

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Filière : Construction Mécanique



Master Académique en Construction Mécanique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté par : MOSTEGHANEMI Abdelhak

Intitulé du Sujet

**Conception d'une arracheuse ramasseuse de pomme de terre  
(CMA Sidi Bel Abbes )**

Soutenu en 22/09/2019, devant le jury composé de :

M <sup>r</sup> KERBOUA Bachir	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
M <sup>r</sup> HAMZA CHERIF Sidimohamed	MCA	Univ. Tlemcen	Encadreur
M <sup>r</sup> GUEZZEN Samir	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur 1
M <sup>r</sup> BOURDIM Abdelghafour	Professeur	Univ. Tlemcen	Examineur 2

Année Universitaire 2018-2019

# Remerciements

*En premier lieu, je tiens à remercier Dieu qui m'a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*J'exprime toute ma reconnaissance à Mr. KERBOUA Bachir qui m'a fait un très grand honneur en acceptant de présider le jury.*

*Je tiens à remercier les membres du jury Mr. BOURDIM Abdelghafour et*

*Mr. GUEZZEN Samir d'avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Je présente également à cette occasion mes chaleureux remerciements à mon encadreur Mr. HAMZA CHRIF Sidi Mohamed pour l'aide honorable et infatigable qu'il a apporté, en acceptant de superviser et de suivre mon travail, par des conseils et des précieuses orientations.*

*J'ai l'honneur de remercier toute l'équipe de l'entreprise construction des matériaux agricoles (CMA) de Sidi Bel Abbas notamment le directeur technique Mr. DAOUDI BOUDAOUUD le chef de bureau d'étude, Mr. BAKIR YAHIA et les ingénieurs Mr. KADDOURI YAHIA Mr. TEFIANI OTHMAN et Mr. MOKADEM MUSTAPHA pour leur soutien et surtout leur confiance.*

# *Dédicace*

*J'ai l'intention de rendre hommage à mes parents pour l'indéfectible et le soutien tout le long de ma formation, et toute la gratitude, l'appréciation des enseignants qu'ils ont donnée dans mon éducation.*

*Ainsi qu'à:*

*-Mon entourage familial (la famille MOSTEGHANEMI et BEKHTI).*

*-Mes chers frères ABDELHAFID, ABDELATIFF pour leur grand amour et leur soutien, qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.*

*- Mes chers amis: ALI, MOHAMED et REDA.*

*Toute la promotion de master en construction mécanique 2018/2019.*

*Et à tous qui me sont chères et me portent dans leurs cœurs.*

*ABDELHAK MOSTEGHANEMI*

## **Tableau des matières**

Remerciements..	I
Dédicaces.....	II
Sommaire.....	III
Liste des abréviations.....	VII
Liste des Figures.....	X
Liste des tableaux.....	XIII
Résumé.....	XIV

I.1. Introduction générale.....	1
---------------------------------	---

## **Chapitre I**

### **Analyse fonctionnelle et solution technologiques**

I.2. Introduction.....	3
I.3. Enonce fonctionnel du besoin .....	3
I.4. Contrôle de validité.....	4
I.5. Préfaisabilité du projet .....	5
I.6. Schéma technologiques .....	6
I.7. Schéma cinématique .....	8
I.8. Système de transmission .....	9
I.9. Conclusion .....	19

# Chapitre II

## Dimensionnement des éléments

II.1. Introduction.....	20
II.2. Diabolo.....	20
II.3. Pelleteuse de pomme de terre .....	22
II.3.1. Types et caractéristiques des pelles de creusage traditionnelles .....	22
II.3.2. Structure et caractéristiques de la nouvelle pelle de creusage .....	23
II.4. Situations actuelles de la théorie et de la méthode de conception .....	25
II.4.1. Conception de la lame .....	25
II.4.1.1 Pour plus de précision.....	27
II.4.2. Calcul des parties de pelle .....	27
II.4.3. Sélection de la vis .....	30
II.5. Premiers séparateurs .....	31
II.5.1. Le séparateur de type tige .....	31
II.5.2. Séparateur d'exigences de conception.....	31
II.5.3. Dimensions du séparateur .....	33
a. Largeur de premier séparateur Etau à came à serrage rapide.....	33
b. La longueur de premier séparateur .....	33
c. Détermination de la vitesse de premier séparateur .....	35
d. Détermination d'angle d'inclinaison de soc .....	36
II.6. Deuxième convoyeur .....	37
II.6.1. Les dimensions de deuxième convoyeur .....	37
a. Largeur de convoyeur .....	39
b. Longueur de convoyeur .....	39
c. Vitesse de deuxième convoyeur .....	39
d. Détermination d'entre axe entre le premier et second séparateur .....	40
II.6.2 Troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette).....	41
II.6.2.1 Les dimensions de convoyeur .....	41
II.6.2.2 La vitesse de convoyeur.....	41
II.7 Quatrième convoyeur (ascenseur) .....	42
II.7.1 Dimension de convoyeur .....	42
II.7.2 La vitesse de convoyeur .....	42
II.8 Rouleaux effanures .....	42

II.8.1 Dimension des rouleaux .....	42
a-Diamètre des rouleaux .....	42
b- La longueur des rouleaux .....	42
II.9 Calcule des vitesses de rotation des éléments rotatifs .....	44
II.9.1 Vitesse de rotation de premier séparateur .....	45
II.9.2 Vitesse angulaire de deuxième séparateur.....	46
II.9.3 La vitesse angulaire de troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette)	47
II.9.4 Vitesse angulaire de l' ascenseur.....	47
II.9.5 Vitesse angulaire des rouleaux effanures .....	47
II.10 conclusion .....	48

## **Chapitre III**

### **Modélisation CAO (solidworks 2018)**

III.1. Introduction.....	49
III.2. Logiciel Solidworks .....	49
III.3. Conception des pièces .....	49
III.4. Modélisation des éléments de machine .....	50
III.5. Conclusion.....	61

## **Chapitre IV**

### **Assemblage du système**

IV.1. Introduction.....	62
IV.2. Liaisons mécaniques .....	62
IV.2.1. liaison encastrement ou liaison complète .....	62
IV.2.2. Liaison pivot .....	63
IV.3 ASSEMBLAGE finale .....	64
IV.3.1 le bâti .....	65

IV.4 conclusion .....	66
Conclusion générale.....	67

# ***LISTE DES FIGURES***

## **-Chapitre I-**

<b>Figure I.1:</b> diagramme bête a cornes.....	4
<b>Figure I.2:</b> Schéma de principe.....	7
<b>Figure I.3:</b> Schéma cinématique.....	9
<b>Figure I.4:</b> Prise de force de tracteur.....	11
<b>Figure I.5:</b> Système de transmission partie 1.....	12
<b>Figure I.6:</b> Système de transmission partie 2.....	13
<b>Figure I.7:</b> Système de transmission partie 3.....	14
<b>Figure I.8:</b> Système de transmission partie 4.....	15
<b>Figure I.9:</b> Transmission de mouvement aux rouleaux effanure 2 et 3.....	16
<b>Figure I.10:</b> Système de transmission partie 5.....	17
<b>Figure I.11:</b> Transmission de mouvement à l'ascenseur.....	18
<b>Figure I.12:</b> Transmettre le mouvement au rouleau effanure 4.....	19

## **-Chapitre II-**

<b>Figure II-1 :</b> Schéma de diabolo.....	21
<b>Figure II-2 :</b> Pression appliqué sur le diabolo.....	22
<b>Figure II-3 :</b> Différentes forme de la pelle.....	23
<b>Figure II-4 :</b> Pelle de creusage étagée.....	24
<b>Figure II-5 :</b> Pelle de creusage de type Grillagé.....	24
<b>Figure II.6 :</b> Pelle à ailettes.....	24
<b>Figure II.7 :</b> La pelle à deux ailes.....	25
<b>Figure II.8 :</b> La pelle en forme d'arche.....	25
<b>Figure II-9 :</b> Illustrer les dimensions géométriques de la lame de la pelleuse et la force qui y est affectée.....	26

<b>Figure II.10</b> : Dimensions géométriques du séparateur.....	33
<b>Figure II.11</b> : Modélisation géométrique pour une pomme de terre sur le tapis.....	34
<b>Figure II.12</b> : Signifie l'efficacité de l'excavation.....	36
<b>Figure II.13</b> : Structure du dispositif de tramage.....	37
<b>Figure II.14</b> : Modèle cinématique de l'appareil à secouer.....	37
<b>Figure II.15</b> : Le tapis Tétines.....	38
<b>Figure II.16</b> : Différents type de profile des doigts de ce tapis.....	39
<b>Figure II.17</b> : Convoyeur à tétin.....	40
<b>Figure II.18</b> : Le passage de pomme de terre de premier à la seconde séparatrice.....	41
<b>Figure II.19</b> : Convoyeur utilisée dans les usines.....	42
<b>Figure II.20</b> : Rouleau effanure 2 et 3.....	44
<b>Figure II.21</b> : Rouleau effanure 4.....	44
<b>Figure II.22</b> : Force de tension dans un convoyeur.....	46
<b>Figure II.23</b> : Battre le tubercule sur le doigt du rotor.....	49

-Chapitre III –

<b>Figure III.1</b> : Modélisation schématique de diabolo.....	51
<b>Figure III-2</b> : Modélisation schématique de soc.....	51
<b>Figure III.3</b> : Modélisation schématique de premiers séparateurs.....	52
<b>Figure III.4</b> : Modélisation schématique de deuxième convoyeur à tétines.....	52
<b>Figure III.5</b> : Modélisation schématique de Troisième convoyeur.....	53
<b>Figure III.6</b> : Modélisation schématique de quatrième convoyeur.....	54
<b>Figure III.7</b> : Modélisation schématique de rouleau affaneur 1.....	54
<b>Figure III.8</b> : Modélisation schématique des rouleaux effanures 2 et 3.....	55
<b>Figure III.9</b> : Modélisation schématique de rouleau effanure 4.....	55

## ***LISTE DES FIGURES***

<b>Figure III.10</b> : Modélisation schématique de vérin hydraulique.....	56
<b>Figure III.11</b> : Modélisation schématique d'arbre de séparateur.....	57
<b>Figure III.12</b> : Arbre-moyeu cannelé.....	57
<b>Figure III.13</b> : Géométrie de cannelures a flancs parallèles.....	58
<b>Figure III.14</b> : Principales dimensions normalisées de cannelures.....	59
<b>Figure III.15</b> : Espace de montage entre anneau élastique et le roulement.....	60
<b>Figure III.16</b> : Dessin Géométrie Anneau élastique DIN 471.....	60
<b>Figure III.17</b> : Modélisation anneau élastique pour arbres DIN 471.....	61
<b>Figure III.18</b> : Caractéristiques et aptitude de roulement à rouleaux.....	62
<b>Figure III.19</b> : Interchangeabilité des éléments séparables des roulements à rouleaux cylindriques.....	62
<b>Figure III.20</b> : Modélisation roulement radial à rouleaux cylindriques ISO 15 RCR –3840-36.NC.....	62

### **-Chapitre IV-**

<b>Figure IV.1</b> : Assemblage (arbre ; circlips ; cannelures) pour une liaison complète.....	64
<b>Figure IV.2</b> : Assemblage de roulement radial à rouleaux cylindriques avec arbre.....	65
<b>Figure IV.3</b> : Vue de face 3D de bâti de machine.....	65
<b>Figure IV.4</b> : Vue de dessus 3D de bâti de machine.....	66
<b>Figure IV.5</b> : Vue de droite de bâti de machine.....	66
<b>Figure IV.6</b> : Assemblage général de la machine.....	67
<b>Figure IV.7</b> : Vue de profil de machine arracheuse ramasseuse de pomme de terre.....	67

# ***LISTE DES TABLEAUX***

## **-Chapitre I-**

<b>Tableau I.1 :</b> nomenclature de schéma cinématique.....	10
--	----

## **-Chapitre II-**

<b>Tableau II-1:</b> dimensions des tubercules de pomme de terre.....	29
---	----

<b>Tableau II-2 :</b> Les valeurs des paramètres de la pelle.....	31
---	----

## **-Chapitre III-**

<b>Tableau III.1 :</b> 07330 Anneau élastique pour arbres DIN 471.....	60
--	----

# **LISTE DES ABREVIATIONS**

---

$\alpha$	: L'angle d'inclinaison de l'excavatrice	(°)
$L_D$	: Longueur de travail de l'excavatrice	(mm)
H	: la hauteur de l'arrière de l'excavatrice	(mm)
$\Delta$	: l'espace libre	(mm)
$\phi$	: l'angle de frottement entre le sol et le matériau de la lame	(°)
$\gamma_0$	: Angle de conception de lame	(°)
$B_d$	: La largeur de la lame de la pelleuse	(mm)
$d_p$	: Diamètre moyen de la pomme de terre	(mm)
$n_e$	: le nombre d'encoches	
$s$	: le jeu (espacement entre les enoches)	(mm)
$b$	: la largeur de l'encoche	(mm)
L	: longueur de premier séparateur	(mm)
$W_{SOL}$	: Poids du sol sur la pelle	(N)
$m_{sol}$	: Masse du sol sur la pelle	(kg)
$V_{SOL}$	: Volume du sol dans la pelle	(m <sup>3</sup> )
$e$	: Epaisseur de la lame excavatrice	(mm)
$\alpha_s$	: Angle d'inclinaison	(°)
$s_r$	: L'espace entre les tiges	(mm)
$d_r$	: Le diamètre des tiges	(mm)
$L_P$	: La longueur du tubercule	(mm)
$P_1$	: La force tangentielle sur la lame	(N)
$P_2$	: La force verticale sur la lame	(N)
W	: la largeur du tubercule	(mm)
T	: l'épaisseur du tubercule	(mm)
J	: le moment d'inertie du dispositif de tramage par rapport au pointO	(kg/m <sup>2</sup> )
$t$	: Le temps passé à passer à la ligne pointillée	(s)
F	: La force de la roue de vibration pendant l'exercice	(N)
$m$	: Masse des roues	(kg)
$x$	: Déplacement sur l'axe des abscisses	(mm)

# **LISTE DES ABREVIATIONS**

---

$\alpha_y$	: Rendement mécanique de la pelle	(N/m <sup>2</sup> )
Y	: déplacement sur l'axe des ordonnées	(mm)
$\alpha$	: Angle de lancement formé avec l'axe des abscisses	(°)
$v_0$	: La vitesse de pomme de terre dans le premier séparateur	(m/s)
$g$	: C'est accélération de la pesanteur	(m <sup>2</sup> /s)
$h_1$	: La hauteur qu'il faut dépasser pour générer un choc entre les Tubercule et le séparateur	(mm)
$h_2$	: Indiqué la hauteur qui peut provoquer un risque de blessure	(mm)
$n_t$	: Le pas entre les disques de quatrième rouleau effanure	(mm)
V	: Vitesse linéaire des séparateurs	(m/s)
$\omega$	: Vitesse angulaire des sous-ensembles	(rad/s)
$d$	: Diamètre des tambours des convoyeurs	(mm)
$C_p$	: La résultante des tensions	[daN]
$M_f$	: Le moment fléchissant	[daN.m]
$M_{if}$	: Le moment fléchissant idéal	[daN.m]
W	: Le module de résistance	[mm <sup>3</sup> ]
P	: Puissance absorbée	[watt]
$n$	: Tambour de commande	[tr/min]
L00i	: La distance entre 0 et 01	(mm)
L02A	: L'amplitude de la grille du dispositif de tramage	(mm)
Mt	: Le moment de torsion	(N.m)
Vs	: Vitesse de séparateur	(m/s)
$\Theta$	: L'angle de rotation	(°)
$d_c$	: Racine ou le diamètre du noyau du filetage	(mm)
$\sigma_t$	: La contrainte de traction admissible pour le matériau de boulon.	(MPa)
$n_{boulon}$	: le nombre de boulons.	
M	: Moment de flexion sur la lame de pelle M	(N.m)
q	: La vitesse d'alimentation	(kg / s)

## ***LISTE DES ABREVIATIONS***

---

$\rho$	: La densité du sol habituellement pris (1000- 1600)	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>
$B$	: La largeur de la couche de sol	<b>(m)</b>
$Z$	: Épaisseur de la couche de sol (moins de la profondeur de coupe)	<b>(m)</b>
$V$	: Machine à la vitesse d'avancement	<b>(m/s)</b>
$Q_p$	: Tubercules débit d'alimentation	<b>(kg / s)</b>
$Y_p$	: le rendement des cultures	<b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>
$T_1$	: La tension sur le côté serré de la courroie	<b>(N)</b>
$T_2$	: La tension dans le brin mou de la courroie	<b>(N)</b>
$\mu$	: Coefficient de frottement entre la courroie et la poulie.	

## Résumé

Les pommes de terre sont les produits agricoles qui ont le potentiel de se développer en Algérie. la méthode utilisée était très simple, utilisent simplement la houe. Les agriculteurs se plaignent du besoin de main-d'œuvre pour la récolte alors que le coût de la main-d'œuvre augmente, et le temps consacré au processus de récolte est trop long. Même s'il existe un outil pour les cueilleurs de pommes de terre fabriqué à l'étranger, il est très coûteux, donc nous avons suggéré la conception de notre machine.

La machine se compose des quatre parties principales, qui sont la pelleuse de pommes de terre (atteindre une meilleure pénétration dans le sol), premier séparateur de pommes de terre utilisé pour séparer les pommes de terre du sol, deuxième séparateur c'est un tapis à plat permet de retirer toutes les fanes, troisième séparateur transmettre à l'employeur de tirer les fanes, quatrième séparateur élever les tubercules de pommes de terre et les déposer dans la trémie pour les ramasser et les quatre rouleaux effanure pour garantir le passage des pommes de terre. Dans le cadre de ce projet, nous avons identifié et conçu le récolteur de pommes de terre avec les spécifications qui nous calculons, et à l'aide du logiciel Solidworks 2018 nous faire la conception.

## Abstract

Potatoes are agricultural products that have the potential to develop in Algeria. the method used was very simple, just use the hoe. Farmers complain about the need for labor for harvest as the cost of labor increases, and the time spent on the harvesting process is too long. Although there is a tool for potato pickers made abroad, it is very expensive, so we suggested the design of our machine.

The machine consists of the four main parts, which are the potato digger (achieve better penetration into the soil), the first potato separator used to separate the potatoes from the soil, the second separator is a mat flat can remove all tops, third separator transmit to the employer to pull the tops, fourth separator raise the potato tubers and drop them into the hopper to pick them up and the four rollers fade to guarantee the passage of apples earthen.

As part of this project, we have identified and designed the potato harvester with the specifications that we calculate, and using the Solidworks 2018 software we do the design

## الملخص

البطاطس هي منتجات زراعية لديها القدرة على التطور في الجزائر. الطريقة المستخدمة كانت بسيطة للغاية ، فقط استخدم مجرفة. يشكو المزارعون من الحاجة إلى العمالة للحصاد مع زيادة تكلفة العمالة ، والوقت الذي يقضيه في عملية الحصاد طويل جدًا. على الرغم من وجود أداة لجامعي البطاطس المصنوعة في الخارج ، إلا أنها مكلفة للغاية ، لذلك اقترحنا تصميم ماكينتنا.

تتكون الآلة من أربعة أجزاء رئيسية ، وهي حفار البطاطس (تحقيق اختراق أفضل في التربة) ، وهو أول فاصل بطاطس يستخدم لفصل البطاطا عن التربة ، أما الفاصل الثاني فهو حصيرة يمكن أن يزيل المسطح جميع الأسطح ، ويقوم الفاصل الثالث بإرساله إلى صاحب العمل لسحب قممه ، ويقوم الفاصل الرابع برفع درنات البطاطا وإسقاطها في النطاظ لالتقاطها وتثلاثي الأسطوانات الأربعة لضمان مرور التفاح من الأرض.

كجزء من هذا المشروع ، قمنا بتحديد وتصميم حاصدة البطاطس بالمواصفات التي نحسبها ، وباستخدام برنامج Solidworks 2018 نقوم بالتصميم

## *Introduction générale*

L'Algérie est un pays très vaste, il est le plus grand pays dans l'Afrique avec une superficie de 2 381 741 km<sup>2</sup>, La surface des terres agricoles couvre 20% de la superficie totale du pays, soit environ 40 (Million d'ha) de plus, il y'a des terres agricoles fertiles qui peuvent donner une meilleure production de plusieurs types de fruit et légumes et avec une meilleure qualité. [1]

Le secteur de l'agriculture occupe une place importante dans l'économie nationale, puisqu'il emploie près de 10.5% de la population active totale, et participe pour 9.7% au PIB (produit intérieur brut) dans les dernières années, elle réalise près de 15% de la valeur ajoutée selon le ministère d'agriculture et le développement rural en 2006. [1]

Toutes les investigations et études affirment la possibilité d'améliorer la production Nationale dans le secteur agricole pour la mise en cohérence des politiques agricoles en ligne Avec l'évolution et le développement de ce secteur.

L'Etat Algérien a mené des efforts continus afin d'améliorer la production et réduire la facture alimentaire, l'Algérie essaye toujours d'assurer la plupart des fonctions de développement de l'agriculture, particulièrement après la crise économique et la chute de prix de pétrole dans les dernières années, donc l'Etat a pris en considération le facteur agricole et relevé le défi pour que le secteur agricole couvre un part considérable de l'économie globale de pays.

L'intention de l'état vers l'agriculture tend aussi vers les régions sahariennes, qui ont prouvé leur mérite d'un programme spécial de soin et d'encouragement, avec de performants matériels et des conditions de développement, et surtout lorsque la terre saharienne donne un très bon rendement et une bonne qualité de fruit et légumes et de normes mondiales.

L'agriculture algérienne, y compris le secteur des industries agroalimentaires, connaît un fort développement de son industrie alimentaire. Selon le recensement économique mené en 2011 par l'Office nationale des statistiques, 97 202 entités industrielles sont en activité, dont 23,4% exercent dans le secteur agroalimentaire.

Les principales productions végétales sont le blé et les pommes de terre, et spécialement pour les pommes de terre il y a une augmentation remarquable dans la production dans les années Récentes mais il y a toujours un manque de la culture de pomme de terre reste pénalisé par la faiblesse de la mécanisation et surtout à l'étape d'arrachement et ramassage.

## *Introduction générale*

La mécanisation de l'agriculture constitue un enjeu majeur pour le développement de l'Algérie. Malheureusement, la culture de la pomme de terre reste pénalisée par la mécanisation et surtout en phase d'arrachement et de ramassage.

La société CMA de sidi Bel Abbès projette de fabriquer l'arracheuse-ramasseuse de pomme de terre prochainement. Dans cette perspective, la CMA a désigné le département du génie mécanique pour concevoir cette machine.

Le travail de ce projet a pour but la finalisation de cette phase de conception sachant qu'un travail antérieur a été déjà réalisé par deux étudiants du notre département (Analyse fonctionnelle, rédaction du cahier des charges, recherche de solutions technologique, choix d'un concept et développement de la chaîne cinématique).

Le travail portera donc sur :

- Le dimensionnement des éléments de la chaîne de transmission.
- La modélisation CAO des différentes parties de la machine et simulation du mouvement.
- L'assemblage du système.

## CHAPITRE I

Analyse fonctionnelle et solution technologiques

### **I.1. Introduction :**

La mécanisation facilite et réduit la pénibilité du travail, compense le manque de personnel, améliore la productivité et le calendrier des opérations agricoles, permet une meilleure utilisation des ressources, facilite l'accès au marché et contribue à atténuer les aléas climatiques. La mécanisation durable prend en considération les aspects technologiques, économiques, sociaux, environnementaux et culturels en contribuant au développement durable du secteur agroalimentaire. [2]

La phase de récolte de pomme de terre est une opération très importante pour obtenir un produit de qualité et pour une meilleure commercialisation. Alors, pour une récolte optimale et afin d'éviter la réduction de quantité de la pomme de terre, il faut respecter plusieurs critères essentiels pendant la récolte :

- le temps de récolte, un facteur très important.
- il faut éviter au maximum l'endommagement des pommes de terre (fracture et noircissement).
- le coût de récolte le plus bas possible.
- le nettoyage de la pomme de terre est considéré comme une exigence pour la Commercialisation.

