

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département : Génie mécanique et génie de la production

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

D'INGENIEUR D'état

Filière

Génie Mécanique

Spécialité

Ingénierie Mécanique

Thème

**ETUDE ET CONCEPTION D'UNE
PRESSE D'HUILE A FROID**

Réalisé par :

BOUBEKEUR Ayoub

MAAZIZ Inès

Les membres de Jury :

HAMIDI Zoubir	Président
BELOUHRANI Mohamed El-amine, Professeur	Promoteur
MALKI Maamar	Examineur
BICHARI Samira	Examineur

Alger, le 04/07/2023

Année universitaire 2022–2023

DEDICACES

*Dédié à la mémoire de mon regretté grand-père,
Qui nous a quittés il y a seulement une semaine.
Ton départ a laissé un vide immense dans nos vies,
Mais ton héritage d'inspiration et de sagesse reste éternel.
Je te rends hommage aujourd'hui dans ma soutenance,
En partageant les connaissances que tu as nourries en moi.
Que ton âme repose en paix, cher grand-père.*

ذكري وترحم

بتواضع وحزن، أرفع هذا النص لتخليد ذكري جدي العزيز الذي
فقدناه في الأسبوع الماضي. إنه رجل كان ولا يزال مصدر إلهام لا
ينضب بالنسبة لي. رحلتك تركت فراغاً كبيراً في قلوبنا، ولكن ميراثك
من الإلهام والحكمة سيستمر إلى الأبد.

في يوم تخرجي، أشعر بأن الحق الأكبر الذي يجب أن أقدمه هو تكريم
ذكراك، جدي العزيز. أنا ممتن للغاية لكل لحظة قضيتها بجانبك،
لكل حكمة قدمتها لي ولروحك النبيلة التي لن تمحي أبداً.

دعني أختتم هذه الكلمات بقولي: رحمك الله، يا جدي العزيز.
اللهم اغفر له وارحمه واعف عنه وأكرم منزله واسكنه فسيح
جناتك.

A tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mon parcours universitaire, Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail. Je dédie ce travail :

A mes chers parents.

A mon frère et mes sœurs.

A Sadjed, Mouni, El-moatassim Billah et Cilia-Kayane.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

Qui ont été mes piliers, mon soutien et mes sources d'inspiration.

MAAZIZ Inès

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à Allah, le Tout-Puissant et le Miséricordieux, pour nous avoir accordé la force, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien cette tâche modeste.

Chers parents, nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre sincère reconnaissance et notre profonde gratitude pour votre soutien inconditionnel tout au long de notre parcours. Votre présence aimante et vos encouragements constants ont été les piliers essentiels de notre réussite académique. Les mots ne sauraient suffire pour exprimer pleinement toute notre gratitude, mais nous tenons à vous dire combien nous vous aimons et à quel point nous sommes reconnaissants d'avoir des parents extraordinaires comme vous.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à notre promoteur, le Professeur **BELOUHRANI Mohamed El-amine**, dont les conseils précieux et l'encadrement attentif ont grandement contribué à la réussite de notre travail. Nous espérons que ce projet témoignera de sa grande personnalité et de son engagement envers l'excellence académique.

Nos remerciements s'adressent également à nos collègues et amis d'études qui nous ont apporté leur aide tout au long de notre cursus. Leur soutien indéfectible, leurs discussions stimulantes et leur collaboration ont été des éléments clés de notre progression académique. Leur amitié et leur encouragement ont rendu ce parcours mémorable et enrichissant.

De plus, nous souhaitons exprimer notre gratitude aux membres du jury qui ont accepté d'évaluer notre modeste travail et qui ont manifesté leur intérêt envers celui-ci. Nous tenons également à remercier spécialement **le Docteur Bilel ZAOUAQUI** pour son soutien inestimable et sa contribution précieuse à notre projet.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail. Leur soutien, leurs conseils et leur collaboration ont été inestimables.

Nous sommes conscients que cette liste de remerciements ne peut être exhaustive, mais nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers tous ceux qui ont contribué à notre parcours académique et à la réalisation de cette thèse.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE	1
I. GENERALITES SUR LES GRAINES OLEAGINEUSES ET LES HUILES VEGETALES.	3
INTRODUCTION	3
I.1. LES OLEAGINEUX.....	3
I.1.1. Généralités	3
I.1.2. Structure et composition du grain	4
I.2. LES HUILES VEGETALES	5
I.2.1. Définition.....	5
I.2.2. Classification	5
I.2.2.1. Les huiles végétales concrètes	5
I.2.2.2. Les huiles végétales fluides	6
I.2.3. Composition des huiles végétales.....	6
I.2.3.1. Les lipides	6
I.2.3.2. Les acides gras	6
I.2.4. Caractéristique physico-chimique	6
I.2.4.1. Principales caractéristiques physiques	7
➤ La densité :.....	7
➤ Point de fusion et point de solidification :	7
➤ Viscosité :.....	7
➤ Couleur :.....	7
I.2.4.2. Principales caractéristiques chimiques.....	7
➤ Indice d'acidité :.....	8
➤ L'indice de saponification :.....	8
➤ L'indice d'iode :	8
➤ Indice de saponification Isap :.....	8
➤ Insaponifiable :.....	8
CONCLUSION	9
II. PROCEDES D'OBTENTION DES HUILES VEGETALES.....	10
INTRODUCTION	10
II.1. LES PROCEDES D'EXTRACTION DES HUILES VEGETALES	10
II.1.1. Les procédés d'extraction chimiques.....	11
• Extraction par solvants organiques.....	11
• Extraction par solvant volatil :.....	11
• Extraction par CO2 supercritique :	11
II.1.2. Les procédés d'extraction mécanique	11
II.1.2.1. Extraction par pression à froid	11
II.1.2.2. Extraction par pression à chaud	12
II.1.3. Qualité des huiles	11
II.2. L'EXTRACTION MECANIQUE DES HUILES VEGETALES	13
II.2.1. Le pressage.....	13
II.2.2. Les équipements de pressage.....	13
II.2.2.1. Les équipements rudimentaires.....	13
II.2.2.2. Les presses hydrauliques	14
II.2.2.3. Les presses à vis.....	16
II.2.3. Éléments de conception des presses à vis	17
II.2.3.1. Géométrie générale de l'arrangement	18
II.2.3.2. Filets	19
II.2.3.3. Sections libres.....	19

II.2.3.4.	Spires	19
II.2.3.5.	Fourreau	19
II.2.3.6.	Zone d'alimentation	20
II.2.3.7.	Zone de décharge	20
II.3.	FACTEURS AFFECTANT L'EFFICACITE DU PRESSAGE	22
II.3.1.	<i>Pression appliquée et vitesse de compression</i>	22
II.3.2.	<i>Température</i>	23
II.3.3.	<i>Epaisseur de gâteau</i>	24
II.3.4.	<i>Caractéristiques de la matière pressée</i>	24
II.3.4.1.	Taille des particules	24
II.3.4.2.	Teneur en eau	24
	CONCLUSION	25
III.	ETUDE ET CONCEPTION D'UNE PRESSE D'HUILE A FROID.	26
	INTRODUCTION	26
III.1.	CONCEPTION MECANIQUE	26
III.2.	PHASES DE CONCEPTION	27
III.2.1.	<i>Phase 01 : L'avant-projet</i>	28
III.2.1.1.	Besoin	28
III.2.1.2.	DAP (Document Avant-Projet) :	29
III.2.2.	<i>Phase 02 : Conception préliminaire</i>	40
III.2.2.1.	Concept (modélisation, sketch, modèle 3D)	40
III.2.2.2.	Choix de matériau et processus de fabrication	57
III.2.3.	<i>Phase 03 : Conception détaillée</i>	58
III.2.3.1.	Simulation et optimisation des modèles préliminaires	58
III.2.3.2.	Choix final du matériau et procédé de fabrication	60
III.2.3.3.	Choix finals du motoréducteur	62
III.2.3.4.	Partie alimentation et commande électrique	63
III.2.3.1.	BOM (Bill of Materials) nomenclature	65
III.2.3.2.	Séquence d'assemblage	67
III.2.4.	<i>Phase 04 : validation et réalisation</i>	72
III.2.4.1.	Validation du design (simulation)	72
III.2.4.2.	Prototype technologique	72
III.2.4.3.	Lancement des outils	72
III.3.	PRODUIT CONÇU	73
	CONCLUSION	75
	CONCLUSION GENERALE	76
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	78
	ANNEXES	80

TABLE DES FIGURES

Figure I-1 : Exemples de graines oléagineuses.	4
Figure I-2 : Structure d'un oléosome[8].	4
Figure I-3 : Micrographie électronique à balayage de la surface externe des cellules[9].	5
Figure I-4 : Formule triglycéride [13].	7
Figure II-1 : Méthodes de base pour l'extraction de l'huile [2].	11
Figure II-2 : Schéma d'une presse à cale [17].	13
Figure II-3 : Les moulins à huile [6].	14
Figure II-4 : Relations de proportionnalité dans une presse hydraulique [1].	14
Figure II-5 : Presse hydraulique de Bramah [6].	15
Figure II-6 : Les deux types de presses hydrauliques. a. les presses ouvertes et b. les presses fermées [6].	15
Figure II-7 : Schéma d'une presse à vis [6].	16
Figure II-8 : Courbe de compression pour un arrangement avec réduction régulière du volume [19].	17
Figure II-9 : Différentes géométries de vis [2].	18
Figure II-10 : Géométrie des sections libres [6].	19
Figure II-11. Mécanisme d'étranglement de type conique [22].	21
Figure II-12 : Type de Restriction [6].	21
Figure II-13 : Facteurs affectant l'efficacité du pressage [6].	22
Figure II-14 : Influence de la pression sur les performances de pressage [6].	23
Figure II-15 : Influence de la température sur l'efficacité du pressage [6].	23
Figure II-16 : Influence de la teneur en eau sur la performance de pressage [6].	24
Figure III-1 : Diagramme A-0 de la conception [26].	26
Figure III-2 : Méthodologie de conception proposée.	27
Figure III-3 : Panorama de l'Analyse Fonctionnelle.	29
Figure III-4 : Bête à cornes de la presse.	30
Figure III-5 : Diagramme Pieuvre de la presse	30
Figure III-6 : Objectif de CDCF[3].	32
Figure III-7 : Diagramme F.A.S.T[26, 27].	33
Figure III-8 : Diagramme F.A.S.T de la presse.	33
Figure III-9 : Schémas de conception.	34
Figure III-10 : Processus de fonctionnement de la presse.	35
Figure III-11 : Chaîne cinématique de la presse.	36
Figure III-12 : a) Imprimante 3D JGMAKER. b) Maquette de la vis imprimée.	36
Figure III-13 : Maquette esthétique.	37
Figure III-14 : Presse d'huile « Comaf ».	38
Figure III-15 : Machine COMAF démontée.	38
Figure III-16 : Recherche de concepts [3].	40
Figure III-17 : Ensemble de pressage.	41
Figure III-18 : Vis sans fin.	42
Figure III-19 : Diagramme des efforts exercés sur le filet.	42
Figure III-20 : Variation du Pas du filet en fonction de sa longueur.	43

Figure III-21 : Variation de la hauteur du filet en fonction de sa longueur.	44
Figure III-22 : Distribution supposée de la pression sur le filet de la vis sans fin.	45
Figure III-23 : Exemple de calcul de volume massique de quelques types des grains.	46
Figure III-24 : Chambre de pressage.	50
Figure III-25 : Récipient de collecte d'huile.	52
Figure III-26 : Filtre.	52
Figure III-27 : Trémie d'alimentation.	52
Figure III-28 : Cage principale de la presse d'huile.	53
Figure III-29 : Cage intérieure.	54
Figure III-30 : Orifices d'évacuation de l'air.	54
Figure III-31 : Cage extérieure.	55
Figure III-32 : Support de charge.	55
Figure III-33 : Socle de la presse.	56
Figure III-34 : Pied de socle.	56
Figure III-35 : Couvercle de socle.	56
Figure III-36 : Simulation de la torsion de l'arbre à vis. [28].....	58
Figure III-37 : Vérification de la largeur du filet. [28].....	59
Figure III-38 : a) Répartition coefficient de la sécurité à la deuxième simulation. b) Répartition de contraintes de Von mises à la première simulation. [28]	59
Figure III-39 : Distributions de contraintes de von mises. [28]	60
Figure III-40 : Moteur 7630 Vacuum.....	62
Figure III-41 : Dessin technique du moteur 7630 Vacuum.....	62
Figure III-42 : a) Cordon prise type E. b) Embase prise type CEE.....	63
Figure III-43: a) Condensateur de démarrage. b) Interrupteur à 03 positions.....	64
Figure III-44 : a) Transformateur 220 AC/12DC. b) Ventilateur 12V DC.....	64
Figure III-45 : Nomenclature des pièces de la machine BOM.....	65
Figure III-46 : Emplacement du Support sur le Socle.....	67
Figure III-47 : Vis à métaux tête fraisée bombée pozidrive.....	67
Figure III-48 : Disposition des composantes électriques.	68
Figure III-49 : Assemblage du support d'ensemble de pressage avec le support de charge. ...	69
Figure III-50 : Assemblage de la cage extérieure.	69
Figure III-51 : Assemblage de la cage intérieure.	70
Figure III-52 : Emplacement du couvercle et pieds.	71
Figure III-53 : Assemblage des accessoires de la presse.	71
Figure III-54 : Presse d'huile à froid.....	73
Figure A-1 : Affichage des résultats sur l'interface Matlab.	84
Figure A-2 : Représentation de la force axiale sur le filet.....	85
Figure A-3 : Variation de la hauteur du filet en fonction de sa longueur.....	85
Figure A-4 : Répartition de la pression sur le filet.	86
Figure A-5 : Variation du Pas du filet en fonction de sa longueur.....	86
Figure A-6 : Simulation d'injection plastique.	89
Figure A-7 : Simulation de circuit d'automatisation.	90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1: Caractéristiques physiques et caractéristiques chimiques de quelques huiles végétales [14].	8
Tableau II-1 : Comparaison des procédés d'extraction d'huile par solvant et par procédés mécanique [2].	12
Tableau III-1 : Tableau des fonctions services de la presse.	31
Tableau III-2 : Tableau fonctionnel de la presse.	31
Tableau III-3 : Identification des sources des composants.	34
Tableau III-4 : Essais de pressage.	39
Tableau III-5 : Point d'huile de quelques grains[8].	47
Tableau III-6 : Les entrées et les sorties du Matlab pour le dimensionnement.	49
Tableau III-7 : Choix préliminaire de type de matériaux et procédés de fabrication.	57
Tableau III-8 : Tableau de choix final des matériaux.	61
Tableau III-9 : Spécifications techniques du moteur.	62
Tableau III-10 : Tableau de nomenclature des pièces.	66
Tableau III-11 : les spécifications techniques de la machine conçue.	74

LISTE DES EQUATIONS

$Ff = Aa$	(II-1)	14
$Aa = dD$	(II-2).....	14
$Lt = 2(\pi. ds)^2 + p(x)^2$	(III-1).....	43
$Ft = Fxf. \cos\alpha + \sin\alpha \cos \alpha - f. \sin\alpha$	(III-2).....	43
$\alpha \cong \tan \alpha = px \pi. ds$	(III-3).....	43
$Ts = Ft. ds^2$	(III-4)	43
$Lf = Ltm. nt$	(III-5)	43
$pm = p1 + p2^2$	(III-6)	43
$nt = Lpm$	(III-7)	43
$px = (p2 - p1)Lfx + p1$	(III-8).....	44
$Hx = H2 - H1Lfx + H1$	(III-9)	44
$Px = A. x^4 + B$	(III-10).....	44
$Px = P2Lf^4. x^4$	(III-11)	45
$Fx = 0LfPx. Hxdx$	(III-12)	45
$Fax = Px. Hx$	(III-13).....	45
$Ts = (ds^2) 0LfPx. Hx px + f. \pi. ds\pi. ds - f. px dx$	(III-14)	45
$Qm = m t = \rho Vt = \rho . Qv$	(III-15)	46
$Qv = Qm \rho = 50.87 = 5.74 l/h$	(III-16)	46
$Vt = Vr\zeta = 60.3 = 20 l$	(III-17).....	47
$Vt1 = H1. p1 - b * Lt1$	(III-18).....	47
$Qt[m^3 /h] = Vt1[m^3]. N[tr/h]$	(III-19).....	47
$r' = p2/p1 = 2/3$	(III-20)	48
$DI \geq 316. Ts . Kf. s\pi. Sy$	(III-21)	48
$b \geq Famx . sSy$	(III-22).....	48

Introduction générale

Le développement de la consommation de produits chimiques et de produits de santé a suscité de sérieuses préoccupations quant à leur impact sur notre santé et notre bien-être. Cette prise de conscience a conduit de nombreuses personnes à se tourner vers des alternatives plus sûres et plus naturelles, telles que les produits biologiques. Ces produits sont réputés pour être cultivés sans pesticides, engrais chimiques ou autres substances synthétiques nocives.

Cependant, l'industrialisation du secteur bio a également posé des défis en matière de qualité. Certains fabricants accordent plus d'importance à la quantité plutôt qu'à la qualité des produits biologiques, ce qui peut entraîner une perte de confiance des consommateurs.

Les huiles végétales sont utilisées pour l'alimentation humaine et animale, ainsi que dans de nombreux autres domaines tels que les cosmétiques, l'aromathérapie et les produits pharmaceutiques. Ces huiles doivent être obtenues à froid pour conserver le maximum de molécules bénéfiques qui favorisent leur utilisation.

Face à ces préoccupations, il est de plus en plus courant pour les consommateurs de chercher des moyens de garantir la qualité de leurs huiles végétales. L'une des solutions prometteuses consiste à permettre à l'utilisateur de les extraire chez lui, de manière contrôlée et en préservant la qualité de l'huile. C'est précisément l'objectif de notre projet de fin d'études.

Dans ce contexte, notre mémoire porte sur l'étude et la conception d'une presse d'huile à froid, destinée à un usage domestique. L'objectif principal de ce projet est de développer une presse d'huile efficace, pratique et abordable, permettant aux utilisateurs de produire leur propre huile végétale de haute qualité à partir de graines oléagineuses.

Le premier chapitre vise à fournir une connaissance approfondie des graines oléagineuses et des huiles végétales. Nous commencerons par explorer les caractéristiques générales des graines oléagineuses, en nous concentrant sur leur importance économique et leurs différentes variétés. Nous examinerons ensuite la structure et la composition des graines oléagineuses, en mettant l'accent sur les composants clés tels que les lipides et les acides gras.

Nous poursuivrons en abordant les huiles végétales elles-mêmes, en définissant leur nature et en explorant leur classification en fonction de leurs propriétés physiques et chimiques. Nous discuterons des différentes catégories d'huiles végétales, notamment les huiles concrètes et les huiles fluides, en mettant en évidence leurs utilisations spécifiques. De plus, nous examinerons la composition des huiles végétales, en nous concentrant sur les lipides et les acides gras, qui jouent un rôle essentiel dans leurs propriétés et leurs bienfaits pour la santé.

Le deuxième chapitre de ce mémoire sera consacré aux procédés d'extraction des huiles végétales. Nous commencerons par présenter une vue d'ensemble des différentes méthodes disponibles, en nous concentrant sur les procédés d'extraction chimiques et mécaniques. Nous

explorerons en détail l'extraction par pression à froid, qui est la méthode centrale de notre étude et de notre conception.

Dans cette section, nous discuterons des équipements de pressage utilisés dans l'extraction des huiles végétales, en mettant en évidence les presses hydrauliques et les presses à vis. Nous aborderons les principes de fonctionnement de ces machines, ainsi que les avantages et les limitations de chaque méthode. Nous examinerons également les éléments de conception spécifiques aux presses à vis, tels que la géométrie de l'arrangement, les filets, les sections libres, les spires, le fourreau, la zone d'alimentation et la zone de décharge.

De plus, nous analyserons les facteurs qui influencent l'efficacité du pressage, tels que la pression appliquée, la vitesse de compression, la température et la teneur en eau. Comprendre ces variables clés nous permettra d'optimiser la conception de notre presse d'huile à froid.

La troisième partie de ce mémoire se concentrera sur l'étude et la conception de notre presse d'huile à froid. Nous aborderons la conception mécanique dans son ensemble, en détaillant les différentes phases du processus de conception. Nous débuterons par la phase de l'avant-projet, où nous identifierons les besoins et les spécifications de notre presse d'huile.

Ensuite, nous passerons à la phase de conception préliminaire, où nous générerons des concepts, effectuerons des modélisations et développerons un modèle 3D de notre presse d'huile. Nous discuterons également du choix des matériaux et des processus de fabrication, en tenant compte de la durabilité, de la disponibilité des matériaux et des coûts.

La phase de conception détaillée sera ensuite abordée, où nous effectuerons des simulations et des optimisations du modèle préliminaire pour garantir des performances optimales. Nous finaliserons le choix du matériau et du processus de fabrication, ainsi que celui du moto-réducteur adapté. Une nomenclature (BOM - Bill of Materials) sera établie pour détailler les composants nécessaires, et une séquence d'assemblage sera proposée.

Enfin, la phase de validation et de réalisation sera présentée. Nous examinerons les simulations effectuées pour valider le design de notre presse d'huile, ainsi que la fabrication d'un prototype technologique pour tester les fonctionnalités et les performances de notre conception. Nous aborderons également le lancement des outils de production en vue de la fabrication en série de notre presse d'huile à froid.

En conclusion, ce mémoire vise à étudier et concevoir une presse d'huile à froid, en mettant l'accent sur les aspects techniques, les procédés d'extraction et les éléments de conception nécessaire à son développement. Les sections suivantes exploreront en détail chaque aspect abordé dans cette introduction, en fournissant des informations approfondies, des résultats de recherche pertinents et des recommandations pratiques.

Les références bibliographiques utilisées dans le cadre de cette étude sont indiquées à la fin du document, ce qui permet au lecteur d'approfondir ses connaissances sur les sujets traités.

CHAPITRE I : Généralités sur les graines oléagineuses et les huiles végétales.

I. Généralités sur les graines oléagineuses et les huiles végétales.

Introduction

Les huiles végétales sont une famille diversifiée de corps gras, se distinguant par leur origine, leur composition, leur qualité et leur goût. Elles sont présentées en fonction de leurs propriétés physico-chimiques, de leur méthode d'extraction, de leur composition en acides gras et vitamines, ainsi que de leur intérêt nutritionnel et de leurs utilisations. Chacune de ces huiles possède des caractéristiques spécifiques qui leur confèrent un intérêt particulier.

Ce chapitre aborde des aspects généraux sur les graines oléagineuses, les huiles végétales les plus couramment utilisées. Tout d'abord, commençons par une introduction aux graines oléagineuses, puis examinons leur structure et leur composition. Ensuite, nous nous concentrerons sur les huiles végétales, en définissant leur nature, en les classant et en donnant leur composition physico-chimique. Enfin, nous concluons ce chapitre par un résumé des points abordés.

I.1. Les oléagineux

I.1.1. Généralités

Les graines oléagineuses sont un groupe de plantes dont les graines ou les fruits sont richement lipidiques, ce qui leur permet d'être cultivées et utilisées pour la production d'huiles végétales à des fins diverses. Actuellement, le marché des graines oléagineuses comprend une grande variété d'espèces [4]. Néanmoins, les variétés les plus dominantes dans la production mondiale d'huile végétale sont la palme, la noix de coco, le cacao, le colza, le tournesol, le lin, le ricin, le soja et l'olive...

Les oléagineux sont divisés en deux grandes familles :

- Les fruits oléagineux (olive, palme, coprah, avocat).
- Les graines oléagineuses (lin, colza, coton, tournesol, soja...etc.).

Les graines récoltées se distinguent par des propriétés très diverses (taille, structure, dureté, composition en acides gras, etc.) et notamment par leur teneur en huile. Ce dernier paramètre définit essentiellement le procédé d'extraction qui sera utilisé [5].

Les graines à faible teneur en huile, comme le soja et le coton (environ 20%), sont habituellement extraites par un simple procédé d'extraction dit par solvant. En revanche, les graines à plus forte teneur en huile, dont le colza (40 %), le tournesol (40 %) et le lin (35 %), sont extraites en deux phases : un pressage mécanique suivi d'une extraction par solvant [6].



Soja

Lin

Colza

Tournesol

Figure I-1 : Exemples de graines oléagineuses.

I.1.2. Structure et composition du grain

La structure spécifique peut varier légèrement d'une espèce d'oléagineux à l'autre, mais les composants de base suivants sont généralement les mêmes [7]:

- **L'écorce ou tégument** : Couche extérieure qui recouvre la graine.
- **L'endocarpe** : couche interne qui enveloppe l'embryon et la chambre de stockage des nutriments.
- **Embryon** : Partie de la graine qui se développe en une nouvelle plante.
- **Cotylédons** : Feuilles embryonnaires qui constituent les réserves nutritives de la plante pendant la germination.
- **Réserve de nutriments, L'oléosome** : qui est une inclusion de lipides, sous forme de gouttelettes d'huile, stockées dans les cellules des cotylédons ou dans d'autres parties de la graine.

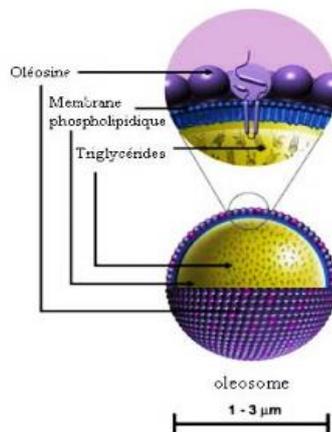


Figure I-2 : Structure d'un oléosome[8].

- **Plumule** : Tige embryonnaire qui se développe à partir de l'embryon pendant la germination.

Cette structuration en grains oléagineux dotés d'un oléosome est caractéristique des graines grasses, où l'oléosome assure un rôle important de stockage des lipides[6].



Figure I-3 : Micrographie électronique à balayage de la surface externe des cellules[9].

I.2. Les huiles végétales

I.2.1. Définition

Les huiles végétales sont des graisses liquides d'origine végétale, obtenues par extraction ou pression de graines, de noix ou de fruits. Elles renferment essentiellement des triglycérides, qui combinent trois acides gras différents. Les acides gras peuvent se distinguer par la longueur de leur chaîne, leur degré de saturation et leur structure moléculaire, conférant à chaque huile végétale des propriétés physiques et nutritionnelles uniques [10].

En fait, toutes les graines, tous les fruits et tous les noyaux contiennent de l'huile, mais seules celles qui sont destinées à la production industrielle d'huile et qui sont cultivées à cette intention sont appelées "graines oléagineuses".

I.2.2. Classification

On distingue, selon le type de trituration, deux grandes catégories d'huiles[11] :

I.2.2.1. Les huiles végétales concrètes

Sont obtenues à partir du triturage de fruits tels que le coprah de noix de coco, l'huile de palme du palmier et l'huile de palmiste de son amande. Elles sont largement utilisées dans divers domaines tels que :

- L'alimentation humaine pour la fabrication de biscuits, de margarines, etc.
- L'alimentation animale pour les poudres de lait destinées aux jeunes animaux.
- L'industrie cosmétique et l'industrie du savon, entre autres.

I.2.2.2. Les huiles végétales fluides

Sont issues de l'extraction des graines de plantes saisonnières. Elles sont largement utilisées dans divers secteurs, notamment :

- L'industrie alimentaire pour la fabrication de la mayonnaise et des assaisonnements.
- L'alimentation animale.
- Les usages industriels tels que la fabrication de peintures et de vernis, entre autres.

Il existe également d'autres familles d'huiles végétales, avec des propriétés et des utilisations spécifiques.

I.2.3. Composition des huiles végétales

I.2.3.1. Les lipides

Les lipides peuvent être classés en différentes catégories :

- i. Lipides simples** : également appelés homolipides, sont des lipides qui ne contiennent que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Ils sont souvent formés à partir d'esters d'un alcool et d'acides gras. Les lipides simples sont divisés en trois groupes : les glycérides, les cérides et les stérides.
- ii. Les lipides complexes** : sont des lipides qui contiennent non seulement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, mais également un ou plusieurs hétéroatomes tels que l'azote, le phosphore ou le soufre. Compte tenu de la nature de l'hétéroatome, les lipides complexes peuvent être catégorisés en lipides phosphorés, lipides azotés et lipides soufrés [11].

I.2.3.2. Les acides gras

Les acides gras ont, en général, un goût aigre et une forte odeur. Ils ne sont pas solubles dans l'eau, mais ils sont solubles entre eux et dans les solvants organiques tels que l'éther.

Les acides gras se distinguent les uns des autres par la longueur de leur chaîne de carbone (généralement un nombre pair d'atomes de carbone allant de 4 à 18 pour les acides gras les plus courants) ainsi que par le type de liaisons entre leurs atomes de carbone[11].

Les acides gras saturés ne contiennent que des liaisons carbone-carbone simples, tandis que les acides gras insaturés contiennent au moins une double liaison carbone-carbone.

I.2.4. Caractéristique physico-chimique

Les huiles végétales sont composées principalement de triglycérides, qui représentent environ 95 % de leur composition chimique, ainsi que d'une faible quantité d'autres composés tels que des acides gras libres, des stérols, des cires et d'autres composants minoritaires. Les triglycérides sont des esters issus de la réaction des acides gras avec les trois groupes hydroxyles du glycérol [12].

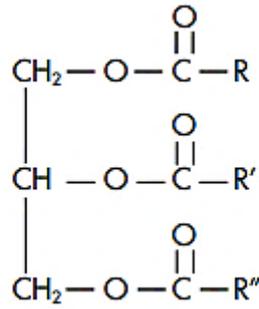


Figure I-4 : Formule triglycéride [13].

Contrairement aux autres lipides (beurre, margarine, autres graisses animales) qui contiennent une proportion variable d'eau, les huiles ne contiennent pas d'eau, mais presque 100 % de lipides [4].

I.2.4.1. Principales caractéristiques physiques

Les principaux facteurs physiques permettant d'évaluer les propriétés d'une huile sont les suivants [11]:

- **La densité** : mesurée à une température donnée, elle permet de définir le poids d'un certain volume d'huile par rapport au poids du même volume d'eau à 20°C.
- **Point de fusion et point de solidification** : Les huiles végétales sont classées en fonction de leur point de fusion qui détermine leur consistance à température ambiante. On peut distinguer :
 - Les huiles fluides qui sont les plus courantes.
 - Les huiles solides, aussi appelées graisses concrètes, En raison de leur faible teneur en doubles liaisons, les graisses saturées ont la propriété de rester solides à des températures supérieures à 40°C. Cela est dû à leur concentration élevée en acides gras saturés.

La fluidité d'une huile végétale dépend de sa teneur en acides gras polyinsaturés : les huiles riches en ces acides, comme l'huile de tournesol, ne durciront pas avant une température inférieure à 0°C. En revanche, les huiles fortement monoinsaturées, comme l'huile d'olive, sont moins fluides. Les huiles riches en acides gras saturés et monoinsaturés sont plus stables à chaud, contrairement aux huiles riches en acides gras polyinsaturés oméga 6 et oméga 3.

- **Viscosité** : elle est proportionnelle au degré de saturation de la matière grasse et diminue avec l'augmentation de la température.
- **Couleur** : ce paramètre est souvent pris en considération car un changement de couleur peut indiquer une oxydation ou la présence de pigments de matériaux incompatibles en solution.

