

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**Spécialité** : Génie Mécanique

**Option** : Construction Mécanique

**Par** : BEHAR Merouane & MAHMOUDI Ibrahim

### **Sujet**

# **Etude et conception d'une arracheuse-ramasseuse de pomme de terre**

Soutenu publiquement, le 24 /06/2018, devant le jury composé de :

Mr. HOUMAT A.	Professeur	Univ. Tlemcen	Président
Mr. HAMZA CHERIF SM.	MCA	Univ. Tlemcen	Encadreur
Mr. GUENIFED A.	MAA	Univ. Tlemcen	Co-Encadreur
Mr. BELALIA SM.	MCA	Univ. Tlemcen	Examineur 1
Mme. CHEIKH N.	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur 2

**Année Universitaire : 2017/2018**

## *Dédicace*

*Nous tensions à rendre hommage à nos parents pour son indéfectible et son soutien tout le long de notre formation, et Toute la gratitude et l'appréciation à notre enseignant Qui ont souffert dans notre éducation.*

*A tous nos amis sans exception*

*IBRAHIM ET MEROUANE*

## **Remerciements**

*En premier lieu, nous tiens à remercier dieu qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous exprimons toute notre reconnaissance à Mr. HOUMAT qui nous fait un très grand honneur en acceptant de présider le jury.*

*Nous tiens à remercier les membres du jury Mr. BELALIA S et Mme. CHEIKH N d'avoir accepté d'évaluer ce travail.*

*Nous présentons également à cette occasion nos chaleureux remerciements à notre encadreur Mr. HAMZA CHRIF S.M Notre Co-encadreur Mr. GUENIFED. A pour l'aide honorable et infatigable qu'il nous apporté en acceptant de superviser et de suivre notre travail, pour les conseils et les précieuses orientations.*

*Nous avons tous l'honneur de remercier tout l'équipe de l'entreprise construction des matériaux agricoles (CMA) de sidi bel ABASS notamment le directeur technique Mr. Daoudi BOUDAOUUD le chef de bureau d'étude Mr. BAKIR YAHIA et les ingénieur Mr KADDOURI YAHIA, Mr. TEFIANI OTHMAN et Mr. MOKADEM MUSTAPHA pour leur soutien et surtout leur confiance.*



## Nomenclature

$\alpha$	: L'angle d'inclinaison de l'excavatrice
$L_D$	: Longueur de travail de l'excavatrice
H	: la hauteur de l'arrière de l'excavatrice
$\Delta$	: est l'espace libre
$\emptyset$	: 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
$n$	: le nombre d'encoches
$s$	: le jeu
$b$	: la largeur de l'encoche
L	: longueur de premier séparateur
$\alpha_s$	: Angle d'inclinaison
$s_r$	: L'espace entre les tiges
$d_r$	: Le diamètre des tiges
$L_P$	: La longueur du tubercule
W	: la largeur du tubercule
T	: l'épaisseur du tubercule
J	: le moment d'inertie du dispositif de tramage par rapport au point O
$t$	: Le temps passé à passer à la ligne pointillée
F	: la force de la roue de vibration pendant l'exercice
$m$	: Masse des roues
$x$	: Déplacement sur l'axe des abscisses
Y	: déplacement sur l'axe des ordonnées
$\alpha$	: Angles de lancement formé avec l'axe des abscisses
$v_0$	: La vitesse de pomme de terre dans le premier séparateur
$g$	: C'est accélération de la pesanteur
$h_1$	: La hauteur qui faut dépassée pour générer un choc entre les Tubercule et le séparateur

$h_2$	: Indiquée la hauteur qui peut provoquer un risque de blessure
$n$	: Le pas entre les disques de quatrième rouleau effanure
$V$	: vitesse linéaire des séparateurs
$W$	: vitesse angulaire des sous-ensembles
$d$	: Diamètre des tambours des convoyeurs
$C_p$	: La résultante des tensions
$M_f$	: Le moment fléchissant
$M_{if}$	: Le moment fléchissant idéal
$W$	: le module de résistance
$P$	: Puissance absorbée
$n$	: tours/minute du tambour de commande



## *Liste des figures*

<b>Figure 1-1</b> : description de la récolte de pomme de terre .....	5
<b>Figure 1-2</b> : récolte manuelle.....	5
<b>Figure 1-3</b> : machine de récolte mécanique partielle .....	6
<b>Figure 1-4</b> : arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spedo Junior.....	7
<b>Figure 1-5</b> : arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spirit 6100 d`AVR.....	8
<b>Figure 1-6</b> : arracheuse ramasseuse de pomme de terre SPRING ALX-RH.....	10
<b>Figure1- 7</b> : Récolte manuelle de la pomme de terre en Algérie.....	12
<b>Figure 1-8</b> : bête a corne .....	13
<b>Figure 2-1</b> : dérivée d`analyse fonctionnelle.....	17
<b>Figure 2-2</b> : diagramme de pieuvre.....	18
<b>Figure 2-3</b> : Pourquoi, comment et quand du diagramme FAST .....	19
<b>Figure 2-4</b> : diagramme FAST .....	20
<b>Figure 2-5</b> : Structure fonctionnelle du système .....	21
<b>Figure 3-1</b> :sous-ensembles de la machine.....	23
<b>Figure 3-2</b> : modélisation de diabolo.....	25
<b>Figure 3-3</b> : déférente forme de soc .....	26
<b>Figure 3-4</b> : soc de creusage étagée.....	27
<b>Figure3-5</b> : soc de creusage de type grillagé.....	27
<b>Figure 3-6</b> : Pelle à ailettes.....	27
<b>Figure 3-7</b> : soc à deux ailes.....	28
<b>Figure 3-8</b> : soc en forme d'arche.....	28

<b>Figure 3-9</b> modélisations géométriques et dynamiques de la pelle .....	29
<b>Figure 3-10</b> : modélisation de soc.....	31
<b>Figure 3-11</b> : Dimensions et géométriques du séparateur.....	32
<b>Figure 3-12</b> : modélisation géométrique pour une pomme de terre sur le tapi.....	33
<b>Figure 3-13</b> : signifie l'efficacité de l'excavation.....	35
<b>Figure 3-14</b> : Structure du dispositif de tramage.....	36
<b>Figure 3-15</b> : Modèle cinématique de l'appareil à secouer.....	36
<b>Figure 3-16</b> : modélisation de premier séparateur.....	38
<b>Figure 3-17</b> : Le tapis Tétines.....	38
<b>Figure 3-18</b> : différent type de profile des doigts de ce tapie.....	40
<b>Figure 3-19</b> : modélisation du convoyeur à tétin.....	41
<b>Figure 3-20</b> : le passage de pomme de terre de premier au seconder séparateur.....	42
<b>Figure 3-21</b> : convoyeur utilisée dans les usines .....	43
<b>Figure 3-22</b> : modélisation de troisième convoyeur.....	45
<b>Figure 3-23</b> : modélisation de l'ascenseur .....	46
<b>Figure 3-24</b> : modélisation de rouleau effaneur 1 .....	47
<b>Figure 3-25</b> : rouleau effanure 2 et 3.....	48
<b>Figure 3-26</b> : modélisation géométrique des rouleaux effanure .....	48
<b>Figure 3-27</b> : modélisation des rouleaux effaneur 3et 4.....	50
<b>Figure 3-28</b> : rouleau effanure 4 .....	50
<b>Figure 3-29</b> : modélisation de rouleau effaneur 4.....	51
<b>Figure 3-30</b> : force de tension donc un convoyeur .....	52
<b>Figure 3-31</b> : Battre le tubercule sur le doigt du rotor.....	55
<b>Figure 3-32</b> : schéma technologique.....	56

<b>Figure 3-33</b> : schéma cinématique complet.....	58
<b>Figure 3-34</b> : schéma cinématique vue de profile .....	60
<b>Figure 3-35</b> : transmission de mouvement au premier séparateur .....	61
<b>Figure 3-36</b> : transmission de mouvement au rouleau effaneur 1 .....	62
<b>Figure 3-37</b> : transmission de mouvement au deuxième séparateur .....	63
<b>Figure 3-38</b> : Transmission de mouvement aux rouleaux effaneur 2 et 3 .....	64
<b>Figure 3-39</b> : zoome pour Transmission de mouvement aux rouleaux effaneur 2 et 3 .....	65
<b>Figure 3-40</b> : transmission de mouvement à l'ascenseur .....	66
<b>Figure 3-41</b> : transmettre le mouvement au rouleau effaneur 4 .....	67
<b>Figure 3-42</b> : transmettre de mouvement au convoyeur de table de cueillette .....	68



## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 2-1</b> : fonction technique et sous-systèmes .....	21
<b>Tableau 2-2</b> : cahier des charges fonctionnelles .....	22
<b>Tableau 3-1</b> : la nomenclature de schéma cinématique .....	59

## Résumé

Les pommes de terre sont les produits agricoles qui ont le potentiel d'être développés en Algérie. À la récolte, la méthode utilisée était très simple, il suffit d'utiliser la houe. Les agriculteurs se plaignent du besoin de main-d'œuvre pour la récolte, alors que les coûts de main-d'œuvre augmentent et que le temps consacré à la récolte est trop long. Même s'il existe un outil pour les producteurs de pommes de terre de fabrication étrangère, ils sont très coûteux et ne conviennent pas aux conditions de la culture de la pomme de terre en Algérie.

Dans ce projet on a proposé une solution technique qui satisfait le besoin de la récolte mécanique, on a commencé tout d'abord par la détermination des sous-ensembles de la machine ainsi que leurs dimensions et ses paramètres cinématiques et on a proposé à la fin un schéma cinématique approprié.

**Mots clés :** pomme de terre, la récolte mécanique, paramètre cinématique, schéma cinématique

## ***Abstract***

Potatoes are the agricultural products that have the potential to be developed in Algeria. At harvest, the method used was very simple , just use the hoe. Farmers complain about the need for labor for harvesting, while labor costs are rising and time spent harvesting is too long. Although there is a tool for foreign potato growers, they are very expensive and not suitable for the conditions of potato cultivation in Algeria.

In this project, we proposed a technical solution that satisfies the need of mechanical harvesting, we all started by determining the machine subassemblies as well as their dimensions and kinematic parameters and we finally proposed an appropriate kinematic scheme.

**Key words:** potato, mechanical harvest, kinematic parameter, kinematic scheme

## ملخص

البطاطا هي منتجات زراعية لديها القدرة على التطور في الجزائر. عند الحصاد، كانت الطريقة المستخدمة بسيطة للغاية، فقط استخدم المجرفة. يشكو المزارعون من الحاجة إلى العمل من أجل الحصاد، مع ارتفاع تكاليف العمالة والوقت الذي يقضيه الحصاد طويلاً للغاية. على الرغم من أن هناك أداة لمنتجي البطاطس من صنع أجنبي، إلا أنها باهظة الثمن ولا تتناسب مع ظروف زراعة البطاطس في الجزائر.

في هذا المشروع تم اقتراح حل تقني يلبي الحاجة إلى الحصاد الميكانيكي، والتي بدأت جميعها بتحديد الأجزاء الفرعية للآلة بالإضافة إلى أبعادها والمعايير الحركية لها، واقتراح في النهاية المخطط الحركي مناسب

**الكلمات المفتاحية:** البطاطا، الحصاد الميكانيكي، المعلمة الحركية، المخطط الحركي

# Sommaire

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

## **Chapitre 1 : Etude préliminaire de projet**

I .Introduction .....	3
II. Présentation de l'entreprise CMA .....	4
III. Présentation de contexte de projet .....	4
III.1. Méthode de récolte de la pomme de terre .....	5
III.1.1. Récolte à la main .....	5
III.1.2 Récolte mécanique.....	6
a. Récolte mécanique partielle .....	6
b. Récolte mécanique complète .....	6
b-1 arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spedo Junior.....	7
b-2 arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spirit 6100 d`AVR .....	8
b-2-1 Description .....	9
b-2-2 Principe .....	9
b-2-3 Capacité .....	9
b-2-4 Mise à niveau .....	9
b-2-5 Rouleaux de triage .....	10
b-2-6 Bus CAN .....	10
b-3 arracheuse ramasseuse de pomme de terre SPRING ALX-RH .....	10
III.2. Problématique .....	11
III.3.L`idée de projet .....	13
IV. Formulation préliminaire de projet .....	13
IV.1. Enonce fonctionnel de projet .....	13
IV.2 Contrôle de validité .....	14
a. Le marché.....	14
b. Prévisions de vente.....	14
IV.3. Préfaisabilité du projet.....	14
a. Définition des ressource .....	14
b. Estimation des couts .....	15
c. Echancier .....	15

## **Chapitre 2 : Etude conceptuelle de projet**

I. Analyse fonctionnelle .....	17
II. Analyse fonctionnelle externe .....	17
II.1. Identification des éléments du milieu extérieur .....	17
II.2. Diagramme des interacteurs .....	18
III. Analyse fonctionnelle interne .....	19
III.1. La méthode FAST .....	19
III.2. Structure fonctionnelle du projet .....	21
III.3. Cahier des charges fonctionnelles .....	22

## **Chapitre 3 : étude cinématique et conception**

I. Introduction .....	23
II. Le diabolo .....	24
III. Socs de pomme de terre .....	25
III.1 Type et caractéristique des socs de pomme de terre.....	25
III.1.1 Types et caractéristiques des pelles de creusage traditionnelles .....	25
III.1.2 Structure et caractéristiques de la nouvelle soc de creusage.....	26
III.2.Théorie de la conception et méthode d'excavation de la pomme de terre .....	28
III.2.1 Situations actuelles de la théorie et de la méthode de conception .....	28
III.3. Conception de soc .....	28
IV. Premier séparateur .....	31
IV.1 Le séparateur de type tige .....	31
IV.2. Dimensions du séparateur .....	31
a. Largeur de premier séparateur .....	32
b. La longueur de premier séparateur .....	33
c. Détermination de la vitesse de premier séparateur .....	34
d. Détermination d'angle d'inclinaison de soc.....	34
V. Deuxième convoyeur .....	38
V.1 Les dimensions de deuxième convoyeur .....	38

a. Largeur de convoyeur .....	40
b. Longueur de convoyeur .....	40
c. La vitesse de deuxième convoyeur .....	40
d. Détermination d'entre axe entre le premier et seconde séparateur .....	42
VI .Troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette) .....	43
VI .1 Les dimensions de ce convoyeur .....	43
VI .2. La vitesse de ce convoyeur .....	43
VII. Quatrième convoyeur (ascenseur) .....	45
VII.1. Dimension de quatrième ce convoyeur .....	45
VII .2. La vitesse de quatrième ce convoyeur .....	45
VIII. Rouleaux effaneurs .....	46
VIII.1. Dimension des rouleaux effaneurs .....	46
a. Diamètre des rouleaux.....	47
b. La longueur des rouleaux.....	47
IX. Calcule des vitesses de rotation des éléments rotatifs .....	51
IX.1. Vitesse de rotation de premier séparateur .....	51
IX .2. Vitesse angulaire de deuxième séparateur .....	53
IX .3. La vitesse angulaire de troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette)....	54
IX .4 Vitesse angulaire de l'ascenseur .....	54
IX .5 Vitesse angulaire des rouleaux effaneurs .....	54
X .Le schéma technologique .....	56
XII .Schéma cinématique .....	58

### **Conclusion général**

### **Référence bibliographique**



# *Introduction général*

## **Introduction**

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 40Mha de plus il a des terres agricoles fertiles qui peuvent donner une meilleure production de plusieurs type de fruit et légumes et avec meilleur 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 et réalise près de 15% de la valeur ajoutée selon le ministère d'agriculture et développement rurale en 2006. [1]

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

L'Etat Algérien, il a été 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'état a pris en considération le facteur agricole et relever le défi pour que le secteur agricole couvre une part considérable de l'économie globale de pays.

L'attention de l'état vers l'agriculture tend aussi vers les régions sahariennes, qui ont prouvé leur mérite d'un programme spéciale de soin et encouragement, avec des meilleurs matériels et conditions de développement, et surtout lorsque la terre saharienne émerge un très bon rendement et de très bonne qualité de fruit et légumes et de qualité mondiale.

L'agriculture, y compris le secteur des industries agroalimentaires, L'Algérie connaît un fort développement de son industrie alimentaire. Selon le recensement économique mené en 2011 par l'Office national des statistiques, 97 202 entités industrielles sont en activité, dont 23,4% exercent dans le secteur agroalimentaire [1].

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 car la culture de pomme de terre reste pénalisée par la faiblesse de la mécanisation et surtout à l'étape d'arrachement et ramassage.

Donc l'Etat cherche toujours pour l'acquisition de matériels de technologie modernes dédiée à l'agriculture, et étudier toutes les solutions agricoles innovantes (matériels modernes, techniques de production,...etc.) susceptibles de convenir, voire d'optimiser les différentes productions agricoles algériennes, et le plus important c'est lancé une fabrication de matériel agricole locale 100% algérienne et ouvre les portes pour les investisseurs locaux pour se lancer et satisfaire la demande en matériel agricole au lieu de l'importation.

Donc dans ce travail on a construit trois chapitres le premier il s'agit d'une étude préliminaire de projet le deuxième concerne l'étude conceptuelle de projet et le troisième concerne l'étude cinématique et conception et on a terminé par une conclusion générale.

***Chapitre 1: étude  
préliminaire de projet***

## **I. Introduction**

Au cours des 40 dernières années, la pomme de terre est devenue l'une des cultures les plus prometteuses au monde. Les pommes de terre sont un excellent produit alimentaire.

En raison de la teneur élevée en glucides et, surtout, de l'amidon, les pommes de terre répondent largement aux besoins en calories d'une personne. Produit biologiquement précieux qui en fait une teneur élevée en sels minéraux, en fer et en vitamines. À partir de là, on peut conclure que l'importance de la pomme de terre dans l'alimentation humaine à l'avenir non seulement ne diminuera pas mais, au contraire, augmentera. D'un point de vue commercial, elle est très appréciée par les populations (l'Algérie consomme 60 kg de pommes de terre par personne et par an) et elle constitue une culture de rente pour de nombreux agriculteurs [2].

La production de pomme de terre en Algérie ne satisfait pas les besoins du consommateur, ce qui fait de nous un pays dépendant de l'étranger surtout en matière de semence, les statistiques de l'union européenne (2002) nous indiquent que l'Algérie dépense 64 millions d'euros à l'UE pour la semence de pomme de terre. Ces semences importées ne présentent pas souvent les qualités requises et leur génotype n'est pas toujours conforme à nos conditions climatiques [2].

Le processus de récolte a un effet significatif sur la qualité commerciale de la pomme de terre. L'imperfection des structures des organes de travail de la récolte de la pomme de terre entraîne une diminution de la qualité du produit et une violation des exigences agro techniques. La période de récolte d'automne renforce les exigences de fiabilité et de propriétés technologiques opérationnelles des équipements de récolte de pommes de terre. Il est nécessaire d'améliorer l'efficacité de la production agricole, ce qui est impossible uniquement en augmentant la culture de variétés à haut rendement, et devrait s'accompagner d'une large mécanisation de la technologie pour sa culture et sa récolte. Notez que les coûts de main-d'œuvre pour le nettoyage sont de 45 à 70% du coût total de la main-d'œuvre. Leur réduction est possible grâce à l'utilisation de nouvelles technologies et machines agricoles, qui répondent à toutes les exigences agro techniques imposées aux machines de récolte.

Dans ce projet on essaie de concevoir une arracheuse ramasseuse de pomme de terre qui doit être fabriqué en Algérie, pour cela notre projet c'est l'idée de l'entreprise de construction des

engins agricole (CMA) de Sidi bel abbés qui nous avons collaboré avec elle. Souhaitant de faire une production locale qui réponde aux besoins des agriculteurs algériens.

## **I. Présentation de l'entreprise CMA**

L'entreprise de construction du matériel agricole (CMA) de Sidi Bel Abbes, est spécialisée dans la fabrication du matériel agricole. La CMA de Sidi Bel Abbes joue d'une expertise technique, de structures et du matériel de qualité en matière d'industrie mécanique, surtout qu'elle a bénéficié de plans d'investissement et de modernisation très récents.

Elle est spécialisée dans la fabrication de :

- Matériels de récolte : Ramasseuse Presse, Faucheuse, Giro andaineurs
- Matériels de semis : Semoir de 3m, Epandeur d'engrais...
- Matériels de travail du sol : Charrue à disques et à socs, Cover croap, Chisel, Sous soleuse.
- Matériels de transport agraire : Remorques céréalière, Remorques à ridelle, citernes.
- Pièces de rechange

## **II. Présentation de contexte du projet**

La pomme de terre ou patate est une plante herbacée annuelle et un tubercule comestible produit par l'espèce (*Solanum tuberosum*) [2], la pomme de terre est originaire de la cordillère des Andes dans le sud-ouest de l'Amérique du Sud où son utilisation remonte à environ 8 000 ans. Elle est aujourd'hui cultivée dans plus de 150 pays sous pratiquement toutes les latitudes habitées.

C'est une source importante de micronutriments, de glucides amidon mais aussi de protéines et de minéraux essentiels à la santé tels que le phosphore et le magnésium.

Un tubercule de taille moyenne contient des niveaux élevés de potassium et près de la moitié des besoins quotidiens des adultes en vitamine C, et elle est aussi une bonne source de vitamine B.

La Pomme de terre est une plante herbacé, tubéreuse à feuilles caduques peuvent atteindre un mètre de hauteur, quand la plante de pomme de terre se développe, les tiges s'épaississent pour former auprès de 20 tubercules sous la terre.

Les tubercules peuvent varier en forme et en taille et pèse jusqu'à 300 g pour un seul tubercule.

<b>Solanum tuberosum</b>	
	
Diverses variétés	
Classification de Cronquist	
Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae</i>
Sous-famille	<i>Solanoideae</i>
Genre	<i>Solanum</i>

Nom binominal	
<i>Solanum tuberosum</i> L., 1753	
	
Fleurs de pomme de terre	
Classification APG II	
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae</i>
Sous-famille	<i>Solanoideae</i>



**Figure 1-1** : description du cycle de production de pomme de terre

### III.1. Méthodes de récolte de la pomme de terre

On peut distinguer deux méthodes de récolte de pomme de terre.

#### III.1.1. Récolte à la main

C'est une méthode très utilisée, elle est simple et traditionnelle, elle est souvent utilisée par les petits producteurs dans des petites surfaces de terre.



**Figure 1-2** : récolte à la main

### III.1.2. Récolte mécanique

Dans la récolte mécanique, des machines et engins mécaniques sont utilisés afin d'arracher la pomme de terre. La première étape de la mécanisation de la culture des pommes de terre est apparue dans la deuxième moitié du 19ème siècle.

