

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

Projet de Fin d'Etudes

**OPTIMISATION DE L'ESPACE POUR
L'IMPLANTATION D'UN NOUVEAU PROJET**

Lieu : DELPHI PACKARD TANGER

Préparé par :

-IBN MAJDOUB HASSANI ZINEB

Soutenu le 12 Juin 2014 devant le jury composé de :

- Pr. HASSAN KABBAJ (Encadrant FST)
- Pr SAID HAOUACHE (Examineur)
- Pr. HASSAN BINE EL OUIDANE (Examineur)
- Mr. YASSINE ALLOUCH (Encadrant Société)

Remerciement

Mes sincères gratifications et estime sont voués à **Mr Hassan Kabbaj**, professeur à la FST DE FES pour son encadrement, son accompagnement et son soutien durant ces deux mois de stage, à **Mr Yassine Allouch** qui, aucun d'eux n'a hésité à répondre présent à mes interrogations, et qui grâce à eux, l'ambiance créée était favorable pour oublier le stress du quotidien, à l'ensemble du cadre professoral de la **FST de FES**, à eux j'aimerais exprimer toute ma reconnaissance pour le soin qu'ils ont eu à me guider et m'orienter avec beaucoup de patience et de pédagogie le long de mon année d'étude.

Mes immenses remerciements sont aussi à mes parents, mes frères et sœurs, mes amis et à tous ceux qui m'ont aidé de prêt ou de loin à réaliser avec succès ce travail.

Je veux témoigner ma reconnaissance à tout le personnel de **DELPHI Packard Tanger**, surtout les membres du Département ingénierie qui m'ont accordé, de bon gré, leur collaboration et toutes les explications concernant le fonctionnement de leurs services, de leur aide et de leur gentillesse.

Dédicace

A mes parents

pour leur amour, leur soutien et leur patience.

A ma famille

pour son aide et encouragement.

A tous mes ami(e)s

pour les bons moments qu'on a partagés ensemble.

A tout le personnel de Delphi Packard Tanger.

*A tous ceux qui se dévouent sans cesse pour m'éclaircir la voie et les
immenses horizons du savoir et dont la vocation mérite largement
mes respects.*

Résumé

Ce rapport s'inscrit dans le cadre de la préparation de la Licence en Génie industriel. Il englobe le travail effectué durant le stage au sein de DELPHI PACKARD Tanger. Ce travail consiste à optimiser l'espace de l'usine pour implanter un nouveau projet, en suivant la méthode de PDCA ainsi que des outils d'amélioration continue.

Les outils qu'on a adoptés pour aborder ce problème sont les outils appropriés à la démarche PDCA, à savoir le questionnaire QQQQCP, le diagramme d'Ichikawa, la technique du Brainstorming et enfin la méthode des 5S.

Le projet, qui a duré deux mois environs, a abordé différents axes pour pouvoir apporter des améliorations considérables. On a commencé par une étude préalable de l'état actuel pour mieux cerner la problématique et fixer les objectifs à atteindre.

Mots clés : Optimiser l'espace, la méthode PDCA, les outils d'amélioration continue, questionnaire QQQQCP, diagramme d'Ichikawa, la technique du brainstorming et la méthode des 5S.

Glossaire

- **ABJ** : Famille appartenant au projet FORD CD 34
- **ACT** : Agir
- **B C A** : Body clips assemblage
- **C E** : Contrôle électrique
- **Check** : Vérifier
- **C M** : Contrôle molette
- **C G** : Contrôle goulotte
- **DASM**: Delphi Automotive System Maroc
- **DISI** : Famille appartenant au projet FORD CD 34
- **DO** : FAIRE
- **DPT**: Delphi Packard Tanger
- **FORD F** : Famille appartenant au projet FORD CD 34
- **ISO** : Organisation internationale de normalisation
- **P D C A** : Plan do check act
- **QQQOCP** : Qui, quoi, quand, ou, comment, pourquoi
- **ROB**: Banc électrique
- **T A** : Tableau d'assemblage
- **USM** : Ultra Sonic machine
- **VS.M** : Visuel machine

Liste des figures :

Figure 1 : Delphi au monde.....	4
Figure 2 : Delphi Packard Tanger	5
Figure 3 : Organigramme représentant l'organisation de DPT.....	8
Figure 4 : Faisceau électrique.....	9
Figure 5 : Schéma représentatif des étapes de production du câblage	10
Figure 6 : Le schéma du flux de la production.....	11
Figure 7 : Type de postes d'assemblage.....	15
Figure 8 : Ford Smax.....	16
Figure 9 : Ford Galaxy	16
Figure 10 : Les étapes du lancement du projet.....	17
Figure 11 : Exemple de LAY OUT.....	19
Figure 12 : Câble Engine bay FORD CD 39 WAVE 1	23
Figure 13 : Poste fixe de préparation des smalls pour la FORD CD 39 WAVE 1.....	24
Figure 14 : Besoin en mètre carré	25
Figure 15 : Diagramme de Gantt du projet.....	26
Figure 16 : PDCA.....	29
Figure 17 : Lay out de DPT.....	31
Figure 18 : La part des clients dans l'usine	32
Figure 19 : Diagramme d'Ishikawa pour la mauvaise gestion de l'espace	33
Figure 20 : Machine inactive placée dans la zone de production.....	34
Figure 21 : Zone de validation très vaste.....	34
Figure 22 : Rack mal utilisé	35
Figure 23 : Grande table de contention	35
Figure 24 : La zone prototype	38
Figure 25 : Schéma du flux de la famille ABJ	40
Figure 26 : Schéma du flux de la famille DIS	42
Figure 27 : Schéma du flux de la famille Mix 2.....	44
Figure 28 : Schéma du flux de la famille FORD F.....	46
Figure 29 : Premier slot de la zone prototype.....	47
Figure 30 : Cellule 6	48
Figure 31 : Cellule 7	48
Figure 32 : Fusion des cellules 6 et 7	48
Figure 33 : Cellule 8.....	49
Figure 34 : Deuxième slot de la zone prototype.....	49
Figure 35 : Rack	50
Figure 36 : Poste 8.....	51
Figure 37 : les étapes des 5S	52
Figure 38 : Redimensionnement du slot.....	53
Figure 39 : Vue de dessus de la zone prototype	54
Figure 40 : Résultat du 1er slot	56
Figure 41 : Résultat du 2eme slot.....	56
Figure 42 : Etat transitoire de la zone prototype	57
Figure 43 : Vue de dessus de l'état transitoire de la zone prototype	58
Figure 44 : Choix de la zone commune.....	59
Figure 45 : Etat final de la zone prototype	60

Figure 46 : Évolution de l'indicateur de performance.....	64
Figure 47 : Résumé des actions établis	65
Figure 48 : La nouvelle zone à modifier	66
Figure 49 : La famille MIX 1 avant	66
Figure 50 : La famille MIX 1 après.....	67
Figure 51 : La famille DVC6 avant.....	67
Figure 52 : La famille 1.6GTDI avant.....	68
Figure 53 : Les familles DVC6 et 1.6GTDI après.....	68
Figure 54 : La zone commune avant	69
Figure 55 : La zone commune après	69
Figure 56 : L'état final de la nouvelle zone.....	70
Figure 57 : Evolution de l'indicateur de performance pour le projet CD 34.....	72
Figure 58 : Lay out final du DPT	73

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les clients de Delphi	4
Tableau 2 : Fiche technique de Delphi	6
Tableau 3 : Les départements au sein de Delphi	9
Tableau 4 : Les projets au sein de DPT	14
Tableau 5 : Projet CD4	15
Tableau 6 : Le budget du projet	25
Tableau 7 : Emploi de travail des quatre familles	55
Tableau 8 : Plan d'action et solution 5S	61
Tableau 9 : Les gains du projet	62
Tableau 10 : Calcul de l'évolution de l'indicateur de performance dans la zone prototype.	63
Tableau 11 : Les gains de la 2eme partie du projet	71
Tableau 12 : Amélioration de l'indicateur de performance du projet FORD CD 34	71

Table des matières

Remerciement _____	i
Dédicace _____	ii
Résumé _____	iii
Glossaire _____	iv
Liste des figures : _____	v
Liste des tableaux : _____	vii
Introduction générale _____	1
Chapitre .I : Description de l'organisme d'accueil _____	2
I. Présentation de Delphi au niveau mondial _____	3
1. Informations générales _____	3
II. Présentation de DELPHI MAROC _____	5
1. Informations générales _____	5
2. Fiche technique de DELPHI _____	5
3. Produits de DELPHI _____	6
4. Valeurs de Delphi _____	6
5. Objectifs de Delphi _____	6
6. La vision de Delphi _____	7
7. La mission de Delphi _____	7
III. Présentation de Delphi Packard Tanger _____	7
1. Organisation de DPT. _____	7
2. Clients de DELPHI DPT _____	9
IV. Description du processus de fabrication du câblage automobile _____	10
Processus de fabrication _____	10
Chapitre .II : LAY OUT EVOLUTION _____	13
I. Présentation des Projets de Delphi _____	14
II. Présentation du projet FORD CD39 WAVE 2 _____	16
III. Les étapes pour le lancement du projet _____	17
IV. Vers l'amélioration continue _____	20
1. La méthode PDCA _____	20
2. La méthode QQQOCP _____	21
3. La méthode du brainstorming _____	21
4. La méthode d'Ishikawa _____	21
5. La méthode des 5S _____	22
V. Cahier des charges _____	22
1- les acteurs du projet _____	22
1-1- Maitre d'ouvrage _____	22
1-2- Maître d'œuvre _____	22
• Tuteur pédagogique _____	22
• Tuteur technique _____	23

2- Contexte du Projet _____	23
3- Détermination des besoins _____	23
3-1 L'espace nécessaire _____	23
3.2 Budget _____	25
VI. Planning du travail _____	26
Chapitre .III : Etude du projet _____	27
I.1^{ere} Etape du PDCA : La Planification et la préparation du travail _____	28
1-Définition du problème en utilisant la méthode QQOCP _____	30
2- Détermination des causes de la mauvaise gestion de l'espace _____	32
2-1 : Causes générales _____	32
2.2 Causes majeures _____	35
3. Détermination des solutions _____	36
II.2^{eme} étape de la PDCA : Le DO _____	36
1. Présentation de la zone prototype _____	37
2. Présentation de chaque projet _____	39
2.1 : la famille ABJ _____	39
2.2 : La famille DISI _____	41
2.3. La famille Mix 2 _____	43
2.4 La famille FORD F _____	45
3 : Modification des quatre familles _____	47
3.1 Modification de 1 ^{er} degré _____	47
3.2 Modification du 2 ^{eme} degré _____	51
III. La 3eme étape de la PDCA : Check _____	61
1. System release _____	61
2. Bilan des gains _____	62
3. Indicateur de performance _____	63
4. Comparaison des résultats à l'objectif fixé au début _____	64
IV. La 4eme étape de la PDCA : ACT _____	65
1. Formaliser les solutions _____	65
2. Généraliser les solutions _____	65
2.1 Bilan des gains _____	71
2.2 Analyse de l'indicateur de performance de tout le projet FORD CD 34 _____	71
Conclusion générale _____	74
Résumé _____	75
Webographie & Bibliographie _____	76

Introduction générale

La globalisation de la concurrence, la complexité de l'économie et la pléthore d'informations disponibles aujourd'hui placent les entreprises dans un contexte flottant avec lequel elles doivent composer. Les entreprises ont donc plus de mal à prévoir les évolutions politiques, sociales, économiques, technologiques et industrielles. Elles doivent cependant pouvoir définir une vision lointaine du futur tout en gérant des changements plus fréquents.

L'exemple illustratif d'une telle entreprise est DELPHI Packard Tanger, équipementier Mondial dans l'industrie automobile ayant l'excellence industrielle comme culture et le dépassement des attentes du client comme politique générale. DPT est le sous-traitant des plus grands constructeurs automobiles notamment Ford qui lui a confié la réalisation de son nouveau projet FORD CD 39 WAVE 2. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet, qui consiste à l'optimisation de l'espace de l'usine pour l'implantation de ce dernier tout en essayant de faire une étude générale qui nous permet de connaître les causes majeures de non disponibilité de l'espace ainsi que les solutions possibles. L'objectif principal est de gagner le maximum d'espace pour l'entreprise.

Dans ce contexte, mon rapport se fera en trois chapitres, le 1er décrit l'organisme d'accueil, son activité et ses valeurs. Le 2eme chapitre concerne le lay out evolution et explique clairement le projet ainsi que les méthodes utilisées à savoir PDCA, la technique du Brainstorming, le questionnaire QQOCP, diagramme d'Ishikawa et la méthode des 5S. Le choix de ces méthodes n'est pas un hasard mais par conviction que pour démarrer un processus d'amélioration continue il faut s'armer des outils qui permettent de déployer une performance à tous les niveaux. Finalement le 3eme chapitre réunit l'étude réalisée qui commence par l'identification des causes du problème, la proposition des solutions, l'élaboration d'un cahier de charges ainsi que la concrétisation du travail.



Chapitre .I : Description de l'organisme d'accueil



Introduction

Au Maroc, l'industrie automobile représente près de 5% du PIB industriel et assure 14% des exportations de ce secteur, la France étant le premier destinataire du marché automobile marocain. Cette activité comporte plus d'une centaine d'entreprises divisées en unités spécialisées entre constructeurs et équipementiers, regroupant près de 100 000 employés à travers tout le royaume.

L'industrie des équipements automobiles est une des toutes premières industries au niveau mondial. Elle représente plus de 1300 milliards d'euros de chiffre d'affaire annuel. Depuis 1996 (date de lancement au Maroc de la voiture économique), la production des composants automobiles est passée de 200 à près de 700 millions d'euros, grâce à la montée en volume de l'intégration locale mais aussi, suite à l'implantation de nouveaux équipementiers mondiaux au Maroc, le plus important d'entre eux étant l'entreprise Delphi. Cette dernière est soutenue par le fonds Hassan II pour promouvoir l'investissement dans le secteur. Ce fonds prend en charge les frais d'acquisition du terrain et des constructions respectivement à hauteur de 50% et 30% de leurs coûts.

Ce chapitre est dédié à la description de l'organisme d'accueil. Il donne un aperçu sur l'entreprise DELPHI au niveau mondial, au niveau national ainsi qu'une description du processus de fabrication du câblage et des différentes zones de production.

I. Présentation de Delphi au niveau mondial

1. Informations générales

Delphi est un groupe multinational américain. C'est l'un des fabricants d'équipements les plus modernes dans le monde, travaillant essentiellement dans le domaine automobile et l'industrie du transport, et dont la clientèle s'étend de plus en plus vers des secteurs de haute technologie comme les télécommunications, le matériel médical, l'informatique et ses périphériques (Figure 1).

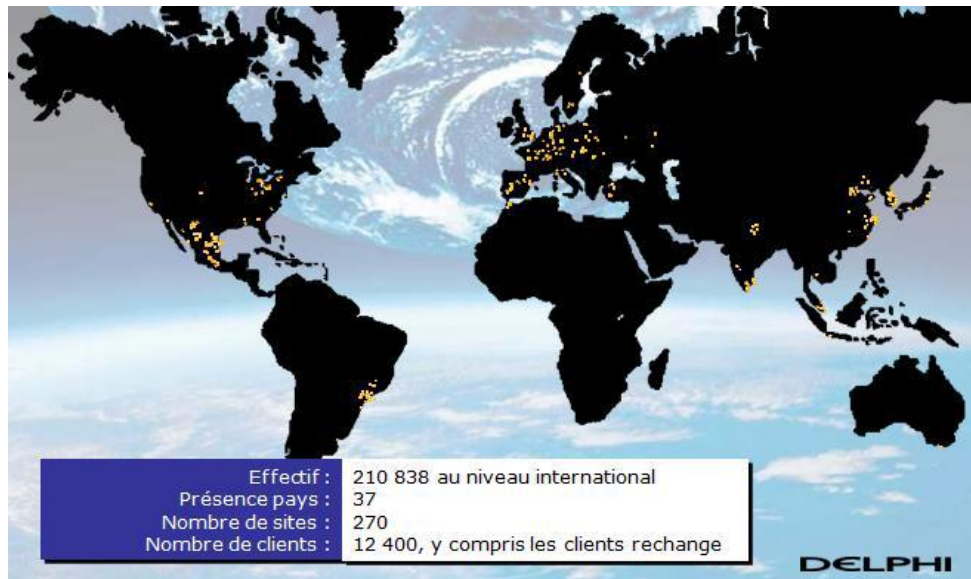


Figure 1 : Delphi au monde

Aujourd'hui, Delphi est l'équipementier automobile dont la gamme de composants et de systèmes est la plus diversifiée. Il est également le fournisseur le plus inventif sur le plan technique. Chaque jour, plus d'une invention sont créées par les ingénieurs Delphi, et c'est un nouveau produit ou un nouveau procédé qui est créé chaque semaine. DELPHI possède 171 unités de fabrication à travers le monde dont 49 aux Etats-Unis et Canada, 61 à l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique, 47 au Mexique et l'Amérique du Sud et 14 à l'Asie Pacifique. Et ceci dans 41 pays différents. Le groupe multinational DELPHI emploie plus de 205.700 personnes à travers le monde dont la majorité se concentre au Mexique et l'Amérique du Sud. Parmi eux on trouve environ 16.000 ingénieurs Delphi compte plus de 120 fournisseurs de matière première à travers le monde. Et il est le fournisseur de plus de 30 marques de voitures. Voici ci-dessous une liste de ses clients majeurs (Tableau 1) :

Tableau1 : Les clients de DELPHI	Ford	Mazda	Saab
Alfa Romeo			
Audi	GM	Mercedes-Benz	Seat
Auto Latina	Holden	Mitsubishi	Skoda
BMW	Honda	Nissan	Suzuki
Citroën	Hyundai	Opel	Toyota
Daimler Chrysler	Isuzu	Peugeot	VAZ
Daewoo	Jaguar	Proton	Vauxhall
Ferrari	Lancia	Renault	Volvo
Fiat	Land Rover	Rover	VW

Tableau 1 : Les clients de Delphi

II. Présentation de DELPHI MAROC

1. Informations générales

Delphi est implantée au Maroc depuis 1999. Elle appartient à la première division: Packard Electric Systems. Cette dernière dont la direction centrale se trouve à Warren, Ohio, aux Etats Unies, est le leader mondial des systèmes de distribution de signaux électriques pour véhicules. Installée à Tanger, l'entreprise DELPHI a ouvert deux sites dont le plus anciens est DASM (DELPHI Automotive Systems Maroc) et le nouveau site est DPT (Figure 2).



Figure 2 : Delphi Packard Tanger

Parmi les principaux clients de Delphi, on peut citer de grands constructeurs automobiles tels que FIAT, RENAULT-NISSAN, OPEL et PEUGEOT-CITROEN (PSA).

Delphi Tanger a été certifiée aux normes internationales suivantes :

- ✚ ISO 9001
- ✚ ISO 14001 (management de l'environnement)
- ✚ ISO TS 16949 (la norme concernant la démarche qualité dans l'industrie automobile).

2. Fiche technique de DELPHI

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des informations nécessaire à connaître sur Delphi Packard Tanger (Tableau 2).



Raison sociale	Delphi Packard Tanger (DPT)
Nationalité	Multinationale américaine, Warren, Ohio à Etats-Unis Forme juridique: Société anonyme (SA)
Date de création	2008
CA annuel	60 millions euros
Siège	Ilot 53, lot n° 1 Zone franche d'exportation de Tanger, Maroc
N° TEL	0539398700
Superficie	60000 m²
Effectifs	Plus de 2000 personnes.
Secteur	Industrie Automobile.
Activités	La fabrication des faisceaux électriques pour voitures.

Tableau 2 : Fiche technique de Delphi

3. Produits de DELPHI

Delphi Maroc fait la production des faisceaux électriques pour voitures. Ces faisceaux sont composés d'un ensemble de composants ordonnés de façon logique : fils électriques, terminaux, connecteurs, passe-fils, rubans, tubes isolants, etc.

4. Valeurs de Delphi

L'Enthousiasme pour le Client : Les intérêts des clients doivent toujours passer en premier.

