



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université MOHAMED BOUDIAF M'SILA

Faculté de technologie

Département de génie électrique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En génie électrique

Option : Électromécanique

Présenté par

MEZERGAT ABDELOUAHAB

Thème

*Etude, conception et réalisation d'un système d'assemblage
des pièces plastiques par IA.*

Devant le jury composé de :

Dr. DEFDAF Mabrouk	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. ZOUGGAR El Oualid	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. ROUABHI Riyadh	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Co-Rapporteur
Dr. GHELLAB Mohamed	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur
Pr. KHODJA Djalel Eddine	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

2024/2025

Dédicaces

Cette humble œuvre est dédiée à de mon frère décédé, Moataz Billah.

رحمة الله عليه

Remerciement

Je suis reconnaissant envers mes **parents** pour leur soutien continu.

Je remercie vivement mon encadrant, El Oualid ZOUGGAR pour son accompagnement tout au long
de ce projet.

Je tiens également à remercier la Fondation **Jedia**, et la Fondation des **Maghreb pipe industries**,
pour leur soutien tout au long de ma formation.

Merci à tous ceux qui m'ont soutenu, ne serait-ce que par un mot.

Résumé

Ce travail de mémoire est réalisé dans le cadre du développement du système d'assemblage intelligent des pièces en plastiques utilisées dans les caches automobiles. A l'heure actuelle, ces processus fonctionnent de manière non intelligente. Ces processus algorithmiques se caractérisent par une exécution non qualifiée, des erreurs fréquentes, du temps perdu et une mauvaise homogénéité des produits. Le projet consiste en la création d'un système automatisé intelligent utilisant l'intelligence artificielle pour alimenter, détecter, connecter et combiner les pièces de manière précise. Parmi les technologies utilisées se trouvent la modélisation mécanique exécutée à l'aide de SolidWorks et la vision par ordinateur réalisée à l'aide d'OpenCV.

Le système vise à améliorer la productivité, à réduire les erreurs humaines et à améliorer la qualité de l'assemblage.

المخلص

أجريت هذه المذكرة كجزء من تطوير نظام تجميع ذكي للأجزاء البلاستيكية المستخدمة في أغطية السيارات. حاليًا، تعمل هذه العمليات بطريقة غير ذكية. تتميز هذه العمليات الخوارزمية بتنفيذ غير ماهر، وتكرار الأخطاء، وإضاعة الوقت، وضعف تناسق المنتج. يتضمن المشروع إنشاء نظام آلي ذكي باستخدام الذكاء الاصطناعي لتغذية الأجزاء، واكتشافها، وتوصيلها، ودمجها بدقة. تشمل التقنيات المستخدمة النمذجة الميكانيكية باستخدام SolidWorks، والرؤية الحاسوبية باستخدام OpenCV. يهدف النظام إلى تحسين الإنتاجية، وتقليل الأخطاء البشرية، وتحسين جودة التجميع.

Abstract

This memory is conducted as part of the development of an intelligent assembly system for plastic parts used in automotive covers. Currently, these processes operate in an unintelligent manner. These algorithmic processes are characterized by unskilled execution, frequent errors, wasted time, and poor product consistency. The project involves creating an intelligent automated system using artificial intelligence to accurately feed, detect, connect, and combine parts. The technologies used include mechanical modeling using SolidWorks and computer vision using OpenCV. The system aims to improve productivity, reduce human error, and enhance assembly quality.

Sommaire

Liste de figures	7
Liste de tableaux	8
Liste des abréviations	9
INTRODUCTION GENERALE	10
Chapitre I.....	12
Vue d'ensemble du projet et des technologies mobilisées	12
.I CABCHON AUTOMOBILE :.....	13
QUE COMPREND UN ENSEMBLE DE FEUX ARRIERE ?.....	13
MATIERE PREMIERE UTILISEE DANS LA FABRICATION :	14
Industrie traditionnelle des couvre-phares de voiture:.....	16
II. UTILISATION DE SOLIDWORKS DANS LA CONCEPTION DU SYSTEME :.	17
PRESENTATION DE SOLIDWORKS (SW) :.....	17
INTERFACE DU LOGICIEL (SW) :	17
ASSEMBLAGE DANS SOLIDWORKS :	18
CONNEXION DE SOLIDWORKS A MATLAB :.....	19
III. UTILISATION DE LA VISION PAR ORDINATEUR DANS LE SYSTEME (OPENCV) :	21
Introduction :	21
Utilisation de la OPENCV :.....	21
APPLICATION DE LA OPENCV A L'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE :.....	22
TRAVAUX DE OPENCV DANS LE SYSTEME ACTUEL :	22
Chapitre II	24
GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE.....	24
Présentation du projet	25
1. Idée du projet (travail proposé) :.....	26
2. Proposition de Valeur :	26
3. Équipe de travail:	26
4. Objectifs du projet :	27
5. Calendrier de réalisation du projet :.....	28
Aspects innovants	29

1. Nature des innovations :.....	30
2. Domaines d'innovation :.....	30
Analyse stratégique du marché.....	31
1. Présentation du secteur de marché :.....	32
2. Mesure de la concurrence :	33
3. Stratégie de commercialisation :.....	34
Plan de production et d'organisation	35
1. Processus de production :.....	36
2. Fournir:	37
3. Population active :.....	38
4. Partenaires principaux:.....	38
Plan financier	39
1-Frais :.....	40
2-Chiffre d'affaires annuel :	43
Prototype.....	44
Liste des annexes	46
Annexe n° 1 : Budget de démarrage.....	47
Annexe n° 2 : Tableau de calcul des résultats attendus.....	48
BMC	49
Tableau de BMC	50
CONCLUSION GENERALE.....	51
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	52

MOTS-CLES

Cabochon automobile, intelligence artificielle, openCV , robot, SolidWorks, vérin, tapis roulant, assemblage, Caméra, Arduino.

الكلمات المفتاحية

كابوشون السيارة , الذكاء الصناعي , ابنسيقي , روبوت, سوايد وركس , دافعة , السير الناقل , التجميع , كاميرة , اردوينو

Liste de figures

figure 1 : Interface de démarrage de SolidWorks 2020.....	17
figure 2 : Créer une nouvelle fenêtre de document dans SolidWorks.....	17
figure 3 : Images montrant certains des modèles utilisés dans le projet.....	20
figure 4: activation Simscape Multibody Link.....	20
figure 5 Enregistrez l'assemblage sous forme de fichier XML.....	21
figure 6 : Simulation dans SolidWorks	20
figure 7 : Simulation dans MATLAB	20

Liste de tableaux

tableau 1 : Calendrier de réalisation du projet	29
tableau 2: Coûts d'investissement prévus	40
tableau 3: Coûts prévus des matières premières	40
tableau 4: Salaires attendus des travailleurs	41
tableau 5: Coût de construction prévu.....	41
tableau 6: Coûts de location prévus	41
tableau 7 : Coûts d'entretien prévus	42
tableau 8: Autres charges attendues.....	42
tableau 9: Coûts énergétiques prévus	43
tableau 11 : Volume de ventes annuel prévu.....	45