La récolte dite mécanique peut être **partielle** ou **complète** :

#### a) Récolte mécanique partielle

Dans cette méthode on élimine les tiges et les feuilles de pomme de terre à l'aide d'une herse, après on fait passer une arracheuse tractée, elle creuse la terre et fait sortir les tubercules de la terre qui sont rejetées derrière la machine. Le ramassage se fait après manuellement.



Figure 1-3 : Machines de récolte mécanique partielle

#### b) Récolte mécanique complète

Avec cette méthode de récolte toutes les phases sont opérées avec une seule machine multifonctions. La machine passe par les lignes de pomme de terre en écrasant les fanes et la plante de pomme de terre. Après, avec un soc excavateur elle creuse la terre et arrache les tubercules, les racines, et les tiges. Le tas de pomme de terre est ensuite transporté vers des éléments de nettoyage, par l'intermédiaire d'un convoyeur à barres à secousses actives, où il est dispersé et partiellement nettoyé du sol et des résidus de récolte. Au premier stade du nettoyage, une grande quantité de terre et de plantes-racines sont mélangées à la pomme de terre, pour cette raison, il faut que l'intensité du processus de séparation doive être à son niveau maximal. A fur et à mesure que la pomme de terre s'éloigne de l'excavateur, la quantité de terre dans le tas de pommes de terre diminue, c'est pourquoi le contact avec choc entre les éléments de la machine et la pomme de terre doit être réduit au maximum pour éviter

de d'endommager la pomme de terre. Ensuite, le tas composé de racines et de pommes de terre est acheminé en douceur vers des puits de battage et des rouleaux de nettoyage pour éliminer une grande quantité de fanes. Enfin, les tubercules sont dirigés avec un convoyeur vers le dernier convoyeur de chargement. Cette phase s'accompagne d'une dernière opération de nettoyage. Il faut noter que certaines variétés de pomme de terre supportent mal la récolte mécanique. Ainsi, l'opération de récolte dans ce cas consiste parfois simplement à soulever le sol, charger la récolte dans une remorque si nécessaire, et la nettoyer au champ ou sur un site de stockage.

Voilà quel exemple des machines de la récolte mécanique complète.

### **b-1 arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spedo Junior :**



**Figure 1-4 :** arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spedo Junior

A partir de [3] Ce ramasseur équipé d'un convoyeur à barreaux de 600 millimètres de largeur emmène la récolte vers la plate-forme de triage constituée d'une bande large de 850 millimètres et divisée par deux lames.

Ainsi, les opérateurs positionnés au triage de part et d'autre de la machine enlèvent les déchets. Les oignons « propres » sont alors acheminés dans les palox, placés à l'arrière de la machine.

Les deux bandes, de tamisage et triage, sont entraînées hydrauliquement par des moteurs à vitesse variable, réglable par les opérateurs de triage. Concernant le ramassage et le triage des pommes de terre vous pouvez adapter un montage spécifique à cette ramasseuse.

Cette machine propose diverses options comme :

- Un support palox hydraulique,
- Un support palox fixe,
- Etc...

### **b-2 arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spirit 6100 d`AVR**



**Figure 1-5** : arracheuse ramasseuse de pomme de terre Spirit 6100 d`AVR

### **b-2-1 Description**

Elle est prendre à partite de [4].

Nouvelle arracheuse déportée 1 rang à trémie Spirit 6100 d`AVR

AVR présente la nouvelle Spirit 6100. Dérivée de la Spirit 4100, elle satisfera la demande de machines 1 rang avec une trémie plus grande.

### **b-2-2 Principe**

Au niveau international, on recherche de plus en plus des arracheuses 1 rang à trémie de capacité supérieure. Nous avons donc conçu une arracheuse basée sur la machine à un rang existante. L`unité de nettoyage, les tapis à tétines, le peigne rotatif et le tapis effaneur ont été repris sur la Spirit 4100.

### **b-2-3 Capacité**

La principale différence se trouve au niveau de la contenance de la trémie. Auparavant, la machine pouvait stocker 4.000 kg de pommes de terre. Désormais, elle peut en accueillir 6.000 kg, en combinaison avec l`optimiseur de trémie. Celui-ci accroît considérablement la capacité de la machine, car il permet de consacrer moins de temps au déchargement. Pour stabiliser correctement la machine et sa grande trémie, le châssis a été complètement réétudié. Grâce à un agrandissement de la largeur entre les roues et une position idéale de la trémie sur la machine, l`arracheuse est très stable.

Le tapis de ramassage a désormais une largeur de 80 cm, contre 75 cm avant. La longueur est aussi supérieure. La capacité totale de tamisage est donc accrue. Le traitement des billons de 90 cm se fait également sans problème. Par ailleurs, tout le cadre avant a été remplacé : il est désormais basé sur la cadre avant standard d`AVR. On a donc une structure mobile, un diabolo en plastique, de grands rouleaux tire-fanes et un réglage simple de la profondeur. Le diabolo et les disques sont en retrait.

### **b-2-4 Mise à niveau**

La mise de niveau de l`arracheuse est essentielle sur les terrains accidentés. La Spirit 6100 a un châssis adapté permettant la mise de niveau hydraulique ou automatique. Ainsi, la machine

progresses à l'horizontale sur les plans inclinés, ce qui permet d'exploiter une capacité de tamisage maximale. En outre, la stabilité de la machine est accrue.

### **b-2-5 Rouleaux de triage**

Le réglage des rouleaux de triage (en option) de la table de triage se fait en continu, grâce à un ingénieux système de tension pour le tapis de la table de triage. Cela permet d'évacuer les pommes de terre trop petites et les petites mottes. Ce réglage en continu permet une adaptation rapide et efficace au type ou à la destination des pommes de terre. La capacité de la machine est ainsi accrue.

### **b-2-6 Bus CAN**

La machine est également entraînée par un système de bus CAN, comme nos arracheuses tractées à deux rangs et nos machines automotrices. Grâce à ce système de bus CAN, il est plus simple de manœuvrer la machine (au moyen d'un joystick) et de faire des réglages (via un écran de commande). Certaines fonctionnalités de contrôle peuvent être ajoutées, ainsi qu'une fonction de diagnostic automatique. Par ailleurs, l'entretien est facilité.

## **b-3 arracheuse ramasseuse de pomme de terre SPRING ALX-RH**



**Figure 1-6** : arracheuse ramasseuse de pomme de terre SPRING ALX-RH

Cette déception elle prendre à partir de [5]

L'arracheuse de pommes de terre SPRING ALX-RH (pour les surfaces moyennes/petites) avec un bunker de 18 Q.li, vous permet de profiter de toute l'attention pour faire une récolte soignée.

Le travail effectué par ces machines à une rangée, avec des trémies à fond mobile, est impeccable grâce à une montée continue des tubercules sur la ceinture de hérissos (ce qui permet aux tubercules en cours de route de ne pas subir de sauts) et à la séparation de la terre à l'aide de systèmes non agressifs. Le régime réglable, différencié et indépendant de toutes les parties mobiles permet d'obtenir une excellente alimentation des différents compartiments permettant un rendement horaire élevé et respectant l'intégrité du produit. Ces caractéristiques font de la série SPRING le chantier naval le plus approprié sur le marché agricole pour son rapport qualité/productivité/prix d'achat/prix d'entretien. En particulier, le modèle SPRING ALX-RH permet une récolte automatisée et professionnelle pour les petits et/ou moyens agriculteurs

### **III.2. Problématique**

La pomme de terre constitue un aliment de plus en plus important en Algérie, elle est devenue un légume indispensable pour la majorité des familles algériennes. Parmi les Wilayas qui ont le pourcentage le plus élevé de production on trouve la Wilaya de Aïn Defla, Mostaganem, El Oued, et Mascara. Après avoir largement satisfait les besoins du marché local, la filière de la pomme de terre offre, désormais, des opportunités aux opérateurs pour se lancer dans l'industrie de transformation et gagner des marchés à l'exportation. Sachant que la production nationale de la pomme de terre, au cours de la saison agricole 2017, a dépassé les 50 millions de quintaux, mais malgré la grande quantité de production le produit connaît une flambée récurrente, et parmi les raisons du prix exorbitant l'absence de la mécanisation dans la phase de production de cette richesse sachant que l'absence de la main d'œuvre a posé et continu de poser un grand problème aux agriculteurs lors des phases de production du semis à la récolte [1].

***Pour quoi la mécanisation ?***

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.



**Figure 1-7** : Récolte manuelle de la pomme de terre en Algérie [6]

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 d'endommager les pommes de terre (fracture et noircissement),
- coût de récolte le plus bas possible,

- le nettoyage de la pomme de terre est considéré comme une exigence pour la commercialisation.

### III.3. L'idée du projet

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 la CMA projette de lancer la fabrication d'une arracheuse-ramasseuse de pomme de terre.

## III. Formulation préliminaire du projet

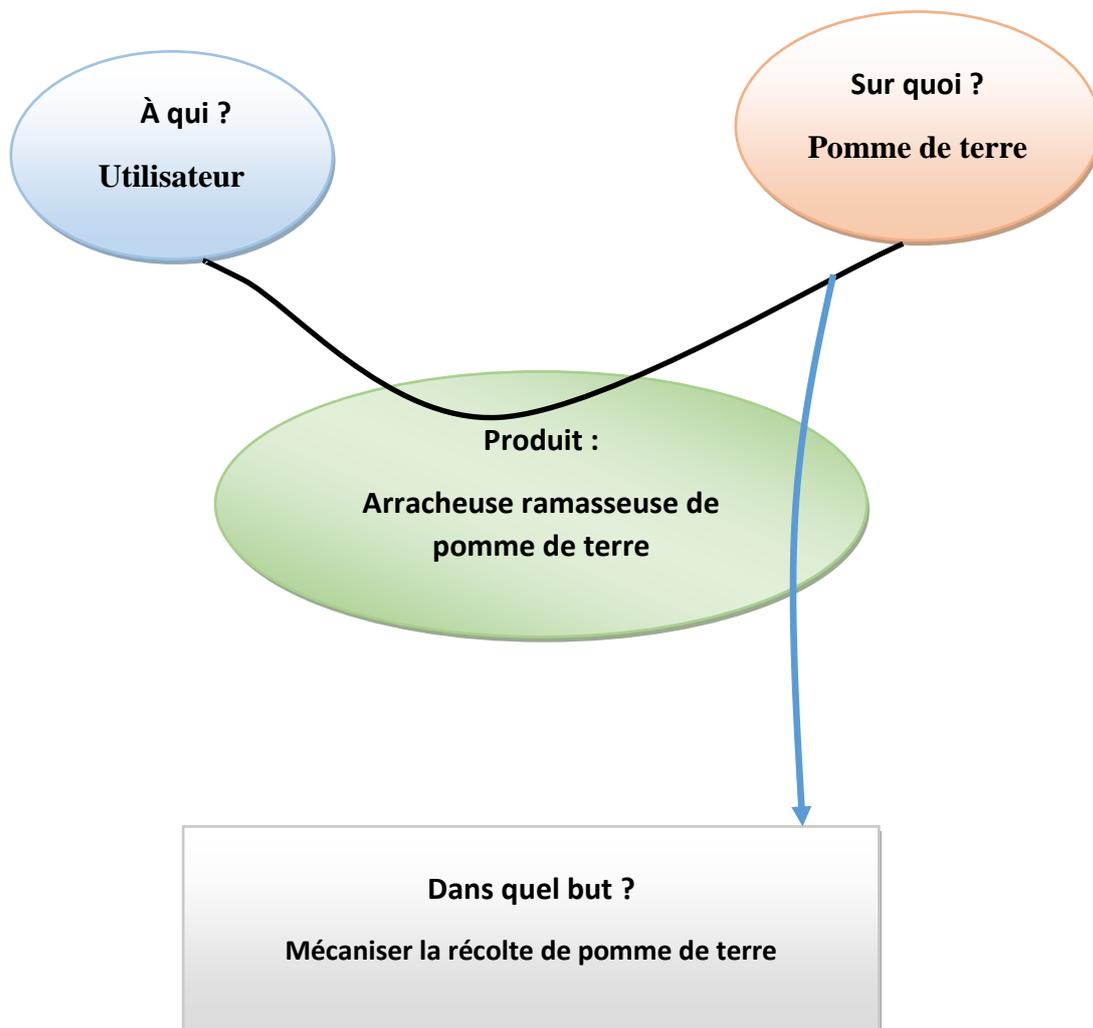
### IV.1. Enonce fonctionnel du besoin

Une fois le besoin est 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 suivant :



**Figure 1-8 : Bête à corne**

## **IV.2. 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 manuelle 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,
- secteur commercial spécialisé dans l'agriculture,
- marché extérieur.

### **b) Prévisions de vente**

L'Algérie est un marché très important, 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**.

## **IV.3. Préfaisabilité du projet**

Pour savoir si un 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 : d'ajustage, de soudage, de montage, commande numérique, ...
- Ressources documentaires : bibliothèque de la faculté, ressources en ligne, cours, ...
- Ressources logiciels : Solidworks, ANSYS, ...
- Ressources matérielles : machines de tournage, fraisage, perçage, soudage, CNC, ...
- Ressources humaines : encadreurs, enseignants, ingénieurs de laboratoires, ingénieurs de la CMA, techniciens de la CMA.
- Ressources financières : autofinancement, 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 fin de projet. Il faut connaître aussi le temps alloué à la réalisation du projet.

**Partie 1 du projet :** étude cinématique d'une machine arracheuse ramasseuse de pomme de terre.

Temps alloué à la réalisation du projet : 5 mois

Début du projet : janvier 2018

Fin du projet : juin 2018 (date de soutenance)

**Partie 2 du projet :** dimensionnement de la machine arracheuse ramasseuse de pomme de terre.

Début du projet : janvier 2019.

# *Chapitre 2: étude conceptuelle du projet*

## I. Analyse Fonctionnelle :

L'analyse fonctionnelle permet de décrire un système par les fonctions qu'il doit remplir, mais aussi les contraintes qui vont subir. Elle consiste à rechercher, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions.

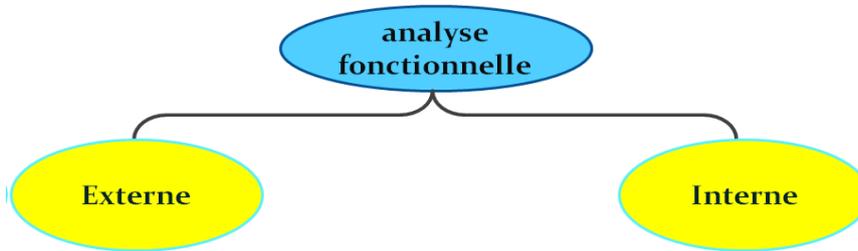


Figure 2-1 : dérivée d'analyse fonctionnelle

## II. Analyse fonctionnelle externe

L'analyse fonctionnelle externe décrit le point de vue de l'utilisateur, et ne s'intéresse au produit qu'en tant que « boîte noire » capable de fournir des services dans son environnement durant son cycle d'utilisations.

### II.1. Identification des éléments du milieu extérieur

L'examen de l'environnement du système, conduit à :

- Identifier les composantes extérieures (tout ce qui est en contact direct ou indirect avec le produit).
- Etablir les relations entre le produit et les composantes extérieures en termes de fonction appelées fonctions de service.

Les éléments de l'environnement du système sont :

- Agriculteur (Utilisateur)
- Pomme de terre
- Déchet (Racines, Plantes)
- Sol (Terre)
- Energie
- Sécurité et normes
- Caillou
- Milieu ambiant

## II.2. Diagramme des interacteurs

L'outil Diagramme des interacteurs ou “diagramme pieuvre” est utilisé pour analyser des besoins et identifier les fonctions de service d'un produit. Le diagramme met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit

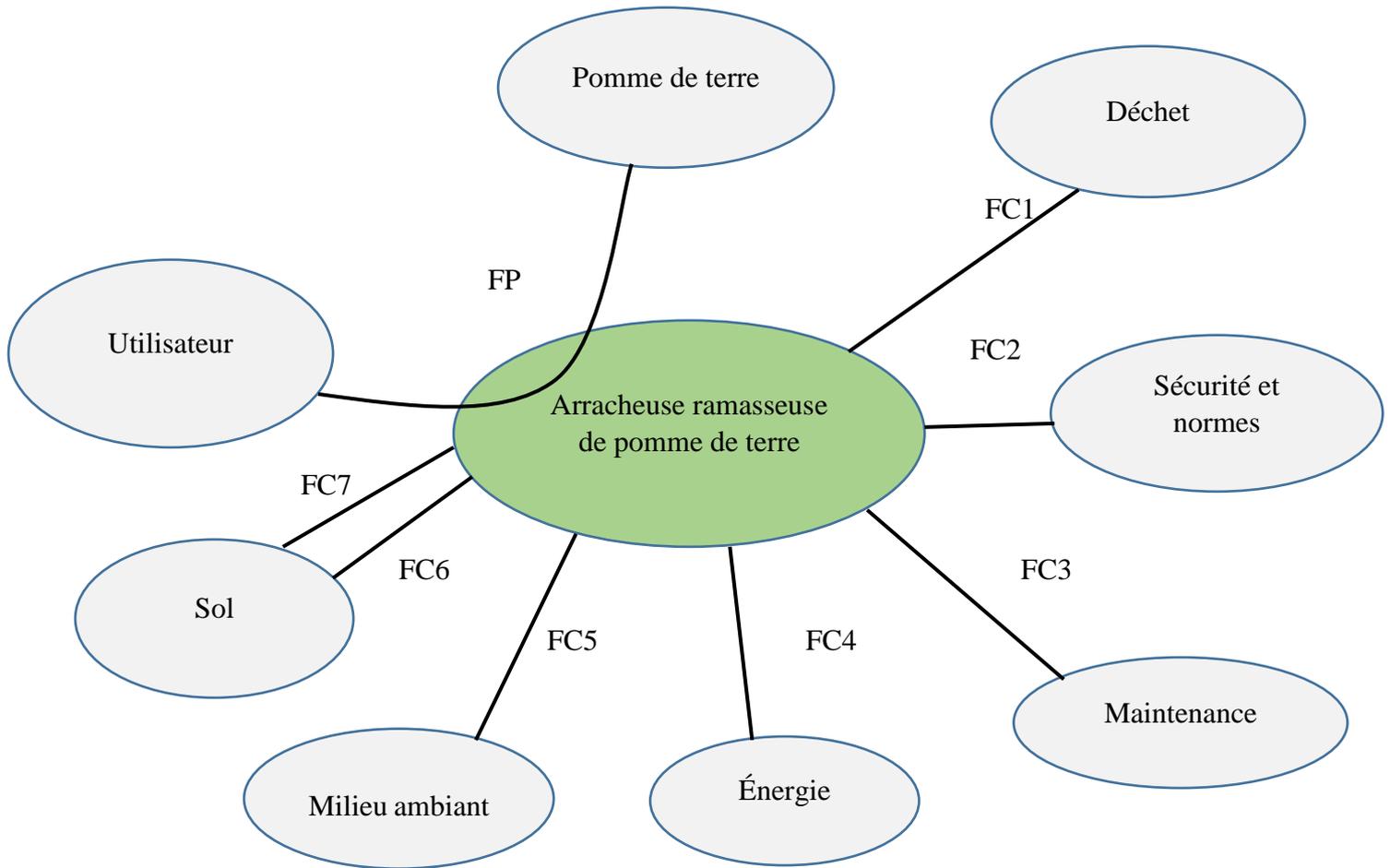


Figure 2-2 : diagramme de pieuvre

FP : arracher et ramasser les pommes de terre.

FC<sub>1</sub> : prévoir un système d'évacuation des déchets

FC<sub>2</sub> : respecter les normes et les règles de sécurité.

FC<sub>3</sub> : permettre une maintenance facile

FC4 : alimentation de la machine en énergie (hydraulique, mécanique)

FC5 : respecter l'environnement et résister au milieu ambiant

FC6 : séparer les cailloux et la terre existants dans le sol de la pomme de terre

FC7 : éviter de compacter le sol

### III. Analyse fonctionnelle interne

L'analyse fonctionnelle interne, décrit le point de vue concepteur en charge de fournir le produit devant répondre aux besoins exprimés. Le système n'est plus considéré comme une boîte noire, mais au contraire l'analyse va porter sur l'intérieur de la boîte pour comprendre ses fonctionnalités internes. Le système est considéré comme un assemblage de constituants dont chacun remplit certaines fonctions vis-à-vis des autres. L'analyse fonctionnelle interne met en évidence les fonctions techniques

#### III.1. La méthode FAST :

Le diagramme FAST (Function Analysis System Technic) permet de traduire chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) techniques(s). Dès lors que les fonctions de services sont identifiées, cette méthode les ordonne et les décompose logiquement pour aboutir aux solutions techniques de réalisation.

La méthode s'appuie sur une technique interrogative. En partant d'une fonction principale, elle présente les fonctions dans un enchaînement logique en répondant aux trois questions :

- **Pourquoi** ? pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?
- **Comment** ? comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- **Quand** ? Quand cette fonction doit-elle être assurée ?