I.2.4.2. Principales caractéristiques chimiques

Les principaux facteurs chimiques permettant d'évaluer la qualité d'une huile végétale sont les suivants [11]:

- **Indice d'acidité** : il est exprimé en mg de potasse nécessaire pour neutraliser l'acidité de 1 g de matière grasse et constitue le premier critère de qualité.
- **L'indice de saponification** : C'est le nombre de mg de potasse caustique (KOH) nécessaire pour transformer en savon les acides gras libres ou combinés contenus dans 1 g de graisse.
- **L'indice d'iode** : Il indique le degré d'insaturation de la matière grasse en mesurant le nombre de grammes d'iode fixé pour 100 g de matière grasse.
- **Indice de saponification Isap** : Il évalue la quantité d'acides gras libres non impliqués dans la liaison glycéride en mesurant la quantité de KOH nécessaire pour saponifier tous ces acides dans 1 g de graisse.
- **Insaponifiable** : Il s'agit des substances qui ne réagissent pas avec l'alcali pour donner du savon et qui ne sont pas volatiles au-dessus de 100°C.

Le tableau ci-dessous illustre quelques caractéristiques physiques et chimiques de quelques types huiles végétales :

Tableau I-1: Caractéristiques physiques et caractéristiques chimiques de quelques huiles végétales [14].

Les huiles végétales	Point de fusion (°C)	Point de fumée (°C)	Viscosité Dynamique	Densité	Indice d'acide	Indice d'iode	Masse molaire (g/mol)
Huile de tournesol	-15	160	66	0.94	0.15-0.60	118-141	883
Huile de lin	-24	107	45-50	0.93	0.15	170-210	940
Huile de colza	2	240	98	0.91	0.25-0.45	97-100	878
Huile d'arachide	2 à 13	230	84	0.94	0.20	73-107	922
Huile de soja	-15	230	57-76	0.10	0.10	121-143	945
Huile de ricin	-10	230	625-1041	0.96	0.80	82-88	921
Huile de maïs	-18 à -10	216	65-72	0.90	0.11	109-140	871
Huile d'amande	36	215	66-76	0.91-0.92	0.22	102.75	920
Huile de palme	37 à 40	230	70	0.92	0.10-0.45	45-58	900

Conclusion

En conclusion, il est indéniable que les huiles végétales occupent aujourd'hui une place essentielle dans de nombreux domaines, grâce à leurs nombreux avantages et bénéfices dans notre vie quotidienne. Ce chapitre s'est donc intéressé à aborder les aspects généraux liés à ce thème, en mettant en évidence l'importance des graines oléagineuses et des huiles végétales.

En résumé, ce chapitre a permis de poser les bases nécessaires pour comprendre l'importance des graines oléagineuses et des huiles végétales. Les connaissances acquises, dans ce chapitre, serviront de fondement pour approfondir notre exploration des sujets connexes dans les chapitres suivants.

CHAPITRE II : Procédés d'obtention des huiles végétales.

II. Procédés d'obtention des huiles végétales.

Introduction

Le processus d'extraction des huiles végétales est un facteur important dans la production d'huiles de haute qualité. Les deux principaux procédés d'extraction couramment utilisés sont l'extraction chimique et l'extraction mécanique. Chacun de ces procédés présente des caractéristiques distinctes.

Ce chapitre définira, en premier, les différents processus d'extraction de l'huile végétale et expliquera leur impact sur la qualité de l'huile obtenue. Ensuite, il se focalisera spécifiquement sur les procédés mécaniques d'extraction des huiles végétales, où les différents équipements de pressage disponibles seront mis en évidence. La presse à vis, considérée comme l'un des équipements de pressage mécanique les plus couramment utilisés, sera donc mise dans le premier plan.

Les paramètres influençant la performance du pressage, tels que la température, la pression appliquée et le taux d'humidité des graines, seront également explorés. Ces facteurs jouent en fait un rôle crucial dans la qualité et la quantité d'huile obtenue au cours du processus de pressage.

Ce chapitre sera clôturé par un résumé des processus d'extraction de l'huile végétale, où les avantages et les inconvénients de chaque méthode seront soulignés. Un accent particulier sera porté sur l'importance dans le choix du meilleur procédé en fonction des besoins en termes de qualité et de rendement.

II.1. Les procédés d'extraction des huiles végétales

Les huiles végétales sont des corps gras qui interviennent dans différents domaines tels que l'alimentation, la cosmétique et la thérapeutique. Pour les obtenir, il existe divers procédés d'extraction qui permettent d'influer directement sur les qualités du produit final. Les procédés d'extraction des huiles végétales sont classés en deux grandes catégories les procédés mécaniques et les procédés chimiques [15].

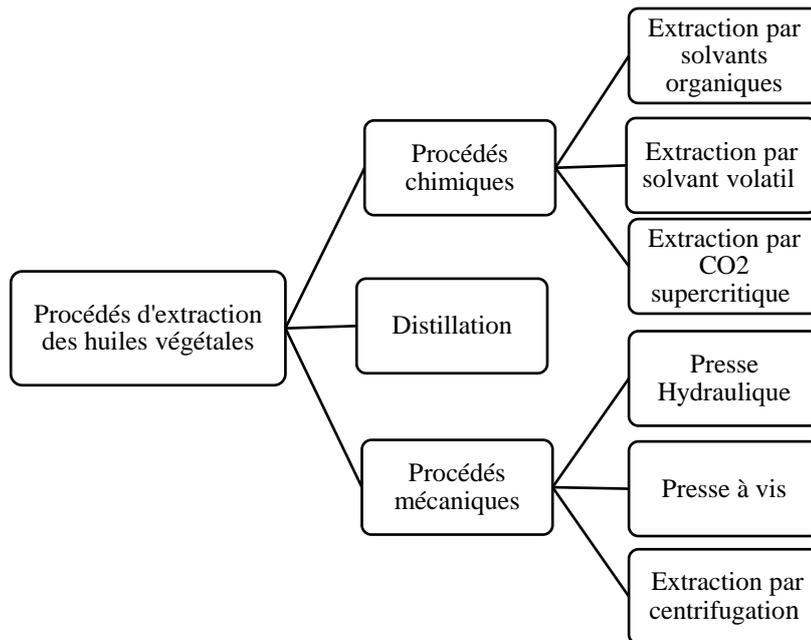


Figure II-1 : Méthodes de base pour l'extraction de l'huile [2].

II.1.1. Les procédés d'extraction chimiques

Les procédés chimiques d'extraction d'huile végétale sont utilisés pour extraire l'huile des graines ou des fruits à travers des solvants chimiques. Les procédés chimiques sont moins chers que les procédés mécaniques, mais ils risquent de laisser des résidus de solvants dans l'huile extraite. Les procédés chimiques comprennent [16]:

- **Extraction par solvants organiques** : Ce procédé repose sur l'utilisation de solvants organiques tels que l'hexane afin d'extraire l'huile des graines. Il est destiné généralement aux huiles de basse qualité et à l'extraction industrielle.
- **Extraction par solvant volatil** : Ce procédé consiste à utiliser des solvants volatils tels que le d-limonène pour extraire l'huile des graines. Il est utilisé principalement pour les huiles de haute qualité.
- **Extraction par CO2 supercritique** : Ce procédé repose sur l'utilisation de dioxyde de carbone sous condition supercritique pour extraire l'huile des graines. Il est utilisé pour les huiles de haute qualité [17].

II.1.2. Les procédés d'extraction mécanique

Les procédés mécaniques d'extraction d'huile sont conçus pour dissocier l'huile de la matière végétale en recourant à des forces physiques, telles que la pression, le cisaillement et la friction. En général, ces méthodes garantissent la préservation des caractéristiques naturelles des huiles, telles que la saveur, l'arôme et la valeur nutritive [2].

II.1.2.1. Extraction par pression à froid

La technique d'extraction par pression à froid est fréquemment utilisée pour extraire les huiles végétales. Elle consiste à presser les graines ou les oléagineux à froid, sans les faire

chauffer. Cette méthode permet de conserver les caractéristiques nutritionnelles et physiques de l'huile extra vierge, en gardant ses propriétés intactes [18].

II.1.2.2. Extraction par pression à chaud

Ce procédé consiste à chauffer les graines ou les fruits avant ou pendant le pressage pour en extraire plus facilement l'huile. La chaleur libère l'huile du contenu végétal, ce qui accroît le rendement. En revanche, les températures élevées peuvent altérer certaines propriétés de l'huile [2].

II.1.3. Qualité des huiles

Les huiles végétales sont extractibles de différentes manières et le processus d'extraction a un impact sur la qualité de l'huile obtenue. Outre le processus d'extraction, d'autres facteurs peuvent également influencer la qualité de l'huile végétale, tels que la qualité des matières premières, les conditions de croissance des plantes, ainsi que le stockage et la conservation de l'huile après l'extraction [16].

Les avantages et les inconvénients des méthodes d'extraction par solvant et mécanique sont présentés dans le tableau :

Tableau II-1 : Comparaison des procédés d'extraction d'huile par solvant et par procédés mécanique [2].

	Extraction chimique	Extraction mécanique
Rendement	Elevé	Moyen
Capacités	Grand échelle	Petite échelle
L'huile dans le gâteau	1 %	15%
Qualité d'huile	Faible	Haute
Cout d'investissement	Haute	Faible
Cout de fonctionnement	Faible	Haute
Consommation d'énergie	Haute	Faible
Déchets	Produits chimiques, Eau	Pas de déchets
Exigences de sécurité	Haute	Faible

Bien que la méthode d'extraction par solvant ait une certaine supériorité sur les méthodes d'extraction mécanique, en fonction des conditions et des attentes, la méthode d'extraction mécanique est meilleure, en particulier pour la production à petite échelle [3].

En général, l'extraction mécanique à froid est considérée comme le procédé le plus adapté pour garantir une huile pure, de haute qualité nutritionnelle et ne comportant pas de substances étrangères. Cette méthode est toutefois plus limitée que les méthodes d'extraction chimique et ne retire pas la totalité de l'huile des graines. Une petite proportion de l'huile réside dans le tourteau extrait [2].

Il est donc important de noter que les différentes huiles végétales ont des caractéristiques spécifiques et que la méthode d'extraction la plus appropriée peut varier en fonction du type d'huile et de l'usage auquel elle est destinée [17].

II.2. L'extraction mécanique des huiles végétales

Comme indiqué précédemment, l'extraction mécanique des huiles végétales est un processus essentiel pour la production d'huiles de haute qualité. Contrairement aux autres méthodes d'extraction qui utilisent des solvants chimiques, l'extraction mécanique s'appuie sur des processus physiques tels que la pression, la friction ou la centrifugation pour libérer l'huile de sa source.

II.2.1. Le pressage

Le pressage est un procédé de séparation solide/liquide au cours duquel du liquide contenu dans un matériau poreux est expulsé sous l'effet d'une compression mécanique. Les équipements disponibles reposent tous sur le principe d'une réduction volumique progressive. La pression exercée sur le fluide lors de cette compression va entraîner son drainage à travers la matière, qui sera au contraire retenue par une paroi filtrante. Ce procédé conduit à la formation d'un matériau solide appauvri en liquide, appelé gâteau de pressage, ou tourteau, et d'une fraction liquide : l'huile. Une séparation totale du liquide et du solide formant le mélange initial est très difficile à mettre en œuvre car sa compression induit des effets antagonistes. Sous l'effet de la pression, le liquide est expulsé, la porosité du gâteau diminue, sa résistance de filtration augmente et il devient par conséquent étanche à l'écoulement. Les rendements maximums n'excèdent pas 70 – 75 % [6].

II.2.2. Les équipements de pressage

II.2.2.1. Les équipements rudimentaires

Le procédé d'échaudage humide a été le premier à être utilisé pour extraire l'huile des graines oléagineuses. Cette méthode de séparation, qui remonte au néolithique, est toujours utilisée aujourd'hui dans certaines régions d'Afrique. Elle consiste à faire bouillir dans l'eau des graines écrasées, puis à récupérer l'huile qui remonte à la surface par décantation. Ce procédé permet d'extraire environ 30 à 50 % de l'huile contenue dans les graines et est principalement utilisé pour les graines riches en huile [6].

Les presses à cales ont été parmi les premières presses rudimentaires développées dans la Chine ancienne. Elles génèrent une force de compression horizontale. Cependant, elles nécessitaient une importante manipulation et les rendements obtenus étaient faibles [19].

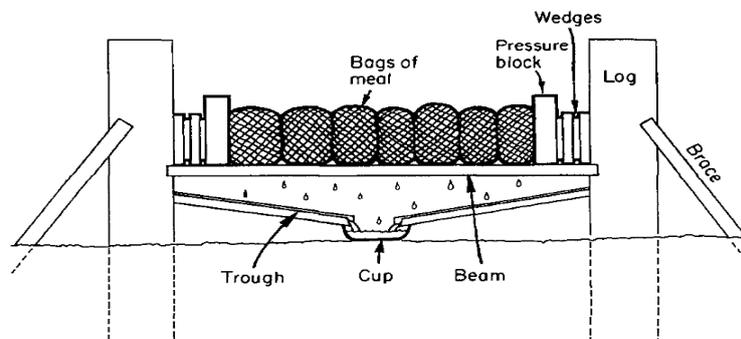


Figure II-2 : Schéma d'une presse à cale [17].

Dans cet équipement, des sacs de graines concassées étaient alignés sur une planche en bois et comprimés entre deux blocs de maintien. La pression exercée sur la matière était augmentée progressivement par l'insertion manuelle de cales aux deux extrémités de l'assemblage. L'huile s'écoulait des sacs de graines jusqu'à une gouttière pour être récupérée sous l'installation [15].

Plus tard, la vis fut utilisée pour transformer une force rotative développée grâce à un levier très long en une force verticale de course très courte. Cela impliquait l'empilement vertical de sacs de graines.



Figure II-3 : Les moulins à huile [6].

II.2.2.2. Les presses hydrauliques

L'industrialisation du pressage des graines oléagineuses ne s'est produite qu'après l'invention de la presse hydraulique (illustrée dans les figures II-4). Joseph Bramah a développé cette presse en 1795 [8] et son fonctionnement repose sur le principe de Pascal Selon ce principe :

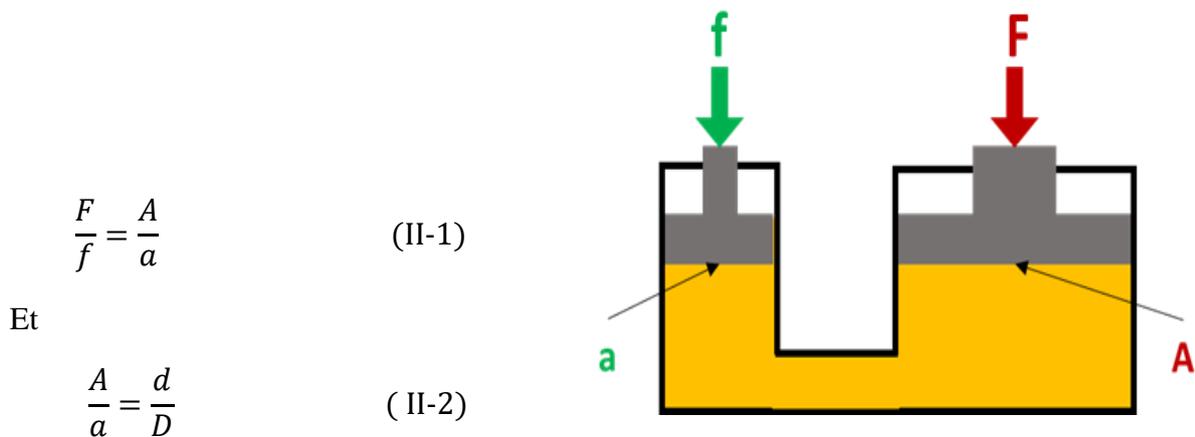


Figure II-4 : Relations de proportionnalité dans une presse hydraulique [1].

« Les forces (F et f) appliquées sur deux surfaces différentes (A et a), qui sont connectées hydrauliquement, sont directement proportionnelles. En revanche, les déplacements (D et d) de ces surfaces sont inversement proportionnels en raison de l'équivalence des volumes de fluide incompressible déplacés de chaque côté [1].

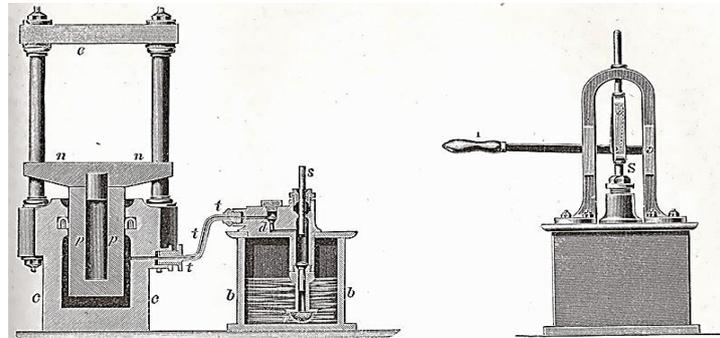


Figure II-5 : Presse hydraulique de Bramah [6].

Dès le début de la révolution industrielle, deux types de presses hydrauliques étaient largement utilisés : les presses ouvertes, qui nécessitaient l'utilisation de sacs filtrants pour contenir les graines, et les presses fermées, dont la structure perforée maintenait directement la matière [6].

En raison de leurs limites opérationnelles, les presses hydrauliques fermées sont aujourd'hui considérées comme des outils obsolètes. Leur utilisation industrielle est dorénavant limitée à l'extraction du beurre de cacao et de l'huile d'olive. En revanche, elles sont couramment utilisées en laboratoire comme première méthode d'étude des phénomènes de compression qui se produisent lors d'un pressage continu [6].

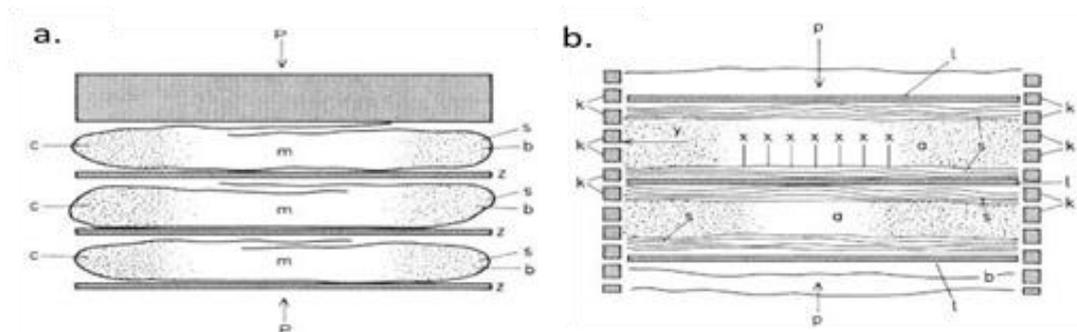


Figure II-6 : Les deux types de presses hydrauliques. a. les presses ouvertes et b. les presses fermées [6].

Les modèles de laboratoire sont beaucoup plus simples que ceux décrits précédemment. Ils sont habituellement instrumentés pour suivre l'évolution des paramètres de la compression tel que : la pression, la température, déplacement... au fur et à mesure que le matériau est comprimé.

II.2.2.3. Les presses à vis

Les grandes capacités de pressage industriel ont été atteintes grâce au développement du procédé de pressage continu. Les presses à vis, créées en 1904 par Anderson après un siècle d'évolution technologique, sont aujourd'hui les équipements de pressage les plus répandus dans le monde.

Ces presses sont constituées d'une vis hélicoïdale qui tourne à l'intérieur d'une cage perforée appelée fourreau. Les graines sont introduites dans la trémie d'alimentation et la rotation de la vis les entraîne vers la zone de décharge. À la sortie, l'épaisseur du gâteau formé peut être ajustée à l'aide d'un cône mobile. La gaine permet à l'huile de s'écouler à l'extérieur de la presse, tout en retenant les matières solides à l'intérieur [15].

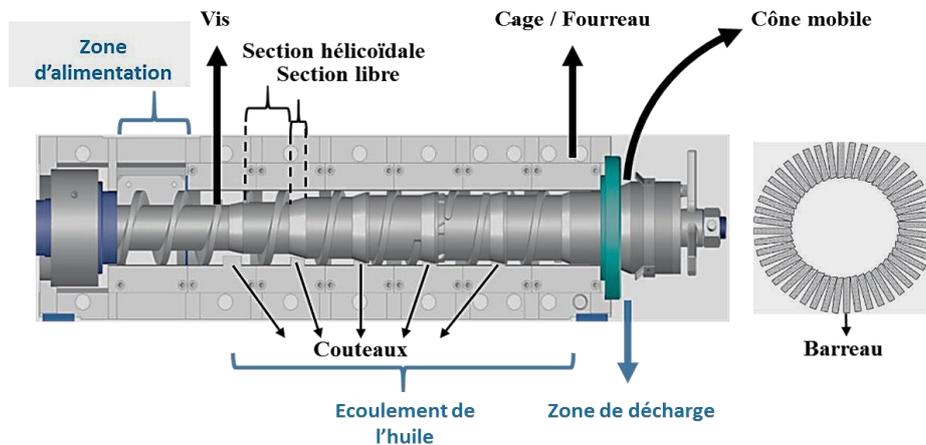


Figure II-7 : Schéma d'une presse à vis [6].

Les presses à vis fonctionnent selon le principe de la réduction progressive du volume de passage de la matière au fur et à mesure de sa progression. Cela entraîne une compression du matériau à l'intérieur du fourreau, ce qui permet de libérer l'huile [2]. Cette compaction peut résulter de diverses actions, telles que l'augmentation du diamètre de la vis, la réduction progressive du pas de la vis, la réduction du diamètre du fourreau, la réduction de l'orifice de sortie du gâteau, ou même une combinaison de plusieurs de ces facteurs. La libération de l'huile peut être induite par des mécanismes de compression localisés en certains points de la vis, grâce à une conception appropriée de sa géométrie [15].

Le taux de compression est un indicateur servant à comparer l'efficacité d'un arrangement de vis par rapport à un autre. Il représente le rapport entre le volume déplacé par tour à l'entrée et à la sortie de la presse ($V1/V2$) [6].

Dans le cas d'un dispositif de réduction continue du volume, cette configuration est divisée en trois zones successives distinctes [19].

- **La zone d'alimentation** : C'est là que les graines entrent dans la presse et sont progressivement transportées à travers elle.
- **La zone de poussée** : C'est dans cette zone que commence le compactage des graines, ce qui conduit à l'expression de l'huile contenue dans les graines.

- **La zone de bouchage** : Cette zone est située près de la sortie du tourteau et se caractérise par une très forte densité de matière comprimée.

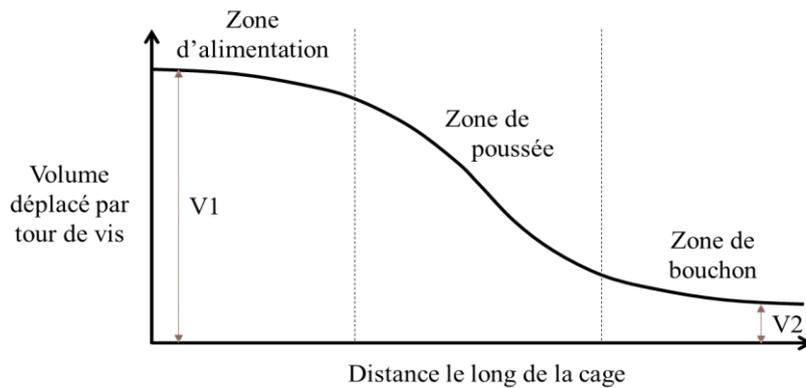


Figure II-8 : Courbe de compression pour un arrangement avec réduction régulière du volume [19].

Le mouvement de la matière le long de la vis ne se produit que dans la direction axiale, et le taux de compression est théoriquement relativement faible. Cependant, des taux de compression importants sont imposés aux presses à vis pour compenser le glissement et la rotation de la matière au niveau de l'axe de la vis.

II.2.3. Éléments de conception des presses à vis

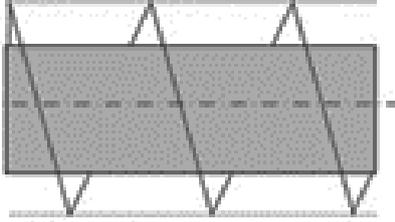
Depuis le développement des premiers modèles industriels, la conception des presses à vis a été améliorée de manière significative. Ces améliorations sont principalement basées sur des observations empiriques, qui ont mené à des innovations successives concernant la structure globale des installations et en particulier la géométrie des vis [15].

Les éléments de conception clés d'une presse à vis :

- Géométrie générale de l'arrangement.
- Le filet.
- Les sections libres.
- Les spires.
- La vitesse de rotation.
- Le fourreau.
- La zone d'alimentation.
- La zone de décharge.
- Le type de matériaux.

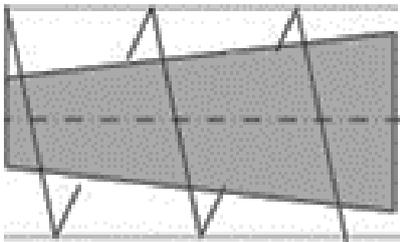
II.2.3.1. Géométrie générale de l'arrangement

Les presses à vis utilisent différentes techniques pour assurer la réduction du volume. Les fabricants d'équipements proposent différentes géométries de vis pour répondre à des applications spécifiques [2].



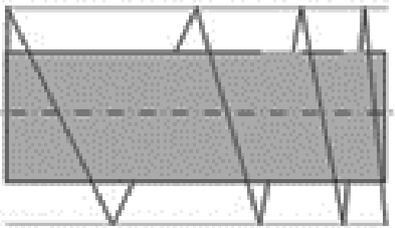
Vis à diamètre constant et pas constant :

Cette conception est fréquemment utilisée, en particulier pour les presses de petite capacité, car elle offre un processus de fabrication simple. La compression est généralement obtenue par une forte réduction du volume dans la zone de décharge.



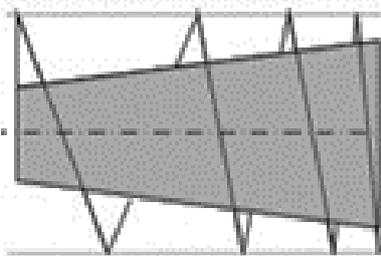
Vis sans fin à diamètre croissant et à pas constant :

Cette conception est plus courante sur les presses de grande capacité. La compression est obtenue par une réduction progressive de la zone de passage, en raison de l'augmentation du diamètre de la vis.



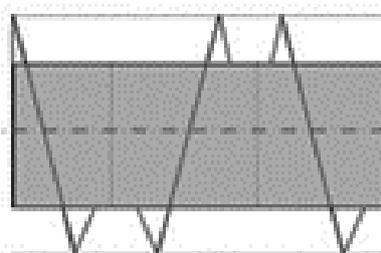
Vis à diamètre constant et à pas décroissant :

Dans ce cas, la compression du matériau est générée par une réduction progressive du pas de la vis. Un pas plus long est préférable au début de la presse pour faciliter l'alimentation et augmenter la capacité de la presse.



Vis à diamètre croissant et pas décroissant :

La combinaison d'un diamètre croissant et d'un pas de vis décroissant permet une réduction du volume plus rapide qu'avec d'autres géométries. Par conséquent, la montée en pression est plus forte et plus rapide dans ce type de vis.



Vis à diamètre croissant et sections inversées :

L'existence de sections à pas inversé crée des zones de compression localisées. Ces sections génèrent une force opposée à la direction générale du mouvement de la matière. En fonction de leur nombre et de leur pas, elles peuvent générer une résistance importante.

Figure II-9 : Différentes géométries de vis [2].

Ces différentes géométries de vis permettent de répondre aux besoins spécifiques des presses à vis et d'optimiser le processus de compression pour l'extraction de l'huile [6].

II.2.3.2. Filets

Les premières presses à vis étaient équipées d'une vis à filet continu, dont le diamètre augmentait progressivement de l'entrée à la sortie du fourreau. Ces configurations rudimentaires présentaient des problèmes tels que l'entraînement en rotation de la matière autour de l'axe de la vis ou le passage de la matière à travers la presse sans subir une compression suffisante pour extraire le liquide.

Cependant, en 1900, Valerius Anderson [15] a breveté un nouveau design de vis à filet discontinu, ce qui a considérablement amélioré les performances des presses à vis et a permis le développement industriel du pressage continu.

II.2.3.3. Sections libres

Une conception soignée des sections libres dans les presses à vis peut considérablement améliorer leurs performances, et une réduction volumique importante n'est pas nécessaire pour générer une pression à l'intérieur de la cage. Ces zones permettent au gâteau de se déplacer dans des directions différentes, ce qui contribue à augmenter la résistance à l'écoulement et, par conséquent, les contraintes exercées sur la matière [20].

Ces sections sont le plus souvent composées de ces trois géométries :

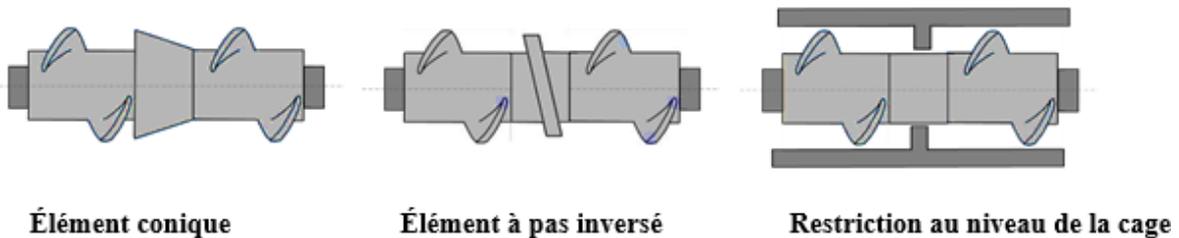


Figure II-10 : Géométrie des sections libres [6].

II.2.3.4. Spires

La géométrie de la vis, en particulier le pas et l'inclinaison des sections hélicoïdales, joue un rôle crucial dans les contraintes exercées sur le matériau. Le déplacement et la force générés par chaque tour de vis sont directement liés à l'inclinaison des spires. La force perpendiculaire à la spire peut être décomposée en deux composantes distinctes : la poussée axiale et la poussée rotative. Lorsque l'inclinaison des spires augmente, la poussée rotative du matériau augmente au détriment de sa poussée axiale [2].

Une étude réalisée par Bahadar a démontré l'importance de cette relation entre l'inclinaison des spires et les forces exercées sur le matériau. En modifiant l'inclinaison des spires, il est possible de contrôler la distribution des forces et d'optimiser le processus de pressage [21].

II.2.3.5. Fourreau

L'efficacité de la séparation solide/liquide est assurée par le fourreau dans les presses à vis. Ce composant est divisé en différentes sections, avec des variations dans l'écartement des

barreaux en fonction des contraintes présentes dans la chambre et des propriétés de la matière comprimée à sa surface. Dans la zone d'alimentation, l'écart entre les barreaux est relativement large, puis il diminue considérablement au milieu de la cage, et généralement il augmente à nouveau vers la sortie.

Il est important de noter que les configurations du fourreau et l'écartement des barreaux peuvent varier légèrement selon les fabricants d'équipements et les applications spécifiques.

II.2.3.6. Zone d'alimentation

L'alimentation par gravité des graines à travers une trémie est la première étape de la presse à vis. Cette phase élimine principalement l'air présent entre les graines, mais peut également entraîner une libération plus ou moins importante d'huile à leur surface. Dans certains cas, une quantité importante d'huile est expulsée des graines et renvoyée vers la zone d'alimentation, où la pression est plus faible. Cela peut entraîner une réduction considérable de la friction avec la gaine, provoquant la rotation de la matière autour de l'axe de la vis et bloquant sa progression [19].

Il convient de noter que ce phénomène de rotation indésirable peut avoir un impact négatif sur l'efficacité du processus de pressage, entraînant une réduction du rendement de l'extraction de l'huile.

Il est essentiel de mettre en place des mécanismes et des dispositifs appropriés pour minimiser ce suintement d'huile et maintenir une progression régulière des graines dans la presse à vis [6].