Liste des abréviations

CV : computer vision

US : united starts

TCAC : taux de croissance annuel composé

OME : original equipment manufacture

PC : polycarbonates

PMMA : polymethacrylate de méthyle

UV : ultraviolet

SW : solidworks

CAO : conception assistée par ordinateur

IA : intelligence artificielle

PEM : petite et moyenne entreprises

API : automate programmable industriel

RS : radio spares

ELM : electromécanique

BMC : business model canvas

INTRODUCTION GENERALE

Le marché mondial des pièces détachées automobiles était évalué à 430,51 milliards de dollars US en 2024. Ce marché devrait passer de 443,12 milliards de dollars US en 2025 à 565,73 milliards de dollars US en 2032, avec un Taux de Croissance Annuel Composé (TCAC) de 3,6 % au cours de la période de prévision. L'Amérique du Nord dominait le marché mondial avec une part de 31,34 % en 2024. Le marché des pièces détachées automobiles est un segment qui répond aux besoins et aux préférences des propriétaires de véhicules en offrant une variété d'options allant au-delà de celles proposées par les fabricants d'équipement d'origine (OEM). Ce segment englobe une large gamme de produits et de services, tels que des pièces de rechange (pneus, batteries, freins et filtres), des composants haute performance, des accessoires (systèmes audio, systèmes de navigation et améliorations esthétiques) et des services d'entretien et de réparation de véhicules. Le vieillissement des véhicules joue un rôle important dans la croissance de la demande de pièces et de services de rechange. Cependant, l'allongement des garanties offertes par les fabricants d'équipement d'origine (OEM) peut limiter la demande. L'adoption croissante des véhicules électriques et hybrides, qui stimulera la demande de pièces compatibles avec les véhicules électriques, devrait stimuler la croissance du marché au cours de la période de prévision.

Le marché des pièces détachées automobiles est un secteur dynamique qui englobe la fabrication et la distribution de pièces, d'accessoires et de services automobiles. Il s'agit d'un secteur hautement concurrentiel, qui compte de nombreux acteurs mondiaux. Les leaders du marché se concentrent sur le développement et la production de pièces détachées conçues pour être compatibles avec les modèles de véhicules récents tout en répondant aux besoins du marché des véhicules plus anciens. Les principaux acteurs du marché s'efforcent également de développer des produits respectueux de l'environnement.[1]

Les verres automobiles comptent parmi les pièces les plus importantes. Malgré sa taille, ce secteur connaît une croissance rapide grâce à l'essor de l'industrie automobile. Cependant, il manque des capacités de fabrication intelligente nécessaires pour utiliser les algorithmes de vision par ordinateur et l'intelligence artificielle afin d'améliorer la qualité et la précision de ces pièces. Dans cet article, nous aborderons le développement du secteur des verres automobiles à travers

une étude technique et l'utilisation d'un système intelligent alliant industrie moderne et avancées technologiques.

Cela soulève la question suivante : la mise en œuvre d'un nouveau système intelligent permet-elle de mieux répondre aux besoins des utilisateurs ? La productivité de ce secteur peut-elle être améliorée ?

Chapitre I

Vue d'ensemble du projet et des technologies mobilisées

I. CABCHON AUTOMOBILE :

Le groupe de feux ne se limite pas à être un simple couvercle pour les feux situés de votre véhicule ; c'est un dispositif complet constitué de plusieurs éléments qui travaillent en synergie pour garantir une bonne visibilité et transmettre vos signaux de conduite aux autres.[2]

➤ QUE COMPREND UN ENSEMBLE DE FEUX ARRIERE ?

Boîtier

Le boîtier est la coque extérieure du feu arrière, généralement en plastique haute résistance. Il est conçu pour protéger les composants internes de la poussière, de l'humidité et des débris, particulièrement difficiles à protéger par mauvais temps. Il est également conçu pour épouser les contours spécifiques de votre véhicule, permettant une intégration harmonieuse qui préserve l'intégrité esthétique et fonctionnelle de votre véhicule. [2]

Lentilles

Le boîtier fait référence à l'enveloppe externe du feu, souvent en plastique durable. Il est élaboré pour sécuriser les éléments internes contre la poussière, l'humidité et les résidus, particulièrement ardu à assurer en cas de conditions météorologiques défavorables. Ce produit est également élaboré pour s'adapter précisément aux contours de votre véhicule, garantissant une fusion élégante qui maintient l'intégrité esthétique et opérationnelle de votre véhicule. [2]

Ampoules

Le feu intègre plusieurs ampoules, chacune remplissant un rôle spécifique :

- **Lumières de freinage** : Elles s'activent lorsque vous appuyez sur le frein, indiquant aux véhicules derrière vous que vous diminuez votre vitesse ou que vous stoppez.
- **Phares arrière** : Ils s'activent quand vos phares sont en marche, produisant une lueur continue qui assure la visibilité de votre voiture dans le noir.
- **Feux de signalisation** : Ils clignotent pour informer les autres automobilistes de votre intention de tourner.

Chapitre I : Vue d'ensemble du projet et des technologies mobilisées

- Feux de recul : Ils s'activent lorsque vous engagez la marche arrière, indiquant que vous êtes en train de reculer et illuminant l'espace situé à l'arrière de votre véhicule pendant la nuit. [2]

Faisceau de câbles

L'ensemble de câbles constitue un composant crucial. Il connecte les ampoules à leur source d'alimentation et veille à leur synchronisation avec le système électrique du véhicule. Cet aspect est essentiel pour le fonctionnement optimal des feux, étant donné que toute détérioration ou déconnexion peut provoquer des problèmes de fonctionnement. [2]

Réflecteurs

Pour améliorer la visibilité lorsque la lumière de sources diverses, tels que les phares, touche l'arrière de votre véhicule, il est courant d'installer des réflecteurs au niveau du bloc optique arrière. Ils se révèlent particulièrement bénéfiques dans des situations de luminosité réduite, car ils permettent de signaler votre présence aux autres automobilistes même lorsque vos phares sont éteints. [2]

➤ MATIERE PREMIERE UTILISEE DANS LA FABRICATION :

Le type de plastique utilisé pour la lentille et le cache du phare dépend de la conception et des exigences techniques. Les matériaux couramment utilisés pour les lentilles de phares comprennent :

Polycarbonates (PC)

Le polycarbonate est un matériau peu lourd utilisé pour les lentilles de feux, connu pour sa robustesse et sa constance due à sa forte résistance aux chocs et aux rayons UV. Par ailleurs, sa transparence optique, même après avoir été exposé à différents éléments environnementaux, fait de lui un matériau performant pour la production de lentilles qui diffusent la lumière de manière uniforme. [3]

Chapitre I : Vue d'ensemble du projet et des technologies mobilisées

Polyméthacrylate de méthyle (PMMA)

En raison de sa transparence, de sa clarté optique et de sa résistance aux rayons UV, l'acrylique est le matériau le plus fréquemment utilisé pour les lentilles des feux arrière. En outre, sa légèreté associée à sa flexibilité fait de ce matériau un choix parfait pour la production de lentilles qui offrent une lumière uniforme et une visibilité améliorée.[3]

➤ Industrie traditionnelle des couvre-phares de voiture :



La figure illustre une fabrication artisanale procédant à une étape où, muni d'une meuleuse électrique, un opérateur

découpe une pièce en plastique colorée.

En plus de l'expertise et de la minutie nécessaires

Dans une telle méthode, il se peut que des écarts

Dimensionnels et une finition moins uniforme soient observés en comparaison avec les méthodes automatisées de fabrication industrielle.



La figure ci-dessus représente l'une des phases de processus d'assemblage d'un artisan pour l'opérateur applique la colle

manuellement pour fixer la lentille orange sur un échantillon en plastique rouge.

Cette méthode dépend de manière significative de l'expérience

de l'ouvrier et, bien qu'elle soit efficace, elle peut parfois conduire à un placement approximatif ou à une déformation de la colle qui pourrait affecter la qualité du produit final.



La figure décrit l'étape finale d'assemblage d'un feu arrière, où l'ouvrier effectue la finition manuelle.

