



جامعة تونس الافتراضية
UNIVERSITÉ VIRTUELLE DE TUNIS

Université Virtuelle de Tunis

**Mastère professionnel en Optimisation et Modernisation des
Entreprises MOME**

Rapport de soutenance

Présenté par
Zammali Abdelkader

Pour l'obtention du
Diplôme de Mastère professionnel

Etude d'intégration de l'industrie 4.0 dans SIA

Réalisé à
SIA «Société Industrielle d'Amortisseurs »

Soutenu le..

Devant le Jury :

| | | | |
|--------------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Président | : | M./Mme | PrénomNOM |
| Rapporteur | : | M^{me} | Prénom NOM |
| Encadreur Organisme d'accueil | : | M' | SialaWassim |
| Encadreur UVT | : | M' | Ben RebahHamed |

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Monsieur AHMED HENTATI « PRESIDENT DIRECTEUR GENERAL » pour l'opportunité donnée pour pouvoir réaliser mon projet de fin d'études.

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur HAMED BEN REBAH, mon encadreur académique de ce projet de fin d'études, pour conseils techniques qui m'ont permis de bien gérer mon travail.

Je tiens à remercier Monsieur WASSIM SIALA « DIRECTEUR USINE », mon encadreur, qui a voulu rendre mon travail le plus fructueux possible par son exceptionnelle disponibilité, son infinie patience et la richesse de ses conseils toujours constructifs.

Mes remerciements sont aussi dédits à tous mes collègues pour leurs collaborations durant toute la période du projet.

Merci à tous les membres de jury pour le temps consacré à mon projet, qu'il y trouve toute l'efficacité qu'ils attendent.

Je remercie enfin, ma famille pour ses sacrifices durant ces deux années de Master.

Enfin, je remercie très sincèrement tous les enseignants qui ont contribué à ma formation, je leur suis très reconnaissant de l'enseignement qu'ils m'ont fournis, sans eux ce projet n'aurait pas vu le jour.

Résumé

Le travail est réalisé au sein de la SIA « Société Industrielle d'Amortisseurs » dans le but de répondre à une opportunité saisie lors de diagnostic et réalisation de la matrice SWOT SIA 2019.

Dans ce mémoire, j'ai essayé de préparer un plan d'action d'implantation de l'industrie 4.0 dans la SIA. Ce plan par la suite sera intégré dans le business plan SIA 2020-2025 en validant l'investissement.

Mots clés : Digitalisation, Industrie 4.0, communication, Stratégie, Plan d'action

Abstract

The work is carried out within the SIA "Société Industrielle d'Amortisseurs" in order to respond to an opportunity seized during the diagnosis and realization of the SWOT SIA 2019 matrix.

In this memoir, I tried to prepare an Industry 4.0 implementation plan in the SIA. This plan will be incorporated into the SIA 2020-2025 business plan by validating the investment.

Key words: Digitalization, Industry 4.0, communication, Strategy, Action plan

ملخص

أنجز هذا العمل في الشركة الصناعية للمخمدات من أجل حسن استغلال الفرص المستتج عند اجرا التحليل الرباعي السنوي، لسنة ٢٠١٩.
في مشروع التخرج هذا أنجزت خطة تنفيذ لصناعة 4.0 في الشركة الصناعية للمخمدات، سيتم دمج هذه الخطة في خطة عمل ٢٠٢٠-٢٠٢٥ من خلال التحقق من صحة الاستثمار.

Sommaire

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Remerciements | 2 |
| Résumé | 3 |
| Abstract | 3 |
| Liste des figures | 7 |
| Liste des tableaux | 8 |
| Introduction générale..... | 9 |
| Chapitre 1: Présentation SIA et Industrie 4.0..... | 10 |
| 1.1. Introduction : | 11 |
| 1.2. Présentation de la SIA | 11 |
| 1.2.1. Présentation | 11 |
| 1.2.2. Forme juridique | 11 |
| 1.2.3. Les actionneurs..... | 11 |
| 1.2.4. Chiffre d'affaire : | 11 |
| 1.2.5. Structure Hiérarchique : | 12 |
| 1.2.6. Les dates clefs | 12 |
| 1.2.7. Référence SIA | 13 |
| 1.3. Présentation de l'industrie 4.0 | 14 |
| 1.3.1. Les révolutions industrielles..... | 14 |
| 1.3.2. La Révolution industrielle 4.0 (l'internet et le numérique)..... | 14 |
| 1.3.2.1. L'internet | 14 |
| 1.3.2.2. Le numérique | 15 |
| 1.3.2.3. Le Cloud computing | 15 |
| 1.3.2.4. Internet des objets..... | 15 |
| 1.3.2.5. Big data..... | 15 |
| 1.3.2.6. Réalité augmenté | 15 |
| 1.3.2.7. Intelligence artificiel..... | 16 |
| 1.3.3. L'industrie 4.0 et ses applications | 16 |
| 1.3.3.1. Les réseaux intelligents | 16 |
| 1.3.3.2. Les transports intelligents | 16 |
| 1.3.3.3. Les bâtiments intelligents | 16 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----|
| 1.3.3.4. | L'usine intelligente | 17 |
| 1.3.3.4.1. | Simulation..... | 17 |
| 1.3.3.4.2. | Robot collaboratif | 17 |
| 1.3.3.4.3. | Organisation en réseau..... | 17 |
| 1.3.3.4.3.1. | ERP | 18 |
| 1.3.3.4.3.2. | MES | 18 |
| 1.3.3.4.3.3. | SCADA | 18 |
| 1.3.3.4.3.4. | PLC | 18 |
| 1.3.3.4.4. | La numérisation de cycle de vie produit..... | 18 |
| 1.3.3.4.4.1. | PLM (Product life cycle management) | 18 |
| 1.3.3.4.4.2. | PDM..... | 19 |
| 1.3.3.4.5. | Les acteurs de l'industrie 4.0 | 19 |
| 1.4. | Conclusion | 19 |
| Chapitre 2 : Analyse stratégique : Chaîne de valeur et analyse SWOT | | 20 |
| 2.1. | Introduction | 21 |
| 2.2. | La chaîne de valeur actuelle | 21 |
| 2.3. | Défis, Opportunités et risques | 22 |
| 2.3.1. | Les Défis | 22 |
| 2.3.2. | Opportunités | 22 |
| 2.3.3. | Les risques..... | 22 |
| 2.4. | Analyse SWOT..... | 23 |
| 2.5. | Conclusion | 23 |
| Chapitre3: Choix stratégique "Implantation de L'Industrie4.0" | | 24 |
| 3.1. | Introduction | 25 |
| 3.2. | Mission, vision stratégique, Objectifs et stratégie | 25 |
| 3.2.1 | Mission : | 25 |
| 3.2.2 | Vision stratégique | 25 |
| 3.2.3 | Objectifs :..... | 25 |
| 3.2.4 | Stratégie..... | 26 |
| 3.2.5 | Conclusion..... | 26 |
| Chapitre 4: Plan d'action..... | | 27 |
| 4.1 | Introduction | 28 |
| 4.2 | Le projet..... | 28 |

| | | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 4.3 | Identifier la partie prenante..... | 29 |
| 4.4 | Identifier le Besoin de partie prenante..... | 30 |
| 4.5 | Etude de correspondance entre besoin partie prenante et Outil Industrie 4.0 | 31 |
| 4.6 | Définir les lots de travail | 32 |
| 4.6.1 | Projet et le plan d'action de projet 6 Sigma maîtrise des paramètres soudure..... | 34 |
| 4.6.2 | Etude préliminaire de partie MES et SCADA | 39 |
| 4.6.3 | Etude préliminaire de partie PDM | 40 |
| 4.6.4 | Etude préliminaire de passage vers le Cloud | 40 |
| 4.6.5 | Etude préliminaire de robotisé la production | 40 |
| 4.6.6 | Etude préliminaire de production de l'électricité solaire | 40 |
| 4.6.7 | Etude préliminaire mise en place de CRM..... | 41 |
| 4.6.8 | Mise en place de logiciel de gestion des compétences | 41 |
| 4.7 | Investissement | 42 |
| 4.8 | Plan d'action | 43 |
| 4.9 | Planning d'implantation | 44 |
| 4.10 | Conclusion | 1 |
| | Conclusion générale | 2 |
| | Références bibliographiques | 3 |
| | Annexes | 4 |

Liste des figures

| | |
|---------------------------------------------------------|----|
| Figure 1: Evolution du CA de la SIA 2016-2019..... | 12 |
| Figure 2: Structure hiérarchique..... | 12 |
| Figure 3: Les dates clefs de la SIA..... | 13 |
| Figure 4: Références SIA..... | 13 |
| Figure 5: Les quatre révolutions industrielles..... | 14 |
| Figure 6: Utilisation de la réalité augmentée..... | 16 |
| Figure 7: Structure de traitement de l'information..... | 17 |
| Figure 8: PLM, ERP et PDM..... | 19 |
| Figure 9: Charte de projet 6sigma soudure..... | 34 |
| Figure 10: Diagramme GANTT..... | 44 |

Liste des tableaux

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1: Evolution chiffre d'affaire | 11 |
| Tableau 2: Analyse de valeur selon Modèle Porter..... | 21 |
| Tableau 3: AnalysesSWOT (strength,weaknesses,opportunities,threats) | 23 |
| Tableau 4: Objectifs par fonction | 25 |
| Tableau 5: Présentation générale de projet..... | 28 |
| Tableau 6: Partie prenante pertinente..... | 29 |
| Tableau 7: Besoin de partie prenante pertinente | 30 |
| Tableau 8: correspondance entre besoin partie prenante et Outil Industrie 4.0 | 31 |
| Tableau 9: Lots de travail de projet..... | 32 |
| Tableau 10: Plan d'action de projet 6 sigma soudure | 35 |
| Tableau 11: Définition préliminaire des fonctionnalités MES selon phase d'implantation | 39 |
| Tableau 12: carte prévisionnel de mise en place MES et SCADA..... | 39 |
| Tableau 13: Etude préliminaire comparatif Cloud VS réseaux locale | 40 |
| Tableau 14:Etat d'avancement Projet X3 People..... | 41 |
| Tableau 15:Investissement | 42 |
| Tableau 16:Définir le plan d'action..... | 43 |

Introduction générale

De nos jours, la transformation digitale de tout processus, organisation, entreprise qui nous entoure est devenue une obligation, de telle sorte que chaque opportunité perdue se transforme en menace qui met en péril la continuité de l'activité et même l'existence de l'entreprise.

