

Liste des abréviations

YEL : YAZAKI EUROPE LIMITED

YMM : YAZAKI MOROCCO MEKNES

P1 : Zone de coupe

P2 : Zone de pré-assemblage

P3 : Zone d'assemblage

SAP: Systems, Applications, Products.

BOM: Bill of Material (Nomenclature du câble)

COSEE: The Committee of Standardization and Evaluation of Equipment.

SOP: Start of Production

SWT: Standard working time

EDI : Echange de données informatisées

BS : Bundle Size

LS: Lot Size

RLT: Replenishment lead time

AVG : Average

PN : Référence client d'un câble

Glossaire

XFA : Projet voiture Renault – Espace.

XFB : Projet voiture Renault – Mégane 4.

JFC : Projet voiture Renault – Scénic.

W95 : Projet voiture Renault – Mégane 3.

CAO : Cutting Area Optimisation ; Un système de gestion de coupe des fils permettant de distribuer de manière optimisée les ordres de fabrication sur les machines de coupe et de reporter tous les indicateurs de production et de qualité.

Ishikawa : Diagramme de causes et effets, ou 5M (Matière, Matériel, Méthode, Main d'œuvre et Milieu) est un outil développé par Kaoru Ishikawa utilisé dans la gestion de la qualité. Ce diagramme représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet.

MRP : a pour rôle principal de permettre la planification de la production en fonction des ressources en personnel, en matières premières, en machines et en temps, par rapport à un besoin à date ou un besoin de stock.

Take rate : Le pourcentage à produire d'une référence parmi les références d'une famille.

Muda : Concept japonais qui désigne les 7 types de gaspillages industriels.

Liste des figures

Figure 1 Localisation mondiale de YAZAKI.....	17
Figure 2 Principaux clients de YAZAKI.....	18
Figure 3 YAZAKI MOROCCO MEKNES	19
Figure 4 Projets de YAZAKI MEKNES.....	20
Figure 5 Organigramme de YAZAKI Meknès.....	21
Figure 6 Politique Qualité	23
Figure 7 Familles d'un faisceau d'automobile.....	24
Figure 8 Schéma du processus de production	24
Figure 9 Zone réception – Magasin matières premières	25
Figure 10 Machine de coupe	26
Figure 11 Parc Machine YAZAKI MEKNES.....	27
Figure 12 Machine Komax.....	27
Figure 13 Pré-assemblage	28
Figure 14 Cartographie d'une chaîne de production.....	28
Figure 15 Assemblage câble 'enrubannage'	30
Figure 16 Exemple de câbles.....	30
Figure 17 Zone Expédition.....	31
Figure 18 Diagramme Bêtes à cornes	33
Figure 19 Diagramme GANTT du projet.....	35
Figure 20 Flux de production	39
Figure 21 Flux de mouvement du matériel	40
Figure 22 Diagramme SIPOC	41
Figure 23 Daily WIP production.....	44
Figure 24 Pagode surchargée	45
Figure 25 Résultat vote pondéré.....	47
Figure 26 Valeur du WIP-Ecarts de stock.....	49
Figure 27 Ecarts de stock (par processus).....	49
Figure 28 Diagramme Ishikawa	52
Figure 29 Diagramme FAST.....	55
Figure 30 Analyse PARETO de l'AMDEC	59
Figure 31 Norme d'emballage.....	65
Figure 32 Nouvelles étiquettes	66
Figure 33 Cartographie XFB PDB	67
Figure 34 Nouveau visuel des pagodes	68
Figure 35 Conception pagodes des fils grandes sections	71
Figure 36 Quantité SN XFB PDB	72
Figure 37 Quantités de S001931686	73
Figure 38 Comparaison des quantités 'terrain-système'	74
Figure 39 Exemple de shielded wire	76
Figure 40 SWT BT188.....	80
Figure 41 SWT BT288.....	80
Figure 42 Etude capacitaire par machine twist	82
Figure 43 Nouvelles valeurs des encours	86
Figure 44 SAP "Scan Full & Empty"	87

Figure 45 Taux de scan XFB AVM 87
Figure 46 Tableau de bord “Back Flash Vs Scan Empty” 88

Liste des tableaux

Tableau 1	Fiche signalétique de YAZAKI Meknès	19
Tableau 2	Equipe du projet	32
Tableau 3	Plan de production XFB	38
Tableau 4	Méthode QQOCP	42
Tableau 5	Arrêts de chaines	46
Tableau 6	Vote pondéré	47
Tableau 7	Mesure des encours	48
Tableau 8	Pourcentage de la valeur des encours par type de fil.....	50
Tableau 9	AMDEC.....	58
Tableau 10	Take rate – Projet XFB.....	61
Tableau 11	Matrice actualisée avec take rate.....	62
Tableau 12	Matrice XFB – SN par % de pénétration	63
Tableau 13	Ancien adressage XFB PDB	66
Tableau 14	Nouvel adressage XFB PDB	67
Tableau 15	Nouvel adressage XFB PDB-2.....	67
Tableau 16	Liste des SNs grandes sections.....	69
Tableau 17	Liste des SNs spécifiques Low runner	72
Tableau 18	Quantités de S001931686.....	73
Tableau 19	Comparaison Lot Size et Moyenne du système	74
Tableau 20	Liste des SNs impactés.....	75
Tableau 21	Temps de coupe.....	77
Tableau 22	Durée de pré assemblage du shielded wire.....	77
Tableau 23	Temps de production des 45 shielded wire	79
Tableau 24	Durée de pré assemblage machine twist N°12	81
Tableau 25	Durée totale de production par machine twist.....	82
Tableau 26	Nouveau RLT	83
Tableau 27	Gain de l'action de réduction du BS	85
Tableau 28	Taux de scan XFB AVM.....	87
Tableau 30	Valeur du lot size des SNs impactés par la réduction	97

Table des matières

Introduction générale.....	14
CHAPITRE I : Contexte général du projet	16
I. Présentation de la société d'accueil	17
1. Présentation du groupe YAZAKI.....	17
2. Clients de YAZAKI	18
3. Présentation de YAZAKI Meknès	19
4. Fondements de la politique Qualité.....	22
5. Processus de production	23
a. La réception et le stockage des Matières Premières	25
b. Les ateliers de production.....	26
c. L'expédition des Produits Finis :.....	30
II. Présentation du projet	31
1. Cahier des charges du projet	31
2. Equipe du projet	32
3. Objectif du projet	32
4. Démarche projet	33
a. Principe de KAIZEN	33
b. L'approche DMAIC	34
Conclusion.....	36
CHAPITRE II : Etat des lieux	37
I. Phase « Définir ».....	38
1. Processus d'analyse du besoin et de gestion du système kanban.....	38
2. Diagramme SIPOC.....	40
3. La méthode QQOCP :	42
4. Définition des gains.....	42
a. Définition des gains prévisionnels.....	42
II. Phase mesurer	43
1. Détection des problèmes	43
a. MUDA Surproduction	43
b. MUDA Sur stockage (WIP)	44
2. Brainstorming.....	45

a. Définition du Brainstorming.....	45
b. Application	45
3. Mesure des taux d'arrêt	46
3. Vote pondéré	46
4. Mesure de la valeur actuelle des encours	48
5. Ecart entre la planification et l'état actuel du stock.....	49
Conclusion.....	50
CHAPITRE III : Analyse des données.....	51
I. Analyse des 5M du processus	52
II. Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité	53
1. Définition de l'AMDEC	53
2. Méthodologie	54
3. Application	54
a. Groupe du travail	54
b. Analyse fonctionnelle	54
c. L'analyse des défaillances	56
III. Analyse de l'EDI.....	60
1. Matrice XFB XFX.....	61
a. Spécification par Take rate	61
b. Spécification par % de pénétration	62
Conclusion.....	63
CHAPITRE 4 : Recherche des idées et élaboration des solutions	64
I. Ré-adressage des chaînes de Production.....	65
1. Chaîne XFB PDB	65
2. Chaîne XFB PDB dupliquée	67
II. Conception d'une nouvelle structure pour les fils grandes sections	68
1. Choix des familles	68
2. Cahier de charge	70
3. Conception d'une nouvelle structure sous CATIA V5	71
III. Réduction du WIP	72
1. Cas des SN « Spécifique-Low runner »	72
IV. Chronométrage et modification du RLT	76
1. Processus « Shielded wire »	76

a. Définition du processus	76
b. Chronométrage du temps de production.....	76
2. Processus « Twist »	79
a. Chronométrage du temps de production.....	79
b. Modification du RLT	82
Conclusion.....	83
CHAPITRE 5 : Gains apportés par les solutions proposées	84
I. Suivi des améliorations	85
1. Action de réduction des bundles size	85
II. Indicateur du WIP	85
III. Création d'un tableau de bord	86
Conclusion générale et perspectives	89
Bibliographie et Webographie	91
ANNEXES	92

Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc, qui bénéficie depuis toujours d'une attention particulière des sphères politiques et économiques. Aujourd'hui, et plus que jamais, les entreprises opérantes dans ce domaine se trouvent dans l'obligation d'améliorer leurs performances industrielles. Le service ingénierie est ainsi la pierre angulaire de l'entreprise.

Qu'il s'agisse d'une société de services ou d'une compagnie manufacturière, le succès d'une entreprise est directement relié à sa conception du système de production ainsi qu'à sa gestion.

Toute déficience dans la dynamique de livraison de la matière nécessaire à la fabrication du produit peut entraîner des arrêts fréquents des chaînes de production, arrêts dont les rejets sont coûteux. C'est non seulement des coûts supplémentaires mais parfois des plaintes qui font un tort considérable à l'entreprise.

C'est dans cette quête, que YAZAKI Meknès veille à améliorer la qualité de son produit, sa performance et son système de gestion de production pour s'adapter à la demande de son client Renault et atteindre la cadence souhaitée.

Consciente de ses défis concurrentiels, YAZAKI Meknès nous a proposé le Projet de Fin d'Etudes s'intitulant « Optimisation des encours : Amélioration de la boucle kanban pour les produits semi-finis » ayant pour buts :

- Analyser et critiquer les données du système.
- Détecter les anomalies sur système et sur terrain.
- Proposer des solutions.
- Améliorer la boucle kanban.
- Réduire les encours.

Nous présentons le travail que nous avons accompli en 4 chapitres :

Le premier chapitre présente une description générale de l'entreprise au sein de laquelle le projet de fin d'études s'est déroulé, le contexte général du projet, ainsi que la stratégie de conduite de projet qui a été adoptée pour le réaliser.

Le second chapitre fera l'objet de l'établissement des états des lieux, il sera dédié aux premiers axes de la méthode DMAIC, à savoir : la phase 'Définir', où seront détaillées toutes les données nécessaires au lancement de notre projet, et la phase 'Mesurer' qui sera consacrée à l'évaluation de la performance actuelle du processus.

Le troisième chapitre est consacré à l'analyse des solutions envisageables et des plans d'actions.

Le quatrième chapitre est consacré à l'amélioration et à l'application de cette dernière sur terrain et sur système. Le bilan des travaux effectués et les perspectives ouvertes viennent conclure ce rapport.

Le cinquième chapitre vient donc clôturer cette étude, via un calcul des gains obtenus grâce aux améliorations proposées et aux changements appliqués.

CHAPITRE I : Contexte général du projet

Dans ce premier chapitre, on exposera le contexte général de notre projet industriel de fin d'études. Premièrement, on présentera :

- Le groupe YAZAKI ;
- L'organisme d'accueil : son activité, sa structure, son organigramme et son processus de production.

Deuxièmement, on abordera le cadre général de notre Projet Industriel de Fin d'Etudes qui contient essentiellement les éléments suivants :

- Le contexte du projet ;
- La problématique ;
- Le cahier des charges du projet ;
- La démarche suivie pour la réalisation du projet.
- Planning projet ;

I. Présentation de la société d'accueil

Dans cette première partie, nous commencerons par une présentation du groupe YAZAKI, ensuite nous allons montrer les différents projets, et départements du groupe YAZAKI Meknès. Enfin, nous décrirons le processus de fabrication depuis la réception de la matière première jusqu'à l'expédition du produit fini ainsi qu'une présentation de notre projet.

1. Présentation du groupe YAZAKI

Créé en 1929 par le père SADAMI YAZAKI, le groupe YAZAKI a fait ses débuts dans la vente du câblage automobile, pour s'orienter par la suite vers leur production. En octobre 1941, YAZAKI est devenue l'un des leaders dans le domaine du câblage, composants pour automobile avec un capital de 3.1915 milliards Yens. Actuellement YAZAKI est représentée dans 38 pays, elle compte à son actif plus que 153 sociétés et 410 unités réparties entre usines de production, centres de service au client, centres techniques et technologiques, et fait employer plus de 180 000 employés dans le monde. La figure 1.1 montre la localisation mondiale de YAZAKI.

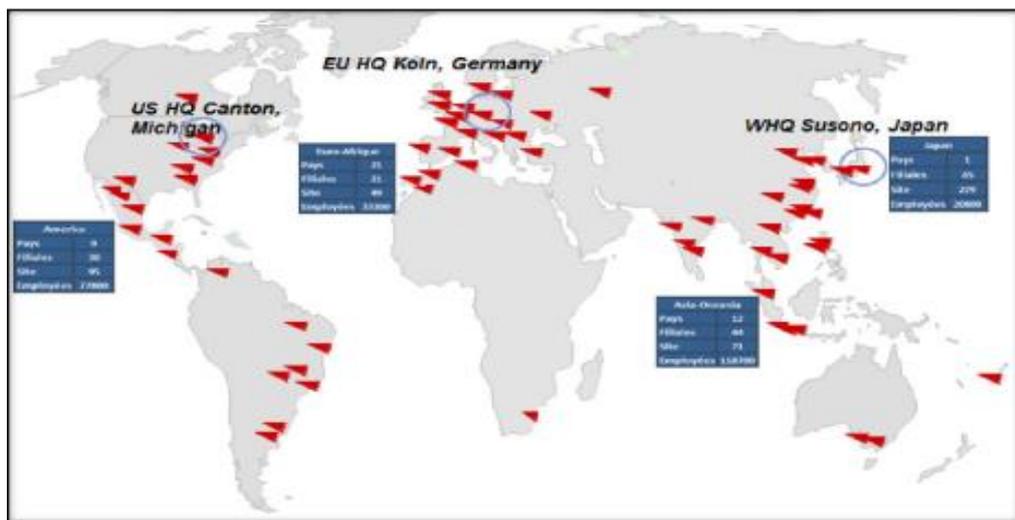


Figure 1 Localisation mondiale de YAZAKI

Le groupe YAZAKI est une multinationale japonaise qui compte parmi les concepteurs et fabricants mondiaux des systèmes de câblages pour automobile. Elle est présente aussi dans différentes activités à savoir :

- La fabrication de fils et câbles électriques ;
- La fabrication de produits de gaz ;
- La climatisation ;

Le processus de délocalisation de la société a commencé en 1962 avec sa filiale, THAI YAZAKI ELECTRIC WIRE CO.LTD.

Il est représenté dans 38 pays dans le monde :

- 172 filiales sans oublier la nouvelle implantation d'unité de production en (Gafsa), Tunisie.
- 410 unités réparties entre usines de production et centres de service au client et centres de Recherche & Développement.
- 200 000 employés au moins au service d'une multitude des clients.

YAZAKI Corporation est devenue une firme mondiale depuis qu'elle est présente sur les 5 continents. Elle a choisi une structure d'organisation géographique, de ce fait elle a trois unités refédératrices qui siègent :

- Une pour l'Europe et l'Afrique du Nord.
- Une pour l'Amérique.
- Une pour l'Asie et l'Océan Indien.

2. Clients de YAZAKI

Sur le marché du câblage automobile, YAZAKI figure parmi les leaders au niveau mondial grâce au niveau de qualité / Prix qu'elle offre. Elle compte, parmi ses clients, des sociétés de réputation, telles que : MERCEDES, JAGUAR, LAND ROVER, PEUGEOT, NISSAN MOTORS, FIAT, TOYOTA, FORD.



Figure 2 Principaux clients de YAZAKI

3. Présentation de YAZAKI Meknès

En 2001, le Maroc a été le premier pays africain dans lequel M. YAZAKI a inauguré son site opérationnel YMO pour la production du câblage automobile, en présence de SM le Roi MOHAMMED VI. Vu la performance de son personnel et des résultats réalisés depuis ses débuts, ainsi que sa certification par la maison mère et par plusieurs organismes de renommée dans le monde entier, YAZAKI Saltano de Portugal, succursale du Maroc, a été transformée en Mai 2003 en une entité indépendante appelée YAZAKI MORROCO S.A.

YAZAKI a lancé la première usine pilote YAZAKI Meknès Maroc YMM1 à Douar Al Khoult, Km8, Route de Sidi Kacem, Meknès. L'objectif était de préparer le noyau dur afin de tester sa capacité et sa performance de production de nouveaux projets qui sont la raison de sa création. Une fois les travaux de construction finis, l'ensemble de l'équipe de YMM1 a déménagé vers la nouvelle usine, se situant à la zone Agropolis de Meknès.



Figure 3 YAZAKI MOROCCO MEKNES

❖ Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

Raison sociale	YAZAKI MOROCCO Meknès SA
Forme juridique :	Société Anonyme
Activité :	Câblage automobile
Capital social :	50 000 000 DHS
Date de création :	Mars 2013
Siège social :	ILOT UL2 Zone Agropolis BP S72 CD 50000, Meknès.
Effectif :	2000 personnes
Registre commercial :	N° 20521
Identification fiscale :	N° 04906347
Tel :	N° +212(0)535514817

Tableau 1 Fiche signalétique de YAZAKI Meknès

❖ Les projets de YAZAKI MEKNES

L'activité principale du site YMM est le câblage pour automobile et la totalité de sa production de câbles électriques est destinée aux équipements des 4 marques de RENAULT, qui sont présentés dans les figures 1.3, 1.4, 1.5, 1.6.



Figure 1.3 : Projet W95 Mégane 3



Figure 1.4 : Projet XFB Mégane 4



Figure 1.5 : Projet XFA Renault Scénic



Figure 1.6 : Projet JFC Renault Espace

Figure 4 Projets de YAZAKI MEKNES

Chaque projet, c.-à-d. chaque voiture est composée de plusieurs types de câbles.

Il y a les grandes familles à savoir :

- AV MOTEUR
- ARRIERE
- PDB

Et les petites familles, à savoir :

- Porte conducteur / porte passager / porte arrière
- Bouclier avant / bouclier arrière
- Hayon
- Plafonnier
- TCU Multimédia

❖ Organigramme de YAZAKI Meknès

La dimension organisationnelle au sein de YAZAKI Meknès se caractérise par un dosage équilibré entre la structure fonctionnelle et celle opérationnelle, ce qui justifie l'existence de plusieurs départements répartis comme suit :

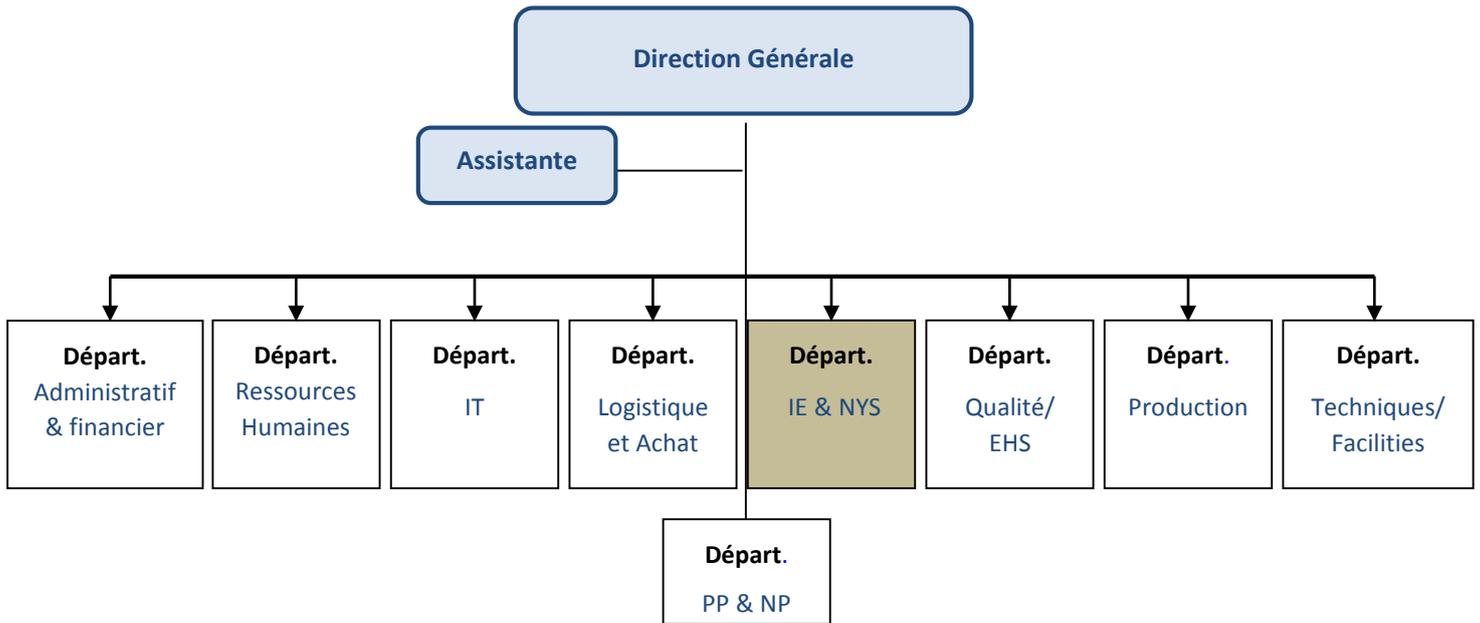


Figure 5 Organigramme de YAZAKI Meknès

Le groupe YAZAKI a une structure, une organisation et un règlement intérieur propre à lui. YMM est organisée suivant plusieurs départements. Chacun d'eux a des tâches spécifiques à accomplir.

- Département administratif et financier

Son rôle est d'assurer les fonctions financières et comptables et d'assumer la gestion de la société, afin de garantir sa santé financière tout en veillant à la préservation de son patrimoine.

- Département Ressources Humaines

Son rôle est d'assurer une bonne gestion individuelle et collective des ressources humaines, en veillant sur le respect des finalités sociales et en appliquant une méthode de gestion cohérente. Ces tâches sont assurées par quatre services : Service Recrutement, Service Formation, Service Paie et Service Sécurité et Hygiène.

- Département Informatique et Technologique

Ce département se charge d'analyser, de concevoir, de mettre en œuvre, d'exploiter et d'administrer les systèmes informatiques et technologiques de la société.

Ainsi, il procède au suivi journalier du réseau de la société pour éviter tout arrêt du système et développe également toute application capable de faciliter les tâches d'un département ou d'un service.

- **Département Logistique**

Ce département guide le fonctionnement de toute l'usine et en assure le pilotage. Il prend en charge la planification de la production de telle manière à satisfaire la demande en tenant compte de la capacité de production d'une part, et de stockage d'autre part, afin d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles. Par ailleurs, il assure le suivi des ventes destinées à l'export. La structure de ce département se décompose en cinq services : Service Planification, Service Approvisionnement, Service Achat, Service Import & Export et Service Magasin.

- **Département Ingénierie industrielle & New Yazaki Système**

Il a pour mission d'adapter les procédés de fabrication conformément aux règles définies par les directions Engineering et Qualité (plans de surveillance, control plan, ...) du groupe.

