

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la  
Recherche Scientifique



**Ecole Nationale Polytechnique**

**Département de Génie Industriel**

**Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur**

Thème

Contribution à l'amélioration de la performance industrielle

Application : Michelin Algérie

Présenté par :

M. A. BENTAIBA

M<sup>lle</sup>. C.F. IGHAYENE

Dirigé par :

M. M. BOUZIANE (ENP)

M<sup>me</sup>. F. NIBOUCHE (ENP)

M. J.L. BRAOUEY (Michelin Algérie)

M. R. MALKI (Michelin Algérie)

Promotion : juin 2013

*« S'occuper des choses les plus sérieuses du monde n'est possible qu'à condition de comprendre aussi les choses les plus dérisoires. »*

*Winston Churchill*

## ***Dédicaces***

*Nous dédicaçons ce travail  
aux enfants  
qui se couchent tard pour réaliser leurs rêves  
et aux adultes  
qui se lèvent tôt pour que ces enfants réalisent leurs rêves*

*A mes frères, à nos parents et leurs parents*

*A Chahira*

**Amine BENTAIBA**

*A mes sœurs, à nos parents et leurs parents*

*A Amine*

**Chahira Farah IGHRAYENE**

## *Remerciements*

Nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

Nous remercions M. BOUZIANE et M<sup>me</sup>. NIBOUCHE, pour nous avoir encadré et conseillé tout au long de notre stage. Leur aide nous a été bénéfique pour mener à terme notre travail.

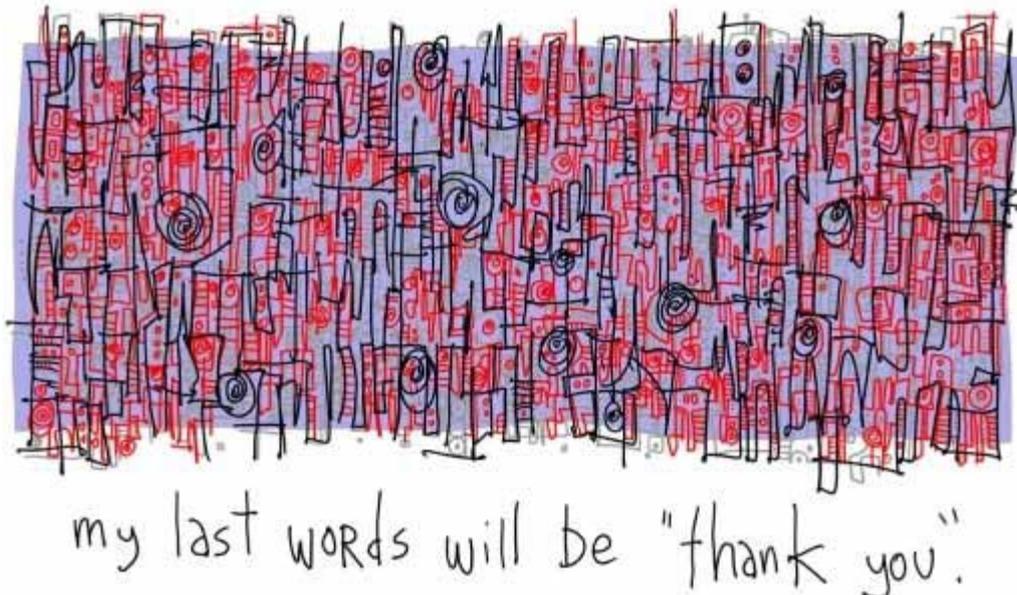
Nous remercions aussi tout le staff du service Organisation & Progrès et celui de l'îlot 3CEZ, pour leur disponibilité et leur aide. Nous remercions plus particulièrement, M. BRAOUEY, M. CHABANI, M. CUZIN et M. MALKI, pour nous avoir encadré et conseillé tout au long de notre stage. Nous tenons également à remercier M.SAIDOUN et M<sup>lle</sup> BENHASSIR sans lesquelles nous n'aurions pas pu vivre cette expérience.

Nous remercions tous les enseignants du département Génie Industriel de l'École Nationale Polytechnique d'Alger pour leur soutien tout au long de notre formation.

Nous remercions les membres du jury de nous faire l'honneur d'évaluer notre travail.

Nos remerciements à nos chers parents qui ont rempli nos vies d'amour et de joie.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



### ملخص :

في سياق التحسن المستمر من خلال إدارة الأداء اليومي ، تسطر ميشلان الجزائر اهتمامها على رفع الانتاجية و تحقيق أهداف الأداء : السلامة , الآلة , الجودة , المدة , التكلفة و المعايير.

في هذا السياق تهدف هذه الدراسة حول محطة العمل Calandre 800 N°1 & N°2 إلى وضع تنظيم مثيل من شأنه ضمان تحقيق الجدول الزمني المسطر مع العدد الفعلي للقوى العاملة.

**الكلمات المفتاحية :** أداء , كلفة التصنيع , الانتاجية , دراسة محطة , التنشيط في فترة قصيرة , ادارة الأداء اليومي.

### **Résumé :**

Dans le contexte de sa démarche d'amélioration continue par le Management au Quotidien de la Performance (MQP), Michelin Algérie porte un intérêt particulier à la productivité et à la réalisation de ses objectifs de performance (SMQDCS).

Dans ce cadre, nous avons réalisé une étude de poste sur le poste de travail « Calandre 800 N°1 & N°2 » et proposé une organisation optimisée qui permettrait la réalisation du planning prévisionnel avec l'effectif à pourvoir.

**Mots clés:** Performance, CRI, productivité, étude de poste, AIC, MQP, SMQDCS.

### **Abstract:**

In the context of its gait of continuous improvement by the Daily Management of the Performance (DMP), Michelin Algeria gives a particular interest to the productivity and the achievement of performance objectives (SMQDCS).

In order to meet these expectations, we realized a poste study on the workstation "Calendar 800 N°1 & N°2" and proposed an optimized organization that would allow the realization of the provisional planning with the effective to provide.

**Keywords:** Performance, CIR, productivity, poste study, SIA, DMP, SMQDCS.

## *Table des matières*

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre I : Etat de l'art</b>	
1. Introduction.....	4
2. Performance industrielle .....	4
2.1. Evolution du concept de performance .....	4
2.2. Définition de la performance .....	5
2.3. Evaluation de la performance .....	6
2.4. Pilotage de la performance .....	6
2.4.1. Indicateurs de performance .....	6
2.4.2. Modèle d'évaluation de la performance .....	7
2.5. Leviers de la performance .....	8
3. Productivité.....	8
3.1. Définition de la productivité.....	8
3.2. Identification des leviers de productivité.....	8
3.2.1. L'arbre de la valeur .....	8
3.2.2. Les 8 M du management opérationnel .....	9
3.2.3. Coût de Revient Industriel CRI.....	10
3.3. Mesure de la productivité .....	11
3.3.1. La productivité de la main d'œuvre .....	11
3.3.2. La productivité des machines.....	13
3.4. Analyse des activités .....	18
3.5. Amélioration de la productivité par l'étude de poste.....	18
4. Management au Quotidien de la Performance (MQP).....	20
4.1. Les constats récurrents en entreprises.....	20
4.2. Animation à Intervalles Courts AIC .....	21
4.3. Phases du MQP.....	22
4.3.1. Phase 1 : Atteindre l'attendu avec l'AIC.....	22
4.3.2. Phase 2 : Utilisation du potentiel des équipes pour optimiser l'existant.....	25
4.3.3. Phase 3 : Re-conception du travail.....	25
5. Conclusion .....	26

## Chapitre II : Etude de l'existant

1. Introduction .....	28
2. Présentation de l'entreprise .....	28
1.1. Michelin monde en bref.....	28
1.2. Chronique de Michelin Algérie .....	28
1.3. Le pneumatique .....	29
1.4. Fabrication du pneumatique à Michelin Algérie .....	31
1.4.1. La préparation de mélanges.....	31
1.4.2. La préparation des semi-finis .....	31
1.4.3. L'assemblage.....	32
1.4.4. La conformation .....	32
1.4.5. La cuisson.....	33
1.4.6. Le contrôle des pneus cuits .....	34
1.5. Synoptique des ateliers et ordinogramme de fabrication.....	34
1.6. Organisation.....	36
1.7. Périmètre du projet et objectifs assignés .....	37
3. Etude préliminaire .....	37
3.1. Origine de l'étude .....	37
3.1.1. Analyse des indicateurs fiche action .....	37
3.1.2. Détermination d'un nouvel indicateur de performance.....	40
3.1.3. Analyse des performances.....	40
3.1.4. Analyse du Non-TRS .....	42
3.1.5. Calcul des besoins en NDF et des performances requises pour l'année 2013 ...	45
3.2. IOLOME de l'étude.....	46
3.2.1. Intérêt de l'étude.....	46
3.2.2. Opportunité de l'étude.....	47
3.3.3. Les Limites de l'étude .....	47
3.3.4. Les objectifs de l'étude.....	47
3.3.5. Les moyens de l'étude.....	48
3.3.6. Echancier de l'étude .....	48
4. Conclusion.....	48

## **Chapitre III : Pose du problème**

1. Introduction .....	50
2. Enquête préalable .....	50
2.1. Mission du poste .....	50
2.2. Machine .....	51
2.2.1. Les râteliers .....	51
2.2.2. La calandre .....	51
2.3. Matière.....	53
2.3.1. Produits entrants .....	53
2.3.2. Produits sortants .....	54
2.4. Main d'œuvre .....	55
2.5. Méthode .....	55
2.6. Management .....	55
3. Diagnostic du fonctionnement du poste .....	56
3.1. Sécurité .....	58
3.2. Machine .....	59
3.3. Qualité .....	69
3.4. Délais / Délivrable .....	71
3.5. Coût .....	72
3.6. Standard .....	75
4. Voies de progrès .....	75
5. Conclusion.....	77

## **Chapitre IV : Proposition d'actions d'amélioration de la productivité**

1. Introduction .....	79
2. Analyse et critique des résultats du diagnostic .....	79
2.1. Les arrêts inclus dans le mode opératoire.....	79
2.1.1. Temps unitaire.....	79
2.1.2. Changement de bobines de fils.....	80
2.1.3. Fréquentiels .....	81
2.2. Les changements de dimension .....	82
2.2.1. Durée des changements de dimension et mode opératoire .....	82

2.2.2. La fréquence des changements de dimension .....	86
3. Solutions proposées .....	88
3.1. Suivi heure par heure .....	88
3.2. Rééquilibrer les râteliers .....	90
3.3. Le déclencheur d'enroulage automatique .....	91
3.4. Le SMED / la réduction du temps des changements de dimension .....	94
3.4.1. L'identification des tâches.....	94
3.4.2. La séparation des tâches .....	94
3.4.3. Externaliser les tâches internes.....	96
3.4.4. Réduction des durées des tâches internes.....	98
3.4.5. Critique de la solution .....	99
3.5. La fabrication par compagne .....	99
3.6. Utiliser des témoins pour fixer la longueur des Skims .....	100
3.7. Plan d'actions .....	101
4. Conclusion.....	101
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>103</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>105</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>106</b>

## Liste des figures

Figure I.1 : Modèle de pilotage et de mesure de la performance .....	5
Figure I.2: L’arbre de création de valeur.....	9
Figure I.3 : Décomposition du temps de travail .....	12
Figure I.4 : Les temps d’état d’un moyen de production selon la norme NF E 60-182.....	14
Figure I.5 : La structure du TRS .....	16
Figure I.6 : Tableaux Heure/Heure.....	23
Figure I.7 : Tableau tournant.....	23
Figure I.8 : Tableau plat .....	24
Figure II.1 : Composition d’un pneumatique .....	29
Figure II.2 : Plaquettes de mélanges .....	31
Figure II.3 : Calandre Entre Bâtis (EB).....	31
Figure II.4 : Assemblage d’un pneu .....	32
Figure II.5 : Opération de conformation .....	33
Figure II.6 : Cuisson d’un pneu dans une presse.....	33
Figure II.7 : Contrôle ultrason des pneus .....	34
Figure II.8 : Synoptique des ateliers.....	34
Figure II.9 : Ordinogramme du processus de fabrication.....	35
Figure II.10 : Organigramme de Michelin Algérie .....	36
Figure II.11 : Evolution de la répartition de la production par références NDF sur la Cal N°1 .....	38
Figure II.12 : Evolution de la répartition de la production par références NDF sur la Cal N°2 .....	38
Figure II.13 : Evolution du TRS mensuel de la Cal N°1 de 2010 à 2013 .....	40
Figure II.14 : Evolution du TRS mensuel de la Cal N°2 de 2010 à 2013 .....	41
Figure II.15 : Evolution de la structure du Non-TRS de la Cal N°1 depuis l’année 2010.....	43
Figure II.16 : Evolution de la structure du Non-TRS de la Cal N°2 depuis l’année 2010.....	43
Figure II.17 : Taux des différents arrêts de la Cal N°1 et leur cumul pendant l’année 2012...	44
Figure II.18 : Taux des différents arrêts de la Cal N°2 et leur cumul pendant l’année 2012...	44
Figure II.19 : Evolution du TRS prévisionnel requis pour un régime de 2 équipes et 3 équipes .....	46
Figure III.1 : Principe de calandrage d’un tissu métallique NDF .....	5à
Figure III.2 : Composition d’une NDF.....	54
Figure III.3 : Evolution du nombre de roules produits par jour (mars et avril 2013).....	57
Figure III.4 : Evolution du nombre de roules produits par semaine.....	57
Figure III.5 : Evolution du nombre d’heures d’intervention de janvier à avril 2013 .....	61
Figure III.6 : Répartition du temps d’intervention par organe sur Cal N°1 de janvier à avril 2013 .....	62
Figure III.7 : Evolution du TRS des deux calendres 800 (mars et avril 2013) .....	63
Figure III.8 : TRS des calendres 800 de l’usine de Cuneo – Italie- .....	64

Figure III.9 : Comparaison entre la structure actuelle et réelle du TRS et du Non-TRS .....	65
Figure III.10 : Répartition des arrêts subis par causes .....	66
Figure III.11 : Répartition des temps moyens fréquentiels .....	67
Figure III.12 : Répartition du temps des tâches fréquentielles.....	67
Figure III.13. Suivi du taux de chutes par mois (de janvier à Avril 2013).....	70
Figure III.14 : Répartition des chutes du mois d'avril 2013 .....	70
Figure III.15 : Evolution du niveau de stock moyen des NDF par jour depuis mars 2013 .....	72
Figure III.16 : Evolution du nombre de rouleaux produits / équipe (du 10/03 au 21/03) .....	73
Figure III.17 : Evolution de la charge en nombre de rouleaux/ équipe (du 10/03 au 21/03) .....	73
Figure III.18 : Comparaison entre les différentes charge de rouleaux NDF .....	74
Figure IV.1 : Durées des différentes tâches d'un changement de pas.....	84
Figure IV.2 : Durées des différentes tâches d'une translation .....	85
Figure IV.3 : Représentation sous diagramme de Gantt du planning de fabrication des NDF de la semaine 10 et semaine 14.....	86
Figure IV.4 : Tableau du suivi H/H des calendres 800 .....	89
Figure IV.5 : Graficet du déclencheur automatique de l'enroulage .....	89
Figure IV.6 : Déroulement du changement de pas après séparation des tâches.....	95
Figure IV.7 : Déroulement du changement de dimension avec translation après séparation des tâches.....	96
Figure IV.8 : Première proposition d'organisation du changement de dimension avec translation .....	97
Figure IV.9 : Deuxième proposition d'organisation du changement de dimension avec translation .....	97
Figure IV.10 : Schéma de la calle réglable .....	98
Figure IV.11 : Planning proposé de fabrication des NDF sur les deux calendres 800.....	100

## *Liste des tableaux*

Tableau I.1 : Les leviers d'amélioration du CRI.....	11
Tableau I.2 : Les seize causes du gaspillage .....	17
Tableau I.3 : Etapes de la méthodologie Etude de poste.....	19
Tableau II.1 : Temps unitaires des NDF produites sur la Cal N°1.....	39
Tableau II.2 : Temps unitaires des NDF produites sur la Cal N°2.....	39
Tableau II.3 : Les objectifs initiaux chiffrés de l'étude .....	48
Tableau III.1 : Causes des interventions sur la Cal N°1.....	62
Tableau III.2 : Comparaison entre les temps d'exécution à l'allure 100 et réels.....	67
Tableau III.3 : Typologie des micros arrêts constatés lors des OC.....	69
Tableau III.4 : Les seize types de gaspillages sur les calandres 800.....	76
Tableau III.5 : Evaluation du potentiel de gain par axe de progrès.....	77
Tableau IV.1 : Comparaison entre les Temps unitaires de 2008 et ceux mis à jours.....	80
Tableau IV.2 : Quantification des durées de changement de dimension .....	84
Tableau IV.3 : Décomposition des temps unitaires à l'allure 100%.....	88
Tableau IV.4 : Décomposition du temps moyen d'un NK moyen à l'allure 85%.....	89
Tableau IV.5 : Comparaison entre les gains et les pertes des deux variantes de l'équilibrage du râtelier.....	90
Tableau IV.6 : L'implémentation du déclencheur d'enroulage Estimation des gains pour automatique.....	92
Tableau IV.7 : Les codes des conditions et des actions .....	93
Tableau IV.8 : Les vitesses d'enroulage suggérées en fonction des fréquences d'enroulage par NDF et des vitesses de calandrage .....	93
Tableau IV.9 : Plan d'actions proposé .....	102

## ***Liste des abréviations***

AFNOR : Association Française de Normalisation

AIC: Animation à Intervalles Courts

AMDEC: Analyse des Modes de Défaillance, de leurs effets et de leurs criticités

Cal N°1 : Calandre 800 N°1

Cal N°2 : Calandre 800 N°2

CRI : Coût de Revient Industriel

H/H : Heure par Heure

IOLOME : Intérêt, Opportunité, Limites, Objectifs, Moyens et Echancier

MQP : Management au Quotidien de la Performance

NDF : Nappe à Droits Fils

NVA : Non Valeur Ajoutée

OC : Observation Continue

OP : Organisation et Progrès

PDP : Plan Directeur de Production

RPP : Réunion Périodique de Progrès

SMED: Single Minute Exchange of Die

SMQDCS: Sécurité, Machine, Qualité, Délai, Coût et Standard

TRS : Taux de Rendement Synthétique

TU : Temps Utile

VA : Valeur Ajoutée

## **Introduction générale**

L'entreprise, par son objectif d'assurer sa pérennité, se voit en recherche permanente de performances meilleures. Ces dernières étaient longtemps traduites par des objectifs financiers à atteindre. Cette approche est désormais remise en cause. En effet, le développement technologique, l'ouverture internationale des marchés et le contexte économique conjoncturel, forcent toutes les entreprises et plus particulièrement les industrielles, à devenir de plus en plus compétitives, en termes de coût, de qualité et de délai.

Afin de réaliser ces objectifs, des démarches pour atteindre l'excellence industrielle ont été développées, telles que le lean manufacturing, les six sigma et la théorie des contraintes. Ainsi, la performance a pris un aspect plus opérationnel, traduit en termes de réduction des gaspillages et d'utilisation optimale des ressources. De plus, la force de ces démarches repose sur la participation active de l'ensemble du personnel pour atteindre des objectifs chiffrés et hiérarchisés.

Dans cette optique, Michelin a adhéré aux principes de l'excellence industrielle en développant le « Michelin Manufacturing Way ». Cette approche est appliquée dans tous les usines du groupe y compris Michelin Algérie. Elle s'articule sur les deux leviers de la performance industrielle : la productivité et l'amélioration continue et propose pour chaque levier une approche dédiée, soit l'étude de poste et le Management au Quotidien de la Performance (MQP).

D'une part, l'étude de poste est une méthodologie de résolution des problèmes ayant comme objectif la mise en place des organisations adaptées à chaque poste de travail au sein d'une usine. Ces organisations assurent une utilisation optimale des ressources de l'entreprise et garantissent ainsi la productivité des équipements et de la main d'œuvre.

D'autre part, le MQP est un mode de management qui s'inscrit dans la démarche d'amélioration continue de six volets de la performance : Sécurité, Machine, Qualité, Délai, Coût et Standard (SMQDCS). En vue d'atteindre les objectifs et de pérenniser les résultats, le MQP se base sur une évaluation à courte période des performances et leur présentation visuelle, ainsi que l'implication et la réactivité des équipes.

Dans ce cadre, Michelin Algérie a proposé la réalisation d'une *étude de poste* sur les deux calendres 800, afin d'améliorer leur productivité et d'optimiser l'effectif à pourvoir, tout en garantissant que le secteur correspondant sera capacitaire en 2013. De plus, l'organisation de ce poste, à laquelle devra aboutir cette étude, est nécessaire pour garantir les performances attendues, en termes de Sécurité, Machines, Qualité, Délai, Coût et Standard (SMQDCS) dans le cadre du MQP, dont la mise en place au niveau de ce secteur se fera en parallèle de l'étude.

Afin de répondre à cette problématique et atteindre les objectifs assignés à cette étude, les étapes de l'étude de poste ont été suivies et de ce fait, le rapport a été structuré en 4 chapitres :

- Le **Chapitre I**, dédié à l'état de l'art, évoque le concept de performance industrielle et ses deux leviers d'amélioration, soit la productivité et le Management au Quotidien de la Performance.
- Le **Chapitre II**, aborde l'étude de l'existant en présentant brièvement l'entreprise d'accueil et en exposant l'étude préliminaire.
- Le **Chapitre III** est consacré à la description détaillée des Calendres 800 et aux résultats du diagnostic fonctionnel de ces dernières.
- L'analyse et la critique de la situation actuelle est exposée au **Chapitre IV**. Dans ce même chapitre, des solutions sont proposées pour améliorer la productivité des calendres 800.

---

*Chapitre I :*

# **Etat de l'art**

---

## **1. Introduction**

Dans un contexte économique perturbé, il est indispensable d'améliorer la performance industrielle des entreprises. Aujourd'hui, les entreprises les plus performantes sont celles qui s'inscrivent dans « la recherche continue de l'excellence ».

Dans ce chapitre, nous aborderons la notion de performance industrielle, de pilotage de la performance et nous expliquerons ses deux leviers : la productivité et l'animation d'une dynamique de progrès.

## **2. Performance industrielle**

### **2.1. Evolution du concept de performance**

La performance industrielle est considérée comme étant une notion complexe dont, l'efficacité, l'efficience et l'effectivité constituent trois principaux critères d'évaluation :

- **Efficacité** : rapport entre les résultats atteints par un système et les objectifs visés.
- **Efficience** : rapport entre l'effort et les moyens totaux déployés dans une activité d'une part, et l'utilité réelle que les gens en tirent sous forme de valeur d'usage d'autre part.
- **Effectivité** : degré d'atteinte des objectifs fixés à moindre coût, tout en améliorant la satisfaction et la motivation des membres de l'organisation.

L'effectivité est fortement liée à la satisfaction vis-à-vis des résultats obtenus. L'efficacité suppose une obligation de résultat, alors que l'efficience suppose une contrainte de moyens [Gil, 1999].

La performance ne dépend pas uniquement des critères précités. Elle s'identifie à la création nette de richesse en admettant que la performance de l'entreprise est fondamentalement d'essence économique. Cette définition repose sur le fait que l'entreprise consomme des ressources (le temps des personnes, des capitaux, des matériaux, de l'espace...) pour produire des prestations. De ce fait la performance apparaît comme un ratio, pas toujours mesurable, entre la valeur C des ressources détruites (les coûts liés au fonctionnement de l'entreprise) et la valeur V des prestations obtenues [LOR, 2003].

De plus, selon *Bescos et Mendoza*, le concept de la performance se résume dans deux dimensions :

- Ce qui est performant dans une entreprise est tout ce qui contribue à améliorer le couple valeur/ coût.
- Ce qui est performant dans une entreprise est également ce qui contribue à atteindre les objectifs stratégiques.

Ainsi, la performance repose sur les notions de valeur, de coût et d'actions stratégiques. Souvent, la définition d'une entreprise performante se limite à la simple analyse de sa rentabilité financière [BES et MEN, 2004].

## 2.2. Définition de la performance [EST, 2013]

L'analyse systémique propose un modèle de pilotage et de mesure de la performance issu du modèle de pilotage basé sur la commande par des leviers d'actions avec des consignes ou objectifs. Ainsi la performance est définie par sa :

- **Caractéristique** : qui qualifie ou quantifie le résultat de l'engagement d'un système.
- **Capacité à atteindre les objectifs** : fixés, exprimés en termes d'efficacité socio-économique, qualité de service et efficacité de gestion.
- **Contribution à la création nette de valeur.**

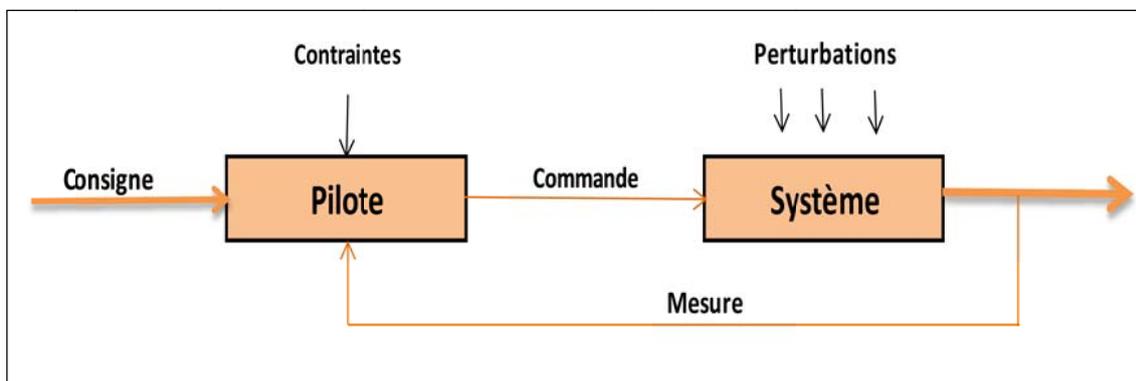


Figure I.1 : Modèle de pilotage et de mesure de la performance [EST, 2013]

## 2.3. Evaluation de la performance [EST, 2013]

Il existe deux types d'évaluation de la performance :

- **Evaluation à priori** : A pour objectif de concevoir le système, puis de prévoir son comportement, en utilisant souvent des outils de simulation pour analyser la performance.

- **Evaluation à posteriori** : Suppose que le système ait déjà été conçu, l'objectif étant de le « *piloter* » par la performance en comparant la mesure avec l'objectif défini. La comparaison permet de définir les actions à entreprendre dans le système.

La mesure de la performance s'effectue avec des *indicateurs de performance*, qui peuvent varier selon *le modèle d'évaluation de la performance* adopté.

## 2.4. Pilotage de la performance

### 2.4.1. Indicateurs de performance

#### 2.4.1.1. Définition d'un indicateur de performance

D'après l'AFNOR « Un indicateur de performance est une information choisie, associée à un critère et destinée à en observer les évolutions à intervalles définis » (*AFNOR FD X50-171 2000*).

Ou encore, « Un indicateur de performance est une donnée quantifiée qui mesure l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou d'un système, par rapport à une norme, un plan ou un objectif qui aura été déterminé et accepté, dans le cadre d'une stratégie d'ensemble » [COU & al, 2006].

#### 2.4.1.2. Typologie des indicateurs de performance

Lorino propose la typologie suivante d'indicateurs : [EST, 2013]

- **Indicateur de résultat** :

Il informe sur le degré d'atteinte des objectifs. Cet indicateur signale à l'organisation la position de ses actions pour réaliser l'objectif. Toute fois, l'information issue de l'indicateur ne décrit ni la cause, ni la façon dont l'objectif a été atteint et ni ce qu'il faut modifier.

- **Indicateur de pilotage** :

Il guide l'acteur pour piloter son activité. Cet indicateur ne remonte pas nécessairement au suivi des actions en cours ; il doit avoir une pertinence opérationnelle.

Ainsi, les travaux récents d'AFNOR proposent une autre définition de la performance : « La performance des entreprises résulte de *l'animation d'une dynamique de progrès généralisée*, s'appuyant sur le déploiement d'un système d'indicateurs associés à des objectifs et à des leviers (variables de décision), permettant de façon continue et systématique, d'appréhender la situation du moment, de visualiser les gisements, d'éclairer

le chemin à parcourir et enfin d'évoluer tout en mesurant les progrès accomplis » (AFNOR X50-605 2008).

#### 2.4.1.3. Qualités nécessaires aux indicateurs de performance [BER, 2009]

Un bon indicateur de performance doit présenter un certain nombre de qualités, il doit être :

- **Objectif** : C'est-à-dire ne pas dépendre de l'interprétation du manager ou de l'instrument de mesure.
- **Quantifiable** : Tout jugement sur une situation doit disposer d'une mesure absolue ou relative de celle-ci. Même des situations très qualitatives par nature comme les ressources humaines peuvent faire l'objet de mesure.
- **Fidèle** : L'indicateur doit toujours donner la même réponse lorsque les situations mesurées sont strictement identiques. Cette qualité dépend souvent de la précision de la définition, des éléments constitutifs de l'indicateur et de la rigueur des procédures de saisie et de traitement de l'information.
- **Simple et compréhensible** : Il est essentiel que la méthode de calcul de l'indicateur soit comprise et acceptée par ceux dont l'indicateur mesure l'action. Une opacité dans le calcul ou une trop grande complexité peuvent le rendre inopérant.
- **Sensible** : L'indicateur doit être réactif vis-à-vis du phénomène qu'il est sensé mesurer. Il faut toutefois se méfier de la volonté de mesurer en temps réel.

#### 2.4.2. Modèle d'évaluation de la performance

Un modèle d'évaluation de la performance, ou encore « *tableau de bord* » est un ensemble d'indicateurs peu nombreux conçus pour permettre aux gestionnaires de prendre connaissance de l'état d'évolution des systèmes qu'ils pilotent et d'identifier les tendances qui les influenceront sur un horizon cohérent avec leurs fonctions [BER, 2009].

La mise en place d'un système d'évaluation de la performance doit se faire sur une base transversale, créant un langage commun afin d'avoir une définition commune des objectifs et des problèmes, et éviter ainsi des comportements en fonctions juxtaposées. Le **Balanced Scored Card (BSC)** a été le premier modèle à intégrer, en plus de la performance financière, d'autres performances comme celles liées aux clients et aux ressources de l'organisation [EST, 2013].

## 2.5. Leviers de la performance [BER, 2009]

Des analyses ont permis de comprendre les interactions entre les *déterminants stratégiques* et les *leviers de la performance*. Quel que soit le secteur industriel, les deux principaux leviers de performance attendus sont :

- **Levier N°1** : Il correspond aux *leviers de la productivité*, qu'il s'agira d'identifier, mesurer, analyser et améliorer.
- **Levier N°2** : il dépend de l'animation d'une *dynamique de progrès généralisée*.

## 3. Productivité

### 3.1. Définition de la productivité [KAM, 98]

Que le résultat final soit un produit ou un service, une activité nécessite toujours la mise en œuvre de matières, de machines et de main d'œuvre. Le rapport entre la quantité de produits fabriqués ou de services fournis (production) et la quantité de moyens mis en œuvre (entrants) dans le processus de production indique la productivité :

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Quantité de biens fabriqués ou de services fournis}}{\text{Quantité de moyens mis en oeuvre (entrants)}}$$

### 3.2. Identification des leviers de productivité

#### 3.2.1. L'arbre de la valeur [HOH, 2009]

La décomposition arborescente, souvent appelée arbre de la valeur (**Figure I.2**), permet aux opérationnels d'identifier les leviers pertinents de création de valeur, pour éviter de se perdre dans des voies secondaires.

La base de l'arbre est l'indicateur exprimant le retour sur le capital employé « Return On Capital Employed » (ROCE). Reposant sur la structure comptable, il montre les ramifications liant le capital et le profit aux diverses activités, charges et ressources de l'entreprise.

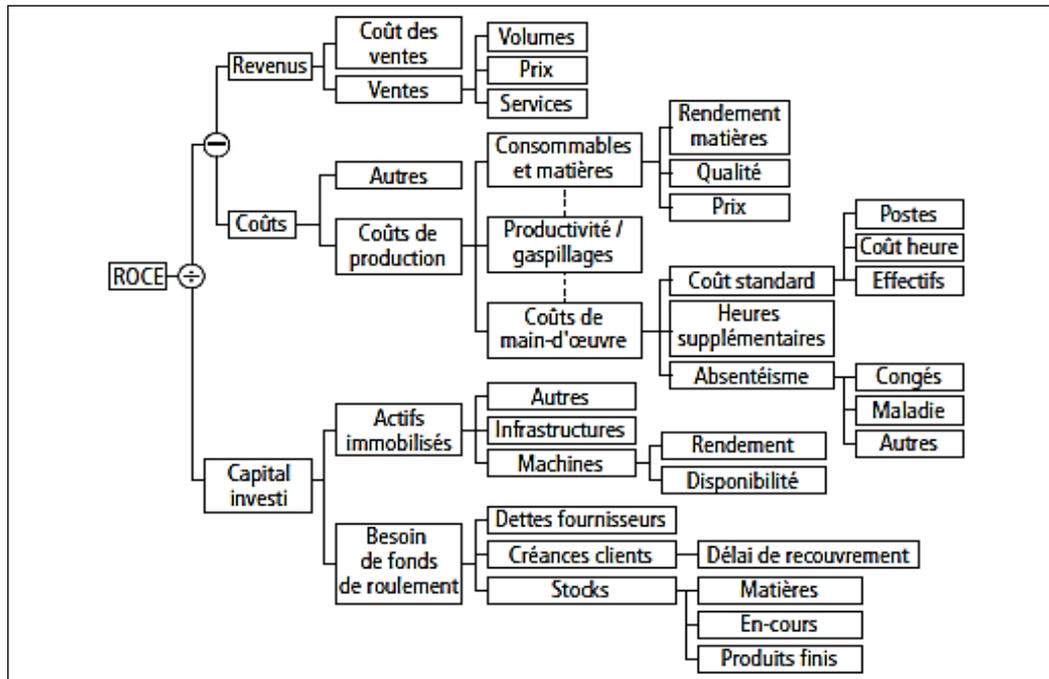


Figure I.2 : L'arbre de création de valeur [HOH, 2009]

Les leviers relatifs aux ventes sont entre les mains des commerciaux et du marketing, mais au final, c'est le client qui décide s'il est sensible aux efforts publicitaires et commerciaux

Les leviers relatifs aux coûts sont essentiellement entre les mains des responsables opérationnels. La part maîtrisable de ces coûts les intéresse particulièrement. Le profit, qui est la différence entre le produit des ventes et les coûts à engager pour produire, est la branche supérieure de l'arbre. La branche inférieure est constituée des capitaux investis, qui se répartissent entre les infrastructures et les moyens de production d'une part (actifs immobilisés) et les stocks d'autre part.

La partie droite détaille les différents leviers dont disposent les opérationnels pour maximiser la création de valeur pour l'entreprise et, par ricochet, le meilleur retour sur capital employé.

### 3.2.2. Les 8 M du management opérationnel [HOH, 2009]

Les branches de l'arbre de création de valeur peuvent être rapprochées des 8M du management :

- **Moyens monétaires** : nécessaires à la production, dépendant de l'établissement des budgets et des dépenses. Le temps est également lié à l'argent.
- **Main d'œuvre** : véritable source qu'il faut sélectionner, former et encadrer avec attention. L'investissement dans cette ressource doit se compléter d'une exigence de performance et de son contrôle.
- **Matière** : Selon les organisations, les achats, les approvisionnements, le stockage et la qualité des matières sont sous la responsabilité des cadres opérationnels. L'utilisation rationnelle des matières durant leur transformation, puis la préservation des produits finis leur incombent également.
- **Méthodes** : ce terme générique recouvre le choix des moyens de production et l'optimisation de l'emploi des ressources.
- **Management** : Ce sont les structures et les activités nécessaires au bon fonctionnement, par exemple la planification.
- **Machines** : une maintenance adéquate assure la disponibilité et la fiabilité des machines.
- **Messages** : la communication et la synchronisation entre les services et les individus.
- **Marchés** : la connaissance nécessaire des marchés et des segments de marché sur lesquels l'entreprise se positionne, ainsi que leurs contraintes.

L'arbre de création de valeur, la liste ordonnée en 8M ou d'autres moyens similaires fournissent des pistes sur le « *quoi* », mais sont trop synthétique pour englober le « *comment* ».

### **3.2.3. Coût de Revient Industriel CRI [HOH, 2009]**

Le coût de revient industriel ou le coût de production est un coût prédéterminé, calculé à partir du coût des matières incorporées, de main d'œuvre directe et des frais généraux. Le coût de la main d'œuvre directe dépend en grande partie des *temps standards* et du coût horaire de la main d'œuvre directe (**Figure I.2**).

Parmi les composantes du CRI, le coût des matières et le coût standard de la main d'œuvre. Ce sont des données « externes ». Le premier provient généralement des fournisseurs, via les services achats et contrôle de gestion. Tandis que, les *temps standards*, liés au deuxième sont en général déterminés par le service méthode (ou organisation industrielle). La production est tenue de les respecter ou, à défaut, de demander leur

révision. Pour identifier les leviers opérationnels les plus déterminants pour réduire le CRI, il faut vérifier la part relative du coût de main d'œuvre et du coût des matières.

De façon générale, en matière de leviers d'amélioration du CRI, les responsables opérationnels de la production et de l'organisation disposent du temps standard, de la gamme, de la nomenclature et du mode opératoire.