Cette transformation digitale est au cœur de l'économie mondiale et le restera pour les décennies à venir. L'entreprise SIA « Société Industrielle d'Amortisseur » doit adopter ces nouvelles technologies et se transformer vers une numérisation totale des ces processus logistiques et de production. L'organisation de l'entreprise doit également répondre aux exigences de cette transformation digitale pour une meilleur intégration dans la chaîne d'approvisionnement mondiale en amortisseur et produits similaires.

L'analyse préliminaire de toutes les fonctions de toutes les opérations à la société SIA a montré que l'industrie 4.0 représente une opportunité réellement à saisir. Une première réflexion conduite au sein de la société SIA a abouti au lancement d'un projet ambitieux intitulé «Intégration de l'industrie 4.0 dans la SIA ».

Ce projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de mastère d'optimisation et modernisation de l'entreprise (MOME) de l'université virtuelle de Tunis (UVT) entre dans le cadre de ce projet lancé par le management de la société SIA depuis 2019. Etant responsable de la production dans l'unité principale de cette société ,j'ai voulu contribuer dans la réalisation de cette transformation digitale de la SIA en proposant une stratégie et un plan d'action pour implanter l'industrie 4.0 dans l'atelier de soudure en première phase et la généralisé en deuxième phase.

L'atelier de soudure que je dirige constitue l'élément focal de l'activité de production des amortisseurs de la SIA. Les 70 agents, sur un effectif total de 300 employés, travaillant dans cette unité sont la véritable source de l'avantage concurrentiel de l'amortisseur SIA sur le marché de la construction automobile. Toute stratégie ou action réussie dans ce compartiment est un facteur clé de succès pour le reste de compartiment de l'activité de la SIA.

Chapitre 1: Présentation SIA et Industrie 4.0

1.1. Introduction :

Ce chapitre débutera par une présentation détaillée de la SIA (process, moyens, technologies, opérations, résultats) suivie d'une synthèse de l'évolution industrielle de son stade 1.0 à celui 4.0 qui représente la révolution industrielle de nos jours. Dans la présentation de la SIA on trouvera la forme juridique, les actionnaires, chiffres d'affaire, stratégie, la structures hiérarchique les dates clefs, les techniques de production et les projets et programme encours. Pour la partie industrie 4.0 en présentera les révolutions industrielles, la révolution d'internet et de numérique (Cloud, computing, Big data, internet des objets...), les applications de l'industrie 4.0, l'usine intelligente, le leanmanufacturing...

1.2. Présentation de la SIA

1.2.1. Présentation

La Société Industrielle d'Amortisseurs « S.I.A » a été fondée en 1989 en partenariat avec la société de fabrication des amortisseurs RECORD France. Le nombre d'employés de la SIA est de 300 personnes avec un taux d'encadrement de 15%. Son activité est la fabrication et la commercialisation des amortisseurs télescopiques hydrauliques et à gaz basse pression pour les véhicules de tourisme, utilitaires et poids lourd.

1.2.2. Forme juridique

La Société Industrielle d'Amortisseurs « S.I.A » est une société anonyme (SA). Malgré sa forme juridique société anonyme la SIA demeure, depuis sa création en 1989, une entreprise familiale. Elle est située dans la zone industrielle Bir El Kassaa.

1.2.3. Les actionneurs

Les principaux actionnaires sont :

- Groupe HENTATI avec 40% de capital
- RECORD France avec 15%
- Autres

1.2.4. Chiffre d'affaire :

Pour la période 2016-2019, Le chiffre d'affaire a connu l'évolution suivante :

Tableau 1: Evolution chiffre d'affaire

| Année | 2016 | 2017 | 2018 | 2019* |
|--------------------------|------|------|------|-------|
| Chiffre d'affaire (MTND) | 23 | 28.5 | 32 | 38 |

*Prévisions.

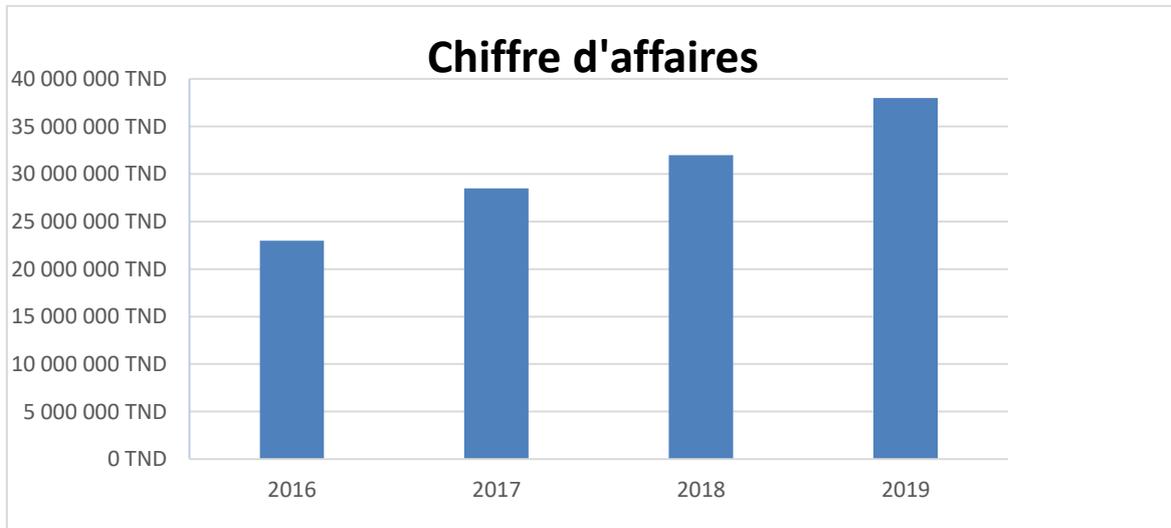


Figure 1: Evolution du CA de la SIA 2016-2019

1.2.5. Structure Hiérarchique :



Figure 2: Structure hiérarchique

1.2.6. Les dates clefs

La SIA a subi du son creation en 1989 jusqu'à aujourd'hui plusieurs evenement, progression et developpement .

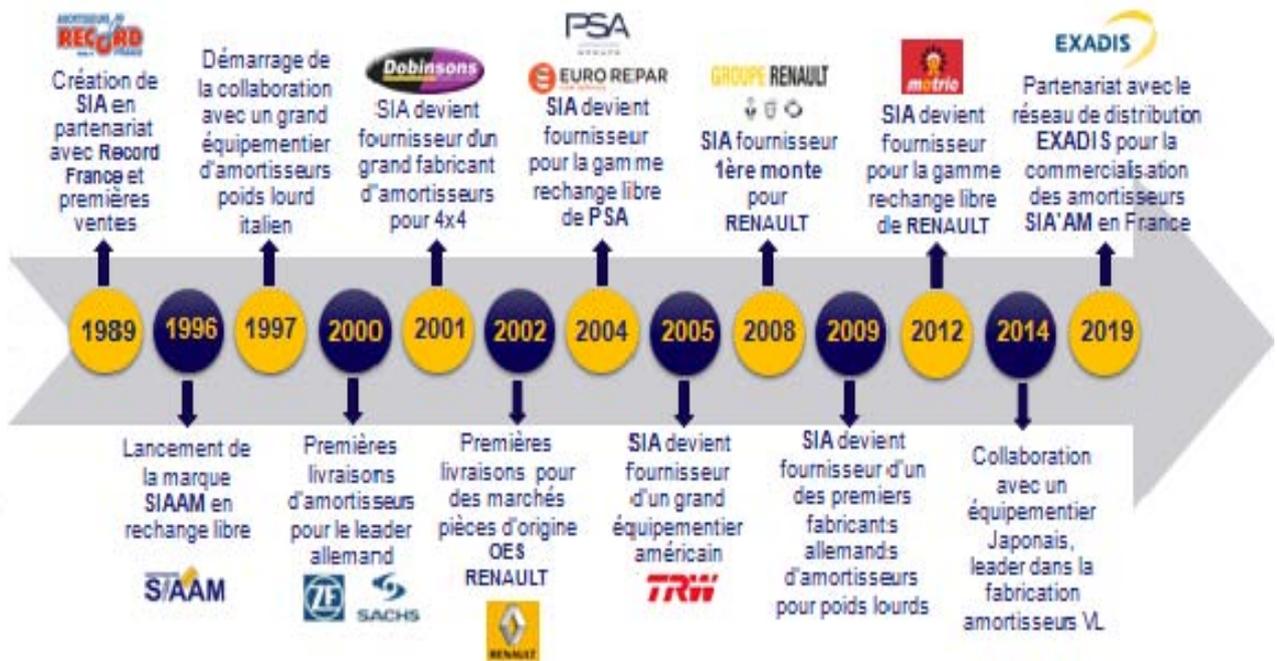


Figure 3: Les dates clefs de la SIA

1.2.7. Référence SIA



Figure 4: Références SIA

1.3. Présentation de l'industrie 4.0

1.3.1. Les révolutions industrielles

Les révolutions industrielles viennent tout d'abord des découvertes et inventions qui génèrent des révolutions technologiques qui génèrent, à leur tour, des révolutions industrielles. Un cycle de révolutions industrielles a été observé :

1. 1760 -1780 **Première révolutions Industrielle (révolution 1.0)** : Mécanisation de l'industrie à travers l'invention du piston à vapeur et de la machine à vapeur
2. 1800-1910 **Deuxième révolution Industrielle (révolution 2.0)** vient des travaux sur l'électricité, en 1880 l'invention de lampes et des moteurs électriques, d'où la naissance en 1910 de Taylorisme
3. 1940-1970 **Troisième révolution Industrielle (révolution 3.0)** l'invention de l'ordinateur suivie en 1960 par le développement informatique et en 1970 le développement d'automatisation pour l'industrie
4. 1960-2010 **Quatrième révolutions Industrielle (révolution 4.0)** l'invention de premiers réseaux informatique suivie en 1990 par les développements d'internet et de numériques et depuis 2010 nous parlons de l'industrie 4.0.

