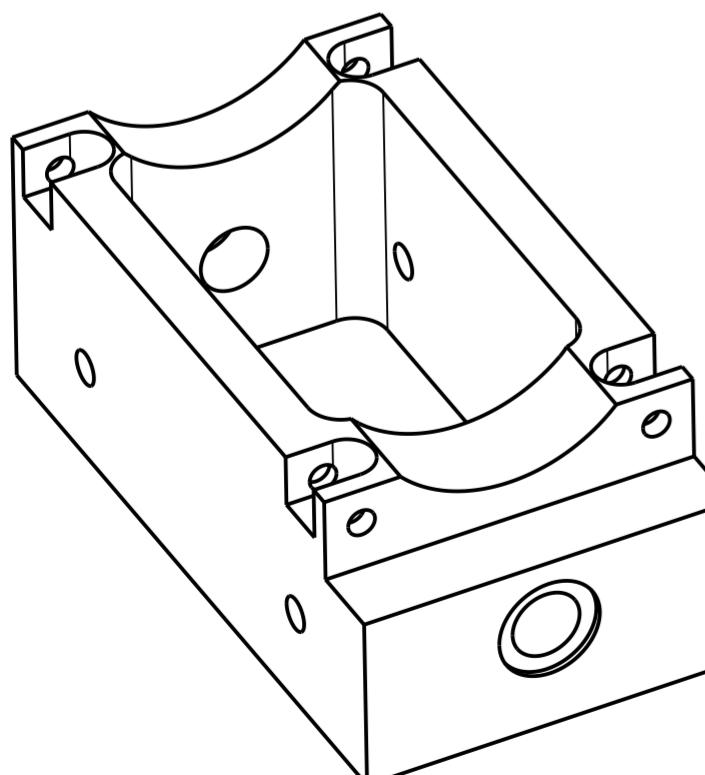
$\nabla$  Ra 6,3

Mod.	Mod.	Dessiné	24.05.2022	Groupe 1	Echelle 2:1
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>		Contrôlé			
Nomenclature sép de même N° <input type="checkbox"/>		Conf aux norm			
Nomenclature sép de N° diff <input type="checkbox"/>		Bon pour exéc.			
		N° de commande			
		Matière	Nylon	Origine	
		Masse	0.034 kg	Remplace	
		Dénomination	Roller		
<b>EPFL</b>		N° de dessin 6			
		Format A4			Nb feuilles 1
		Feuille N° 1			

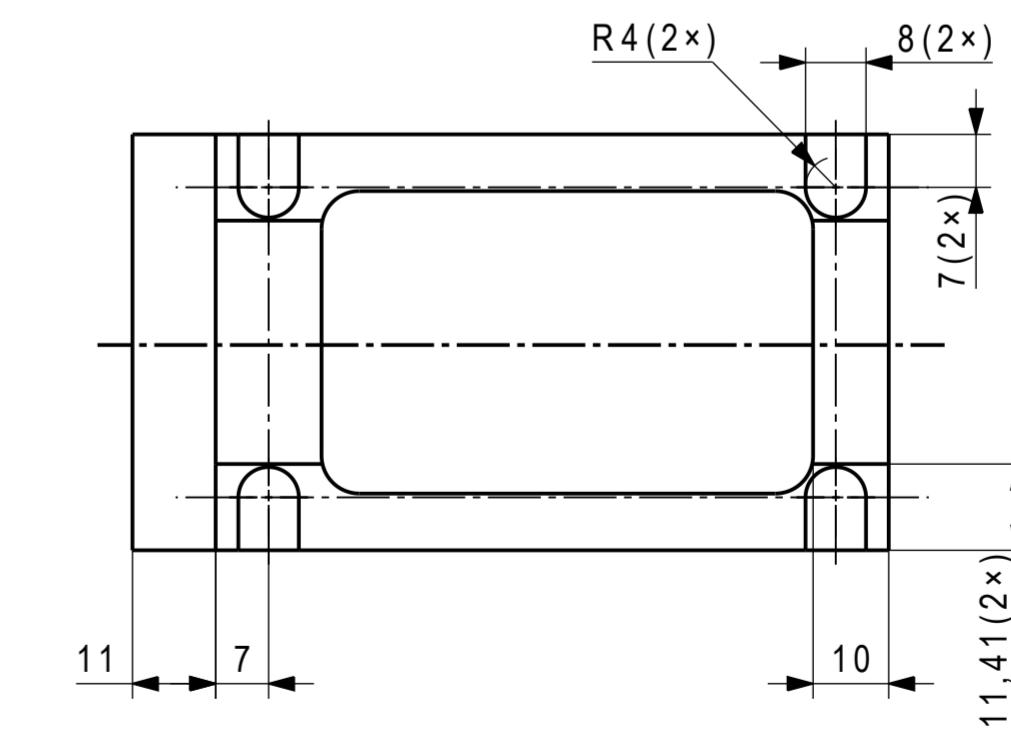
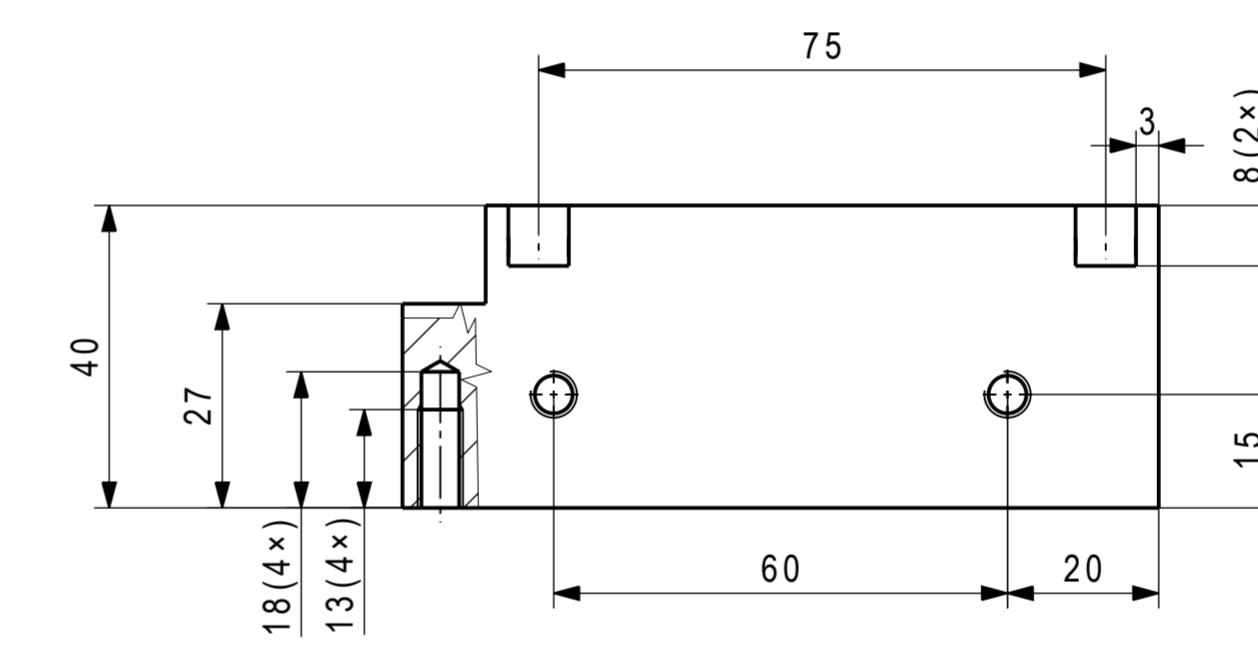
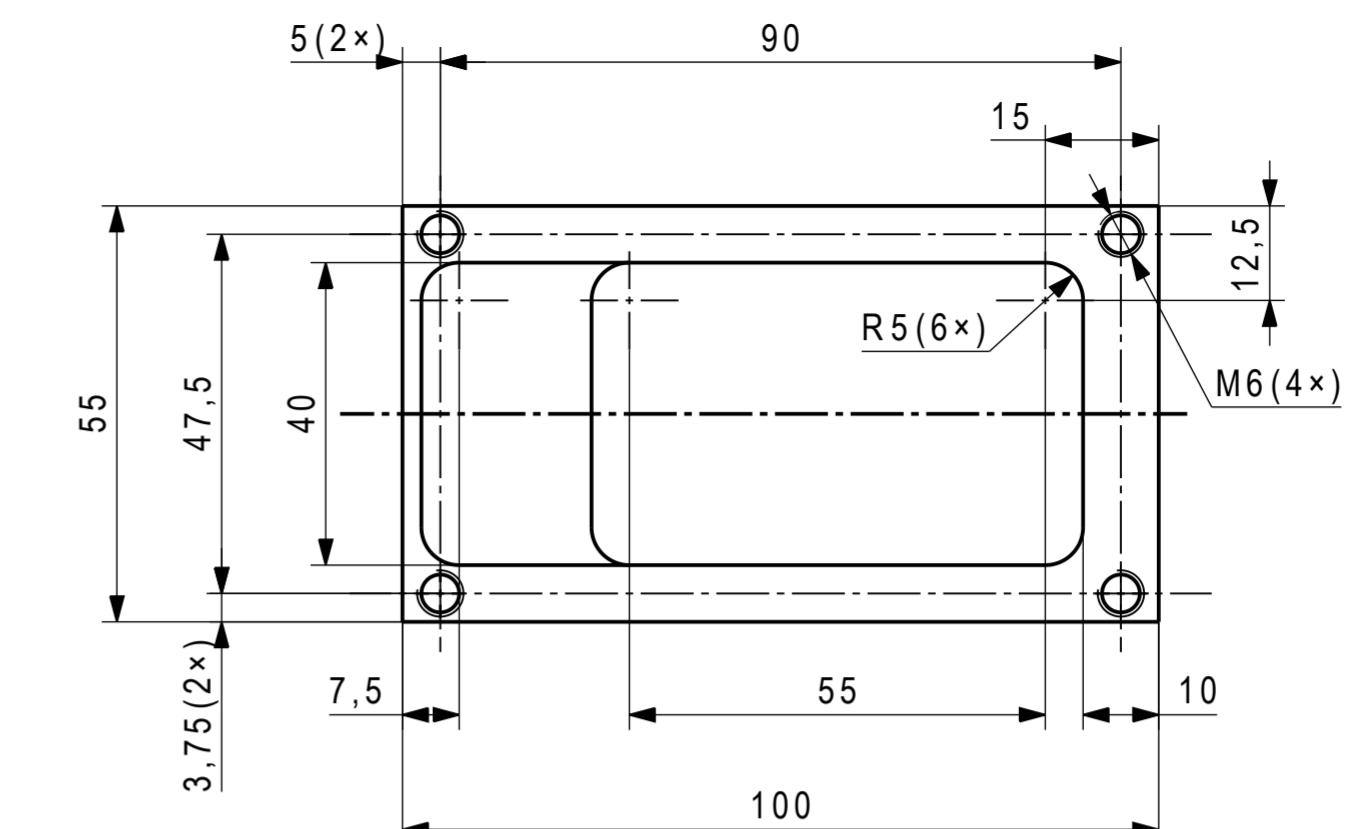
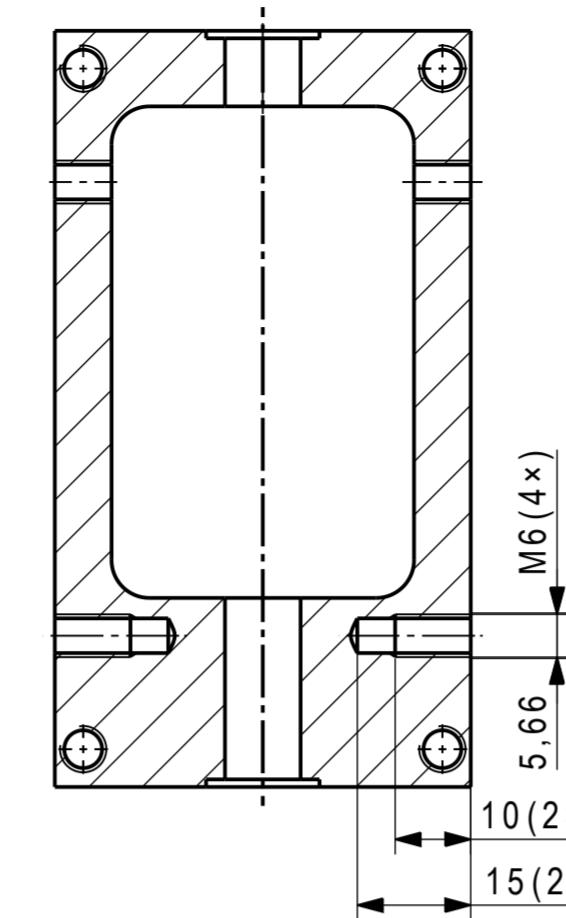
1 2 3 4 5 6 7 8



Coupe B-B



Coupe C-C

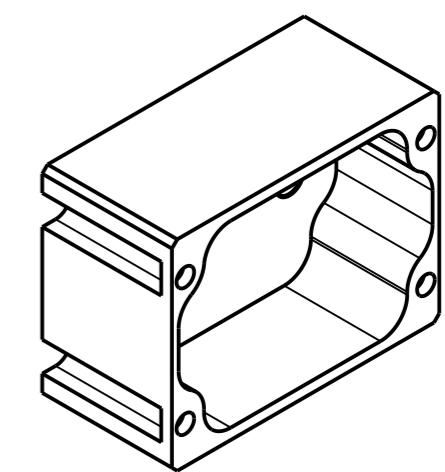
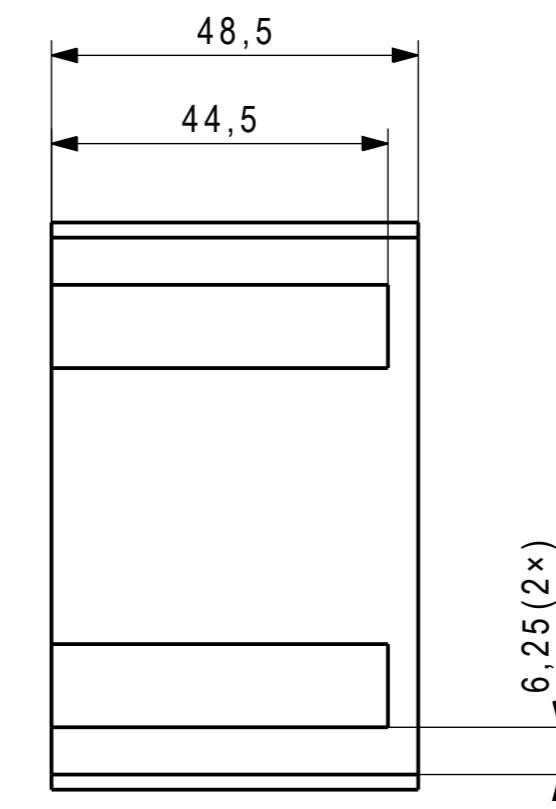
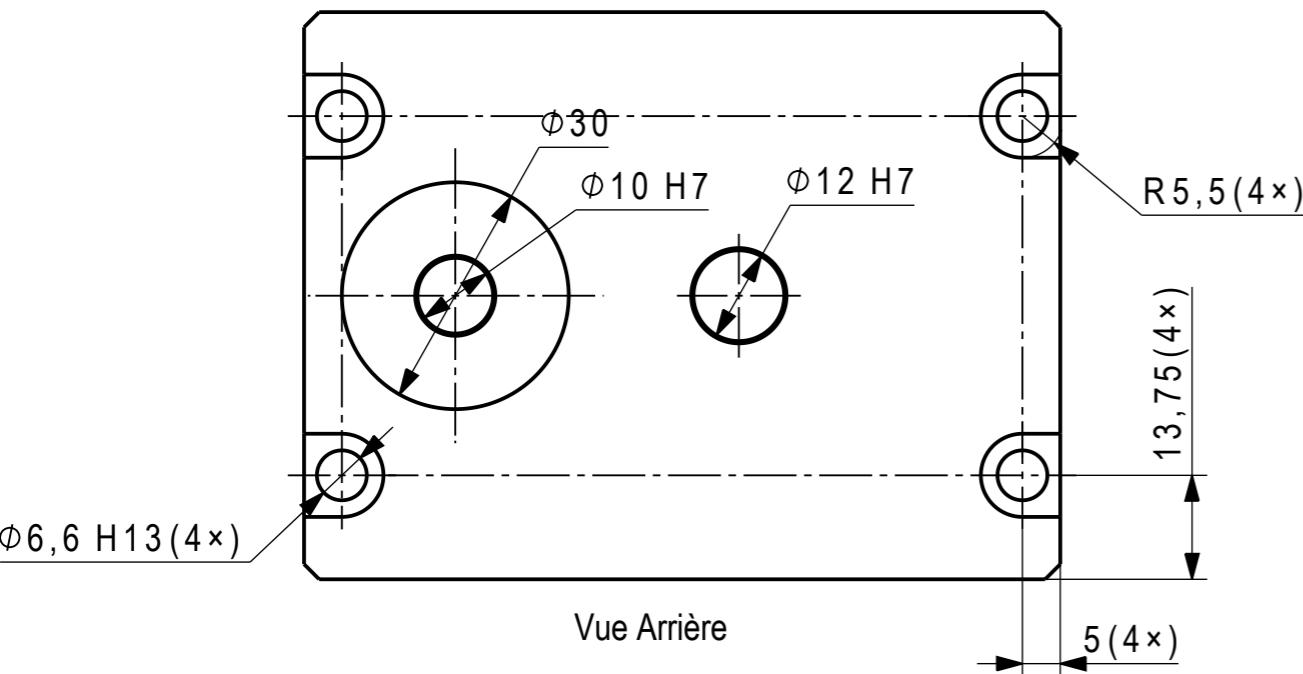
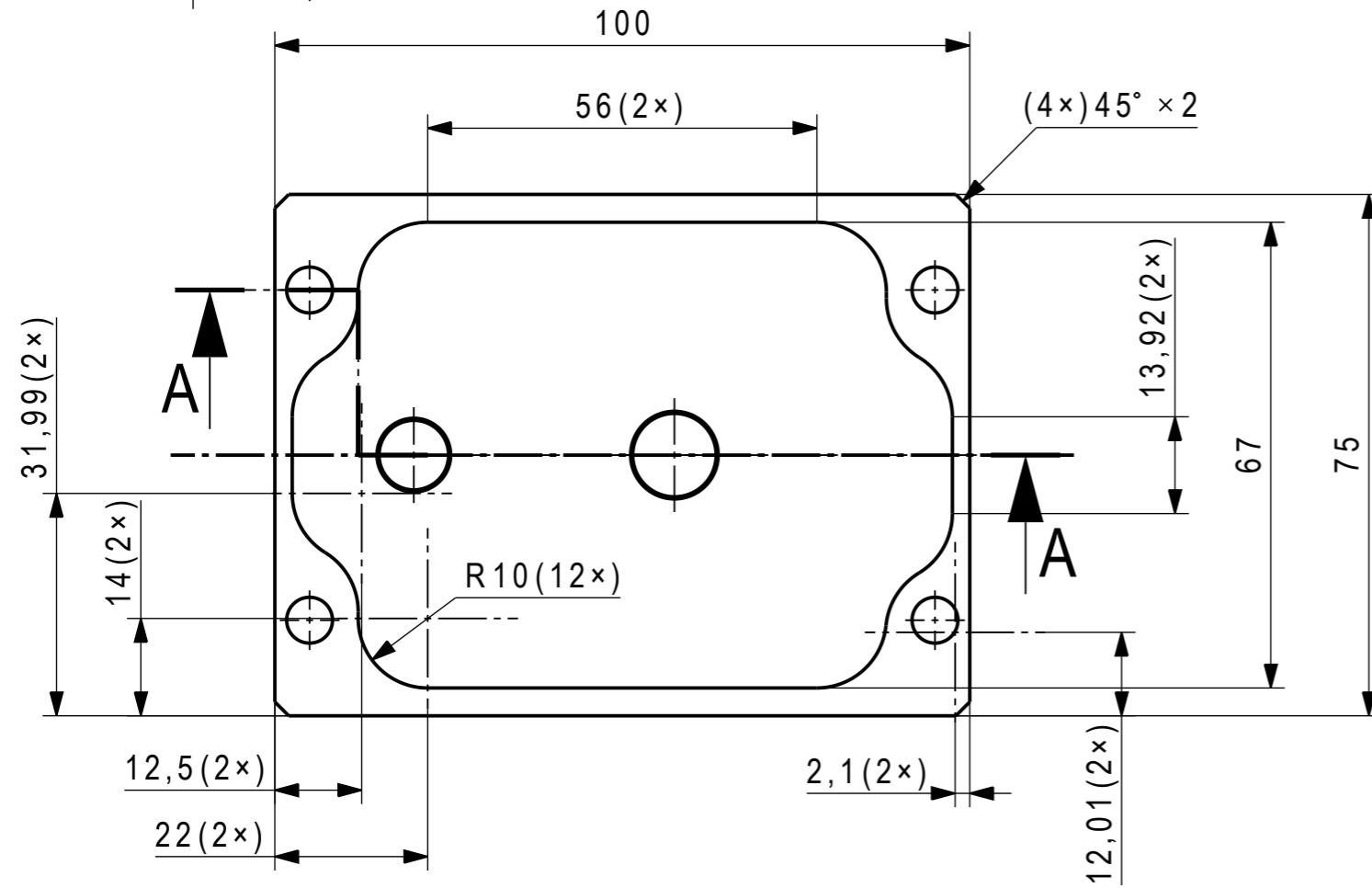
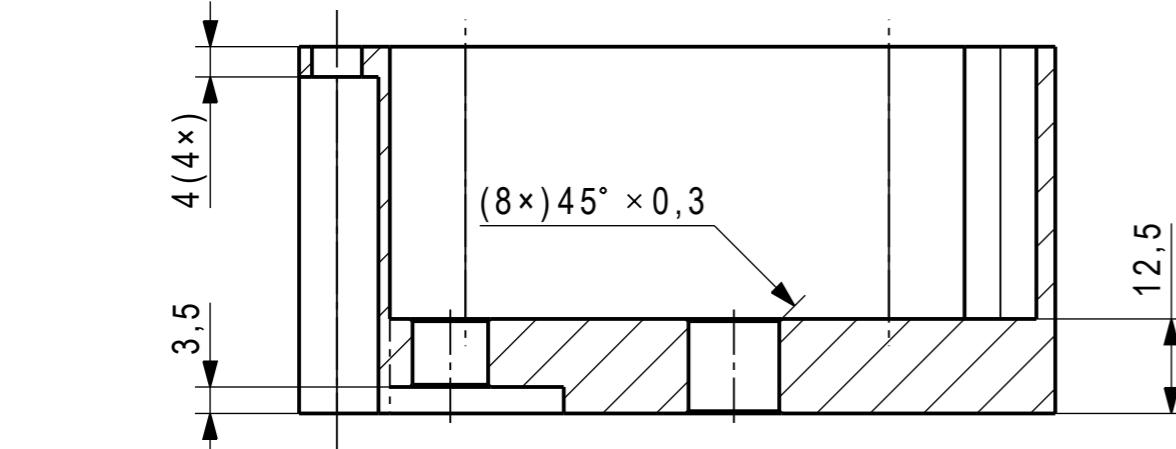


Tolérances Générales : ISO 2768-mk

Ra 6,3

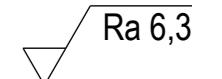
Mod.	Mod.	Dessiné	18/05/2022	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée		Contrôlé			1:1
Nomenclature sép de même N°		Confi aux norm			
Nomenclature sép de N° diff		Bon pour exec.			
		Matière	Aluminium	Origine	
		Masse	0,244 kg	Remplace	
		Dénomination	EPFL CarterRouleau		N° de dessin
			7		

1 2 3 4 5 6 7 8



Vue isométrique  
Echelle : 1:2

Tolérances Générales : ISO 2768-mk



Mod.	Mod.	Dessiné	24.05.2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée		N° de commande			
Nomenclature sép de même N°		Matière	Aluminium	Origine	
Nomenclature sép de N° diff		Masse	0.378 kg	Remplace	
		Dénomination	EPFL CarterEngrennage	N° de dessin	8
		Format	A3	Nb feuilles	Feuille N°
			1	1	1