**Tableau I.1 : Les leviers d'amélioration du CRI [HOH, 2009]**

Quoi ?	Qu'est-ce ?	Que faire ?
<b>Temps standard</b>	Temps alloué pour réaliser le travail dans des conditions « normales » et selon un mode opératoire défini.	Réaliser une cotation juste et réelle, basée sur un mode opératoire revu.
<b>Gamme</b>	Description de l'enchaînement des tâches et des ressources à utiliser.	Retirer toute étape non nécessaire, dimensionner les ressources au plus juste.
<b>Nomenclature</b>	Liste des composants et des quantités à utiliser.	Veiller aux consommations et aux rendements matières.
<b>Mode opératoire</b>	Description détaillée de la réalisation d'une tâche.	Eliminer les tâches et gestes inutiles.

### 3.3.Mesure de la productivité

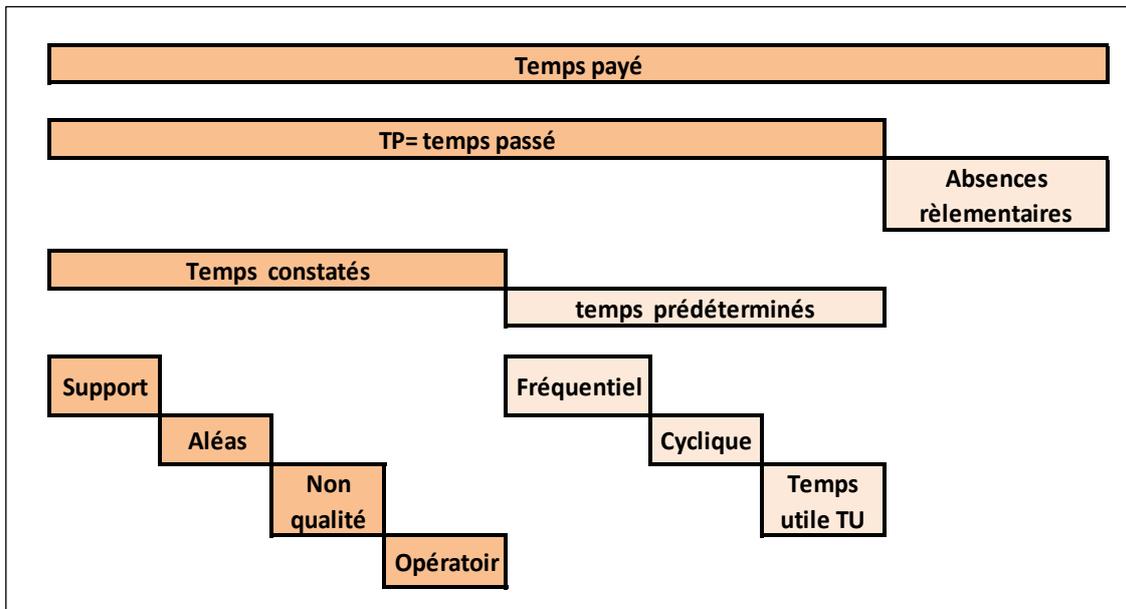
L'arbre de création de valeur fournit une sorte de carte qui permet de s'orienter parmi les différents leviers d'amélioration de la productivité et donc de la performance. Cependant, cette carte ne fournit aucune indication sur le niveau de productivité actuel du périmètre concerné. Il faut donc ajouter une boussole à la carte afin de pouvoir mesurer et localiser le niveau de performance, puis décider ou agir. La mesure seule n'assure pas le progrès, il faut analyser les mesures et déterminer les causes des bonnes et des mauvaises performances, autrement dit les paramètres influents [HOH, 2009].

#### 3.3.1.La productivité de la main d'œuvre

##### 3.3.1.1. Les temps standards

L'approche traditionnelle de mesure de la productivité de la main d'œuvre est la comparaison du temps alloué pour réaliser une tâche avec le temps réellement passé à son exécution. Par ailleurs un des héritages de l'organisation scientifique du travail est *le mode*

opérateur assorti des *temps standards* pour son exécution [HOH, 2009]. La **Figure I.3** représente la décomposition du temps de travail.



**Figure I.3 :** Décomposition du temps de travail [PET, 2013]

- **Utile :** temps correspondant à la production de la valeur ajoutée (VA) (manuel : fixer, viser ; technologique : usiner, tester).
- **Fréquentiels :** temps correspondant à des tâches à non-valeur ajoutée (NVA) se répétant tous les n cycles (approvisionnements, évacuation produits,...).
- **Cycliques :** temps correspondant aux travaux à N VA effectués systématiquement (déplacements, contrôles non normatifs, travaux administratifs, changements de série, contrôles statistiques ...).

Les temps précités sont prédéterminés. C'est des temps standards.

- **Activité opératoire :** conditions de travail difficile, accoutumance, absence non autorisée...
- **Non-qualité :** erreur de montage, traitement des rebuts et tri des pièces...
- **Aléas :** ruptures d'approvisionnement, pannes et dysfonctionnements...
- **Support :** régleur, formateur, approvisionneur de ligne...

Les temps précités sont constatés.

- **Absences réglementaires :** pauses, formations, congrès... [PET, 2013]

### 3.3.1.2. La mesure des temps standards [HOH, 2009]

La connaissance du temps nécessaire pour réaliser un travail et la fixation des objectifs occupent les spécialistes de *l'organisation industrielle*. La détermination des temps standards est issue de la mesure de leur exécution (chronométrage).

### 3.3.1.3. Détermination des temps unitaires [DOC 2]

Le temps unitaire est le temps nécessaire à un opérateur (équipe d'opérateurs) apte(s) et entraîné(s) pour effectuer une unité de travail, dans des conditions déterminées en utilisant la méthode, les machines et le matériel fournis. Il dépend des temps élémentaires (utiles et fréquents) et de leur occurrence, des temps irréguliers liés, de l'organisation des opérations et de l'allure des opérateurs. Ainsi, la mesure des temps standards est nécessaire à la détermination des temps unitaires.

### 3.3.2. La productivité des machines [HOH, 2009]

La productivité d'une machine se définit comme le rapport entre la production réalisée dans des conditions données et la production théoriquement réalisable dans les mêmes conditions :

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Quantité effectivement réalisée}}{\text{Quantité théoriquement réalisable}}$$

La quantité théoriquement réalisable est généralement définie dans un cas idéalisé :

- Ni aléa, ni pannes.
- Réglages parfaits et pas de dérives.
- Machine fonctionnant à la cadence nominale.
- Personnels présents et motivés.
- Matières et énergies approvisionnées sans retards ni anicroches...

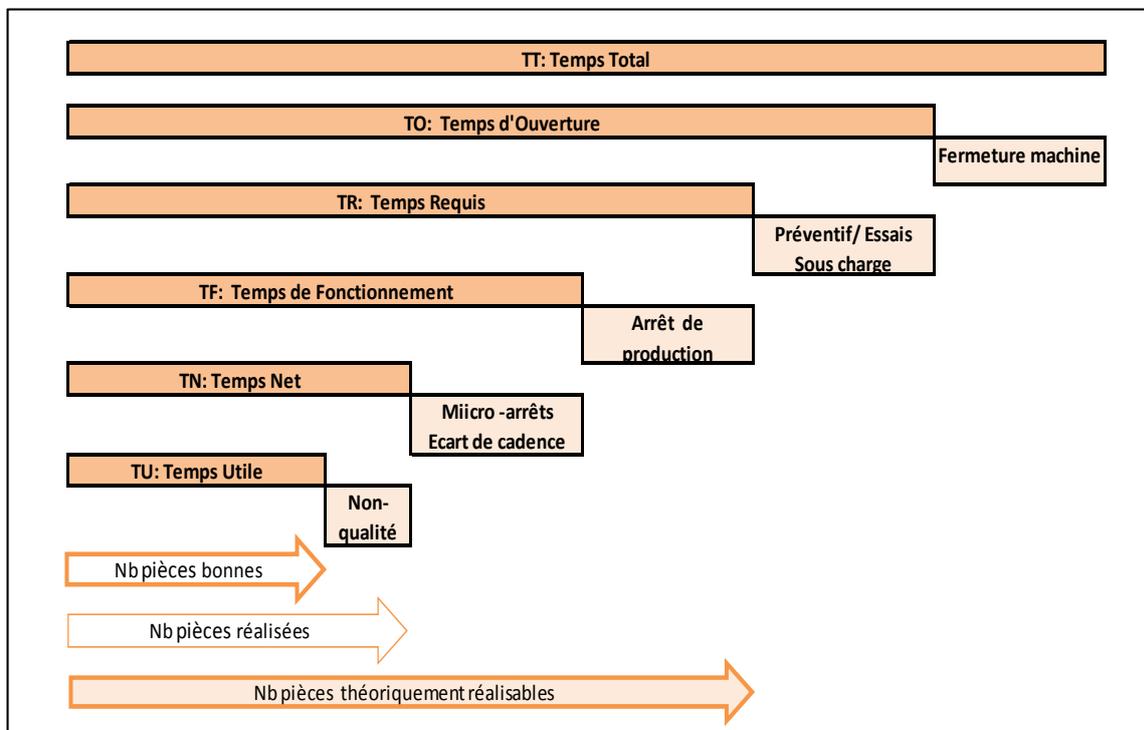
En réalité les différentes conditions idéales sont rarement réunies durablement. Par ailleurs, lorsqu'une machine produit, elle peut produire aussi bien des pièces bonnes que des pièces mauvaises. Or, les pièces mauvaises doivent être retouchées ou rebutées et remplacées, ce qui entraîne des coûts supplémentaires.

Il faut donc corriger l'équation précédente en remplaçant la quantité effectivement réalisée par *la quantité de pièces bonnes*. Ce faisant, pour la mesure de la productivité, il

faut se placer dans les conditions les plus sévères et mettre en évidence la part de la capacité de production gaspillée. L'indicateur de productivité des machines le plus sévère et le plus répandu est le *taux de rendement synthétique (TRS)*.

### 3.3.2.1. La constitution du TRS [KOM et al, 2006]

La décomposition des temps d'état d'un moyen de production n'étant pas normalisée, chaque entreprise utilise ses référentiels comme bon lui semble. Dans une optique de standardisation et pour permettre une comparaison dans la plus grande prudence entre deux TRS, une norme française a fixé les règles depuis mai 2002 : c'est la NF E 60-182. La **Figure I.4** présente le fractionnement des temps de référence.



**Figure I.4** : Les temps d'état d'un moyen de production selon la norme NF E 60-182

Ainsi, la norme fractionne les temps de référence de la manière suivante :

- **Temps d'ouverture (TO)** : Il s'agit du temps de présence des opérateurs pour chacune des sections. Par exemple, pour une machine fonctionnant 3\*8, son temps d'ouverture machine sera de 24H.
- **Temps requis (TR)** : Il correspond aux temps réellement mesurés, c'est-à-dire des temps de production et des arrêts. Par rapport au temps d'ouverture machine, les

temps pendant lesquels la machine ne tourne pas, soit parce que elle n'est pas utilisée, soit parce que les temps ne sont pas pointés, seront supprimés.

- **Temps de fonctionnement brut (TF):** Il s'agit de la somme des temps de production réellement mesurés. Selon le cas, il inclut ou non les temps de préparation du poste. Tous les temps d'arrêts subis (c'est-à-dire les pannes, le manque de personnel, le manque de matière...) seront retranchés au temps d'ouverture.
- **Temps de fonctionnement net (TN):** En général, il est calculé en multipliant les temps unitaires alloués et la quantité fabriquée. Par rapport au temps de fonctionnement brut, tout ce qui représente la sous performance (c'est-à-dire les micros arrêts et les écarts à la cadence) sera déduit.
- **Temps utile (TU):** il représente le temps réellement passé à fabriquer des pièces bonnes. Par rapport au temps de fonctionnement net, le temps de fabrication des pièces rebutées sera enlevé, pour ne garder que celui correspondant aux pièces bonnes. C'est ce temps qui est pris en référence pour calculer le ratio TRS.

Le TRS compare le temps utile (TU) au temps requis (TR) par le ratio :  $TRS = \frac{TU}{TR}$

Le TRS est un indicateur de performance dit « synthétique », car il prend en compte et englobe trois autres taux définis par la norme :

- **Taux de qualité** :  $\frac{TU}{TN}$
- **Taux de performance** :  $\frac{TN}{TF}$
- **Disponibilité opérationnelle** :  $\frac{TF}{TR}$

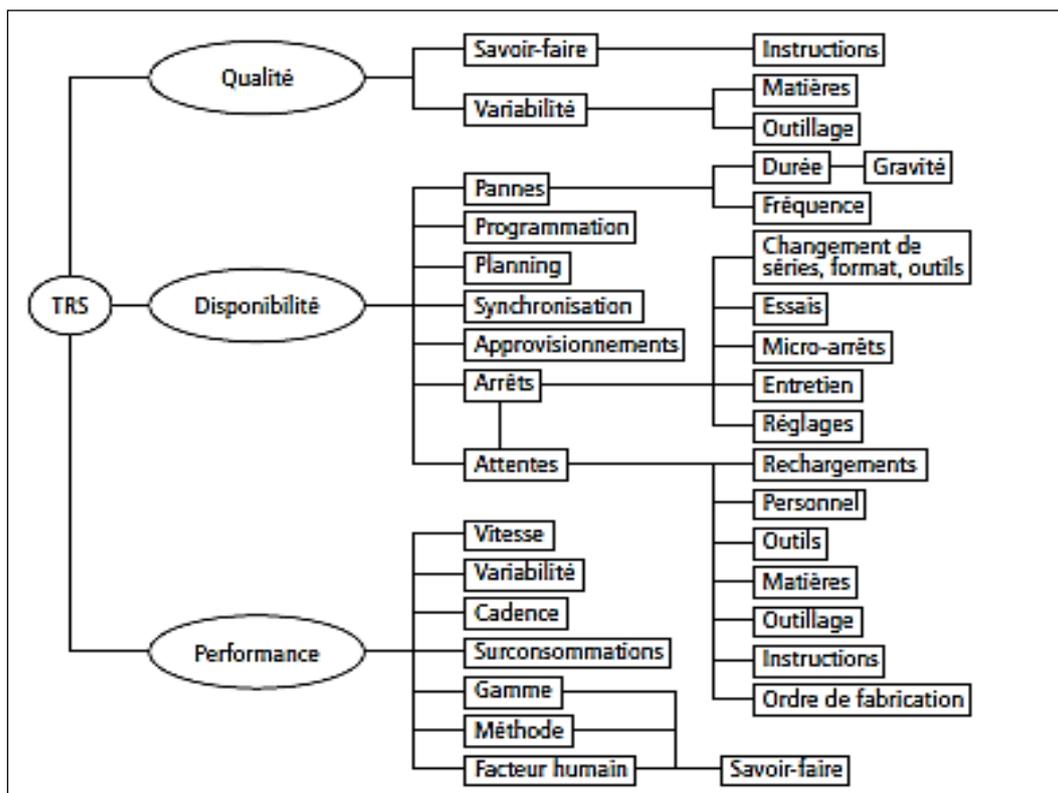
Le TRS rend compte avec une seule valeur de l'ensemble de la performance, tant en termes de qualité, de cadence (ou de performance) que de disponibilité de la machine.

### 3.3.2.2. La structure arborescente du TRS [HOH, 2009]

Dans le cadre d'une recherche d'amélioration de la productivité, le véritable intérêt portera sur la part de perte de TRS, qui a été définie précédemment comme du gaspillage de capacité. Pour comprendre pourquoi le TRS n'est pas à 100%, il faut récolter des données sur les causes de sous-performance et les analyser. La structuration de cette récolte peut se préparer en « démontant » les composants du TRS de manière arborescente. La structure du TRS suppose trois catégories dont il est la synthèse et qui sont :

- La disponibilité opérationnelle.
- Les performances ou les écarts de cadence.
- La qualité.

Chacune de ces catégories peut ensuite être divisée à son tour en composants jusqu'à obtenir un arbre des causes. La **Figure I.5** présente une décomposition théorique des causes. Cette décomposition doit ensuite être validée par les faits et les données recueillis sur le terrain.



**Figure I.5 :** La structure du TRS [HOH, 2009]

Il est possible d'envisager plusieurs méthodes pour relever les données relatives aux pertes de TRS sur un poste de travail. La saisie manuelle par les opérateurs demeure la plus utilisée. Cependant, elle est longue à exploiter et présente des risques d'erreurs, d'oublis et de fraudes, mais aussi, de démobilité des opérateurs.

### 3.3.2.3. Causes de gaspillage [HOH, 2009]

C'est en recherchant de manière exhaustive les causes de dégradation de la productivité des machines, que les équipes de Toyota ont identifié seize causes de gaspillage, regroupées en trois familles. Le **Tableau I.2** donne les seize types de pertes qui permettent le plus

souvent de vérifier de quoi est constituée la part des gaspillages ou du *non-TRS*. En effet, les gaspillages présentent des gains potentiels et des réserves de capacités.

**Tableau I.2 : Les seize causes du gaspillage [HOH, 2009]**

<p><b>huit pertes liées à l'équipement, dues :</b></p>	<p>Aux pannes            Aux réglages            Aux changements d'outils            Au démarrage            Aux micro-arrêts et à la marche à vide            À la sous-cadence            Aux défauts et aux retouches            Aux arrêts programmés et à la fermeture de l'atelier</p>
<p><b>Cinq pertes liées à la main d'œuvre, dues :</b></p>	<p>Au management            À la rapidité de l'exécution            À l'organisation de la ligne            À la logistique            Aux mesures et aux réglages</p>
<p><b>Trois pertes liées aux matières, à l'outillage et à l'équipement, dues :</b></p>	<p>À l'énergie            À l'outillage            Au rendement matière</p>

#### **3.3.2.4. Améliorer la productivité d'une machine par le TRS [HOH, 2009]**

Pour améliorer la productivité d'une machine, il est nécessaire d'augmenter le TRS. En traduisant cela en termes de temps, il s'agit de rapprocher le temps utile au temps requis. Il s'agit donc, de regagner la capacité gaspillée en analysant les données récoltées, puis en travaillant à éradiquer les causes principales de ces gaspillages.

La structure du TRS montre que les causes les plus importantes ne sont pas purement techniques, ni même du seul ressort du service de maintenance. Ce constat est souvent troublant pour les participants au déploiement de la TPM, induits en erreur par la dénomination «Total Productive Maintenance ».

Le processus d'amélioration doit utiliser les méthodes et les outils de résolution de problèmes, mais aussi rassembler les différents participants issus des différents services : les

opérateurs concernés, la maintenance, la qualité, les organisateurs industriels, la planification et les approvisionnements. En se basant sur les données recueillies et correctement présentées, le groupe va analyser les causes de sous performance et viser en priorité l'éradication des plus pénalisantes.

### **3.4. Analyse des activités**

La *cartographie des flux* est un outil qui permet de révéler les dysfonctionnements ou les gisements d'amélioration. Les cartographies doivent documenter les opérations telles qu'elles sont effectivement exécutées et non pas comme les procédures les prévoient. En effet, les déviations ou les différences de pratiques introduisent de la variabilité, dérogent au standard et entraînent le plus souvent des gaspillages [HOH, 2009].

La cartographie des flux ainsi que l'analyse des indicateurs de performance mesurés, peut permettre de détecter les postes qui génèrent le plus de gaspillages et qui représentent de véritables gisements d'amélioration et de réduction du CRI. Il existe plusieurs méthodes de résolution de problèmes, qui ont un nombre variable d'étapes. Leur intérêt est de proposer un cadre et une démarche structurée qui évite le traitement désordonné et précipité des problèmes.

### **3.5. Amélioration de la productivité par l'étude de poste**

Dans les milieux industriels, l'expérience montre qu'il y a plus à gagner en travaillant sur les gaspillages que sur les opérations à valeur ajoutée elles-mêmes. La raison en est simple : La génération de valeur ajoutée fait l'objet de toutes attentions de la part des responsables de production mais aussi du contrôle de gestion, des financiers et de la direction. Les activités annexes, telles que la logistique interne, la maintenance, les contrôles qualité, sont en revanche peu connues, non standardisées, guère gammées et peu suivies. Pour les activités hors production en particulier, la notion de gaspillages s'oublie très vite [HOH, 2009].

L'« *étude de poste* » est une méthodologie adaptée au traitement des études d'optimisation des postes et d'amélioration de leur productivité. Cette méthodologie présente en général une démarche complète d'identification, de mesure, d'analyse et d'amélioration de la productivité. Le **Tableau I.3** résume les étapes de la méthodologie générale d'étude de poste.

**Tableau I.3 : Etapes de la méthodologie Etude de poste [Doc 2]**

Etapes	Objectifs	Points clé
<b>1- Etude préliminaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déterminer l'intérêt et l'opportunité de l'étude.</li> <li>• Fixer les limites de l'étude.</li> <li>• Définir l'objectif réel.</li> <li>• Evaluer les moyens nécessaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérifier l'existence de gains potentiels.</li> <li>• Ne pas raisonner en termes de solutions.</li> </ul> <p>S'assurer de la disponibilité des ressources.</p>
<b>2-Pose du problème</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquérir la connaissance totale du poste.</li> <li>• Définir la mission du poste.</li> <li>• Fixer les moyens et les modes d'exécution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaitre en détail la situation initiale.</li> <li>• Collecter et structurer une information précise et complète.</li> <li>• Réaliser un diagnostic complet dans lequel les dysfonctionnements sont identifiés et quantifiés.</li> </ul> <p>Calculer la rentabilité de l'étude.</p>
<b>3- Analyse et critique de la situation actuelle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conditions ergonomiques.</li> <li>- Circulations produits.</li> <li>- Cycles machines.</li> <li>- Modes opératoires.</li> </ul> </li> <li>• Critiquer la situation actuelle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Approfondir la connaissance de la situation initiale.</li> <li>• Comparer cette situation avec d'autres postes.</li> </ul>
<b>4- Recherche de solutions, choix et développement de la nouvelle méthode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechercher et élaborer plusieurs solutions.</li> <li>• Critiquer les solutions proposées.</li> <li>• Apporter les éléments d'aide aux choix de la solution.</li> <li>• Développer en détail la solution retenue.</li> <li>• Confirmer par les chiffres son intérêt.</li> <li>• Planifier sa mise en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer une aide au choix.</li> <li>• Argumenter objectivement.</li> <li>• Valoriser la nouvelle solution, par rapport à la situation initiale et par rapport aux autres solutions envisagées.</li> </ul> <p>S'assurer de la disponibilité des ressources.</p>
<b>5-Mise en œuvre de la solution et mise sous contrôle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en application la nouvelle méthode.</li> <li>• Réaliser la stabilisation de la nouvelle méthode.</li> <li>• Définir les temps standards.</li> <li>• Choisir les indicateurs permettant de garantir une bonne mise sous contrôle.</li> <li>• Mettre en œuvre les indicateurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'assurer du respect des délais et des coûts.</li> <li>• Définir et mesurer les temps.</li> <li>• Finaliser le dossier de poste.</li> <li>• S'assurer de sa bonne application par la maîtrise.</li> </ul> <p>S'assurer de la qualité du suivi d'activité.</p>
<b>6-Evaluation des résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boucler sur les gains prévus, les moyens mis en œuvre et les délais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confirmer la rentabilité de l'étude.</li> </ul> <p>Capitaliser l'expérience par un rapport de fin d'étude.</p>

## 4. Management au Quotidien de la Performance (MQP)

### 4.1. Les constats récurrents en entreprises

La productivité des machines et le bon emploi de la main d'œuvre représentent souvent des cibles prioritaires pour les responsables opérationnels. Cependant, les données recueillies au travers des travaux d'investigation, des observations et des mesures fournissent des résultats et des tendances, mais ne renseignent pas directement sur les causes de sous-performance. Le meilleur exemple est le TRS, dont la concision est la principale force mais également la principale faiblesse. En effet, si la valeur du TRS donne une indication immédiate de la performance globale, savoir sur quels leviers agir pour l'améliorer suppose une analyse préalable de chacun de ses constituants.

La compréhension des causes de perte de performance utilise les méthodes et les outils de résolution de problèmes (Diagramme Pareto, Diagramme Causes-Effets). Cependant, en l'absence de directives particulières, les actions d'amélioration cibleront prioritairement les causes de sous-performance les plus pénalisantes [HOH, 2009].

Ainsi, dans un contexte industriel, les constats les plus récurrents sont les suivants :

- Le TRS ne permet pas un pilotage proactif de la performance au niveau de l'heure, ni de la journée.
- Les managers se laissent tirer vers le bas car ils s'occupent souvent de tâches qui ne sont pas de leur ressort.
- Le personnel opérateur subit des objectifs imposés et n'est pas suffisamment impliqué, voire engagé dans les progrès.
- Les managers de proximité des opérateurs (chefs d'équipe, chefs d'atelier) ne jouent pas exactement le rôle que la performance de l'entreprise attend d'eux. Très techniciens, trop impliqués et fidèles, ils ne savent pas se positionner entre la direction et les opérateurs. Ils remontent les problèmes au lieu de les résoudre. Ils ne savent pas décomposer les objectifs de la direction en actions de management simples et quotidiennes.
- Mais surtout, un manque de clarté, de cohérence, voire d'affichage des principaux objectifs visés depuis la direction vers l'opérateur [Site 1].

Lorsque tout va bien dans une entreprise, les problèmes sont rarement décelés, qu'ils soient réels ou potentiels. C'est bien dommage, car c'est dans ces situations que les ressources sont le plus facilement mobilisables pour l'amélioration. A l'inverse, en situation de crise, il n'y a pas de discussion sur la nécessité de réagir et d'améliorer la situation, mais le plus souvent le temps et les ressources manquent. Les solutions mises en place sont donc fréquemment de moins bonnes réponses aux problèmes, car elles sont élaborées dans l'urgence et sous le poids de fortes contraintes. Le *progrès permanent* n'est pas lié à une conjoncture particulière, c'est une posture que l'on adopte sans discontinuité et qui permet d'élaborer des solutions robustes dans les situations sereines pour répondre rapidement aux situations de crise. [HOH, 2009]

#### **4.2.Animation à Intervalles Courts AIC [Site 2]**

Dans une entreprise, pour atteindre régulièrement les objectifs attendus, il faut commencer par améliorer **l'efficacité du management** (levier N°2 de la performance). Pour cela, il est nécessaire d'appliquer rigoureusement un mode de management *individuel* et *collectif*. Celui-ci doit être *dynamique* et *visuel* afin de permettre à tous de garantir la performance au quotidien et être le moteur du progrès.

Ce management implique pour les opérationnels, la maîtrise et la direction un nouveau mode de contribution mutuelle avec un traitement différent des actions courts, moyens et longs termes, mais aussi, de prioriser de façon consensuelle les problèmes à traiter. Ce mode de management dynamique (par animations) et visuel (par des tableaux d'indicateurs) est « *l'Animation à Intervalles Courts (AIC)* ».

Il tire ses origines du *Lean Manufacturing*<sup>1</sup>, mais c'est grâce à *Productium*, une SARL française, créée en 1999, spécialisée dans le conseil et l'assistance opérationnelle aux entreprises que ce mode de management a été développé et amélioré. Créant ainsi une nouvelle approche du Lean Manufacturing, il a été déployé dans certaines entreprises et adapté à leur besoin et à la nature de leur activité :

- **2006 : Michelin**, sous le nom du *MQP* et en cohérence avec le « *Michelin Manufacturing Way* ».

---

<sup>1</sup> Un système de production développé par Toyota dans les années 1980.

- **2008 : Schneider Electric**, sous le nom d'*AIC* et en cohérence avec le « *Schneider Production System* ».
- **2009 : Smurfit Kappa.**
- **2011 : Agrati.**

Le but de l'*AIC* est de rendre les indicateurs simples et efficaces, savoir résoudre rapidement les problèmes prioritaires et évoluer en suivant une logique progressive. Ceci, grâce aux bonnes pratiques industrielles du management. Ces bonnes pratiques sont développées en trois phases consécutives :

- **Phase 1** : Atteindre l'attendu avec l'*AIC*.
- **Phase 2** : Utiliser le potentiel des équipes pour optimiser l'existant.
- **Phase 3** : Se pencher sur la re-conception du travail.

### 4.3. Phases du MQP [Site 2]

#### 4.3.1. Phase 1 : Atteindre l'attendu avec l'*AIC*

Des managers qui se laissent tirer vers le bas, du personnel qui subit des objectifs imposés sont des scénarios récurrents dans le contexte industriel et ils ne sont pas sans impact. En effet, se produisant de façon régulière, ils rendent difficile l'atteinte régulière des performances attendues. Or, pour « *atteindre l'attendu* », il est nécessaire d'avoir continuellement :

- Un *management dynamique* avec des *animations* régulières,
- Une *communication visuelle* avec des *tableaux* de performances.

L'*AIC* a pour objectif d'améliorer la réactivité face à tous les aléas et ceci proportionnellement aux risques que chacun représente. Pour cela le suivi de la production se déroule sur trois tempos :

- Un **suivi horaire** de production : **heure par heure**, sur l'équipe.
- Un **suivi journalier** de performance : **jour par jour**, sur le mois.
- Un **suivi mensuel** de performance : **mois par mois**, sur l'année.

- **Le suivi horaire :**

Il permet à tous d'être informés et plus réactifs aux difficultés rencontrées. Il met en œuvre :

- des *tableaux Heure/Heure (H/H)* de suivi de production (**Figure I.6**).
- associés à une *animation de terrain* qui est la rencontre individuelle des opérateurs avec leur responsable.

Ce sont les bases du management de la performance individuelle. Elles intègrent un vrai coaching des opérateurs, un engagement sur des objectifs partagés et une communication visuelle des difficultés rencontrées.



**Figure I.6 :**  
Tableaux  
Heure/Heure

Ainsi, pour chaque ensemble de production (machine ou groupe de machines), il y'a un tableau H/H de suivi de production. A partir de ces tableaux, le responsable îlot pratique l'animation de terrain.

Une description détaillée du suivi horaire est présentée dans **Annexe 1**.

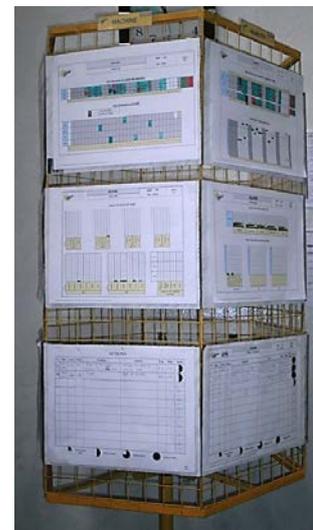
▪ **Le suivi journalier :**

Il permet à tous de suivre chaque jour, les performances globales de l'atelier (ou de l'îlot) et de connaître les priorités des plans d'actions de moyen terme. Il met en œuvre

- un *tableau tournant* de suivi de production jour par jour (**Figure I.7**).
- associé à une *animation 5 minutes* qui est chaque jour, la réunion opérationnelle systématique autour du tableau tournant.

C'est un mode de management collectif sur le court et moyen terme, indissociable de la démarche. Il intègre un engagement sur des délais de traitement rapide des problèmes et une communication visuelle des priorités.

Ainsi, pour chaque atelier (ou îlot), il y'a un tableau tournant de suivi des performances journalières *SMQDCS (Sécurité, Machine, Qualité, Délais, Coût et Standard)*. A partir de ce tableau, le responsable îlot anime chaque jour une réunion de 5 mn.



**Figure I.7 :** Tableau  
tournant

Les performances liées à ces six domaines essentiellement basés sur les composantes du TRS, sont suivies sur chaque pan des tableaux journaliers et mensuels :

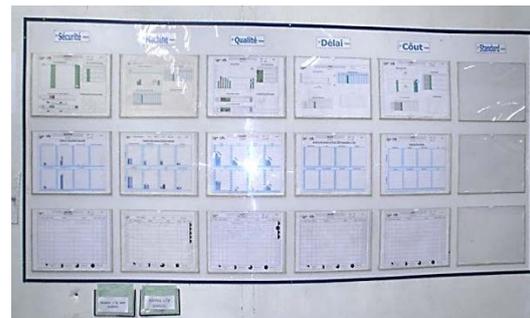
- **Sécurité** : Maîtriser les risques pour éviter l'accident et témoigner d'un comportement préventif pour un "**zéro accident**".
- **Machine**: Détecter les défaillances avant les pannes et assurer les opérations de maintenance préventive et prédictive pour une "**disponibilité instantanée des moyens**".
- **Qualité** : Surveiller les paramètres influents pour assurer la fabrication d'un produit conforme "**bon du premier coup**".
- **Délai** : Surveiller les stocks pour éviter les ruptures clients, viser en permanence le meilleur engagement quotidien pour permettre de produire "**au bon moment**".
- **Coût** : Optimiser l'utilisation des ressources nécessaires à l'obtention des performances pour produire "**au prix objectif**".
- **Standard** : le respect des différents standards prédéfinis.

Une description détaillée du suivi journalier est présentée dans **Annexe 2**.

▪ **Le suivi mensuel** :

Il permet à tous de suivre chaque mois, les performances globales de l'atelier et de connaître la priorité des plans d'actions de long terme. Il met en œuvre :

- un *tableau plat* de suivi de production par mois (**Figure I.8**).
- associé à une *animation de progrès* qui est chaque mois, la réunion opérationnelle systématique autour du tableau plat.



**Figure I.8** : Tableau plat

C'est un mode de management collectif sur le moyen terme, indissociable de la démarche. Il intègre un engagement sur des délais de traitement long des problèmes et communication visuelle des priorités.

Ainsi, pour chaque atelier (îlot), il y'a un tableau plat de suivi des performances *SMQDCS*. A partir de ce tableau, le responsable îlot avec les services supports, animent chaque mois une réunion de progrès. Une description détaillée du suivi mensuel est présentée dans **Annexe 3**.

### 4.3.2. Phase 2 : Utilisation du potentiel des équipes pour optimiser l'existant

Quand l'AIC est bien maîtrisée, il faut optimiser l'existant en équipe avec des outils comme les 5S, le SMED et l'AMDEC. Ces outils permettent d'améliorer l'organisation du travail, en utilisant la *synergie du personnel*. Les solutions sont adoptées de façon consensuelle et leurs gains sont sous contrôle grâce au suivi des indicateurs en place.

**Les 5S** : *Trier, arranger, nettoyer, standardiser et faire évoluer* : C'est mettre en œuvre cinq actions clés pour créer l'ordre et la propreté et obtenir durablement la meilleure efficacité sur les postes de travail. C'est un travail de groupe se révélant à l'usage remarquable et efficace, car il transforme physiquement l'environnement du poste de travail et agit profondément sur l'état d'esprit du personnel.

**Le SMED** : « *Single Minute Exchange of Die* » ou *l'échange d'outils en moins de 10 minutes* : C'est une méthode d'amélioration en commun des changements de séries. Elle a pour objectif de réduire ces temps à NVA et donc la taille du lot minimal. Les chantiers SMED ont pour objectif de transformer le plus possible des réglages qui se font à machine arrêtée en réglages qui se font à machine en fonctionnement. C'est aussi un travail de groupe qui permet d'améliorer les conditions de changement de séries et agir profondément sur l'état d'esprit des opérateurs et des régleurs.

**L'AMDEC** : *l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs effets et de leur criticité*. C'est une méthode d'analyse préventive qui recense, met en évidence et quantifie les risques avérés ou potentiels d'un produit, d'un processus ou d'un procédé, conduisant à en trouver les actions correctives prioritaires. C'est aussi un travail de groupe qui permet de classer par priorité les risques afin de s'attaquer aux plus critiques.

### 4.3.3. Phase 3 : Re-conception du travail

Quand les principales causes des aléas de la production ont été résolues et que, par la rigueur, l'attendu a été régulièrement atteint, il faut travailler sur la re-conception du travail. Cela commence par :

- Comprendre la **vraie VA pour le client**.
- Cartographier les **flux de création de valeur** sur le terrain.
- Eliminer tous les gaspillages en reconcevant le travail.

## **5. Conclusion**

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les moyens d'amélioration de la performance industrielle via ces deux leviers. D'une part, l'étude de poste offre une démarche complète d'identification, de mesure et d'amélioration de la productivité des postes de travail. D'autre part, l'AIC ou encore le MQP représente un mode de management qui s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue, en se basant sur une évaluation à courtes périodes des performances et leur communication visuelle.

---

*Chapitre II :*

# **Etude de l'existant**

---

## **1. Introduction**

Ce chapitre est consacré à la définition du cadre et de l'objet du projet de fin d'étude. Nous présentons tout d'abord le groupe Michelin et parcourons l'historique de l'usine d'Alger, puis nous définissons la technologie du pneumatique et son processus de fabrication. [BEN & DOU, 2006].

Par la suite, nous présentons les résultats de l'étude préliminaire pour mettre en évidence l'origine de l'étude et définir l'intérêt, l'opportunité, les limites, les objectifs, les moyens et l'échéancier de cette dernière.

## **2. Présentation de l'entreprise**

### **1.1. Michelin monde en bref [DOC 1]**

C'est en **1889** qu'Edouard MICHELIN lance la création de la société de fabrication du pneumatique en France. Actuellement l'entreprise est une multinationale représentée par :

- Plus de 17 marques différentes.
- 69 sites de production dans 18 pays y compris l'Algérie.
- Un centre de technologie et 6 000 chercheurs répartis sur 3 continents (Asie, Amérique, Europe).
- 6 plantations d'hévéa réparties dans 2 pays (Brésil et Nigéria).
- Une commercialisation dans plus de 170 pays.

Le groupe Michelin est leader mondial du pneumatique avec 14,6% de parts de marché en 2012. Il est leader du marché Tourisme, Camionnette et Poids Lourd.