La confiance dans les relations : Créées et entretenues par l'ensemble des employés.

L'intégrité : Respect des lois, des règlements et des règles d'éthique, protection de toute information confidentielle confiée par les clients ou les partenaires.

La responsabilité vis à vis de la société : Obéir aux règles de comportement les plus strictes, bâtir et entretenir de façon professionnelle des relations avec toutes les institutions et tous ceux qui sont concernés par l'activité de l'entreprise.

La passion de l'excellence : Ce succès futur dépend de l'adhésion sans compromis à la vision et aux principes fondamentaux de l'excellence.

5. Objectifs de Delphi

Le Client : Rechercher de façon passionnée la satisfaction du Client à travers la technologie, la qualité, les coûts, la réactivité et le comportement.

La Croissance : Développer le chiffre d'affaires en diversifiant la base de la clientèle.



La Valeur : Faire progresser la valeur de Delphi pour les partenaires par la croissance et l'amélioration de la rentabilité.

Les Hommes : Créer un environnement où chaque employé peut s'impliquer et exceller.

6. La vision de Delphi

Être reconnu par les clients comme étant leur meilleur fournisseur.

7. La mission de Delphi

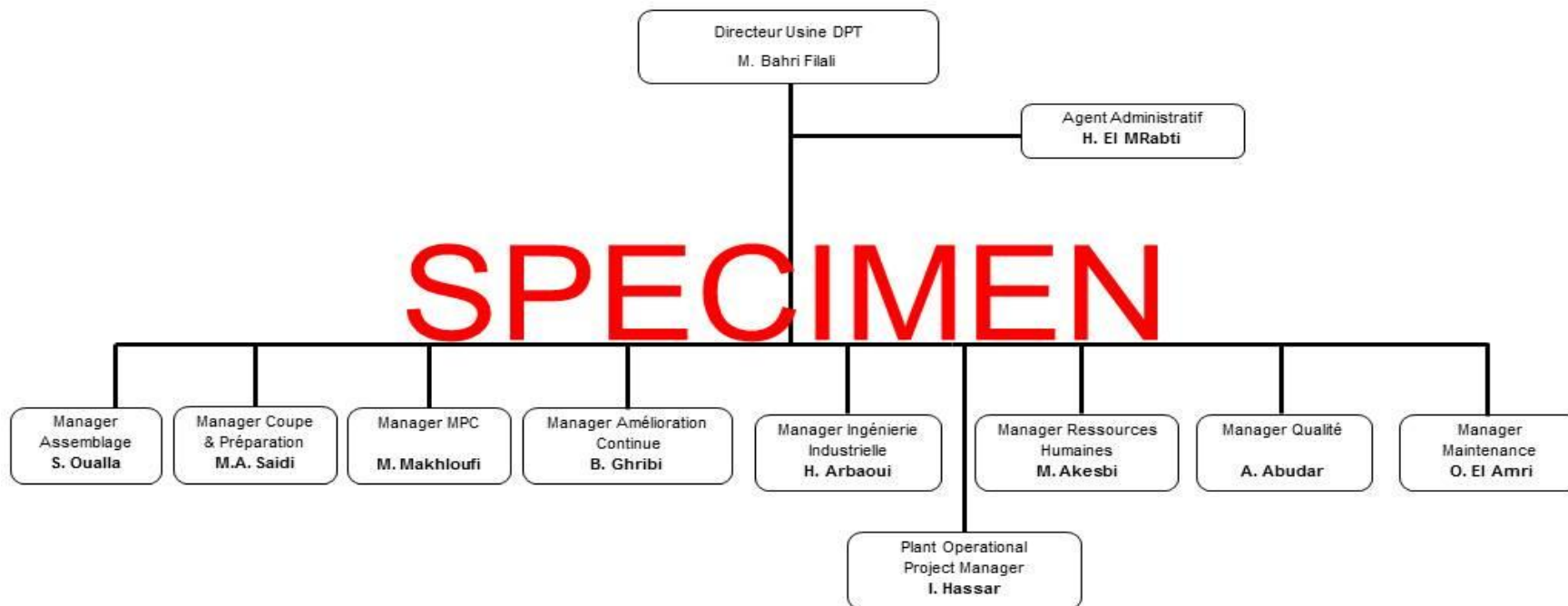
Être le leader mondial dans les systèmes automobiles et les produits associés.

III. Présentation de Delphi Packard Tanger

1. Organisation de DPT.

Le personnel de Delphi Packard Tanger est composé du directeur général de l'usine et des chefs de départements. Chaque département possède son propre staff de coordinateurs, d'ingénieurs et d'opérateurs. Le schéma ci-dessous représente l'organigramme du staff de DPT (Figure 3)

DELPHI **Organigramme Staff DPT**



Emis le 19/04/08 Révision: 05 du 29/08/12 Ref: RH/OR/1 Page: 1/1	Emis par: Akesbi Mouna Fonction: Responsable RH	Validé par: Mohamed Bahri Filali Fonction: Directeur Usine DPT	validé par: Dalila HAWARI Fonction: Directrice des RH Maroc	approuvé par: Issam El khiyati Fonction: Directeur Général Maroc
---	--	---	--	---

Figure 3 : Organigramme représentant l'organisation de DPT

Delphi Packard Tanger contient sept départements, avec différentes missions propres à leur spécialité. Chaque département contient sa structure indépendante des autres ainsi que des fonctions spécifiques (Tableau 3).

Département de production	- Le contrôle des opérateurs - La gestion de la production - Le suivi de la productivité
Département PC& L Product Control and Logistique	- Le contact avec les clients - La gestion des stocks dans magasins (de la matière première et de produit fini) -La planification de la production - L'organisation du transport
Département de maintenance	- La gestion et le suivi des équipements techniques - La programmation de contrôle et de banc électriques - La préparation des Lay-out
Département des Achats	- Le contact avec les fournisseurs - La vérification des commandes - L'exécution des achats
Département Qualité	- Le contrôle de qualité de la matière première - La validation des plans (fiabilité) -Le contrôle de qualité des produits finis
Département de l'ingénierie Industrielle	- Le contact avec les service-center - L'analyse des plans industriels - La détermination des modes opératoires - Le démarrage des nouveaux projets - Le suivi des projets
Département des Ressources Humaines	- Le recrutement et la formation des personnels - La gestion des employés, des salaires, des congés... -Le contrôle des agents de sécurité

Tableau 3 : Les départements au sein de Delphi

2. Clients de DELPHI DPT

DPT travaille avec différents constructeurs automobile, en leur fabriquant les faisceaux électriques mais les plus fidèles de ses clients sont FORD, BMW, PEUGEOT et RENAULT (figure 4).

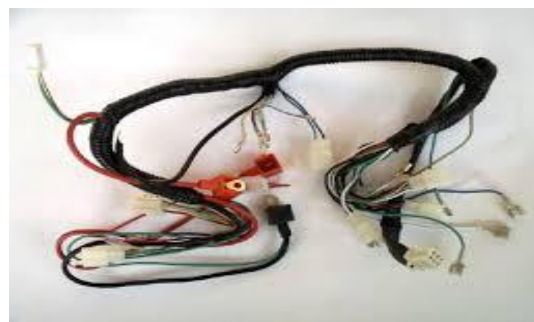


Figure 4 : Faisceau électrique

IV. Description du processus de fabrication du câblage automobile

Processus de fabrication

La matière première provenant du fournisseur passe par le laboratoire de contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin de matière première.

Le stock de matière première est géré par un système dénommé pull qui prépare un stock 24 h à l'avance.

Le stock quotidien passe à la zone de préparation (la coupe) qui est gérée par le système Kanban. A ce niveau les conducteurs sont préparés pour passer à la zone d'assemblage où les faisceaux électriques sont assemblés et bandés. Ensuite les faisceaux passent au contrôle électrique où l'on vérifie la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil, réglettes...). Ensuite, ils sont soumis à un super-contrôle où un employé très expérimenté opère un contrôle visuel global du faisceau. De là, les faisceaux subissent un dernier contrôle qui est celui de contention au cours duquel les différentes côtes sont vérifiées avant l'étiquetage, l'emballage et l'envoi au client.

La figure 5 résume le processus de fabrication du faisceau électrique.

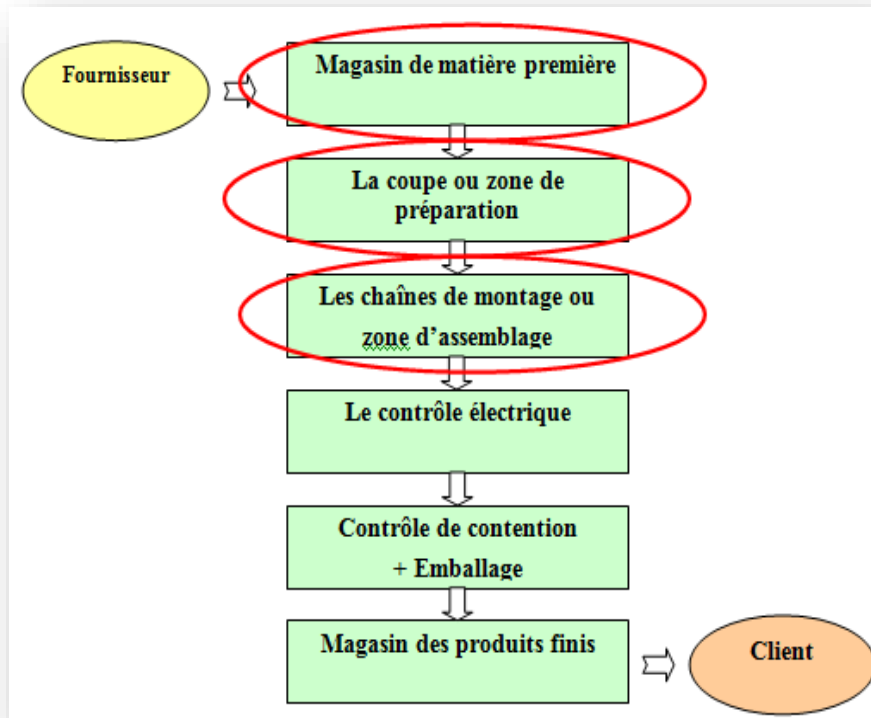


Figure 5 : Schéma représentatif des étapes de production du câblage

En effet la production du câble passe par un ensemble de zone en commençant par les fournisseurs jusqu'à la réalisation du câble et sa livraison au client (Figure 6).

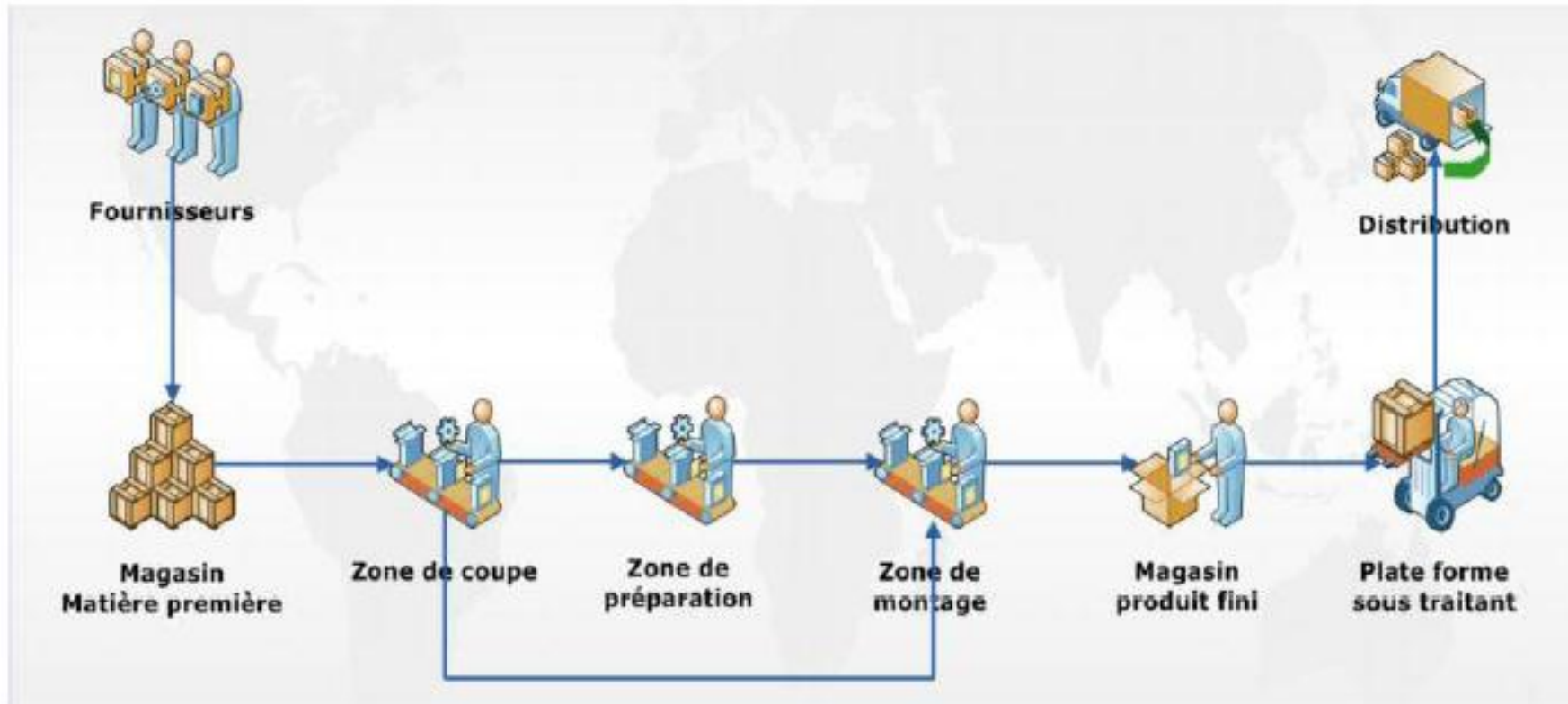


Figure 6 : Le schéma du flux de la production

**Zone de production:**

La coupe & zone de préparation représentent le fournisseur de matière première pour les chaînes d'assemblage. La zone de préparation fournit les fils en quantité et qualité demandées et au moment opportun. La coupe est équipée par des machines automatiques qui coupent les fils selon les longueurs demandées, au sertissage et à l'épissure. Les fils de grosse section qui nécessitent un traitement particulier sont acheminés vers la zone de préparation où on travaille avec des machines semi-automatiques.

La zone d'assemblage :

C'est la zone où les fils sertis venant de la coupe sont assemblés. L'assemblage se fait soit sur des tableaux fixes pour les câbles de petites dimensions soit sur des tableaux roulants – avec un temps cycle bien défini- dans les chaînes de montage pour les câbles longs.

Le nombre des postes est déterminé par l'ingénierie Industrielle, il dépend du câble -plus le câble est chargé plus le nombre de postes est grand.

Ces postes sont composés de deux types: les premiers qu'on peut appeler postes d'encliquetage où on réalise l'épissure, les isolations, l'encliquetage, la séparation des fils... et les derniers postes appelés postes de bandage où on effectue l'enrubannage et on met les brides.

Pour conclure, Delphi Packard Tanger est une entreprise multinational américaine leader dans la fabrication des faisceaux électrique pour les plus grands constructeurs automobiles notamment Ford.

L'usine de DELPHI est divisée en zones et les ouvriers travaillent à la chaîne. Il y a 45 chaînes au total dans l'établissement, toutes zones confondues.



Chapitre .II : LAY OUT EVOLUTION



Introduction

Le secteur automobile a subi les effets des grands bouleversements du 21^{ème} siècle, qui s'explique par le passage d'un environnement plus ou moins stable à un environnement variable et de plus en plus complexe, et d'une production de faible taille à une production de masse en augmentant la qualité de fabrication, en améliorant les conditions de travail et en diminuant les coûts, et par conséquent, satisfaire les clients.

Partant de ce constat, DELPHI PACKARD doit s'armer de méthodes d'amélioration continue pour acquérir l'avantage concurrentiel et croître dans une conjoncture mondiale défavorable, marquées par une forte compétitivité et une inflation persistante des cours des matières premières stratégiques et d'autres.

Dans cette perspective, DELPHI a pu gagner la confiance de grands constructeurs automobiles américains qui lui ont confié la réalisation de leur projet, qu'on présentera par la suite, de même pour le projet lié à notre problématique.

Ce chapitre représente une fenêtre vers l'amélioration continue, de l'espace de l'entreprise, à l'aide des outils qu'on va expliciter et qui permettent d'identifier, de mettre en œuvre une recherche, une analyse des causes pour apporter une réponse et une solution adaptées au problème identifié. On va également analyser le besoin en matière d'espace pour le nouveau projet et élaborer le cahier de charge pour cerner les dépenses financières.

I. Présentation des Projets de Delphi

Delphi travaille avec la majorité des constructeurs automobile et réponds à leur exigences en terme de faisceaux électriques, alors que DPT sous traite quatre grands projets qui sont les suivants (tableau 4):

Projet	Famille
Prince	P85 PSA, P105/P125 PSA, Q125 PSA TVDI, P125 BMW, P85 BMW, Q125 BMW TVDI, BB Adapter
Fiat	IP LHD, IP RHD, Driver Doors, Passenger Doors, Rear Doors, Engine Cool, MULTIAIR, Park Sensor
Renault	X65, BC85
Ford	Mix1, Mix2, 9H, Disi, Land Rover, Ford F, IP Galaxy, Mondeo, Puma FWD, Puma RWD, Puma Land Rover, Puma Transmission, Puma Glow Plug1,CD4

Tableau 4 : Les projets au sein de DPT

Chaque projet contient jusqu' à 30 familles qui représentent des sous projets.

Dans ce sens on s'intéressera au projet FORD CD4 qui a son tour contient deux sous projets (Tableau 5).

Projet	Famille	Type de câble	Type de poste	
CD4	CD 391	Mondeo IP	Tableau de bord	Chaîne rotative
		Mondeo Floor	Sol	Chaîne rotative
		Mondeo Engine bay	Moteur	Chaîne rotative
	CD 392	Galaxy IP	Tableau de bord	Chaîne rotative
		Galaxy Floor	Sol	Chaîne rotative
		Galaxy Engine Bay	Moteur	Chaîne rotative
	CD 392	S-Max IP	Tableau de bord	Chaîne rotative
		S-Max Floor	Sol	Chaîne rotative
		S-Max Engine Bay	Moteur	Chaîne rotative

Tableau 5 : Projet CD4

Le CD 39 WAVE 1 concerne le modèle

- FORD MONDEO

Le CD 39 WAVE 2 concerne le modèle

- FORD SMAX
- FORD GALAXY

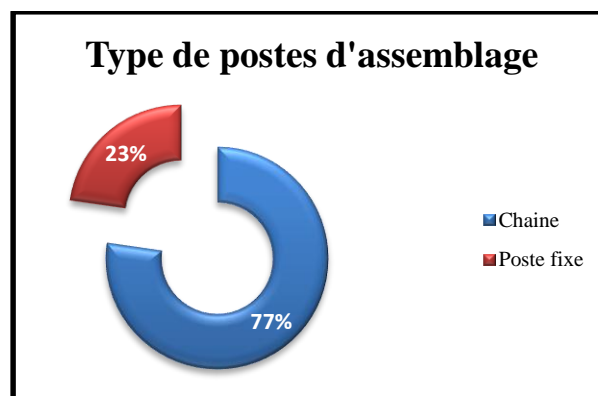


Figure 7 : Type de postes d'assemblage

La figure 7 représente les types de postes d'assemblage, en termes de chiffre 77 % de l'ensemble des familles Ford sont produites sur des chaînes rotatives. Les 23 % qui restent sont assemblées sur des tableaux fixes.

II. Présentation du projet FORD CD39 WAVE 2

Le projet FORD CD39 WAVE 2 est le projet qui nous intéresse, c'est-à-dire le projet dont on doit aménager un espace. C'est une nouvelle version du Wave1, un projet déjà existant au sein de DTP, avec quelques modifications pour une meilleure performance.