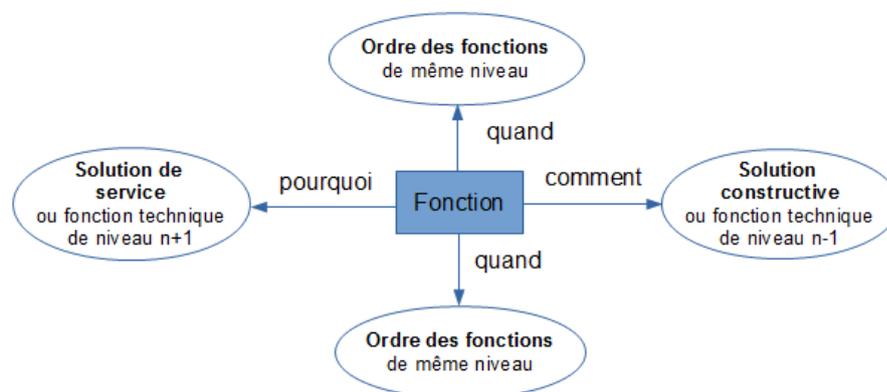


Figure 2-3 : Pourquoi, comment et quand du diagramme FAST

Le diagramme FAST de la fonction principale : '**Arracher-ramasser la pomme de terre**' est donné par la figure suivante :

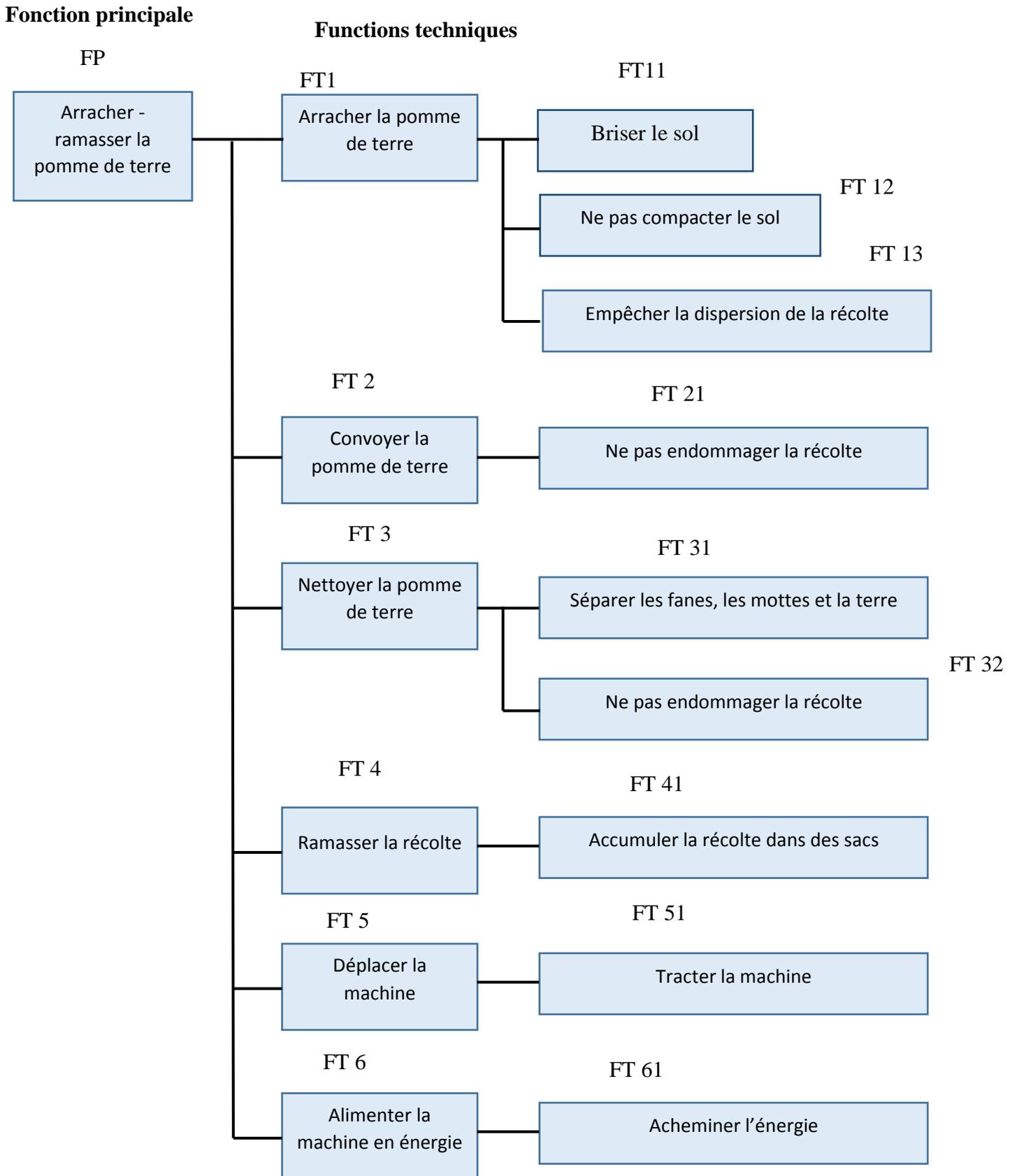


Figure 2-4 : diagramme FAST

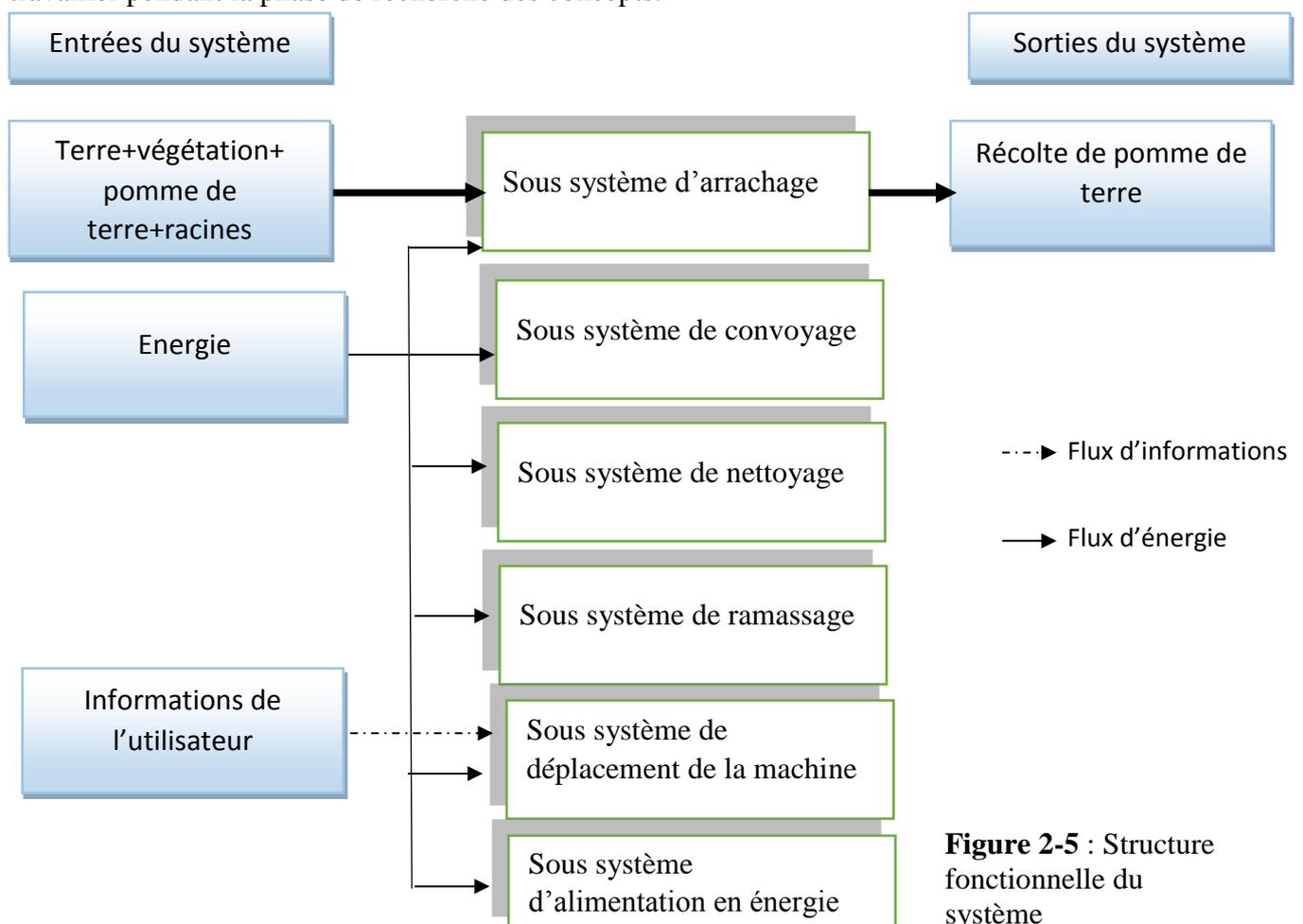
### III.2 Structure fonctionnelle du projet

Il est très important de remarquer qu'après la réalisation de l'arbre fonctionnel, les sous-systèmes du produit apparaissent et qui sont donnés par

**Tableau 2-1** : fonction technique et sous systèmes

Fonctions techniques	Sous système
Arracher la pomme de terre	Sous système d'arrachage
Convoyer la pomme de terre	Sous système de convoyage
Nettoyer la pomme de terre	Sous système de nettoyage
Ramasser la récolte	Sous système de ramassage
Déplacer la machine	Sous système de déplacement de la machine
Alimenter la machine en énergie	Sous système d'alimentation en énergie de la machine

Ces quatre sous-systèmes couvrent tous les aspects de conception sur lesquels il faudra travailler pendant la phase de recherche des concepts.



**Figure 2-5** : Structure fonctionnelle du système

### III.3 Cahier des charges fonctionnel de machine

Le cahier des charges fonctionnel (CdCF) est un document formalisant un besoin, en détaillant les fonctionnalités attendues du système, ainsi que les contraintes (techniques, réglementaires, budgétaires...) auxquelles il est soumis.

**Tableau 2-2** : cahier des charges fonctionnelles

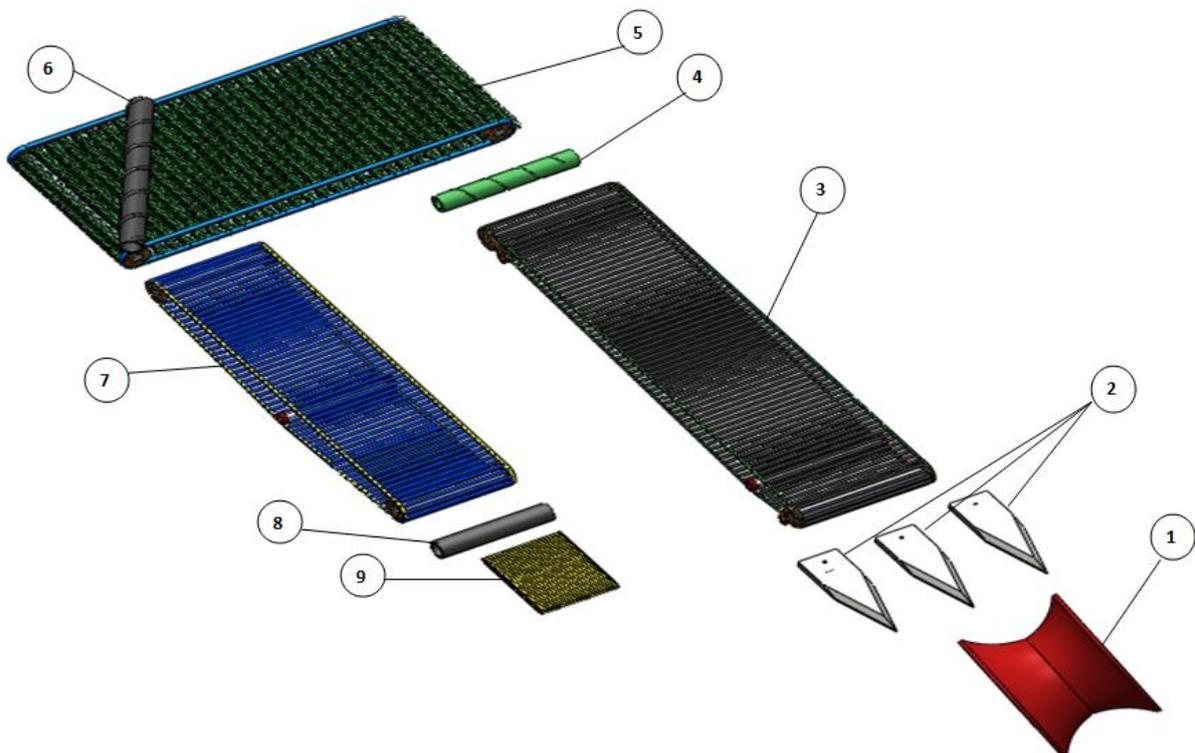
Fonction	critère	Niveau d'exigence
FP : arracher et ramasser les pommes de terre.	Espace de travail et quantité d'arrachage. Capacité d'accumulation	Une rangée de travaille Deux sacs de ramassage
FC <sub>1</sub> : alimentation de machine.	Source d'énergie	Cardan de tracteur. Un distributeur hydraulique
FC <sub>2</sub> : respecter les normes et les règles de sécurité.	Norme	Norme européenne (CE)
FC <sub>3</sub> : respecter l'environnement et résister à l'ambiance extérieure	Bruit Energie d'alimentation	Ne fait pas de bruit renouvelable
FC <sub>4</sub> : il faut mettre en considération les cailloux existe dans le sol.	Quantité	Ne pas gêner la machine pendant la récolte
FC <sub>5</sub> : il faut construire une machine simple à utiliser et maintenable.	Confortabilité maintenabilité	Un relai simple avec le tracteur  Des pièces standard disponibles
FC <sub>6</sub> : il faut mettre un système d'évacuation des déchets.	volume	Ne pas dispersée les déchets

***Chapitre 3: étude  
cinématique et conception***

## I. Introduction

L'objectif initial est de séparer le plus parfaitement possible les tubercules de la terre et fanes, voire adventices environnantes, et 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.

Notre machine elle est constituée de plusieurs sous ensemble comme montre la figure suivante :



**Figure 3-1** :sous-ensembles de la machine

- 1- Le diabolo
- 2- Les socs
- 3- Premier séparateur
- 4- rouleau effanure (1)
- 5- deuxième séparateur
- 6- rouleau effanure (2) et (3)
- 7- convoyeur de table de cueillette

8- rouleau effanure (4)

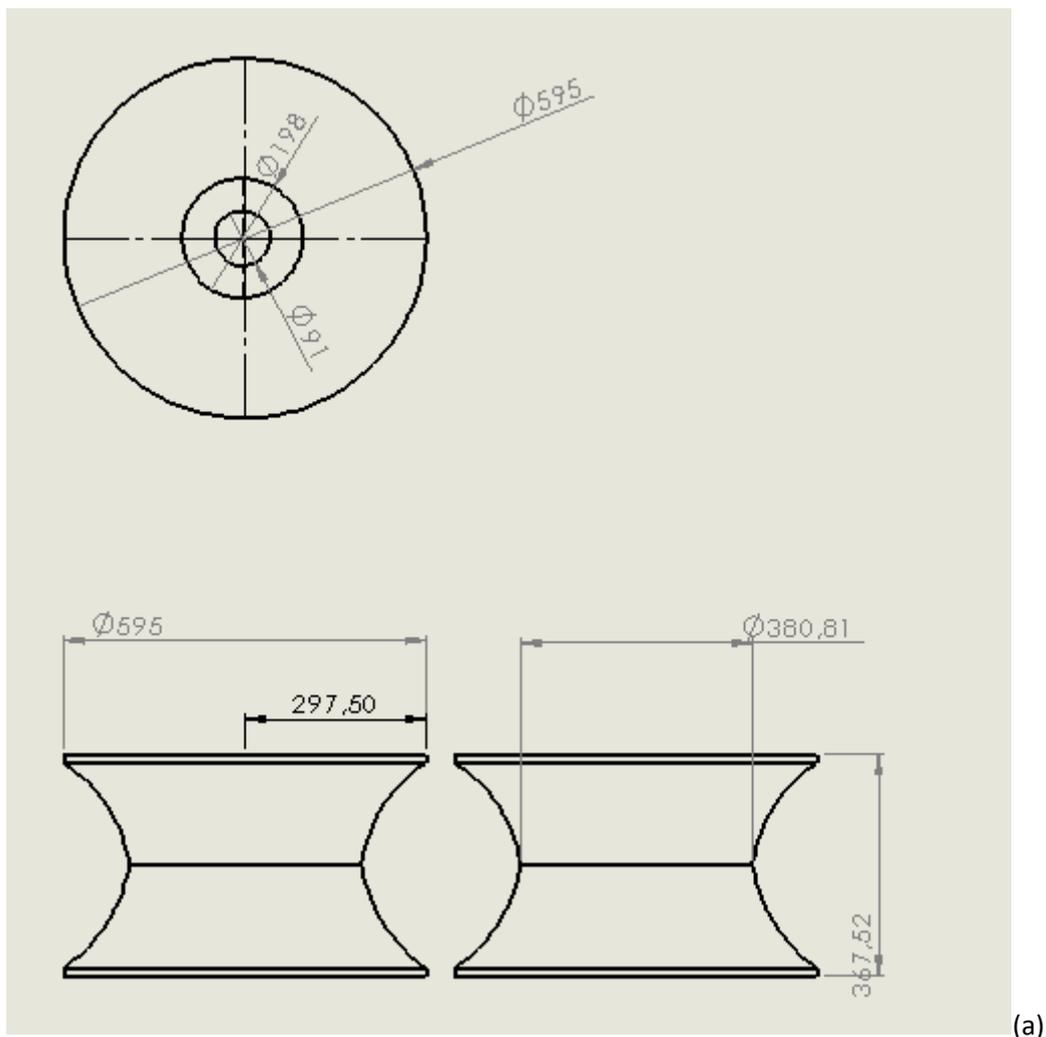
9- ascenseur

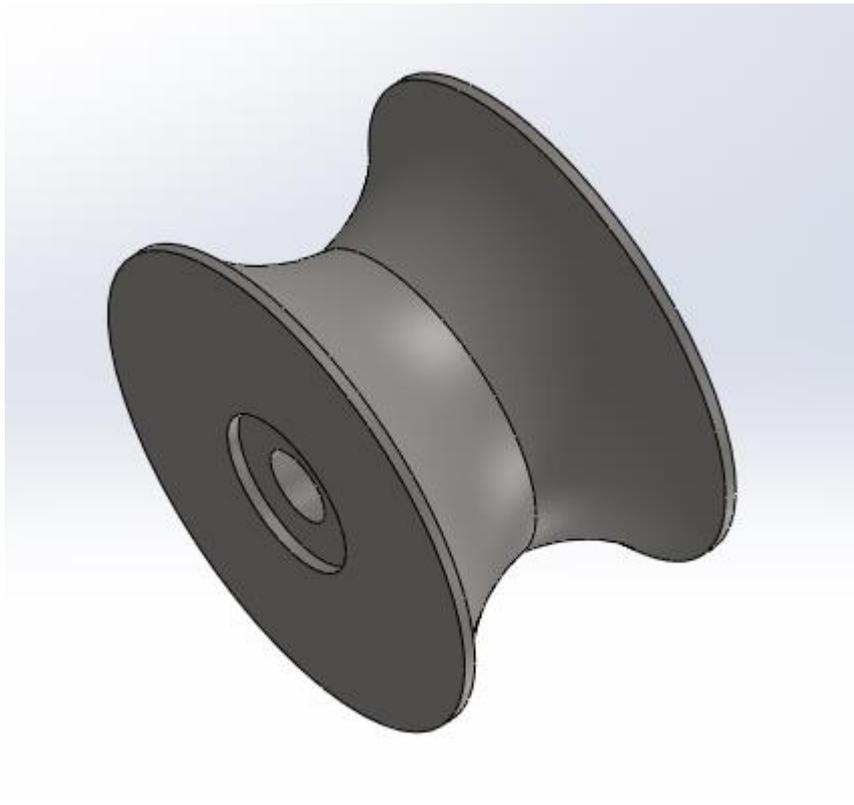
## II. Le diablo

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

S'assurer que l'alignement avec les forets 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 dommage. 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 se produise.

Ca largeur est limité par espace de travail et sa longueur augment la possibilité d'occupe plus de l'espace, donc ses paramètre son choisi a partie de constructeur BOLKO comme la figure suivante.





(a) figure sur le plan avec cotation, (b) une vue en perspective

**Figure 3-2** : modélisation de diabolo

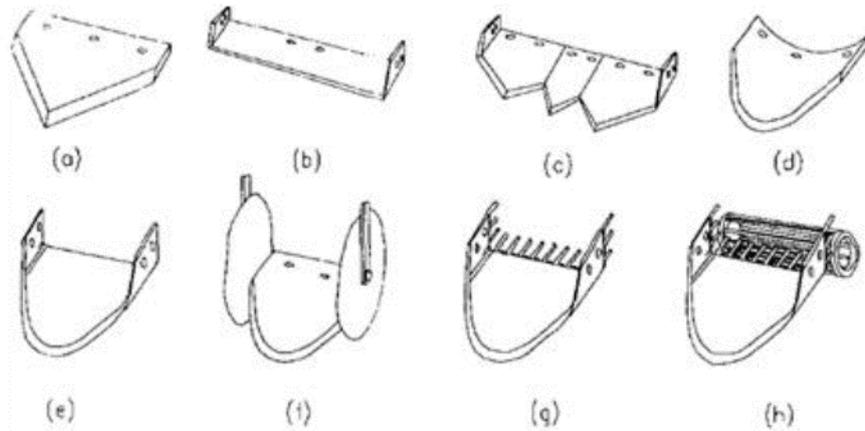
### **III. Socs de pomme de terre**

#### **III.1 Type et caractéristique des socs de pomme de terre**

##### **III.1.1 Types et caractéristiques des socs 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 [7].

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 simple, 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 1 :



**Figure 3-3** : déférente forme de soc

(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

(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. 3-2. 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.

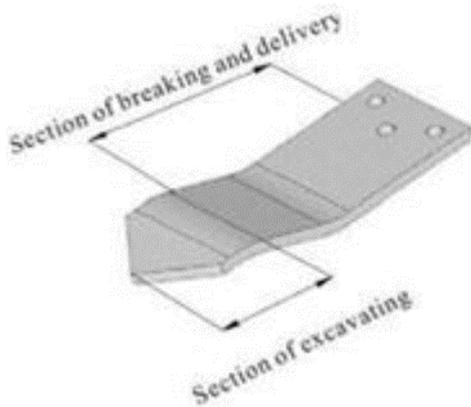
Pelle multi-pièce (Fig. 3-2. c) est une conception améliorée sur la base d'une pelle plate triangulaire, qui se caractérise par un rendement élevé, mais la grande quantité de terre non mise à la terre fera aussi obstruer le sol.

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 pomme 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.

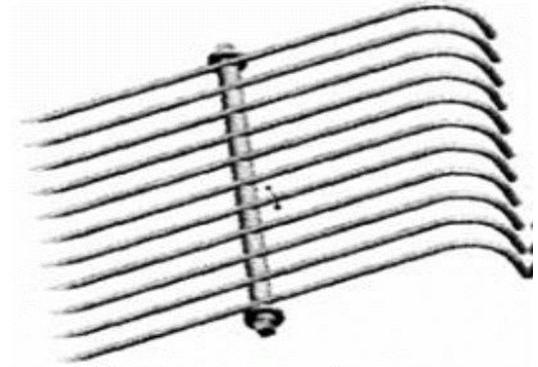
### III.1.2 Structure et caractéristiques de la nouvelle soc de creusage

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 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.