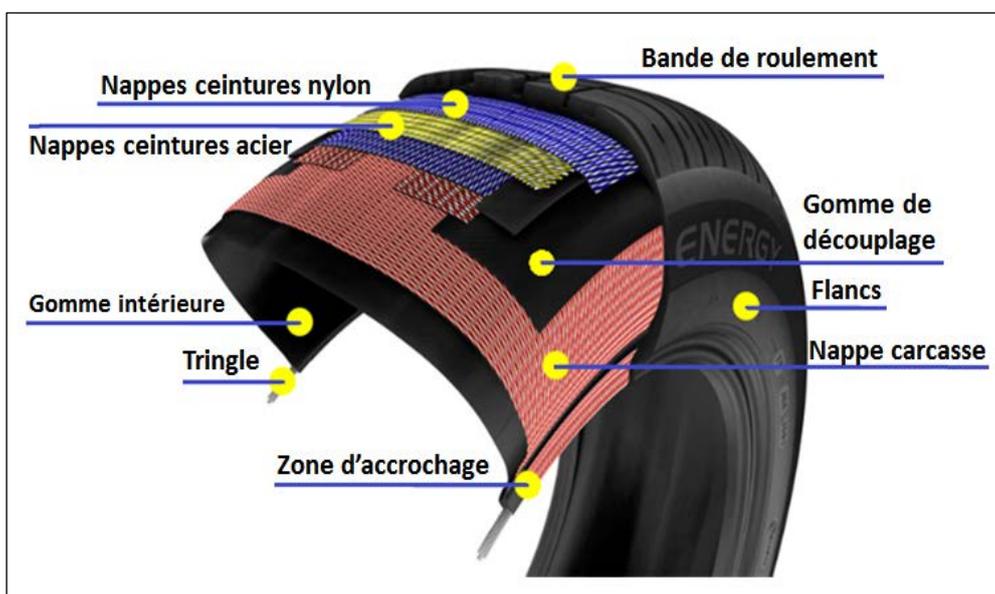
### **1.2. Chronique de Michelin Algérie [DOC 1]**

- **30 juin 1959** : Création de la SATI (Société d'Applications Techniques et Industrielles) filiale de Michelin France.
- **Mars 1963** : Cuisson du premier pneu. La SATI produit des pneus de véhicules tourisme et poids lourd depuis 1964.
- **Novembre 1993** : Cessation de l'activité industrielle suite à un environnement peu favorable.
- **2001** : Début des études concernant la possibilité de la reprise d'une activité industrielle pour la fabrication des pneus Poids Lourd Michelin.

- **12 août 2002** : Création de la société Michelin Algérie, entreprise de droit Algérien.
- **Aujourd'hui** :
  - Elle compte 690 employés.
  - Elle produit pour sa zone AIM (Afrique, Inde, Moyen orient) des pneus poids lourd adaptés au marché de AIM.
  - Elle vend en Algérie, par l'intermédiaire de son réseau commercial, tous les types de pneus : Touristique, Poids Lourd, Grand Camion, 2 Roues.
  - Elle détient environ 32% du marché de pneumatique en Algérie.
  - La production est exportée vers les pays de la zone et l'Europe.

### **1.3.Le pneumatique [Doc 1]**

Le pneumatique est une enveloppe que l'on fixe à la jante des roues des véhicules pour absorber les irrégularités du sol et favoriser leur déplacement sans glissement. Un pneumatique assure plusieurs fonctions vitales pour la sécurité de tous les usagers de la route. Il sert à rouler, porter la charge, assurer le guidage, transmettre les efforts freineurs et moteurs et amortir les bruits et les vibrations mécaniques. Pour assurer ces fonctions, le pneumatique doit adhérer, assurer la trajectoire (comportement routier), résister à l'usure, être endurant, être confortable, faire le moins de bruit possible mais aussi être capable de supporter le poids du véhicule et de ses passagers. La **Figure II.1** représente les principaux composants d'un pneumatique.



**Figure II.1** : Composition d'un pneumatique

Les caractéristiques d'un pneumatique sont le résultat d'une haute précision dans sa composition. C'est un produit **complexe**, constitué de plusieurs éléments : un véritable produit de haute technologie qui doit s'adapter à des conditions d'utilisation différentes et doit satisfaire à des besoins différents, voir antagonistes.

Chaque élément du pneumatique est conçu pour répondre à ces besoins :

- **Les flancs** : relie la bande de roulement et les talents. Ils protègent la carcasse du pneu des frottements ou des chocs. Ils présentent aussi, une grande résistance aux déformations répétées et aux attaques chimiques de l'oxygène et de l'ozone contenus dans l'air. Ce sont eux également qui reçoivent les marquages.
- **La nappe carcasse** : est constituée de fibres textiles (pneus tourisme et les motos) ou métalliques (pneus poids lourds et génie civil), insérées dans une épaisseur de gomme. Ces extrémités sont repliées autour des *tringles*, conçues en fonction de chaque type et *dimension* de pneu.
- **Les tringles** : sont constituées de câbles métalliques inextensibles tressés. Elles assurent le maintien des pneus sur les roues.
- **Le talent du pneu (ou zone d'accrochage)** : assure la liaison avec la gante de la roue. Plaqué sur la gante par la pression de gonflage et le serrage de la tringle, il assure l'étanchéité et la transmission des efforts lors des accélérations ou freinages du véhicule.
- **La bande de roulement** : assure le contact avec le sol. Constituée spécifiquement de gomme formulée pour résister à l'usure, elle est entaillée de sculptures afin d'améliorer l'adhérence en toutes circonstances.
- Rigide et souple à la fois, **une nappe sommet** est constituée de câbles métalliques très fins et résistants au cœur d'une couche mince de gomme. Au nombre variable selon le type de pneus, ces nappes forment une *ceinture* de résistance aux déformations dues à la vitesse et protègent le sommet de la nappe carcasse.

## 1.4. Fabrication du pneumatique à Michelin Algérie [DOC 1]

### 1.4.1. La préparation de mélanges

La composition d'un mélange est étroitement adaptée à l'usage prévu pour le pneu et les formules sont élaborées selon les propriétés spécifiques désirées. A chaque phase du procédé, le travail du fabricant s'avère particulièrement minutieux : contrôles dimensionnels, pesées et mesures thermiques sont les garants d'une qualité suivie. Depuis l'année 2010, Michelin Algérie ne produit plus de mélanges, ils sont importés sous forme de plaquettes. La **Figure II.2** présente des plaquettes de mélanges.



**Figure II.2** : Plaquettes de mélanges

### 1.4.2. La préparation des semi-finis

- *Nappes à Droits Fils (NDF) :*

Ces nappes sont constituées de câbles disposés parallèlement et de façon jointive, enrobés entre deux couches de gomme « *Skims* » sur une machine à calandrer (Calandre 800). Elles sont ensuite découpées selon un angle déterminé, en fonction de leur utilisation dans la construction du pneu en: nappes carcasses, nappes ceintures acier ou raidisseurs. La **Figure II.3** présente une calandre *Entre Bâtis (EB)* sur laquelle sont fabriqués les Skims.



**Figure II.3** : Calandre Entre Bâtis (EB)

▪ **Autres composants :**

Parallèlement, d'autres machines confectionnent des profilés : renforts de talons, gommages de flancs et bandes de roulement. Ces profilés sont fabriqués avec précision, par extrusion ou par calandrage entre des rouleaux comportant en creux le profil désiré.

### **1.4.3. L'assemblage**

Appelé également confection, l'assemblage a pour but d'empiler à plat les différents composants sur un tambour cylindrique, dans un ordre déterminé et avec une grande précision. Le collant à cru, liant naturel de chacun d'eux, assure leur adhésion. Après chaque pose, les gommages sont rapprochés et roulottés afin d'empêcher toute inclusion d'air et pour former un tout parfaitement homogène.

Le premier produit mis en place est la gomme intérieure étanche. La nappe carcasse est disposée ensuite transversalement. Les tringles sont positionnées de chaque côté de la nappe. Enfin, différentes gommages de bourrage et de protection des flancs sont posées.

La **Figure II.4** présente l'assemblage d'un pneu.



**Figure II.4 :** Assemblage d'un pneu

### **1.4.4. La conformation**

Grâce à l'opération de conformation, il est possible de passer d'une forme cylindrique à une forme d'anneau torique proche de celle du futur pneumatique. Ainsi, les tringles sont rapprochées l'une de l'autre, tout en soumettant la partie centrale à un gonflage qui tend et bombe les couches de gomme dans la limite de la longueur des câbles des nappes. Compte tenu des fortes déformations imposées par cette étape, l'adhésion entre les éléments assemblés doit être assurée. Il faut ensuite enrouler sur cette forme torique les nappes ceintures et la bande de roulement toujours lisse. Divers profilés complémentaires sont également posés et à

la fin de cette étape, un bandage sera obtenu. La **Figure II.5** présente l'opération de conformation.



**Figure II.5** : Opération de conformation

### **1.4.5. La cuisson**

Jusqu'à là, le pneumatique n'a pas été chauffé de manière à conserver le caractère plastique des différents mélanges de gomme utilisés dans sa construction. Lors de cette dernière étape, il est placé dans un moule chauffé à l'eau surchauffée et à la vapeur. L'eau circule de façon continue dans une membrane. En se gonflant, la membrane applique le pneumatique contre les parois du moule pour imprimer les sculptures et les marques externes. C'est alors que la cohésion de l'ensemble est réalisée par la vulcanisation. En reliant les molécules de caoutchouc entre elles, les molécules de soufre les empêchent de se séparer. Le caoutchouc perd ainsi son caractère plastique et selon le degré de vulcanisation, acquiert élasticité, fermeté et résistance à l'abrasion. L'ensemble de ces phénomènes générés par la cuisson, assure la parfaite cohésion entre les mélanges de gomme et les renforts métalliques. La **Figure II.6** présente la cuisson d'un pneu dans une presse.



**Figure II.6** : Cuisson d'un pneu dans une presse

### 1.4.6. Le contrôle des pneus cuits

Après cuisson, le pneumatique est acheminé vers les divers contrôles de réception. Certains contrôles sont systématiques, d'autres sont statistiques. Ces contrôles permettent de garantir la qualité du produit et sa conformité aux référentiels de qualité, tels que : les contrôles ultrasons, d'uniformité, d'architecture, de radioscopie et de radiographie. Une fois tous les contrôles effectués, le pneu est stocké pour être commercialisé. La **Figure II.7** présente le contrôle ultrason des pneus.



Figure II.7 : Contrôle ultrason des pneus

### 1.5. Synoptique des ateliers et ordinogramme de fabrication :

La fabrication du pneumatique à Michelin Algérie est organisée en quatre Ateliers. Certains ateliers sont organisés en plusieurs îlots. La **Figure II.8** présente un synoptique des ateliers.

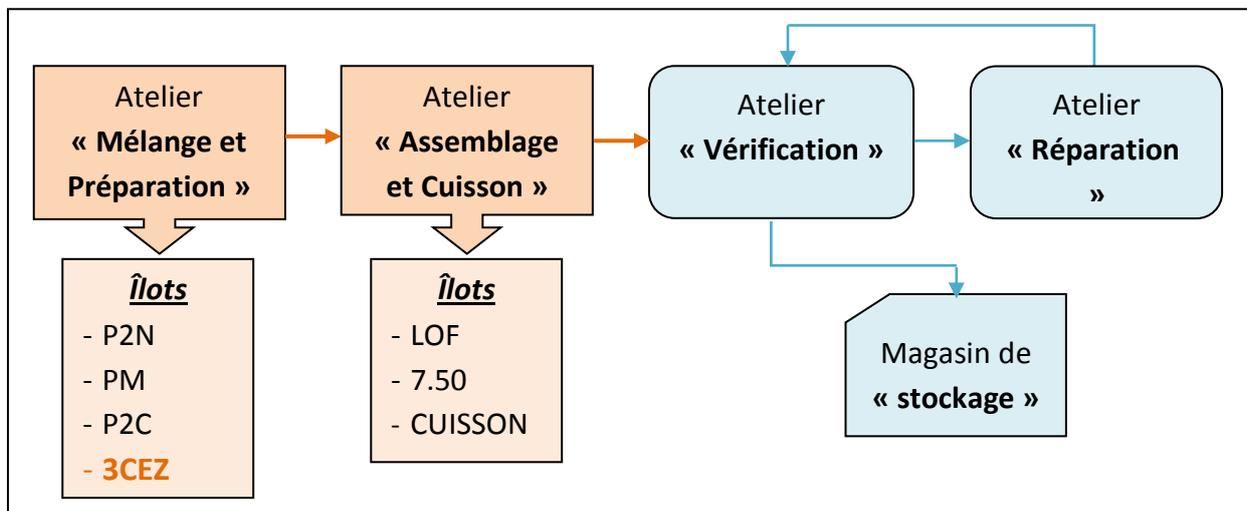
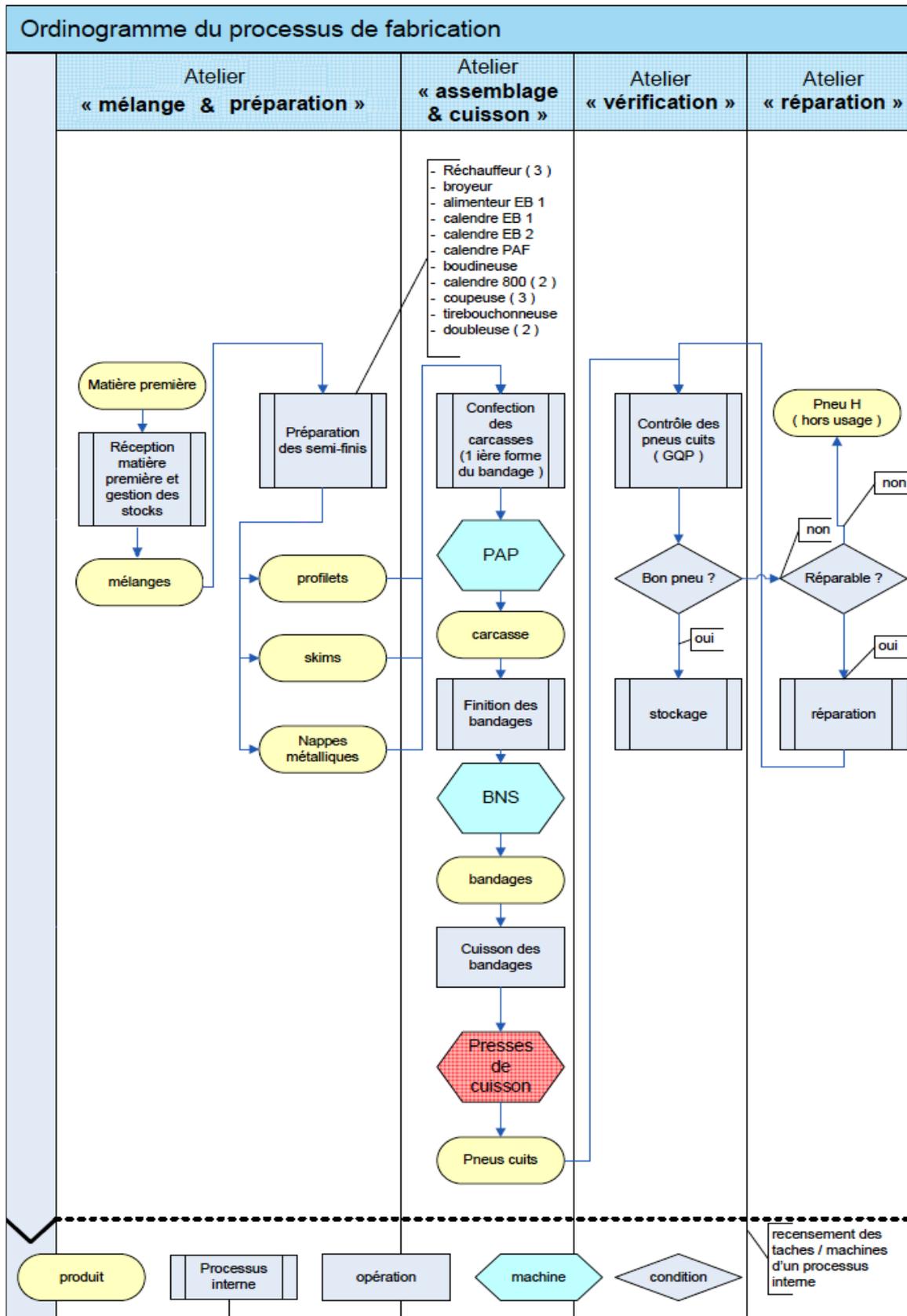


Figure II.8 : Synoptique des ateliers

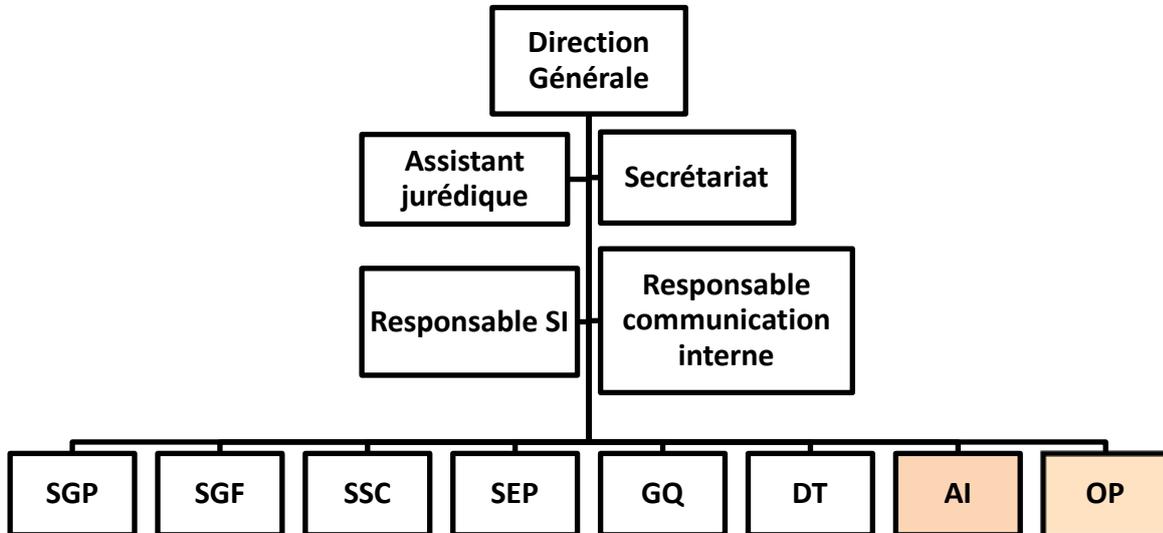
La **Figure II.9** présente l'ordinogramme du processus de fabrication.



**Figure II.9 :** Ordinogramme du processus de fabrication [BEN & DOU, 2006]

## 1.6. Organisation [DOC 1]

La **Figure II.10** présente l'organigramme de Michelin Algérie. Il est articulé en 8 fonctions principales.



**Figure II.10** : Organigramme de Michelin Algérie

**SGP**: Service Groupe Personnel    **SEP**: Service Environnement et prévention  
**SGF**: Service Groupe Finances    **GQ** : Garantie Qualité    **AI** : Activité Industrielle  
**SSC**: Service Supply Chain    **DT**: Direction Technique    **OP** : Organisation et progrès

La fonction OP agit par délégation de la fonction de direction, en lui assurant une assistance constante et permanente dans son activité industrielle. Elle ne dispose pas de pouvoirs de décision. Un organisateur industriel est un prestataire qui délivre principalement :

- Des « *études d'organisations* ».
- Des outils et des moyens de mesure de la performance des systèmes.
- L'animation du progrès et l'assistance méthodologique.

## 1.7. Périmètre du projet et objectifs assignés

Durant ce projet, nous avons occupé les postes d' « *Organisateurs d'études* » dans le service OP. Nous avons pour missions principales la réalisation d'une *étude de poste* au niveau de l'îlot 3CEZ sur les deux machines Calandre 800, dédiées à la réalisation des tissus métalliques NDF, mais aussi, la mise en place d'un *suivi heure/heure* dans le cadre du déploiement du *MQP* au niveau de cet îlot.

Les objectifs assignés à l'étude de poste sur les calendres 800 sont déclinés dans la fiche action (voir **Annexe 4**). Ces objectifs sont traduits sous la forme de deux indicateurs:

- **La productivité :** Il s'agira d'améliorer la productivité par équipe (De 7 rouleaux NDF/équipe à 12 rouleaux NDF/équipe).
- **L'effectif à pourvoir :** Il s'agira de déterminer la possibilité de passage de 9 agents (3 équipes) à 6 agents (2 équipes).

Le choix de ces indicateurs a été effectué par le service OP suite à un constat de dégradation de la performance. Cependant, même si cette dégradation a été exprimée sous forme d'indicateurs, l'origine de l'étude n'a pas été réellement démontrée.

## **2. Etude préliminaire**

Dans cette première étape de l'étude de poste, nous mettrons en évidence l'origine de l'étude. Une fois cette origine démontrée, nous décrirons l'Intérêt, l'Opportunité, les Limites, les Objectifs, les Moyens et l'Echéancier (IOLOME) de l'étude. Il sera par la suite et d'après les résultats, décidé de la poursuite ou non de l'étude.

### **2.1. Origine de l'étude**

#### **2.1.1. Analyse des indicateurs fiche action:**

L'analyse des indicateurs choisis, en particulier celui de la productivité a pour objectif de s'assurer que ces derniers reflètent bien les performances réelles relatives aux deux calendres 800, ainsi que leurs évolutions durant ces trois dernières années. L'analyse a porté sur :

- **L'effectif par équipe :**

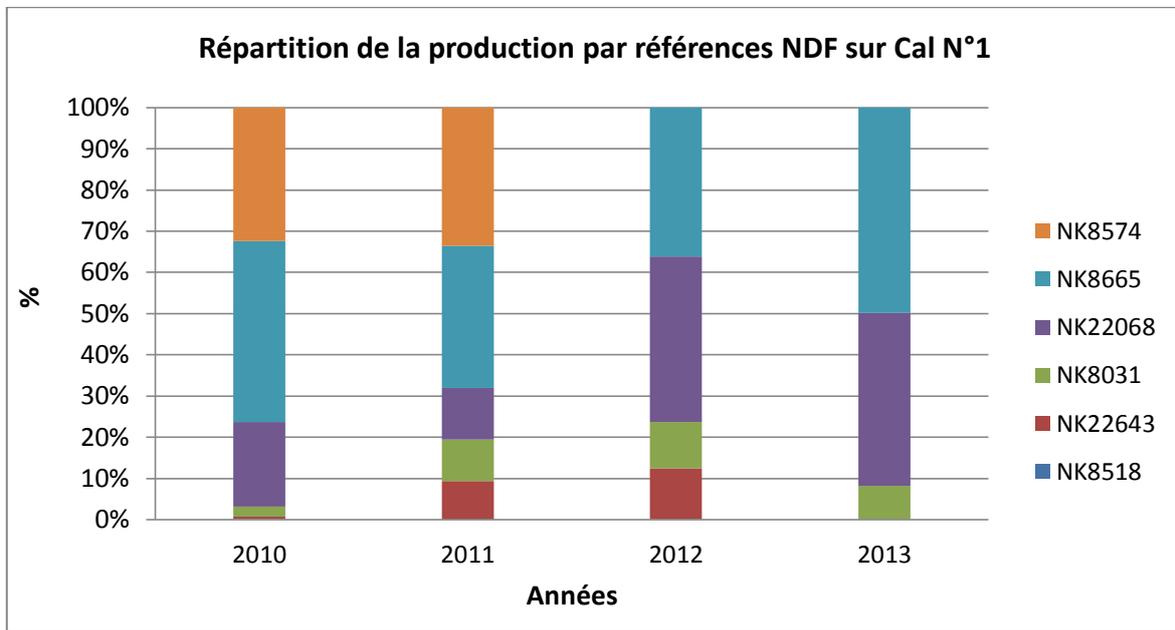
Une réduction de l'effectif par équipe a déjà été effectuée au début de l'année 2009, de **quatre agents** par équipe (un conducteur, deux bobineurs et un enrouleur) à **trois agents** par équipe (un conducteur, un bobineur et un enrouleur). A cette étape de l'étude, il serait difficile d'évaluer l'impact d'une telle réduction. Ainsi, la suite de l'analyse portera que sur les années 2010, 2011, 2012 et le prévisionnel 2013.

- **Les références NDF produites :**

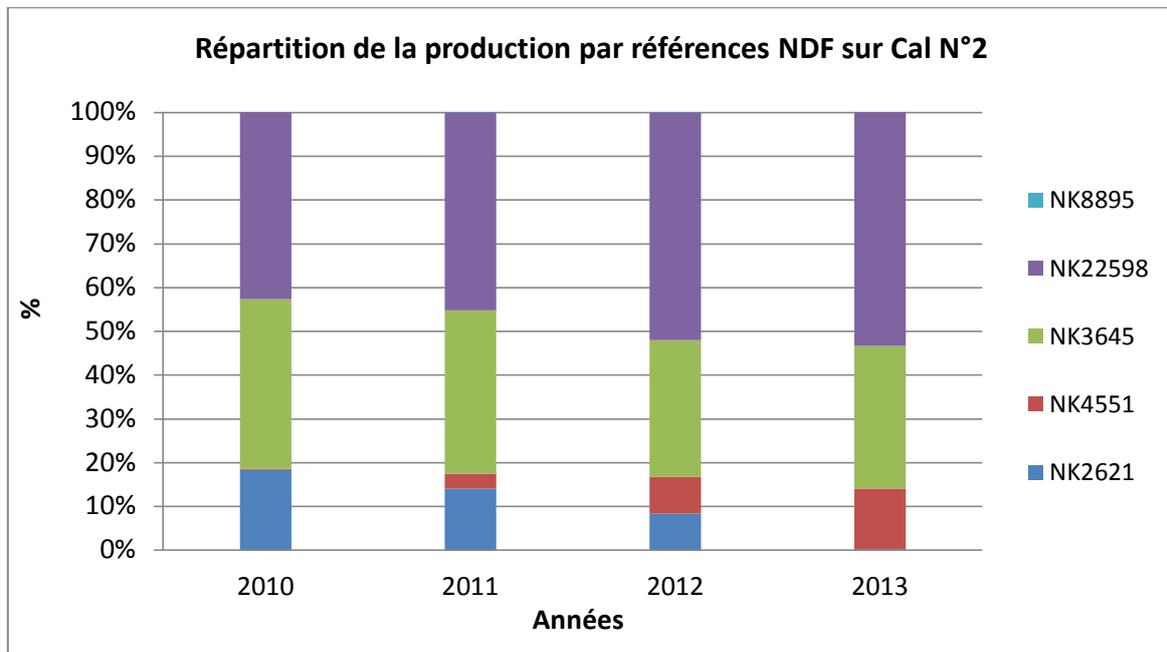
En analysant l'évolution du mix dimensionnel (les dimensions de pneus produites en une année), ainsi que leurs nomenclatures respectives, nous avons remarqué que le mix

dimensionnel et par conséquent, les références de NDF fabriquées diffèrent d'une année à une autre.

La **Figure II.11** et la **Figure II.12** représentent respectivement, l'évolution de la répartition de la production par références de NDF sur la calandre 800 N°1 (Cal N°1) et la calandre 800 N°2 (Cal N°2).



**Figure II.11 :** Evolution de la répartition de la production par références NDF sur la Cal N°1



**Figure II.12 :** Evolution de la répartition de la production par références NDF sur la Cal N°2

Pour le prévisionnel de l'année 2013, nous constatons une diminution du nombre de références NDF. Cette diminution est due à une réduction du mix dimensionnel.

▪ **Les temps unitaires :**

Les temps unitaires de tirage (utilisés dans le calcul du TRS) dépendent principalement des vitesses de calandrage. Le calandrage étant l'activité principale, il correspond au temps utile. Le **Tableau II.1** et le **Tableau II.2** regroupent les temps unitaires des différentes références de NDF produites sur la Cal N°1 et la Cal N°2 consécutivement :

**Tableau II.1 : Temps unitaires des NDF produites sur la Cal N°1**

	<b>Cal N°1</b>					
<b>Référence NDF</b>	NK8518	NK22643	NK8031	NK22068	NK8665	NK8574
<b>Temps unitaire (min)</b>	14,71	14,71	14,71	14,71	13,51	19,58

**Tableau II.2 : Temps unitaires des NDF produites sur la Cal N°2**

	<b>Cal N°2</b>				
<b>Référence NDF</b>	NK2621	NK4551	NK3645	NK22598	NK8895
<b>Temps unitaire (min)</b>	19,58	19,58	19,58	19,58	19,58

La dernière mise à jour de ces temps unitaires remonte à l'année 2008. Or, l'effectif par équipe a connu une modification à la fin de l'année 2009.

Suite à ces constatations, nous concluons que l'indicateur de productivité, tel qu'il est proposé dans la fiche action (le nombre de NDF/équipe de 3 agents) ne permet pas d'analyser l'évolution de la performance car :

- Il dépend du mix dimensionnel, donc des types de NDF produits. Or, ces derniers ont considérablement changé durant ces trois dernières années.
- Il dépend également des temps unitaires des différents types de NDF. Or, ces derniers diffèrent d'une calandre à une autre et d'une NDF à une autre. De plus, une équipe peut travailler sur une seule calandre comme sur les deux calendres successivement.

Par conséquent, afin de réaliser une comparaison pertinente et chiffrée de la dégradation exprimée par le client de l'étude (atelier mélange et préparation), nous devons calculer les performances relatives aux deux calendres d'une manière indépendante des types de NDF et du volume de production.

### 2.1.2. Détermination d'un nouvel indicateur de performance

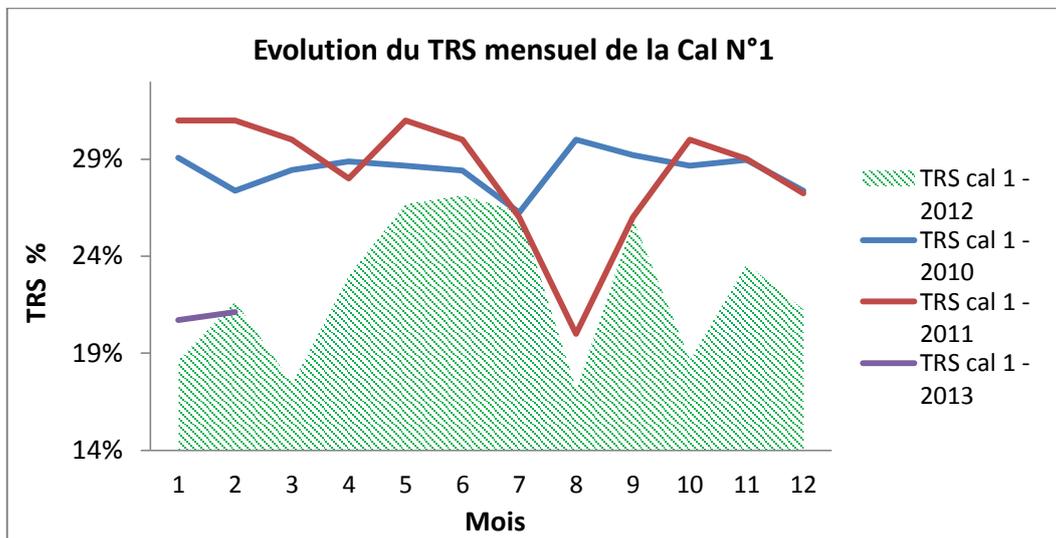
Nous déterminons ainsi un indicateur de performance indépendant des produits fabriqués pour mesurer et évaluer les performances des deux machines : le **TRS**, intrinsèque à la machine est calculé pour chaque calandre 800. Pour le calcul de cet indicateur, nous utiliserons les temps utiles correspondant aux temps de calandrage. Comme ces derniers n'ont subi aucune modification ces trois dernières années, le calcul du TRS (voir **Annexe 5**) permettra de réaliser une étude comparative pertinente.

### 2.1.3. Analyse des performances

A partir de l'historique des trois dernières années (2010, 2011 et 2012), nous avons calculé et déterminé l'évolution par mois du TRS des deux machines, ainsi que leurs tendances actuelles (janvier et février 2013).

▪ **Analyse du TRS de la Cal N°1 :**

La **Figure II.13** représente l'évolution du TRS mensuel de la Cal N°1.



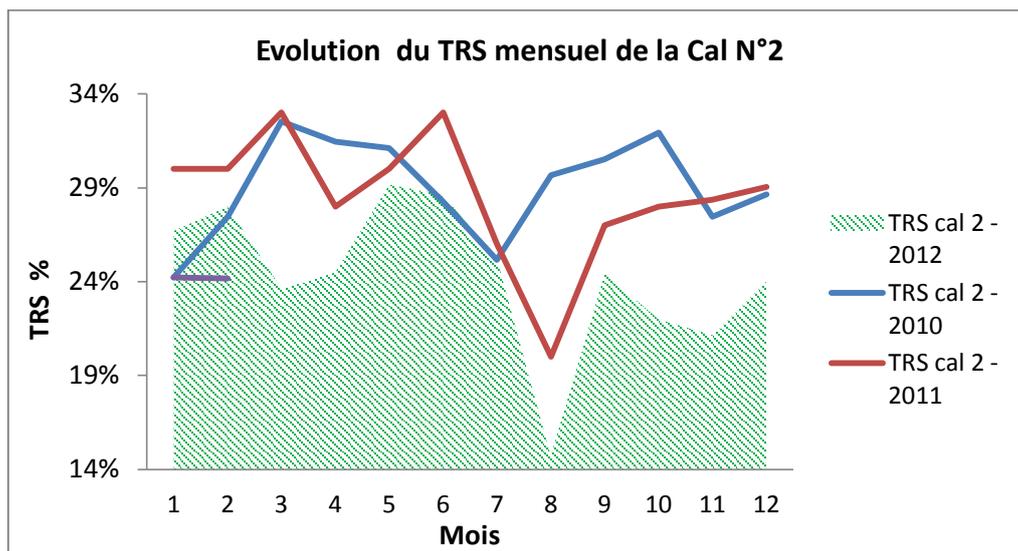
**Figure II.13 :** Evolution du TRS mensuel de la Cal N°1 de 2010 à 2013

Nous remarquons que :

- Le TRS de la Cal N°1 varie entre un minimum de 17% et un maximum de 31%.
- **En 2010 :** Le TRS est régulier et assez stable avec une moyenne de 28% et un écart type de 1%
- **En 2011 :** Par rapport à l'année 2010, le TRS est moins stable avec un écart type de 3% et une moyenne de 29%. Cela dit, un maximum de 31% a été enregistré durant les mois Janvier, Février et Mai.

- **En 2012** : Le TRS connaît une dégradation et une variabilité importante par rapport aux années 2010 et 2011, avec une moyenne de 23%, un écart type de 4% et ne dépassant pas les 27%.
  - Le TRS s'est dégradé de 5% en moyenne depuis l'année 2010 jusqu'à 2012 (de 28% à 23%).
  - **En 2013** : Le TRS actuel est en moyenne de 21%.
- **Analyse du TRS de la Cal N°2 :**

La **Figure II.14** représente l'évolution du TRS mensuel de la Cal N°2.



**Figure II.14** : Evolution du TRS mensuel de la Cal N°2 de 2010 à 2013

Nous remarquons que :

- Le TRS de la Cal N°2 varie entre un minimum de 15% et un maximum de 33%.
- **En 2010** : Le TRS est assez élevé avec une moyenne de 29%, mais présente une variabilité avec un écart type de 3%.
- **En 2011** : le TRS n'a pas évolué par rapport à 2010, avec une moyenne de 28% et un écart type de 3%. Nous notons par contre que le minimum pour l'année 2011 est de 20% comparé à 24% en 2010.
- **En 2012** : Nous remarquons une dégradation et une variabilité importante du TRS par rapport aux années 2010 et 2011, avec une moyenne de 25%, un écart type de 4% et ne dépassant pas un maximum de 29%.
- Le TRS s'est dégradé de 4 % en moyenne depuis l'année 2010 jusqu'à 2012 (de 29% à 25%).
- **En 2013** : le TRS actuel est en moyenne de 24%.

▪ **Critiques :**

A partir de cette analyse, nous avons constaté qu'il y'a eu une dégradation du TRS des deux machines depuis l'année 2012. Les performances actuelles (janvier et février 2013) confirment cette dégradation.

De plus, les performances enregistrées durant l'année 2010 sont assez élevées et présentent le minimum de variabilité, tandis que celles de l'année 2012, comparées à 2010, sont inférieures et présentent une plus grande variabilité.

Ainsi, nous concluons que les performances relatives aux deux machines ne sont pas sous contrôle et c'est l'origine même de la dégradation exprimée par le client de l'étude. Pour la suite de l'analyse, il s'agira de mettre en évidence les causes de ce non contrôle, en analysant la structure du Non-TRS et en prenant l'année 2010 comme année de référence.

**2.1.4. Analyse du Non-TRS**

Nous avons calculé pour les années 2010, 2012 et début 2013 (janvier et février) les proportions annuelles de TRS et du Non TRS (changement de dimension, autres arrêts subis et non expliqués) pour la Cal N°1 et la Cal N°2. La **Figure II.15** et la **Figure II.16** représentent l'évolution de la structure du Non-TRS de la Cal N°1 et de la Cal N°2 respectivement.

D'après la **Figure II.15** et la **Figure II.16**, nous remarquons que les arrêts non expliqués ont pris de l'importance par rapport aux arrêts subis. En effet, la saisie des pertes de TRS se fait de façon manuelle sur un journal de bord, où chaque conducteur d'équipe devra indiquer les temps d'arrêt. Ces derniers sont souvent non reportés et c'est ce qui augmente la proportion du non expliqué.