- **Département Qualité**

Qualifié comme observateur et détecteur des anomalies de qualité, ce département qui se décompose de quatre services, (Service Qualité Système, Service Qualité Client, Service Qualité Fournisseur et Service inspection) assure l'amélioration continue de la société (au niveau interne et externe) dans le cadre de la qualité totale.

- **Département Production**

L'importance de ce département trouve sa justification dans son rôle qui consiste à assurer la production en conformité avec les prévisions des ventes en veillant au respect des procédures, pour augmenter la capacité de production et mettre en œuvre le planning et les programmes de production fournis par le département logistique.

- **Département Maintenance**

Ce département est chargé de la maintenance technique de tout le matériel de la société : il s'occupe de l'entretien du matériel nécessaire à la production et l'entretien électrique de toute la société.

4. Fondements de la politique Qualité

Lorsqu'il est question de qualité totale, la société YAZAKI Morocco Meknès fait référence à sa mission stratégique : « être reconnu comme meilleur fournisseur vis-à-vis de nos clients », et adopte une politique de perfectionnement de tout aspect de la société en se basant sur les fondements suivants :

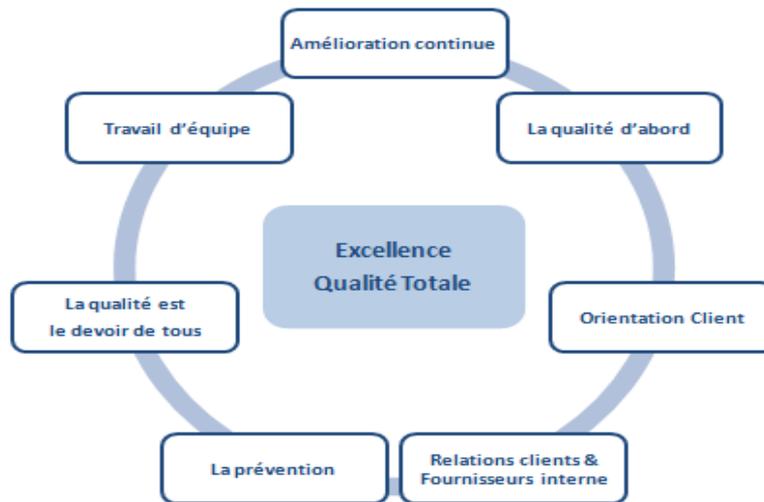


Figure 6 Politique Qualité

Viser la qualité totale, c'est améliorer tout d'abord les processus internes.

C'est pour cela que la société adopte la politique japonaise des 5S qui se fonde sur cinq principes dont le nom commence par « S » :

- **(SEIRI) Trier** : Séparer l'utile de l'inutile et éliminer tout ce qui est inutile.
- **(SEITON) Ranger** : Placer ce qui utile dans un endroit accessible.
- **(SEIZO) Nettoyer** : Localiser les zones difficiles et trouver des solutions pour les rendre propres.
- **(SEIKETSU) Standardiser** : Formaliser les règles à appliquer.
- **(SHITSUKE) Autodiscipline** : S'engager à appliquer les 5S avec une grande rigueur.

Ainsi, la société veille au respect de ses principes en procédant à un audit mensuel pour chaque département à part.

5. Processus de production

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres) et certains équipements de sécurité (airbag, éclairage), et aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile. Le parcours du câblage dans le véhicule définit son architecture qui peut être complexe et surtout variée. Ce produit qui est le câble est constitué d'un ensemble de conducteurs électroniques, terminaux, connecteurs et matériels de protection. Un câblage se subdivise en plusieurs parties qui sont liées entre elles. Cette division est très utile pour faciliter certaines tâches pour le client, notamment le montage dans la voiture et la réparation en cas de panne du fonctionnement électrique dans l'automobile.

Ainsi, nous pouvons distinguer entre plusieurs types de câblage :

- Câblage principal (Main) ;
- Câblage moteur (Engine) ;
- Câblage sol (Body) ;
- Câblage porte (Door) ;
- Câblage toit (Roof) ;
- Câblage extrémité avant (front end) ;
- Autres ;

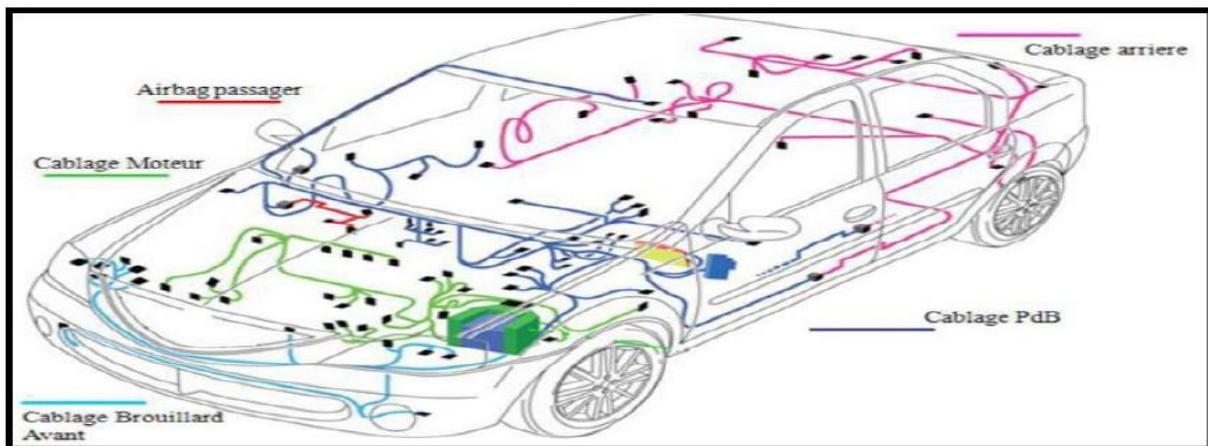


Figure 7 Familles d'un faisceau d'automobile

Après ma visite guidée à l'usine de production et au magasin, j'ai pu avoir une idée générale sur le processus de production que je vais décrire à partir de ce schéma simplifié :

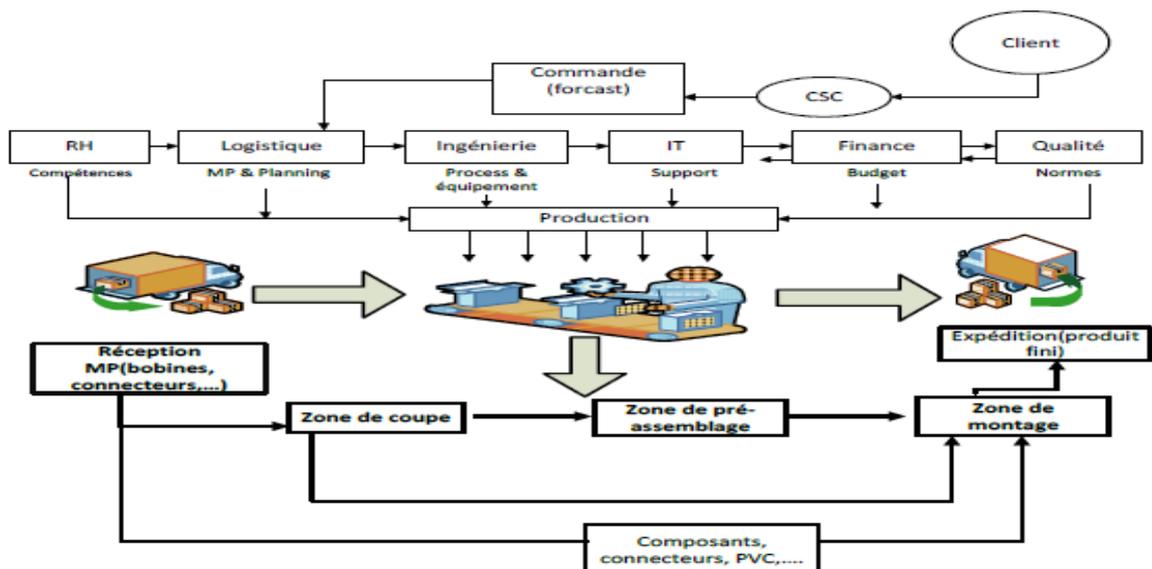


Figure 8 Schéma du processus de production

La société YAZAKI produit des faisceaux électriques pour automobiles à partir des câbles électriques, Terminaux, Connecteurs et d'autres accessoires. Ces matières proviennent de différents fournisseurs (Nationaux et Étrangers).

Avant de lancer la production, le planificateur de YAZAKI définit les matières premières nécessaires selon les exigences de la clientèle.

Une fois ces matières définies, l'approvisionneur contacte la centrale d'achat du groupe (qui négocie les prix et les délais de paiement), pour passer sa commande en précisant les fournisseurs, les quantités et les délais de livraison.

Quant au service Import, il se charge d'assurer la livraison à temps, en se confiant à un transporteur international qualifiant, SCHENKER, qui s'occupe à la fois du transport et du transit.

a. La réception et le stockage des Matières Premières

Pour fabriquer ses faisceaux et câbles d'automobile, la société YAZAKI importe une grande partie de ses matières premières de l'Europe.

Les matières premières utilisées sont :

- **Fil électrique** : Principal composant du câblage.
- **Terminal** : Assure la bonne connexion entre les câbles pour transférer l'énergie.
- **Connecteurs** : Les connecteurs sont des pièces où les terminaux sont insérés.
- **Accessoires** : des rubans, des Tubes, des Fusibles, des Clips, du Shrink, etc.

Ces matières premières sont réceptionnées, contrôlées et stockées dans le magasin et enregistrées sur système SAP sur la base du bon de livraison apporté par le transporteur.



Figure 9 Zone réception – Magasin matières premières

Après le control de quantité et de qualité, et si on a constaté une différence entre la réception et la commande, le magasinier et/ou l'Agent de qualité rédige :

- Une « **Réclamation de quantité** » pour qu'il ajuste la quantité enregistrée sur système et envoie une copie au département Logistique qui s'occupe de contacter le fournisseur pour régler la situation, et au département administratif et financier pour bloquer la facture.
- Une « **Réclamation de qualité** » et envoie une copie au département qualité, qui s'occupe de contacter le fournisseur et régler la situation, et au département administratif et financier pour bloquer la facture.

b. Les ateliers de production

Le déroulement de l'activité productif de la société passe en principe par trois ateliers qui travaillent en enchainement organisé et contrôlé par les agents d'inspection :

o Atelier Coupe

La coupe, appelé aussi zone P1, est la première étape dans le processus de production du câblage. Elle consiste à couper les fils électriques selon la longueur désirée par le biais de machine de coupe automatiques. Ces machines permettent aussi de réaliser, au souhait, le dénudage, le sertissage des fils et l'insertion des bouchons.

- **Dénudage** : c'est l'opération permettant d'enlever l'isolant à l'extrémité du fil afin de dégager les filaments conducteurs.

- **Sertissage automatique** : processus qui permet la jonction d'un terminal à un ou plusieurs fils conducteurs.

- **Insertion des bouchons** : les bouchons (seals) sont des dispositifs permettant d'assurer l'étanchéité lors de l'insertion dans le connecteur.



Figure 10 Machine de coupe



Figure 11 Parc Machine YAZAKI MEKNES



Figure 12 Machine Komax

○ **Atelier Pré-assemblage**

Une fois coupés, une partie des fils conducteurs passe par la phase de pré-assemblage. Dans cette phase, plusieurs opérations sont réalisées :

- **Sertissage manuelle** : dans certain cas, il s'avère impossible de sertir les terminaux aux extrémités des fils automatiquement. D'où la nécessité d'effectuer cette opération à l'aide de presses manuelles.
- **Joint par ultrason** : les joints ou épissures sont des soudures ultrason unissant un ou plusieurs fils entre eux.
- **Twist/torsadage** : le twist est l'opération qui permet de torsader deux fils pour les protéger des champs magnétiques.

- **Soudure de masse** : la soudure de masse consiste à souder les extrémités de plusieurs fils à un seul terminal. Cette opération est souvent réalisée pour la production des cosses reliées à la masse.



Figure 13 Pré-assemblage

o **Atelier Assemblage**

L'assemblage ou le montage est la phase finale qui consiste à assembler l'ensemble des composants pour obtenir le câble final. Les lignes de montage se caractérisent généralement par l'emploi d'un convoyeur ou d'une chaîne de tableaux mécanisés ou les deux en même temps en fonction du nombre de circuits que contient le câble et en fonction de sa complexité.

Les câbles passent généralement par trois étapes principales lors du montage : l'insertion, l'enrubannage et l'inspection. Chacune de ces étapes comporte des opérations qui varient en fonction de la nature du câble.

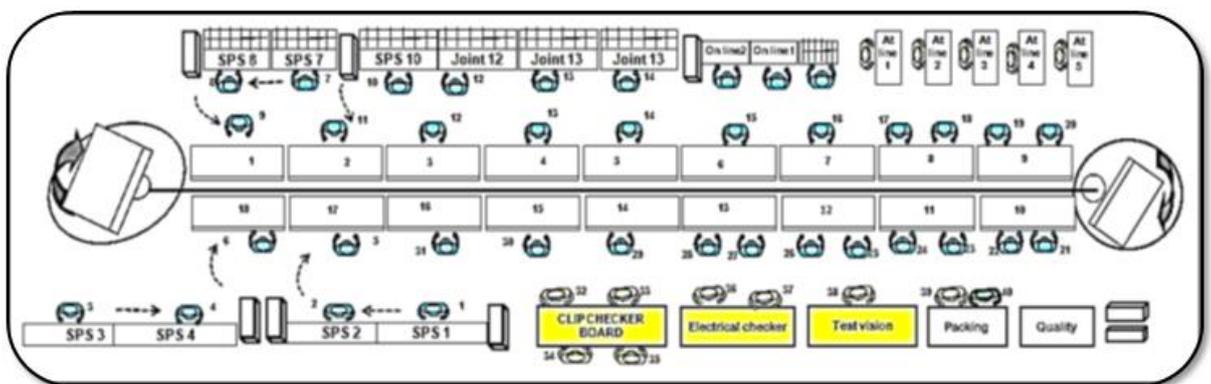


Figure 14 Cartographie d'une chaîne de production

- **L'insertion**

Cette étape consiste en l'insertion des terminaux des circuits dans les connecteurs qui leurs correspondent manuellement. Des supports, sous forme de fiches comprenant le processus d'assemblage propre au poste, sont mis à la disposition des opérateurs.

- **L'enrubannage**

L'enrubannage est l'opération qui permet de recouvrir les fils une fois insérés par des rubans et protecteurs.

Les deux opérations précédentes sont faites sur un convoyeur linéaire ou rotatif en fonction de la taille et de la complexité du câble.

- **L'inspection et les tests**

Les tests standards réalisés sur les câblages sont :

- **Les tests visuels**

- **Test visuel 1 (test d'inspection visuelle)** : est utilisé pour observer les non conformités. En inspectant la longueur des branches, la présence de l'enrubannage, des accessoires et le respect de l'architecture finale exigée.
- **Test visuel 2 (test vision)** : est utilisé dans le cas où le faisceau comporte une boîte fusible. Ce test consiste à vérifier que celle-ci est correctement assemblée.

- **Le test électrique** : inéluctable avant d'emballer le produit fini, il consiste à vérifier la connectivité électrique du câble. Il permet également de tester la présence des connecteurs par le biais des capteurs intégrés.

- **Le clip checker** : ce dispositif permet de tester que chaque clip est présent dans l'emplacement qui lui est dédié. Le clip checker est principalement utilisé pour les câbles comportant un grand nombre de fils et ayant de grande dimension.

- **Le test d'étanchéité** : Son rôle est de vérifier que le Grommet, dispositif responsable d'assurer l'étanchéité entre deux parties d'un même faisceau, accompli sa fonction.



Figure 15 Assemblage câble ‘enrubannage’



Figure 16 Exemple de câbles

c. L’expédition des Produits Finis :

Une fois les articles d’une commande sont finis, les agents d’expédition les chargent dans des palettes pour les exporter aux clients.

En effet, le service export se charge de la gestion des transports (transport routier, maritime ou aérien) et la réservation à l’avance des camions dans les dates d’expéditions prévues.

Les sorties des produits finis sont traitées et enregistrées sur système SAP.



Figure 17 Zone Expédition

II. Présentation du projet

Un problème bien posé est un problème à moitié résolu. C'est dans cet esprit que nous allons développer cette section, pour présenter la problématique de notre projet de fin d'études.

Une société peut être la meilleure dans son domaine, mais préserver ce classement est moins facile que d'y arriver. C'est pourquoi la société YAZAKI Meknès s'acharne à mener des projets d'améliorations pour devenir de plus en plus compétitive dans un marché toujours croissant et imprévisible.

Dans cette partie, nous allons présenter le cahier des charges, l'équipe, l'approche adoptée, et l'ordonnement des tâches de notre projet.

1. Cahier des charges du projet

Pour améliorer sa performance, le département IE& NYS de YAZAKI Meknès, s'engage sur un certain nombre d'objectifs : coût, système, quantité, qualité, délais, ressources humaines et environnement.

Disposer d'un système fiable, en parfaite adéquation avec le terrain et donnant naissance parfaitement aux résultats prévus est le pilier du maintien en ordre de la production au sein de l'entreprise. Mais dire ceci revient à dire une boucle kanban seine de tout sorte d'anomalie.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'études, intitulé « Optimisation des encours : Amélioration de la boucle kanban pour les produits semi finis » et qui a comme objectifs :

- Analyse des données du système.
- Détection des anomalies sur système et sur terrain.
- Recherche des solutions.
- Amélioration de la boucle kanban.
- Optimisation des encours.

2. Equipe du projet

La constitution d'une équipe est une étape particulièrement indispensable dans un projet vu qu'elle conduit à un accroissement des moyens financiers propres et des réunions de compétences, ce qui permet de bénéficier de l'aide et de l'expérience de différentes personnes pouvant attribuer à la réalisation du projet.

Ainsi, notre équipe est formée des personnes suivantes :

Membre	Profession	Rôle
Mr. Samouche Hamza	Ingénieur stagiaire	Pilote projet
Mr. Jalil Abouchita	Professeur à FST FES	Parain académique
Mme. FatimaEzzahra Elhezzab	Coordinatrice système	Parain industriel
Mr. Said Smouni	Manager IE & NYS	Superviseur du projet

Tableau 2 Equipe du projet

3. Objectif du projet

Le diagramme bête à corne ci-dessous exprime les besoins du département en termes de fonctions à réaliser :

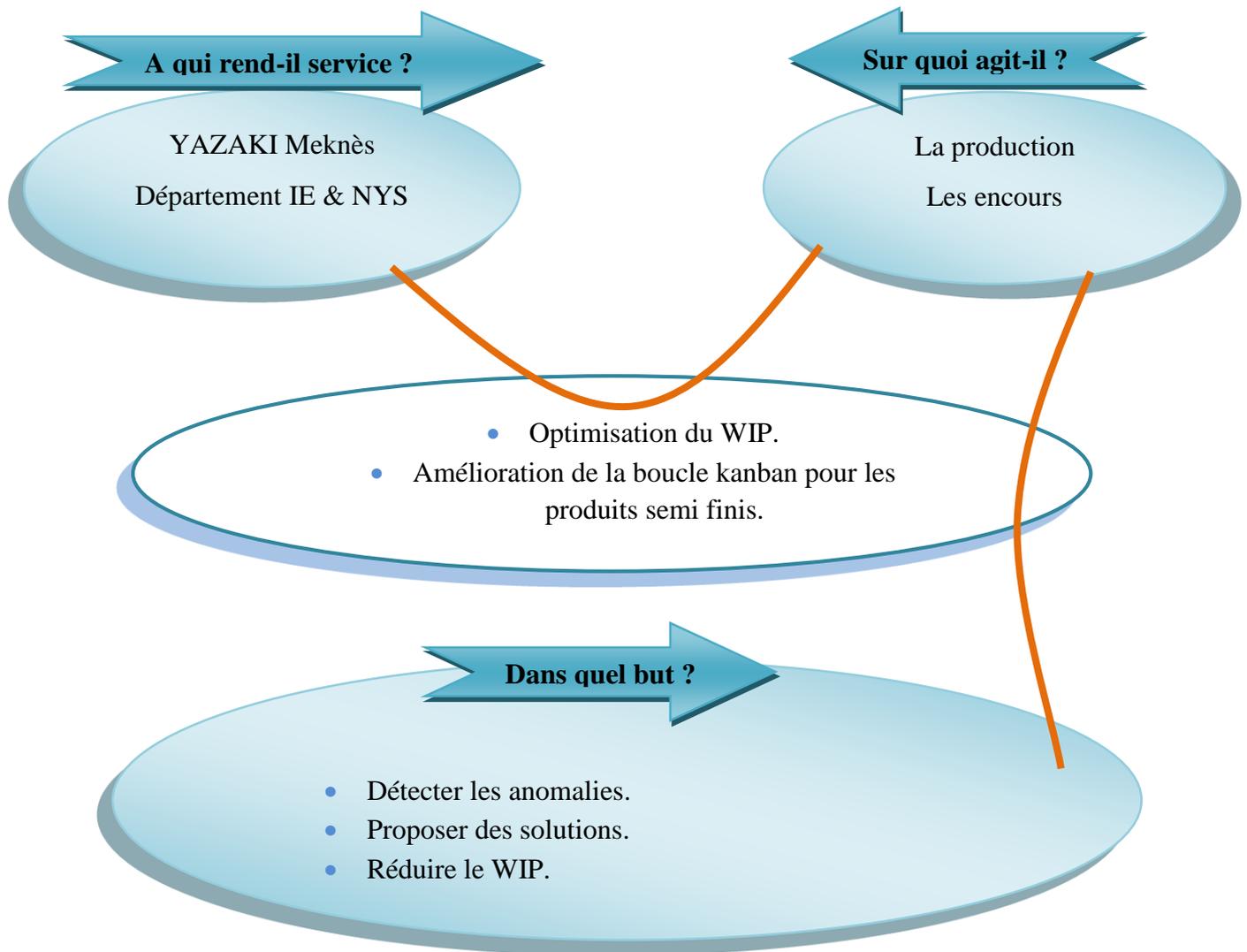


Figure 18 Diagramme Bêtes à cornes

4. Démarche projet

Le bon déroulement du projet dépend en grande partie de la méthode employée pour le construire et le préparer. C'est dans cette perspective que nous allons expliquer tout d'abord le principe adopté et ensuite l'approche suivie dans notre projet.

a. Principe de KAIZEN

L'amélioration du système kanban se fera suite à un ensemble de petites améliorations faites progressivement. La démarche efficace dans ce cas est la méthode KAIZEN.

Le KAIZEN est un état d'esprit car il concerne tous les acteurs de l'entreprise. Il requiert l'identification des causes et la réalisation des changements nécessaires.

La mise en œuvre du principe KAIZEN repose sur des méthodes de conduite de projet entre autres DMAIC ou bien PDCA.

La méthode DMAIC est celle qui fournit plus de détails et clarté, c'est la méthode la plus adéquate pour notre cas.

b. L'approche DMAIC

DMAIC est une méthode de résolution de problèmes structurée et largement utilisée dans les problèmes d'amélioration. Elle fournit une base de réflexion qui structure le travail d'une équipe de projet d'amélioration continue. Cet outil simple permet d'obtenir rapidement des résultats probants, et repose sur 5 étapes : Définir, Mesurer, Analyser, Améliorer, Contrôler.