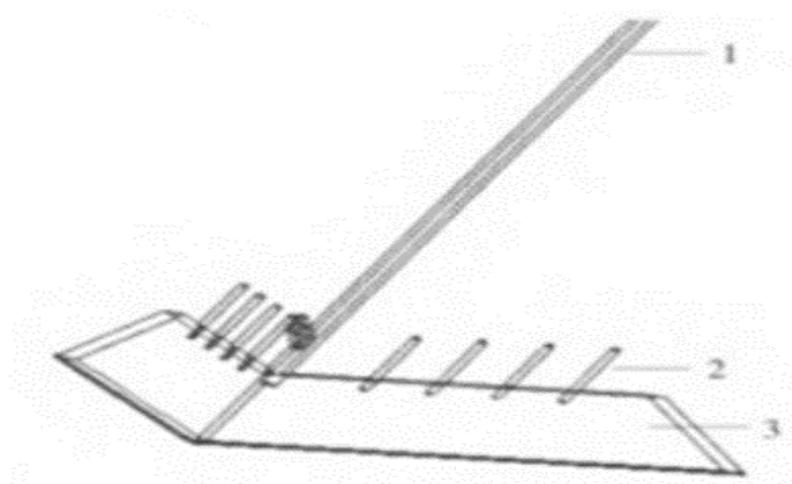


**Figure 3-4** : soc de creusage étagée



**Figure3-5** : soc de creusage de type

Grillagé



1-manche de soc 2-grille 3- pelleuseuse

**Figure 3-6** : Pelle à ailettes

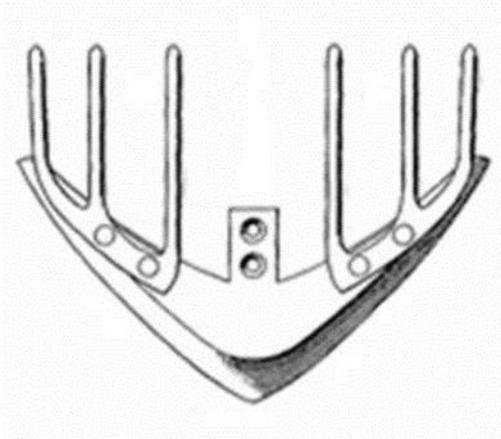


Figure 3-7 : soc à deux ailes

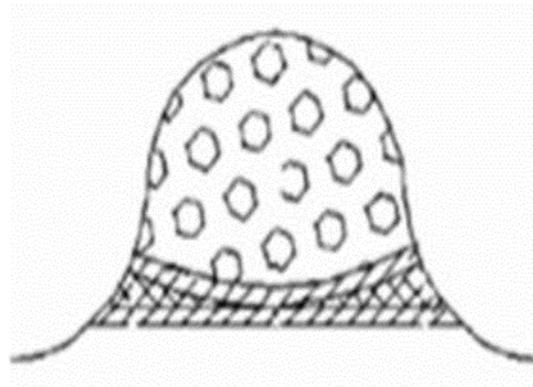


Figure 3-8 : soc en forme d'arche

## III.2. Théorie de la conception et méthode d'excavation de la pomme de terre

### III.2.1 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.

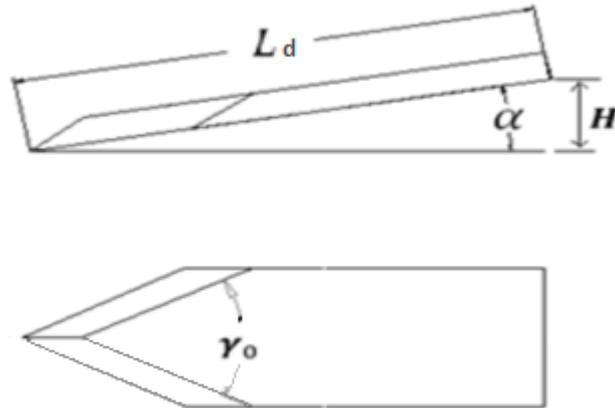
La conception des paramètres structurels de la pelle de creusage de pommes de terre est presque basée sur l'analyse statique et dynamiques par éléments finis, l'analyse des contraintes, la simulation et le test de performance pour réaliser la conception.

## III.3. Conception de soc

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 :



**Figure 3-9** : modélisations géométriques et dynamiques de la pelle

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

$$\sin \alpha = \frac{(H+\Delta)}{L_D} \quad \dots\dots\dots (2)$$

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 :

$$\alpha \leq 90 - \phi \quad \dots\dots\dots(3)$$

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 3-8)

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

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

$$\gamma_0 = \pi - 2\phi \quad \dots\dots\dots(5)$$

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

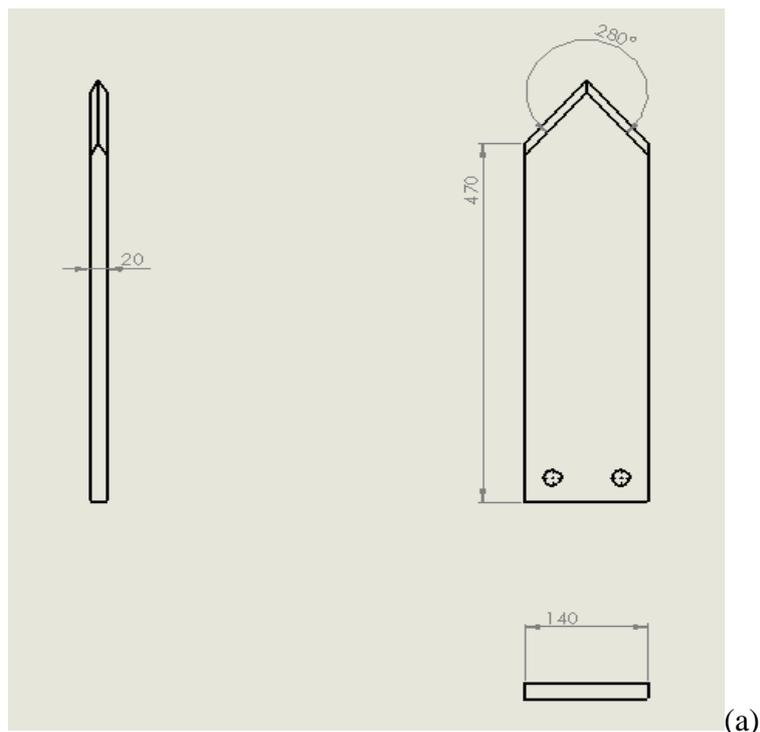
Pour calculer le nombre d'encoches en utilisant l'expression suivante :

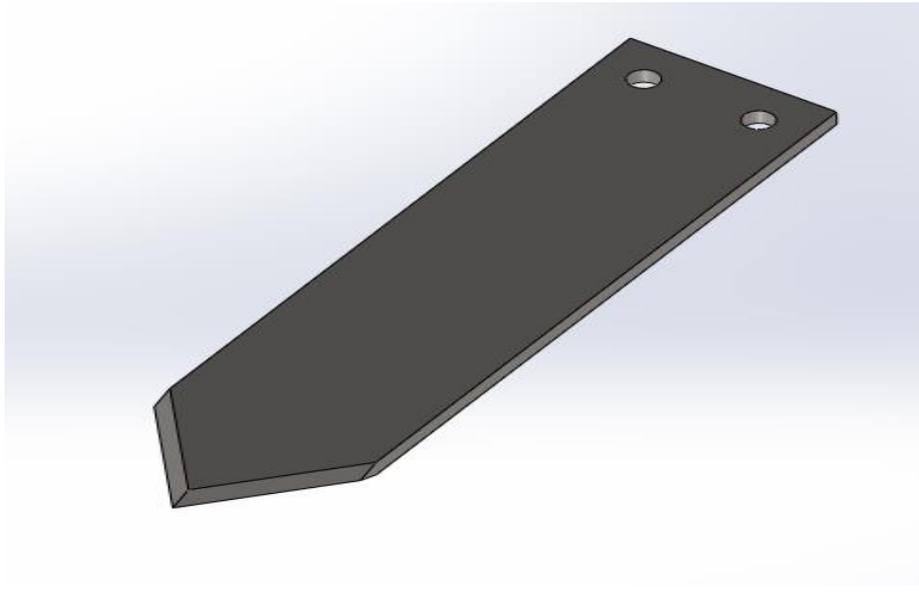
$$B_d = ns + nb \quad \dots\dots\dots (6)$$

Où  $B_d$  est la largeur de la lame de la pelleuse (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 déterminé 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 [8], comme la figure ci-dessous.





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

**Figure 3-10** : modélisation de soc

#### **IV. Premier séparateur**

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.

##### **IV.1 Le séparateur de type tige**

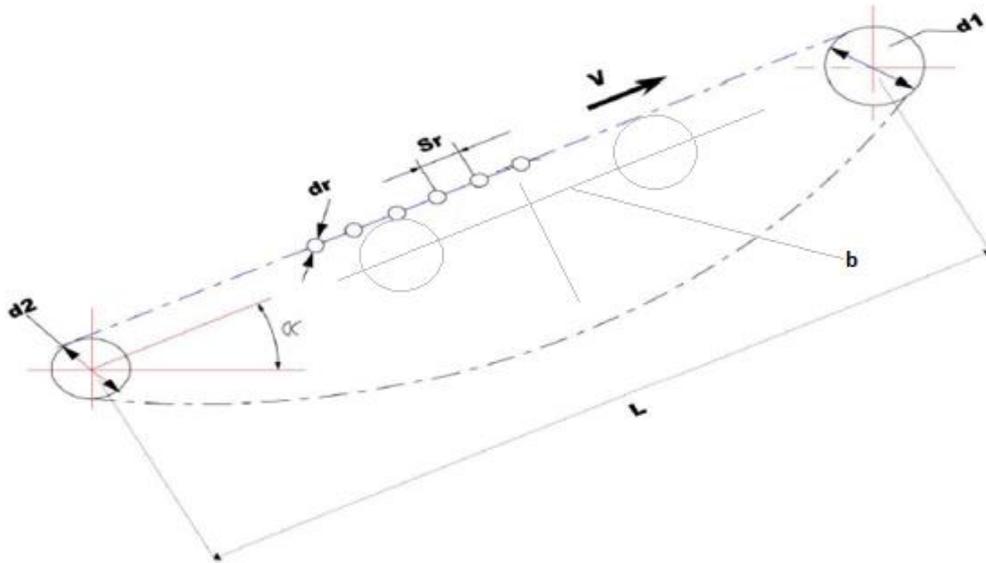
Composé de barres d'acier droites reliées entre elles par des interstices pour permettre au sol et aux débris d'être secoués avec une agitation réglable. L'opérateur doit s'assurer que l'agitation est minimale pour éviter les meurtrissures des tubercules.

##### **IV.2. 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 degré de vibration.



**Figure 3-11** : Dimensions et géométries du séparateur

Avec  $d_1$  et  $d_2$  les diamètres de tambour 1 et 2 de convoyeur

$\alpha$  : Angle d'inclinaison de séparateur

$d_r$  : Diamètre de la barre de grille

$s_r$  : La largeur de grille

V : vitesse linéaire de convoyeur

L : la longueur de convoyeur

B : système d'agitation

-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**

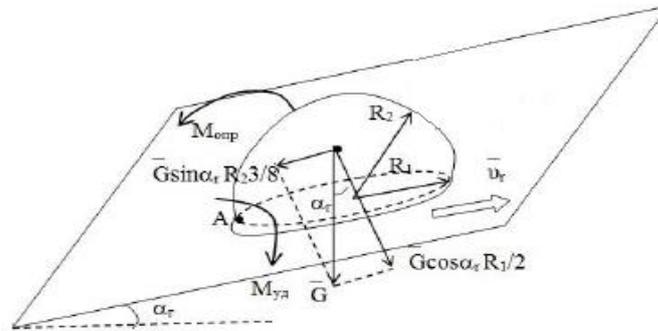
La largeur de premier séparateur dépend de la largeur de la ligne de culture de pomme de terre

Et d'après les constructeurs GRIMME AVR et BOLKO la largeur de premier séparateur est environ 620 et 750 mm 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 approximée 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 comme la figure suivante :



**Figure 3-12** : modélisation géométrique pour une pomme de terre sur le tapi

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

$$L = \frac{v_s^2}{g(f \cos \alpha_s - \sin \alpha_s)} \quad \dots\dots\dots (7)$$

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

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

$$L = 1.846 \text{ m}$$

On prend 1.8 .m comme longueur

L'angle d'inclinaison maximum du convoyeur - 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 réglée 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 :

$$s_r - d_r \leq d_p \quad \dots\dots\dots (8)$$

Diamètre moyen de la pomme de terre  $d_p$  :

$$d_p = \sqrt[3]{L_p W T} \quad \dots\dots\dots (9)$$

Où  $L_p$  est la longueur du tubercule (mm),  $w$  est la largeur du tubercule (mm),  $T$  est l'épaisseur du tubercule (mm).

Le diamètre d'un tubercule de pomme de terre à partir de [9]. 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 [8] 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**

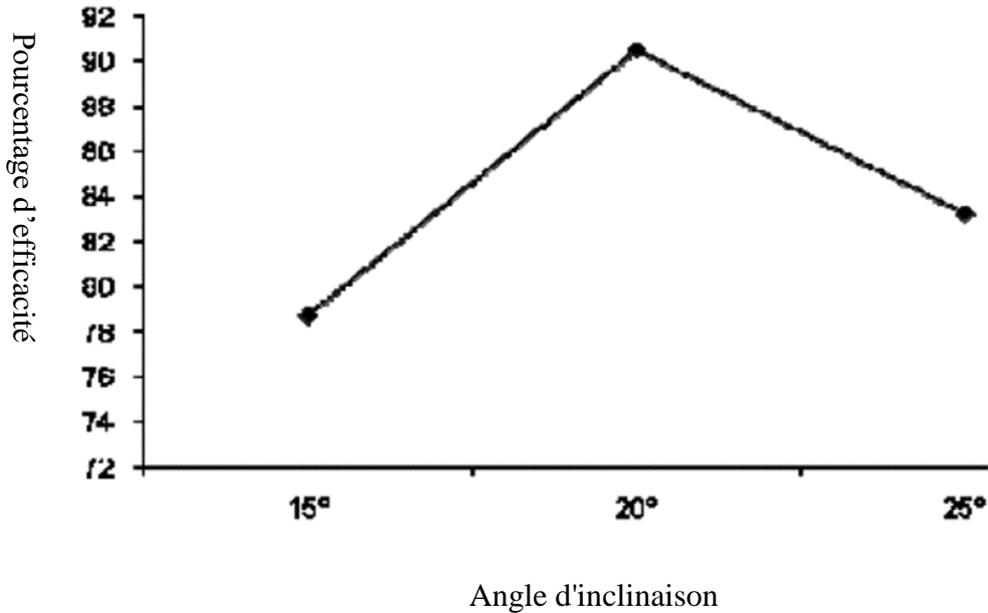
D'après V. Bulgakov<sup>1</sup>, S. Ivanovs<sup>2</sup>, V. Adamchuk<sup>3</sup> and Y. Ihnatiev<sup>4</sup> [10] Il est établi que l'un des problèmes réels dans l'utilisation des élévateurs à tige est une augmentation du niveau de dommages aux tubercules dans des conditions de faible humidité du sol.

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 constructeur sont fait des essais ils sont prend 15° 20° et 25°.et après ses essai Itodo et Daudu, (2003) [11] ont trouvé les résultats suivant



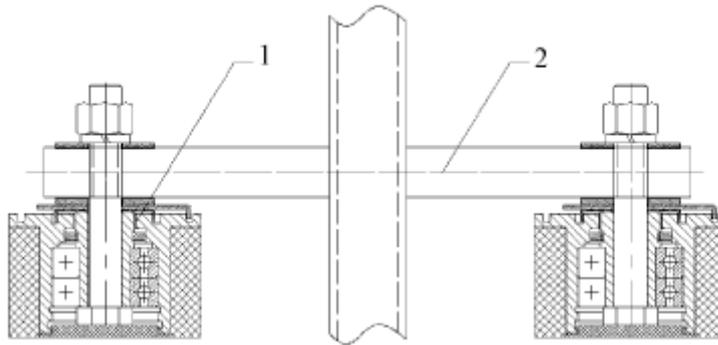
**Figure 3-13** : signifie l'efficacité de l'excavation

Pour le dispositif de séparation des sols, la conception du dispositif d'agitation est très importante pour cela shiming.ming et weihong.an, huzhong.qiang, liuxing, yangxiao.pi sont font étude [8].

Le dispositif d'agitation utilisé dans ce papier est un mécanisme de vibration du type à bras oscillant entièrement flottant (Voir fig. 3-14), 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 Fig.3-15), 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.

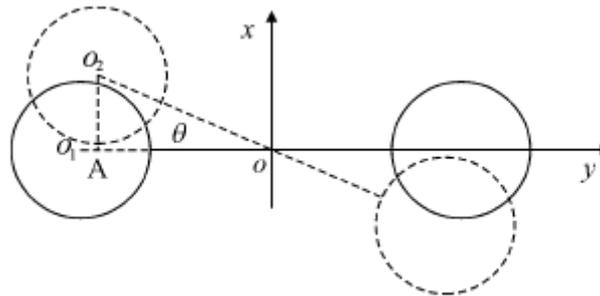
En même temps que le dispositif de gigue est un corps rigide pour analyse de l'amplitude de la gigue il faut définir les paramètres associés

Déterminer comme suit :



**Figure 3-14** : Structure du dispositif de tramage

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



**Figure 3-15** : Modèle cinématique de l'appareil à secouer

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} = F l o o_1 \quad \dots\dots\dots (10)$$

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 :

$$J = 2 m L^2 o o_1 \quad \dots\dots(11)$$

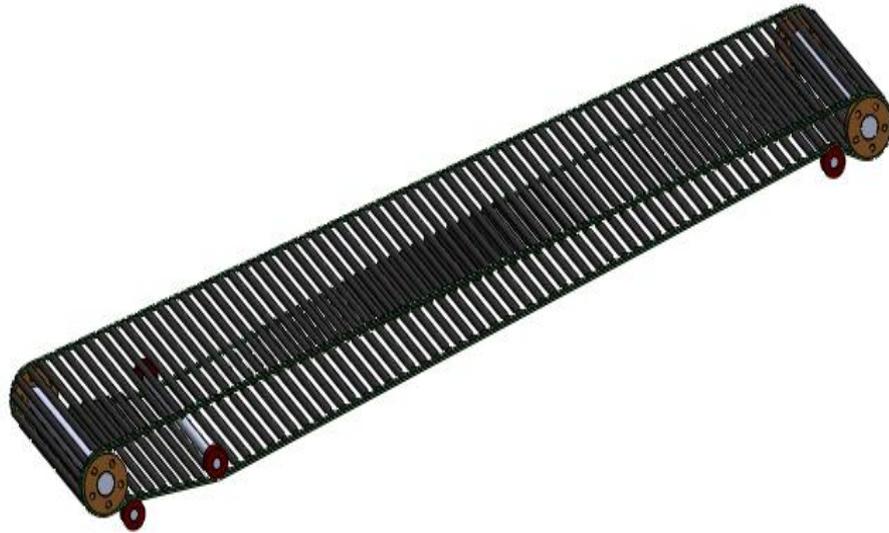
$$l o_2 = l o o_1 \sin \theta \quad \dots\dots\dots (12)$$

Dans la formule,  $O_2$  indique A point distance  $L_{O_2A}$  est l'amplitude de la grille du dispositif de tramage.

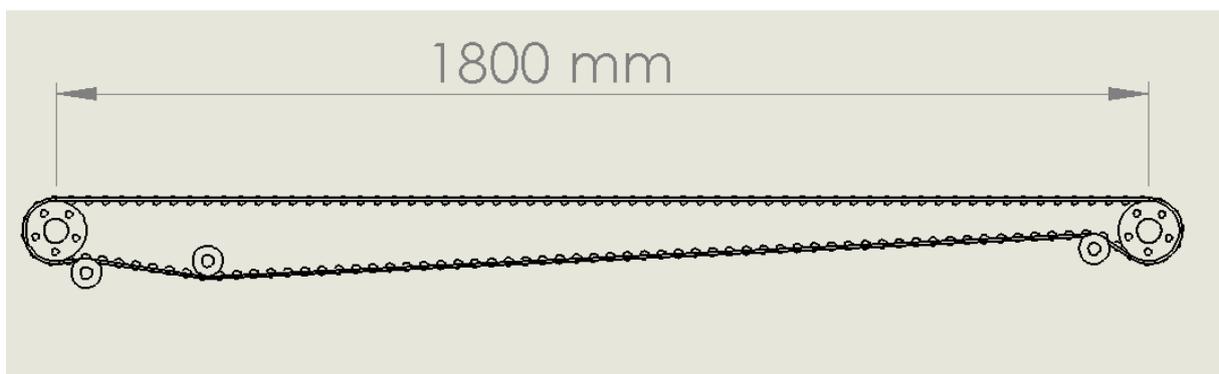
Une amplitude excessive endommagera la pomme de terre, si elle est trop petite elle ne séparera pas le sol. Selon le contrôle des informations pertinentes Quand  $L_{O2A}$  est de 200 à 300mm.

Le taux de blessures de la pomme de terre est inférieur à 4%.

La figure suivante montre une modélisation sur logiciel Solidworks de premier séparateur



(a)





(b)

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

**Figure 3-16** : modélisation de premier séparateur

## V. Deuxième convoyeur

### V.1 Les dimensions de deuxième convoyeur

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



**Figure 3-17** : Le tapis Tétines

Les paramètres de ce tapis sont normalisée et de type défèrent à partir de [12] :

### "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 hérisson 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 hérisson standard, les doigts sur ces barres sont plus épais et plus stables. Les hérissons "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 hérisson 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 3-18 : 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

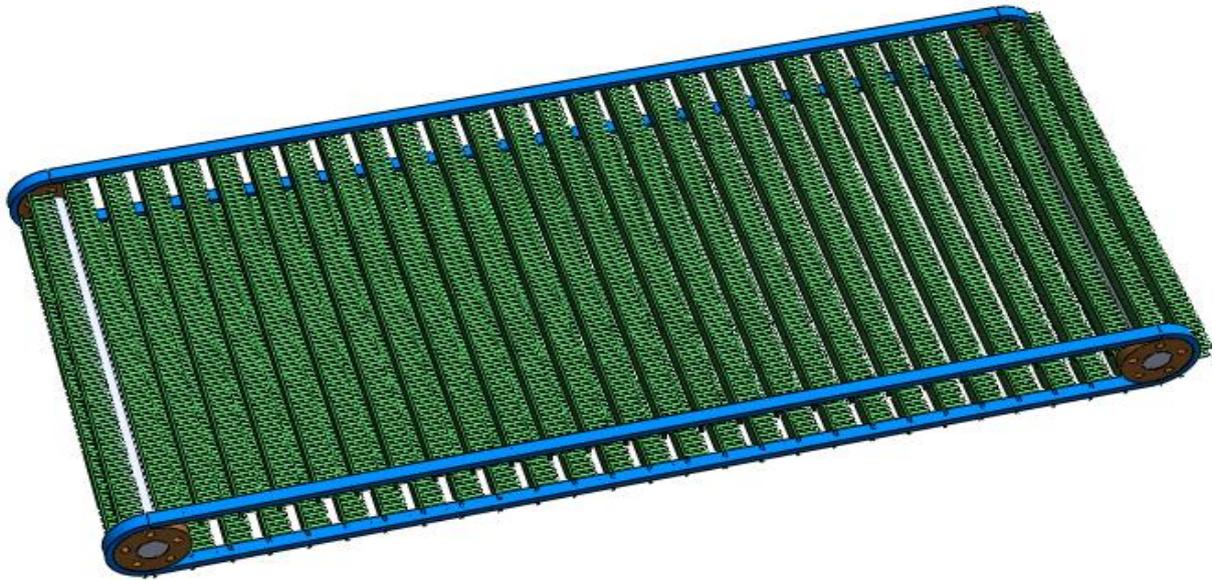
La longueur de convoyeur ca dépend de la largeur de la machine et d'après le constructeur BOLKO la longueur de la machine est 1.33m.