- ✓ Client : FORD
- ✓ Voiture : SMAX, GALAXY.
- ✓ Le produit : 30 familles de câble pour chaque voiture :
 - Engine bay
 - Floor
 - IP
- ✓ Volume : 77000/an. (Majorité des Smax).
- ✓ Model : 2015



Figure 8 : Ford Smax



Figure 9 : Ford Galaxy

- ✓ L'assemblage des câbles se fait à Valence Espagne

III. Les étapes pour le lancement du projet

Avant le lancement de n'importe quel projet l'entreprise suit un ensemble d'étapes comme le montre la figure 10. Ces étapes commencent par l'évaluation et préparation, l'étude de marché, la conception, le test pilote et finalement le lancement du projet.



Figure 10 : Les étapes du lancement du projet

La phase d'évaluation et de préparation est une étape indispensable pour que l'entreprise soit prête à entreprendre un développement de produit et organiser sa capacité, c'est à dire voir si l'entreprise dispose des :

- **Compétences et temps requis** (le personnel doit être formé aux spécificités du nouveau produit, le temps doit être suffisant pour l'entreprise et doit être approuvé par le client)
- **Systèmes** (disposer d'un système d'information de gestion)
- **Ressources financières**
- **Ressources humaines**
- **Ressources matériels**
- **L'espace** : L'endroit où le projet se réalisera c'est à dire là où les chaînes de production s'installeront.



C'est dans cette vision qu'une partie de la phase d'évaluation et de préparation s'inscrit dans mon projet de fin d'étude qui a pour thème « **L'optimisation de l'espace de l'usine pour l'implantation du nouveau projet** » ou Le LAY OUT EVOLUTION.

Le LAY OUT est l'opération de disposition graphique d'un contenu informationnel dans un espace donné. Elle succède au travail de collecte et de composition du contenu, et précède souvent le travail d'impression. Elle peut le précéder dans la mesure où elle est prédéfinie (Figure 11).

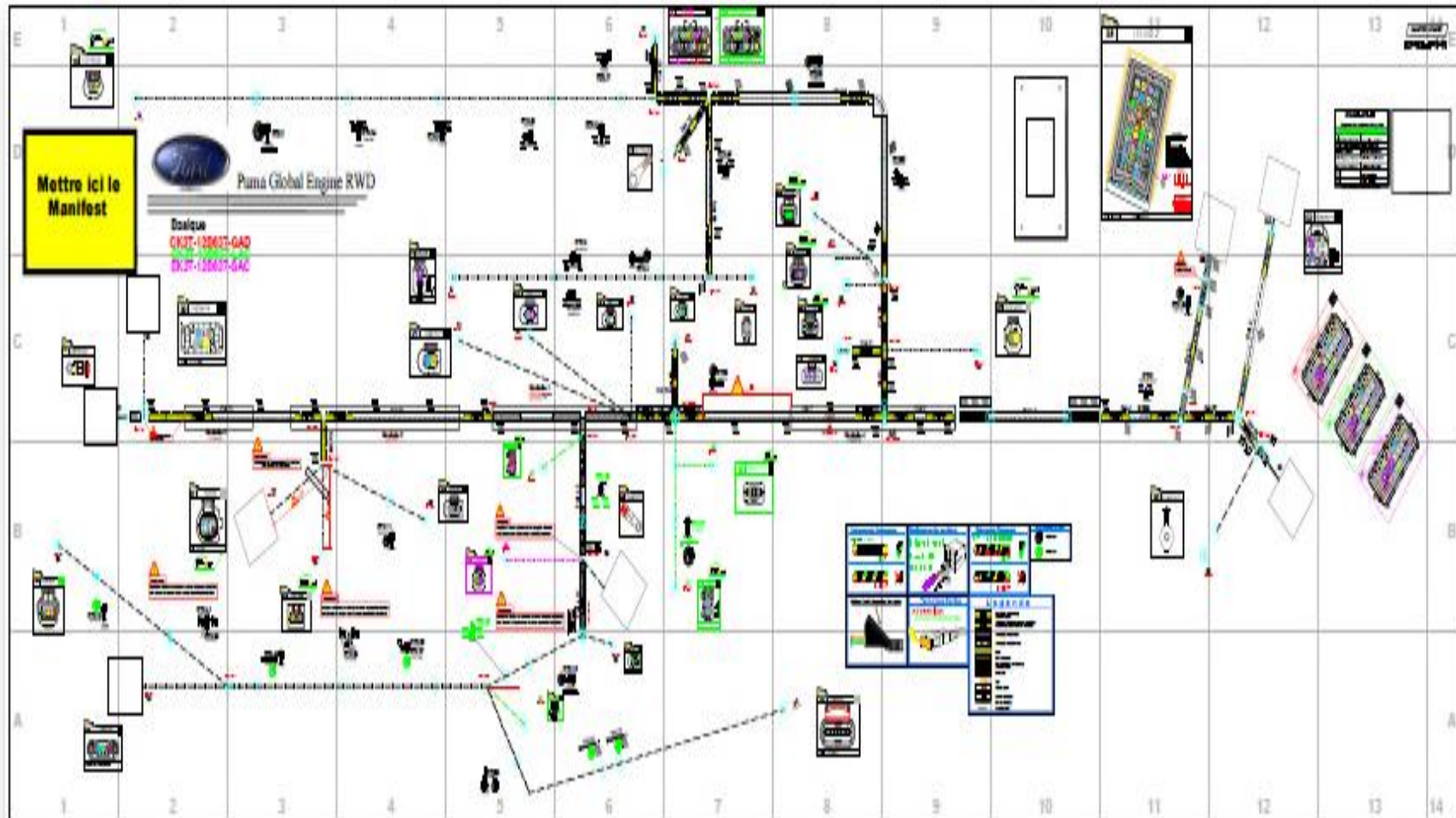


Figure 11 : Exemple de LAY OUT



IV. Vers l'amélioration continue

Depuis toujours, les entreprises cherchent à améliorer la qualité de leurs produits et de leurs services, tout en améliorant leur productivité.

De cette quête est né le concept d'amélioration continue de la qualité et de la productivité.

En effet pour atteindre cette amélioration continue il faut s'armer des bonnes méthodes et outils qui facilitent la gestion du projet.

Dans notre cas, les méthodes qu'on a adoptées sont les suivantes : LA PDCA, QQQOCP, Le brainstorming, Ishikawa et La méthode des 5 S

Pour mieux les comprendre, on explicitera chacune des méthodes à part.

1. La méthode PDCA

La **roue de Deming** est une illustration de la **méthode qualité PDCA, Plan Do Check Act**.

Cette méthode créée par le statisticien *William Edwards Deming* comporte quatre étapes, chacune entraînant l'autre, et vise à établir un **cercle vertueux**.

Elle comporte quatre étapes :

- **P : Plan ou planifier, définir ce qu'on va faire**

Définir le plan projet, l'existant, les objectifs, les acteurs, les moyens, les jalons.

- **D : Do ou développer, faire ce qui a déjà été défini**

Exécuter le plan d'action, déployer les ressources nécessaires et mettre en œuvre toutes les opérations correctives mentionnées dans le plan.

- **C : Check, vérifié que le travail (Do) correspond bien à ce qui a été prévu**

Cette étape utilise des moyens de contrôle divers, tels qu'indicateurs de performance.

- **A : Act ou agir**

Dresser un bilan du projet. Lister les avantages et inconvénients de la solution, identifier les axes d'amélioration consiste à rechercher et mettre en œuvre les points d'améliorations. L'étape Act entraîne un nouveau projet et donc une nouvelle planification { 1 }.

2. La méthode QQOQCP

La méthode QQOQCP permet sur toutes les dimensions du problème d'analyser une activité, décrire une situation en adoptant une attitude interrogative systématique en posant les questions: Qui? Quoi ? Quand ? Où ? Comment ? Pourquoi ?

Chaque réponse à chacune de ces questions peut être soumise à l'interrogation supplémentaire : pourquoi ?

Ces questions élémentaires sont très commodes pour mettre de l'ordre dans les idées. Elles sont utilisées à différents moments dans la démarche de résolution de problème pour poser un problème, pour rassembler des informations et les mettre en forme pour chercher des idées de causes possibles, de solutions possibles, pour préparer un plan d'action {5}.

3. La méthode du brainstorming

Le brainstorming est une technique de créativité qui facilite la production d'idées d'un individu ou d'un groupe. L'utilisation du brainstorming permet de trouver le maximum d'idées originales dans le minimum de temps grâce au jugement différé. Le jugement différé consiste à énoncer d'abord un grand nombre d'idées et de les évaluer uniquement dans un deuxième temps ou lors d'une autre rencontre.

La technique du brainstorming a pour principal avantage de favoriser la fluidité de la pensée des individus et du groupe. En effet, elle permet de préserver le flux (flow) des idées et d'éviter de détruire les idées des autres. L'application de la technique consiste essentiellement à énoncer dans un premier temps, une grande quantité d'idées et de s'assurer de suspendre le jugement. Ce n'est que dans un deuxième temps, après avoir sorti le plus d'idées possibles que l'on a la permission de critiquer les idées trouvées. On peut alors prendre soin de transformer les idées brutes en solutions adaptées à la situation {3}.

4. La méthode d'Ishikawa

La méthode 5M est une méthode d'analyse qui sert à rechercher et à représenter de manière synthétique les différentes causes possibles d'un problème. Elle fut créé par le professeur Kaoru Ishikawa (1915-1989) d'où son appellation « Méthode d'Ishikawa ».

La méthode d'Ishikawa utilise une représentation graphique (diagramme) en forme de poisson pour matérialiser de manière structurée le lien entre les causes et leur effet. Ce qui d'autre part lui a valu les appellations de « diagramme en arêtes de poisson », et « diagramme de causes à effet »

Kaoru Ishikawa classe les différentes causes d'un problème en 5 grandes familles : les 5M.

- Matière : les différents consommables utilisés, matières premières...
- Milieu : le lieu de travail, son aspect, son organisation physique...
- Méthodes : les procédures, le flux d'information...
- Matériel : les équipements, machines, outillages, pièces de rechange...
- Main d'œuvre : les ressources humaines, les qualifications du personnel {4}.

5. La méthode des 5S

Le terme "5S" fait référence aux mots japonais d'origine. Dans la plupart des autres langues, des équivalents locaux ont dû/peuvent être trouvés.

Certaines entreprises ne supportent pas les références aux méthodes japonaises et/ou préfèrent d'autres mnémotechniques pour désigner cette démarche :

ROND pour **R**angement, **O**rdre, **N**ettoyage, **D**iscipline

ORDRE pour **O**ter, **R**anger, **D**écrasser, **R**églementer, **E**nraciner.

Cette méthode permet de:

- Créer un environnement de travail où règnent l'ordre et la propreté
- Détecter et éliminer les anomalies mineures
- Confiance aux clients par la mise en place de standard qui se répercutera sur la qualité de nos prestations
- Mettre en place et établir les conditions, préliminaires à toutes les activités de progrès {2}.

V. Cahier des charges

1- les acteurs du projet

1-1- Maître d'ouvrage

Le maître d'ouvrage est l'Entreprise « DELPHI PACKARD TANGER ». Le projet a été proposé par le Département Ingénierie représenté par Mr Yassine Allouch.

1-2- Maître d'œuvre

Le maître d'œuvre est la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, représentée par Mademoiselle Ibn Majdoub Hassani Zineb étudiante en licence Génie Industriel.

- Tuteur pédagogique

M. Hassan Kabbaj : Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

- Tuteur technique

Mr. Yassine Allouch car leader du département d'ingénierie.

2- Contexte du Projet

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude au département ingénierie à la société Delphi Packard Tanger, on a réalisé une étude des causes les plus graves qui entraînent une mauvaise gestion de l'espace et on a proposé des solutions visant à gagner plus d'espace pour le nouveau projet. Ce projet prendra fin en juillet 2014.

Notre objectif est de :

- ❖ Optimiser l'espace au maximum
- ❖ Travailler sur une zone prototype
- ❖ Compresser la zone prototype
- ❖ Eliminer les gaspillages
- ❖ Faciliter les flux
- ❖ Améliorer la performance

3- Détermination des besoins

3-1 L'espace nécessaire

Le projet FORD CD 39 WAVE 2 est un projet qui contient jusqu'à 30 familles de câbles.

On peut classer ces familles en 3 types : les bigs, les mediums et les smalls.

Les bigs : c'est des câbles de grosse section. C'est le fruit d'un ensemble de fils rassemblés dans des cellules et bandé autour d'une chaîne (Figure 12).



Figure 12 : Câble Engine bay FORD CD 39 WAVE 1

On distingue trois types de Bigs :

- Engine bay : le câble du motor.
- IP : câble du tableau de bord.
- Floor : câble qui passe en dessous de la voiture.

Les mediums : représentent les câbles de moyennes sections, rassemblés et bandés dans des postes fixes de moyennes dimensions.

Les Smalls : Les câbles de petites sections sont préparés dans des petits postes (Figure 13).

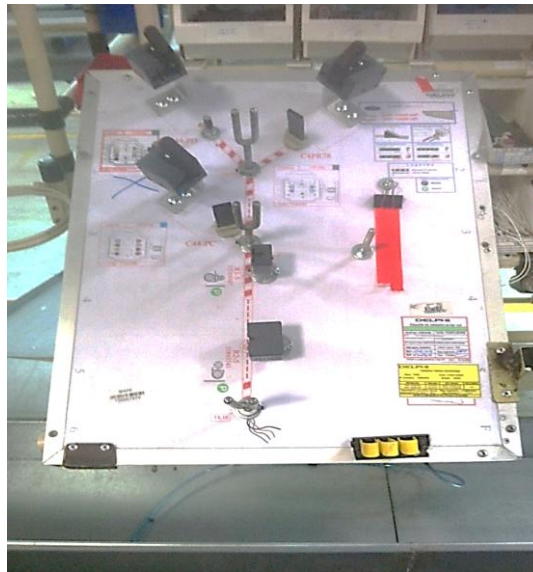


Figure 13 : Poste fixe de préparation des smalls pour la FORD CD 39 WAVE 1

En conclusion, on peut dire qu'on aura besoin de:

- Trois chaînes de production pour les bigs.
- Une chaîne de production pour les mediums.
- Une chaîne de production pour les smalls.

On aura donc besoin de cinq slot c'est-à-dire un espace libre de 858 m² (Figure 14).

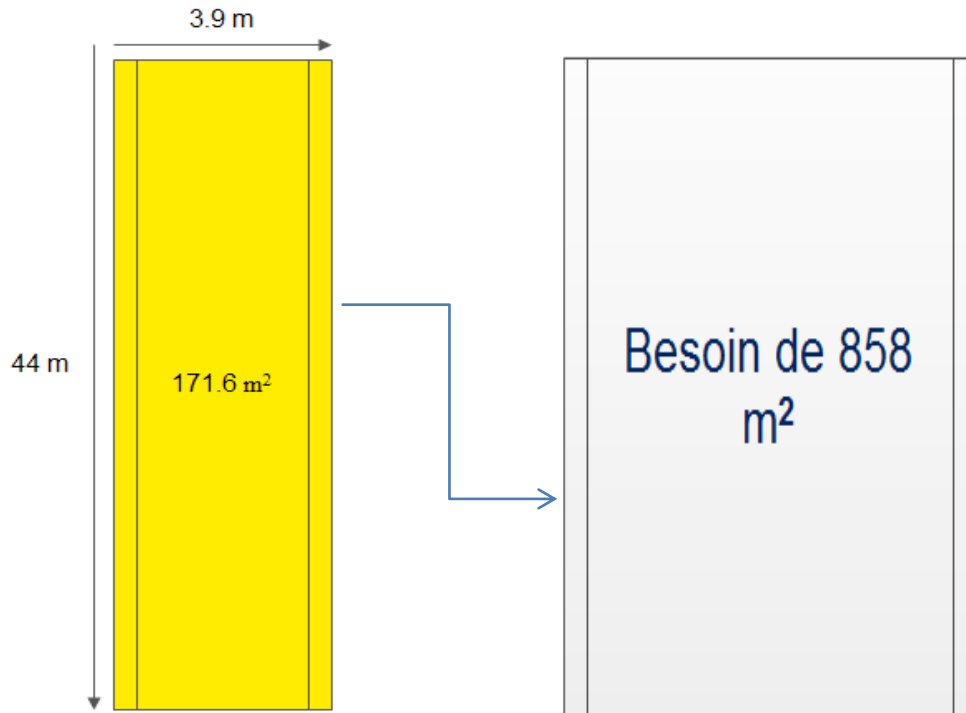


Figure 14 : Besoin en mètre carré

3.2 Budget

Pour réaliser ce projet on a besoin d'un budget qui répond à tous les besoins nécessaires, que ce soit en matière de matériel ou de main d'œuvre (Tableau 6). C'est l'ensemble des recettes et des dépenses prévisionnelles planifiées pour le projet

	Main d'œuvre	Matériel	Temps moyen
Les charges	3 000 euro	600 euro	2 mois

Tableau 6 : Le budget du projet

VI. Planning du travail

Pour le déroulement de mon stage j'ai adopté le planning illustré sur le diagramme de Gantt ci-dessous réalisé par le logiciel MSPROJECT (Figure 15).

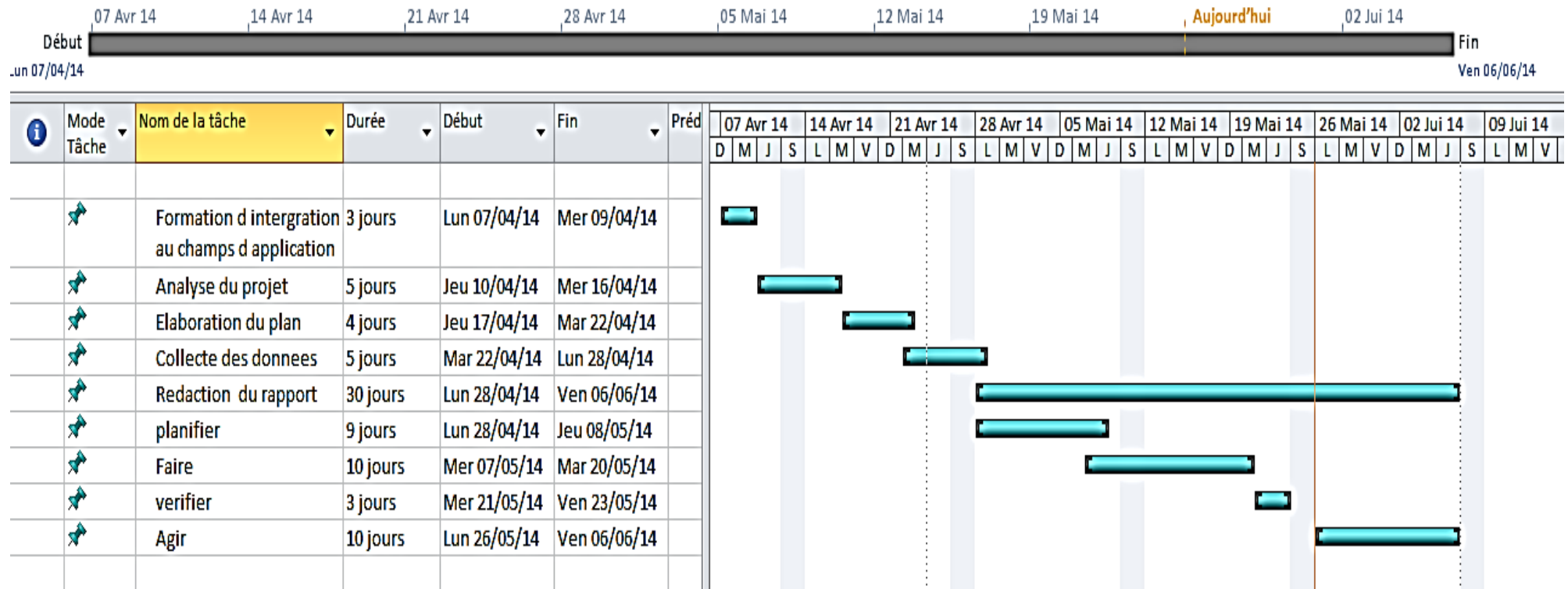


Figure 15 : Diagramme de Gantt du projet



Chapitre .III : Etude du projet



Introduction

Ce chapitre détaille l'ensemble des actions qu'on va entreprendre pour répondre au besoin déjà défini. Ce projet étant une action temporaire, avec une durée de 4 mois, mobilise des ressources identifiées pour sa réalisation. Celui-ci possède également un cout et fait l'objet d'une budgétisation de moyens et d'un bilan indépendant de celui de l'entreprise.