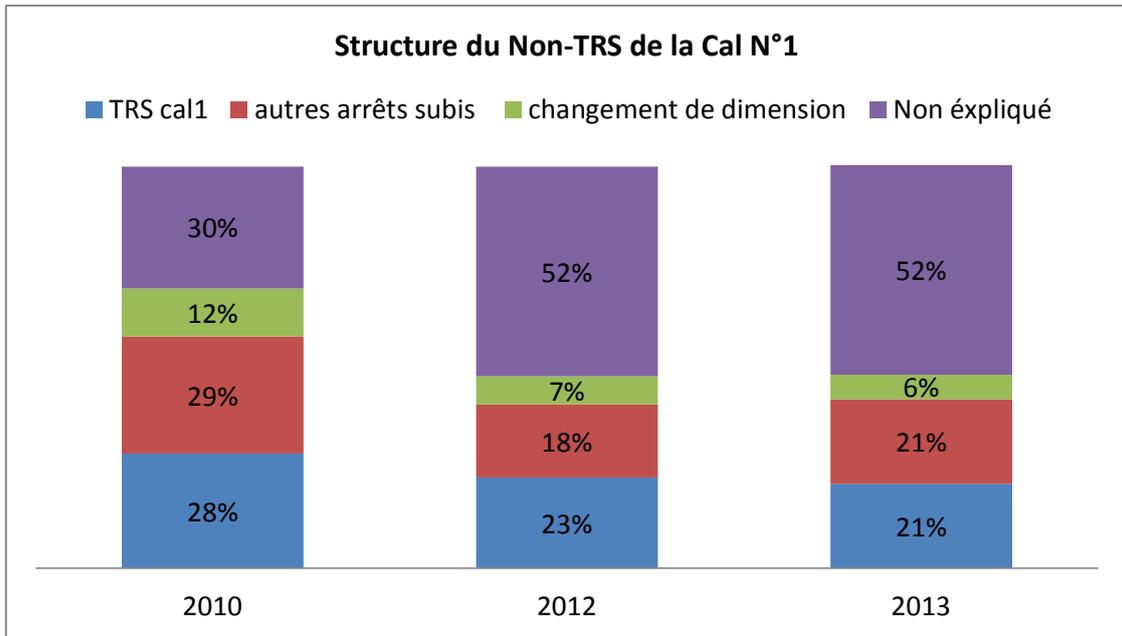


Figure II.15 : Evolution de la structure du Non-TRS de la Cal N°1 depuis l'année 2010

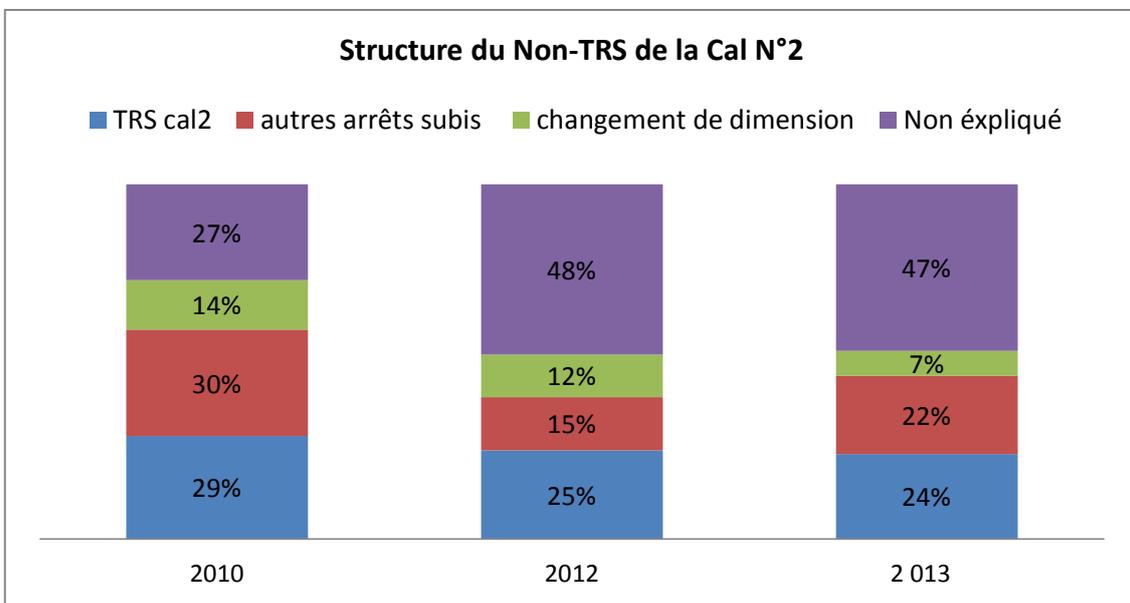


Figure II.16 : Evolution de la structure du Non-TRS de la Cal N°2 depuis l'année 2010

L'évolution importante de la proportion des arrêts non expliqués affirme que les performances liées aux deux machines ne sont pas contrôlées. Ainsi, nous analysons plus en détail la structure du Non-TRS en calculant la contribution de chaque type d'arrêts dans le Non-TRS pour la Cal N°1 et la Cal N°2, pour l'année 2012. La Figure II.17 représente les taux des différents arrêts de la Cal N°1 et leur cumule pendant l'année 2012.

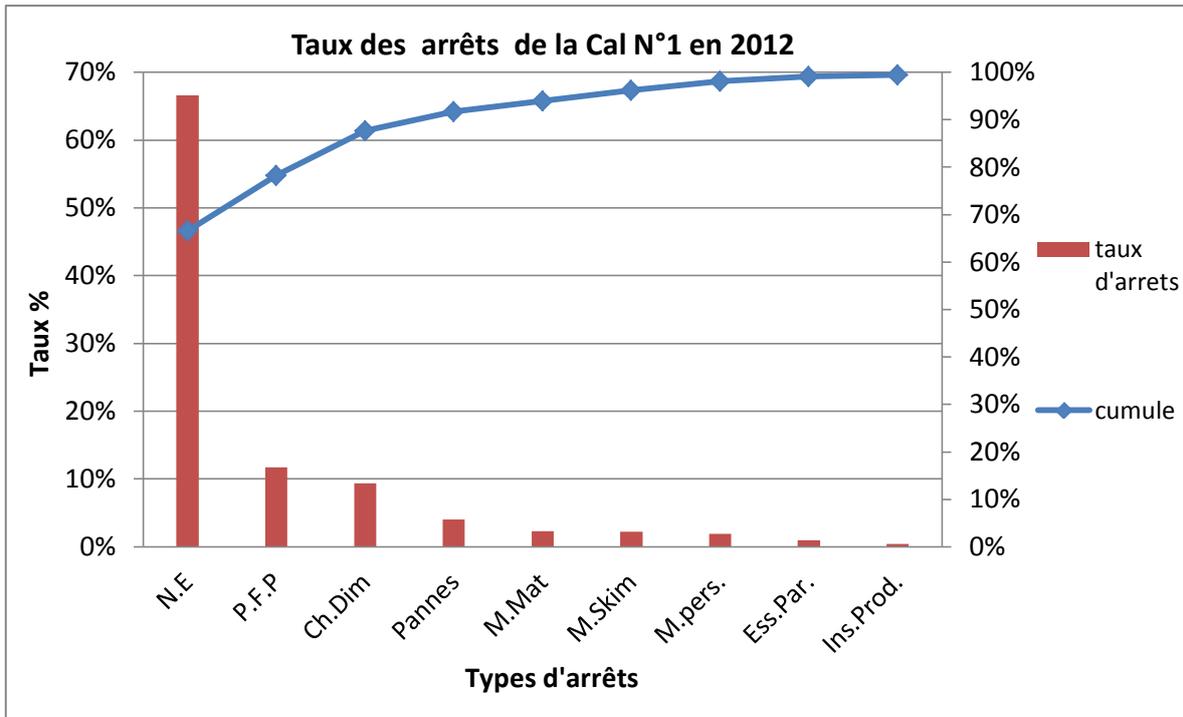


Figure II.17 : Taux des différents arrêts de la Cal N°1 et leur cumul pendant l'année 2012

D'après la **Figure II.17**, nous remarquons que les arrêts non expliqués (N.E) et la prise et fin de poste (P.F.P) représentent à eux seuls presque 80% des arrêts de la calandre N°1 en 2012. La **Figure II.18** représente les taux des différents arrêts de la Cal N°2 et leur cumul pendant l'année 2012.

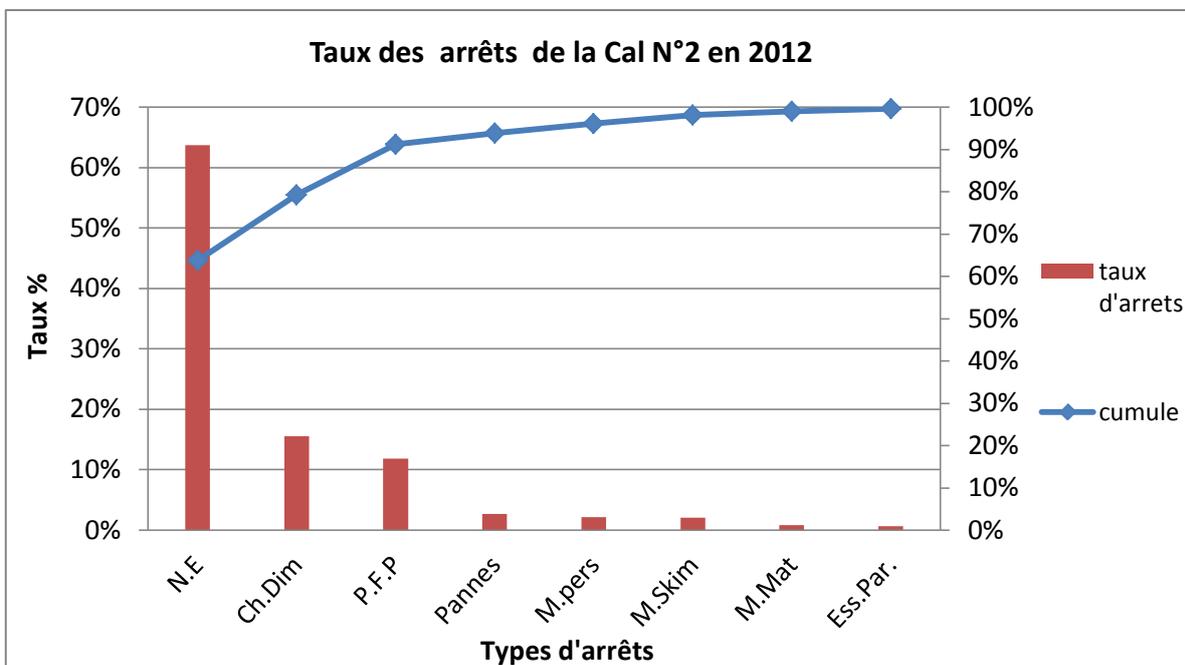


Figure II.18 : Taux des différents arrêts de la Cal N°2 et leur cumul pendant l'année 2012

D'après la **Figure II.18**, nous remarquons que les arrêts non expliqués (N.E) et les changements de dimension (Ch. Dim) représentent à eux seuls presque 80% des arrêts de la calandre N°2 en 2012.

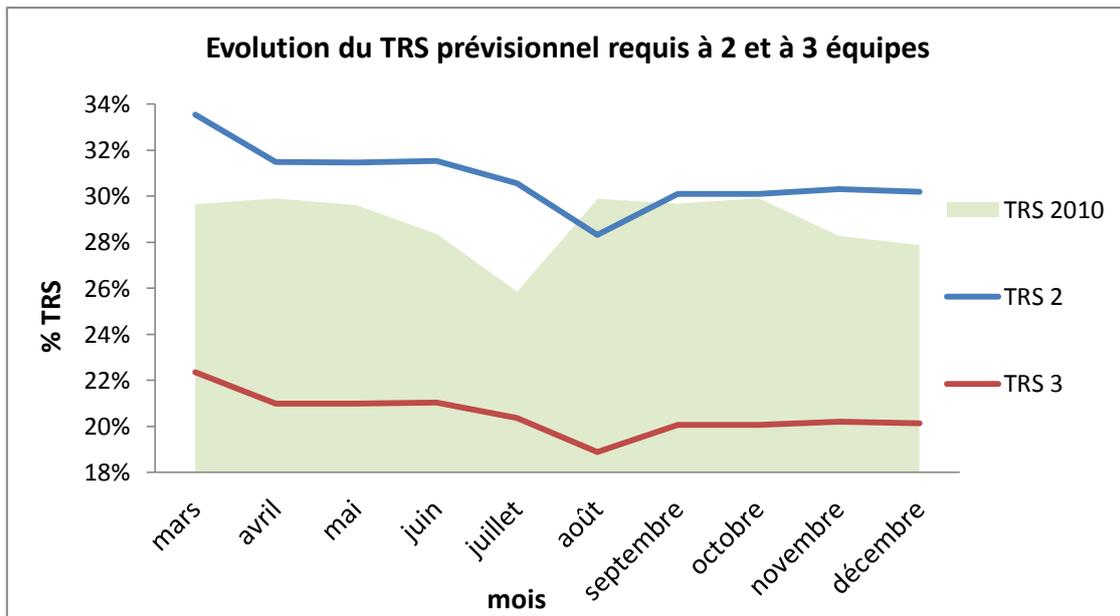
Après l'analyse du non-TRS et des diverses causes d'arrêt, nous avons constaté que les informations disponibles ne donnent pas une vue intégrale et explicite sur la situation des deux machines. En effet, plus de 60% du Non-TRS sont dus à des arrêts non expliqués. Nous concluons donc, que la performance actuelle (TRS entre 21% et 24%) n'est pas maîtrisée et qu'il existe d'importants gisements d'amélioration.

### **2.1.5. Calcul des besoins en NDF et des performances requises pour l'année 2013**

Comme toute machine, les deux calendres 800 doivent garantir un minimum de performance afin d'assurer la réalisation du plan de production journalier. Ainsi, toute décision de réduction de l'effectif devra être justifiée par la capacité du nouvel effectif à assurer cette performance.

Afin de déterminer la performance minimale requise pour que les deux calendres répondent aux besoins de la production de l'année 2013, nous avons calculé les besoins par type de NDF pour les mois restant de l'année 2013, à partir du PDP de l'année 2013, de la nomenclature des différentes dimensions des pneus et en prenant en compte les taux des chutes au niveau de la découpe et de l'assemblage.

Par ailleurs, pour le calcul du TRS, nous avons supposé des performances identiques pour les deux machines, car il est impossible de prévoir le temps d'ouverture journalier pour chacune d'elles. En effet, une équipe peut travailler successivement sur les deux machines, ainsi les temps d'ouverture sont imposés par le planning. Nous avons ainsi déterminé par mois, le TRS requis à deux équipes (TRS 2) et le TRS requis à 3 équipes (TRS 3) pour l'année 2013. La **Figure II.19** présente une comparaison entre ces deux régimes et le TRS correspondant à l'année de référence 2010.



**Figure II.19 :** Evolution du TRS prévisionnel requis pour un régime de 2 équipes et 3 équipes

Nous remarquons que le TRS requis dans chaque cas (à 2 et à 3 équipes) est relativement stable. Comparées aux performances de l'année 2010, celles requises en 2013, pour un régime à 2 équipes sont plus importantes de 2% en moyenne.

Nous concluons que les performances des deux calendres 800 sont actuellement suffisantes pour satisfaire la demande de 2013 avec un régime à 3 équipes par jour. Pour assurer le passage à un régime de 2 équipes par jour, nous devons assurer une performance d'au moins 31% de TRS pour les deux calendres. Par ailleurs, nous avons prouvé (en se référant aux historiques) qu'il est possible d'atteindre une telle performance. Une fois l'origine de l'étude démontrée, nous pouvons décrire son intérêt, opportunités, limites, objectifs, moyens et échéancier (IOLOME).

## 2.2.IOLOME de l'étude

### 2.2.1. Intérêt de l'étude

L'intérêt de cette étude est de déterminer et de mettre en place une organisation optimisée et pérenne pour augmenter la performance (en terme de TRS) des deux calendres à 31% et assurer la production journalière avec un régime de 2x8 au lieu de 3x8, sans compromettre la sécurité des agents et la qualité des produits. En d'autres termes, il s'agira de **Réduire le CRI**.

### **2.2.2. Opportunité de l'étude**

L'opportunité de l'étude est dictée par le volume actuel de la production. En effet, le mix dimensionnel a connu une diminution ces deux dernières années. Cette diminution impose des restrictions sur le CRI et le déploiement d'actions permettant la maîtrise et la réduction de ce dernier.

Parmi ces actions, la plus importante correspond à la mise en place du *Management au Quotidien de la Performance (MQP)*, établi autour de six indicateurs : *Sécurité, Machine, Qualité, Délais, Coût et Standard (SMQDCS)*. Le déploiement du MQP au niveau de l'îlot 3CEZ auquel appartiennent les calendres 800 se fera en parallèle avec la présente étude.

De plus, un **plan d'action de maintenance**, ayant pour objectif la remise en état des deux machines, est en cours de réalisation. Il est alors opportun de réaliser cette étude afin d'en garantir les résultats.

Enfin, les performances passées des deux calendres démontrent un potentiel d'amélioration. Actuellement, elles sont difficilement atteignables et l'état des informations dégagées à partir du Non-TRS ne permettent pas d'expliquer les causes réelles d'une telle dégradation, ni de prendre ou de mener des actions correctives pour améliorer la performance. Cette situation est due au fait qu'aucune étude de poste n'a été réalisée sur ces deux machines, ni même une mise à jours des temps unitaires depuis l'année 2008.

### **3.3.3. Les Limites de l'étude**

Le périmètre de l'étude (voir **Annexe 6**) s'étend sur toutes les zones suivantes : les deux calendres 800, les quatre râteliers en marche et toutes les zones de stockage dédiées. Ainsi que les activités complémentaires : l'organisation industrielle, la maintenance, la planification et le contrôle qualité.

### **3.3.4. Les objectifs de l'étude**

L'objectif final de l'étude est de réduire le CRI en mettant en place une organisation optimisée et pérenne. Ce dernier peut être scindé en trois sous-objectifs :

- Augmentation de la performance (en termes de TRS) des deux calendres 800 et garantir de la faisabilité du planning avec un régime de deux équipes par jour.

- Mise en place d'un suivi heure/heure dans le cadre du M QP, afin d'assurer la pérennité des résultats.

Le **Tableau II.3** présente une synthèse des objectifs initiaux chiffrés de l'étude.

**Tableau II.3** : Les objectifs initiaux chiffrés de l'étude

<b>Objectifs chiffrables</b>	<b>Actuellement</b>	<b>A atteindre</b>
<b>TRS</b>	-21% pour la calandre N°1 -24 % pour la calandre N°2	-30% -Variabilité 1%
<b>Nombre de roules</b>	7 roules par équipe de trois agents	12 roules par équipe de trois agents
<b>Effectif par équipe</b>	3 équipes, 3 agents par équipe.	2 équipes, 3 agents par équipe.

### 3.3.5. Les moyens de l'étude

Les moyens de l'étude sont essentiellement de nature humaine : stagiaires en organisation Industrielle, organisateur secteur, responsable de l'îlot 3CEZ, responsable maintenance, technicien maintenance, technicien qualité, chef d'atelier mélange et préparation et le personnel opérationnel.

### 3.3.6. Echancier de l'étude

La mise en œuvre de la nouvelle méthode est prévue pour le 02/06/2013.

## 4. Conclusion

L'étude préliminaire démontre la dégradation des performances (TRS) des deux calendres 800 et par conséquent, l'existence de gains potentiels en performances (TRS) et en productivité. Ainsi, la présence d'une opportunité pour la réalisation de l'étude a été démontrée. Les objectifs assignés à cette étude ont été présentés au client de l'étude et sa poursuite fut validée par le responsable OP.

---

*Chapitre III :*

# **Pose du problème**

---

## 1. Introduction

Toute étude d'organisation fait suite à un constat de dysfonctionnements existants ou potentiels. Ainsi, la demande d'étude est souvent exprimée en termes d'insatisfactions ou encore de solutions. L'objectif à l'issue de la pose du problème est d'être capable de porter un avis éclairé et argumenté sur le périmètre de l'étude, mais aussi, de reformuler les objectifs initiaux de l'étude en objectifs réels.

Dans ce chapitre nous constituerons le support de la découverte du poste, en réalisant une *enquête préalable* sur ce dernier. Nous établirons également un *diagnostic de fonctionnement*, en réalisant des *observations continues* (voir **Annexe 7**) et approfondies afin d'identifier les gisements d'amélioration et les axes de progrès.

## 2. Enquête préalable

### 2.1. Mission du poste

La mission du poste est le calandrage des tissus métalliques NDF (Nappe à Droit Fils), composés d'un faisceau de câbles métalliques « **assemblages** », disposés à égales distances les uns des autres, dans un même plan et dont la liaison entre eux est réalisée par un mélange de gomme, sous forme de feuilles dites « **Skims** ».

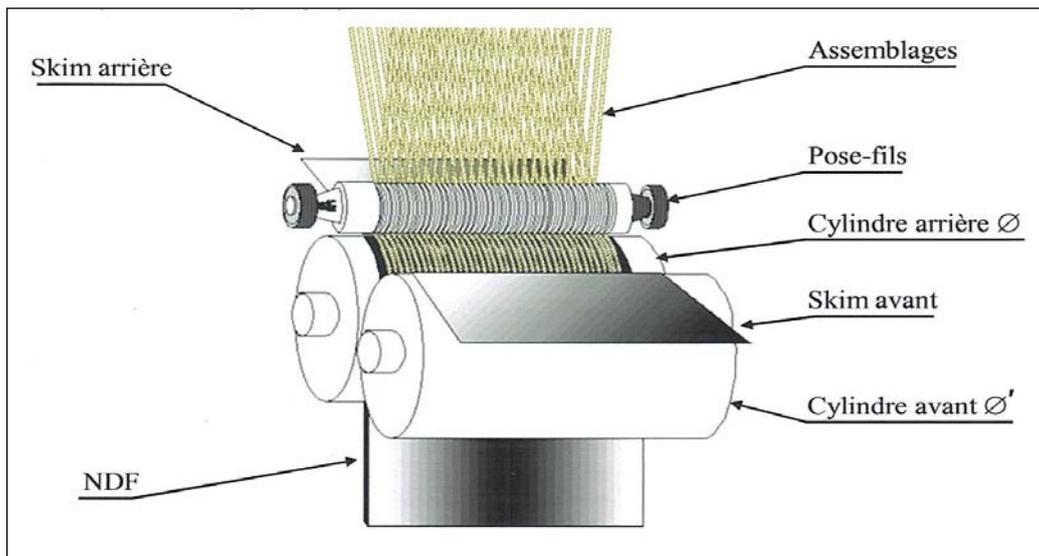


Figure III.1 : Principe de calandrage d'un tissu métallique NDF

## **2.2. Machine**

Le périmètre de l'étude englobe deux calandres 800. Chacune d'elles est composée de deux blocs : l'ensemble des râteliers et la calandre (voir **Annexe 8**).

### **2.2.1. Les râteliers**

Chaque calandre a un ensemble de râteliers dédiés qui alimentent la calandre elle-même. Chaque râtelier contient un ensemble de bobines (360 au maximum) d'un type spécifique d'assemblages métalliques. Le nombre de bobines montées varie d'un râtelier à un autre et dans un même râtelier selon le type de NDF.

Les assemblages métalliques passent par des poulies pour sortir horizontalement du râtelier sous forme de six couches parallèles. Dirigés par d'autres poulies verticales, ils sont regroupés par deux *guides fils*, puis dirigés vers le *pose fils* se trouvant sur le cylindre arrière de calandrage. Un râtelier peut être considéré comme un fournisseur de la calandre en fils métalliques.

D'autres outils sont utilisés dans le râtelier:

- **La mobylette** : Sert à approvisionner le râtelier en bobines d'assemblages métalliques depuis les cartons. Elle contient quatre compartiments.
- **Le convoyeur de bobines (table à rouleaux)** : Lors de l'approvisionnement, les bobines sont déposées au-dessus du convoyeur qui est fixé au sol et introduites à l'intérieur du râtelier par l'agent qui doit les pousser. Il est alors strictement interdit de les pousser avec les pieds à cause du risque de contamination du fils.
- **La soudeuse** : Se trouvant à l'intérieur de chaque râtelier, sert à couper les assemblages métalliques et à souder les bouts de ces derniers. Elle est nécessaire en cas de cassure de fil sous l'effet de traction.

### **2.2.2. La calandre**

L'essentiel de la fabrication est réalisée sur la calandre. Elle est composée de cinq blocs (voir **Annexe 8**):

**a) Déroulage (Pose gomme arrière / Pose gomme avant):**

Les rouleaux de Skim sont tirés de leur conditionnement par les cylindres du *bloc cylindrique*, en passant chacun par *un compensateur*. Lors du déroulage, le conditionnement est enroulé automatiquement en parallèle sur un contre rouleau.

**b) Bloc cylindrique (Calandrage) :**

Représente le point de convergence des deux feuilles de Skim et des assemblages métalliques. Un *pose fils* écrase les assemblages sur le Skim arrière. Ils sont pris en sandwich entre les deux feuilles de Skim en passant par les deux cylindres de calandrage.

**c) Ensemble ébarbage :**

Les assemblages métalliques ne sont pas étalés sur la largeur du Skim, deux parties à droite et à gauche sont donc coupées à ce niveau et récupérées dans le *tambour de récupération d'ébarbage*, se trouvant dans le même côté du *compensateur*. L'ébarbage doit être coupé au niveau du tombeau à l'aide d'un couteau et son épaisseur ne doit pas dépasser les 3cm (risque ergonomique), puis déposé sur une palette de chute gomme pour récupération.

**d) Compensateur :**

Cette partie est comme une zone de stockage tampon du rouleau de NDF en cours. En effet, la vitesse d'enroulage étant plus importante que celle de calandrage, le compensateur permet le changement de rouleaux NDF sans arrêts calandrage. Sa capacité (stock) dépend de sa hauteur et par conséquent, le tirage ne peut se faire de façon continue. Il faudra attendre qu'une longueur importante soit calandree (un stock soit formé) pour déclencher manuellement l'enroulage.

**e) Enroulage :**

A la sortie du compensateur, le tissu NDF est tiré par un moteur en même temps que l'intercalaire (PEHD) pour être enroulé dans ce dernier. Un rouleau de NDF contient 110 m de tissu métallique et une fois cette longueur atteinte, l'agent au poste arrête l'enroulage, coupe le tissu à l'aide d'une cisaille électrique l'identifie par une étiquette et l'évacue dans une palette NDF à l'aide d'un palan d'évacuation.

D'autres outils tout aussi nécessaires sont utilisés :

- **Les contres roulees de tissu (Diabolo) :** pour contenir les conditionnements de Skims au fur et à mesure de leur utilisation (déroulage).
- **Le peigne :** pour arranger les assemblages métalliques dans les gorges correspondantes, dans le cas de changement de dimension nécessitant un **changement de pose fil**.

La calandre est fixe et dans le cas de changement de dimension nécessitant un changement du type d'assemblages métalliques, une **translation de râtelier** sera effectuée.

## **2.3. Matière**

### **2.3.1. Produits entrants**

Trois produits entrants sont nécessaires à la fabrication des tissus NDF :

#### **a) Les Skims :**

Feuilles continues de mélange de gomme collante, obtenues généralement par calandrage. La longueur d'un Skim est de 120 mètres. Il est conditionné dans un tissu sous forme de roule. Il est caractérisé par son type de mélange, son épaisseur et sa largeur. Les Skims ne peuvent être utilisés avant 24h (temps de caillage) et après 120 heures (délais de vieillissement). Un roule de Skim est identifié par une étiquette et ne peut être utilisé avant validation par le contrôle qualité (présence de D sur l'étiquette). Ce contrôle a pour objectif de vérifier la teneur en sel de cobalt qui procure le caractère collant à la gomme.

#### **b) Les assemblages métalliques :**

Ce sont le résultat de la réunion d'assemblages élémentaires ou de torons, disposés en hélice autour de leur axe à un pas donné. Les assemblages sont conditionnés en bobines. Ils sont caractérisés par leurs diamètres et l'existence ou non du toron (frété ou non frété). Le carton contenant les bobines ne peut être ouvert qu'après 24 heures de son introduction dans l'atelier et une fois ouvert, les bobines doivent être utilisées en moins une fois tous les 7 jours afin d'éviter la corrosion des assemblages métalliques.

#### **c) Tortillon :**

C'est un brin de fil métallique serpenté qui permet l'aboutage de deux bouts de fil d'assemblage (lors du changement de bobines ou cassure de fil) de façon à assurer la

continuité de l'assemblage lors du calandrage d'un tissu métallique. Chaque type d'assemblage est caractérisé par son type de tortillon.

### 2.3.2. Produits sortants

Trois produits sortants du poste :

a) **Les rouleaux NDF :**

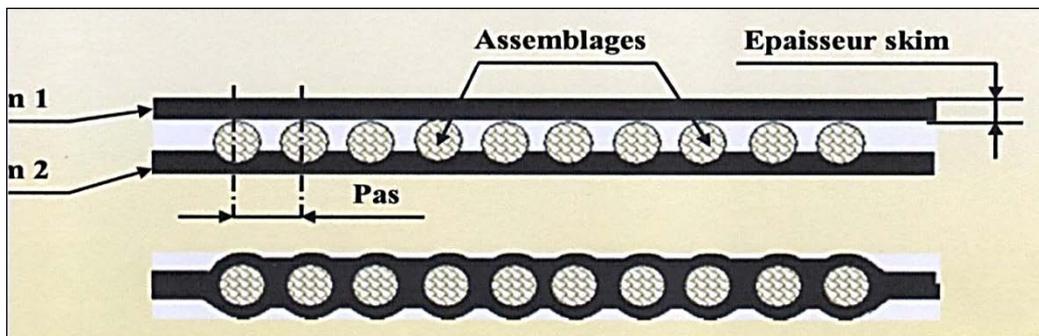


Figure III.2 : Composition d'une NDF

Une NDF est un faisceau d'assemblages métalliques insérés entre deux Skims de même mélange et de même épaisseur. Un tissu métallique est caractérisé par: le type d'assemblage (râtelier), le nombre de fils d'assemblage posés, leur pas de pose (pose fils) et le type de Skim (mélange, épaisseur et largeur).

Il existe deux types de tissus métalliques :

- **Tissu conventionnel** : Faisceau d'assemblages métalliques, insérés entre deux Skims froids de même mélange et épaisseur.
- **Tissu obtenu par chauffage à induction** : Faisceaux d'assemblages métalliques chauffés à 70°C, insérés entre deux Skims froids de même mélange et épaisseur. Seule la Cal N°1 est dotée d'un système de chauffage à induction, utilisé uniquement dans le calandrage des tissus de type NK8665.

Une NDF doit conserver l'aspect collant de sa gomme. Par conséquent, elle doit être découpée durant les **15 jours** qui suivent sa date de fabrication.

b) **Les chutes** : Deux types de chutes peuvent être recensées:

- **Les chutes de gomme générées par l'ébarbage du tissu NDF** :

En effet, la largeur du Skim est légèrement supérieure à celle du tissu NDF à fabriquer. Ceci, pour assurer une compète adhésion des assemblages entre les deux feuilles de Skim et

donner une marge d'erreur à l'opérateur. Le surplus de gomme (ne couvrant pas les assemblages) est ébarbé (par le système d'ébarbage) et récupéré pour être réutilisé dans la fabrication de Skims (de même mélange).

- ***Les chutes métalliques :***

Ce sont soit les bouts d'assemblage chutés lors du changement de bobines : En effet, la fin d'une bobine est caractérisée par une portion de fils d'assemblage attachée à un tortillon permettant l'aboutage avec une nouvelle bobine et son retrait pour éviter la rupture de l'assemblage métallique, soit une portion de NDF qui résulte des changements de dimension (translation ou changement de pose fils) ou la détection de non-conformités. Ces chutes sont irrécupérables.

## **2.4. Main d'œuvre**

La production journalière est assurée par trois équipes (3X8). Chaque équipe est composée de trois agents ayant chacun des responsabilités différentes : un bobineur, un conducteur et un enrouleur. Avant d'assurer pleinement son poste, un agent doit être formé sur celui-ci, validé et enfin qualifié. Dans une même équipe, un agent peut être qualifié pour plusieurs postes : bobineur, enrouleur et enfin conducteur (dans cet ordre). En effet, le conducteur d'une équipe a la plus grande part de responsabilités car il est garant de la qualité de son produit. Cette polyvalence au sein d'une même équipe a pour objectif d'assurer l'entre-aide de ses différents agents.

## **2.5. Méthode**

Le dossier de poste précise les responsabilités assignées à chaque agent selon le poste qu'il assure (voir **Annexe 9**). Il inclut également le mode opératoire en vigueur, sur lequel les agents sont formés et validés.

## **2.6. Management**

Le MQP a été déployé au niveau de l'îlot 3CEZ le 17-03-2013. Ainsi, chaque jour, le responsable de l'îlot fait une tournée terrain pour examiner les tableaux de suivi heure/heure de chaque machine (sauf calandres 800) appartenant à l'îlot et s'entretenir avec les agents correspondants sur les causes qui ne leurs ont pas permis d'atteindre leurs objectifs de

production, mais aussi, pour évaluer les actions bouclées ou encore, pour d'éventuelles remontées de risque de sécurité.

Suite à sa tournée, il rapporte sur un *tableau tournant SMQDCS* et en présence de la maîtrise (technicien qualité et technicien maintenance) attachée à l'îlot les performances de la veille, l'analyse de ces dernières, ainsi que les actions correctives à mener. Ils fixent ensemble les priorités de la journée.

Enfin, il anime un point de 5 minutes en présence de tous les agents et la maîtrise de l'îlot. Il aborde alors les différents indicateurs liés à chacune des six faces SMQDCS (voir **Annexe 10**), les actions entreprises pour corriger d'éventuels écarts et indique les priorités du jour. Les six volets de la performance ont été lancés graduellement pour permettre aux agents de s'adapter progressivement à ce nouveau mode de management. Chaque mois, une réunion périodique de progrès (RPP) est effectuée pour permettre aux agents d'exposer les difficultés rencontrées dans leurs missions, de proposer et de piloter des actions d'amélioration.

### **3. Diagnostic du fonctionnement du poste**

Nous exposons dans cette partie les résultats de notre diagnostic du fonctionnement des deux calendres 800, en se basant sur les résultats des observations continues, menées sur deux équipes distinctes et durant des journées représentatives d'un fonctionnement quotidien.

Nous avons structuré notre diagnostic selon les six volets SMQDCS de la performance opérationnelle proposé par le MQP en vigueur chez Michelin Algérie. Nous commençons par expliquer les indicateurs correspondants à chaque volet. Puis, nous commentons les performances et analysons les causes de ces dernières en appliquant les 5M du management. Enfin, nous concluons cette partie en mettant en évidence les seize causes du gaspillage.

Avant d'entamer le diagnostic de fonctionnement du poste, nous commençons par fixer l'emploi des différentes unités de temps. La **Figure III.3** présente une évolution typique du volume de production (Nombre de roues NDF) des deux Calendres 800 par jour et la **Figure III.4**, celle par semaine.

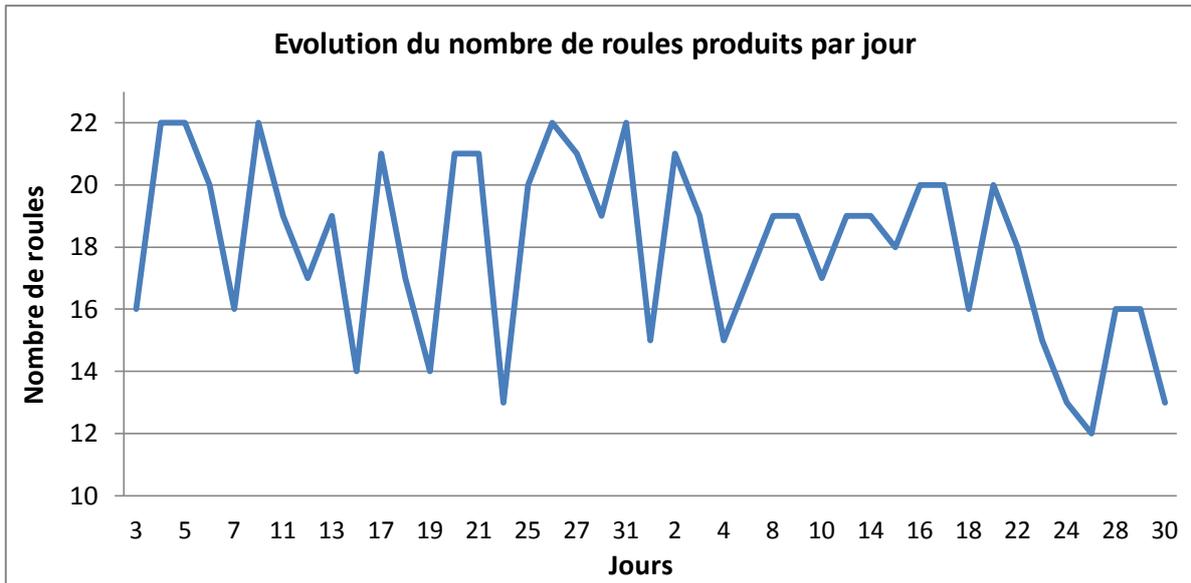


Figure III.3 : Evolution du nombre de rouleaux produits par jour (mars et avril 2013)

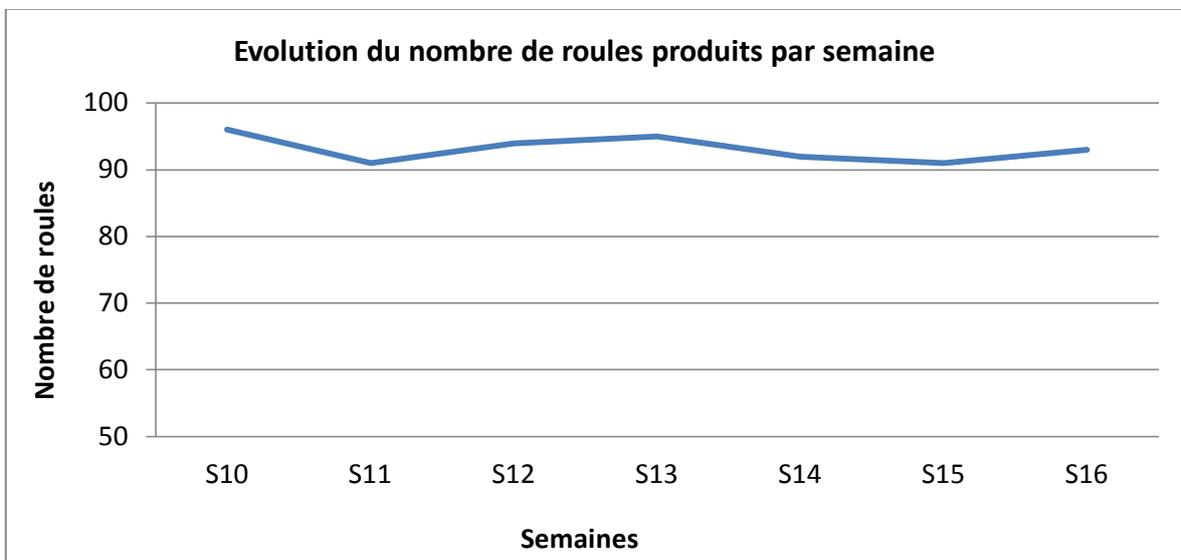


Figure III.4 : Evolution du nombre de rouleaux produits par semaine.