1

2

3

4

A

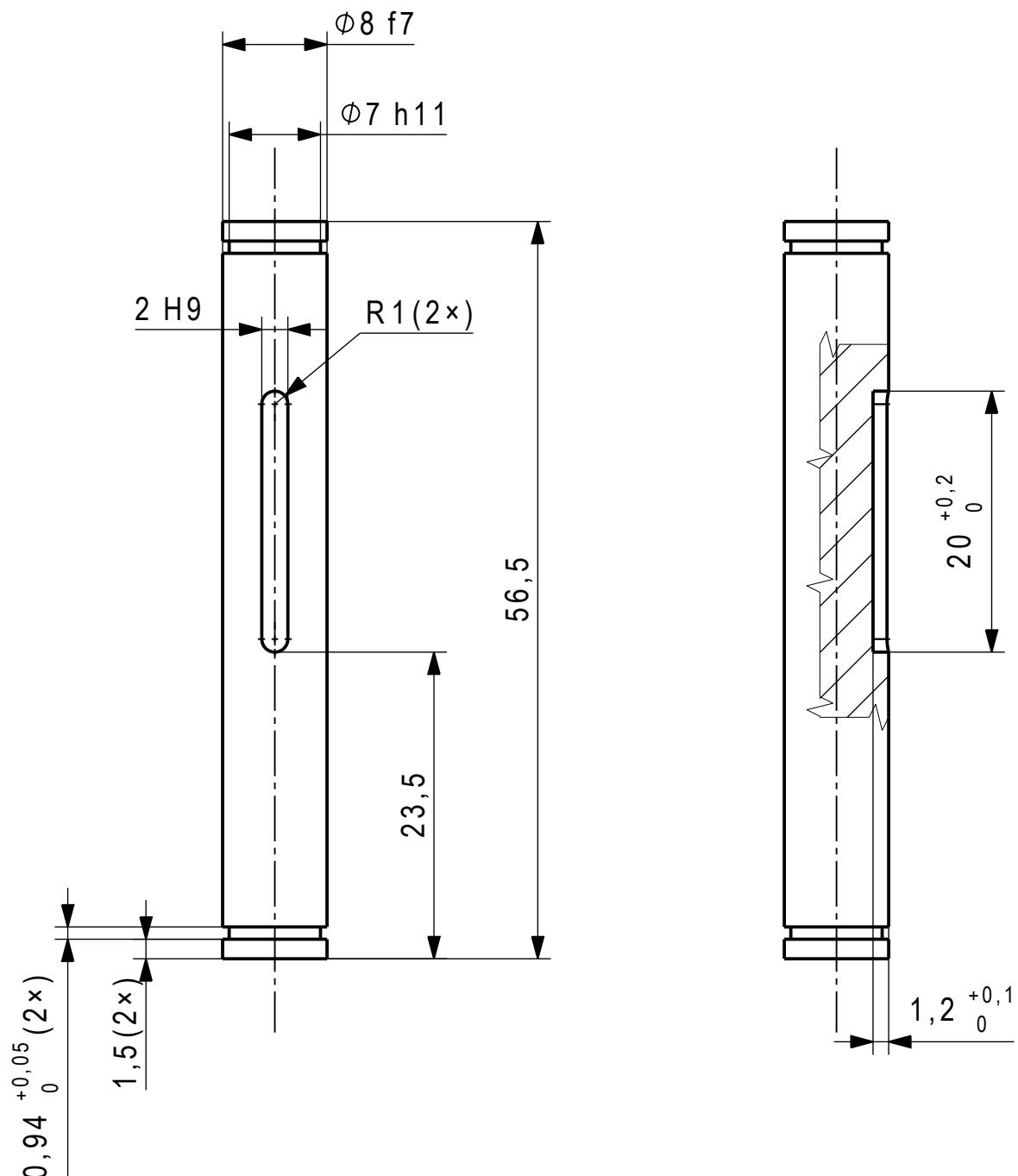
B

C

D

E

F



Tolérances Générales : ISO 2768-mk

Ra 6,3

Mod.	Mod.	Dessiné	24.05.2022	Groupe 1		Echelle 2:1
				Contrôlé	Conf aux norm	
Sans nomenclature séparée				N° de commande		
Nomenclature sép de même N°		Matière	Acier Inoxydable	Origine		
Nomenclature sép de N° diff		Masse	0.021 kg	Remplace		
<b>EPFL</b>	Dénomination	<b>AxeVerticalCaptif</b>			N° de dessin	9

1

2

3

4

A

 $\phi 10 \text{ f7}$  $\phi 7 \text{ h11}$ 

B

5

 $3 \text{ H9 (2x)}$  $R 1,5 (4x)$ 

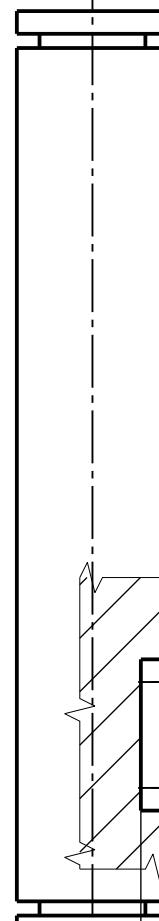
61,3

C

6

 $0,94 \text{ } ^{+0,05}_0 (2x)$  $1,5 \text{ (2x)}$ 

D

 $10 \text{ } ^{+0,2}_0 (2x)$  $1,8 \text{ } ^{+0,1}_0 (2x)$ 

E

Tolérances Générales : ISO 2768-mk

Ra 6,3

Mod.	Mod.	Dessiné		24.05.2022	Groupe 1		Echelle 2:1
		Contrôlé	Conf aux norm	Bon pour exéc.	N° de commande	Origine	
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>						
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Matière	Acier Inoxydable				
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Masse	0.035 kg	Remplace			
<b>EPFL</b>	Dénomination	<b>AxeVerticalManivelle</b>				N° de dessin	
						10	

1

2

3

4

5

6

7

8

A

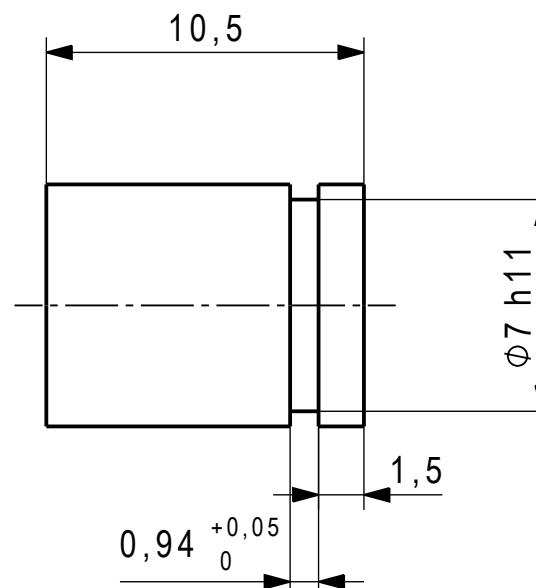
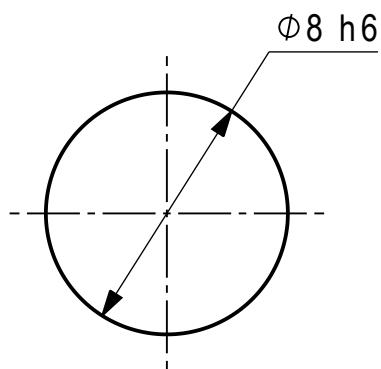
B

C

D

E

F



Tolérances Générales : ISO 2768-mk

$Ra 6,3$

Mod.	Mod.	Dessiné	24.05.2022	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>		Contrôlé			4:1
Nomenclature sép de même N° <input type="checkbox"/>	Matière	Acier Inoxydable	Origine		
Nomenclature sép de N° diff <input type="checkbox"/>	Masse	0.004 kg	Remplace		
<b>EPFL</b>		Dénomination	<b>AxeJambe</b>		
			N° de dessin <b>11</b>		
			Format <b>A4</b>	Nb feuilles <b>1</b>	Feuille N° <b>1</b>

1

2

3

4

A

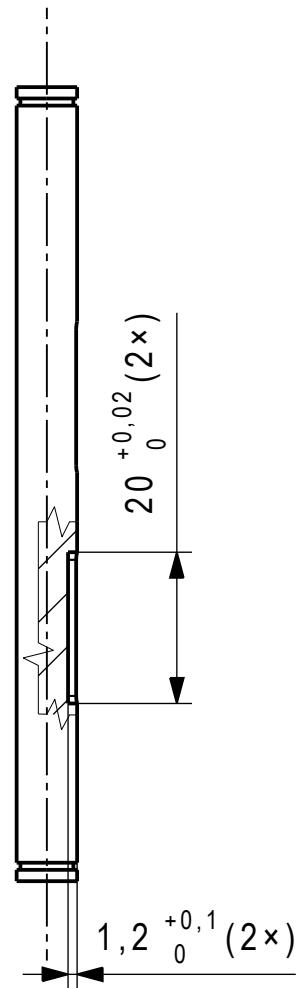
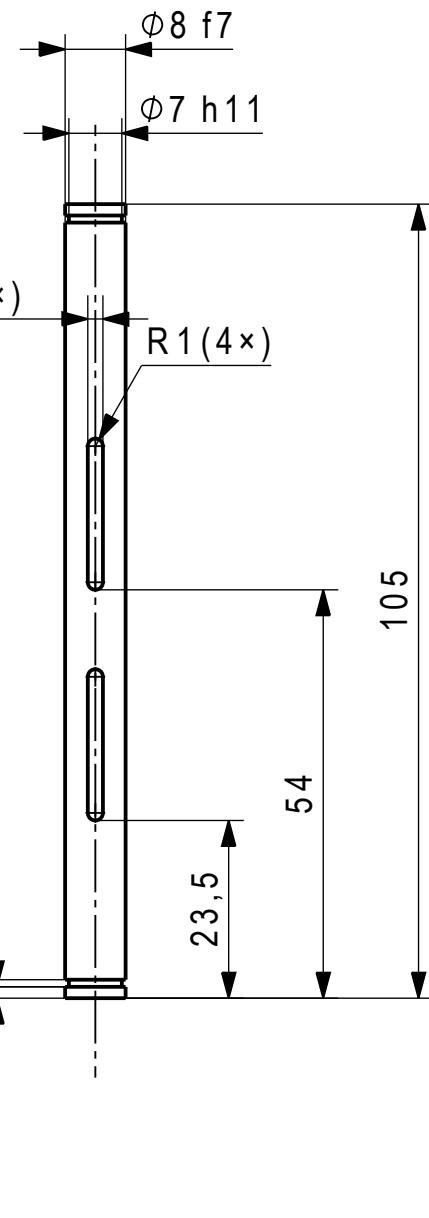
B

C

D

E

F



Tolérances Générales : ISO 2768-mk

Ra 6,3

Mod.	Mod.	Dessiné		24.05.2022	Groupe 1		Echelle 1:1
		Contrôlé	Conf aux norm	Bon pour exéc.	N° de commande	Format	
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>						
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Matière	Acier Inoxydable	Origine			
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Masse	0.04 kg	Remplace			
<b>EPFL</b>	Dénomination	<b>AxeHorizontalRoller</b>				N° de dessin	
						12	

1

2

3

4

5

6

7

8

A

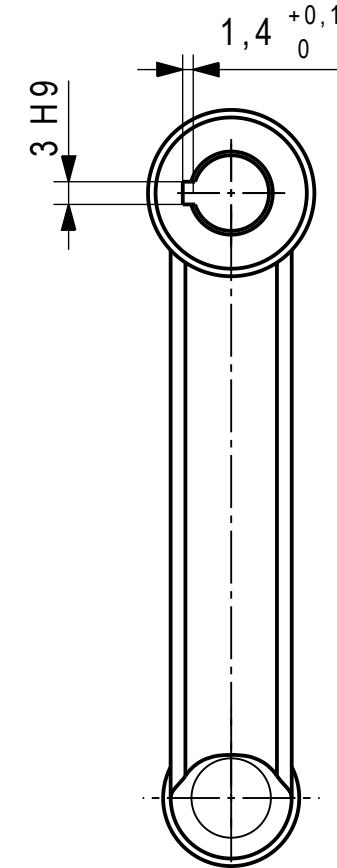
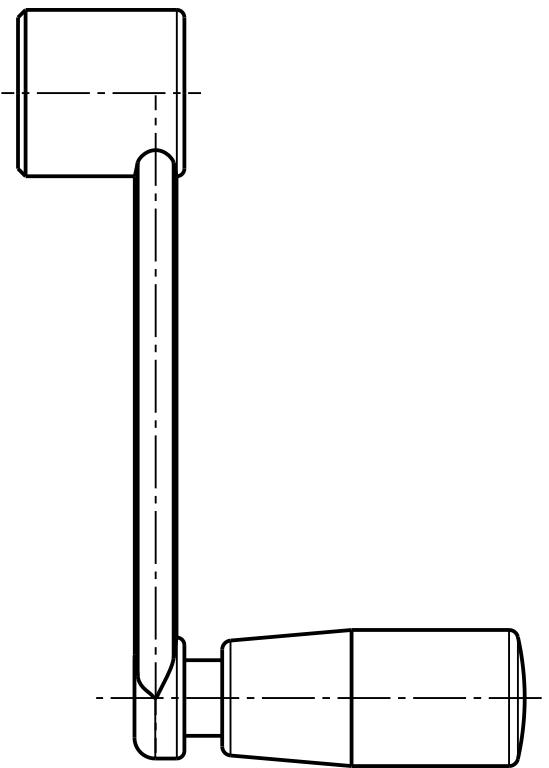
B

C

D

E

F



Mod.	Mod.	Dessiné	02.05.2022	Groupe 1	Echelle
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrôlé			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conf aux norm			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>		N° de commande			
Nomenclature sép de même N° <input type="checkbox"/>	Matière	654N13	Origine		
Nomenclature sép de N° diff <input type="checkbox"/>	Masse	0.179 kg	Remplace		
Dénomination				N° de dessin	
<b>EPFL</b> Through-Hole Crank Handle				13	
		Format	Nb feuilles	Feuille N°	
		A4	1	1	

1

2

3

4

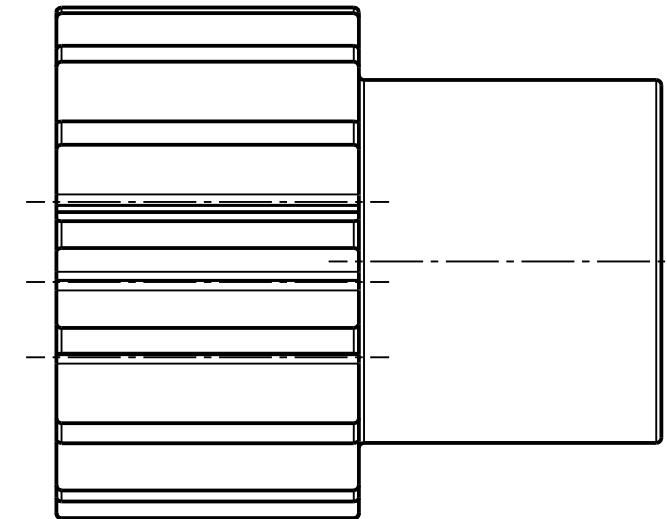
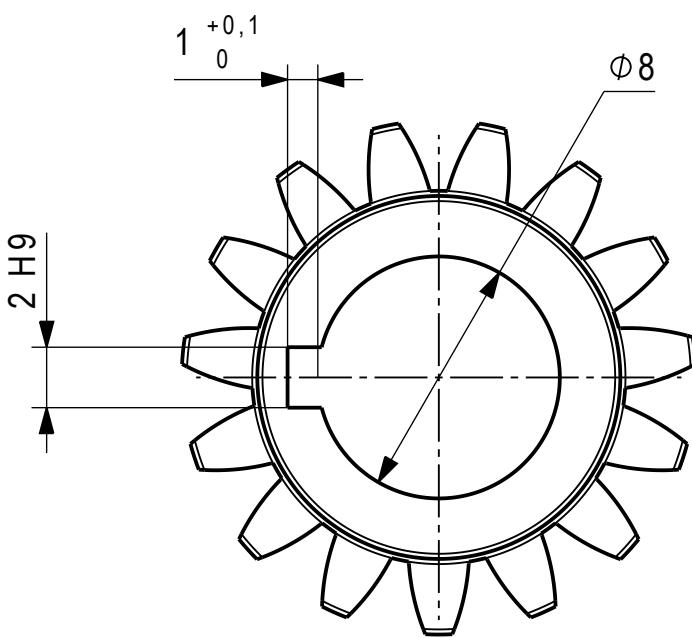
5

6

7

8

A



C

D

E

F

Mod.	Mod.	Dessiné	25.05.2022	Groupe 1	Echelle
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contrôlé			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conf aux norm			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée <input type="checkbox"/>		N° de commande			
Nomenclature sép de même N° <input type="checkbox"/>	Matière	2662N415	Origine		
Nomenclature sép de N° diff <input type="checkbox"/>	Masse	0.002 kg	Remplace		
<b>EPFL</b>		Dénomination	N° de dessin		
		2662N415_20DegreePressureAnglePlasticGear	14		
			Format	Nb feuilles	Feuille N°
			A4	1	1

1

2

3

4

5

6

7

8

A

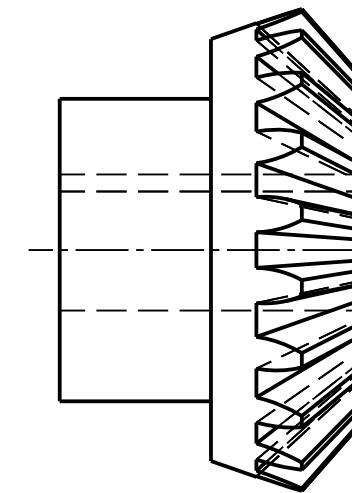
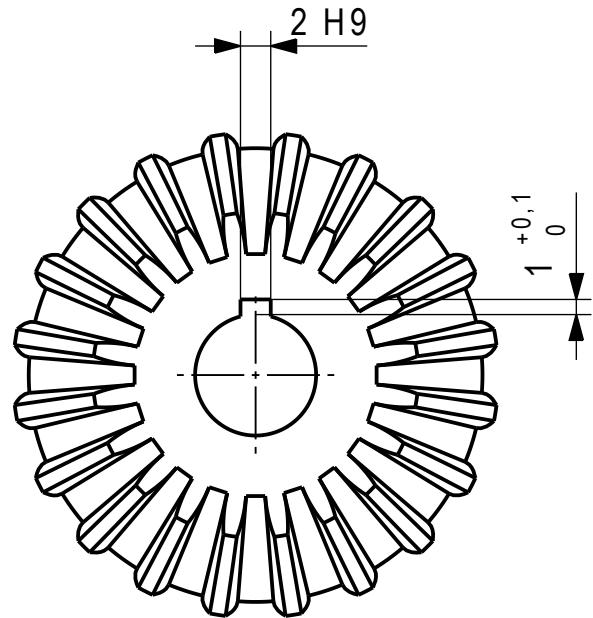
B

C

D

E

F



Mod.		Mod.	Dessiné	24.05.2022	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>		Contrôlé			2:1
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Matière	2810N4	Origine		
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Masse	0.009 kg	Remplace		
<b>EPFL</b>		Dénomination	2810N4_PlasticMiterGear		N° de dessin	
			15		Nb feuilles	1
					Feuille N°	1

1

2

3

4

5

6

7

8

A

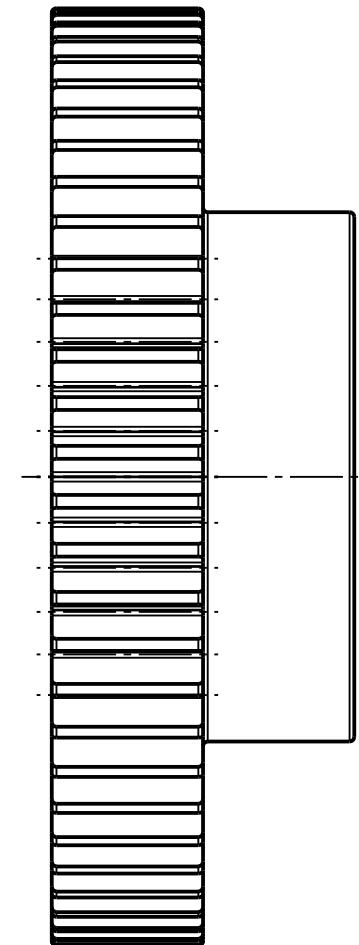
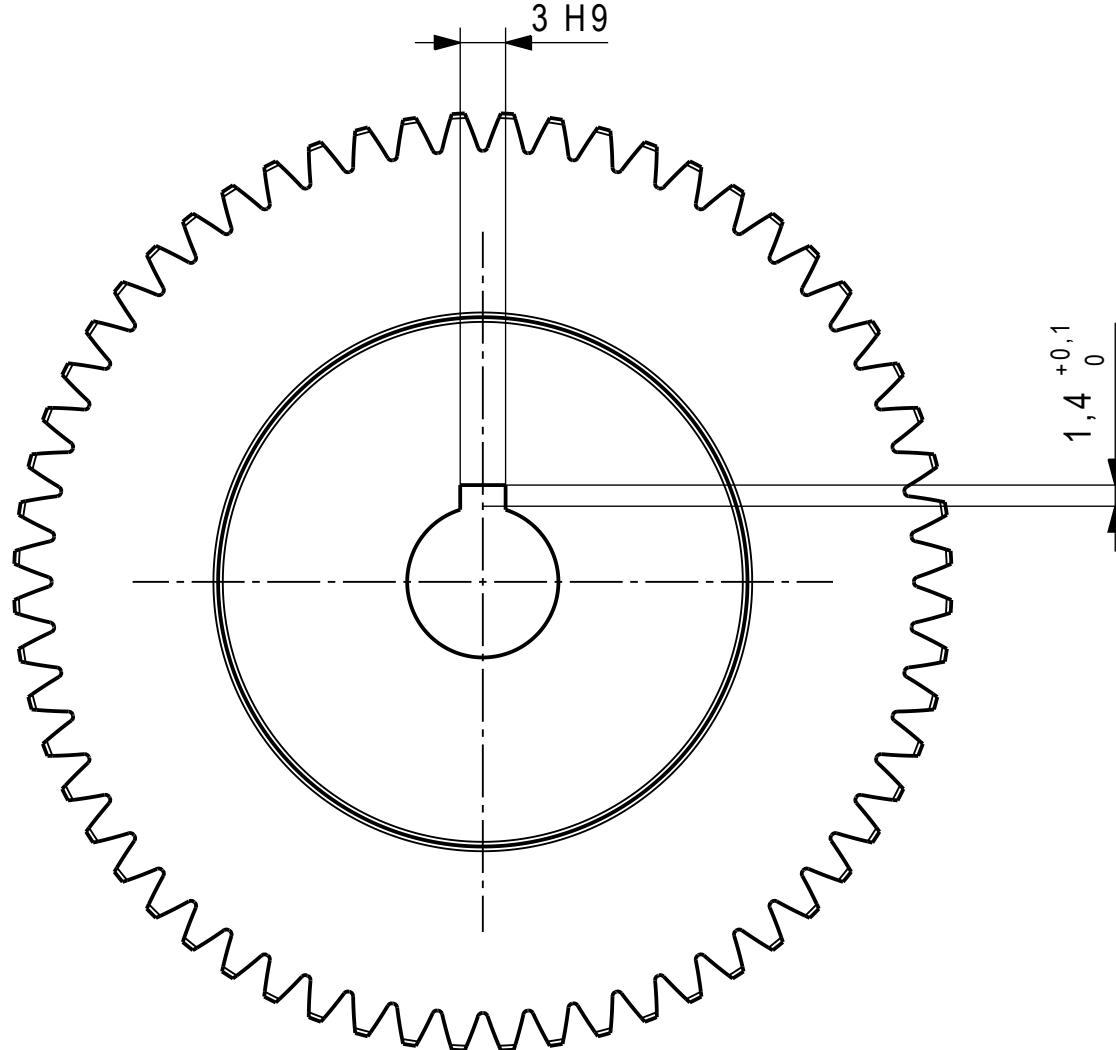
B