En effet, toute entreprise est confrontée à des problèmes aussi variés, certains ont des solutions évidentes. D'autres sont plus complexes, et nécessitent une grande compréhension de la situation.

Pour notre cas, on suivra les étapes de la méthode PDCA, présentée dans le chapitre précédent, afin de cerner la problématique et de la résoudre.

I.1^{ère} Etape du PDCA : La Planification et la préparation du travail

Cette partie entamera la phase de planification et de préparation pour le lancement du projet (Figure 16).

On commence par poser la problématique, déterminer l'état actuel, chercher les causes et proposer des solutions.

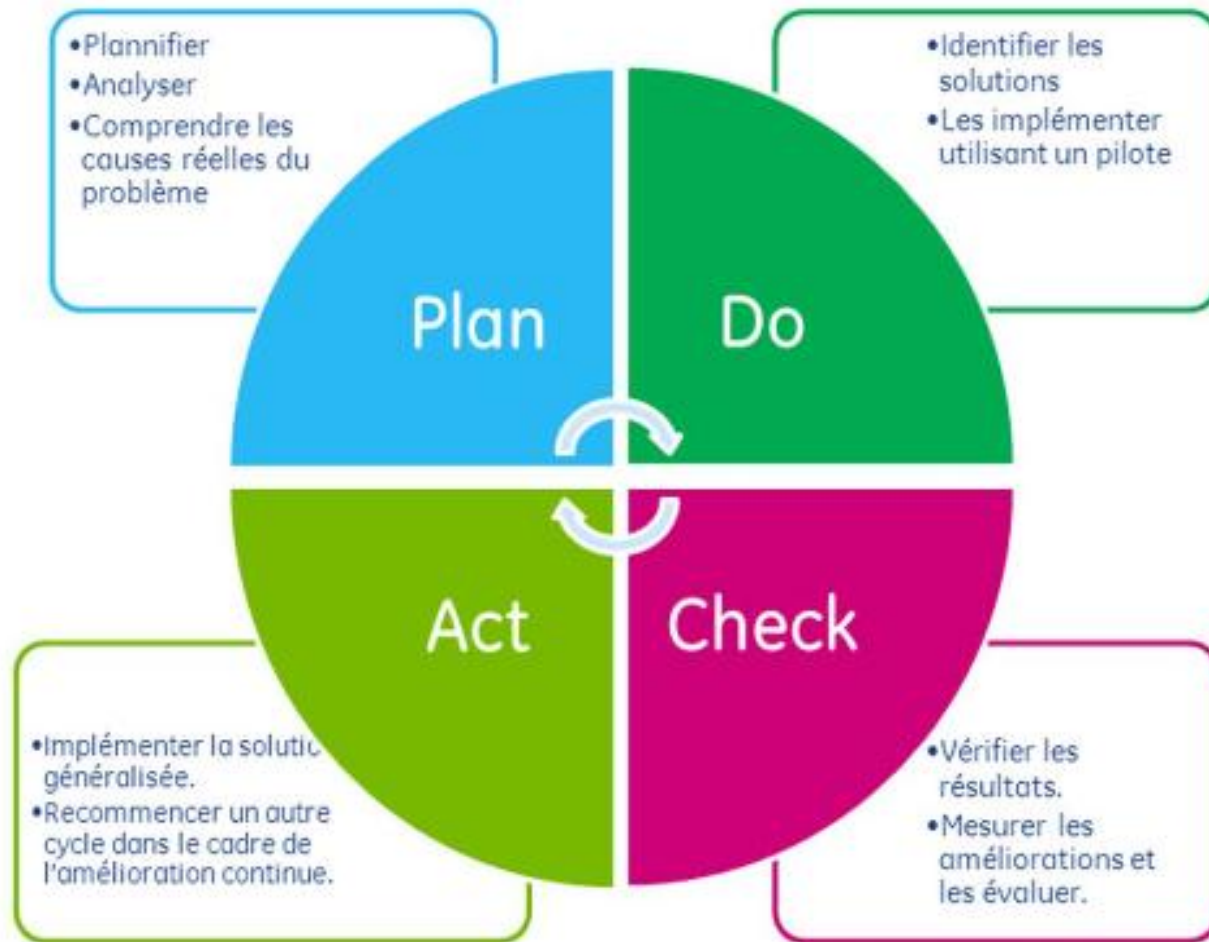


Figure 16 : PDCA

1-Définition du problème en utilisant la méthode QQQOCP

Pour que le projet FORD CD 39 WAVE 2 voit le jour il est primordiale de lui libérer un espace suffisant pour son implantation et ceci en prenant en considération toutes les contraintes possibles.

En utilisant la méthode QQQOCP, déjà définie, on a mieux assimilé le problème.

1.1 Problématique

Quoi : Un sévère problème de l'espace se pose.

Pas d'espace disponible dans l'usine pour l'implantation du FORD CD 39 WAVE 2.

Quand : Depuis la nuit des temps la question de l'espace et sa gestion représente une contrainte pour n'importe quel entreprise.

Qui : Toute personne travaillant au sein de DPT est concernée par la gestion de son propre espace.

Pourquoi : Un espace mal géré représente d'énormes pertes pour l'entreprise notamment des pertes :

- D'argent (1m²équivalent à 3000 000 Drh)
- De temps (Déplacement inutile)
- De projet

Où : Notre étude va mettre l'accent sur toute les opportunités possible dans l'usine et éventuellement les zones occupant plus d'espace que leur besoins.

1.2 Etat actuel de l'usine

DPT s'étend sur une superficie de plus de 60000 m², elle contient 45 chaines de production chacune d'elle étant installée dans un slot de 44 m de longueur sur 4.85 de largeur donc d'une superficie de 213 m². (Figure 17).

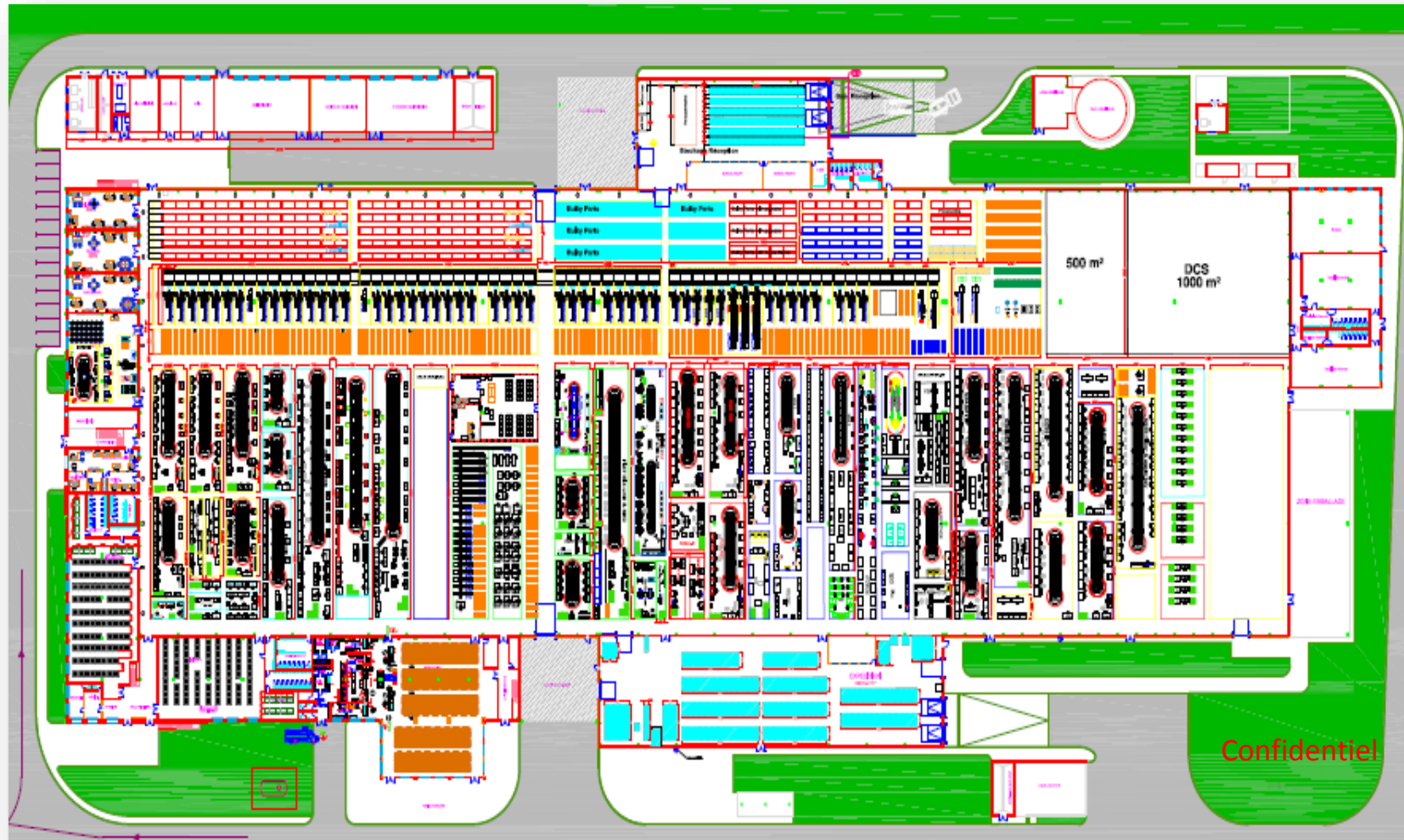


Figure 17 : Lay out de DPT

Jusqu'à maintenant l'espace libre dans l'usine est d'un seul slot ce qui est équivalent à 213 m².

La superficie de l'usine est partagée comme suit (Figure 18) :

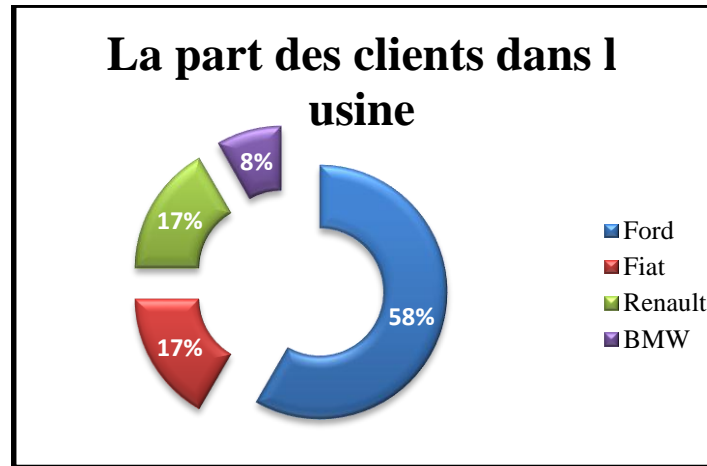


Figure 18 : La part des clients dans l'usine

2- Détermination des causes de la mauvaise gestion de l'espace

2-1 : Causes générales

Depuis toujours le problème de l'espace occupe tous les organismes et les projets.

Ce problème fait l'objet de nombreuses études et recherches visant à l'optimiser, mais avant cela il faut chercher à connaître les causes de cette mauvaise gestion de l'espace et de la perte des ressources.

Pour cela, l'équipe concernée s'est réunie pour discuter le sujet et recenser le maximum d'idées, d'informations et des solutions sur le problème posé, c'est ce qu'on appelle la technique du Brainstorming.

Les idées collectées étaient très pertinentes, la technique utilisée nous a permis de cerner le problème et d'élaborer le diagramme d'Ishikawa. Cet outil nous a permis d'identifier les causes du problème et d'avoir une vision globale sur ces dernières, avec une représentation structurée de l'ensemble des causes qui produisent un effet (Figure 19).

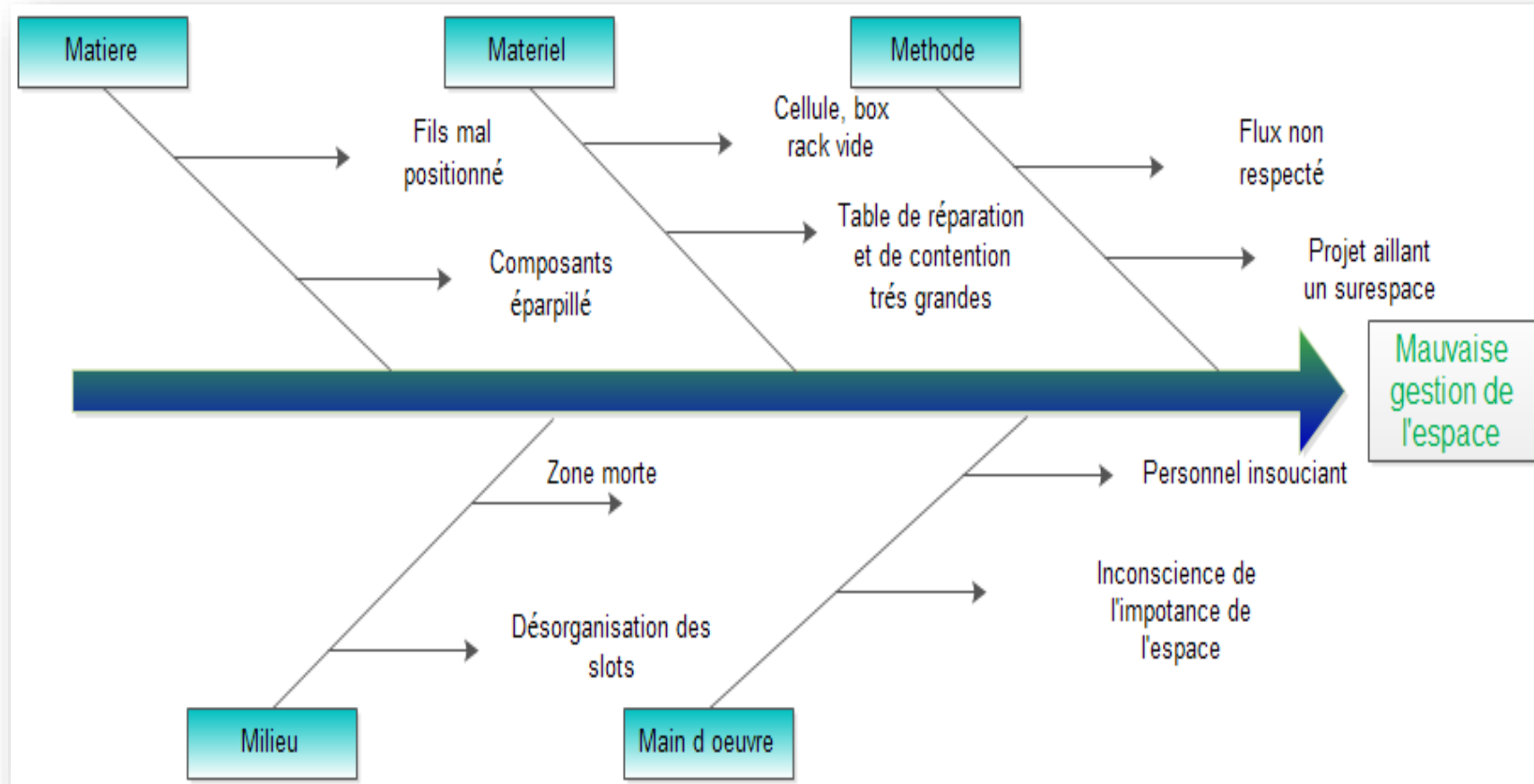


Figure 19 : Diagramme d’Ishikawa pour la mauvaise gestion de l’espace



Figure 20 : Machine inactive placée dans la zone de production



Figure 21 : Zone de validation très vaste

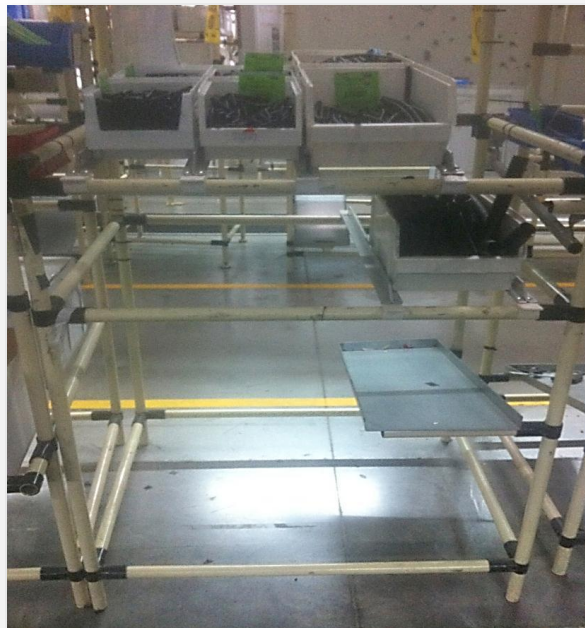


Figure 22 : Rack mal utilisé



Figure 23 : Grande table de contention

2.2 Causes majeures

Il y a plusieurs raisons qui peuvent causer une mauvaise gestion de l'espace et qui agissent directement sur le rendement et le bénéfice de l'entreprise. Il y a plusieurs raisons qui peuvent mettre une entreprise en situation délicate.

Dans cette partie on va essayer de mettre l'accent sur ces causes majeurs afin d'agir sur elles.

- Projets occupant un espace dépassant leur besoin.
- Duplication de projet dans de différentes zones.
- Implantation, dans l'usine, d'une nouvelle activité différente du câblage (DCS 500 m²).
- Equipements mal utilisés.
- Slot désorganisé.

Ce sont tous des facteurs qui défavorisent une bonne organisation de l'espace et représentent une véritable crise pour l'entreprise.

3. Détermination des solutions

Afin de résoudre ce problème, il est essentiel de mettre en place des propositions qui mettent fin à cette crise et permettent à l'entreprise de s'ouvrir sur plus de projets et d'améliorer ses bénéfices.

Cependant, d'après le Brainstorming on a proposé des solutions initiales comme suit :

- Ajustement des cellules.
- Déplacement du rack, boîte et cellules inutile.
- Déplacement des machines hors séquence.
- Réduction de la taille des tables de contentions et de préparation.
- Standardisation des couloirs.
- Elimination de la duplication des postes.
- Fusion des chaînes identiques.
- Compression des slots.
- Fusion des projets aillant des cellules et des postes identiques.
- Réduction des moyens de connexions.
- Diminution de la largeur des Slots (Avant 44*4.8 Après 44*3.9).

Toutes les solutions proposées ont été approuvées par l'ensemble de l'équipe et étaient considérées comme une issue pour sortir de la crise actuelle.

II.2^{ème} étape de la PDCA : Le DO

Dans cette partie on entamera la 2ème phase du PDCA qui est le DO c'est à dire faire. Dans les parties précédentes on a déterminé les causes de la mauvaise gestion et on a proposé des solutions de 1er degré. Pour concrétiser le travail, les modifications ont été effectuées sur une zone prototype afin de gagner de l'espace et d'évaluer l'efficacité des propositions pour les appliquer par la suite sur différentes zones de l'usine.

1. Présentation de la zone prototype

Notre choix de la zone prototype n'était pas aléatoire mais basé sur une étude et une recherche de la zone qui représente une perte de l'espace et ceci en occupant plus de place que ce dont elle a besoin .En plus, les familles de la zone doivent être du même projet ainsi on profitera de toutes les opportunités possibles. La zone choisie est représentée sur la figure 22.



Figure 24 : La zone prototype

2. Présentation de chaque projet

La zone prototype contient quatre familles : Mix 2, Ford F, DISI et ABJ.