Le grand souci de l'entreprise CMA est de répondre aux besoins des agriculteurs et de les accompagner de la phase semis à la récolte. dans ce contexte- là CMA projete de lancer la fabrication d'une arracheuse-ramasseuse de pomme de terre.

### **I.2. Enonce fonctionnel du besoin :**

Une fois le besoin identifié, Il faut normalement l'énoncer clairement. Il s'agit d'exprimer avec rigueur le but et les limites de l'étude.

La méthode d'expression du besoin repose sur trois questions :

- A qui le produit rend-il service ?
- Sur quoi le produit agit-il ?
- Dans quel but ?

On obtient ainsi le diagramme bête à cornes suivantes :

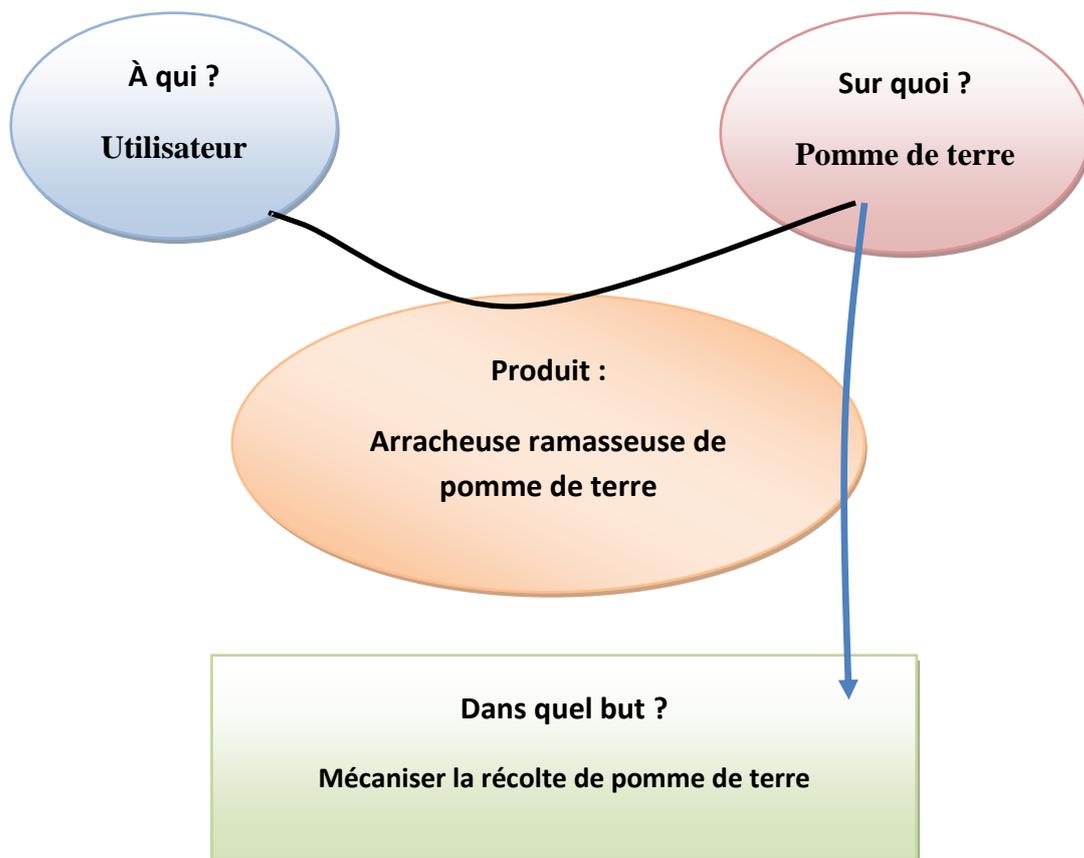


Figure I.1 : Diagramme bête à cornes

### I.3. Contrôle de validité :

Pour valider l'expression du besoin, il faut se poser les questions complémentaires suivantes :

❖ *Pourquoi le système existe-t-il ?*

Absence de la main-d'œuvre, grande quantité de production, satisfaire le marché intérieur algérien en pomme de terre, exportation du produit, temps de la récolte manuel important, ...

❖ *Qu'est-ce qui pourrait faire disparaître ou évoluer le besoin ?*

Cette question permet de valider la stabilité du besoin, elle permet aussi d'anticiper les évolutions du besoin.

❖ *Ce qui pourrait faire disparaître le besoin :*

Pas de récolte de pomme de terre, existence sur le marché d'autres produits semblables plus compétitifs et moins coûteux, l'évolution technologique d'autres types de machines (machines sophistiquées).

❖ *Ce qui pourrait faire évoluer le besoin :*

Politique d'exportation, augmentation de la production, accompagnement des agriculteurs par les services publics, encourager le produit algérien, prix de la machine abordable.

**a) Le marché :**

Les clients potentiels :

- Les agriculteurs.
- Les entreprises spécialisées dans l'agriculture.
- Le secteur commercial spécialisé dans l'agriculture.
- Le marché extérieur.

**b) Prévisions de vente :**

L'Algérie est un marché très important dans l'industrie d'agriculture, Il faut dire que les besoins de notre pays en la matière sont estimés à plus de 6.000 tracteurs par an. Ce qui est considéré comme l'un des plus importants marchés d'Afrique et du monde arabe.

Dans le contexte défini ci-dessus, le risque de disparition est faible. Le besoin est validé par conséquent, le projet est stable.

### **I.4. Préfaisabilité du projet :**

Pour savoir si le projet est faisable, il faut que les objectifs de conception soient raisonnables et techniquement réalisables compte tenu des ressources existantes. Le pré projet doit être confronté aux réalités de l'environnement.

**a) Définition des ressources :**

Il est question dans cette partie des connaissances scientifiques et techniques essentielles pour créer le système. Il faut être en mesure de les connaître, et si possible, de les faire évoluer suivant les besoins du projet.

- Les connaissances scientifiques : mécanique, informatique, automatique, électronique
- Les connaissances techniques : ajustage, soudage, montage, commande numérique,
- Les Ressources documentaires : bibliothèque de la faculté, ressources en ligne et cours dans le domaine, ...
- Les Ressources logiciels : Solidworks, ANSYS, ...
- Les Ressources matérielles : machines de tournage, fraisage, perçage, soudage, CNC, ...
- Les Ressources humaines : encadreurs, enseignants, ingénieurs de laboratoires, ingénieurs et techniciens de la CMA.
- Les Ressources financières : autofinancement et aides financières, ...

### **b) Estimation des coûts :**

A ce stade du projet, il n'est pas facile de se faire une idée précise des coûts qui seront engendrés par la réalisation du prototype.

### **c) Échéancier :**

L'échéancier de projet permet d'inventorier l'ensemble des activités du projet, en identifiant les dates de début et de la fin de projet. Il faut connaître aussi le temps alloué à la réalisation du projet.

I.5. Schéma technologiques :

Le schéma technologique ci-dessous représente les éléments de notre système.

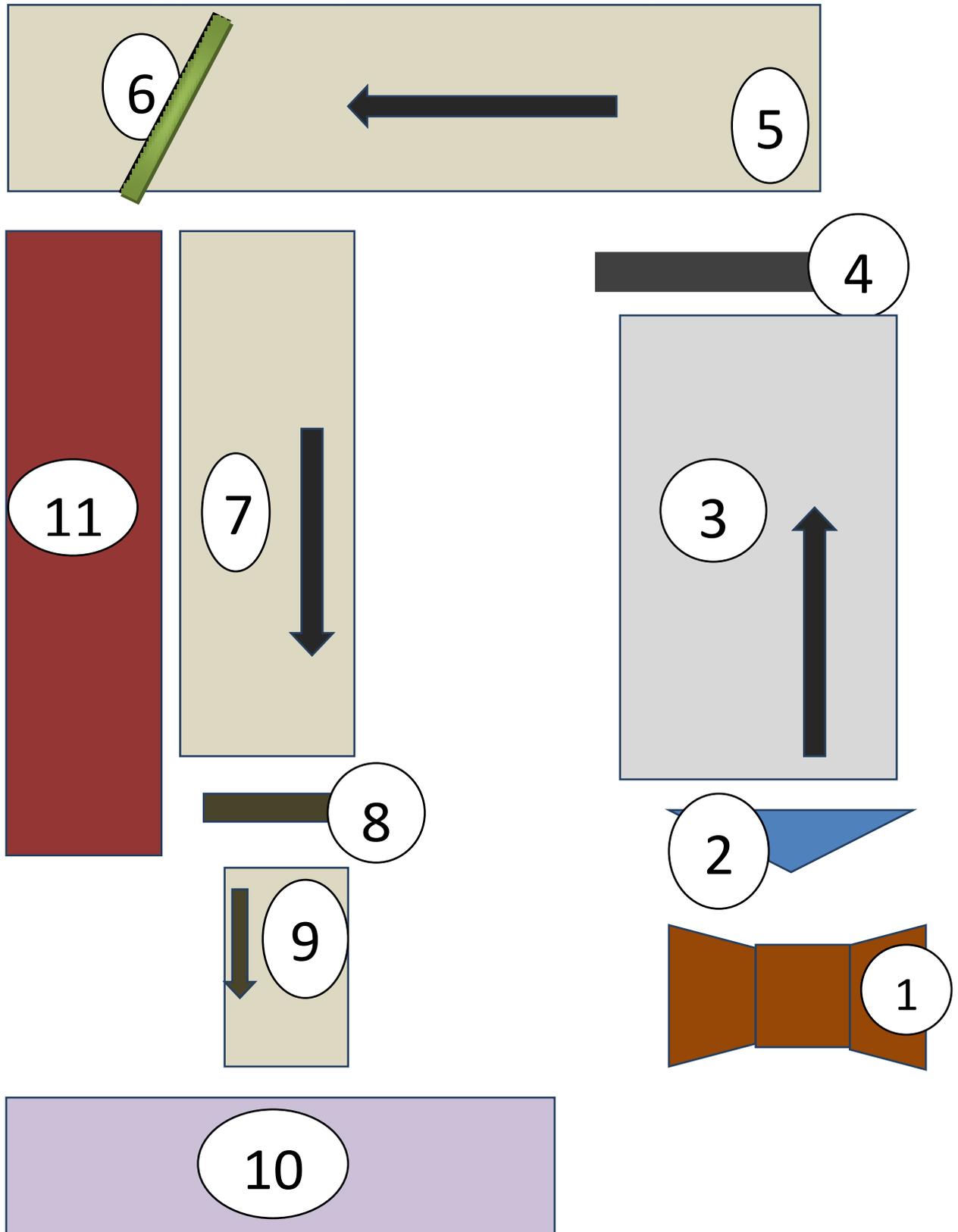


Figure I.2 : Schéma de principe.

1-diabolo

2-le soc d'excavation

3-séparateur à tige.

4-rouleau effanure 1

5-séparateur à tétin

6-rouleaux effanures 2 et 3

7-table de visite

8-rouleau effanures 4

9-asseuse

10-plate-forme de ramassage

11-plate-forme de triage

I.6. Schéma cinématique :

Le schéma cinématique ci-dessous représente les éléments de notre système.

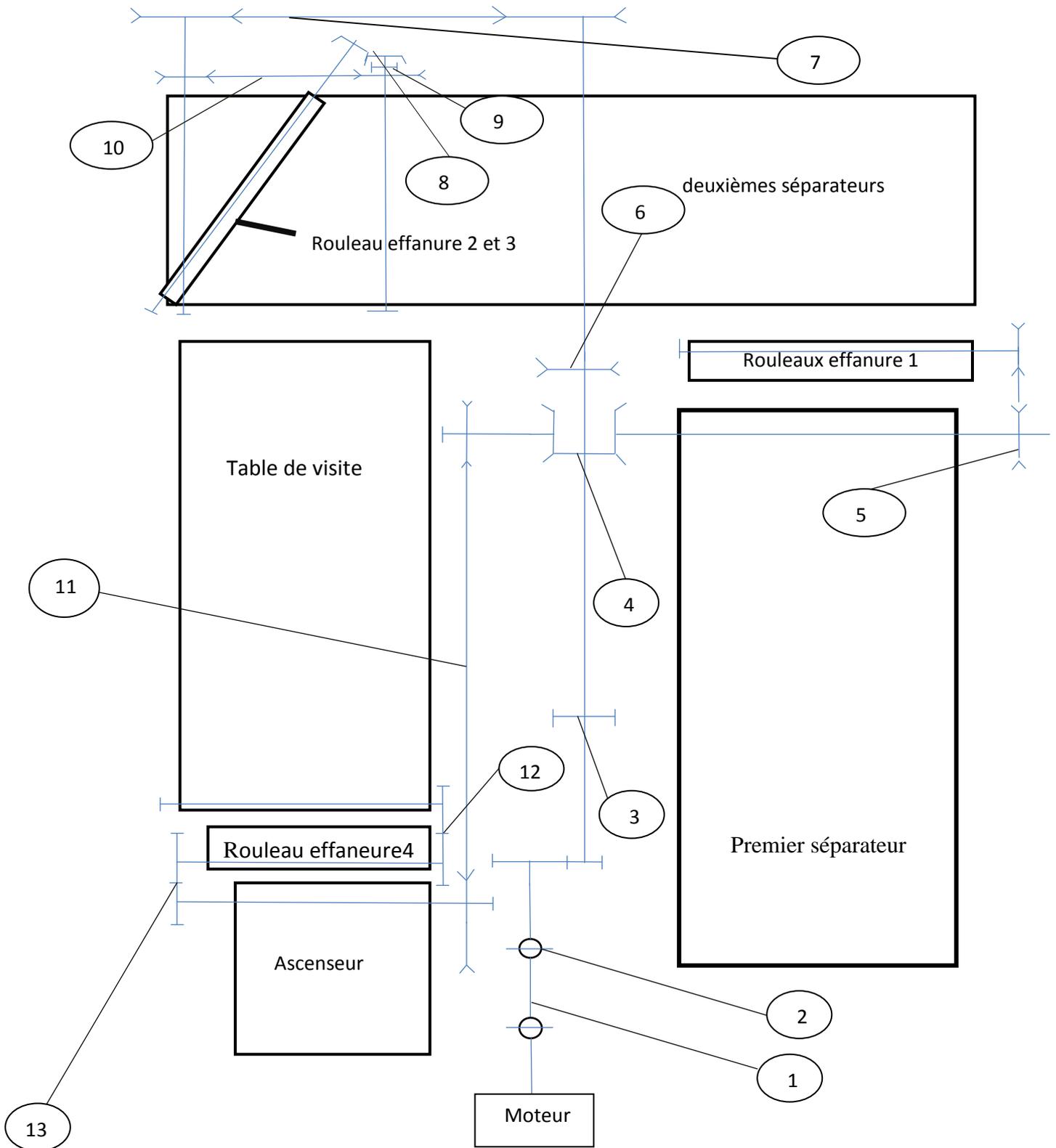


Figure I.3 : Schéma cinématique.

1	Cardan
2	Un réducteur
3	Une chaine
4	Un renvoi d'angle de 90°
5	Courroie croisée
6	Courroie 1
7	Courroie 2
8	Un renvoi d'angle de 20°
9	Engrenage à denture droite
10	Courroie 3
11	Courroie 4
12	Engrenage à denture droite
13	Engrenage à denture droite

**Tableau I.1** : Nomenclature du schéma cinématique

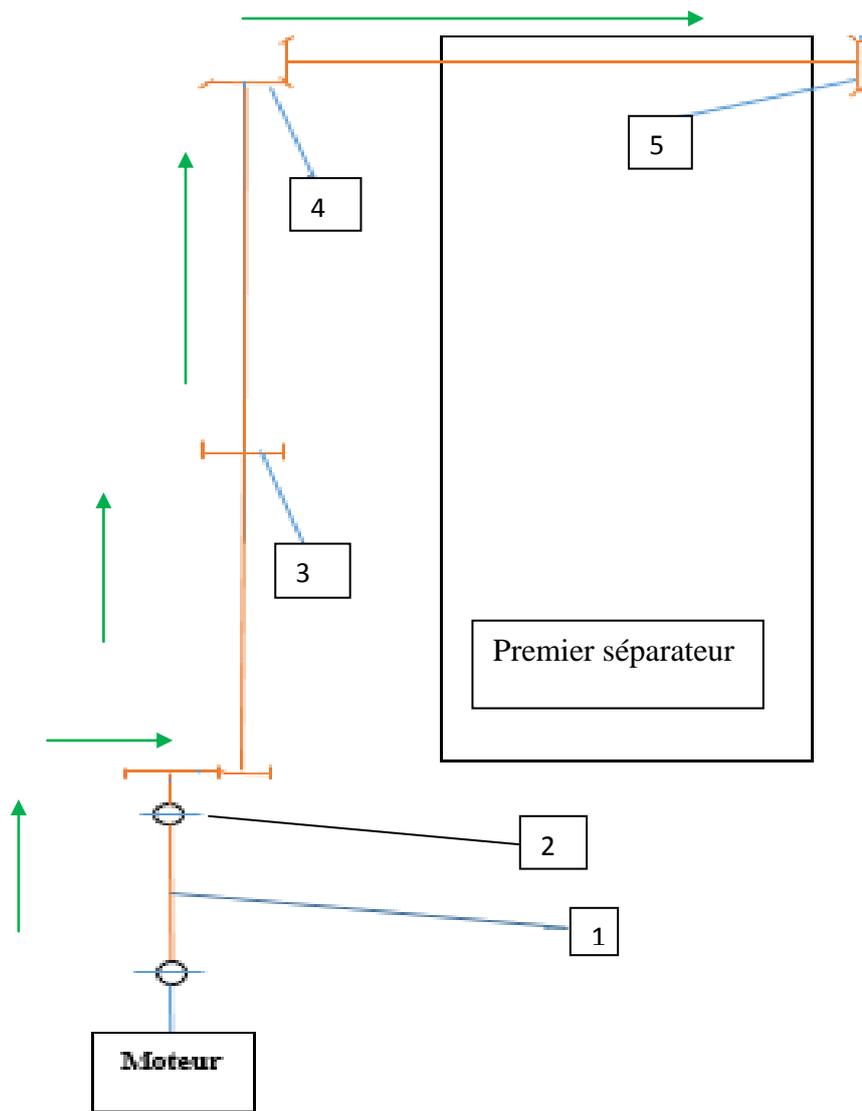
**I.7. système de transmission :**

La machine sera tractée, donc nous avons apporté le mouvement de prise de force du tracteur par l'intermédiaire d'un cardan.



**Figure I.4 :** Prise de force du tracteur [19]

Pour transmettre le mouvement au premier séparateur, il faut apporter le mouvement du cardan (1) alimenter par le tracteur, puis passe par le réducteur (2) , puis par la chaine (3), ensuite par le renvoi d'angle de 90° (4).



X

Figure I.5 : Système de transmission partie 1.

À partir de premier séparateur (1) qui est en mouvement, on transmette le mouvement au rouleau effanure 1 par une courroie croisée (5).

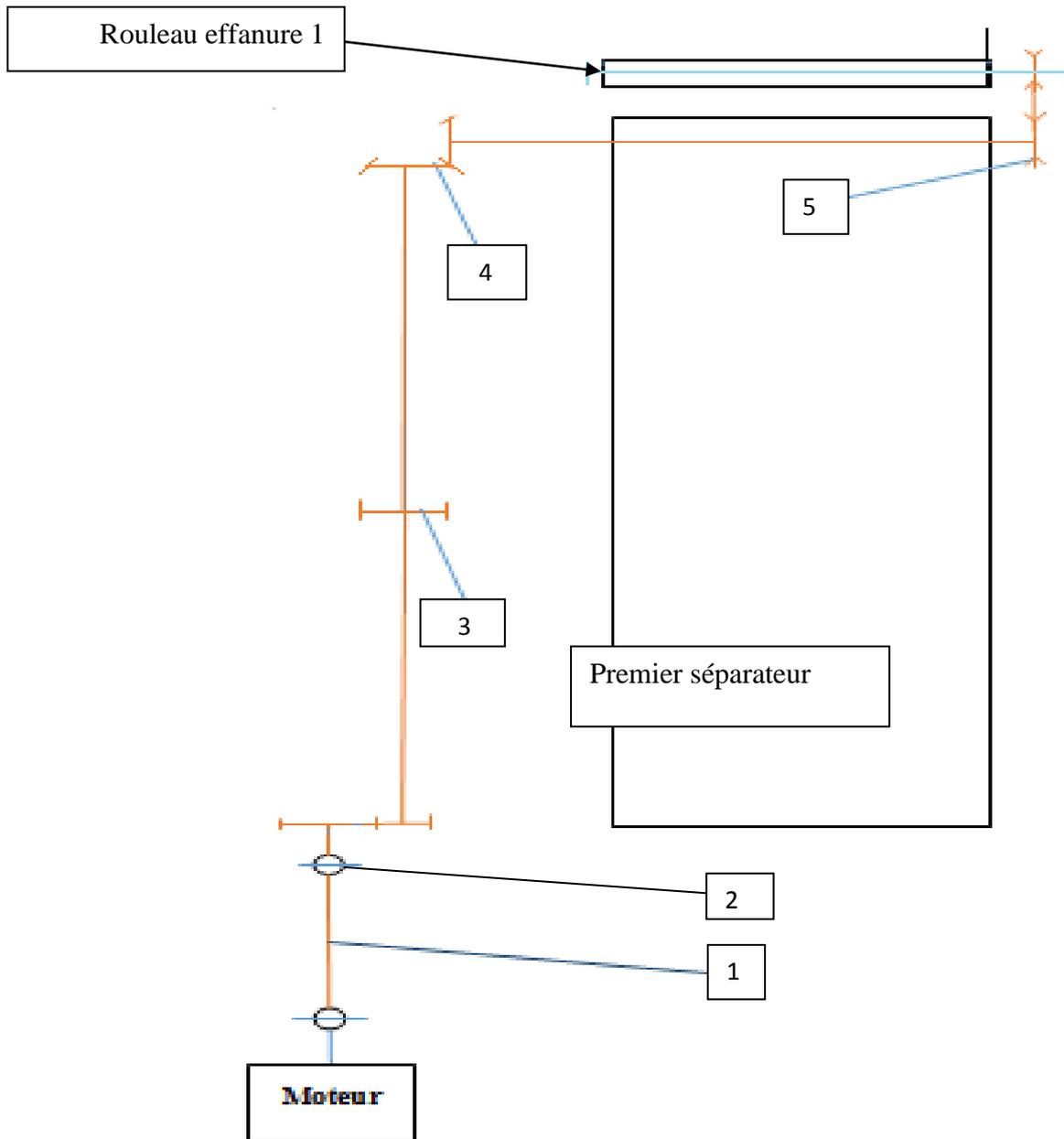


Figure I.6 : Système de transmission partie 2.

Pour transmettre le mouvement au deuxième séparateur, on apporte le mouvement de cardan (1) puis on passe par le réducteur (2), ensuite par la chaîne (3) puis par le renvoi d'angle (4) qui est liée avec la courroie (7) et la chaîne (6).