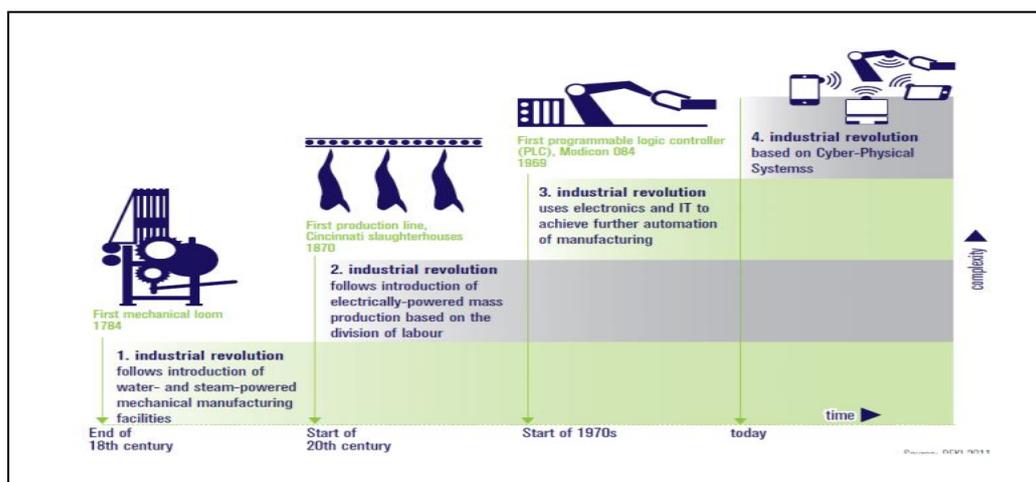


Figure 5: Les quatre révolutions industrielles

1.3.2. La Révolution industrielle 4.0 (l'internet et le numérique)

1.3.2.1. L'internet¹

Internet est un réseau informatique mondial constitué d'un ensemble de réseaux nationaux, régionaux et privés. L'ensemble utilise un même protocole de communication : TCP/IP, (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*).

Internet propose trois types de services fondamentaux :

- le courrier électronique (e-mail) ;

¹Consulté le 23/06/2019 <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-internet-3983/>

- le Web (les pages avec liens et contenus multimédia de ses sites Web) ;
- l'échange de fichiers par FTP (*File Transfer Protocol*).

1.3.2.2. Le numérique

Qualifie une représentation de l'information par un nombre fini de valeurs discrètes. Se dit, par opposition à analogique, de la représentation de données ou de grandeurs physiques au moyen de caractères - des chiffres généralement - et aussi des systèmes, dispositifs ou procédés employant ce mode de représentation discrète.

1.3.2.3. Le Cloud computing

Le cloud computing ou informatique en nuage est une infrastructure dans laquelle la puissance de calcul et le stockage sont gérés par des serveurs distants auxquels les usagers se connectent via une liaison Internet sécurisée. L'ordinateur de bureau ou portable, le téléphone mobile, la tablette tactile et autres objets connectés deviennent des points d'accès pour exécuter des applications ou consulter des données qui sont hébergées sur les serveurs. Le Cloud se caractérise également par sa souplesse qui permet aux fournisseurs d'adapter automatiquement la capacité de stockage et la puissance de calcul aux besoins des utilisateurs.

1.3.2.4. Internet des objets

Selon l'Union internationale des télécommunications, l'Internet des objets (IdO) est une « infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution ».

1.3.2.5. Big data

Les Big data ou méga données désignent l'ensemble des données numériques produites par l'utilisation des nouvelles technologies à des fins personnelles ou professionnelles. Cela recoupe les données d'entreprise (courriels, documents, bases de données, historiques de processeurs métiers...) aussi bien que des données issues de capteurs, des contenus publiés sur le web (images, vidéos, sons, textes), des transactions de commerce électronique, des échanges sur les réseaux sociaux, des données transmises par les objets connectés (étiquettes électroniques, compteurs intelligents, Smartphones...), des données géo localisées, etc.

1.3.2.6. Réalité augmentée

La réalité augmentée désigne selon Ronald T Azuma, chercheur à l'Université de Caroline du Nord et auteur d'une des premières études sur la réalité augmentée intitulée "*A survey of Augmented reality*", publié en 1997, la réalité augmentée peut se définir comme une interface entre des données "virtuelles" et le monde réel.



Figure 6: Utilisation de la réalité augmentée

1.3.2.7. Intelligence artificiel

L'intelligence artificielle (IA, ou AI en anglais pour Artificial Intelligence) consiste à mettre en œuvre un certain nombre de techniques visant à permettre aux machines d'imiter une forme d'intelligence réelle. L'IA se retrouve implémentée dans un nombre grandissant de domaines d'application.

1.3.3. L'industrie 4.0 et ses applications

1.3.3.1. Les réseaux intelligents²

Les « réseaux intelligents » sont des réseaux matériels de distributions de fluides (électricité, eau, gaz, pétrole...), et/ou d'information (télécommunications) qui ont été « augmentés » (rendus intelligents) par des systèmes informatiques, capteurs, interfaces informatiques et électromécaniques leur donnant des capacités d'échange bidirectionnel et parfois une certaine capacité d'autonomie en matières de calcul et gestion de flux et traitement d'information.

Les réseaux intelligents les plus connus du public sont notamment :

- Les smart grids
- Les réseaux d'eau intelligents

1.3.3.2. Les transports intelligents³

Les systèmes de transports intelligents - ou ITS pour Intelligent Transportation Systems - sont relatifs à l'application des technologies de l'information et de la communication pour l'amélioration des opérations des systèmes de transport.

1.3.3.3. Les bâtiments intelligents⁴

² Consulté le 18/06/2019 https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_intelligent

³ Consulté le 18/06/2019

http://www.itstunisie.tn/index.php?option=com_content&task=view&id=221&Itemid=156

⁴ Consulté le 18/06/2019 <https://www.lenergietoutcompris.fr/actualites-et-informations/economies-d-energie/batiment-intelligent-qu-est-ce-que-c-est-48189>

Le bâtiment intelligent se place dans le contexte de la transition énergétique et vise, grâce à un réseau électrique connecté et communicant, une consommation raisonnée de l'énergie.

1.3.3.4. L'usine intelligente

Le concept de l'usine intelligente est la connexion transparente d'étapes de production individuelles, des étapes de planification aux actionneurs sur le terrain. Dans un proche avenir, les machines et équipements pourront améliorer les processus grâce à l'auto-optimisation; les systèmes s'adapteront de manière autonome au profil de trafic et à l'environnement réseau.

1.3.3.4.1. Simulation

La simulation nous donne l'avantage de réaliser un très grand nombre d'expériences avec peu de matériels et en un temps très court.

On peut constater 4 types de simulation :

- Simulation des pièces
- Validation et prototypage
- Simulation des assemblages
- Simulation des postes de travail

1.3.3.4.2. Robot collaboratif⁵

Le robot collaboratif également appelé cobot représente une tendance très marquée dans les nouvelles évolutions de la robotique. De par sa différence, le robot industriel laisse de plus en plus sa place au robot collaboratif. À la différence du robot industriel classique qui travaille pour les humains, le robot collaboratif est fait pour travailler avec les humains.

1.3.3.4.3. Organisation en réseau

L'information jusqu'à maintenant est traité avec une structure pyramidale allant de ERP, MES, SCADA, PLC et ensuite toute en bas les entrées /sorties .La structure ambitieuse de traitement de l'information sera l'organisation en réseaux en communication avec le Cloud.