Chacune des familles contient un flux de matière qui doit être respecté ou facilité pour gagner beaucoup plus d'espace et rendre la réalisation du câble plus fluide

2.1 : la famille ABJ

La famille ABJ représentée sur la figure 25, s'étale sur une zone de 25.8x4.85 ce qui donne une superficie de 125.13 m²elle contient :

- 10 cellules fixes.
- Un tableau d'assemblage.
- Un poste de contrôle des molettes.
- Un Rob (Contrôle électrique).
- Une zone de qualité.
- Un poste d'emballage.

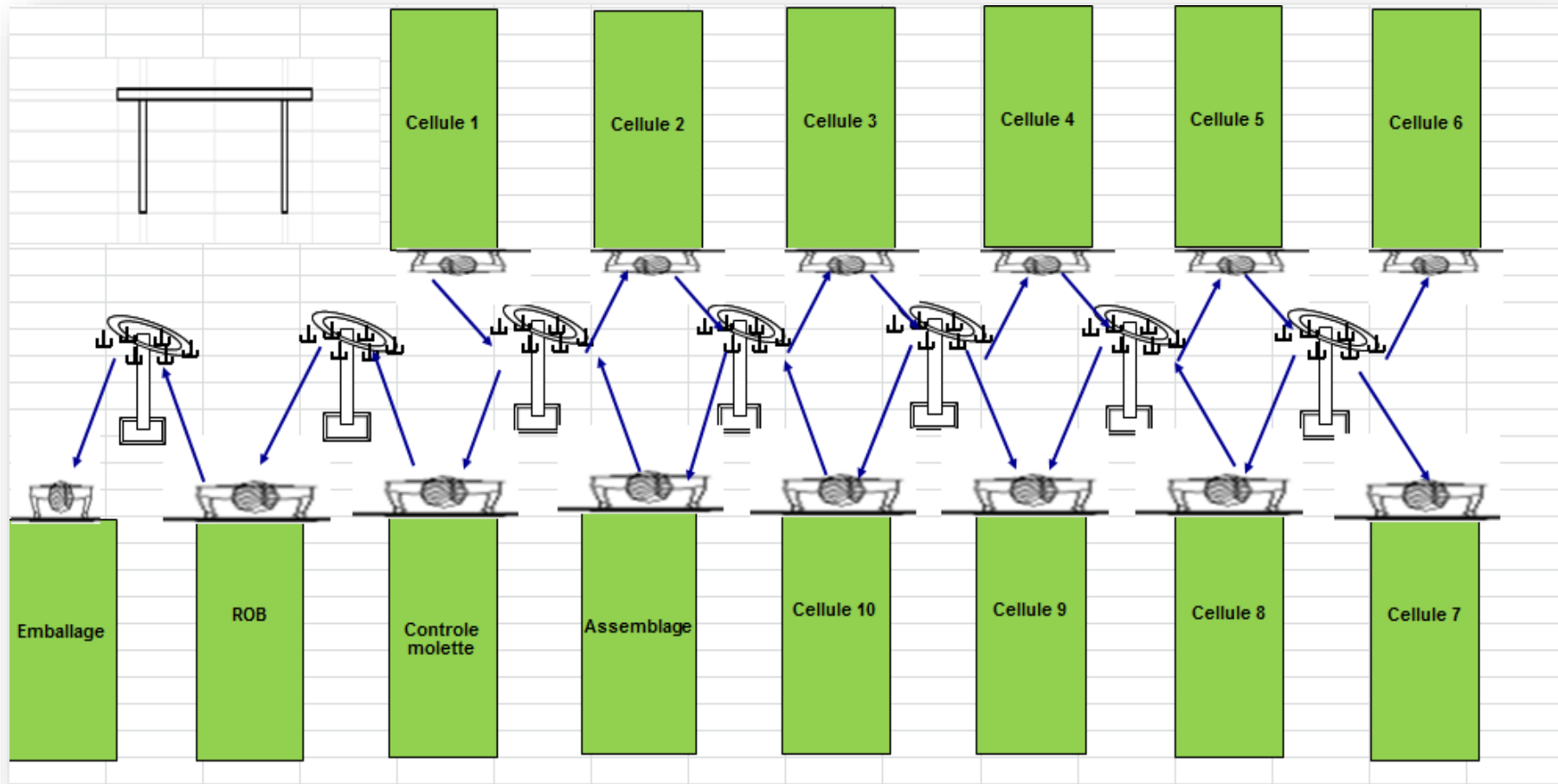


Figure 25 : Schéma du flux de la famille ABJ

2.2 : La famille DISI

La famille DISI présentée sur la figure 26, se trouve sur une zone de 8.70x4.85 c'est à dire elle a une superficie de 42.19 m², elle contient :

- 8 cellules fixes
- Un tableau d'assemblage
- Un poste de contrôle des molettes
- Un Rob (Contrôle électrique)
- Une zone de qualité
- Un visuel machine

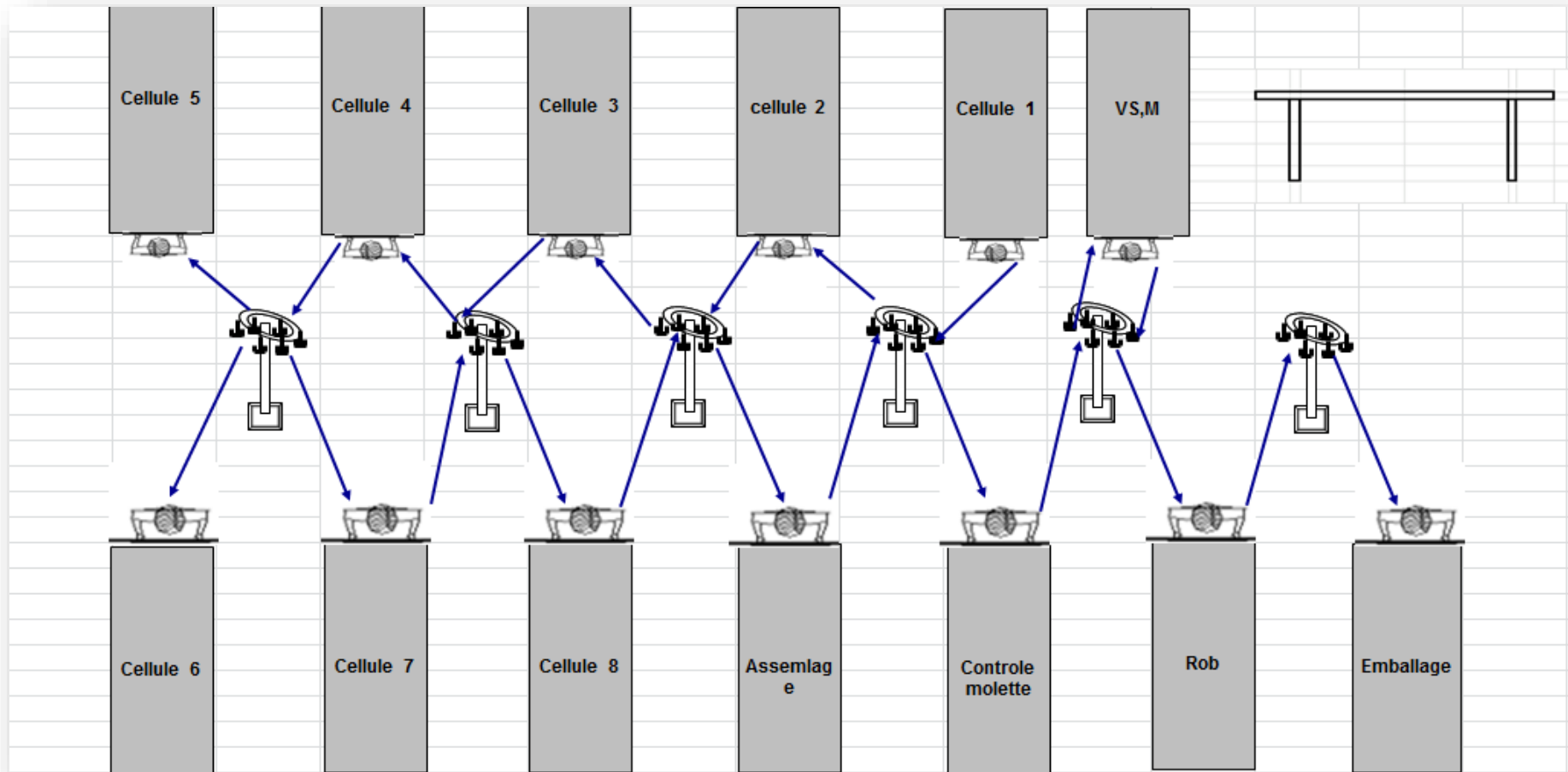


Figure 26 : Schéma du flux de la famille DIS

2.3. La famille Mix 2

La famille Mix 2 présentée sur la figure 27, s'étale sur une zone de 22.4x4.85 donc elle a une superficie de 108.64 m², elle contient :

- 9 Cellules fixes
- Un tableau d'assemblage
- Un poste de contrôle des molettes
- Un poste de ROB
- Une zone de qualité

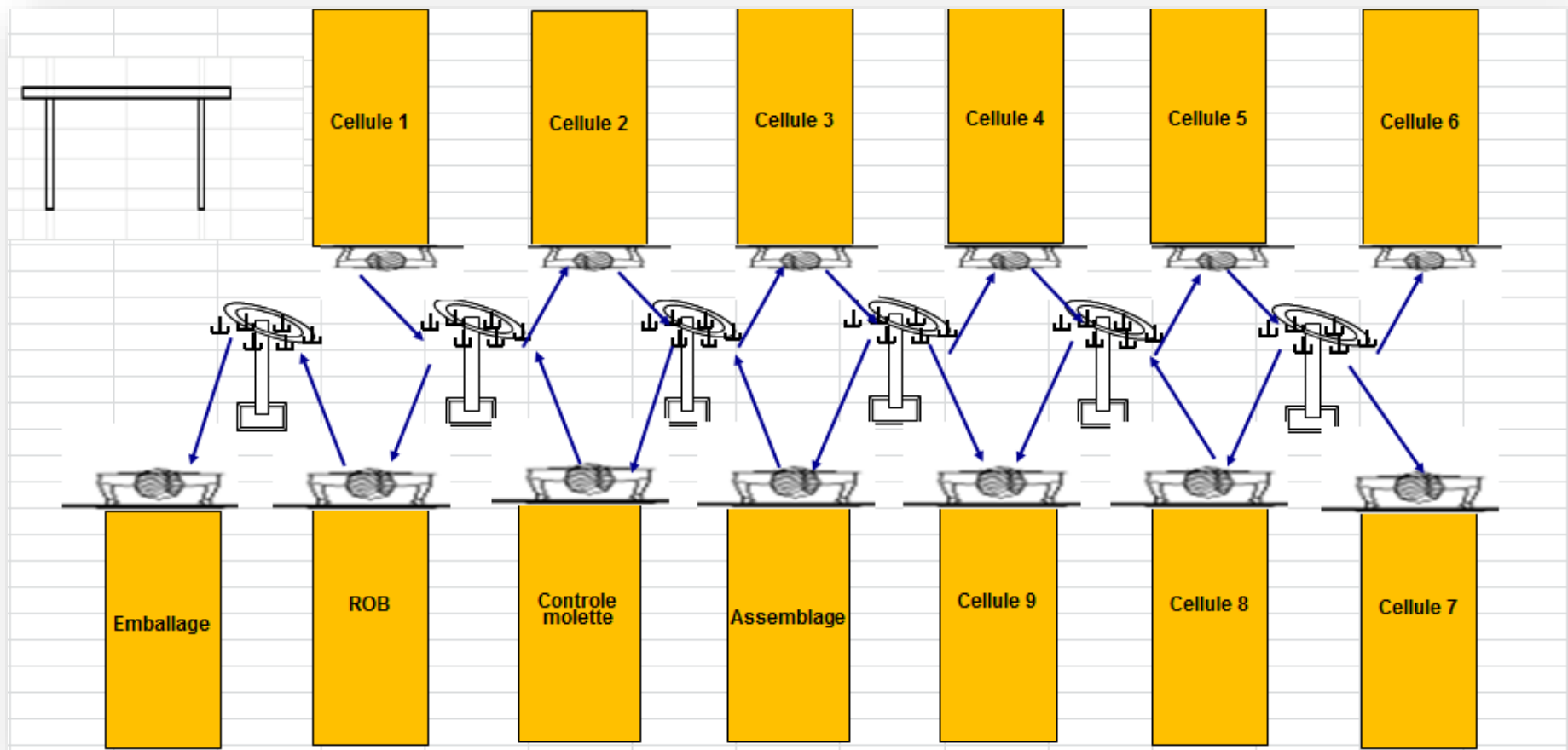


Figure 27 : Schéma du flux de la famille Mix 2

2.4 La famille FORD F

La famille Ford F décrite sur la figure 28, se localise sur une zone de 9.74x4.85 donc une superficie de 47.2m²elle contient :

- 9 cellules fixes
- Un poste d'assemblage
- Un poste de Rob
- Un poste de contrôle molette
- Une zone de qualité

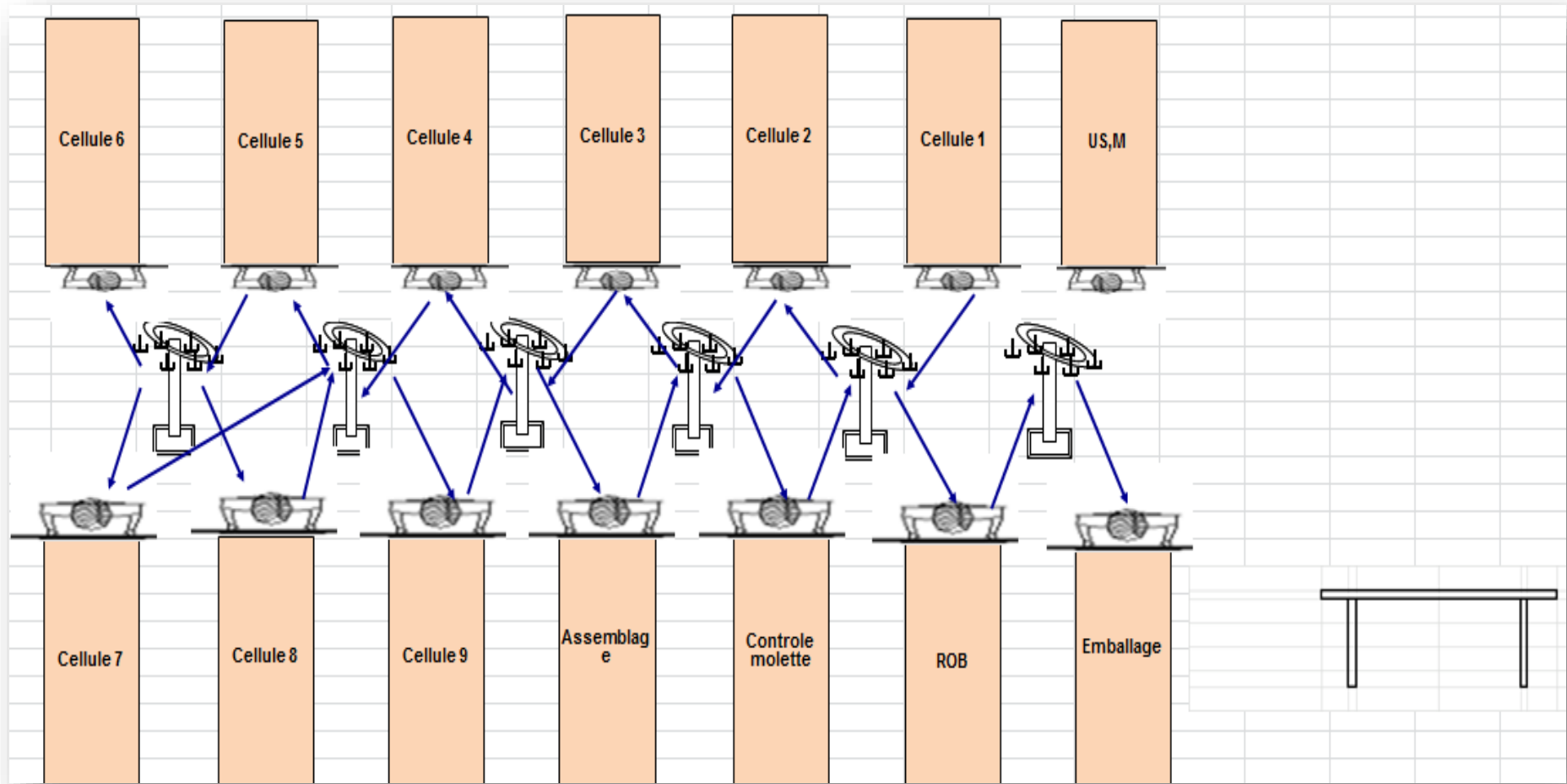


Figure 28 : Schéma du flux de la famille FORD F

3 : Modification des quatre familles

3.1 Modification de 1^{er} degré

Cette étape va contenir l'ensemble des modifications qu'on va effectuer sur chacune des familles. On a proposé de modifier slot par slot.

La figure 29 présente le 1^{er} slot qui contient les familles MIX 2 et FORD F.



Figure 29 : Premier slot de la zone prototype

Les interventions pour les familles MIX 2 et Ford F sont :

- Ajuster 8 cellules
- Eliminer l'espace entre les cellules
- Fusionner des cellules
- Faciliter le flux



Avant
Figure 30 : Cellule 6



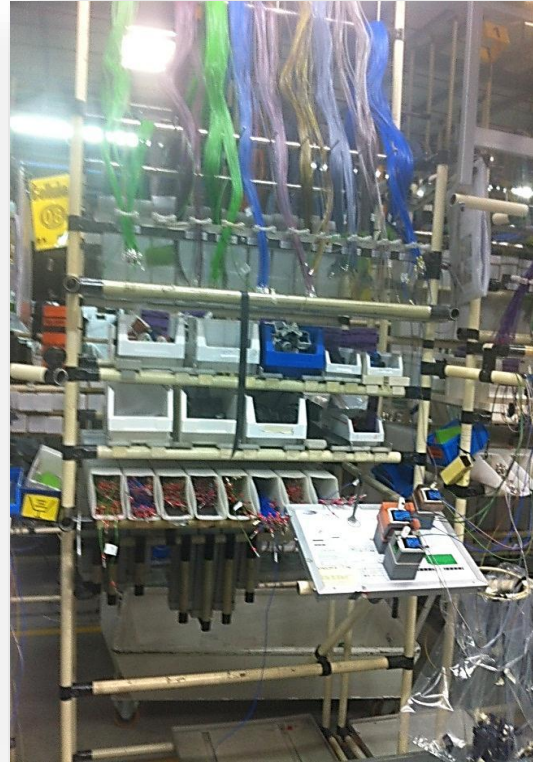
Avant
Figure 31 : Cellule 7



Après
Figure 32 : Fusion des cellules 6 et 7



Avant



Après

Figure 33 : Cellule 8

Le gain total du 1^{er} Slot est de $8 \times 4.85 = 38.4m^2$

La figure 34 présente le 2^{eme} slot qui contient les deux familles ABJ et DISI

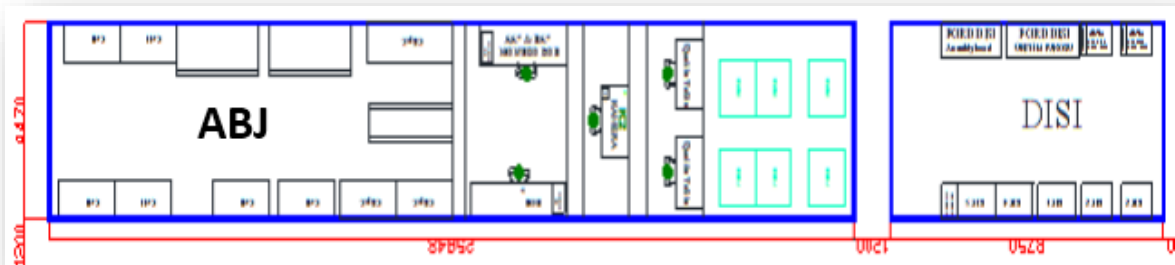


Figure 34 : Deuxième slot de la zone prototype

Les interventions pour les familles ABJ et DISI sont :

- Ajuster 7cellules
- Réorganiser le slot
- Déplacer le poste prép

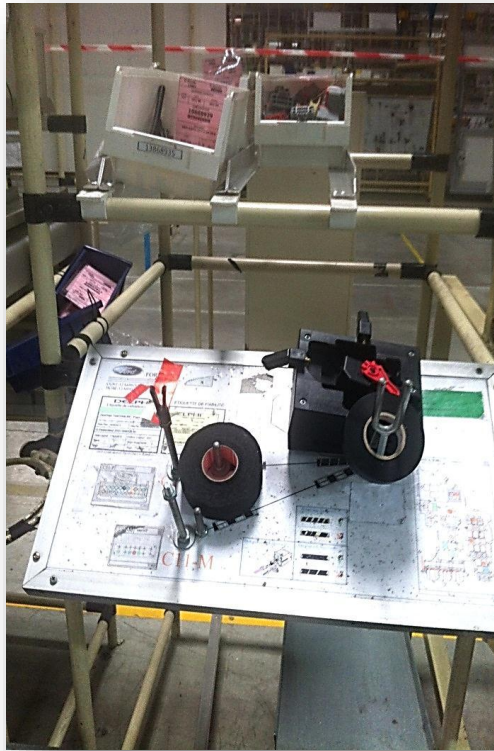


Avant



Après

Figure 35 : Rack



Avant



Après

Figure 36 : Poste 8

Gain total du 2eme slot est de $11 \times 4.85 = 53.35m^2$

3.2 Modification du 2^{eme} degré

Après avoir modifié l'ensemble des cellules des quatre familles, il est important de réorganiser les slots et de les redimensionner vu que ce sont des facteurs majeurs de la perte de l'espace.