Nous remarquons que le nombre de rouleaux produits par jour varie d'une journée à une autre et d'une façon très importante (avec une moyenne de 18 rouleaux par jour et un écart type de 3 rouleaux). Tandis que, le nombre de rouleaux fabriqués par semaine est relativement plus stable (avec une moyenne de 93 rouleaux par semaine et un écart type de 2 rouleaux).

Ainsi, Nous choisissons la semaine comme unité de temps pour suivre l'évolution des grandeurs mesurées et des indicateurs de performance, le jour pour une analyse détaillée et un

suivi continu de la variabilité de ces grandeurs. Enfin, l'utilisation de l'unité du mois nous permettra d'agréger les informations et les résultats établis.

### **3.1.Sécurité**

#### **A. Indicateurs**

Les indicateurs utilisés dans le tableau à six faces sont le **nombre d'accidents dans l'îlot** (qui doit être égal à zéro par jour), le **nombre de remontées de sécurité poussées et le nombre de remontées de sécurité autonomes** (qui doivent être entre une à deux remontées par jour). L'analyse est basée sur les types de remontées pour chaque agent.

#### **B. Performances**

Depuis le début de l'année 2013, Il y'a eu deux accidents bénins sans arrêt au niveau de l'îlot 3CEZ (un seule depuis le lancement du MQP). Ces derniers, ont été rebouclés par des actions correctives.

Depuis le déploiement du MQP au niveau de l'îlot, tous les agents (y compris ceux de la calandre 800) ont effectué des remontées de sécurité et leur participation est régulière.

#### **C. Analyse**

Le travail sur une calandre 800 demande des interventions humaines, même quand cette dernière est en marche. Ce qui représente un risque d'entraînement dans un angle entrant. De ce fait, des détecteurs de présence et des boutons d'arrêt d'urgence sont placés sur les postes présentant un risque sécurité, tels que le poste de calandrage, le système d'ébarbage et d'enroulage.

Durant les OC, nous avons remarqué que le palan d'évacuation des NDF est difficile à manier. L'agent au poste doit le pousser et le conduire dans ses rails. Compte tenu du poids important d'une NDF (atteignant 453 kg pour certains types de NDF), sa manipulation représente un important risque ergonomique. De ce fait, une étude a été lancée pour la rénovation du câblage et elle est suivie au niveau de l'îlot.

Nous avons également constaté d'autres risques (tels que le risque de blessure dû au manque de « pattes de grenouille » sur la Cal N°2, le risque de trébucher dû aux boulons des

convoyeurs de bobines de fils et le risque de blessure à cause de la manipulation de bichicottes mal chauffées). Ces risques ont été confirmés par des remontées auprès des agents. Des actions correctives ont été réalisées sur les deux machines pour en atténuer la criticité.

Les agents de la calandre 800 respectent les consignes de sécurité sur les différents postes. En effet, ils portent les EPI indiqués dans le dossier de poste et avisent toute personne de passage sur les deux machines dans le cas de non-respect. Etant la priorité de l'usine, la sécurité a été prise en compte lors de la rédaction du mode opératoire, que ce soit pour la production, le changement de dimension ou la manutention. Ainsi, les agents ne doivent prendre aucun risque sécurité pour produire plus de rouleaux.

Le poids des produits entrants peut dépasser 80 kg pour les rouleaux de Skim et 14 kg pour les bobines de fil métallique. Un plan est dédié au remplacement des rouleaux de Skim et un autre (la mobylette) pour l'approvisionnement du râtelier depuis les cartons de bobines. Cependant, le remplacement des bobines à l'intérieur du râtelier se fait manuellement et présente un risque ergonomique lié au nombre important de remplacements (estimation moyenne de 284 bobines par jour) et le poids d'une bobine (14 kg en moyenne) à changer.

Une équipe, à elle seule, peut avoir à alimenter tout le râtelier au cours de sa production. En effet, lors de la prise de poste, une équipe ne peut prévoir l'état du râtelier laissé par la dernière équipe l'ayant utilisé ni même son programme de production. Ainsi, le nombre de bobines à changer par équipe est aléatoire. Quand ce dernier est important, le taux d'occupation du bobineur dans certaines périodes de la journée peut atteindre 99% (constaté lors de l'OC réalisée sur un bobineur).

Enfin, les deux calendres 800 sont dans un périmètre fermé. Les allées de circulation sont tracées et respectées.

## **3.2.Machine**

### **A. Indicateurs**

Les indicateurs utilisés dans le tableau à six faces sont la **durée de l'arrêt causé par une panne** (qui doit être inférieure à 40 min par jour) et la **réalisation de l'entretien préventif** (planifié chaque jeudi sur l'une des deux calendres 800).

Le TRS de chaque machine est calculé quotidiennement. Cependant, il n'est pas utilisé pour le pilotage des performances des deux machines (48% de non expliqué en moyenne). De plus, il n'est pas calculé selon le référentiel OAQ 10 (référentiel Michelin pour le calcul du TRS). En effet, le temps utile ne correspond pas au temps de calandrage, mais il est majoré par un temps de changement de NDF (qui ne correspond pas au temps explicité sur la feuille de calcul du temps unitaire).

### **B. Performances (Pannes, entretien préventif et état de la machine)**

Le temps d'arrêt causé par les pannes a dépassé trois fois les 40 min depuis le lancement du MQP. Lors de l'entretien préventif, l'une des deux calandres 800 est mise à la disposition du service maintenance pour réaliser les actions programmées par l'îlot (le cumul des actions évoquées aux points 5 minutes de la semaine), ou bien pour réaliser des inspections et des entretiens (réparations rapides, graissages,...). Ils sont suggérés par un logiciel de maintenance en forme de check-lists.

De plus, certains organes des deux calandres 800 sont à l'arrêt ou en mauvaise état (non fiables). La rénovation de ces derniers est prise en compte dans le plan d'actions qui a pour objectif, la remise en état des deux calandres 800. Il fut lancé en 2010 ; il est à 69% de son état d'avancement (à la date du 15/05/2013).

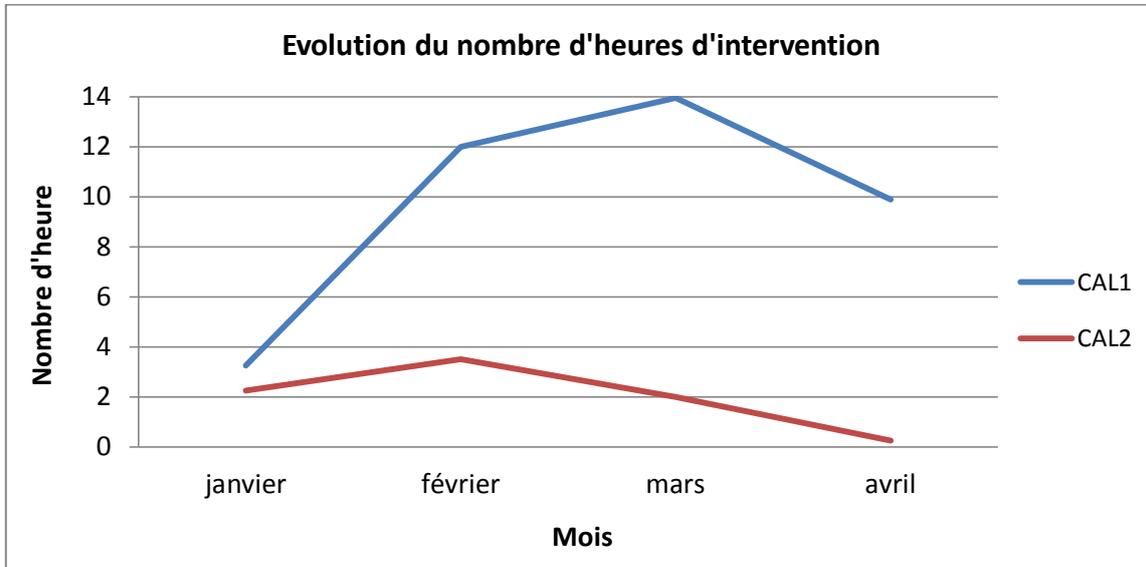
Certaines actions sont retardées pour différentes raisons :

- Manque de pièces de rechange (pour la remise en état des soudeuses et le transfert d'un râtelier de la Cal N°1 à la Cal N°2),
- Négociations avec le sous-traitant (pour le changement des tapis d'enroulage de NDF),
- La longueur de l'exécution (pour la remise en état des convoyeurs de bobines).

D'autres outils, telle que la mobyette (utilisée lors de l'approvisionnement du râtelier) n'est pas prise en charge par le plan d'actions. Or, cette dernière présente deux dents cassées, en d'autres termes un compartiment de moins. Ceci augmente le temps d'approvisionnement par carton de bobines de 50% (de 11 min à 16 min). En l'absence de pièces de rechange, cet outil est considéré comme critique. Si une autre dent se casse, le temps d'approvisionnement par carton augmentera encore de 50%.

**C. Analyse (Panne, entretien préventif et état de la machine)**

La **Figure III.5** présente l'évolution du nombre d'heures d'interventions, réalisées par le service maintenance suite à des bons de dépannage sur les deux machines, depuis le début de l'année 2013.



**Figure III.5 :** Evolution du nombre d'heures d'intervention de janvier à avril 2013

Nous remarquons que les interventions sur la Cal N°1 sont beaucoup plus importantes que sur la Cal N°2. Or, la Calandre N°1 est la plus chargée en terme de volume de production (75% en moyenne).

Leurs durées totales ont diminué depuis le lancement du MQP, atteignant 15 min pour la Cal N°2 et 10 heures pour la Cal N°1 au mois d'avril.

La **Figure III.6** présente une analyse de la répartition des heures d'intervention sur la Cal N°1 en fonction de ses organes.

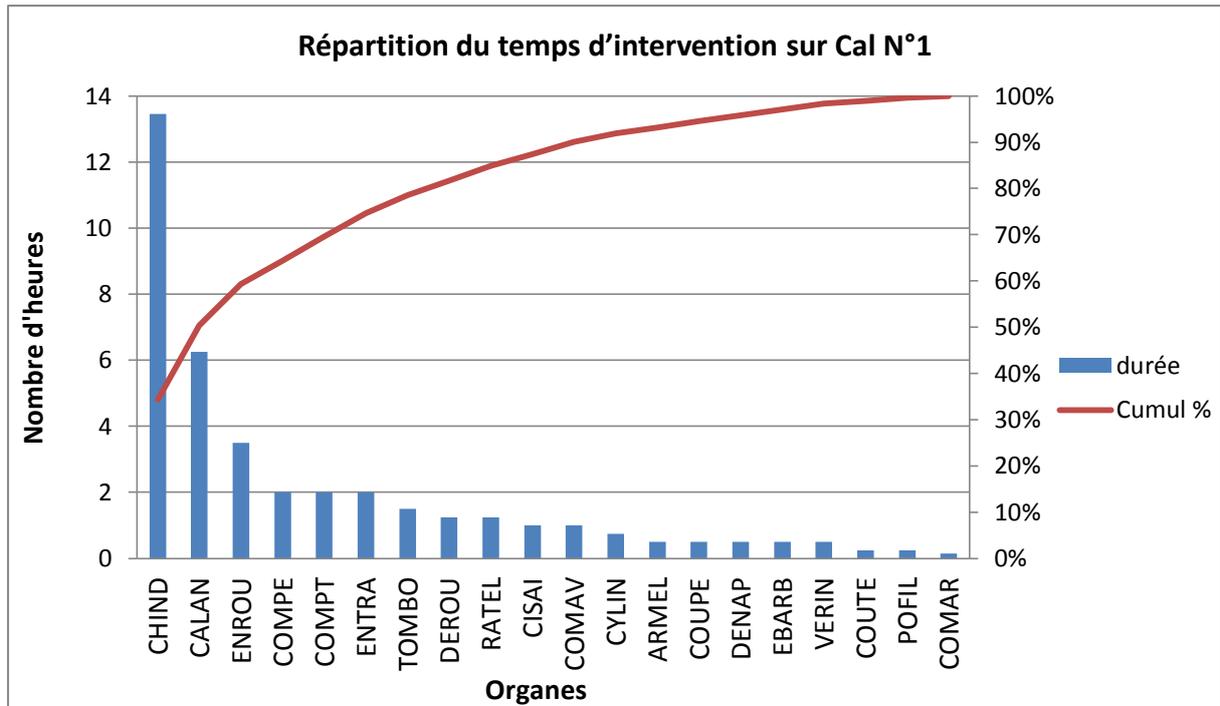


Figure III.6 : Répartition du temps d'intervention par organe sur Cal N°1 de janvier à avril 2013

Nous remarquons que le chauffage à induction (CHIND), le poste de calandrage (CALAN) et d'enroulage (ENROU) représentent 60% des heures d'intervention. Une analyse approfondie révèle le composant de l'organe et la cause à l'origine de la panne.

Le **Tableau III.1** explicite les causes des interventions les plus importantes sur les trois organes les plus sollicités de la Cal N°1 :

Tableau III.1 : Causes des interventions sur la Cal N°1

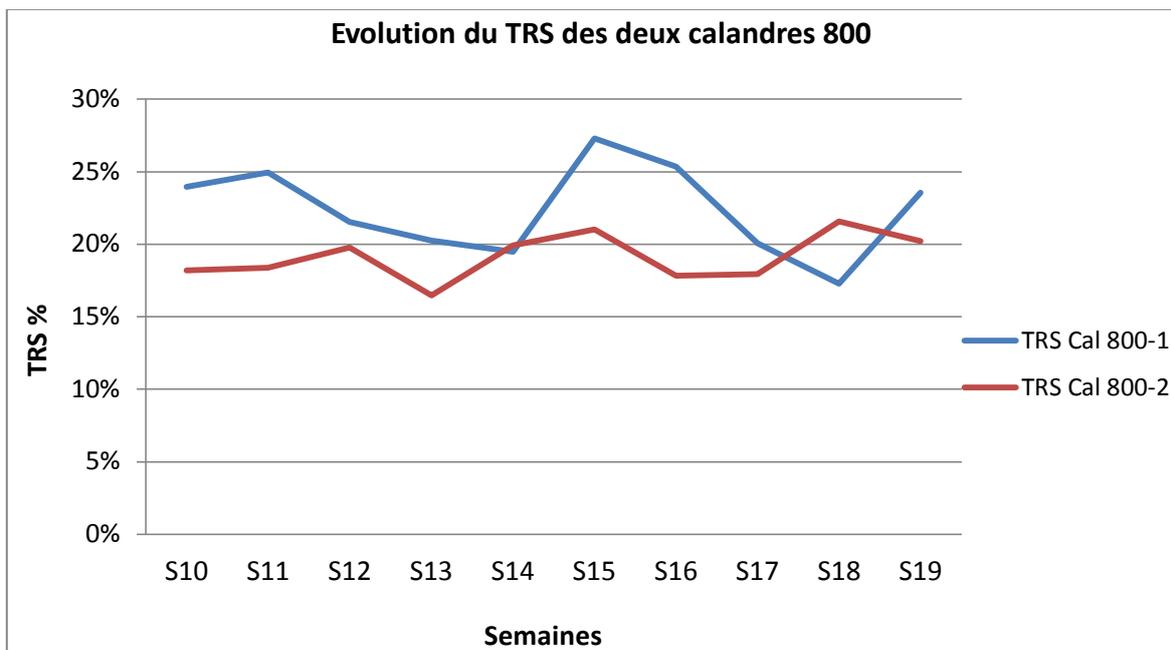
Organe	Composant	Cause	Durée totale d'intervention (H)	Occurrence
Chauffage à induction	AUTOMATE	Déréglage	12,95	3
Calandrage	FILS	Mal branché	3,5	1
	CONTACTEUR	Blocage	2	1
Enroulage	FICHE	Arraché	1,25	1
	EMBAYAGE			

Même si ces interventions se font généralement en caché (les agents travaillent sur la Cal N°2), cet historique doit être valorisé et pris en compte lors la planification des actions de l'entretien préventif des calendres 800.

Ceci est confirmé par les agents qui ont émis des critiques quant à la nature des entretiens préventifs réalisés, considérant que le ciblage des organes à traiter par le service de maintenance ne correspond pas à leurs attentes.

#### D. Performances (TRS)

La **Figure III.7** présente L'évolution du TRS des calendres 800 (de S10 à S19), recalculé selon le référentiel OAQ 10.

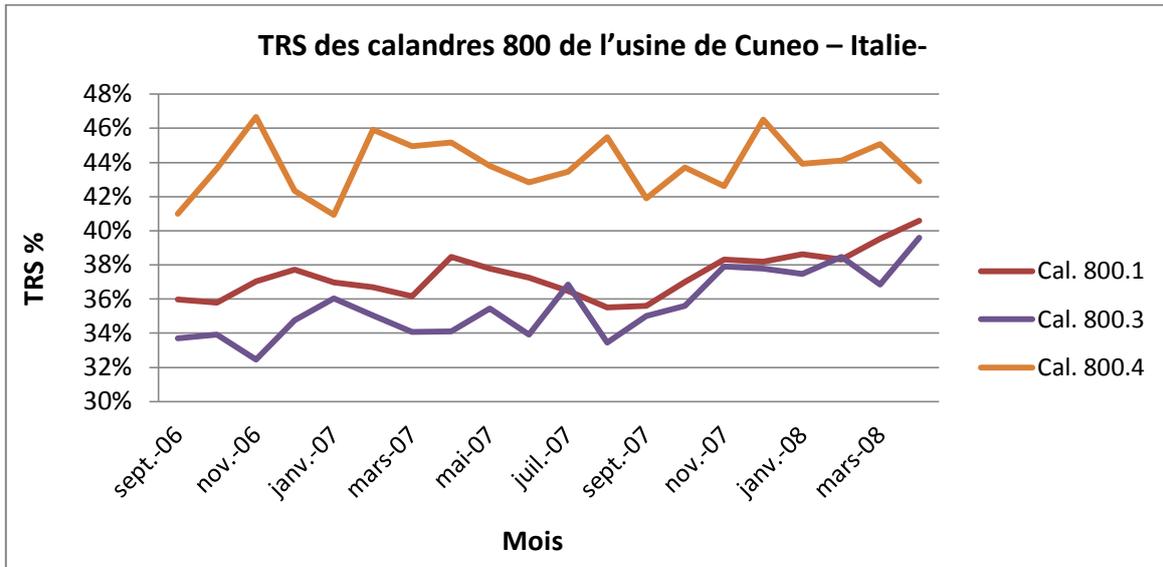


**Figure III.7 :** Evolution du TRS des deux calendres 800 (mars et avril 2013)

Nous remarquons que :

- Le TRS des deux calendres est relativement bas (22% en moyenne pour la calandre 800 N°1 et 19% en moyenne pour la calandre 800 N°2), avec un potentiel de 27% en moins.
- La variabilité du TRS de la calandre 800 N°1 est importante par rapport à la moyenne (3% d'écart type).

Pour pouvoir connaître les performances potentielles d'une calandre 800, nous avons cherché le TRS des calendres 800 sur d'autres sites Michelin. La **Figure III.8** représente le TRS de trois calendres 800 du site de Cuneo en Italie

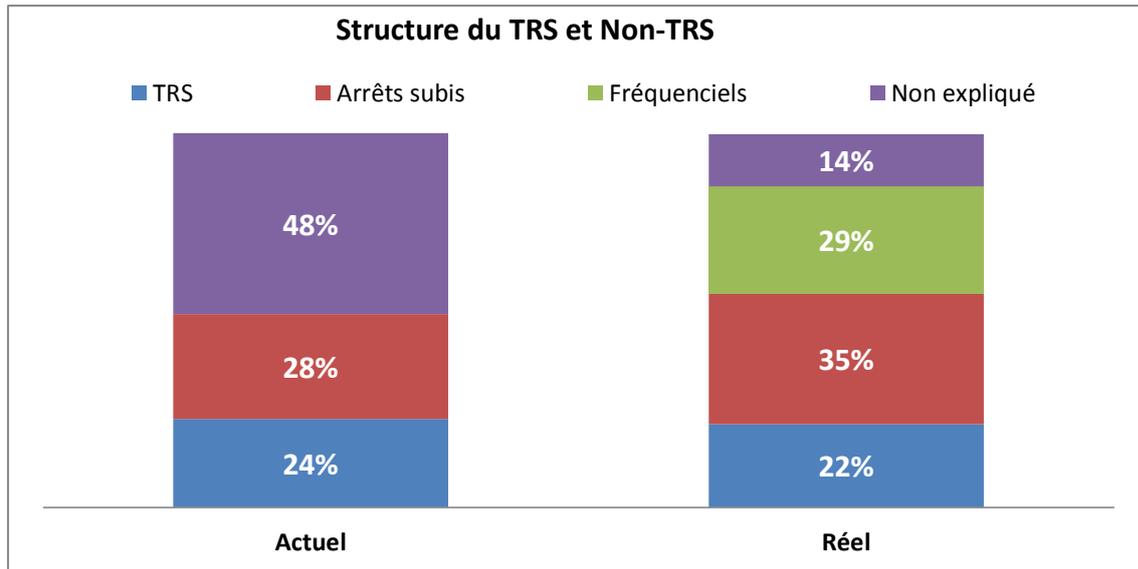


**Figure III.8 :** TRS des calendres 800 de l'usine de Cuneo – Italie-

Nous remarquons que le TRS de deux des trois calendres 800 de Cuneo ne dépasse pas 37% en moyenne. Le TRS de la troisième calandre 800 est de 44% en moyenne. Ceci nous donne un ordre de grandeur sur les performances optimales des calendres 800.

### E. Analyse (TRS)

A partir de nos OC et de l'historique des quatre premiers mois de l'année 2013, nous avons pu reconstituer le temps d'ouverture (réel) de la Cal N°1 pour analyser la structure moyenne du Non-TRS et la comparer avec celle actuelle. La **Figure III.9** présente les résultats de cette comparaison.



**Figure III.9 :** Comparaison entre la structure actuelle et réelle du TRS et du Non-TRS

▪ **TRS :**

Le TRS calculé selon le référentiel OAQ 10 est légèrement inférieur au TRS calculé actuellement (de 2%).

▪ **Arrêts subis :**

Les arrêts subis représentent 35% du temps d'ouverture et non 28% (**Figure III. 10**). La différence entre la proportion des arrêts subis réels et ceux enregistrés actuellement dans le fichier de calcul du TRS, est due à la non déclaration des agents de certains temps d'arrêt. En effet, lors d'une OC réalisée sur le conducteur d'une équipe, nous avons remarqué qu'il n'avait pas déclaré le temps de changement de dimension. En analysant le fichier de calcul du TRS, nous avons constaté que cette pratique est récurrente. Ainsi, nous avons identifié les changements de dimension effectués et calculé leur durée en se basant sur l'historique disponible.

Par ailleurs, lors de nos OC, nous avons constaté une surestimation de certains arrêts subis, comme la « prise et fin de poste ». Cette dernière peut durer 25 minutes, elle est cependant, déclarée de 45 minutes à 60 minutes. La **Figure III.10** représente l'analyse de la structure des arrêts subis.

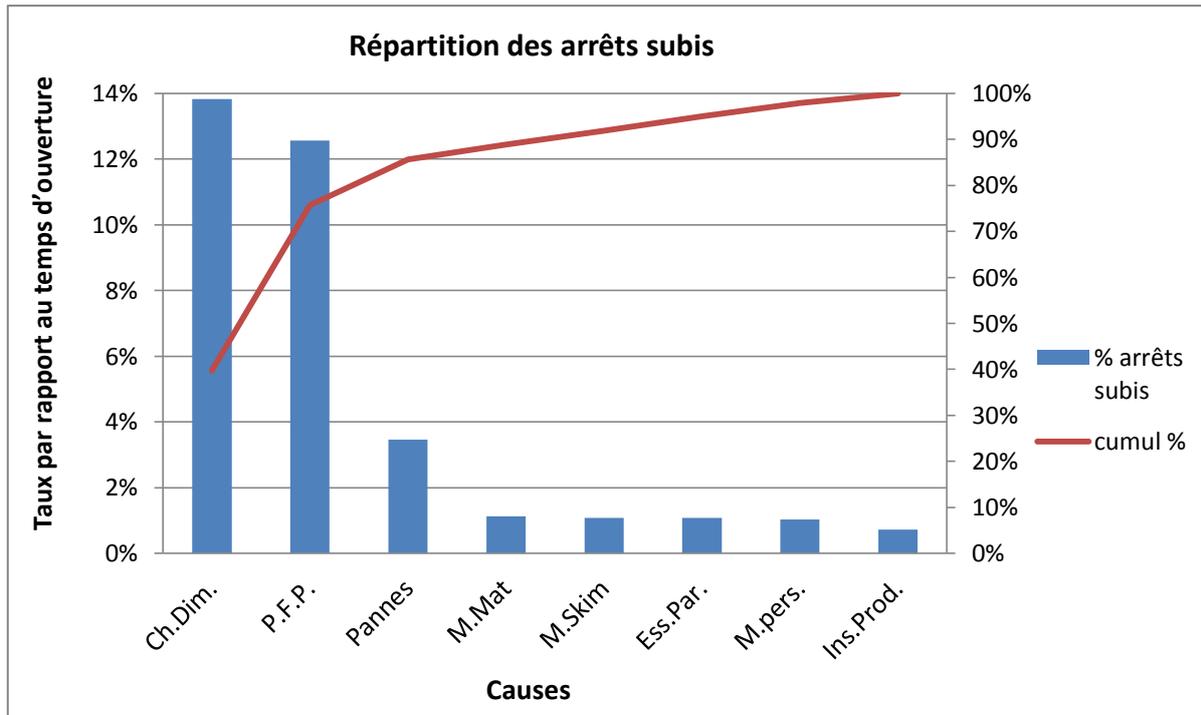


Figure III.10: Répartition des arrêts subis par cause

Nous remarquons que les changements de dimension, la prise et fin de poste et les arrêts dus aux pannes représentent 86% des arrêts subis :

- La durée et la fréquence des translations et changements de pas, font que les « changements de dimension » soient en tête de Pareto avec 14% du temps d'ouverture et 40% du temps des arrêts subis.
- En analysant les durées des prises et fins de poste, nous remarquons que ces dernières sont surestimées dans la majorité des cas.
- Les pannes ne représentent que 3% du temps d'ouverture et 10% des arrêts subis.

#### ▪ Fréquentiel :

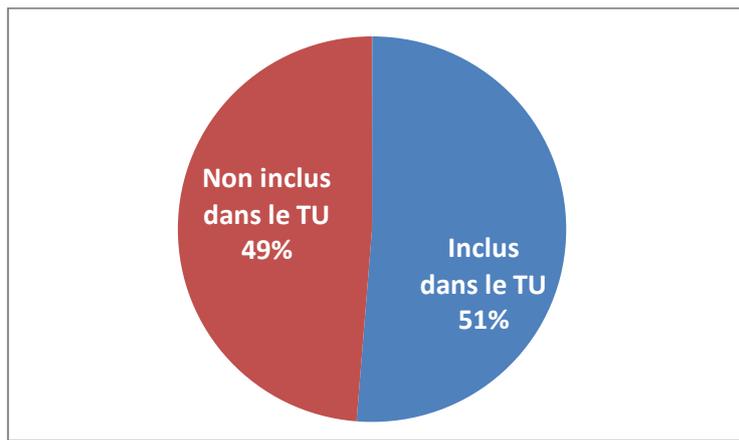
Nous constatons que 29% du temps d'ouverture est consacré aux fréquentiels et aux irréguliers liés. Les tâches fréquentielles sont nécessaires à la fabrication des NDF. Leurs temps d'exécution sont inclus dans le calcul des temps unitaires. Etant très fréquentes et de durées réduites, les agents ne peuvent les estimer et les déclarer.

Les temps d'exécution des tâches fréquentielles incluses dans le temps unitaire sont déterminés à une allure 100 %. Or, durant nos OC, nous avons constaté que leurs temps réels d'exécution sont bien plus supérieurs, comme indiqué dans le **Tableau III.2**.

**Tableau III.2 :** Comparaison entre les temps d'exécution à l'allure 100 et réels

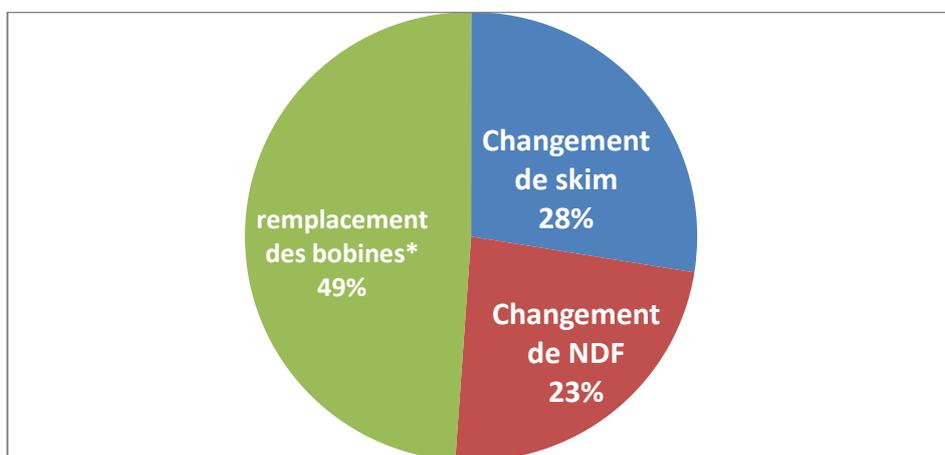
Tâches fréquentielles	Temps réel moyen (min)	Temps à l'allure 100 (min)	Différence (min)
Le changement de Skim	2,56	1,58	<b>0,98</b>
Le changement de NDF	7,45	2,59	<b>4,86</b>
Le changement d'une bobine	1,03	0,714	<b>0,316</b>

La **Figure III.11** donne la répartition des temps moyens, en prenant en compte les fréquences des différentes tâches fréquentielles.



**Figure III.11:** Répartition des temps moyens fréquents

Uniquement 51 % des temps liés aux tâches fréquentielles sont inclus dans le calcul des temps unitaires. La différence est due à l'allure des agents qui n'est pas à 100 % et aux fréquences de ces tâches qui sont plus importantes. La **Figure III.12** représente la répartition du temps lié aux tâches fréquentielles.



**Figure III.12:** Répartition du temps des tâches fréquentielles

\* Remplacement des bobines de fils métalliques avec un arrêt de calandrage.

Nous remarquons que :

- les arrêts de calandrage induits par la fin et le remplacement d'une bobine de fils métalliques représentent 49% des tâches fréquentielles. En effet, ces derniers sont aléatoires et imprévisibles (la longueur du fil contenu dans une bobine est variable et inconnue a priori) et fréquents (plus d'une bobine peut se terminer à la fois). Ces arrêts sont plus fréquents sur la Cal N°1 que sur la Cal N°2, puisque la longueur des fils contenus dans les bobines utilisées dans la première est plus grande que sur la deuxième.
- Les changements de Skims sont plus fréquents. Leurs longueurs sont variables et généralement inférieures à 120 m. En effet, si la longueur des Skims était respectée, deux Skims (avant et arrière) seraient suffisants pour la réalisation d'un roule de NDF.
- Les changements de NDF ne se font pas tout à fait en caché. Les opérations de calandrage et d'enroulage ne sont pas synchronisées. Ainsi, les agents se trouvent souvent à réaliser le changement de NDF quand le compensateur est plein. Ceci, entraîne des arrêts de calandrage.

▪ **Non expliqué :**

Le non expliqué est réduit à 14% (au lieu de 48%). Ce résidu est inévitable et représentera toujours une partie du Non-TRS. Il peut être négatif dans le cas d'une surestimation des déclarations des temps d'arrêt. Il est dû aux aléas et micro-arrêts. A partir de nos OC, nous avons pu constituer une typologie des arrêts non expliqués. Il peut s'agir de:

- Une fin du planning non déclarée (33 minutes lors de l'OC 1)
- Le retard du technicien qualité pour la validation des Skims (20 minutes lors de l'OC2)
- Le calandrage des NDF à une vitesse inférieure à celle indiquée dans les consignes. En effet, quand le nombre de bobines à remplacer est important, le conducteur diminue la vitesse de calandrage afin de permettre au bobineur se trouvant à l'intérieur du râtelier, de remplacer les bobines sans arrêts de calandrage. C'est « *une marche dégradée* ».

Le **Tableau III.3** donne une typologie des micros arrêts construite à partir des deux OC réalisées sur le poste.

Tableau III.3 : Typologie des micros arrêts constatés lors des OC

Causes d'arrêt	durée (min)
Rangement fils	7,7
Manque diabolos	7
Manque matériel	5,6
Réglage système d'ébarbage	4,4
Excès de pause	3,6
Déblocage roule de Skim	2,8
Réparation défaut qualité	2,6

### 3.3. Qualité

#### A. Indicateurs

La qualité est évaluée en sommant le poids des chutes générées par le client (les coupeuses), causées par un défaut de calandrage et les chutes technologiques dues aux changements de dimension sur les calandres 800. Ces dernières ne sont pas récupérables. Deux indicateurs sont utilisés pour le suivi de la qualité des NDF :

- **Le poids des chutes** (au jour j-1) qui ne doit pas dépasser 86,5 KG.
- **Le taux de chute** qui ne doit pas dépasser 1,4% (calculé en divisant le poids des chutes générées par les calandres 800 au jour j-1 (défauts de calandrage et chutes technologiques) sur le poids de la production des calandres 800 au jour j-1)

Un troisième indicateur est utilisé pour le suivi du poids des chutes de gomme générées. Ce dernier ne sera pas explicité, car elles sont recyclables.

#### B. Performances

Le poids des chutes varie en fonction du nombre et du type de NDF coupées (elles n'ont pas le même poids : les NDF fabriquées sur la Cal N°1 ont un poids deux fois plus important que celles fabriquées sur la Cal N°2). Ainsi, Il serait plus représentatif d'analyser l'évolution du taux de chute. La **Figure III.13** représente l'évolution du taux de chute par mois, comparé à l'objectif.

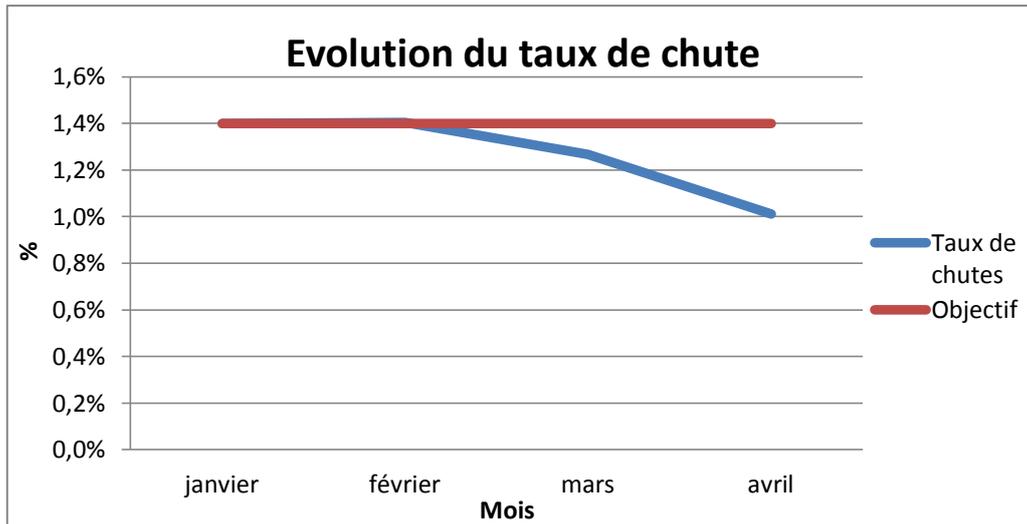


Figure III.13 : Suivi du taux de chute par mois (de janvier à Avril 2013)

Nous remarquons une diminution du taux de chutes générées par les calandres 800 depuis le lancement du MQP au niveau de l'îlot 3CEZ. Il est passé de 1,4% en février à 1,3% en mars, atteignant 1% en avril. La qualité des NDF fabriquées est donc en amélioration.