Il est évident que le processus est effectué sans moules

ni guides pour maintenir le travail: la précision a été dégradée

à la compétence de l'ouvrier. La colle se trouve au bord

du boîtier, ce qui suggère de la non-automatisation et peu de contrôle.

II. UTILISATION DE SOLIDWORKS DANS LA CONCEPTION DU SYSTEME :

Le système récemment conçu intègre divers éléments mécaniques et hydrauliques, exigeant une minutie tant dans sa conception que dans son installation. Ainsi, nous avons employé le programme SolidWorks pour réaliser cela.

➤ PRESENTATION DE SOLIDWORKS (SW) :

SolidWorks a vu le jour en 1993 et a été acquis par Dassault Systèmes en 1997. SW, le logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO), est un outil de conception mécanique 3D paramétrique qui offre aux concepteurs la possibilité de matérialiser avec exactitude leurs idées et de générer des modèles et des dessins précis. Son emploi est facile : la conception des pièces s'effectue rapidement, à l'inverse d'autres programmes de CAO. L'application SolidWorks fournit des fenêtres, des instruments et une interface utilisateur pour vous soutenir dans la création et la modification de modèles de manière efficace.[4]

➤ INTERFACE DU LOGICIEL (SW) :

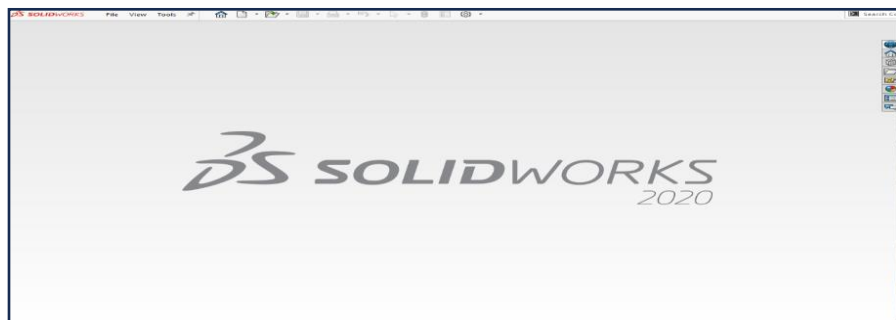


Figure 1 : Interface de démarrage de SolidWorks 2020

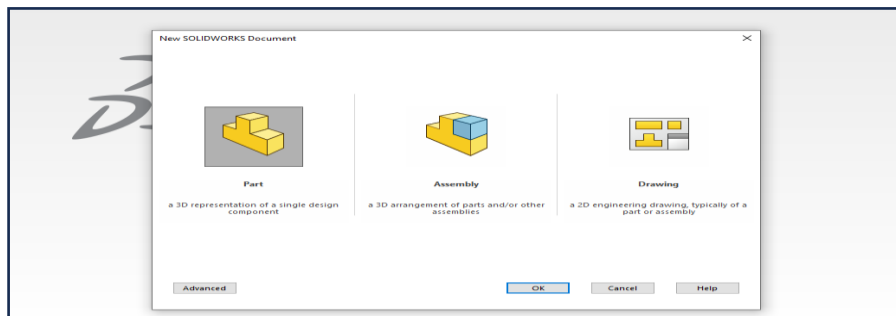


Figure 2 : Créer une nouvelle fenêtre de document dans SolidWorks

ASSEMBLAGE DANS SOLIDWORKS :

L'assemblage de modèles implique la création d'une image virtuelle d'un produit ou système en unissant des éléments et composants distincts afin de constituer un modèle unique et homogène. Cette visualisation offre la possibilité aux designers et ingénieurs de juger l'assemblage des composants, d'identifier les conflits potentiels et d'apprécier les performances générales de l'ensemble.

Dans SolidWorks, la modélisation d'assemblage fournit un cadre organisé pour concevoir et visualiser des produits sophistiqués. Le programme offre aux utilisateurs la possibilité de concevoir, d'ajuster et d'examiner aisément des assemblages.

Dans SolidWorks, on distingue deux méthodes principales de modélisation d'assemblage : l'approche descendante et l'approche ascendante. Le choix de la méthode dépend du projet en question.[5]

1. Approche descendante :

La stratégie descendante, aussi connue sous le nom de « design de haut en bas », est une méthode qui débute par l'élaboration de l'assemblage principal ou des éléments de rang supérieur, avant de descendre pour concevoir les pièces et sous-ensembles spécifiques. On utilise fréquemment cette méthode lorsque le produit final est précisément déterminé ou quand le processus de conception est guidé par des exigences spécifiques, comme les relations fonctionnelles, la cinématique ou certaines interfaces.[5]

2. Approche ascendante :

Aussi connue sous le nom de « conception ascendante », cette méthode consiste à élaborer d'abord des composants et des sous-ensembles distincts, avant de les assembler pour constituer l'ensemble final. Cette méthode est plus instinctive pour beaucoup d'utilisateurs, car elle offre la possibilité de se focaliser sur les éléments individuels et leur création sans être limités par les contraintes de l'assemblage à un niveau supérieur.[5]

-Dans ce système, la méthode utilisée est la deuxième méthode Approche ascendante où vous assemblez les pièces individuelles puis passez à la structure globale.

Chapitre I : Vue d'ensemble du projet et des technologies mobilisées

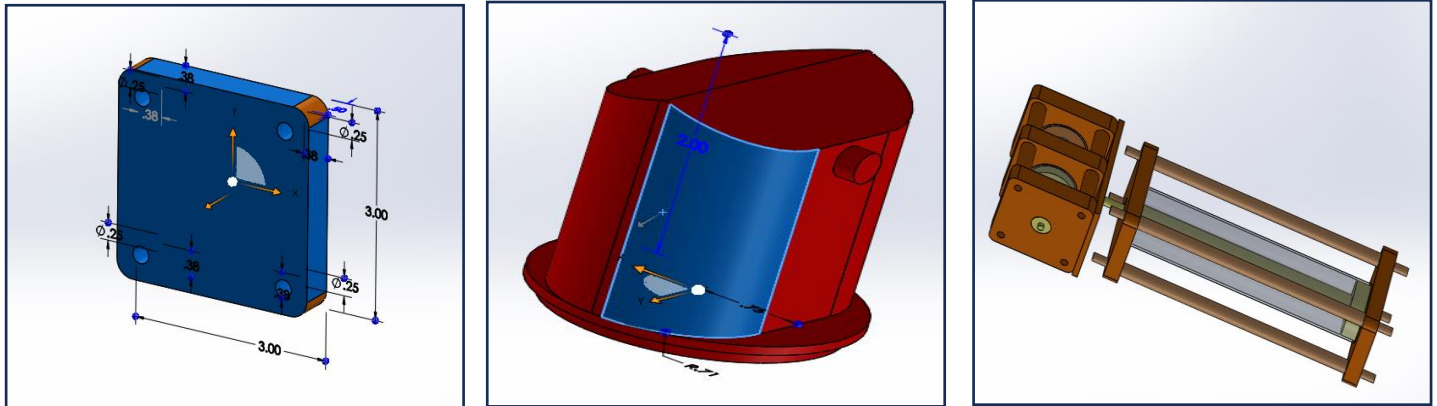


Figure1 : Images montrant certains des modèles utilisés dans le projet

CONNEXION DE SOLIDWORKS A MATLAB :

Pour analyser le mouvement des modèles conçus dans SolidWorks, vous pouvez utiliser l'intégration entre SolidWorks et MATLAB grâce à l'outil simscape Multibody Link. Cela vous permet d'exporter un modèle 3D vers l'environnement de simulation, facilitant ainsi l'étude du mouvement et l'amélioration des performances.