### c. La vitesse de deuxième convoyeur

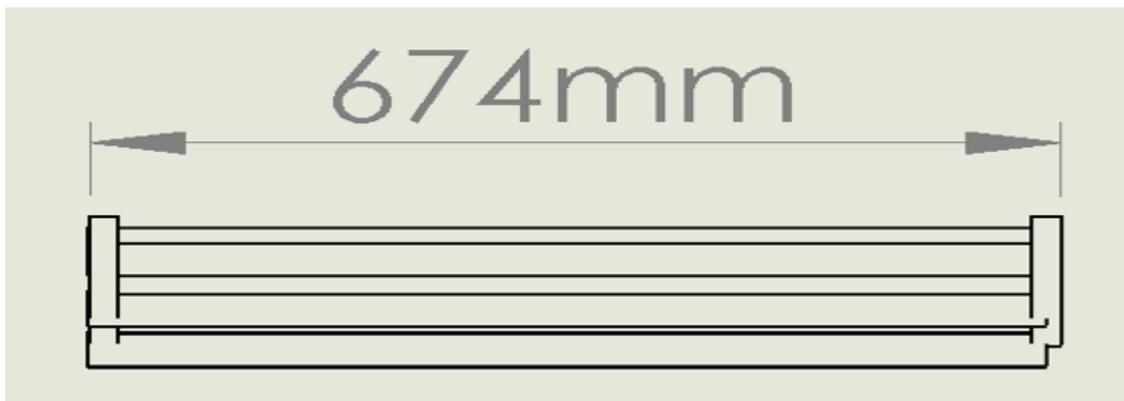
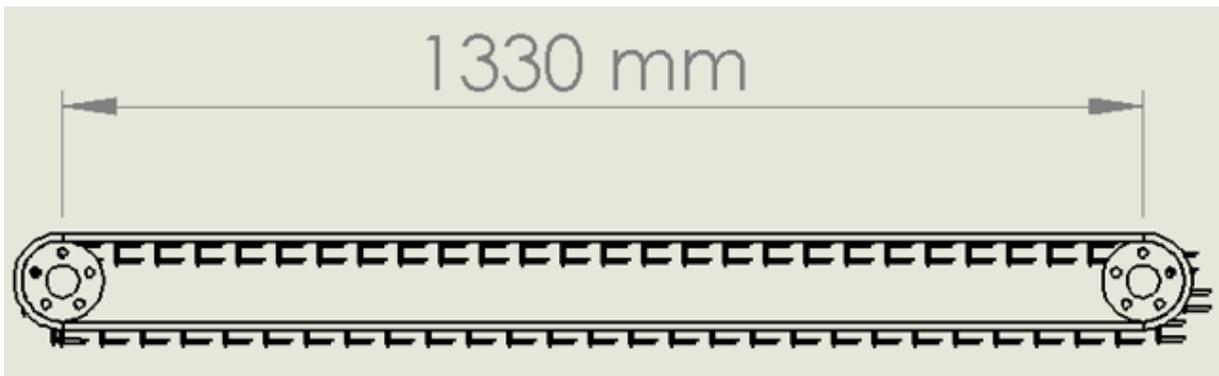
Pour assurer un niveau minimum de dommages mécanique aux tubercules pendant la récolte le rapport des vitesses entre les convoyeurs de séparation revêtent une importance particulière et d'après de celui-ci Ph.D. Eng Hevko R.B.1), Ph.D. Eng. Tkachenko I.G.2), Ph.D. Eng. Synii S.V.3), Ph.D. Eng. Flonts I.V.4) [13] :

Dans ca vitesse varie entre : 0.79...1.85 m / s et la valeur optimal est de 1.2 m/s.

La figure suivante montre une modélisation sur logiciel solidworks



(a)



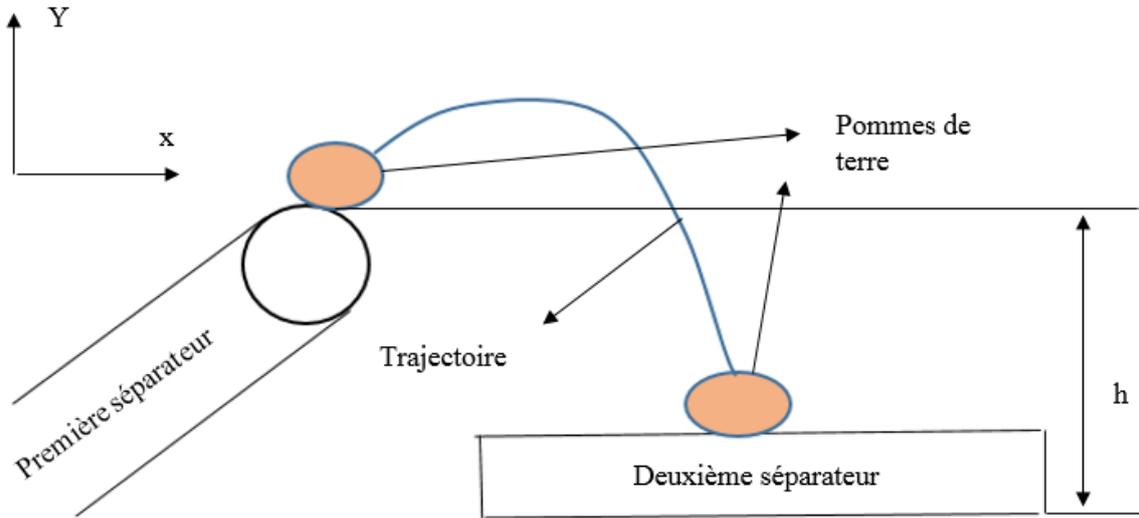
(b)

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

**Figure 3-19** : modélisation du convoyeur à tétin

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

Le passage de la pomme de terre de premier séparateur aux seconder et ressemble à une chute parabolique comme montre la figure suivante :



**Figure 3-20** : le passage de pomme de terre de premier à la seconde séparatrice

Les équations temporeire caractérise le mouvement sont :

$$x(t) = v_0 \cos \alpha . t \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$Y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 . \text{Sin} \alpha . t \quad \dots\dots\dots (14)$$

Avec  $v_0$  la vitesse de pomme de terre dans le premier séparateur et  $g$  c'est 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: 
$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (15)$$

On remplace dans (2) : 
$$y = \frac{-g}{2v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha . x \quad \dots\dots (16)$$

Donc il faut que :

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

Avec :

$h_1$  La hauteur qui faut dépassée pour générer un choc entre les tubercules et le séparateur

$h_2$  Est indiquée la hauteur qui peut provoquer un risque de blessure

Et à partir de constructeur BOLKO :

$$Y = 285.15 \text{ mm} \quad \text{et} \quad x = 285.15$$

## VI .Troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette)

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

### VI .1 Les dimensions de ce convoyeur

Leur dimension sont inspiré de le constructeur bolko:

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

### VI .2. La vitesse de ce convoyeur

Ce convoyeur ressemble aux les convoyeurs utilisés dans les usines comme illustre la figure



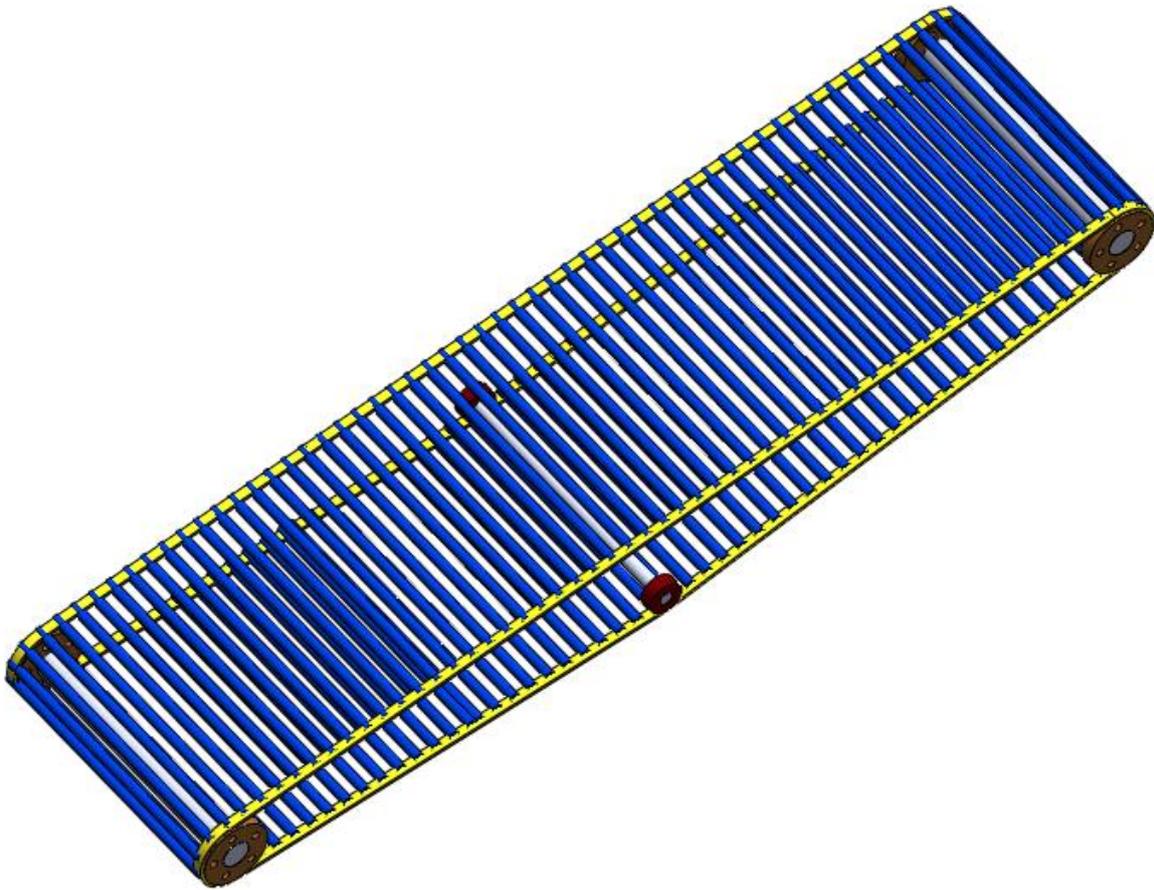
Figure 3-21 : convoyeur utilisée dans les usines

ca vitesse elle doit être courte par rapport aux autres pour laisser de temps à l'employeur de trier les fanes et à partir de [14] on à prendre ses résultat.

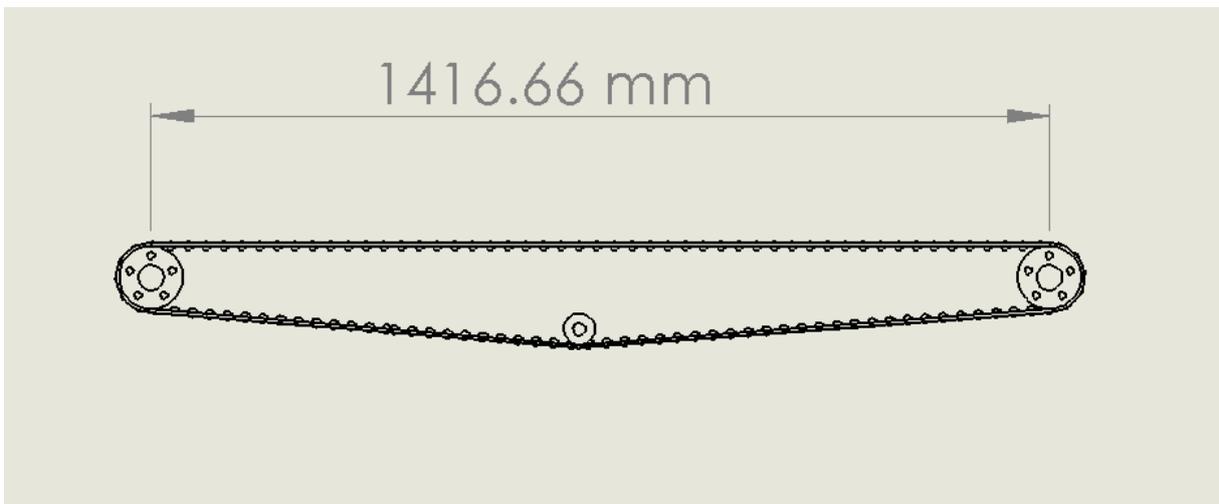
La vitesse varie entre 0.02 ... 0.6 m/s.

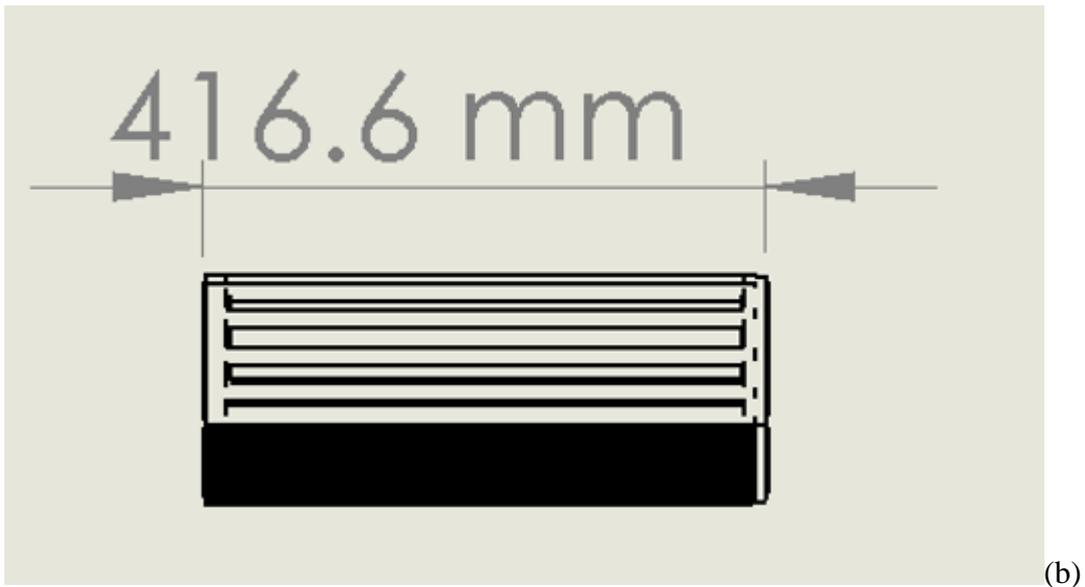
La vitesse optimale est de 0.4 m/s.

Et voilà une modélisation réalisée par logiciel solidwoks.



(a)





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

**Figure 3-22** : modélisation de troisième convoyeur

## VII. Quatrième convoyeur (ascenseur)

Le rôle de ce convoyeur est de transmettre la pomme de terre aux sacs de chargement

### VII.1. Dimension de quatrième convoyeur

Nous avons toujours inspiré de le constructeur bolko

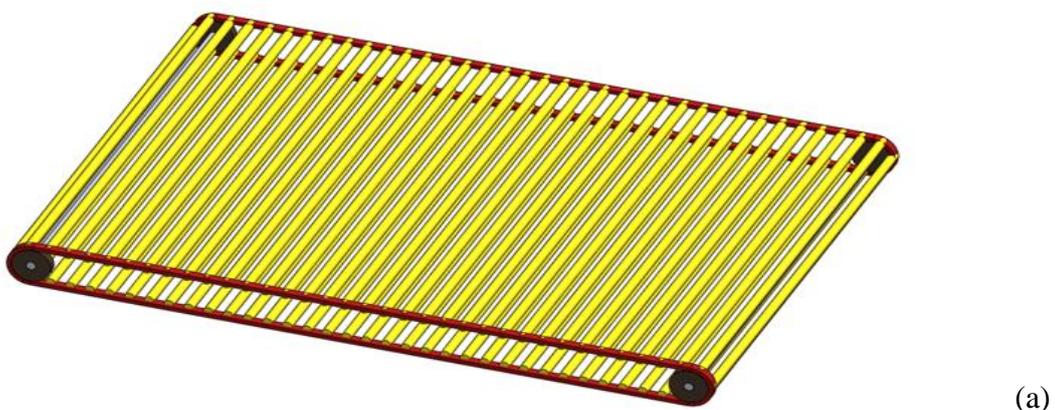
La longueur est de  $333.3mm$

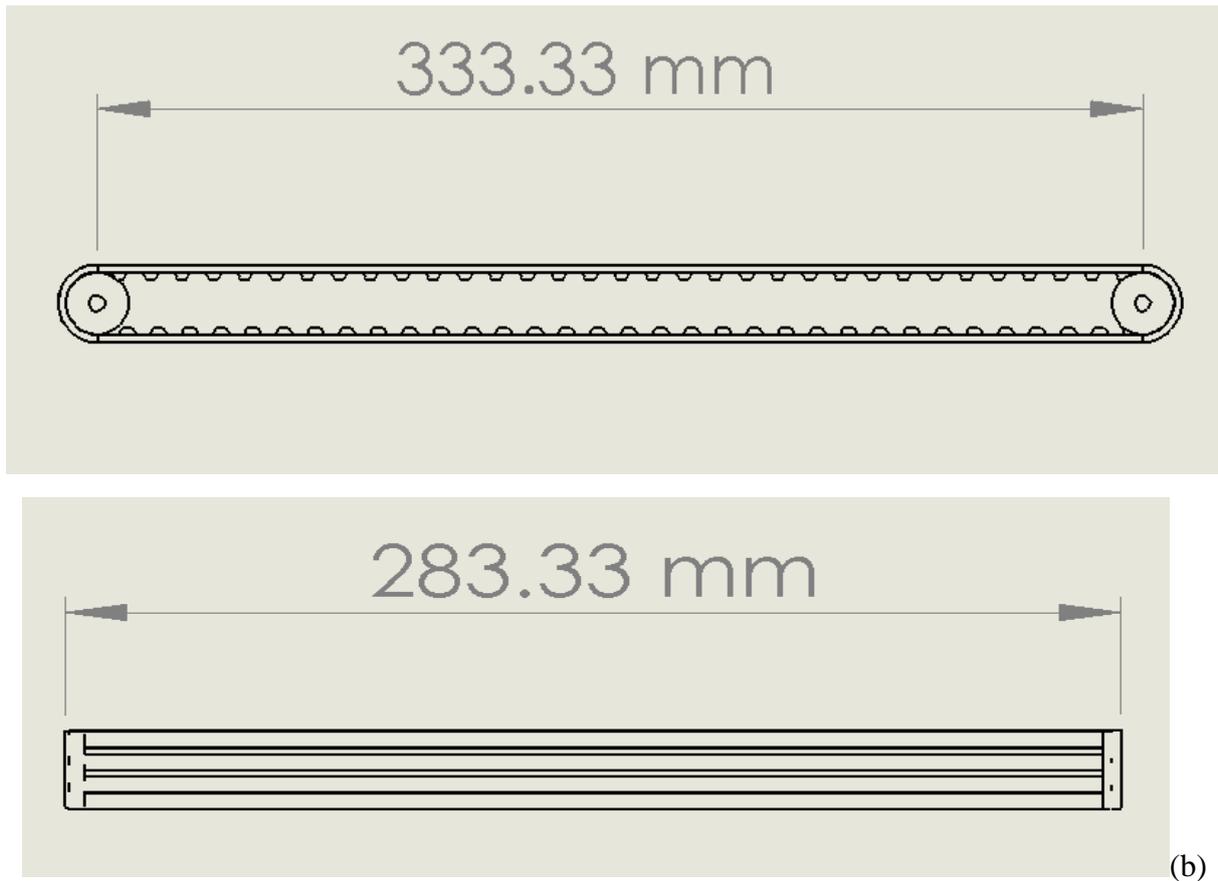
La largeur est de  $283.33mm$

### VII .2. La vitesse de quatrième convoyeur

La vitesse de ce convoyeur est de  $118 \dots \dots 135 \text{ tr} / \text{min}$  vous pouvez consulter [15]

Voilà une modélisation réalisée avec logiciel solidworks





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

**Figure 3-23** : modélisation de l'ascenseur

## VIII. Rouleaux effaneurs

Comme leur nom l'indique, ces rouleaux séparent et évacuent les fanes (tiges et feuilles Résiduelles des plants de pommes de terre). À leur sortie des convoyeurs de séparation, les tubercules sont déversés sur une série de rouleaux plus ou moins nervurés tournant en sens contraire les uns des autres pour happer les fanes et les rejeter au sol. L'écartement des rouleaux doit être réglé avec soin. En raison des risques de bourrage par enroulement des fanes, les systèmes d'effanage constituent une zone particulièrement dangereuse en cas d'intervention humaine. Souvent les dispositifs de séparation et de nettoyage des arracheuses de pommes de terre sont complétés par des rouleaux de formes très variées, ou des tapis à "tétines" pour la séparation de la terre, des petites mottes ou des pierres.

Donc dans notre conception on va utiliser des rouleaux effaneurs :

### VIII.1. Dimension des rouleaux effaneurs

Ces dimensions varient en fonction de son service et l'endroit où les utiliser.