L'objectif est d'optimiser l'espace des quatre familles prototype, pour cela on a proposé de compresser les quatre familles dans un seul slot et ceci en proposant une nouvelle réorganisation de la zone en question tout en respectant le flux et le faciliter.

Pour réaliser le travail minutieusement, on a utilisé la méthode des 5 S, partant du principe que les pertes sont des bénéfices potentiels, éliminer les pertes constitue un gain. Il n'y a pas d'amélioration réelle de productivité ou de qualité si par ailleurs subsistent des gaspillages.

La méthode permet de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples, précises et efficaces et met l'accent sur la propreté et la bonne organisation des postes de travail. Elle peut être appliquée aussi bien dans l'atelier que dans les bureaux (Figure 37).

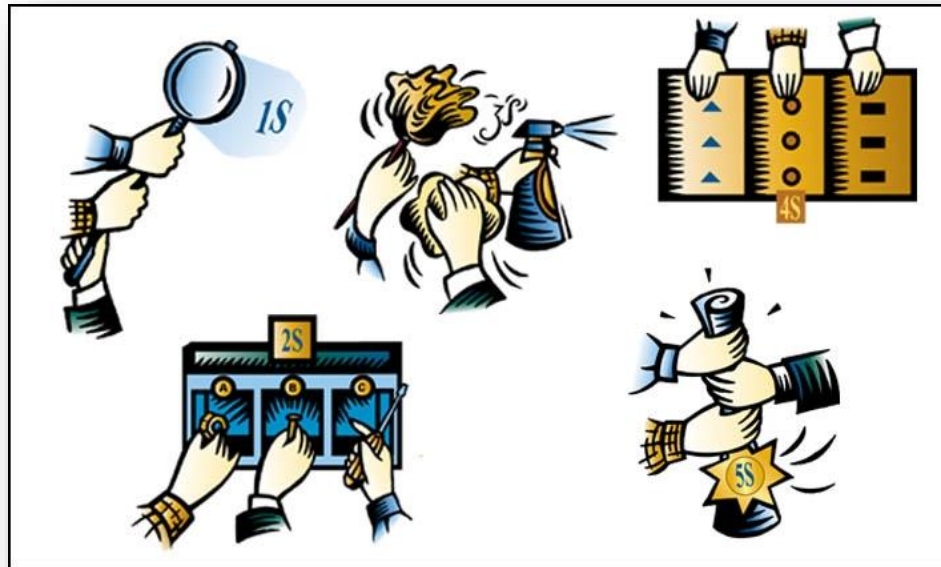


Figure 37 : les étapes des 5S

Etape 1 : Débarrasser

La première action par laquelle on a commencé, est de chiffrer tous les éléments présents dans la zone prototype moyennant un support «Check liste d'utilité » dans lequel chaque personne précise si l'objet est utile ou pas. Pour faciliter le repérage et l'évacuation des éléments inutiles, on a procédé à déposer des étiquettes d'identification sur tous les objets critiques.

Tous articles non utilisés /inutiles > Jeter, mettre au rebus

Articles pratiquement jamais utilisés >Jeter, vendre ou ranger à long terme

Etape 2 : Ranger

Les articles pour lesquels aucun usage immédiat n'est prévu, mais qui doivent être rangés en cas de besoin ultérieur> Ranger dans un autre endroit.

Articles utilisés fréquemment> Conserver sur le lieu de travail.

Utiliser des carrés blancs pour marquer l'endroit, ou ranger sur une table à outil.

Le balisage de la zone prototype afin d'éviter l'accès des personnes étrangères et pour des raisons de sécurité.

Le traçage du nouveau slot de 44*3.9 (Figure 38)

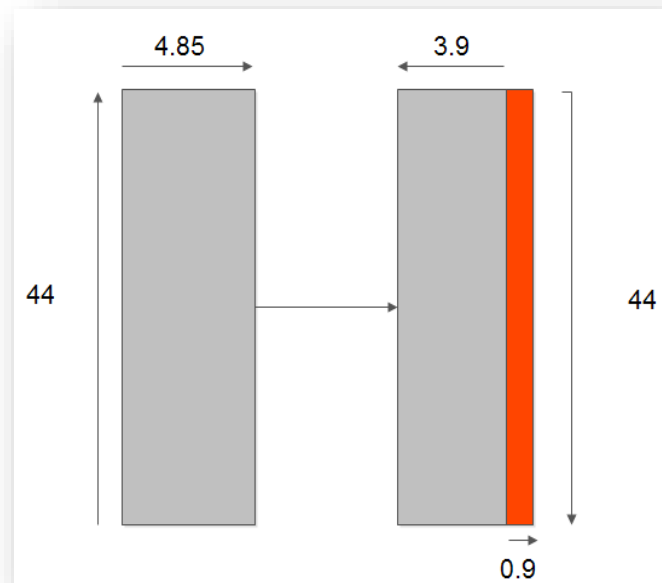


Figure 38 : Redimensionnement du slot

Etape 3 : Nettoyer

En général, les locaux de la zone pilote étaient propres avant le lancement du chantier 5S, puisque le nettoyage se fait chaque jour par une entreprise spécialisée dans ce domaine d'activité. En ce qui concerne le nettoyage et l'inspection des machines, les opérateurs les font d'une façon quotidienne ou hebdomadaire, selon le planning de chaque machine.

Etape 4 : Ordonner

On a changé l'ordre des quatre projets présent sur la figure 39 et les a rassemblés dans un seul slot.

L'objectif est de rendre le flux plus simple, c'est à dire au lieu d'un flux sous la forme U on a suggéré de le rendre aligné parallèle à un autre flux.

Pour cela il fallait prendre en considération :

- Les familles dont les longueurs sont proches
- Les familles dont le shift de travail est alterné
- Les familles dont les postes de travail sont communes

On a également élaboré l'emploi du temps de chaque projet, pour nous faciliter le choix des familles qui peuvent se mettre en parallèle (Tableau 7).

	Shift du matin De 06h à 14h	Shift de l'après midi De 14h à 22h	Shift du soir De 22h à 06h
FORD F	X		X
MIX 2		X	
ABJ	X	X	
DISI			X

Tableau 7 : Emploi de travail des quatre familles

D'après ce tableau, on a déduit que les familles FORD F et MIX 2 peuvent être mis en parallèle car elles ne travaillent pas au même temps, les câbles produit sont réalisé par la même équipe ainsi qu'ils peuvent travailler avec le même ROB. Donc si les deux familles se mettent face à face il n'y aura pas de condensation dans la 1ere partie du slot ainsi qu'on réduira le nombre des moyens de connexion. C'est-à-dire au lieu d'avoir un ensemble de moyen de connexion pour chaque famille on unifiera les moyens pour les deux familles en parallèle implicitement on gagnera de l'espace car un moyen de connexion occupe au moins 1 m2.

On a procédé de la même manière pour les familles ABJ et DISI qui appartiennent à la même équipe et qui ne travaillent pas au même temps.

D'autre part on a pensé à :

- Unifier la zone de qualité : Une seule table de réparation, une seule table de contention.
- Réserver un seul parking pour les chariots d'alimentation en dehors du slot.
- Unifier les moyens de connexion.
- Laisser un couloir pour séparer les ROB
- Réserver une zone commune d'emballage

Les figures 40 et 41 représentent les résultats de La zone prototype

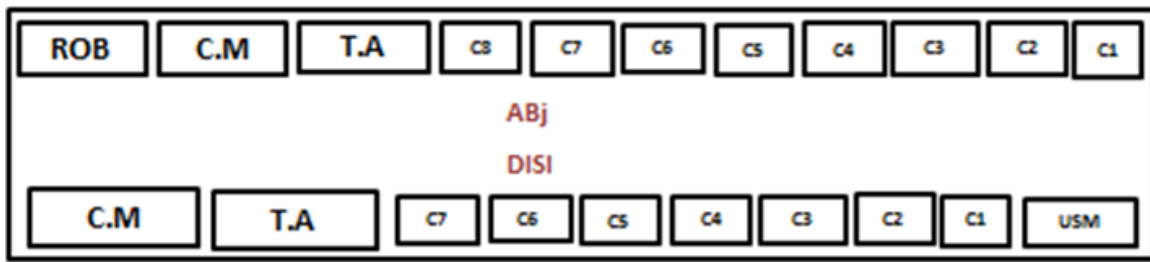


Figure 40 : Résultat du 1er slot

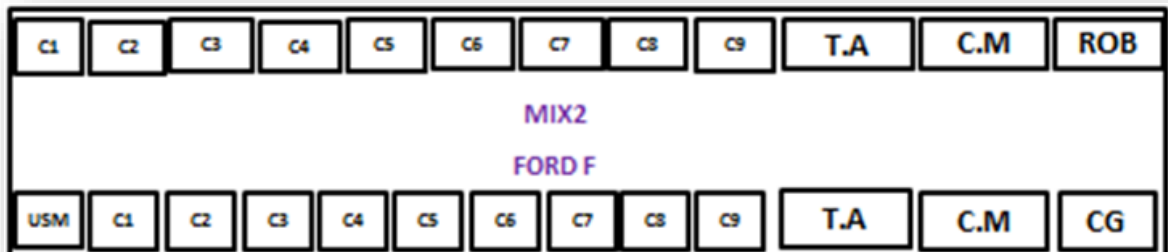


Figure 41 : Résultat du 2eme slot

On a pu compresser les quatre projets et les mettre dans un seul slot sans que la zone d’emballage et de validation soient inclus (Figure 42).

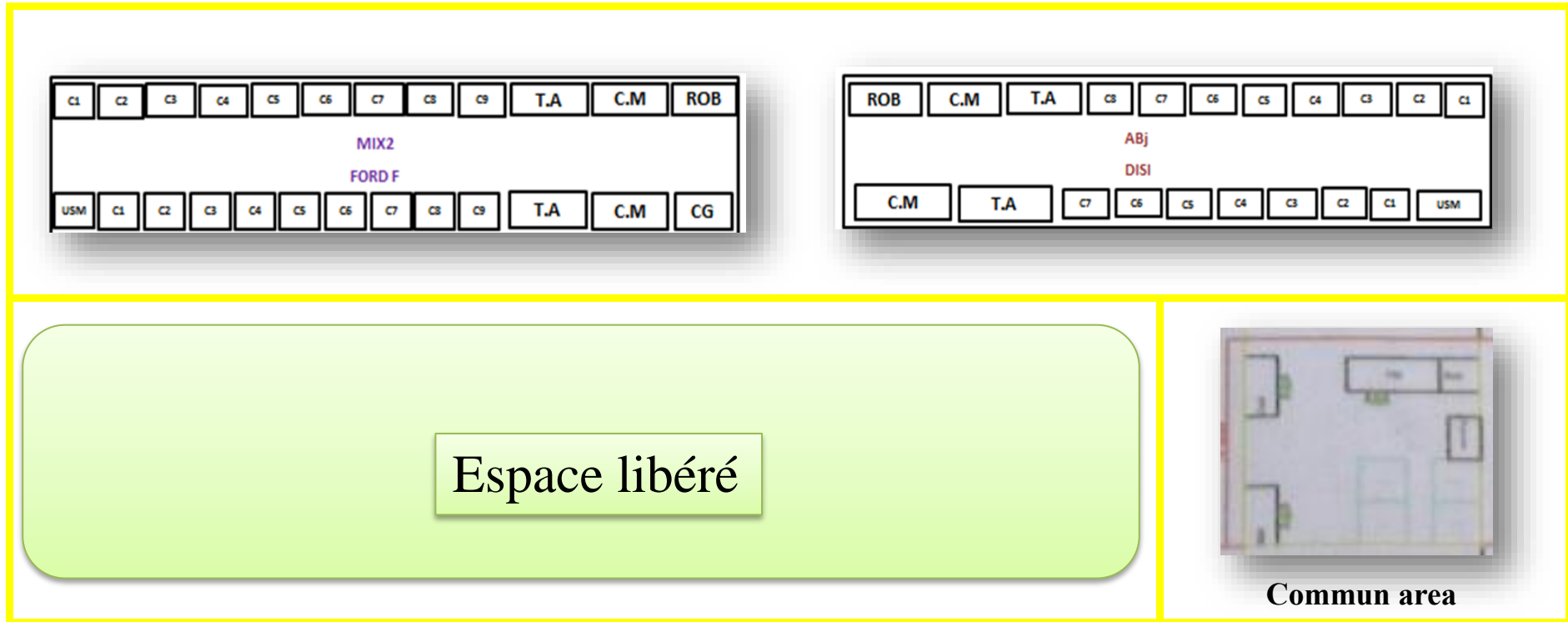


Figure 42 : Etat transitoire de la zone prototype

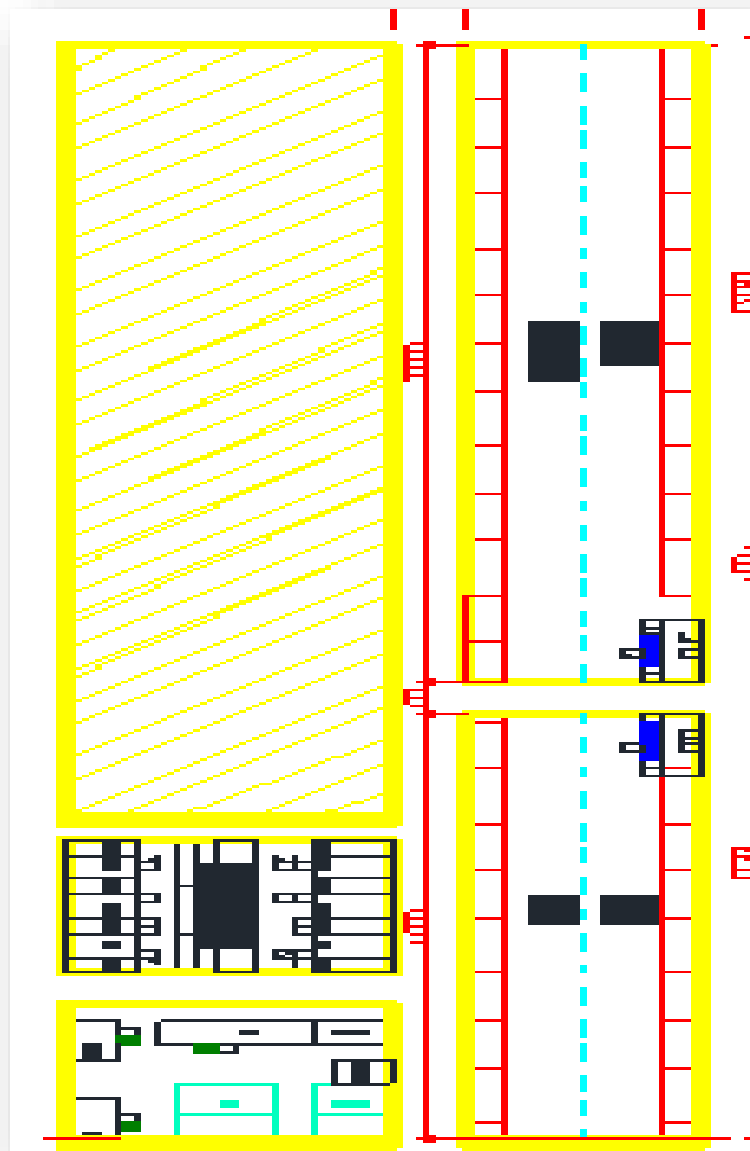


Figure 43 : Vue de dessus de l'état transitoire de la zone prototype

Pour implanter cette zone restante il est important de prendre en considération l'approximation, car il ne faut pas influencer l'efficience des projets et ceci en ajoutant un temps de déplacement

C'est pour cela, on a cherché à l'implanter dans une zone vide, très petite pour être utilisé pour autre chose, proche de notre zone prototype et qui n'influence en aucun cas le rendement des projets.

On avait le choix entre deux espaces vides, le premier est loin de notre zone prototype de 50 s et le 2eme est loin d'une minute 10s, implicitement on a choisi la 1ere zone (Figure 44).

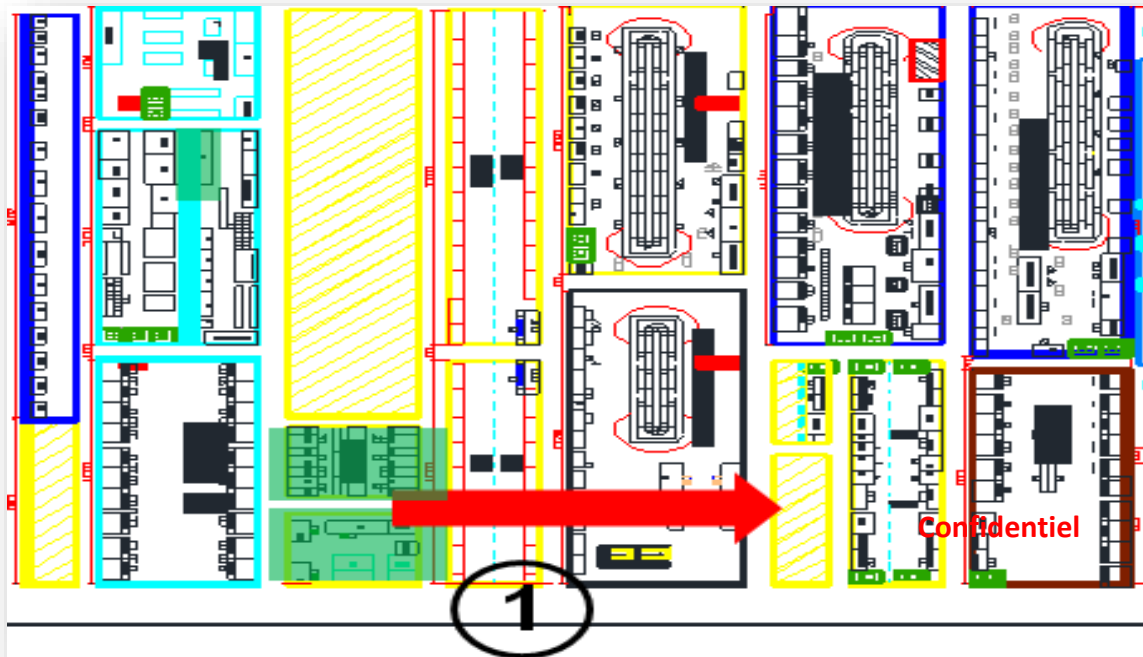


Figure 44 : Choix de la zone commune

La répartition finale de la zone prototype devient de la forme présentée sur la figure 45.