### C. Analyse

La diminution du poids total des chutes (en particulier, depuis le lancement du MQP) ne peut être expliquée que par l'engagement des agents des calandres 800 et du technicien qualité à la mise au point et l'exécution d'actions ciblées et efficaces. Cependant, pour assurer la pérennité de ces résultats et pouvoir les améliorer, nous devons cibler les causes majeures des chutes. Nous analysons la répartition du taux de chutes du mois d'avril selon les différentes causes et origines. Le Figure III.14 explicite cette répartition en taux et en poids.

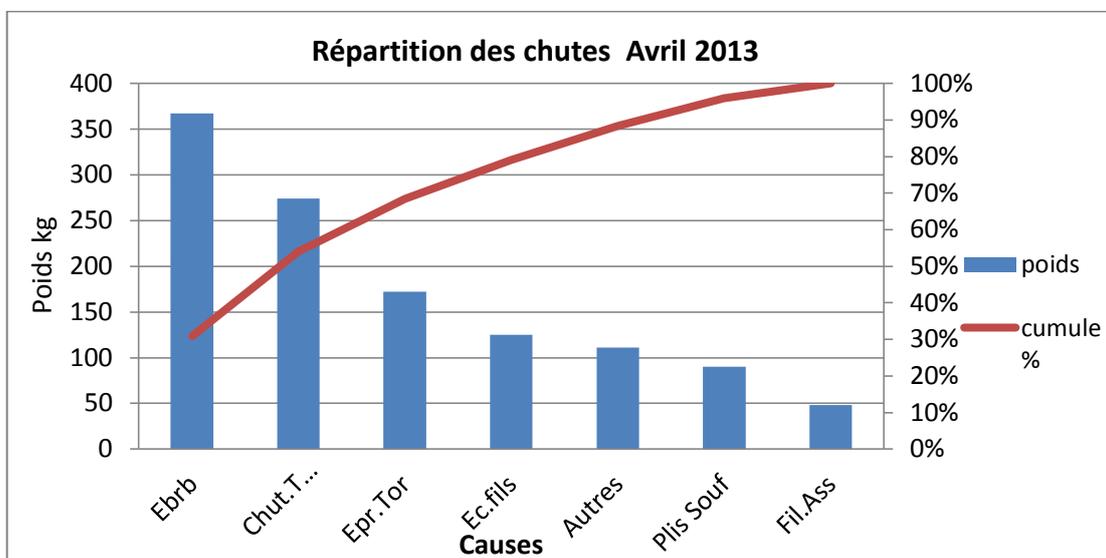


Figure III.14 : Répartition des chutes du mois d'avril 2013

Nous remarquons que le poids des chutes dues au mauvais ébarbage, aux chutes technologiques et à l'épuration des tortillons représentent près de 70% du poids chuté au mois d'avril.

Les chutes dues au mauvais ébarbage sont essentiellement causées par la « non fiabilité » du système d'ébarbage de la Cal N°1. En effet, ce dernier se dérègle (la distance entre les deux lames change) à cause des vibrations de la machine, et les arrêts de calandrage (quand le calandrage s'arrête, la force de traction s'annule et le tissu revient à sa largeur initiale et pousse les lames du système d'ébarbage vers l'extérieur). De plus, le poids des NDF fabriquées sur cette dernière représente plus de 70% du poids total des NDF fabriquées. Or, c'est la Cal N°2 qui est équipée d'un système d'ébarbage performant (qui peut générer jusqu'à 0 kg de chutes).

Les chutes technologiques sont majoritairement dues aux translations et changements de pas. Mais aussi, aux échantillons utilisés lors des contrôles de qualité. Les changements de dimension génèrent tous les types de chutes technologiques. Ils sont en fonction du planning de production (type et nombre des NDF à fabriquer).

L'épuration des tortillons est une opération réalisée au niveau des coupeuses. Elle consiste à chuter les fils liés par un tortillon (utilisé lors du remplacement des bobines). En effet, une section contenant un tortillon est une section faible. Cette cause ne peut être éliminée, car elle est due à la nature des fils métalliques utilisés.

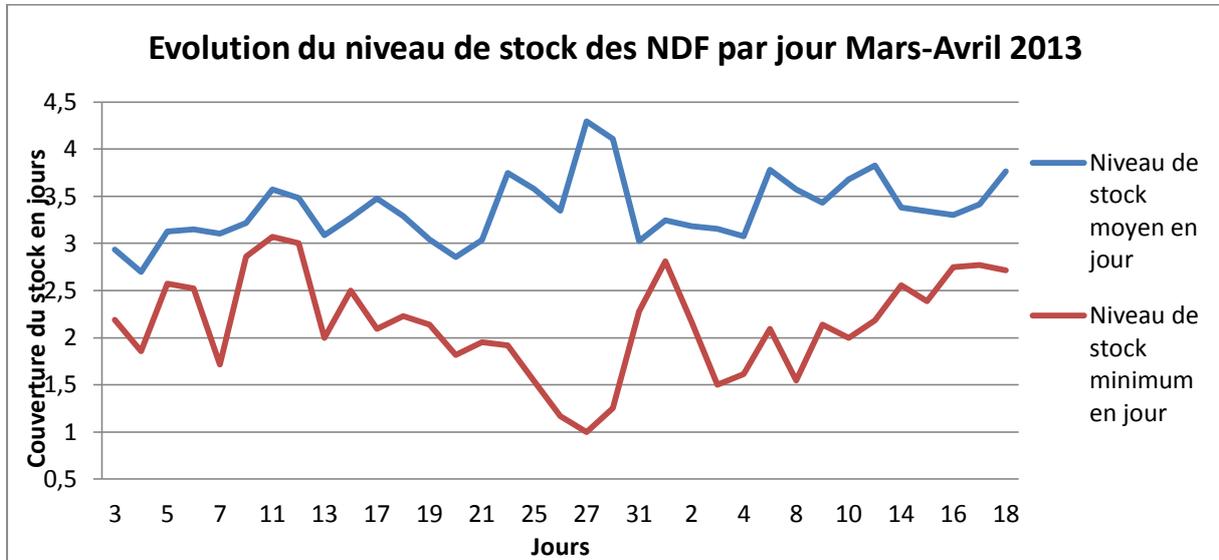
### **3.4.Délais / Délivvable**

#### **A. Indicateurs**

Le délai, ou plus exactement le délivrable est représenté par le niveau de stock des produits semi-finis. En effet, pour qu'un quelconque arrêt des calandres 800 ne retarde pas la fabrication planifiée des pneus, un niveau minimal de stock par références NDF doit être gardé. Actuellement, ce niveau est entre 2 et 3 jours. Ce niveau est relativement important en comparaison avec d'autres produits de l'îlot. Son évolution journalière n'est donc pas suivie.

## B. Performances

Nous avons retracé le niveau moyen des stocks de tous les NDF depuis le début du mois de mars jusqu'à mi avril. La **Figure III.15** montre cette évolution.



**Figure III.15** : Evolution du niveau de stock moyen des NDF par jour depuis mars 2013

Nous remarquons que le niveau de stock moyen a une tendance relativement croissante et ne diminue pas au-dessous de 2,7 jours en moyenne (minimum). De plus, le niveau minimal de la couverture des stocks est de 1 jour. En effet, il n'y a eu aucune rupture de stock de NDF depuis le début de l'année (donc aucune enveloppe perdue à cause d'un manque de NDF).

## 3.5. Coût

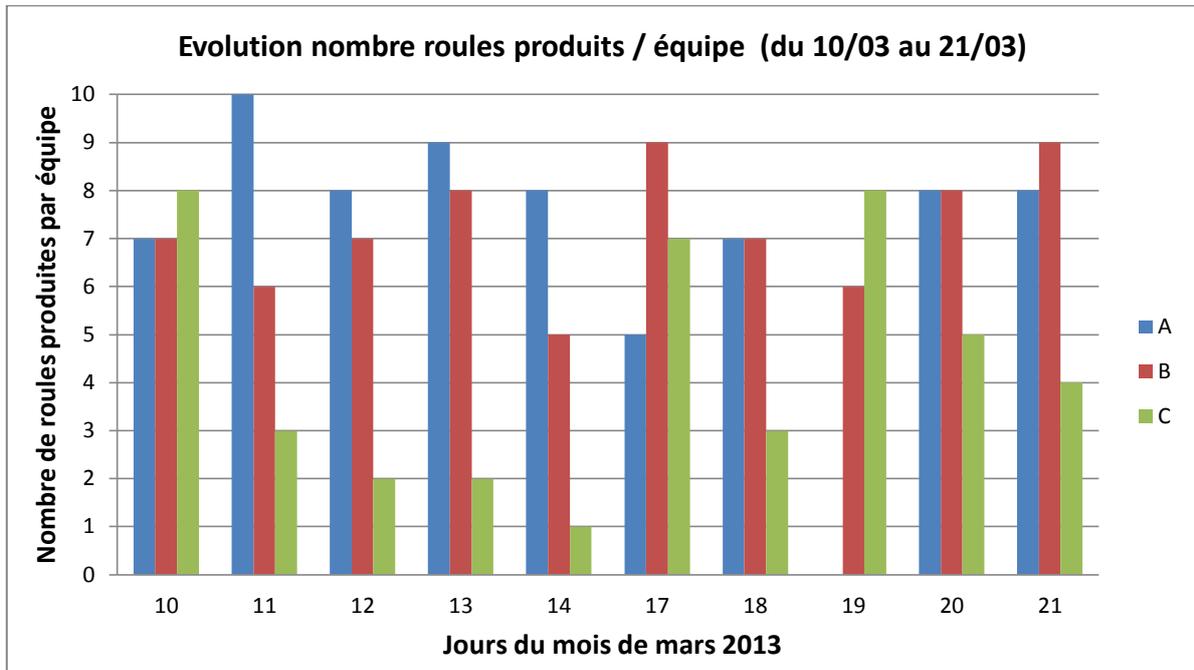
### A. Indicateurs

Le coût mesuré est celui de la main d'œuvre. L'indicateur utilisé est le nombre d'agents de l'îlot. Ce dernier doit être entre l'effectif maximal à pourvoir et l'effectif minimal à pourvoir. Il n'y a donc pas un indicateur pour suivre le coût généré par l'exploitation des deux calendres 800. Nous utiliserons donc un indicateur plus révélateur.

Nous prenons donc un indicateur en relation avec l'objectif de notre étude, soit le nombre de roues produits par équipe, pour mesurer la participation de chaque équipe dans la réalisation du planning, ou plus explicitement, dans « la création de valeur ». Puis nous incluons les changements de dimensions, car ils représentent une charge supplémentaire sur les équipes qui les effectuent.

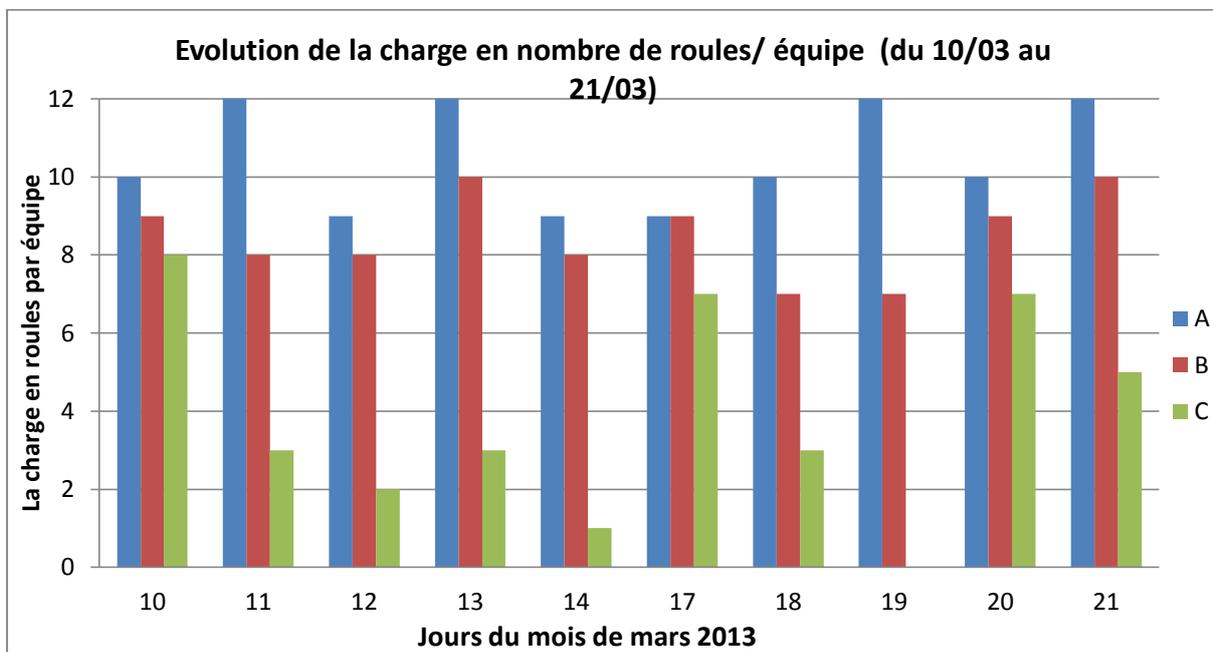
## B. Performances

Pour trouver cet indicateur nous avons analysé le nombre de roues produits quotidiennement par équipe. La **Figure III.16** représente un échantillon de deux semaines.



**Figure III.16:** Evolution du nombre de roues produits / équipe (du 10/03 au 21/03)

Nous remarquons que presque chaque jour, l'une des trois équipes produit plus que les deux autres (généralement l'équipe A), et une autre qui produit très peu par rapport au deux autres (généralement l'équipe C).



**Figure III.17:** Evolution de la charge en nombre de roues/ équipe (du 10/03 au 21/03)

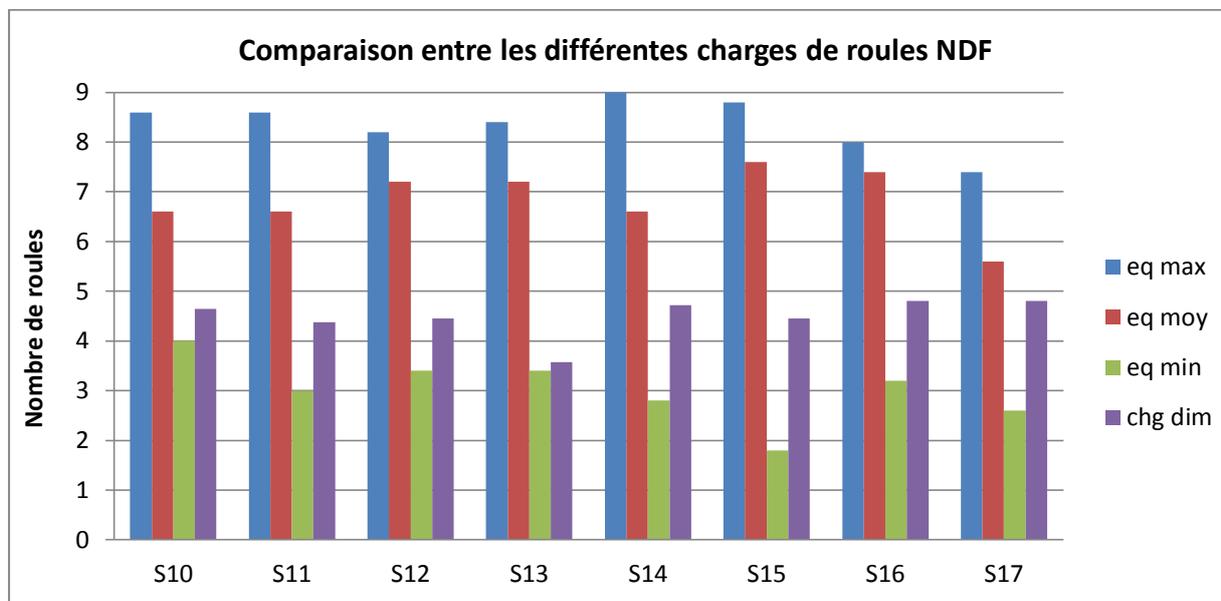
D'après la **Figure III.17**, nous remarquons que malgré quelques changements dans la répartition des charges, le constat reste le même. Ce graphe confirme donc les précédentes remarques.

### C. Analyse

La différence entre les équipes en terme de nombre de roubles réalisés (ou charge travaillée) n'est pas due à une meilleure productivité d'une des trois équipes, mais au fait que le planning journalier est réparti majoritairement entre les deux premières équipes (A et B), ce qui explique pourquoi ces deux équipes produisent plus que l'équipe C.

Par conséquent, si l'une de ces dernières est en retard (pour un manque de Skim comme dans la journée 19 par exemple), la troisième peut rattraper ce retard en réalisant le reste du planning journalier. En résumé, chaque jour, l'une des trois équipes est en sous charge.

Pour faire une comparaison plus généralisée, nous avons calculé pour chaque semaine, le nombre moyen de roubles réalisés par les équipes les plus chargées (eq max), et les équipes les moins chargées (eq min) et comparer cette dernière avec les changements de dimensions (représentés en équivalent de roubles NDF). Cette comparaison est présentée dans la **Figure III.18**.



**Figure III.118** : Comparaison entre les différentes charges de roubles NDF

Nous remarquons que l'équipe la plus chargée fabrique en moyenne plus de 8 rouleaux par jour. Or, que l'équipe la moins chargée fabrique en moyenne 3 rouleaux par jour c'est-à-dire un tiers de son potentiel. De plus, l'équivalent en rouleaux des changements de dimensions est en moyenne égal à 4,5 rouleaux par jour. Ce qui est supérieur au nombre de rouleaux fabriqués par l'équipe la moins chargée. Cette situation peut être schématisée comme suit : une des trois équipes vient chaque jour pour ne faire que des changements de dimension sans les finir (elle ne produit pas de valeur).

### **3.6.Standard**

Le standard des calendres 800 est défini et sa mise en place fut relancée en avril 2013. Elle est toujours en projet jusqu'à la semaine 21. Suite à nos OC, nous avons émis des propositions pour la standardisation du poste :

- Définir et étiqueter les places des outils utilisés (*molette du système d'ébarbage, étiquettes de NDF...*) et les consignes de température/humidité.
- Rénover les deux pupitres.
- Remettre les élastiques des palettes de NDF en état.
- Tracer les emplacements du chevalet (des intercalaires) et du chariot des diabolos/toiles vides.
- Afficher les consignes de sécurité dans un endroit apparent.
- Étiqueter les emplacements des cartons des assemblages métalliques.

## **4. Voies de progrès**

En résumé, nous identifions et quantifions dans le **Tableau III.4**, les seize types de gaspillages sur les calendres 800 (Il est à noter que la quantification est une évaluation basée sur nos OC et les déclarations des agents. Certaines pertes ne causent pas d'arrêts de calendrage).

Tableau III.4 : Les seize types de gaspillages sur les calendres 800

Origine des pertes	Types de pertes	Pertes sur les calendres 800	Pertes par équipe
Les pertes liées à l'équipement	Pannes	Chauffage induction, calandrage, enroulage	11 min
	Réglages	Serrage et pression	44 min
	Changements d'outils	Translation, changement de pas, chutes technologiques	5 kg
	Au démarrage	Prise et fin de poste, changement de calandre	40 min
	Micro arrêts	Manque matériel, rangement fils	30 min
	Sous cadence	Marche dégradée, arrêt râtelier	71 min
	Défauts et retouches	défaut d'ébarbage corrigé par les agents	3 min
Arrêts programmés	Fin de planning	33 min	
Les pertes liées à la main d'œuvre	Management	L'ordonnancement, la planification (le nombre de changements de dimensions)	Jusqu'à 4 changements de dimension
	Rapidité de l'exécution	L'allure des agents,	-
	Organisation de la ligne	Arrêts compensateur (remplis), changement de NDF avec arrêt calandrage, remplacement des rouleaux de Skim,	67 min
	Logistique	Manque diabolo, manque Skim (attente validation qualité)	30 min
Mesures et réglages	Chute des échantillons	-	
Les pertes liées aux matières, à l'outillage et à l'équipement	Energie	Coupure d'électricité	-
	Outillage	Mobylette (dent cassée),	50% temps approvisionnement bobines
	Rendement matière	Plis, coupures sur les Skim Longueur du rouleau de Skim	-

Le **Tableau III.5** rassemble les gaspillages précités, en les regroupant suivant des axes de progrès que nous analyserons dans la prochaine étape « analyse et critique ». Nous avons choisi ces axes de progrès pour l'importance de leurs gains potentiels :

**Tableau III.5** : Evaluation du potentiel de gain par axe de progrès

Axe de progrès	Temps perdu par équipe (min)	Gain potentiel par équipe (roules)	Objectif par équipe (roules)
Arrêts inclus dans le mode opératoire	130	2	1
Changement de dimension	45	1	0,75
Micro-arrêts et aléa	30	1	0,5

Les objectifs de gains sont certes suffisants pour passer à deux équipes. Cela dit, pris ainsi, le poste calandres 800 peut se transformer en un goulet. En effet, tout aléa sur la machine ou la disponibilité des Skims retardera la production et ce retard ne pourra être rattrapé le jour même.

## **5. Conclusion**

Pour pouvoir réaliser un diagnostic pertinent et mener à bien la suite de l'étude, une enquête préalable a été réalisée sur le poste « Calandre 800 N°1 et N°2 » et présentée lors de ce chapitre.

Le diagnostic a été mené en balayant les six volets de la performance opérationnelle SMQDCS, ce qui a permis d'explicitier l'évolution des performances des Calandres 800 et mettre en évidence les voies de progrès dont le potentiel de gain est le plus important.

---

*Chapitre IV :*

**Proposition d'actions  
d'amélioration de la  
productivité**

---

## **1. Introduction**

Dans ce chapitre, nous analysons en détail les causes les plus importantes des gaspillages déjà énumérées lors du diagnostic, soit les changements de dimension et les arrêts inclus dans le mode opératoire. Suite à cette analyse, nous porterons un regard critique qui nous permettra de proposer d'autres solutions.

Nous suggérons par la suite, des solutions chiffrées et détaillées afin de réduire les gaspillages identifiés, sans compromettre les six volets de la performance opérationnelle (SMQDCS). Enfin, nous mettrons en évidence les difficultés relatives à l'application de chacune des solutions pour faciliter la prise de décision au responsable de l'îlot 3CEZ.

## **2. Analyse et critique des résultats du diagnostic**

### **2.1. Les arrêts inclus dans le mode opératoire**

Nous analysons dans cette partie les arrêts qui sont causés par l'application même du mode opératoire et qui retardent éventuellement la fabrication des NDF. Ces arrêts peuvent être aggravés par un manque d'organisation et de synchronisation entre les agents, dans l'exécution des différentes tâches incluses dans le mode opératoire. Il est à noter que ces arrêts sont nécessaires à la fabrication des NDF, ils sont inclus dans le temps unitaire de la fabrication des NDF.

#### **2.1.1. Temps unitaire**

Ce dernier doit inclure toutes les activités nécessaires à la réalisation du produit et peut être utilisé pour calculer la charge d'une équipe. Le tableau **IV.1**, compare les temps de cycle nominal (TU) et les temps unitaires mis à jour (en prenant en compte les conditions actuelles, soit le nombre d'agent et l'état de la mobylette).

Le calandrage représente la seule activité à VA. Par conséquent, il ne doit pas s'arrêter. Les temps d'arrêts calandrage doivent être réduits ou dans le cas idéal, entièrement éliminés. Un premier axe de progrès sera les fréquents et les irréguliers liés, qui sont nécessaires à la fabrication des NDF sur la calandre 800, soit :

- Les arrêts dus aux bobines (arrêts râtelier).
- Les changements de Skim.

- Les changements (évacuation) de NDF.

**Tableau IV.1 : Comparaison entre les Temps unitaires de 2008 et ceux mis à jours**

Calandre	NDF	Temps unitaire calculé en 2008 (min)	Temps unitaire mis à jour (min)	Temps de cycle (min)	Temps d'arrêts (min)
Cal N°1	NK8031	17,12	23,4	10,23	13,17
	NK22068	17,12	20,5	10,23	10,87
	NK8665	22,92 <sup>1</sup>	22,9	16,3	5,4
Cal N°2	NK4551	22,92 <sup>1</sup>	22,9	16,3	6,6
	NK3645	22,92	22,9	16,3	6,6
	NK22598	18,2 <sup>1</sup>	18,2	10,23	8,87

Le temps d'exécution de ces derniers (Fréquentiels) est plus important que celui pris en compte dans le calcul des temps unitaires. Ils représentent (comme déjà explicité dans le chapitre III) jusqu'à 29% du temps d'ouverture, soit 2 h 20 min par équipe). Ce qui implique un temps moyen de fabrication de 30 minutes (temps constaté pendant les OC).

### **2.1.2. Changement de bobines de fils**

Le râtelier doit fournir et en continue la calandre 800 en assemblages métalliques. Les bobines d'assemblages métalliques doivent être remplacées sans arrêter le calandrage. Ainsi, pour le calcul du temps unitaire, nous déterminons un nombre moyen de bobines à remplacer, et nous supposons que leur changement se fait d'une manière séquentielle. Par conséquent l'approvisionnement et le remplacement des bobines sont supposés se faire en caché par rapport au calandrage (sauf pour les NDF 8031 et 22068, voir **Annexe 11**). En incluant les casses fils (irréguliers), le temps moyen d'arrêt râtelier est donc estimé à 1h 16 par jour (soit 38 minutes par équipe et pour un régime à deux équipes). Or, cette durée est loin de celle constatée lors du diagnostic (estimée à 1h 11 min par équipe), soit pratiquement le double.

---

<sup>1</sup>Le temps unitaire n'est pas détaillé par une feuille de temps unitaire. Nous l'avons donc calculé, en utilisant la même base de calcul considérée en 2008.

En effet, le râtelier n'est pas équilibré<sup>2</sup>, donc le nombre de bobines à changer varie d'un roule à un autre et peut être supérieur à la moyenne calculée pour le temps unitaire. De plus plusieurs bobines peuvent se terminer en même temps et causer un arrêt râtelier (sans pour autant que leur nombre soit supérieur à la moyenne). Le temps ainsi perdu n'est pas récupérable (compensable) car tous ces changements sont censés se faire en caché (parallèlement avec le calandrage).

Pour pouvoir quantifier le temps des arrêts induits par le changement des bobines, nous avons réalisé des simulations en utilisant les données recueillies sur la longueur des bobines et le volume de production journalier moyen (plus de détails en **Annexe 12**). Nous avons simulé l'évolution des 4 râteliers (6 NDF) sur la base de 500 roule NDF. A partir de cette simulation, nous avons constaté que le temps d'arrêt moyen journalier est de 2h 25 minutes par jour (soit 48 minutes par équipe pour un régime à 3 équipes et 72 minutes pour un régime à 2 équipes par jour), ce qui est très proche du temps déjà estimé lors du diagnostic.

Ce temps peut être contracté, en évitant ses deux causes d'arrêt : le râtelier peut être organisé d'une manière à reproduire le scénario supposé dans le calcul du temps unitaire, le nombre de bobines à remplacer se rapprochera du nombre moyen et les casses fils seront évitées. Sinon, en mettant en œuvre une organisation qui permettra à un deuxième agent (l'enrouleur) de se libérer et de travailler en permanence dans le râtelier, sans compromettre d'autres tâches (l'enroulage, la manutention, remplacement des roule de Skim ou le dégageement de NDF).

### **2.1.3. Fréquentiels**

Les deux tâches fréquentielles qui nécessitent un arrêt de calandrage sont les changements de Skim et le remplacement d'un roule de NDF.

- ***Les changements de Skim***

La durée des changements des roule de Skim représente 8% du temps d'ouverture (soit 38 minutes par équipe). Ceci est causé par les différences de longueurs entre les roule de Skim. En effet, nous avons constaté lors de nos OC que, même si, les deux roule de Skim ont été engagés simultanément lors du changement de dimension, leurs remplacements au cours de la

---

<sup>2</sup>La longueur variable des bobines ne permet pas leur changement séquentiel ou groupé.

fabrication se feront séparément. De plus, à la fin de la série, le surplus de Skim sera débloqué (causant ainsi un arrêt du calandrage), puis, chuté.

Cet arrêt dépend également de l'allure des agents et ne peut être annulé sans apporter des modifications à la machine (un compensateur plus haut pour chaque pose gomme par exemple). Il peut tout de même être réduit en externalisant certaines actions, et en réalisant les changements de Skim en même temps.

- **Le remplacement d'un rouleau de NDF**

Le remplacement d'un rouleau de NDF est une tâche qui peut se scinder en plusieurs sous-tâches. Certaines de ces tâches peuvent être effectuées en caché pendant le temps que prend le compensateur à se remplir. Encore une fois, cette tâche étant manuelle, elle dépend de l'allure des agents. De plus, par manque de synchronisation entre l'enroulage et l'état du compensateur (la longueur du tissu à l'intérieur de ce dernier), le changement de NDF peut causer un arrêt d'une durée plus importante (peut représenter jusqu'à 7% du temps d'ouverture soit 31 minutes par équipe). Ce temps peut être réduit, simplement si le changement de NDF débute quand le compensateur est vide.

## **2.2. Les changements de dimension**

Nous avons constaté lors du diagnostic du fonctionnement du poste que les changements de dimensions représentent une source importante de gaspillage. Avec une moyenne de **44 minutes** par équipe (et des chutes moyennes de 5 kg par équipe), c'est donc l'équivalent d'un rouleau et demi de NDF qui est retardé. Ce retard n'est certes pas perçu à cause de l'existence d'une surcapacité (comme déjà démontré dans la partie coût), mais représente un axe important de progrès pour pouvoir atteindre les objectifs assignés à l'étude.

Les changements de dimension sont certes nécessaires pour fabriquer les six types de NDF, mais leurs *durées* et leurs *fréquences* peuvent être réduites pour minimiser les retards induits. Ce sont donc les deux axes que nous allons analyser dans le but d'améliorer la productivité.

### **2.2.1. Durée des changements de dimension et mode opératoire**

Nous avons pu, pendant les OC, assister à des opérations de changement de dimension, que ce soit avec changement de pose fils ou bien avec translation. Étant d'une durée importante,

nous quantifions ces dernières, afin de pouvoir les analyser dans l'objectif de réduire leur durées.

**a- Les deux types de changements dimension**

▪ **Changement de pas :** Le changement de pas se fait lorsque la NDF en cours et la NDF à fabriquer sont composées du même type d'assemblages métalliques (et éventuellement le même type de Skim).

▪ **Changement de dimension avec translation :** Le changement de dimension avec translation se fait lorsque la NDF en cours et la NDF à fabriquer, ne sont pas composées du même type d'assemblages métalliques (et éventuellement des types différents de Skim).

**b- Constatations générales :**

Les changements de dimension sont effectués par les agents des calandres 800, sans l'aide d'un agent régleur et sans demander une autorisation. De plus, les pièces à changer sont à proximité de chaque calandre et à la portée des agents.

Par contre, nous avons remarqué que les deux types de changements de dimension nécessitent la présence de deux agents sur trois (sauf pour la translation, ou le troisième agent doit être présent pour des raisons de sécurité). Ce dernier s'occupe généralement de l'apport des outils et de l'approvisionnement du râtelier. Cependant, si la contenance des bobines dans le râtelier est jugée suffisante, le troisième agent ne pourra réaliser de tâches directement utiles à son poste.

De plus, dans les deux cas de changement de dimension, la machine doit être à l'arrêt pour préserver la sécurité des agents, mais aussi, pour éviter un risque de défaillance sur les organes de la machine et la génération d'un poids important de chutes non récupérables.

**c- Identification et quantification des tâches**

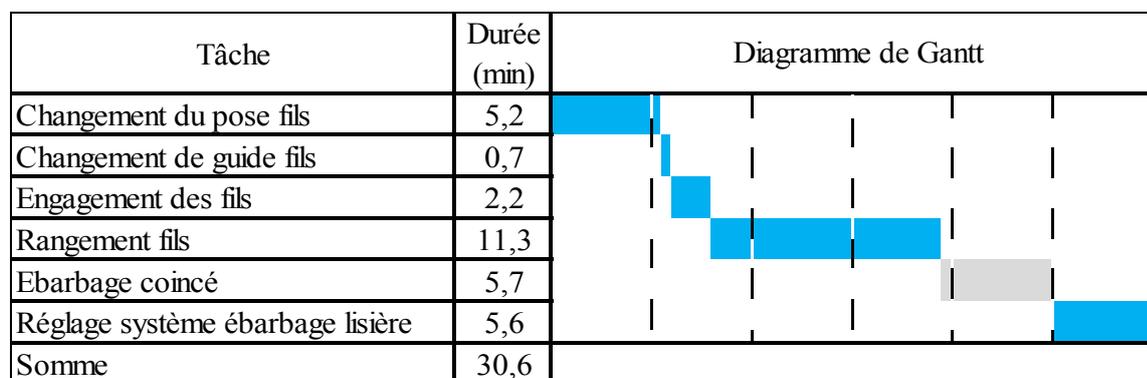
D'après les résultats des OC, la durée d'un changement de pas est de 30 minutes et celle de la translation est de 56 minutes. Le mode opératoire détaillant les deux changements de dimension est donné dans l'**Annexe 13**.

Le **Tableau IV.2** présente une quantification des durées de changement de dimension constatées lors des OC et celles moyennes (indiquées par les agents lors du remplissage des feuilles de bord).

**Tableau IV.2 :** Quantification des durées de changement de dimension

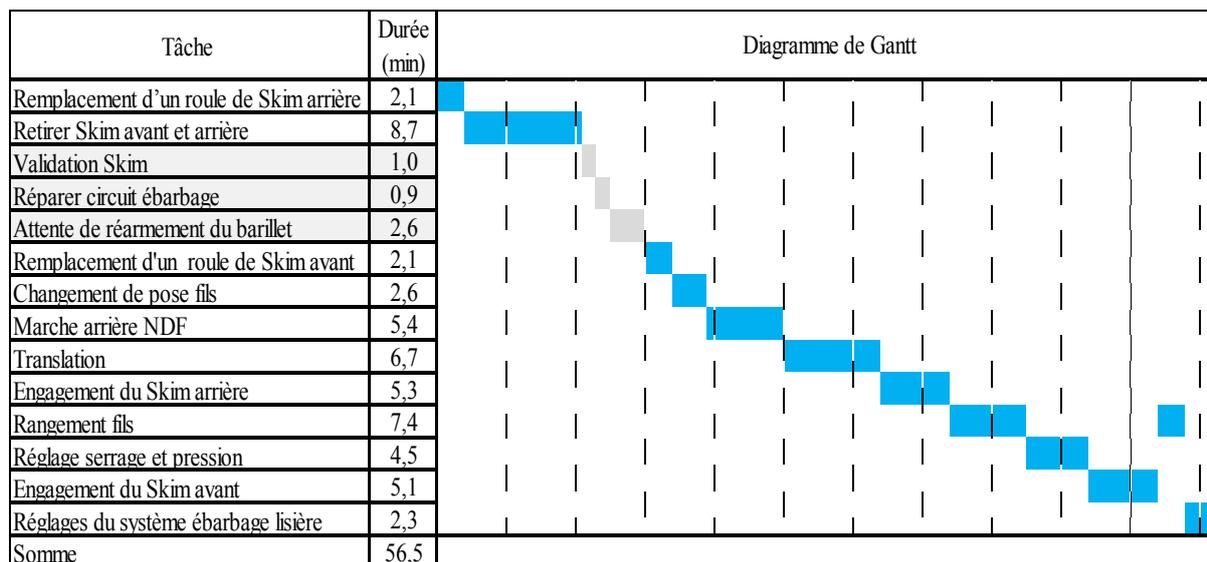
	Translation	Changement de pas
Durée moyenne	52	40
Durée constatée	56	30
Ecart type	10	8
Equivalent en roues	1,7	1,3

Nous remarquons que la durée moyenne d'un changement de pas est supérieure à la durée constatée durant les OC. Ceci n'est pas nécessairement dû à une surestimation dans les déclarations des agents. La **Figure IV.1** présente les différentes tâches incluses dans une opération de changement de pas, ainsi que leurs durées.



**Figure IV.1 :** Durées des différentes tâches d'un changement de pas

Pour ce qui est des changements de dimension avec translation, la durée moyenne est très proche de la durée constatée lors des OC. La **Figure IV.2** présente les différentes tâches incluses dans une opération de translation, ainsi que leurs durées.



**Figure IV.2 : Durées des différentes tâches d'une translation**

**d- Analyse du déroulement des changements de dimension**

En analysant la décomposition de ces deux opérations de changement de dimension, nous avons remarqué que l'occurrence de certains aléas rallonge la durée de certaines tâches ou encore, que certaines tâches sans relation avec le changement de dimension ont été effectuées :

- Lors du changement de pas :

- Difficulté dans l'engagement des fils d'assemblages métalliques. Ces derniers étaient noués autour d'un axe.

Ce problème récurrent a été résolu en utilisant des pinces (pattes de grenouille) suite à une remontée auprès du responsable de l'îlot.

- La gomme ébarbée s'est rompue et s'est enroulée sur un axe. Les agents ont dû arrêter le calandrage pour libérer la gomme bloquée.