C

D

E

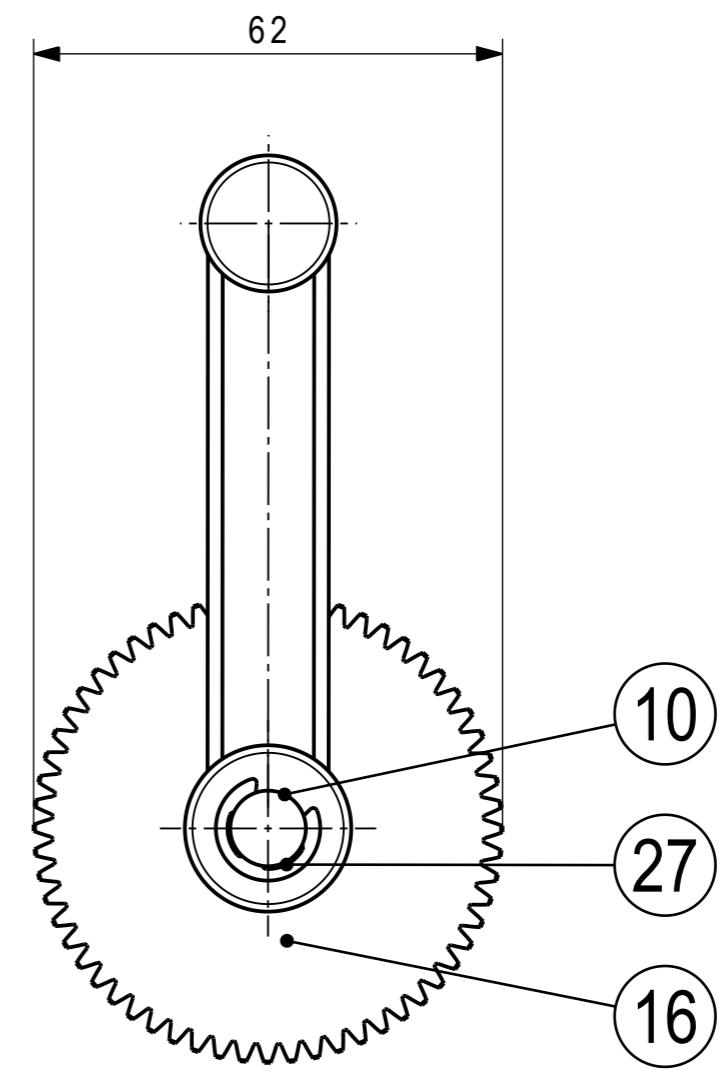
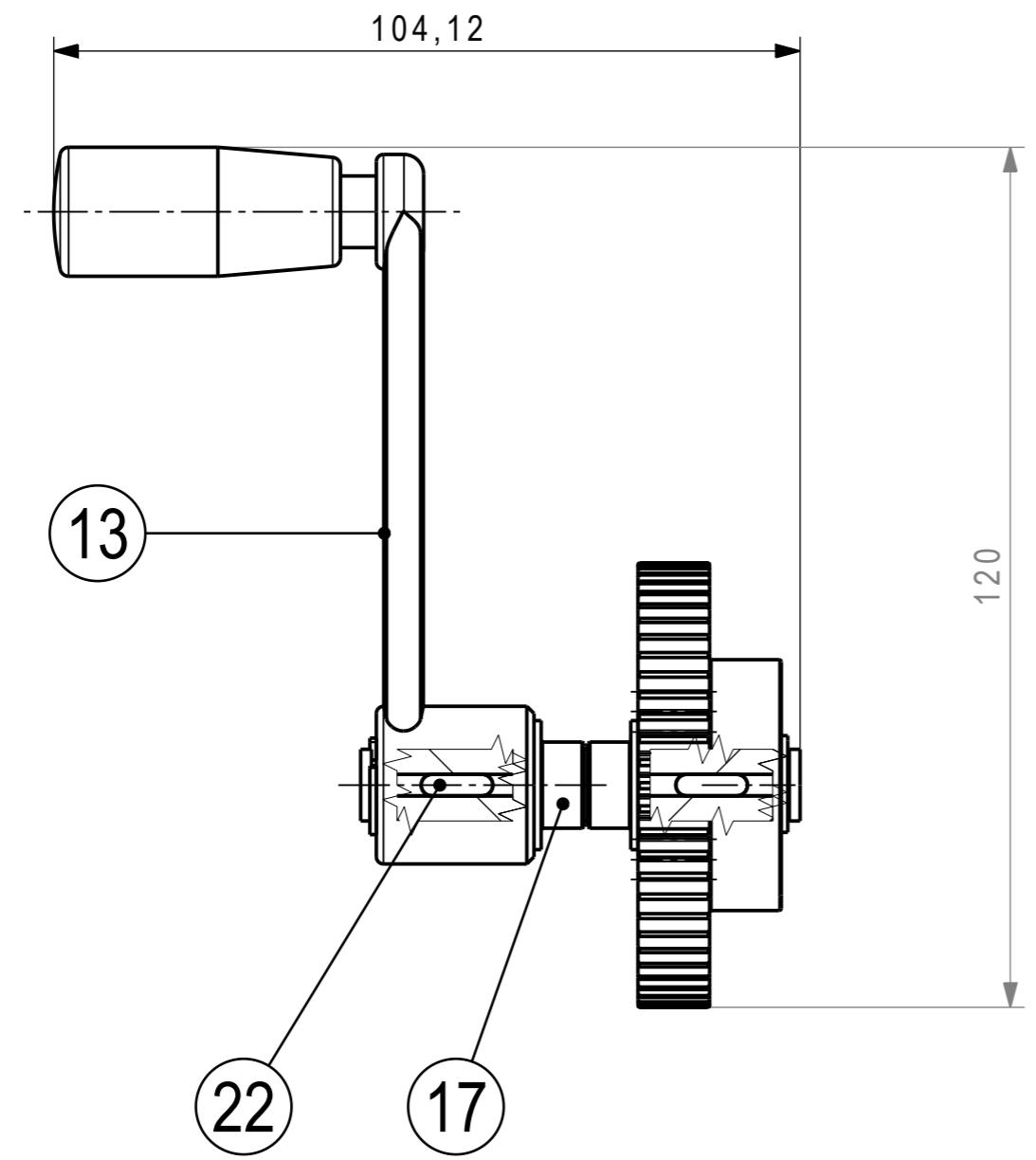
F



Mod.		Mod.	Dessiné	25.05.2022	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>		Contrôlé			2:1
Nomenclature sép. de même N°	<input type="checkbox"/>	Matière	Conf aux norm			
Nomenclature sép. de N° diff	<input type="checkbox"/>	2662N435	Bon pour exéc.			
<b>EPFL</b>		N° de commande				
		Masse	0.041 kg	Origine		
				Remplace		
		Dénomination			Format	Nb feuilles
		2662N435_20DegreePressureAnglePlasticGear			A4	1
						Feuille N°
						16
					N° de dessin	

1 2 3 4 5 6 7 8

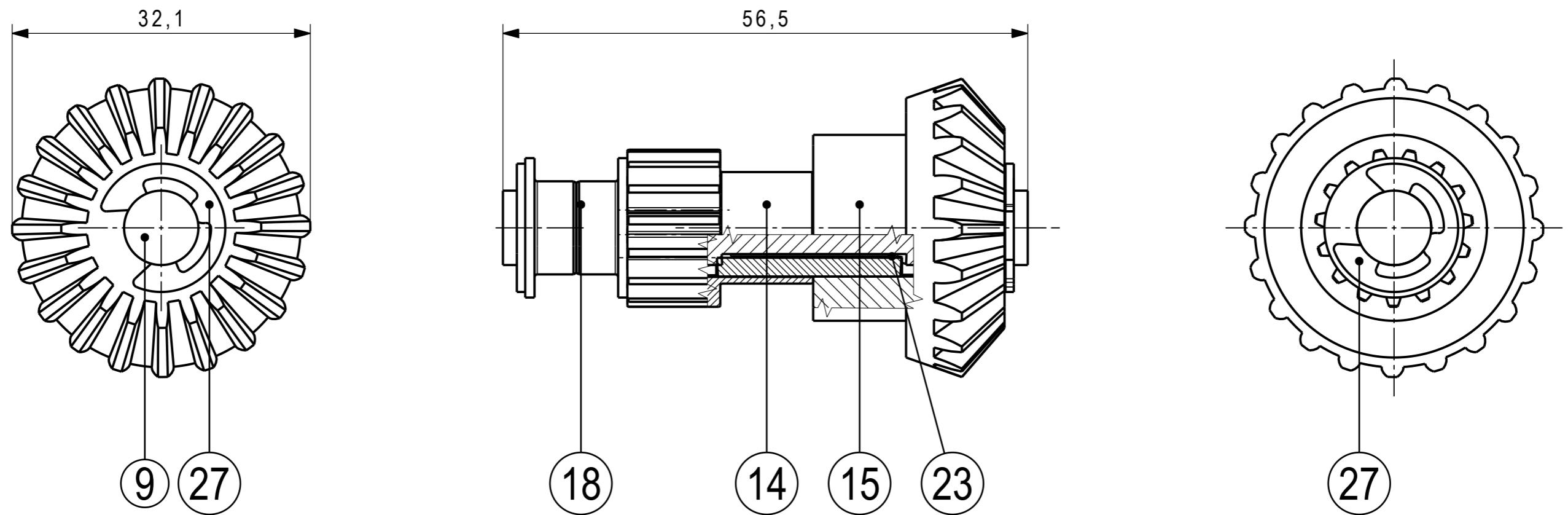
A  
B  
C  
D  
E  
F



Quantité	Référence	Type	Nomenclature
Nomenclature : AssemblagePiecePresentation			

Mod.	Mod.	Dessiné	31.05.2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>	N° de commande			
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Origine			
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Remplace			
		Dénomination			
		EPFL	AssemblageAxeManivelle		N° de dessin
					A

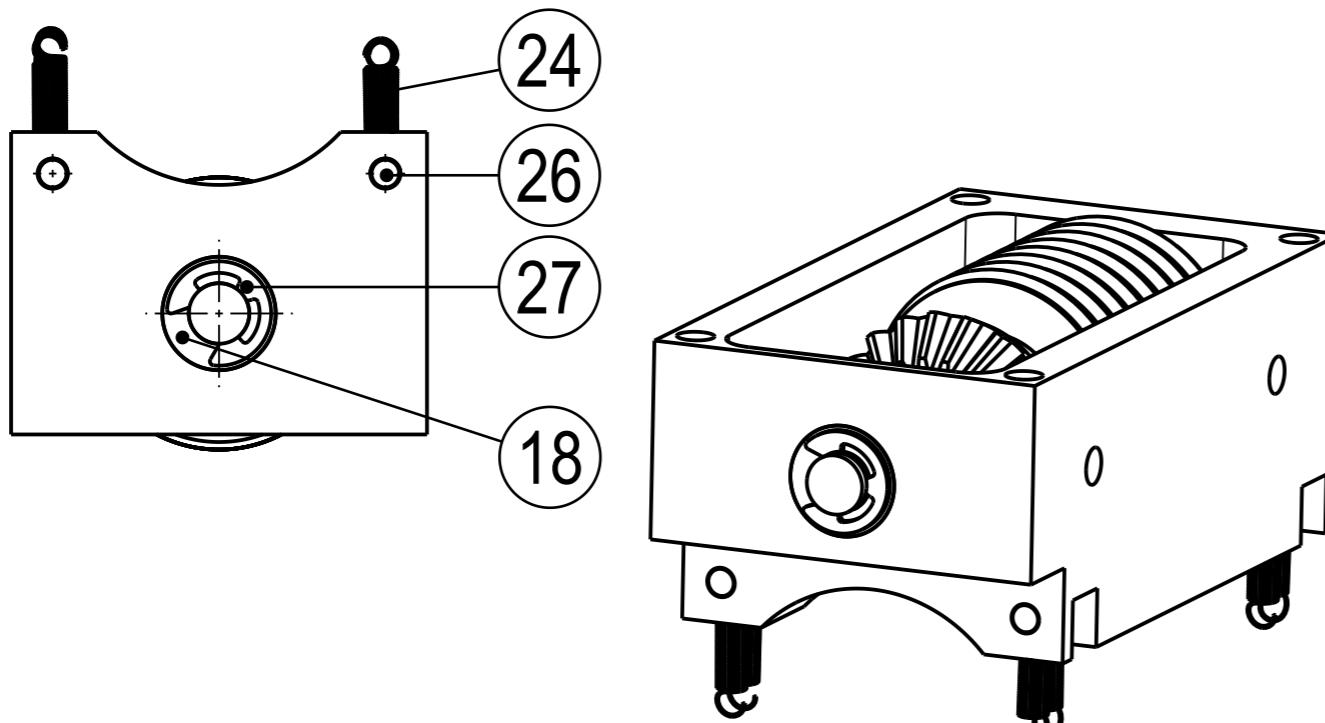
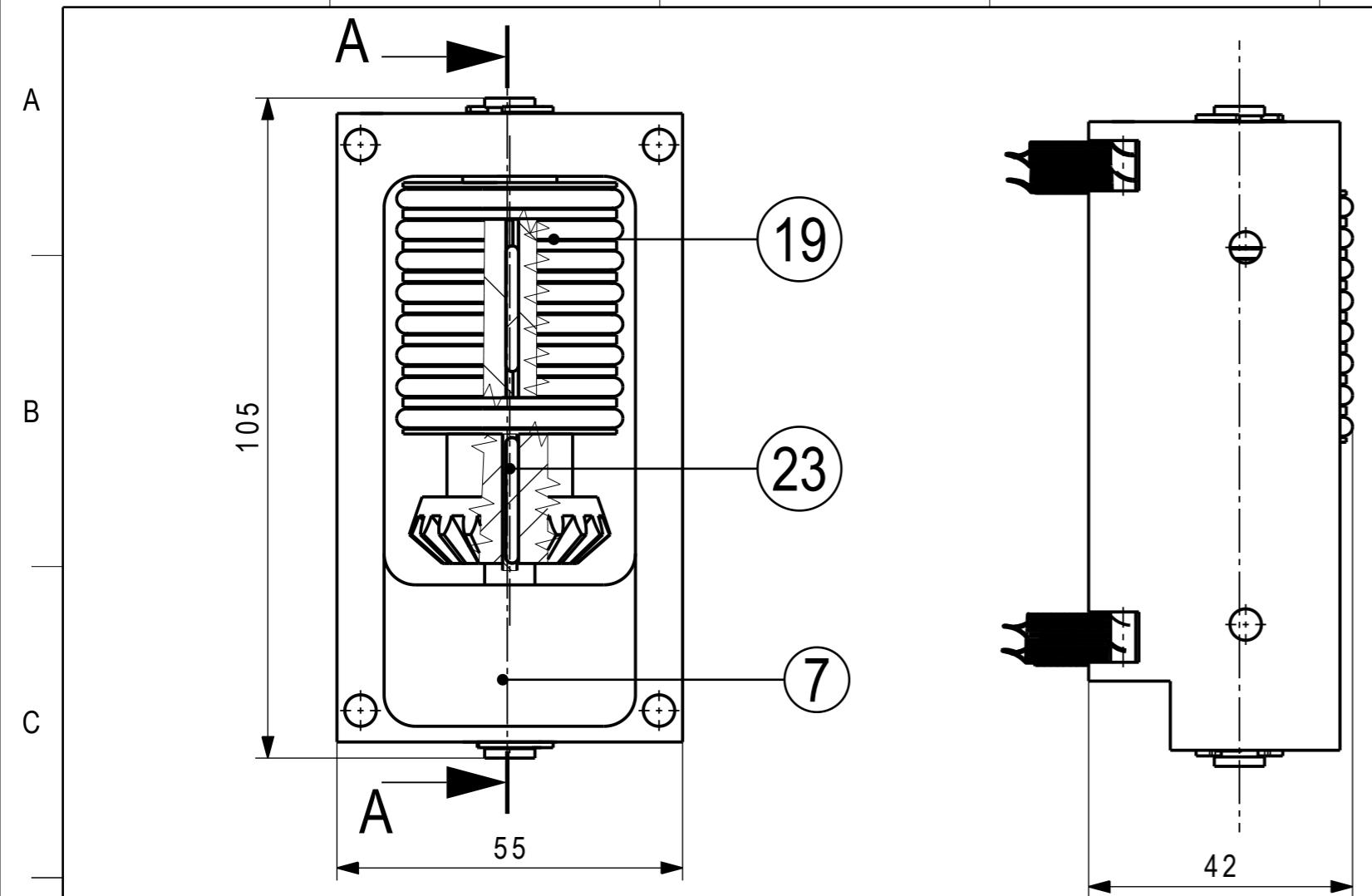
1 2 3 4 5 6 7 8



2	Segment d'arrêt DIN 6779-7	Pièce	27
1	2810N4_PlasticMiterGear	Pièce	15
1	AxeVerticalCaptif	Pièce	9
2	57785K314_Food Industry Dry-Running Sleeve Bearing	Pièce	18
1	Clavette parallèle DIN 6885-A 2x2x20	Pièce	23
1	2662N415_20DegreePressureAnglePlasticGear	Pièce	14
Quantité	Référence	Type	Nomenclature
Nomenclature : AssemblagePiecePresentation			

Mod.	Mod.	Dessiné	31.05.2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>	N° de commande			
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Origine			
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Remplace			
		Dénomination	Format	Nb feuilles	Feuille N°
		EPFL	A3	1	1
		AssemblageAxeCaptif			N° de dessin
					B

1 2 3 4 5 6 7 8

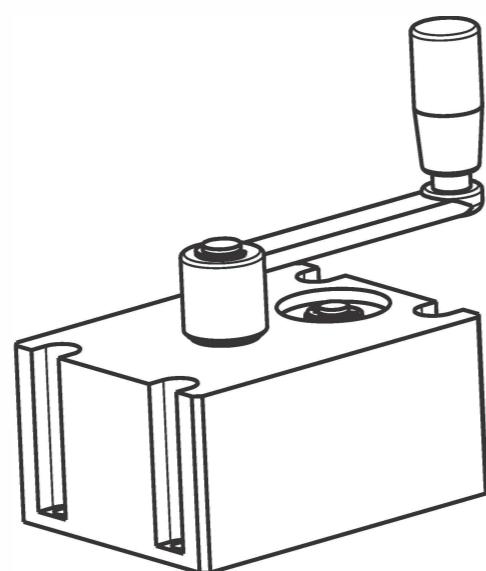
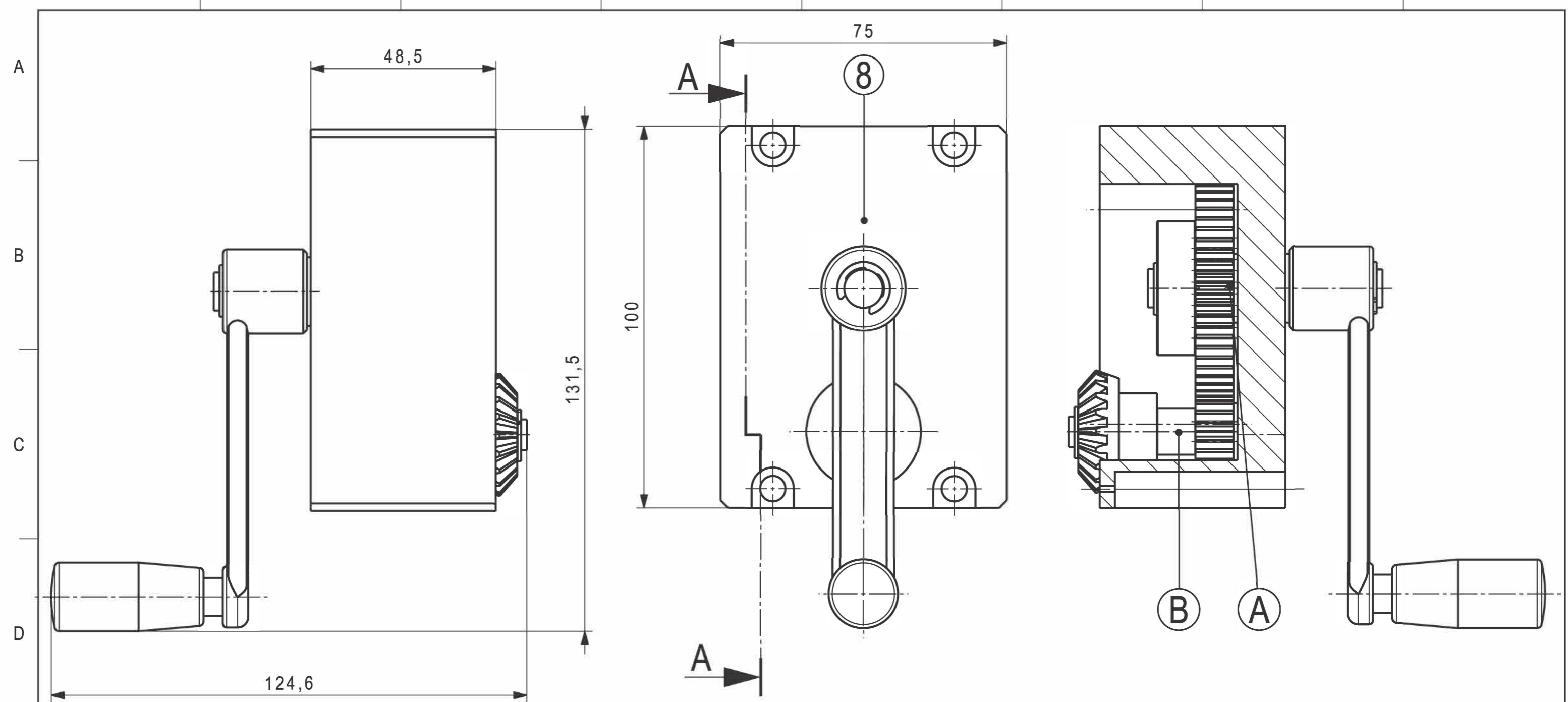


Quantité	Référence	Type	Nomenclature
2	Clavette parallèle DIN 6885-A 2x2x20	Pièce	23
3	57785K314_Food Industry Dry-Running Sleeve Bearing	Pièce	18
1	Roller	Pièce	6
8	Joint Torique ISO 3601-C0300x3,55-BUNA-N	Pièce	19
1	CarterRouleau	Pièce	7
1	AxeHorizontalRoller	Pièce	12
2	Segment d'arrêt DIN 6799-7	Pièce	27
4	Goupille cylindrique ISO 2338-4m6x14-Ac	Pièce	26
1	2810N4_PlasticMiterGear	Pièce	15
8	1942N55_Corrosion-Resistant Extension Springs with Hook Ends	Pièce	24

#### Nomenclature : AssemblagePiecePresentation

Mod.	Mod.	Dessiné	31/05/2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>	N° de commande			
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Origine			
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Remplace			
		Dénomination			
<b>EPFL</b>		<b>AssemblageBoitierInferieur</b>			
			N° de dessin		
			C		

1 2 3 4 5 6 7 8



Vue Isométrique  
Échelle 1:2

Quantité	Référence	Type	Nomenclature
1	AssemblageAxeCaptif	Assemblage	B
1	AssemblageAxeManivelle	Assemblage	A
1	CarterEngrenage	Pièce	8

Nomenclature : AssemblagePiecePresentation

Mod.	Mod.	Dessiné	31/05/2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>	N° de commande			
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Origine			
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Remplace			
		Dénomination			
		AssemblageBoitierSuperieur			
		N° de dessin			
		D			

1

2

3

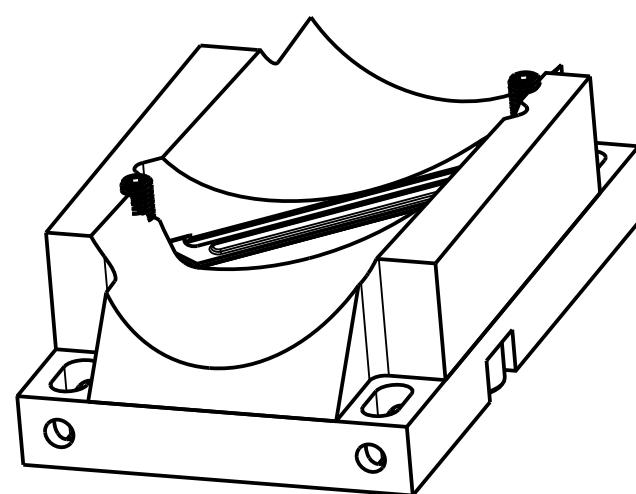
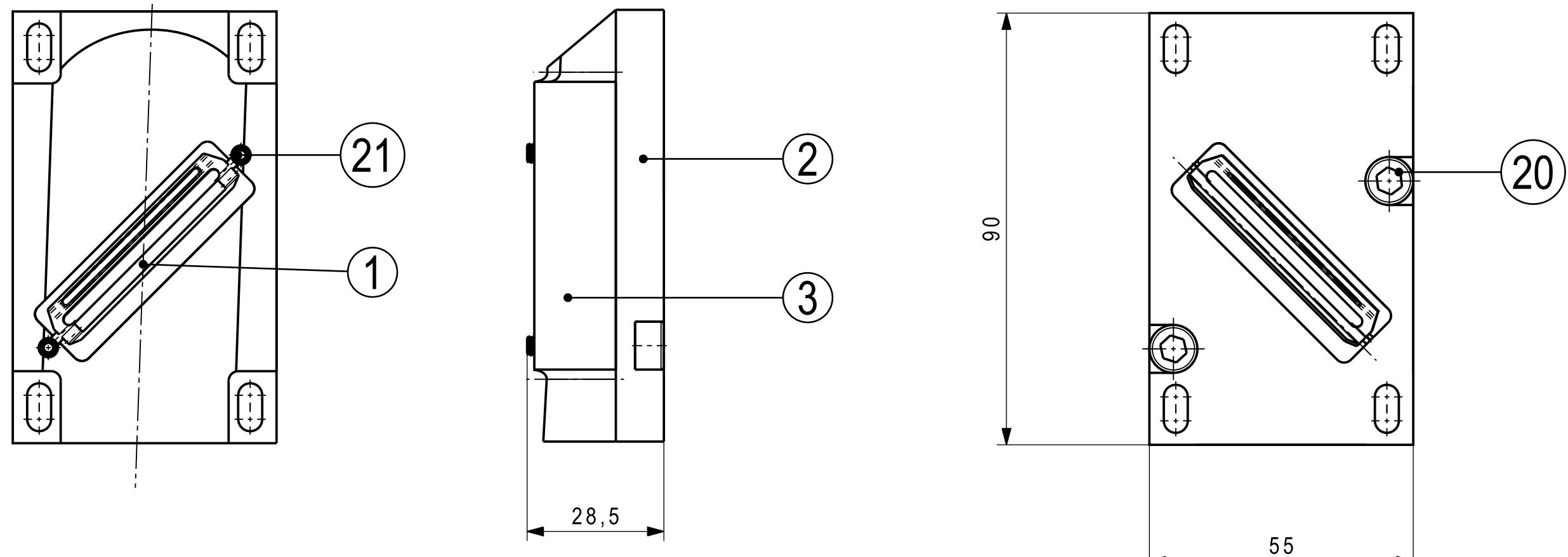
4

5

6

7

8

A  
B  
C  
D  
E  
F

1	SupportGuideCarotte	Pièce	2
2	Vis à tête cylindrique SN EN ISO 4762-M6x12	Pièce	20
1	GuideCarotte	Pièce	3
1	Carrot_Peeler_Blade	Pièce	1
2	Vis sans tête SN EN ISO 4026-M4x10	Pièce	21
Quantité	Référence	Type	Nomenclature

Nomenclature : AssemblagePiecePresentation

Mod.	Mod.	Dessiné	31/05/2022	GROUPE 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>	N° de commande			
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Origine		Format	
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Remplace		Nb feuilles	
<b>EPFL</b>	Dénomination	<b>AssemblageGuideCarotte</b>	N° de dessin	<b>A3</b>	<b>1</b>
					<b>E</b>