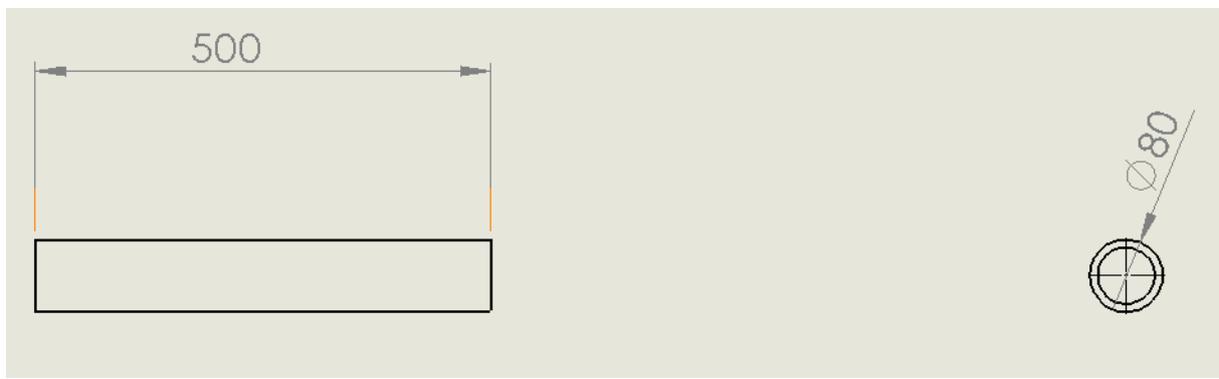
**a. Diamètre des rouleaux**

Ses diamètres varient entre 74.5 et 95 mm sont normalisée [16]

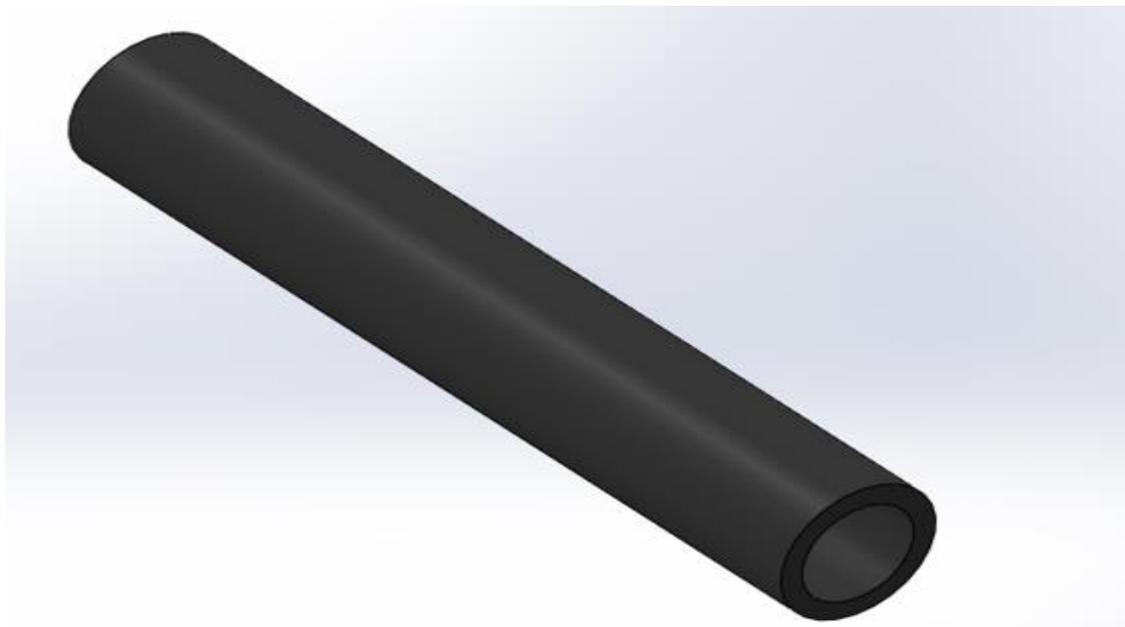
**b. La longueur des rouleaux**

Ses longueurs ca dépends de la largeur de travail.

Dans notre conception nous avons utilisée quatre rouleaux affaneur le premier située entre le premier séparateur et le deuxième son rôle est de garantir le passage des pomme de terre entre les deux séparateurs pour ne pas tomber sur le sol, et générer une friction avec les pomme de terre pour élever les mottes et d'être un premier étape de séparation des fanes la figure suivante montre une modélisation sur logiciel solidwoks pour le premier rouleau effaneur.



(a)



(b)

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

**Figure 3-24** : modélisation de rouleau effaneur 1

- ✓ Ca longueur est inférieur au égale à  $50\text{mm}$ .
- ✓ Ca diamètres est entre  $74.5$  et  $95$ .

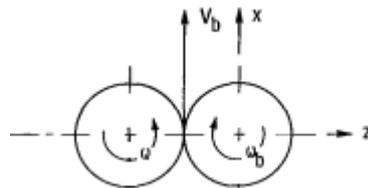
-Un écart entre les barres de tamisage et le rouleau compresseur devrait être  $a = 6 - 10 \text{ mm}$

Le deuxième et troisième rouleaux effaneurs 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.



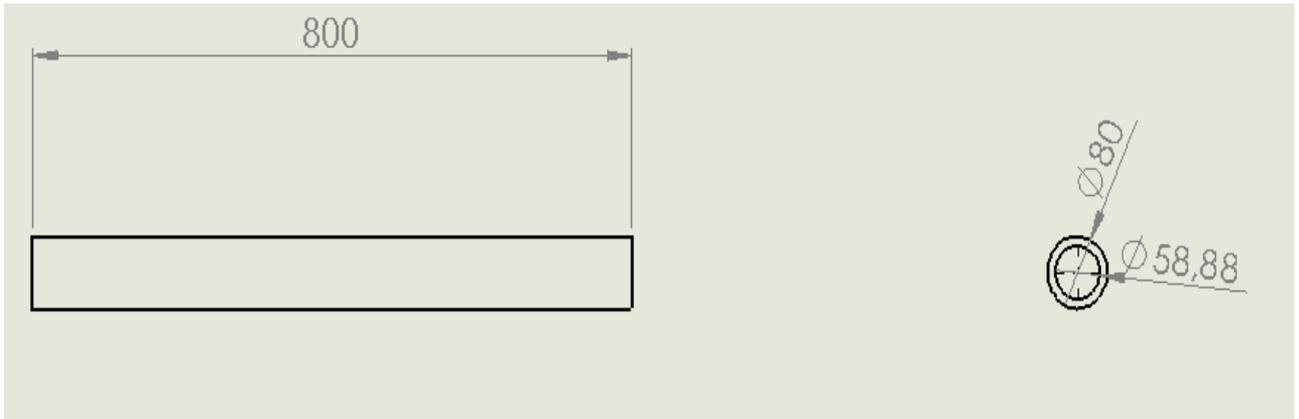
**Figure 3-25** : rouleau effanure 2 et 3

Son mouvement de rotation sont opposée pour effané les fanes

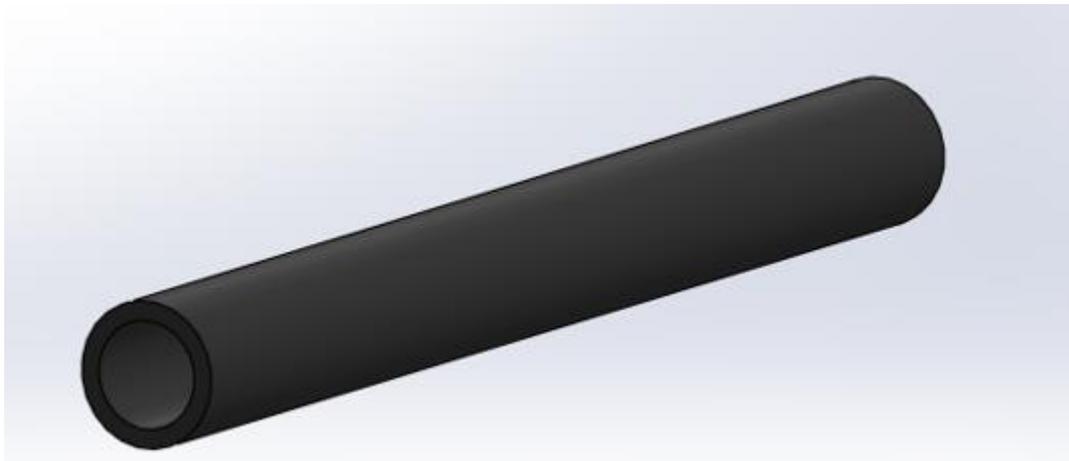


**Figure 3-26** : modélisation géométrique des rouleaux effanure

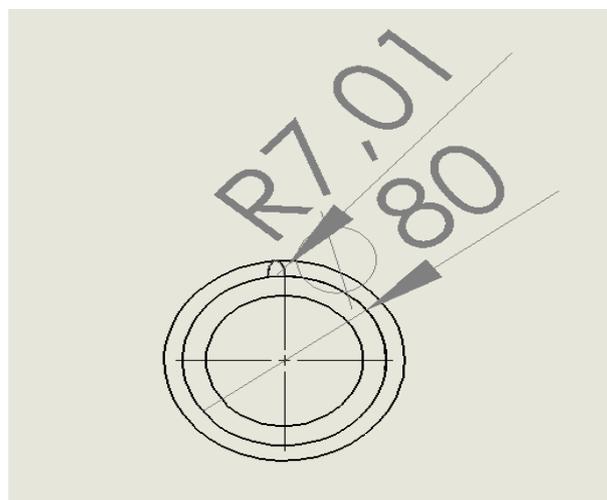
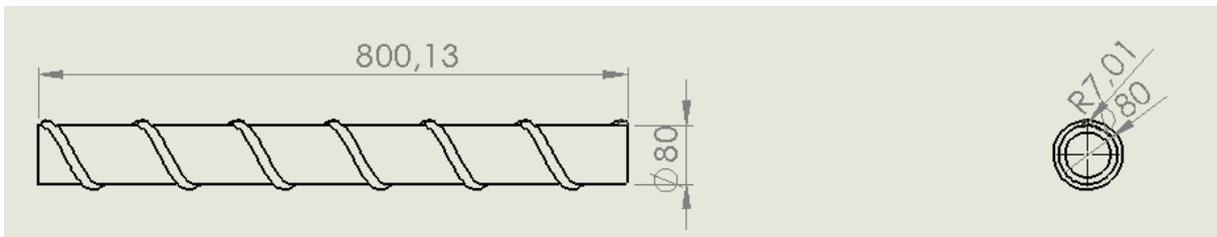
- ✓ Sa longueur doit supérieur de la largeur de deuxième séparateur est normaliser [17]
- ✓ Sa longueur est  $800 \text{ mm}$
- ✓ Le diamètre varie entre  $74.5$  et  $95 \text{ mm}$



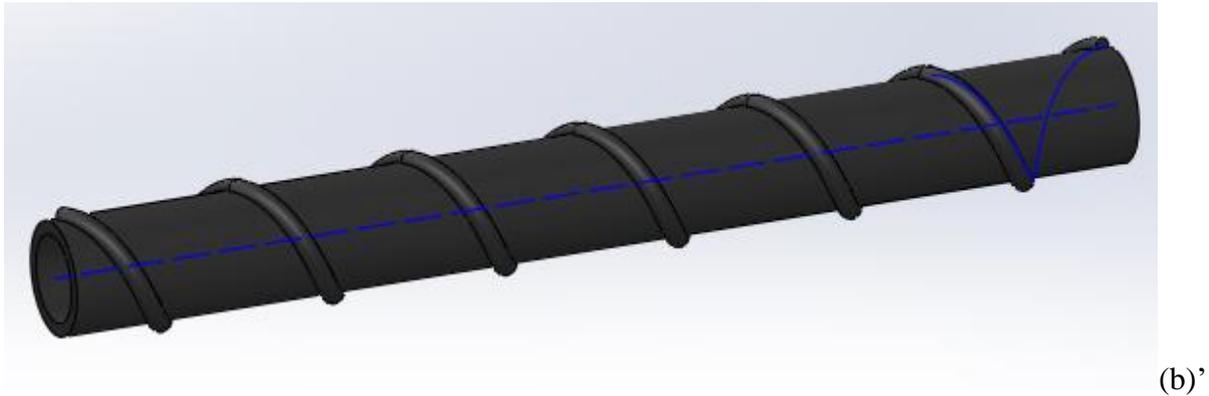
(a)



(a)'



(b)



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

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

**Figure 3-27** : modélisation des rouleaux effanures 3 et 4

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 3-28** : rouleau effanure 4

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

Le pas est inférieur au diamètre de la pomme de terre

$$n \leq d_p \quad \dots\dots\dots (17)$$

La valeur du pas est :

$$n = 31.5 \text{ mm}$$

Pour vérifier l'examineur peuvent consulter [14]



Figure 3-29 : modélisation de rouleau effaneur 4

## IX. 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 :

$$V = \frac{(d \times W)}{2} \dots\dots\dots (18)$$

Avec :

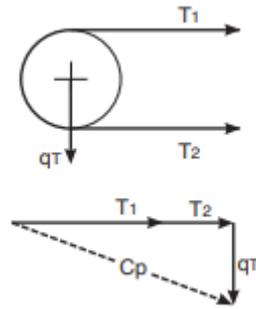
V : vitesse linéaire.

d : le diamètre des rouleaux

W : vitesse angulaire

### IX.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  $Mf$  et le moment de torsion  $Mt$  [18]. Le moment fléchissant de l'axe est le résultat de la somme des vecteurs des tensions T1 and T2 et du poids du tambour  $QT$  Fig.



**Figure 3-30** : force de tension donc 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  $M_{if}$  et le module de résistance  $W$ . En procédant par ordre, on obtient :

$$c_p = \sqrt{(T_1 + T_2)^2 + q_t^2} \quad [daN] \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$M_f = \frac{c_p}{n} \cdot a_g \quad [daNm] \quad \dots\dots\dots(20)$$

$$M_t = \frac{p}{n} \cdot 954.9 \quad [daNm] \quad \dots\dots\dots (21)$$

Où :

$P$  = Puissance absorbée en  $KW$

$n$  = tours/minute du tambour de commande

$$M_{if} = \sqrt{M_f^2 + 0.75 \times M_t^2} \quad [daNm] \quad \dots\dots\dots (22)$$

$$w = \frac{M_{if} \times 1000}{32} \quad [mm^3] \quad \dots\dots\dots (23)$$

$$w = \frac{\pi}{32} \times d^3 \quad [mm^3] \quad \dots\dots\dots(24)$$

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

$$d = \sqrt[3]{\frac{w \times 32}{\pi}} \quad \dots\dots\dots (25)$$

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

$$W_1 = \frac{2v_1}{d_1} \dots\dots\dots (26)$$

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

$$W_1 = \frac{2 \times 2}{1.8}$$

$$W_1 = 22.22 \text{ rad /s}$$

Vitesse de rotation en tour/min :

$$N = \frac{w \times 30}{\pi} \dots\dots\dots (27)$$

$$N_1 = 22.22 \times 30 / \pi$$

$$N_1 = 212.292 \text{ tr/min}$$

## IX .2. Vitesse angulaire de deuxième séparateur

On sait que :

$$w_2 = \frac{2v_2}{d_2} \dots\dots\dots (28)$$

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

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

$$W_2 = 13.33 \text{ rad/s}$$

La vitesse de rotation en tr/min

$$N_2 = \frac{w_2 \times 30}{\pi} \dots\dots\dots (29)$$

$$N_2 = 127.38 \text{ tr/min}$$

### IX .3. La vitesse angulaire de troisième convoyeur (convoyeur de table de cueillette)

$$w_3 = \frac{2v_3}{d_3} \quad \dots \dots \dots (30)$$

$D_3=100\text{mm}$  est choisi à partie de constructeur BOLKO

$$w_3 = \frac{2 \times 0.3}{0.1}$$

$$w_3 = 6 \text{ rad/s}$$

La vitesse de rotation en tr/min :

$$N_3 = \frac{W_3 \times 30}{\pi} \quad \dots \dots \dots (31)$$

$$N_3 = 57.32 \text{ tr/min}$$

### IX .4 Vitesse angulaire de l'ascenseur

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

En prendre :

$$N_4 = 120 \text{ tr/min}$$

$$w_4 = 12.53 \text{ rad/s}$$

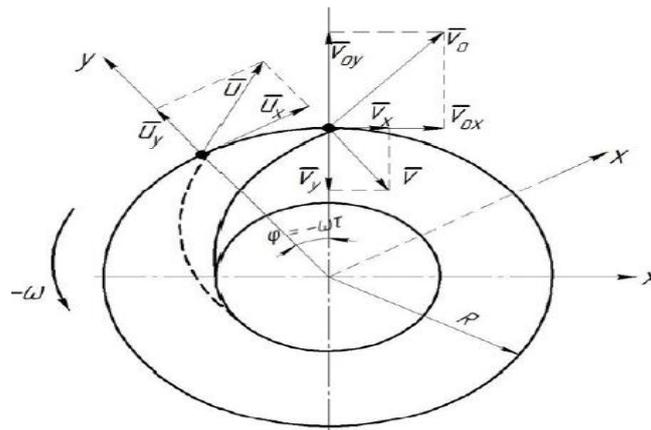
### IX .5 Vitesse angulaire des rouleaux effaneurs

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 des séparateur rotative est nécessaire et à partir de A.V. **Kuzmin**, Dr et **S.S. Ostroumov** ont font le travail suivants [19].

Le séparateur rotatif de la machine à récolter les pommes de terre garantissent 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 Ces impulsions projeté 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 3-31** : Battre le tubercule sur le doigt du rotor

Et après une étude cinématique a 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  $tr/min$  ;

Et après une inspiration de constructeur BOLKO nous avons choisi les vitesses suivant :

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

Pour le quatrième qui est placée ente la table de visite et l'assesseure sa vitesse doit être Confiné entre leurs valeur donc on prendre 100  $tr/min$ .

La solution envisagée :

**X .Le schéma technologique** :la figure suivante repentante le schéma technologique de tous les sous-ensemble de la machine

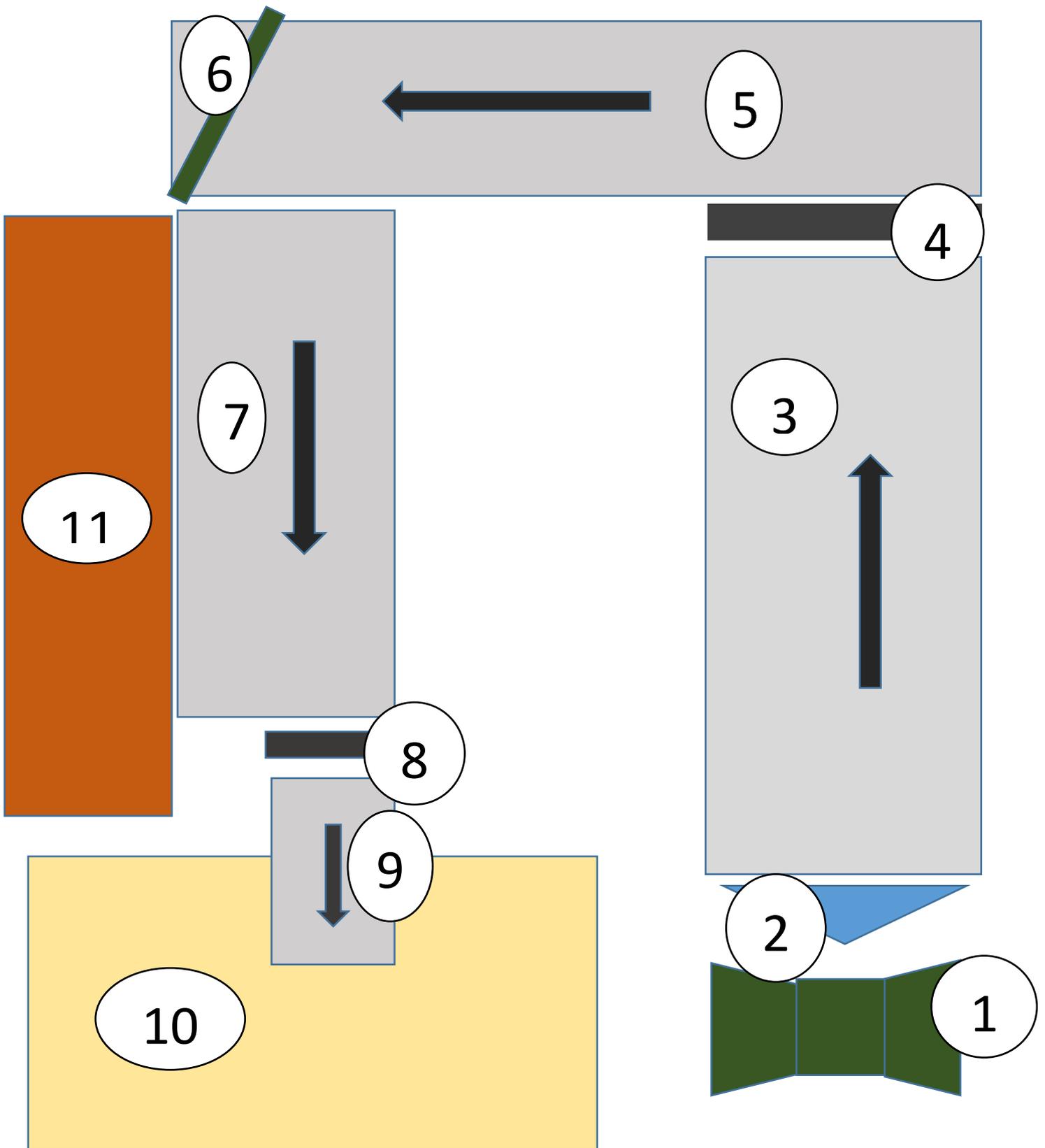


Figure 3-32 : schéma technologique

1-diabolo

2-le soc d'excavation

3-séparateur à tige.