II.2.3.7. Zone de décharge

De nombreuses techniques sont disponibles pour ajuster l'orifice de sortie et contrôler la compression des matériaux à proximité de la zone d'évacuation. En règle générale, plus l'espace disponible pour l'évacuation du gâteau est réduit, meilleure est l'efficacité de l'extraction.

Le contrôle de l'orifice de sortie joue un rôle crucial dans le processus de pressage, car il régule en premier lieu l'épaisseur du gâteau formé. L'épaisseur du gâteau a ensuite un impact sur ses propriétés de percolation dans l'extracteur, influençant ainsi le rendement global de l'extraction de l'huile [15].

Il convient de souligner que le choix de la solution technologique utilisée pour régler l'orifice de sortie peut varier en fonction des exigences spécifiques de chaque application et des caractéristiques des matières premières traitées [2]. Différentes technologies sont disponibles :

a. Cônes mobiles

Les presses industrielles utilisent fréquemment des dispositifs comprenant des cônes qui obstruent partiellement l'orifice de sortie du gâteau. La position de ces cônes peut être ajustée en fonction du type de graines utilisé ou des propriétés souhaitées pour le gâteau. Cette configuration permet de réguler le processus de compression et d'optimiser les caractéristiques du gâteau produit. Les cônes offrent une flexibilité dans le contrôle de la densité et de la structure du gâteau, en fonction des exigences spécifiques de l'application [22].

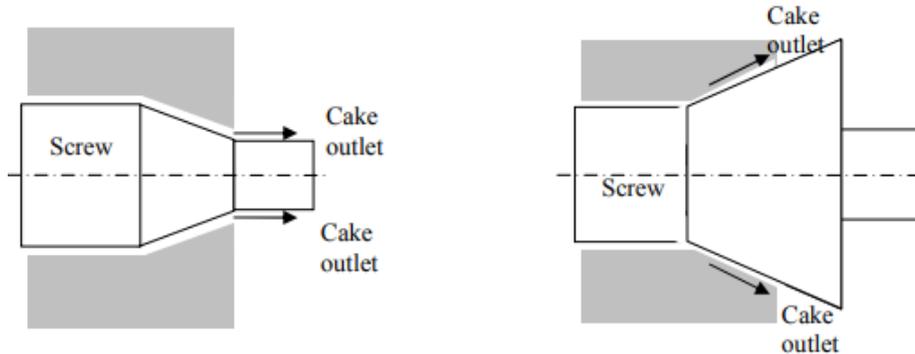


Figure II-11. Mécanisme d'étranglement de type conique [22].

b. Restriction

Dans le cas des presses de faible capacité, telles que les presses de type Komet, il est possible d'installer un système de restriction dans la zone de décharge. Ce système vise à créer une réduction soudaine du volume disponible entre la zone de poussée et la zone de décharge, ce qui entraîne une compression accrue de la matière expulsée de la presse. En conséquence, la matière est éjectée sous forme de granulés compactés. Cette méthode permet d'obtenir une compression plus intense et favorise la formation de granulés denses et cohérents [6].

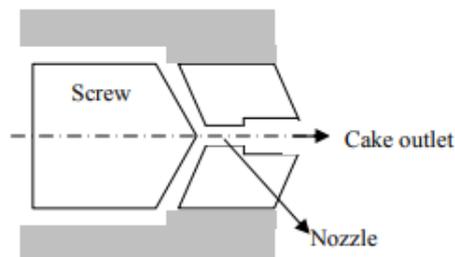


Figure II-12 : Type de Restriction [6].

Il convient de noter que l'utilisation de ce système de restriction dans la zone de décharge peut varier en fonction des spécifications de la presse et des exigences spécifiques de l'application [2].

II.3. Facteurs affectant l'efficacité du pressage

Les performances d'une presse peuvent être influencées par différents paramètres, à la fois liés à sa configuration (géométrie, conception) et à ses conditions de fonctionnement (paramètres opératoires). De plus, les prétraitements des graines (comme la cuisson, l'aplatissage ou le broyage) peuvent également jouer un rôle significatif. Il est important de noter que l'impact de ces variables peut varier en fonction du type de presse utilisé (continu ou discontinu) ainsi que du type de graines pressées [6].

Il existe six principaux paramètres qui ont une influence sur le processus de pressage :

- La pression appliquée.
- La vitesse de compression.
- L'épaisseur du gâteau.
- La température de pressage.
- Le temps de pressage.
- Les caractéristiques de la matière pressée.

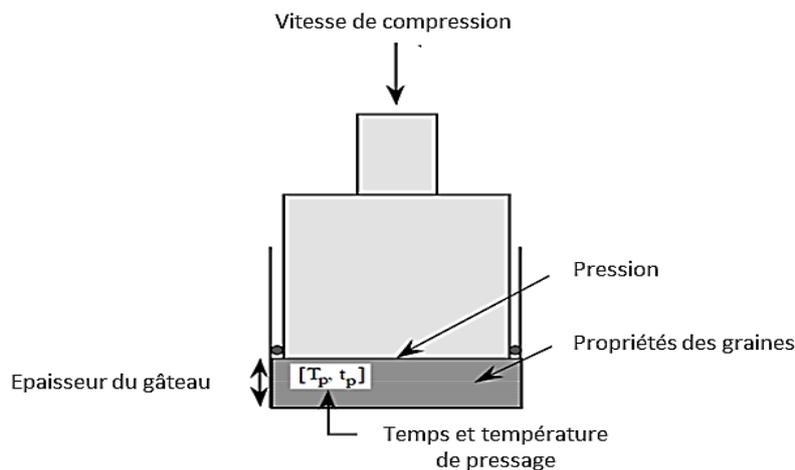


Figure II-13 : Facteurs affectant l'efficacité du pressage [6].

II.3.1. Pression appliquée et vitesse de compression

Dans le cas du pressage continu, la proportion entre la pression développée et la vitesse de rotation de la vis peuvent varier en fonction du type de graine pressée. Cependant, certaines tendances générales peuvent être observées.

Pour certaines graines, la diminution de la vitesse de rotation de la vis peut entraîner une augmentation de la pression développée, ce qui peut améliorer le rendement de l'extraction. Cela peut résulter d'une compression meilleure des graines et d'une augmentation de la force appliquée lors du pressage.

Cependant, il faut noter que cette relation n'est pas forcément représentative et qu'il existe une limite au-delà de laquelle la diminution de la vitesse de rotation de la vis ne conduit pas nécessairement à une augmentation significative de la pression et du rendement d'extraction.

Cette limite dépend du type de graine. La figure ci-dessous présente l'impact de la pression sur les performances de pressage de différents types de grains :

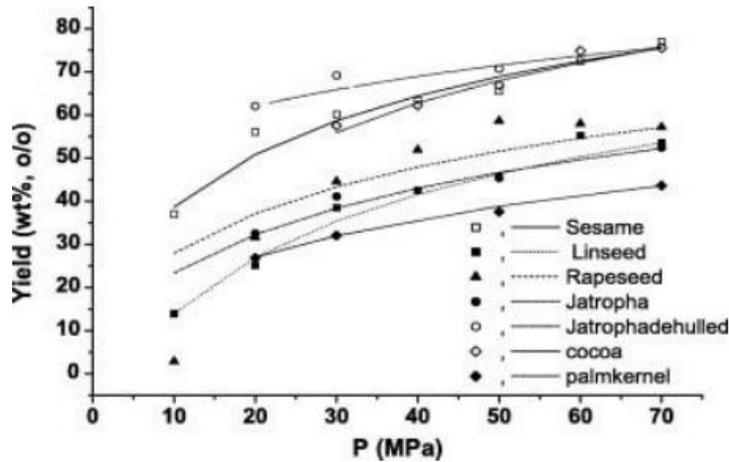


Figure II-14 : Influence de la pression sur les performances de pressage [6].

Il est important de trouver un optimum entre la vitesse de rotation de la vis, la pression développée et le rendement d'extraction désiré. La détermination de la vitesse optimale de rotation de la vis et de la pression adéquate afin d'obtenir le meilleur rendement d'extraction pour chaque type de graine pressée exige souvent des études et des essais expérimentaux [15].

II.3.2. Température

Les performances de pressage sont également étroitement liées à la température. En principe, une augmentation de la température réduit la viscosité de l'huile, ce qui la rend plus facile à écouler. Cependant, une température plus élevée peut entraîner la cuisson du matériau compressé, ce qui accroît sa résistance au filtrage.

De plus, cela entraîne une détérioration importante de la qualité de l'huile produite, notamment une augmentation sensible de sa teneur en phospholipides. Il est donc préférable de travailler à des températures basses et de limiter l'élévation de température provoquée par les forces de frottement lors du pressage continu [23].

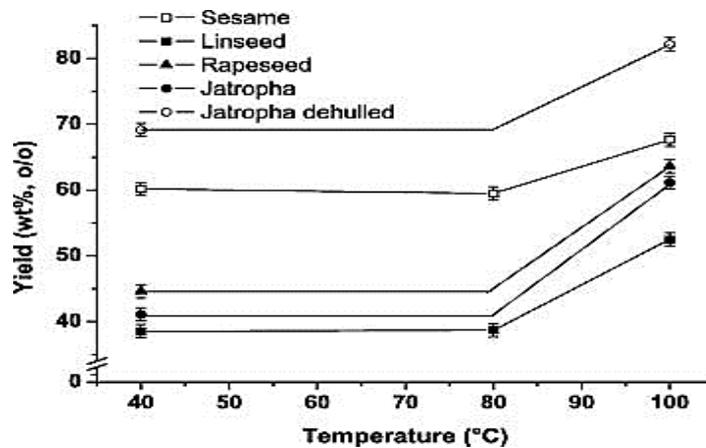


Figure II-15 : Influence de la température sur l'efficacité du pressage [6].

II.3.3. Epaisseur de gâteau

L'efficacité du pressage est dépendante de l'épaisseur du lit de particules. Dans le pressage continu, elle correspond à l'espace disponible au passage de la matière solide entre la vis et la cage. Une augmentation de l'épaisseur du lit entraîne une diminution de sa perméabilité, limitant ainsi la vitesse d'écoulement du liquide et abaissant l'efficacité du pressage. Au contraire, un lit plus fin est favorable à l'extraction en formant un réseau de drainage moins étanche [6].

II.3.4. Caractéristiques de la matière pressée

II.3.4.1. Taille des particules

Les performances de pressage d'un lit de particules correspondent à sa perméabilité (k), qui est proportionnelle au carré du diamètre équivalent des particules. Plus la taille des particules est importante, plus la perméabilité du lit est grande, ce qui permet d'accélérer la cinétique et le rendement du pressage [6].

II.3.4.2. Teneur en eau

Pour les graines, le taux en eau dépend du type de graine. En règle générale, une augmentation de la teneur en humidité entraîne une diminution du rendement en huile.

Cependant, on peut également observer l'effet inverse, notamment dans le cas des noix. Pour d'autres graines, comme le jatropha, le lin ou le sésame, il existe un point d'humidité optimal. En outre, la capacité de la presse dépend également de la teneur en eau des graines traitées [15]. En se référant à la figure ci-dessous, on peut observer l'impact de la teneur en humidité sur la capacité de pressage des deux graines, le lin et le sésame [6].

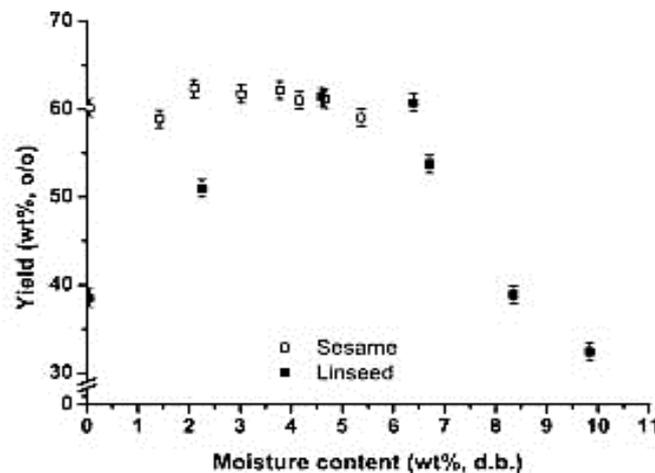


Figure II-16 : Influence de la teneur en eau sur la performance de pressage [6].

Conclusion

En conclusion, ce chapitre a abordé de façon générale les différents procédés d'extraction de l'huile végétale et leur impact sur la qualité du produit obtenu. Nous avons examiné les procédés d'extraction chimique et mécanique, en nous concentrant sur ce dernier.

Il convient de noter que le choix du procédé d'extraction dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que le type de graine, la qualité d'huile souhaitée et la quantité de production. Chaque procédé a ses avantages et ses limites. En bref, l'extraction mécanique à froid, à l'aide d'un équipement de pressage tel qu'une presse à vis, est la méthode privilégiée pour obtenir des huiles végétales de haute qualité.

En résumé, la maîtrise des différents procédés d'extraction des huiles végétales et de leur impact sur la qualité du produit obtenu est un facteur indispensable pour faire les meilleurs choix en ce qui concerne la production d'huiles végétales.

CHAPITRE III : Etude et conception d'une presse d'huile à froid.

III. Etude et conception d'une presse d'huile à froid.

Introduction

La conception mécanique est un processus complexe qui requiert de nombreuses compétences. Il convient de subdiviser les relations étendues en une série de tâches simples, la complexité du processus exigeant une séquence dans laquelle les idées sont présentées et itérées.

Ce chapitre est consacré à la méthodologie de conception du produit, une étape indispensable du processus de développement qui nécessite une approche méthodique. Nous commencerons par définir le concept de conception, pour aborder ensuite les approches les plus couramment utilisées et les principes universels qui les guident.

La conception de produits n'a pas une méthodologie fixe, cependant chaque entreprise ou équipe peut suivre son propre processus en s'appuyant sur des outils normalisés. Le présent chapitre propose et applique notre propre algorithme de conception basé sur quatre phases : l'avant-projet, la conception préliminaire, la conception détaillée, ainsi que la validation et la réalisation.

III.1. Conception mécanique

Selon la norme ISO 9000 :2015, la conception est définie comme le "processus de création et de développement de produits et de services qui répondent aux exigences des parties intéressées".

Les concepteurs mécaniciens sont associés à la production et au traitement de l'énergie et à la conception des moyens de production, des outils de transport et des techniques d'automatisation, formant une base de compétences et de connaissances très large. Parmi les disciplines de base figurent la mécanique des solides et des fluides, le transport de masse et de quantité de mouvement, les processus de fabrication et la théorie de l'électricité et d'information. La conception en génie mécanique fait appel à toutes les disciplines du génie mécanique [24].

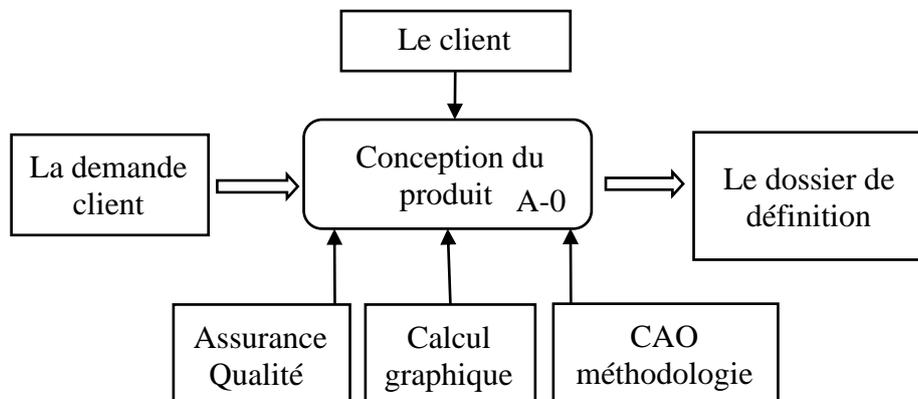


Figure III-1 : Diagramme A-0 de la conception [26].

III.2. Phases de conception

La méthodologie de conception englobe une progression structurée d'événements et de principes, permettant aux concepteurs de mettre en œuvre le produit qu'ils ont envisagé tout en maintenant souvent une approche systématique qui alimente leur créativité. Tout en reconnaissant la diversité des processus de conception. À la lumière de ce qui précède, Nous avons proposé notre propre méthodologie, illustrée dans la figure ci-dessous. Cette méthodologie s'appuie sur les outils normalisés et universels existants.

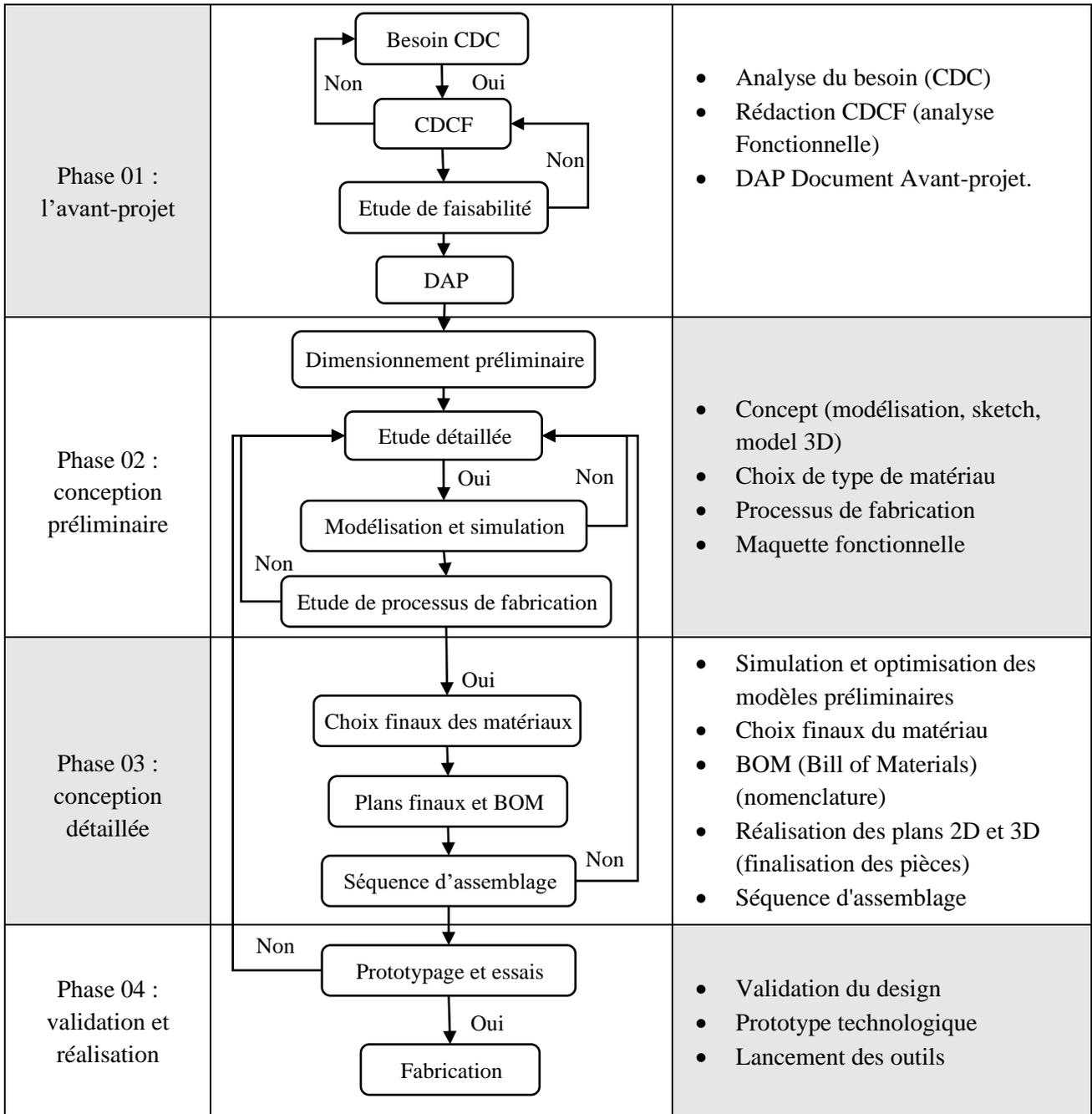


Figure III-2 : Méthodologie de conception proposée.

III.2.1. Phase 01 : L'avant-projet

Cette phase est la phase initiale de la conception, appelée phase d'avant-projet, qui consiste à créer des documents d'avant-projet (DAP). Ces documents représentent les propositions architecturales initiales soumises par les concepteurs, en marquant le lancement du projet et en établissant les chemins à suivre. Au cours de cette phase, les besoins du client sont soigneusement examinés, en évaluant leur faisabilité et en les traduisant en solutions techniques réalisables, consignées dans un document appelé cahier des charges fonctionnel (CDCF).

III.2.1.1. Besoin

La consommation de nombreux produits chimiques et de soins de santé a suscité des inquiétudes quant à leur impact sur notre bien-être. Cette prise de conscience a entraîné la recherche à des alternatives plus sûres et plus naturelles, d'où l'intérêt de plus en plus grand porté aux produits biologiques.

Malheureusement, l'industrialisation du secteur bio n'est pas sans poser des problèmes de qualité. Dans certains cas, l'accent est mis davantage sur la quantité que sur la qualité des produits biologiques. Cette approche ne garantit pas toujours la satisfaction des attentes des consommateurs en matière de qualité.

Le projet consiste en la conception d'une presse d'huile à froid à usage domestique qui doit être à la fois efficace et fiable dans la production d'une quantité suffisante d'huile tout en conservant la qualité et les nutriments de l'huile. La sécurité des opérateurs, la durabilité et l'efficacité énergétique de la presse sont également des considérations importantes à prendre en compte.

Le contexte de cette presse est lié à l'extraction d'huiles de qualité supérieure, en évitant l'utilisation des sources de chaleurs.

L'objectif de la presse à huile à froid destinée à une exploitation domestique est de permettre aux particuliers de produire leur propre huile de manière optimale par rapport au :

- **Capacité de production** : La presse doit être capable de produire une quantité suffisante d'huile tout en préservant la qualité et les nutriments de l'huile.
- **Qualité de l'huile produite** : La presse doit extraire l'huile de manière efficace et fiable tout en conservant les propriétés gustatives et les nutriments de l'huile.
- **Consommation d'énergie** : La presse devrait être économe en termes d'énergie et favoriser le respect de l'environnement.
- **Sécurité** : La presse doit être sûre pour les opérateurs et répondre à toutes les normes de sécurité requises.
- **Durabilité** : La presse doit être robuste et durable, avec une faible fréquence de maintenance et des coûts associés raisonnables.
- **Coût** : La presse d'huile à usage domestique doit donc être proposée à un prix raisonnable, adapté à l'usage domestique.

Ce document est défini comme étant l'entrée de la conception, à partir d'où débute le travail du concepteur.

III.2.1.2. DAP (Document Avant-Projet) :

L'étude détaillée du produit peut donc débiter sur la base de ce document. Il se compose des dessins d'avant-projet et de tous les documents justificatifs qui définissent les solutions proposées, à savoir :

- Etude Benchmarking et analyse fonctionnelle.
- Pré dimensionnement : Création de la maquette avec des dimensions préliminaires.
- Interfaces pièces (Les modes de liaison entre pièces).
- Séquences d'assemblages.
- Processus de fabrication des pièces.
- BOM (Preliminaire).
- Analyse Fonctionnelle et CDC de chaque pièce, définition des contraintes et choix des matériaux proposés.
- Maquette esthétique.

a. Analyse fonctionnelle

Selon la norme AFNOR NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit (matériel, logiciel, processus, service) attendues par l'utilisateur [25].

L'ensemble de l'analyse fonctionnelle est une démarche qui vise à faciliter la compréhension, à concevoir, à créer et à améliorer un projet, elle nous aide à le mettre en œuvre de préférence en collectif de travail avec une intention précisément définie.

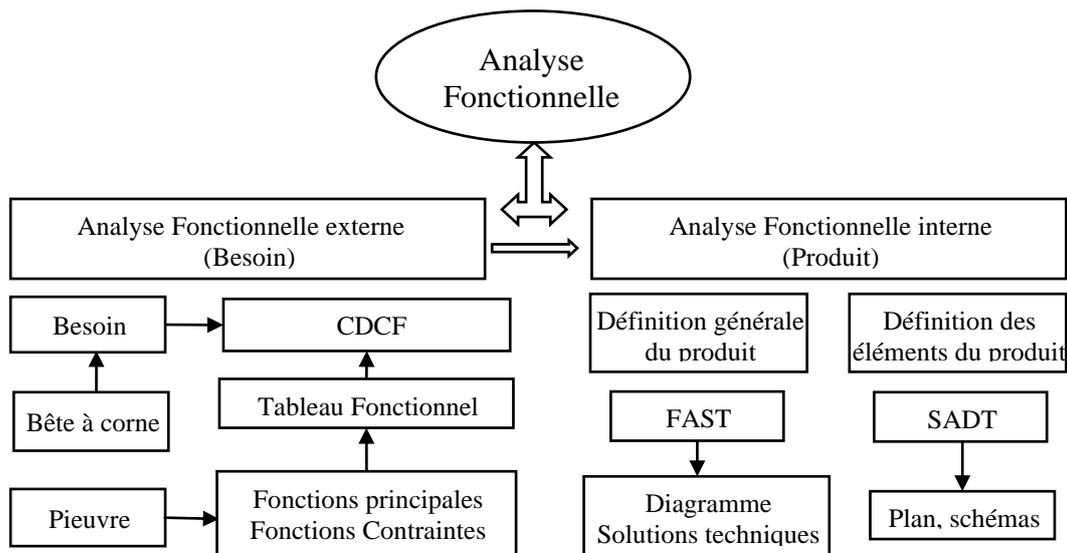


Figure III-3 : Panorama de l'Analyse Fonctionnelle.

b. Analyse Fonctionnelle Externe ou analyse fonctionnelle du besoin

L'analyse fonctionnelle externe joue un rôle de communication avec l'utilisateur, en mettant en évidence les fonctions de service, qu'elles soient principales, contraintes, utilitaires ou esthétiques, afin de les traduire en fonctions techniques, le résultat de cette analyse étant un cahier des charges fonctionnel CDCF.

i.1. Bête à cornes :

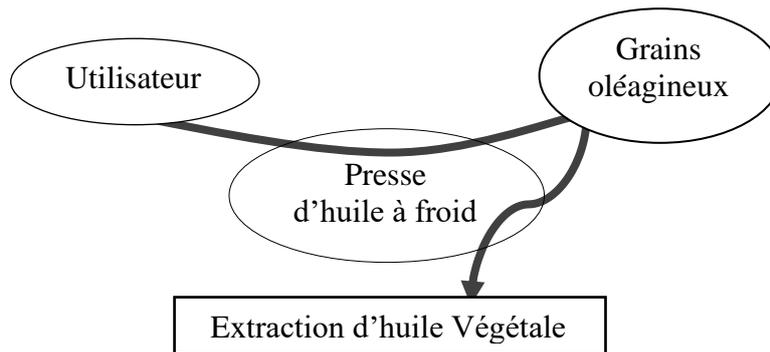


Figure III-4 : Bête à cornes de la presse.

i.2. Pieuvre :

Le diagramme Pieuvre, issu de la méthode APTE, est un outil graphique qui nous aide à faire une analyse des relations du produit avec son environnement. Cet outil est utilisé pour identifier les fonctions de service du système ou du produit conçu.

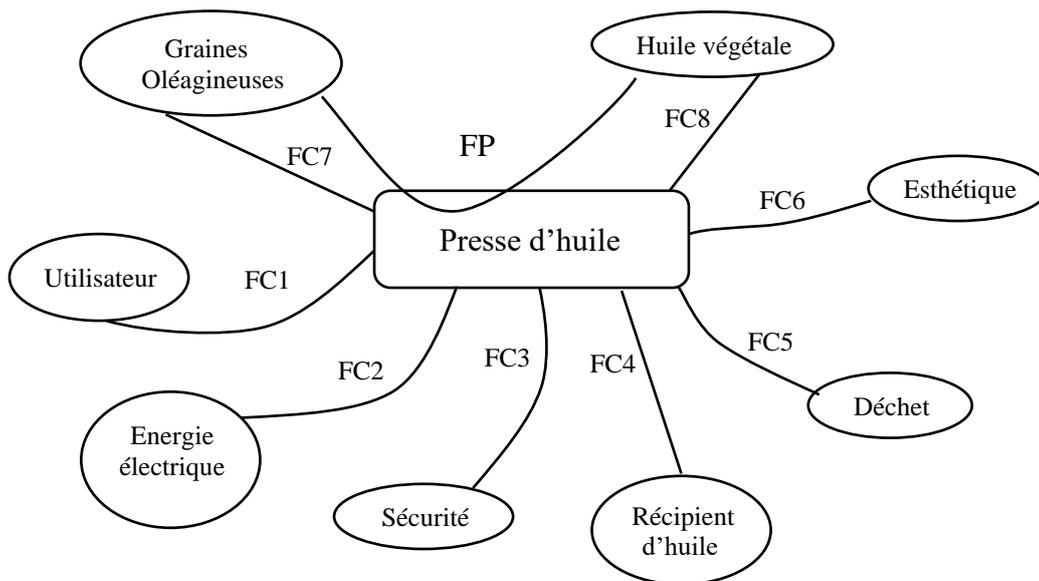


Figure III-5 : Diagramme Pieuvre de la presse

Tableau III-1 : Tableau des fonctions services de la presse.

FP	Extraire l'huile végétale à partir des graines oléagineuse
FC1	Doit être facile à utiliser
FC2	Doit consommer peu d'énergie
FC3	Doit permettre de stocker de l'huile
FC4	Doit être agréable à l'œil
FC5	Doit permettre une bonne évacuation des déchets
FC6	Doit être conforme aux normes de sécurité (sécurité de l'utilisateur et food contact)
FC7	Doit appliquer le pressage pour un rendement d'extraction optimale
FC8	Doit extraire l'huile sans altérer sa qualité

i.3. Tableau fonctionnel :

On peut caractériser les fonctions principales ou contraintes sous format d'un tableau on l'appelle Tableau Fonctionnel, cet outil résume leurs performances et les attendues de l'utilisateur en identifiant le critère, le niveau et la flexibilité.

Tableau III-2 : Tableau fonctionnel de la presse.

Fonction	Critère	Niveau	Flexibilité
FP : Extraire l'huile végétale à partir des graines oléagineuses.	C1 : le rendement d'extraction. C2 : la qualité d'huile extraite		
FC 1 : Doit être facile à utiliser.	C11 : le poids C12 : automatisation C13 : maintenabilité C14 : alimentation TBT	< 8 kg Semi-automatique Démontage facile de l'ensemble de pressage 220/240 V	+ 1kg
FC 2 : Doit consommer peu d'énergie.	C21 : la puissance active C22 : le courant électrique	< 1000 W < 10 A	
FC 3 : Doit permettre de stocker de l'huile.	C31 : Volume de récipients d'huile	2 L	Aucune
FC 4 : Doit être agréable à l'œil.	C41 : la forme C42 : la taille C43 : la couleur C44 : l'état de surfaces	Choix libre <400 mm ³ Choix libre Ra <0.8 pour les surfaces esthétiques.	
FC 5 : Doit permettre de bien évacuer les déchets.	C51 : l'orientation de la sortie du déchet C52 : l'emplacement de récipients du déchet		

<p>FC 6 : Doit être conforme aux normes de sécurité.</p>	<p>C61 : Respect des normes de qualité. C62 : Protection des parties mobiles. C63 : Protection contre les projections. C64 : Signalisation et étiquetage. C65 : Utilisation de matériaux appropriés. C66 : Respect des normes de qualité.</p>		
<p>FC 7 : Doit appliquer le pressage pour un rendement d'extraction optimale.</p>	<p>C71 : Taux de réduction de volume. C72 : la pression appliquée.</p>	<p>Supérieur à la pression minimale d'extraction des graines ciblées.</p>	
<p>FC 8 : Doit extraire l'huile sans altéré sa qualité.</p>	<p>C81 : la température d'extraction d'huile.</p>	<p>$\leq 90^\circ$</p>	

Le cahier de charges fonctionnel **CDCF** résulte de l'analyse fonctionnelle externe, il s'assure que les informations linguistiques sont traduites en exigences techniques à l'aide de différents outils (pieuvre, bête à cornes, tableau fonctionnel...).