1

2

3

4

5

6

7

8

A

B

C

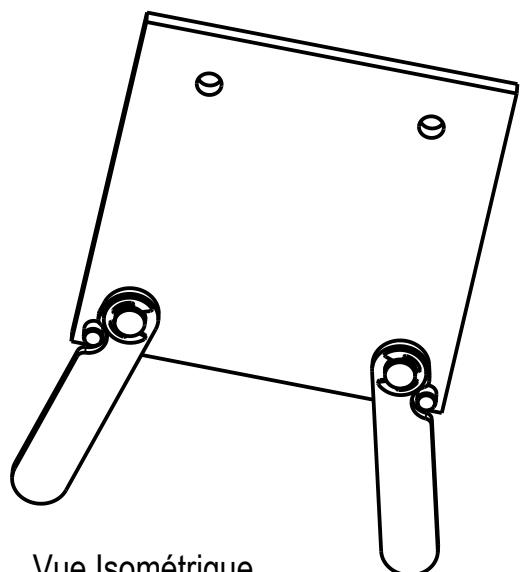
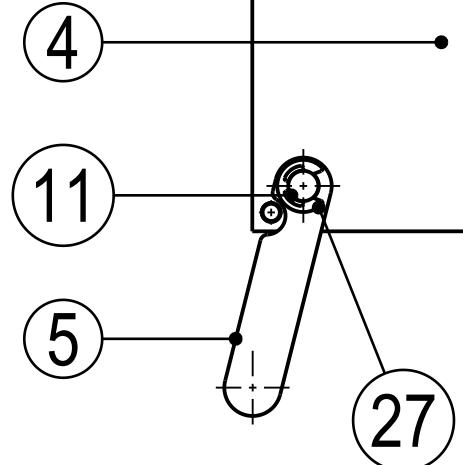
D

E

F

100

10,5



Vue Isométrique

Quantité	Référence	Pièce	Type	Nomenclature
1	PlaqueGuideBlocLame			4
2	Jambe		Pièce	5
2	AxeJambe		Pièce	11
2	Goupille cylindrique ISO 2338-5m6x10		Pièce	25
2	Segment d'arrêt DIN 6779- 7		Pièce	27

Mod.	Mod.	Dessiné	31/05/2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée		N° de commande			
Nomenclature sép de même N°		Origine			
Nomenclature sép de N° diff		Remplace			
Dénomination				Format	Nb feuilles
<b>AssemblageParoi</b>				A4	1
N° de dessin				Feuille N°	1
				F	

1

2

3

4

5

6

7

8

A

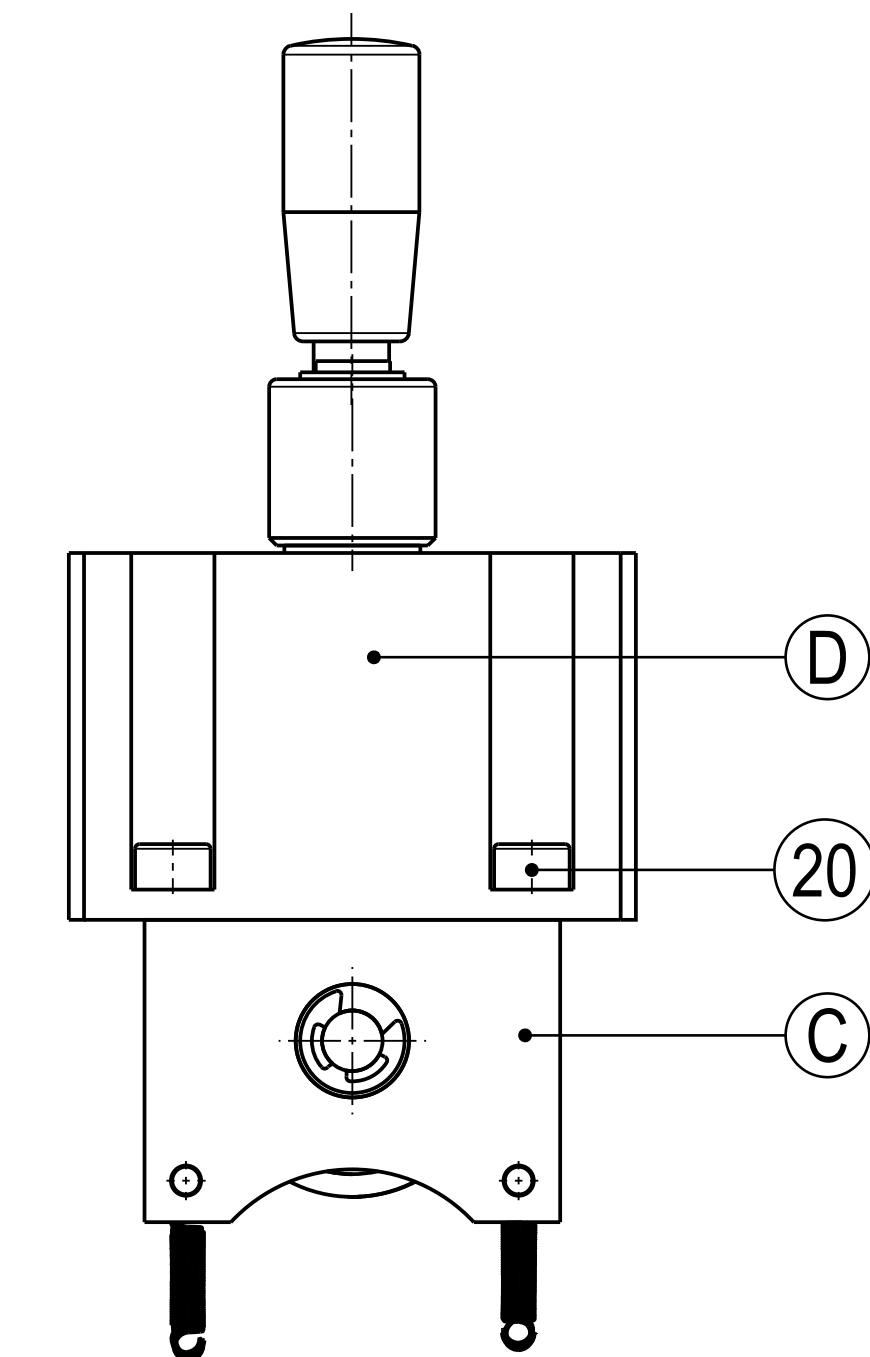
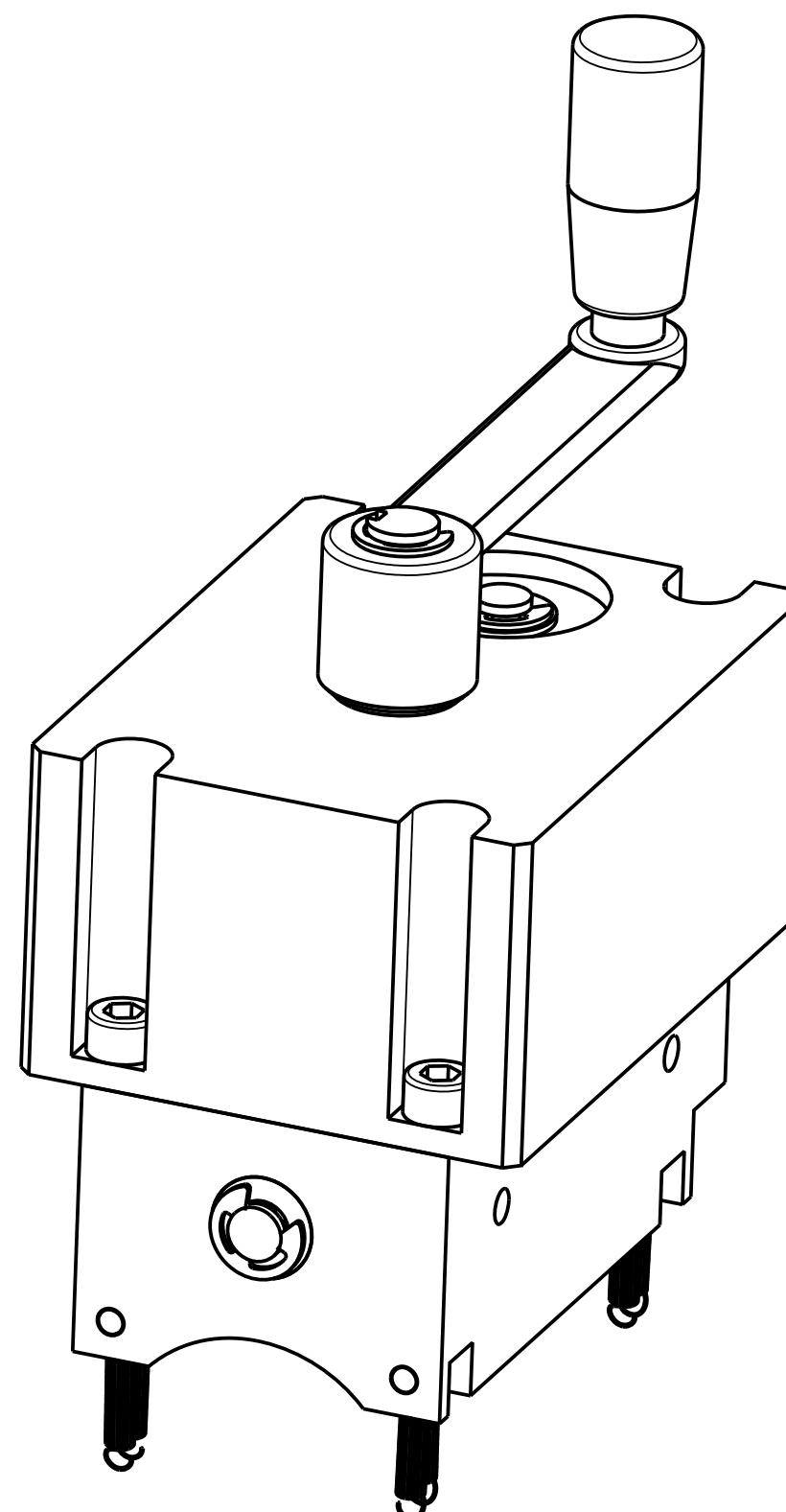
B

C

D

E

F



Quantité	Référence	Pièce	Type	Nomenclature
4	Vis à tête cylindrique SN EN ISO 4762-M6×12			20
1	AssemblageBoitierSuperieur	Assemblage		D
1	AssemblageBoitierInferieur	Assemblage		C

Nomenclature : AssemblagePiecePresentation

Mod.	Mod.	Dessiné	31/05/2022	Groupe 1	Echelle
		Contrôlé			1:1
		Conf aux norm			
		Bon pour exéc.			
Sans nomenclature séparée	<input type="checkbox"/>	N° de commande			
Nomenclature sép de même N°	<input type="checkbox"/>	Origine			
Nomenclature sép de N° diff	<input type="checkbox"/>	Remplace			
<b>EPFL</b>	Dénomination			N° de dessin	
	<b>AssemblageEngrenages</b>			G	

1

2

3

4

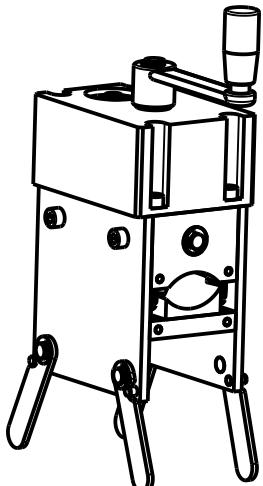
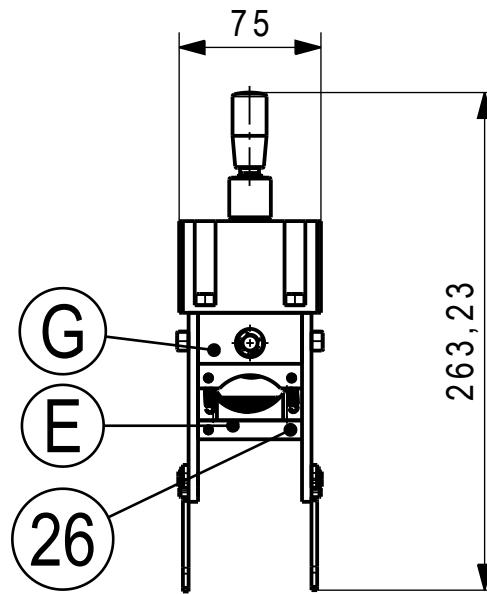
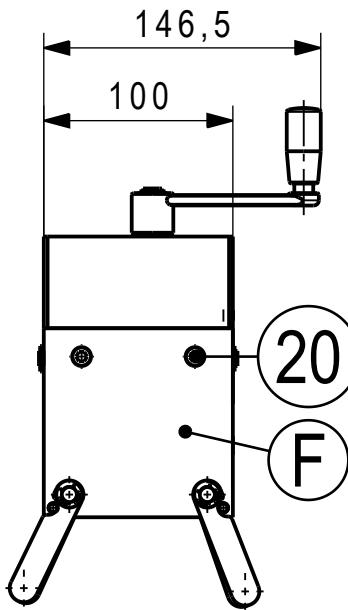
5

6

7

8

A



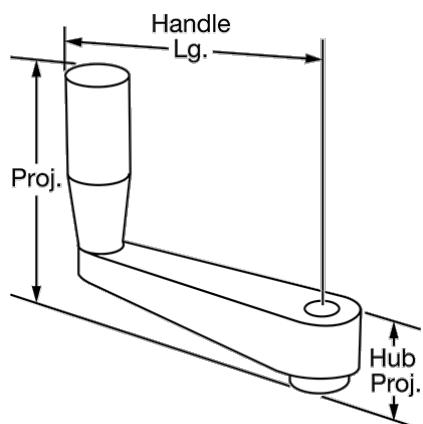
Quantité	Référence	Type	Nomenclature
4	Vis à tête cylindrique ISO 4762 - M6 x 12	Pièce	20
4	Goupille cylindrique ISO 2338-4 m6x14-Ac	Pièce	26
1	AssemblageGuideCarotte	Assemblage	E
2	AssemblageParoi	Assemblage	F
1	AssemblageEngrenages	Assemblage	G

Mod.	Mod.	Dessiné	31/05/2022	Groupe 1	Echelle
Sans nomenclature séparée		Contrôlé			
Nomenclature sép de même N°		Conf aux norm			
Nomenclature sép de N° diff		Bon pour exéc.			
					1:4
		N° de commande			
		Origine			
		Remplace			
		Dénomination			
<b>EPFL</b> AssemblageComplet				N° de dessin	H
				Format	A4
				Nb feuilles	1
				Feuille N°	1



## 303 Stainless Steel Unthreaded Through-Hole Crank Handle

with Revolving Grip and Straight Arm, 80 mm Long Handle

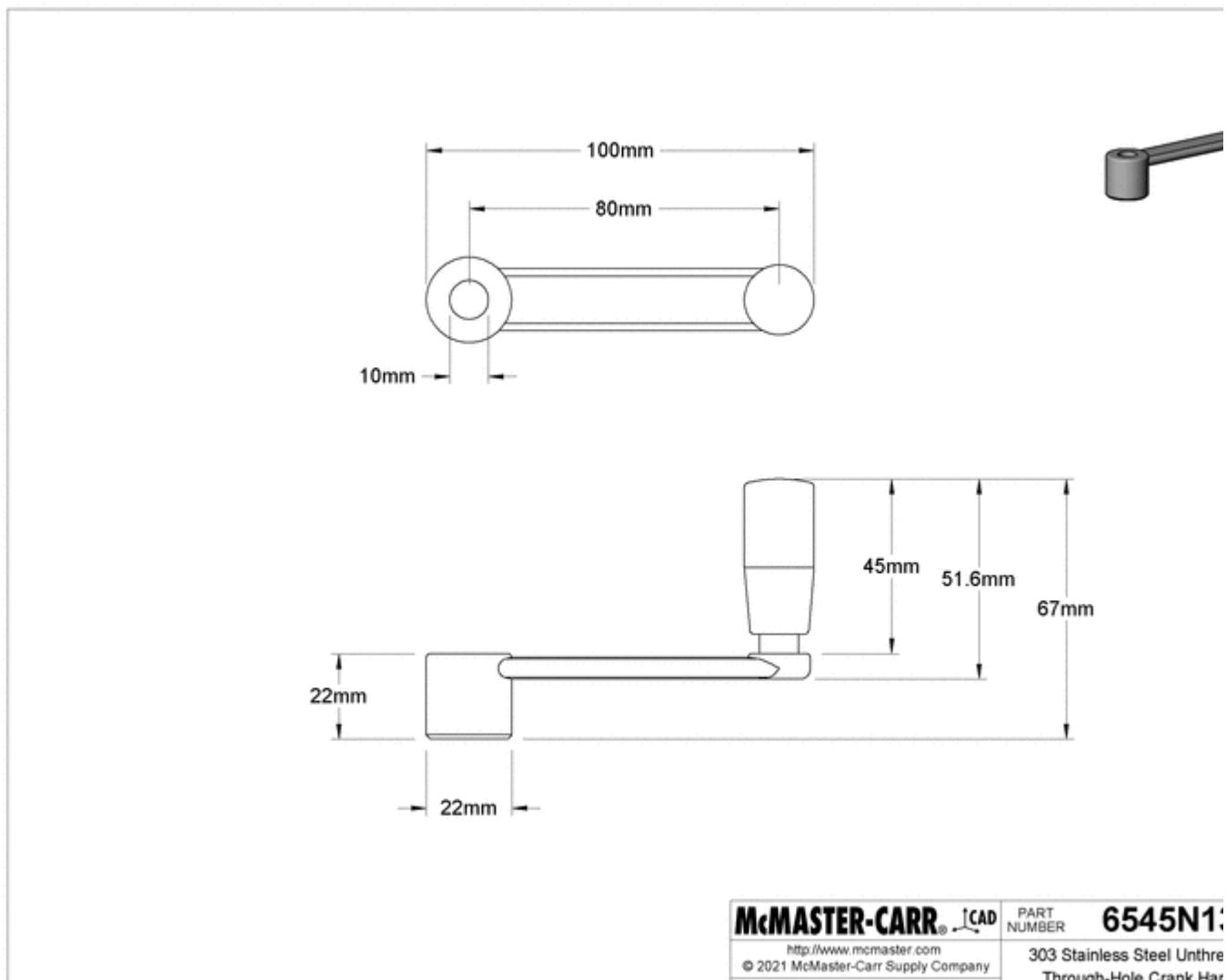
\$56.10 Each  
6545N13

System of Measurement	Metric
Mount Type	Unthreaded Through Hole
Grip Motion	Revolving
Arm Style	Straight
Material	304 Stainless Steel
Handle Length	80mm
Projection	67mm
Hub Projection	22mm
Hole Shape	Round
Hole Diameter	10mm
Grip	
Height	52mm
Material	Phenolic Plastic
Color	Black
Temperature Range	Not Rated to 230° F
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17 /2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	Germany
Schedule B	848790.0080
ECCN	EAR99

Round long shafts can pass through these handles for mounting versatility. Create custom threads or drill a hole in the side of the hub to secure with a set screw. Often used on cross-slide tables, these crank handles provide leverage to maximize force for turning and tightening.

All handles with a revolving grip have a free-spinning grip, making them easy to turn.

Stainless steel handles have excellent corrosion resistance, making them the best choice for harsh environments. They also have good chemical resistance.



The information in this 3-D model is provided for reference only.

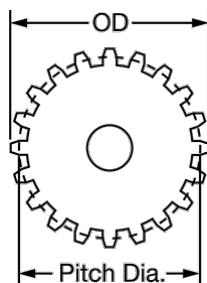
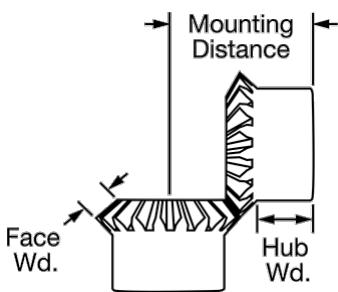
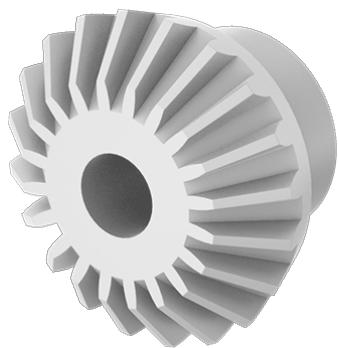
<b>McMASTER-CARR®</b>	CAD	PART NUMBER
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a>		<b>6545N13</b>
© 2021 McMaster-Carr Supply Company		303 Stainless Steel Unthre
Information in this drawing is provided for reference only.		Through-Hole Crank Har

# McMASTER-CARR®

## Plastic Miter Gear

1.5 Module, 20 Teeth, 7 mm Face Width

\$5.20 Each  
2810N4

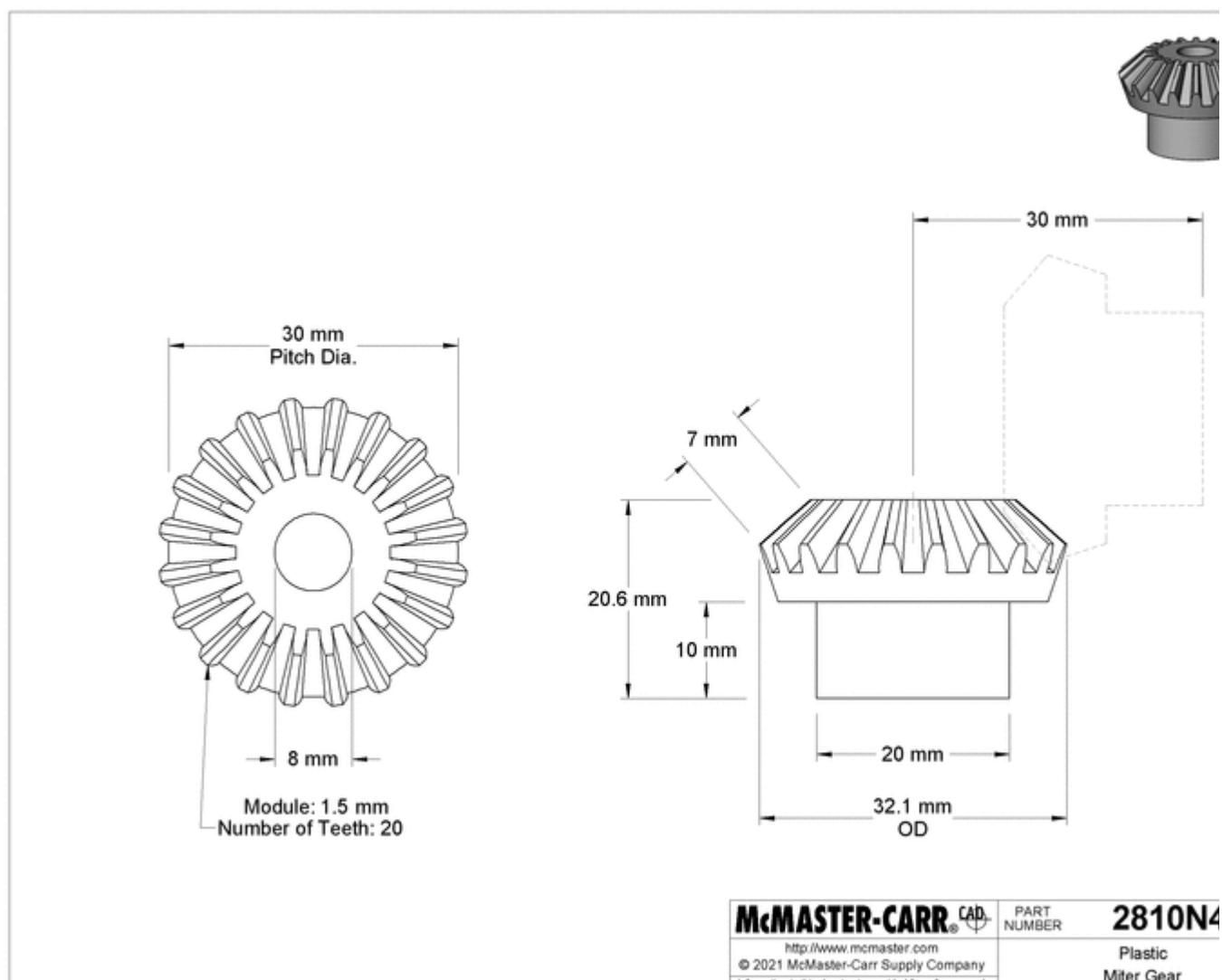


Gear Type	Miter
Component	Gear
System of Measurement	Metric
Bore Type	Round
Module	1.5
Speed Ratio	1:1
Number of Teeth	20
Pressure Angle	20°
Gear Pitch Diameter	30mm
OD	32.1 mm
Face Width	7 mm
Overall Width	20.6 mm
For Shaft Diameter	8 mm
Mounting Distance	30 mm
Material	Acetal Plastic
Fabrication	Molded
Color	White
Hub	
Diameter	20 mm
Width	10 mm
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	United States
USMCA Qualifying	No
Schedule B	848340.9000
ECCN	EAR99

Connect two shafts at a right angle without changing shaft speed or torque. Made of plastic, these gears run quieter than metal gears and have good corrosion and chemical resistance.

For two gears to mesh correctly, they must have the same pressure angle, pitch/module, and number of teeth.

Acetal gears absorb less moisture than nylon gears and are less prone to dimensional change. They're best suited for use in light duty applications such as prototyping.



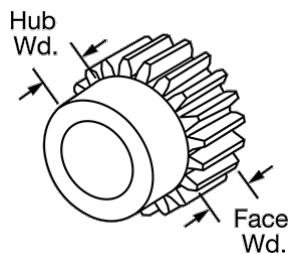
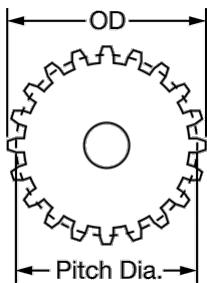
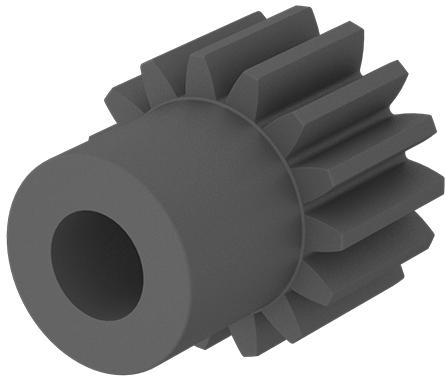
The information in this 3-D model is provided for reference only.