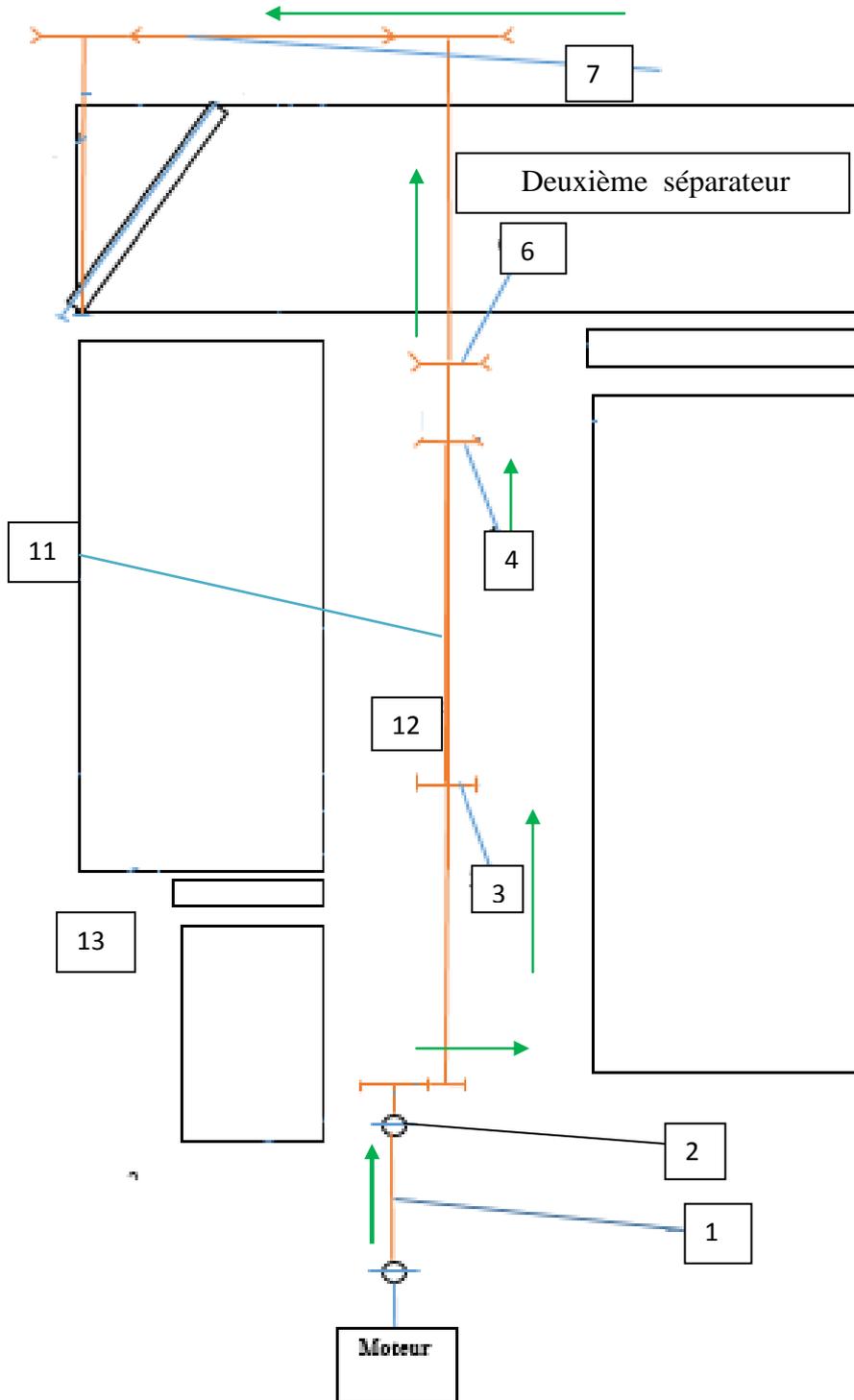
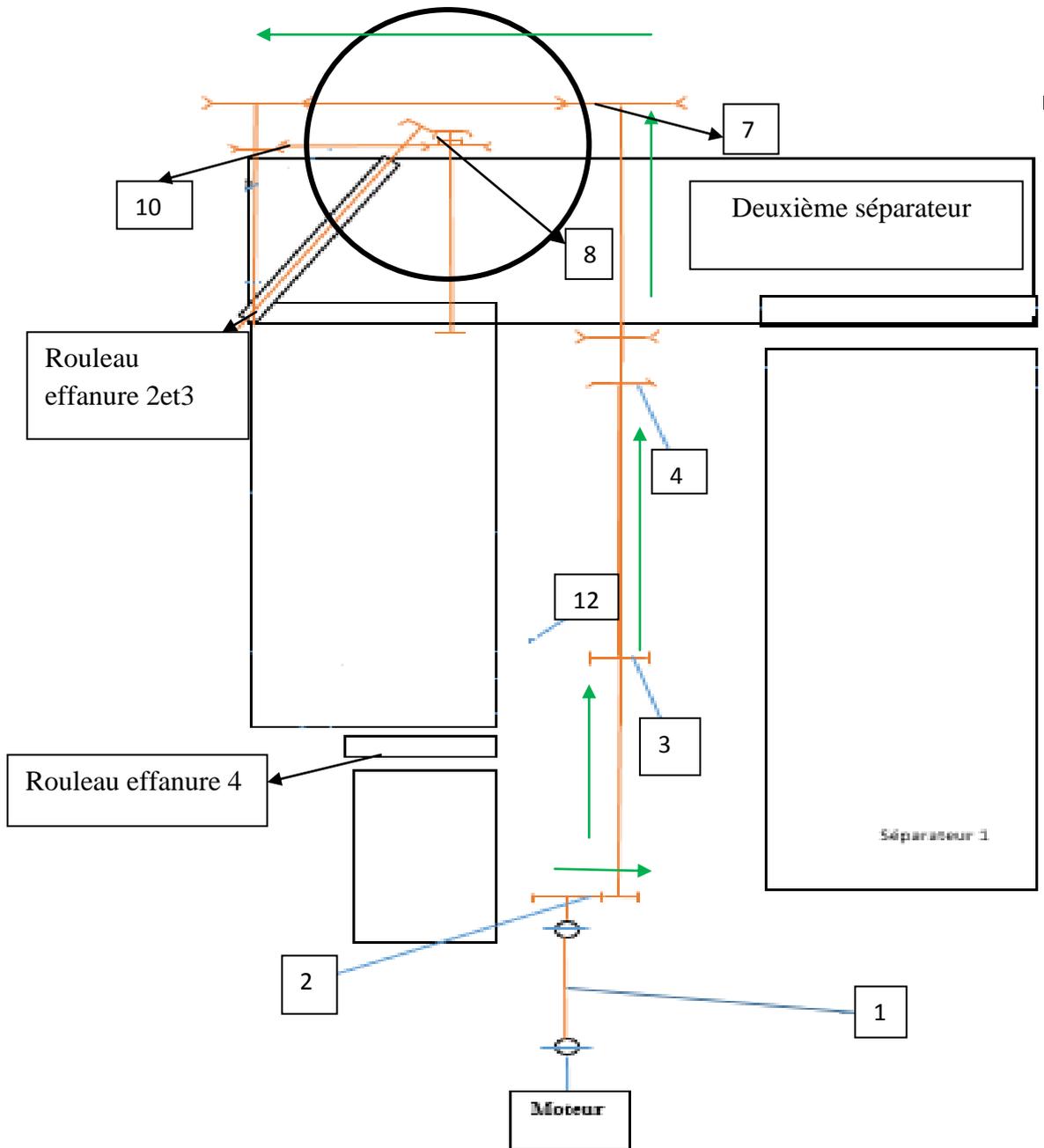


Figure I.7 : Système de transmission partie 3.

Pour transmettre le mouvement aux rouleaux effanure (3) et (4), il faut déjà transmettre le mouvement au rouleau effanure (2) par un renvoie d'angle de  $20^\circ$  (8), qui est alimenté par la courroie (10) qui apporte le mouvement de deuxième séparateur.



**Figure I.8 :** Système de transmission partie 4.



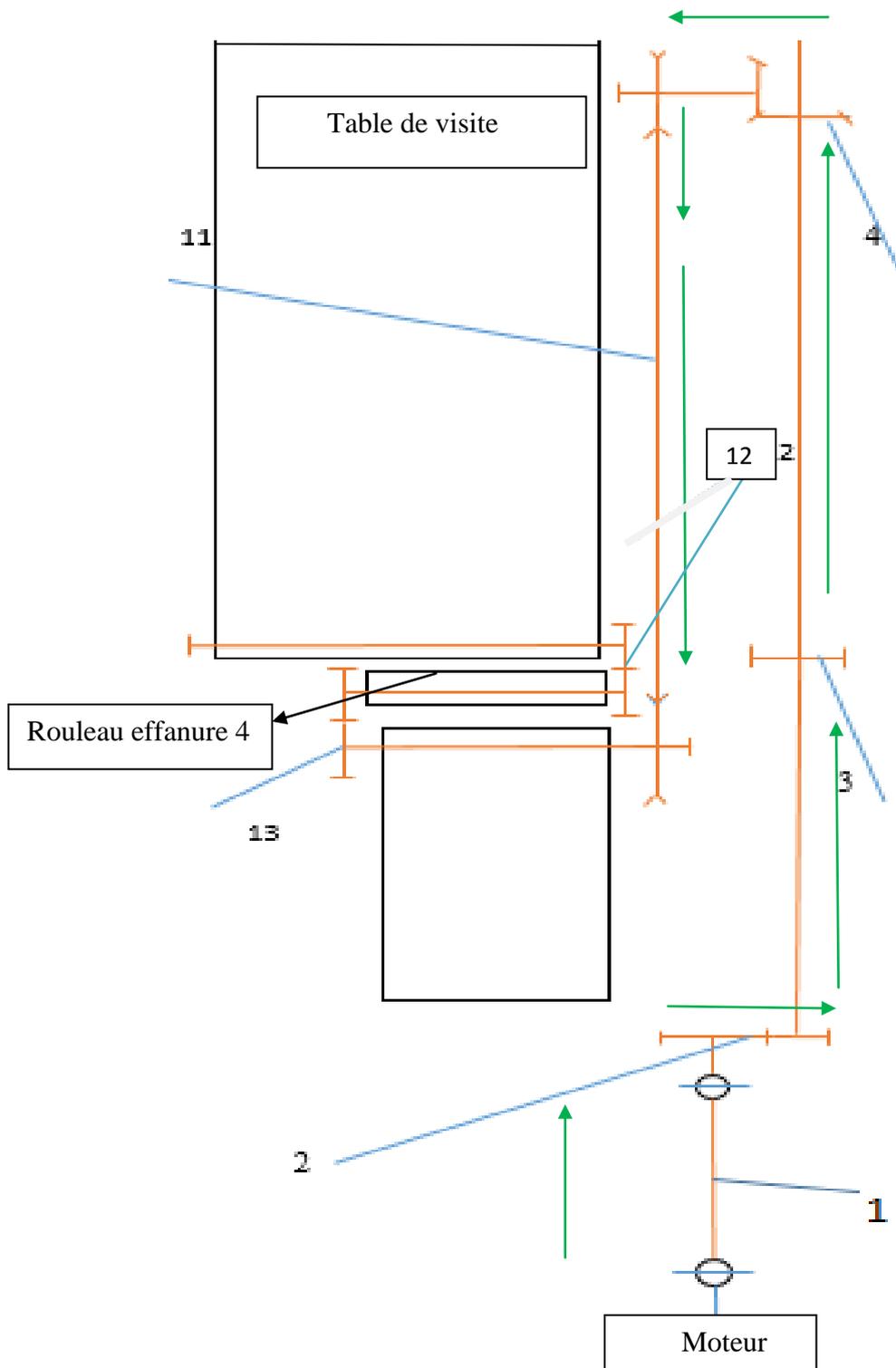


Figure I.10 : Système de transmission partie 5.

Pour transmettre le mouvement à l'ascenseur, on apporte le mouvement du cardan (1), puis on passe par le réducteur (2), ensuite par la chaîne (3), puis le renvoi d'angle (4) avec la courroie (11).

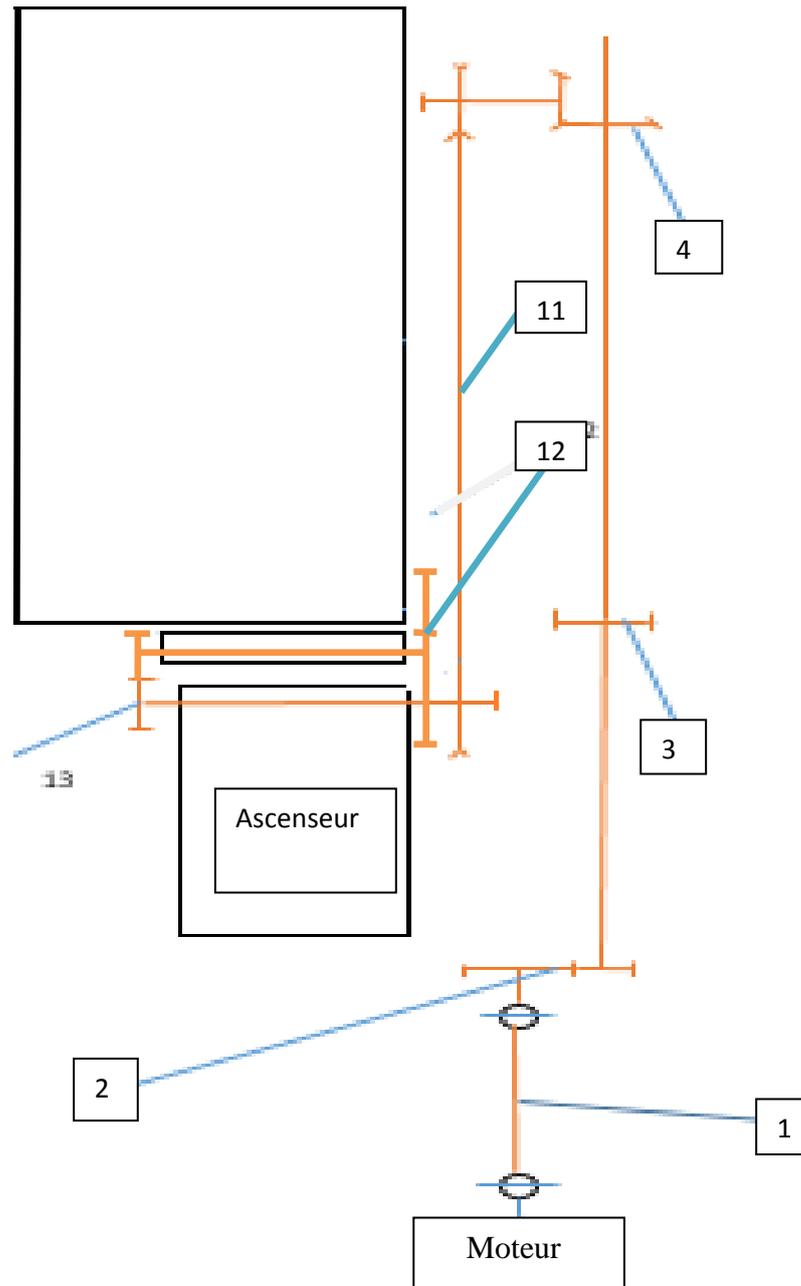


Figure I.11 : Transmission de mouvement à l'ascenseur.

À partir de l'ascenseur, on transmet le mouvement au rouleau effanure (4) par un engrenage à denture droite (13).

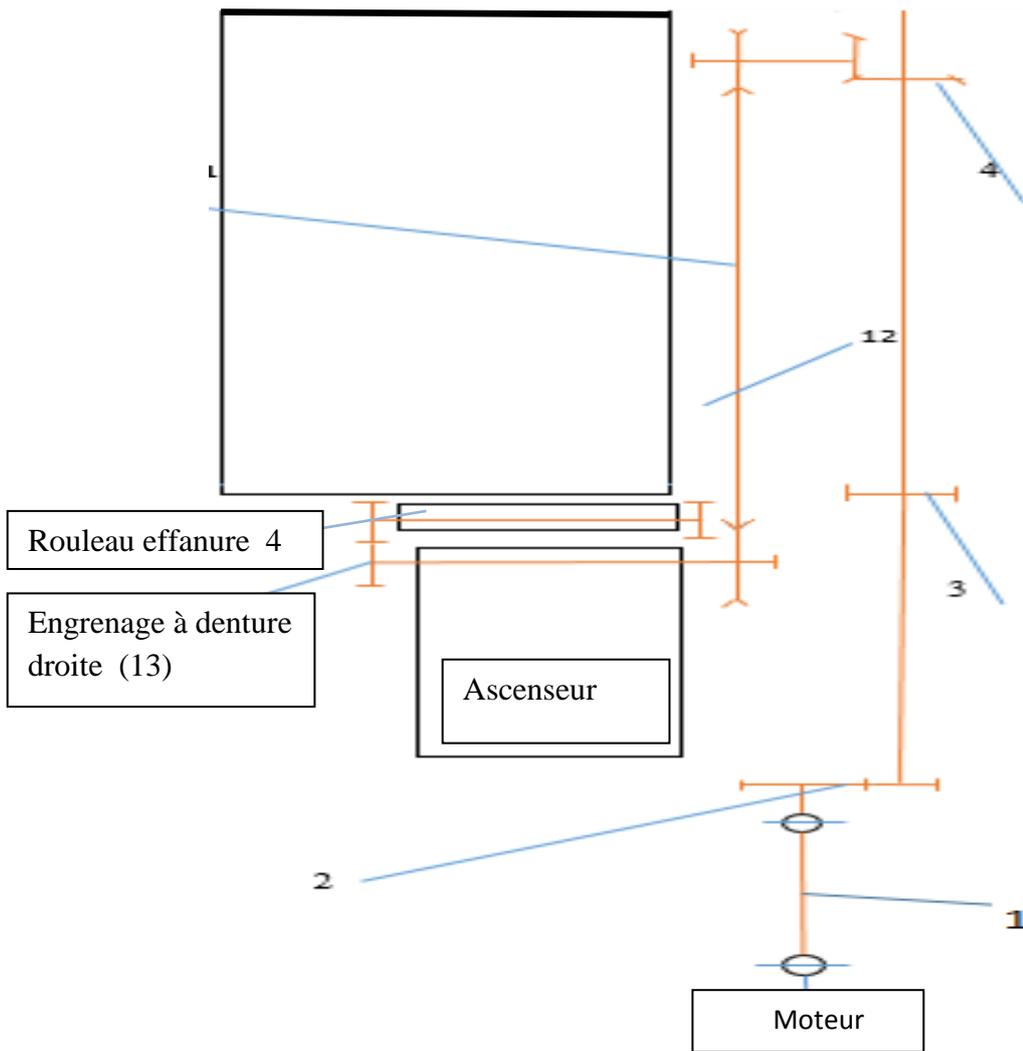


Figure I.12: Transmettre le mouvement au rouleau effanure 4

### I.8 Conclusion :

L'étude préliminaire du projet a clarifié à la base du projet avec leur milieu extérieure.

## CHAPITRE II

### Dimensionnement des éléments

### **II.1. Introduction :**

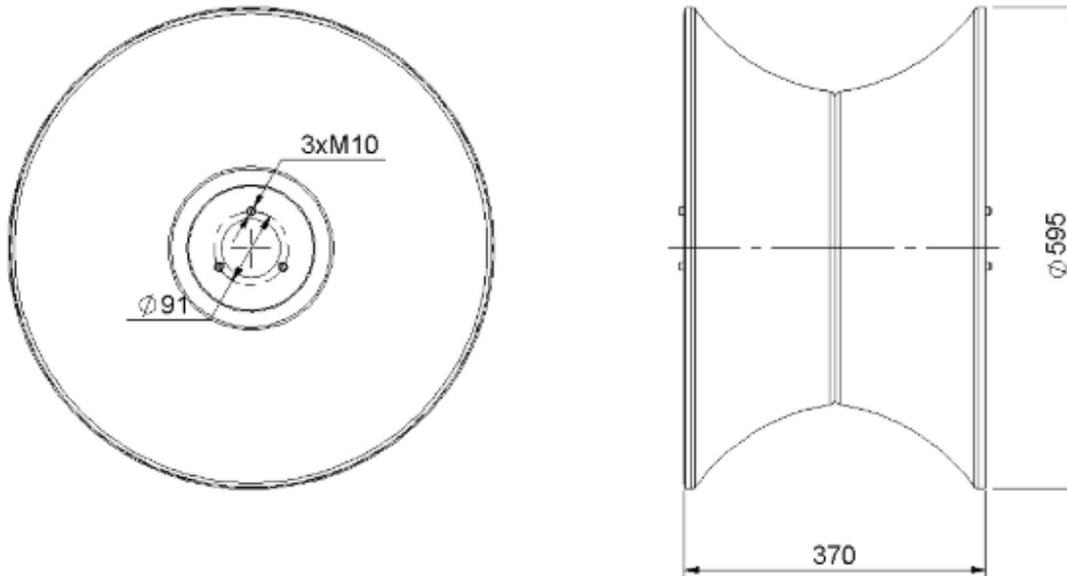
L'objectif initial de séparer le plus parfaitement possible des tubercules de la terre et fanes, constitue pour tous les types de production un facteur déterminant dans le choix d'un matériel d'arrachage. Il doit aussi prendre en compte le type de sol et la période normale de récolte (précocité des variétés, précipitations estivales et automnales,...). Il est également important de ne pas négliger le risque d'endommagement pour les tubercules tout au long des chaînes de tamisage et autres organes de séparation de l'arracheuse. Ce point est particulièrement déterminant pour la commercialisation de pommes de terre de consommation, qu'elles soient destinées au marché du frais ou de la transformation.

### **II.2. Diabolo :**

Leur fonction principale est de maintenir le semoir ensemble lorsque le soc entre sous la culture et de réguler la profondeur du soc.

S'assurer que l'alignement avec les forêts est correct. Une forte pression vers le bas endommagera les tubercules près de la surface et dans le cas de certains types de sol, les tubercules déborderont sur le côté et seront tranchés par les disques. En relâchant la pression, la récolte sera soulevée sans endommagement. Si la pression est trop basse, le sol s'enfonce à l'avant de la machine. Réglez le point de pression juste avant que cela ne se produise.

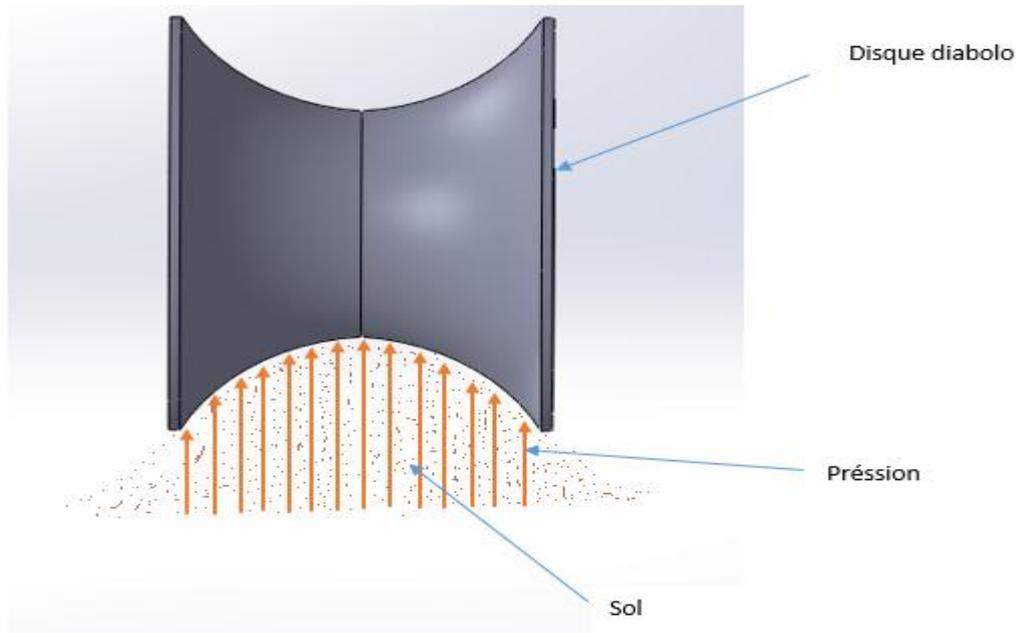
La largeur est limitée par l'espace de travail et sa longueur augmente la possibilité d'occuper plus d'espace, donc ses paramètres sont choisis à partir de constructeur BOLKO.



**Figure II-1** : Schéma de diabolo.

Le diabolo en plastique court le long de la rangée et détermine la profondeur de l'arrachage. Le matériau plastique limite les bourrages de terre et résiste aux cailloux. Les larges rouleaux tirent-fanes et les disques de coupe évitent le blocage des fanes.