Figure III-6 : Objectif de CDCF[3].

ii. Analyse fonctionnelle interne (de produit) :

L'analyse fonctionnelle interne a pour finalité de convertir ou de traduire les fonctions de service en des fonctions techniques. Cette analyse caractérise le fonctionnement interne du produit ou du système technique, elle consiste à :

- Définir le système, sa fonction globale, sa frontière, les entrées et sorties de matières d'œuvre avec l'environnement.
- Rechercher les fonctions techniques et les décomposer en sous – fonctions.
- Établir et caractériser les liens entre les éléments de l'objet ou du système technique étudié.

ii.1. Diagramme F.A.S.T

C'est une décomposition ou ordonnancement hiérarchisé des fonctions du système sous forme d'un arbre fonctionnel allant des fonctions de service et passant par les fonctions techniques jusqu'à l'énoncé des solutions technologiques, en répondant aux questions :

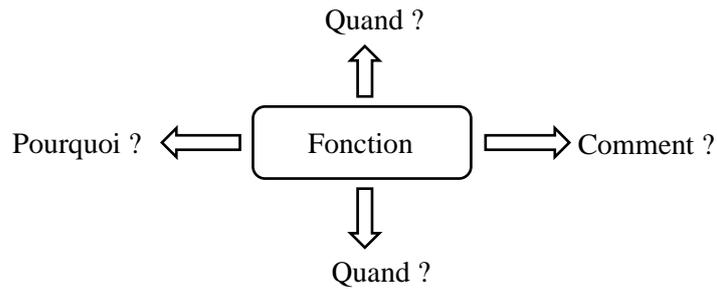


Figure III-7 : Diagramme F.A.S.T.[26, 27].

Lors de la création du diagramme F.A.S.T, en répondant aux questions :

- Pourquoi cette fonction doit-elle être assurée ?
- Comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- Quand cette fonction doit-elle être assurée ?

Plusieurs solutions peuvent être proposées pour une même fonction (relation OU) ou plusieurs solutions peuvent devoir être exécutées simultanément (relation ET).

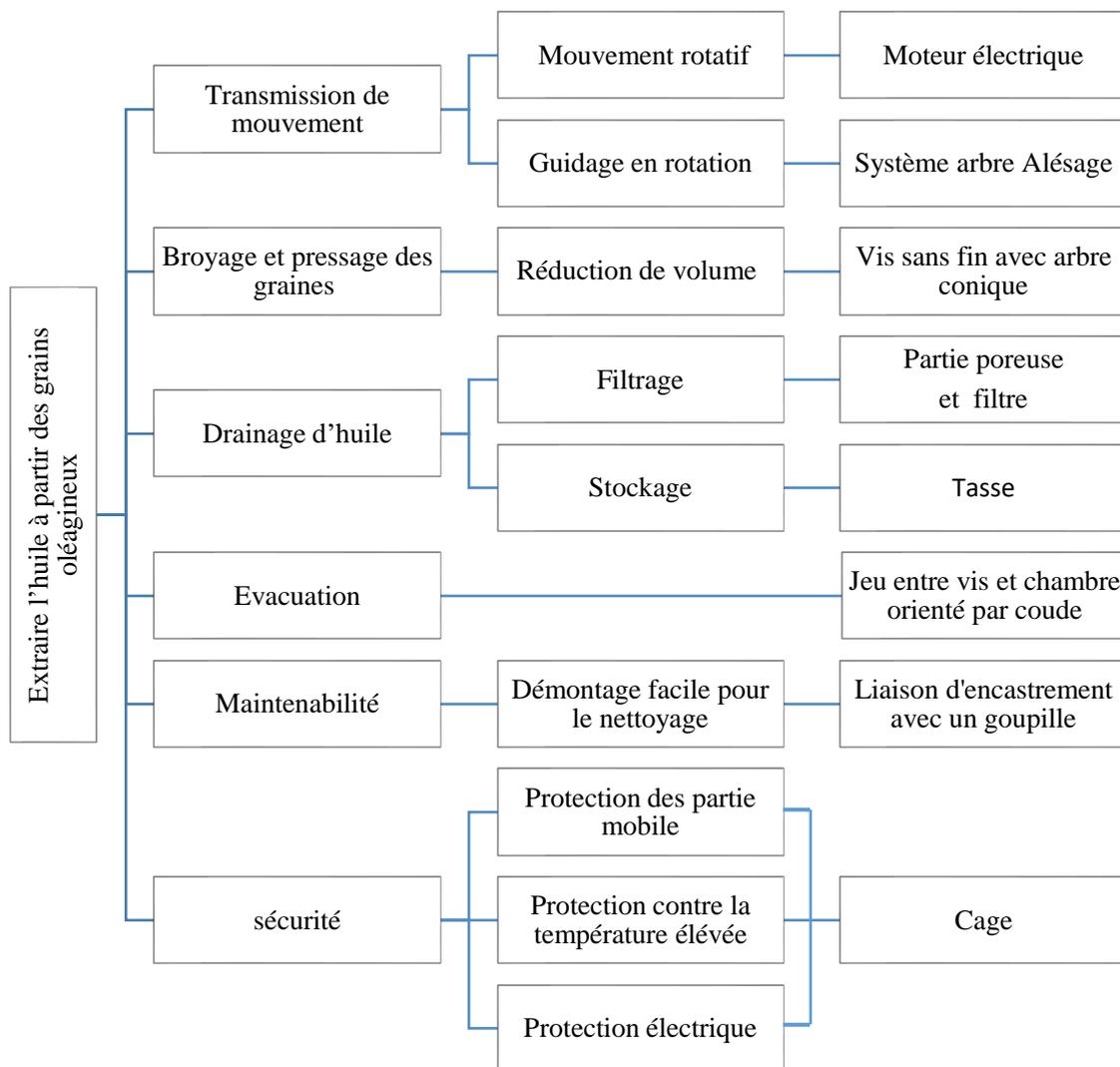


Figure III-8 : Diagramme F.A.S.T de la presse.

iii. Schémas de design

La Figure III-9 ci-dessous illustre le schéma de conception, qui présente les principaux composants de notre presse d'huile à froid.

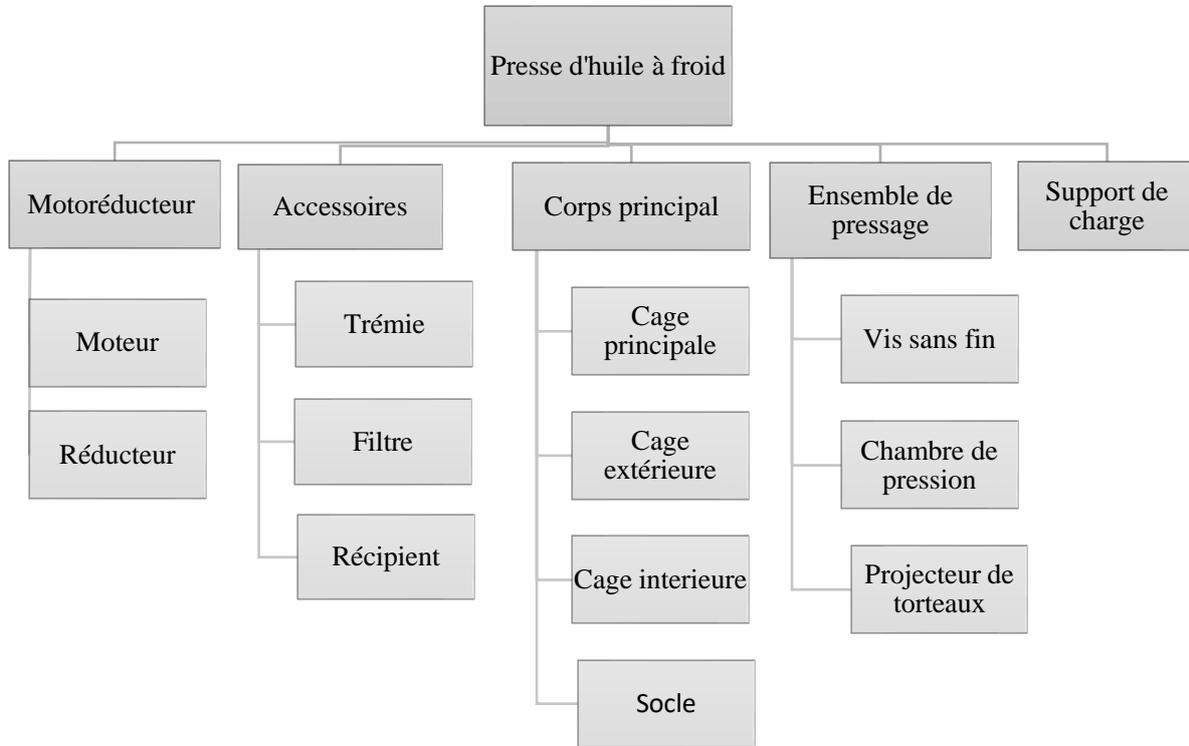


Figure III-9 : Schémas de conception.

Dans ce tableau, il est nécessaire de choisir la provenance de chaque composant de la machine en tenant compte de diverses contraintes.

Tableau III-3 : Identification des sources des composants.

Les sous-ensembles	Sources
Motoréducteur	Acheté
Accessoires	Fabriqués
Corps principal	Fabrique
Ensemble de pressage	Fabrique
Support de la charge	Fabrique

iv. Description fonctionnelle

Le moteur d'alimentation est la source d'énergie qui fournit la force motrice pour faire tourner le système et convertit l'énergie électrique en énergie mécanique qui est transmise au réducteur.

Le réducteur est un ensemble d'engrenages qui réduisent la vitesse de rotation du moteur à une vitesse plus lente mais plus puissante, adaptée au processus de pressage. La réduction de la vitesse permet également d'augmenter le couple moteur pour faire face à la résistance que les grains opposent au pressage.

La vis sans fin est un composant clé de la presse d'huile à froid. Il est constitué d'un axe en forme de spirale qui tourne dans une chambre de pressage cylindrique. Les grains sont introduits dans la chambre de pressage et sont poussés vers l'avant par la vis sans fin. Au fur et à mesure que les grains avancent, ils sont compressés contre la paroi de la chambre de pressage.

La pression appliquée par la vis sans fin sur les grains force l'huile à sortir des graines et à s'écouler à travers les fentes de la chambre de pressage. Cette huile est recueillie dans un récipient pour être stockée ou transformée. Les déchets restants, appelés tourteau, sont également poussés par la vis sans fin et sortent de la chambre de pressage par l'extrémité opposée.

En résumé, le moteur d'alimentation fournit la force motrice, le réducteur réduit la vitesse et augmente le couple, et la vis sans fin effectue le pressage des grains pour extraire l'huile.

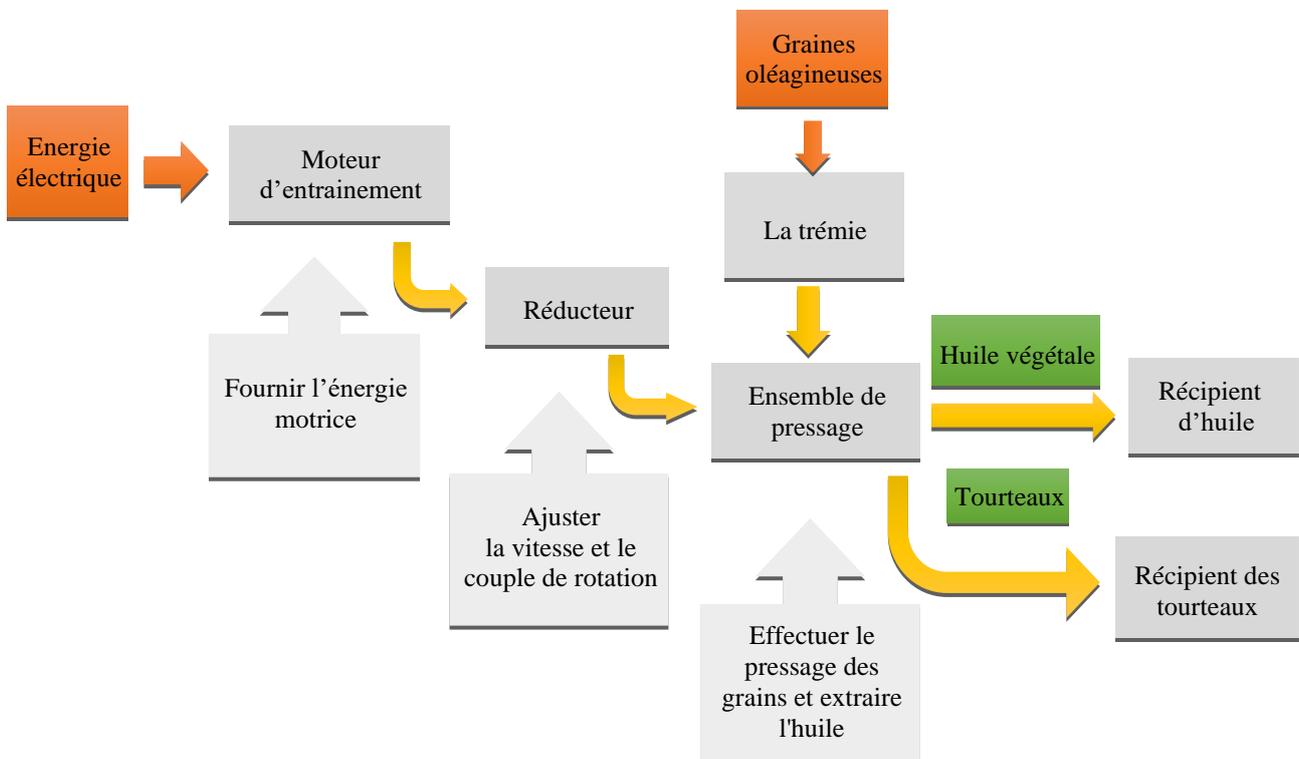


Figure III-10 : Processus de fonctionnement de la presse.

iv.1. Chaîne cinématique

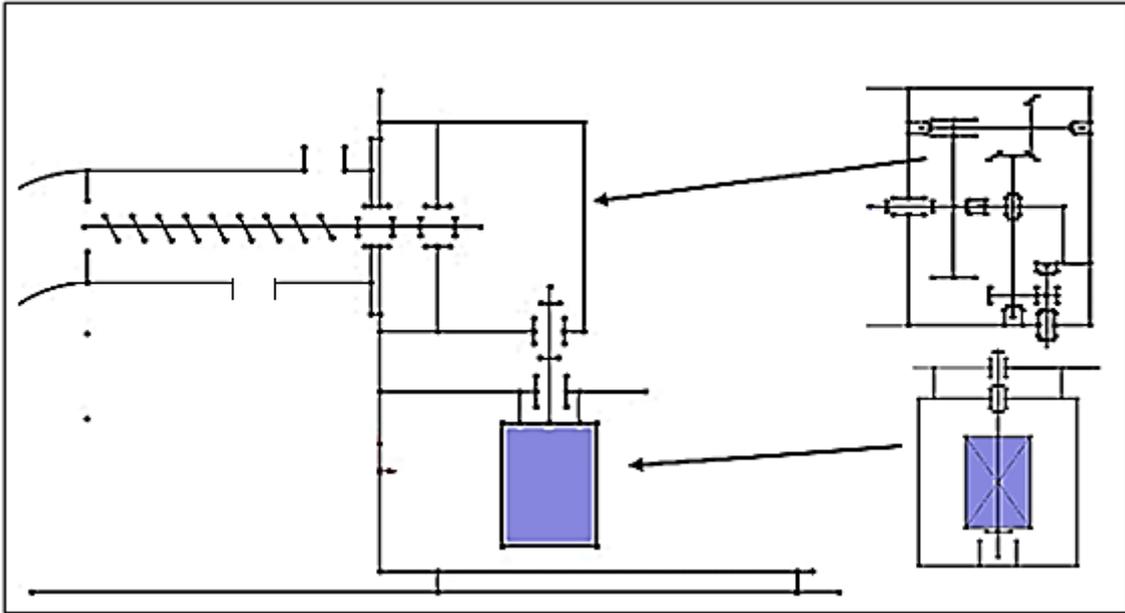


Figure III-11 : Chaîne cinématique de la presse.

c. Maquette esthétique.

Une maquette esthétique est vitale à ce niveau pour visualiser notre modèle préliminaire.

Les maquettes esthétiques sont généralement réalisées à base d'un matériau peu coûteux nécessaire uniquement pour que le modèle conçu soit clairement visualisé et présenté, notamment en ce qui concerne sa géométrie. Etant donné le manque de matériel nécessaire pour réaliser cette maquette, un modèle 3D créé à l'aide de SolidWorks [28] pourra assurer cette requête, quoique l'imprimante 3D de la marque JGMAKER, dont la taille est de 220x220x250 mm, nous a donné la possibilité d'imprimer la vis sans fin à base de filament PLA (Acide Poly lactique) ce qui nous a permis de voir l'apport de ce procédé dans la réalisation des maquettes.

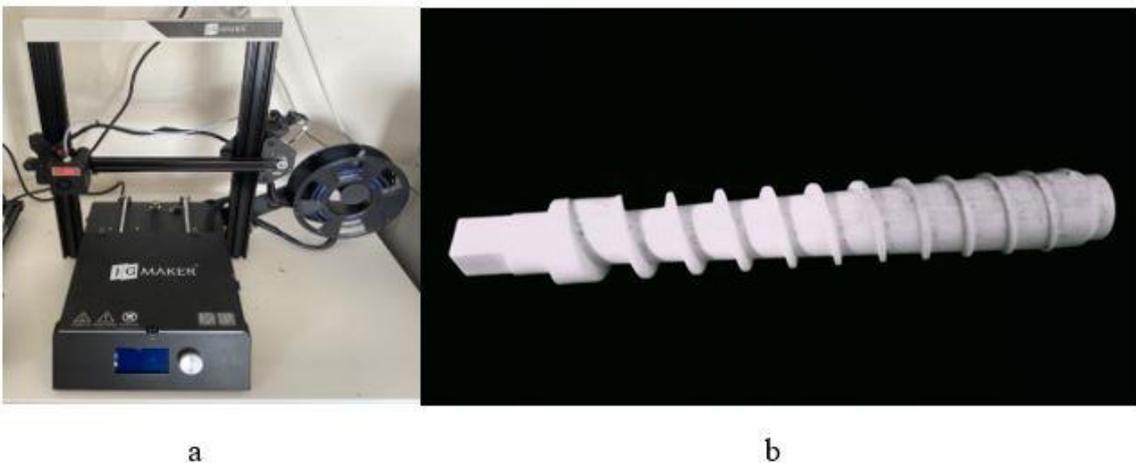


Figure III-12 : a) Imprimante 3D JGMAKER. b) Maquette de la vis imprimée.

Le modèle 3D est associé à une "master sketch" qui permet de le corriger, de le modifier et de l'améliorer tout au long des phases de conception. À ce niveau, les dimensions sont approximatives, il faudra les affiner par la suite.

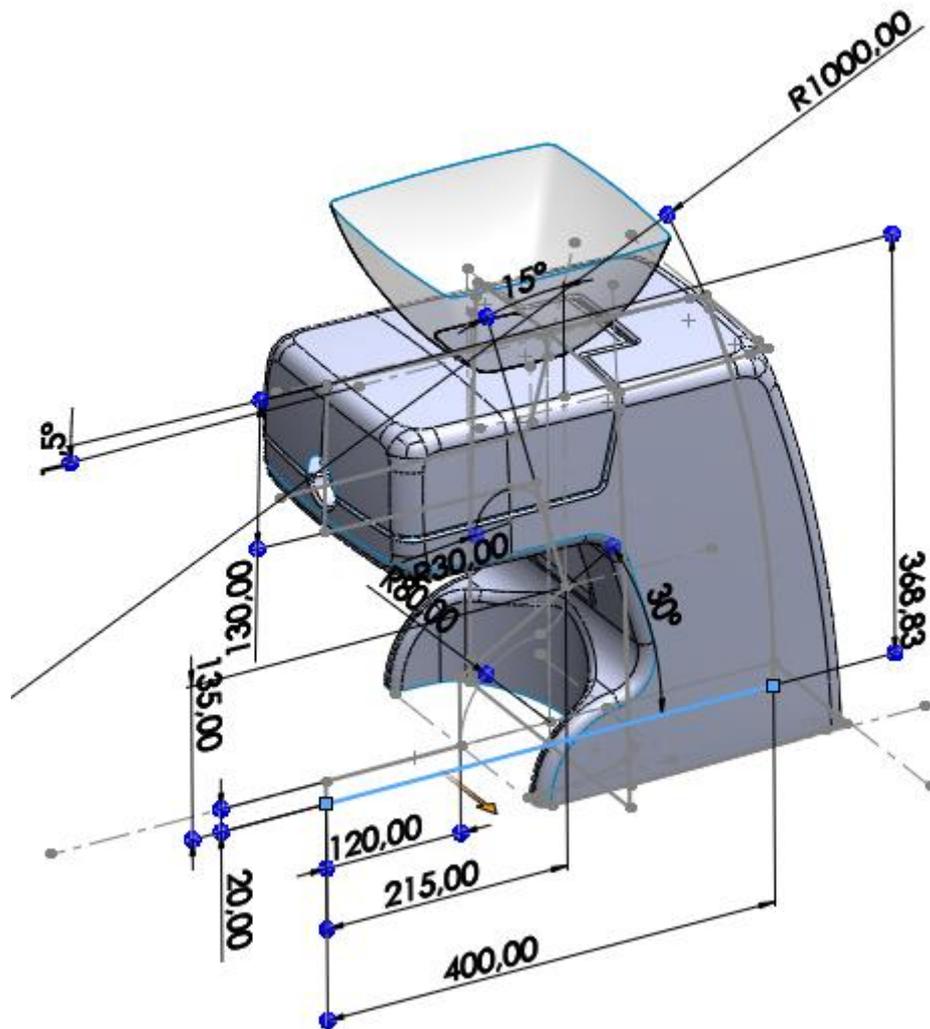


Figure III-13 : Maquette esthétique.

d. Etude Benchmarking

Le benchmarking a permis de renforcer la validité de nos résultats et d'acquérir de nouvelles connaissances sur les techniques utilisées dans les presses à huile. Il nous a également permis de mettre en évidence les lacunes du marché des presses à huile spécifiquement conçues pour la pression à froid.

Ces informations ont été précieuses pour la conception de notre propre presse à huile, en nous guidant dans le choix des caractéristiques et des technologies à incorporer pour obtenir les meilleurs résultats.

i. Benchmarking d'une presse l'huile disponible sur le marché

A l'occasion de cette étude, nous avons effectué une analyse détaillée du mécanisme et du comportement de la presse de la marque **Comaf**. Cette étude a été réalisée en démontant cette machine afin de recueillir des informations essentielles.



Figure III-14 : Presse d'huile « Comaf ».

Le processus de reverse engineering nous a permis de jeter un regard attentif sur les composants, les systèmes et les fonctionnalités de la presse à huile. Le mécanisme de pressage, l'élément chauffant, les commandes et d'autres aspects clés de la machine ont été examinés en détail.



Figure III-15 : Machine COMAF démontée.

Après avoir recueilli ces différentes informations, une série de tests rigoureux a été réalisée afin d'évaluer le fonctionnement de la presse. Le but de ces tests était de comprendre les performances de la machine, sa capacité de pressage, la qualité de l'huile produite et d'autres paramètres pertinents. On a aussi pu identifier les forces et les faiblesses de cette dernière

i.1. Description de la presse l'huile

La presse analysée dans cette étude a les caractéristiques suivantes :

- Intégré d'une résistance
- La vitesse de rotation : **60 tr/min**
- Capacité : **6 kg /h**
- Puissance : **1500 W**
- Tension : **110V/220V**

Nous présentons dans le tableau ci-dessous Les résultats des essais de pressage à chaud et à froid sur les grains de lin :

Tableau III-4 : Essais de pressage.

Paramètre	N°	M « g »	T « min »	Observations
Pressage à chaud	1	255	4.02	- Il n'y a aucun signe de blocage de la vis. - La rotation de la vis est fluide et sans interruption.
	2	255	3.58	- Un flux constant des graines de lin dans la presse. - Une élévation significative de la température.
Pressage à froid	1	255	5.00	- Au début de processus, un blocage momentané de la vis. - Il peut y avoir une résistance accrue à la rotation de la vis.
	2	255	4.52	- La température s'élève progressivement à mesure que le pressage se poursuit.

Les interprétations possibles de ces résultats sont :

- Le blocage initial peut être dû à la présence de résidus solides ou à une mauvaise alimentation de la graine de lin dans la presse. Ces problèmes sont toutefois surmontés une fois que le pressage a commencé.
- L'augmentation de la température pourrait être le résultat de la friction et du transfert de chaleur engendrés par le pressage des graines de lin. Cette élévation de température permet une extraction plus efficace de l'huile des graines, ce qui peut potentiellement augmenter le rendement en huile.

Toutefois, il faut également noter que les températures élevées peuvent avoir un impact sur la qualité de l'huile. Il est alors important de déterminer un équilibre entre l'efficacité de l'extraction et la préservation des propriétés nutritionnelles de l'huile.

En nous appuyant sur les différentes observations recueillies au cours de notre étude, nous sommes en mesure de concevoir notre propre presse d'huile, en y apportant les meilleures pratiques et en bénéficiant des technologies de pointe disponibles.

III.2.2. Phase 02 : Conception préliminaire

A l'issue de cette phase, le concepteur propose une maquette fonctionnelle, recherche des concepts et choisit la famille de matériaux pour les différents sous-ensembles du produit conçu, en tenant compte du processus de fabrication de ces sous-ensembles, en fonction de la disponibilité des ressources (matières premières, équipements, savoir-faire, expertise, etc.) lors de cette phase, en modifiant ou en validant ce qui a été proposé dans le chapitre précédent (DAP). Les étapes de cette phase sont assez étroitement reliées entre elles et sont à réaliser de manière simultanée.

III.2.2.1. Concept (modélisation, sketch, modèle 3D)

Cette démarche consiste à étudier la faisabilité de solutions technologiques proposées, en identifiant la mise en œuvre des différents sous-ensembles et en les définissant comme pièce achetée, sous-traitée ou fabriquée. Lors de cette tâche, les exigences du cahier de charges sont transformées en des paramètres géométriques (forme cylindrique, longueur, hauteur.... etc.).

La figure ci-dessous illustre le passage de l'information à partir du domaine linguistique vers le domaine physique ou technique (formes).

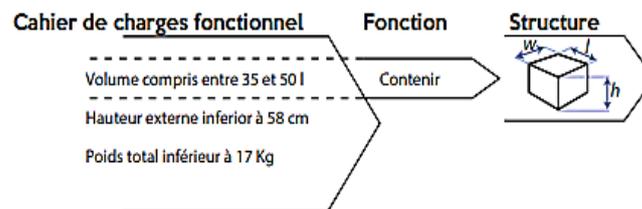


Figure III-16 : Recherche de concepts [3].

La conception idéale de ce type de machine exige de tenir compte de tous les paramètres que nous venons de voir plus haut et compte-tenu de l'interaction entre ces derniers, il nous a été impossible de trouver des relations directes (équations ou modèles) permettant une conception optimale de la machine. En effet, les concepteurs de machines d'extraction des huiles procèdent par une séparation des différents phénomènes rentrant en jeu et en utilisant des relations empiriques, tirées des expériences dans des laboratoires spécialisés par le biais de différents capteurs installés sur des presses hydrauliques, ils arrivent à fixer certains paramètres et effectuant des itérations et des combinaisons pour se rapprocher des paramètres donnant un rendement optimal de la machine.

a. Ensemble de pressage

La majorité des presses existantes sur le marché présente une consommation énergétique élevée (800 à 1200W). Cette consommation est due à la présence d'un chauffage (résistance) pour faciliter le pressage des graines dures. Toutefois, une certaine température élevée peut altérer la qualité des huiles produites.

On s'est proposé donc de concevoir une presse sans source de chaleur et pour assurer la facilité de pressage et assurer une qualité d'huile, un moteur plus puissant sera utilisé.

Une autre façon de permettre l'extraction d'une large gamme de graines est de concevoir la presse avec différentes configurations en termes de motoréducteur et de vis sans fin. Concrètement, la machine peut être dotée de différents motoréducteur et de vis sans fin à adapter selon le type de graines à presser. C'est-à-dire adapter (monter) la vis sans fin et le motoréducteur en fonction des graines donc selon les conditions de pressage.

Pour notre cas d'étude et pour simplifier et minimiser le coût de la presse surtout qu'on la destine à un usage ménager, nous allons cibler les huiles les plus utilisées dans les foyers, à savoir, l'amande douce, noyau d'abricot amer, le lin, le tournesol, l'arachide, le ricin, grain de moutarde En résumé, on va restreindre la gamme de graines à presser pour pouvoir proposer une presse utile, peu couteuse et robuste.

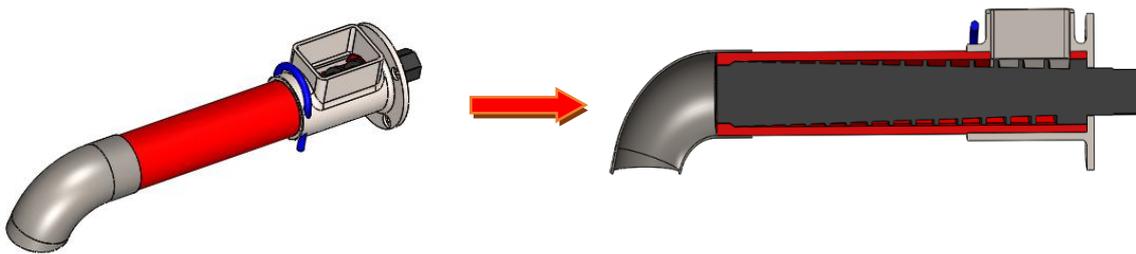


Figure III-17 : Ensemble de pressage.

i. Vis sans fin

Pour avoir une montée en pression suffisante et plus rapide sur les graines, la géométrie choisie sera une vis à filet continu d'arbre à diamètre croissant de l'entrée à la sortie de la chambre de pressage et un pas avec une décroissance uniforme.

De plus, les presses ménagères utilisent des vis sans fin à pas constant. C'est pour cette raison, qu'elles nécessitent un élément chauffant pour éviter le blocage de la vis au début du pressage. Or, on sait qu'une élévation de température pourrait dans la plupart des cas altérer la qualité de l'huile obtenue. Pour cette raison, nous avons opté pour une augmentation du de la force de poussé axiale en agissant sur le nombre de spires. Cette solution nous permet d'éviter l'utilisation de la source de chaleur externe.

Généralement, dans ce type de presses, on retrouve des vis sans fin de longueur variant entre 170 et 230 mm. Pour note cas, nous avons opté pour une longueur de 210mm avec une partie filetée de 200mm. Cette solution nous résout le problème d'encombrement pour notre presse ménagère. Cette vis sans fin est représentée sur la figure III-18 ci-dessous.