➤ **Define (Définir) :**

La première étape de la démarche DMAIC est l'identification et la description de l'objet de l'étude, à savoir l'optimisation des encours via l'amélioration de la boucle kanban, et de la mission que l'équipe de projet va accomplir.

Cela inclura :

- La définition de la problématique et l'objectif du projet.
- La compréhension du processus et du principe de fonctionnement.

➤ **Measure (Mesurer) :**

Cette phase consiste à recueillir des données dans le but de détecter les anomalies, de mesurer l'état actuel des encours et l'écart entre cet état et celui prévu.

➤ **Analyze (Analyser) :**

L'analyse des données récoltées pendant l'étape précédente amène à :

- Reconnaître les causes initiales et profondes à l'origine de la problématique afin de se préoccuper des vrais problèmes plutôt que des symptômes qu'ils révèlent.

➤ **Improve (Améliorer) :**

Cette étape fait appel aux capacités d'innovation, de réflexion et d'action de l'équipe.

Il s'agit de :

- Proposer des solutions en vue de répondre aux causes identifiées lors de la phase précédente en élaborant un plan d'action pour améliorer la boucle kanban.
- Mettre en place les solutions sélectionnées.

➤ **Control (Contrôler) :**

La dernière étape est la phase de prise de recul par rapport au projet afin de faire le bilan financier du projet et calculer les gains.

❖ Les risques et les contraintes du projet

Le risque est un danger éventuel plus ou moins prévisible qui peut affecter l'issue du projet. Il ne sera pas possible de les éliminer tous, le risque zéro n'existe pas. Pour s'assurer que le projet restera toujours atteignable, et qu'un éventuel risque ne bloquera pas l'avancement du projet, après l'analyse du scénario de notre projet, nous avons pu prévoir l'ensemble des risques probables suivants :

- Durée du projet insuffisante.
- Manque de données.
- Données erronées.
- Changements fréquents.

❖ Planification du projet

Afin de garantir un bon déroulement du projet et permettre un suivi permanent de l'avancement du travail, un planning des tâches principales est mis au point, dans lequel sont représentées et classées toutes les étapes principales par lesquelles passera le projet.

❖ Ordonnancement des tâches du projet

La figure 19 représente l'ordonnancement des tâches de notre projet :

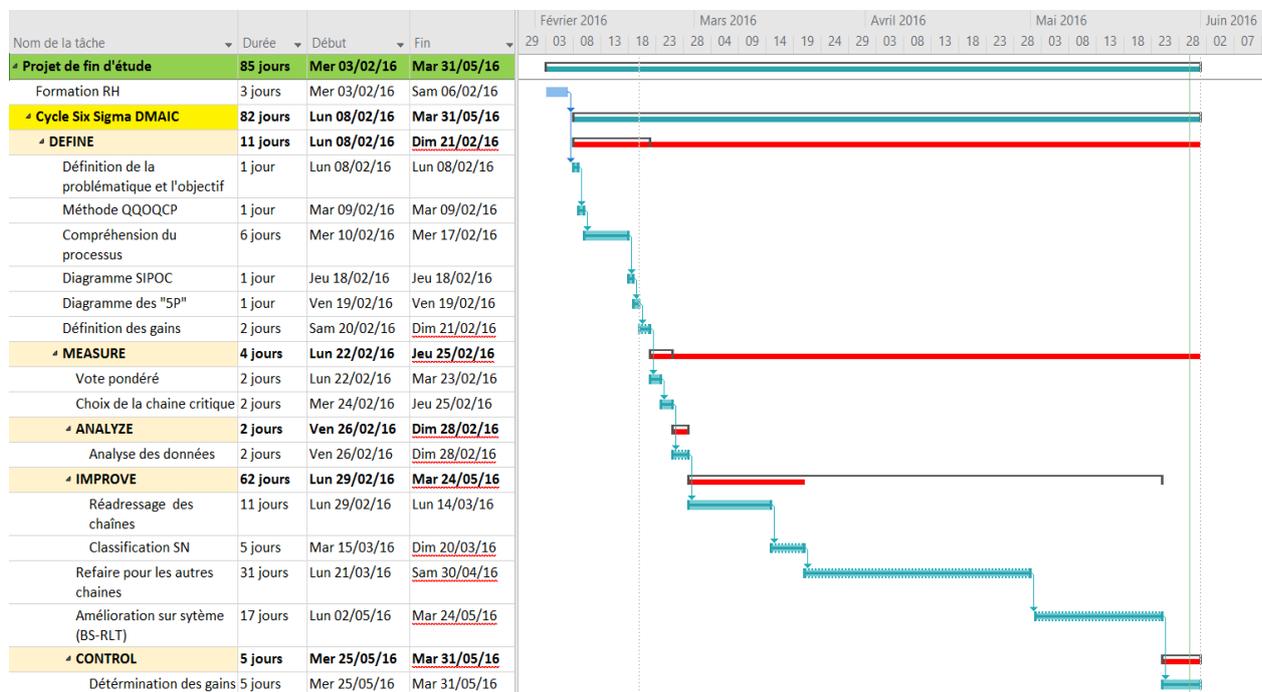


Figure 19 Diagramme GANTT du projet

Conclusion

Ce chapitre a été un prélude afin de présenter le contexte général du projet, à savoir l'organisme d'accueil où se déroule notre projet, la problématique posée, la démarche à suivre, et enfin l'ordonnement des tâches nécessaires afin d'atteindre les objectifs du projet désirés.

CHAPITRE II : Etat des lieux

Après avoir présenté le cadre général du projet, ce deuxième chapitre aura pour objectif d'établir les états des lieux.

Pour ce faire, nous allons commencer par le premier jalon de la méthode DMAIC qui comportera la description du processus de production par le système kanban.

Ensuite, la phase « Mesurer » sera consacrée à l'évaluation de la performance actuelle du processus.

I. Phase « Définir »

Cette première phase de la démarche DMAIC a pour but, d'abord, la description du processus de gestion de production coté système, à savoir la gestion du système kanban. On procédera, ensuite, par une élaboration du diagramme SIPOC. Enfin, on définira la problématique du projet et les objectifs fixés en utilisant la méthode QQQQCP.

1. Processus d'analyse du besoin et de gestion du système kanban

Au sein de YAZAKI Meknès, l'échange d'informations et de données se fait via SAP.

- Le SAP est un ERP. ERP désigne de manière générale des logiciels qui, grâce à une gigantesque base de données, gèrent la plupart des processus de l'entreprise (ex commande, stock, production etc...)
- **SAP** est l'abréviation de: **S**ystems, **A**pplications and **P**roducts for data processing.
- Le SAP est un système, il ne peut refléter la réalité que si toutes les opérations qui sont faites au terrain sont saisies. **La saisie se fait via scan.**

Chaque câble, qui n'est autre que le produit fini (FN) est composé de plusieurs produits semi finis(SN). Donc, chaque FN est constitué de plusieurs SN, et chaque SN à sa propre nomenclature(BOM).

Le processus d'analyse et de lancement de production se fait comme suit :

- Le client « RENAULT » exprime son besoin.
- Les planificateurs du service Planning « département logistique » reçoivent ce besoin, planifient et envoient le planning hebdomadaire au service SAP.

En voici un exemple :

FN	Projet	Famille	WK1 D1	WK1 D2	WK1 D3	WK1 D4	WK1 D5	WK1 D6
F000088505	XFB	PDB DG	1319	1331	1158	1289	1356	1293
F000088508	XFB	PDB DG						
F000088510	XFB	PDB DG						
F000088513	XFB	PDB DG						
F000098058	XFB	PDB DG						
F000098060	XFB	PDB DG						
F000098069	XFB	PDB DG						
F000112940	XFB	PDB DG	90	60	30	60	60	60
F000113271	XFB	PDB DG			1			
F000113272	XFB	PDB DG				6		
F000113273	XFB	PDB DG						
F000113274	XFB	PDB DG	60	60		30	30	30
F000113275	XFB	PDB DG					2	
F000113276	XFB	PDB DG	60		30	30	30	
F000113277	XFB	PDB DG				2		
F000113278	XFB	PDB DG						
F000113279	XFB	PDB DG					2	
F000113280	XFB	PDB DG						
F000113281	XFB	PDB DG	115	175	180	165	165	210
F000113282	XFB	PDB DG						
F000113283	XFB	PDB DG				90		
F000113285	XFB	PDB DG						
F000113286	XFB	PDB DG				30	90	80
F000113287	XFB	PDB DG	90	90	90			

Tableau 3 Plan de production XFB

- Les responsables du Service SAP disposant de la matrice kanban, ces derniers procèdent au calcul du nombre de kanban via la formule :

$$\text{Nombre Kanban} = \frac{SF * (RLT/24) * AVG}{BS}$$

Avec :

- SF : Facteur de sécurité
 - RLT : Temps nécessaire pour la reproduction d'un nouveau lot de fils
 - AVG : Moyenne du besoin
 - BS : Nombre de fils par lot (par bundle)
- Calcul du lot size (LS = Nombre de kanban* Bundle size)
 - Intégration des données sur SAP
 - Optimisation CAO : c'est un système très performant, il joue un rôle primordial dans la zone de coupe qui réside dans l'exécution à travers un algorithme d'optimisation de production sophistiqué, et un cycle électronique Kanban, qui génère les ordres de production en fonction de la demande des processus de production de flux P3 et P2 qui se fait à partir d'un scan Empty.
 - Début de production

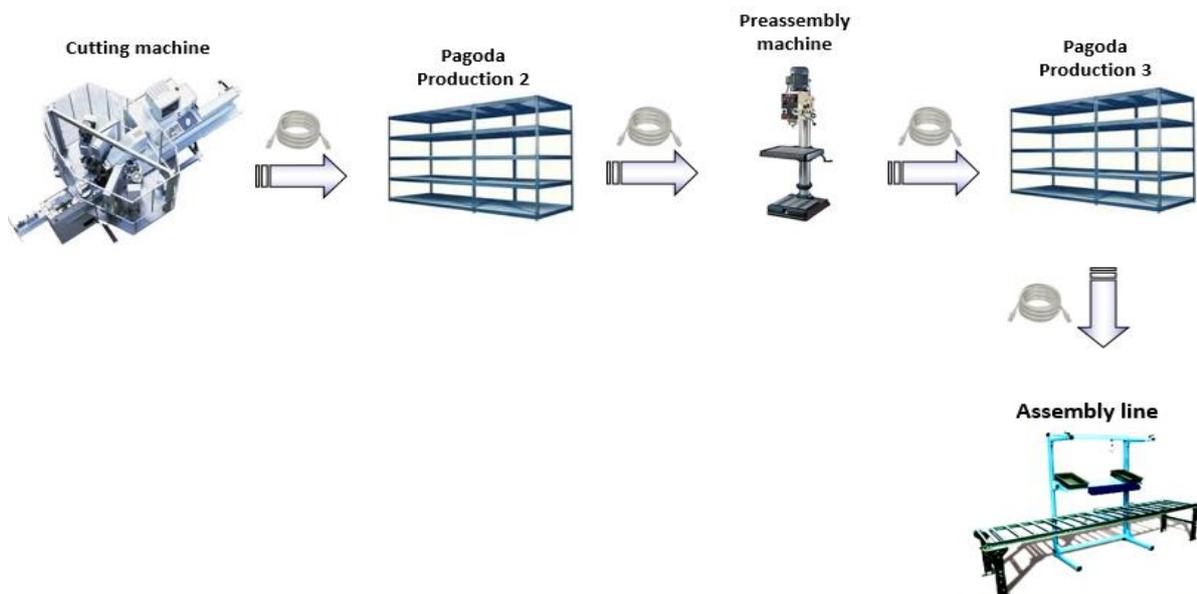


Figure 20 Flux de production

Le flux de mouvement du matériel suit un trajet bien précis :

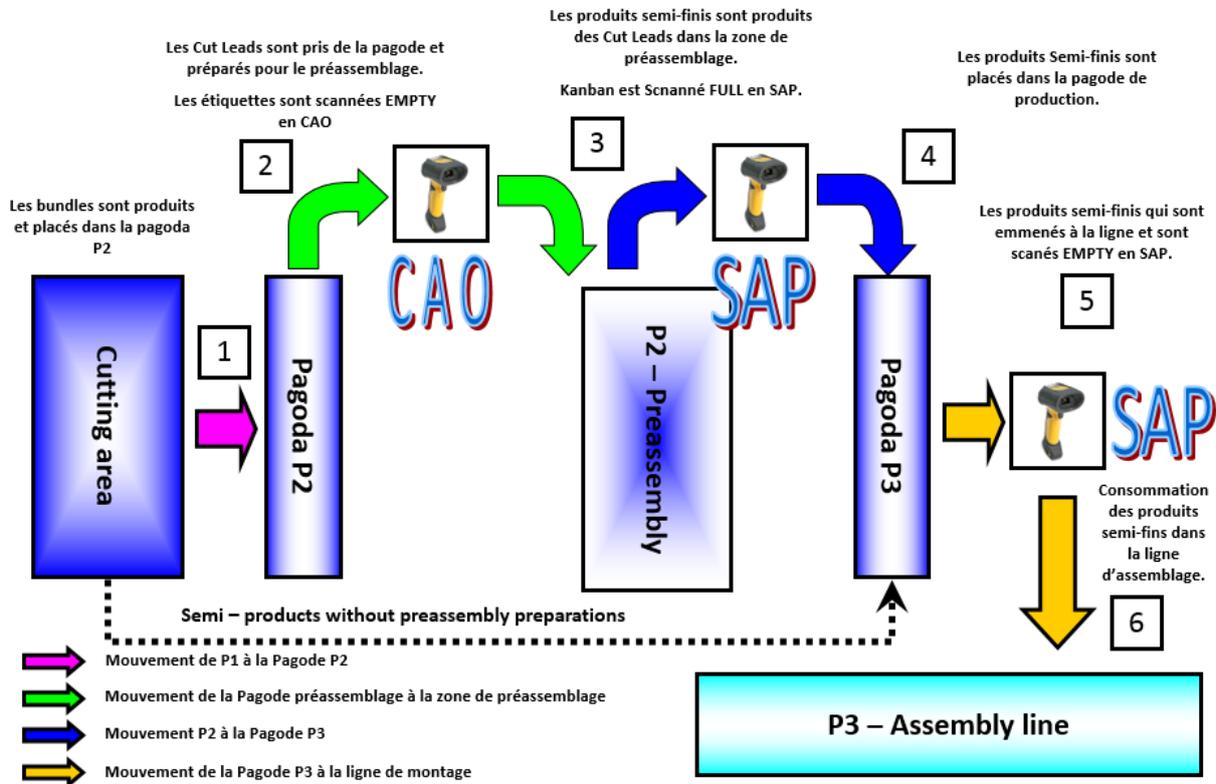


Figure 21 Flux de mouvement du matériel

2. Diagramme SIPOC

Un diagramme **SIPOC** est un outil de visualisation pour identifier tous les éléments pertinents associés à un processus **P** : son périmètre (frontières, début et fin), les sorties (**O**) les entrées (**I**), les fournisseurs (**S**) et les clients (**C**). Il est recommandé d'employer le SIPOC dans la phase initiale d'un projet d'amélioration d'un processus. Il fournit plus d'information qu'une cartographique qui se concentre sur la description sommaire des étapes. Il oblige à définir qui sont les fournisseurs et les clients.

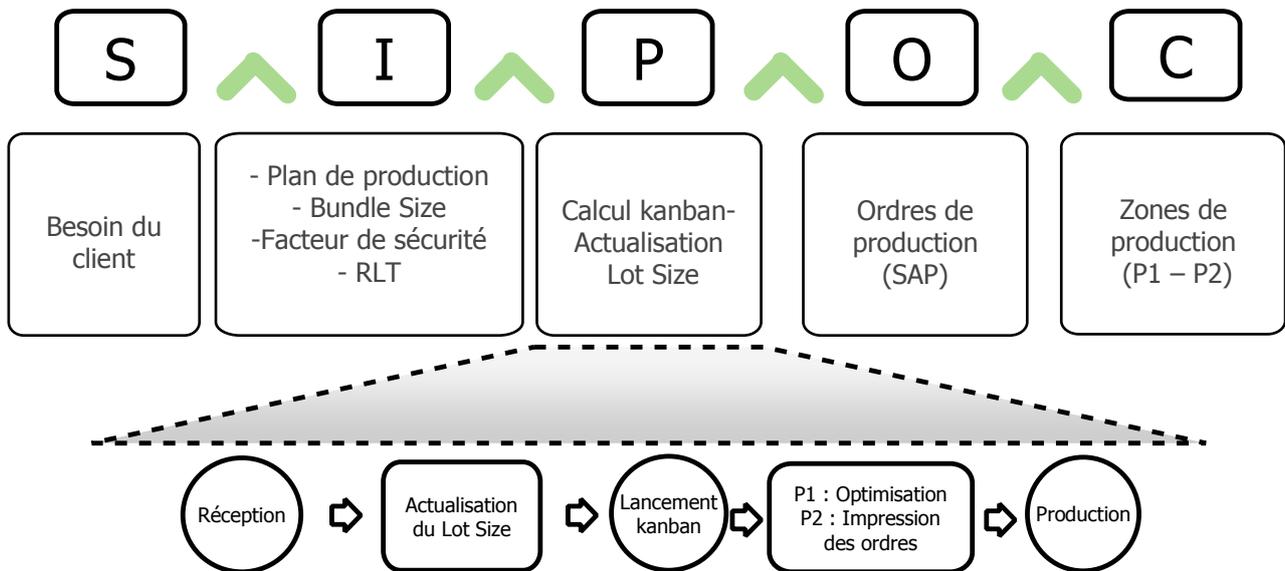
Les étapes pour compléter un diagramme SIPOC :

1. commencer par identifier le processus **P** et lui donner un nom descriptif.
2. identifier les étapes principales (haut niveau) qui le définit (cartographie).
3. identifier les sorties **O** du processus.
4. identifier les clients **C** qui reçoivent les sorties du processus.
5. identifier les entrées **I** qui sont requises par le processus.
6. identifier les fournisseurs **S** requises par les entrées du processus.

7. valider toutes les informations précédentes par les intervenants impliqués dans le processus.

Le diagramme SIPOC est représenté sur la figure 22 ci-dessous.

- ❖ De la réception du besoin du client vers la zone de production P1&P2 à travers le service SAP :



- ❖ De la zone de coupe et de pré assemblage (P1-P2) vers les chaines d'assemblage P3 :

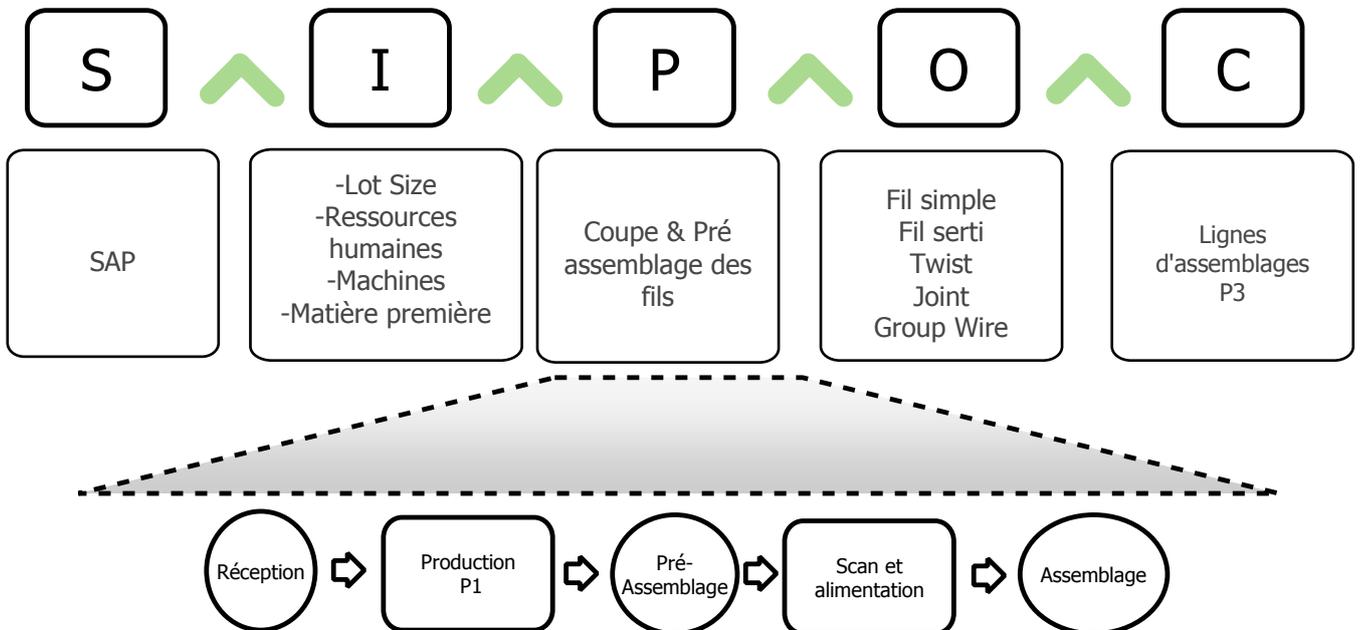


Figure 22 Diagramme SIPOC

3. La méthode QQOCP :

La méthode QQOCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels.

Cette méthode adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnaire systématique suivant :

Quoi ?	C'est quoi le problème ? Augmentation des encours
Qui ?	C'est qui le responsable ? Département IE & NYS « Service SAP » Département Production Département Logistique « Service Planning »
Quand ?	Quand apparait le problème ? Lors de la production
Où ?	Lieu du problème : - Système SAP - La zone de production
Comment ?	Comment mesurer le problème et ses solutions ? - Ecart entre valeur prévue des encours et la valeur actuelle - Ecart entre Lot Size et le besoin réel
Pourquoi ?	Pourquoi devons-nous résoudre ce problème ? - Pour optimiser les encours

Tableau 4 Méthode QQOCP

4. Définition des gains

a. Définition des gains prévisionnels

Si les coûts sont difficiles à estimer dès le départ, il n'est pas plus aisé d'estimer les gains. En effet, une partie des gains est facilement identifiable, il s'agit des économies réalisées. Mais une grosse partie des gains est difficilement quantifiable, comme l'amélioration de l'image de la société auprès des clients.

Pour ce qui est de notre problème, on se donnera comme objectif :

- Création d'une classification des SN

- Modification du RLT
- Diminution du Lot Size
- Réduction de la valeur des encours

II. Phase mesurer

Pour réussir cette phase, nous allons rassembler les informations nécessaires, pour choisir les différentes variables qui doivent être analysées et les indicateurs pertinents à suivre, afin de mesurer la performance actuelle du système.

1. Détection des problèmes

➤ Les sources de gaspillages

Taïchi Ohno, père fondateur du Système de Production Toyota, a défini 3 familles de gaspillages :

- MUDA (tâche sans valeur ajoutée, mais acceptée)
- MURI (tâche excessive, trop difficile, impossible)
- MURA (irrégularités, fluctuations)

Le gaspillage est tout sauf la quantité minimum requise de machines, de matériaux, de pièces et de temps de travail, absolument essentielle à la création de produit ou de service.