Le rôle du rouleau diabolo il a été bien défini l'année passée ainsi que sa dimension. Dans cette année on va évaluer la pression superficielle exercée sur ce disque qui arrive à partir de contact avec la terre comme le montre la figure. Il faut que cette pression ne doit pas dépasser une certaine valeurs pour ne pas endommager la terre, et ne doit pas être insuffisant. Donc il faut faire un calcul exact pour que cette pression fasse le rôle de compacter le sol.



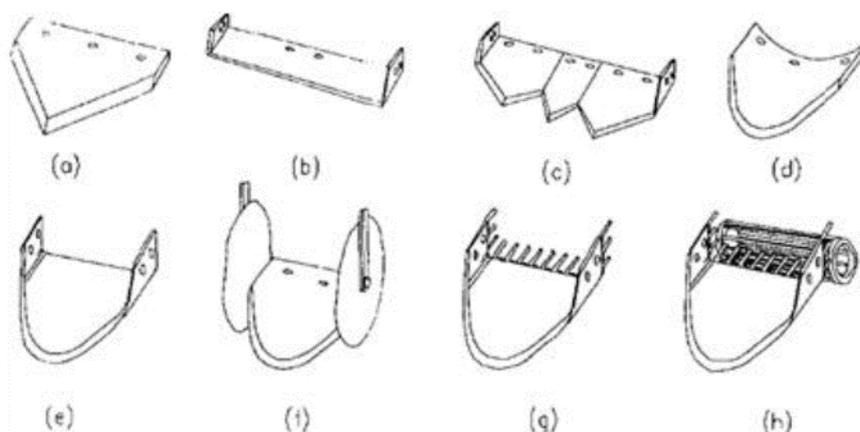
**Figure II-2 :** Pression appliqué sur le diabolo

### II.3 Pelleteuse de pomme de terre :

#### II.3.1 Types et caractéristiques des pelles de creusage traditionnelles :

Pour atteindre une meilleure pénétration dans les sols et un bon creusage il faut bien choisir le type et la forme de la lame pour cela Ping Zhao et Lu Wang Jizhe Zhao Xuewei Bai ont fait l'étude suivante [3]

Les types de pelleteuses traditionnelles sont presque les mêmes dans le pays et à l'étranger. Ils peuvent être divisés en pelles fixes, rotatives, vibrantes et à mouvement alternatif selon la forme du mouvement, pelles simples, pelle double et multi pelles par la largeur de travail ou le nombre de pelles, pelle plate triangulaire, pelle concave, pelle en auge et ainsi de suite selon la forme de la pelle, comme le montre la figure I-3 :



**Figure II-3** : Différente forme de la pelle

(a)Pelle plate triangulaire (b) pelle plane à bande (c) pelle multi-pièce

(d) pelle concave (e) une pelle à rainures concave (f) avec lame de soc concave arrondie

(d) pelle concave (e) une pelle à rainures concave (f) avec lame de soc concave arrondie

(g) avec portails séparés, auge concave, pelle concave (h) avec cage d'écureuil imitation plus avec rainure longitudinale pelle concave et rouleaux de terre.

Pelle d'excavation à plan triangulaire fixe (Fig. II.3. a) est une sorte de pelle d'excavation de pommes de terre très commune, et elle est caractérisée par une structure simple, une fabrication facile, mais elle rendra le sol obstrué et augmentera la résistance.

Pelle multi-pièce (Fig. II.3 c) est une conception améliorée sur la base d'une pelle plate triangulaire, qui se caractérise par un rendement élevé, mais la grande quantité de terre non mise à la terre fera aussi obstruer le sol.

Dans l'ensemble, il existe divers problèmes liés à la pelleteuse traditionnelle, y compris la grande résistance à la traction, l'obstruction sévère du sol, la forte consommation d'énergie, et la raison principale est que leurs structures font que le sol et les racines des tubercules de pommes de terre sont presque complètement envoyés vers le dispositif de séparation, et les fuites du sol ne peuvent pas être réalisées le plus tôt possible.

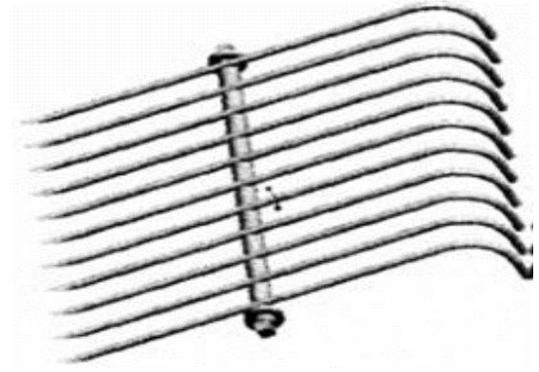
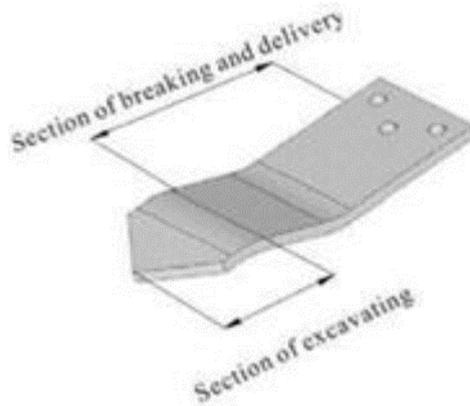
### II.3.2 Structure et caractéristiques de la nouvelle pelle de creusage :

Visant à résoudre les problèmes de la pelleteuse traditionnelle, les chercheurs de l'Université agricole de Gansu en Chine ont commencé à faire des recherches plus

## Chapitre II : Dimensionnement des éléments

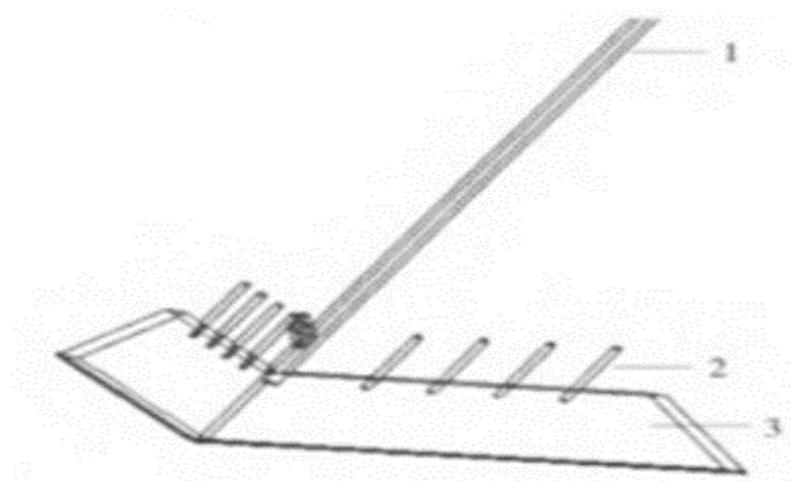
approfondies, un certain nombre de nouvelles pelles de creusage ont été conçues selon les exigences de la pratique et du processus. Voici quelques exemples typiques.

En outre, des chercheurs ont mis au point de nouvelles pelles de creusage pour la pomme de terre. Comme indiqué sur les figures suivantes.



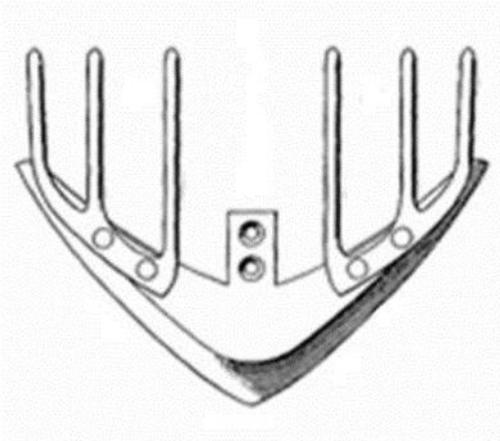
**Figure II-4** : Pelle de creusage étagée

**Figure II-5** : Pelle de creusage de type Grillagé

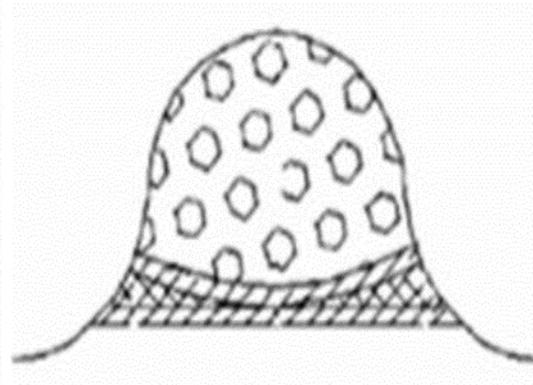


1-manche de pelle 2-grille 3- pelleuse

**Figure II.6** : Pelle à ailettes



**Figure II.7 :** La pelle à deux ailes



**Figure II.8 :** La pelle en forme d'arche

### **II.4. Situations actuelles de la théorie et de la méthode de conception :**

À l'heure actuelle, la conception de la forme de la pelle de creusage de pommes de terre est mise en œuvre par l'expérience et le test, qui est basé sur l'analyse qualitative du mécanisme de performance.

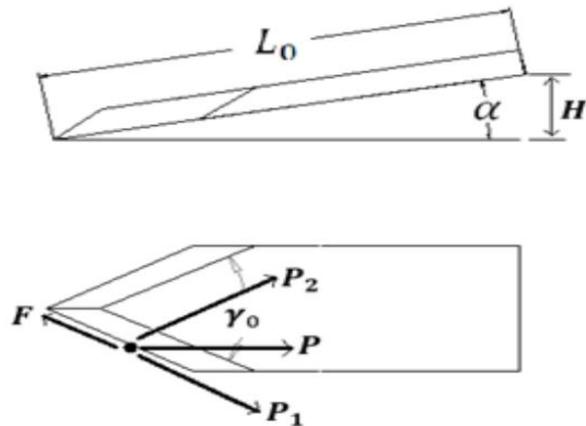
La conception des paramètres structurels de la pelle de creusage de pommes de terre est presque basée sur l'analyse statique et dynamique par des éléments finis, l'analyse des contraintes, la simulation et le test de performance pour réaliser la conception.

#### **II.4.1 Conception de la lame :**

C'est une plaque plate fixe inclinée par rapport à l'horizontale.

L'angle d'inclinaison de l'excavatrice ( $\alpha$ ) doit être le plus faible possible pour éviter le glissement avec le sol et réduire la résistance du sol contre la lame.

D'autre part, la valeur de cet angle associé à la hauteur de l'arrière de l'excavatrice (H), et la longueur de travail ( $L_D$ ) comme le montre la figure (II-9) :



**Figure II-9** : Illustrer les dimensions géométriques de la lame de la pelleuse et la force qui y est affectée

$$\sin \alpha = \frac{(H+\Delta)}{L_D} \dots\dots\dots (1)$$

Où  $\alpha$  est l'angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale ( $^\circ$ ), H est la hauteur de l'arrière de la pelleuse (mm),  $\Delta$  est l'espace libre (mm),  $L_D$  est la longueur utile (mm).

Selon les expériences, avec l'augmentation de  $\alpha$  l'opération de nettoyage s'améliore également.

Dans la plupart des modèles de récolteuses de pommes de terre, la valeur de  $\alpha$  s'est avérée être ( $25^\circ$ - $40^\circ$ ) à une profondeur H de (250mm - 300mm).

Le glissement en douceur des pommes de terre et des mottes sur la lame de la pelleuse dépend de  $\alpha$  et doit satisfaire à la condition de glissement :

$$\alpha \leq 90 - \phi \dots\dots\dots (2)$$

Où  $\phi$  est l'angle de frottement entre le sol et le matériau de la lame.

Comme l'opération de nettoyage de la lame de la pelleuse dépend de la densité et de la forme du feuillage de la culture, la lame est conçue avec un angle ( $\gamma_0$ ).

(comme le montre la figure II.9)

Théoriquement, la valeur de  $\gamma_0$  doit satisfaire ce qui suit :

Sa valeur doit être prise là où le feuillage glisse sur les côtés, fixe l'opération de creusage et réduit les pertes et la surcharge de la culture et des mottes devant la lame de la pelleuse.

$$\gamma_0 = \pi - 2\phi \dots\dots\dots (3)$$

## Chapitre II : Dimensionnement des éléments

Où  $\emptyset$  dans ce cas l'angle de frottement entre le feuillage des cultures et le matériau de la lame  $\gamma_0$  Habituellement pris ( $80^\circ - 100^\circ$ ).

### II.4.1.1 Pour plus de précision:

Si nous supposons que la force exercée sur la lame du feuillage  $P$  et analysé en force tangentielle  $P_1$  et  $P_2$  une force verticale.

D'après la figure (II-9) au dessus on a :

$$P_1 = \frac{P \times \cos \gamma_0}{2H} \dots\dots\dots (4)$$

$$P_2 = \frac{P \times \sin \gamma_0}{2H} \dots\dots\dots (5)$$

On a prend  $\gamma_0 = 80^\circ$

De  $P_2$  vient la force  $F$  affectant le sens inverse de  $P_1$ , le mouvement du feuillage sur la lame de la pelle ne se produit que dans cette condition:

$$P_1 > F$$

En diminuant,  $\gamma_0$  il doit allonger la lame de travail  $L_D$  et qui affecte négativement le flux des mottes (couche de coupe) sur la lame. Ainsi, il doit être pris la moindre valeur possible  $L_D$  est généralement pris (400 - 475mm).

Pour calculer le nombre d'encoches en utilisant l'expression suivante :

$$B_d = (n - 1)s + nb \dots\dots\dots (6)$$

Où  $B_d$  est la largeur de la lame de la pelleteuse (largeur de travail) (mm),  $n$  est le nombre d'encoches,  $s$  est le jeu (espacement) entre les encoches (mm),  $b$  est la largeur de l'encoche (mm).

$B_d$  est déterminée à partir des besoins en pommes de terre, de la profondeur de creusage et de l'angle de repos de la pomme de terre dans le sol.

Longueur de pelle est de 470mm, la largeur de la pelle est 140mm, l'écart entre les pelles est 30mm, sont les dimensions optimal de bonne fonctionnement.

### II.4.2 Calcul des parties de pelle :

La maturation des tubercules de pomme de terre se produit en profondeur  $H = 251$ mm et nous supposons jeu  $\Delta = 5$ mm et remplaçant dans l'équation (2).

## Chapitre II : Dimensionnement des éléments

---

Angle d'inclinaison sur l'horizontale  $\alpha$  peut être calculé en utilisant l'équation (3).

$$\alpha \leq 90 - 22 \dots\dots\dots(7)$$

$\emptyset$  est l'angle de frottement entre le sol et le matériau de la lame on a prend  $22^\circ$

D'après des études précédentes, nous prendrons  $\alpha=33^\circ$

$$\sin \alpha = \frac{(H+\Delta)}{L_D} \dots\dots\dots (8)$$

$$L_D = \frac{251+5}{\sin 33} \dots\dots\dots (9)$$

$$L_D = 470 \text{ mm} \dots\dots\dots (10)$$

$L_D$ : Longueur de travail de l'excavatrice

Le nombre d'encoches  $n=3$ ,

Dégagement entre les encoches  $s$  doit être inférieur à diamètre  $d_p$  pomme de terre.

$$s < d_p \dots\dots\dots(11)$$

A partir du tableau (II-1), nous avons sélectionné les moins dimensions (groupe 1), ainsi:

$$d_p = \sqrt[3]{L \times W \times H} \dots\dots\dots(12)$$

$$d_p = \sqrt[3]{38 \times 37 \times 29} \dots\dots\dots(13)$$

$$d_p = 34,42 \approx 34,5 \text{ mm} \dots\dots\dots(14)$$

Pris  $s=30 \text{ mm} = 3 \text{ cm}$ , largeur de la lame de la pelleuse  $B_d=480 \text{ mm}$

$$B_d = (n - 1)s + nb \dots\dots\dots(15)$$

$$48 = 2 \times 3 + 3 \times b \dots\dots\dots(16)$$

$$b = 14 \text{ cm} \dots\dots\dots(17)$$

**Le tableau II-1:** Dimensions des tubercules de pomme de terre [5]

Groupe	Tubercule	Tubercule	Tubercule	Tubercule
N	Poids (M) g.	Longueur (L) mm.	Largeur (W) mm.	Épaisseur (H) mm.
1	30 - 50	38-58	37 - 45	29 - 39
2	50-80	51-64	41-57	32-47
3	80-120	56-77	42-56	38-49

-Pour déterminer la charge affectée sur la lame de pelle. Tout d'abord, le volume du sol dans la pelle.

$$V_{SOL} = A \times H \dots\dots\dots(18)$$

Où A est l'aire totale de la pelle :

$$V_{SOL} = 0.48 \times 0.47 \times 0.251 = 0.056 \text{ m}^3 \dots\dots\dots(19)$$

Poids du sol sur la pelle :

$$w_{sol} = m_{sol} \times g \dots\dots\dots(20)$$

$$m_{sol} = \rho_{sol} \times V_{SOL} \dots\dots\dots(21)$$

$$m_{sol} = 2300 \times 0.056 \dots\dots\dots(22)$$

$$m_{sol} = 129 \text{ Kg} \dots\dots\dots(23)$$

$$w_{sol} = 129 \times 9.81 \dots\dots\dots(24)$$

$$w_{sol} = 1265.49 \text{ N} \dots\dots\dots(25)$$

Pour plus de sécurité, nous avons appliqué un facteur de sécurité  $S_y=3$

$$w_{sol} = 1265.49 \times 3 \dots\dots\dots(26)$$

$$P=w_{sol} = 3796.47 \text{ N} \dots\dots\dots(27)$$

D après l'équation (5) et (6) :

$$P_1 = 1313.24 \text{ N} \dots\dots\dots(28)$$

## Chapitre II : Dimensionnement des éléments

---

$$P_2 = 7447.78 \text{ N} \dots\dots\dots(29)$$

Ainsi, le moment affecté sur la lame

On choisi  $L_d = 450 \text{ mm}$

$$M = 3796.47 \times 0.45 = 1708.41 \text{ N.m} \dots\dots\dots(30)$$

Dans la plupart des Arracheuses des pommes de terre (pelle) le matériau de lame utilisée c1118 et il a un rendement  $\alpha_y = 317 \text{ MPa}$

C1118 : Acier laminé à chaud

- Pour déterminer l'épaisseur de la lame excavatrice t :

Moment de flexion sur la lame de pelle M = moment de flexion maximale

$$M = \frac{\sigma_y \times B_d \times t^2}{6} \dots\dots\dots(31)$$

$$654.3 = \frac{317 \times 10^6 \times 0.48 \times t^2}{6} \dots\dots\dots(32)$$

$$t^2 = \frac{1708.41 \times 6}{317 \times 10^6 \times 0.48} \dots\dots\dots(33)$$

$$t = 6.73 \text{ mm} \dots\dots\dots(34)$$

### II.4.3 Sélection de la vis :

Nous avons la sélection C1020 en tant que matériau présente une limite d'élasticité

C1020 : acier laminé au chaud

$$\sigma_y = \sigma_t = 289 \text{ Mpa} \dots\dots\dots(35)$$

Quand une charge de traction soumis à boulon de l'équation :

$$P = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \sigma_t \dots\dots\dots(36)$$

$$d_c = \sqrt{\frac{4P}{\pi \sigma_t}} \dots\dots\dots(37)$$

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \times 3796.47}{\pi \times 289 \times 10^6}} \dots\dots\dots(38)$$

$$d_c = 4.1 \text{ mm} \dots\dots\dots(39)$$

Sélection de boulon d'ascenseur comme joint entre la plaque de pelle et le corps de la machine

La dimension standard pour ce boulon ( $7,9 \times 19,05$ ). [6]

**Tableau II-2** : Les valeurs des paramètres de la pelle

La description	Paramètres	Unité	Les valeurs des paramètres
Excavateur	$l_d$	mm	470
	$B_d$	mm	480
	$\alpha$	degré	$33^\circ$
	t	mm	6.73
	$\gamma$	degré	$128^\circ$
	b	mm	140

### II.5 Premiers séparateurs :

Sont animés par une transmission mécanique ou hydrostatique entraînée par la prise de force du tracteur. Leur rôle est de séparer les tubercules de la terre et de réaliser un premier nettoyage. L'espacement des barres des convoyeurs est étudié pour retenir les tubercules et laisser retomber la terre par gravité sur le sol. Les machines peuvent disposer d'un ou deux convoyeurs en série. Selon les cas, les convoyeurs peuvent être équipés d'un dispositif de secouage alternatif qui active l'élimination de la terre. Le convoyeur placé immédiatement après le soc.

#### II.5.1 Le séparateur de type tige :

Composé de barres d'acier droites reliées entre elles par des interstices pour permettre au sol et aux débris d'être secoués avec une agitation réglable. L'opérateur doit s'assurer que l'agitation est minimale pour éviter les meurtrissures des tubercules.

### II.5.2 Séparateur d'exigences de conception :

- 1- La réalisation de la séparation très efficace avec une perte et des dommages aux cultures minimum.
- 2- Qualité du séparateur dépend du taux d'alimentation du matériel reçu de la pelle et de ses propriétés.

Le débit d'alimentation peut être déterminé en utilisant l'expression suivante:

$$q = \rho \times B \times Z \times V \dots\dots\dots(40)$$

Où  $q$  est la vitesse d'alimentation (kg / s),  $\rho$  est la densité du sol ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) habituellement pris (1000- 1600),  $B$  la largeur de la couche de sol (habituellement égale à la largeur de travail (m).  $Z$ : épaisseur de la couche de sol (moins de la profondeur de coupe) (m),  $V$  machine à la vitesse d'avancement (m/s).

- Avec l'augmentation de la teneur en humidité du sol, la densité augmente.
- L'épaisseur de la couche du sol dépend de la profondeur de coupe.

La relation entre  $Z$  et  $H$  peut être exprimé par ce qui suit équation empirique:

$$Z = 0.57H - 0.01 \dots\dots\dots(41)$$

- L'équation ci-dessus utilisé uniquement lorsque  $H$  est dans la gamme de (0. 25- 0,05m)
- Le débit d'alimentation des tubercules peut être déterminé en termes de rendement des cultures par hectare en utilisant l'expression suivante:

$$q_p = y_p \times B \times V \dots\dots\dots(42)$$

Où  $q_p$  est tubercules débit d'alimentation (kg / s),  $y_p$  est le rendement des cultures ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

-Épaisseur du sol sur le séparateur  $Z$  :

$$Z = 0.57H - 0.01 \dots\dots\dots(43)$$

$$Z = 0.57 \times 0.251 - 0.01 \dots\dots\dots(44)$$

$$Z = 0.1325\text{m} \dots\dots\dots(45)$$

Le débit d'alimentation  $q$  :

$$q = \rho \times B \times Z \times V \dots\dots\dots (46)$$

$$q = 1000 \times 0.9 \times 0.1325 \times 1.81 \dots\dots\dots (47)$$

$$q = 215.9 \text{ kg/s} \dots\dots\dots (48)$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/s}$$

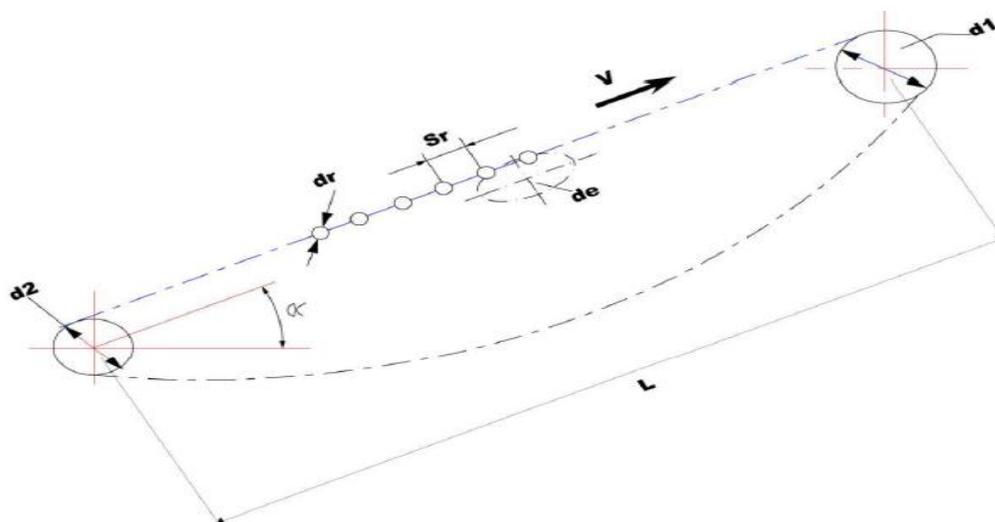
La valeur optimale est  $V = 1.81 \text{ m/s}$

### II.5.3 Dimensions du séparateur

Le séparateur est composé des barres d'acier parallèles les unes aux autres avec des espaces fixés sur la chaîne ou la courroie (longue durée de vie).