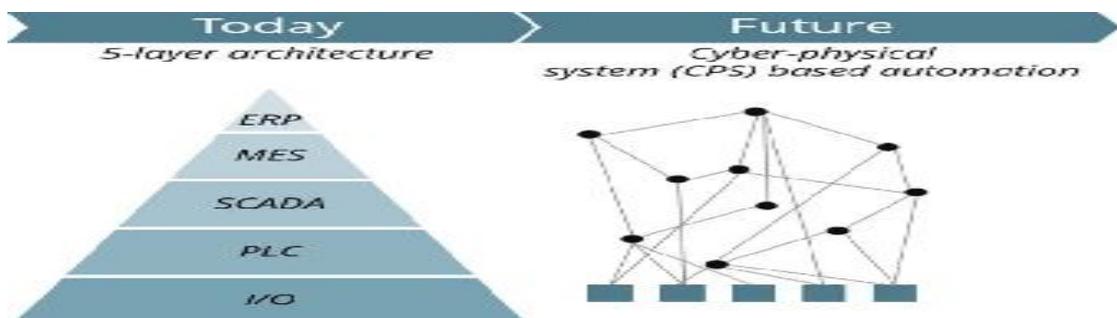


Figure 7: Structure de traitement de l'information

⁵ Consulté le 22/04/2019 <http://www.mb-s.fr/robot-collaboratif-vs-robot-industriel-traditionnel.html>

1.3.3.4.3.1. ERP⁶

L'ERP(Enterprise Resource Planning) est un progiciel qui permet de gérer l'ensemble des processus opérationnels d'une entreprise en intégrant plusieurs fonctions de gestion : solution de gestion des commandes, solution de gestion des stocks, solution de gestion de la paie et de la comptabilité, solution de gestion e-commerce, solution de gestion de commerce BtoB ou BtoC ... dans un système. Autrement dit, l'ERP représente la « colonne vertébrale » d'une entreprise.

1.3.3.4.3.2. MES⁷

Le MES est un système de contrôle de gestion et de suivi des travaux en cours dans l'atelier. Un M.E.S (Manufacturing Execution System) conserve la trace de toutes les informations de fabrication en temps réel, permet de recevoir des données en flux direct à partir des systèmes de contrôle/commande, de supervision machine et des opérateurs.

1.3.3.4.3.3. SCADA⁸

La SCADA n'est pas une technologie spécifique, mais un type d'application. SCADA signifie Supervisory Control and Data Acquisition (système de supervision industrielle qui traite en temps réel un grand nombre de mesures et contrôle à distance les installations). Toute application qui reçoit les données de fonctionnement d'un système pour contrôler et optimiser ce dernier est une application SCADA

1.3.3.4.3.4. PLC⁹

PLC(en anglais programmable logiccontroller) en Français un automate programmable industriel (ou API) est un dispositif électronique programmable destiné à automatiser des processus tels que la commande de machines au sein d'une usine et à piloter des robots industriels par exemple.

1.3.3.4.4. La numérisation de cycle de vie produit¹⁰

1.3.3.4.4.1. PLM (Product life cycle management)

Plus qu'un simple logiciel, le PLM est vraiment une solution au sens large du terme. En effet, le PLM prend en charge l'ensemble des informations allant de l'idéation, de la prise en charge des exigences client ou marketing, jusqu'à la maintenance, le retrait et le recyclage du produit.

Consulté le ⁶<https://www.choisirmonerp.com/erp/definition-d-un-erp>

⁷Consulté le 22/04/2019 http://assises.clubmes.com/MES_manufacturing_execution_system.asp

⁸ Consulté le 22/04/2019 <https://www.wonderware.fr/ihm-scada/qu-est-ce-que-scada/>

⁹ Consulté le <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-automate-programmable-10525/>

¹⁰ Consulté le 25/06/2019 <https://www.visiativ-industry.fr/pdm-vs-plm-definitions-differences/>

1.3.3.4.2. PDM

Un outil PDM est orienté document, il gère uniquement les données produit. Le rôle du PDM est de maîtriser et contrôler les versions des documents CAO et d'autres documents de type Office ou PDF (comme des spécifications techniques). L'objectif du PDM : garantir la mise à disposition pour les ingénieurs et les autres services de l'entreprise (la production, les achats, les bonnes versions des documents...)

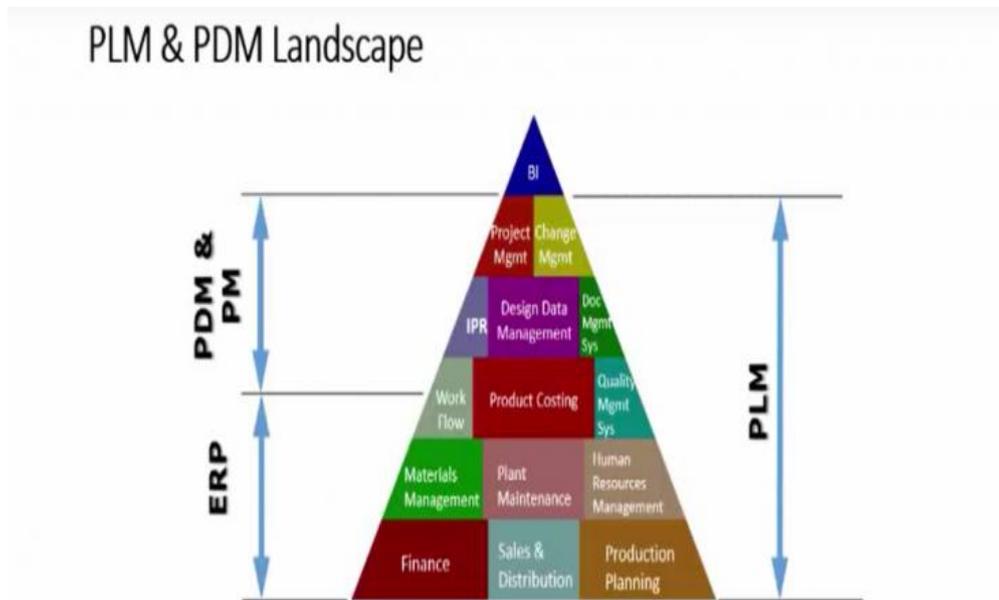


Figure 8: PLM, ERP et PDM

1.3.3.4.5. Les acteurs de l'industrie 4.0

Les acteurs de l'industrie 4.0 sont principalement :

- Les clients : surtout les industrielle des secteurs automobile et aéronautique
- Les prestataires tels que les cabinets de conseil
- Les éditeurs de software comme les éditeurs des ERP (Enterprise Resource Planning) /MES (ManufacturingExecution System) et SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)
- Les acteurs de secteur de l'automatisation
- Les acteurs de secteur industrielle des machines et équipements

1.4. Conclusion

Au cours de ce premier chapitre, nous avons commencé par présenter l'organisme d'accueil SIA. Par la suite nous avons présente l'industrie 4.0. Nous détaillerons dans le chapitre suivant une analyse de stratégie.

Chapitre 2 : Analyse stratégique :

Chaine de valeur et analyse SWOT

2.1. Introduction

Le contexte constitue le cadre dans lequel évoluera la conduite de la transformation digitale de la société SIA. Une analyse de chaîne de valeur avec une étude des défis, opportunités et les risques seront considérés pour tracer la trajectoire de développement de cette société.

2.2. La chaîne de valeur actuelle

Tableau 2: Analyse de valeur selon Modèle Porter

| | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Management : Le style de management dans la SIA c'est le management par approche le processus conformément à l'exigence de la certification L'IATF 16949, ISO 14001 et ISO 45001 .D'où pour chaque processus est définie un ensemble des objectifs suivie mensuellement. 25% | | | | |
| Gestion de ressource humaine : le taux d'encadrement est de 15%.Un plan de motivation de tout le personnel existant et partager a tous par affichage, collaboration avec le syndicat et comité de représentant des employés. Reste à numérisé la gestion de compétence.8% | | | | |
| Recherche d et développement : La R&D chez SIA occupe un processus très important dans la création de valeurs, d'où la SIA possède son propre laboratoire de recherche de valeur 2,5 MTND. Reste le management de données et le logiciel de conception.15% | | | | |
| Achat : Le taux d'intégration des achat de la SIA est supérieur a 70% .La SIA présente de plan d'approvisionnement de moins de trois fournisseur certifier au moins ISO9001 par article afin d'être très réactif à chaque risque liée au présence des composants, matières d'où la préservation de la continuité de produire et livrer nos clients.7% | | | | |
| Logistique entrant : Chaque unité de production dispose de sa propre magasin de stockage matière première et composant, deses propres moyens de manutention et personnelle.7% | Opérations : les machines de production sont en bon étatavec laprésence de la maintenance préventif selon un calendriermensuel. Reste le suivie à temps réel de la production.15% | Logistique sortant : La disposition de service logistique client facilite et minimise les délais de livraison reste à généraliser l'utilisation de EDI pour tout client.7% | Le marketing et les ventes : Le module CRM existe mais reste a le paramétré. Manque de logiciel de veille et intelligenceéconomique.8% | Services La présence de maintenance central et Le logiciel GMAO avec les deux certifications ISO 45001 et 14001 donne l'assurance de poursuivreles activités en SIA tout en préservant la disponibilité de personelles, machines et autres ressources.8% |

MARGE Brut
De 60%

2.3. Défis, Opportunités et risques

2.3.1. Les Défis

Les défis auxquels font face les entreprises avec l'arrivée de l'industrie 4.0 sont nombreux. Les principaux sont :

- Les nouvelles compétences requises;
- la sécurité des données;
- les besoins en investissements.

2.3.2. Opportunités

- Avantages sur le marché grâce à davantage de rapidité
- Gain en efficacité et en efficacité
- Augmentation de la capacité d'adaptation et de la flexibilité
- Avantages en termes de coûts
- Ouverture à de nouveaux champs ou modèles d'activité
- Cohésion entre production de masse et fabrication personnalisée

2.3.3. Les risques

- Risque d'obsolescence rapide des nouveaux systèmes
- Surinvestissement dans certaines solutions de l'industrie 4.0
- Perte de contrôle: les décisions sont déléguées à des systèmes autonomes
- Les systèmes et structures complexes sont plus difficiles à maîtriser
- L'ouverture des TI vers l'extérieur recèle des risques en matière de protection des données, de protection de la propriété intellectuelle et permet la manipulation des systèmes de production
- Il se pourrait qu'il y ait plus d'emplois perdus que d'emplois créés
- Les employeurs profiteront des réseaux connectés et des possibilités de travail décentralisé. Cette constante accessibilité peut engendrer des difficultés de séparation entre travail et vie personnelle.