# McMASTER-CARR®

## 20 Degree Pressure Angle Plastic Gear

Round Bore, 1 Module, 15 Teeth, Nylon

\$14.72 Each  
2662N415



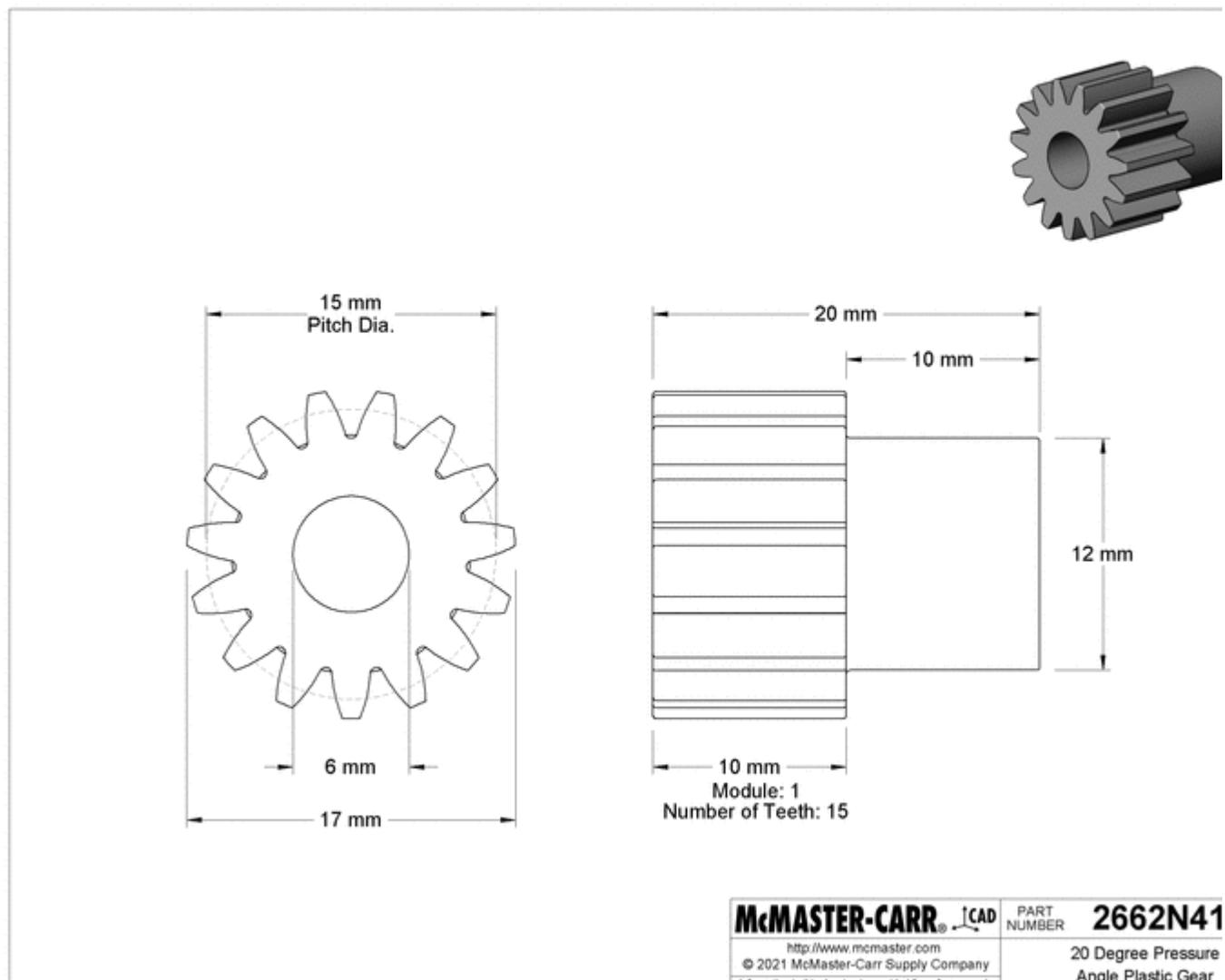
Gear Type	Spur
Pressure Angle	20°
Component	Gear
System of Measurement	Metric
Bore Type	Round
Module	1
Number of Teeth	15
Gear Pitch	15 mm
Diameter	
OD	17 mm
Face Width	10 mm
Overall Width	20 mm
For Shaft Diameter	6 mm
Material	Nylon Plastic
Fabrication	Machined
Color	Blue
Hub	
Diameter	12 mm
Width	10 mm
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	Japan
Schedule B	848390.9500
ECCN	EAR99

The current industry standard, these 20° pressure angle gears have thicker, stronger teeth than 14½° pressure angle gears. Made of plastic, they run quieter than metal gears and have good corrosion and chemical resistance. They're also known as spur gears.

Combine gears with different numbers of teeth to change speed and torque in your assembly. Combine a gear and rack to convert rotary motion into linear motion.

For components to mesh correctly, they must have the same pressure angle and pitch/module.

Nylon gears can be operated without lubrication, so they're commonly used in food-processing machines.



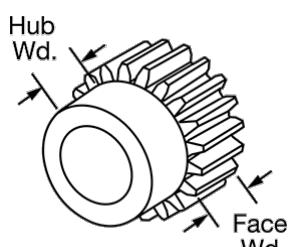
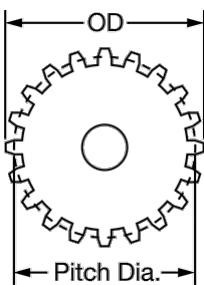
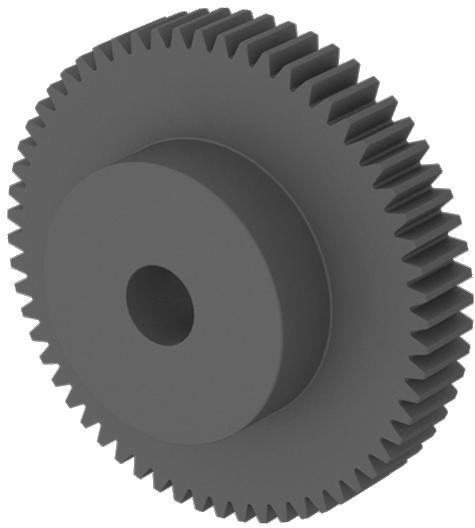
The information in this 3-D model is provided for reference only.

# McMASTER-CARR®

## 20 Degree Pressure Angle Plastic Gear

Round Bore, 1 Module, 60 Teeth, Nylon

\$40.20 Each  
2662N435



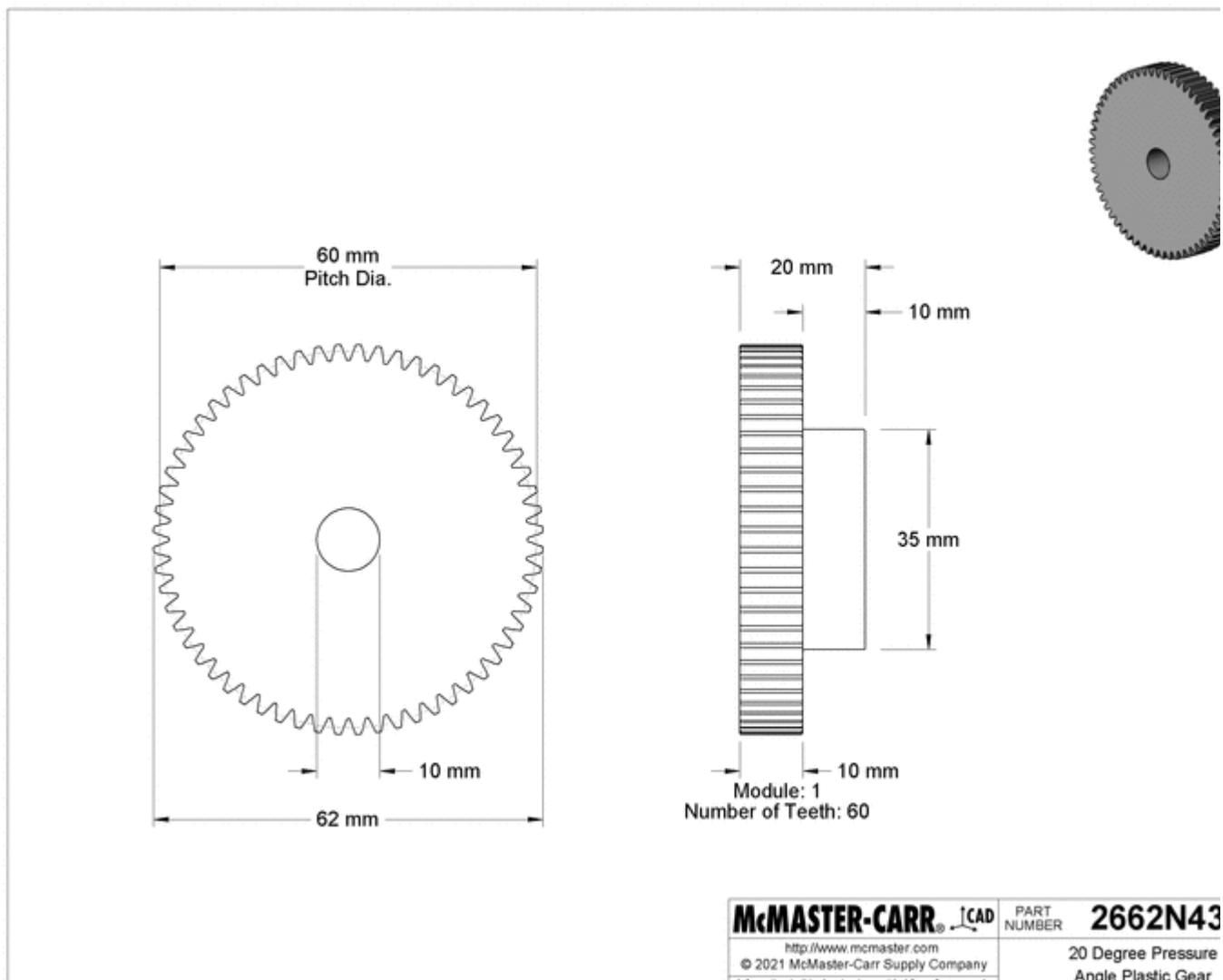
Gear Type	Spur
Pressure Angle	20°
Component	Gear
System of Measurement	Metric
Bore Type	Round
Module	1
Number of Teeth	60
Gear Pitch	60 mm
Diameter	
OD	62 mm
Face Width	10 mm
Overall Width	20 mm
For Shaft Diameter	10 mm
Material	Nylon Plastic
Fabrication	Machined
Color	Blue
Hub	
Diameter	35 mm
Width	10 mm
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	Japan
Schedule B	848390.9500
ECCN	EAR99

The current industry standard, these 20° pressure angle gears have thicker, stronger teeth than 14½° pressure angle gears. Made of plastic, they run quieter than metal gears and have good corrosion and chemical resistance. They're also known as spur gears.

Combine gears with different numbers of teeth to change speed and torque in your assembly. Combine a gear and rack to convert rotary motion into linear motion.

For components to mesh correctly, they must have the same pressure angle and pitch/module.

Nylon gears can be operated without lubrication, so they're commonly used in food-processing machines.



The information in this 3-D model is provided for reference only.

# MIGROS

Page d'accueil Maison & Equipements Cuisine Ustensiles & Accessoires de cuisine



**1.95**

M-Budget · Eplucheur

[Voir l'offre en ligne](#)

[Vérifier la disponibilité dans les magasins](#)



Plus de résultats de recherche

**1.95**

M-Budget  
Eplucheur



**6.95**

Cucina & Tavola  
Éplucheur à lame céramique



[Principales caractéristiques](#)

[Autres indications](#)

Marque & labels



M-Check

Longueur 11.3 cm

Largeur 6.5 cm

Matériau Acier inoxydable

Couleur Argenté

Conforme à un usage alimentaire Oui

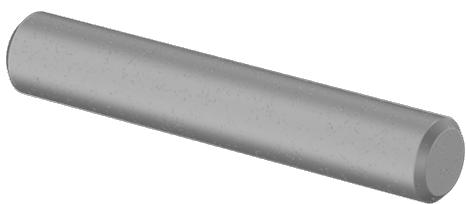
Convient pour lave-

Oui



## 316 Stainless Steel Dowel Pin

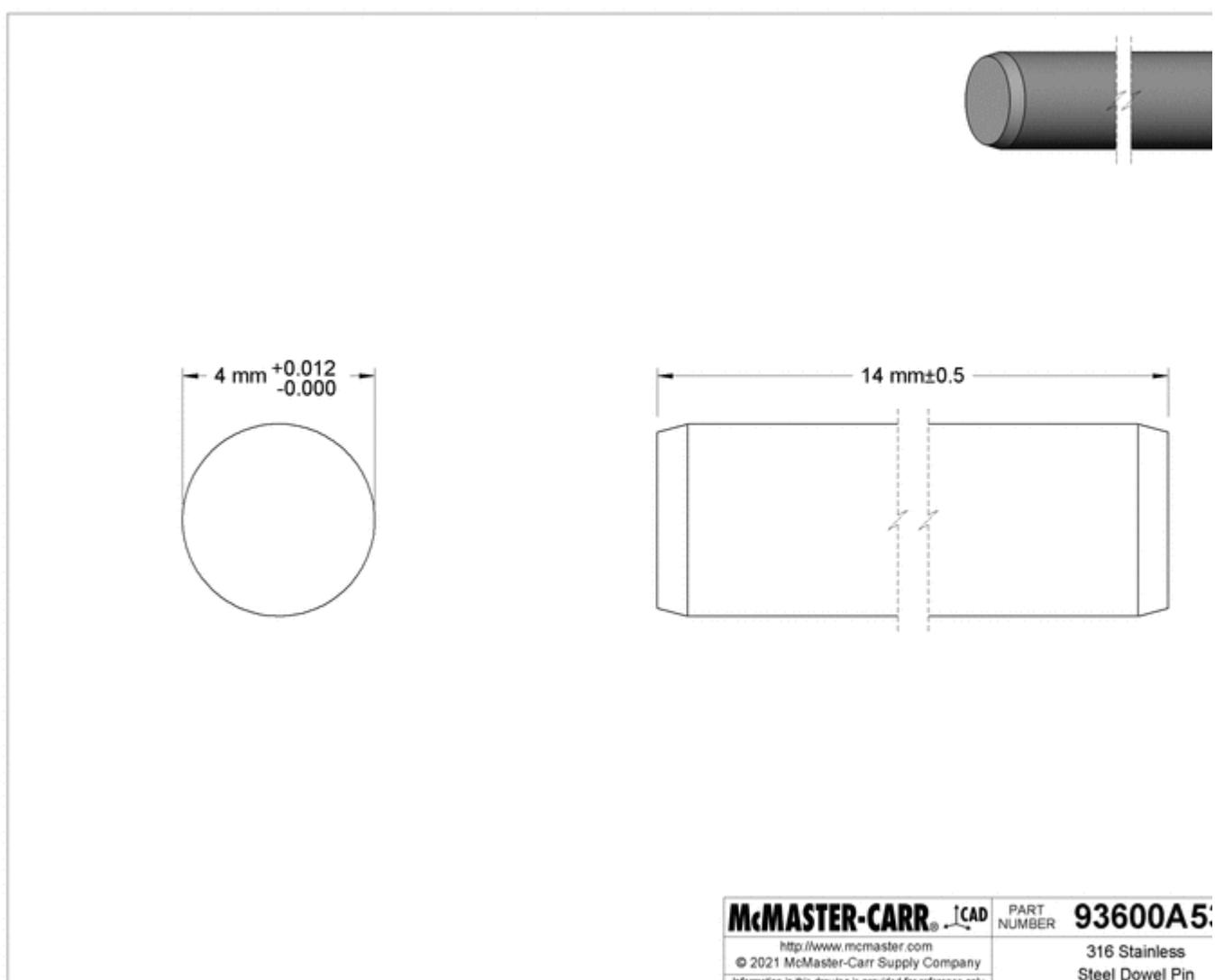
4 mm Diameter, 14 mm Long

\$7.85 per pack of 10  
93600A531

Pin Type	Dowel
End Type	Plain
Head Type	Plain
Shaft Type	Plain
End Shape	Chamfered
System of Measurement	Metric
Material	316 Stainless Steel
Length	14 mm
Diameter	4 mm
Diameter Tolerance	0 to 0.012 mm
Min. Hardness	Not Rated
Breaking Strength	Not Rated
Tolerance Rating	Standard
Specifications Met	ISO 2338-m6
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17/2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Not Specialty Metals Compliant
Country of Origin	Germany, India, or Taiwan
Schedule B	731829.0000
ECCN	EAR99

Use dowel pins as pivots, hinges, shafts, jigs, and fixtures to locate or hold parts. For a tight fit, your hole should be equal to or slightly smaller than the diameter shown. Breaking strength is measured as double shear, which is the force required to break a pin into three pieces.

Stainless steel pins are more corrosion resistant than steel pins. Stainless steel pins are precision ground except for 1/64" diameter pins. 316 stainless steel pins have the best corrosion resistance of our stainless steel pins. They may be mildly magnetic. Some pins meet material and dimensional standards set by ASME, Mil. Spec., DIN, or ISO. ISO 2338-m6 is functionally equivalent to DIN 7, but the ends are chamfered instead of rounded.

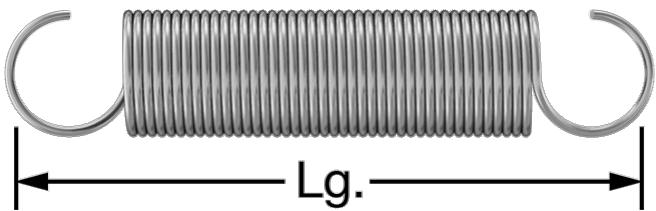


The information in this 3-D model is provided for reference only.



## Corrosion-Resistant Extension Springs with Hook Ends

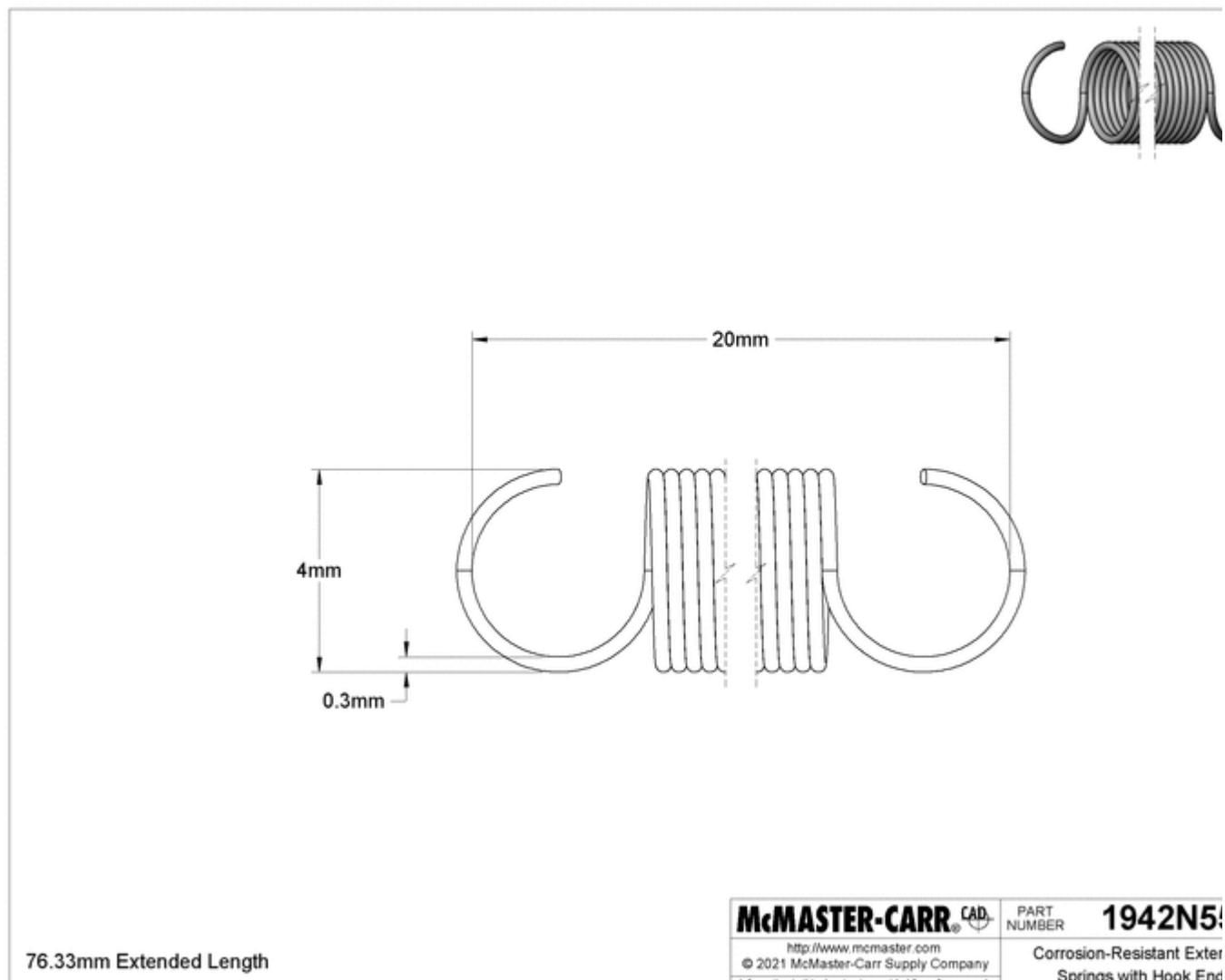
20 mm Long, 4 mm OD, 0.3 mm Wire Diameter

\$16.30 per pack of 3  
1942N55

Spring Type	Extension
System of Measurement	Metric
Length	20 mm
OD	4 mm
Wire Diameter	0.3 mm
Extended Length @ Maximum Load	76.33 mm
Load, lbs.	
Min.	0.06
Maximum	0.61
Spring Rate	0.009 lbs./mm
Material	316 Stainless Steel
End Type	Hook
OD Tolerance	Not Rated
Min. Load Tolerance	Not Rated
Spring Rate Tolerance	Not Rated
	RoHS 3
RoHS	(2015/863/EU) Compliant
REACH	Not Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	United States
USMCA Qualifying	No
Schedule B	732020.5000
ECCN	EAR99

Made of stainless steel, these springs are more corrosion resistant than steel springs. They're also easier to extend than steel springs. As you stretch an extension spring, it gets harder to pull. Minimum load is the amount of force required to start to extend the spring. Maximum load is the amount of force required to fully extend the spring. Spring rate is the amount of force required for every inch of extension or, for metric springs, millimeter of compression.

316 stainless steel springs have excellent corrosion resistance.



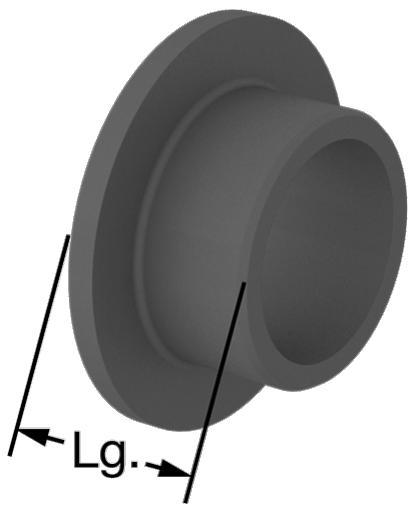
The information in this 3-D model is provided for reference only.

# McMASTER-CARR®

## Food Industry Dry-Running Sleeve Bearing

Acetal, for 8mm Shaft Diameter and 10mm Housing ID, 5.5mm Long

\$1.77 Each  
57785K314

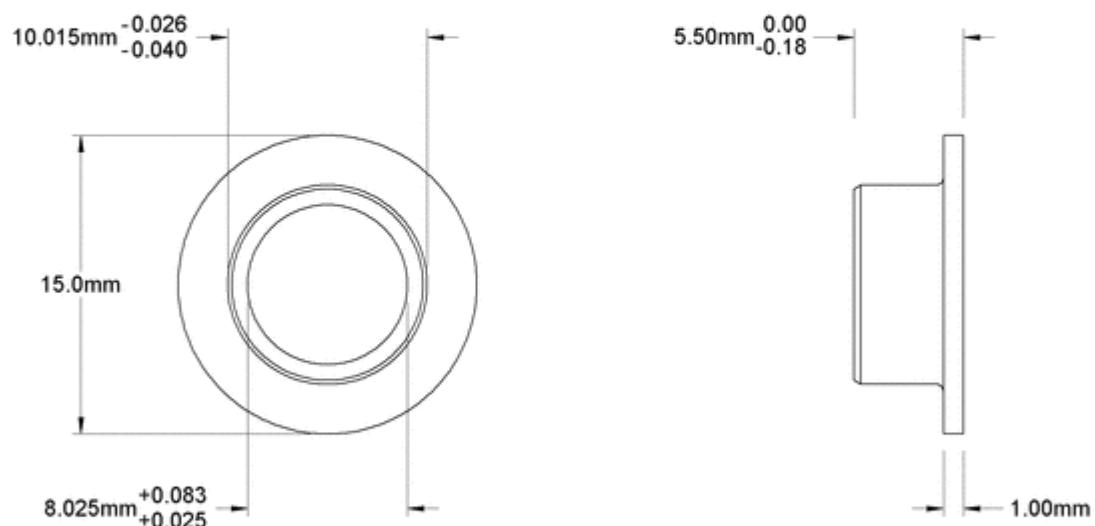


Bearing Type	Plain
Plain Bearing Type	Flanged
For Load Direction	Combined Radial and Thrust
Material	Acetal Plastic
For Shaft Diameter	8mm
ID	8.025mm
ID Tolerance	0.025mm to 0.083mm
For Housing ID	10mm
OD	10.015mm
OD Tolerance	-0.04mm to -0.026mm
Length	5.5mm
Length Tolerance	-0.18mm to 0mm
Flange OD	15mm
Flange Thickness	1mm
Dynamic Radial Load Capacity	60 lbs. @ 120 rpm
Dynamic Thrust Load Capacity	85 lbs. @ 120 rpm
Color	Blue
Lubrication	Not Required
For Shaft Type	Round
Shaft Mount Type	Slip Fit
Temperature Range	-50° to 190° F
Environment	Food Industry
Specifications Met	FDA Compliant 21 CFR 177.1520, FDA Compliant 21 CFR 177.1550, FDA Compliant 21 CFR 178.3297
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17/2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	Germany
Schedule B	848330.8090
ECCN	EAR99

Made of FDA listed materials for use in food applications, these bearings also withstand caustic and washdown environments.