La qualité du séparateur dépend des paramètres suivants :

Largeur du séparateur, longueur du séparateur, angle d'inclinaison, vitesse du séparateur et le degré de vibration.



**Figure II.10** : Dimensions et géométries du séparateur

-La largeur du séparateur dépend des rangs de culture et de la largeur de la herse.

-La longueur du séparateur dépend de la performance de séparation et des pertes de tubercules.

**a. Largeur de premier séparateur**

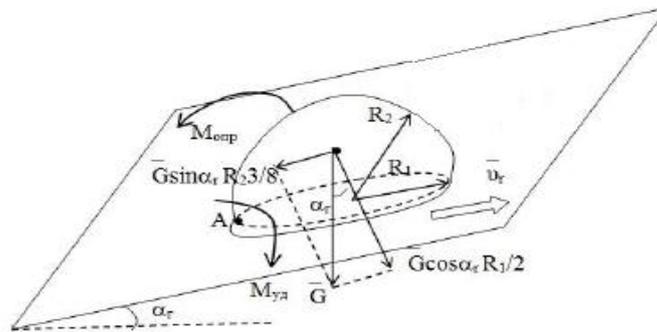
La largeur de premier séparateur dépend de la largeur de la ligne de culture de pommes de terre. Et d'après les constructeurs GRIMME AVR et BOLKO la largeur de premier séparateur est environ 0,62 et 0,75 m et souvent les constructeurs utilisent des largeurs entre 400-720mm.

**b. La longueur de premier séparateur**

Augmenter la longueur augmente la performance. Néanmoins, cela augmente également les pertes et la dimension de la machine (ce qui affecte l'équilibre de la machine).

Afin de construire le modèle mathématique analytique du mouvement du tubercule de pomme de terre sur la surface du séparateur, il faut d'abord identifier le tubercule Point matériel, qui est approximé par une sphère solide avec une masse de  $m$  et un rayon de  $R_b$ . Un modèle schématique sera construit sur la base de l'analyse des différents modes de Mouvement relatif

d'un seul tubercule de pomme de terre, c'est-à-dire un point matériel, sur la surface de séparateur



**Figure II-11** : Modélisation géométrique pour une pomme de terre sur le tapis

Et avec le principe de la conservation d'énergie on extrait :

$$L = \frac{v_s^2}{g(f \cos \alpha_s - \sin \alpha_s)} \dots\dots\dots(49)$$

Là où  $\alpha_s$  est l'angle d'inclinaison du séparateur,  $v_s$  est la vitesse du séparateur.

$$L = \frac{2^2}{9.81 (0.71 \cos 25 - \sin 25)} \dots\dots\dots (50)$$

$$L = 1.846 \text{ m} \dots\dots\dots(51)$$

On prend 1.8 m comme longueur

L'angle d'inclinaison maximum du convoyeur – (20 jusqu'à 35 degrés) et est lié au frottement externe du périmètre du tubercule avec la surface des tiges, qui contrecarrent le retournement des tubercules. Les dommages causés par le rouleau de retour des pommes de terre sont d'autant plus importants que la couche de terre qui entoure les tubercules est plus petite, plus il y a de cailloux dans la matière recueillie et plus les pommes de terre ont une forme sphérique. Dans certaines arracheuses l'inclinaison du convoyeur est régulée en fonction des conditions du sol.

La section transversale du tubercule détermine l'espace entre les tiges  $s_r$ , le diamètre des tiges  $d_r$ , comme suit :

$$s_r - d_r \leq d_p \dots\dots\dots(52)$$

Diamètre moyen de la pomme de terre  $d_p$  :

$$d_p = \sqrt[3]{L_p W T} \dots\dots\dots(53)$$

Le diamètre d'un tubercule de pomme de terre à partir de [5]. En semence, il conditionne la quantité de plant à approvisionner. Pour un diamètre en calibre 28/35 mm, il y a environ 3800 tubercules au 100 kg ; en 35/45m environ 1.800 tubercules et en 45/55m environ 1.000 tubercules.

Basé sur les dimensions ci-dessus qui été défini par « shiming.ming » et weihong.an, « huzhong.qiang », « liuxing », « yangxiao.pi » [4] pour éviter toute fuite de tubercules.

Dans ces conditions, l'effet d'une fuite complète du sol est atteint, il est souhaitable que le diamètre de la barre de grille soit de  $d_r = 14$  mm et que la largeur de la grille soit  $S_r = 28$  mm.

### c- Détermination de la vitesse de premier séparateur

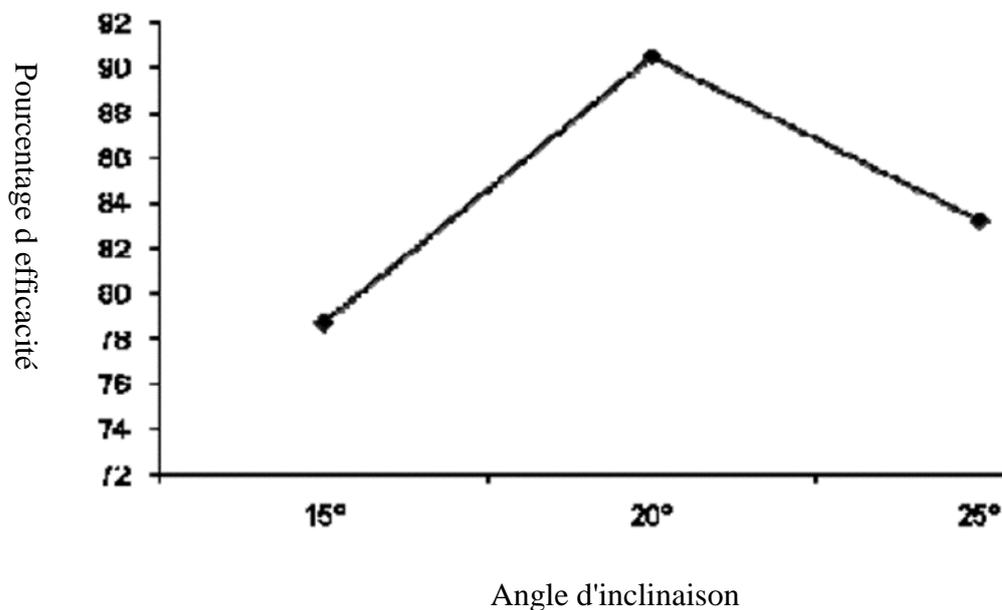
D'après V. Bulgakov<sup>1</sup>, S. Ivanovs<sup>2</sup>, V. Adamchuk<sup>3</sup> and Y. Ihnatiev<sup>4</sup> [8] Il est établi que l'un des problèmes réels dans l'utilisation des élévateurs à tige est une augmentation du niveau de dommages aux tubercules dans des conditions de faible humidité du sol.

L'une des principales causes d'endommagement est leur contact avec les côtés du châssis de l'arracheuse, où les tubercules se déplacent relativement par rapport à la toile de convoyeur à une vitesse suffisamment élevée (jusqu'à 1,81-2 m / s).

La valeur optimal est de 1.81 m/s.

### d. Détermination d'angle d'inclinaison de soc

Pour le choix d'angle d'inclinaison les constructeurs ont fait des essais, ils ont pris entre 20° et 25°.et après ces essais Itodo et Daudu, (2003) [5] ont trouvé les résultats suivants :

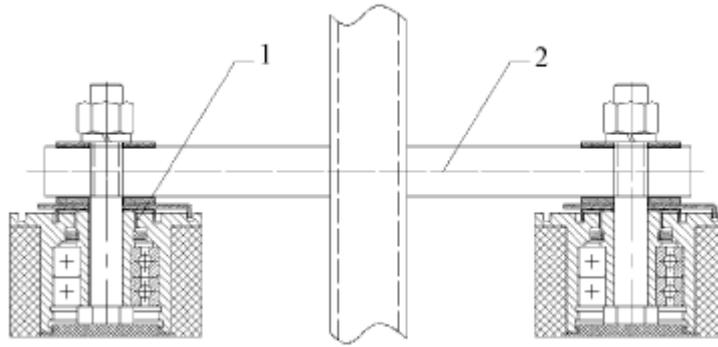


**Figure II.12** : signifie l'efficacité de l'excavation

Le dispositif d'agitation utilisé dans ce papier est un mécanisme de vibration du type à bras oscillant entièrement flottant (Voir fig. II.13), la vibration est libre, les dégâts causés au bloc de pommes de terre sont faibles et, en même temps, la barre de grille est assurée La bande transporteuse vibre pour obtenir l'effet d'agitation du sol. Construit Modèle cinématique vertical (voir Figure II.14), en supposant un processus de tramage La force agissant sur le centre du revolver dans la roue de secousse du milieu est opposée à la direction de son mouvement.

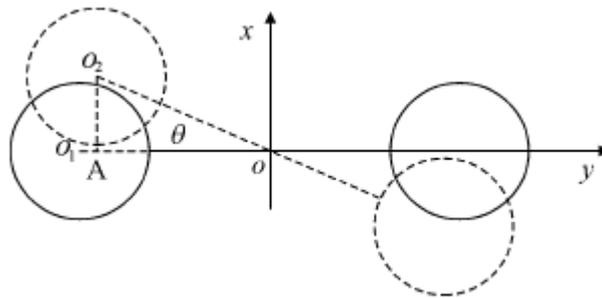
En même temps que le dispositif de gigue est un corps rigide pour l'analyse de l'amplitude de la gigue il faut définir les paramètres associés.

Déterminés comme suit :



**Figure II.13** : Structure du dispositif de tramage

1. Roue de Tremblement, 2. Soudage de l'arbre à secousses



**Figure II.14** : Modèle cinématique de l'appareil à secouer

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} = F l o o_1 \dots \dots \dots (54)$$

Où : J est le moment d'inertie du dispositif de tramage par rapport au point O (kg/m<sup>2</sup>).

$\theta$ : Est l'angle de rotation (°) ; t : est le temps passé à passer à la ligne pointillée (s) ; F : est la force de la roue de vibration pendant l'exercice (N) ;  $l o o_1$  : la distance entre o et  $o_1$ .

Les deux roues tremblantes dans le modèle sont exactement les mêmes, la masse est m, et ils sont réglés La qualité est concentrée au centre du cercle, il y a :

$$J = 2 m L^2 o o_1 \dots \dots \dots (55)$$

$$l o_2 = l o o_1 \sin \theta \dots \dots \dots (56)$$

Dans la formule,  $O_2$  indique A point distance  $L_{O2A}$  est l'amplitude de la grille du dispositif de tramage.

Une amplitude excessive endommagera la pomme de terre, si elle est trop petite elle ne séparera pas le sol. Selon le contrôle des informations pertinentes Quand  $L_{O2A}$  est de 200 à 300mm.

### II.6 Deuxième convoyeur :

#### II.6.1 Les dimensions de deuxième convoyeur :

Le deuxième convoyeur agit une transmission transversal c'est un tapis Tétines à plat qui permet de retirer toutes les fanes, terre fines avant triage, celui-ci peut être utilisé avant une chaîne de lavage, calibrage de pomme de terre.



Figure II.15 : Le tapis Tétines

Les paramètres de ce tapis sont normalisée et de type différent à partir de [4] :

"E30" (Standard)

Il s'agit d'un profilé métallique voûté de 30 mm de large sur lequel sont vulcanisées 2 rangées de vinaigriers en caoutchouc. Les doigts ont une hauteur de 28 mm et se tiennent à 20 mm l'un de l'autre. Ces tiges sont normalement montées sur des courroies de tension S40/60. Les tiges sont fixées aux courroies au moyen de boulons M6 et d'écrous à souder. L'avantage de ces barres est la stabilité du profilé. On peut relativement faire de larges courroies de hérissos sans utiliser de courroie d'entrejambe.

### "P30" (plat)

Il s'agit d'un profilé plat en acier de 4 mm d'épaisseur et de 30 mm de large sur lequel sont vulcanisées 2 rangées de doigts en caoutchouc. Ces doigts ont une hauteur de 30 mm et, tout comme le profil standard, sont espacés de 20 mm. Comparé à la barre de hérissos standard, les doigts sur ces barres sont plus épais et plus stables. Les hérissos "plats" sont généralement rivetés pour broder 40 ceintures.

### "V10" (profil en V)

Il s'agit d'une barre en acier à ressort  $\varnothing 10\text{mm}$ , sur laquelle 2 rangées de doigts en caoutchouc en forme de V sont vulcanisés. Les doigts ont une hauteur d'environ 25 mm et se tiennent à une distance de 20 mm l'un de l'autre,

Asymétriquement sur la barre. Cependant, ce profilé n'est pas disponible dans toutes les largeurs.

### "R30" (Ronde)

Ce hérissos à l'apparence de celui de P30, cependant, le Planetanoo a été remplacé par un voyou régulier (rond). L'avantage est que la barre est plus stable avec des pneus plus larges. Cependant, ce profilé n'est pas disponible dans toutes les largeurs.



**Figure II.16:** Différent type de profile des doigts de ce tapie

### a. Largeur de convoyeur

Et d'après les constructeur BOLKO et la disponibilité au marché la largeur de convoyeur est de 674mm.

### b. Longueur de convoyeur

La longueur de convoyeur dépend de la largeur de la machine et d'après le constructeur BOLKO la longueur de la machine est 1.33m.

### c. Vitesse de deuxième convoyeur

Pour assurer un niveau minimum de dommages mécanique aux tubercules pendant la récolte le rapport des vitesses entre les convoyeurs de séparation revêt une importance particulière et d'après de celui-ci Ph.D. Eng Hevko R.B.1), Ph.D. Eng. Tkachenko I.G.2), Ph.D. Eng. Synii S.V.3), Ph.D. Eng. Flonts II.V.4) [9]:

Sa vitesse varie entre : 0.79 et 1.85 m / s, et la valeur optimale est de 1.2 m/s.

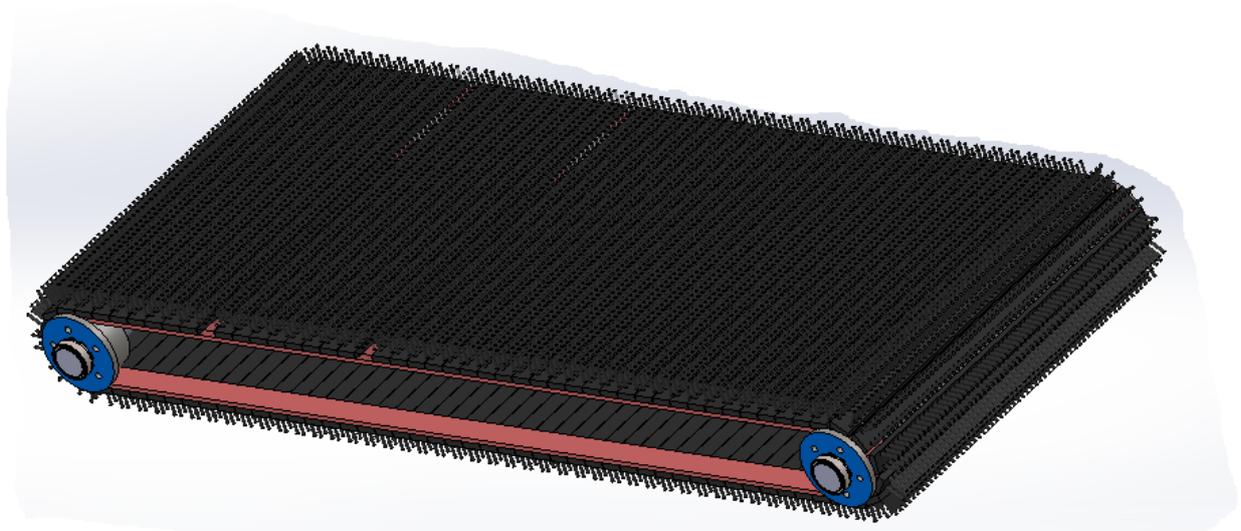
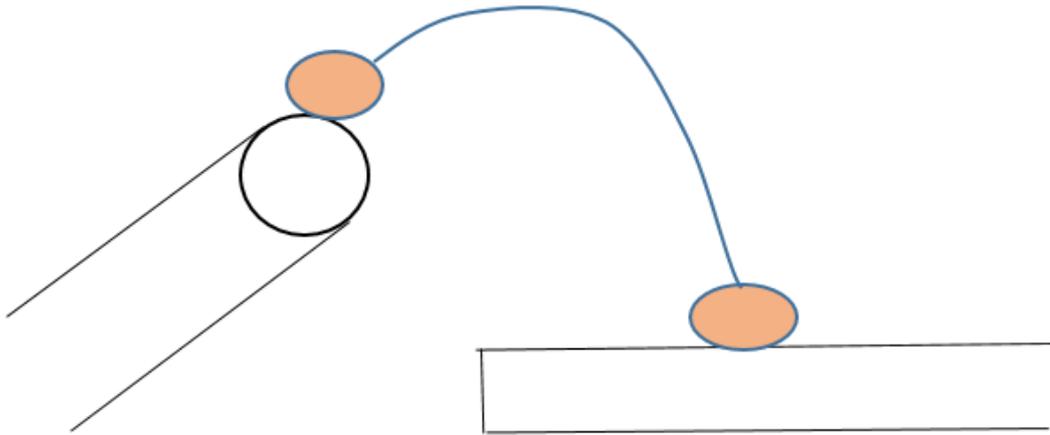


Figure II.17 : Convoyeur à tétin

### d. Détermination d'entre axe entre le premier et seconde séparateur

Le passage de la pomme de terre du premier séparateur au second , ressemble à une chute parabolique.



**Figure II.18 :**Le passage de pomme de terre de la première à la seconde séparatrice

Les équations horaires caractérisant le mouvement sont :

$$x(t) = v_0 \cos \alpha . t \dots\dots\dots(57)$$

$$Y(t) = - \frac{1}{2} g t^2 + v_0 . \text{Sin} \alpha . t \dots\dots\dots(58)$$

Avec  $v_0$  la vitesse de pomme de terre dans le premier séparateur et  $g$  l'accélération de la pesanteur et  $\alpha$  est Angles de lancement formé avec l'axe des abscisses et  $t$  le temps.

L'équation de la trajectoire est :

On a: 
$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \dots\dots\dots(59)$$

On remplace dans (2) : 
$$y = \frac{-g}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha . x \dots\dots\dots(60)$$

Donc il faut que :

$$h_1 < y = \frac{-g}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha . x < h_2 \dots\dots\dots(61)$$

$h_1$  : La hauteur qu'il faut dépasser pour générer un choc entre les tubercules et le séparateur

$h_2$  : indique la hauteur qui peut provoquer un risque de blessure

Et à partir de constructeur BOLKO :

$$Y = 285.15 \text{ mm} \quad \text{et} \quad x = 285.15 \text{ .....(62)}$$

### II.6.2 Troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette) :

Le rôle de ce convoyeur est de transmettre la récolte et permet à l'employeur de trier les fanes résiduelles

#### II.6.2.1 Les dimensions du convoyeur :

Leur dimension sont inspirés du constructeur BOLKO:

- ✓ La longueur est de 1416.66 mm
- ✓ la largeur est de 416.6 mm

#### II.6.2.2 La vitesse du convoyeur :

Ce convoyeur ressemble aux convoyeurs utilisés dans les usines [10].



Figure II.19 : Convoyeur utilisée dans les usines

Sa vitesse doit être courte par rapport aux autres pour laisser le temps à l'employeur de trier les fanes.

Sa vitesse varie entre 0.02 jusqu'à 0.6 m/s.

La vitesse optimale est de 0.4 m/s.

### II.7 Quatrième convoyeur (ascenseur) :

#### II.7.1 Dimension du convoyeur :

Nous avons toujours été inspirés du constructeur BOLKO

La longueur est de 333.3mm.

La largeur est de 283.33mm

### II.7.2 La vitesse de convoyeur :

La vitesse de ce convoyeur est de 118 *jusqu' a* 135 *tr / min* vous pouvez consulter [12]

### II.8 Rouleaux effanures :

#### II.8.1 Dimension des rouleaux :

Ses dimensions varient en fonction de son service et l'endroit où il est utilisé.

##### a. Diamètre des rouleaux :

Ses diamètres varient entre 74.5 *et* 95 *mm* et sont normalisés [11]

##### b. La longueur des rouleaux :

Ses longueurs ca dépendent de la largeur de travaille.

Dans notre conception nous avons utilisé quatre rouleaux effanures, le premier situé entre le premier séparateur et le deuxième son rôle est de garantir le passage des pommes de terre entre

Les deux séparateurs pour ne pas tomber sur le sol, et générer une friction avec les pommes de terre pour élever les mottes et d'être une première étape de séparation des fanes.

Rouleau effanneur1 :

- ✓ Sa longueur est inférieur ou égale à 50mm.
- ✓ Rouleau effanneur1 son diamètre est entre 74.5 *et* 95.

-Un écart entre les barres de tamisage et le rouleau compresseur devrait être  $a = 6 - 10$  mm,

Le deuxième et le troisième rouleau effanures sont montrés tous ensemble entre le deuxième séparateur et le convoyeur de table de cueillette pour séparer la récolte des pommes de terre et orienté ce dernier aux troisième convoyeur.



**Figure II.20** : Rouleau effanure 2 et 3

Rouleau effanure 2 et 3 :

- ✓ Sa longueur doit être supérieure à la largeur du deuxième séparateur et normalisé [8]
- ✓ Sa longueur est 800 mm
- ✓ Le diamètre varie entre 74.5 jusqu'à 95 mm

-Le quatrième rouleau est placé entre le convoyeur de table de cueillette et l'ascenseur pour le rôle d'accorder les deux convoyeurs et nettoyer en plus la pomme de terre.



**Figure II.21** : Rouleau effanure 4.

- ✓ Sa longueur est inférieure 333.3 mm
- ✓ Son diamètre est entre 74.5 et 95mm
- ✓ 13 rouleaux sur l'arbre

Le pas est inférieur au diamètre de la pomme de terre

$$n \leq d_p \dots\dots\dots (63)$$

La valeur du pas est :

$$n = 31.5 \text{ mm} \dots\dots\dots (64)$$

Pour vérifier l'examineur peuvent consulter [13].

### II.9 Calcule des vitesses de rotation des éléments rotatifs :

A partir de la vitesse de la bande et du diamètre des rouleaux, on peut déterminer les vitesses angulaires des rouleaux à l'aide de la formule suivante :

$$V = \frac{(d \times W)}{2} \dots\dots\dots (65)$$

Avec :

V : vitesse linéaire.

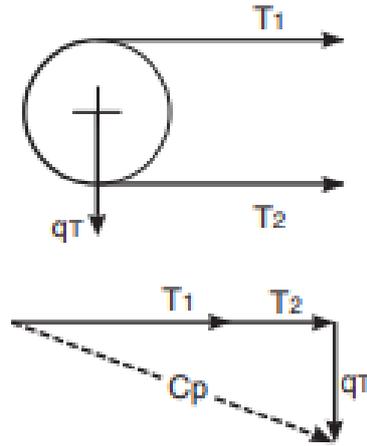
d : le diamètre des rouleaux.

W : vitesse angulaire.

#### II.9.1 Vitesse de rotation de premier séparateur :

L'axe des tambours de commande est soumis en alternance à des flexions et à des torsions, entraînant des ruptures de fatigue. Pour calculer correctement le diamètre de l'axe, il est nécessaire de déterminer le moment fléchissant  $M_f$  et le moment de torsion  $M_t$  [14].