▪ Active simscape multibody link dans SolidWorks:

Tout d'abord, vous devez activer simscape Multibody Link en allant dans Paramètres, puis add-ins :

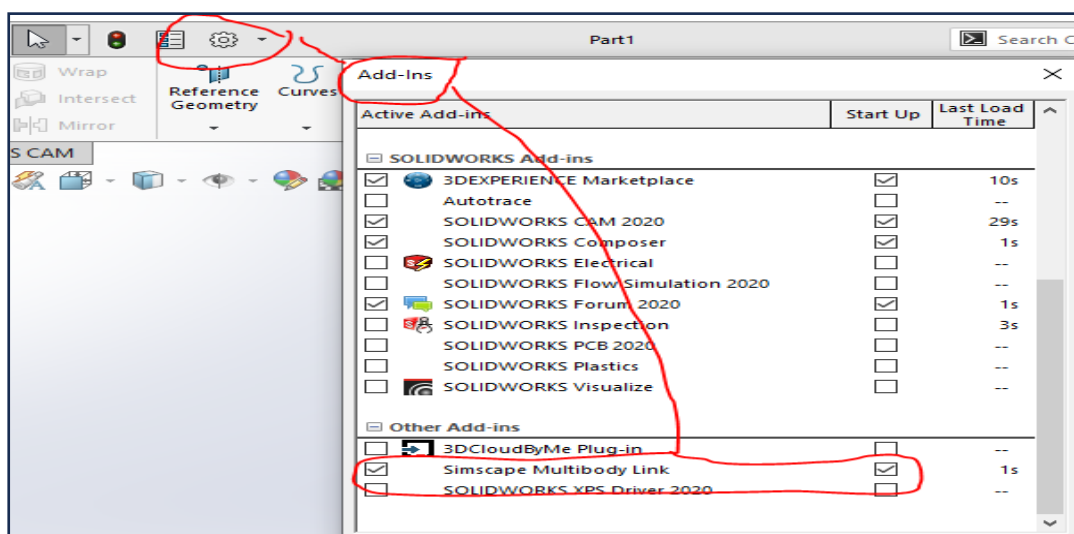


Figure 2: activation Simscape Multibody Link

Chapitre I : Vue d'ensemble du projet et des technologies mobilisées

▪ Exporter le modèle depuis SolidWorks :

Ouvrez ensuite le fichier d'assemblage dans SolidWorks et enregistrez-le au format XML en cliquant sur Tools, puis sur Simscape Multibody Link, puis Export.

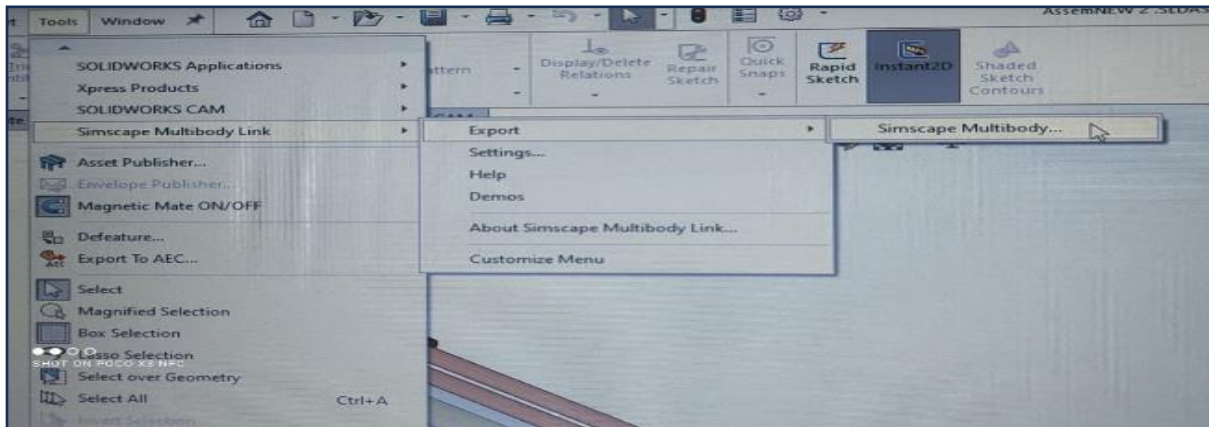


figure 3 Enregistrez l'assemblage sous forme de fichier XML.

▪ importer le modèle dans matlab :

Ouvrez MATLAB et utilisez la commande suivante :

```
smimport('nom_du_fichier.xml')
```

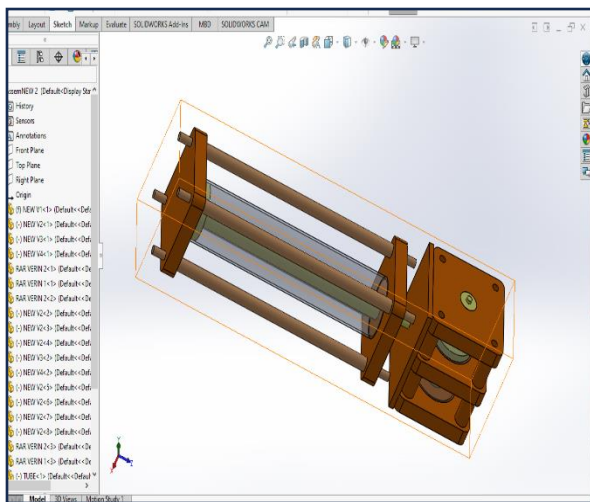


figure 5 : Simulation dans SolidWorks

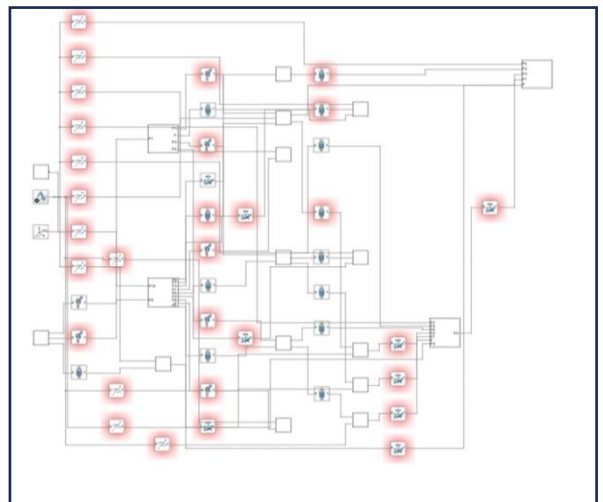


figure 4 : Simulation dans MATLAB

III. UTILISATION DE LA VISION PAR ORDINATEUR DANS LE SYSTEME (OPENCV) :

➤ Introduction :

OpenCV est une bibliothèque de fonctions de programmation largement exploitée dans le domaine du traitement d'images. Elle a été initiée en tant que projet de recherche par Intel et est accessible gratuitement sous la licence open source Berkely Software Distribution. OpenCV offre une variété d'outils pour traiter les problèmes liés à la vision par ordinateur. Cette solution offre des fonctionnalités de traitement d'images à un niveau élémentaire ainsi que des algorithmes avancés pour la détection, la correspondance et le suivi des visages.[6]

➤ Utilisation de la OPENCV :

Les systèmes de vision artificielle s'appuient sur des modèles d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond pour enseigner au système à identifier et anticiper les éléments d'une image ou d'une vidéo. On peut rencontrer les modèles suivants dans le domaine de la vision par ordinateur :