- Lors du changement de dimension avec translation :

- Le Skim coupé a glissé lors du calandrage.
- Le conducteur a validé les roule de Skim à utiliser.
- Le réarmement du barillet par l'agent de la maintenance.
- Réparation du circuit d'ébarbage.

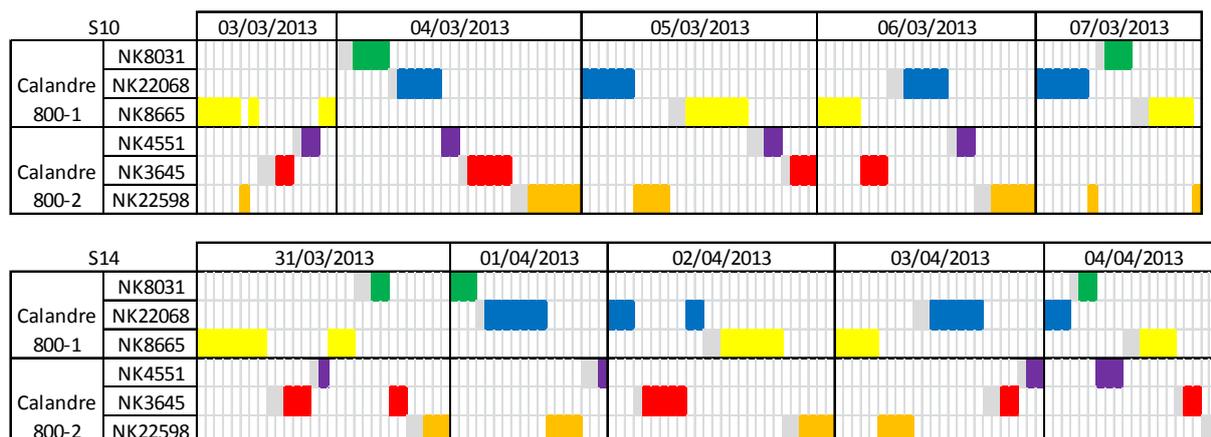
Certaines tâches sont effectuées en caché car elles sont automatisées. Cependant, la majorité des tâches sont effectuées manuellement (77% des tâches sont manuelles d'après le mode opératoire) et dans un ordre imposé par la structure de la machine et du produit.

La réduction de la durée des changements de dimension et particulièrement ceux avec translation, peut être réalisée en synchronisant la réalisation des tâches élémentaires et en contractant leurs durées. Ceci requiert une participation et un engagement de la part des agents. Dans cette optique, les RPP représentent une opportunité pour lancer un projet SMED.

### 2.2.2. La fréquence des changements de dimension

Comme nous l'avons démontré lors du diagnostic, le volume de production hebdomadaire est relativement stable. Nous prenons donc, la semaine comme unité de temps pour effectuer notre analyse.

Nous analysons ainsi le planning de production pour chaque semaine. Pour illustrer cette analyse, nous représentons le planning de fabrication de la première semaine de mars et celle d'avril (soit la semaine 10 et la semaine 14) par un diagramme de Gantt donné par la **Figure IV.3** (l'unité est le roule et les changements de dimensions sont en gris).



**Figure IV.3** : Représentation sous diagramme de Gantt du planning de fabrication des NDF de la semaine 10 et semaine 14

Nous remarquons que le planning de fabrication est fragmenté sur la semaine. En effet, un nombre relativement bas de rouleaux de types NK8031, NK4551 et même NK3645 est fabriqué chaque semaine (avec une moyenne de 5, 6 et 12 rouleaux, respectivement).

Malgré cela, ce volume est fragmenté et réparti sur la semaine. Cette fragmentation génère un nombre important de changements de dimension (entre 8 à 9 translations et 5 à 6 changements de pas par semaine) et induit (comme déjà explicité dans le chapitre III) des arrêts subis d'une durée moyenne de 2h 12 minutes par jour (soit 44 minutes par équipe pour un régime à 3 équipes et 66 minutes pour un régime à 2 équipes par jour).

De plus, nous avons relevé cette même fragmentation au niveau de la journée et même pour les NDF dont le nombre de rouleaux à fabriquer est important. Ceci a pour conséquence des changements de calandre plus fréquents. Ce qui représente, d'après les OC, un temps moyen perdu de 15 minutes par équipe.

Le planning journalier des calendres 800 est réalisé sur la base du plan de production. En effet, la couverture des stocks de rouleaux de NDF (en jour de production) est calculée quotidiennement, en divisant le nombre de rouleaux en stock sur le nombre de rouleaux nécessaires à la réalisation du plan de production du jour même. La fabrication d'une référence donnée de NDF est planifiée de façon à ce que, son niveau de stock n'atteigne pas un seuil minimum (en jour de stock ou de production). Ce dernier varie d'une référence de NDF à une autre et en fonction du niveau de consommation.

Le fait de mesurer la couverture du stock en fonction de la consommation journalière ne donne pas une visibilité sur la couverture réelle. En effet, la couverture des stocks (qui est entre 2 et 4 jours) est supérieure à l'horizon de mesure (une journée). Ceci suppose donc, que le plan de production sera le même pendant l'horizon de couverture, or ce dernier change quotidiennement.

De plus, la fréquence des changements de dimension ne contribue pas à la flexibilité de la production, car le volume du stock (des six types de NDF) est relativement élevé (entre 2 et 4 jours de stock). Avec ce même volume de stock, il est possible de réduire la fréquence des changements de dimensions en produisant certains (ou tous les) types de NDF en série. Il suffit pour cela de réorganiser le volume de chaque type de NDF en stock, à condition que son volume en nombre de rouleaux n'augmente pas considérablement (ou pas du tout).

### 3. Solutions proposées

#### 3.1. Suivi heure par heure

Une fois les résultats du diagnostic du fonctionnement du poste exploités, notre première action d'amélioration de la productivité fut la mise en place d'un suivi H/H pour chacune des deux calandres 800. Ainsi, nous avons déterminé pour chaque heure le nombre de rouleaux à fabriquer dans des conditions de travail optimales (sans l'occurrence d'aucun aléa).

Cependant, il est à noter que, les temps unitaires varient d'un type de NDF à un autre et qu'ils ne prennent pas en considération l'état du râtelier. De plus le temps moyen de fabrication d'un rouleau de NDF dépend de l'allure des agents, car certaines tâches sont manuelles (fréquentielles et irrégulières). Malgré ces contraintes, le tableau doit être intuitif et facile à remplir par les agents.

Pour simplifier la tâche aux agents et dans le but de nous rapprocher du temps moyen réel, nous avons décomposé les temps unitaires et pris en compte le résultat de la simulation des arrêts dus aux râteliers pour calculer un temps moyen (correspondant à un NK moyen) pondéré par le volume de production. Le **Tableau IV.3** explicite les résultats.

**Tableau IV.3 : Décomposition des temps unitaires à l'allure 100%**

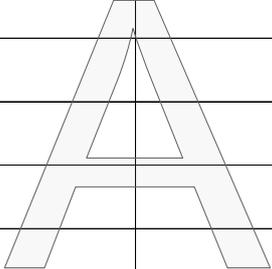
NDF	Le nombre de rouleaux par jour	Calandrage (min)	Tâches fréquentielles (min)		Tâches irrégulières liées (min)	Temps moyen estimé à l'allure 100% (min)
			Changement des rouleaux de Skim	Changement NDF (non caché)	Changement de bobines (non caché)	
08031	1,1	10,2	3,2	1,6	15,1	30,1
22068	4,5	10,2	3,2	1,6	13,3	28,3
08665	5,5	16,3	3,2	0,2	11,2	30,9
04551	1,2	16,3	3,2	0,2	6,5	26,2
03645	2,3	16,3	3,2	0,2	7,3	27,0
22598	4,0	10,2	3,2	1,6	4,7	19,7
moyenne	<b>3,1</b>	<b>13,2</b>	<b>3,2</b>	<b>0,9</b>	<b>9,8</b>	<b>27,1</b>

Par la suite, nous avons divisé le temps d'exécution des tâches fréquentielles et des irrégulières liées par l'allure des agents. Nous avons fixé cette dernière à 85% avec l'accord du responsable de l'îlot 3CEZ. Le **Tableau IV.4** explicite le résultat de cette opération.

**Tableau IV.4 : Décomposition du temps moyen d'un NK moyen à l'allure 85%**

NDF	calandrage (min)	Tâches fréquentielles (min)		Tâches irrégulières liées (min)	Temps moyen estimé à l'allure 85% (min)
		changement des roules de Skim	Changement NDF (non caché)	changement de bobines (non caché)	
moyenne	13,2	3,8	1,1	11,5	29,5

Le temps moyen de fabrication d'un roule de *NK moyen* est donc de 29,5 minutes. Ceci concorde parfaitement avec celui constaté lors des OC. En prenant en compte les temps de réunions (points début/fin d'équipe et le point 5 minutes) et le temps de pause (30 minutes), nous avons mis en place le tableau H/H montré sur la figure **IV. 4**.

Suivi H/H		Calandre 800		Date : __ / __ / __						
Focus :				Nom						
				A						
				B						
				C						
06h00	Allure 100	Objectif horaire	Chg dim	Réalisé horaire -/+	Objectif cumulé	Réalisé cumulé -/+	Focus	PROBLÈME	RÉACTIONS	Résolu OUI X NON X
	2,3	1			1					
07h00	2,3	2			3					
08h00	2,3	2			5					
09h00	2,3	1			6					
10h00	2,3	2			8					
11h00	2,3	2			10					
12h00	2,3	2			12					
13h00	2,3	2			14					
14h00	2,3	2								

**Figure IV.4 : Tableau du suivi H/H des calendres 800**

Ce tableau a permis d'une part, aux agents d'exprimer les problèmes auxquels ils font face au quotidien et d'autre part, au responsable de l'îlot 3CEZ de mieux cibler les actions d'amélioration.

### 3.2. Rééquilibrer les râteliers

Les changements de bobines d'assemblages métalliques causent jusqu'à 2 h 25 minutes d'arrêts par jour, car leur remplacement se fait aléatoirement. Une première solution serait de rééquilibrer les râteliers en remplaçant toutes les bobines actuellement dans le râtelier, par des bobines neuves (pleines) et permettre aux trois agents de focaliser leurs efforts dans le changement des bobines. Ainsi, la charge sera partagée par les trois agents et le temps d'arrêt moyen causé par le remplacement des bobines sera réduit.

Cependant, la longueur des bobines n'est pas fixe. En effet, elle varie d'une bobine à une autre. Ainsi, deux variantes de cette solution s'offrent à nous :

- Rééquilibrer périodiquement le râtelier.
- Remplacer toutes les bobines dès que l'une d'elles est terminée.

Pour les deux variantes, des chutes non récupérables sont générées. Le **Tableau IV.5** compare notre estimation des gains en temps (min) et des pertes d'assemblages métalliques en poids (kg), par jour, pour les deux variantes.

**Tableau IV.5** : Comparaison entre les gains et les pertes des deux variantes de l'équilibrage du râtelier

		Etat actuel (1 agent)	Variante 1 (>2 agents)			Variante 2 (3 agents)			
Calandre	Râtelier	Temps d'arrêts (min)	Temps d'arrêts (min)	Gain (min)	Pertes de mise en place (kg)	Temps d'arrêts (min)	Gain (min)	Pertes de mise en place (kg)	Marche courante (kg/jours)
<b>Cal N°1</b>	27.23	63	49	13	1977	37	26	1977	182
	11.35	47	35	12	1741	30	17	1741	247
<b>Cal N°2</b>	9.28	21	15	6	2548	15	5	2548	42
	12.18	14	10	4	2514	11	3	2514	5
Somme		144	109	34	8780	92	52	8780	477

Nous remarquons que :

- Pour les deux variantes, les gains de l'équilibrage des râteliers de la calandre 800 N°1 sont plus importants que ceux des râteliers de la calandre 800 N°2.
- Les pertes de l'opération sur la calandre 800 N°1 sont inférieures que ceux sur la calandre 800 N°2.
- La variante 2 génère des chutes à chaque remplacement de bobines. En moyenne, les chutes générées par le râtelier 27.23 sont inférieures à celles générées par le râtelier 11.35.

En se basant sur ces constatations, il serait optimal d'équilibrer le râtelier 27.23 selon la deuxième variante et le râtelier 11.35 selon la première variante.

Par contre, cette solution n'est pas recommandée. En effet les chutes générées par sa mise en place dépasseraient de 43 fois l'objectif de qualité journalier (à ne pas dépasser) des chutes non récupérables et la moyenne journalière des chutes générées par le râtelier 27.23 dépasserait de 2 fois le même objectif de qualité.

### **3.3.Le déclencheur d'enroulage automatique**

Les arrêts râteliers ne seront donc réduits que si plus d'un agent sont en permanence dans le râtelier sans pénaliser (retarder) les autres tâches. Par ailleurs, nous avons remarqué que le manque de synchronisation entre l'enroulage et le calandrage cause des arrêts de calandrage.

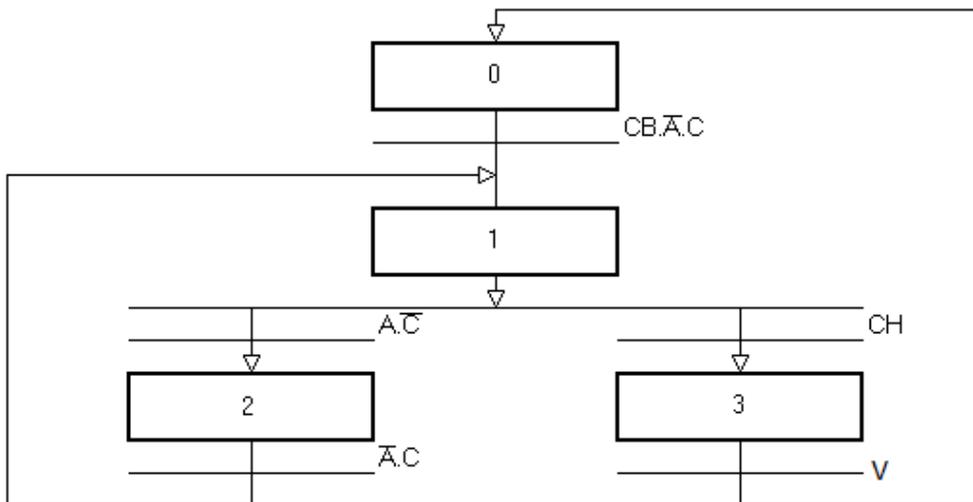
Dans cette optique, nous proposons la mise en place d'un système qui déclenche l'enroulage du NDF automatiquement. Ce dispositif permet d'une part, d'éviter les arrêts de calandrage dus au remplissage du compensateur et de minimiser ceux induits par le changement de NDF. D'autre part, l'enrouleur et éventuellement le conducteur sont libérés de cette tâche. L'enrouleur peut donc travailler comme un deuxième bobineur et le conducteur peut se concentrer sur ses tâches principales (suivi du calandrage, remplacement des rouleaux de Skim,...). Le **Tableau IV.6** présente une estimation des gains que peut apporter cette solution.

**Tableau IV.6 :** L'implémentation du déclencheur d'enroulage Estimation des gains pour automatique

Type d'arrêt	Gain (min/jour)
Arrêt râtelier	37
Arrêt compensateur	20
Changement de NDF	19
Total	76

Le système considéré déclenche automatiquement l'enroulage dès que le compensateur est plein, en s'assurant que le calandrage est en marche et qu'aucune personne n'est sur le poste d'enroulage. L'enroulage s'arrête donc, si le compensateur est vide, si le calandrage s'arrête ou bien si une personne est détectée devant le poste. Dans le premier cas, une sonnette se déclenche pour le signaler aux agents. Dans les deux derniers cas, l'enroulage reprend, s'il était en marche avant l'arrêt.

Une fois les 110 mètres enroulés, le compensateur doit être vide. L'agent effectue une partie des opérations de changement de NDF en parallèle avec le calandrage (en caché). Une fois le compensateur rempli l'enroulage ne se déclenche pas et le calandrage s'arrête, car l'agent est sur le poste d'enroulage pour finir le remplacement du roule de NDF. Une fois le nouveau contre roule en place avec le PEHD, l'agent enroule 1 à 2 mètres pour s'assurer de l'engagement du NDF dans le nouveau roule. Enfin, le conducteur lance le calandrage et l'enroulage sera donc déclenché juste après. La **Figure IV. 5** et le **Tableau IV. 7** schématisent le fonctionnement du déclencheur d'enroulage automatique.



**Figure IV.5 :** Grafcet du déclencheur automatique de l'enroulage

**Tableau IV.7 : Les codes des conditions et des actions**

Conditions		Actions	
CB	Compensateur bas (rempli)	0	Arrêt enroulage
A	Agent devant l'enroulage	1	Enroulage
$\bar{A}$	Aucun agent devant l'enroulage	2	Attente/ Standby
C	Calandrage	3	Sonnette
$\bar{C}$	Arrêt calandrage		
CH	Compensateur haut (vide)		
V	Vrai (toujours satisfaite)		

Pour une meilleure efficacité du dispositif considéré, l'enroulage doit se déclencher avec une fréquence prédéterminée et connue avant de dégager le roule NDF en cours. Pour cela, la vitesse d'enroulage doit être adaptée à la vitesse de calandrage et à la capacité du compensateur. Le **Tableau IV.8** donne les vitesses d'enroulage (en mètre par minute) en fonction des fréquences de déclenchement.

**Tableau IV.8 : Les vitesses d'enroulage suggérées en fonction des fréquences d'enroulage par NDF et des vitesses de calandrage**

Fréquence d'enroulage/NDF	Vitesse de calandrage (m/min)	
	V2 = 6,75	V3 = 10,75
1	8,53	13,59
2	11,60	18,48
3	18,11	28,84
4	41,25	65,69

Ce dispositif peut assurer le gain d'un roule par équipe. Cependant, comme tout organe des calandres 800, il doit être entretenu et réparé en cas de panne. De plus, ce dernier ne peut être fonctionnel que si l'enroulage automatique l'est aussi. Or, d'après l'historique des interventions sur les calandres 800 (depuis août 2011), la durée et le nombre d'interventions sur le poste d'enroulage sont les plus importants et représentent respectivement 15% du temps d'intervention total et 18% du nombre d'interventions. La fiabilisation du système d'enroulage est donc une condition nécessaire à la mise en place de ce dispositif.

### **3.4. Le SMED / la réduction du temps des changements de dimension**

Nous avons remarqué lors du diagnostic, que les changements de dimensions retardent en moyenne la fabrication de 4,5 roues par jour. La réduction du temps des changements de dimensions représente une voie importante et opportune de progrès.

En effet, grâce aux RPP, les agents peuvent apporter leurs expertises et rapporter les problèmes auxquels ils sont confrontés lors des changements de dimension, dans le cadre d'un projet SMED.

Ce projet est constitué de 4 étapes :

- Etape 1 : Identification des tâches à réaliser lors du changement de dimension.
- Etape 2 : Séparation des tâches en tâches internes et externes.
- Etape 3 : Conversion d'un maximum de tâches internes en tâches externes.
- Etape 4 : Réduction des durées des tâches internes.

Le projet ne s'arrête pas à la 4<sup>ème</sup> étape mais doit être entrepris dans une démarche d'amélioration continue. En effet, pour assurer la participation des agents, son application sur le terrain et la pérennité des résultats, le déroulement du projet (en particulier, les étapes 2,3 et 4) doit se faire d'une manière répétitive. Dans ce qui suit, nous allons initier ce projet en définissant les actions à réaliser pour chacune de ses phases.

#### **3.4.1. L'identification des tâches**

Nous avons déjà identifié, quantifié et détaillé les tâches lors de la partie « analyse et critique ». Il est par contre important de noter que des gains faciles peuvent être obtenus si la réalisation de ces tâches se fait sans délais. En effet, nous avons remarqué pendant les OC et les observations instantanées, que certains retards et même des malentendus sont engendrés par le manque d'organisation. Ces derniers peuvent être évités si les agents se répartissent les tâches. Chacun saura donc, ce qu'il doit faire et quand doit-il le faire, sans attendre l'appel de son camarade et donc sans retarder l'exécution de l'ensemble des tâches.

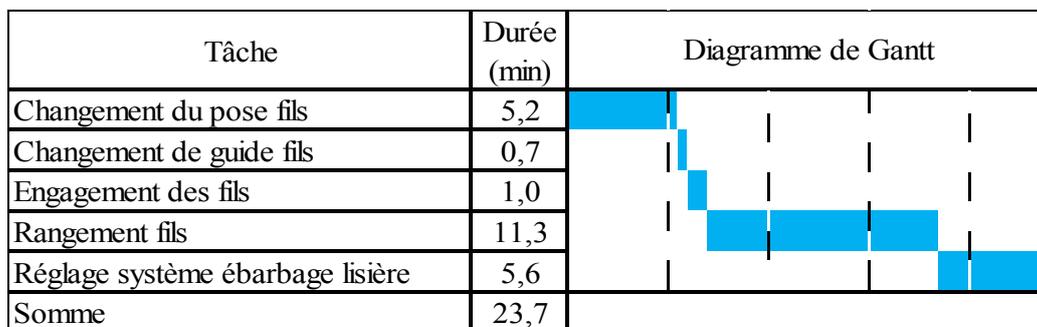
#### **3.4.2. La séparation des tâches**

Dans un premier temps, nous faisons une séparation entre les tâches internes (qui nécessitent un arrêt de la machine) et les tâches externes (qui peuvent être réalisées en caché, lors de la fabrication des NDF). En effet, nous avons remarqué que les agents interrompent le

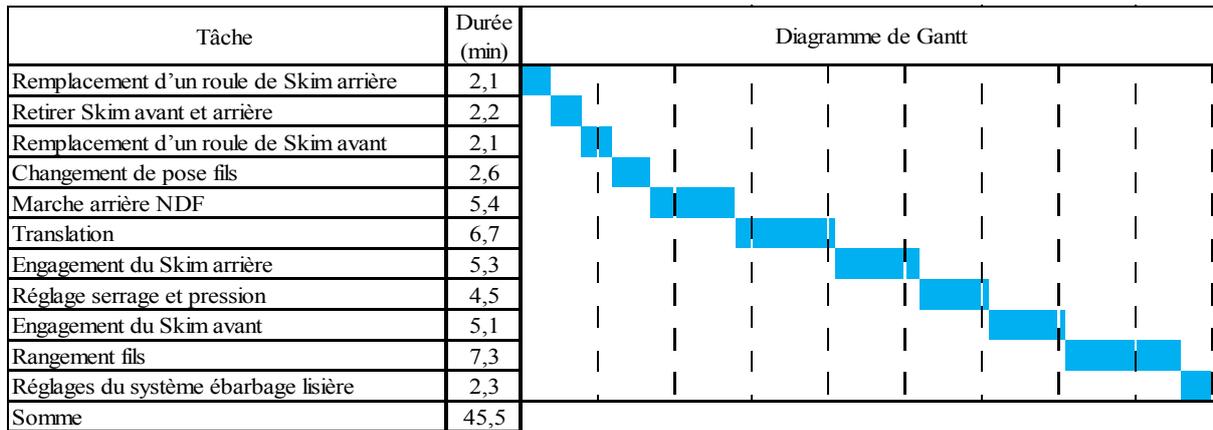
changement de dimension pour réaliser des tâches sans rapport avec ce dernier, ou bien pour chercher les outils adéquats. Dans cette optique, les tâches externes sont les tâches de préparation explicitées comme suit :

- Les tâches à réaliser avant le changement de dimension (lors de la fabrication de l'ancienne série de NDF) :
  - Dégager les deux palettes de Skim (vides).
  - Approvisionner les deux palettes de Skim à utiliser et s'assurer de leurs validations.
  - Préparer le carton des bobines d'assemblage à utiliser.
  - Vérifier l'armement du barillet et le réarmer s'il ne l'est pas.
  - Vérifier le montage du pose fils à utiliser sur le barillet et le préparer s'il n'est pas monté.
  - Préparer les outils à utiliser : les ciseaux, la cisaille, le peigne adéquat, le démonte pneu, le dissolvant, le mort inférieur du parachute et les clés Allen.
  
- Les tâches à réaliser après la fin du changement de dimension (lors de la fabrication de la nouvelle série de NDF) :
  - Ranger les outils utilisés.
  - Réparer le circuit de la gomme de l'ébarbage

En déduisant les aléas et les tâches sans relation avec le changement de dimension, un gain d'en moins 7 et 11 minutes peut être réalisé, respectivement sur le changement de pas et le changement de dimension avec translation. Les Figure IV.6 et la Figure IV. 7 montrent les nouveaux déroulements des tâches pour les deux variantes de changement de dimension.



**Figure IV.6** : Déroulement du changement de pas après séparation des tâches



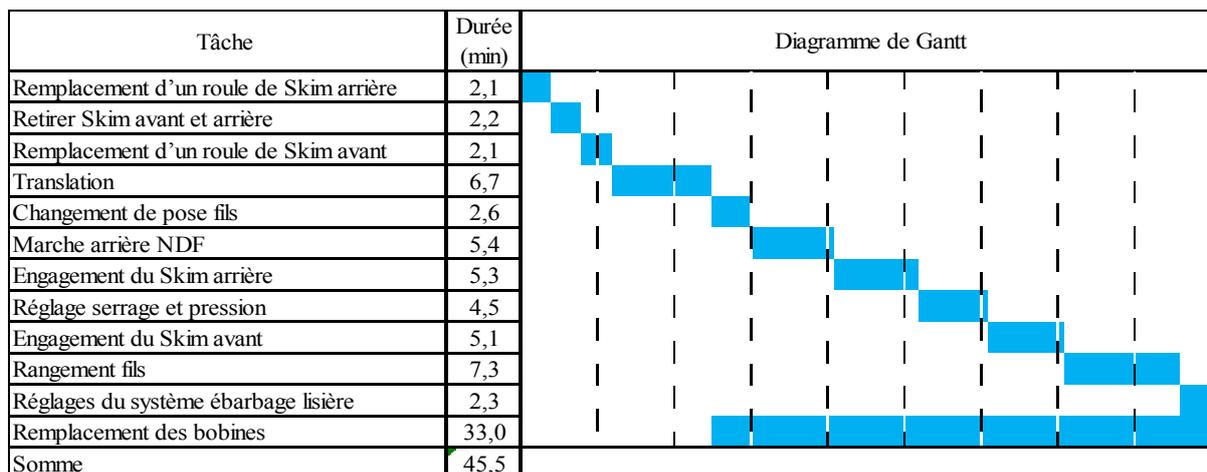
**Figure IV.7 :** Déroulement du changement de dimension avec translation après séparation des tâches

Ces gains peuvent être plus importants, car les actions d'externalisation réduisent la durée de certaines tâches.

### 3.4.3. Externaliser les tâches internes

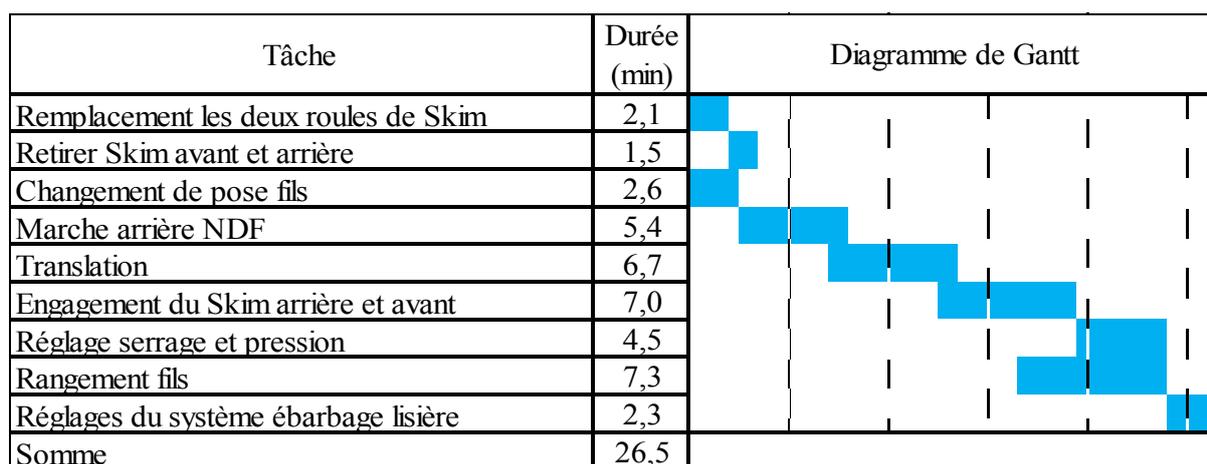
Comme déjà explicité dans la partie « analyse et critique », les tâches effectuées lors du changement de dimension nécessitent un arrêt de calendrage. Sans quoi, la machine, les agents et le produit courent des risques divers.

Une première proposition sera de faire occuper le troisième agent et surtout lors du changement de dimension avec translation. En effet après la translation, ce dernier peut approvisionner le râtelier et remplacer les bobines de fils vides. Ceci a pour but de réduire les arrêts de calendrage causés par le changement de bobines. De plus, pour pouvoir donner plus de temps à l'agent, il suffit de commencer par la translation et non pas par le changement de pas comme explicité par le diagramme de Gantt dans la **Figure IV.8**.



**Figure IV.8** : Première proposition d'organisation du changement de dimension avec translation

La deuxième proposition consiste à changer l'ordonnancement des tâches. En effet, après l'analyse du mode opératoire et sa confrontation avec la pratique, nous avons constaté que pour le changement de dimension avec translation, certaines tâches peuvent être fusionnées ou effectuées en parallèle. Le diagramme de Gantt (**Figure IV.9**) explicite le déroulement proposé des tâches du changement de dimension avec translation (le diagramme détaillé est donné en **annexe 13**)



**Figure IV.9** : Deuxième proposition d'organisation du changement de dimension avec translation

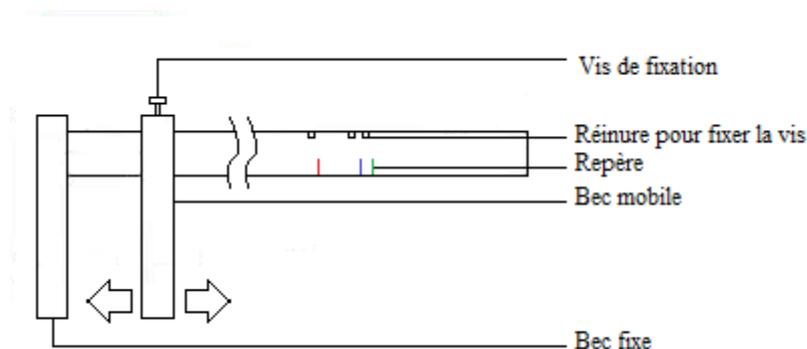
La durée du changement de dimension avec translation peut être réduite jusqu'à atteindre 26,5 minutes, soit la moitié de la durée initiale. Or, ceci n'est qu'une proposition. En effet, cette dernière doit être exposée aux agents pour qu'ils identifient les difficultés entravant sa réalisation et les risques qu'elle génère.

### 3.4.4. Réduction des durées des tâches internes

Nous remarquons pour les deux variantes de changement de dimension, qu'aucune tâche n'est prépondérante sur l'ensemble des tâches en terme de durée. De ce fait, des efforts doivent être entretenus pour réduire la durée de l'ensemble des tâches. Ces actions peuvent se limiter à l'externalisation de la préparation des outils ou bien, la réalisation de la tâche par plus d'un agent.

D'autre part, pour les deux variantes de changement de dimension, le « rangement de fils » et le « réglage du système d'ébarbage de la lisière<sup>3</sup> » représentent le potentiel le plus important en terme de réduction de durée. En effet l'objectif sera de bien réaliser ces tâches du premier coup, puis les externaliser sans compromettre la qualité (taux de chutes causé par les écarts de fils et le mauvais ébarbage).

Pour réduire la durée et même externaliser le réglage du système d'ébarbage, nous proposons l'utilisation d'une « calle réglable » (**Figure IV.10**) ayant le même principe de fonctionnement que le pied à coulisse, avec des rainures tracées avec précision pour indiquer l'emplacement du bec mobile pour chaque NDF. Ce dispositif permettra de régler et fixer la distance entre les deux lames du système d'ébarbage du premier coup et les positionner simultanément sur le NDF à ébarber.



**Figure IV.10** : Schéma de la calle réglable

L'agent règle la calle (le bec mobile) selon la largeur du NDF à fabriquer avant le début du changement de dimension, introduit les becs dans le creux du système ébarbage (les deux bras qui portent les lames) et finit par un réglage de la position des lames.

<sup>3</sup>Des corrections d'une durée de 6,15 minutes ont été effectuées après le lancement de calandrage lors du changement de dimension avec translation.

Pour ce qui est du rangement de fils, nous avons constaté que sa durée est variable et dépend de l'emplacement des fils, après le changement du pose fils. Cette durée peut être réduite en rangeant les fils dans les gorges du guide fils et en serrant les bobines dans le râtelier (pour éviter les mous de fils) avant le début du changement de dimension (en externe).

### **3.4.5. Critique de la solution**

L'application du SMED peut réduire la durée des changements de dimension en divisant leurs durées par deux (soit un gain de plus d'un roule par équipe) et par conséquent, améliorer durablement la productivité des agents sans investissements particuliers. De plus, il concorde avec la démarche d'amélioration entreprise dans le cadre du MQP et plus particulièrement, avec le rôle et l'intérêt des RPP mensuelles.

Cependant, sa mise en place demande un temps important (de 4 jusqu'à 6 mois) et un fort engagement des agents dans la définition des actions et leur application. De plus, les gains attendus se feront progressivement et doivent être suivis et pilotés pour assurer leurs pérennités.

## **3.5. La fabrication par campagne**

Pour réaliser un gain plus rapide sur les changements de dimension, il suffit de minimiser leurs fréquences en réorganisant les plannings journaliers de production sur les calendriers 800. Ceci revient à une fabrication en série. Dans cette optique, nous avons remarqué que le nombre de rouleaux fabriqués par semaine est stable pour tous les types de NDF. L'objectif revient donc à trouver une planification hebdomadaire qui minimise le nombre de changements de dimension, tout en prenant en compte les contraintes suivantes :

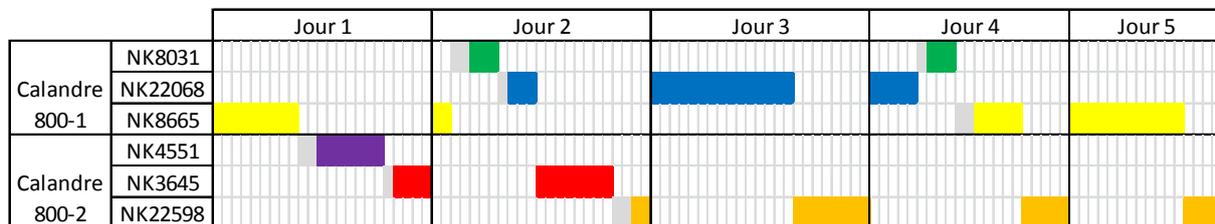
- La durée de vie des NDF (15 jours).
- Le volume minimum de stock (2 jours de stock pour chaque produit).
- La qualité des fils (délais d'utilisation de 7 jours).
- Le nombre de conditionnements (73 caisses, contre rouleaux et PEHD).
- Le poids des NDF fabriquées (en moins 5 tonnes par jour).

Nous pouvons considérer le volume de stock journalier comme une autre fonction objectif à minimiser, car nous considérons le stock comme une source de gaspillage. Ainsi, cette

planification peut être reproduite tant que l'hypothèse de stabilité du volume de production est satisfaite.

Le problème peut être modélisé mathématiquement comme un problème de minimisation multi-objectif avec contraintes (voir **Annexe 14**). La résolution de ce système s'avère complexe et hors du contexte de notre projet. Donc pour avoir une solution proche de l'optimale, nous avons utilisé la simulation.

Nous avons réorganisé le planning de production de 7 semaines (de la semaine 10 à la semaine 16) en suivant la couverture des stocks en jours, leur volume total, le poids de la production journalière et tout en respectant la consommation journalière. L'organisation optimale du planning est schématisée par le digramme de Gantt (**Figure IV.11**). Le nombre de rouleaux de NDF produits par campagne peut être adapté à chaque semaine, mais l'ordonnement doit être respecté.



**Figure IV.11** : Planning proposé de fabrication des NDF sur les deux calendres 800

Le gain attendu de l'application de cette organisation de planification est de 10 rouleaux par semaine, soit 1 rouleau par équipe, mais aussi, la réduction de 50 % des chutes technologiques soit 7 kg par jour. De plus, sa mise en place est rapide (il suffit d'une semaine de transition pour la réorganisation du stock).

Cependant, cette solution est rigide et n'assure pas une réactivité face aux aléas. De plus, la contrainte sur le niveau minimal du stock a été remise en cause, car ce planning suppose que la fabrication d'une série de NDF n'est lancée, que si son niveau de couverture du stock est inférieur à 2 jours.

### **3.6. Utiliser des témoins pour fixer la longueur des Skims**

Pour que les deux rouleaux de Skim soient remplacés simultanément, leurs longueurs doivent être égales. Or, la EB 2 (fournisseur de Skim aux calendres 800) n'est pas équipée de

compteur pour vérifier la longueur du Skim produit. Pour palier à ce problème, il suffit d'indiquer sur de nouveaux conditionnements<sup>4</sup>, en traçant une ligne, la position de début du Skim (sans pastilles ni plis) et la position de fin de ce dernier.

Le traçage de ces lignes peut se faire au niveau des calandres 800, en indiquant sur le conditionnement, le début et la fin d'une « corde étalon » (de longueur 120 m) qui se déroule en parallèle avec l'utilisation du Skim.