2.4. Analyse SWOT

Tableau 3: Analyses SWOT (strength, weaknesses, opportunities, threats)

| Opportunités | Menaces |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| *Réduire le temps de réponse pour les commandes client et réclamations | *Protection des données |
| *Aide dans la prise de décision (facilite la mise en place de système de veille et intelligence économique) | *Perte des clients, des parts de marche ou des marche du au non maitrise délais et de prix |
| *Facilite le financement des investissement suite à la réalisation de résultat positive de l'exercice économique et financière bien appréciée chez le bailleur de fond, Bank et conseil d'administration | *Le non correspondance de système de gestion de commande client a celui de l'entreprise (EDI comme exemple) |
| <i>Forces</i> | <i>Faiblesses</i> |
| *Utilisation de l'ERP sage x3 | *Capacité réel mal mesuré |
| *La majorité des machines sont équipés des automates programmables | *Non atteint de rendement escompté |
| *Personnel compétent en utilisation des logiciels de conception et simulation, | *Manque à produire mal identifie et mal mesurer |
| *Réduction d'utilisation et maitrise de l'énergie | *Suivie de production en retard |
| *Réduction d'intervention humaine | *Utilisation des logiciels en licence étudiant |
| *Amélioration de flexibilité de production, | *CRM non fiabiliser sur tout pour la marche locale |
| *Service informatique utilise des logiciels version web | *Non maitrise des données techniques |
| | *Absence de veille commerciale et concurrentielle |

2.5. Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons donné un aperçu sur les analyses de macro et micro environnement de l'entreprise de point de vue essentiellement technologique. Afin de faire le bon choix de stratégie à suivre pour implanter l'industrie 4.0 dans la SIA.

Chapitre3: Choix stratégique

"Implantation de L'Industrie4.0"

3.1. Introduction

Dans ce dernier chapitre, la contribution de tout le travail précédent allant de la présentation de la SIA et L'industrie 4.0 passant par l'analyse stratégique pour la définition de mission, vision, objectifs et du Stratégie

3.2. Mission, vision stratégique, Objectifs et stratégie

3.2.1 Mission :

La mission de SIA est " d'être un acteur intégré dans la chaîne d'approvisionnement mondiale des pièces de première monte et de rechange de l'industrie automobile en étant active dans la conception, développement, fabrication et commercialisation d'amortisseurs hydrauliques pour véhicules de tourisme, utilitaires, bus, véhicules industriels et poids lourds".

3.2.2 Vision stratégique

"Etre le leader de l'amortisseur de rechange dans le bassin méditerranéen et de l'amortisseur 1er monte de la région du Maghreb".

3.2.3 Objectifs :

Traduisant la vision stratégique de la SIA, les objectifs tracés par le management sont :

Tableau 4: Objectifs par fonction

| N° | Fonction | Objectif |
|----|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Commerciale | Répondre pleinement aux exigences de ses clients et parties intéressées |
| 2 | Réglementaire | Respecter en permanence les exigences réglementaires, légales et autres, applicables à ses produits, aux aspects environnementaux et aux risques SST associés à son activité. |
| 3 | Approvisionnement | Développer des relations mutuellement bénéfiques avec les fournisseurs. |
| 4 | Ecologique | Développer et mettre en place des procédés de conception, de réalisation et de maîtrises sûres, écologiques et efficaces. |
| 5 | | Prévenir la pollution et réduire l'impact sur l'environnement par la gestion rigoureuse des déchets, la maîtrise des émissions dans l'air et l'optimisation de la consommation d'énergie ainsi que des matières premières |
| 6 | Sociale | Développer une culture SST permettant de prévenir les accidents et les maladies professionnelles à travers la maîtrise des risques liés au bruit, à la manutention et à l'utilisation des produits chimiques |
| 7 | | Promouvoir le développement des compétences et l'utilisation efficace du talent créatif des employés. |
| 8 | | Renforcer l'implication et la responsabilisation de ses employés |

| | | |
|----------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | envers la démarche de développement durable |
| 9 | | Œuvrer à l'amélioration continue de son organisation et de ses performances qualité- environnement et SST afin de pérenniser et assurer la croissance de l'entreprise face à l'évolution des marchés. |

3.2.4 Stratégie

La SIA doit instaurer une stratégie de différenciation à travers l'innovation de processus de production "Transformation digitale".

3.2.5 Conclusion

Les analyses de chaine de valeur et SWOT en met en évidence la nécessité d'adopter une nouvelle stratégie par SIA .Pour cela la prochaine chapitre a pour objectif de mise en place de plan d'action pour mettre en place cette nouvelle stratégie.

Chapitre 4: Plan d'action

4.1 Introduction

Dans ce dernier chapitre, on aboutit à la mise en place de plan d'action pour la réalisation de cette nouvelle stratégie. La préparation débutera de besoin de partie prenante passant par leur correspondance avec les outils de industrie 4.0 jusqu'à la planification de mise en place.

4.2 Le projet

Tableau 5: Présentation générale de projet

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| Nom du projet | Etude intégration de l'industrie 4,0 dans la SIA |
| Type de projet | amélioration de performance industrielle |
| Activité | Etude et préparation plan d'action |
| Nature de l'investissement | Travaux d'aménagement du local |
| | Logiciel |
| | Informatique |
| | Frais |
| | Formation |
| Equipe projet | Responsable technique |
| | Responsable méthode |
| | Responsable maintenance |
| | Responsable production |
| | Responsable informatique |

4.3 Identifier la partie prenante

Tableau 6: Partie prenante pertinente

| Partie prenante | Type | Degré d'impact de projet | Moyen de communication |
|-------------------------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Client | Externe | Faible | Enquête de mesure de satisfaction EDI email/réunion/appel téléphonique |
| Editeur de logiciel ERP | Externe | Moyenne | email/réunion/appel téléphonique |
| Editeur de logiciel MES et solution SCADA | Externe | Fort | email/réunion/appel téléphonique |
| Responsable production | Interne | Fort | email/réunion |
| directeur commerciale & marketing | Interne | Moyenne | email/réunion |
| responsable maintenance | Interne | Fort | email/réunion |
| responsable technique | Interne | Fort | email/réunion |
| responsable méthode | Interne | Moyenne | email/réunion |
| responsable planification | Interne | Fort | email/réunion |
| Responsable informatique | Interne | Moyenne | email/réunion |
| responsable QHSE | Interne | Fort | email/réunion |

4.4 Identifier le Besoin de partie prenante

Tableau 7: Besoin de partie prenante pertinente

| Partie prenante | Besoin |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client | Plus courts délais respectés avec la Qualité escomptée |
| Editeur de logiciel ERP | Compatibilité avec autres logiciels |
| Editeur de logiciel MES et solution SCADA | CDCDF bien définie et compatibilité avec autres logiciels |
| Responsable production | Suivi à temps réel la production Affichage des indicateurs instantané sur écran Analyse des problèmes manquant à produire et préparation des plans d'action |
| Directeur commerciale & marketing | Mise en place de CRM Etude de marché Analyse des informations de retour client |
| Responsable maintenance | Suivi état des machines et indicateurs |
| Responsable technique | Gestion des données techniques produit |
| Responsable méthode | Gestion des données techniques produit |
| Responsable planification | Planification à moyen terme Planification à court terme Ordonnancement Suivi des ordres de fabrication instantané |
| Responsable informatique | Sécurité de données Possibilité de stockage et gestion des données, |
| Responsable QHSE | Gestion des enregistrements et archivage Suivi des KPI à temps Maîtrise de l'énergie |

4.5 Etude de correspondance entre besoin partie prenante et Outil Industrie 4.0

Tableau 8: correspondance entre besoin partie prenante et Outil Industrie 4.0

| Partie prenante | Besoin | Outil industrie 4.0 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Client | Plus courts délais respectés avec la variété escomptée | EDI |
| Editeur de logiciel ERP | Compatibilité avec autres logiciels | La structure de traitement de l'information dans les entreprises est organisée de manière pyramidale avec tout en haut les ERP, MES, SCADA, PLC |
| Editeur de logiciel MES et solution SCADA | CDC/F bien définie et compatibilité avec autres logiciels | La structure de traitement de l'information dans les entreprises est organisée de manière pyramidale avec tout en haut les ERP, MES, SCADA, PLC. Cloud computing. |
| Responsable production | Suivi en temps réel de la production Affichage des indicateurs instantanés sur écran Analyse des problèmes manquant à produire et préparation des plans d'action | La structure de traitement de l'information dans les entreprises est organisée de manière pyramidale avec tout en haut les ERP, MES, SCADA, PLC, Cloud computing |
| Directeur commerciale & marketing | Mise en place de CRM Etude de marché Analyse des informations de retour client | Application CRM. Cloud computing. Mise en place de système de veille et intelligence économique (Agent intelligent) |
| Responsable maintenance | Suivi de l'état des machines et indicateurs | La structure de traitement de l'information dans les entreprises est organisée de manière pyramidale avec tout en haut les ERP, MES, SCADA, PLC Cloud computing |
| Responsable technique | Gestion des données techniques produit | Simulation PDM |
| Responsable méthode | Gestion des données techniques produit | Simulation PDM |
| Responsable planification | Planification à moyen terme Planification à court terme Ordonnancement Suivi des ordres de fabrication instantané | La structure de traitement de l'information dans les entreprises est organisée de manière pyramidale avec tout en haut les ERP, MES, SCADA, PLC Cloud computing |
| Responsable informatique | Sécurité des données Possibilité de stockage et gestion des données, | Big Data Cloud computing |
| Responsable QHSE | Gestion des enregistrements et archivage Suivi des KPI en temps réel Maîtrise de l'énergie | La structure de traitement de l'information dans les entreprises est organisée de manière pyramidale avec tout en haut les ERP, MES, SCADA, PLC Cloud computing |

4.6 Définir les lots de travail

La définition des lots de travail ont été déterminé par des réunions de membre de projet avec chaque partie prenante même les parties prenantes externes surtout le MES et SCADA.