On s'intéressera dans cette partie au MUDA, ces derniers étant au nombre de 7, à savoir :

- Surproduction ;
- Sur stockage ou Stocks inutiles ;
- Transports et Déplacements inutiles ;
- Surprocessing ou Traitements inutiles ;
- Mouvements inutiles ;
- Erreurs, défauts et rebuts ;
- Temps d'attente ;

Dans notre étude, seuls les 2 premiers MUDA nous intéressent.

a. MUDA Surproduction

Au sein de YMM, le département production partage un fichier journalier 'Daily production' où il est mentionné :

- Projet – Famille – Chef de ligne – Quantité planifiée – Quantité produite

La figure 23 ci-dessous indique la quantité surproduite 'en vert' par famille.

W	Family	Line Leader	6	T. OUTPUT	Total Prod	Total D.T
			Dir/prod			
	PLAFONNIER	SANAE		280	49%	0
		Total Line-PLAFONNIER-	0	1192	83%	0
		Gap MPS		32		
	PCU/ langeron	JAMAL		0	#DIV/0!	0
		Total Line-PCU + langeron -	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0
		Gap MPS		0		
	MULTIMEDIA	ABDESSAMAD		2863	103%	0
		Total Line-MULTIMEDIA-	#DIV/0!	2863	103%	0
		Gap MPS		20		
	Lecteur de carte	JAMAL		0	#DIV/0!	0
		Total Line-Lecteur de carte-	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0
		Gap MPS		0		
	Volet pilot	JAMAL		1825	92%	0
		Total Line-Volet pilot-	#DIV/0!	1825	92%	0
		Gap MPS		25		

Figure 23 Daily WIP production

Ne pas produire la quantité planifiée demeure un problème, mais qui reste résolvable.

Or, produire plus que le besoin est un problème grave. Une consultation du fichier montre qu'effectivement, les chaînes produisent souvent plus que ce qui a été planifié.

b. MUDA Sur stockage (WIP)

Le Work In Process ou encours de production peut prendre diverses formes : il peut s'agir de matières premières ou de composants en attente d'être transformés, de matières premières et de composants en cours de transformation, ou de produits fabriqués, qu'il s'agisse de composants, de produits semi-finis ou de produits finis en attente d'une opération de production ou d'une évacuation vers les magasins de stockage.

Notre étude ne concerne que les produits semi finis. Afin de savoir l'état des chaînes de production, des descentes sur terrain deviennent une nécessité. En effet, lors des audits, il s'avère que les pagodes connaissent un sur stockage. Ce problème n'est autre que le fruit d'un désordre dans la gestion de production, désordre provenant directement de la boucle kanban.



Figure 24 Pagode surchargée

2. Brainstorming

a. Définition 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. Ce dernier 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.

b. Application

Après s'être réuni, différentes exigences ont été citées :

- Les paramètres de la boucle kanban ne doivent pas être générales pour l'ensemble des produits semi finis.
- Il doit y avoir une réduction des lots de size.
- Il doit y avoir une bonne répartition des fils et donc un bon visuel des pagodes.

A partir de ces exigences, j'ai pu suggérer les scénarios suivants :

- Choisir une chaîne critique.
- Vérifier si le standard est respecté d'abord, sinon l'appliquer pour que l'amélioration puisse être remarquée.
- Créer une classification des produits semi finis.
- Réduire le lot size des références critiques.
- Chronométrer le temps de production par processus et modifier le RLT.
- Refaire de même pour l'ensemble des chaînes de production.

3. Mesure des taux d'arrêt

Afin de mettre en œuvre les propositions citées, à commencer par le choix d'une chaîne critique, on a pensé d'abord à détecter les chaînes critiques vis-à-vis du nombre d'heures d'arrêts. Le tableau 5 ci-dessous représente le total des arrêts de production survenus durant la période week 01-week 06 de l'année 2016 pour les deux projets XFB et JFC.

Famille	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 5	Week 6	TOTAL NBR H
JFC -ARR	8,33	2,81	1,04	1,6	1,94	2,69	18,41
XFB-ARR	3,28	1,19	1,58	3,57	1,08	2,88	13,58
XFB-AV MOT	2,55	1,41	4,1	0,37	0,67	1,29	10,39
XFB-PDB/02			4,59	1,58	1,7	2,32	10,19
JFC -PDB	3,67	1,2	0,55	0,25	0,15	1,38	7,2
JFC -Smalls 2	1,51	0,23	0,73	0	0,45	0,33	3,25
JFC -Smalls 4	1,35	0,25	0,42	0	0	0,67	3,09
XFB-PDB/01			0,83	0,53	0,75	0,5	3,01
XFB-HAYON	0,81	1,68	0	0	0	0	2,49
JFC -AV MOT	2	0	0	0	0	0	2
XFB-B. AVANT	0,76	0	1,19	0	0	0	2,35
XFB-PCU/LONGERON	0,25	0,5	0	0,67	0	0	1,42
XFA-PDB	0	0	1,25	0	0	0	1,25
XFB-P. COND/PASS	0,23	0,68	0	0	0,33	0	1,24
XFB-B.ARR	0,18	0,33	0,42	0	0	0,17	1,1
XFB-PLAFONNIER	0,25	0,83	0	0	0	0	1,08
XFB-P.ARR	0,33	0,3	0,33	0	0	0	1,36

Tableau 5 Arrêts de chaînes

D'après le tableau, il s'avère que les chaînes de production des grandes familles connaissent un nombre d'heures d'arrêts élevé. Or, un arrêt de chaîne est dû à plusieurs facteurs, y compris les pannes mécaniques. Ceci dit, et pour déterminer la chaîne critique par rapport à des causes ayant une relation avec la boucle kanban, on a procédé par un vote pondéré uniquement pour les grandes familles.

3. Vote pondéré

Le vote pondéré permet d'effectuer un tri parmi les différents éléments qui apparaissent après un déballage d'idées. C'est un outil permettant d'éliminer les idées secondaires et de se focaliser sur les plus importantes. Le vote est réalisé avec une pondération de 0 à 4.

- 0 : Problème sans gravité
- 1 : Gravité faible

- 2 : Gravité moyenne
- 3 : Gravité importante

Le tableau ci-dessous représente le résultat du vote pondéré.

Problèmes	XFB-PDB/01	XFB-PDB/02	XFB-AV MOT	JFC - PDB	JFC - ARR
Surproduction	3	3	2	0	0
Respect FIFO	3	3	1	1	1
Manque d'adresse	3	3	1	1	1
Faute ou manque identification	3	3	1	1	1
Emplacement (loin % au poste d'alimentation)	3	2	3	3	3
Pagodes	2	2	2	0	3
Lot size	3	3	2	0	1
Structures	2	2	1	0	1
Séparation	0	0	0	0	2
2 SN semblables (physiquement)	3	3	3	3	0
Nombre de distributeur /chaine	2	1	0	1	1
SOMME	27	25	16	10	14

Tableau 6 Vote pondéré

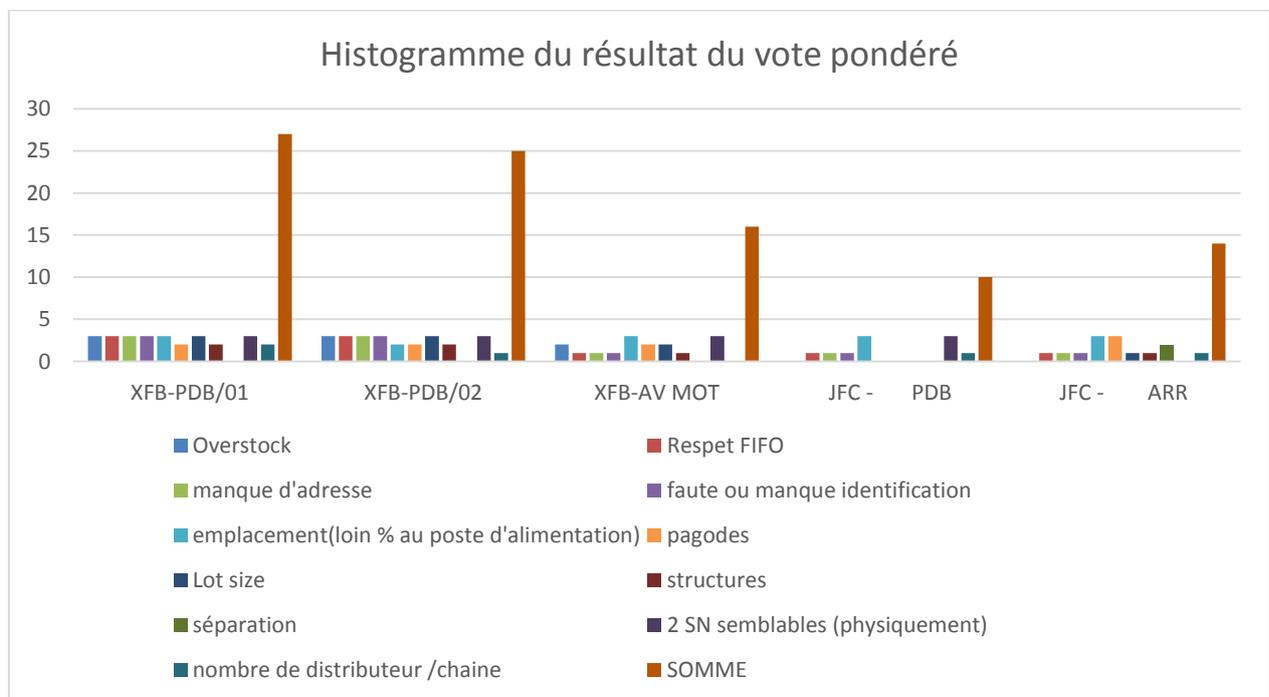


Figure 25 Résultat vote pondéré

On constate que la chaîne XFB-PDB est la chaîne contenant le plus d'anomalies, ce sera donc notre chaîne de départ.

4. Mesure de la valeur actuelle des encours

L'état de stock au sein de la production est une variable de la consommation. Afin de mesurer l'état actuel du WIP, et pour s'assurer que la quantité sur système reflète exactement la réalité, il a fallu faire un suivi journalier en procédant par des inventaires et des extractions du système.

Matériel	Position	BS	AVG W15	Lot Size W15	Quantité inventaire	Value (9h)	
						MAD	QTY
S001930946	R3.PDB.A01	100	330	500	1290	782,21	1.817
S001930961	R3.PDB.A02	100	330	500	1135	861,89	1.892
S001931386	R3.PDB.A04	25	330	500	1058	3.141,19	1.894
S001931389	R3.PDB.A05	10	330	500	981		
S001931706	R3.PDB.A08	50	60	100	47	1.153,21	332
S001931242	R3.PDB.A13	100	330	500	1004	977,69	1.738
S001931244	R3.PDB.A14	100	330	500	1162	1.874,80	2.093
S001931245	R3.PDB.A15	100	330	500	584	1.453,83	2.235
S001931246	R3.PDB.A16	100	330	500	309	527,6	790
S001931247	R3.PDB.A17	100	330	500	1041	543,08	590
S001931248	R3.PDB.A18	100	330	500	2003	1.899,48	2.040
S001931251	R3.PDB.A19	100	330	500	630	1.778,64	1.235
S001931347	R3.PDB.A20	100	300	500	811	930,03	1.704

Tableau 7 Mesure des encours

On remarque que la quantité sur système est flagrante, c'est équivalent à 3 fois le lot size.

Or, l'inventaire montre une valeur légèrement inférieure au système, mais qui demeure très élevée par rapport à la quantité qui est censée exister sur terrain.

Etant donné ce statut-là, on a compris que le système affiche un stock fictif. Ceci dit, il a fallu procéder à un inventaire général du WIP afin de remplacer les données existantes, et qui le plus souvent sont erronées, par des données plus fiables, de tel sorte que le système reflète exactement le terrain, et ceci afin que notre étude soit fondée sur des données réelles et non pas fictives.

5. Ecart entre la planification et l'état actuel du stock

D'après les indicateurs de la figure suivante, on constate que :

- La valeur optimale est de 1.7 j de stock
- La valeur actuelle varie de 1.58 à 3.09 jours de stock
- L'écart entre la valeur souhaitée et celle actuelle peut atteindre une valeur de :

$$291\ 740 - 160\ 504 = 131\ 236 \text{ Euro}$$

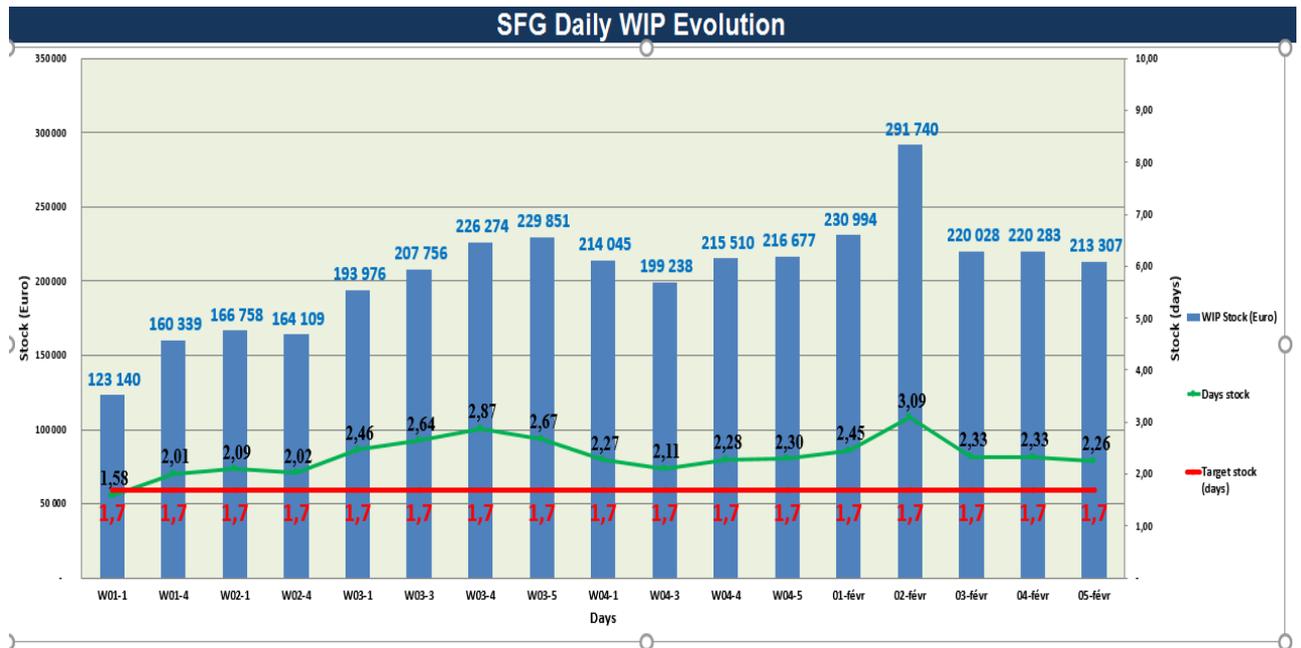


Figure 26 Valeur du WIP-Ecart de stock

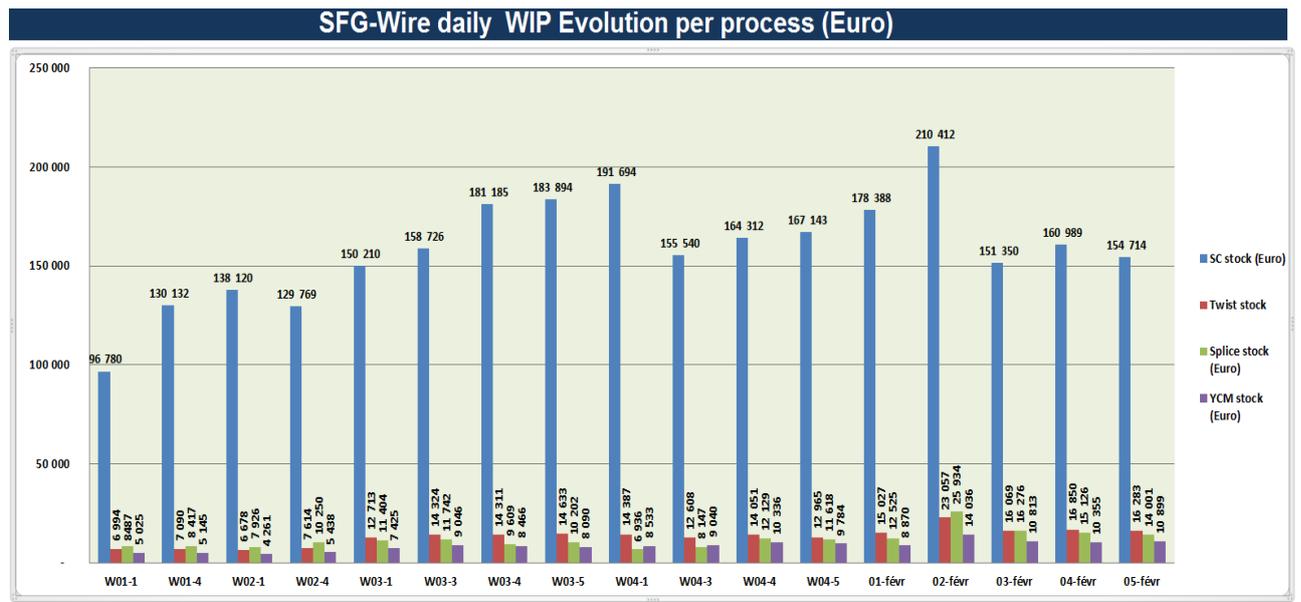


Figure 27 Ecart du stock (par processus)

Les figures ci-dessus montrent clairement que l'augmentation des encours, dont la valeur peut atteindre 3.000.000 dirhams, est surtout due à l'augmentation des fils simples.

En effet, la valeur des fils simples (soit 210 412 € pour le 02 février) représente 72% de la valeur totale des encours.

Le tableau suivant montre le pourcentage de la valeur des encours par type de fils.

Type de fil	Valeur en €	Pourcentage
Circuit simple	210412	72%
Twist	23057	8%
Joint	25934	9%
Sertissage manuel	14036	5%
Matière première	18301	6%
Total	291740	100%

Tableau 8 Pourcentage de la valeur des encours par type de fil

Conclusion

Lors de ce chapitre, on a pu détecter un ensemble de problèmes. Suite à un vote pondéré, on a conclu que la chaîne XFB PDB est la chaîne de production la plus critique. Aussi, on a pu déterminer un écart de stock qui peut atteindre une valeur de plus de 100 000 euro, avec une valeur de WIP élevée pour les circuits simples.

CHAPITRE III : Analyse des données

Dans ce chapitre, on va faire une analyse des différents données collectées puis une identification des problèmes à résoudre.

On va commencer par une analyse des 5M suivi d'une AMDEC et enfin une analyse de l'EDI.

I. Analyse des 5M du processus

Notre analyse doit commencer par une analyse qui soit la plus exhaustive possible des sources de dispersion. Quelles sont les causes de la variabilité sur le processus source de non-satisfaction ?

Un des outils d'analyse parmi les plus utilisés est le diagramme en arête de poisson (diagramme d'Ishikawa). On identifie cinq causes fondamentales de variabilité :

- **Main-d'œuvre** directe ou indirecte du processus.
- **Moyens** mis en œuvre (machine, outillage).
- **Méthodes** retenues pour la conduite du processus.
- **Matières** utilisées.
- **Milieu** dans lequel le processus évolue.

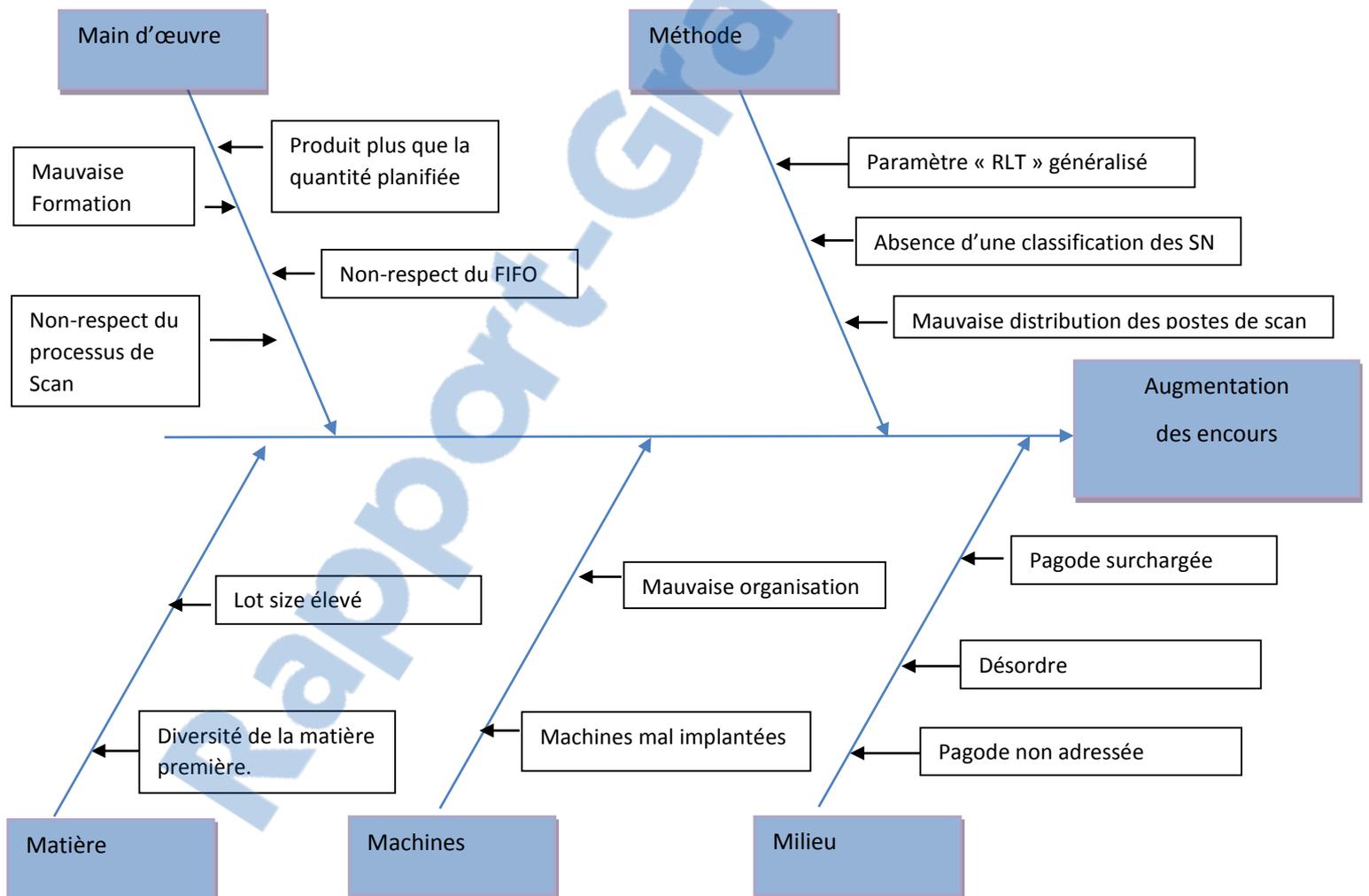


Figure 28 Diagramme Ishikawa

Nous constatons qu'il existe plusieurs causes donnant naissance à une perturbation de la boucle Kanban.

II. Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité

1. Définition de l'AMDEC

L'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC) est un outil de sûreté de fonctionnement et de gestion de la qualité. AMDEC est la traduction de l'anglais FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis), désignation d'une méthode élaborée par l'armée américaine dans les années 1940.