- Catégorisation d'images : analyse d'une image et catégorisation basée sur son contenu.
- Segmentation d'images : détection et extraction d'éléments du fond.
- Identification d'objets : analyse d'images ou de séquences vidéo pour localiser des objets spécifiques.
- Traçage d'objets : surveillance du déplacement des objets identifiés dans un environnement.
- Reconnaissance de caractères optique : extraction du texte d'une image et transformation en un format compréhensible par une machine. [6]

➤ **APPLICATION DE LA OPENCV A L'AUTOMATISATION INDUSTRIELLE :**

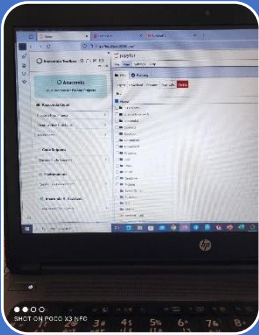
Les producteurs exploitent la vision artificielle pour automatiser leurs méthodes de fabrication, favorisant ainsi l'efficacité de leurs procédures, minimisant les fautes humaines, renforçant la sécurité des employés et maximisant la production à coûts réduits. Dans le secteur de la fabrication, on peut mentionner plusieurs usages fréquents de la vision par ordinateur :

Contrôle qualité automatisé des produits : Les évaluations visuelles des produits sont indispensables pour garantir leur qualité. En intégrant des caméras de production, des modèles d'IA pour identifier et classer les défauts, ainsi que des systèmes informatiques avancés, les producteurs peuvent optimiser la précision et la vitesse de leurs contrôles qualité.

Surveillance de la sûreté : On peut appliquer la vision par ordinateur pour surveiller les ateliers de fabrication. [6]

➤ **TRAVAUX DE OPENCV DANS LE SYSTEME ACTUEL :**

Dans le contexte de notre initiative visant à créer un système d'assemblage intelligent dédié aux pièces plastiques pour phares de véhicules et motocyclettes, l'intégration de la vision artificielle se révèle indispensable pour assurer la précision et la vitesse du processus d'assemblage. Cette technique nous autorise à identifier l'emplacement adéquat de l'objet en examinant les teintes (telles que le rouge ou l'orange) et les figures grâce à une caméra embarquée et un système d'analyse fondé sur la bibliothèque OpenCV. Le système, en examinant les images prises en direct, identifie automatiquement si la pièce est bien placée.[6]



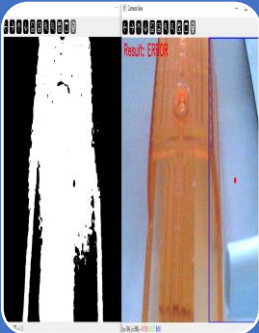
Environnement de programmation(JUPYTER NOTEBOOK):

- Jupyter a été utilisé comme environnement de programmation pour écrire et exécuter des codes OpenCV pour le traitement et l'analyse d'images.



prendre des photos(HAVIT HV-HN24G) :

- Une caméra HAVIT a été utilisée pour capturer des images des pièces en plastique à une résolution appropriée, afin de les analyser et de garantir leur positionnement correct.



Résultats du traitement:

- Les résultats ont montré la capacité de détecter la position grâce à la couleur, aux espaces, etc.

Chapitre II
GUIDE DU PROJET DE
DEMARRAGE

Premier axe

Présentation du projet



1. Idée du projet (travail proposé) :

Ce projet est né de l'observation d'un processus de fabrication long, coûteux et susceptible d'erreurs humaines, tel que l'assemblage manuel des lentilles des feux. C'est un processus bien lourd dans l'industrie de l'équipement automobile. Par conséquent, la principale application de ce projet est de concevoir et de fabriquer un système d'automatisation intelligent tout au long de ce processus d'assemblage. Plus précisément, j'ai prévu de diviser mon projet en plusieurs étapes incluant :

- L'alimentation de la première pièce à l'aide d'un tapis roulant.
- Puis sa fixation à l'aide de deux vérins pneumatiques.
- Application précise de colle à l'aide d'un robot intelligent.
- Mise en place de la deuxième pièce à l'aide d'un bras d'aspiration à ventouse pneumatique.

2. Proposition de Valeur :

Ma proposition pour mon projet est une solution innovante pour le traitement des pièces plastiques usées dans le domaine de l'automatisation industrielle. Il s'agit de la conception et de l'exécution d'un système intelligent pour l'assemblage de pièces plastiques usagées qui sont collectées du domaine de l'automobile et du motocyclisme. Ce système fournit plusieurs valeurs et avantages clairs. Je les liste ci-dessous :

- * Coûts plus bas, car il y a moins de dépendance à la main
- * d'œuvre, moins de temps nécessaire à la production et une quantité réduite de matériaux utilisés.
- * Plus de production en moins de temps.

3. Équipe de travail :

Actuellement, le projet est porté principalement par moi-même, étudiant en génie électromécanique, avec l'accompagnement technique de mon encadrant universitaire.

Je possède les compétences nécessaires en :

-Conception mécanique (SolidWorks).

Chapitre II : GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE

- Automatisation industrielle.

- Programmation des systèmes électromécaniques et robotisés.

Mon encadrant apporte un soutien technique et stratégique dans la validation des choix de conception et dans le suivi de l'avancement du projet.

À mesure que le projet évoluera vers des phases plus avancées (industrialisation, commercialisation), une équipe complémentaire.

4. Objectifs du projet :

L'objectif du projet est de transformer le processus d'assemblage classique de pièces en plastique en une solution d'assemblage automatisée et intelligente.

Sur le plan commercial, le projet vise à :

◆ Court terme (1 an) :

- Développer un prototype fonctionnel.
- Tester le système dans un environnement semi-industriel (atelier de fabrication ou usine pilote).
- Acquérir un premier client ou partenaire industriel.

◆ Moyen terme (2 à 3 ans) :

- Finaliser l'industrialisation du système.
- Obtenir l'homologation technique nécessaire.
- Capter 5 % à 10 % du marché local des fabricants de feux arrière pour automobiles et motos.

◆ Long terme (4 à 5 ans) :

- Étendre la commercialisation à l'échelle nationale.

Chapitre II : GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE

- Développer des versions adaptées à d'autres types de pièces plastiques.
- Devenir un acteur reconnu dans l'automatisation des systèmes d'assemblage en Algérie

5. Calendrier de réalisation du projet :






Détails 	Durée 	Étape 
Analyse de la pièce (cabochoon), définition des fonctions du système.	1 mois	Étude des besoins
Conception de la structure, tapis roulant, position des actionneurs, bras robotisé.	1.5 mois	Conception mécanique (SolidWorks)
Acquisition des vérins, capteurs, robot, carte de commande, etc.	0.5 mois	Achat des composants
Montage de la structure et câblage des composants.	1 mois	Assemblage mécanique et électrique
Programmation du robot, des capteurs, enchaînement des opérations, IA.	1.5 mois	Programmation et intégration IA
Vérification des performances, précision, arrêts corrects	1 mois	Tests et calibrage 
Optimisation, corrections, test continu. 	0.5 mois	Améliorations finales
Documentation complète, schémas, préparation à la présentation.	0.5 mois	Rédaction du rapport et manuel technique

Tableau 1 : Calendrier de réalisation du projet

Deuxième axe

Aspects innovants

1. Nature des innovations :

La nature principale de l'innovation dans notre projet est l'innovation technologique, car il s'agit de la conception et de l'intégration d'un système intelligent automatisé combinant robotique, intelligence artificielle, capteurs et actionneurs pneumatiques, destiné à remplacer un procédé manuel traditionnel.

Le projet intègre également une innovation de marché, en proposant une solution adaptée aux PME du secteur automobile local.