4-rouleau effaneure 1

5-séparateur à tétin

6-rouleaux effaneures 2 et 3

7-table de visite

8-rouleau effaneures 4

9- ascenseur

10-plate-forme de ramassage

11-plate-forme de triage

XII .Schémas cinématiques :

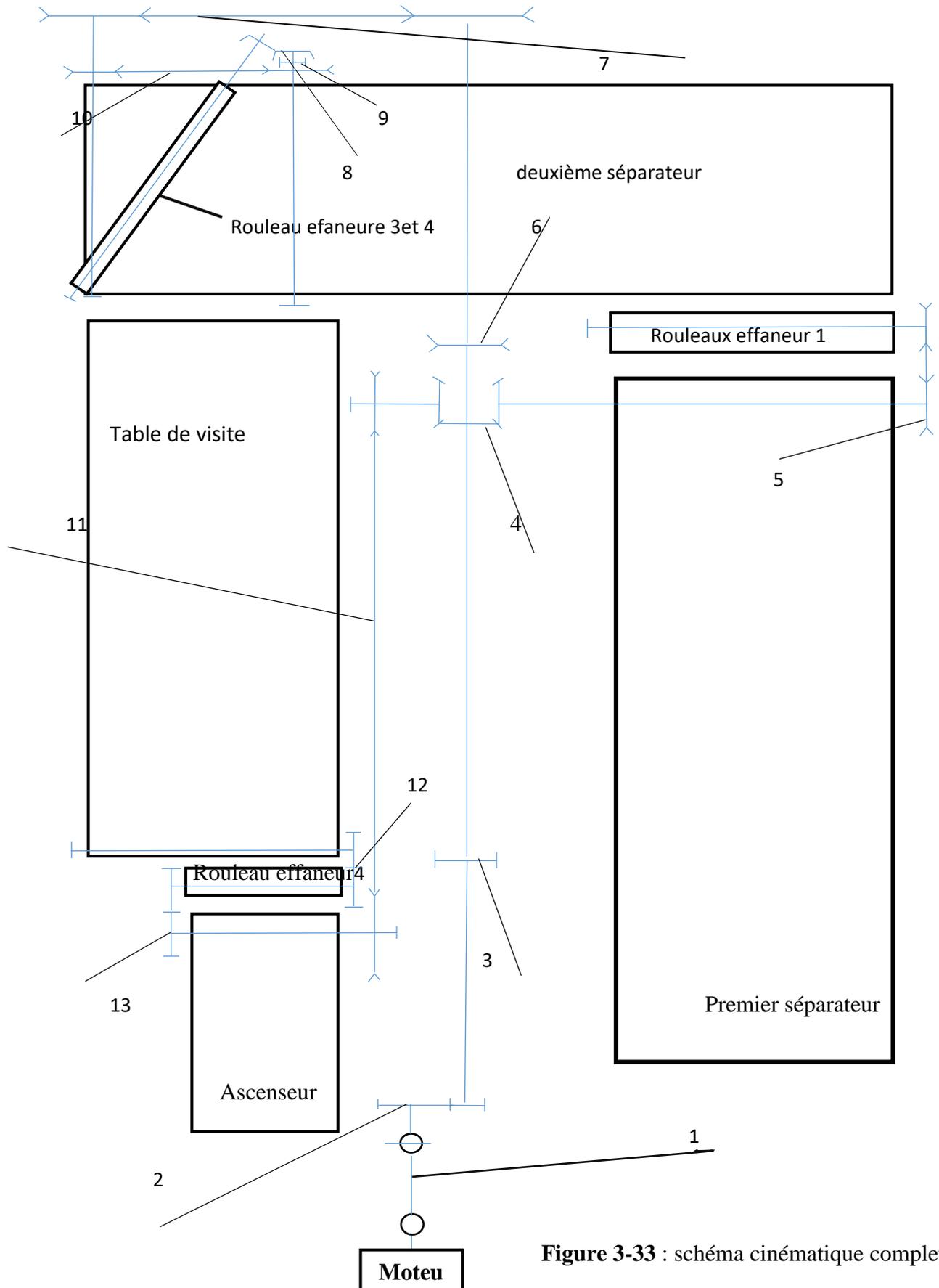


Figure 3-33 : schéma cinématique complet

**Tableau 3-1** : la nomenclature de schéma cinématique

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

La figure suivante représente le schéma cinématique de vue de profilée .

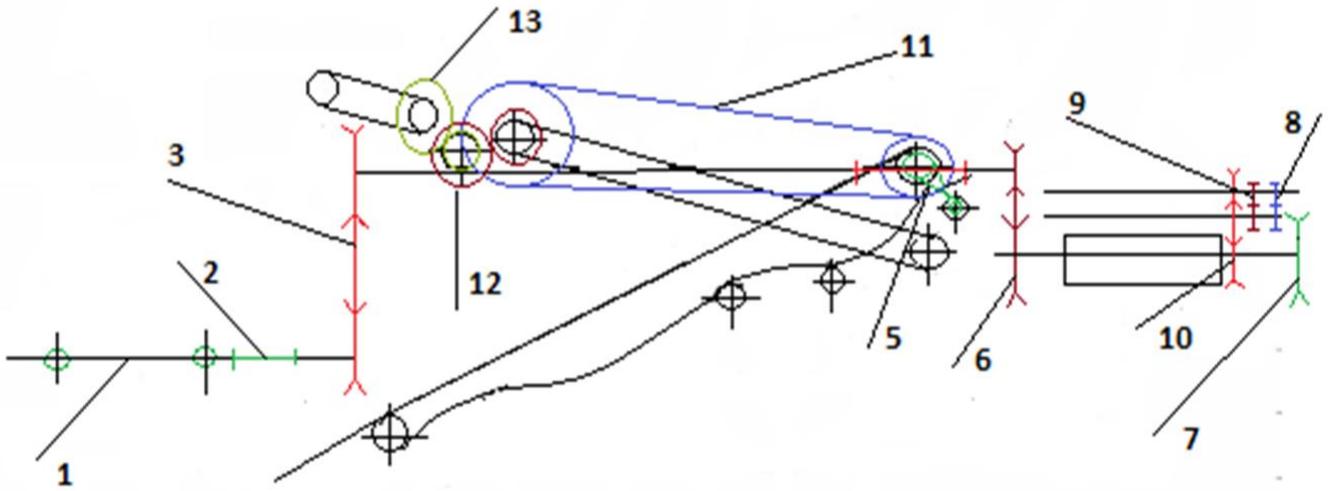


Figure 3-34 : schéma cinématique vue de profile

Pour transmettre le mouvement au premier séparateur il faut apporter le mouvement de cardan (1) alimenter par le tracteur puis passe par le réducteur (2) puis par la chaîne (3) ensuite par le revois d'angle de 90° (4) voire figure suivante

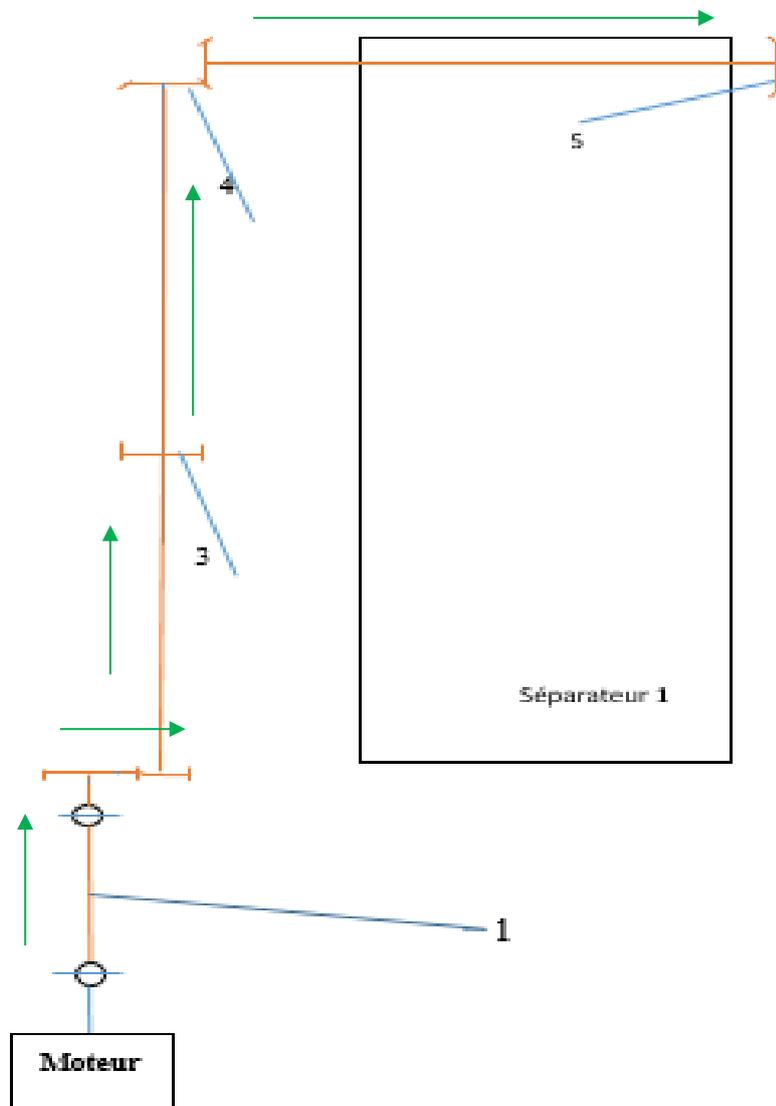


Figure 3-35 : transmission de mouvement au premier séparateur

À partir de premier séparateur (1) en qui est en mouvement on transmette le mouvement au rouleau effaneur 1 par une courroie croisée (5) voire figure suivante

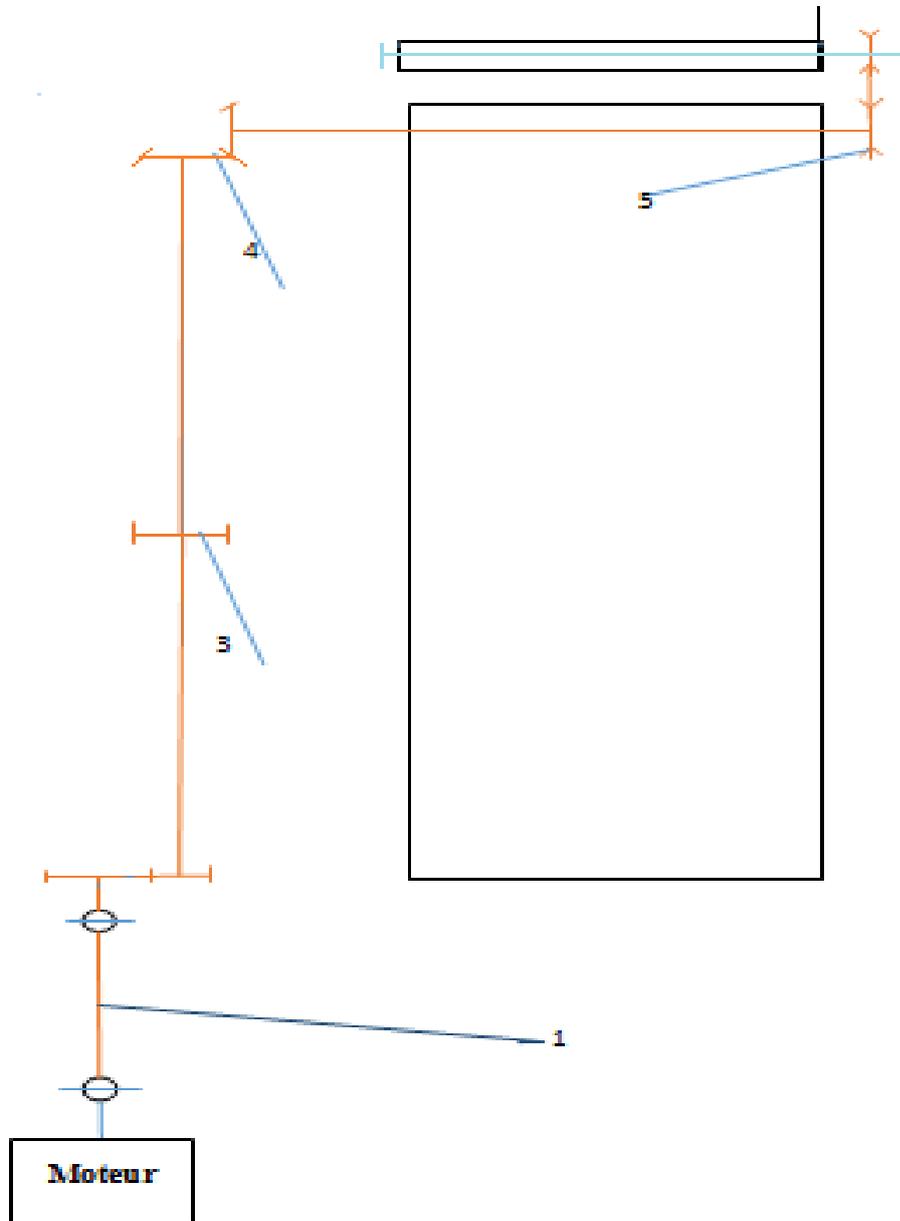


Figure 3-36 : transmission de mouvement au rouleau effaneur 1

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 revois d'angle (4) qui est liée avec la courroie (7) avec la chaîne (6) voir figure suivante

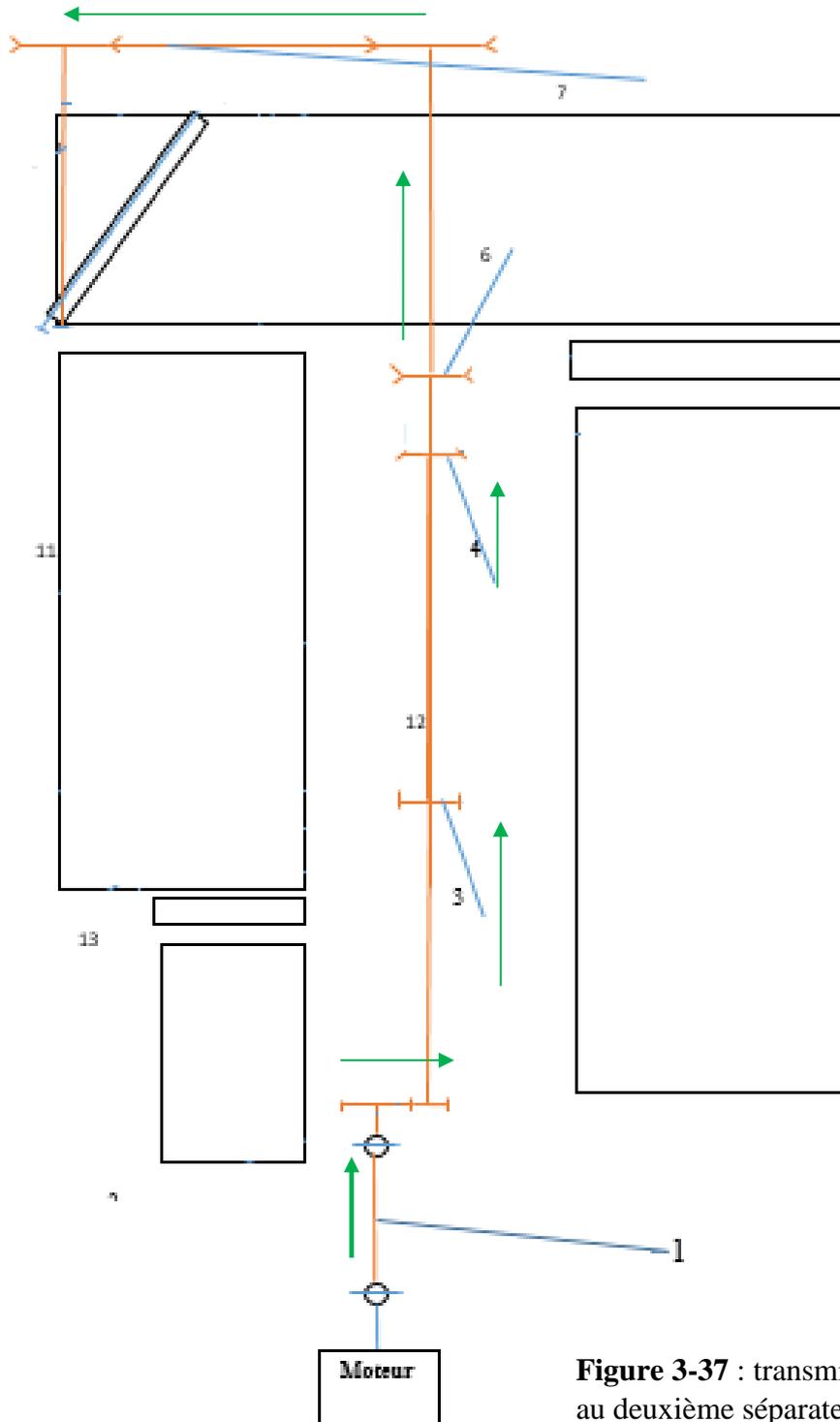


Figure 3-37 : transmission de mouvement au deuxième séparateur

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

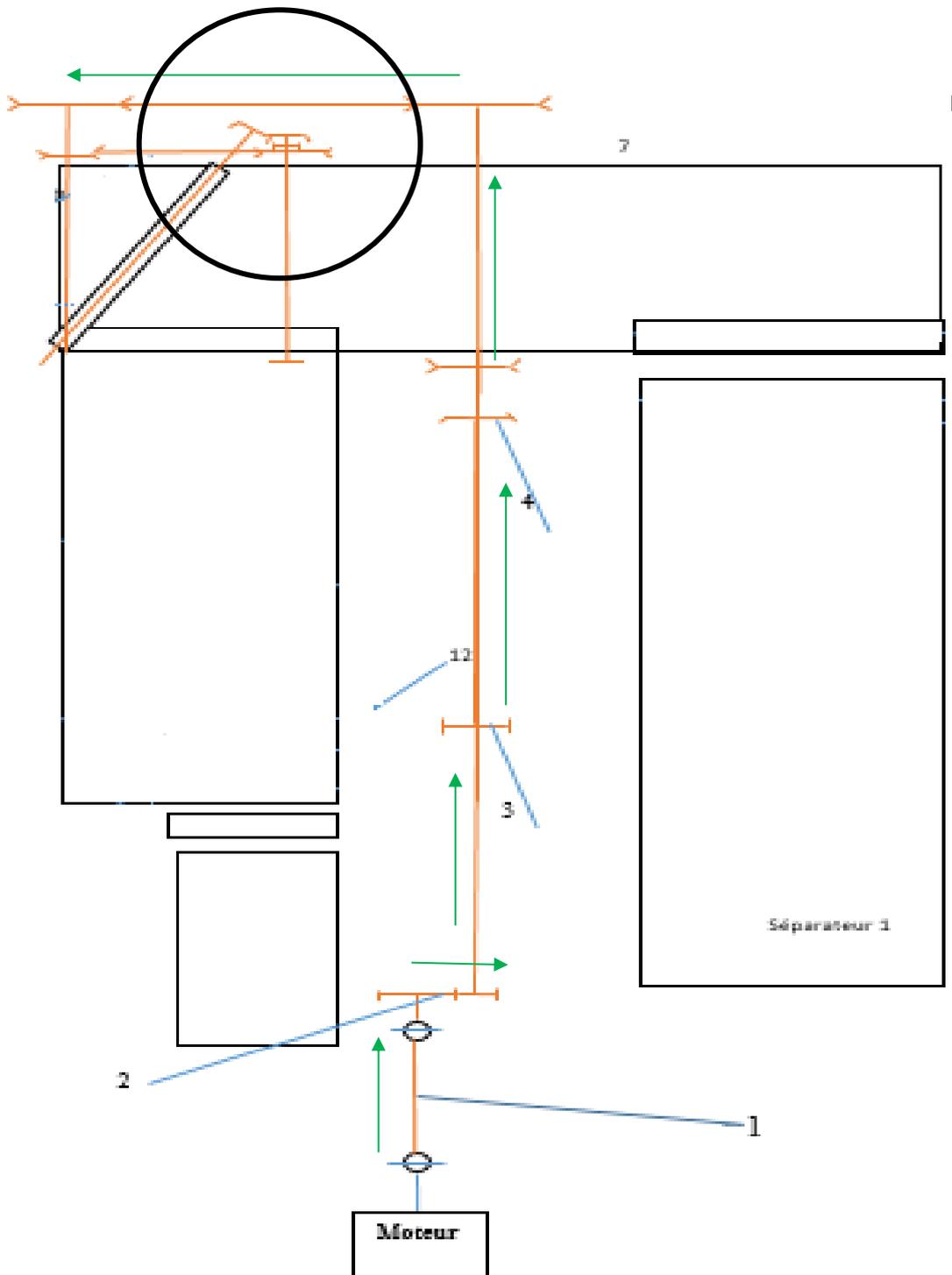
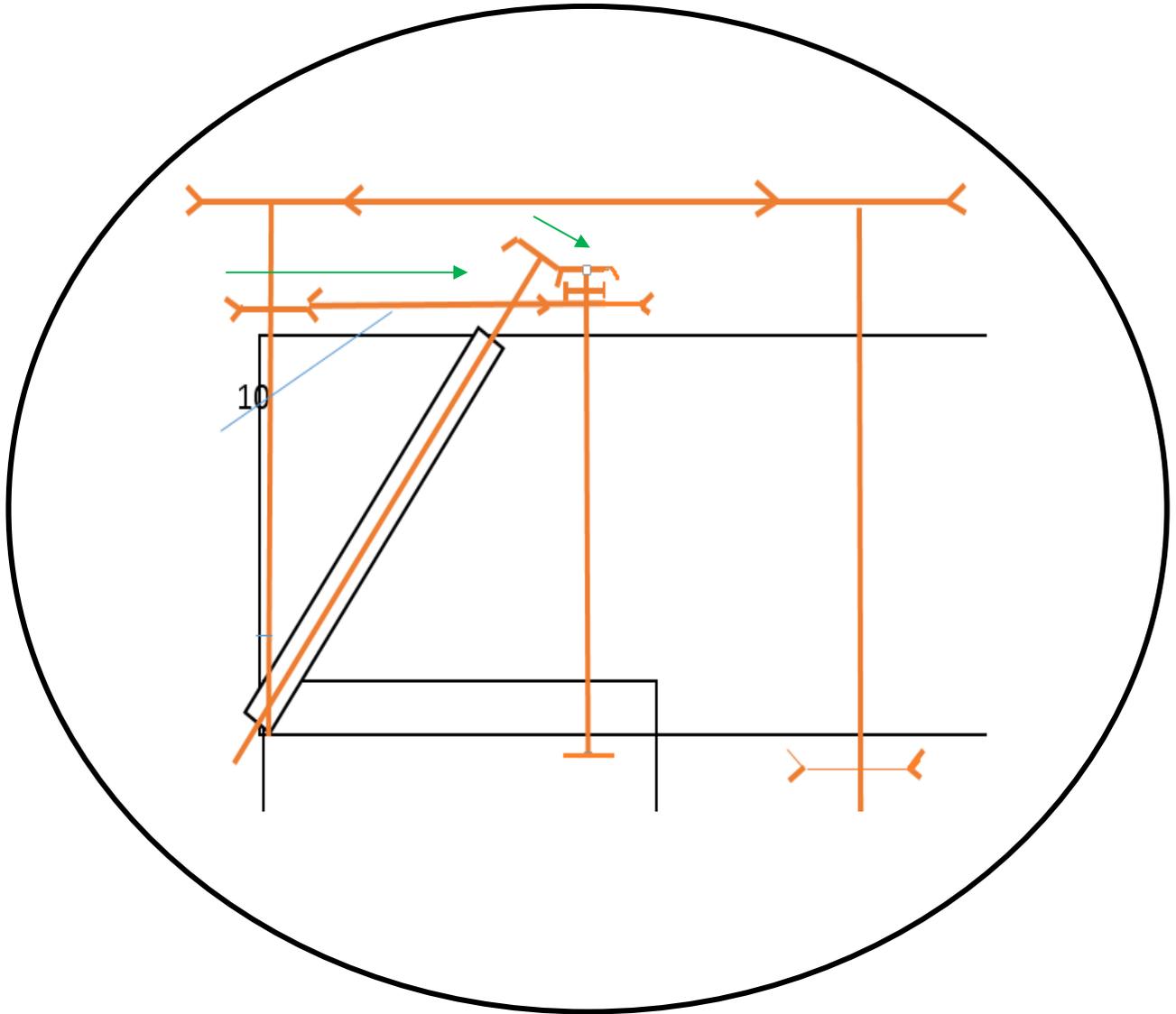


Figure 3-38 : Transmission de mouvement aux rouleaux effaneur 2 et 3



**Figure 3-39** : zoom pour Transmission de mouvement aux rouleaux effaneur 2 et 3

Pour transmettre le mouvement à l'ascenseur on apporte le mouvement da cardan (1) puis on passe par le réducteur (2) ensuite par la chaine (3) puis et le revois d'angle (4) par la courroie (11).