Acetal bearings are FDA compliant for direct contact with food. They're commonly used on machines in food plants and manufacturing plants for packaging and healthcare equipment. These bearings are bright blue, so they're easy to spot in your line in case of breakage.

Note: Dynamic load capacity is the maximum load a bearing can withstand at a given shaft speed. If your application's load and speed requirements are below the values listed, the bearing will work.



For Housing ID: 10mm  
For Shaft Diameter: 8mm

**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>  
© 2022 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.

PART NUMBER **57785K3**

Food Industry Dry-Running Sleeve Bearir

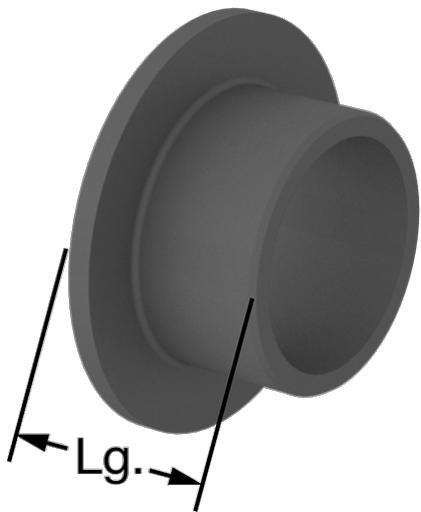
The information in this 3-D model is provided for reference only.

# McMASTER-CARR®

## Food Industry Dry-Running Sleeve Bearing

Acetal, for 10mm Shaft Diameter and 12mm Housing ID, 7mm Long

\$1.97 Each  
57785K318

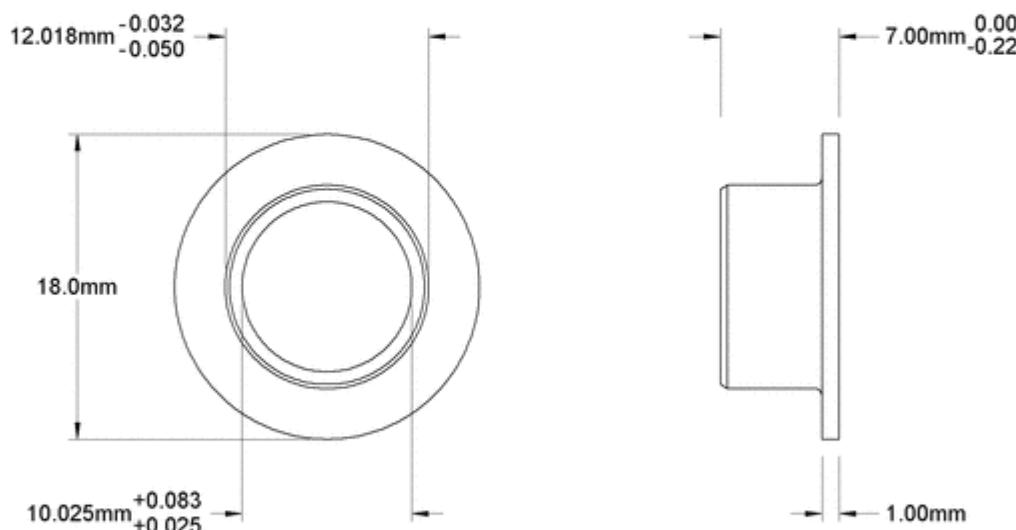


Bearing Type	Plain
Plain Bearing Type	Flanged
For Load Direction	Combined Radial and Thrust
Material	Acetal Plastic
For Shaft Diameter	10mm
ID	10.025mm
ID Tolerance	0.025mm to 0.083mm
For Housing ID	12mm
OD	12.018mm
OD Tolerance	-0.05mm to -0.032mm
Length	7mm
Length Tolerance	-0.22mm to 0mm
Flange OD	18mm
Flange Thickness	1mm
Dynamic Radial Load Capacity	75 lbs. @ 120 rpm
Dynamic Thrust Load Capacity	100 lbs. @ 120 rpm
Color	Blue
Lubrication	Not Required
For Shaft Type	Round
Shaft Mount Type	Slip Fit
Temperature Range	-50° to 190° F
Environment	Food Industry
Specifications Met	FDA Compliant 21 CFR 177.1520, FDA Compliant 21 CFR 177.1550, FDA Compliant 21 CFR 178.3297
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17/2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	Germany
Schedule B	848330.8090
ECCN	EAR99

Made of FDA listed materials for use in food applications, these bearings also withstand caustic and washdown environments.

Acetal bearings are FDA compliant for direct contact with food. They're commonly used on machines in food plants and manufacturing plants for packaging and healthcare equipment. These bearings are bright blue, so they're easy to spot in your line in case of breakage.

Note: Dynamic load capacity is the maximum load a bearing can withstand at a given shaft speed. If your application's load and speed requirements are below the values listed, the bearing will work.



For Housing ID: 12mm  
For Shaft Diameter: 10mm

**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>  
© 2022 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.

PART NUMBER **57785K3**

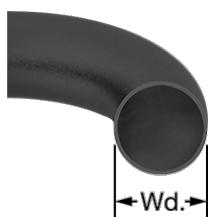
Food Industry Dry-Running Sleeve Bearir

The information in this 3-D model is provided for reference only.

# McMASTER-CARR®

## Oil-Resistant Buna-N O-Ring

3.55 mm Wide, 30 mm ID, 37.1 mm OD

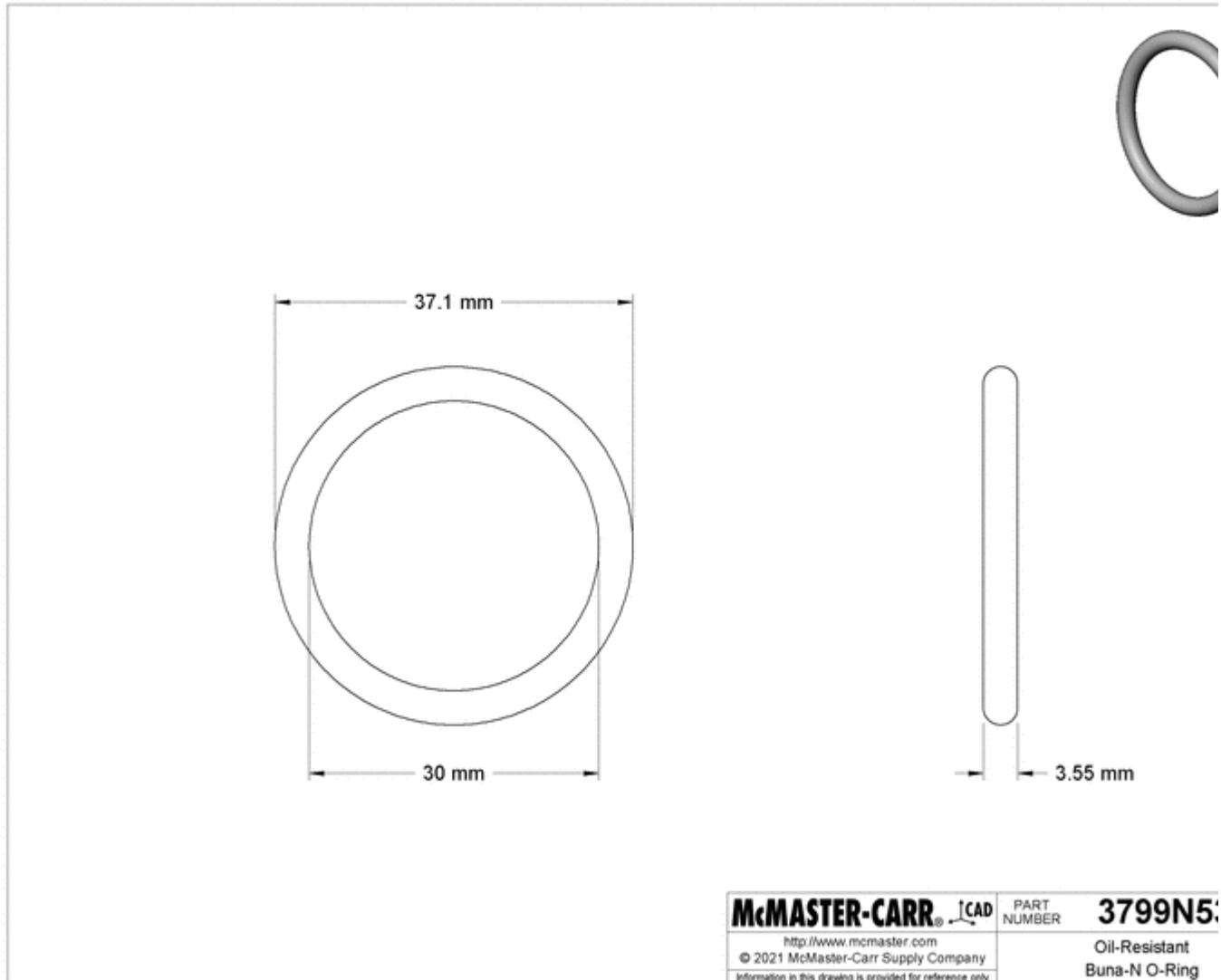


Material	Buna-N Rubber
Cross Section	Round
Shape	Round
Width	3.55 mm
ID	30 mm
OD	37.1 mm
Hardness	Durometer 70A (Medium)
For Use With	Acetic Acid Ammonia Ammonium Hydroxide Animal Oils Bases Boric Acid Butyl Alcohol Calcium Hydroxide Citric Acid Ethanol Ethylene Glycol Glycerin Grease Hydraulic Oils Isopropyl Alcohol Methanol Mineral Oils Motor Oil Petroleum Fluids Phosphoric Acid Potassium Hydroxide Sodium Bicarbonate Vegetable Oils Water
Specifications Met	DIN 3771, ISO 3601
Temperature Range	-40° to 250° F
Color	Black
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals COTS-Exempt
Country of Origin	Vietnam
Schedule B	401693.0000
ECCN	EAR99

Made of Buna-N, these O-rings resist grease, hydraulic oil, and motor oil—plus mild chemicals and water. However, Buna-N is not for use with brake fluid. These O-rings are

commonly used to create multidirectional seals between two parts in power transmission assemblies, hydraulic cylinders, and pneumatic cylinders. With a round profile, they resist compression and tearing to keep their shape over time, so they're reusable. All have shelf life, cure date, and a traceable lot number printed on the bag.

Metric O-rings are sized to the actual measured inside diameter. O-rings that meet DIN 3771 or ISO 3601 comply with international standards for O-ring dimensions.



The information in this 3-D model is provided for reference only.



## Rounded Machine Key

316 Stainless Steel, 2mm x 2mm, 20mm Long

\$10.91 per pack of 5  
2977N12

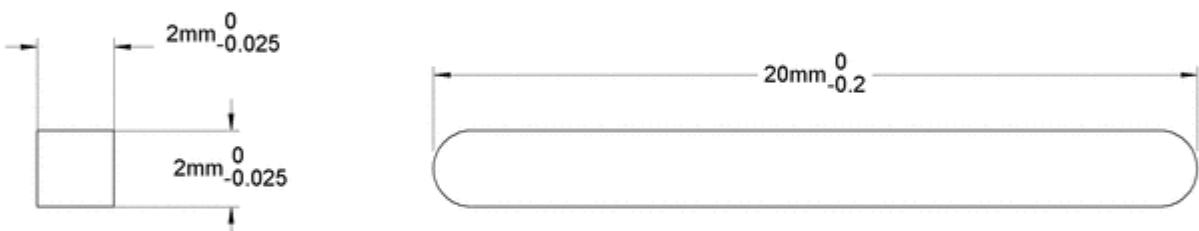


Key Type	Rounded
System of Measurement	Metric
Material	316 Stainless Steel
Height	2mm
Width	2mm
Length	20mm
Tolerance Rating	Undersized
Tolerance	
Height	-0.025mm to 0.000mm
Width	-0.025mm to 0.000mm
Length	-0.200mm to 0.000mm
Minimum Hardness	Not Rated
Specifications Met	DIN 6885
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17/2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals Compliant (252.225-7009)
Country of Origin	United States
USMCA Qualifying	No
Schedule B	731824.0000
ECCN	EAR99

When installed, these keys fill oval keyways completely, reducing stress on the key and shaft. Using them in a closed keyway keeps them from sliding along the shaft axis. The rounded ends make it easy to slide gears, hubs, and other components into place. These are also known as feather keys. Machine keys are often the same material and as hard or harder than the shaft and other components with which they are used. To use a key as a sacrificial part, choose a softer key that will shear off when parts are exposed to excessive force, preventing damage to expensive equipment.

316 stainless steel keys have excellent corrosion resistance, but aren't as strong as steel keys. They may be mildly magnetic. Slightly smaller than the size listed in the table, undersized keys are the choice when you need a slightly looser fit or when you have an inconsistent keyway. Use them when parts need to be taken apart frequently, such as for maintenance or prototyping.

Metric keys conform to DIN 6885 standards.



<b>McMASTER-CARR®</b>	CAD	PART NUMBER	<b>2977N1</b>
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a>	© 2021 McMaster-Carr Supply Company		
Information in this drawing is provided for reference only.			Rounded Machine Key

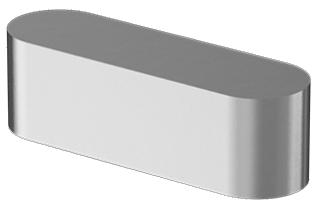
The information in this 3-D model is provided for reference only.



## Rounded Machine Key

316 Stainless Steel, 3mm x 3mm, 10mm Long

\$13.00 per pack of 5  
2977N13

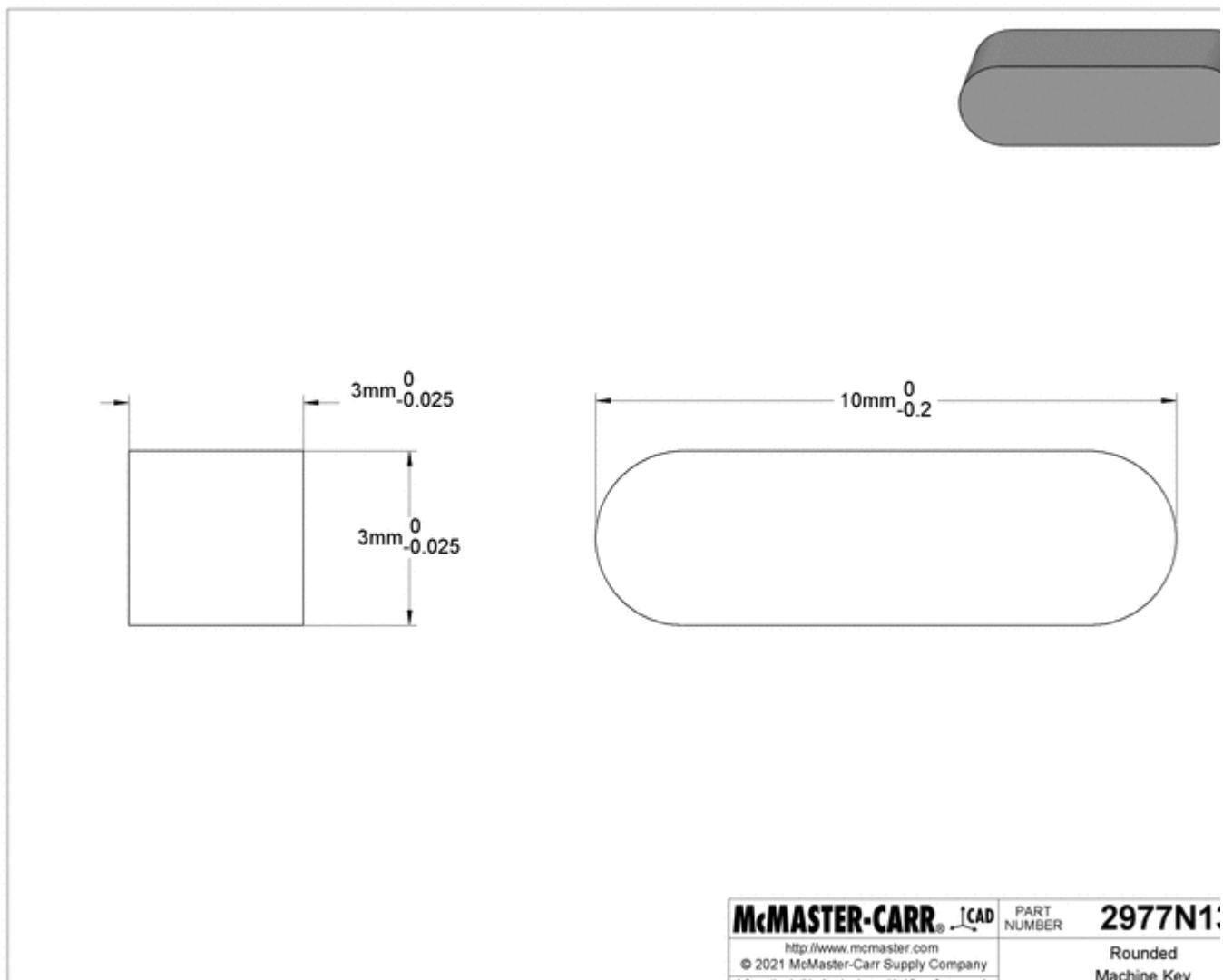


Key Type	Rounded
System of Measurement	Metric
Material	316 Stainless Steel
Height	3mm
Width	3mm
Length	10mm
Tolerance Rating	Undersized
Tolerance	
Height	-0.025mm to 0.000mm
Width	-0.025mm to 0.000mm
Length	-0.200mm to 0.000mm
Minimum Hardness	Not Rated
Specifications Met	DIN 6885
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17/2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals Compliant (252.225-7009)
Country of Origin	United States
USMCA Qualifying	No
Schedule B	731824.0000
ECCN	EAR99

When installed, these keys fill oval keyways completely, reducing stress on the key and shaft. Using them in a closed keyway keeps them from sliding along the shaft axis. The rounded ends make it easy to slide gears, hubs, and other components into place. These are also known as feather keys. Machine keys are often the same material and as hard or harder than the shaft and other components with which they are used. To use a key as a sacrificial part, choose a softer key that will shear off when parts are exposed to excessive force, preventing damage to expensive equipment.

316 stainless steel keys have excellent corrosion resistance, but aren't as strong as steel keys. They may be mildly magnetic. Slightly smaller than the size listed in the table, undersized keys are the choice when you need a slightly looser fit or when you have an inconsistent keyway. Use them when parts need to be taken apart frequently, such as for maintenance or prototyping.

Metric keys conform to DIN 6885 standards.

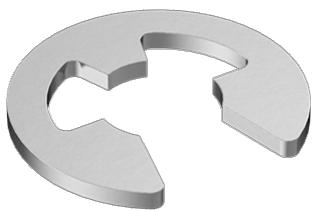


The information in this 3-D model is provided for reference only.



## Side-Mount External Retaining Ring for 8 mm - 11 mm OD, DIN 1.4122 Stainless Steel

\$9.76 per pack of 25  
98317A224

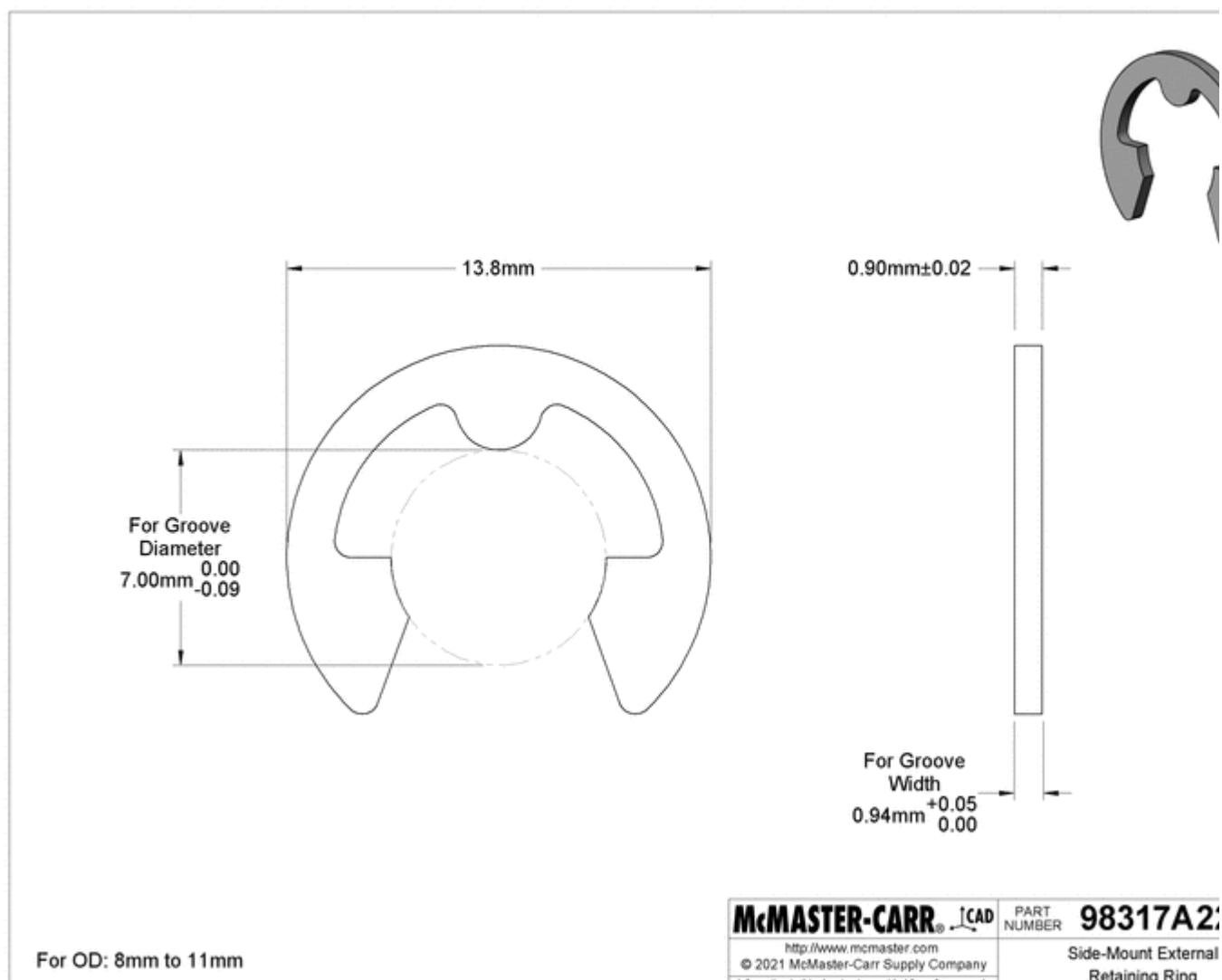


Retaining Ring Type	External
Retaining Ring Style	Side Mount
System of Measurement	Metric
Material	DIN 1.4122 Stainless Steel
Passivation	Passivated
For OD	8-11 mm
For Groove	
Diameter	7 mm
Diameter Tolerance	-0.09 to 0 mm
Width	0.94 mm
Width Tolerance	0 to 0.05 mm
Ring	
OD	13.8 mm
Thickness	0.9 mm
Thickness Tolerance	-0.02 to 0.02 mm
Min. Hardness	Rockwell C44
Thrust Load Capacity	400 lbs.
Magnetic Properties	Magnetic
Specifications Met	DIN 6799
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (01/17/2022, 223 SVHC) Compliant
DFARS	Specialty Metals Compliant (252.225-7009)
Country of Origin	United States
USMCA Qualifying	No
Schedule B	731824.0000
ECCN	EAR99

Also known as E-style rings, these rings have three prongs that make contact with the shaft and provide a wider shoulder than other external rings for a larger retaining surface. Use a [side-mount retaining ring tool](#) (sold separately) to push them into the groove from the side of the shaft. Ring OD is measured with the ring uninstalled.

DIN 1.4122 stainless steel rings withstand wear caused by abrasion, similar to 400 series stainless steel. Rings are passivated for added protection against corrosion.

Thrust load capacity, also known as PR, is based on using a shaft that is harder than the ring.

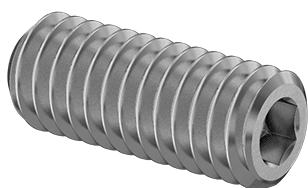


The information in this 3-D model is provided for reference only.