Il a fourni des exemples d'installation réalisé en Tunisie et en France dans le même domaine et secteur d'activité.

Voici les étapes que notre entreprise devrait envisager de suivre pour progresser vers l'industrie 4.0:

a) Atteindre la maturité envers l'industrie 3.0

De nombreuses organisations ne sont pas encore prêtes à mettre en œuvre Industrie 4.0, mais cela ne signifie pas qu'elles ne peuvent pas prendre de mesures en ce sens. L'adoption des principes de l'industrie 3.0 est un excellent point de départ. Voici certains des principes qui sous-tendent la réflexion de l'industrie 3.0 à prendre en compte lors de la transition vers l'industrie 4.0:

- Visibilité des actifs : minimisez / éliminez le temps consacré à la recherche d'outils
- Visibilité du processus - Où se trouve mon produit dans le processus?
- ErrorProofing - Aidez les gens avec des processus «variables» et empêchez les erreurs de se reproduire.

b) Définissez les fonctionnalités nécessaires.

Identifiez les aspects de l'industrie 4.0 les plus importants pour votre organisation et commencez par ceux-ci.

c) Elaborez une stratégie Industrie 4.0. Une fois que vous avez défini votre niveau de maturité cible, définissez les étapes détaillées de la mise en œuvre pour atteindre cette cible.

Tableau 9: Lots de travail de projet

| N° | Lots de travail |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Compléter les trois projets pilote |
| 1,1 | Projet 6 Sigma maîtrise des paramètres soudure |
| 1,2 | Projet 6 sigma SMED et TPM usinage |
| 1,3 | Projet 6 sigma 5S atelier montage |
| 1,4 | Généraliser les mêmes projets dans tous les ateliers |
| 2 | Mise en place de MES et SCADA niveau 01 |
| 2,1 | Définir les fonctionnalités de démarrage |
| 2,2 | Diagnostic d'état des machines à être connecté |
| 2,3 | Réaliser un lay-out d'implantation prévisionnel de MES ET SCADA de manière modulaire et par zone |
| 2,4 | Définir la CDCF de logiciel MES et SCADA |

| | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2,5 | Définir le matériel informatique nécessaire |
| 2,6 | Mise en place de MES et SCADA niveau 01 et préparation et exécution de plan d'action de modification nécessaire |
| 3 | Mise en place de PDM |
| 3,1 | Définir et choix de logiciel de CAO |
| 3,2 | Acquisition de logiciel CAO version professionnel |
| 3,3 | Définir CDFC de logiciel PDM |
| 3,4 | Acquisition de logiciel de PDM ou service |
| 3,5 | Redéfinir tous les plans techniques avec le nouveau logiciel de CAO |
| 3,6 | Redéfinir toute les gammes et données technique |
| 3,7 | Mise à jour de plan de surveillance |
| 3,8 | Mise en place de PDM |
| 4 | Mise en place MES et SCADA niveau 02 |
| 4,1 | Définir les fonctionnalités à mettre |
| 4,2 | Mise en place de MES et SCADA niveau 02 |
| 5 | Etude le passage vers le Cloud |
| 5,1 | Identifier, Analyser et évaluer de quantité de données de la nouvelle installation |
| 5,2 | Etude comparatif entre le Cloud et les réseaux locale tout en incluant l'aspect sécurité informatique |
| 6 | Etude de robotisé la production |
| 6,1 | Définir les processus a robotisé |
| 6,2 | Mise en place de processus robotisé prototype |
| 6,3 | Préparer la feuille de route de robotisation |
| 7 | Etude de production de l'électricité solaire |
| 7,1 | Calcule de la production annuelle |
| 7,2 | calcule de coût d'installation nécessaire |
| 7,3 | Calcule de rentabilité, prise de décision (si, oui préparation de plan d'investissement et mise en place) |
| 8 | Mise en place de CRM |
| 9 | Préparation de plan de conduite de changement |
| 10 | Mise en place de système de veille et intelligence économique (Agent intelligent) |
| 11 | Mise en place de logiciel de gestion des compétences |
| 12 | Généraliser l'utilisation de l'application EDI pour tous les clients |

4.6.1 Projet et le plan d'action de projet 6 Sigma maitrise des paramètres soudure

Pour les trois projets pilote 6 Sigma et comma étant un des chefs de projet ,je vous présentela chartede projet et le plan d'action de projet 6 Sigma maitrise des paramètres soudure de cette étape N°1.1

| Charte du Projet | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Chef du projet: Abdelkader Zammali Département: Atelier Soudure Date début: 01 mars 2019 Date fin: 30 Septembre 2019 | Nom du projet: Maitrise paramètres soudure Champion: Wassim Siala Coach: Issam Saada Membres de l'équipe: Mahdi (R&D) Hatem (Méthodes) Abdelkader (Production) Najmeddine (QSE) Boubaker (QSE) | | | |
| Définition du problème: <ul style="list-style-type: none"> * Spécifications de soudure non définies * Paramétrage de la machine de soudure non maîtrisé * Gaspillage de temps pour l'ajustage du point zéro (~ 30 minutes) * Taux de non-conformité: TBD (année 2018) vs. Objectif zéro défaut * Surprocessing: Opération de contrôle d'étanchéité (fait partie des coûts de non qualité) * Coûts de non-qualité (coûts directs, externes et de détection) (TBD) * Gaspillages impactant le lead time total du processus de soudure (TBD) | Objectif & Périmètre: <p>Périmètre du projet:</p> <p>Machines:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Tour double torche * Robot de soudure <p>Produits:</p> <ul style="list-style-type: none"> * JFCB 104255 et 8200647862 (tour double torche) * JFM5 (545580G/545591G) et JFCH1 (545821G) <p>Objectif du projet:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Définition des spécifications du produit * Définition et optimisation des paramètres du processus * Réduction du temps de paramétrage et d'ajustage (~10 minutes) * Réduction du taux de non-conformité * Elimination du poste de contrôle d'étanchéité * Réduction des coûts de non-qualité | | | |
| Indicateur high level: Taux de non-conformité (poste étanchéité) | Indicateurs produits: <table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table> | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Figure 9: Charte de projet 6sigma soudure

Tableau 10: Plan d'action de projet 6 sigma soudure

| N° | Action | Responsable | Date prévue | Date réel | Etat d'avancement | | | | Observations |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|---------------|-------------------|---|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | | ☉ | ☪ | ☱ | ☴ | |
| 1 | Définir la référence produit correspondant à la famille JFM5 | Abdelkader | 27 / 2 / 2019 | 27 / 2 / 2019 | x | X | x | x | Les deux références 545580G&545591G sont les deux références 5 patte les plus demandées avec quantité Fab en 2018 de 3800 de chacune et de prévisionnelle 2019 entre 4000 et 4200 pour chacune |
| 2 | Estimation du taux de non-conformité des produits issus du processus de soudure pour les postes tour double torche & robot soudure pour l'année 2018. (non-conformités incluent les défauts de soudure suivantes: démarrage / détectés visuellement sur poste / contrôle étanchéité / client interne (atelier de montage)). Si possible décliner le taux de non-conformité par famille de produit. | Nejmeddine | 01 / 03 / 2019 | 01/03/2019 | x | X | x | x | Taux de NC détecté aux postes d'étanchéité (globale) pour l'année 2018 : 0,235% |
| 3 | Suivi du taux de non-conformité (voir point n° 2) en 2019 mensuellement et par famille de produit et l'inclure dans la charte du projet | Nejmeddine | 01 / 03 / 2019 | Encours | X | X | | | Taux de NC détecté aux postes d'étanchéité (globale) pour le mois 01-2019 : 0,113% ; mois 02-2019 : 0,15% / Voir fichier Suivi de NC 2018-2019 |

| | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|------------|---|---|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Estimation des coûts de la non-qualité (voir point n° 2) pour l'année 2018 globalement et ensuite suivi mensuel. Les coûts de non qualité incluent les coûts internes (rebuts + retouches), les coûts externes (réclamations, rebuts, retouches, tris, pénalités, coûts d'expéditions, ...) et les coûts d'inspection (poste de contrôle d'étanchéité) | Nejmeddine | 22 / 03 / 2019 | 26/03/2019 | X | X | X | X | coûts de la non-qualité 2018 = 96 047 TND |
| 5 | Définir et valider les caractéristiques critiques de la soudure (CTQ du produit): par exemple largeur, profondeur, rayon, ... de la soudure. Les CTQs peuvent être identifiées sur la base de: par exemple: normes techniques, exigences clients, essais ou expériences, benchmarking, bonnes pratiques industrielles, ... | Hatem | 22 / 3 / 2019 | 25/03/2019 | X | X | X | X | Soudure d'angle (gorge nominale "a"), Longueur du cordon de soudure (L), Pénétration (s) D'après le benchmarking plan Volkswagen et la norme ISO 5817 |
| 6 | Etablir les spécifications (cible ± tolérance) pour chacune des caractéristiques critiques | Hatem | 22 / 3 / 2019 | 01/04/2019 | X | X | X | X | Voir fichier cible |
| 7 | Définir et vérifier la fiabilité des moyens de mesure de chacune des caractéristiques critiques | Boubaker | 22 / 3 / 2019 | 01/04/2019 | X | X | X | X | Voir fichier cible |
| 8 | Acquisition des moyens de mesure | Nejmeddine | 05/07/2019 | | X | | | | |

| | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|----------------|---|---|---|---|--|
| 9 | Validation des moyens de mesure | Nejmeddine | 11/07/2019 | | X | | | | |
| 10 | Analyse des causes potentielles de la mauvaise qualité de soudure (Diagramme d'Ishikawa). Les causes peuvent inclure des paramètres procéduraux ainsi que des facteurs de nuisances. | Abdelkader | 22 / 3 / 2019 | 02/04/2019 | X | X | X | X | |
| 11 | 1 - Priorisation des cause identifiées (étape 8) à l'aide de la matrice X-Y 2 - Définir la liste des Xs qui vont être étudiés dans le plan d'expériences | Abdelkader | 22 / 04 / 2019 | 22 / 04 / 2019 | X | X | X | X | |
| 12 | Définir et vérifier la fiabilité des moyens de mesure des Xs identifiés dans les étapes 8 et 9 | Boubaker | 22 / 04 / 2019 | 22 / 04 / 2019 | X | X | X | X | |
| 13 | Définir le niveau min et le niveau max pour chacun des Xs (expertise personnelle, normes techniques, plans de surveillance...) | Abdelkader | 12 / 05 / 2019 | 12 / 05 / 2019 | X | X | X | X | |
| 14 | Choisir le plan factoriel et réaliser les expériences (avec toutes les combinaisons prévues par le plan factoriel) | Hatem | 22/ 06 / 2019 | 22/ 06 / 2019 | X | X | X | X | |

| | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------|--|--|--|--|--|--|
| 15 | Analyse et interprétation des résultats des plans d'expériences | Hatem | 28 / 07 / 2019 | | | | | | |
| 16 | Validation des résultats (valider la solution) | Hatem | 05 / 08 / 2019 | | | | | | |
| 17 | Définir un standard de maitrise des Xs et mise à jour du plan de surveillance | Hatem | 06 / 09 / 2019 | | | | | | |

D'autres études préliminaires sont faites afin de bien mesurer les délais et les quantités des efforts de travail.

4.6.2 Etude préliminaire de partie MES et SCADA

Tableau 11: Définition préliminaire des fonctionnalités MES selon phase d'implantation

| Fonctionnalités | Phase d'implantation |
|-----------------------------------------|----------------------|
| Allocation des ressources | 2 |
| Ordonnancement des opérations | 2 |
| Envoi des unités de production | 1 |
| Le contrôle des documents | 2 |
| La collecte de données et d'acquisition | 1 |
| Gestion du travail | 2 |
| Management de la Qualité | 2 |
| Gestion des processus | 2 |
| Gestion de la maintenance | 1 |
| Suivi des produits | 1 |
| Analyse de la performance | 1 |

Tableau 12: carte prévisionnel de mise en place MES et SCADA

| Carte mise en place de MES et SCADA niveau 01 | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| Zone | Ordre d'implantation | Sous zone | Ordre d'implantation par sous zone |
| Soudure | 1 | Soudure Amortisseur Avant | 1 |
| | | Soudure Amortisseur Arrière | 2 |
| | | Marquage | 3 |
| | | Transformation | 4 |
| Usinage | 2 | Décollage | 1 |
| | | Traitement de surface | 3 |
| | | Tronçonnage cylindre | 2 |
| Montage et emballage | 3 | Montage | 1 |
| | | Préparation | 2 |
| | | Peinture | 3 |
| | | Emballage | 4 |

4.6.3 Etude préliminaire de partie PDM

Concernant la Lot de travail de Mise en place de PDM le choix de logiciel CAO Catia V5 est le choix le plus probable car tout le constructeur automobile l'utilise. La SIA se trouve dans l'obligation de ce choix afin de favoriser la communication avec ses clients. Par la suite le logiciel PDM sera forcément compatible avec le choix de logiciel des CAO. D'où la proposition de recherche d'une offre intégrée des deux logiciels afin de faire une économie d'échelle.

4.6.4 Etude préliminaire de passage vers le Cloud

Tableau 13: Etude préliminaire comparatif Cloud VS réseaux locale

| Critères | Gravité | Cloud | Réseaux locale |
|------------------|---------|-------|----------------|
| Capacité | 2 | 5 | 2 |
| Temps de réponse | 2 | 3 | 4 |
| Sécurité | 3 | 3 | 4 |
| Prix | 3 | 5 | 2 |
| Automatisation | 2 | 5 | 2 |
| | Totale | 50 | 34 |

* Gravité de 1 à 3

* Critère de 1 à 5

D'après cette étude préliminaire, on constate bien le grand potentiel de cette immigration vers le Cloud. De plus, ce potentiel sera plus rentable (plus de dix fois en quantité de données), après l'étape de mise en place de MES, SCADA, PDM et autres.

4.6.5 Etude préliminaire de robotisation la production

Pour cette partie l'étude de robotisation se concentre en premier lieu à des processus bien définis par l'élimination des opérations manuelles tel que le changement des machines d'usinage commande numérique alimenté manuellement par des autres avec alimentation automatique et aussi élimination des opérations de soudure manuelle qui est en cours en a déjà trois robots de soudure le dernier installé en 2018.

4.6.6 Etude préliminaire de production de l'électricité solaire

La SIA dispose de 6000m² de surface couverte. L'utilisation de l'électricité solaire est rentable selon la STEG (La Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz). La production de 1m² au moyen en Tunisie est de 1800 KWh/m²/ans. Ces calculs sont basés sur des études de rendement de 13% de photovoltaïque. Sachant qu'un constructeur japonais a réussi à augmenter le rendement à 26%. Donc, la rentabilité sera de plus en plus confirmée.

4.6.7 Etude préliminaire mise en place de CRM

La mise en place prend lieu avec l'intégration de nouveau module de Sage X3V6 .Le module de CRM est déjà acheté par SIA. Le contrat a été signé avec l'intégrateur. La mise en place va démarrer le 01/07/2019.

4.6.8 Mise en place de logiciel de gestion des compétences

Le processus de gestion des compétences sera avec la dernière version Web de sage X3 People qui contient déjà ce module acheté par la SIA .Le directeur de ressource humaine est déjà en phase d'intégration de ce nouveau logiciel et la planification de plan d'action démontre ces phase.

Tableau 14:Etat d'avancement Projet X3 People

| Action | Détails | Responsable | date début | date fin | % réalisation |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| Migration paie | migration V5 vers V6 | RH | 05/09/2018 | 12/09/2018 | 100% |
| | migration V6 vers U9 | RH | 13/09/2018 | 19/09/2018 | 100% |
| | formation paie U9 | RH | 28/09/2018 | 01/10/2018 | 100% |
| | historique | RH | 12/02/2019 | 12/05/2019 | 100% |
| | validation historique | RH | 13/05/2019 | 13/05/2019 | 100% |
| | validation journal de paie | RH | 14/05/2019 | 27/05/2019 | 100% |
| | Virement | RH | 14/05/2019 | 27/05/2019 | 100% |
| | fiche de paie | RH | 14/05/2019 | 27/05/2019 | 100% |
| | OD paie | RH | 14/05/2019 | 27/05/2019 | 100% |
| | Comptabilisation | RH | 07/06/2019 | 10/06/2019 | 100% |
| Gestion des Compétences | Paramétrage des données | RH | 15/01/2020 | 01/05/2020 | 0% |
| | impressions | RH | 15/01/2020 | 01/06/2020 | 0% |
| | exécution | RH | 01/06/2019 | 01/11/2020 | 0% |
| | Validation | RH | 01/11/2020 | 30/12/2020 | 0% |

4.7 Investissement

Tableau 15: Investissement

| N° | Lots de travail | Investissement | Moyen Informatique | Logiciel | Humaine | Machine | Frais | Formation |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|----------|---------|---------|-------|-----------|
| 1 | Compléter les trois projets pilote | 200 000,00 TND | | | X | X | | X |
| 2 | Mise en place de MES et SCADA niveau 01 | 60 000,00 TND | X | X | | | | X |
| 3 | Mise en place de PDM | 204 000,00 TND | | X | X | | | X |
| 4 | Mise en place MES et SCADA niveau 02 | 30 000,00 TND | | | | | | X |
| 5 | Etude le passage vers le Cloud | 5 000,00 TND | | | | | X | |
| 6 | Etude de robotisé la production avec essai sur un processus | 25 000,00 TND | | | | X | X | |
| 7 | Etude de production de l'électricité solaire | 10 000,00 TND | | | | X | X | |
| 8 | Mise en place de CRM | 17 000,00 TND | | | | | X | X |
| 9 | Préparation de plan de conduite de changement | 20 000,00 TND | | | | | X | X |
| 10 | Mise en place de système de veille et intelligence économique (Agent intelligent) | 170 000,00 TND | | X | X | | X | X |
| 11 | Mise en place de logiciel de gestion des compétences | 25 000,00 TND | | | | | X | X |
| 12 | Généraliser l'utilisation de l'application EDI pour tous les clients | 10 000,00 TND | | | | | X | |
| | Totale | 766 000,00 TND | | | | | | |