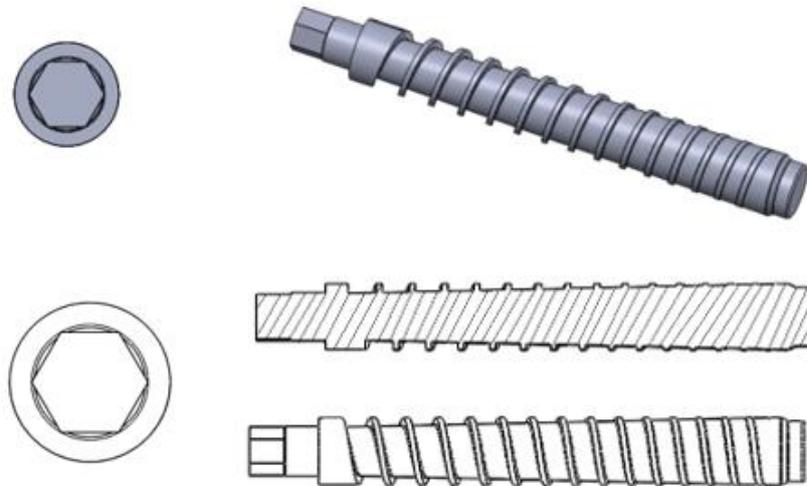


Figure III-18 : Vis sans fin.

i.1. Modélisation de pressage

Au départ, nous devons effectuer une mesure pour déterminer le couple de la vis sans fin. Cette vis est constituée d'un filet carré unique, dont le diamètre de l'arbre est croissant et le Pas d'hélice décroissant. Dans la Figure III-19 ci-dessous, $p(x)$ est le Pas du filet, α est l'angle d'hélice, d_s est le diamètre extérieur du filet, L_t est la longueur du filet pour un tour, f est le coefficient de frottement entre les graines et la vis sans fin fixé à 0,3[2], N est la force normale, F_x est la force axiale qui pousse les graines vers l'avant et F_t est la force tangentielle au diamètre d_s , x représente la variable liée à la longueur du filetage, tandis que X représente la variable associée à l'axe de la vis.

Si on admet que la pression s'applique perpendiculairement à la surface des filets, les deux composantes de la pression globale sur la vis sans fin sont alors F_x et F_t .

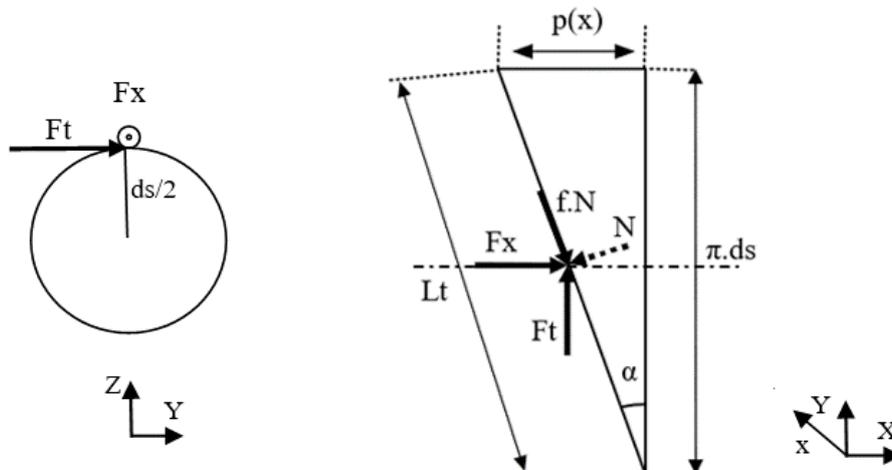


Figure III-19 : Diagramme des efforts exercés sur le filet.

L_t , la longueur du filet pour un tour, qui peut être déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$L_t = \sqrt{(\pi \cdot ds)^2 + p(x)^2} \quad (\text{III-1})$$

La relation entre F_x , F_t , f et α est donnée comme suit :

$$F_t = \frac{F_x(f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}{\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha} \quad (\text{III-2})$$

Tel que

$$\alpha \cong \tan \alpha = \frac{p(x)}{\pi \cdot ds} \quad (\text{III-3})$$

Le couple résistant peut s'écrire comme suit :

$$T_s = F_t \cdot \frac{ds}{2} \quad (\text{III-4})$$

Pour déterminer le couple il est impératif de déterminer les deux forces F_x et F_t .

Le graphe ci-dessus (figure III-20) illustre la variation du pas de filet le long de ce dernier, ce qui montre que la variation de ce pas peut être exprimée sous la forme d'une équation linéaire du premier ordre $p(x) = a \cdot x + b$.

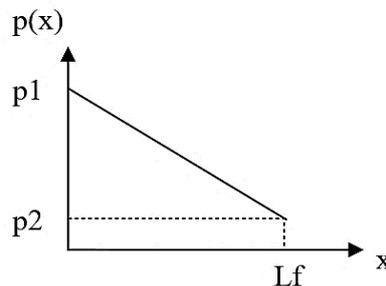


Figure III-20 : Variation du Pas du filet en fonction de sa longueur.

p_1 est le pas initial, p_2 est le pas final et L_f est la longueur totale du filet, qui est donné par l'équation :

$$L_f = L_{tm} \cdot n_t \quad (\text{III-5})$$

et n_t est le nombre de tours tel que le nombre de tour est calculé en divisant la longueur filetée de la vis par le pas moyen.

$$p_m = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (\text{III-6})$$

$$n_t = \frac{L}{p_m} \quad (\text{III-7})$$

L'équation de $p(x)$ peut être déterminée comme suit :

$$p(0) = b = p_1 \quad \text{Et} \quad p(L_f) = a \cdot L_f + p_1 = p_2$$

Donc

$$p(x) = \frac{(p_2 - p_1)}{L_f} x + p_1 \quad (\text{III-8})$$

L'évolution linéaire de la hauteur du filet le long de la longueur du filet est illustrée dans la figure III-21.

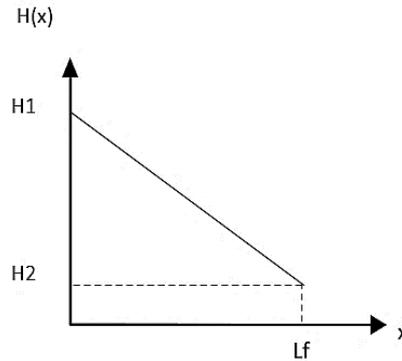


Figure III-21 : Variation de la hauteur du filet en fonction de sa longueur.

L'équation linéaire de la hauteur du filet sur sa longueur est donnée par la formule suivante :

$$H(x) = \frac{(H_2 - H_1)}{L_f} x + H_1 \quad (\text{III-9})$$

H1 représente la hauteur initiale du filet tandis que H2 représente sa hauteur finale.

Cet arrangement choisi provoque une compression dans le sens radial générée par la conicité de l'arbre et une autre axiale provoquée par la réduction du pas du filet, et les graines entraînés dans la zone d'alimentation qui ne sont pas encore broyés indique que la porosité existante par les vides entre les graines est importante, ce que montre que les dernières spires remplies de graines subissent une pression très importante par rapport à la pression appliquée sur les premières spires d'alimentation, pour calculer $P(x)$, nous supposons que la pression augmente le long de de l'hélice de la vis selon une équation du quatrième ordre [2], comme le montre l'équation III-10. Cette équation de distribution de la pression est donnée par l'équation suivante :

$$P(x) = A \cdot x^4 + B \quad (\text{III-10})$$

Étant donné que la pression dans la zone d'alimentation est atmosphérique alors $B = 0$.

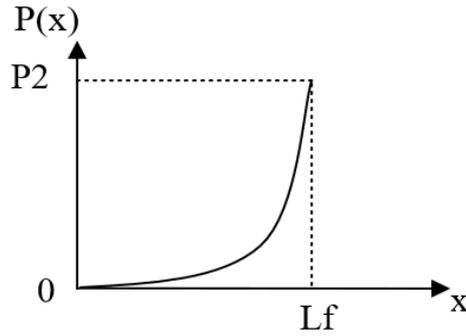


Figure III-22 : Distribution supposée de la pression sur le filet de la vis sans fin.

$$P(0) = 0 \text{ et } P(Lf) = A \cdot Lf^4 = P2$$

Donc

$$P(x) = \frac{P2}{Lf^4} \cdot x^4 \quad (\text{III-11})$$

Cependant, F_x peut être déterminé en intégrant la distribution de la pression sur la longueur du filetage, comme indiqué dans l'équation ci-dessus.

$$F_x = \int_0^{Lf} P(x) \cdot H(x) dx \quad (\text{III-12})$$

L'équation de la force linéaire distribuée sur le filet est donnée par :

$$F_{ax} = P(x) \cdot H(x) \quad (\text{III-13})$$

Et le couple devient :

$$T_s = \left(\frac{ds}{2}\right) \int_0^{Lf} P(x) \cdot H(x) \frac{(f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}{\cos \alpha - f \cdot \cos \alpha} dx$$

$$T_s = \left(\frac{ds}{2}\right) \int_0^{Lf} \left(P(x) \cdot H(x) \left(\frac{p(x) + f \cdot \pi \cdot ds}{\pi \cdot ds - f \cdot p(x)} \right) \right) dx \quad (\text{III-14})$$

Ce modèle nous donne la relation entre les différents paramètres de la géométrie de la vis sans fin et le couple nécessaire pour effectuer le pressage à une pression donnée.

Le dimensionnement de la géométrie de la vis dépend de nombreuses inconnues, pour déterminer ces dernières, il faut trouver un nombre suffisant d'équations, ou bien par approche itérative. L'approche itérative consiste à tester différentes combinaisons de valeurs pour les variables d'entrée, en faisant varier chaque valeur individuellement, afin d'évaluer l'impact de ces variations sur les variables de sortie [29]. Cela a permis de déterminer les valeurs optimales des variables d'entrée qui permettraient d'atteindre les objectifs de

conception fixés pour la vis sans fin. Notre conception repose sur deux facteurs majeurs qui sont :

- **Capacité de la machine**

La capacité est exprimée en débit massique du graines pressés Q_m , vu que l'utilisation de cette machine est à usage domestique, un débit de 5 kg/h est largement suffisant. Elle sera donc la valeur ciblée dans notre conception. Cependant ce débit doit être converti en débit volumique Q_v , le débit volumique étant l'une des données essentielles pour le calcul des paramètres de la conception.

Étant donné la grande variété de graines à presser et qui diffèrent par leurs propriétés, le débit varie relativement d'une graine à l'autre car le débit massique dépend de la masse volumique ρ des graines, car :

$$Q_m = \frac{m}{t} = \rho \frac{V}{t} = \rho \cdot Q_v \quad (\text{III-15})$$

Tels que m est la masse, t le temps, V le volume.

Pour calculer la masse volumique ρ , nous avons fait un calcul simple de la masse d'une tasse de 100 ml de lin et de cacahuète.



Figure III-23 : Exemple de calcul de volume massique de quelques types des grains.

100 ml d lin ont une masse de 86 g c-à-d $\rho_l = 0.86$ kg/l, de même pour la cacahuète $\rho_c = 0.88$ kg/l. si on veut un débit massique de 5 kg/h il faut dimensionner par rapport à un débit volumique Q_v qui est estimé à 6 l/h .

$$Q_v = \frac{Q_m}{\rho} = \frac{5}{0.87} = 5.74 \text{ l/h} \quad (\text{III-16})$$

Le volume transporté par les spires d'alimentation de la vis est théoriquement supposé égal au débit de pressage. Cependant, les spires d'alimentation n'étant jamais en mesure de transporter la totalité du volume de graines qu'elles ont entraîné. On suppose donc un taux d'efficacité entre le volume théorique V_t emporté par les spires d'alimentation et le volume réel V_r des graines transférées vers l'avant.

L'efficacité de l'alimentation, ζ est fixée à 30 % [2].

$$\frac{Vr}{\zeta} = Vt$$

$$Vt = \frac{Vr}{\zeta} = \frac{6}{0.3} = 20 \text{ l} \quad (\text{III-17})$$

Par conséquent, les calculs de cette conception doivent avoir comme base un débit de $Qt=20$ l/h.

Pour calculer le débit volumique de la machine à concevoir, il faut calculer le volume transporté par la première spire d'alimentation $Vt1$, Ce volume est le volume poussé quand la vis fait un tour, on peut le calculer donc comme suit :

$$Vt1 = H1. (p1 - b) * Lt1 \quad (\text{III-18})$$

Telle que b est l'épaisseur du filet, $Lt1$ est longueur du filet du premier pas, avec la variation de la hauteur est négligeable sur ce pas.

$$Lt1 = \sqrt[2]{(\pi. ds)^2 + p1^2}$$

Le débit théorique Qt peut être calculé en multipliant la vitesse de rotation N par le volume poussé dans un tour $Vt1$.

$$Qt[m3 /h] = Vt1[m3]. N[tr/h] \quad (\text{III-19})$$

- **Pression d'extraction**

Pour assurer l'efficacité de pressage, il faut que la pression appliquée sur les graines soit largement supérieure à la pression minimale d'extraction d'huile de graines ciblées, sachant que la pression minimale d'extraction est la pression minimale qui doit être exercée pour que les graines commencent à libérer de l'huile.

Tableau III-5 : Point d'huile de quelques grains[8].

Graines	Pression d'extraction minimale (MPa)
Amande	15,17
Cacahuète	4.50
Tournesol	7.5

Nous constatons que la pression minimale d'extraction de la graine d'amande est la plus élevée, ce qui nous amène à viser une pression largement supérieure à celle-ci ($P2=25$ MPa). En ce qui concerne l'épaisseur du copeau, nous l'avons choisi aussi fine ($H2=0,35$ mm) afin d'assurer une meilleure extraction et une réduction de volume plus importante. Ainsi, nous avons opté pour une réduction du pas égale à.

$$r' = p_2/p_1 = 2/3 \quad (\text{III-20})$$

Dans ce cas, la vis sans fin est soumise à deux contraintes différentes, à savoir la torsion de l'arbre au niveau de la section dangereuse où le diamètre de la vis est minimal, ainsi que le cisaillement du filet. Afin de vérifier la résistance de la vis, nous nous baserons sur deux critères de résistance des matériaux [2] mentionnés ci-après, et nous procéderons à la validation des valeurs des inconnus posées qui sont ds et b.

- Pour la vérification de la résistance de l'arbre de la vis à la torsion :

$$\begin{aligned} \tau_{yz} &= Kf \cdot \frac{T_s \cdot (DI / 2)}{\frac{\pi}{32} \cdot DI^4} \leq \frac{Sy}{s} \\ 16 \cdot Kf \cdot \frac{T_s}{\pi \cdot DI^3} &\leq \frac{Sy}{s} \\ DI &\geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_s \cdot Kf \cdot s}{\pi \cdot Sy}} \end{aligned} \quad (\text{III-21})$$

Telle que Sy est la limite élastique du matériau utilisé, s le coefficient de sécurité choisi, τ_{yz} la contrainte de torsion appliquée et Kf le coefficient de concentration de contraintes pris égale à 3 dans notre cas [2].

- Pour la résistance de l'hélice au cisaillement du filets :

$$\begin{aligned} \tau_{max} &= \frac{Faxm}{b} \leq \frac{Sy}{s} \\ b &\geq Faxm \cdot \frac{s}{Sy} \end{aligned} \quad (\text{III-22})$$

Telle que τ_{max} est la contrainte maximale du cisaillement appliqué sur le filet.

Grâce aux modèles et critères mentionnés ci-dessus, nous pouvons poser un compromis entre les divers paramètres inconnus de la géométrie, considérant la difficulté de résolution des formules obtenues, notamment celle du couple dont l'intégrale est assez difficile à résoudre d'une manière directe. Nous avons donc eu à programmer un script Matlab mentionné en Annexe pour effectuer à la fois les calculs des différentes inconnues, la vérification de la résistance de l'arbre suivant les critères de résistance mentionnés ci-dessus et le tracé des diverses courbes, telles que $p(x)$, $P(x)$, $H(x)$ et $Fax(x)$.

Les entrées et sorties de ce programme peuvent être résumées dans un tableau comme suit :

Tableau III-6 : Les entrées et les sorties du Matlab pour le dimensionnement.

Les entrées		Les sorties	
Pression maximale	$P_2 = 25 \times 10^6 \text{ Pa}$	Couple	$T_s = 48.04 \text{ N.m}$
Longueur filetée	$L = 0.2 \text{ m}$	Diamètre intérieur	$DI = 0.0197 \text{ m}$
Coefficient de friction	$f = 0.3$	Diamètre intérieur minimal pour que l'arbre résiste	$DI_{\min} = 0.0192 \text{ m}$
Pas initial	$p_1 = 0.015 \text{ m}$	Nombre de tours du filet	$n_t = 16 \text{ tours}$
Pas final	$p_2 = 0.010 \text{ m}$	Débit volumique théorique	$Q_t = 0.0200 \text{ m}^3/\text{h}$
Diamètre extérieur	$DS = 0.029 \text{ m}$	Hauteur initiale d'hélice	$H_1 = 0.0046 \text{ m}$
Epaisseur du filet	$b = 0.002 \text{ m}$	Angle d'hélice	$\alpha = 7.8611 \text{ deg}$
Hauteur finale du filet	$H_2 = 0.00035 \text{ m}$	Force linéaire maximale	$F_{am} = 1.2982 \times 10^4 \text{ N/m}$
Vitesse de rotation	$N = 60 \text{ tr/min}$	Puissance nécessaire	$P = 301.74 \text{ W}$
Débit volumique	$Q_r = 0.006 \text{ m}^3/\text{h}$	Epaisseur minimale du filet	$b_i = 1.260 \times 10^{-4} \text{ m}$
Limite élastique	$S_y = 206 \times 10^6 \text{ Pa}$	Angle de conicité	$\Theta = 1.2255 \text{ deg}$
Coefficient de sécurité	$s = 2$		
Coefficient de concentration de contrainte	$K_f = 3$		
Efficacité de l'alimentation	$\zeta = 0.3$		

On trouvera ci-après les résultats obtenus à partir du programme Matlab, qui incluent les divers paramètres de la géométrie de la vis conçue. En outre, des graphiques détaillés sont inclus pour montrer la variation de la hauteur et du pas du filet, de la pression et de la force linéaire, sur toute la longueur du filet. Ces graphiques fournissent une visualisation précise des évolutions et des changements de paramètres significatifs, ce qui permet une analyse précise de la performance de la vis conçue.

ii. Chambre de pressage

La chambre de pressage est intégrée à la machine et elle est spécialement conçue pour répondre à certains critères. Cette composante se décompose en trois parties, pour qu'elle soit facilement démontable présentées dans la figure III 24 :

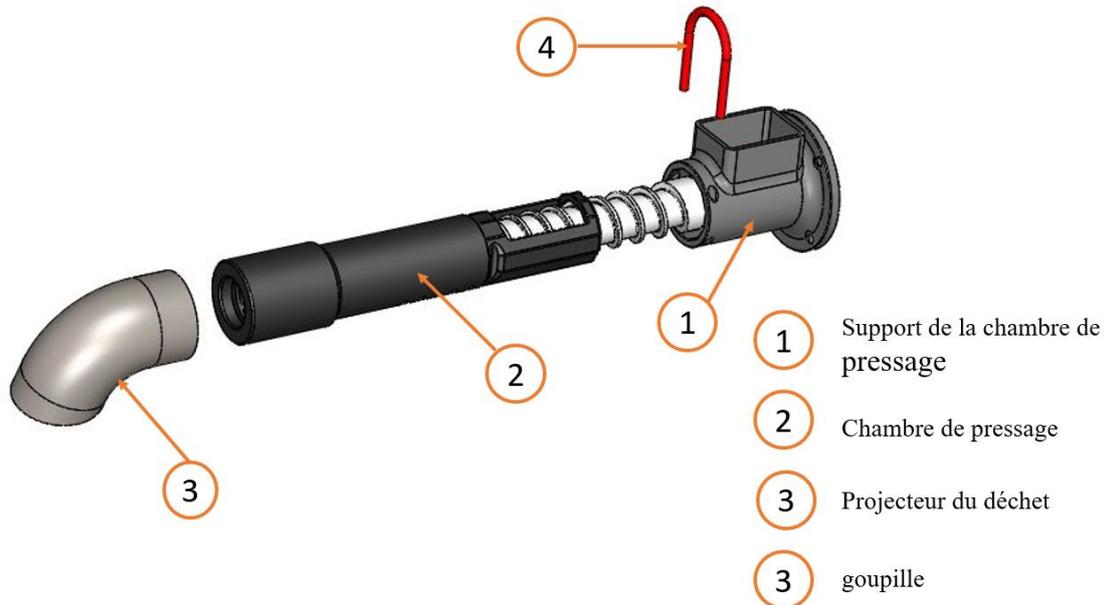


Figure III-24 : Chambre de pressage.

Le support de la chambre de pressage est conçu en tenant compte de deux critères majeurs : d'une part, la zone d'alimentation permettant de remplir les grains, et d'autre part, la partie destinée à être assemblée avec la chambre de pressage. Elle présente la même forme que la chambre de pression et comporte des dispositifs plats sur les côtés pour éliminer la rotation de la chambre de pression pendant le processus de pressage.

La chambre de pressage a une forme octogonale interne visant à empêcher la matière de tourner avec la vis. Cette configuration minimise le mouvement rotatif de la matière pressée et favorise le mouvement linéaire le long de la chambre de pressage.

En outre, la chambre de pressage est conçue pour restreindre la zone de sortie finale de la matière. Cette restriction crée un flux de contre-pression lorsque la matière est comprimée, ce qui entraîne la rupture de la graine. La rupture de la graine est un mécanisme souhaité pour faciliter l'extraction de l'huile contenue à l'intérieur de cette dernière.

Aussi, il est important que le projecteur de tourteaux soit conçu de manière à assurer un mouvement régulier et contrôlé des tourteaux.

b. Motoréducteur

Pour effectuer un choix préliminaire d'un motoréducteur qui développe une puissance de 300 W et une vitesse de rotation de 60 tr/min, il faut tenir compte d'un certain nombre de facteurs.

Tout d'abord, il est important de comprendre les exigences spécifiques de l'application du système dans lequel le moteur sera utilisé. Ces exigences peuvent inclure :

- Le couple nécessaire pour entraîner la charge.
- L'environnement de fonctionnement.
- La durée de vie prévue.
- Les dimensions.
- Le poids.
- Les contraintes de coût.

Le choix du réducteur pour ce moteur s'est porté sur l'utilisation d'un engrenage conique. Une configuration d'engrenages spécifiques qui convertit efficacement le mouvement vertical du moteur en mouvement horizontal. Cette transformation du mouvement est essentielle pour que le moteur soit couplé de manière optimale à l'ensemble de pressage.

Outre la conversion du mouvement vertical en mouvement horizontal, le réducteur joue également un rôle dans la réduction de la vitesse de rotation. Dans ce cas, le réducteur doit réduire la vitesse du moteur à 60 tr/min, ce qui correspond aux besoins spécifiques de l'ensemble de pressage.

Le choix du moto-réducteur peut également être influencé par d'autres considérations telles que la fiabilité, le niveau sonore, la durabilité et la disponibilité des pièces de rechange. Il est conseillé de consulter les spécifications techniques fournies par les fabricants de moto-réducteurs et de comparer différentes options pour trouver celui qui répond le mieux aux besoins spécifiques de notre presse d'huile.

c. Accessoires :

i. Récipient de collecte d'huile :

Le récipient de collecte d'huile est un accessoire essentiel qui permet de collecter et de stocker l'huile extraite lors du processus de pressage. Il recueille l'huile de manière pratique et hygiénique, en évitant les projections ou les déversements pendant le processus de pressage. Il est souvent muni d'un bec pour transférer aisément l'huile vers d'autres récipients de stockage.

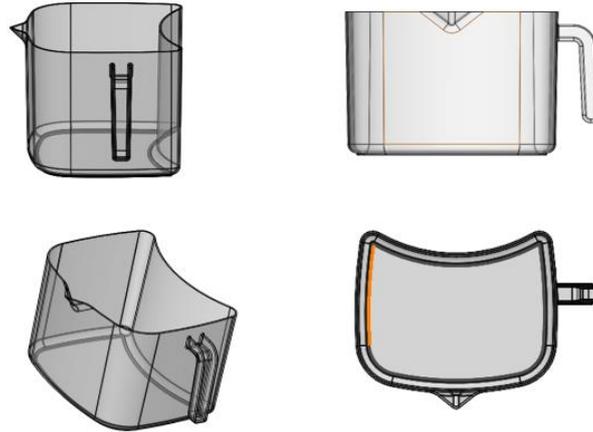


Figure III-25 : Récipient de collecte d'huile.

Le collecteur d'huile doté d'un filtre intégré pour éliminer les particules indésirables ou les impuretés dues aux graines.

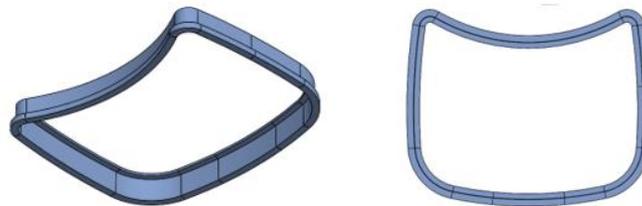


Figure III-26 : Filtre.

ii. Trémie d'alimentation

La trémie est un composant fondamental de la presse, conçu de manière spécifique pour accueillir les graines oléagineuses et qui permet une alimentation efficace et continue des graines tout au long du processus de pressage. La trémie est construite avec des matériaux appropriés, en fonction des normes de sécurité alimentaire et des besoins de l'utilisateur (figure III-27).

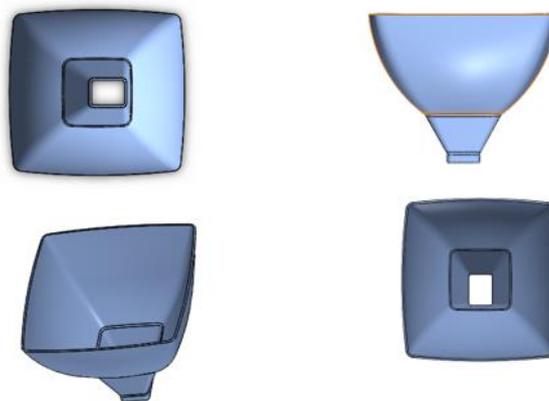


Figure III-27 : Trémie d'alimentation.

d. Corps principal

Le corps de notre presse d'huile se compose de trois cages : une cage intérieure, une cage extérieure et une cage principale. Ces cages sont toutes construites à l'aide de la technique d'injection de plastique en ABS.

En utilisant la technique de l'injection plastique avec l'ABS, nous sommes en mesure de produire des cages solides et robustes qui fournissent un support interne adéquat et une protection pour les composants de la presse à huile. De plus, l'ABS est un matériau léger, ce qui rend la presse facile à manipuler et à installer.

i. Cage principale

La cage principale de notre presse d'huile a un rôle essentiel protecteur. Elle forme une enveloppe extérieure qui préserve les composants internes de la machine. Elle assure leur sécurité et leur durabilité, et facilite l'accès pour les opérations de maintenance nécessaires (figure III-28).

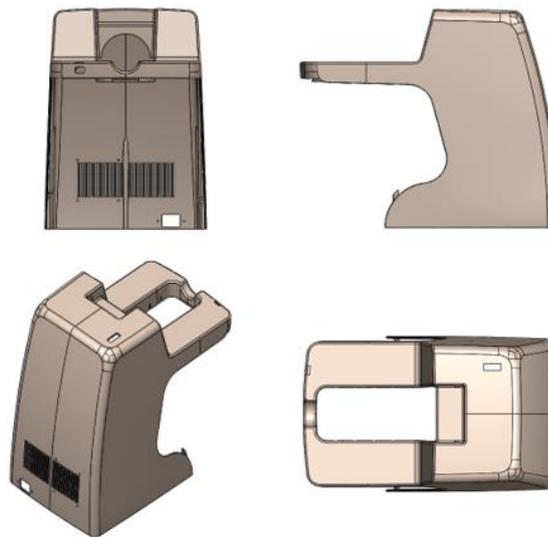


Figure III-28 : Cage principale de la presse d'huile.

Elle offre une barrière physique qui empêche les intrusions indésirables, comme la poussière, les débris ou toute autre substance extérieure, d'entrer en contact avec les éléments sensibles de la presse.

ii. Cage intérieure

La cage intérieure est conçue pour s'adapter avec précision et sécurité à l'intérieur de la cage principale. Elle sert de support supplémentaire et de moyen de fermeture de la cage extérieure, ce qui renforce la structure globale de la presse à huile (figure III-29).

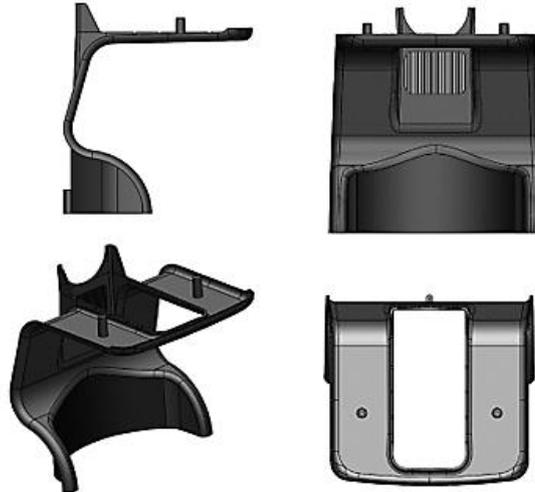


Figure III-29 : Cage intérieure.

L'assemblage de la cage intérieure avec la cage principale est conçu de manière précise pour garantir un ajustement parfait et une intégrité structurelle solide. Le résultat donnera une presse d'huile fiable et robuste, capable de résister aux contraintes et de fonctionner de manière optimale pendant une longue période.

Pour profiter de l'évacuation de l'air du refroidissement du moteur produit par le ventilateur, des trous sont placés près de l'ensemble de pressage pour le refroidir (figure III-30).

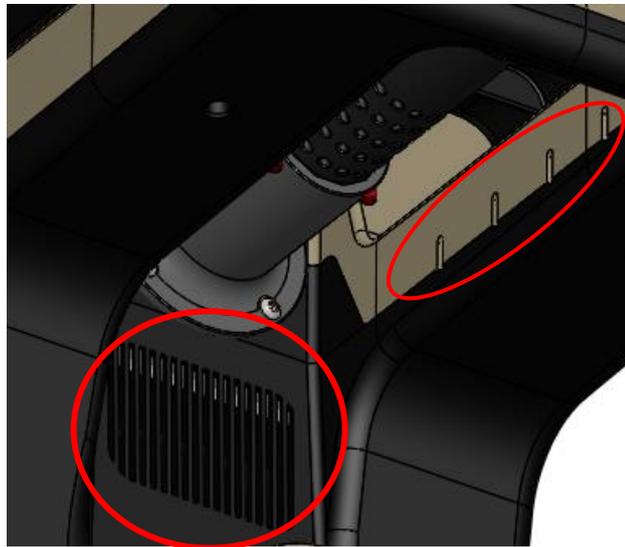


Figure III-30 : Orifices d'évacuation de l'air.

iii. Cage extérieure

La cage extérieure, qui est montée en articulation avec la cage principale, confère une enveloppe protectrice externe à l'ensemble de pressage.

La cage extérieure entoure l'ensemble de pressage, qui contient des composants fondamentaux tels que la vis sans fin et la chambre de pressage (figure III-31).

Elle sert de barrière de sécurité pour l'opérateur, l'isolant de l'ensemble de pressage et empêchant tout contact direct avec les pièces en mouvement.

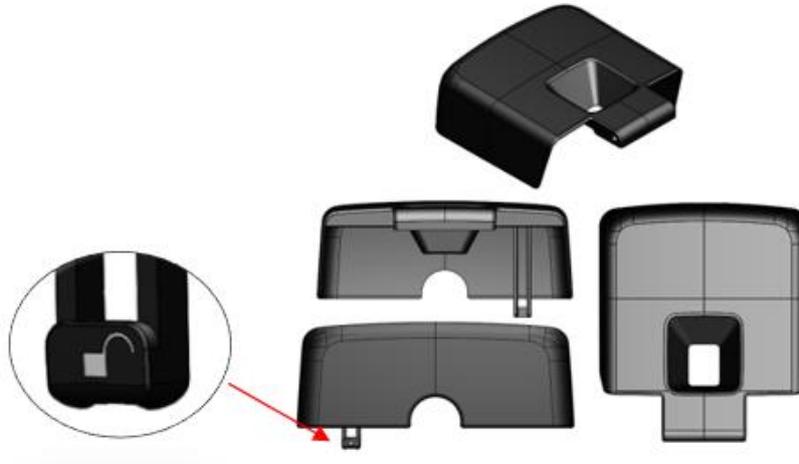


Figure III-31 : Cage extérieure.