La criticité d'un mode de défaillance se détermine généralement par le produit (indice de fréquence) \times (indice de gravité) \times (indice de détection). Ces indices sont définis par le client, l'entreprise qui fixe également un seuil d'acceptabilité, au-dessus duquel toute criticité doit être réduite, par un moyen à définir (reprise de conception, plan de maintenance, action de surveillance, ...).

De telles analyses peuvent être adaptées à toute interrogation dans tout domaine. Elles peuvent servir de base, entre autres, aux analyses fiabilité, maintenabilité, disponibilité, qualité et testabilité.

Le but est de hiérarchiser les actions d'amélioration à conduire sur un processus, un produit, un système en travaillant par ordre de criticité décroissante.

Il existe cinq principaux types d'AMDEC :

- **AMDEC fonctionnelle**, permet, à partir de l'analyse fonctionnelle, de déterminer les modes de défaillances ou causes amenant à un événement redouté.
- **AMDEC produit**, permet de vérifier la fiabilité d'un produit développé par rapport aux exigences du client ou de l'application.
- **AMDEC processus**, permet d'identifier les risques potentiels liés à un procédé de fabrication conduisant à des produits non conformes ou des pertes de cadence.
- **AMDEC moyen de production**, permet d'anticiper les risques liés au non fonctionnement ou au fonctionnement anormal d'un équipement, d'une machine.
- **AMDEC flux**, permet d'anticiper les risques liés aux ruptures de flux de matière ou d'informations, les délais de réaction ou de correction, les coûts inhérents au retour à la normale.

Notre étude se basera sur l'AMDEC fonctionnelle, notre événement redouté étant la perturbation de la boucle kanban.

2. Méthodologie

La réalisation d'une AMDEC suppose le déroulement de la méthode comme suit :

- La constitution d'un groupe de travail.
- L'analyse fonctionnelle du procédé.
- L'analyse des défaillances potentielles.
- L'évaluation de ces défaillances et la détermination de leur criticité.
- La définition et la planification des actions.

3. Application

a. Groupe du travail

L'AMDEC étant une méthode prédictive, elle repose fortement sur l'expérience. Il est donc nécessaire de faire appel à des expériences d'horizons divers afin de neutraliser l'aspect subjectif des analyses. Ceci dit, notre groupe de travail se compose de :

- Mme Fatima Ezzahra Elhazzab : Coordinatrice ingénierie
- Mle Mounia Karama: Responsable SAP PP
- Mr. Rachad Yazough: Spécialiste SAP

b. Analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle est une démarche qui « consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur. »

La démarche est généralement conduite en mode projet et peut être utilisée pour créer (conception) ou améliorer un produit.

- L'objet visé par la démarche peut être un objet, un matériel, un processus matériel ou vivant, une organisation, un logiciel, etc.
- Les besoins sont de toute nature et sont exprimés de façon individuelle ou collective, objective ou subjective, avec des degrés de justification disparates.
- La ou les fonctions étudiées sont également diverses : fonctions de service, fonctions d'évaluation, fonctions de traitement

- Le cadre de l'étude doit être aussi pris en compte : contraintes ou variables déduites de l'environnement, la réglementation, des usages, etc.

FAST est un type de diagramme qui présente une manière de penser, d'agir, ou de parler. Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment. Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit. Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

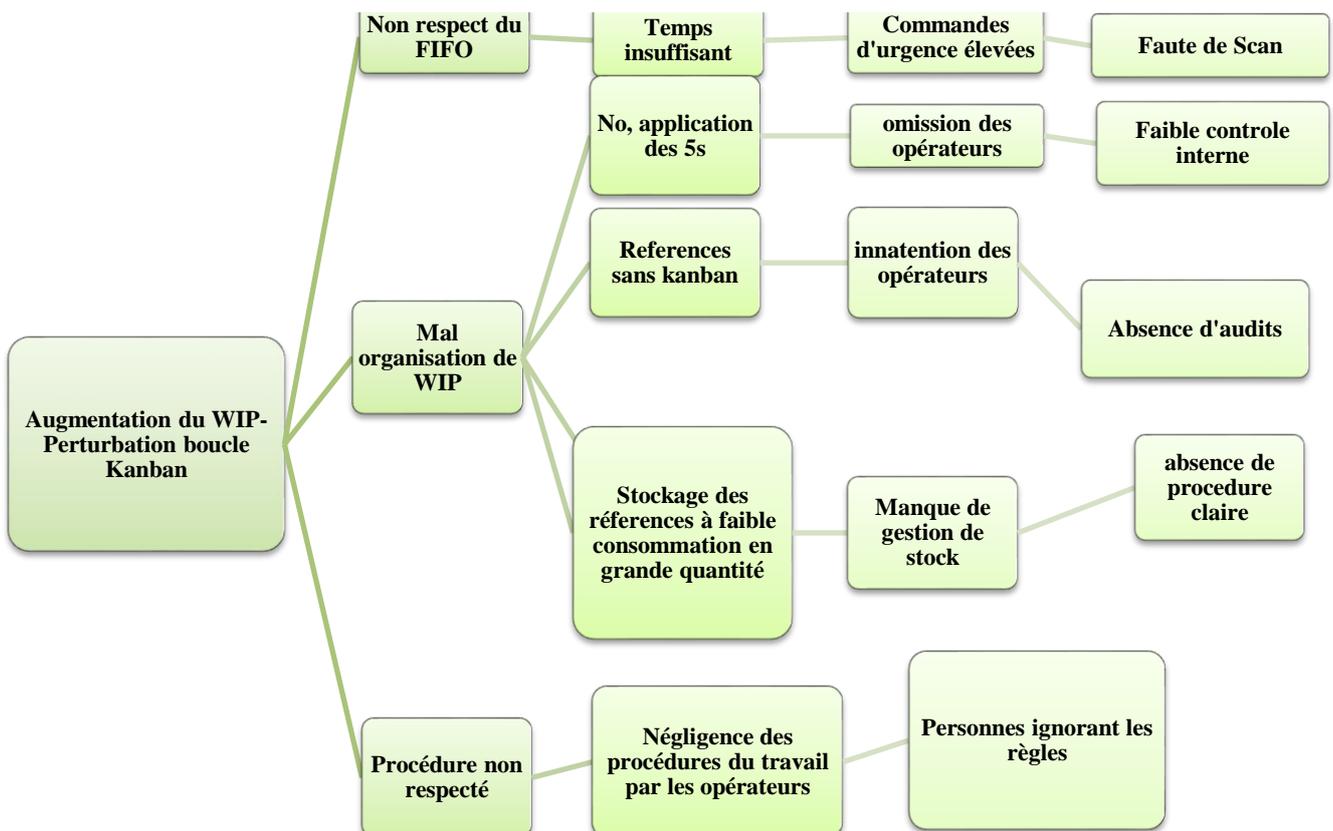


Figure 29 Diagramme FAST

c. L'analyse des défaillances

Il s'agit d'identifier les schémas du type :



Le mode de défaillance

Il concerne la fonction et exprime de quelle manière cette fonction ne fait plus ce qu'elle est sensée faire. L'analyse fonctionnelle recense les fonctions, l'AMDEC envisage pour chacune d'entre-elles sa façon (ou ses façons car il peut y en avoir plusieurs) de ne plus se comporter correctement.

La cause

C'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance. La défaillance est un écart par rapport à la norme de fonctionnement. Les causes trouvent leurs sources dans cinq grandes familles. On en fait l'inventaire dans des diagrammes dits "diagrammes de causes à effets"

L'effet

L'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance.

a. Synthèse

L'évaluation se fait selon 3 critères principaux :

• la gravité

Elle exprime l'importance de l'effet sur le déroulement du processus :

- Note 1 : Aucun effet
- Note 2 : Impact sur la production ou le système
- Note 3 : Impact sur la production et le système
- Note 4 : Risque d'arrêt de chaîne

• la fréquence

On estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire.

- Note 1 : Au moins une fois par an
- Note 2 : Au moins une fois par mois
- Note 3 : Au moins une fois par semaine
- Note 4 : Au moins une fois par jour

• la détection

Elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème.

- Note 1 : Détection automatisée (100%)
- Note 2 : Détection humaine
- Note 3 : Détection aléatoire
- Note 4 : aucun moyen de détection

La criticité

Lorsque les 3 critères ont été évalués dans une ligne de la synthèse AMDEC, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité.

$$C = G * F * D$$



ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCES ,DE LEUR EFFETS ET DE LEUR CRITICITES

Mode de défaillance	Causes	Effets	G	D	F	C	Plan d'action
Chaîne P3 a besoin de SN en urgence	Operateur ne scanne pas SAP 'Scan Empty' ou le fait en retard	Perturbation P1-P2 ; Non-respect des procédures	4	2	4	32	-Sensibiliser les distributeurs -Créer un tableau de bord « back flash vs scan Empty » -Comparer RLT et DT
Pagode surchargée 1	Lot size élevé	-Structure risque de tomber Difficile de respecter FIFO -Risque d'endommagement des fils	3	2	4	24	Réduire lot size

Pagode surchargée 2	Bundle posé dans un emplacement erroné	Non-respect du FIFO -Risque d'obsolescence -Risque de Scrap	4	3	4	48	Procéder via des audits réguliers
Pagode surchargée 3	Trop de fils à grandes sections dans la même structure	Réclamation de la production - Risque de rendre la structure instable	2	2	4	16	Conception d'une structure pour les fils grandes sections
Emplacement Bundle loin du poste de montage	Mauvaise distribution par service SAP - Manque d'emplacement	Réclamation de la production - Muda (Gaspillage de temps et énergie)	4	2	4	32	Ré-adressage des chaînes de production en essayant de mettre chaque SN devant son poste
Pagode sans adresse - Adresse erronée - SN erroné sur adresse	Déplacement structure sans informer service SAP- Faute de saisie	Confusion du distributeur	3	2	4	24	Demander à être informé lors d'un déplacement d'une structure- Ré impression des étiquettes contenant les données exactes
RLT = 24h quel que soit SN	Absence de classification SN - Pas de LT spécifique à chaque SN	Nombre de Kanban élevé - Lot size élevé - Quantité WIP élevé	4	1	4	16	Calculer temps nécessaire de production par processus- - Affecter à chaque catégorie SN un RLT spécifique
SF = 1,5 quel que soit SN	Absence de classification SN	Nombre de Kanban élevé - Lot size élevé - Quantité WIP élevé	3	1	4	12	Classifier les SN par Take rate - Réduire SF pour les Low Runner
COGI	Distributeur ne scanne pas 'Scan FULL' - Utilisation d'un SN au lieu d'un autre	Pas d'impression d'ordre de production - Travail hors processus - Génération d'erreur sur système	3	2	4	24	Sensibiliser les distributeurs de l'importance du scan - Mettre en œuvre le 'Box Complétion'

Tableau 9 AMDEC

Pour déterminer les causes premières de tous types de problèmes, nous avons souvent recours au principe de Pareto. Le principe de Pareto, également connu sous le nom de règle des 80/20, part du principe que 80 % des conséquences d'un problème résultent en générale de seulement 20 % de ses causes. A partir de là, la méthode de Pareto offre une technique simple permettant de quantifier la gravité d'un problème et d'identifier les causes les plus importantes auxquelles il faut s'attaquer.

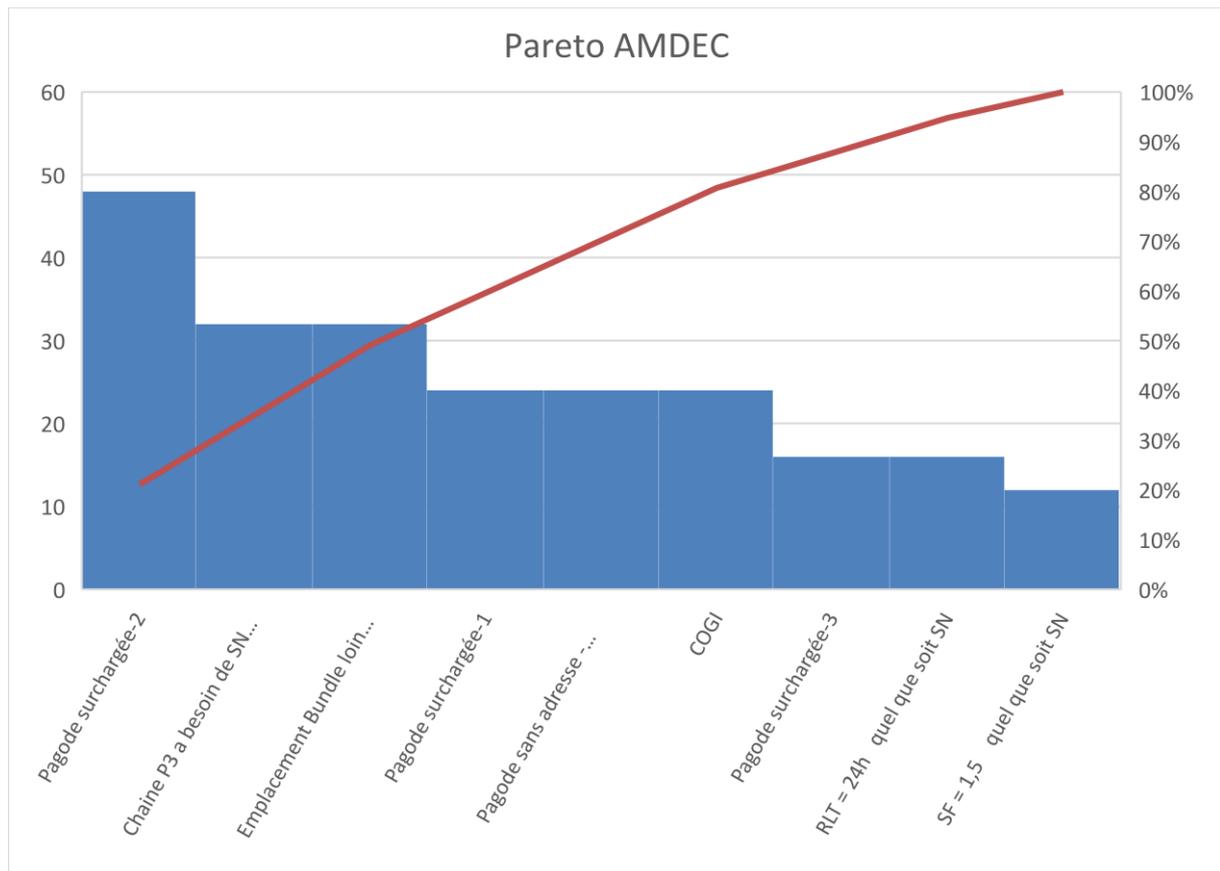


Figure 30 Analyse PARETO de l'AMDEC

D'après le diagramme de Pareto, il s'avère que le problème de la pagode surchargée avec des fils dont l'emplacement est erroné représente un haut niveau de criticité. En effet, le distributeur de la chaîne, une fois le besoin exprimé, cherche les fils pour les alimenter, mais en vain, car la pagode est vide. Il exprime, donc, un besoin en urgence auprès de la coupe. Cette dernière produit une quantité en urgence afin d'éviter l'arrêt de chaîne, alors qu'une quantité déjà coupée auparavant existe mais dont le distributeur ignore l'emplacement. L'augmentation des encours est donc inévitable.

III. Analyse de l'EDI

L'analyse de l'EDI nous permettra de classer les références des faisceaux de câble selon leur fréquence de production.

Dans ce cas nous obtenons 3 catégories de références :

- **High Runner** : sont les références de faisceau de câble qui sont les plus commandés et produit dans les chaînes de montage.
- **Medium Runner** : sont les références de faisceau de câble commandé et produits avec une fréquence moyenne.
- **Low Runner** : sont les références de faisceau de câble commandés et produits rarement dans les chaînes de montage.

Cette classification servira par la suite à décider de la fréquence d'utilisation d'un composant dans une référence de faisceau de câble.

En plus de cette classification, nous avons pris en considération un autre facteur :

- **Pénétration des composants** : est le nombre de pénétration d'un composant dans tous les faisceaux de câble ; un composant peut pénétrer un câble une à plusieurs fois, comme il peut ne pas être présent dans d'autres.

On a procédé comme suit :

- **Moyenne arithmétique** : consiste à sommer toutes les pénétrations d'un composant et diviser la somme par le nombre de faisceaux de câble concernés.

$$\text{Moyenne arithmétique} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Pénétration}}{\text{Nombre total des faisceaux de câble}}$$

1. Matrice XFB XFX

a. Spécification par Take rate

Lors de la réception d'un nouveau projet, les chefs de projet reçoivent de la part du client un fichier contenant la quantité souhaitée par PN au sein de chaque famille du projet. Ce fichier est nommé : Take Rate. Pour le cas du projet XFB, le taux de monte est représenté sur le tableau suivant :

Ref	Famille	Veh	DG/DD	Tx monte théorique	Tx monte EDI
285C66178R	ADD_LECTEUR_BADGE 1540 JFC	BFB/KFB	DG/DD	69,00	69,00
241635539R	ARRIERE	BFB	DG/DD	1,90	1,73
241635289R	ARRIERE	BFB	DG/DD	16,00	21,50
241636371R	ARRIERE	BFB	DG/DD	7,00	0,40
241631655R	ARRIERE	BFB	DG/DD	15,00	17,03
241634465R	ARRIERE	BFB	DG/DD	0,40	0,52
241633820R	ARRIERE	BFB	DG/DD	0,10	0,10
241634376R	ARRIERE	BFB	DG/DD	0,10	0,10
241634720R	ARRIERE	BFB	DG/DD	17,70	45,00
241634951R	ARRIERE	BFB	DG/DD	0,05	0,12
241630321R	ARRIERE	BFB	DG/DD	0,20	2,65
241636402R	ARRIERE	BFB	DG/DD	2,30	5,89
241636921R	ARRIERE	BFB	DG/DD	1,55	4,18
241639623R	ARRIERE	BFB	DG/DD	0,40	0,79
241637298R	ARRIERE	KFB	DG/DD	4,00	NA
241638144R	ARRIERE	KFB	DG/DD	3,00	NA
241631886R	ARRIERE	KFB	DG/DD	3,00	NA
241639228R	ARRIERE	KFB	DG/DD	5,00	NA

Tableau 10 Take rate – Projet XFB

Disposant du Take rate par FN, et aussi d'une matrice contenant la pénétration de chaque SN, il a fallu faire un produit matriciel afin d'obtenir la quantité souhaitée par SN, et donc de pouvoir spécifier si le produit semi-fini est un produit à grande consommation ou à faible consommation.

Calculons le take rate du S001932757 :

$$\% \text{ Take rate} = (1 * 0.20) + (1 * 17.70) + (1 * 0.05) + (1 * 16) + (1 * 1.90) + (1 * 7) + (1 * 2.30) + (1 * 1.55) + (1 * 0.40) = 47.10.$$

Un SN dont le % de take rate est :

- < 30 % sera considéré comme un Low runner.
- 31<%<60 sera considéré comme un médium runner.
- > 60 % sera considéré comme un high runner.

S001932757 est donc un SN medium runner, c'est une référence à moyenne consommation.

SN	Family	Description	Type	Adresse	MRP	F000113313	F000113317	F000113355	F000113357	F000113359	F000113361	F000113362	F000113364	F000113365	F000113371	F000113372	F000113375	F000113381	Nbr FN	Pen	%	Type	
S001932757	Arriere BFB	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	CC	CC.A.12	A221	1					1	1	1	1	1	1	1	1	13	9	68%	Common	
S001932758	Arriere BFB	Circuit 0047 A3ZP 0.35 BR/W	SC	TW.AR.B41	A221	1													1	13	2	15%	Specific
S001932759	Arriere BFB	Circuit 0048 A3ZP 0.35 PW	SC	TW.AR.B42	A221	1													1	13	2	15%	Specific
S001932760	Arriere BFB	Circuit 0026 A3ZP 0.35 PW	SC	TW.AR.B43	A221	1													1	13	2	15%	Specific
S001932761	Arriere BFB	Circuit 0027 A3ZP 0.35 BR/W	SC	TW.AR.B44	A221	1													1	13	2	15%	Specific
S001932762	Arriere BFB	Circuit 0001 A3ZP 0.35 PW	SC	TW.AR.B45	A221	1													1	13	2	15%	Specific
S001932763	Arriere BFB	Circuit 0002 A3ZP 0.35 BR/W	SC	TW.AR.B46	A221	1													1	13	2	15%	Specific
S001932764	Arriere BFB	Circuit 0003 A3ZP 2 B	SC	R3.AR.B49	A221	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	100%	Common	
S001932765	Arriere BFB	Circuit 0004 A3ZP 2 B	SC	R3.AR.E37	A221	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	100%	Common	
S001932766	Arriere BFB	Circuit 0005 A3ZP 2 B	SC	R3.AR.B51	A221	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	100%	Common	
S001932767	Arriere BFB	Circuit 0057 A3ZP 0.75 B/BR	SC	R3.AR.E31	A221	1			1		1		1	1	1	1	1	1	13	7	54%	Medium	
S001932768	Arriere BFB	Circuit 0058 A3ZP 0.75 B/BR	SC	R3.AR.E33	A221	1				1		1		1				1	13	5	38%	Medium	

Tableau 12 Matrice XFB – SN par % de pénétration

Arrivé à ce stade, on a pu classer chaque SN de la famille XFB. Il est désormais possible, grâce à cette classification, de choisir un plan d'action convenable afin de réduire le lot size du SN, ceci en procédant à des changements du RLT et du BS. Cette analyse a été faite pour l'ensemble des produits semi finis des 2 projets XFB et JFC.

Conclusion

Lors de ce chapitre, on a pu grâce à un calcul matriciel, classer les SNs en 6 classes, 3 par rapport au pourcentage de pénétration et 3 par rapport au take rate. Ensuite, et grâce à une multitude d'analyses, on a pu déterminer les causes majeures de la perturbation de la boucle kanban. La surcharge des pagodes étant l'un des problèmes, un ré adressage des chaines de production s'avère une priorité.

CHAPITRE 4 : Recherche des idées et élaboration des solutions

Ce chapitre est dédié à la recherche et l'élaboration des solutions pour résoudre les problèmes identifiés lors de la phase précédente

I. Ré-adressage des chaînes de Production

1. Chaîne XFB PDB

La chaîne XFB PDB est la chaîne la plus critique. Elle représente le grand nombre de problèmes. Ce sera donc notre première chaîne d'étude.

En effet, après avoir pu rassembler le maximum de problèmes, on a pu procéder à un ré-adressage de cette chaîne. Lors de cet adressage, plusieurs critères ont été tenu en considération, à savoir :

- Avoir chaque SN devant son poste
- Répartir les SN dans la même structure en tenant compte de la section, la couleur, et le type de processus « Twist -Joint ou fils longs sont mis au bas niveau ».
- Appliquer la norme d'emballage sur l'étiquette.