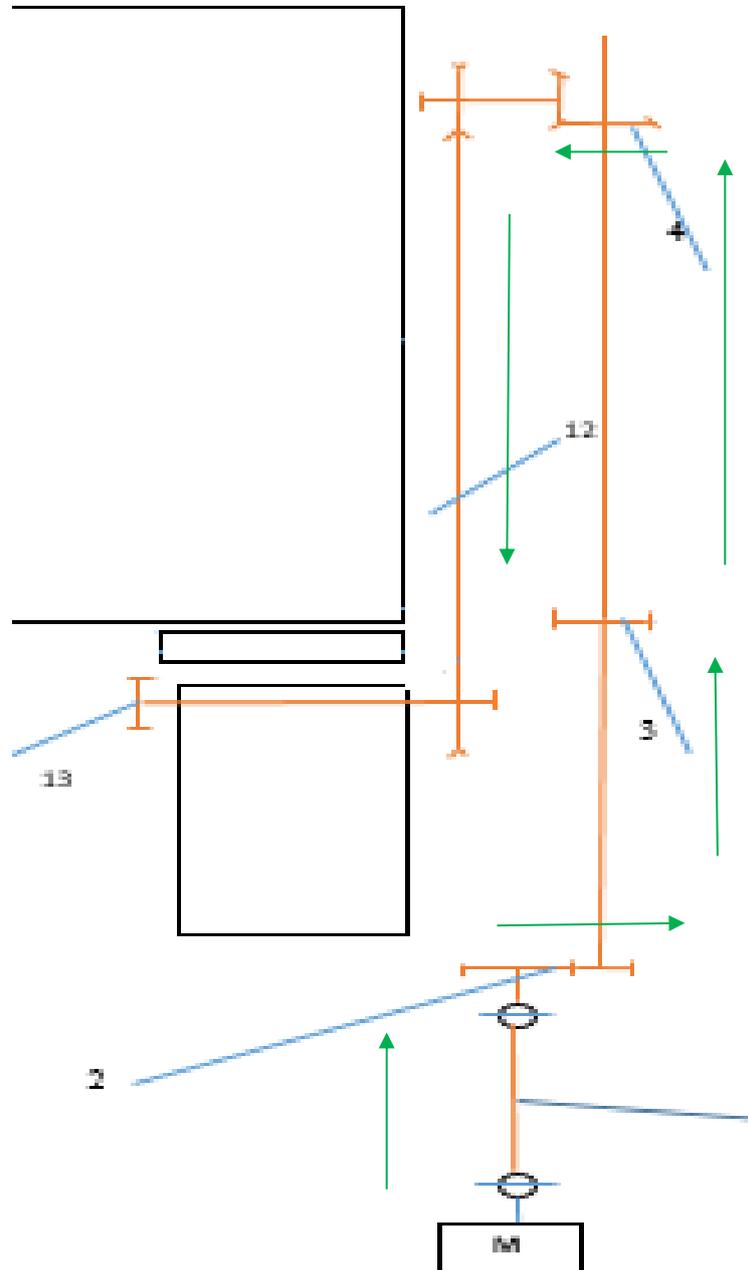


Figure 3-40 : transmission de mouvement à l'ascenseur



Pour transmettre le mouvement à la table de visite on apport le mouvement à partir de roueau effanure 4 par un engrenage à denture droite (12)

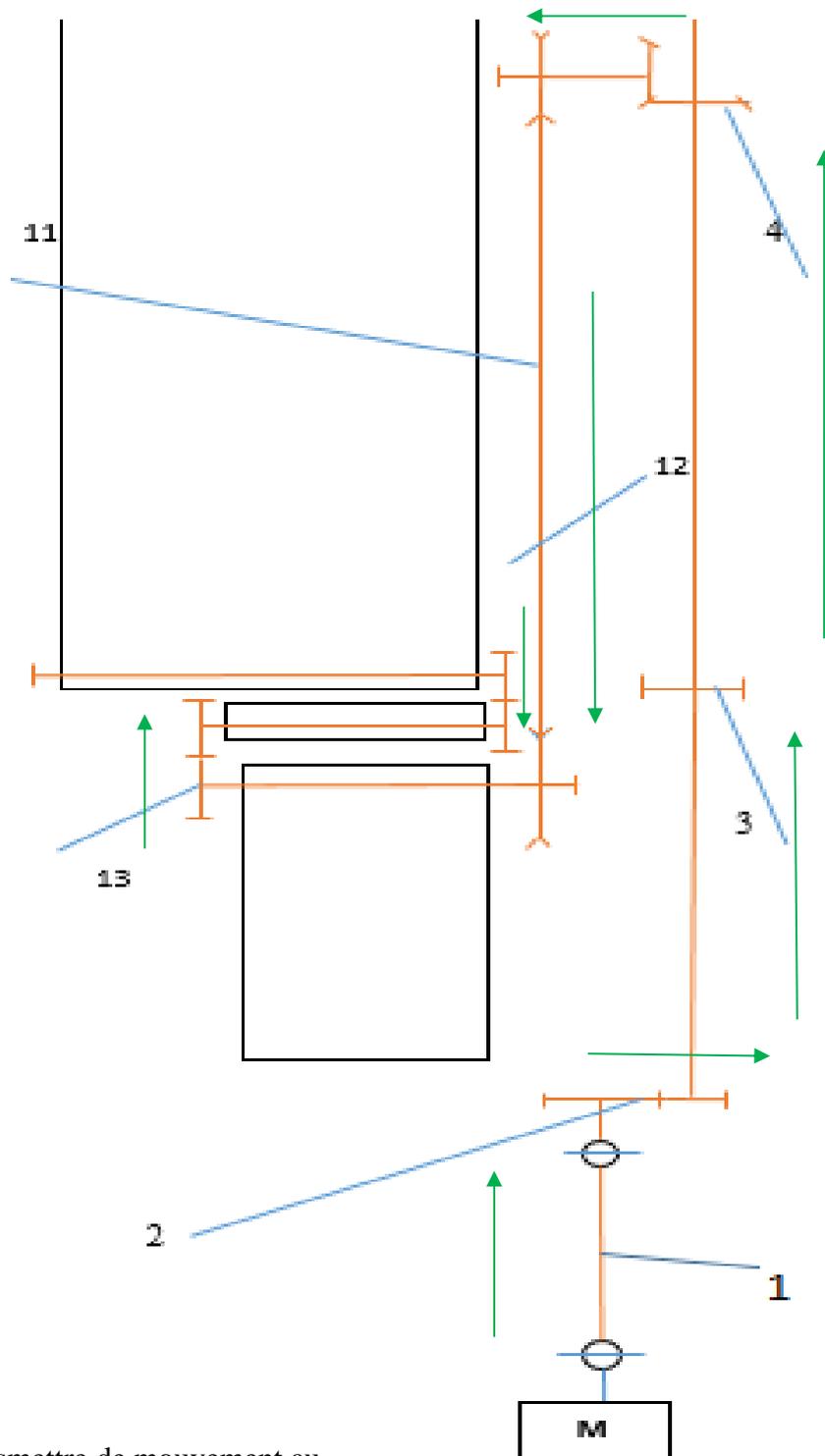


Figure 3-42 : transmettre de mouvement au convoyeur de table de cueillette



# *Conclusion général*

## **Conclusion générale**

Le travail réalisé dans ce mémoire concerne la conception d'une arracheuse ramasseuse de pomme de terre. Nous avons s'intéresser sur tout sur la détermination des paramétré cinématique des sous ensemble de la machine et l'élaboration un schéma cinématique qui prouvent apporte le mouvement de cadran et les partager sur tous les sous ensemble.

Au début il est nécessaire d'élaborer un cahier des charges avec l'entreprise pour choisir le territoire de travaille da la machine, un mécanisme qui satisfaire le besoin et un schéma technologique puis la détermination de toutes les dimensions des éléments ainsi que ses paramètres cinématiques avant d'élaborer le schéma cinématique correspondant.

Le travail de ce mémoire c'est juste une partie de la conception de la machine concerne sur tous l'étude cinématique la suit qui concerne l'étude dynamique et le calcule de résistance et les vérifications sera terminer dans les années prochaine au saine de notre département jusqu'à la fabrication qui sera réaliser dans l'atelier de l'entreprise et il devient un produit algérien.

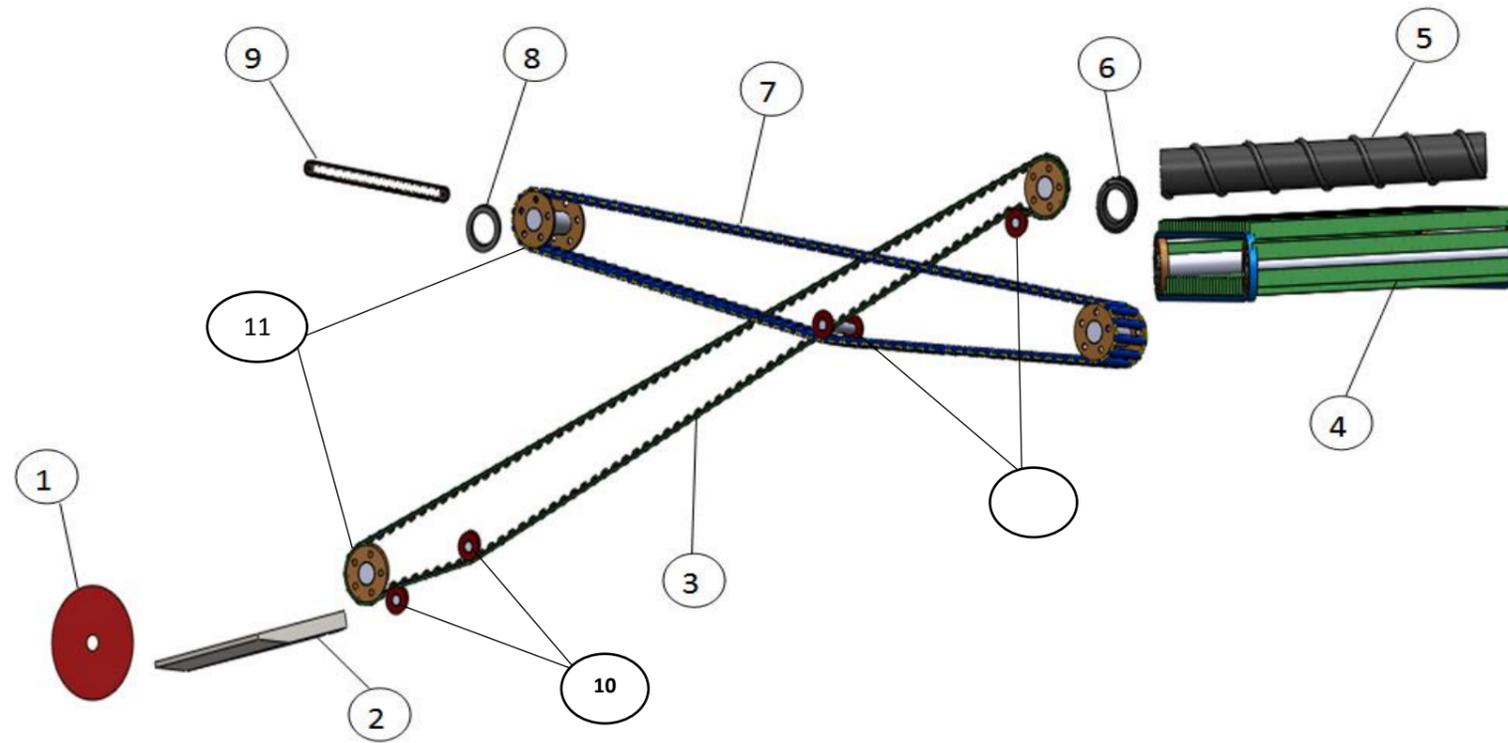
## ***Références bibliographiques***

- [1] OFFICE NATIONAL DES STATISTIQUES, Résultats 2010 / 2012.
- [2] DELAPLACE, Pierre, FAUCONNIER, Marie-Laure, et DU JARDIN, Patrick. Méthodes de mesure de l'âge physiologique des tubercules semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement*, 2008, vol. 12, no 2, p. 171-184.
- [3] <http://www.terrateck.com/fr/recolte-nettoyage-et-conditionnement/95-ramasseur-d-oignon-et-pomme-de-terre-trainee.html>
- [4] <http://www.hellopro.fr/nouvelle-arracheuse-deportee-1-rang-a-tremie-spirit-6100-d-avr-2012158-5917028-produit.html>
- [5] <https://www.carlotti-g.it/spring-alx-rh/?lang=fr>
- [6] FAHAS Mohamed FETHALLAH Rabah BENLAKHDAR Lakhdar SAHEL Hocine Référentiel technico-économique de la culture de la pomme de terre dans la wilaya de Boumerdes. Prix de revient calculé par hectare.2014
- [7] ZHAO, Ping, WANG, Lu, ZHAO, Jizhe, *et al.* Design Situation and a New Design Idea of Potato Digging Shovel. 2015.
- [8] 史明明, 魏宏安, 胡忠强, *et al.* 4U-1400 型马铃薯联合收获机的设计. *干旱地区农业研究*, 2014, vol. 32, no 1, p. 263-267.
- [9] [http://www.perriol.com/2culture/cul\\_beaba/beaba.htm](http://www.perriol.com/2culture/cul_beaba/beaba.htm)
- [10] BULGAKOV, V., IVANOV, S., ADAMCHUK, V., *ET 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.
- [11] AKINBAMOWO, R. O., OGUNLOWO, A. S., AGBETOYE, L. A. S., *et al.* Development of a Tractor-mounted Cocoyam (*Xanthosoma* spp.) Harvester. *Australian Journal of Agricultural Engineering*, 2011, vol. 2, no 3, p. 82.
- [12] <http://www.agrobelts.be/pagina/prostav3.htm>

- [13] HEVKO, Roman, TKACHENKO, Igor, SYNII, Sergiy, *ET al.* Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. 2016.
- [14] Aleksander Nieoczym František Brumerčík *Maszyny i urządzenia transportu bliskiego* Lublin 2015
- [15] G. M. Hyde, Ph.D., potato harvester chain speed adjustment Published February 1990. Subject code 274. A
- [16] [https://www.discountfarmer.com/rouleau-type-dahlman/3001-rouleau-type-dahlman-lisse-pour-machine-avr.html#/diamtre\\_longueur-75\\_975](https://www.discountfarmer.com/rouleau-type-dahlman/3001-rouleau-type-dahlman-lisse-pour-machine-avr.html#/diamtre_longueur-75_975)
- [17] <http://www.agri-indus.fr/rouleau-type-dahlman/3005-rouleau-type-dahlman-lisse-regarni-pour-machine-grimme.html>
- [18] <https://sklep-rolnicze.eu/walec-sortujacy,3,75789,10544>
- [19] КУЗЬМИН, А. В. Обоснование некоторых параметров ротора сепаратора картофелекопателя. *Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*, 2016, no 6, p. 63.

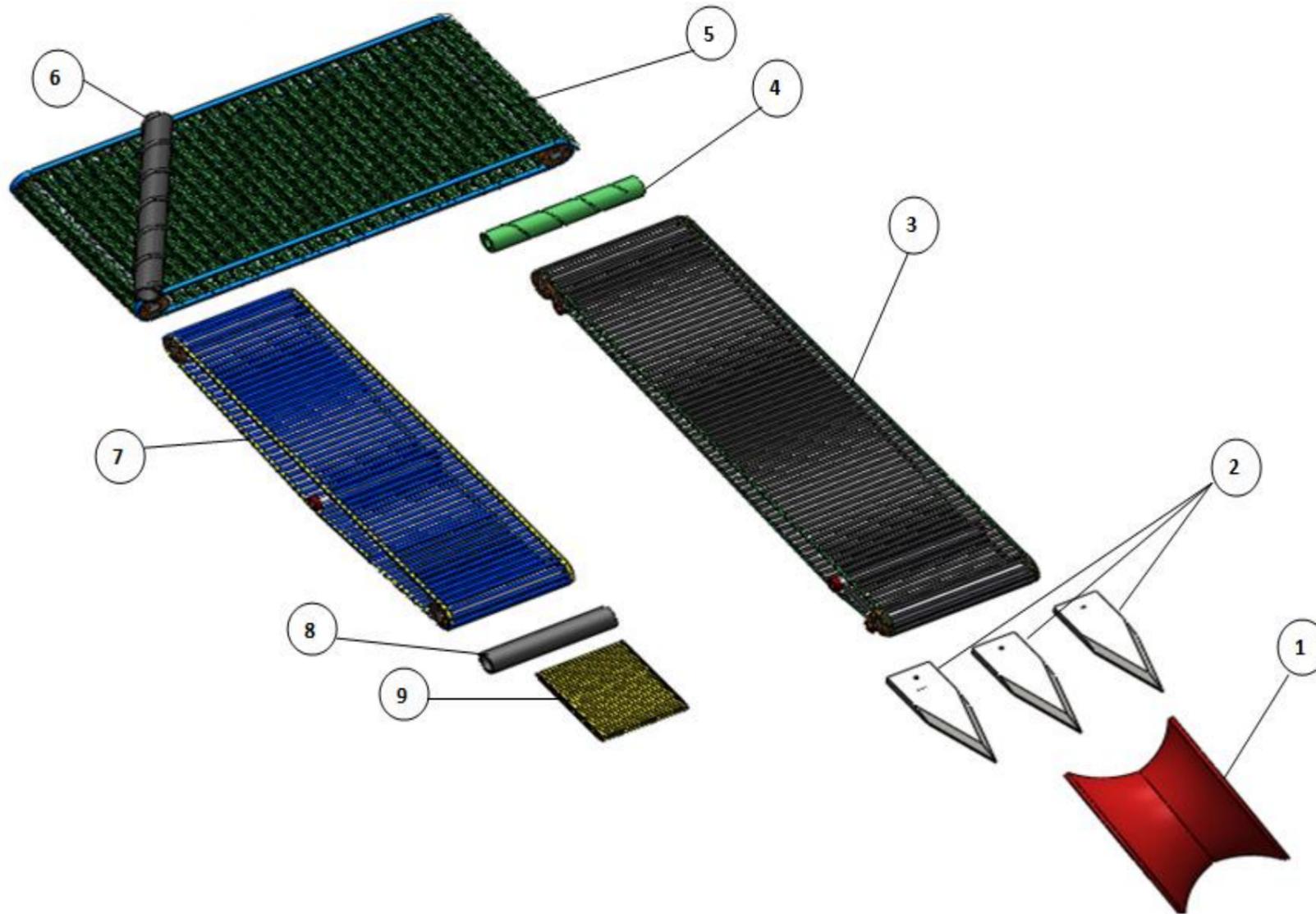
# *Annexe*

1



**Nomenclature de vue du profile éclaté :**

1	Rouleau diabolo
2	Socs excavateurs
3	Convoyeur 1
4	Convoyeur 2 (convoyeur à tétin)
5	Rouleau Effaneur 1
6	Rouleau Effaneur 2
7	Convoyeur 3
8	Rouleau effanure 3
9	Convoyeur 4
10	Les tendeurs
11	Les tambeurs

**Nomenclature éclaté :**

1	Rouleau Diabolo
2	Socs Excavateurs
3	Convoyeur 1
4	Rouleau Effaneur 1
5	Convoyeur 2 (convoyeur à tétines)
6	Rouleau Effaneur 2
7	Convoyeur 3
8	Rouleau Effaneur 3
9	Convoyeur 4

## Résumé

Les pommes de terre sont les produits agricoles qui ont le potentiel d'être développés en Algérie. À la récolte, la méthode utilisée était très simple, il suffit d'utiliser la houe. Les agriculteurs se plaignent du besoin de main-d'œuvre pour la récolte, alors que les coûts de main-d'œuvre augmentent et que le temps consacré à la récolte est trop long. Même s'il existe un outil pour les producteurs de pommes de terre de fabrication étrangère, ils sont très coûteux et ne conviennent pas aux conditions de la culture de la pomme de terre en Algérie.

Dans ce projet on a proposé une solution technique qui satisfait le besoin de la récolte mécanique, on a commencé tout d'abord par la détermination des sous-ensembles de la machine ainsi que leurs dimension et ses paramètres cinématique et on a proposée à la fin un schéma cinématique approprié.

**Mots clés :** pomme de terre, la récolte mécanique, paramètre cinématique, schéma cinématique

---

## Abstract

Potatoes are the agricultural products that have the potential to be developed in Algeria. At harvest, the method used was very simple, just use the hoe. Farmers complain about the need for labor for harvesting, while labor costs are rising and time spent harvesting is too long. Although there is a tool for foreign potato growers, they are very expensive and not suitable for the conditions of potato cultivation in Algeria.

In this project, we proposed a technical solution that satisfies the need of mechanical harvesting, we all started by determining the machine subassemblies as well as their dimensions and kinematic parameters and we finally proposed an appropriate kinematic scheme.

**Key words:** potato, mechanical harvest, kinematic parameter, kinematic scheme

---

## ملخص

البطاطا هي منتجات زراعية لديها القدرة على التطور في الجزائر. عند الحصاد، كانت الطريقة المستخدمة بسيطة للغاية، فقط استخدم المجرفة. يشكو المزارعون من الحاجة إلى العمل من أجل الحصاد، مع ارتفاع تكاليف العمالة والوقت الذي يقضيه الحصاد طويلاً للغاية. على الرغم من أن هناك أداة لمنتجي البطاطس من صنع أجنبي، إلا أنها باهظة الثمن ولا تتناسب مع ظروف زراعة البطاطس في الجزائر.

في هذا المشروع تم اقتراح حل تقني يلبي الحاجة إلى الحصاد الميكانيكي، والتي بدأت جميعها بتحديد الأجزاء الفرعية للأداة بالإضافة إلى أبعادها والمعايير الحركية لها، واقتراح في النهاية المخطط الحركي مناسب

**الكلمات المفتاحية:** البطاطا، الحصاد الميكانيكي، المعلمة الحركية، المخطط الحركي