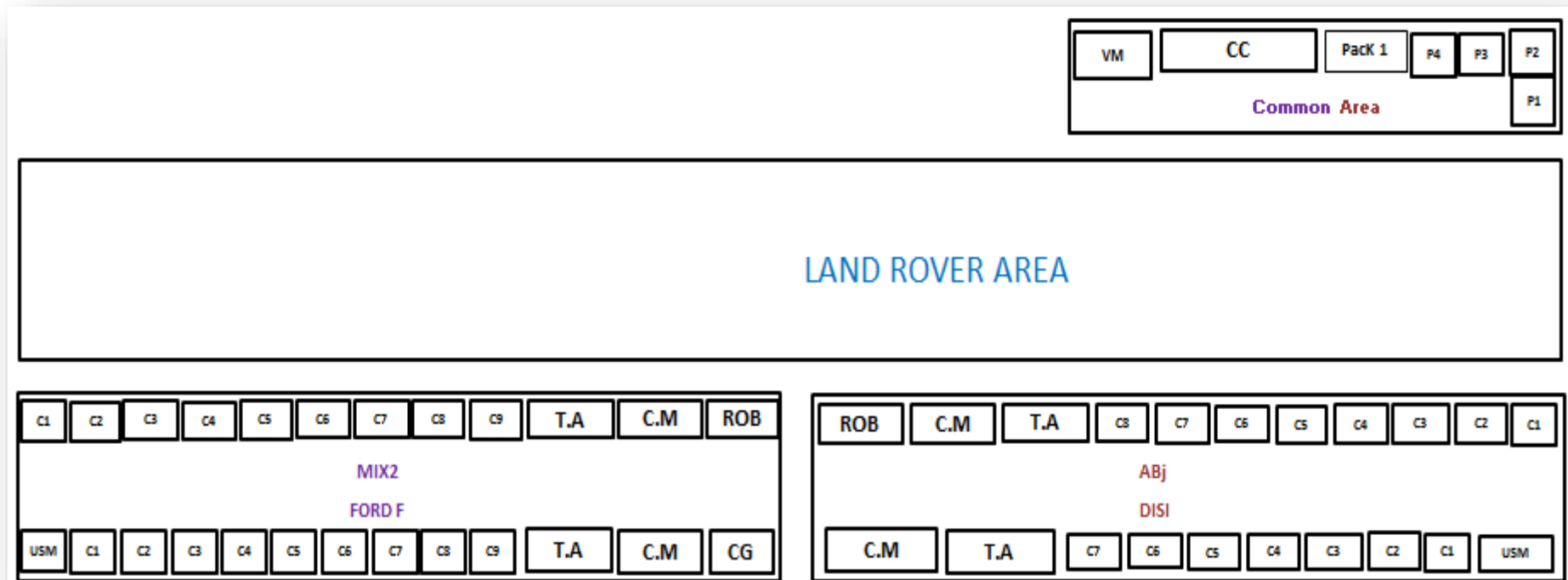


Figure 45 : Etat final de la zone prototype

Etape 5 Rigueur

Afin de veiller sur le respect des règles des petites améliorations, on a mis en place le tableau suivant qui résume les actions faites (Tableau 8):

Étape	Actions	Notes
<u>Éliminer tout ce qui est inutile</u>	-Etat des lieux à travers la prise des photos de l'état actuel -Après décision des responsables, se débarrasser des objets inutiles -Etablir la liste des besoins au niveau de la zone -Balisage de la zone pour l'emplacement des cellules.	<u>FAIT</u> <u>FAIT</u>
<u>Ranger</u>		
<u>Une place pour chaque chose, chaque chose a une place</u>	-Identifier l'emplacement des poubelles -Se débarrasser des produits qu'on n'utilise pas	
<u>Nettoyer</u>	-Nettoyer la surface	<u>FAIT</u>
<u>Ordonner</u>	-Définir une réimplantation optimale de la zone prototype -Identifier l'emplacement pour l'emballage.	<u>FAIT</u>
<u>Respecte : faire respecter et progresser</u>	-Apprendre au personnel la méthode de résolution des problèmes	<u>FAIT</u>

Tableau 8 : Plan d'action et solution 5S

Les modifications réalisées nous ont permis de libérer un slot, de compresser les quatre familles dans le slot voisin et d'amortir une petite zone qui était délaissée.

III. La 3eme étape de la PDCA : Check

Cette étape consiste en la vérification de l'efficacité des modifications réalisées sur la zone prototype.

1. System release

System release est une étape qui vient après l'installation de la nouvelle version des flux.

Cette étape consiste en la réunion des représentants des départements d'ingénierie, de qualité, de production et de maintenance qui assistent à l'essai de la réalisation du 1er câble après les modifications faite .

Le but est de :

- Valider les machines
- S'assurer du respect du flux
- Tester le câble
- Auditer la zone (Audit d'environnement)
- S'assurer du respect des normes de sécurité
 - Couloir pour le passage des opérateurs et du personnel
 - Espace de travail, de l'opérateur, suffisant 40*40cm
 - Moyen de connexion loin des operateurs
 - Machine à utilisation non dangereuse
- Traiter les réclamations
- Ne pas influencer l'efficience des projets
- Eliminer les déplacements inutiles

Durant la réalisation du system release on a reçu une réclamation de la part de la qualité concernant l'emplacement de la table de réparation.

D'après l'historique, les quatre familles avaient en moyenne un câble à réparer par mois, chose qui représente un faible pourcentage de réparation donc on a suggéré de mettre la table de réparation dans la zone réservée à l'emballage d'un côté pour qu'elle soit disponible en cas de besoin et d'un autre pour motiver l'opérateur à produire sans qu'il ait aucune réparation.

2. Bilan des gains

Le cout d'un mètre carré au sein d'une usine est tellement élevé qu'il le rend très important, désormais 1 m² à DPT vaut 3 000 000 DH c'est à dire que n'importe quel optimisation s'avère importante et rentable (Tableau 9).

	MIX 2 & FORD F	ABJ & DISI	Redimensionnement du Slot	Total
Gain en m²	38.4 m ²	53.35 m ²	41.8 m ²	133.55
Gain en Dh 1m² = 3 000 000 Dh	115 200 000	160 050 000	125 400 000	400 650 000

Tableau 9 : Les gains du projet

Cependant, les bénéfiques ne se chiffrent pas qu'en Dirhams mais en heure de travail aussi.

3. Indicateur de performance

Un indicateur de performance est un indice quantitatif permettant de mesurer les progrès et d'évaluer les résultats accomplis au regard d'un objectif particulier.

En réalité DTP vend les heures de travail à ses clients, en effet sur une superficie de 60000 m² l'usine travaille en moyenne 661200 heure par mois donc en divisant la moyennes des heures sur la superficie on obtiendra un indicateur d'équivalence entre le mètre carré et les heures travaillées pendant un mois.

$$\text{Indicateur de performance} = \frac{\text{les heures travaillées pendant un mois}}{\text{La superficie totale de l'usine}} = \frac{661200}{60000} = 11.02 \frac{h}{m^2}$$

Cependant pour améliorer cet indicateur de performance il faut diminuer son dénominateur (Tableau 10).

	MIX 2 & FORD F	ABJ & DISI
Superficie avant en m²	155.2	167
Les heures travaillées	1587.67	673.9
Indicateur de performance avant en h/m²	10.22	4
Les heures travaillées	1598	690
Superficie après en m²	116.8	113
Indicateur de performance après en h/m²	13.77	6.10

Tableau 10 : Calcul de l'évolution de l'indicateur de performance dans la zone prototype.

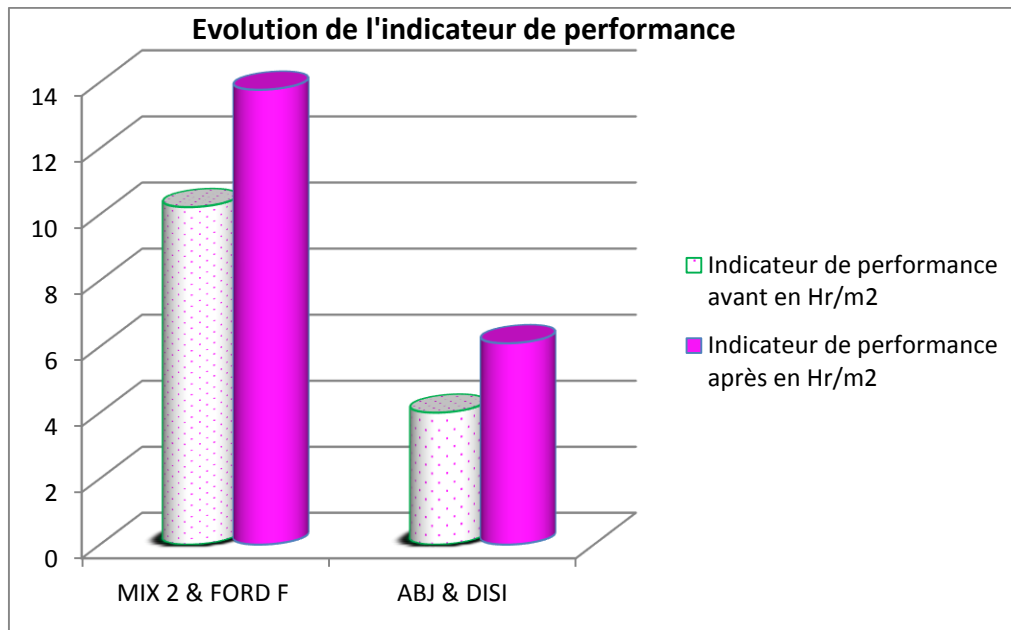


Figure 46 : Évolution de l'indicateur de performance

D'une part, on remarque que pour les familles MIX 2 et FORD F l'indicateur de performance qui était de 10.22 h/m^2 et qui était en dessous de la moyenne (11.02 h/m^2) s'est amélioré de 3.55 h/m^2 et est devenu de 13.77 h/m^2 .

D'autre part, pour les familles ABJ et DISI on déduit qu'on a amélioré l'indicateur de performance mais sans qu'il atteigne la moyenne. Ceci dit, on était à un indicateur de 4 h/m^2 et on a atteint 6.10 h/m^2

On a également :

- Gagné de l'espace
- Simplifié le flux
- Amélioré la qualité
- Assuré le confort des collaborateurs

4. Comparaison des résultats à l'objectif fixé au début

Le but de de notre étude était d'optimiser au maximum l'espace de l'usine et surtout la zone prototype, on voulait compresser les quatre familles qui occupaient une superficie de 404.68 m^2 explicitée comme suite : $4.470*44+4.850*44+1.2*44-12.4850=404.68 \text{ m}^2$ et la faire rentrer dans un seul slot de 171.6 m^2 .

Après les modifications réalisées on a pu atteindre les objectifs, ainsi qu'on a profité des petites zones inutiles qui représentaient des pertes pour l'entreprise et qui ne pouvaient être utilisé à rien d'autre.

On a également remarqué une diminution du temps du cycle, l'élimination des déplacements inutiles et l'augmentation de l'indicateur de performance ce qui a augmenté la productivité des familles et leur efficience.

IV. La 4eme étape de la PDCA : ACT

1. Formaliser les solutions

Les solutions établis ont été formalisées c'est à dire approuvées par l'ensemble des responsables du projet Ford CD 34 comme étant des actions efficace et bénéfique.

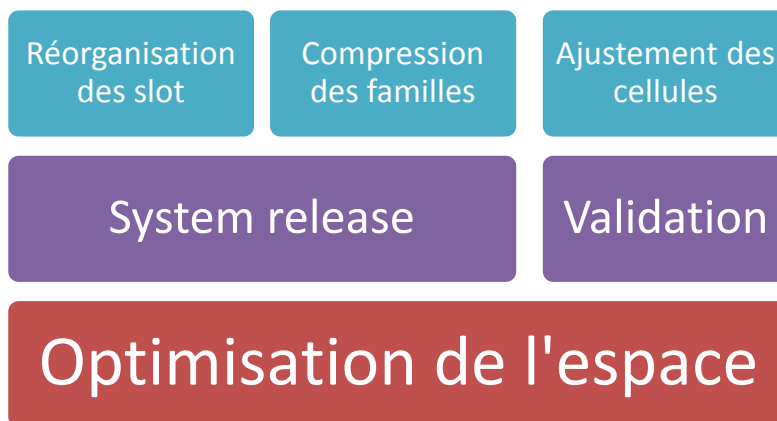


Figure 47 : Résumé des actions établis

La figure 47 résume l'ensemble des procédures établis pendant les étapes précédentes. Il représente une trace laissée au sein de l'entreprise et pouvant être utilisé en cas de nécessité.

2. Généraliser les solutions

Comme les modifications réalisées ont été bénéfique, et que l'entreprise a toujours besoin de plus d'espace, on a pensé à généraliser les solutions.

En se basant sur les mêmes critères de l'étude précédente on a choisi une nouvelle zone (Figure 48).

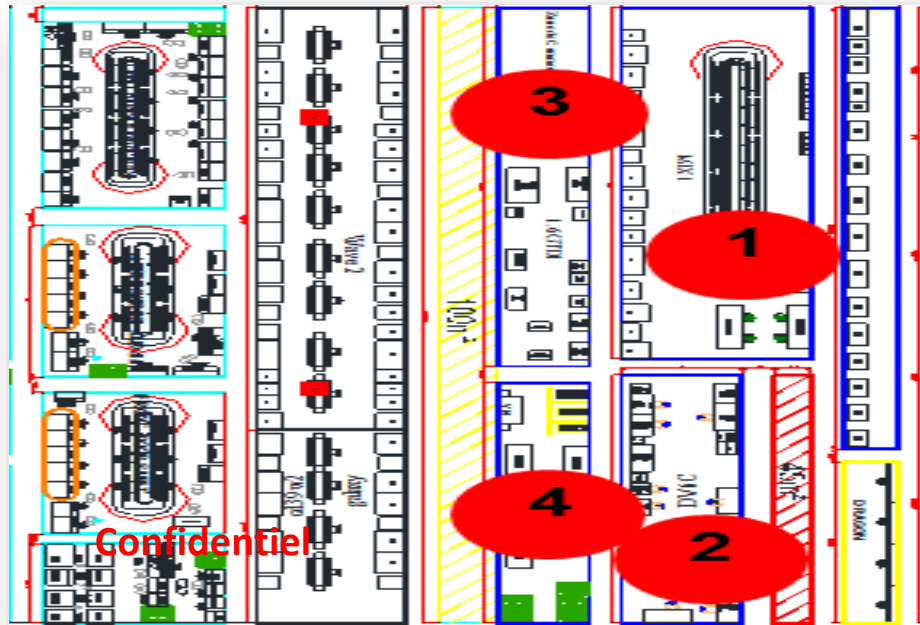


Figure 48 : La nouvelle zone à modifier

Le principe est le même :

- ❖ Modifier les cellules de chaque famille.
- ❖ Compresser le maximum de projet dans le même slot.
- ❖ Réorganiser le slot
- ❖ Faciliter le flux

La zone prototype contient trois familles et une zone commune.

- La famille Mix 1 contient une chaine rotative donc on ne pouvait pas modifier sa largeur par contre on a optimisé la longueur de la chaine (Figure 49)

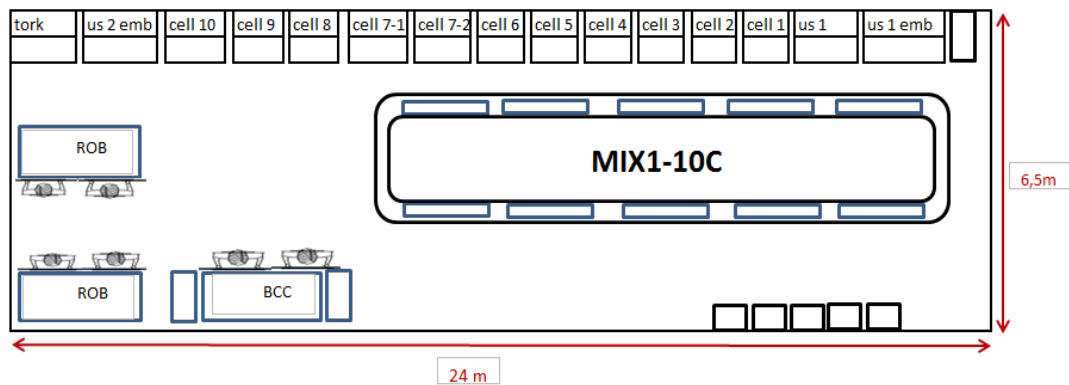


Figure 49 : La famille MIX 1 avant

La famille MIX 1 est devenue de la forme suivante (Figure 50) :

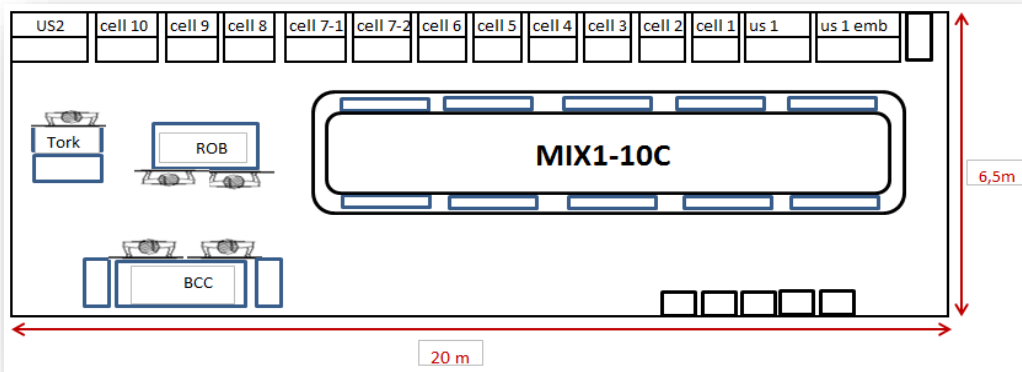


Figure 50 : La famille MIX 1 après



- La famille DVC6

La famille DVC6 contient huit cellules et cinq autres postes chacun d'eux a une fonction différente de l'autre. L'état initial de la famille est la suivante (Figure 51).