Norme emballage :

Longeur (mm)	Section																				
	0.13	0.30	0.35	0.50	0.75	0.85	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	15	20	25	SH
1-500	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
501-800	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
801-1600	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
1601-2600	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
2601-3600	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3601-4600	E	E	E	E	E	E	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C
Plus de 4601	F	F	F	F	F	F	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C

Le tableau ci-dessous représente les dimensions correspondantes à chaque type d'emballage

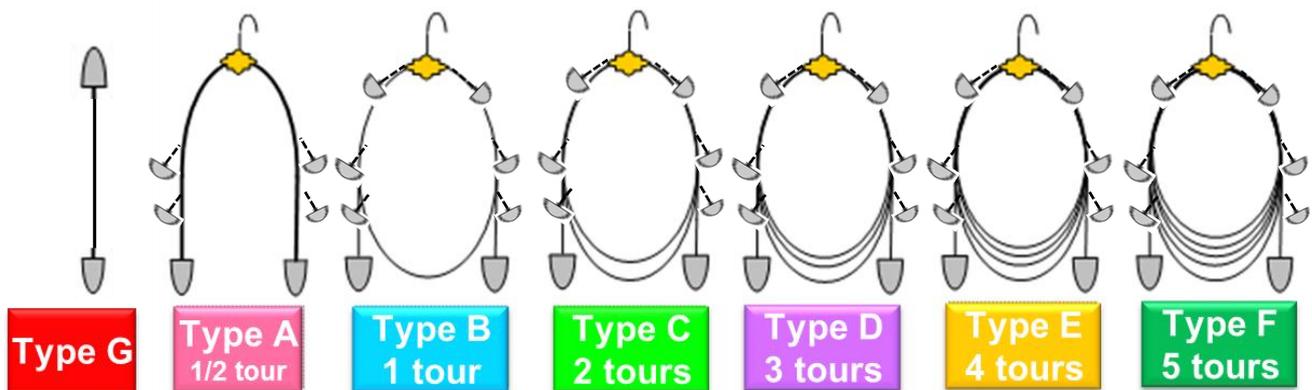


Figure 31 Norme d'emballage

Cette nouvelle méthode d'adressage a rendu facile le travail du distributeur et permet aussi de détecter facilement une quelconque anomalie lors d'un audit.

Nouvelles étiquettes :

Avant



Après



Figure 32 Nouvelles étiquettes

Famille	SN	Problème	Adresse actuelle	Adresse future
XFB- PDB	S001932541	Pour poste SPS8	R3-PDB-G26	SPS 8
XFB - PDB	S001932445	Pour poste 5	R3-PDB-G25	5
XFB - PDB	S001931030	Pour poste 2	R3-PDB-M03	2
XFB - PDB	S001931026	Pour poste 1	R3-PDB-J01	1
XFB - PDB	S001931028	Pour poste1	R3-PDB-M02	1
XFB - PDB	S0019311052	Pour poste3	R3-PDB-L04	3
XFB - PDB	S001931297	Pour poste4	R3-PDB-L16	4
XFB- PDB	S001931304	Pour poste4	R3-PDB-L18	4
XFB- PDB	S001932444	Pour poste 9	R3-PDB-E26	9
XFB - PDB	S001932531	Manque adresse	R3-PDB-C22	
XFB - PDB	S001931420	Manque adresse+structure	R3-PDB-B26	

Tableau 13 Ancien adressage XFB PDB

Cartographie XFB PDB :

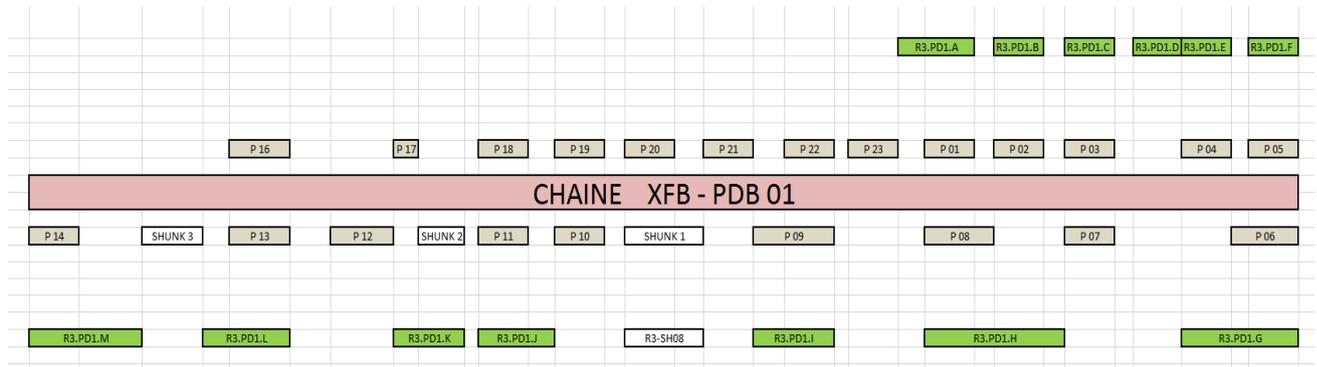


Figure 33 Cartographie XFB PDB

Nouvelles adresses :

Matériel	Matériel Description	Storing Position
S001930946	Circuit 0006 A3ZP 0.35 B/W	R3.PDB.A01
S001930961	Circuit 0130 A3ZP 0.35 B/W	R3.PDB.A02
S001931028		R3.PDB.A03
S001931386	Double Crimping 009 See drawing	R3.PDB.A04
S001931306	Circuit 0267 A3ZP 4 R/BR	R3.PDB.A11
S001931026		R3.PDB.B14

Tableau 14 Nouvel adressage XFB PDB

2. Chaîne XFB PDB dupliquée

Nouvelles adresses :

Matériel	Matériel Description	Storing Position	Max Length	Section	Type
S001931026	Circuit 0008 A3ZP 0.35 P/W	R3.PD2.A01	1750	0,35	C
S001931388	Double Crimping 011 See drawing	R3.PD2.A02	1480	1	B
S001930946	Circuit 0006 A3ZP 0.35 B/W	R3.PD2.A03	1000	0,35	B
S001931246	Circuit 0077 A3ZP 0.5 R	R3.PD2.A04	980	0,5	B
S001931050	Circuit 0075 A3ZP 0.5 Y	R3.PD2.A05	965	0,5	B

Tableau 15 Nouvel adressage XFB PDB-2

Nouveau visuel des pagodes :

Avant



Après



Figure 34 Nouveau visuel des pagodes

Le tableau (Tableau 15) ci-dessus donne des exemples de SNs dont les adresses ont été changées. On remarque clairement que les SNs, dont l'emplacement précédent était très loin de leur poste d'alimentation, sont désormais placés dans l'emplacement exact. Arrivé à ce stade, on dispose d'une chaîne de production ré adressée, chaque SN devant son poste d'alimentation, et positionné dans la pagode par rapport aux critères cités auparavant(Figure34). Cependant, un nouveau problème a fait surface, c'est celui des fils à grandes sections.

II. Conception d'une nouvelle structure pour les fils grandes sections

1. Choix des familles

L'un des problèmes majeurs au sein de la zone de production est le risque que représente les structures trop chargées, un risque provenant non pas de tout les fils mais de ceux à grandes sections. Une pagode trop chargée risque de tomber à n'importe quel instant, et de causer non seulement des dégâts matériels mais aussi humains.

Ceci dit, nous avons procédé à la résolution de ce problème, d'abord via un choix des chaînes critiques au sein de la zone d'assemblage, ensuite via une conception d'une nouvelle structure dédiée au fils à grandes sections.

Une classification des SNs par leurs sections et leurs poids a permis de détecter les références critiques. Une partie des SNs à retirer de ces chaînes de production sont cités dans le tableau ci-dessous :

Matériel	Matériel Description	Position	Section	Poids unitaire (g)	BS	Poids Bundle
S001184619	Joint 0094 See drawing	R2. AM.D.01	27	300	25	7500
S001456938	Circuit 0156 NF3ZZ 10 R	R2. AM.D.02	10	82,441	25	2061,025
S001456934	Circuit 0066 NF3Z 4 R/BR	R2. AM.D.03	4	73,54	25	1838,5
S001456971	Joint 0095 See drawing	R2. AM.F.01	27	302,508	25	7562,7
S001456957	Circuit 0356 NF3ZZ 25 R	R2. AM.F.02	25	207,565	25	5189,125
S001456958	Circuit 0359 NF3ZZ 10 R	R2. AM.F.03	10	155,78	25	3894,5
S001456975	Double Crimping 003 See drawing	R2. AM.F.04	6,5	206,968	25	5174,2
S001456972	Joint 0108 See drawing	R2. AM.F.05	6	400,72	50	20036
S001456973	Joint 0177 See drawing	R2. AM.F.06	4,5	300,479	50	15023,95
S000805939	Circuit 0150 NF3Z 6 B	R2. AR.F.03	6	166,662	25	4166,55
S002273379	Joint 0037 See drawing	R2. AR.F.11	13,5	100		
S001456789	Circuit 0283 NF3Z 4 P/BR	R2. AR.F.14	4	138,518	25	3462,95
S001184946	Joint 0005 See drawing	R2. S5. A.13	22	300	25	7500
S001184948	Double Crimping 001 See drawing	R2. S5. A.14	10	209,96	25	5249
S001184947	Joint 0013 See drawing	R2. S5. A.16	17	300	25	7500
S001923915	Joint 0034 See drawing	R2. S5. A.17	3,5	300	50	15000
S001924641	Joint 0034 See drawing	R2. S5. A.18	4	400	50	20000
S001933050	Circuit 0225 A3ZP 4 P/BR	R3.AR.C22	4	133,9	25	3347,5
S001933052	Circuit 0227 A3ZP 4 G/BR	R3.AR.C23	4	133,7	25	3342,5
S001932940	Circuit 0229 A3ZP 4 L/BR	R3.AR.C24	4	142,332	25	3558,3
S001932942	Circuit 0231 A3ZP 4 GY/BR	R3.AR.C25	4	142,131	25	3553,275
S001932893	Circuit 0050 A3ZP 6 R	R3.AR.C28	6	157,797	25	3944,925
S001932975	Double Crimping 001 See drawing	R3. AR. E32	7	100	25	2500
S001718078	Circuit 0300 NF3ZZ 10 B	R3.AVM.A01	10	83,594	25	2089,85
S001933601	Circuit 0034 NF3ZZ 10 R	R3.AVM.A02	10	127,629	25	3190,725
S001933679	Circuit 0301 NF3ZZ 10 R	R3.AVM.A03	10	85,912	25	2147,8
S001718046	Circuit 0045 NF3ZZ 25 R	R3.AVM.A04	25	205,26	25	5131,5
S001933604	Circuit 0053 A3ZP 6 R	R3.AVM.A08	6	61,294	25	1532,35
S001933621	Circuit 0084 NF3ZZ 10 R	R3.AVM.A09	10	155,78	25	3894,5
S001593895	Circuit 0267 NF3ZZ 10 R	R3.AVM.A10	10	84,893	25	2122,325
S001933637	Joint 0036 See drawing	R3.AVM.A11	27	300	25	7500

Tableau 16 Liste des SNs grandes sections

Le tableau ci-dessus montre que le poids d'un bundle de ces références peut atteindre 15 kg.

Les chaînes où ce problème s'est manifesté sont les suivantes :

- XFB Avant moteur
- XFB Arrière
- JFC Avant moteur
- JFC Arrière
- Smalls 5 JFC

2. Cahier de charge

Cette nouvelle pagode de fils à grandes sections est censée respecter les critères suivants :

Fonction globale :

- Supporter le poids des bundles ayant une grande section.

Au regard du **milieu physique**, le système devra être :

- Fabriqué avec des matériaux résistants et adaptés aux conditions normales d'utilisation à l'intérieur de l'usine.
- D'une grandeur appropriée à son utilisation.

Au regard du **milieu technique**, le système devra être :

- Résistant au « poids » engendré par les SNs de grande section.
- Capable d'assurer un minimum de place dans la chaîne afin d'économiser l'espace.
- Soumis, préalablement, à des tests pour assurer la résistance des crochets.
- Conçu avec la même matière qui existe dans le standard des équipements de YAZAKI, autres couleurs à part le blanc et le beige ne sont pas acceptables.

Au regard du **milieu humain**, le système devra être :

- Transportable.
- Léger et sécuritaire.
- Amovible et démontable pour la réparation.

Au regard du **milieu économique**, le système devra être :

- D'un coût raisonnable pour l'ensemble des composants.
- Fabriqué avec la possibilité de réutiliser des objets déjà existants.

Au regard du **milieu environnemental**, le système devra être :

- Autant que possible fabriqué à partir de matériaux réutilisés, recyclés ou recyclables.
- Respecter les 5 S.

3. Conception d'une nouvelle structure sous CATIA V5

La figure ci-dessous montre la conception proposée pour les fils de grandes sections. C'est une structure de 3 niveaux, chacun comportant 4 crochets. Elle fait 83cm de longueur, 40 cm de largeur, et 1.82m de hauteur.

Caractéristiques :

- Dimensions (cm) : 182*83*40
- Capacité : 12 crochets

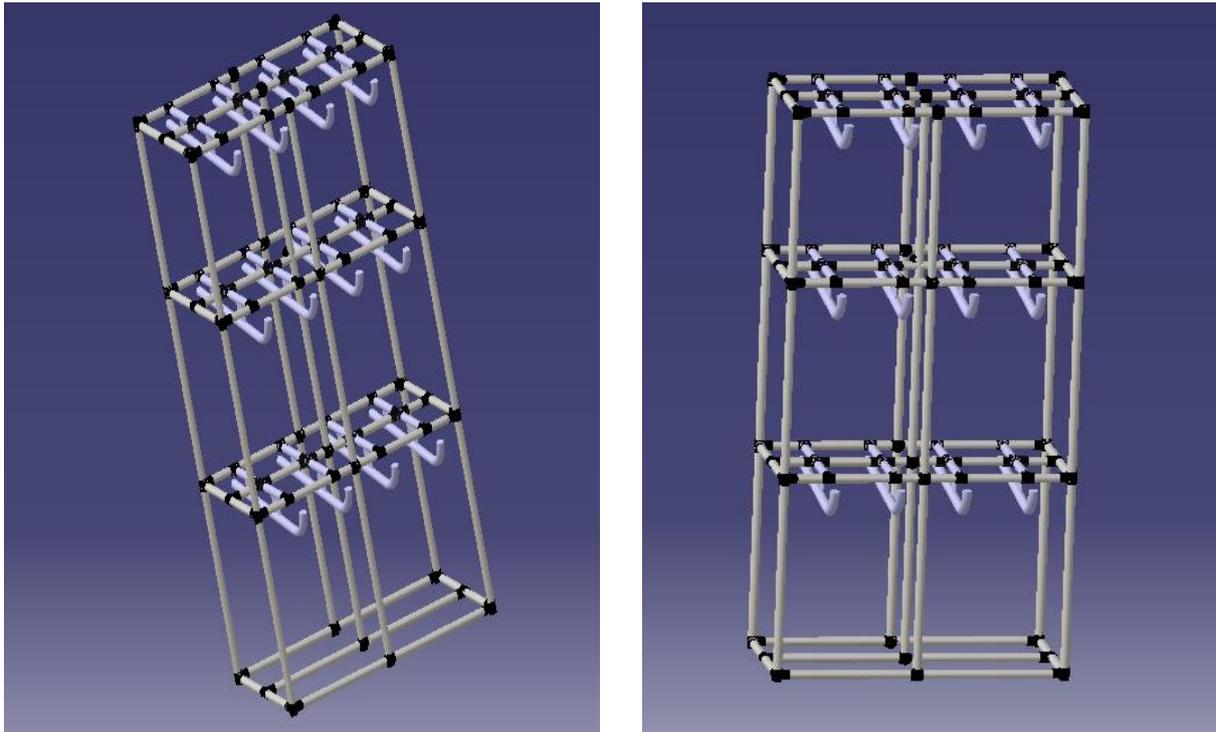


Figure 35 Conception pagodes des fils grandes sections

Cette proposition a été partagée avec le département technique. Ce dernier a apprécié la nouvelle conception et, à son tour, l'a partagée avec COSEE (le centre de standardisation d'équipements situé au siège de YEL en Allemagne) afin de faire les études nécessaires afin de la confirmer. Ceci dit, la réponse de COSEE était positive. La conception a été approuvée et la commande des équipements a été passée. YMM attend l'arrivée des équipements afin de mettre en place cette pagode.

Exemple :

SN	LS	QTY	AVG	MAX
S001931686	200	859	125	125
	200	929	125	125
	200	929	125	125
	200	899	125	125
	200	899	125	125
	200	899	125	125
	200	899	125	125
	200	869	125	125
	200	809	125	125

Tableau 18 Quantités de S001931686

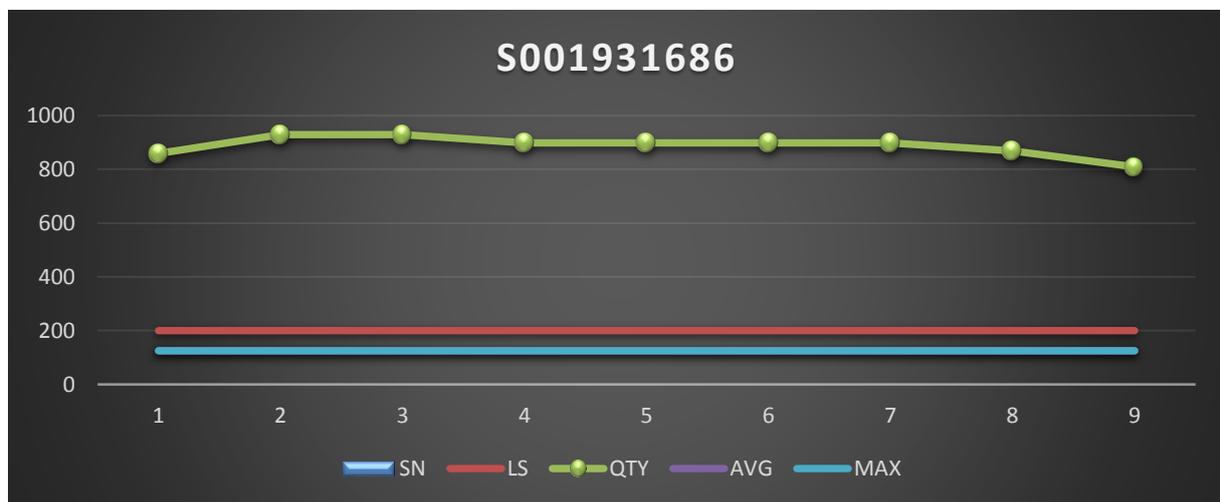


Figure 37 Quantités de S001931686

Il s'avère que la quantité de ce SN est très élevée par rapport au lot size et c'est le cas pour presque l'ensemble de ces SN.

Pour remédier à ce problème, nous avons proposé une solution : réduire le BS des SNs.

Par exemple :

Un SN avec un BS de 100, et sachant que le minimum pour avoir une boucle est de 2 kanban, aura toujours un lot size supérieur ou égale à 200, même si le besoin ne dépasse pas 100.

Or, avec un BS de 50 voir moins, le lot size va diminuer considérablement. Et sachant que ce sont des SN Low runner, il est primordial de ne couper que la quantité nécessaire à la production afin d'éviter que le reste ne soit scraper par la suite.

Pour chaque famille, et pour choisir les références critiques, on a vérifié les SNs dont la moyenne des différentes quantités prélevées est toujours largement supérieure au lot size.

SN	Lot size	AVG QTY
S001931557	150	0
S001931706	100	280
S001931705	200	838
S001931704	200	299
S001931686	200	877
S001931687	200	833
S001932526	200	221,1
S001932527	200	23,3
S001937949	0	0
S001937648	225	180
S001932582	275	0
S001937649	250	902,4
S001931707	200	145
S001931688	200	534
S001931689	200	625
S001932517	200	853,1
S001931690	200	729
S001931701	200	453
S001931702	200	735
S001931703	200	614
S001932518	200	768,1
S001932581	275	0
S001932530	100	358

Tableau 19 Comparaison Lot Size et Moyenne du système

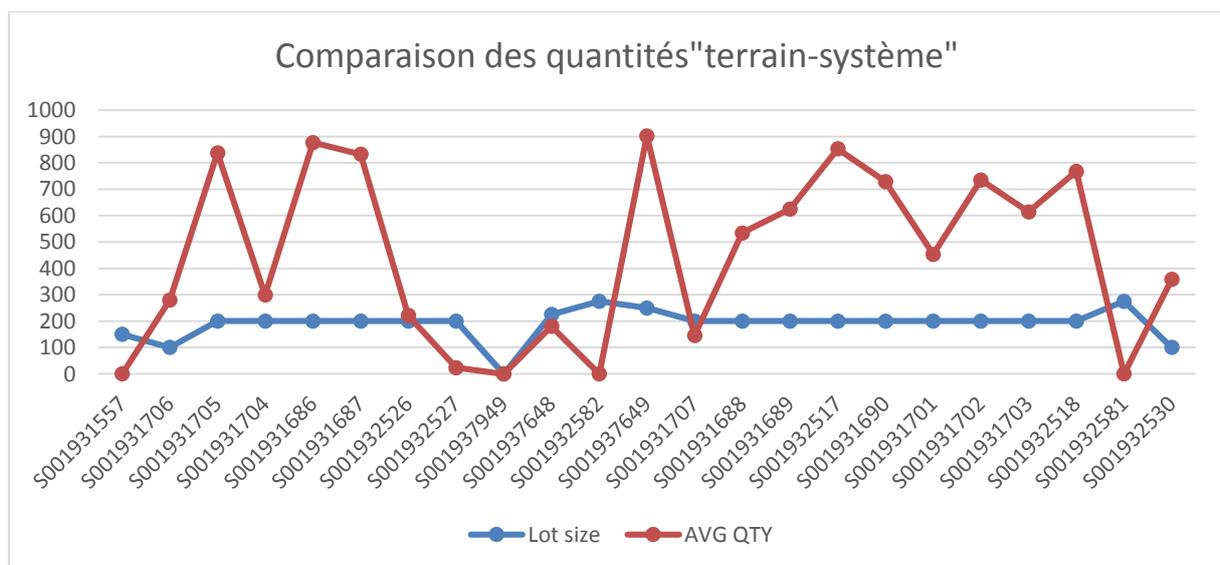


Figure 38 Comparaison des quantités "terrain-système"

LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES



On constate que les SN, dont le BS doit être mise en question, sont ceux dont la valeur moyenne de la quantité est largement supérieure au lot size

Ceci dit, une action de réduction des Bundles Size a été entamée.

Matériel	Matériel Description	Position	BS AVANT	AVG W15	Lot Size W15	Quantité inventaire	BS APRES
S001931705	Circuit 0525 A3ZP 0.75 Y/BR	R3.PDB.A23	100	30	200	1641	25
S001931704	Circuit 0290 A3ZP 0.35 P/W	R3.PDB.B21	100	60	200	460	50
S001931686	Circuit 0132 A3ZP 0.35 L/W	R3.PDB.F23	100	60	200	159	50
S001931687	Circuit 0133 A3ZP 0.35 BR/W	R3.PDB.F24	100	60	200	966	50
S001931688	Circuit 0145 A3ZP 0.35 G/W	R3.PDB.J23	100	60	200	174	50
S001931689	Circuit 0146 A3ZP 0.35 BR/W	R3.PDB.J24	100	60	200	189	50
S001931690	Circuit 0147 A3ZP 0.35 G/W	R3.PDB.L19	100	60	200	216	50
S001931701	Circuit 0150 A3ZP 0.35 P/W	R3.PDB.L20	100	60	200	239	50
S001931702	Circuit 0151 A3ZP 0.35 L/W	R3.PDB.L21	100	60	200	208	50
S001931703	Circuit 0152 A3ZP 0.35 GY/W	R3.PDB.L22	100	60	200	258	50

Tableau 20 Liste des SNs impactés

Le tableau 20 montre une première liste des SNs spécifiques et Low runner, dont les bundles size ont été réduits de 100 à 50 et 25. Désormais, au lieu de produire une quantité minimum de 200, ce chiffre a été divisé par 2, voir par 4.