Enfin, on peut considérer qu'il s'agit aussi d'une innovation incrémentale, car certaines techniques existantes ont été améliorées ou adaptées à notre contexte

2. Domaines d'innovation :

Le projet proposé s'inscrit dans plusieurs domaines d'innovation, notamment :

- **L'innovation des processus de production** : le système introduit une nouvelle manière d'assembler les pièces plastiques, en remplaçant les opérations manuelles par des opérations automatisées et intelligentes.
- **L'amélioration de l'efficacité et de la productivité** : grâce à l'intégration de capteurs, de vérins pneumatiques et d'un robot programmable, le système garantit une cadence de production plus rapide et plus précise.
- **L'introduction de nouvelles technologies** : le projet intègre des composants technologiques modernes tels que l'intelligence artificielle, la robotique, les systèmes de vision et les actionneurs pneumatiques.
- **La refonte du processus de fabrication** : le système constitue un exemple clair d'un modèle de production intelligent adapté aux besoins actuels de l'industrie.
- **Un modèle flexible et évolutif** : la conception du système permet d'assembler différentes formes et tailles de pièces, ce qui le rend facilement adaptable à d'autres produits ou environnements industriels.

Troisième axe

Analyse stratégique du marché



1. Présentation du secteur de marché :

Le projet s'adresse principalement aux petites et moyennes entreprises (PME) actives dans l'assemblage ou la production de matières plastiques pour les industries automobile et moto. Ces entreprises recherchent des solutions d'automatisation abordables, économiques et efficaces pour accroître leur productivité et améliorer la qualité.

✓ March potentiel :

Entreprises opérant dans le domaine des couvertures en plastique.

✓ Problème identifié :

La méthode d'assemblage actuellement utilisée dans ces structures est coûteuse, sujette aux erreurs et produit des déchets importants.

✓ Solution apportée :

- Productivité accrue.
- Réduction des erreurs humaines.
- Flexibilité d'adaptation à toutes les pièces en plastique.

✓ Possibilités de contractualisation :

Ce système est proposé en solution ou en unité adaptable, avec la possibilité de conclure des contrats de sous-traitance avec des ateliers spécialisés ou des petites entreprises souhaitant moderniser leurs lignes de production.

2. Mesure de la concurrence :

Bien que le marché de l'assemblage industriel connaisse l'existence de certaines solutions automatisées, la concurrence reste **faible** au niveau des **PME** (Petites et Moyennes Entreprises) recherchant des systèmes intelligents, simples et abordables.

✓ Type de concurrents :

- Grandes entreprises étrangères offrant des solutions avancées mais coûteuses et complexes, souvent **inadaptées** aux petites structures.
- Quelques ateliers locaux utilisent des systèmes semi-automatiques **rigides** et peu efficaces.
- Rareté de systèmes intelligents spécifiquement conçus pour l'assemblage de pièces plastiques usagées.

✓ Points faibles des concurrents existants :

- Coût élevé des équipements importés.
- Manque de flexibilité face à des pièces de formes irrégulières ou recyclées.
- Faiblesse des services après-vente locaux et absence de personnalisation.
- Non-intégration de l'intelligence artificielle dans les processus d'assemblage.

✓ Avantage du projet :

- Proposer une solution intelligente, flexible, personnalisable et à prix compétitif.
- Viser un marché local encore non saturé.
- Facilité d'adaptation et de maintenance, renforçant l'attractivité du système par rapport aux solutions étrangères.

3. Stratégie de commercialisation :

Le projet se concentre sur un plan marketing adapté au marché local et aux besoins des petites et moyennes entreprises (PME). Il vise à intégrer la sensibilisation aux technologies intelligentes et la sensibilisation industrielle.

✓ Positionnement produit :

- Présenter le système comme une solution simple d'utilisation et économique.
- Attirer l'attention sur la réduction des coûts et l'amélioration des performances de production.

✓ Communication et visibilité :

- Participation à des **salons industriels et foires technologiques**.
- Utiliser les réseaux sociaux (LinkedIn) pour contacter les usines concernées.
- Créer (vidéos, magazine de présentation du projet)

✓ Approche client :

- Ciblage des **PME locales** dans les secteurs automobiles et plastique.
- Propositions personnalisées selon le type de pièce à assembler.
- Offres promotionnelles de **lancement** et **d'accompagnement technique** pour les premiers clients.

✓ Distribution :

- Vente directe aux entreprises industrielles.
- Possibilité de **vente en ligne** via une plateforme dédiée.
- Déploiement futur via **des partenaires ou revendeurs locaux**

Quatrième axe

Plan de production et d'organisation



1. Processus de production :

Le processus de production du système d'assemblage intelligent se déroule en plusieurs étapes essentielles :

1. Conception technique et modélisation 3D :

- Utilisation de logiciels tels que SolidWorks pour concevoir les composants mécaniques du système.
- Intégration de capteurs, de vérins pneumatiques, de convoyeurs et d'un bras robotisé.

2. Acquisition des composants et matériaux :

- Achat des éléments mécaniques (moteurs, vérins, convoyeurs, structure métallique).
- Acquisition des composants électroniques (capteurs, carte Arduino/API, câblage, etc.).

3. Fabrication et assemblage du prototype :

- Usinage ou impression 3D des pièces mécaniques personnalisées.
- Montage des éléments électromécaniques.
- Câblage et intégration des éléments de commande.

4. Programmation et test :

- Développement du programme de contrôle (algorithmes, intelligence artificielle si nécessaire).
- Tests de fonctionnement, réglages des capteurs, synchronisation des mouvements.

5. Ajustement et optimisation :

- Correction des dysfonctionnements constatés.
- Optimisation de la performance du système.

6. Conditionnement et mise en service :

- Emballage du système ou intégration directe dans l'environnement industriel du client.
- Installation et formation initiale des opérateurs

2. Fournir :

Le système d'approvisionnement du projet vise à assurer une disponibilité continue des composants et matériaux nécessaires à la fabrication du système intelligent d'assemblage des pièces plastiques.

✓ Politique d'achat :

- Achat direct auprès de fournisseurs locaux ou internationaux fiables pour garantir la qualité des composants.
- Priorité aux fournisseurs offrant une garantie technique et un service après-vente.
- Commandes effectuées de manière périodique afin d'éviter les ruptures de stock ou les retards dans la production.

✓ Principaux fournisseurs :

- Entreprises spécialisées dans les composants électroniques (capteurs, cartes Arduino/API, câblage...).
- Fournisseurs de matériel pneumatique (vérins, compresseurs, tuyaux...).
- Distributeurs de composants mécaniques (convoyeurs, structures métalliques, moteurs...).
- Plateformes d'achat locales ou en ligne comme RS Components, Festo, Conrad, etc.

✓ Politique de paiement et de réception :

- Paiement à la réception privilégié pour les achats locaux.
- Acompte partiel pour les achats à l'international, avec solde après vérification des produits.
- Contrôle systématique à la réception des composants pour vérifier la conformité.

Chapitre II : GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE

- Suivi rigoureux des stocks avec un registre d'inventaire pour anticiper les besoins futurs

3. Population active :

Le projet contribue à la création d'emplois techniques et spécialisés dans le domaine de l'automatisation industrielle et de la mécatronique.

Nature et type de main-d'œuvre requise :

- Techniciens en électromécanique : pour l'installation, le diagnostic et la maintenance du système.
- Programmeurs ou développeurs de systèmes : pour la mise à jour des algorithmes du robot et des capteurs intelligents.
- Responsable qualité : pour contrôler la conformité des pièces assemblées aux normes.