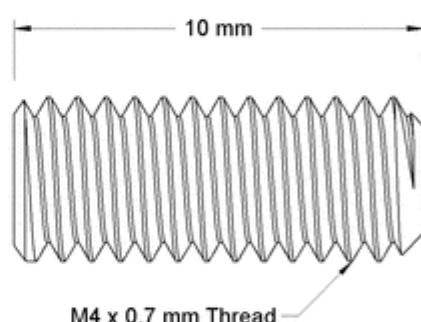
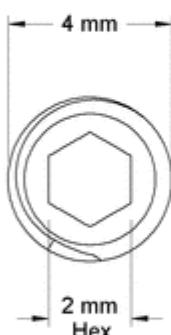
## Stainless Steel Flat-Tip Set Screw

Super-Corrosion-Resistant 316, M4 x 0.7 mm Thread, 10 mm Long

\$13.31 per pack of 50  
92605A528

Material	316 Stainless Steel
Thread Size	M4
Thread Pitch	0.7 mm
Length	10 mm
Drive Size	2 mm
Hardness	Rockwell B80
Specifications Met	DIN 913, ISO 4026
Thread Type	Metric
Thread Spacing	Coarse
Thread Fit	Class 6g
Thread Direction	Right Hand
Drive Style	Hex
Tip Type	Flat
Head Type	Headless
System of Measurement	Metric
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Not Specialty Metals Compliant
Country of Origin	Belgium, France, Germany, India, Indonesia, Italy, Japan, Malaysia, Peoples Republic Of China, Philippines, Poland, South Korea, Switzerland, Taiwan, Thailand, or Vietnam
Schedule B	731815.9000
ECCN	EAR99

These 316 stainless steel set screws have excellent chemical resistance and can be used in saltwater environments. The tip makes good contact on flat surfaces and allows you to make frequent adjustments with minimal surface damage. Length listed is the overall length.



<b>McMASTER-CARR®</b>	CAD	PART NUMBER	<b>92605A528</b>
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a>	© 2021 McMaster-Carr Supply Company		Stainless Steel
	Information in this drawing is provided for reference only.		Flat-Tip Set Screw

The information in this 3-D model is provided for reference only.



## 18-8 Stainless Steel Dowel Pin

5 mm Diameter, 10 mm Long

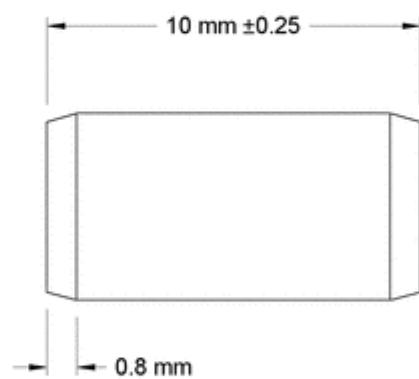
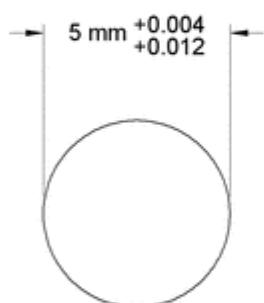
\$10.86 per pack of 25  
91585A510



Pin Type	Dowel
End Type	Plain
Head Type	Plain
Shaft Type	Plain
End Shape	Chamfered
System of Measurement	Metric
Material	18-8 Stainless Steel
Length	10 mm
Diameter	5 mm
Diameter Tolerance	0.004 to 0.012 mm
Min. Hardness	Not Rated
Breaking Strength	Not Rated
Tolerance Rating	Standard
Passivation	Passivated
Specifications Met	ISO 2338-m6
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Not Specialty Metals Compliant
Country of Origin	Belgium, France, Germany, India, Indonesia, Italy, Japan, Malaysia, Peoples Republic Of China, Philippines, Poland, South Korea, Switzerland, Taiwan, Thailand, or Vietnam
Schedule B	731829.0000
ECCN	EAR99

Use dowel pins as pivots, hinges, shafts, jigs, and fixtures to locate or hold parts. For a tight fit, your hole should be equal to or slightly smaller than the diameter shown. Breaking strength is measured as double shear, which is the force required to break a pin into three pieces.

Stainless steel pins are more corrosion resistant than steel pins. Pins that are passivated offer added protection against corrosion and oxidation. Stainless steel pins are precision ground except for 1/64" diameter pins. 18-8 stainless steel pins offer a balance of strength and corrosion resistance. They may be mildly magnetic. Some pins meet material and dimensional standards set by ASME, Mil. Spec., DIN, or ISO. ISO 2338-m6 is functionally equivalent to DIN 7, but the ends are chamfered instead of rounded.



<b>McMASTER-CARR®</b>	CAD	PART NUMBER	<b>91585A5</b>
<a href="http://www.mcmaster.com">http://www.mcmaster.com</a>	© 2021 McMaster-Carr Supply Company		18-8 Stainless Steel Dowel Pin
	Information in this drawing is provided for reference only.		

The information in this 3-D model is provided for reference only.



## 18-8 Stainless Steel Socket Head Screw

M6 x 1 mm Thread, 12 mm Long



\$9.84 per pack of 50  
91292A134

Head Type	Socket
Socket Head Profile	Standard
Drive Style	Hex
System of Measurement	Metric
Thread Direction	Right Hand
Thread Size	M6
Thread Pitch	1 mm
Thread Type	Metric
Thread Fit	Class 6g
Length	12 mm
Threading	Fully Threaded
Thread Spacing	Coarse
Head	
Diameter	10 mm
Height	6 mm
Drive Size	5 mm
Material	18-8 Stainless Steel
Tensile Strength	70,000 psi
Hardness	Not Rated
Specifications Met	DIN 912, ISO 4762
RoHS	RoHS 3 (2015/863/EU) Compliant
REACH	REACH (EC 1907/2006) (07/08/2021, 219 SVHC) Compliant
DFARS	Not Specialty Metals Compliant
Country of Origin	Belgium, France, Germany, India, Indonesia, Italy, Japan, Malaysia, Peoples Republic Of China, Philippines, Poland, South Korea, Switzerland, Taiwan, Thailand, or Vietnam
Schedule B	731815.9000
ECCN	EAR99

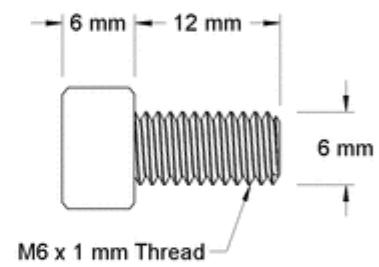
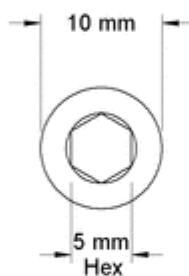
Made from 18-8 stainless steel, these screws have good chemical resistance and may be mildly magnetic. Length is measured from under the head.

Metric screws are also known as A2 stainless steel screws.

Coarse threads are the industry standard; choose these screws if you don't know the pitch or threads per inch.

Screws that meet ASME B1.1, ASME B18.3, ISO 21269, and ISO

4762 (formerly DIN 912) comply with standards for dimensions.



**McMASTER-CARR** CAD

<http://www.mcmaster.com>  
© 2021 McMaster-Carr Supply Company  
Information in this drawing is provided for reference only.

PART NUMBER **91292A1**

18-8 Stainless Steel  
Socket Head Screw

The information in this 3-D model is provided for reference only.

## 12 Annexes Physique

# Physique Construction Mécanique

Avril 2022

## Introduction :

Dans ce document, nous allons développer les points théoriques démontrant le bon fonctionnement pèle carotte que nous avons conçu, tant sur le point physique que mécanique.

## 1 Physique

### 1.1 Force pour peler la carotte

**Objectif :** Déterminer la force à appliquer pour découper la carotte (insertion et découpe). Afin de déterminer ces valeurs, nous avons mesuré empiriquement la force à l'aide d'une balance de cuisine.

**Valeurs expérimentales :** 5N en moyenne et pic à 10N lors la découpe.

#### 1.1.1 Force et vitesse angulaire fournies par un humain

**Objectif :** Déterminer la puissance que peut fournir l'utilisateur sans se fatiguer afin d'adapter l'ergonomie de l'appareil.

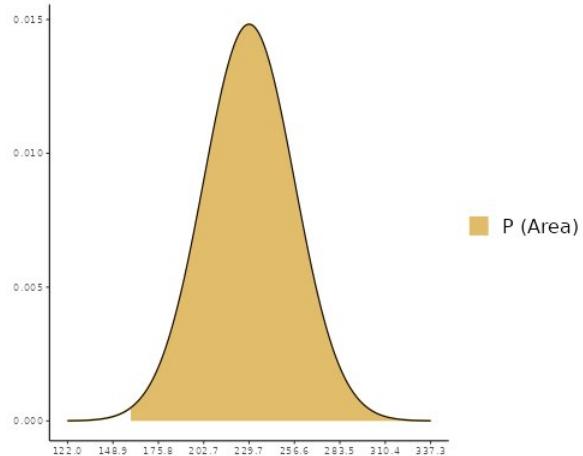
Après lecture de la littérature traitant de physiologie et d'ergonomie, nous avons pu compiler le tableau suivant.

**Distribution de Force [N] de la main d'Homme**

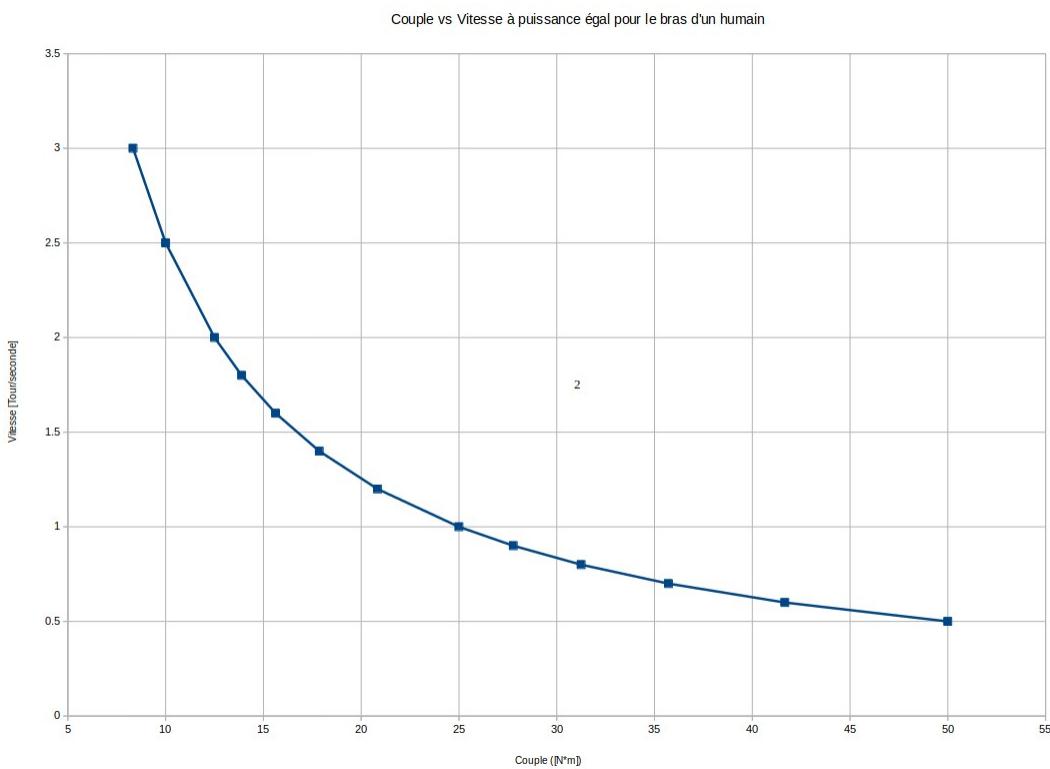
Input values	
Parameters	'Compute probability'
Mean = 229.65	x1 = 159.42
SD = 26.915	Mode: $P(X \geq x1)$

Results	
Probability	
$P = 0.995$	

^ Probabilité que la personne ai une force supérieur à 159.42[N] ce qui correspond on 0.1-ième percentile



nous avons la force maximum qu'une personne peut fournir. de là nous avons utilisé cette force et une étude de la NASA sur les capacités du corps humain pour obtenir une courbe à puissance constante tel que les gens ne se fatiguent pas.



Celle-ci montre que la quasi-totalité des adultes (homme et femme) sont en mesure de fournir une puissance de  $12.5 \pm 6.2$  [W].

## 1.2 Angle entraînement carotte (ratio avance/rotation)

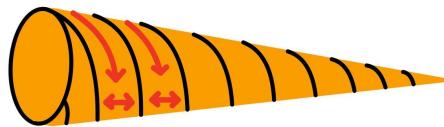
**Objectif :** Déterminer le ratio nécessaire pour une découpe entière et uniforme de la carotte.

Pour ce faire, il est nécessaire de déterminer la largeur moyenne des pelures (cf. les mesures en annexes du rapport sur la largeur des pelures).

$$L_{avance} = 5[\text{mm}]$$

Ensuite, il nous est nécessaire calculer le chemin parcouru par la lame autour de la carotte.

Nous ferons l'assumption que l'angle entre la roue et l'axe de la carotte est faible et que par conséquent la section de carotte est toujours circulaire.



la figure illustre l'effet de la largeur des pelures lors de d'une pelure hélicoïdale

$$L_{perimetreG} = 2 * \pi * R = 2 * \pi * 22.5[\text{mm}] = 141.37[\text{mm}]$$

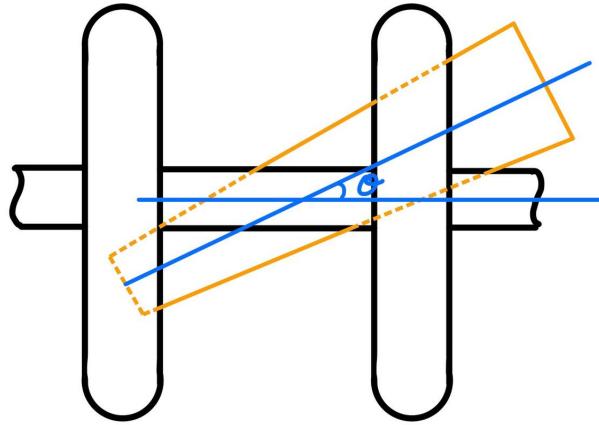
$$L_{perimetrep} = 2 * \pi * R = 2 * \pi * 10[\text{mm}] = 62.83[\text{mm}]$$

Afin d'éviter qu'une partie de la carotte ne soit pas pelée, il est nécessaire de baser ses calculs sur le pire des cas, soit le plus grand rayon.

De par ce choix, certaines zones des carottes de diamètre inférieur à 45mm seront parcourues deux fois par la lame. Cependant, après avoir réalisé des expériences sur ce sujet, nous avons pu conclure que la matière n'est pas retirée lors de la passe supplémentaire.

Il est donc nécessaire de calculer l'angle entre le rouleau et l'axe de la carotte pour garantir une avance le long du périmètre de 141.37 mm alors que l'avance longitudinale doit être de 5 mm.

Voici une figure qui illustre l'angle entre l'axe de la carotte et celui du rouleau :



En utilisant la trigonométrie, on obtient donc :

$$\theta = \arctan\left(\frac{L_{avance}}{L_{perimetrep}}\right) = \arctan\left(\frac{5[\text{mm}]}{141.37[\text{mm}]}\right) = 2.03^\circ$$

L'angle étant faible, il permet de vérifier l'hypothèse que nous avons effectuée plus tôt quant à la circularité des sections de carotte. Nous pouvons simplifier la pelure hélicoïdale de la carotte comme plusieurs pelures circulaires.

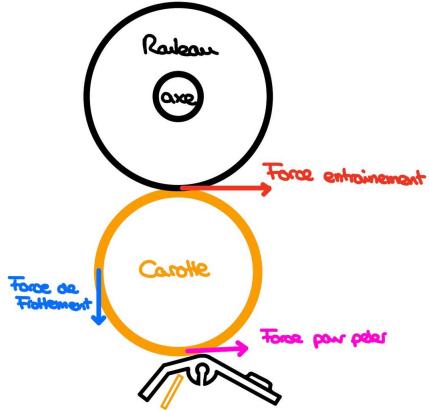
### 1.3 Force de Friction jointe torique/carotte (entraînement et risque de bloquage)

**Objectif :** Déterminer la valeur minimale de la friction entre la carotte et le rouleau (mu statique, caoutchouc, carotte afin de déterminer le meilleur matériau à utiliser).

Le rouleau doit être en mesure de transmettre un couple supérieur ou égal à celui nécessaire pour découper la carotte [10N] tout en compensant les force de friction de la carotte avec le châssis.

Celles-ci dépendant de la force normale appliquée sur la carotte ainsi que de la force nécessaire pour entraîner la carotte, nous nous retrouvons dans une impasse.

Afin de simplifier le problème, nous allons supposer que les pertes de friction avec le châssis sont négligeables devant la force nécessaire pour peler la carotte, il nous suffira d'ajouter une marge de sécurité, nous allons donc supposer que 20N doivent être transmis à la carotte.



La force transmise à la carotte dépendant des frottements entre la carotte et les joints toriques du rouleau supposerons que le coefficient de frottements statiques entre la carotte et un joint torique est plus important que celui entre une carotte et de l'acier. Ceci est confirmé par une mesure expérimentale des frottements statiques entre une carotte et un élastomère générique

$$\mu_d \approx 0.8$$

$$F_N = \frac{F_{tangential}}{\mu_{statique}} = \frac{20[N]}{0.8} = 25[N]$$

Nous pouvons donc conclure que le mécanisme ne risque pas de se bloquer ni de glisser.

## 1.4 Force normale appliquée par les ressorts

**Objectif :** Déterminer la constante de raideur des ressorts ainsi que la variation de force normale pour les différentes tailles de carotte possibles.

La force normale ayant été estimée dans le point précédent, nous avons donc dû sélectionner un ressort adapté en fonction de ce que propose le fournisseur. Le ressort est là pour ramener la partie inférieure du boîtier et ainsi avoir une force normale sur la carotte en plus de permettre au mécanisme de s'adapter aux irrégularités et forme de carotte. Le choix étant limité, la seule configuration acceptable trouvée contient huit ressorts avec les caractéristiques suivent :

**Propriétés du ressort :** (Données du fournisseur)

- **Longueur au repos :** 20.2 mm
- **Constante de raideur :**  $0.04 \text{ lbs.mm}^{-1} \Leftrightarrow 177.92 \text{ N.m}^{-1}$

Ainsi après un processus itératif nous avons fixer la distance minimale sur notre appareil à 35mm :

$$|F_R| = k * (l - l_0) = 177.92[\text{N.m}^{-1}] * (35 - 20) * 10^{-3}[\text{m}] = 2.66[\text{N}]$$

Cette force est la force minimale appliquée par un seul ressort, nos ressorts étant disposés en parallèle, les forces s'additionnent, ainsi :

$$F_T = 8 * F_R[\text{N}] = 21.35[\text{N}]$$

Pour la plus grosse carotte cette force atteint :

$$|F_T| = 8 * k * (l - l_0) = 8 * 177.92[\text{N.m}^{-1}] * (60 - 20) * 10^{-3}[\text{m}] = 56.6[\text{N}]$$

Nous pouvons constater que la force normale est généralement suffisante et que les régions de fonctionnement ou celle-ci est inférieure à la force nécessaire sont aussi celles où les frottements seront les plus faibles et donc inférieur au 10 [N] assumé précédemment.

## 1.5 Calcul des pertes dues à la frictions

**Objectif :** Déterminer les frottement maximum possible entre la carotte et le support dans le pire cas et ainsi limiter la gamme de matériaux utilisables pour la surface en contact avec la carotte en fonction des frottements entre les deux surfaces.

$$F_{\text{frottement}} = F_{\text{normal MAX}}[\text{N}] * \mu_{\text{PTFE}} = 56.6[\text{N}] * 0.182 = 10.31[\text{N}]$$

pour référence les frottement minimum s'élèvent à

$$F_{\text{frottement}} = F_{\text{normal MIN}}[\text{N}] * \mu_{\text{PTFE}} = 21.35[\text{N}] * 0.182 = 3.9[\text{N}]$$

L'assumption faite que la forces d'entraînement minimal de 21.35 N suffise tiens. La force d'entraînement maximal avec les frottement maximal fonctionne aussi.

à partir de ces donner nous pouvons faire le ration des force utile sur le total des forces et ainsi avoir le rendement (la vitesse de rotation étant la même, les puissance dépendente seulement des forces) :

le pire cas

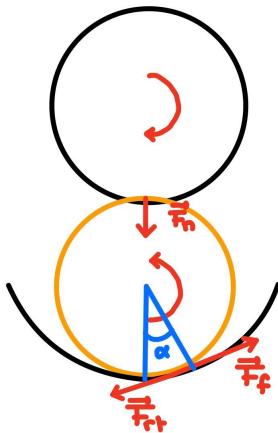
$$\eta = \frac{F_{\text{pelage}}[\text{N}]}{F_{\text{normal MAX}}[\text{N}] * \mu_{\text{POM}} + F_{\text{pelage}}[\text{N}]} * \eta_{\text{engrennages}} = \frac{5[\text{N}]}{15.31[\text{N}]} * 0.96 = 0.32$$

le meilleure cas

$$\eta = \frac{F_{\text{pelage}}[\text{N}]}{F_{\text{normal MAX}}[\text{N}] * \mu_{\text{POM}} + F_{\text{pelage}}[\text{N}]} * \eta_{\text{engrennages}} = \frac{5[\text{N}]}{8.9[\text{N}]} * 0.96 = 0.54$$

## 1.6 Stabilité de la carotte et garantie de la découpe ainsi que risque de blocage

**Objectif :** Garantir la stabilité de la carotte lors de la découpe, ainsi que la stabilité malgré les forces tangentielles appliquées.



### 1.6.1 Position de la lame

La lame est située environ trois millimètres au dessus du support de la carotte, la lame est capable de tourner afin de s'adapter aux légères inconsistances dans la taille de la carotte.

### 1.6.2 Calcul des forces appliquées

Nous avons donc trois forces s'appliquant sur notre carotte :

- Force Tangentielle de la roue :  $\vec{F}_T$
- Force Normale de réaction de la roue :  $\vec{F}_N$
- Les forces de frottements :  $\vec{F}_F$

Ainsi :

$$\begin{aligned} F_T &= \mu_{CarotteElastomere} * F_N \\ F_F &= \mu_{CarottePOM} * F_N * \cos(\alpha) \\ P &= -m * g \\ F_N &= -F_{Ressorts} = k * r \end{aligned}$$

D'après la seconde loi de Newton, à l'équilibre :

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = 0$$

$$F_T = F_F \Rightarrow \mu_{CarottePOM} * F_N * \cos(\alpha) = F_N * \sin(\alpha)$$

$$\alpha = \arctan(\mu_{Carotte/POM}) = 12.33^\circ$$

Ainsi la hauteur de déviation s'exprime :

$$h_{DEV} = R_R(1 - \cos(\alpha)) = 40 * 10^{-3}(1 - \cos(12.33)) = 9.23 * 10^{-4}[m] < 3 * 10^{-3} = h_{LAME}$$

### 1.6.3 Conclusion

Cette déviation est plus faible en réalité, les ressorts s'adaptant et n'appliquant pas des forces uniquement perpendiculaire à la force tangentielle.

Étant plus faible que la hauteur de la lame, l'influence sur la découpe sera minime. De plus pour ce qui est du blocage, il n'y a pas de risque le système pouvant glisser si il devait être bloqué mais comme démontré dans les sections précédentes, cela ne devrait pas arriver dans le cas d'une utilisation normale.

## 2 Engrenages et systèmes de transmission

### 2.1 Exigences rotation engrenages

**Objectif :** Définir la taille de la manivelle et ratios d'engrenages a partir des la force nécessaire pour peler tout en restant confortable pour l'utilisateur

Dans le but de garantir un fonctionnement facile à tous les utilisateurs il est nécessaire tenir compte de la force et la vitesse à laquelle un humain peut tourner une manivelle confortablement. De plus il est nécessaire de minimiser la durée d'actionnement pour peler une carotte afin que la tâche ne soit pas épuisante ou pénible.

Après consultation de la littérature, nous en sommes venus à la conclusion que la majorité des adultes (hommes et femmes) peuvent confortablement appliquer une force entre 10 et 20 Newton autour un cercle de rayon compris entre 100 mm et 200 mm à une vitesse d'environ 1 tour/s.

À partir de ces données nous pouvons calculer la puissance pouvant être développée celle-ci est donnée par :

$$P = R * F * \omega$$

Où :

- $R$  est le rayon de la manivelle
- $F$  la force tangentielle appliquée par l'utilisateur
- $\omega$  est la vitesse angulaire de la manivelle

et est comprise entre 12.5 W ± 6.2 W

Nous pouvons donc calculer l'énergie nécessaire pour peler une carotte en considérant la largeur moyenne de la pelure ainsi que la surface de la carotte et la force nécessaire pour la peler.

$$E = \frac{S}{l} * F_{pelure}$$

Où :

- $S$  est la surface extérieure de la carotte
- $F_{pelure}$  est la force nécessaire pour peler la carotte
- $l$  est la largeur de la pelure

Pour la plus petite carotte cette énergie est de 12.56 J Pour la plus grande carotte cette énergie est de 28.27 J

Nous pouvons estimer le temps nécessaire pour couper une carotte comme étant compris entre 1 et 3 secondes selon la taille de la carotte. Mais les pertes vont rallonger ce temps. ainsi en prenant en compte l'efficacité nous avons un temps comprise entre 2 et 9 secondes.

Le temps de coupe étant fixé et connaissant le couple nécessaire pour peler une carotte nous pouvons déterminer la vitesse de rotation optimale de la carotte (diamètre moyen de la carotte, puissance moyenne fournie par l'utilisateur)

$$\omega = \frac{P}{F * l} = \frac{12.5W}{5N * 0.0325m} = 76.9rad/s = 12.2tour/s$$

Sachant que le plus gros rapport d'engrenages disponible à un prix raisonnable est de 1:4 et que le ratio entre les diamètre de la carotte et du rouleau est d'environ 1:1 (l'encombrement d'un rouleau apportant un ratio légèrement meilleur n'est pas justifié), L'utilisateur devra tourner la manivelle à 3 tours par seconde. Or nous savons que celui-ci n'est capable que de 1 tours par seconde ce qui triple le temps nécessaire et limite la puissance maximale qu'il est possible d'extraire de l'utilisateur .