Cette action de réduction a impacté des centaines de SN de la famille XFB PDB dans un premier temps, et un total de centaines de SN pour l'ensemble des projets.

Le paramètre 'BS' de la boucle kanban étant amélioré, passons maintenant au paramètre le plus important, mais surtout le plus critique, à savoir le 'RLT'.

IV. Chronométrage et modification du RLT

1. Processus « Shielded wire »

a. Définition du processus

Le processus du shielded wire est un processus long et couteux, vu la complexité et du câble et de son processus de production. En effet, après que la quantité souhaitée passe par la coupe, elle est mise sur une table où l'opérateur continue le processus de pré-assemblage.

Exemple :

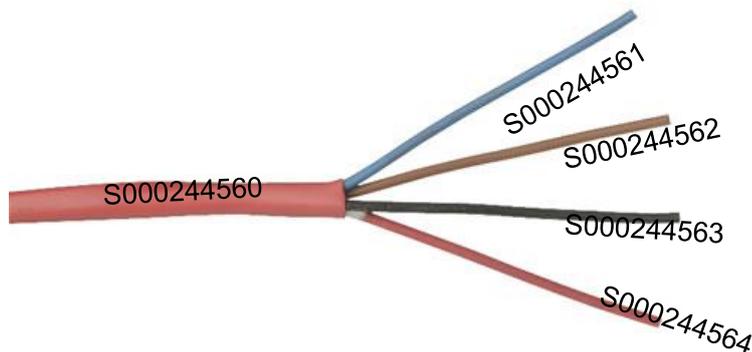


Figure 39 Exemple de shielded wire

Ce processus est constitué de 4 étapes :

- **Insertion** : étape durant laquelle l'opérateur insère un tube a un filament isolé.
- **Séchoir** : Fixation du tube.
- **Dénudage** : étape durant laquelle les 4 fils subissent un enlèvement partiel du protecteur.
- **Enrubannage** : étape durant laquelle l'opérateur entoure l'extrémité du fil par un ruban protecteur.
- **Sertissage manuelle** : insertion des terminaux.

b. Chronométrage du temps de production

Au sein de YAZAKI, à chaque SN est attribué une durée théorique nécessaire pour sa production. Ces données sont fournies par SWT.

On dispose de 45 Cut Câble pour l'ensemble des 3 projets, dont les BS varient entre 10 et 25.

Dans un 1^{er} temps, on a procédé par un chronométrage sur terrain, afin de comparer les résultats obtenus avec ceux fournis par SWT. Ensuite, on a calculé le temps nécessaire à la production de l'ensemble des 45 Cut Câble.

➤ Chronométrage du temps de coupe :

Cutting machine : Schleuniger 9600		
BS	25	10
Durée / min	3	1

Tableau 21 Temps de coupe

Il s'avère que les durées fournies par SWT coïncident avec ceux chronométrés sur terrain.

➤ Chronométrage du temps de Pré assemblage :

Processus	BS	Durée/min	BS	Durée/min
Insertion	25	7	10	4
Séchoir	25	11	10	5
Enrubannage	25	6	10	3
Dénudage	25	8	10	4
Sertissage	25	15	10	7
Total		47 min		23 min

Tableau 22 Durée de pré assemblage du shielded wire

On constate, d'après le tableau suivant, que l'opération de transformation d'un produit semi fin « Cut Câble » en un produit fini « Group wire » nécessite une durée de 47 min pour un BS de 25, et une durée de 23 min pour un BS de 10.

Matériel	Matériel Description	Kanban Quantité	Production Supply Area	Position	Durée SWT	Durée / BS
S001934114	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.01	10,282	2,5705
S001701561	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.02	10,282	2,5705
S001702171	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.03	10,176	2,544
S002172661	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.04	9,964	2,491
S002172662	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.05	9,964	2,491
S001930943	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.06	9,646	2,4115
S001930944	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.07	10,176	2,544

S001930945	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.08	10,494	2,6235
S001931642	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.09	9,858	2,4645
S001931865	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.10	10,706	2,6765
S001932626	Cut Cable Wire T7126A ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.11	11,872	2,968
S001932757	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	10	2000CAOSAP	CC.A.12	11,872	1,1872
S001184761	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.14	9,858	2,4645
S001184762	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.15	10,07	2,5175
S001184971	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.16	9,646	2,4115
S001184972	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.17	9,964	2,491
S001184973	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.18	10,918	2,7295
S001356455	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.19	9,964	2,491
S001454786	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.20	9,964	2,491
S001456593	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.21	10,07	2,5175
S001456653	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	10	2000CAOSAP	CC.A.22	12,19	1,219
S001917930	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.23	10,918	2,7295
S001918764	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.24	10,706	2,6765
S001918766	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.25	10,706	2,6765
S001920705	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.26	10,07	2,5175
S002223284	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	10	2000CAOSAP	CC.A.27	12,084	1,2084
S002089442	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.28	10,706	2,6765
S002089443	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.29	10,176	2,544
S002089444	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.30	10,918	2,7295
S002089445	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.31	10,494	2,6235
S002090024	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.32	10,918	2,7295
S001392013	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.33	10,918	2,7295
S002282168	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	10	2000CAOSAP	CC.A.34	10,706	1,0706
S002282203	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	10	2000CAOSAP	CC.A.35	10,494	1,0494
S002282100	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	10	2000CAOSAP	CC.A.36	11,872	1,1872
S002237018	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.38	9,964	2,491

S002241836	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.41	10,918	2,7295
S002241835	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.42	10,918	2,7295
S002241834	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.43	10,6	2,65
S002242002	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.44	9,964	2,491
S002242072	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.46	9,964	2,491
S002237017	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.47	9,964	2,491
S002237019	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.48	10,706	2,6765
S002237020	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.49	10,07	2,5175
S002238116	Cut Cable Wire MNF3Z ZZ	25	2000CAOSAP	CC.A.50	10,706	2,6765

Tableau 23 Temps de production des 45 shielded wire

D'après les calculs, il s'avère que la machine de coupe « SHLEUNIGER » est assez capacitaire. Ceci dit, la zone P1 ne nous pose plus de problèmes. Cependant, le temps de pré assemblage qui est de 47 min pour un BS de 25, est une durée très longue. Arriver à produire de grandes quantités n'est pas envisageable. Une durée de 24h n'est donc pas suffisante pour produire des SNs dont le lot size est élevé avec uniquement 1 machine pour chaque processus.

On déduit donc, dans l'attente de l'augmentation des machines de pré assemblage pour la zone du shielded wire, qu'une augmentation du RLT de 24h à 36h est nécessaire pour répondre au besoin du client, disposer d'un stock de sécurité et éviter tout risque d'arrêt de chaîne.

2. Processus « Twist »

a. Chronométrage du temps de production

Au sein de YAZAKI, à chaque SN est attribué une durée théorique nécessaire pour sa production. Ces données sont fournies par SWT.

Notre étude consiste, dans un premier temps, à spécifier pour chaque machine les SNs Twist qui y sont affectés. Ensuite, on calculera le temps nécessaire pour la production de ces SNs, d'abord selon les données fournies par SWT, ensuite par ceux obtenues via un chronométrage sur terrain du temps réel de production.

Les machines de twist sont de deux types : BT188, BT288.

Les figures ci-dessous montrent le standard du temps de production par rapport à la longueur.

➤ SWT pour machine BT288 :

all variants on twist wire 2 or 3 wire



2 wire twist											
pitch ⇄	8	12	20	30	40	pitch ⇄	8	12	20	30	40
length mm	time min/100	length mm	time min/100								
500	16.0	15.1	13.2	10.9	8.6	3000	33.5	32.6	30.7	28.4	26.1
1000	19.5	18.6	16.7	14.4	12.1	3500	37.0	36.1	34.2	31.9	29.6
1500	23.0	22.1	20.2	17.9	15.6	4000	40.5	39.6	37.7	35.4	33.1
2000	26.5	25.6	23.7	21.4	19.1	5000	47.5	46.6	44.7	42.4	40.1
2500	30.0	29.1	27.2	24.9	22.6	6000	54.5	53.6	51.7	49.4	47.1
3 wire twist											
pitch ⇄	8	12	20	30	40	pitch ⇄	8	12	20	30	40
length mm	time min/100	length mm	time min/100								
500	24.9	24.0	22.1	19.8	17.4	3000	42.4	41.5	39.6	37.3	34.9
1000	28.4	27.5	25.6	23.3	20.9	3500	45.9	45.0	43.1	40.8	38.4
1500	31.9	31.0	29.1	26.8	24.4	4000	49.4	48.5	46.6	44.3	41.9
2000	35.4	34.5	32.6	30.3	27.9	5000	56.4	55.5	53.6	51.3	48.9
2500	38.9	38.0	36.1	33.8	31.4	6000	63.4	62.5	60.6	58.3	55.9

Length = wire length after twisting

Figure 40 SWT BT188

➤ SWT pour machine BT288 :

2 wire twist											
pitch ⇄	8	12	20	30	40	pitch ⇄	8	12	20	30	40
length mm	time min/100	length mm	time min/100								
500	25.2	23.8	20.9	17.3	13.7	3000	58.2	56.8	53.9	50.3	46.7
1000	31.8	30.4	27.5	23.9	20.3	3500	64.8	63.4	60.5	56.9	53.3
1500	38.4	37.0	34.1	30.5	26.9	4000	71.4	70.0	67.1	63.5	59.9
2000	45.0	43.6	40.7	37.1	33.5	5000	84.6	83.2	80.3	76.7	73.0
2500	51.6	50.2	47.3	43.7	40.1	6000	97.8	96.4	93.5	89.9	86.2
3 wire twist											
pitch ⇄	8	12	20	30	40	pitch ⇄	8	12	20	30	40
length mm	time min/100	length mm	time min/100								
500	31.7	30.3	27.4	23.8	20.2	3000	64.7	63.3	60.4	56.8	53.2
1000	38.3	36.9	34.0	30.4	26.8	3500	71.3	69.9	67.0	63.4	59.8
1500	44.9	43.5	40.6	37.0	33.4	4000	77.9	76.5	73.6	70.0	66.4
2000	51.5	50.1	47.2	43.6	40.0	5000	91.1	89.7	86.8	83.2	79.6
2500	58.1	56.7	53.8	50.2	46.6	6000	104.3	102.9	100.0	96.4	92.8
4 wire twist											
pitch ⇄	8	12	20	30	40	pitch ⇄	8	12	20	30	40
length mm	time min/100	length mm	time min/100								
500	38.3	36.8	33.9	30.3	26.7	3000	71.2	69.8	66.9	63.3	59.7
1000	44.9	43.4	40.5	36.9	33.3	3500	77.8	76.4	73.5	69.9	66.3
1500	51.5	50.0	47.1	43.5	39.9	4000	84.4	83.0	80.1	76.5	72.9
2000	58.0	56.6	53.7	50.1	46.5	5000	97.6	96.2	93.3	89.7	86.1
2500	64.6	63.2	60.3	56.7	53.1	6000	110.8	109.4	106.5	102.9	99.3

Figure 41 SWT BT288

Le calcul se fera par rapport au lot size, à savoir le cas le plus critique. Le tableau ci-dessous montre les résultats obtenus pour la machine Twist n°12.

Matériel	Matériel Description	Kanban Quantité	Max of Component quantity (long)	Pitch	N° MACHINE	Temps par BS (min)	Lot Size	Temps par LS
S001931362	Twisted Wire 03 A3ZPTS ZZ	50	524	30	12	7,2	550	79,2
S001932575	Twisted Wire 54 A3ZPTS ZZ	50	2252	30	12	12,45	500	124,5
S001931360	Twisted Wire 05 A3ZPTS ZZ	50	765	30	12	7,2	550	79,2
S001932564	Twisted Wire 23 A3ZPTS ZZ	50	2215	30	12	12,45	500	124,5
S001931362	Twisted Wire 03 A3ZPTS ZZ	50	524	30	12	7,2	550	79,2
S001932575	Twisted Wire 54 A3ZPTS ZZ	50	2252	30	12	12,45	500	124,5
S001931360	Twisted Wire 05 A3ZPTS ZZ	50	765	30	12	7,2	550	79,2
S001932564	Twisted Wire 23 A3ZPTS ZZ	50	2215	30	12	12,45	500	124,5
S001931366	Twisted Wire 13 A3ZPTS ZZ	50	356	30	12	5,45	550	59,95
S001931367	Twisted Wire 07 A3ZPTS ZZ	50	1646	30	12	10,7	550	117,7
S001931358	Twisted Wire 26 A3ZPTS ZZ	50	1296	30	12	8,95	550	98,45
Durée totale en h								18,18167

Tableau 24 Durée de pré assemblage machine twist N°12

D'après ce tableau, on constate que la durée nécessaire pour la production de l'ensemble des SNs de cette machine, par lot size, est de 18h. La machine 12 est donc assez capacitaire.

Ceci dit, un RLT de 24h pour ces SNs est un paramètre qu'il faut changer.

En effet, un RLT de 24h signifie que l'opérateur doit produire la totalité du lot size, ce qui veut dire une surcharge des pagodes et une augmentation du WIP. Or, une réduction du RLT de 24h à 12h, par exemple, signifie qu'on ne va produire que la moitié de la quantité dans un premier temps, puis l'autre moitié au fur et à mesure, le temps que la 1^{ère} quantité soit consommée. Ceci signifie la réduction de la surcharge des pagodes et du WIP.

b. Modification du RLT

Le graphe suivant montre la capacité totale en heures calculée pour la semaine 22 pour l'ensemble des 13 machines de twist.

N° MACHINE	Durée totale en (h)	RLT
11	34	24
10	42	24
9	190	24
8	64	24
7	93	24
6	24	24
5	21	24
4	79	24
3	48	24
2	25	24
1	35	24
13	16	24
12	18	24

Tableau 25 Durée totale de production par machine twist

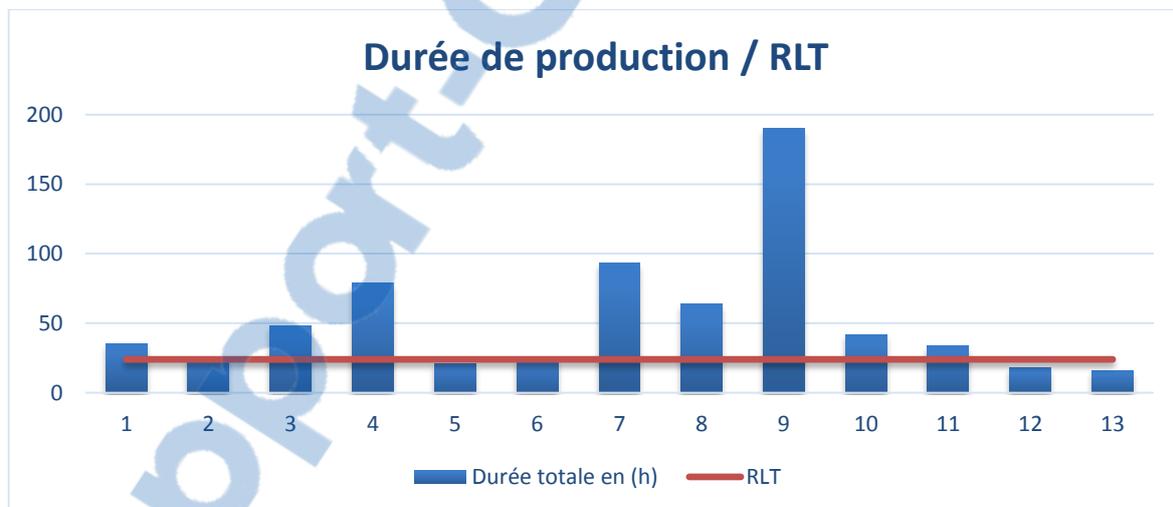


Figure 42 Étude capacitaire par machine twist

La figure ci-dessus montre que les machines 2 -5 -6 -12 et 13 sont capacitaires. 70 SNs sont produits dans ces machines. Chaque SN Twist est un composé de deux fils, c'est-à-dire de 2 SNs qui sont ses additionnels. La réduction du RLT va donc impacter 210 SNs ($70+(70*2)$) pour le cas de ces 5 machines d'abord.

La réduction du RLT des SNs de ces machines est donc une amélioration à appliquer.

N° MACHINE	RLT avant	RLT après
2	24	18
5	24	18
6	24	18
12	24	12
13	24	12

Tableau 26 Nouveau RLT

Pour les machines 1-3-4-7-8-9-10-11, une nouvelle distribution des SNs par machine a été proposé dans le but de recalculer par la suite le temps nécessaire de production en vue de réduire à nouveau le RLT des SNs dont les machines sont capacitaires.

Conclusion

Dans ce chapitre, on a décrit un ensemble d'améliorations apportées à l'entreprise. En effet, on a pu d'abord ré adresser les chaines de production de l'usine. Ensuite, on a réduit le BS des références spécifiques Low runner. Aussi, on a pu concevoir une nouvelle pagode pour remédier au problème des fils à grandes sections. Enfin, on a pu modifier le RLT pour des centaines de SNs.

CHAPITRE 5 : Gains apportés par les solutions proposées

Ce chapitre est consacré au contrôle des solutions proposées et implémentées sur terrain et sur système, il s'agit de la 5^{ème} étape

de la méthode DMAIC, à savoir contrôler.

C'est aussi une occasion pour calculer les gains apportés par ces solutions.

I. Suivi des améliorations

1. Action de réduction des bundles size

Comme discuté dans le chapitre précédent, les SNs qui sont à la fois spécifiques et Low runner vont subir une amélioration dans le but de réduire le WIP. En effet, l'action de réduction des BS a été appliquée pour un nombre qui dépasse les 200 SNs. Ceci est une amélioration qui apporte à l'entreprise un gain en temps et en énergie, mais surtout en valeur.

Le tableau 29 (annexe 1) représente la 1 ère classe des SNs impactés par ce changement.

Le gain, en dirhams, de cette action de réduction est de :

Nombre de SN	BS avant	BS après	MIN LS avant	Valeur totale - avant	Min LS après	Valeur totale - après	Gain / jour
203	100- 50	50 – 25	200 – 100	29 002,98 MAD	100 – 50	13 218,69 MAD	15 784,29 MAD

Tableau 27 Gain de l'action de réduction du BS

II. Indicateur du WIP

Lors de nos mesures, cet indicateur de WIP indiquait la présence d'une quantité de plus de 3 jours de stock. La valeur du WIP à cet instant atteignait la valeur de 291 740 €.

Or, après cette étude, et après avoir pu appliquer les améliorations proposées, cet indicateur indique une quantité largement inférieure à celle d'auparavant. En effet, la valeur de stock maximale est passée de 3.09 jours de stock chiffrée à 291 740 € à 2.16 jours de stock chiffrée à 204 045 €, soit une réduction de 87 695 €, équivalent à 964 645 dirhams.

La figure 44 ci-dessous montre les nouvelles valeurs des encours.

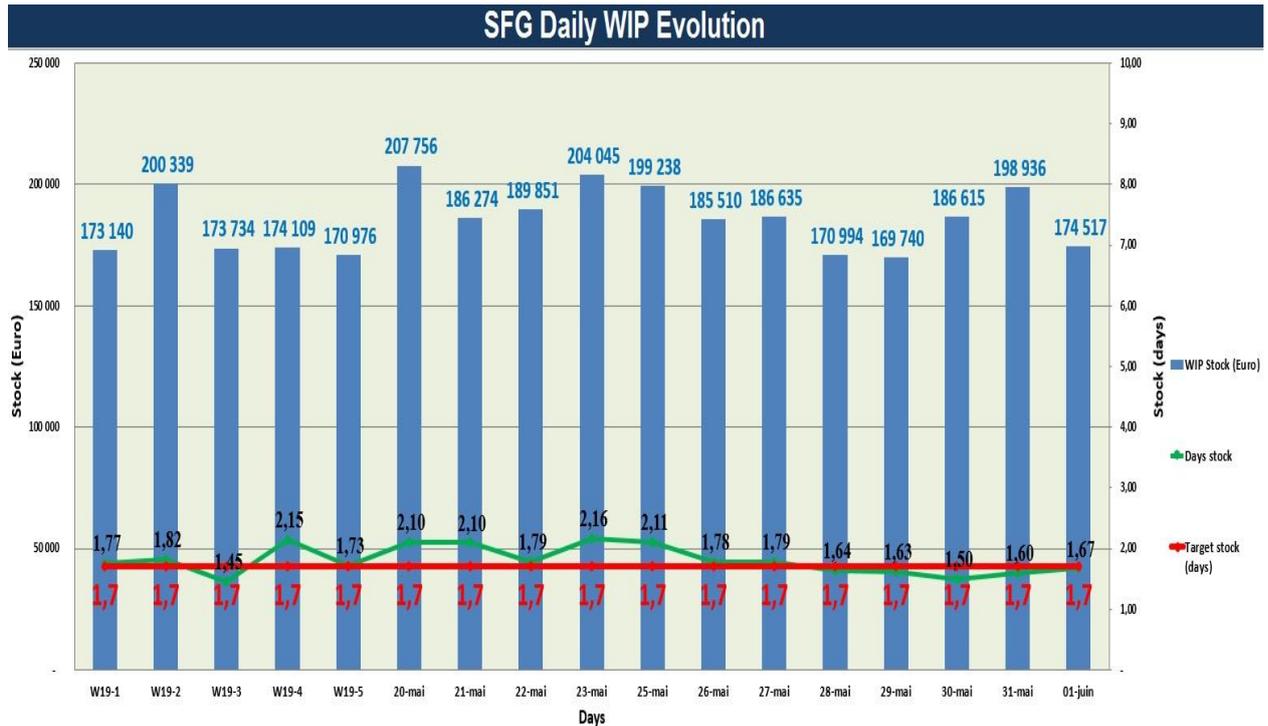


Figure 43 Nouvelles valeurs des encours

III. Création d'un tableau de bord

Les changements que viennent de subir les paramètres de la boucle kanban permettent une optimisation du temps, de l'espace et de l'énergie lors de la production.

Cependant, il s'avère que pour avoir une boucle kanban saine, le respect du scan Empty est une étape cruciale. Peu importe l'amélioration qu'on peut appliquer, si ce scan n'est pas respecté, la boucle kanban connaîtra à nouveau des perturbations.

En effet, après avoir fini le pré assemblage d'un bundle, le distributeur est censé scanner ce dernier en FULL (c.-à-d. injecter cette quantité produite sur système) et le mettre dans l'emplacement adéquat (adresse SAP). Lorsque la chaîne exprime son besoin, le distributeur P3 est censé scanner le SAP du bundle en EMPTY (afin de régénérer un nouvel ordre de production) avant de l'alimenter. Les distributeurs qui alimentent les chaînes d'assemblage sans procéder d'abord par le scan 'Empty' du SAP risquent de causer un arrêt de chaîne. Ceci est d'ailleurs un problème dont souffre YMM.



Figure 44 SAP "Scan Full & Empty"

C'est dans ce sens qu'on a pensé à créer un tableau de bord, par projet, par famille, et par shift afin de mieux détecter les chaînes rencontrant ce problème et donc de le cerner. Ceci est non seulement un outil de détection, mais également un facteur de concurrence entre les chefs de lignes de l'ensemble des chaînes de production.