Sources de main-d'œuvre :

- Le recrutement se fera principalement à partir des instituts technologiques et des universités techniques au niveau local

4. Partenaires principaux :

- **L'incubateur d'entreprises** : pour l'accompagnement administratif et technique.
- **La banque** : pour le financement et l'octroi de crédits.
- **Le Fonds de soutien aux startups** : pour bénéficier d'un appui financier et d'aides publiques.
- **Les fournisseurs de pièces** : pour l'approvisionnement en moteurs, capteurs et autres composants.
- **Les entreprises technologiques** : pour contribuer au développement intelligent et numérique du système.

Cinquième axe

Plan financier



Chapitre II : GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE

1-Frais :

1-1-Couts d'investissement :





Désignation	Quantité	Cout unitaire	Cout total
bureau 	2	15000,00	30000,00
ordinateur	2	1000000,00	2000000,00
tapis roulant	4	1200000,00	4800000,00
ventous pneumayique 	1	6000,00	6000,00
verin	4	6000,00	24000,00
bras robotique 	1	1000000,00	1000000,00
	14	3227000,00	7860000,00 

Tableau 2: Coûts d'investissement prévus

1-2-Couts des matières premières :


Désignation	Qauntité/cout	Cout unitaire	Cout total
matéair 01 	484000	5000,00	2420000000,00
matéair 02 	484000	5000,00	2420000000,00
	968000		4840000000,00

Tableau 3: Coûts prévus des matières premières

1-3-Salaires des travailleurs :





Emploi	Quantité	Salaire mensuel	total des Salaires mensuels	total des Salaires annuels
Le gérant 	1	60000,00	60000,00	720000,00
programmeur	1	50000,00	50000,00	600000,00
Ingénieur ELM 	2	45000,00	90000,00	1080000,00
Travailleur ordinaire 	2	30000,00	60000,00	720000,00
Total	6	185000,00	260000,00	3120000,00 

Tableau 4: Salaires attendus des travailleurs

1-4-Couts divers :

a-Création :


Désignation	Cout annuel total
couts de construction	100000,00 

tableau 5: Coût de construction prévu

b-Louer:

Nature de loyers	Loyers mensuels	Loyers annuels
Location de magasin	50000,00	600000,00 

Tableau 6: Coûts de location prévus

c-Maintenance:


Cout de maintenance	Annuel
Couts de maintenance et de développement	20000,00 

Tableau 7 : Coûts d'entretien prévus

d-Autres fardeaux :



Frais	Couts mensuels	Couts annuels
Honoraires et frais d'intermédiation	8000,00	96000,00
Commercialisation	4000,00	48000,00
Transport 	5000,00	60000,00
Fournitures de bureau	3000,00	36000,00
Fournitures techniques	5000,00	60000,00
Autres services	1000,00	12000,00
Le total	26000,00	312000,00 

Tableau 8: Autres charges attendues

Chapitre II : GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE

e-Couts de l'énergie :




Couts de l'énergie	Mensuel	annuel
Gaz , électricité et eau	6000,00 	72000,00
Téléphone et internet 	2000,00	24000,00
Total	8000,00	96000,00 

Tableau 9: Coûts énergétiques prévus

2-Chiffre d'affaires annuel :




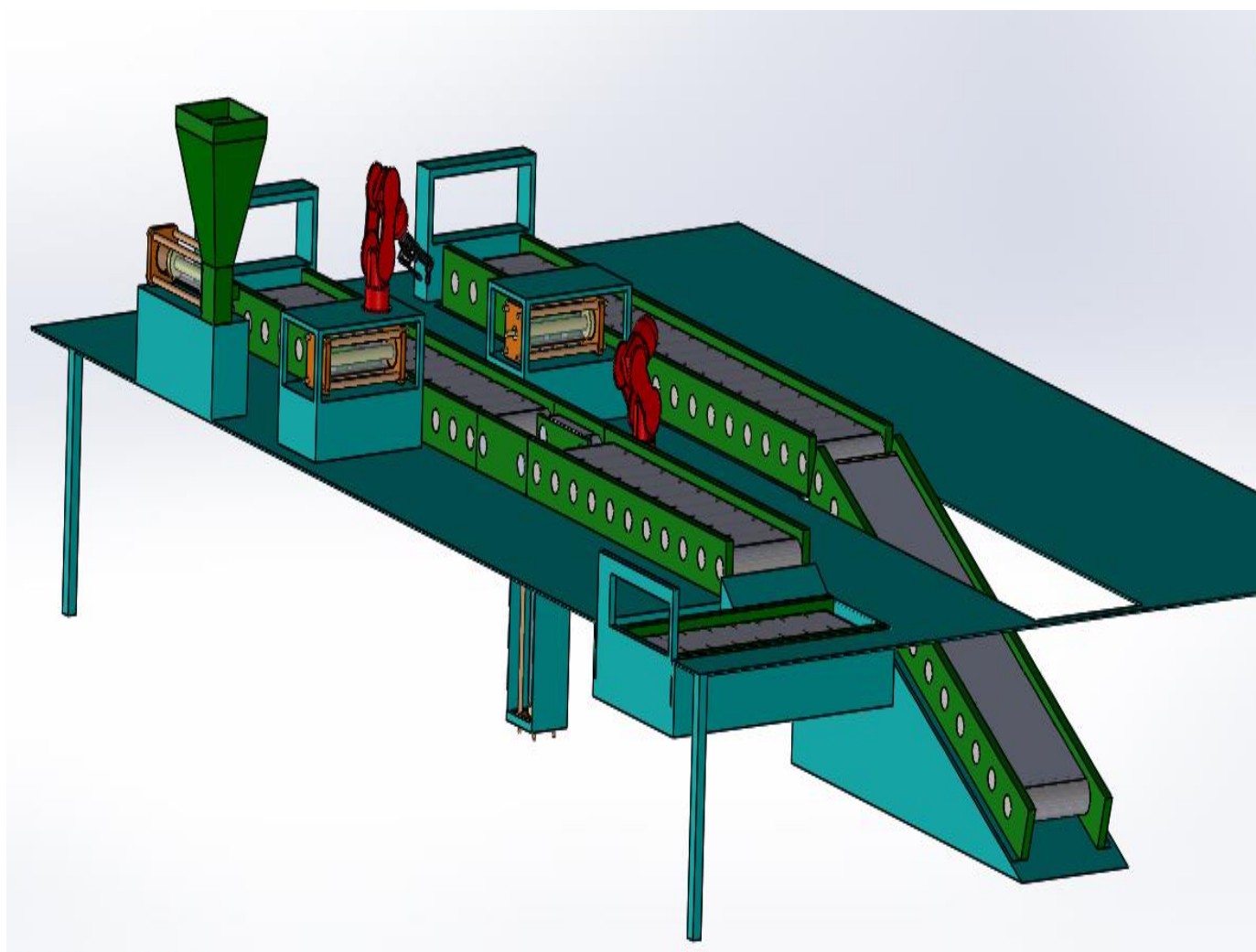
Produit A destiné Client	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Quantité produit A			484000	532400	585640	644204 	708624
Prix HT produit A			15000,00	15000,00 	15000,00	15000,00	15000,00
Ventes produit A			484000	532400	585640	644204	708624
CHIFFRE D'AFFAIRES GLOBAL			7260000000,00	7986000000,00	8784600000,00	9663060000,00	10629366000,00 