Ceci triple le temps moyen nécessaire pour peler une carotte mais en moyenne celui-ci reste encore raisonnable même avec le mauvais rendement et ne justifie pas de rajouter un étage d'engrenage (un de nos objectifs principaux et d'avoir un objet compact et léger).

La force que l'utilisateur doit appliquer sur la manivelle est donnée par la formule suivante:

$$F_T = K * \eta * F_A * \frac{L}{R}$$

Où:

- $F_T$  est la force de l'utilisateur
- $K = 4$  est le ratio des engrenages

- $\eta = 0.98$  est le rendement de la transmission entre engrenages
- $F_T$  est la force totale appliquée
- $L$  est la longueur de la manivelle
- $R$  est le rayon du rouleau

Via l'application numérique, nous pouvons constater qu'avec le diamètre de manivelle choisi (qui est compris dans les 100-200mm assumés précédemment) la force est de X Newton qui est égale à la force qu'un humain peut fournir confortablement.

### 2.1.1 Module des roues dentées

**Objectif :** Calculer le module minimal des roues dentées afin que celles-ci résistent aux contraintes appliquées par la réaction de la carotte

Premièrement il est nécessaire de déterminer la force tangentielle maximum sur la roue dentée au rayon le plus faible.

Le rayon de notre rouleau est de 17 mm.

Le rayon primitif de la plus petite roue est de 7 mm, la force tangentielle maximale sur le rouleau est de 20[N] (10N pour la carotte + une marge pour les pertes).

les pertes dues aux engrenages sont considérées comme négligeables et seront donc ignorées ici.

En se basant sur les données de la section 2.1.1 nous pouvons obtenir le couple sur l'axe du rouleau :

$$C_R = F_T * R_R = 20[N] * 0.017[m] = 0.34[Nm]$$

De là on peut poser la force tangentielle sur la petite roue dentée car elle ne change pas le couple:

$$F_{TD} = \frac{C_R}{R_D} = \frac{0.34[Nm]}{0.007[m]} = 48.6[N]$$

en appliquant la formule suivante qui indique si le module est suffisant

$$m \geq 2.34 * \sqrt{\frac{T}{k * \sigma_{pe}}}$$

avec :

- $T$  = Force tangentielle = 48.6 [N]
- $k$  = longueur de la dent \* surface de la dent (module) = 10[mm]\*1
- $\sigma_{pe}$  = résistance du nylon = 30 [MPa]

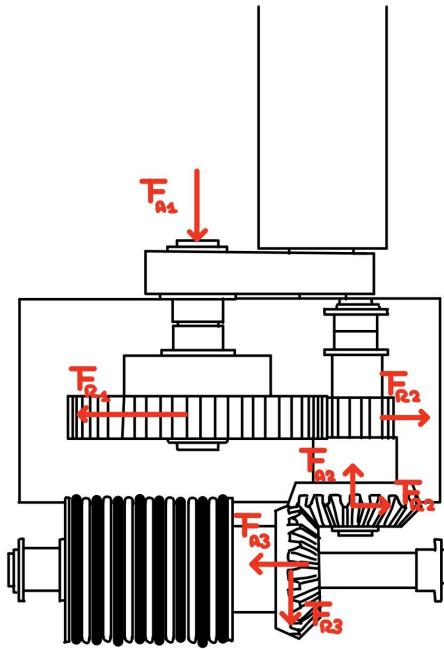
$$m \geq 2.34 * \sqrt{\frac{48.6[N]}{10 * 30[MPa]}} = 0.941$$

cette valeur est la même pour la grande roue dentée car les forces tangentielle, matériaux et largeurs de dents sont identiques. Ainsi le module de nos dents doit être de 1 au minimum

Pour ce qui est du module des dents des engrenages coniques, il fonctionne aussi car il ont une force tangentielle plus faible du fait de leurs rayon plus grand et de la plus grande largeur de dents que la petite roue dentée.

### 2.1.2 Force appliquée sur les axes

**Objectif :** Trouver les forces axiales et radiales s'appliquant sur les axes afin d'adapter les spécifications des roulements et des circlips.



Comme vu précédemment, nous savons que la force tangentielle appliquée au niveau du rouleau est de 20N. ainsi nous pouvons calculer le couple sur chaque axe et donc la force tangentiel au niveau des engrenages. de la nous pouvons projeter la parts des forces qui s'applique radialement ou axialement grâce à l'angle de pression des dents et l'angle de 45° des roues coniques.

les pertes dues aux engrenages sont considéré comme négligeable et seront donc ignoré ici.

#### Données numériques :

- $R_R$ , Rayon du rouleau = 17mm
- $R_C$  Rayon moyen roues coniques = 15mm
- $R_D$  Rayon petite roue droite = 7mm
- $R_{GD}$  Rayon grande roue droite = 30mm
- $F_T$  Force tangentielle appliquée par le rouleau = 20N
- $\alpha$  angle de pression des dents = 20°
- $\beta$  angle des roues coniques = 45°

En se basant sur les données de la section 2.1.1 nous pouvons obtenir le couple sur l'axe du rouleau :

$$C_R = F_T * R_R = 20[N] * 0.017[m] = 0.34[Nm]$$

De là on peut poser la force tangentielle sur les roues:

$$F_{TC} = \frac{C_R}{R_C} = \frac{0.34[Nm]}{0.015[m]} = 22.7[N]$$

$$F_{TD} = \frac{C_R}{R_D} = \frac{0.34[Nm]}{0.007[m]} = 48.7[N]$$

la force tangentielle sur la petite et la grande roues sont les mêmes

$$F_{TGD} = F_{TD} = 48.7[N]$$

Ainsi nous pouvons projeter ces forces avec les angles de pression:

- $F_{R1} = F_{TGD} * \sin(\alpha) = 48.7[N] * \sin(20) = 16.7[N]$
- $F_{R2A} = F_{TD} * \sin(\alpha) = 48.7[N] * \sin(20) = 16.7[N]$
- $F_{R2B} = F_{TC} * \sin(\alpha) * \sin(\beta) = 22.7 * \sin(20) * \sin(45) = 4[N]$
- $F_{R3} = F_{TC} * \sin(\alpha) * \sin(\beta) = 22.7 * \sin(20) * \sin(45) = 4[N]$
- $F_{A2} = F_{TC} * \sin(\alpha) * \sin(\beta) = 22.7 * \sin(20) * \sin(45) = 4[N]$
- $F_{A3} = F_{TC} * \sin(\alpha) * \sin(\beta) = 22.7 * \sin(20) * \sin(45) = 4[N]$

Ainsi nous pouvons sommer ces forces et vérifier qu'elles sont inférieures aux valeurs maximum admissibles pour les paliers lisses et les circlips :

#### Données du fabricant :

- Palier lisse de 8mm

**Dynamic Radial Load Capacity** 60lbs. @ 120rpm = 266.88[N]

**Dynamic Thrust Load Capacity** 85lbs. @ 120rpm = 378.08[N]

- Palier lisse de 10mm

**Dynamic Radial Load Capacity** 75lbs. @ 120rpm = 333.5[N]

**Dynamic Thrust Load Capacity** 100lbs. @ 120rpm = 444.8[N]

La résistance des circlips étant supérieur à celle des paliers lisses ils nous suffit de vérifier les paliers lisses.

#### Vérification des forces sur les axes :

##### Radial Load Capacity

- $F_{R1} = 16.7[N] < 333.5[N]$
- $F_{R2} = F_{R2A} + F_{R2B} = 33.3[N] < 266.88[N]$
- $F_{R3} = 4[N] < 266.88[N]$

##### Dynamic Thrust Load Capacity

- $F_{A1}$  = Force appliquée par l'utilisateur < 444.8[N]
- $F_{A2} = 4[N] < 333.5[N]$
- $F_{A3} = 4[N] < 333.5[N]$

la résistance des segments d'arrêt est de l'ordre 6200 N. la résistance des axes étant au moins égale à la résistance des segments d'arrêt (car ceux-ci prennent en compte la résistance de l'axe) il y a donc pas de risque de torsion de l'axe

**Conclusion** Les paliers lisses et les circlips peuvent donc largement soutenir les forces auxquelles ils sont soumis.

### 3 Dimensionnement des éléments d'assemblage

#### 3.1 Vis

**Objectif :** Déterminer la taille de vis nécessaire à un assemblage stable en évitant le desserrage.

Nous avons décidé de limiter le nombre de vis différentes pour simplifier l'assemblage. De plus la limite de taille de vis arbitraire du cahier des charges impose un diamètre minimal M4 qui est nettement supérieur à ce qui est nécessaire. Nous allons donc prouver que la résistance de la vis M6 est suffisante. Nous avons choisi cette taille de vis afin de faciliter l'assemblage, en plus d'offrir une grande surface sous la tête de vis pour limiter la compression des alliages légers et éviter l'utilisation de rondelle.

##### 3.1.1 Longueur d'implantation

La longueur d'implantation minimum est de 6mm, cette longueur est suffisante car les vis ne subissent aucune contrainte et servent uniquement à l'assemblage.

##### 3.1.2 Force maximale supportée

Nous avons choisi des vis ayant pour classe de qualité 4.6 ainsi leur résistance élastique est de 240MPa nous pouvons considérer la surface de prise comme la surface d'un cylindre de rayon de 6 mm:

$$S = 2 * \pi * r * h = 1.1309 * 10^{-4} [m^2]$$

Ainsi la force maximale que la vis peut supporter en régime élastique

$$F_{MAX} = P_{MAX} * S = 2.4 * 10^8 * 1.1309 * 10^{-4} = 27 * 10^3 [N]$$

La vis peut donc supporter une force bien supérieure à celles qu'elle peut rencontrer lors de l'utilisation de notre machine, notamment les chutes.

#### 3.2 Goupilles

**Objectif :** Déterminer que le dimensionnement et les caractéristiques des goupilles utilisées sont suffisantes pour l'utilisation faite dans le projet.

##### 3.2.1 Force maximale supportée

Notre goupille est faite en acier inoxydable ( $R_e = 225 [MPa] \Rightarrow R_{eg} = 117.5 [MPa]$ ).

Ainsi nous pouvons déterminer la force maximale supportée dans la condition  $\tau = R_{eg}$

$$F_{MAX} = A * R_{eg}$$

Nous supposons que la section cisaillée correspond à l'aire extérieure de notre goupille ( $r = 2.5 [mm]$   $h = 10 [mm]$ )

Ainsi :

$$A = 2 * \pi * r * h = 1.57 * 10^{-4} [m^2]$$

$$F_{MAX} = 117.5 * 10^6 * 1.57 * 10^{-4} = 18.5 * 10^3 [N]$$

Nos goupilles supportent donc des forces de 18.5 kN en cisaillement ce qui est largement supérieur à celles qu'elles pourraient rencontrer dans une utilisation normale de l'appareil.

Les composants en rapport avec les axes sont vérifiés dans la section précédente.

## 13 ANNEXE

### 13.1 Mesure expérimentale de la largeur minimale des pelures :

**Objectif :** Déterminer la longueur des pelures de carottes, pour garantir que la carotte soit pelée entièrement.

Pour atteindre cet objectif, il faut tout d'abord prendre en compte la liste des facteurs influençant la taille des pelures.

**Facteurs :**

- Diamètre de la carotte, selon la taille de la carotte (petite, moyenne, ou grande).
- La longueur de la carotte.
- Le type de coupe, c'est-à-dire de manière longitudinale ou hélicoïdale.

D'autres facteurs influencent également l'expérience, mais nous avons fait le choix de considérer tout autre facteur comme bruit.

**Design de l'expérience :**

Protocole : 3 personnes se sont relayées de manière aléatoire, pour éplucher des carottes à l'aide d'une lame d'éplucheur, conforme au cahier des charges. Ces 3 personnes ont mesuré, puis trié, et enfin épluché une dizaine de carottes, achetées dans un supermarché, afin de déterminer la taille des pelures.



Les carottes ont donc été réparti dans 3 classes :

	<b>Petite carotte</b>	<b>Moyenne carotte</b>	<b>Grande carotte</b>
<b>Carottes</b>	1-5	5-8	9-11
<b>Pourcentage</b>	45	27.5	27.5

Avec comme paramètre suivants :

<b>Numéro</b>	<b>Diamètre Max (en mm)</b>	<b>Diamètre Min (en mm)</b>	<b>Longueur (en mm)</b>
<b>1</b>	32	25	148
<b>2</b>	28	18	145
<b>3</b>	33	20	130
<b>4</b>	32	16	110

<b>5</b>	34	21	115
<b>Diam Moyen Groupe petit</b>	31.8	20	129.6
<b>6</b>	30	19	125
<b>7</b>	28	21	122
<b>8</b>	21	18	163
<b>Diam Moyen Groupe Moyen</b>	26.33	19.33	136.67
<b>9</b>	24	18	84
<b>10</b>	26	20	98
<b>11</b>	22	20	80
<b>Diam Moyen Groupe grand</b>	24	19.33	87.33

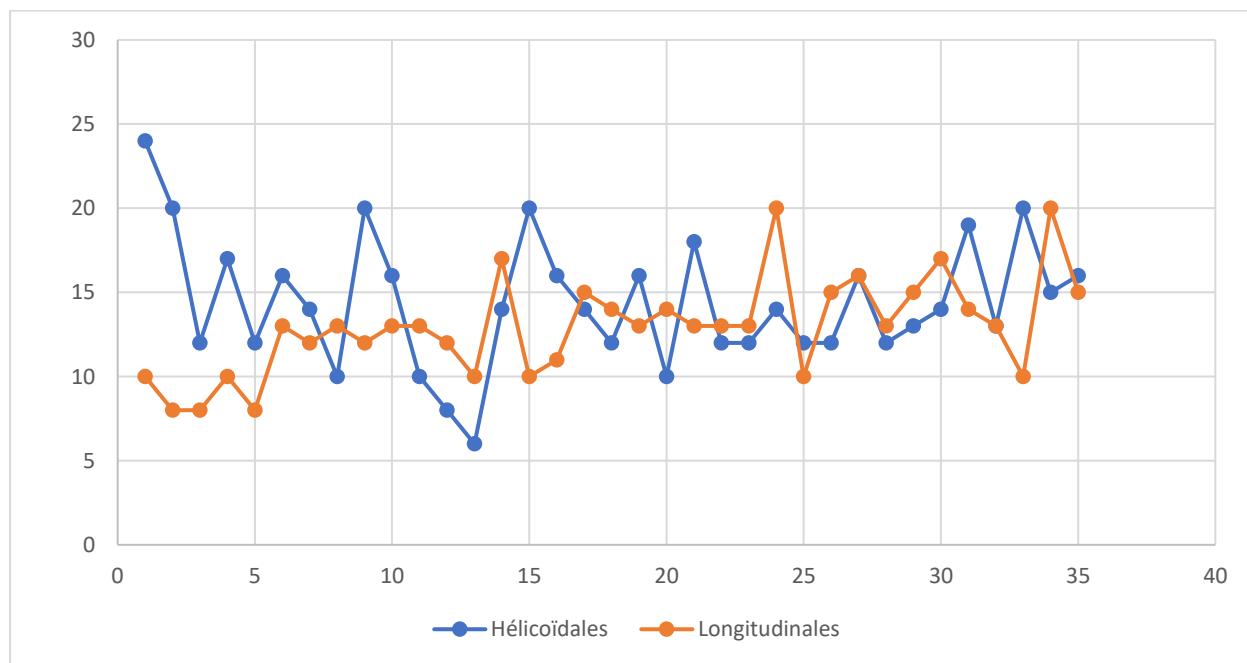
### 13.1.1 Résultats de l'expérience :

Largeurs de Pelures		Pelure Hélicoïdale (en mm)		Pelure Longitudinale (en mm)	
	Petite carotte	Max	Min	Max	Min
	24	7		10	8
	20	10		8	6
	12	6		8	8
	17	11		10	6
	12	9		8	6
	16	9			
<b>Moyenne</b>	16.83	8.67		8.8	6.8
<b>Écart type</b>	4.26	1.7		0.98	0.98
		Hélicoïdale (en mm)		Longitudinale (en mm)	
Moyenne carotte	Max	Min		Max	Min
	14	6		13	11
	10	4		12	9
	20	10		13	9
	16	8		12	10
	10	6		13	6
	8	6		13	10
	6	4		12	6
	12			10	5
<b>Moyenne</b>	12	6.29		12.25	8.25
<b>Écart type</b>	4.54	1.98		0.97	2.11

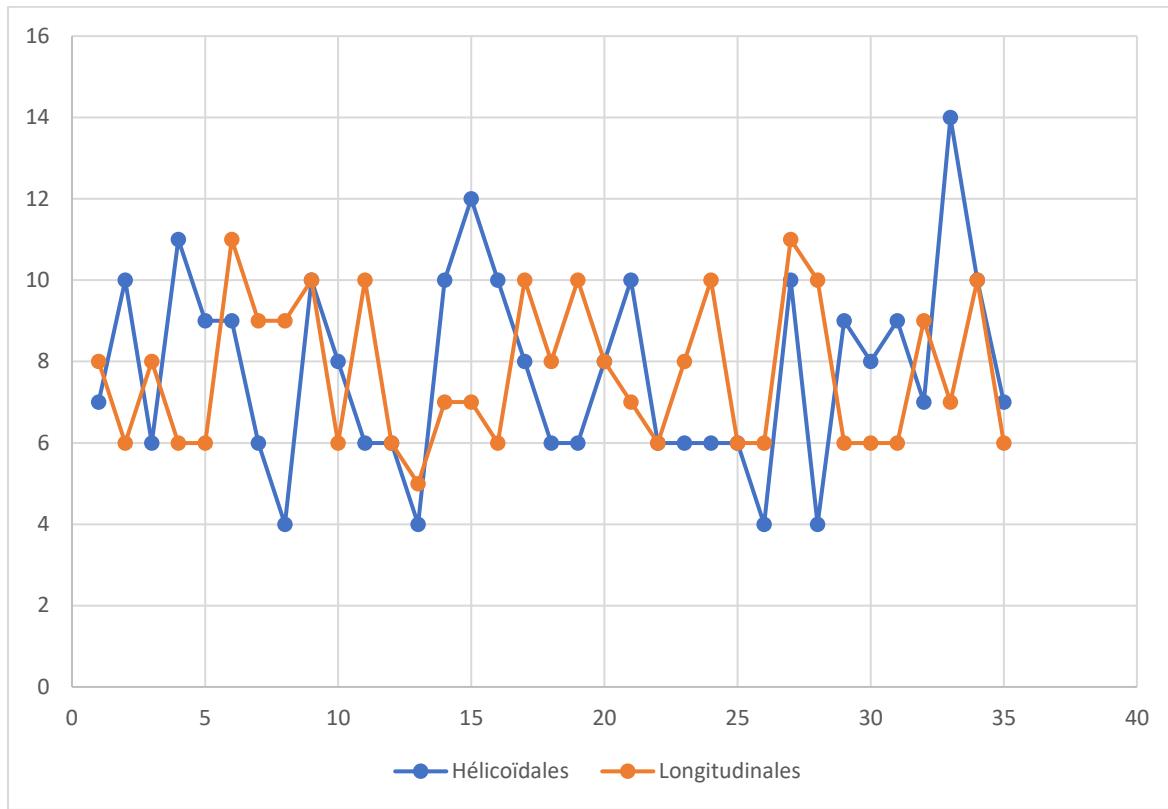
	Hélicoïdale (en mm)		Longitudinale (en mm)	
Grande carotte	Max	Min	Max	Min
Grande carotte	14	10	17	7
	20	12	10	7
	16	10	11	6
	14	8	15	10
	12	6	14	8
	16	6	13	10
	10	8	14	8
	18	10	13	7
	12	6	13	6
	12	6	13	8
	14	6	20	10
	12	6	10	6
	12	4	15	6
	16	10	16	11
	12	4	13	10
	13	9	15	6
	14	8	17	6
	19	9	14	6
Moyenne	14.55	8	14.06	7.67
Écart type	2.74	2.45	2.44	1.73

(le nombre d'échantillon reflète le nombre de pelure que chaque carotte a fourni)

Graphique représentant la taille des pelures, en millimètres, en fonction du diamètre maximal des carottes, en millimètres.



Graphique représentant la taille des pelures, en millimètres, en fonction du diamètre minimal des carottes, en millimètres.



### 13.1.2 Analyse des Résultats :

On observe que, pour les petites carottes, la taille des pelures varie en moyenne de 7 mm à 16 mm, avec un écart type assez important, lorsqu'elles sont pelées de manière hélicoïdale. Cette observation est également valable pour les moyennes et grandes carottes, qui, lorsqu'elles sont coupées de manière hélicoïdale, ont une taille de pelure variant entre 6 et 12 mm, et 8 et 15 mm respectivement.

Les pelures, obtenues de manière longitudinale, sont comprises en moyenne entre 7 et 9 mm pour les petites carottes, entre 8 et 12 mm, pour les moyennes, et entre 7 et 14 mm pour les grandes. L'écart type est assez satisfaisant dans l'ensemble, étant inférieur à 1 pour la plupart des cas.

Les résultats montrent qu'éplucher de manière hélicoïdale est plus efficace que de manière longitudinale. En revanche, il y a une plus grande variation des tailles si l'on épluche hélicoïdalement que longitudinalement. Ceci peut s'expliquer par le fait que les 3 candidats sont plus habitués à éplucher des carottes de manière longitudinale.

En ce qui concerne le graphique, représentant la taille des pelures, en millimètres, en fonction du diamètre maximal des carottes, en millimètres, on remarque une légère différence entre les coupes longitudinales et hélicoïdales.

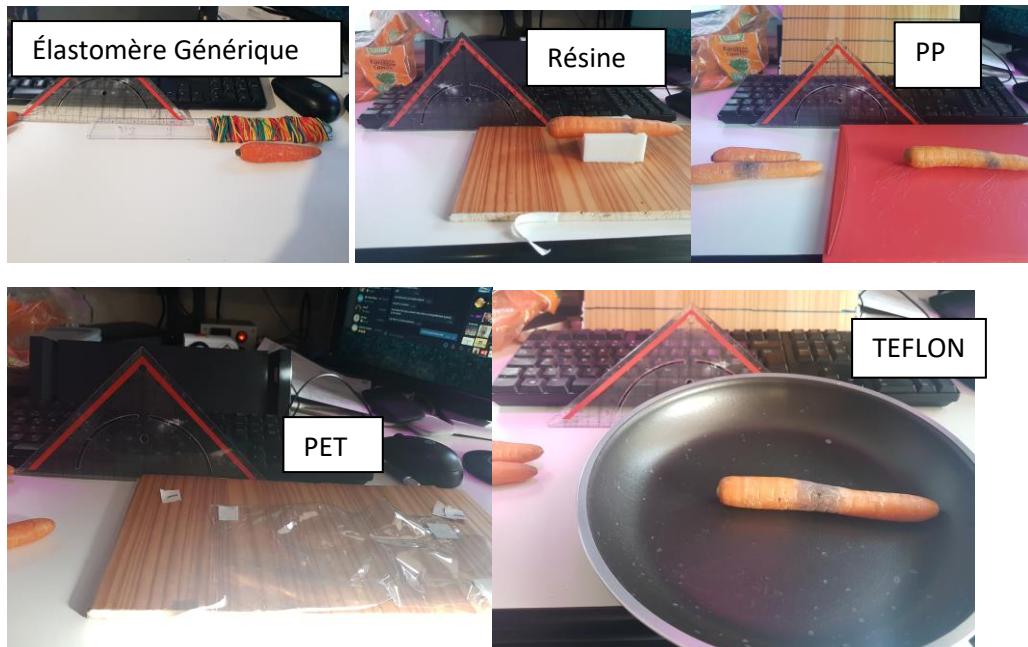
### Conclusion :

Avec une valeur moyenne de 11.1 [mm] et une déviation standard de 4.6[mm] et en posant la longueur critique des pelures à 5mm, on garantit à l'utilisateur qu'au moins 99.36% de la surface d'une carotte soit épluchée.

### 13.2 Mesure expérimentale du mu entre la carotte et différents matériaux

**Objectif :** Déterminer le coefficient de friction entre une carotte et différents matériaux.

**Méthodologie :** Un plan à inclinaison variable fut utilisé pour déterminer l'angle de décrochage et ainsi avoir le coefficient de friction.



Voici les résultats de nos mesures sur 3 carottes avec d'abord l'angle de décrochage puis le mu qui en résulte.

Carotte VS	Résine	PP	Teflon	PET	Gomme	gomme Mouillée
Essaie 1	45	35	12	30	55	45
Essaie 2	35	30	10	35	50	35
Essaie 3	40	35	15	30	55	40
Angle de décrochage Moyen	40	33.33333	12.33333	31.66667	53.33333	40
Mu moyen ( $\arctan(\alpha)$ )	0.8391	0.65771	0.218645	0.616809	1.343233	0.8

**Conclusion :**

Nous avons ainsi obtenu une approximation du coefficient de friction entre la carotte et différents matériaux dans le but de faciliter le dimensionnement de ceux-ci.

## 14 Bibliographie

*Cutting forces in foods : experimental measurements*, Tim Brown, Stephen J. James, Graham L. Purnell, 20 spetembre 2004, Journal of Food Engineering

HUMAN PERFORMANCE CAPABILITIES, NASA,  
[https://msis.jsc.nasa.gov/sections/section04.htm#\\_4.9\\_STRENGTH](https://msis.jsc.nasa.gov/sections/section04.htm#_4.9_STRENGTH)