Une caractéristique importante de la cage extérieure est sa capacité à s'ouvrir et à se fermer en appuyant simplement sur un bouton, conçue sur la base de la souplesse de la pièce. Cette caractéristique permet à l'opérateur d'accéder à l'ensemble de pressage.

e. Support de la charge

Le support de charge de notre presse assure la stabilité, le soutien et l'alignement précis du moteur, du réducteur et de l'ensemble de pressage. Solidement fixé à la base de la machine, il réduit les vibrations indésirables (figure III-32).

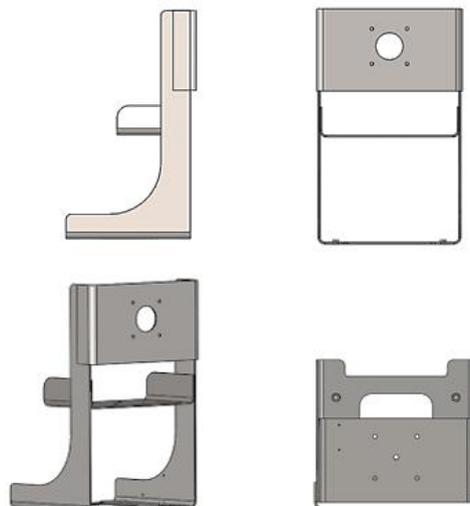


Figure III-32 : Support de charge.

Fabriqué en acier au carbone, le support de charge est conçu pour supporter le poids des composants de la presse d'huile et pour soutenir les contraintes liées au processus de pressage.

f. Socle

Le socle est un élément clé dans la conception de la presse à vis, car il offre une base solide et stable pour soutenir l'ensemble de la machine. Grâce à sa construction saine et à ses caractéristiques de conception (figure III-33).

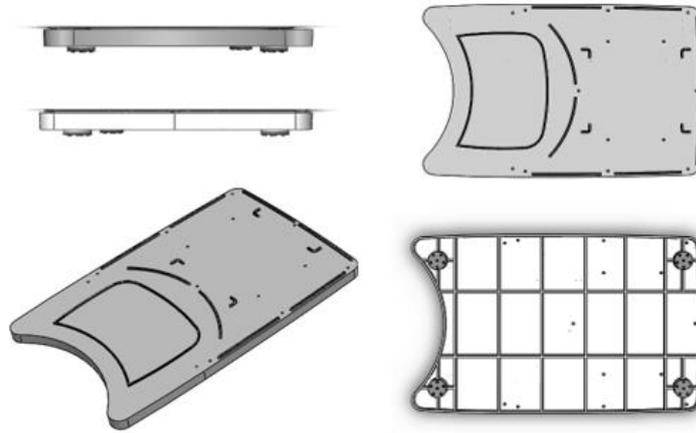


Figure III-33 : Socle de la presse.

Le socle peut être équipé de pieds amovibles en caoutchouc, figure III-34, pour assurer l'amortissement des vibrations et la mise à niveau correcte de la machine.



Figure III-34 : Pied de socle.

En enveloppant la base, le couvercle constitue une barrière supplémentaire pour empêcher l'humidité, la poussière et d'autres substances nocives (figure III-35). Ce couvercle a été conçu pour la protection des vis de serrages contre la corrosion, un phénomène courant lorsqu'elles sont exposées à l'humidité ou à d'autres agents corrosifs.



Figure III-35 : Couvercle de socle.

III.2.2.2. Choix de matériau et processus de fabrication

Dans la mesure où nous travaillons sur une machine à usage domestique, le choix de fabriquer la cage et les accessoires en plastique a été privilégié pour des raisons liées à la légèreté et à l'isolation électrique, garante de la sécurité de son utilisateur. En outre, nous avons opté pour l'injection plastique comme procédé de fabrication en raison de sa simplicité ainsi que de la disponibilité de ses équipements sur le marché ou encore de ce que cette technique peut être sous-traitée, dans la mesure où l'injection plastique est très dominante dans l'industrie des produits à base de plastique.

Pour l'assemblage de pressage, les matériaux certifiés pour le contact alimentaire étaient limités, nous avons donc décidé de le réaliser en acier inoxydable dont l'utilisation est la plus répandue dans l'industrie agro-alimentaire.

Quant au support de charge, utilisant l'emboutissage comme procédé de fabrication, il sera fabriqué à base d'un matériau métallique qui sera déterminé ultérieurement selon les exigences spécifiques.

Tableau III-7 : Choix préliminaire de type de matériaux et procédés de fabrication.

Sous ensemble	Matériaux	Procédé de fabrication
La chambre de pression	Acier inoxydable	Moulage, Usinage
Le vis sans fin	Acier inoxydable	Usinage
L'ensemble support	Matériau métallique	Déformation à froid l'emboutissage
La cage	Matériau Plastique	Injection
Les accessoires	Matériau Plastique Food contact	Injection

Les concepteurs doivent toujours réfléchir en termes d'équation : géométrie - matériaux - processus de fabrication - coût, tout en étudiant la faisabilité des pièces conçues ainsi que la disponibilité de ces matériaux, procédés de fabrication et leurs coûts.

III.2.3. Phase 03 : Conception détaillée

III.2.3.1. Simulation et optimisation des modèles préliminaires

Les modèles préliminaires sont généralement basés sur la théorie et peuvent être continuellement améliorés avec des détails supplémentaires au fur et à mesure que le processus de conception se déroule. En employant des techniques de simulation et d'optimisation, souvent basées sur la méthode des éléments finis (MEF), lors de la phase de conception, on peut améliorer la conception du produit ou du système en testant différentes configurations et en optimisant les paramètres sur la base des résultats obtenus.

Afin de dimensionner, vérifier ou valider les différents paramètres de nos pièces de manière sûre et rentable, à l'aide des divers logiciels (SolidWorks, Autocad, Alter, Ansys, Abaqus ...etc.) on utilise des modèles numériques très proches des pièces réelles. Ces modèles numériques nous permettent d'effectuer divers tests et même de simuler les processus de fabrication concernés, tels que la simulation de l'injection plastique, afin de juger leur faisabilité. En outre, des simulations, telles que la dynamique des fluides numérique (CFD), peuvent être utilisées pour vérifier la fonctionnalité des pièces. Cette approche a contribué de manière significative à l'avancement de la conception et de l'industrie dans son ensemble, en nous permettant de simuler des modèles numériquement dans un court laps de temps, éliminant ainsi le besoin d'essais mécaniques et de prototypes coûteux.

Dans le cas spécifique de la partie mobile de la presse, la vis sans fin et la chambre de pressage sont les pièces les plus sollicitées. La vis sans fin est soumise à une torsion due aux forces de pression résistantes générées par le gâteau. Il est donc nécessaire de vérifier et de valider par simulation, le diamètre minimal de sa section critique, là où les contraintes sont les plus élevées, en appliquant le cas critique de fonctionnement qui est celui du blocage.

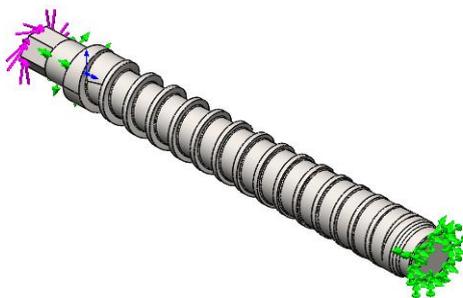


Figure III-36 : Simulation de la torsion de l'arbre à vis. [28]

La simulation permettra d'évaluer également les contraintes de cisaillement appliquées aux filets, qui sont soumis à des forces considérables en raison de la pression exercée. Les contraintes de cisaillement doivent être prises en compte pour s'assurer que la vis sans fin est suffisamment dimensionnée et qu'elle est capable de résister aux charges appliquées sans déformation excessive ou rupture.

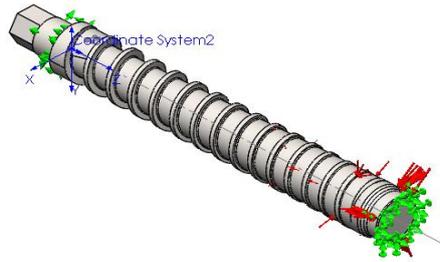


Figure III-37 : Vérification de la largeur du filet. [28]

La limite d'élasticité de l'acier inoxydable est de 206 MPa, ce qui signifie que la contrainte maximale doit rester inférieure à cette valeur avec un coefficient de sécurité pour garantir l'intégrité structurelle de la vis.

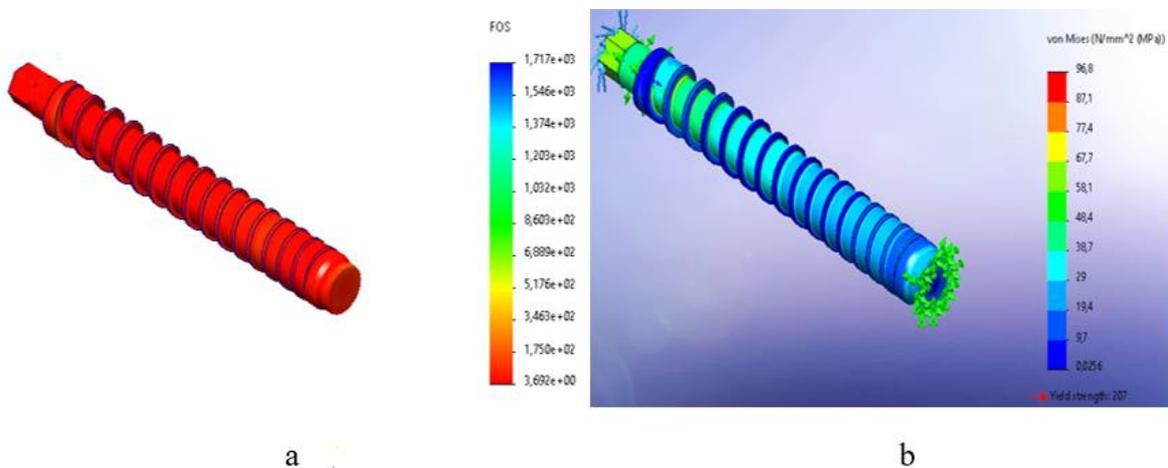


Figure III-38 : a) Répartition coefficient de la sécurité à la deuxième simulation. b) Répartition de contraintes de Von mises à la première simulation. [28]

La première simulation indique que le coefficient de sécurité minimal est de 3,62, ce qui signifie que les filets sont largement résistants. Pour le deuxième cas, la contrainte maximale de Von mises est égale à 96.8 MPa, sachant que la limite élastique est 206 MPa alors la vis résiste à la torsion en cas de blocage avec un coefficient de sécurité supérieur à 2.

En plus de la contrainte maximale, nous avons également identifié que la déformation maximale se produit à l'extrémité de la vis. Cette déformation doit être prise en compte dans la conception de la vis pour garantir un fonctionnement adéquat.

Bien que l'analyse statique de la vis n'ait pas révélé les résultats les plus critiques, elle a mis en évidence l'emplacement de la contrainte maximale. Il est important de noter que l'analyse de fatigue est particulièrement importante pour évaluer la résistance de la vis dans des conditions de chargement cyclique, telles que celles rencontrées lors du processus de pressage.

Le dimensionnement de la chambre de pressage a été réalisée grâce à un processus de développement itératif.

En répétant ce processus tel que décrit ci-dessus, les performances, l'efficacité et la fiabilité de la chambre de pressage ont été progressivement améliorées. La conception finale de cette pièce a été obtenue en itérant et en affinant les valeurs et les formes géométriques jusqu'à ce qu'elle réponde à toutes les exigences et critères de performance nécessaires, comme indiqué dans la figure ci-dessous :

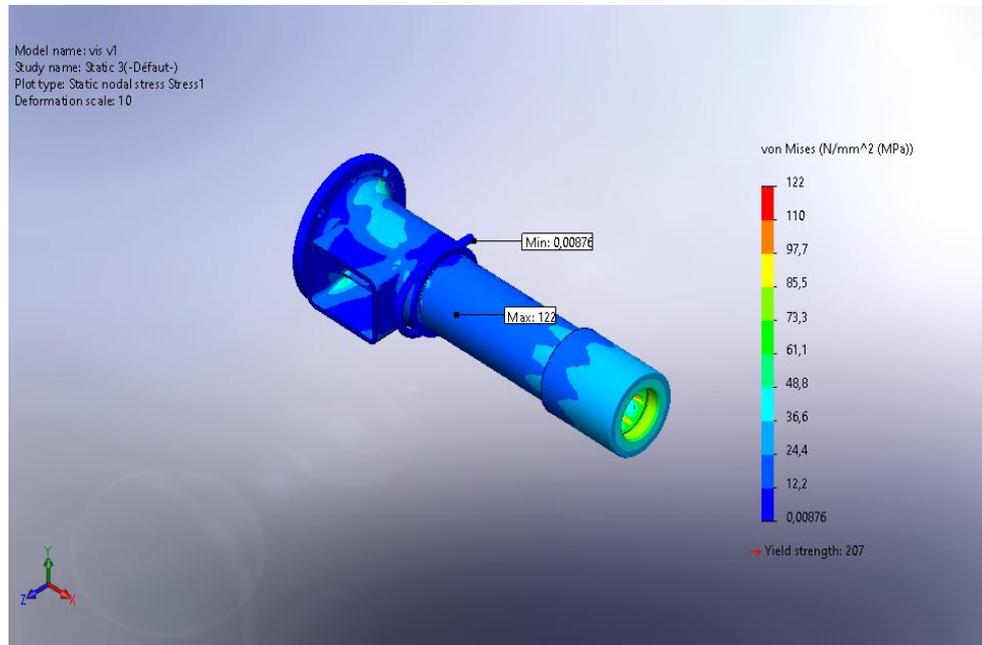


Figure III-39 : Distributions de contraintes de von mises. [28]

Comme La chambre de pressage a été fabriquée en acier inoxydable 304 par un processus de moulage suivi d'un usinage. La limite élastique de l'acier inoxydable 304 est de 206 MPa. Après avoir effectué la simulation, nous constatons que cette conception de chambre est saine, car la contrainte maximale observée reste inférieure à la limite élastique, même après avoir été multipliée par le coefficient de sécurité, que nous admettons être de 1,7 dans ce cas.

L'analyse statique de la chambre de pressage a révélé le facteur de sécurité minimum, mettant en évidence le point critique situé dans les rainures où l'huile est évacuée, comme le montre la figure ci-dessus.

III.2.3.2. Choix final du matériau et procédé de fabrication

Le choix de matériau représente un facteur très important lors de la conception d'un produit, influençant profondément les propriétés mécaniques, la fonctionnalité, le coût et la qualité du produit final ainsi que le processus de fabrication. En étudiant attentivement les caractéristiques et les propriétés des différents matériaux, les concepteurs et les producteurs sont en mesure de les adapter aux exigences spécifiques de l'application visée, La désignation finale du matériau sera alors fixée adéquatement. Ils peuvent s'appuyer sur des logiciels dédiés spécifiquement à ce rôle, tels que : CES Selector, Granta MI ou Matereality.

Pour notre cas ce tableau indique les matériaux choisis.

Tableau III-8 : Tableau de choix final des matériaux.

Sous ensemble	Matériaux	Justification du choix de matériaux	Procédé de fabrication
La chambre de pression	Acier inoxydable 304	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la corrosion. • Propreté et hygiène. • Résistance mécanique. • Compatibilité avec les aliments. 	Moulage usinage
Le vis sans fin	Acier inoxydable 304	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la corrosion. • Propreté et hygiène. • Résistance mécanique. • Compatibilité avec les aliments. • Moins chère que 316 et résistant pour cette utilisation. 	Usinage
L'ensemble support	Acier au Carbon	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance des charges mécanique importante. • Suffisamment solide et stable pour éviter la défaillance. • Compatible avec l'environnement de travail. • Abordable en termes de prix. 	Déformation à froid l'emboutissage
La cage	ABS (Acrylonitrile Butadiène Styrène)	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance mécanique et thermique. • Légèreté. • Résistance à la corrosion. • Isolation électrique. • Facilité de moulage. 	Injection Plastique
La trémie et le récipient de collecte d'huile	Polycarbonate	<ul style="list-style-type: none"> • Résistant aux chocs. • Résistance chimique. • Résistance aux températures élevées. • Une transparence optique élevée. • Durabilité. 	Injection Plastique
Filtre	Polypropylène (PP)	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance thermique et chimique. • Résistance à la corrosion. • Durable. • Faciles à manipuler. 	Injection plastique

Étant donné que nous avons conçu une grande partie de la presse, à savoir tous les accessoires et l'ensemble cage et base, sur la base de l'injection plastique, nous avons toujours tenu compte, lors de la conception de ces pièces, de la faisabilité de ce processus, en analysant des angles de dépouille pour assurer la sortie du moule et en essayant de le simplifier au maximum pour le rendre aussi peu coûteux que possible et de maintenir une épaisseur uniforme pour éviter les défauts de surface tels que les marques, les rayures, les bulles, les brûlures et les décolorations. Comme mentionné dans l'annexe, nous avons vérifié la

faisabilité de certaines pièces de la cage en simulant le moulage par injection à l'aide de SolidWorks plastics.

III.2.3.3. Choix finals du motoréducteur

Comme mentionné précédemment, il est nécessaire d'utiliser un moto-réducteur à engrenages coniques pour cette machine, capable de fournir un couple de 50 N.m et de maintenir une vitesse de rotation de 60 tr/min.

Pour notre presse on a choisi Le moteur **7630 Vacuum** (figure III-40). Les spécifications techniques de ce moteur sont les suivantes :

Tableau III-9 : Spécifications techniques du moteur.



Modèle	7630 Vacuum
Type de moteur	Moteur universel monophasé
Tension d'alimentation	220V
Alimentation	Alternatif (AC)
Phase	Monophasé
Puissance	300W

Figure III-40 : Moteur 7630 Vacuum.

Les dimensions du moteur Vacuum 7630 sont présentées dans la figure III-41 ci-dessous :

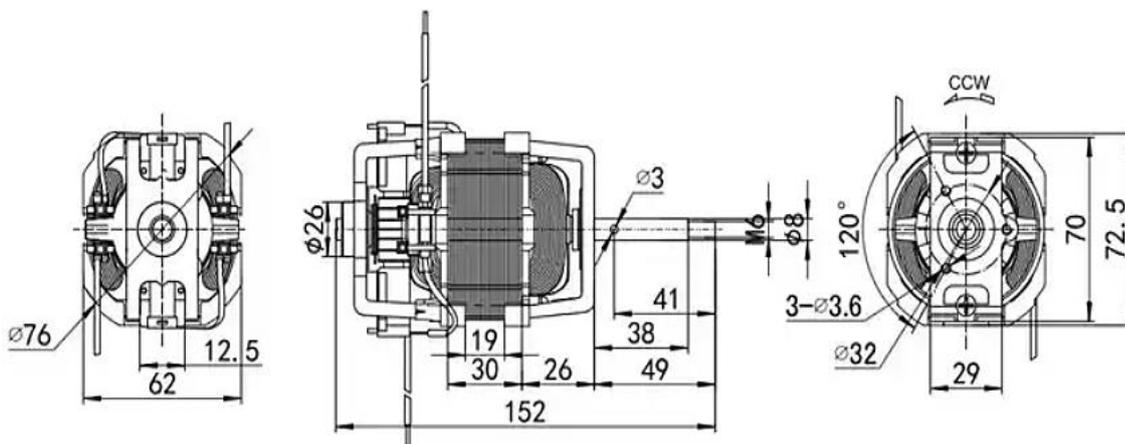


Figure III-41 : Dessin technique du moteur 7630 Vacuum.

Comme mentionné précédemment, il est nécessaire d'utiliser un réducteur à engrenages coniques pour cette machine, capable de fournir un couple de 50 N.m et de maintenir une vitesse de rotation de 60 tr/min.

III.2.3.4. Partie alimentation et commande électrique

Concernant la commande et l'alimentation électrique, notre machine est destinée à un usage domestique, il faut donc qu'elle soit conçue pour une alimentation en courant alternatif (AC) avec une tension de 220V. Le moteur utilisé dans cette machine est un moteur asynchrone monophasé à deux sens de rotation, qui requiert un système d'alimentation. Ce système est choisi amovible, c'est-à-dire qu'il se compose d'un connecteur d'alimentation secteur de type CEE (embase secteur) intégré à la machine et d'une fiche secteur mâle de type E, assurant ainsi la maintenabilité et la facilité d'installation ou de déplacement de la machine. Le choix des types de prises est basé sur ceux les plus couramment adéquates pour les installations domestiques, de sorte que cette machine soit standard et simple à utiliser.



Figure III-42 : a) Cordon prise type E. b) Embase prise type CEE.

Le démarrage des moteurs électriques requiert un pic d'énergie instantané assez élevé, de sorte que les moteurs asynchrones monophasés s'appuient sur un condensateur connecté en parallèle avec eux pour générer ce pic.

Dans notre cas, Le condensateur est utilisé pour protéger le moteur contre tout échauffement dû à un blocage de la partie active. La partie active est entraînée par un moteur ayant la capacité de tourner dans les deux sens, en cas de blocage, l'utilisateur doit changer le sens de rotation du moteur à l'aide d'un interrupteur pour débloquer l'ensemble de pressage en utilisant un interrupteur inverseur unipolaire pour inverser les pôles du condensateur.

Cependant, il est possible d'automatiser cette tâche en utilisant un circuit simple. Lorsque le moteur se bloque, un système réagira automatiquement pour le débloquer. Il tournera au sens inverse pendant 10 secondes et reviendra ensuite en fonctionnement normal.

Ce circuit comporte plusieurs composants. Il inclut un capteur de courant ACS 502, un trigger de Schmidt et un temporisateur NE555. Le temporisateur NE555 est utilisé pour temporiser en position 2 pendant 10 secondes.

Un schéma de simulation réalisé par Proteus est présenté dans l'annexe.

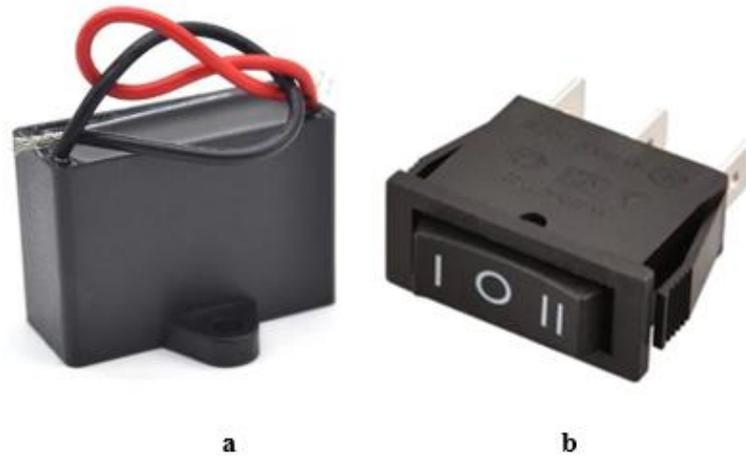


Figure III-43: a) Condensateur de démarrage. b) Interrupteur à 03 positions.

Étant donné que le moteur sélectionné n'est pas équipé d'un ventilateur de refroidissement pour le protéger contre l'augmentation de la température, un simple ventilateur à courant continu de 12 V est utilisé pour le refroidir. Ce ventilateur est équipé d'un transformateur 220 AC/ 12 DC.

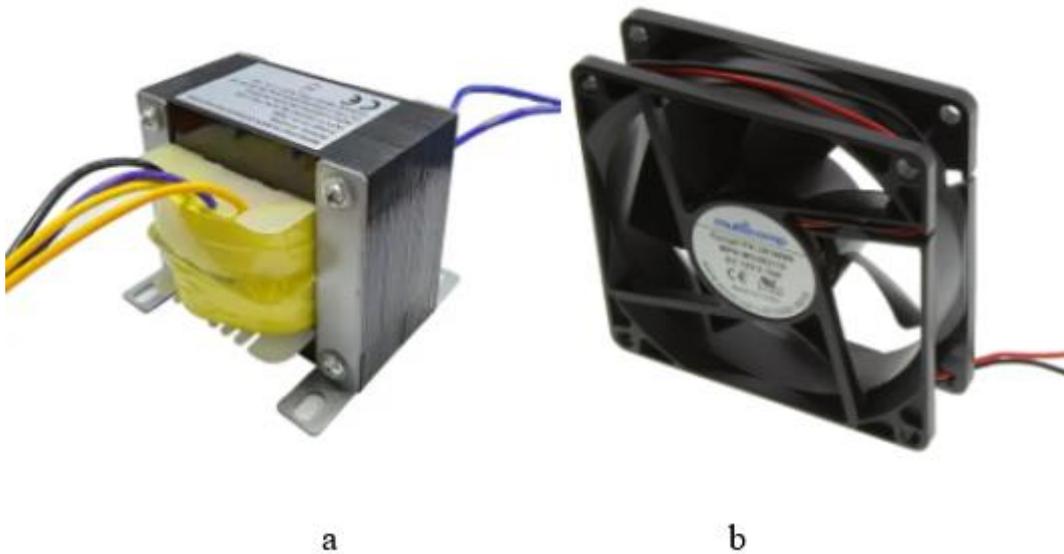


Figure III-44 : a) Transformateur 220 AC/12DC. b) Ventilateur 12V DC.

III.2.3.1. BOM (Bill of Materials) nomenclature

Au niveau de cette tâche, les pièces seront nommées et numérotées ou codifiées, représentées sous la forme d'une vue éclatée de l'assemblage et classées dans un tableau comprenant le nom, le numéro, la désignation du matériau et le nombre de répétitions des pièces.

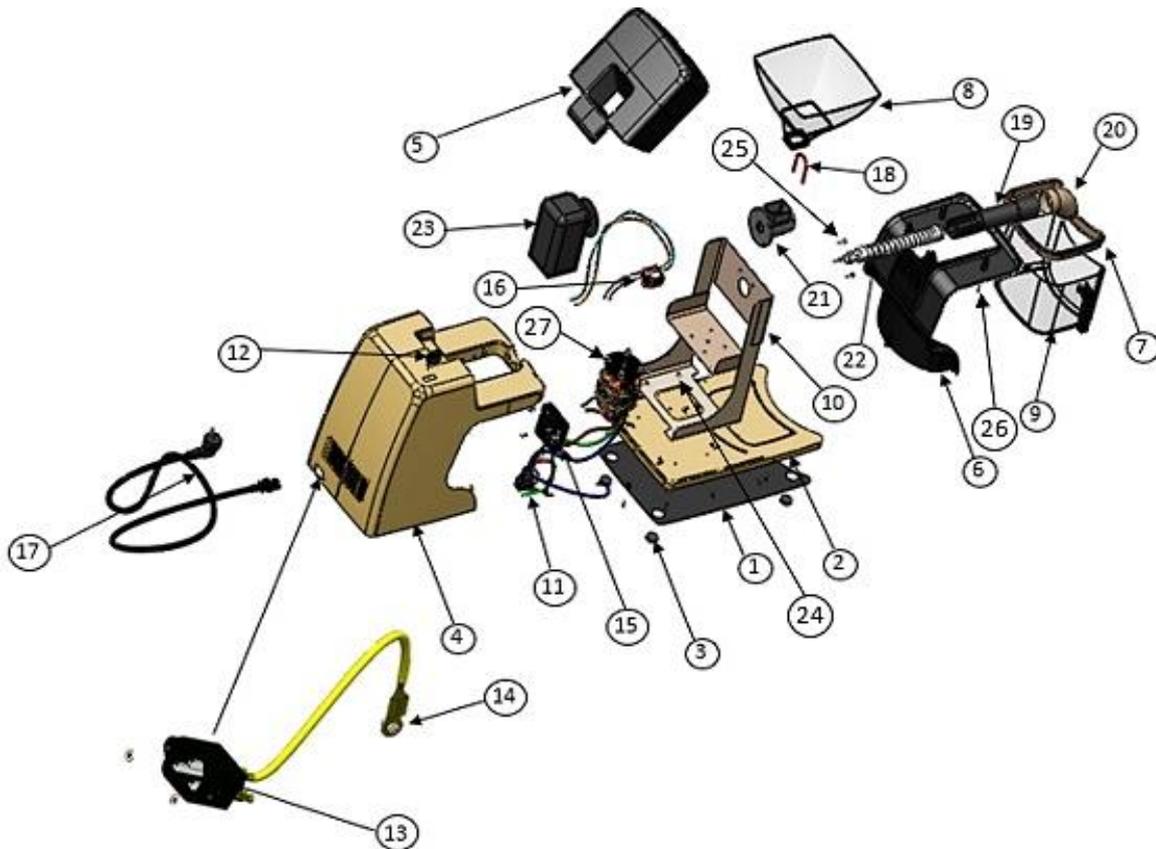


Figure III-45 : Nomenclature des pièces de la machine BOM.

Tableau III-10 : Tableau de nomenclature des pièces.

N°	Nom de la pièce	Source	Nombre
1	Couvercle du socle	Fabriqué	1
2	Socle corps	Fabriqué	1
3	Pied	Fabriqué	4
4	Cage principale	Fabriqué	1
5	Cage extérieur	Fabriqué	1
6	Cage intérieur	Fabriqué	1
7	Filtre	Fabriqué	1
8	Trémie	Fabriqué	1
9	Récipient d'huile	Fabriqué	1
10	Support de charge	Fabriqué	1
11	Condensateur	Acheté	1
12	L'interrupteur	Acheté	1
13	Embase secteur	Acheté	1
14	Cosse prise de terre	Acheté	1
15	Ventilateur	Acheté	1
16	Transformateur	Acheté	1
17	Secteur prise	Acheté	1
18	Goupille	Fabriqué	1
19	Chambre de pressage	Fabriqué	1
20	Projecteur du déchet	Fabriqué	1
21	Support de chambre de pressage	Fabriqué	1
22	Vis sans fin	Fabriqué	1
23	Réducteur	Acheté	1
24	Vis ISO 7045 M3 X 8	Acheté	4
25	Vis ISO 7380 M4 X 12	Acheté	4
26	Vis BN 82428 M3 X 12	Acheté	12
27	Vis et écrou ISO 4017 M5	Acheté	4

III.2.3.2. Séquence d'assemblage

L'assemblage de la presse nécessite une mise en place méticuleuse des différents composants. Pour garantir un assemblage correct et efficace de cette machine, il est essentiel de suivre les étapes suivantes.

a. Placement de support sur le socle de la presse :

L'assemblage du support de charge avec le socle de la presse

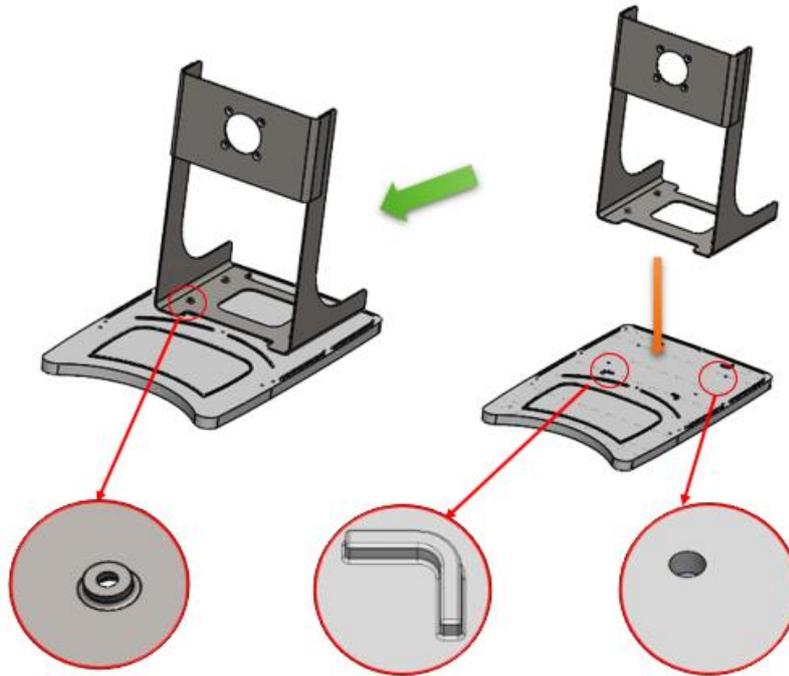


Figure III-46 : Emplacement du Support sur le Socle.