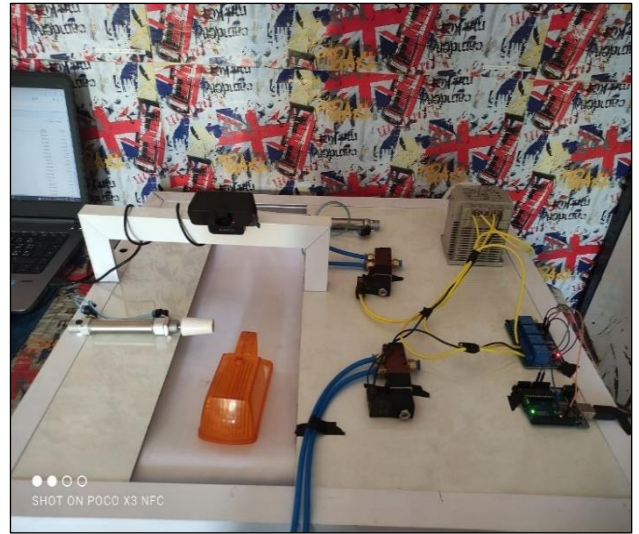
tableau 10 : Volume de ventes annuel prévu

Sixième axe

Prototype



Chapitre II : GUIDE DU PROJET DE DEMARRAGE



Liste des annexes



Annexe n° 2 : Tableau de calcul des résultats attendus

	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Vente et produits annexes			726000000,00	798600000,00	878460000,00	966306000,00	1062936600,00
Production des stocks produits finis et encours							
Production immobilisée							
Subvention d'exploitation							
Production de l'exercice			726000000,00	798600000,00	878460000,00	966306000,00	1062936600,00
Achats consommés			484000000,00	532400000,00	585640000,00	644204000,00	708624400,00
Services Extérieurs et autres consommations			1128000,00	1028000,00	1028000,00	1028000,00	1028000,00
Consommation de l'exercice			4841128000,00	5325028000,00	5857428000,00	6443068000,00	7087272000,00
Valeur ajoutée d'exploitation			2418872000,00	2660972000,00	2927172000,00	3219992000,00	3542094000,00
Charges de personnel			3120000,00	3120000,00	3120000,00	3120000,00	3120000,00
Impôts et taxes et versement assimilés							
Excédent Brut d'Exploitation			2415752000,00	2657852000,00	2924052000,00	3216872000,00	3538974000,00
Autres produits opérationnels							
Autres charges opérationnelles							
Dotations aux amortissements, Provisions			1572000,00	1572000,00	1572000,00	1572000,00	1572000,00
Reprise sur pertes de valeurs et provisions							
Résultat opérationnel			2414180000,00	2656280000,00	2922480000,00	3215300000,00	3537402000,00
Produits Financiers							
Charges financières							
Résultat financier							
Résultat Ordinaire avant impôt			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Impôt exigible sur résultat ordinaire							
Impôt différé sur résultat ordinaire							
Total des produits des activités ordinaires							
Total des charges des activités ordinaires							
Résultat net des activités ordinaires			2414180000,00	2656280000,00	2922480000,00	3215300000,00	3537402000,00
Eléments extraordinaire (produits)							
Eléments extraordinaire (produits)							
Eléments extraordinaire (charges)							
Résultat extraordinaire							
RESULTAT NET DE L'EXERCICE			2414180000,00	2656280000,00	2922480000,00	3215300000,00	3537402000,00

BMIC

Tableau BMC :

<p>PARTENAIRE CLE :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fournisseurs de pièces. -entreprises de construction automobile. -Entreprises technologiques. -Incubateur d'entreprises. -Fonds de soutien aux startups. -Université de M'sila. 	<p>ACTIVITES CLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> -conception de système mécanique et robotique . -Programation des regrets et du suivi . -Tests système et assurance qualité .  <p>RESSOURCES CLES:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Matériel: machines, matières premières, moteurs, robot ,tapis roulant , verin , vanteuse.... -Humanité: ingénieurs mécatroniques, programmeur,comptable. -Intellectuel: droits de propriété. 	<p>PROPOSITIONS DE VALEUR:</p> <ul style="list-style-type: none"> -un système intelligent, précis et automatisé réduit la dépendance au travail manuel . -augmenté la productivité et réduire les erreurs humaines. -améliorez la qualité et la vitesse d'intelligence artificielle. -Faible cout et prix abordable. 	<p>RELATION CLIENT:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Allouer une journée à la maintenance . -formation à la maintenance des clients -Attribuez un service gratuit au client à chaque achate effectué.  <p>canaux de distribution:</p> <ul style="list-style-type: none"> -vente directes aux entreprises concernées. -Des sites comme LinkedIn. 	<p>SEGMENTS DE CLIENTELE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les entreprises qui fabriquent ces pièces -Les usines d'assemblage de voitures et motos. 
<p>STRUCTURE DES COUTS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -équipement de production (moteurs,bras ropoytque ,tapis roulant...). -usine. -matériel de burea (ordinateurs, bureaux.....). -matières premières (cabchoune de feu). -Salaires des travailleurs. -Autres couts. 		<p>FLUX DE REVNUS:</p> <ul style="list-style-type: none"> -ventes de produit. -Frais de maintenance et de support. 		

CONCLUSION GENERALE

En conclusion, après avoir analysé toutes les étapes théoriques et pratiques de la conception et du développement d'un système intelligent d'assemblage de caches de phares automobiles, on peut dire qu'il est essentiel de passer des méthodes traditionnelles, basées sur le travail, la répétition et le manque de précision, à un modèle de conception et de développement automatisé utilisant une combinaison de simulations de conception mécanique dans SolidWorks et d'intelligence artificielle, y compris la vision par ordinateur avec OpenCV.

Alors, il a été possible de voir tout au long de différentes phases du projet que les solutions mécaniques de précision, Tel que le Tabi Rollon et les actionneurs pneumatiques, en équilibre avec l'intelligence artificielle conduisent à la mise à disposition des systèmes d'assemblage flexibles et efficace en terme de dimension du domaine des pièces détachées des automobiles..

Ce système constitue également une première étape vers l'automatisation du processus de fabrication local de pièces clés, telles que les abat-jour et autres composants d'assemblage. Il ouvre de vastes perspectives d'amélioration de la productivité, de réduction des coûts dans plusieurs zones d'assemblage et d'amélioration de la qualité des produits locaux. Il ouvre également la voie à de nouvelles innovations dans le domaine de la fabrication intelligente en Algérie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Fortune Business Insights. (2024). *Automotive Aftermarket Size, Share & COVID-19 Impact Analysis*. Consulté en juillet 2025, depuis :

<https://www.fortunebusinessinsights.com/automotive-after-market-102613>

[2] Nilight. (2023). *What Does a Tail Light Assembly Include?* Consulté en juillet 2025, depuis :

<https://www.nilight.com/blogs/news/what-does-a-tail-light-assembly-include>

[3] AutoProtoWay. (2023). *Tail Light Lens: Functions and Materials*. Consulté en juillet 2025, depuis :

<https://autoprotoWay.com/tail-light-lens>

[4] MEMOIRE, BOURBOUNA, Madjed. *Modélisation géométrique, cinématique et conception sous SolidWorks d'un robot à 4 axes de type SCARA*. 2024.

[5] SolidWorks Assignment Help. (2023). *SolidWorks Assembly Modeling: Top-Down vs Bottom-Up Approaches*. Consulté en juillet 2025, depuis :

<https://www.solidworksassignmenthelp.com/blog/solidworks-assembly-modeling-top-down-vs-bottom-up-approaches>

[6] Intel. (2023). *What is Computer Vision?* Consulté en juillet 2025, depuis :

<https://www.intel.com/content/www/us/en/learn/what-is-computer-vision.html>