4.8 Plan d'action

Tableau 16:Définir le plan d'action

| N° | Action | Responsable | Durée | Date Début | Date Fin prévu | Etat d'avancement | | | | Observations |
|----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|------------|----------------|-------------------|---|---|---|--------------|
| | | | | | | ☉ | ☑ | ● | • | |
| 1 | Compléter les trois projets pilote 6 Sigma | Responsable Méthode | 7 mois | 01/03/2019 | 30/09/2020 | X | X | X | | |
| 2 | Généraliser les projets sigma sur toute l'usine | Responsable Méthode | 1 ans et 6 mois | 15/01/2020 | 30/06/2021 | | | | | |
| 3 | Mise en place de MES et SCADA niveau 01 | Responsable Production | 6 mois | 15/01/2020 | 15/06/2020 | | | | | |
| 4 | Mise en place de PDM | Responsable Technique | 1 ans | 15/01/2020 | 15/01/2021 | | | | | |
| 5 | Mise en place MES et SCADA niveau 02 | Responsable Planification | 6 mois | 15/01/2021 | 15/01/2022 | | | | | |
| 6 | Etude le passage vers le Cloud | Responsable informatique | 6 mois | 15/06/2020 | 30/12/2020 | | | | | |
| 7 | Etude de robotisé la production | Responsable méthode | 6 mois | 15/01/2020 | 15/06/2020 | | | | | |
| 8 | Etude de production de l'électricité solaire | QHSE | 6 mois | 15/01/2020 | 15/06/2020 | | | | | |
| 9 | Mise en place de CRM | Directeur commerciale | 6 mois | 01/07/2019 | 30/12/2019 | x | | | | |
| 10 | Préparation de plan de conduite de changement | Directeur ressource humaine | 3 mois | 15/01/2020 | 15/03/2020 | | | | | |
| 11 | Mise en place de système de veille et intelligence économique | Directeur commerciale | 1 ans | 15/01/2020 | 30/12/2020 | | | | | |
| 12 | Mise en place de logiciel de gestion des compétences | Directeur ressource humaine | 1 ans | 15/01/2020 | 30/12/2020 | x | | | | |
| 13 | Généraliser l'utilisation de l'application EDI pour tous les clients | Responsable logistique | 2 ans | 15/01/2020 | 30/12/2021 | | | | | |

4.9 Planning d'implantation

Planning d'implantation

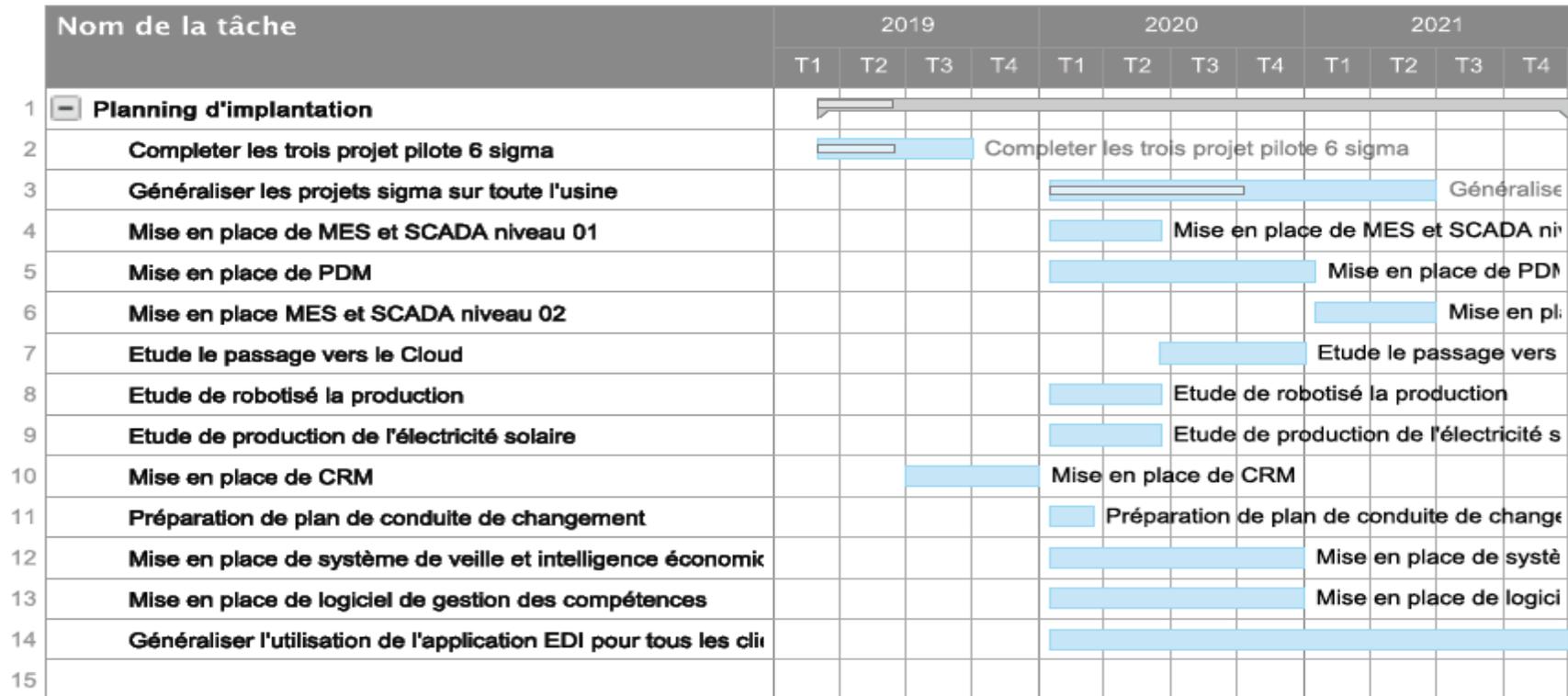


Figure 10: Diagramme GANTT

4.10 Conclusion

L'étude d'implantation de l'industrie 4.0 basic dans la société SIA demande un investissement assez moyenne en terme de budget par rapport au budget annuelle investie. Aussi de point de vie durée c'est courte mais l'effort de travail sera très dure avec des autres actions menée par les déferents membres d'équipe projet alors le vrai apport de plan de conduit de changement sera la motivation des personelle.

Conclusion générale

Face à l'évolution continue et rapide de l'environnement industriel, caractérisé par digitalisation. Toutes les entreprises sont dans l'obligation de satisfaire les exigences de plus en plus fortes ses clients en matière de Coûts, qualité et délais.

Notre entreprise « SIA », au sein de laquelle cette étude a été réalisée, essaye de capitaliser son savoir-faire pour répondre aux besoins de ses clients et de son secteur d'activité afin d'en être le leader.

C'est dans cet esprit qu'on a effectué ce projet de fin d'études qui vise à la préparation de plan d'action d'implantation de l'industrie 4.0 dans la SIA.

Au premier lieu on a réalisé une présentation de la SIA et de l'industrie 4.0. En seconde lieu, on a fait une analyse stratégique basé sur l'analyse de la chaîne de valeur selon Porter et une analyse des opportunités, défis et risques afin de compléter notre matrice SWOT finalement un plan d'action d'implantation de l'industrie 4.0 dans SIA est élaboré.

Nous sommes conscients que nos propositions ont été élaborés dans le contexte actuel de notre entreprise et qu'elles méritent, par conséquent, d'être revues et réajustées en fonction de nouveaux besoins et des changements de l'environnement à la fois interne et externe du managements des projets de notre entreprise.

Références bibliographiques

1. Ronald T Azuma, chercheur à l'Université de Caroline du Nord et auteur d'une des premières études sur la réalité augmentée intitulée "*A survey of Augmented reality*", publié en 1997
2. Prof. Wolfgang Wahlster is the Director and CEO of the German Research Center for Artificial Intelligence and a full professor for artificial intelligence at Saarland University. Together with Henning Kagermann and Wolf-Dieter Lukas, he developed the Industry 4.0 project and published it for the first time in 2011. Consultez sur le site web: <https://www.vice.com/fr/article/d7d7vx/voila-a-quoi-ressemblera-la-quatrieme-revolution-industrielle>
3. BEN REBAH Hamed, 2^{ème} année du Mastère MOME-UVT (2018-2019), cours de stratégie d'entreprise, Chapitre 4 leçon 2 : L'avantage concurrentiel,
4. <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-internet-3983/>
5. <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-cloud-computing-11573/><https://www.realite-virtuelle.com/definition-realite-augmentee>
6. <https://www.qubes.com/fr/usine-du-futur/industrie-du-futur/realite-augmentee/>
7. <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/>
8. Projets présentés au conseil inter-ministériel du jeudi 15 mai 2008 relatif au transport intelligent http://www.itstunisie.tn/index.php?option=com_content&task=view&id=221&Itemid=156
9. <https://www.lenergetoutcompris.fr/actualites-et-informations/economies-d-energie/batiment-intelligent-qu-est-ce-que-c-est-48189>
10. <http://www.mb-s.fr/robot-collaboratif-vs-robot-industriel-traditionnel.html>
11. **Proceedings of the IEEE (P IEEE)**
Publisher: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
[Consulté sur https://www.researchgate.net/figure/Future-distributed-CPS-functionality-The-squares-represent-input-output-I-O-devices_fig2_299354013](https://www.researchgate.net/figure/Future-distributed-CPS-functionality-The-squares-represent-input-output-I-O-devices_fig2_299354013)

Annexes