Le moment fléchissant de l'axe est le résultat de la somme des vecteurs des tensions T1 and T2 et du poids du tambour  $Q_t$  Fig. (II.21)



**Figure II.22** : Force de tension dans un convoyeur.

Pour déterminer le diamètre de l'axe, il faut déterminer les valeurs suivantes :

La résultante des tensions  $C_p$ , le moment fléchissant  $M_f$ , le moment de torsion  $M_t$ , le moment fléchissant idéal  $Mi_f$  et le module de résistance  $W$ . En procédant par ordre, on obtient :

$$C_p = \sqrt{(T_1 + T_2)^2 + Q_t^2} \quad [\text{daN}] \dots\dots\dots (66)$$

$$M_f = \frac{C_p}{n} \cdot a_g \quad [\text{da N.M}] \dots\dots\dots (67)$$

$$M_t = \frac{P}{n} \cdot 954.9 \quad [\text{daN.m}] \dots\dots\dots (68)$$

Où :

$p$ = Puissance absorbée en KW.

$n$ = tours/minute du tambour de commande.

$$Mi_f = \sqrt{M_f^2 + 0.75 \times M_t^2} \quad [\text{daN.m}] \dots\dots\dots (69)$$

$$W = \frac{M_f \times 1000}{32} \quad [\text{mm}^3] \dots\dots\dots (70)$$

$$w = \frac{\pi}{32} \times d^2 \quad [\text{mm}^3] \dots\dots\dots (71)$$

À partir de la combinaison d'équations simultanées, on obtient le diamètre de l'axe de la manière suivante :

$$d = \sqrt[3]{\frac{w \times 32}{\pi}} \dots\dots\dots (72)$$

## Chapitre II : Dimensionnement des éléments

Le diamètre de tombeur est choisi à partir de constructeur BOLKO :

- Le diamètre  $d_1$  est de 100mm.
- Le diamètre  $d_2$  est de 180 mm.

On s'intéresse par  $d_2$  pour le calcul de vitesse de rotation :

$$W_1 = \frac{2v_1}{d_1} \dots\dots\dots (73)$$

Avec  $v_1 = 2$  m/s est la vitesse linéaire de premier séparateur :

$$W_1 = \frac{2 \times 2}{1.8} \dots\dots\dots (74)$$

$$W_1 = 22.22 \text{ rad/s} \dots\dots\dots (75)$$

Vitesse de rotation en tour/min :

$$N_1 = \frac{W_1 \cdot 30}{\pi} \dots\dots\dots (77)$$

$$N_1 = \frac{22.22 \times 30}{\pi} \dots\dots\dots (78)$$

$$N_1 = 212.3 \text{ tr/min} \dots\dots\dots (79)$$

### II.9.2 Vitesse angulaire de deuxième séparateur :

On sait que :

$$W_2 = \frac{2V_2}{d_2} \dots\dots\dots (80)$$

Avec :

$d_2 = 180$ mm est choisi à partir de constructeur BOLKO et PYRA

$V_2 = 1.2$  m/s la vitesse linéaire de deuxième séparateur

$$W_2 = \frac{(2 \times 1.2)}{1.8} \dots\dots\dots (81)$$

$$W_2 = 13.33 \text{ rad/s} \dots\dots\dots (82)$$

La vitesse de rotation en tr/min :

$$N_2 = \frac{W_2 \times 30}{\pi} \dots\dots\dots (83)$$

$$N_2 = 127.38 \text{ tr/min} \dots\dots\dots (84)$$

### II.9.3 La vitesse angulaire de troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette) :

$$W_3 = \frac{2v_2}{d_3} \dots\dots\dots (85)$$

$d_3 = 100$ mm est choisi à partie de constructeur BOLKO

$$W_3 = \frac{2 \times 0.3}{0.1} \dots\dots\dots (86)$$

$$W_3 = 6 \text{ rad/s} \dots\dots\dots (87)$$

La vitesse de rotation en tr/min :

$$N_3 = \frac{W_3 \times 30}{\pi} \dots\dots\dots (88)$$

$$N_3 = 57.32 \text{ tr/min} \dots\dots\dots (89)$$

### II.9.4 Vitesse angulaire de l'ascenseur :

La plupart de constructeur utilise des vitesses angulaires entre 118 jusqu'a 135tr/min.

En prendre :

$$N_4 = 120 \text{ tr/min} \dots\dots\dots (90)$$

$$W_4 = 12.53 \text{ rad/s} \dots\dots\dots (91)$$

### II.9.5 Vitesse angulaire des rouleaux effanures :

L'endommagement mécanique des tubercules est l'une des raisons qui empêchent l'augmentation du niveau de mécanisation de la récolte des pommes de terre le développement de séparateur rotative est nécessaire et à partir de A.V. **Kuzmin**, Dr et **S.S. Ostroumov** ont font le travail suivants [15].

Le séparateur rotatif de la machine à récolter les pommes de terre garantit un minimum de dommages aux tubercules pendant la récolte. Pendant le fonctionnement du séparateur, les tubercules frappent la surface du séparateur, ce qui peut endommager la pomme de terre. Le temps de frappe réel est de 0,06 s.

Pendant le fonctionnement du séparateur, les tubercules frappent une surface de séparation inclinée qui est contre-intuitive et peut causer des dommages à la pomme de terre.

Pour déterminer le taux de réflexion des tubercules après avoir atteint la première théorie de rotor.

## Chapitre II : Dimensionnement des éléments

Ces impulsions projetée sur la tangente et la normale à la surface principale du rotor au niveau du point d'incidence du tubercule. Supposons que le centre du rotor de sorte que le tubercule est déposé dans son point le plus élevé, tandis que le principal (OS) normale coïncide avec l'axe et tangentiel sera parallèle à l'axe (OX) comme montre la figure suivante.

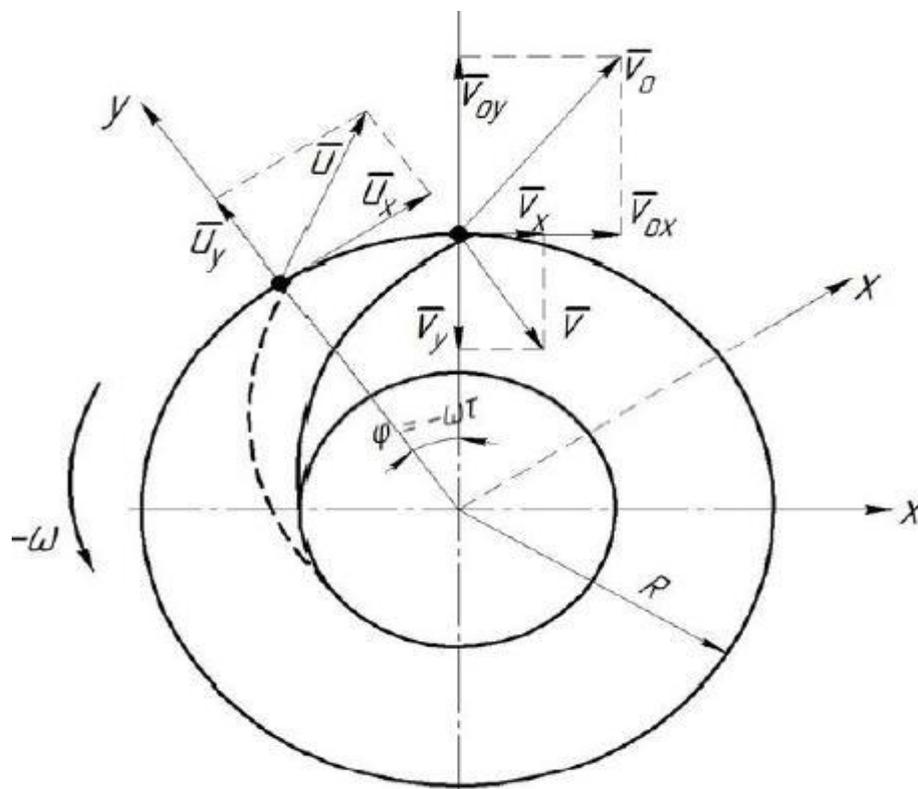


Figure II.23 : Batre le tubercule sur le doigt du rotor

Après qu'une étude cinématique ait été faite, les conclusions suivantes ont été tirées :

Le taux de collision admissible du tubercule avec le doigt du rotor ne doit pas dépasser 3,16-3,62  $m / s$ .

Pour le transport durable de tas avec des tubercules, du sol et des plantes impuretés sur la surface de séparation, la vitesse de rotation des rotors est nécessaire.

Prend 80-90  $rad / s$ , 764.33-859.87  $tr/min$ .

Après une inspiration du constructeur BOLKO nous avons choisir les vitesses suivantes :

Pour le premier ,deuxième et troisième rouleau la vitesse de rotation est de 533 $tr/min$ .

Pour le quatrième qui est placé entre la table de visite et l'assesseur, sa vitesse doit confiner entre leur valeur, donc on a pris 100  $tr/min$ .

### II.10 conclusion :

Dans ce chapitre, nous allons calculer les parties mécaniques de la machine proposée.

## CHAPITRE III

Modélisation Schématique CAO (solidworks 2018)

## ***Chapitre III: Modélisation Schématique CAO (solidworks 2018)***

### **III.1 Introduction :**

Dans ce chapitre on va voir une description générale sur le logiciel solidworks, puis la conception des pièces d'arracheuse ainsi que les modélisations.

### **III.2 Logiciel Solidworks :**

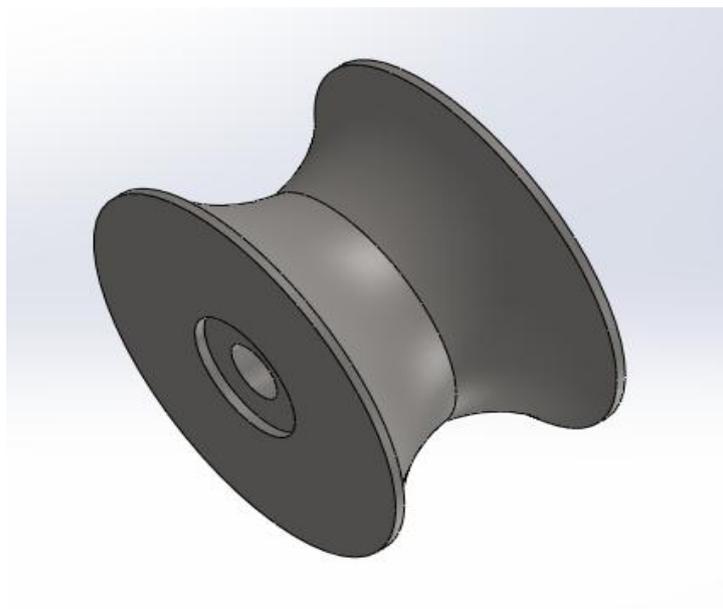
Ce logiciel offre des outils très puissants à ceux qui veulent réaliser une conception mécanique intégrale. Ce n'est pas seulement un logiciel de dessin mais aussi un simulateur qui permet de calculer les propriétés volumétriques et massiques d'un ensemble. Il permet de faire des simulations des mouvements entre des pièces ou des ensembles de façon que l'on puisse détecter les possibles interférences. Une fois le dessin 3D achevé, le logiciel permet une mise en plan rapide et pratique. Le transfert du dessin sur un logiciel d'éléments finis donne l'opportunité au dessinateur de vérifier la résistance de sa conception et de la valider [16].

### **III.3 Conception des pièces :**

Les pièces se conforment à partir d'une esquisse dessinée sur un plan. Cette esquisse 2D est obtenue par des formes géométriques simples comme lignes et cercles. Une fois l'esquisse prête, le logiciel offre plusieurs fonctions à exécuter. On peut la prolonger vers une direction (extrusion), la faire tourner autour d'un axe ou réaliser plusieurs autres opérations. Comme cela, on obtient une pièce qui prend une troisième dimension. Cette pièce peut être modifiée à posteriori en changeant les paramètres de la fonction ou l'esquisse Object de la fonction. Chaque opération réalisée sur la pièce requière une esquisse. Le dessin est paramétré, c'est-à-dire qu'on peut modéliser la forme souhaitée sans se préoccuper des dimensions exactes. Les dimensions des différentes pièces peuvent être liées de façon que lorsqu'un change, les autres changent aussi. Comme cela une petite variation d'une pièce n'entraîne pas la modification manuelle et laborieuse des autres pièces de l'ensemble.

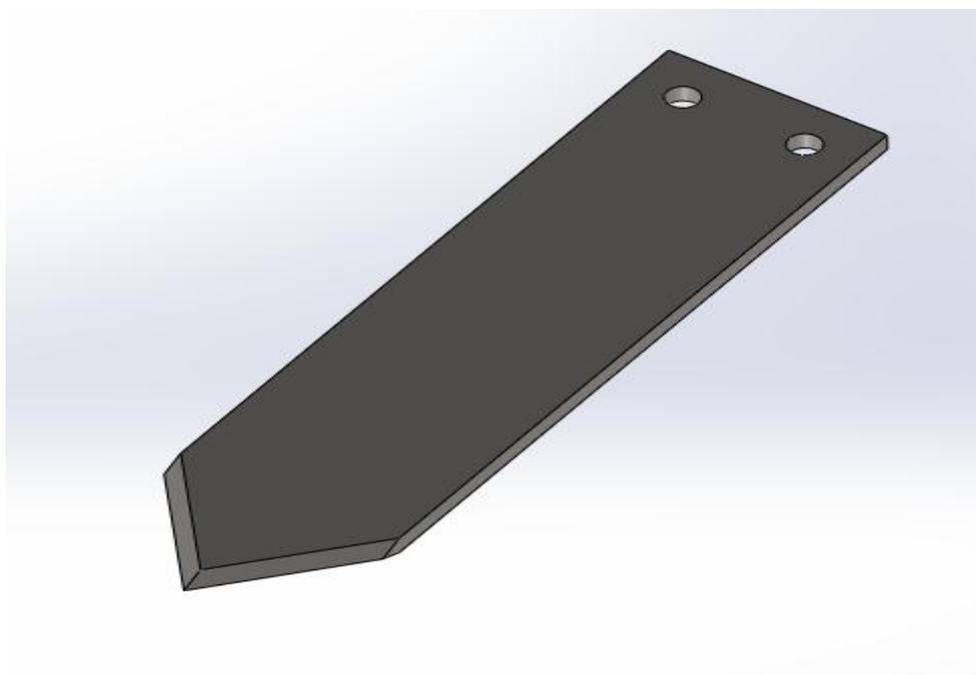
### **III.4 Modélisation des éléments de machine :**

- diablo :



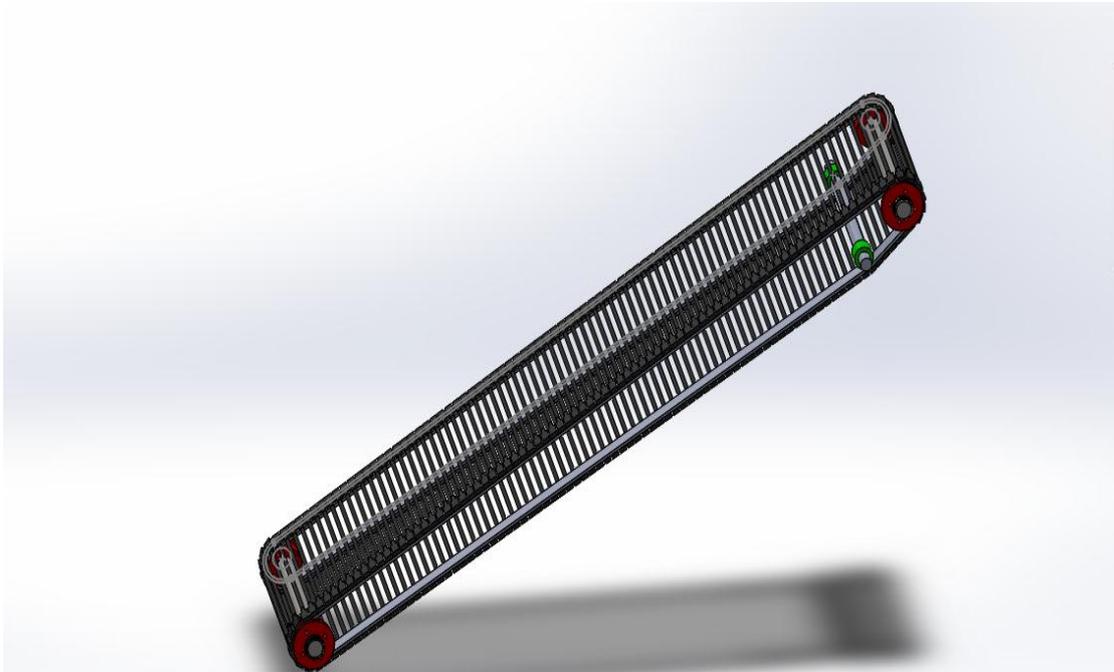
**Figure III.1 :** Modélisation schématique de diablo

- le soc :



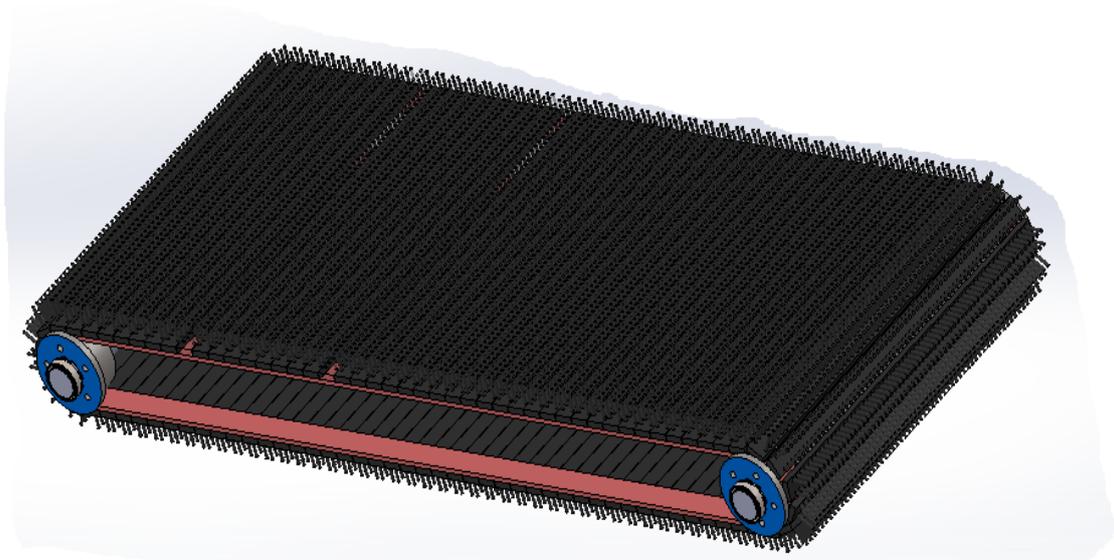
**FigureIII-2 :** Modélisation schématique de soc

- premiers séparateurs :



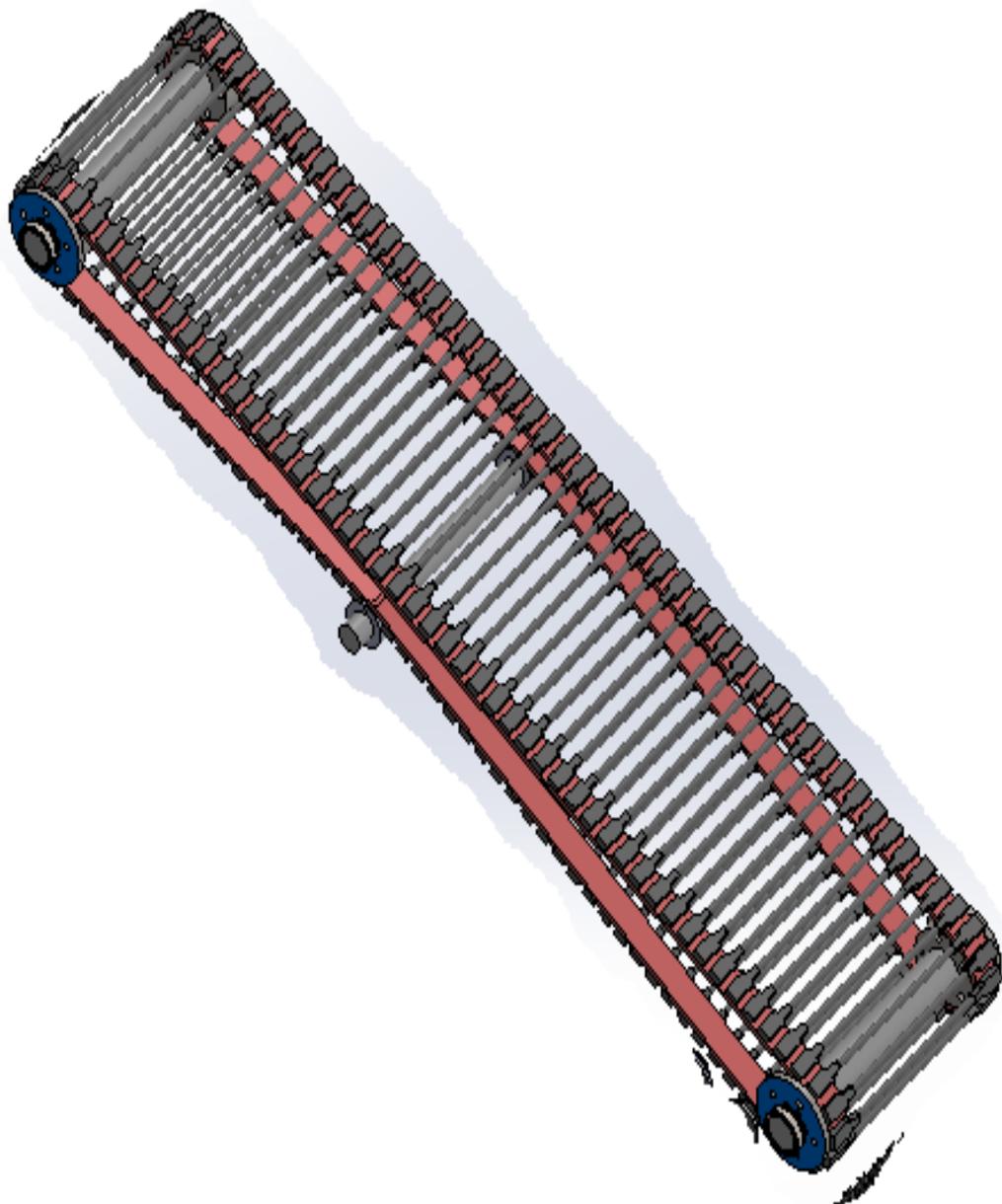
**Figure III.3 :** Modélisation schématique de premiers séparateurs

- Deuxièmes convoyeurs :



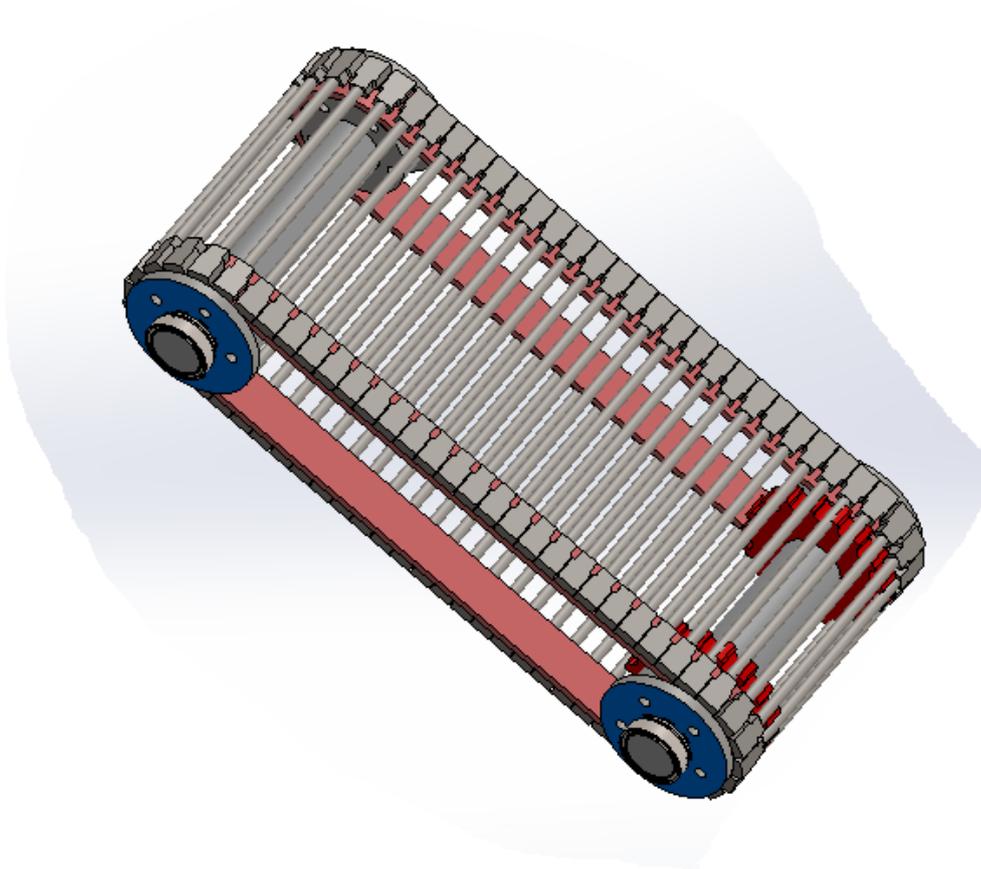
**Figure III.4 :** Modélisation schématique de deuxième convoyeur à tétin.