➤ Chaîne XFB Avant moteur :

SN	Description	Adresse	Scan Empty	Back flash	Taux
S001933641	Joint 0104 See drawing	R3.AVM.D12	100	120	83 %
S001933655	Twisted Wire 10 A3ZPTS ZZ	R3.AVM.G19	100	120	83 %
S001933643	Joint 0271 See drawing	R3.AVM.H11	50	80	62 %
S001933639	Joint 0106 See drawing	R3.AVM.I18	50	80	62 %
		Total	300	400	75 %

Tableau 28 Taux de scan XFB AVM

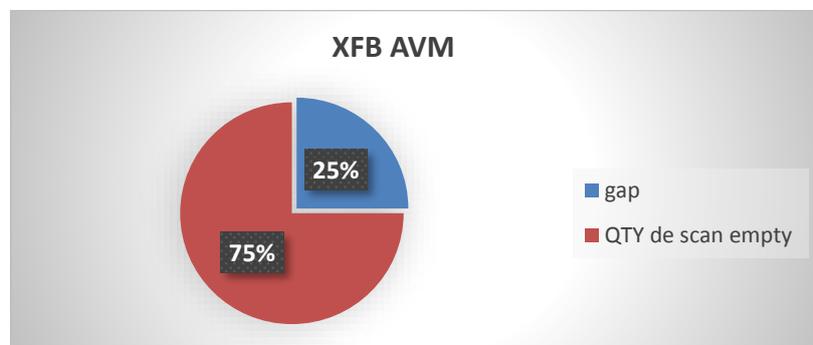


Figure 45 Taux de scan XFB AVM

La figure 44 montre que seulement 75% de la quantité consommée a été scannée en Empty.

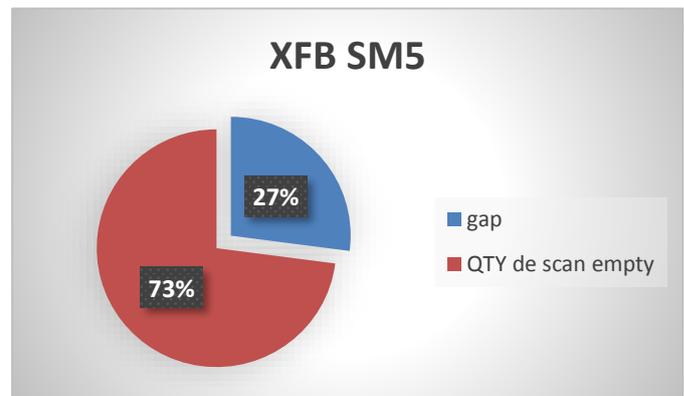
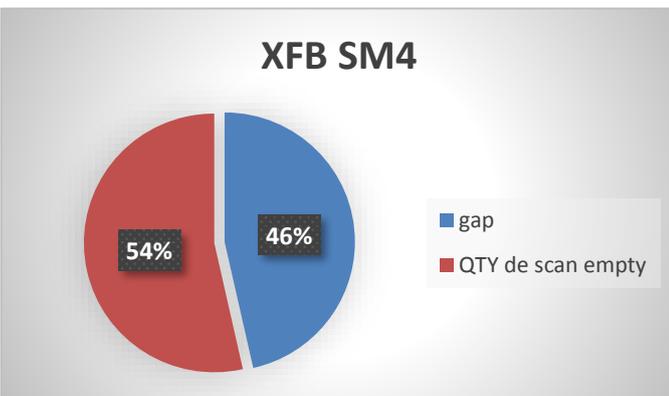
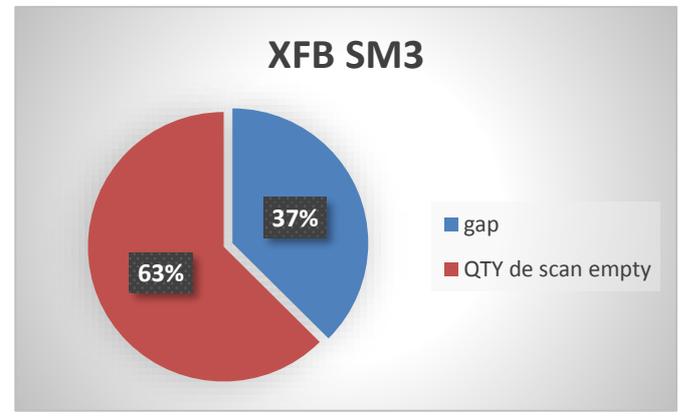
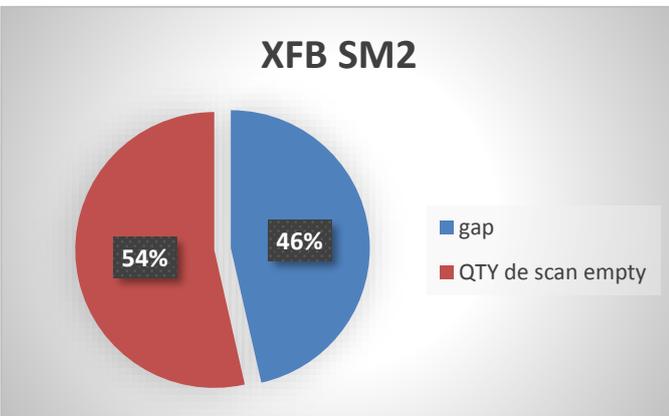
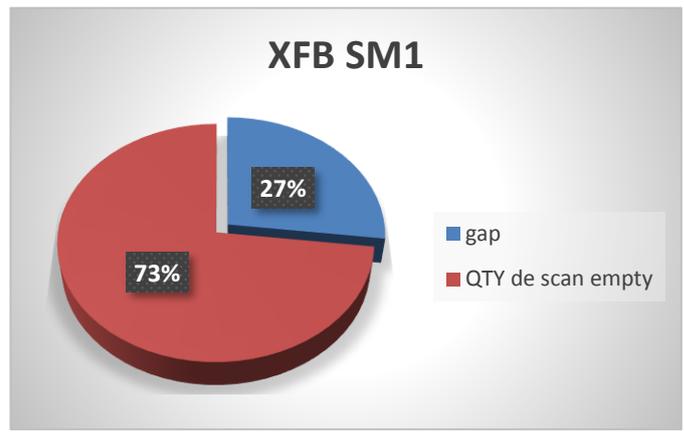
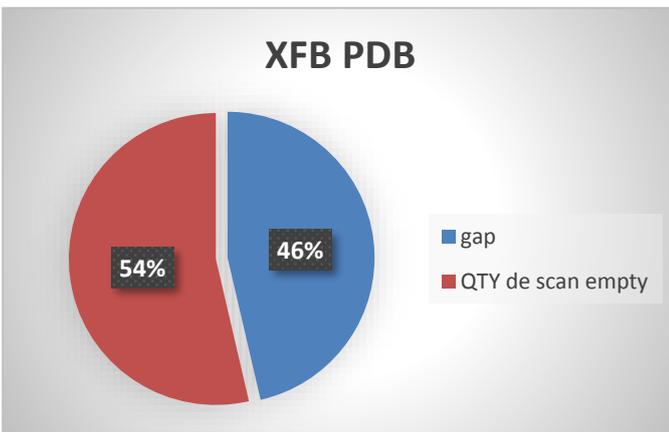
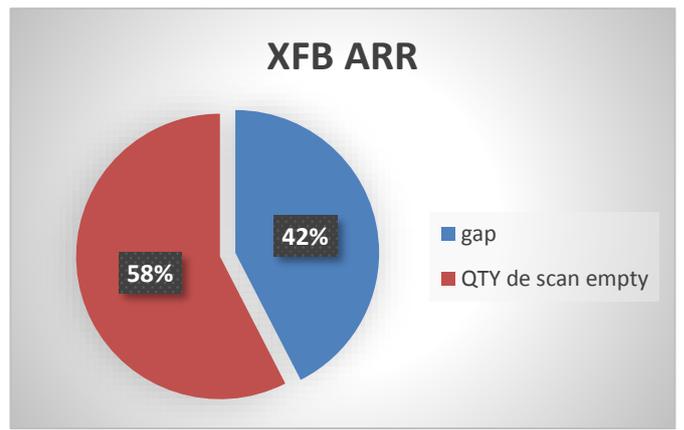
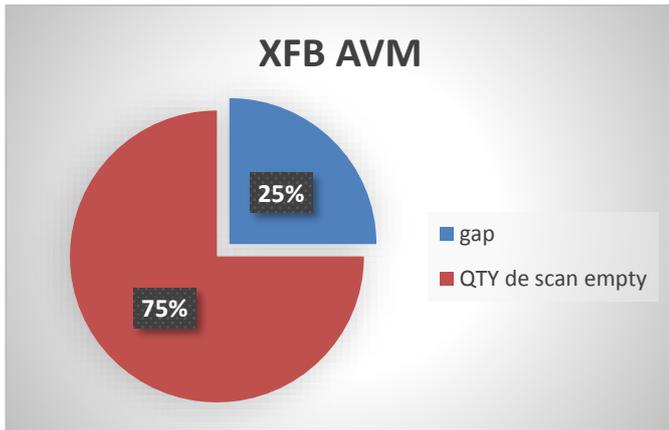


Figure 46 Tableau de bord “Back Flash Vs Scan Empty”

Conclusion générale et perspectives

L'objectif de ce projet, intitulé « Optimisation des encours : Amélioration de la boucle kanban pour produits semi finis », est d'optimiser les encours des produits semi finis dans les chaînes d'assemblage, en proposant et en mettant en place des solutions permettant d'améliorer la boucle kanban.

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons tout d'abord établi les états des lieux, ce qui nous a permis de mesurer la valeur des encours pour les produits semis finis de l'ensemble des familles des trois projets, et d'avoir une idée sur les écarts par rapport aux objectifs fixés.

Ensuite, et à l'aide des données collectées et de méthodes spécifiques, nous avons analysé les différents problèmes qui affectent la boucle kanban et causent une augmentation des encours.

A cet effet, nous avons identifié et analysé judicieusement les différentes causes racines de ces problèmes et nous sommes arrivés à proposer un ensemble de solutions pour y remédier.

Nous avons, dans un premier temps, ré adressé les chaines de production en commençant par la chaine « PDB XFB », ce qui nous a permis de rendre le standard, d'organiser la zone de travail et d'améliorer le management visuel des pagodes.

Comme deuxième action, nous avons créé une classification des fils, par take rate d'abord, et par pourcentage de pénétration ensuite, ce qui a permis de réduire considérablement la valeur des encours pour le cas des fils spécifiques et Low runner, ceci en diminuant leurs BS.

Concernant les pagodes surchargées par des fils dont les sections sont assez grandes, un audit a permis de détecter les chaines critiques ainsi que les fils causant problèmes. Pour y remédier, deux conceptions ont été proposées et évaluées par COSEE, puis le choix s'est limité à l'une d'elles, une pagode que COSEE considère la plus adéquate avec les standards de YAZAKI.

Ainsi, la dernière partie porte sur le chronométrage des temps de production et l'étude capacitaire des machines, dans le but de modifier le RLT de certains processus. Cette étude a permis de réduire le RLT, qui était de 24h pour les 5000 SNs de l'entreprise, à 18h et 12 h pour des centaines de SNs.

Finalelement, les différentes actions mises en place ont permis une réduction des encours dont la quantité de stock a diminué de 3 jours de stock à 2j de stock, diminution chiffrée à des centaines de milliers de dirhams.

On se donne comme objectif l'application du calcul kanban automatique, au lieu du calcul manuel, afin de laisser au système la possibilité de faire l'ensemble des calculs nécessaires pour le choix des paramètres optimaux de la boucle kanban.

Bibliographie et Webographie

- [1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_des_modes_de_d%C3%A9faillance,_de_leurs_effets_et_de_leur_criticit%C3%A9
- [2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_causes_et_effets
- [3] https://fr.wikipedia.org/wiki/Vote_pond%C3%A9r%C3%A9
- [4] https://fr.wikipedia.org/wiki/Work_in_progress
- [5] Training Document for Yazaki User
- [6] Yazaki User Manual
- [7] Introducing Cutting Area Optimization (CAO)

ANNEXES

Rapport-Greiftuit.com

ANNEXE 1 : SNs impactés par la réduction du Bundle Size

Matériel	BS avant	BS après	MIN LS avant	Valeur	Min LS après	Valeur
S001931706	50	50	100	347,35241	100	347,35241
S001931705	100	50	200	133,52857	100	66,764286
S001931704	100	50	200	110,47205	100	55,236025
S001931686	100	50	200	158,76601	100	79,383003
S001931687	100	50	200	158,76763	100	79,383815
S001937649	50	50	100	202,38313	100	202,38313
S001931688	100	50	200	86,554455	100	43,277228
S001931689	100	50	200	86,553802	100	43,276901
S001931690	100	50	200	86,55181	100	43,275905
S001931701	100	50	200	86,555294	100	43,277647
S001931702	100	50	200	86,551539	100	43,27577
S001931703	100	50	200	86,55794	100	43,27897
S001932530	50	50	100	209,97328	100	209,97328
S001938642	100	25	200	126,40376	50	31,600939
S001938641	100	25	200	126,40376	50	31,600939
S001938671	100	25	200	101,41063	50	25,352657
S001933461	100	50	200	112,53	100	56,265
S001938597	100	50	200	146,84166	100	73,420829
S001938640	100	25	200	126,40376	50	31,600939
S001933463	100	50	200	112,55172	100	56,275862
S001938594	100	50	200	100,56604	100	50,283019
S001938658	100	50	200	92,11215	100	46,056075
S001938647	50	25	100	164,69027	50	82,345133
S001938649	50	25	100	164,69375	50	82,346875
S001938648	50	50	100	164,69325	100	164,69325
S001938675	100	50	200	134,27803	100	67,139013
S001938677	100	50	200	133,89137	100	66,945687
S001938650	50	25	100	176,40708	50	88,20354
S001938660	100	50	200	109,78275	100	54,891374
S001938676	100	50	200	133,50696	100	66,753479
S001938674	100	50	200	134,27848	100	67,139241
S001938651	50	25	100	176,81416	50	88,40708
S001938652	50	25	100	176,81481	50	88,407407
S001938643	100	50	200	175,99061	100	87,995305
S001938686	50	25	100	187,05479	50	93,527397
S001938693	50	25	100	77,404762	50	38,702381
S001933462	100	50	200	100,86846	100	50,434231
S001938670	100	50	200	88,6	100	44,3
S001938669	100	50	200	101,4	100	50,7
S001938666	100	50	200	108,73548	100	54,367742
S001938665	100	50	200	108,74208	100	54,371041
S001938667	100	50	200	108,73548	100	54,367742

S001938585	100	50	200	116,5	100	58,25
S001938699	50	25	100	183,26263	50	91,631313
S001938696	50	25	100	188,90196	50	94,45098
S001938700	50	25	100	198,20202	50	99,10101
S001938701	50	25	100	191,20588	50	95,602941
S001938646	100	50	200	141,22066	100	70,610329
S001938655	100	50	200	166,81789	100	83,408946
S001938697	50	25	100	197,05882	50	98,529412
S001938698	50	25	100	208,16337	50	104,08168
S001938653	50	25	100	343,47619	50	171,7381
S001938685	50	25	100	186,29932	50	93,14966
S001938663	50	25	100	150,93897	50	75,469484
S001938595	50	25	100	141,84	50	70,92
S001938662	50	25	100	149,77914	50	74,889571
S001938596	50	25	100	141,83777	50	70,918883
S001938687	50	25	100	263,88119	50	131,94059
S001938709	100	50	200	92,11	100	46,055
S001938659	100	50	200	92,108626	100	46,054313
S001938711	100	50	200	92,107317	100	46,053659
S001938710	100	50	200	92,107317	100	46,053659
S001933634	50	25	100	345,58333	50	172,79167
S001933645	50	25	100	109,73611	50	54,868056
S001938708	50	25	100	110,65625	50	55,328125
S001938705	100	50	200	84,792271	100	42,396135
S001933684	50	25	100	361,96348	50	180,98174
S001938695	50	25	100	139,55652	50	69,778261
S001938694	50	25	100	151,13861	50	75,569307
S001933661	50	25	100	225,4375	50	112,71875
S001938644	100	50	200	117,9378	100	58,9689
S001938645	100	50	200	158,88406	100	79,442029
S001938668	100	50	200	111,66746	100	55,833729
S001933649	50	25	100	165,53906	50	82,769531
S001938672	50	25	100	154,9	50	77,45
S001933635	50	25	100	310,51313	50	155,25657
S001938661	100	50	200	120,50704	100	60,253521
S001938657	100	50	200	165,38532	100	82,692661
S001938656	100	50	200	164,82324	100	82,411622
S001938664	100	50	200	95,923077	100	47,961538
S001933470	100	50	200	86,694444	100	43,347222
S001933468	50	25	100	162,83427	50	81,417135
S001938689	50	25	100	227,78218	50	113,89109
S001938684	50	25	100	254,32692	50	127,16346
S001933045	100	50	200	110,41821	100	55,209106
S001933046	100	50	200	110,1358	100	55,067901
S001933047	100	50	200	110,41935	100	55,209677
S001933061	50	50	100	295,85764	100	295,85764

S001933042	100	50	200	123,97414	100	61,987069
S001933044	100	50	200	151,55556	100	75,777778
S001933043	100	50	200	123,6	100	61,8
S001933028	100	50	200	184,92	100	92,46
S001932892	50	25	100	106,91358	50	53,45679
S001977263	50	25	100	337,46119	50	168,73059
S001977264	50	50	100	337,5	100	337,5
S001977262	50	50	100	398,58333	100	398,58333
S001933020	100	50	200	317,5	100	158,75
S001933048	50	50	100	243,43489	100	243,43489
S001933040	100	50	200	180,23746	100	90,118729
S001933041	100	50	200	179,65882	100	89,829412
S001933062	50	50	100	294,25	100	294,25
S001182129	100	25	200	150,47111	50	37,617778
S001182130	100	25	200	150,47173	50	37,617932
S001182133	100	25	200	150,46931	50	37,617329
S001182075	100	25	200	57,228412	50	14,307103
S001455212	100	25	200	127,78984	50	31,947461
S001181858	50	25	100	90,356688	50	45,178344
S001918602	50	25	100	187,49733	50	93,748663
S001181675	100	25	200	128,83794	50	32,209486
S001181676	100	25	200	107,7433	50	26,935824
S001181677	100	25	200	107,74403	50	26,936008
S001181682	100	25	200	107,74672	50	26,936681
S001182238	50	25	100	95,948718	50	47,974359
S001455282	50	25	100	115,34043	50	57,670213
S001182077	100	25	200	112,9398	50	28,23495
S001182066	100	25	200	89,90625	50	22,476563
S001182132	100	25	200	142,16279	50	35,540698
S001920713	100	25	200	104,71756	50	26,179389
S001455277	100	25	200	141,71617	50	35,429043
S001182134	100	25	200	150,47059	50	37,617647
S001182135	100	25	200	142,1592	50	35,539801
S001182074	100	25	200	57,22963	50	14,307407
S001455278	100	25	200	147,21761	50	36,804403
S001455279	100	25	200	146,78088	50	36,695219
S001182067	100	25	200	144,10594	50	36,026485
S001182068	100	25	200	115,94993	50	28,987482
S001181673	100	25	200	128,8288	50	32,207201
S001920847	100	25	200	140,3619	50	35,090476
S001918645	50	25	100	365,63636	50	182,81818
S001181674	100	25	200	128,83088	50	32,207721
S001455729	100	25	200	107,29241	50	26,823102
S001181679	100	25	200	107,74349	50	26,935872
S001455730	100	25	200	107,29094	50	26,822736
S001456031	100	25	200	107,29351	50	26,823377

S001182070	100	25	200	89,903955	50	22,475989
S001457035	100	25	200	94,874074	50	23,718519
S001184677	50	25	100	156,51487	50	78,257435
S001456769	100	25	200	176,81198	50	44,202994
S001456758	100	25	200	177,53753	50	44,384381
S001456760	100	25	200	250,36742	50	62,591856
S000811047	50	25	100	153,53953	50	76,769767
S000811048	50	25	100	153,53552	50	76,76776
S001185068	50	25	100	277,63599	50	138,818
S000908712	50	25	100		50	0
S000908713	50	25	100	339,8	50	169,9
S000908709	100	25	200	185,57647	50	46,394118
S001185061	100	25	200	183,82609	50	45,956522
S001185062	50	25	100	101,24706	50	50,623529
S001185072	50	25	100	247,675	50	123,8375
S000811031	100	25	200		50	0
S000811037	100	25	200	117,7004	50	29,425101
S000811038	100	25	200	117,70233	50	29,425581
S001185060	100	25	200	95,130435	50	23,782609
S001185055	100	25	200	118,20253	50	29,550633
S001185052	100	25	200	73,662269	50	18,415567
S001185053	100	25	200	95,129252	50	23,782313
S001185054	100	25	200	95,132075	50	23,783019
S001185056	100	25	200	73,935484	50	18,483871
S001185057	100	25	200	73,938144	50	18,484536
S001185058	100	25	200	73,666667	50	18,416667
S001185059	100	25	200	95,139037	50	23,784759
S001185067	50	25	100	286,13962	50	143,06981
S001702104	100	25	200	166	50	41,5
S001702165	100	25	200		50	0
S001702106	100	25	200	180	50	45
S001702107	100	25	200	166	50	41,5
S001702166	100	25	200		50	0
S001702169	50	25	100	208,65217	50	104,32609
S001702114	100	25	200	84	50	21
S001702115	100	25	200		50	0
S001702116	100	25	200	84	50	21
S001702117	100	25	200	84	50	21
S001702118	100	25	200	84	50	21
S001702119	100	25	200	84	50	21
S001702167	100	25	200		50	0
S001702120	100	25	200	100	50	25
S001702103	100	25	200	166	50	41,5
S001702105	100	25	200	180	50	45
S001702108	100	25	200	166,38951	50	41,597378
S001702047	100	25	200	84,317618	50	21,079404

S001702039	100	25	200	84,319361	50	21,07984
S001702040	100	25	200	84,317881	50	21,07947
S001702053	100	25	200	99,253599	50	24,8134
S001702052	100	25	200	155,17456	50	38,793641
S001702056	50	25	100	200,83871	50	100,41935
S001702031	100	25	200	166,77622	50	41,694056
S001702037	100	25	200	84,319018	50	21,079755
S001702032	100	25	200	166,77888	50	41,694719
S001702033	100	25	200	179,58809	50	44,897022
S001702038	100	25	200	84,319202	50	21,0798
S001702034	100	25	200	166,77612	50	41,69403
S001702051	100	25	200	102,94516	50	25,736291
S001702035	100	25	200	179,58809	50	44,897022
S001702036	100	25	200	166,77419	50	41,693548
S001702041	100	25	200	76,081768	50	19,020442
S001702042	100	25	200	76,08244	50	19,02061
S001702043	100	25	200	76,082808	50	19,020702
S001702044	100	25	200	102,94643	50	25,736607
S001702045	100	25	200		50	0
S001702046	100	25	200	102,94574	50	25,736434
S001702048	100	25	200	76,081596	50	19,020399
S001702049	100	25	200	76,082504	50	19,020626
S001702050	100	25	200	102,94789	50	25,736973
				29002,979		13218,691

Tableau 29 Valeur du lot size des SNs impactés par la réduction