Ce support est guidé par des cales de positionnement, comme le montre la figure ci-dessus, et maintenu en place par des vis à tête. Les cales assurent un positionnement précis du support.

➤ La vis choisie est de type **ISO 7045**



- Matériau : Zinc Plate acier allié.
- Finition extérieure : Acier Zingué.
- Taille : M3 X 8.
- Type de tête : fraisée bombée pozidrive.

Figure III-47 : Vis à métaux tête fraisée bombée pozidrive.

b. Placement des composants achetés

Le moteur est soigneusement positionné sur le support de charge de la presse et solidement fixé à l'aide d'un système de vis et d'écrous. Cela garantit la stabilité du moteur pendant toute la durée de vie de la presse. En outre, le moteur est positionné de manière à ce que son axe de rotation soit aligné verticalement avec l'axe de l'arbre de la presse à huile. Un réducteur à engrenages coniques est choisi pour assurer cette connexion, car il dépend de l'espace disponible à l'intérieur de la machine. Cette configuration assure une liaison efficace et optimale entre le moteur et l'arbre de la presse à huile.

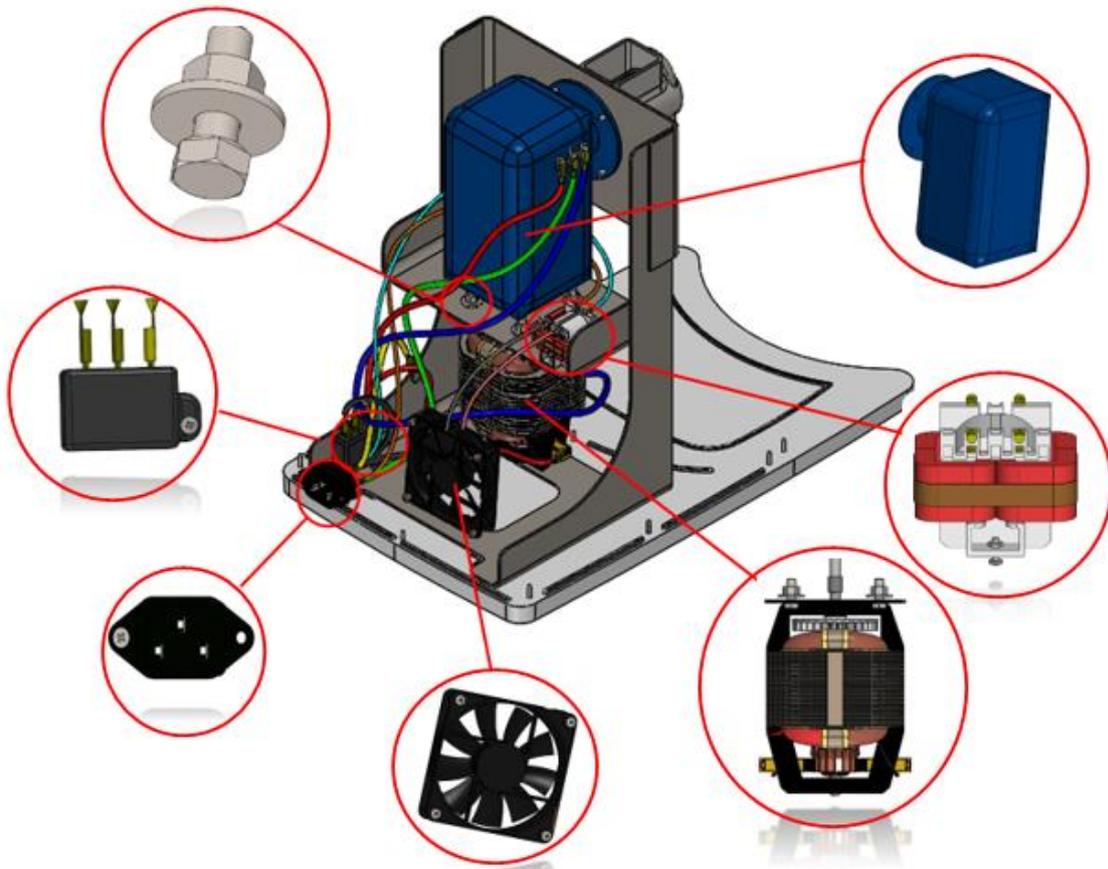


Figure III-48 : Disposition des composants électriques.

c. Placement du support d'ensemble de pressage

Cette étape consiste à assembler le support d'ensemble de pressage avec le support de charge de notre presse. La fixation de ces 2 pièces faite par des **ISO 7380** à tête bombée à six pans creux.

La figure III-49 ci-dessous illustre cette solution :

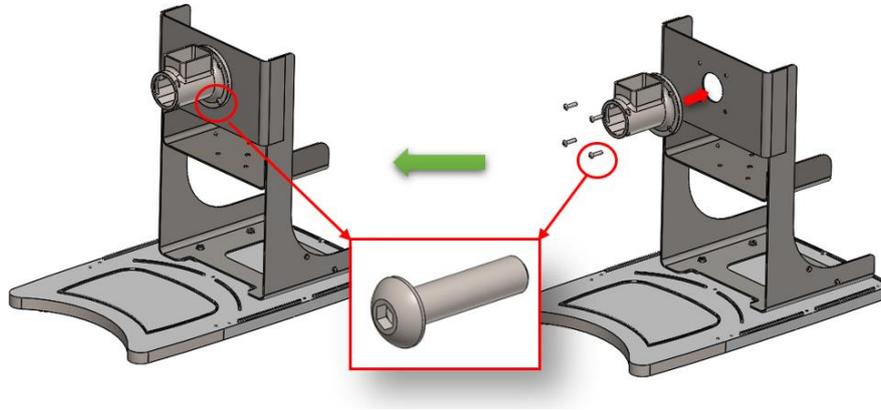


Figure III-49 : Assemblage du support d'ensemble de pressage avec le support de charge.

Le choix des vis repose sur les critères suivants :

- Standards, Disponibilité.
- Coût bas.
- Résistante aux contraintes mécaniques, thermiques...

d. Assemblage de l'ensemble des cages

i. Assemblage de la cage principale :

Lors de la cinquième étape, la cage principale est vissée dans la base de la presse, tout en étant guidée par des cales de positionnement spécialement conçues sur cette base.

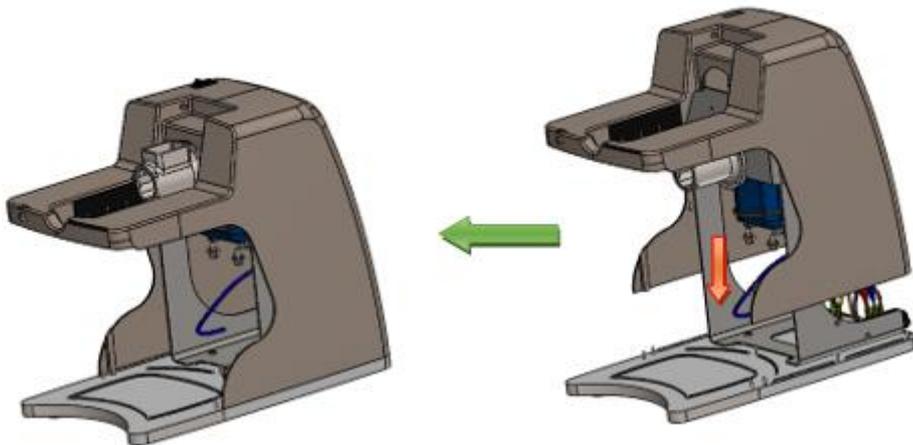


Figure III-50 : Assemblage de la cage extérieure.

ii. Assemblage de la cage intérieure

Lors de la cinquième étape, la cage principale est vissée dans la base de la presse, tout en étant guidée par des cales de positionnement spécialement conçues sur cette base.

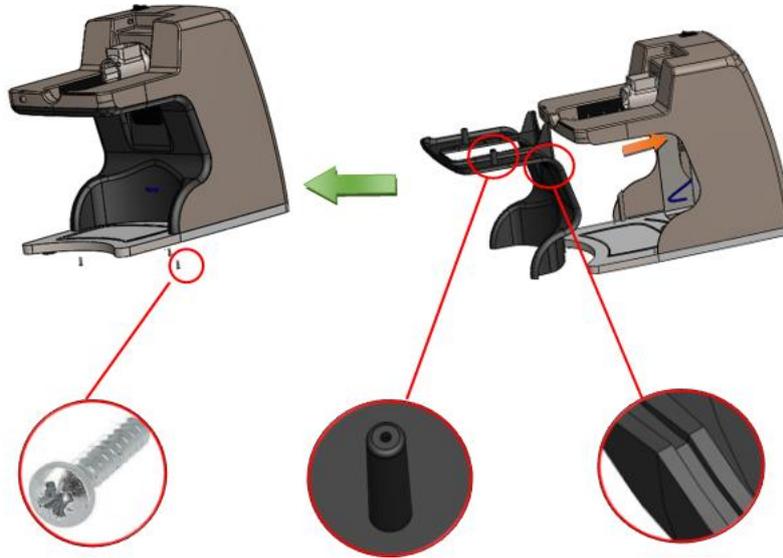


Figure III-51 : Assemblage de la cage intérieure.

La fixation de ces pièces est faite par une vis auto-taraudeuse pour matériaux plastiques avec un filet singulier de 30°, réalisée avec bout plat. Son noyau robuste autorise son utilisation sur des matériaux thermoplastiques et thermodurcissables.

La vis est de type BN 82428

- Tête : Cylindrique Bombée
- Type : pozidrive
- Matière : Acier
- Revêtement : Zingué

La justification du choix des vis repose sur les critères suivants :

- ✓ Meilleure résistance à l'arrachement.
- ✓ Réduction du risque de fissuration du matériau.
- ✓ Idéale pour les matériaux très minces.
- ✓ Une meilleure résistance aux vibrations.

e. Installation du couvercle de la base

Une fois que toutes les pièces ont été correctement assemblées sur la base de la presse, nous procédons à la protection de celle-ci en la recouvrant d'un couvercle simple. Ce couvercle a pour fonction de préserver la propreté de la base et de la protéger contre les éventuelles contaminations ou débris.

Le montage se fait par serrage, en utilisant la contre-dépouille de l'alésage au niveau duquel le pied est monté.

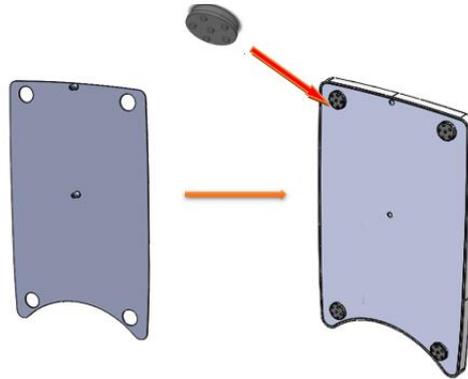


Figure III-52 : Emplacement du couvercle et pieds.

f. Emplacement des accessoires de la presse

Une fois que toutes les pièces de la presse d'huile ont été assemblées et que la machine est prête, il est temps de procéder au montage des accessoires. Cette étape vise à faciliter le nettoyage des composants de la machine et à assurer un fonctionnement optimal. Voici les séquences d'assemblage des différents accessoires :

- 1- Ensemble de pressage : Placez l'ensemble de pressage dans son emplacement désigné sur la machine. Assurez-vous qu'il est correctement aligné et fixé en utilisant la goupille.
- 2- Trémie : Après la fermeture de la cage extérieure, Fixez la trémie sur la partie supérieure de la machine.
- 3- Récipient de récupération d'huile : Placez le récipient de récupération d'huile sous la zone de sortie d'huile (des cales de guidage ont été spécialement conçues pour assurer un positionnement précis du récipient.).
- 4- Le filtre : Fixez le filtre sur le récipient d'huile.

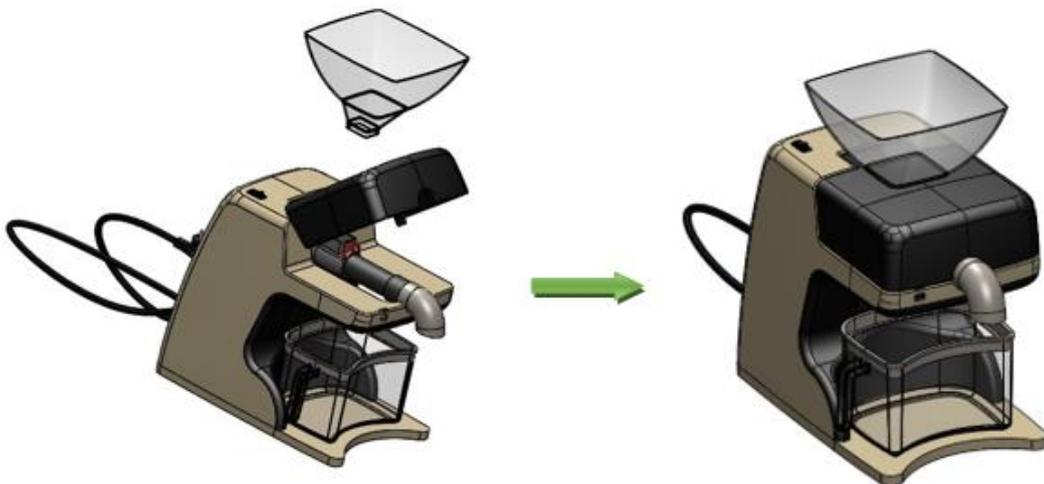


Figure III-53 : Assemblage des accessoires de la presse.

III.2.4. Phase 04 : validation et réalisation

III.2.4.1. Validation du design (simulation)

Jusque-là la conception de la presse est presque finie, on peut compter sur les résultats des logiciels de simulation qui peuvent simuler divers scénarios et situations pour évaluer la performance, la fonctionnalité et la sécurité du produit afin de le valider. En effectuant des tests virtuels similaires aux conditions réelles.

III.2.4.2. Prototype technologique

Ce prototype sert à valider les résultats des simulations effectuées précédemment. Il est soumis aux différents tests nécessaires qui varient selon les cas, notamment les tests mécaniques, les tests thermiques, les tests de fatigue, etc. permettant de valider le choix des processus de fabrication et des moyens de réalisation. Ces prototypes contribuent aussi généralement à la conception des outillages et des lignes de production. L'équipe de conception mène à la fabrication d'une cinquantaine de ces prototypes à base d'un matériau conforme ou du matériau même de la production en série.

III.2.4.3. Lancement des outils

Avant l'étape de la production en série, les concepteurs, avec l'aide des prototypes nommés préséries fabriqués avec finition à base des matériaux finaux, travaillent en collaboration avec les methodistes et l'équipe de gestion de la production pour optimiser la productivité et l'ordonnancement des lignes de production et d'assemblage. Ils finalisent la conception du produit en fabriquant en fonction de la capacité de production ciblée d'environ 500 préséries.

Le lancement et le test des outils se font durant cette étape, au bout de cette dernière, le produit est mûr pour la fabrication et les essais de mise sur le marché.

III.3. Produit conçu



Figure III-54 : Presse d'huile à froid.

La presse d'huile végétale à froid est conçue pour extraire de l'huile de haute qualité à partir de différentes graines et noix oléagineuses. Elle se distingue par sa facilité d'utilisation et son efficacité supérieure par rapport aux autres machines disponibles sur le marché.

Cette presse d'huile végétale offre un rendement élevé en convertissant les matières premières en une huile précieuse, préservant ainsi les propriétés nutritionnelles et les arômes naturels des produits. Elle est spécialement conçue pour répondre aux besoins des utilisateurs domestiques, offrant une solution pratique et économique pour produire leur propre huile à la maison.

La conception de la presse d'huile respecte toutes les normes de sécurité, garantissant ainsi une utilisation sans danger pour l'utilisateur. De plus, cette presse est accessible en termes de prix, permettant à un large public de profiter des avantages d'une huile végétale de haute qualité, produite de manière fiable et efficace.

Le tableau ci-dessous présente les spécifications techniques de cette machine :

Tableau III-11 : les spécifications techniques de la machine conçue.

Tableau des spécifications techniques	
Esthétique	Plaire à l'utilisateur
Domaine d'utilisation	Extraction d'huile végétale
Application	Domestique
Type d'huile	Amande, Lin, Soja, Arachide, Noix de terre, Palmiste, Graines de tournesol, Noix de karité, Coprah, Noix de coco, Graines de sésame, Noix de cajou, Graines de ricin, Coquilles de noix de cajou, Germes de maïs, Graines de jatropha.
Type	A froid
Capacité	5 Kg /h
Capacité du récipient	3.3 l
Dimensions	400×200×364 mm
Poids	8 Kg
Alimentation	220-240V
Fréquence nominale	50 Hz
Puissance	300 W
Bruit	≤70Db
Vitesse de pressage de vis	60 tr/min
Niveau d'automatisme	Semi-automatique
Sécurité et protection	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité électrique - Protection des parties mobiles - Protection contre les projections - Signalisation et étiquetage - Utilisation de matériaux appropriés - Respect des normes de qualité
Contrôle de températures	Sans
Matériaux utilisés	304 acier inoxydable / ABS

Conclusion

En conclusion de ce chapitre, nous avons mené une étude approfondie et entrepris la conception d'une presse d'huile à froid. Nous avons exploré les différentes phases de conception, de l'avant-projet à la validation et à la réalisation. Tout au long de ce processus, nous avons appliqué nos connaissances théoriques pour concevoir un produit fiable.

Nous avons abordé le concept de conception et examiné les approches couramment utilisées ainsi que les principes universels qui les guident. Il est essentiel de comprendre que la conception de produits ne suit pas une méthodologie fixe, mais qu'elle peut être adaptée en fonction des besoins spécifiques de chaque entreprise ou équipe.

Dans ce chapitre, nous avons présenté un algorithme de conception basé sur quatre phases clés : l'avant-projet, la conception préliminaire, la conception détaillée, ainsi que la validation et la réalisation. Chaque phase est cruciale pour assurer la progression du projet et garantir la qualité et la fonctionnalité du produit final.

La méthodologie de conception proposée repose sur l'itération et la réflexion continue, permettant ainsi d'optimiser le processus et d'obtenir des résultats améliorés à chaque étape. Au cours de cette partie, nous avons utilisé des outils de modélisation, de simulation et d'optimisation pour parvenir à un design optimal de la presse. Nous avons pris en compte les contraintes techniques spécifiques liées à l'extraction d'huile à froid, ainsi que les caractéristiques des graines oléagineuses et des huiles végétales.

Ce chapitre nous a permis de comprendre l'importance de la conception mécanique dans le processus de développement de produits. Nous avons mis en évidence les différentes phases de conception et l'approche méthodique qui sous-tend cette méthodologie.

Conclusion générale

Ce projet a porté sur l'étude et la conception d'une presse à huile à froid, dans le but de développer une machine efficace, pratique et abordable pour l'extraction d'huiles végétales de haute qualité à partir de graines oléagineuses.

Dans la première partie de ce projet, nous avons examiné les caractéristiques physico-chimiques des huiles végétales. En outre, nous avons étudié des paramètres chimiques. Cette analyse approfondie des propriétés des huiles végétales nous a permis de mieux comprendre leur composition et leurs caractéristiques.

La deuxième partie de ce projet a été consacrée à l'étude des différents procédés d'obtention des huiles végétales. Nous avons examiné les procédés d'extraction chimique, ainsi que les procédés d'extraction mécanique, en mettant l'accent sur l'extraction par pression à froid. Nous avons étudié en détail les équipements de pressage disponibles, tels que les presses hydrauliques et les presses à vis, en analysant les facteurs qui influencent l'efficacité du pressage, tels que la pression appliquée, la température, l'épaisseur du gâteau, la taille des particules et la teneur en eau.

La troisième partie de ce projet a été consacrée à l'étude et à la conception d'une presse à huile à froid. Nous avons suivi les différentes phases du processus de conception, en commençant par la conception préliminaire et la définition du besoin, puis en passant à la conception préliminaire et à la conception détaillée. Des outils de modélisation, de simulation et d'optimisation ont été utilisés pour affiner la conception de la presse à huile froide, en tenant compte des contraintes techniques, des performances souhaitées et des contraintes de fabrication. Le choix des matériaux, des procédés de fabrication et des composants tels que les motoréducteurs ont été soigneusement étudiés pour assurer la fiabilité et la durabilité de la presse à huile.

Enfin, ce projet a permis de développer une presse d'huile à froid qui répond aux exigences techniques, tout en étant abordable et pratique pour un usage domestique. Cette recherche a permis de combiner des connaissances théoriques avec des applications pratiques, offrant une solution alternative naturelle et respectueuse de l'environnement pour la production d'huiles végétales de haute qualité à partir de graines oléagineuses.

Il convient de noter que ce projet offre une base solide pour des recherches futures. Des pistes d'amélioration et d'approfondissement sont envisageables, telles que l'exploration de nouvelles méthodes d'extraction, l'étude d'autres sources de graines oléagineuses et l'optimisation continue de la conception de la presse d'huile à froid. Ces travaux de recherche permettront de renforcer davantage les connaissances dans le domaine de l'extraction d'huiles végétales et de contribuer au développement de technologies durables et efficaces.

Dans la conclusion du projet, plusieurs perspectives peuvent être abordées pour le développement futur et l'expansion de la portée de la recherche :

Réalisation du projet : Il est important de mettre en œuvre ce projet en construisant effectivement la presse d'huile à froid conçue, en suivant les étapes de conception et en fabriquant le produit final.

Réalisation d'un démonstrateur (prototype) : La création d'un démonstrateur ou d'un prototype permettra de valider la conception de la presse, d'identifier les éventuels problèmes et de procéder à des ajustements ou des améliorations si nécessaire.

Renforcement de l'étude par des essais expérimentaux au niveau des laboratoires spécialisés : Pour obtenir une équation empirique de répartition de la pression sur la vis, il serait bénéfique de mener des essais expérimentaux approfondis dans des laboratoires spécialisés. Cela permettra de quantifier et de modéliser la relation entre la pression exercée sur la vis et d'autres paramètres pertinents.

Estimation du coût de la machine : Il est recommandé d'estimer le coût de fabrication de la presse, en prenant en compte les matériaux, les composants, la main-d'œuvre et autres coûts associés. Cela permettra d'évaluer la viabilité économique du projet et de déterminer un prix approprié pour la machine sur le marché.

Ajout de capteurs de température et d'un afficheur pour le suivi pendant le pressage : L'incorporation de capteurs de température et d'un afficheur dans la presse permettra de surveiller et de contrôler la température tout au long du processus de pressage. Cela garantira des résultats cohérents et de haute qualité.

Conception de plusieurs modèles selon la demande des consommateurs : Il serait intéressant de développer différents modèles de presse à huile à froid en conservant la même base de conception, mais en ajustant la puissance en fonction des besoins et des préférences des consommateurs sur le marché. Cela permettra de répondre à une gamme plus large de demandes et de s'adapter aux différents besoins des utilisateurs.

Étude pour une machine à usage industriel : En plus de l'application domestique, il serait bénéfique d'étendre cette étude à une machine d'usage industriel. Cela impliquerait une échelle de production plus grande, des exigences spécifiques de l'industrie et des considérations liées à l'efficacité, à la productivité et à la rentabilité.

Conception d'un modèle avec commande de vitesse : Une perspective intéressante serait de concevoir un modèle de presse à huile à froid doté d'une commande de vitesse. Cela permettrait aux utilisateurs de réguler la vitesse de rotation de la vis en fonction des caractéristiques des graines oléagineuses utilisées ou des préférences spécifiques. La commande de vitesse offrirait une flexibilité accrue et permettrait d'optimiser le processus d'extraction pour obtenir des résultats optimaux en termes de qualité et de rendement d'huile. Cette fonctionnalité avancée offrirait également une plus grande adaptabilité aux différentes conditions de pressage rencontrées.

Références bibliographiques

- [1] B. Pascal, 1963, "Traité de l'équilibre des liqueurs".
- [2] P. Sari, 2006. "Preliminary design and construction of a prototype canola seed oil extraction machine." Middle East Technical University,
- [3] D. R. Zapata, 2018. "Démarche méthodologique pour la conception préliminaire et interactive." Ecole nationale supérieure d'arts et métiers-ENSAM; Universidad EAFIT,
- [4] J.-M. Lecerf, 2011. "Les huiles végétales: particularités et utilités: Vegetable oils: Particularities and usefulness." Médecine des maladies Métaboliques, vol. 5, no. 3, pp. 257-262, Art no.
- [5] Y. Gagnon, 2021. "Étude de l'extraction des huiles végétales en milieu aqueux assistée par des tensioactifs." Université de Technologie de Compiègne,
- [6] L. Bogaert, 2017. "Étude et modélisation du pressage continu des graines oléagineuses." Compiègne,
- [7] K. Zineb and S. Manel, 2020. "Etude comparative de l'influence du séchage sur la valeur nutritionnelle de deux graines oléagineuses, graines de Lin et de soja (*Linum usitatissimum* et *Glycine max*)."
- [8] G. VAITILINGOM, 2007. "Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant." Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique.
- [9] C. T. Young, W. E. Schadel, H. E. Pattee, and T. H. Sanders, 2004. "The microstructure of almond (*Prunus dulcis* (Mill.) DA Webb cv. 'Nonpareil') cotyledon." LWT-Food Science and Technology, vol. 37, no. 3, pp. 317-322, Art no.
- [10] M. Cahuzac-Picaud, 2010. "Les huiles végétales, intérêt diététique et gastronomique." Phytothérapie, vol. 8, no. 2, pp. 113-117, Art no.
- [11] M. A. Chenah, 2011. "Caractérisation physico-chimique des huiles végétales."
- [12] C. Bedrossian and G. Vaitilingom, 2008. "Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant."
- [13] P. Rousset, 2008, "Guide technique pour une utilisation énergétique des huiles végétales". CIRAD.
- [14] M. Frénot and E. Vierling, 2001. "Biochimie des aliments, diététique du sujet bien portant. 2ème éd." Aquitaine, France: doin éditeurs.
- [15] S. M. Habib, M. El-Sharabasy, M. Badr, and M. El-Kholy, 2019. "Construction and Performance Evaluation of a Screw Press Machine to Extract *Jatropha* Oil." Zagazig Journal of Agricultural Research, vol. 46, no. 5, pp. 1479-1488, Art no.
- [16] F. Fine, M. A. Vian, A.-S. F. Tixier, P. Carre, X. Pages, and F. Chemat, 2013. "Les agrosolvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses." OCL, vol. 20, no. 5, p. A502, Art no.
- [17] N. Herzi, 2013. "Extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles."
- [18] S. Nitiéma-Yefanova, G. Son, S. Yé, R. H. Nébié, and Y. Bonzi-Coulibaly, 2012. "Optimisation des paramètres d'extraction à froid de l'huile d'*Azadirachta indica* A. Juss et effets sur quelques caractéristiques chimiques de l'huile extraite." BASE.
- [19] L. M. Khan and M. Hanna, 1983. "Expression of oil from oilseeds—a review." Journal of Agricultural Engineering Research, vol. 28, no. 6, pp. 495-503, Art no.
- [20] M. Raß, 2001. "Zur Rheologie des biogenen Feststoffes unter Kompression am Beispiel geschälter Rapssaat."
- [21] A. Bahadar, M. Khan, and T. Mehran, 2013. "Design and development of an efficient screw press expeller for oil expression from *Jatropha curcas* Seeds: A computational flow dynamics study of expeller for performance analysis." Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 52, no. 5, pp. 2123-2129, Art no.

- [22] R. Savoie, J.-L. Lanoisellé, and E. Vorobiev, 2013. "Mechanical continuous oil expression from oilseeds: a review." *Food and Bioprocess Technology*, vol. 6, pp. 1-16, Art no.
- [23] C. Tchiegang, A. A. Dandjouma, C. Kapseu, and M. Parmentier, 2003. "Étude des conditions d'extraction de l'huile par pressage des amandes de Ricinodendron heudelotii (Bail.) Pierre ex Pax." *Journal of food engineering*, vol. 58, no. 4, pp. 363-371, Art no.
- [24] R. G. Budynas and J. K. Nisbett, 2011, "Shigley's mechanical engineering design". McGraw-Hill New York.
- [25] X. NF. "X 50-151 AFNOR, 1996, Analyse de la Valeur, Analyse Fonctionnelle." Expression fonctionnelle du besoin et cahier des charges fonctionnel.
- [26] P. Boisseau, 2016, "La conception mécanique-2e éd". Dunod.
- [27] B. Yannou, 1998. "Analyse fonctionnelle et analyse de la valeur." *Conception de produits mécaniques. Méthodes, modèles et outils*, pp. 77-104, Art no.
- [28] D. Systèmes, 2020, "solid works. 2022", ed: Dassault Systèmes.
- [29] L. Lara-Ojeda, O. Bohórquez, and O. González-Estrada, 2021, "Numerical modeling of a domestic press for vegetable oil extraction using finite element analysis", in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2046, no. 1: IOP Publishing, p. 012005.