- Troisièmes convoyeurs :

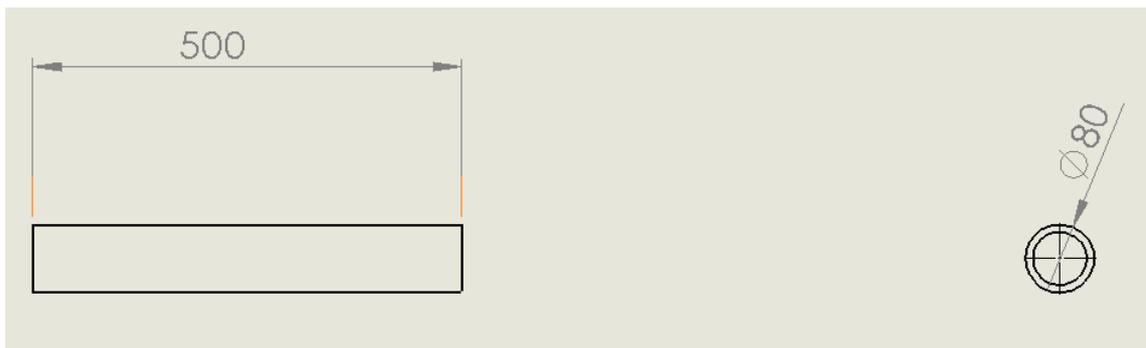


**Figure III.5** : Modélisation schématique de Troisièmes convoyeurs

- ascenseur (quatrième convoyeur) :



**Figure III.6 :** Modélisation schématique de quatrième convoyeur



(a)

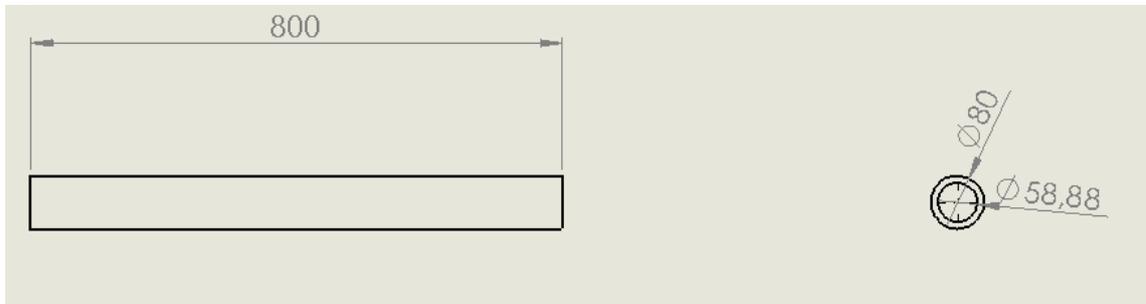


(b)

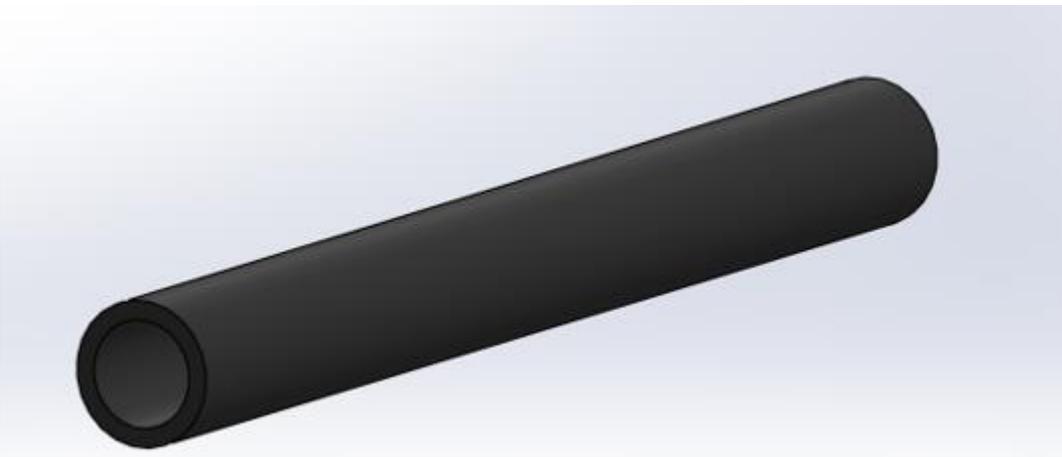
(a) vue sur le plan avec cotation de rouleau, (b) vue en perspective

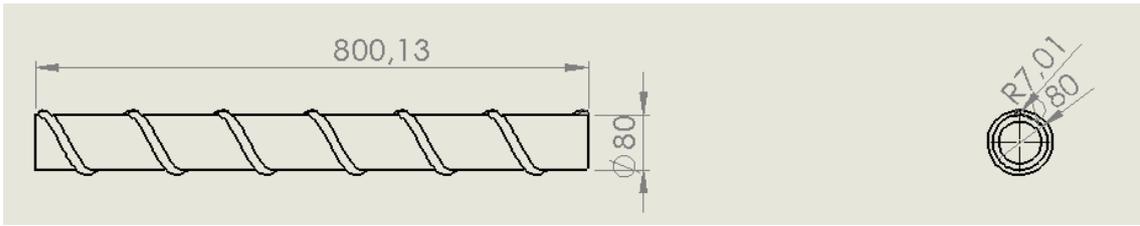
**Figure III.7** : Modélisation schématique de rouleau affaneur 1

(a)

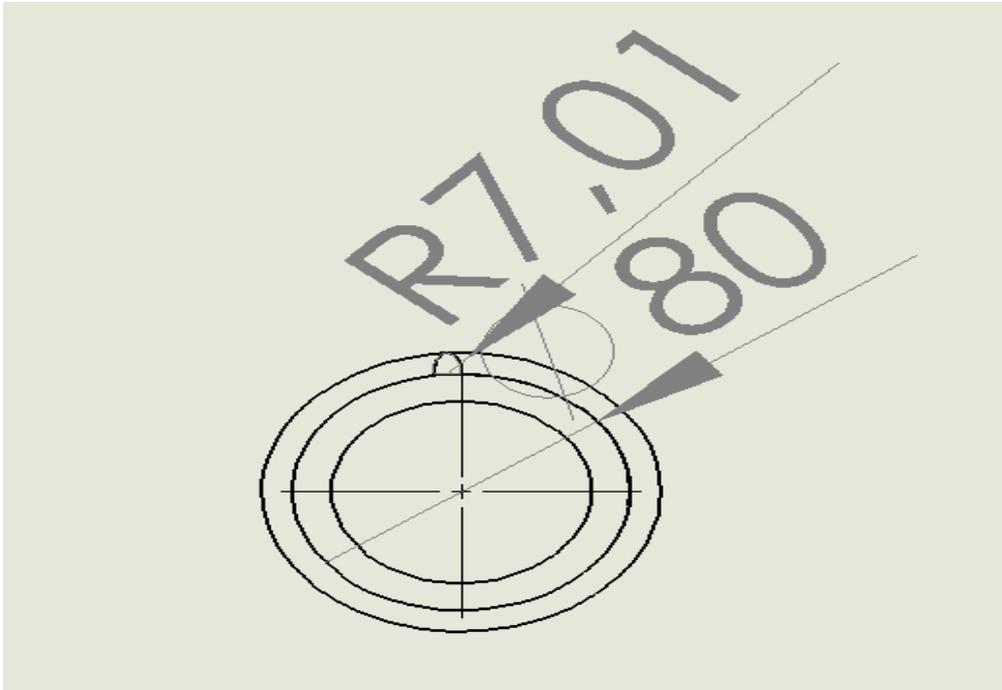


(a)'

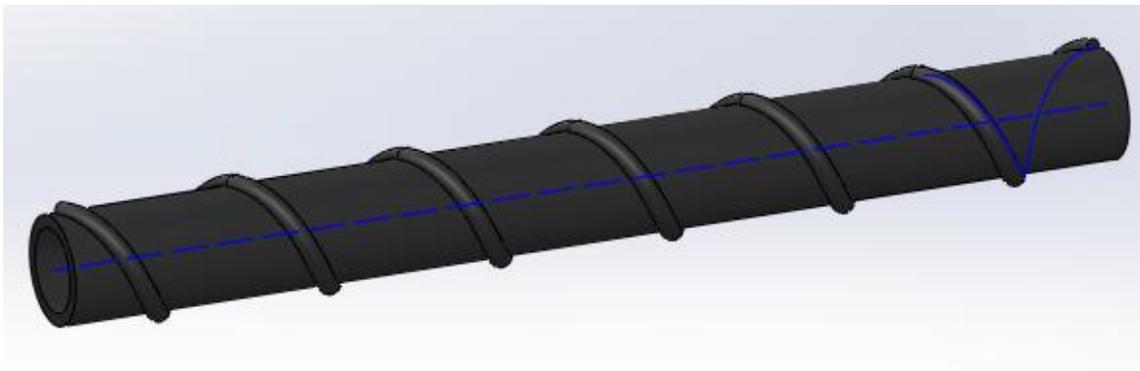




(b)



(b)'



(a) Vue sur avec cotation des rouleaux effaneur1, (a)' Rouleau effanure 1 normal vue en perspective, (b) Vue sur le plan avec cotation de rouleau effanure 2 spiral

(b)'Vue en perspective de rouleau effanure 2 spiral

**Figure III.8** : Modélisation schématique des rouleaux effanures 2 et 3



**Figure III.9 :** Modélisation schématique de rouleur effanure 4

- **vérins hydrauliques :**

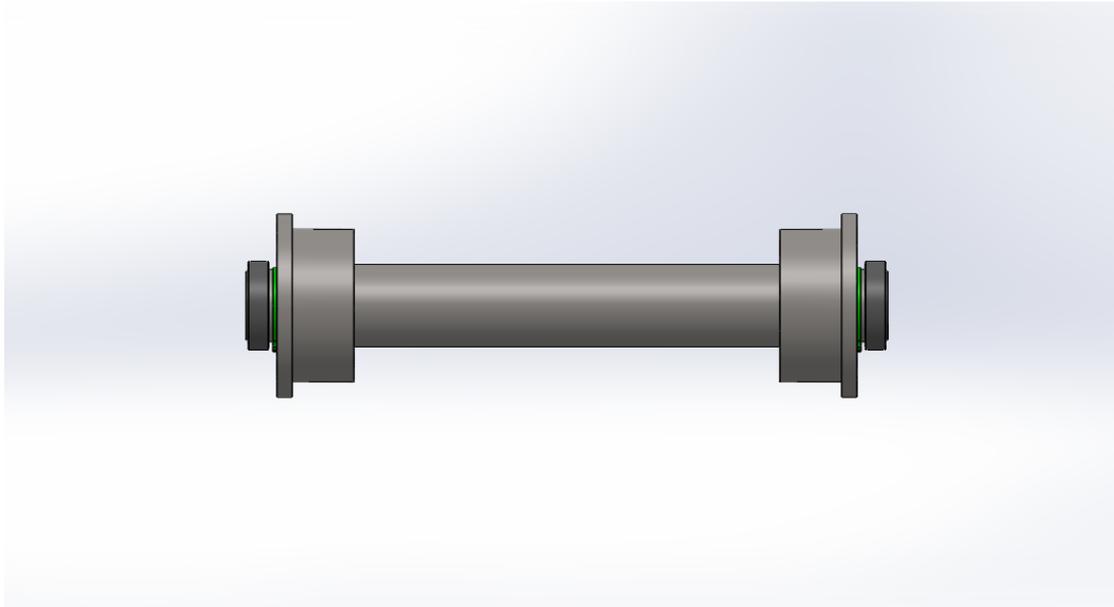


**Figure III.10 :** Modélisation schématique de vérin hydraulique

- **Arbre :**

L'arbre est le composant d'un dispositif mécanique qui transmet le mouvement de rotation et Puissance. Il fait partie intégrante de tout système mécanique dans lequel la puissance est transmise à partir de Prise de force en passant par la boîte de vitesses.

Afin de transférer la puissance d'un arbre à un autre, les différents éléments tels que des poulies, des engrenages, les circlips et cannelures ..., montés sur elle.

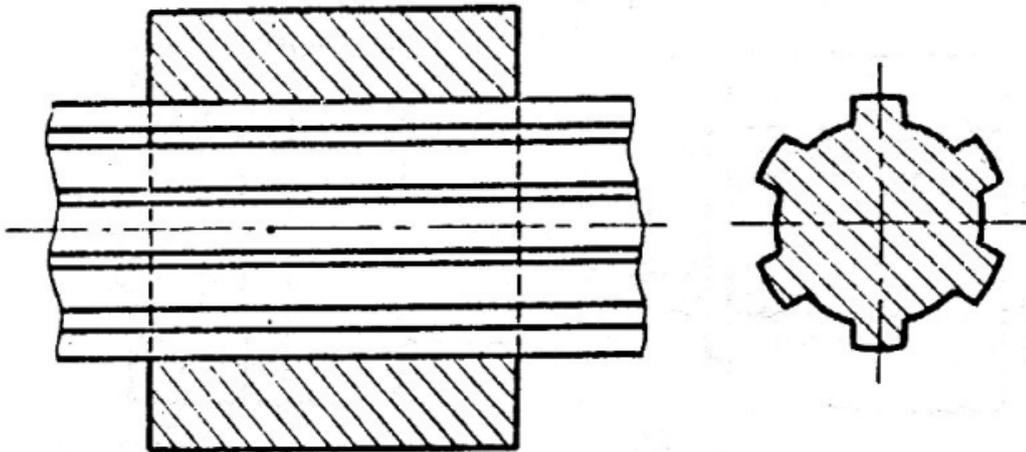


**Figure III.11 :** Modélisation schématique d'arbre de séparateur.

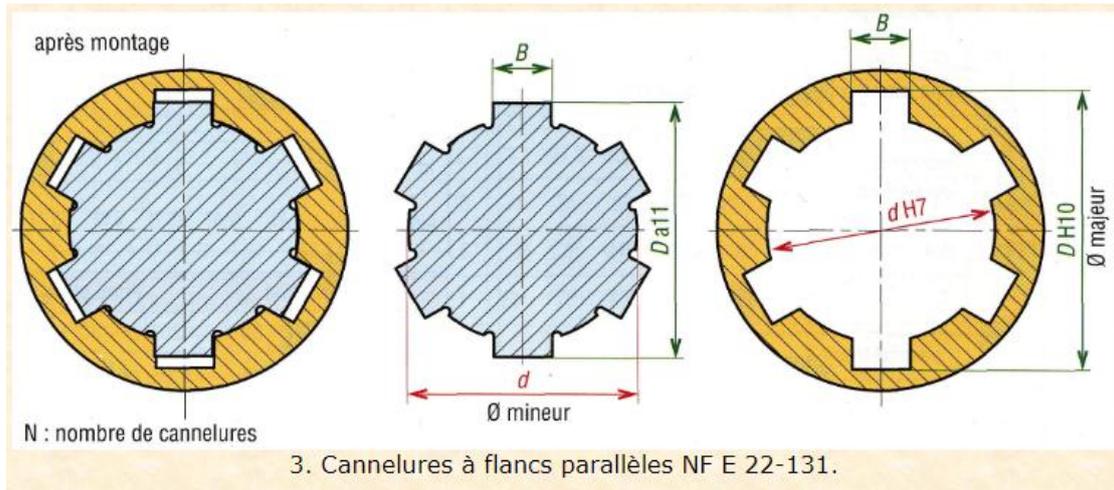
Dans notre travail, on a pris ce cas

- **Cannelures à flancs parallèles :**

Les cannelures sont taillées dans l'arbre, sa forme, ses dimensions et leur nombre étant normés. Le couple de torsion devrait pouvoir se transmettre uniformément par toutes les faces portantes des cannelures (Fig. III.12). Cet assemblage est similaire à l'emploi multiple des clavettes parallèles.



**Figure III.12:** Arbre-moyeu cannelé



**Figure III.13 :** Géométrie de cannelures a flancs parallèles [18]

Cannelures à flancs parallèles : principales dimensions normalisées (NF E 22-131)																			
série légère								série moyenne											
d	D	N	B	d	D	N	B	d	D	N	B	d	D	N	B				
23	26	6	6	56	62	8	10	11	14	6	3	28	34	6	7	62	72	8	12
26	30	6	6	62	68	8	12	13	16	6	3.5	32	38	8	6	72	82	10	12
28	32	6	7	72	78	10	12	16	20	6	4	36	42	8	7	82	92	10	12
32	36	8	6	82	88	10	12	18	22	6	5	42	48	8	8	92	102	10	14
36	40	8	7	92	98	10	14	21	25	6	5	46	54	8	9	102	112	10	16
42	46	8	8	102	108	10	16	23	28	6	6	52	60	8	10	112	125	10	18
46	50	8	9	112	120	10	18	26	32	6	6	56	65	8	10				
52	58	8	10																

tolérances de l'arbre		d	D	B	tolérances du moyeu		d	D	B
	glissant	f7	a11	d10		non traité	H7	H10	H9
	fixe	h7	a11	h10		traité après brochage	H7	H10	H11
	glissant juste	g7	a11	f9					

**Figure III.14:** Principales dimensions normalisées de cannelures [18]

On a prend dans ce cas :

Série moyenne : pour des couples élevés et sollicitation maximale de l'arbre à la torsion,

. Rapport de la longueur du moyeu au diamètre de l'arbre environ 1,5 à 2.

• **Anneau élastique pour arbres DIN 471(circlips) :**

Les anneaux élastiques DIN 471 sont des éléments de sécurité à monter sur les arbres à usage multiple. Ils sont en mesure de transmettre des forces axiales importantes entre les éléments de la machine (par ex. les roulements) et la gorge dans laquelle ils sont montés.

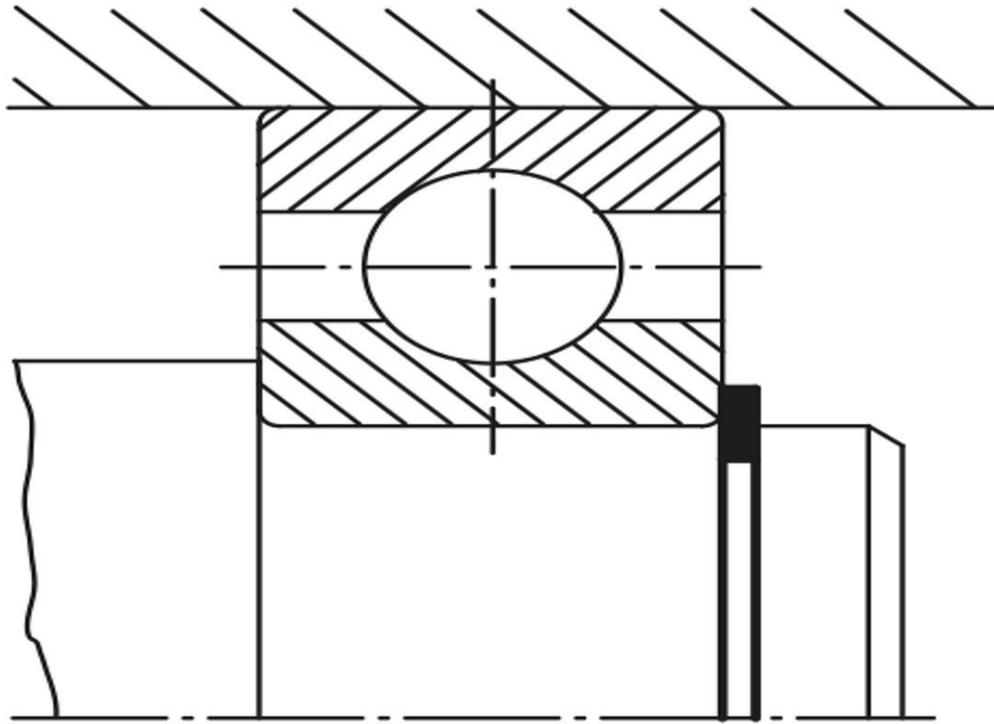
**Matière :**

Acier à ressort ou Inox 1.4122.

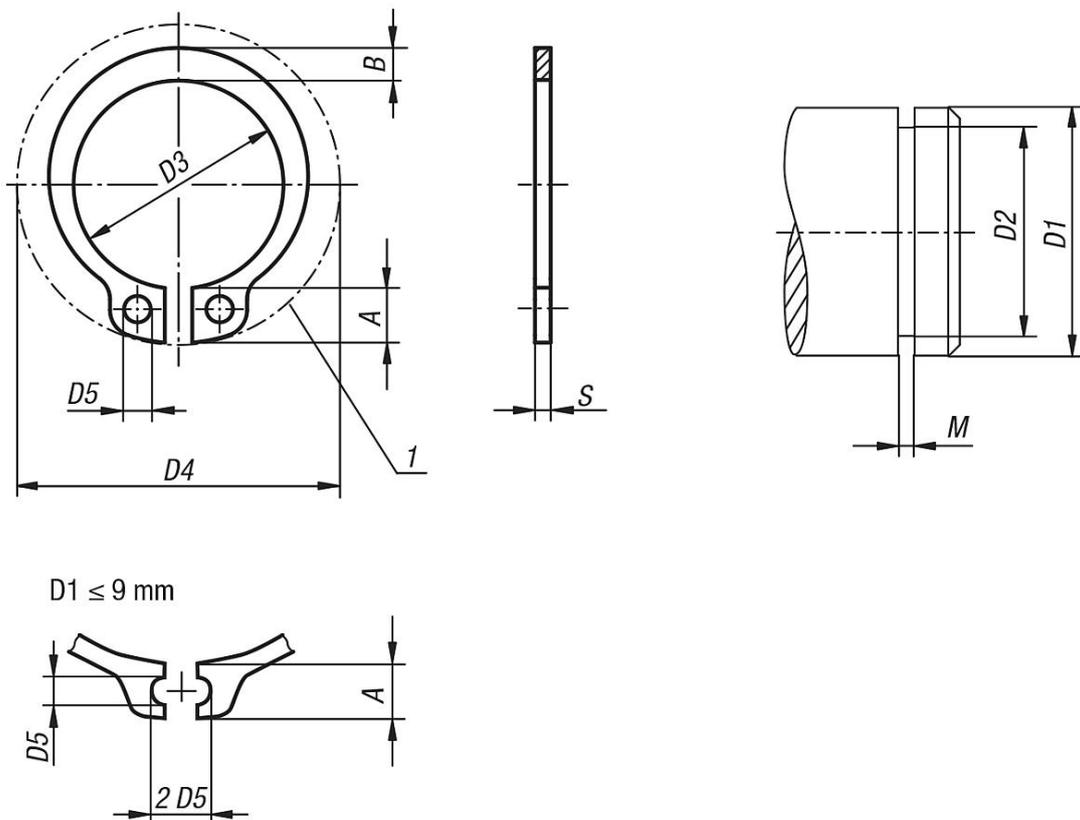
**Finition :**

Acier à ressort, phosphaté. Inox naturel.