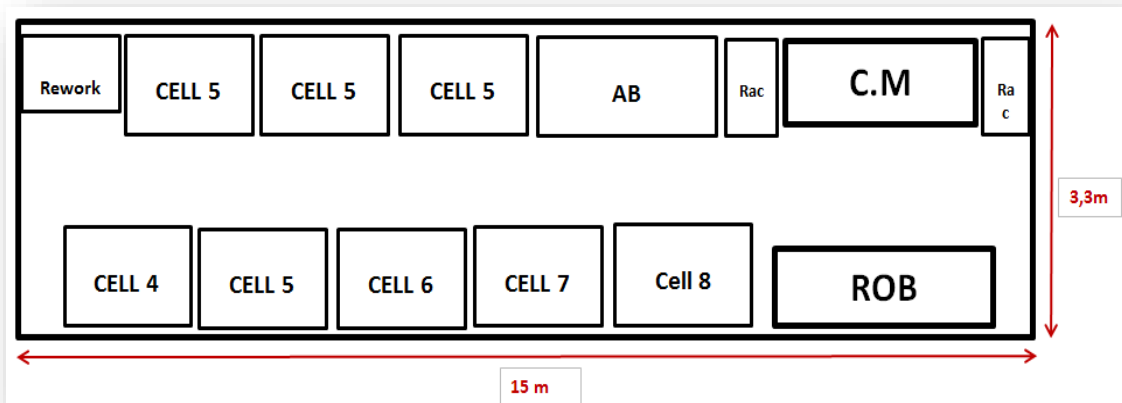


Figure 51 : La famille DVC6 avant

- La famille 1.6GTDI

La famille 1.6GTDI contient 6 cellules et des postes de différents postes de travail schématisé comme suit (Figure 52) :

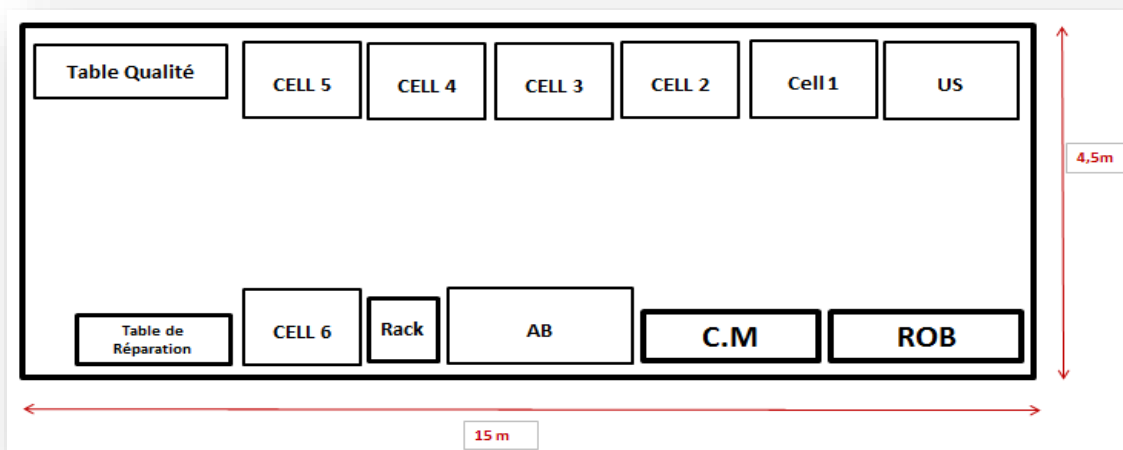


Figure 52 : La famille 1.6GTDI avant

La modification et la réorganisation des deux familles DV6C et 1.6GTDI a donné la zone suivante (Figure 53) :

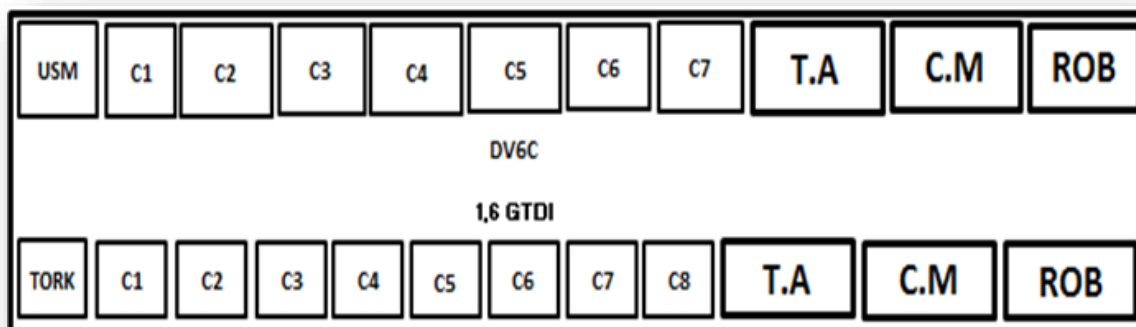


Figure 53 : Les familles DVC6 et 1.6GTDI après

La zone contenant les deux familles DVC6 et 1.6GTDI est de 22 m de longueur sur 4.1 m de largeur ce qui donne une superficie de 90.2 m².



- La zone commune :

La zone commune est l'espace contenant l'ensemble des tables de réparation, des tables de contention, des postes d'emballage, des palets où le produit fini est posé en attendant sa livraison ainsi que les différentes machines de contrôle électrique (Figure 54).

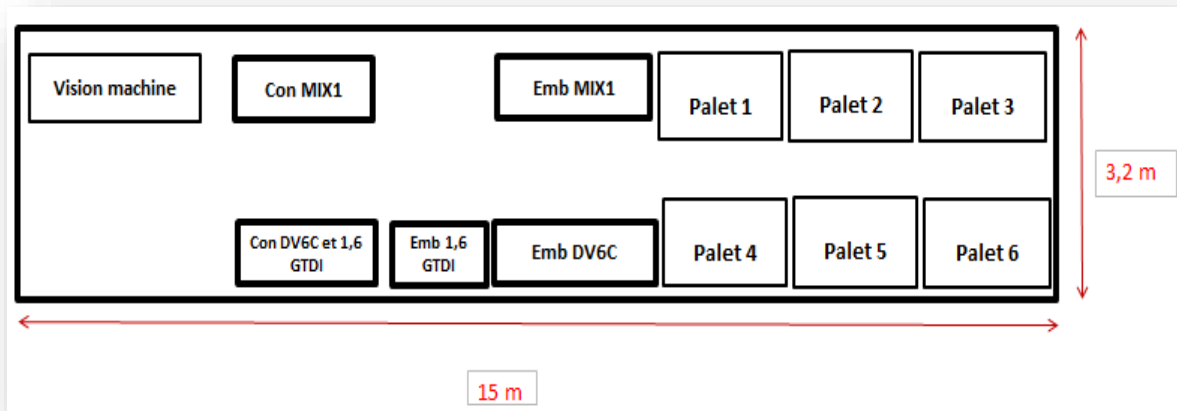


Figure 54 : La zone commune avant

Les modifications de la zone commune n'ont pas permis d'optimiser de l'espace, sa nouvelle surface est de $22 \times 2.3 = 50.6 \text{ m}^2$.

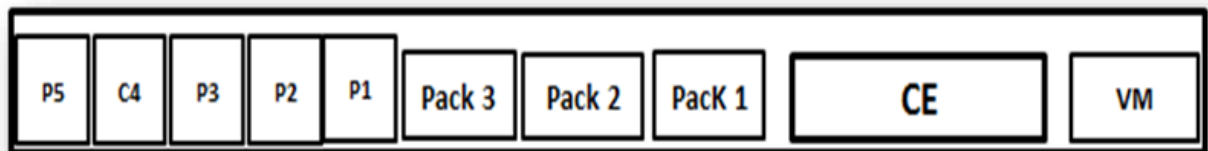


Figure 55 : La zone commune après

Le schéma final :

Le schéma ci-dessous montre l'état final de la nouvelle zone sur laquelle on a effectué les modifications (Figure 56).

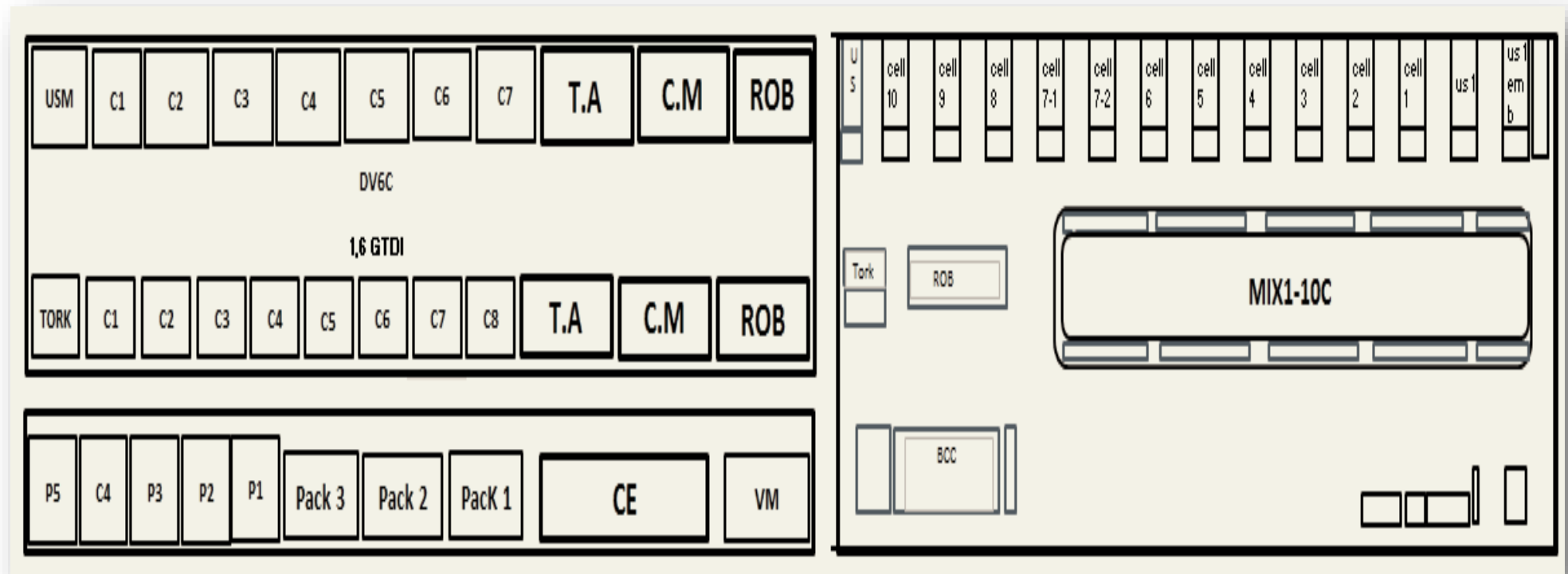


Figure 56 : L'état final de la nouvelle zone

2.1 Bilan des gains

Le tableau ci-dessous englobe les surfaces gagnées grâce aux actions établis sur la nouvelle zone (Tableau 11).

	Mix 1	DV6C	1.6 GTDI	Total
Gain en m²	26	20	6.6	52.6
Gain en Dh	78 000 000	60 000 000	19 800 000	157 800 000
1m² = 3 000000 Dh				

Tableau 11 : Les gains de la 2eme partie du projet

De cela on peut conclure que les modifications nous ont permis de gagner 52.6 m² vide ce qui implique une somme de 157 800 000 DH somme qui est considérable.

2.2 Analyse de l'indicateur de performance de tout le projet FORD CD 34

Afin d'évaluer l'évolution de la performance de tout le projet CD34 on a mesuré les nouvelles superficies des projets ainsi qu'on a chronométré leur heures de travail dans une période d'un mois (Tableau 12).

	Sept 2013	Oct 2013	Nov 2013	Dec 2013	Jan 2014	Fevr 2014	Mars 2014	Avril 2014	Mai 2014
Engin es	1290	1290	1290	1055	1055	1055	890	845	813
Ips	528.8	528.8	473.8	473.8	473.8	473.8	454	342	322
M²	1818.8	1818.8	1763.8	1763.8	1528.8	1528.8	1344	1187	1135
Heur	38367. 75	31434. 09	41772. 3	30751. 1	43523. 9	38761. 96	36875. 18	42250. 99	44000.5
Heure/ m²	17,28	23,68	17,43	28,46	25,35	24,12	31,43	35,59	38.76

Tableau 12 : Amélioration de l'indicateur de performance du projet FORD CD 34

On remarque que l'indicateur subit des fluctuations tant que la surface et les heures de travail ne sont pas stables. Apres avoir réduit la surface on a eu une augmentation de 4% de l'indicateur (Figure 57).

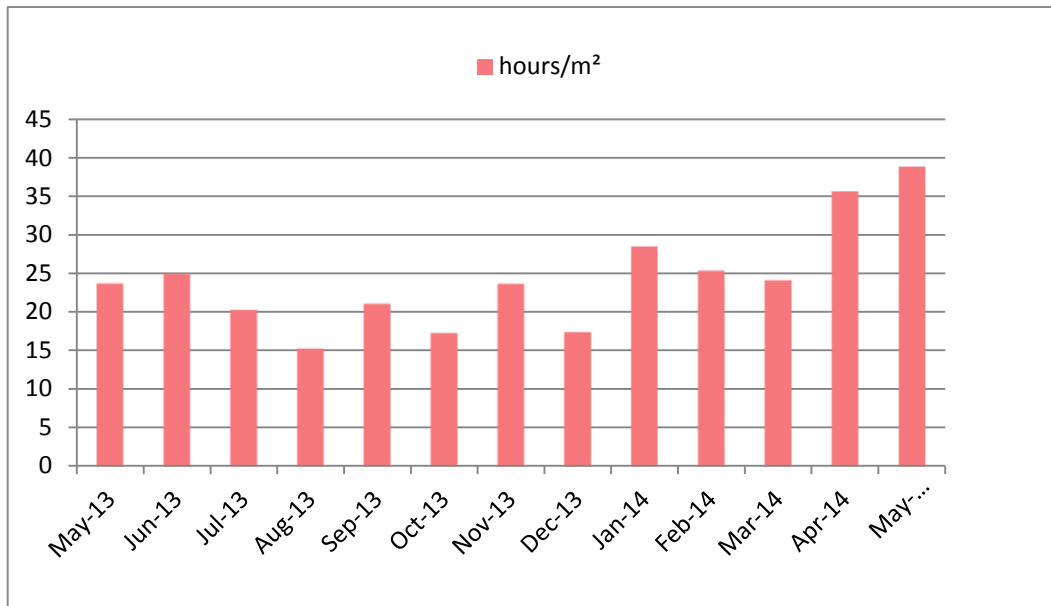


Figure 57 : Evolution de l'indicateur de performance pour le projet CD 34

Les changements réalisés nous ont fait gagner deux slots et demi jusqu'à maintenant, alors que le projet n'a toujours pas touché sa fin. La révolution durera jusqu' au mois de septembre. L'état actuel de l'usine est la suivante (Figure 58):

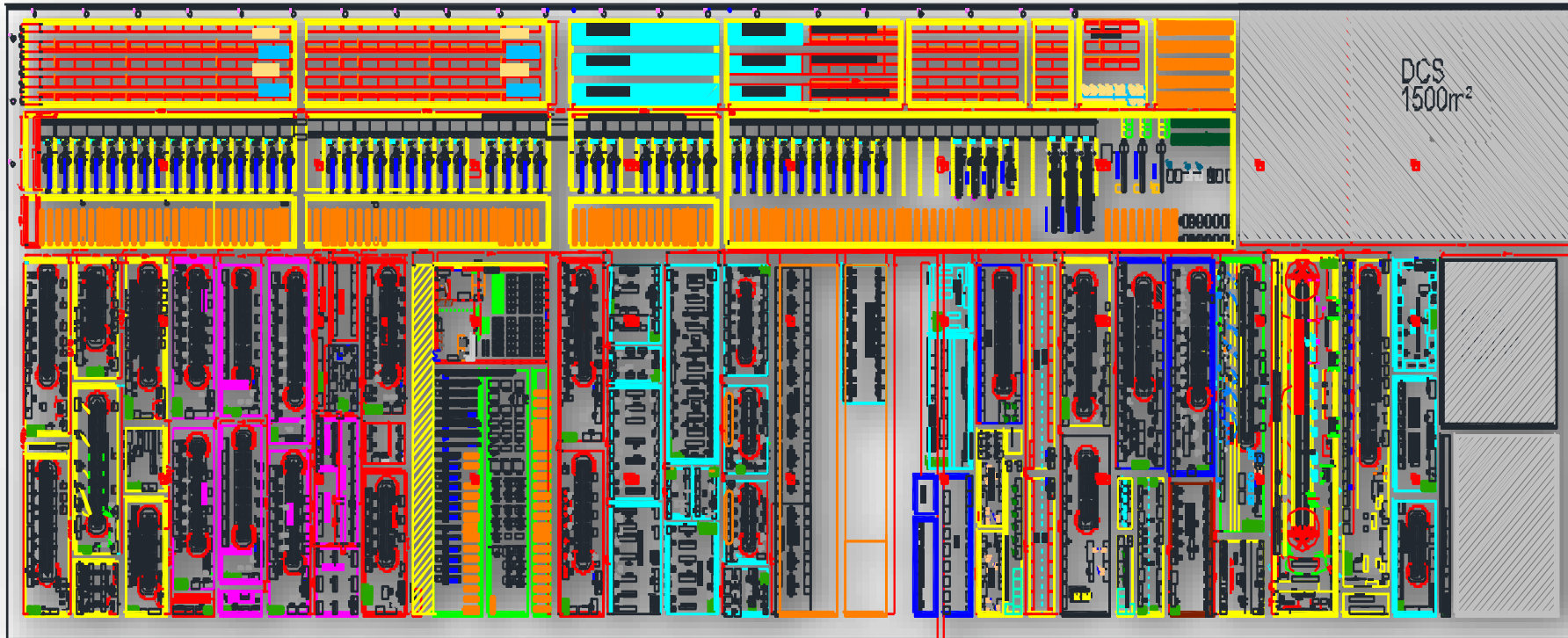


Figure 58 : Lay out final du DPT

Conclusion générale

Durant la période de mon stage de projet de fin d'études à DELPHI, je me suis investie dans l'optimisation de l'espace de l'usine tout en essayant de faire preuve d'intégrité et d'aisance relationnelle. Dès mes premiers jours à DELPHI, je me suis engagée pour donner une image honorable de la formation de licence à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF).

En menant une étude rigoureuse et une analyse méticuleuse de l'état actuel de l'espace avec les ingénieurs industriels et les ingénieurs de qualité, on a déterminé les causes racines derrière la mauvaise gestion de l'espace et on a remédié au problème. Les résultats obtenus étaient très satisfaisants à savoir deux slots et demi libérés, une amélioration de l'indicateur de performance de tout le projet ainsi qu'un gain de 416.430.000 DH.

Faute de temps on n'a pas pu atteindre les 858 m² nécessaires pour l'implantation du FORD CD 39 WAVE 2, mais heureusement que le projet n'a toujours pas touché sa fin car il continuera jusqu'à la fin du mois de juillet. D'après les estimations établies les résultats dépasseront les 858 m².

Une analyse ne peut être complète que si elle est accompagnée d'une synthèse et d'une leçon générale. Partant de ce postulat, et étant convaincu que les problèmes du présent sont les répercussions de ceux du passé, je me suis engagée pour déterminer les leçons à tirer des problèmes affrontés. Ceci est un outil indispensable pour les ingénieurs pour partager le savoir et les renseignements surtout lors du lancement d'un nouveau projet.

La maîtrise des ressources et notamment de l'espace est un maillon vital dans l'efficacité des résultats au sein de l'organisme. C'est dans cet esprit que s'inscrit mon projet d'optimisation de l'espace de l'usine pour l'implantation du projet FORD CD 39 WAVE 2. Les outils d'amélioration proposés nécessitent un suivi dans l'esprit d'amélioration continue.

Enfin il reste à signaler que durant ce stage, j'ai bénéficié de l'accompagnement, de l'atmosphère technique et innovante et des relations professionnelles à haut niveau.



Licence sciences et techniques : *Génie Industriel*

Titre : OPTIMISATION DE L'ESPACE POUR L'IMPLANTATION D'UN NOUVEAU PROJET

Préparé par : IBN MAJDOUB HASSANI ZINEB

Résumé

Ce rapport s'inscrit dans le cadre de la préparation de la Licence en Génie industriel. Il englobe le travail effectué durant mon stage au sein de DELPHI PACKARD Tanger. Ce travail consiste à optimiser l'espace de l'usine pour implanter un nouveau projet, en suivant la méthode de PDCA ainsi que des outils d'amélioration continue.

Les outils qu'on a adoptés pour aborder ce problème sont les outils appropriés à la démarche PDCA, à savoir le questionnaire QQQQCP, le diagramme d'Ichikawa, la technique du Brainstorming et enfin la méthode des 5S.

Le projet, qui a duré deux mois environs, a abordé différents axes pour pouvoir apporter des améliorations considérables. On a commencé par une étude préalable de l'état actuel pour mieux cerner la problématique et fixer les objectifs à atteindre.

Bibliographie

- ❖ Formation interne
- ❖ Documentation interne
- ❖ Livre : Optimisation multiobjectif écrit par Yann Collette –Patrick Siarry
- ❖ Livre : Gestion industrielle écrit par François Blondel

Webographie

{1} : <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/Pdca-roue-deming.htm>

{2} : <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/5s.htm>

{3} : http://www.iaat.org/telechargement/guide_methodo/2_1_brainstorming.pdf

{4} : <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Methodes-optimisation/5m-ishikawa.htm>

{5} : <http://www.ouati.com/qgoqcp.html>

{6} : <http://www.solutiamanagement.com/introduction.html>

{7} : <http://www.dacota-sa.com/optimisation-des-espaces/>

{8} : <http://annuaire-metiers.cadres.apec.fr/metier/responsable-gestion-des-stocks>