Annexes

Le script MATLAB:

```

clear all
clc
syms x px Px Hx;

P2 = 25 * 10^6;
L = 0.2;
f = 0.3;
PAS1 = 0.015;
PAS2 = 0.010;
DS = 0.029;
H2 = 0.00035;
b = 0.002;
N = 60;
Qr = 0.006;
sy = 206 * 10^6;
s = 2;
kf = 3;
c=0.3;

PASm = ((PAS1 + PAS2) / 2);

nt = L / PASm;
disp('le nombre de tour d''helice:')
disp(nt);

Ltm = sqrt(((DS * pi)^2) + (PASm)^2);
Lf = Ltm * nt;

disp('longeur totale de la partie filet :')
disp(Lf);

Qt = Qr / c;
disp('le debit volumique theorique Qt:')
disp(Qt);

Lt1 = sqrt(((DS * pi)^2) + (PAS1)^2);
H1 = Qt / (Lt1 * (PAS1 - b) * N * 60);

disp('La valeur de initial du filet H1:')
disp(H1);

tita= atan((H1-H2)/L);
tital= rad2deg(tita);
disp('l''angle de conicite de l''arbre est :')
```

```

disp(tital);

DI = DS - 2 * H1;

A = (PAS2 - PAS1) / Lf;
B = PAS1;

px = A * x + B;
Hx = ((H2 - H1) / Lf) * x + H1;
Px = (P2 / Lf^4) * x.^4;
Fax = Hx .* Px;
Fxs = int(Fax, x);

landa = PAsm / (pi * DS);
landaDegrees = rad2deg(landa);

disp('La valeur de l''angle d''helice est :')
disp(landaDegrees);

TSx = Fxs .* (DS / 2) .* (px + pi * f * DS) ./ (pi * DS - f *
px);

TSL = vpa(subs(TSx, x, Lf)) - vpa(subs(TSx, x, 0));
disp('La valeur de TSL (couple necessaire) est :');
disp(TSL);

Pu = (TSL * N * 3.14) / 30;
disp('La valeur de puissance necessaire est Pu :');
disp(Pu);

DImin = ((16 * kf * TSL) / (sy / s * pi))^(1/3);

disp('Le diametre initial minimal est DImin:');
disp(DImin);

disp('Le diametre initial est DI:');
disp(DI);

if double(DI - DImin) < 0

    disp('La vis ne resiste pas l''excitation');

```

```

else

    disp('La vis resiste l''excitation');
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% les graphes
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

x1 = 0:0.001:Lf;

% valuer Fax pour les valeurs x donnees

Fax_vals = zeros(size(x1));
for i = 1:length(x1)
    Fax_vals(i) = subs(Fax, x, x1(i));
end
Faxm = max(Fax_vals);
bi = (s * Faxm)/sy ;
disp('La force lineaire maximale est :');
disp(Faxm);
disp('L''epaisseur minimale de l''helice est bi:');
disp(bi);

% Tracer Fax en fonction de x
figure;
plot(x1, Fax_vals)
grid on
xlabel('x[m]')
ylabel('Fax(x) [N/m]')
title('Force Lineaire Fax(x)')

% valuer Hx pour les valeurs x donnees

Hx_vals = zeros(size(x1));
for i = 1:length(x1)
    Hx_vals(i) = subs(Hx, x, x1(i));
end

% Tracer Hx en fonction de x
figure;
plot(x1, Hx_vals)
grid on
xlabel('x[m]')
ylabel('H(x) [m]')
title('Hauteur H(x)')

% valuer Px pour les valeurs x donnees

```

```
Px_vals = zeros(size(x1));
for i = 1:length(x1)
    Px_vals(i) = subs(Px, x, x1(i));
end

% Tracer Px en fonction de x
figure;
plot(x1, Px_vals)
grid on
xlabel('x[m]')
ylabel('P(x) [Pa]')
title('Pression P(x)')

% valuer Px pour les valeurs x donn?es

px_vals = zeros(size(x1));
for i = 1:length(x1)
    px_vals(i) = subs(px, x, x1(i));
end
% Tracer px en fonction de x
figure;
plot(x1, px_vals)
grid on
xlabel('x [m]')
ylabel('p(x) [m]')
title('Pas de la Vis p(x)')
```

L'affichage des résultats du programme :

```
Command Window
le nombre de tour d'helice:
    16

longeur totale de la partie filet :
    1.4714

le debit volumique theorique Qt:
    0.0200

La valeur de initial du filet Hl:
    0.0046

l'angle de conicite de l'arbre est :
    1.2255

La valeur de l'angle d'helice est :
    7.8611

La valeur de TSL (couple necessaire) est :
48.049337134917472269535210216418

La valeur de puissance necessaire est Pu :
301.7498372072817258526811201591

Le diametre initial minimal est DImin:|
0.0192448197111156422243083232854085

Le diametre initial est DI:
    0.0197

La vis resiste l'excitation

La force leneare maximale est :
    1.2982e+004

L'epaisseur minimale de l'helice est bi:
    1.2604e-004

>> |
```

Figure A-1 : Affichage des résultats sur l'interface Matlab.

Les graphes obtenus de ce programme :

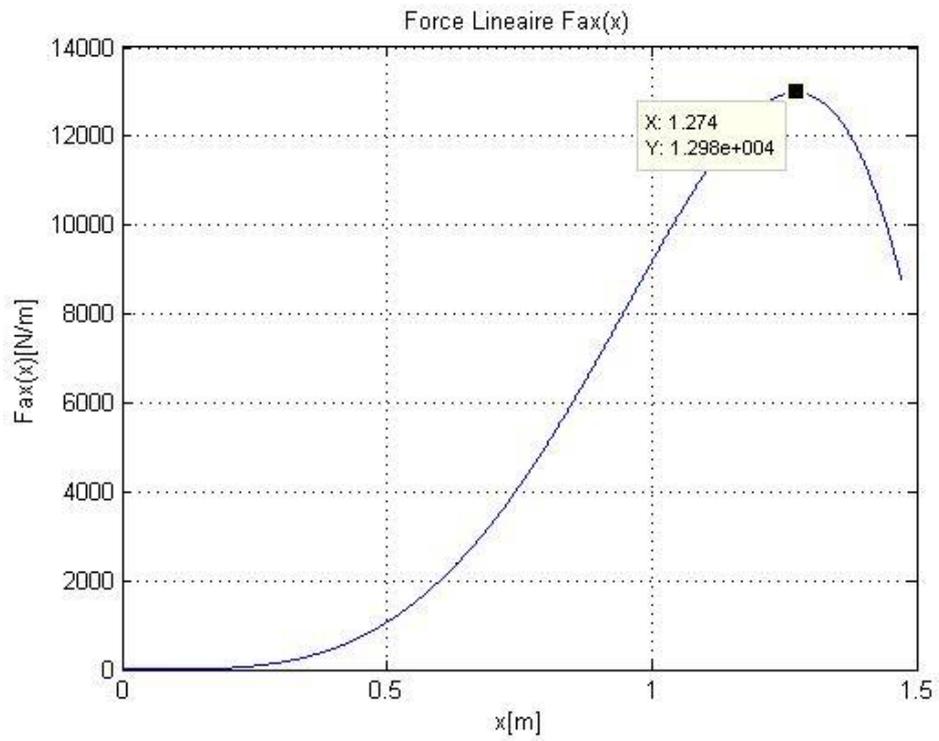


Figure A-2 : Représentation de la force axiale sur le filet.

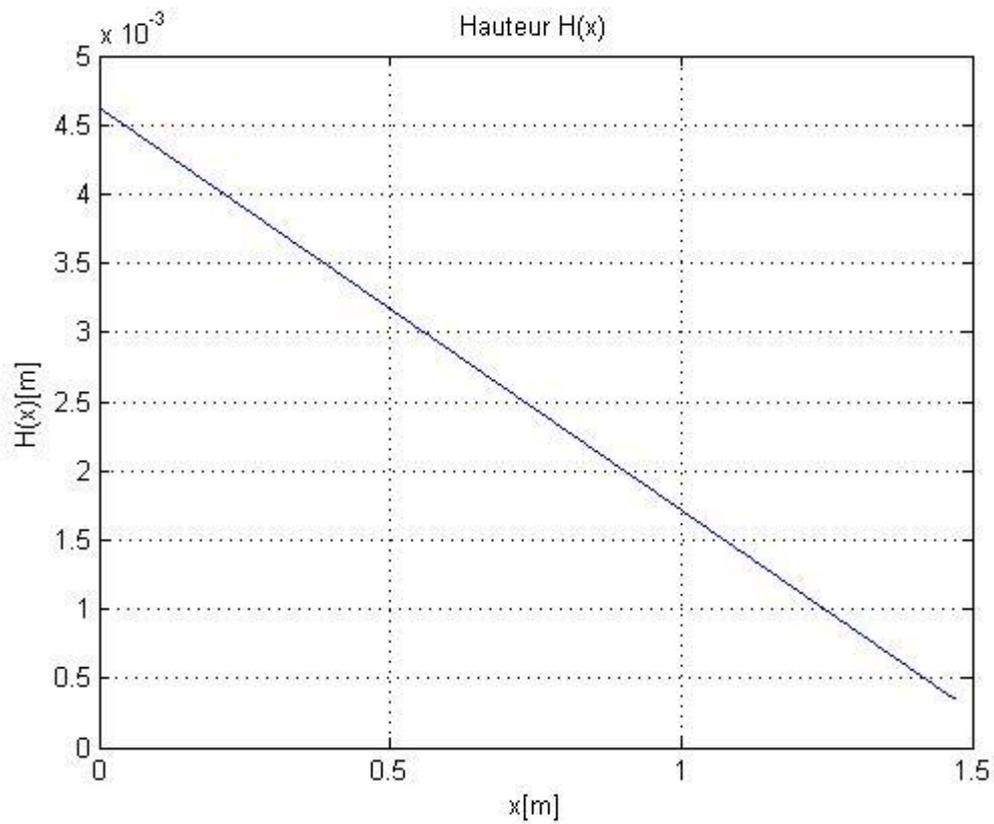


Figure A-3 : Variation de la hauteur du filet en fonction de sa longueur.

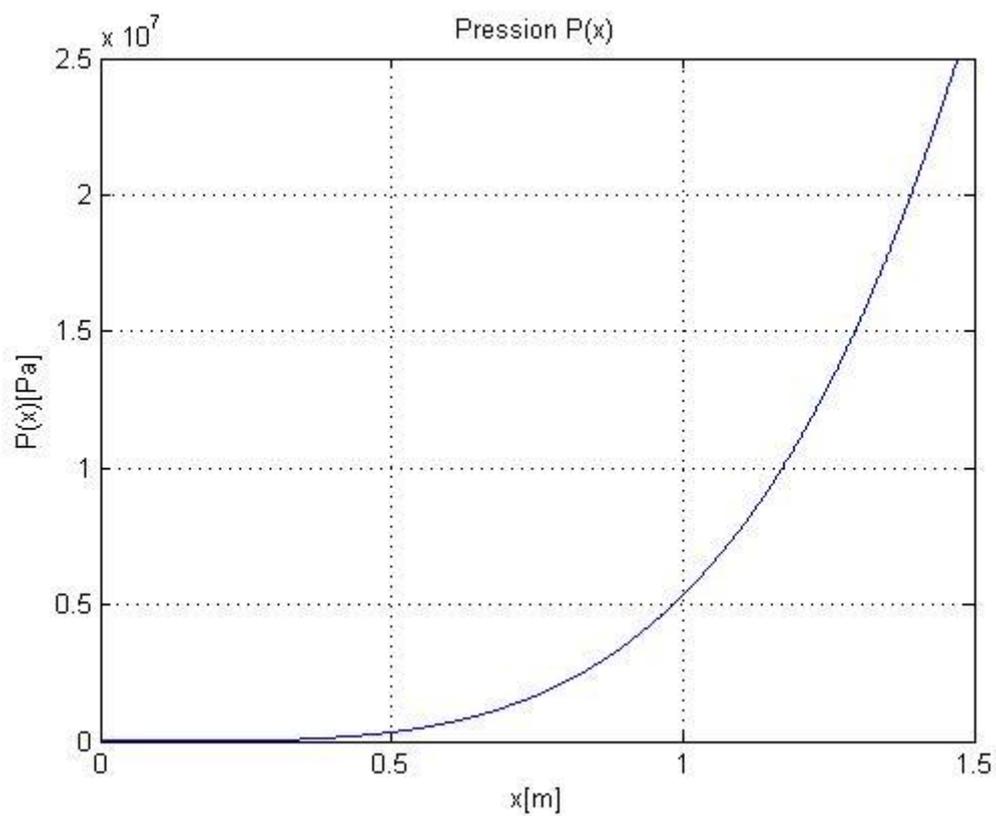


Figure A-4 : Répartition de la pression sur le filet.

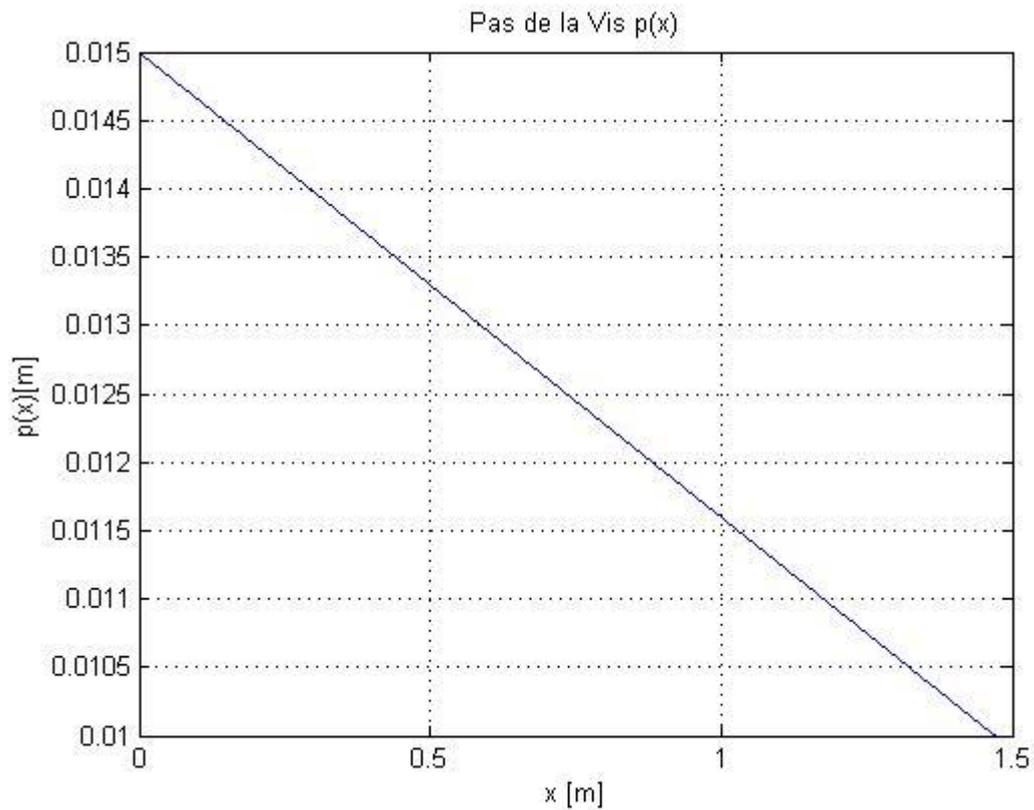
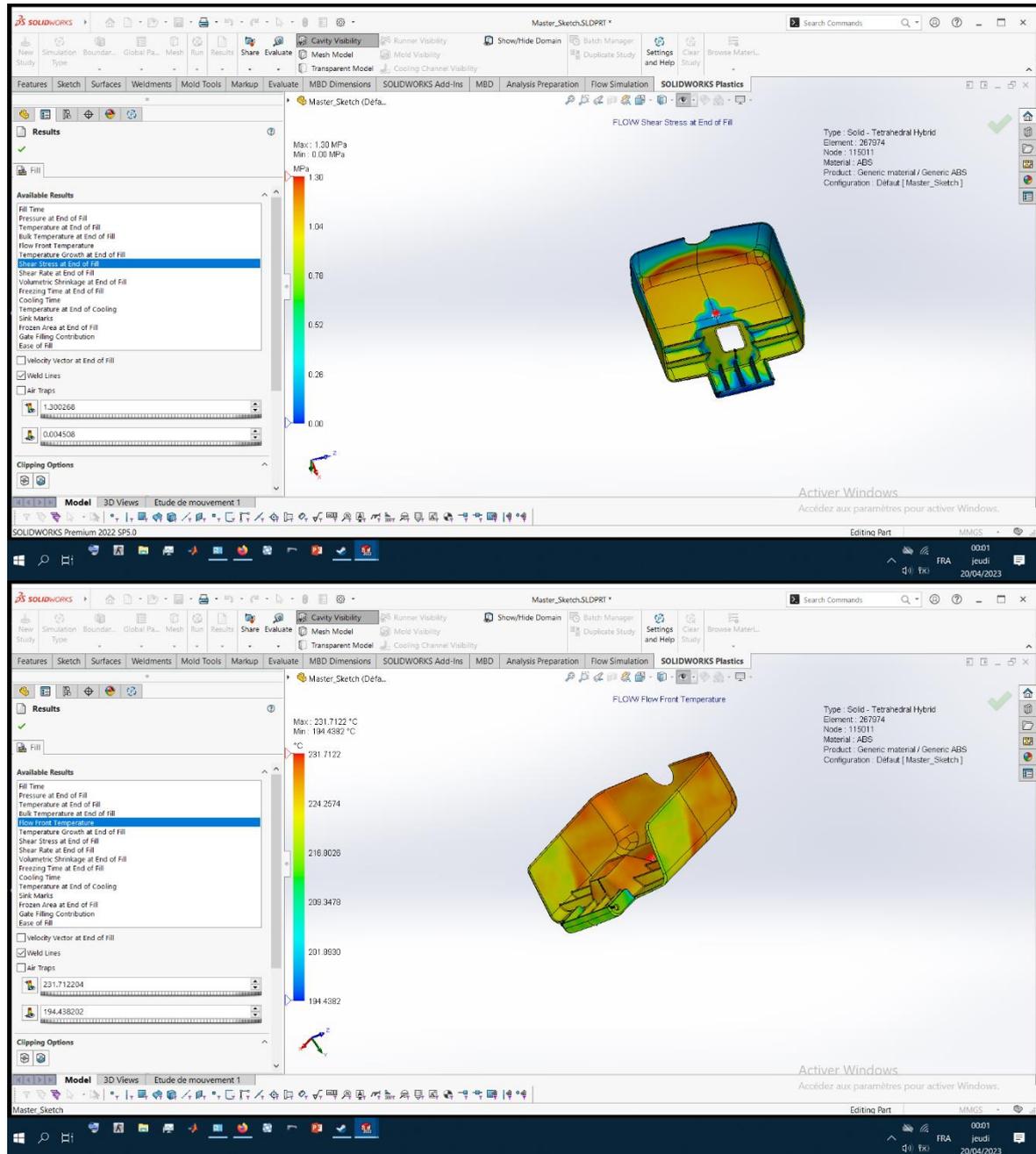
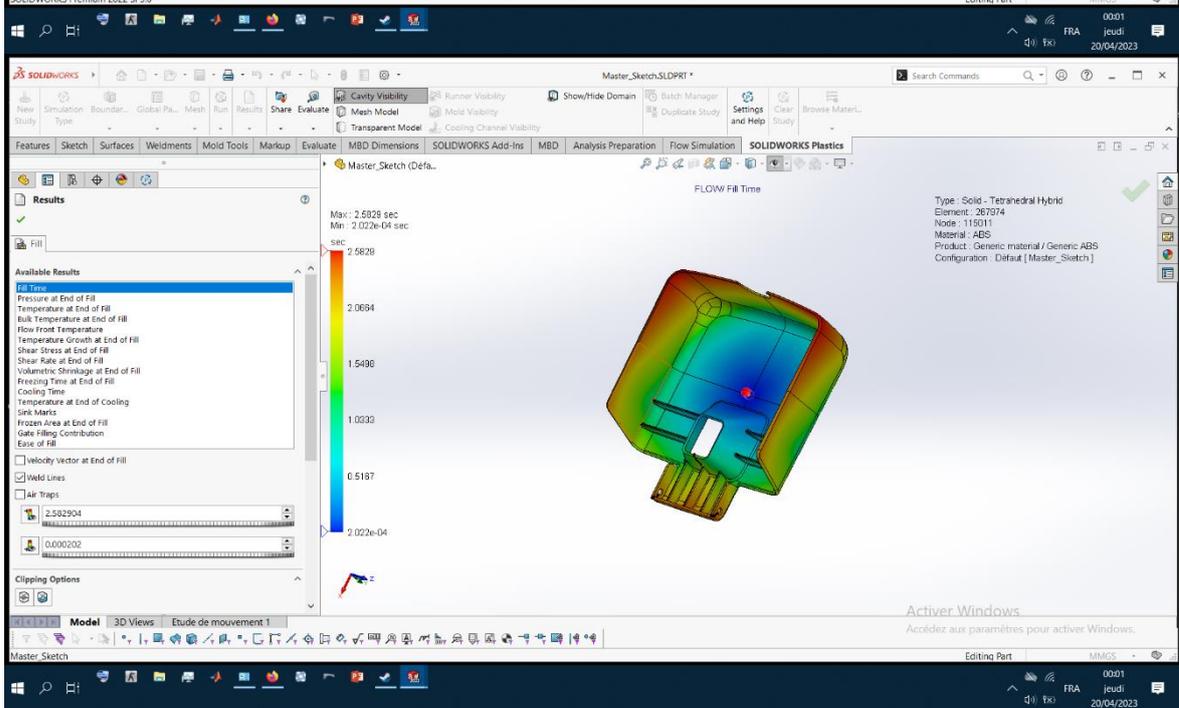
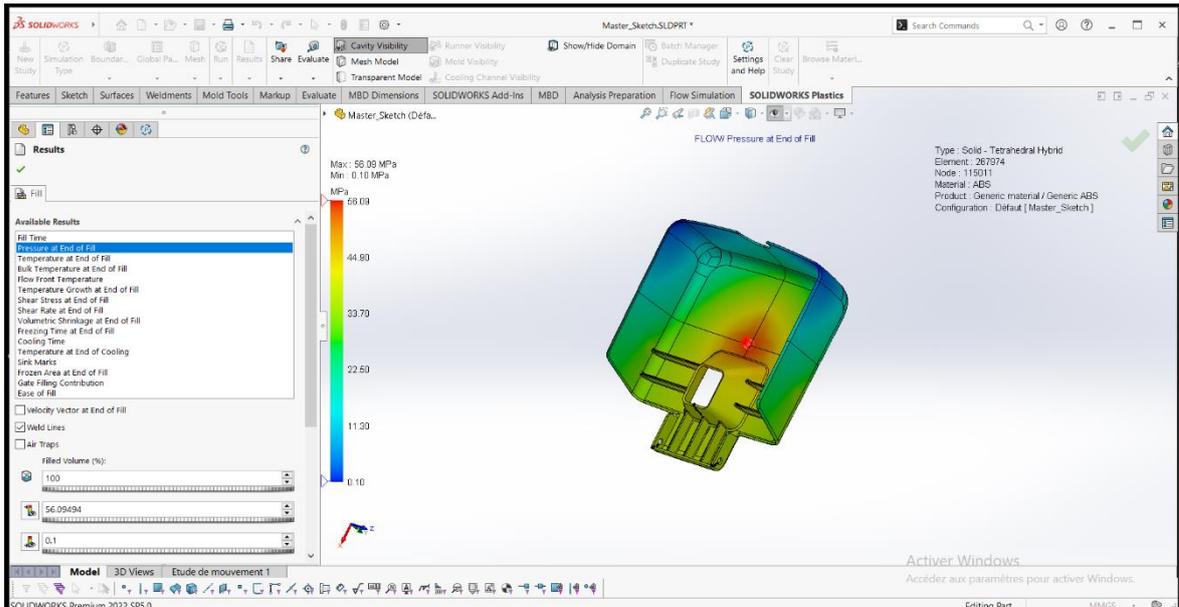


Figure A-5 : Variation du Pas du filet en fonction de sa longueur.

Simulation de l'injection plastique pour la cage extérieure :





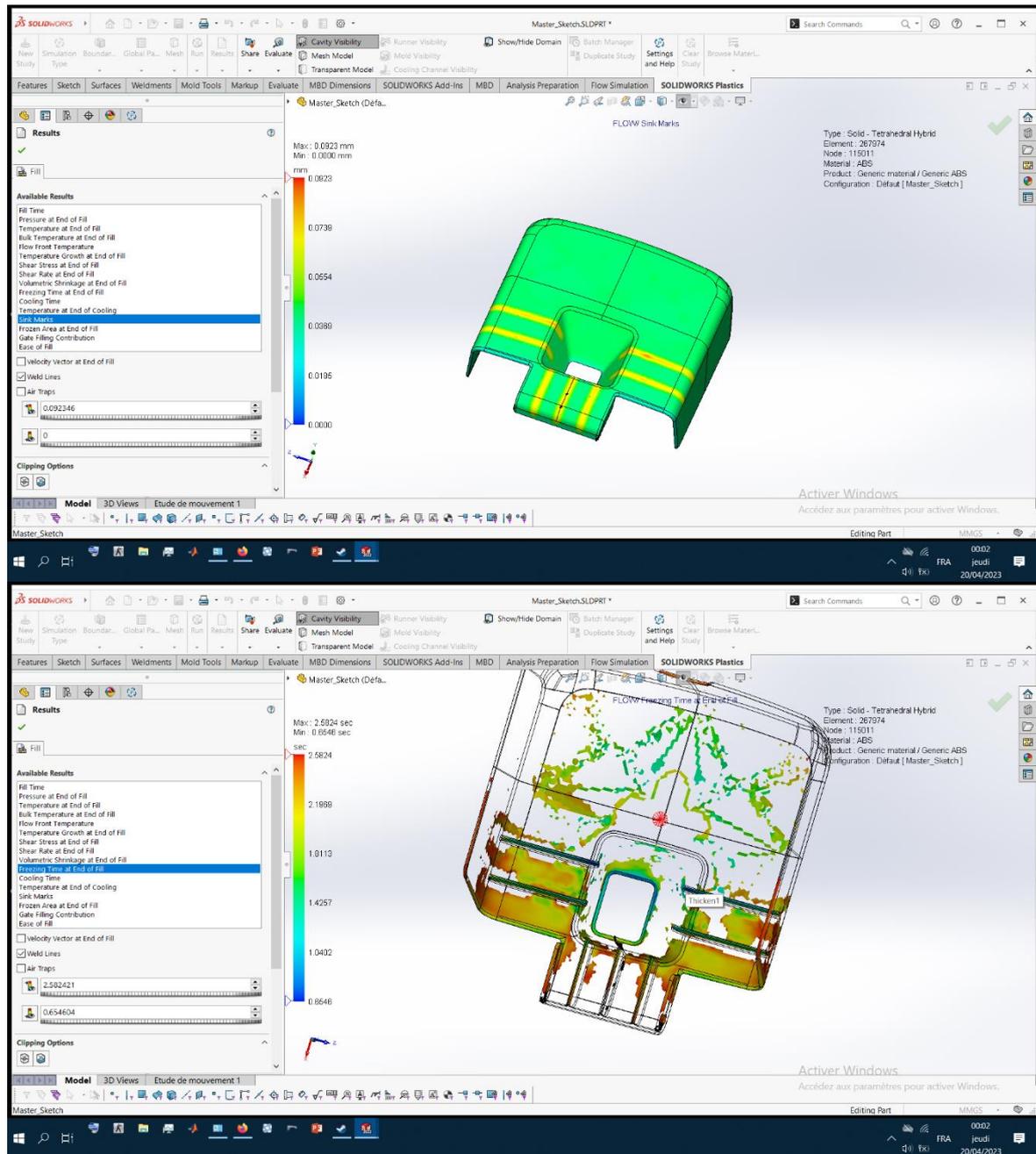


Figure A-6 : Simulation d'injection plastique.

On constate que la cage est réalisable par injection plastique, en respectant plusieurs facteurs tels que la porosité, la déformation etc. Cependant, le renfort provoque des défauts sur la surface en altérant l'esthétique avec une variation d'épaisseur de 0,1 mm. Il est donc nécessaire de modifier l'épaisseur de renfort pour régler ce problème.

Simulation de circuit d'automatisation :

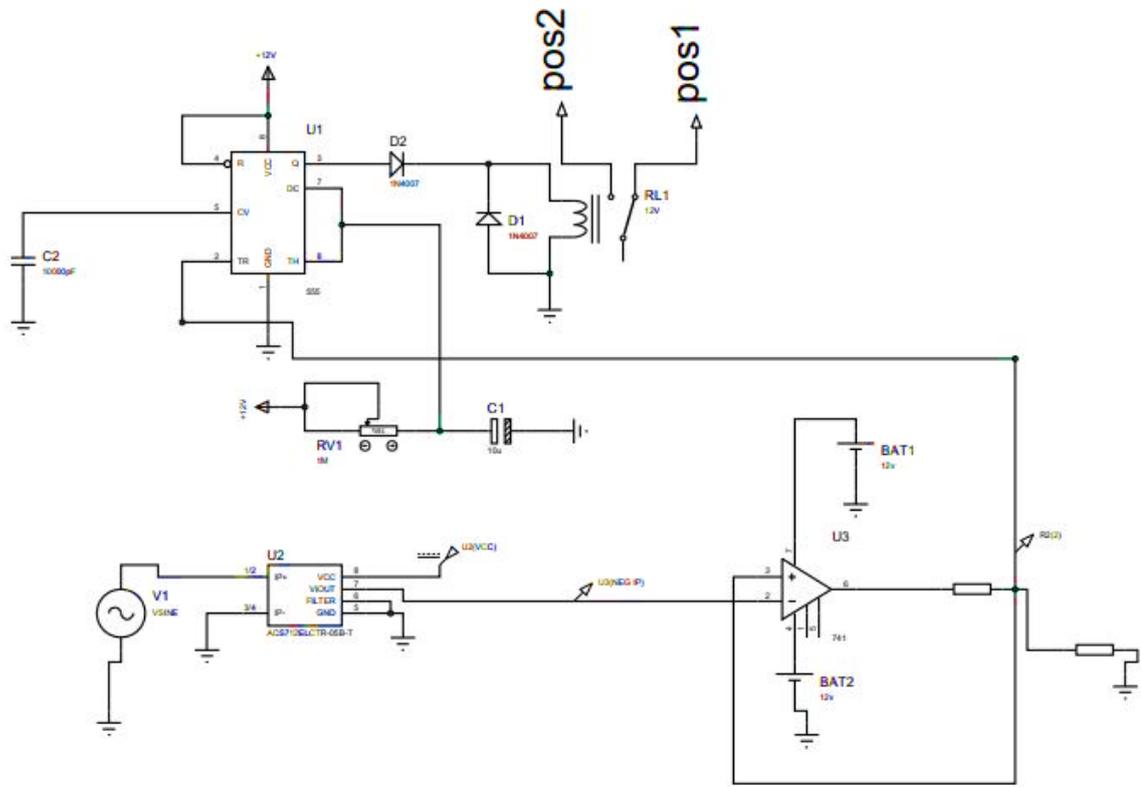


Figure A-7 : Simulation de circuit d'automatisation.

ملخص

يتمحور هذا المشروع حول دراسة وتصميم جهاز عصر الزيوت بالضغط البارد للاستخدام المنزلي. خلال هذا المشروع قدمنا دليلاً للمصممين لمساعدتهم في تحقيق أهداف التصميم. قمنا بتطوير نموذج نظري باستخدام برنامج MATLAB لتحديد أبعاد الجهاز استناداً إلى المتغيرات المدخلة. يتميز الجهاز المصمم بقوة 300 واط وقدرة ضغط تصل إلى 5 كجم/ساعة، وأبعاد مدمجة بحجم 200x364 x400 ملم. تتكون المواد الرئيسية المستخدمة في جهاز عصر الزيوت من الفولاذ المقاوم للصدأ 304 والبلاستيك ABS.

كلمات مفتاحية:

الت استخراج الزيوت النباتية، الضغط الميكانيكي على البارد، التصميم، البرغي المستمر، نمذجة.

abstract

This project focuses on the study and design of a cold oil press for domestic use, utilizing the method of cold mechanical pressing. We developed a specific design algorithm that we applied to our particular case. We also created a theoretical model and used a MATLAB script to determine the dimensions of the screw based on input parameters.

The designed press features the following characteristics: a power of 300 W, a pressing capacity of 5 kg/h, compact dimensions of 400×200×364 mm, and it meets the requirements for domestic use. The primary materials used for the press are stainless steel 304 and ABS plastic.

Keywords:

oil extraction press, cold mechanical pressing, mechanical design, design methodology, worm screw, modeling.

Résumé

Ce projet se focalise sur l'étude et la conception d'une presse d'huile à froid destinée à un usage domestique, utilisant la méthode de pressage mécanique à froid. Nous avons développé un algorithme de conception spécifique que nous avons appliqué à notre cas particulier. Nous avons également créé un modèle théorique et utilisé un script Matlab pour déterminer les dimensions de la vis en fonction des paramètres d'entrée.

La presse conçue présente les caractéristiques suivantes : une puissance de 300 W, une capacité de pressage de 5 kg/h, des dimensions compactes de 400×200×364 mm et elle répond aux exigences d'utilisation domestique. Les matériaux principalement utilisés pour la presse sont l'acier inoxydable 304 et le plastique ABS.

Mots clés :

Presse d'extraction d'huile, Pressage mécanique à froid, Conception mécanique, Méthodologie de conception, Vis sans fin, modélisation.