Indication de dessin :



**Figure III.15 :** Espace de montage entre anneau élastique et le roulement [17]

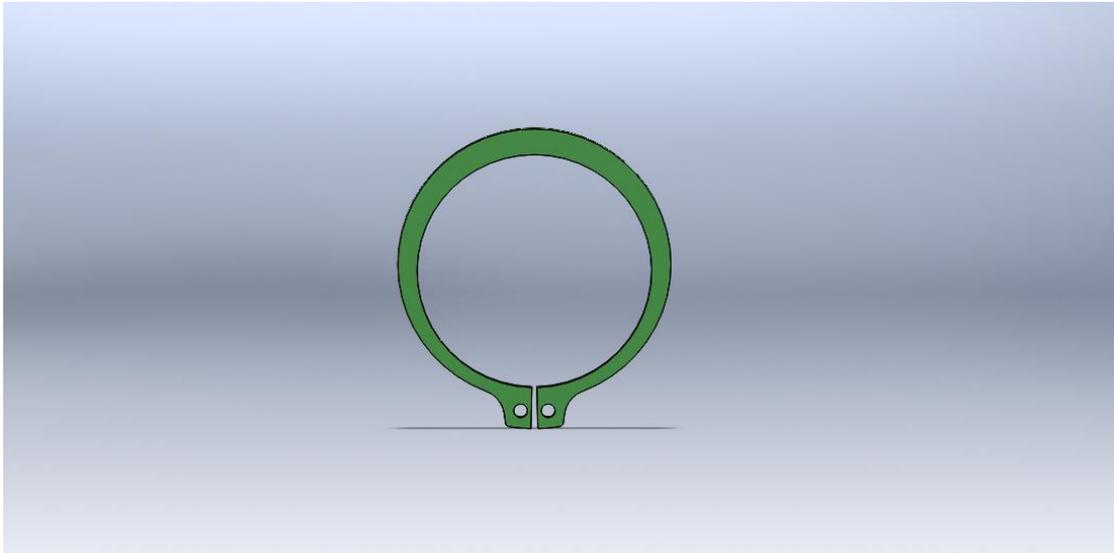


**Figure III.16 :** Dessin Géométrie Anneau élastique DIN 471 [17]

Dans notre travail on a prend la référence suivant :

référence	matière	A	B	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	M	S
07330-50200	acier	6.9	5.1	50	47	45.8	64.5	2.5	2.15	2

**Tableau III.1 :** 07330 Anneau élastique pour arbres DIN 471



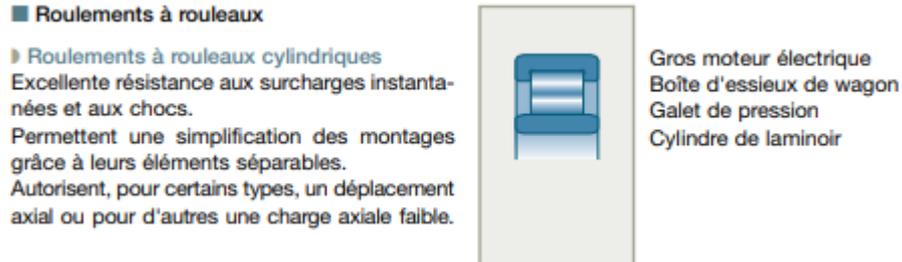
**Figure III.17 :** Modélisation anneau élastique pour arbres DIN 471

- **Roulements :**

Le roulement est un organe qui assure la liaison mobile entre deux éléments d'un mécanisme, en rotation l'un par rapport à l'autre. Sa fonction est de permettre la rotation relative de ces éléments, sous charge, avec précision et avec un frottement minimal.

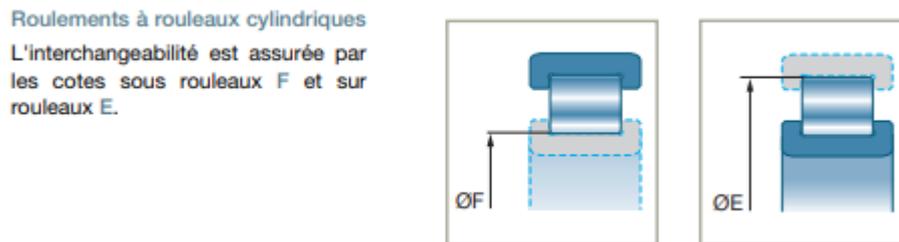
**a) Le roulement est constitué :**

- ↳ de deux bagues liées l'une à l'élément fixe, l'autre à l'élément mobile et comportant des chemins de roulement.
- ↳ de corps roulants permettant le déplacement relatif des deux bagues avec un frottement minimal.
- ↳ d'une cage séparant les corps roulants.



**Figure III.18 :** caractéristiques et aptitude de roulement à rouleaux

Les roulements à rouleaux cylindriques ou coniques peuvent être séparés en deux parties : une bague solidaire de la cage et des rouleaux et une bague nue.



**Figure III.19 :** Interchangeabilité des éléments séparables des roulements à rouleaux cylindriques



**Figure III.20 :** Modélisation roulement radial à rouleaux cylindriques ISO 15 RCR –3840-36.NC

### III.5 Conclusion :

La phase de la conception c'est la phase très importante dans n'importe quel travail et c'est elle qui va assurer la réalisation du travail mais avant ça, il faut d'abord valider les solutions technologiques choisies comme il suit le chapitre quatre.

CHAPITRE IV  
Assemblage du système

### IV.1 Introduction :

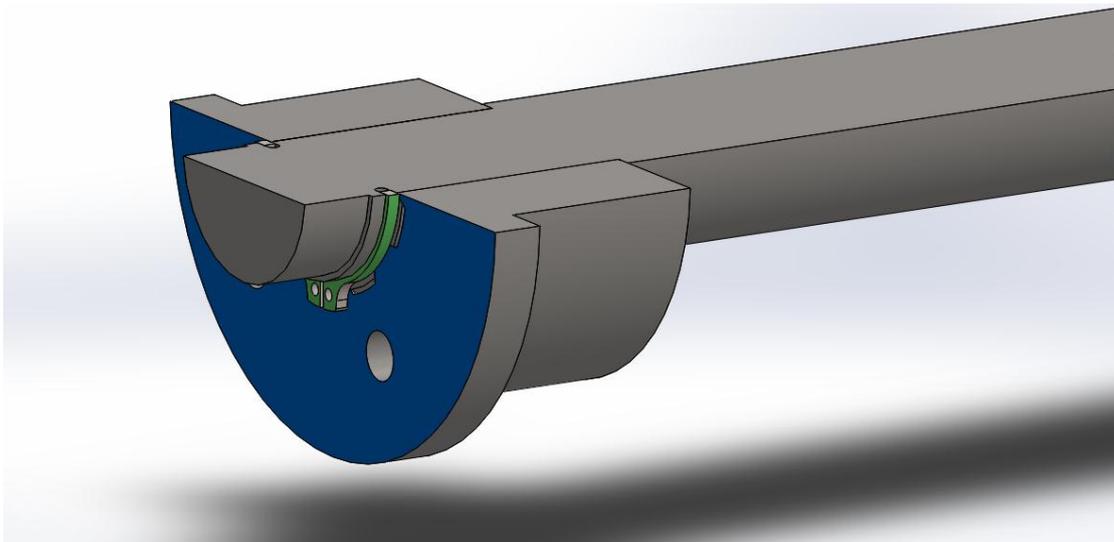
Avant la réalisation de n'importe quelle machine il faut d'abord valider les solutions technologiques choisies dans sa conception, pour cela dans ce chapitre on va valider les solutions technologiques choisies dans le chapitre précédent avec assemblage de systèmes.

### IV.2 Liaisons mécaniques :

La liaison mécanique est une liaison élémentaire entre deux solides obtenus à partir du contact d'une surface géométrique.

#### IV.2.1 liaison encastrement ou liaison complète :

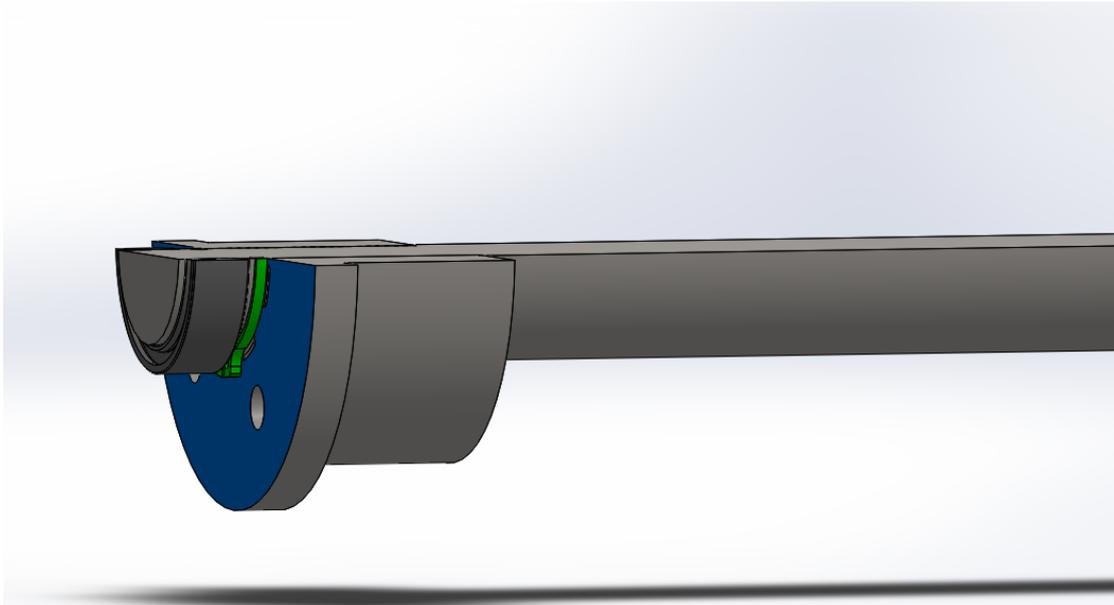
Une solution constructive d'assemblage a pour fonction de lier des pièces les unes aux autres, en utilisant différents moyens d'assemblage comme notre solution (arbre + circlips + cannelures)



**Figure IV.1 :** Assemblage (arbre ; circlips ; cannelures) pour une liaison complète

#### IV.2.2 Liaison pivot :

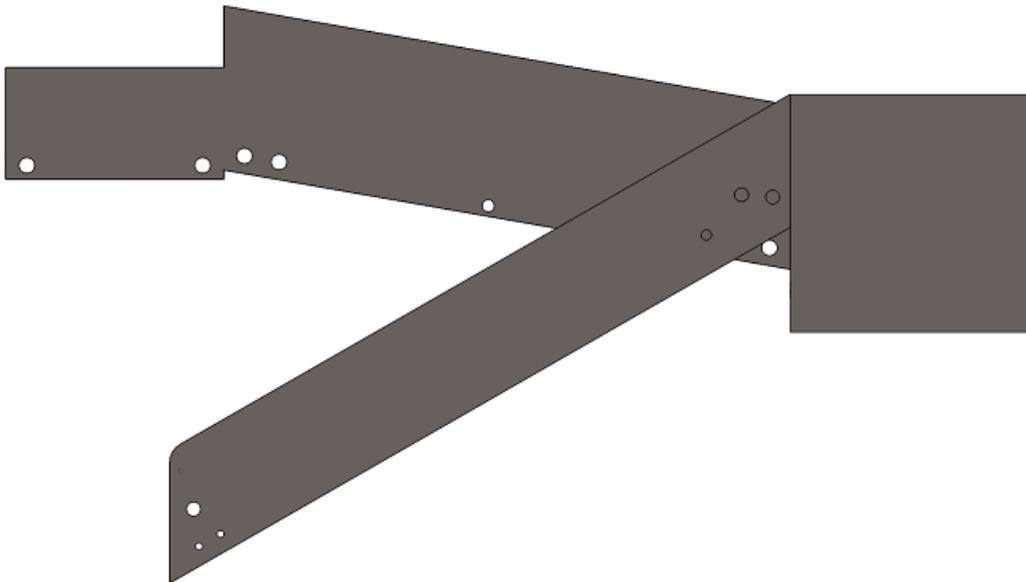
C'est le type de liaison que l'on veut réaliser généralement quand on emploie des roulements. Plusieurs solutions technologiques peuvent être modélisées par une liaison pivot.



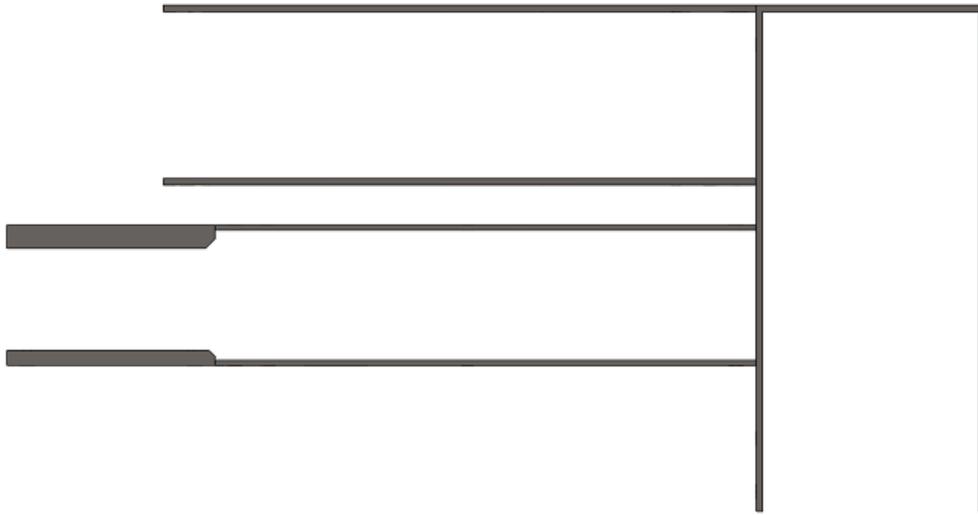
**Figure IV.2 :** Assemblage de roulement radial à rouleaux cylindriques avec arbre.

### **IV.3 ASSEMBLAGE FINALE :**

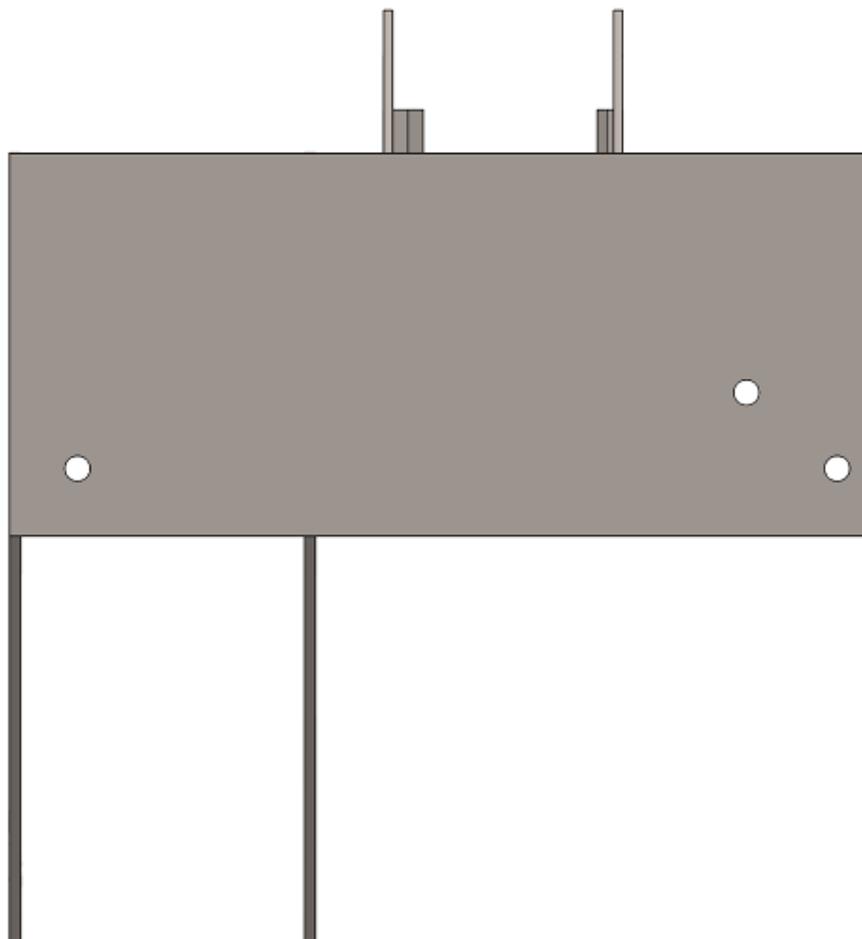
#### **IV.3.1 le bâti :**



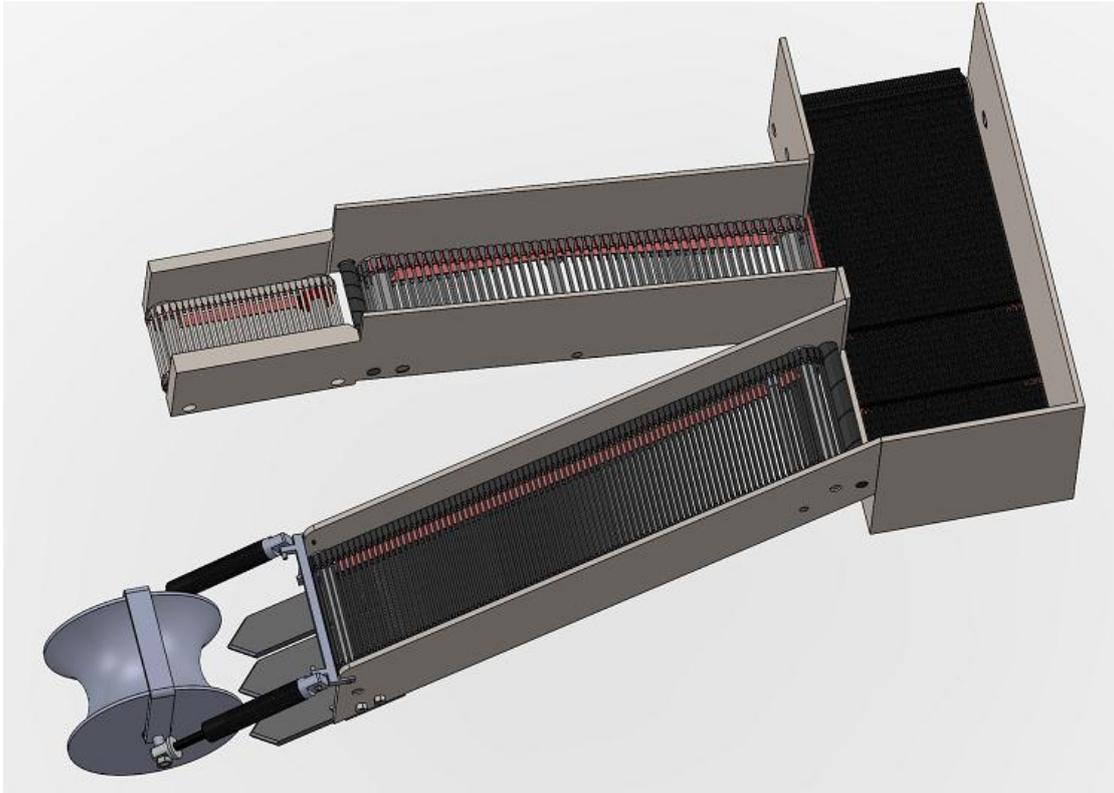
**Figure IV.3 :** Vue de face 3D de bâti de machine



**Figure IV.4 :** Vue de dessus 3D de bâti de machine



**Figure IV.5 :** Vue de droite de bâti de machine



**Figure IV.6 :** Assemblage général de la machine



**Figure IV.7 :** Vue de profil de machine arracheuse ramasseuse de pomme de terre

**IV.4 conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté une vue générale sur l'assemblage de machine arracheuse ramasseuse de pomme de terre avec les liaisons mécaniques.

## *Conclusion générale*

La conception et l'assemblage d'une machine agricole arracheuse ramasseuse de pomme de terre dans le cadre de l'élaboration du projet de fin d'études m'a permis d'approfondir mes connaissances en programmation, en conception, en désigne, en fabrication mécanique et m'a donné une expérience dans le travail de l'ingénieur dans le domaine professionnel comme elle m'a permis de concrétiser mes études dans le milieu terrain.

On a commencé ce travail par la définition du besoin et la solution technologiques et la chaine cinématique dans le premier chapitre, suivi par le dimensionnement des éléments dans le deuxième chapitre.

La conception et la modélisation CAO sont présentées dans le troisième chapitre, et finalement ce chapitre a été terminé par un assemblage final du système.

Le travail de ce mémoire, c'est juste une partie de la conception et l'assemblage de la machine concerné l'étude cinématique. L'étude dynamique et le calcul de résistance et les vérifications seront terminés dans les prochaines promotions au sein de notre département, jusqu'à la fabrication qui sera réalisée dans l'atelier de l'entreprise qu'il devient un produit algérien.

## ***Référence bibliographies***

- [2] <http://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/overview/whatisustainablemechanization/fr/>
- [5] [http://www.perriol.com/2culture/cul\\_beaba/beaba.htm](http://www.perriol.com/2culture/cul_beaba/beaba.htm)
- [6] <http://www.maxilift.com/>
- [7] <https://www.textbooksolutions/theory-machines-r-s-khurmi-j-k-gupta-1st-edition/>
- [10] <http://www.agrobelts.be/pagina/prostav3.htm>
- [11] [http://www.perriol.com/2culture/cul\\_beaba/beaba.htm](http://www.perriol.com/2culture/cul_beaba/beaba.htm)
- [14] <https://sklep-rolnicze.eu/walec-sortujacy,3,75789,10544>
- [16] <https://pdfs.semanticscholar.org/c8da/c2b3ac2d2aff74534771ce0c4eb05922380e>.
- [17] [norem.fr/fr/fr /produits /the big green norem](http://norem.fr/fr/fr /produits /the big green norem)
- [18] [zpag.net /technologies-Industrielles/liaison système de liaison arbres /moyeux](http://zpag.net /technologies-Industrielles/liaison système de liaison arbres /moyeux)
- [19] <https://www.lacommere43.fr/archives/item/1456-tue-par-la-prise-de-force-de-son-tracteur.html>
- [1] Office nationale des statistiques, Résultats (2010 / 2012) N°30, agriculture algérienne
- [3] ZHAO, Ping, Wang, Lu, Zhao, Jizhe, *et al.* Design Situation and a New Design Idea of Potato Digging Shovel. 2015.
- [8] Bulgakuv, V. Ivanovs, S. Adamchuk, and al. Investigation of the influence of the parameters of the experimental spiral potato heap separator on the quality of work. *Agronomy Research*, 2017, vol. 15, no 1, p. 44-54.
- [9] Akinbamowo, O. Ogunlowo, A. Agbetoye, and al. Development of a Tractor-mounted Cocoyam ('*Xanthosoma spp.*') Harvester. *Australian Journal of Agricultural Engineering*, 2011, vol. 2, no 3, p. 82.

[12] Hevko Roman, Tkachenko Igor, Synii Sergiy, and al. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. 2016.

[13] Aleksander Nieoczym Frankie Brumerai Machines et équipements de manutention près de Lublin 2015.

[15] Kuzmin A V. Justification de certains paramètres du rotor séparateur déchaumeur de pommes de terre. Université de technologie et de gestion de l'État de Sibérie orientale, 2016, no 6, p. 63.