Cette solution apporte un gain d'un demi-roule par équipe, mais sa mise en place représente une tâche de plus pour les agents. De plus, le résultat ne peut être atteint que si les agents s'engagent dans l'application de cette nouvelle pratique.

### **3.7. Plan d'actions**

Les solutions proposées peuvent être résumées dans le **Tableau IV.9**

## **4. Conclusion**

Lors de ce chapitre une investigation a été menée pour détailler l'origine des arrêts de calandrage. Cette analyse a permis de proposer des solutions pour l'amélioration de la productivité. D'autre part, elle oriente le staff de l'îlot 3CEZ afin de réaliser des actions d'amélioration des performances des calandres 800.

L'implémentation des solutions proposées a été explicitée, en présentant leurs points forts et leurs points faibles. Ces solutions assurent un gain minimum de 3,5 rouleaux par équipe. Ce gain ne peut atteindre l'objectif assigné à cette étude qu'en impliquant les agents dans la finalisation de ces solutions.

---

<sup>4</sup>Cette action (renouvellement des conditionnements de Skim) a été lancée au début du mois de mai.

**Tableau IV.1 : Plan d'actions proposé**

<b>Anomalie</b>	<b>Solution(s) proposée(s)</b>	<b>Gain</b>	<b>Pilote</b>	<b>Durée</b>
Arrêts de calandrage dus au remplissage du compensateur, changement de NDF et aux changements des bobines.	Déclencheur automatique de l'enroulage. - Etude de faisabilité et conception (1 semaine). - Implémentation du dispositif (lors de l'entretien préventif).	1 roule par équipe.	Bureau d'étude, MS2.	01 semaine.
Plus de 2 roule retardés par équipe à cause des changements de dimension.	L'application du SMED pour réduire la durée des changements de dimension :  Identification et quantification des tâches (01 RPP). Identification des tâches à externaliser (01 RPP). Identification des tâches internes à réaliser en parallèle (01- 02 RPP). Identification des tâches dont la durée est à réduire (01- 02 RPP).	1 roule par équipe.	RI, Formation, Agents.	04 - 06 mois.
	La réorganisation du planning pour réduire la fréquence des changements de dimension (01 semaine).	1 roule par équipe.	Service planification.	01 semaine
Différence entre les longueurs des Skims.	Tracer des témoins de début et fin de roule (1 semaine).	0,5 roule par équipe.	RI, Agents.	01 semaine.

Chaque séance de travail du projet SMED peut être structurée comme suit :

- Etape 1 : Evaluations de l'état actuel et des résultats des actions précédentes.
- Etape 2 : Identification des axes de progrès (externalisation, réalisation en parallèle, réduction de durée).
- Etape 3 : Identification des difficultés de réalisation du progrès.
- Etape 4 : Définition d'un plan d'actions pour la réalisation du progrès.

## **Conclusion générale**

Michelin Algérie est l'une des entreprises qui inscrit l'excellence industrielle dans ces objectifs stratégiques. En effet, les objectifs de performance SMQDCS sont développés pour l'usine et déclinés jusqu'aux différents postes de travail. De plus, tous les moyens pour atteindre ces objectifs sont mis à la disposition des équipes, en agissant sur le levier de la productivité et l'amélioration continue.

Le projet présenté dans ce mémoire répond au besoin de l'amélioration de la productivité sur un poste de travail (Calandre 800 N°1 & N°2) tout en assurant que les objectifs de performance SMQDCS définis pour ce poste soient atteints. A cet effet, ce projet a été élaboré en suivant la méthodologie de l'étude de poste.

Nous avons commencé par analyser l'évolution du TRS des deux calendres 800. Une dégradation de ce dernier a été remarquée en comparant les performances actuelles avec celles des années précédentes. Cette dégradation n'est pas justifiée car plus de 50 % du non-TRS est non expliqué. Le potentiel d'amélioration est donc démontré. L'objectif minimal à atteindre a été fixé en extrapolant les performances nécessaires à la réalisation du planning prévisionnel à deux équipes.

Ceci fait, une enquête préalable a été effectuée pour comprendre le fonctionnement des calendres 800. Ceci a permis de réaliser le diagnostic fonctionnel sur ces dernières en balayant les six volets de la performance proposé par le MQP. En effet, les performances (SMQDCS) ont été analysées et les causes des gaspillages ont été identifiées et quantifiées. Ainsi, les voies de progrès ont été mises en évidence.

En se basant sur les résultats du diagnostic, le tableau du suivi heure par heure a été conçu et mis en place. Par la suite, une investigation détaillée des voies de progrès a été faite pour pouvoir construire et proposer des solutions, dans l'objectif de réduire les gaspillages et par conséquent, améliorer la productivité. Ces solutions ont été explicitées et leurs gains respectifs ont été quantifiés.

Par ailleurs, il est suggéré, comme perspective de ce travail, de réorganiser les méthodes de maintenance. En effet, pour que la maintenance préventive soit plus efficace, elle doit se baser sur l'historique des interventions tout en appliquant des méthodes statistiques pour planifier ces interventions.

L'élaboration de ce projet nous a permis de projeter nos connaissances acquises lors de notre cursus sur la pratique industrielle et ainsi comprendre la complexité de cette dernière. D'autre part, nous avons compris l'importance du travail méthodique et acquis par conséquent, les éléments d'un raisonnement objectif.

Enfin, nous espérons que ce travail pourra aider à pallier aux problèmes que nous avons relevés et que d'autres étudiants puissent en tirer profit.

## ***Bibliographie***

- [BEN & DOU, 2006]** : BENKEMOUCHE.N et DOUMANDJIL.L, 2006, Contribution à l'amélioration des moyens et de l'organisation de la fonction maintenance, Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.
- [BER, 2009]** : BERLAND.N, 2009, Mesurer et piloter la performance, e-book, [www.management.free.fr](http://www.management.free.fr).
- [BES & MEN, 2004]** : BESCOS P.L et MENDOZA C, 2004, Le management de la performance, Editions comptables, Malesherbes.
- [COU & al, 2006]** : COURTOIS.A MARTIN-BONNEFOUS.C PILLET.M, 2006, Gestion de production, Editions d'organisation, Paris.
- [DOC 1]** : Documentation Michelin (Présentation de l'entreprise Michelin Algérie).
- [DOC 2]** : Documentation Michelin (Cours initial d'organisation, Ecole Européenne d'Organisation et de Progrès, 2002).
- [EST, 2013]** : ESTAMPE. D, 2013, Modèles d'évaluation de la performance Supply Chain [AG 5170], Techniques de l'ingénieur.
- [Gil, 1999]**: GILMOUR. P, 1999, A strategic audit Framework to improve supply chain performance. Journal of Business and Industrial Marketing, 14(5/6), p. 355-366.
- [HOH, 2009]** : HOHMANN. C, 2009, Techniques de productivité, Éditions d'organisation, Groupe Eyrolles, Paris.
- [KAM, 1998]** : KAMEMATSU MATSUDA, 1998, Le guide qualité de la gestion de production, Dunod.
- [KOM et al, 2006]** : KOMBE. T, EFAGA. E.D, NDZANA. B, NIEL. E, Efficience d'un système bâti sur le TRS global par poursuite du diagramme de fiabilité [02(2) (2006) 198 – 211], Afrique Science.
- [LOR, 2003]**: LORINO.P, 2003, M éthodes et pratiques de la performance, Editions d'organisation, Paris.
- [PET, 2013]** : PETITQUEUX. A, 2013, Implémentation Lean : application industrielle, [AG 5195], Techniques de l'ingénieur.

## ***Sitographie***

- [Site 1]** : <http://www.productivix.com>,
- [Site 2]** : <http://www.productium.com>

---

# Annexes

---

## *Liste des annexes*

<b>Annexe 1</b> : Suivi Heure par heure.....	107
<b>Annexe 2</b> : Suivi journalier.....	109
<b>Annexe 3</b> : Suivi mensuel.....	111
<b>Annexe 4</b> : Fiche Action.....	113
<b>Annexe 5</b> : Calcul du TRS.....	114
<b>Annexe 6</b> : Périmètre étude.....	115
<b>Annexe 7</b> : Observation continue.....	116
<b>Annexe 8</b> : Schéma de la calandre 800.....	118
<b>Annexe 9</b> : Responsabilités par poste.....	119
<b>Annexe 10</b> : Indicateurs du tableau tournant.....	120
<b>Annexe 11</b> : Représentation par le diagramme de Gant des temps unitaires calculés en 2008 et de leurs mis à jour.....	121
<b>Annexe 12</b> : Simulations de l'état du râtelier.....	123
<b>Annexe 13</b> : Le mode opératoire du changement de dimension.....	125

## Annexe 1 : Le suivi horaire

Le suivi horaire comporte :

- Un **outil de management** : Le tableau Heure/ Heure, associé à ;
- Un **acte de management** : L'animation de terrain.

### A. Le tableau Heure/Heure

Ce tableau doit permettre :

- Aux opérateurs : d'anticiper les dérives et d'assurer la performance attendue.
- Au responsable îlot : de coacher ses opérateurs sur leurs performances instantanées.

Un tableau de suivie H/H doit respecter les points suivants :

Points	Description
<b>1</b>	Le tableau H/H doit être : - visible et visuel à 3 mètres (format A0 - A1) et de l'allée. - effaçable (en laissant visibles les 2 dernières équipes). - permet une comparaison du <b>réalisé</b> H/H par rapport à un <b>engagement</b> (objectif validé par la maîtrise) et une capacité nominale (ou un record de production).
<b>2</b>	Le tableau H/H doit être bien rempli: - l'engagement prévu est reporté manuellement par les opérateurs. - la production réalisée ainsi que son cumul sont inscrits chaque heure. - toute dérive hors objectif est notée le plus précisément possible. - le score en fin d'équipe est indiqué et entouré (en vert s'il est atteint / en rouge s'il n'est pas atteint).
<b>3</b>	Le tableau H/H doit permettre aux opérateurs de réduire les dérives et de tendre vers la performance attendue. Afin de bien préciser le comportement à adopter en cas de difficultés, ils disposent de: - standards de réaction en cas de dérives au dessous de l'objectif. - seuil d'alerte auquel ils doivent prévenir si la dérive persiste.
<b>4</b>	Le tableau H/H doit être compris de tous et possédant un mode opératoire que tous les opérateurs connaissent et appliquent au cours de leur production.

## B. L'animation terrain

L'animation de terrain (ou tournée) d'atelier ou d'îlot permet la rencontre individuelle du responsable et des ses opérateurs aux postes. Cette rencontre journalière, qui est un acte de management individuel, est organisée et systématique.

Une tournée terrain doit respecter les points les points suivants :

Points	Description
<b>1</b>	Le responsable îlot pratique un <i>coaching individuel</i> (confrontation positive) pendant ses animations de terrain : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aller au fait sur la performance instantanée et les difficultés éventuelles du moment.</li> <li>- Valoriser les performances antérieures, prendre en compte les problèmes, les questions et si nécessaire, recadrer.</li> </ul>
<b>2</b>	L'animation de terrain permet au responsable d'informer chaque opérateur, d'apporter des réponses, de la formation et de l'information.
<b>3</b>	L'animation de terrain permet de vérifier que les règles et les références sont respectées (contrôle et application des références et des standards : règles d'obtention, les standards de réaction et les seuils d'alerte).
<b>4</b>	Le responsable d'îlot (ou un suppléant désigné) réalise une animation de terrain par équipe. Celle-ci est organisée et systématique. Son déroulement est connu des opérateurs.

## Annexe 2 : Le suivi journalier

Le suivi journalier comporte :

- Un **outil de management** : Le tableau tournant SMQDCS, associé à ;
- Un **acte de management** : L'animation 5 minutes.

### A. Le tableau tournant

Les indicateurs SMQDCS du tableau tournant doivent :

- Fournir les informations pour une animation 5' efficiente et efficace en :
  - Visualisant la performance SMQDCS quotidienne.
  - Visualisant les causes principales des dérives.
  - Visualisant le plan d'action et son état d'avancement.
- Orienter et suivre les plans d'actions correctrices de l'îlot au quotidien.

Le tableau tournant doit respecter les points suivants :

Points	Description
1	<p>Les indicateurs du tableau tournant SMQDCS sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pertinents (Objectif et dérive clairement signalés).</li> <li>- et faciles à comprendre (utilisation du vert/ rouge pour atteinte ou non des objectifs) ;</li> </ul> <p>Toute dérive de l'indicateur du pan C doit systématiquement avoir une cause perçue sur les indicateurs S, M, Q, D ou S.</p>
2	<p>Le format standard du tableau tournant SMQDCS est respecté :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les faces SMQDCS sont toujours représentées (dans cet ordre).</li> <li>- Chaque face doit comprendre les 3 étapes clés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Objectif et réalisé.</li> <li>○ Analyse d'écart.</li> <li>○ Plan d'action</li> </ul> </li> </ul>
3	<p>La mise en forme des indicateurs doit permettre de provoquer des plans d'actions sur les causes les plus importantes de dérives.</p> <p>Il existe un plan d'actions chaque fois qu'un objectif du tableau tournant n'a pas été atteint.</p>
4	<p>Il existe un mode d'emploi « autoporté », formalisé et respecté qui explique l'objectif et la mise à jour des indicateurs du tableau tournant SMQDCS.</p>

## B. L'animation 5 minutes

Elle doit permettre de mobiliser l'ensemble du personnel concerné pour :

- Faire un point opérationnel sur la performance SMQDCS de la veille.
- Engager les actions prioritaires pour revenir aux objectifs.
- Donner un message unique sur les points clés à tout le monde.

L'animation terrain doit respecter les points suivants :

Points	Description
<b>1</b>	Le déroulement standard de l'animation 5' est strictement respecté. Elle est systématiquement clôturée par une brève synthèse écrite et affichée.
<b>2</b>	Un point sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les performances de la veille.</li> <li>- Les actions de progrès en cours ou celles à lancer, est réalisée à chaque pan.</li> </ul> Pas de discussion sur la nature des solutions à apporter aux problèmes posés. Tout traitement, analyse, recherche de solutions,... se fera hors animation avec seulement les personnes nécessaires.
<b>3</b>	Tous les membres définis participent à l'animation 5' et respectent leurs rôles. Il y a, obligatoirement, si besoin, un représentant des groupes supports directs de l'îlot tel que : qualité, méthode, maintenance, logistique, ...
<b>4</b>	Il existe un mode opératoire formalisée et affiché de l'animation 5.

## Annexe 3 : Le suivi mensuel

Le suivi mensuel comporte :

- Un **outil de management** : Le tableau plat SMQDCS, associé à ;
- Un **acte de management** : L'animation de progrès.

### A. Le tableau plat

Les indicateurs SMQDCS du tableau plat doivent :

- Fournir les informations pour une animation de progrès efficiente et efficace en :
  - Visualisant la performance SMQDCS mensualisée.
  - Visualisant les causes principales des dérives.
  - Visualisant le plan d'action et son état d'avancement.
- Orienter et suivre les plans d'actions des services support de l'îlot.

Le tableau plat doit respecter les points suivants :

Points	Description
1	Les indicateurs du tableau plat SMQDCS sont : - pertinents (Objectif et dérive clairement signalés). - et faciles à comprendre (utilisation du vert/ rouge pour atteinte ou non des objectifs) ; Toute dérive de l'indicateur du pan C doit systématiquement avoir une cause perçue sur les indicateurs S, M, Q, D ou S.
2	Le format standard du tableau plat SMQDCS est respecté : - les faces SMQDCS sont toujours représentées (dans cet ordre). - Chaque face doit comprendre les 3 étapes clés : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Objectif et réalisé.</li> <li>○ Analyse d'écart.</li> <li>○ Plan d'action</li> </ul>
3	La mise en forme des indicateurs doit permettre de provoquer des plans d'actions sur les causes les plus importantes de dérives. Il existe un plan d'actions chaque fois qu'un objectif du tableau tournant n'a pas été atteint.
4	Il existe un mode d'emploi « autoporté », formalisé et respecté qui explique l'objectif et la mise à jour des indicateurs du tableau tournant SMQDCS.

### B. L'animation de progrès

Elle doit permettre de mobiliser l'ensemble du personnel concerné ainsi que chaque responsable pour :

- Faire un point opérationnel sur la performance SMQDCS du mois passé.
- Suivre l'évolution des progrès en cours.
- Déterminer les voies de progression des objectifs.

L'animation de progrès doit respecter les points suivants :

<b>Points</b>	<b>Description</b>
<b>1</b>	Le déroulement standard de l'animation de progrès est respecté. Celle-ci est systématiquement suivie par un compte rendu qui sera affiché.
<b>2</b>	Un point sur : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les performances du mois écoulé.</li> <li>- Les actions de progrès en cours ou celles à lancer, est réalisée à chaque pan.</li> </ul> Pas de discussion sur la nature des solutions à apporter aux problèmes posés. Tout traitement, analyse, recherche de solutions, ... se fera hors animation avec seulement les personnes nécessaires
<b>3</b>	Tous les membres définis participent à l'animation de progrès et respectent leurs rôles. Il y a systématiquement un représentant des groupes supports directs de l'îlot tel que : qualité, méthode, maintenance, logistique, ...
<b>4</b>	Il existe un mode opératoire formalisée et affiché de l'animation de progrès.

## Annexe 4 : Fiche Action

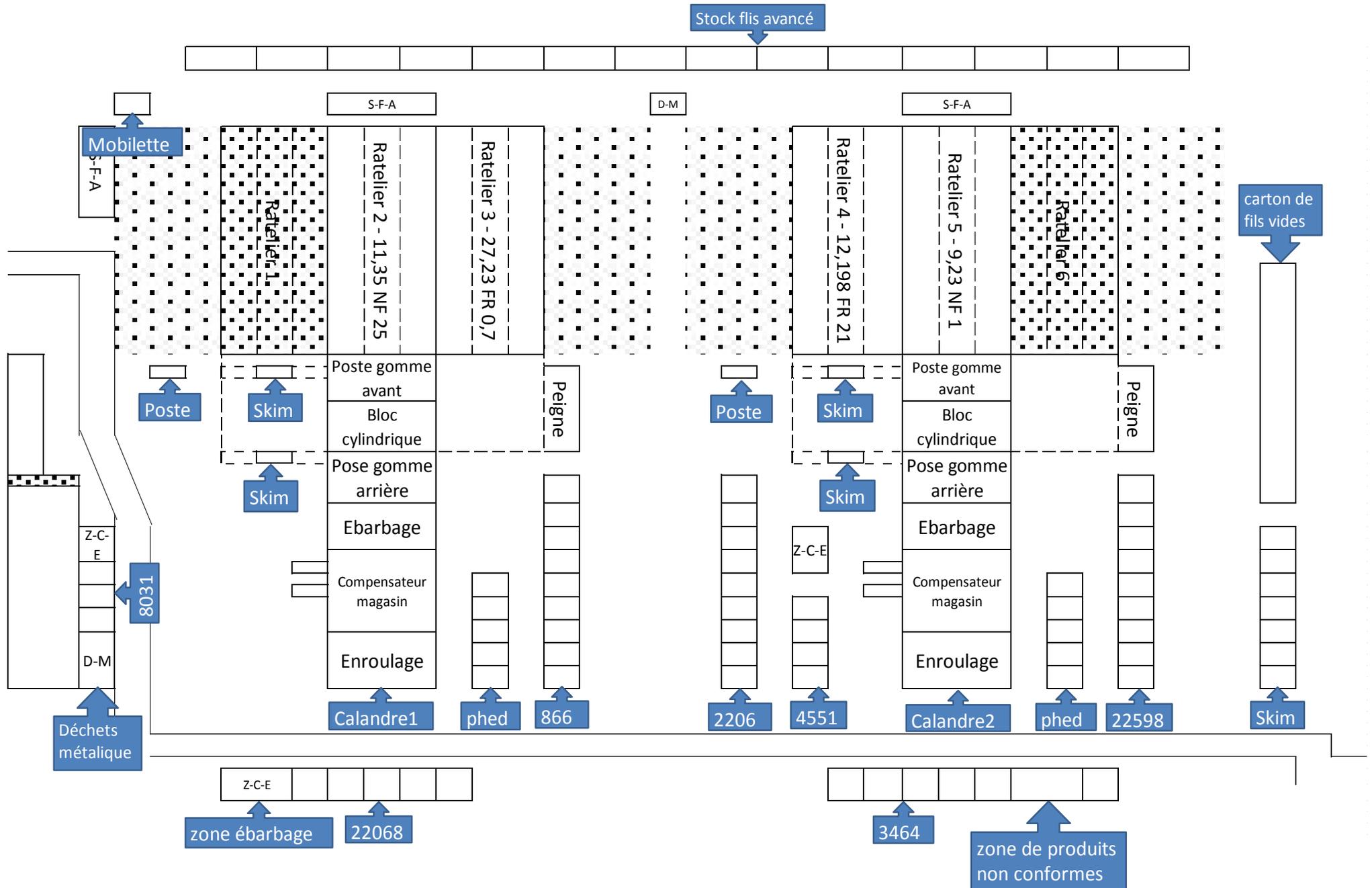
<b>AIM</b>	<b>FICHE "ACTION"</b>	<b>ZA n°</b> <b>FA n°</b> <small>Date d'édition : 21-10-12</small>																														
<small>Prio</small>																																
<b>Zone d'amélioration :</b> Calandre 800-1 et 800-2																																
<b>Titre de l'action :</b> <b>Etude de poste</b>																																
<b>EQUIPE</b>	<b>Animateur</b>	<b>NOM</b> Amine BENTAIBA Chahira IGHAYENE																														
<b>CHARGÉE</b>	<b>Membres</b>	<b>N° Tél.</b> 6539																														
<b>DE LA</b>		<b>Service</b> OP OP																														
<b>REALISATION</b>		<b>OS</b> <b>TQ</b> Préparation MS2																														
		<b>Correspondant du groupe</b>  de pilotage :  <b>A. MEGDOUD</b>																														
<b>INDICATEURS</b> <i>(expression chiffrée, sinon caractériser le changement d'état)</i>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">INDICATEUR 1 : Effectif à pourvoir</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Dates</th> <th style="text-align: center;">Niveaux</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Situation Initiale</td> <td style="text-align: center;">Départ : 07-02-13</td> <td style="text-align: center;">9 agents (3équipes)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Objectif</td> <td style="text-align: center;">Prévue : 30-05-13</td> <td style="text-align: center;">6 agents (2équipes)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Réalisé</td> <td style="text-align: center;">Fin :</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">INDICATEUR 2 : Productivité</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Dates</th> <th style="text-align: center;">Niveaux</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Situation Initiale</td> <td style="text-align: center;">Départ : 07-02-13</td> <td style="text-align: center;">7 roules NDF/équipe</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Objectif</td> <td style="text-align: center;">Prévue : 30-05-13</td> <td style="text-align: center;">12/ roules NDF/équipe</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Réalisé</td> <td style="text-align: center;">Fin :</td> <td></td> </tr> </table>		INDICATEUR 1 : Effectif à pourvoir				Dates	Niveaux	Situation Initiale	Départ : 07-02-13	9 agents (3équipes)	Objectif	Prévue : 30-05-13	6 agents (2équipes)	Réalisé	Fin :		INDICATEUR 2 : Productivité				Dates	Niveaux	Situation Initiale	Départ : 07-02-13	7 roules NDF/équipe	Objectif	Prévue : 30-05-13	12/ roules NDF/équipe	Réalisé	Fin :		<p><b>Description de l'action et du résultat attendu :</b></p> <p>Réaliser une étude du poste calandres 800 N°1 et N°2 d'une durée de 5 mois afin d'optimiser l'effectif et garantir que le secteur est capacitaire en 2013/2014</p> <p><b>Lignes Guide :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Décrire : entrées, sorties, composants, pilotage, indicateurs, ressources</li> <li>Mise en place de suivi heure/heure</li> <li>Détecter les voies de progrès (SMQDCS)</li> <li>Faire une proposition chiffrées et hiérarchisée des améliorations potentielles (SMQDCS)</li> <li>Prendre en compte le plan d'action maintenance</li> </ul> <p><b>Contraintes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les actions ne doivent pas dégrader la sécurité et la qualité actuelle du produit et du service</li> <li>Respect des référentiels OP</li> </ul>
INDICATEUR 1 : Effectif à pourvoir																																
	Dates	Niveaux																														
Situation Initiale	Départ : 07-02-13	9 agents (3équipes)																														
Objectif	Prévue : 30-05-13	6 agents (2équipes)																														
Réalisé	Fin :																															
INDICATEUR 2 : Productivité																																
	Dates	Niveaux																														
Situation Initiale	Départ : 07-02-13	7 roules NDF/équipe																														
Objectif	Prévue : 30-05-13	12/ roules NDF/équipe																														
Réalisé	Fin :																															
<b>Besoin (s) de formation</b>		<b>Moyens nécessaires pour réaliser l'action</b>																														
		<b>Humains :</b> Hiérarchique(s) concerné(s) informé(s) OUI ou NON : Volume retenu (en temps ou %) :																														
		<b>Formation :</b>																														
		<b>Investissements :</b>																														
		<b>Pneus :</b>																														
		<b>Test :</b>																														
		<b>Coût ou heures</b>																														

## Annexe 5 : Calcul du TRS

		NIVEAU 1		NIVEAU 2			NIVEAU 3			
		Code	Définition	Code	Définition		Code	Définition		
T0		A	FERMETURE CALENDRIER	A1	Fermeture calendrier pays (calendrier de référence)					
	T1	B	FERMETURE PILOTEE	A2	Aménagement/Ecart de calendrier par rapport au calendrier Pays de référence décidé par la DI (+ ou -)					
				B1	Fermeture Atelier					
				B2	Chômage partiel					
				B3	Congés Annuels					
		B4	Arrêts Exceptionnels							
	T2	C	ARRÊTS PROGRAMMES	C1	Arrêts contractuels					
				C2	Fermeture Machine					
	T3	D	UTILISATION MACHINE HORS PRODUCTION	D1	Essais sur Machine/Produit/Prooobé - Industrialisation					
				D2	Maintenance programmée	D21	Modifications, Travaux neufs			
				D3	Amélioration programmée		D22	Entretien préventif		
				E1	Manque de Personnel					
				E2	Dysfonctionnements flux aval du poste					
		E	ARRETS SUBIS CAUSES EXTERNES	E3	Indisponibilités des produits	E31	Produits non conformes			
				E4	Indisponibilités outillages		E32	Manque produits		
				F1	Pannes et Incidents	F11	Produit			
		F	ARRETS SUBIS CAUSES INTERNES			F12	Outillage			
								F13	Machine	
						F2	Changements de Fabrication	F21	Changement de Dimensions	
								F22	Remplacement de Dimensions	
				F3	Vérification / Réajuste / Contrôle procédé / Fréquentiel					
				F4	Pilotage / Activités annexes à l'installation					
		G	TEMPS DE NON PERFORMANCE	G1	Production en marche dégradée					
				G2	Micro défaillances recensées	G21	Dépassement temps de cycle			
				G3	Micro défaillances non recensées		G22	Perte d'efficacité Opérateur		
	T9	I	TEMPS PRODUCTION	I1	Temps de production - Produits livrables					
T0					TEMPS D'EXISTENCE					
T1					TEMPS D'OUVERTURE ACTIVITE					
T2					TEMPS D'OUVERTURE RÉELLE					
T3					TEMPS D'EXPLOITATION					
T4					TEMPS DE FONCTIONNEMENT MAXI					
T5					TEMPS DE FONCTIONNEMENT BRUT					
T6					TEMPS DE PRODUCTION BRUT					
T9					TEMPS DE PRODUCTION UTILE					

$$TRS = \frac{T9}{T3}$$

# Annexe 6 : Périmètre de l'étude



---

## Annexe 7 : Observation Continue [Doc 2]

### 1. Observation continue (OC)

L'observation continue est l'outil principal de la réalisation du diagnostic de fonctionnement du poste. Cette méthode consiste à noter chronologiquement les durées des différentes phases de travail accomplies au cours d'une période de temps (8 heures consécutives généralement).

### 2. Les objectifs de l'OC

- **Prendre connaissance** : des différentes activités développées sur le poste.
- **S'assurer** : du respect des règles de sécurité, des modes opératoires et du règlement sur le temps de présence au poste.
- **Identifier** : les éléments ayant une influence sur la production, les fréquences (d'approvisionnement, d'évacuation,...), les incidents, les pannes.
- **Proposer des voies d'amélioration** : Sur ce qui peut-être réalisé immédiatement et lors des futurs développements de l'étude.

### 3. La méthode

#### 3.1. Préparation de l'OC

L'objectif de l'OC doit être identifié. La première étape à réaliser est la décomposition du travail en activités pour permettre d'identifier, classer les activités par familles, de calculer les indicateurs de performance, faciliter la réalisation et l'exploitation de l'OC, garder une cohérence d'exploitation quand plusieurs OC sont réalisées sur le même poste.

##### 3.1.1. Les différents types d'activités

Le premier découpage à réaliser est de séparer les activités des inactivités. Le second consiste à identifier la nature de chacune d'elles :

- **Les activités** : opérations durant lesquelles l'opérateur réalise un travail utile en rapport avec le poste tenu. On dissocie :
  - a) **Des activités principales** : Activités qui contribuent directement à la réalisation de l'objectif du poste.
  - b) **Des activités secondaires** : Activités utiles et nécessaires au bon fonctionnement du poste (Changement de dimension, approvisionnement, ...). Dans les activités secondaires, on dissocie :

- **Les fréquents** : Activités qui apparaissent à une fréquence régulière par rapport à une activité principale.
- **Les irréguliers** : Activités qui apparaissent à une fréquence non régulière par rapport à une activité principale.
- **Les tâches** : Activités qui apparaissent à une fréquence complètement indépendante par rapport à une activité principale.
- **Les inactivités** : opérations durant lesquelles l'opérateur ne développe aucun travail ou réalise un travail sans aucun rapport avec le poste tenu. Dans les inactivités, on dissocie :
  - a) **Les aléas** : Temps durant lesquels, l'opérateur ne peut pas travailler (pannes, manque de produits entrants, tapis d'évacuation pleins,...).
  - b) **Les attentes** : Temps durant lesquels, l'opérateur ne peut pas travailler, il doit attendre le processus (attente que la machine termine sans cycle).
  - c) **Les repos** : Temps durant lesquels, l'opérateur ne produit pas par choix personnel

### 3.1.2. L'identification et la codification des activités et inactivités

Chaque activité doit être repérée en termes de contenu, de top « début » et de top « fin ». Elle devra porter un code. Il est possible d'effectuer un découpage par famille d'activités.

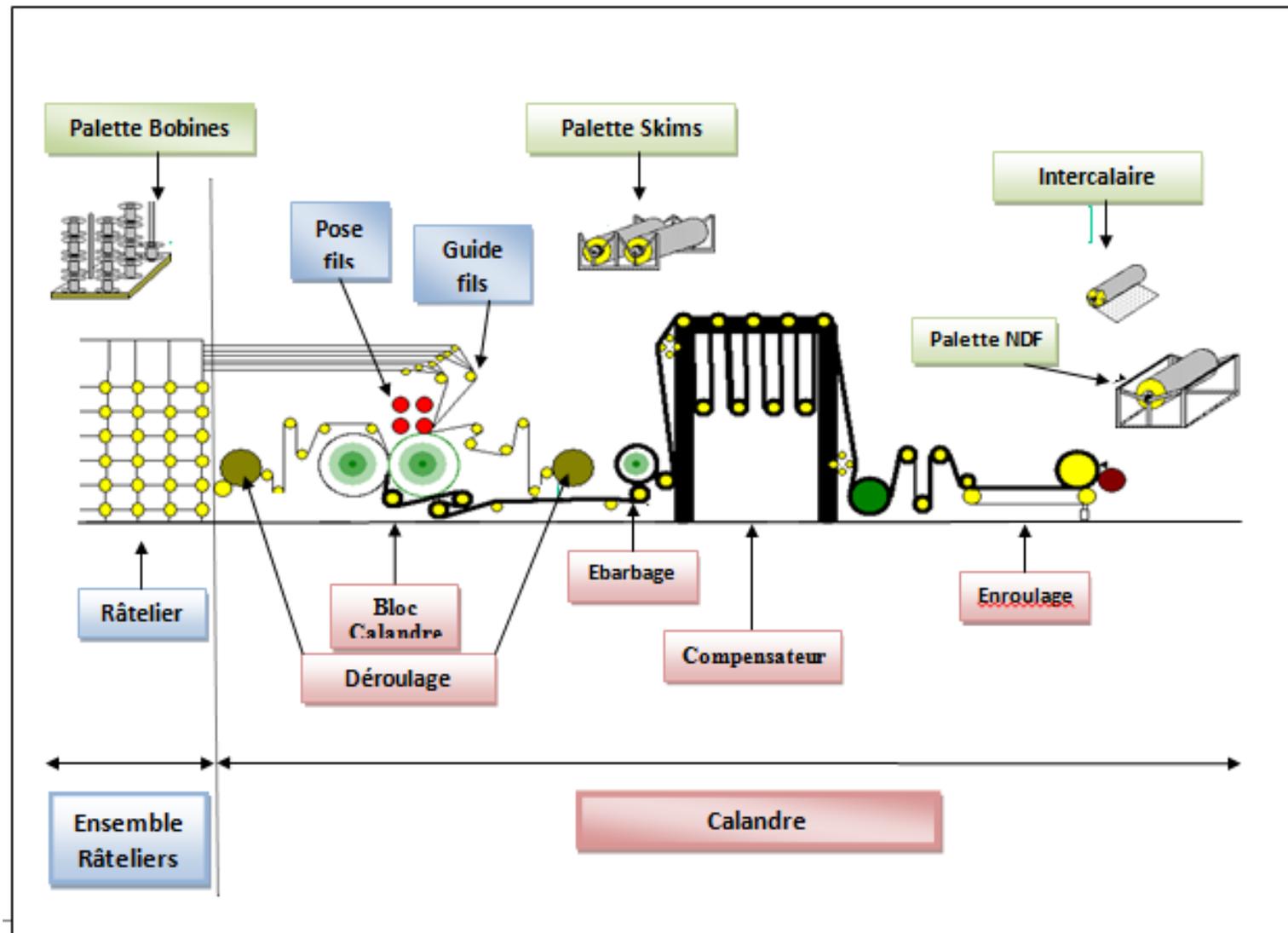
### 3.2. La réalisation de l'OC

Il faut arriver suffisamment tôt afin d'enregistrer les conditions de démarrage : stocks, encours, mais aussi, démarrer l'outil de mesure de temps à l'heure contractuelle de début d'équipe. Durant l'OC, il faut accompagner l'opérateur dans toutes ses activités, lui faire face en laissant l'appareil de mesure des temps à sa vue, garder une position debout ou en accord avec celle de l'opérateur et enregistrer les codes d'activités, les durées des activités, les remarques émises par le personnel, les idées ou propositions d'amélioration et tout ce qui pourra enrichir l'exploitation ultérieure. Il est faut également, respecter les consignes de sécurité et ne modifier en aucun cas le déroulement du travail. A la fin du suivi, il faut relever les conditions de stocks, d'en-cours et sauvegarder les données générées par l'OC.

### 3.3. L'exploitation de l'OC

L'exploitation des données recueillies a pour objectif de réaliser des constats à la fois sur l'opérateur et les installations, mais aussi, calculer des hypothèses en réalisant la reconstruction des productions réalisables. Enfin, proposer des solutions à court et moyen termes.

## Annexe 8 : Schéma de la Calandre 800



## Annexes 9 : Responsabilités par poste

### 1- Bobineur

Le râtelier est sous la responsabilité du bobineur, il doit assurer :

- La réception des cartons de bobines de fils et les tortillons, les vérifier et noter les informations relatives à ces derniers lors de leurs utilisations (traçabilité).
- Approvisionner le râtelier en bobines de fils métalliques depuis les cartons.
- Surveiller les bobines pour éviter les croisements et les casses de fils, ainsi que détecter les bobines à remplacer au cours du calandrage.
- Remplacer les bobines de fils vides pour assurer une continuité de la production.
- Le nettoyage du râtelier :
  - Évacuer des bobines vides et les élastiques et les ranger dans les cartons.
  - Évacuer les bouts de fils attachés aux bobines vides et les mettre dans un bac correspondant (déchets métalliques).
- Rangement des cartons des bobines vides dans l'espace correspondant.

### 2- Le conducteur

Le conducteur est le responsable de l'équipe et le garant du respect du mode opératoire et de la qualité du produit. Il doit entre-autres :

- Assurer le réglage adéquat selon les caractéristiques du produit à fabriquer :
  - Le type de fils et tortillon utilisés (Dans le râtelier).
  - Le nombre de fils utilisés.
  - Le pas entre les fils métalliques (l'outillage utilisé : guide fils et pose fils)
  - Les caractéristiques des Skims utilisés (le mélange, la largeur, l'épaisseur) et sa conformité (la date de fabrication et validation D)
  - Le serrage des cylindres de calandrage selon les consignes de tirage.
  - La largeur de la NDF sortante (le réglage du système d'ébarbage)
- Remplacer les rouleaux de Skims et vérifier leur qualité en continu (détecter les plis, les froissements, les trous dus au contrôle qualité du poste amont, ...).
- Assurer le bon calandrage (suivre la régularité du pas, réarrangement des assemblages métalliques au niveau bloc cylindrique).
- Piloter le changement de dimension et la translation d'un râtelier à un autre.
- vérifier la qualité de l'ébarbage et régler le système en conséquent.
- La prise de notes administratives (Journal de bord, traçabilité).
- Vérifier la qualité des tissus NDF produits.

### 3- L'enrouleur

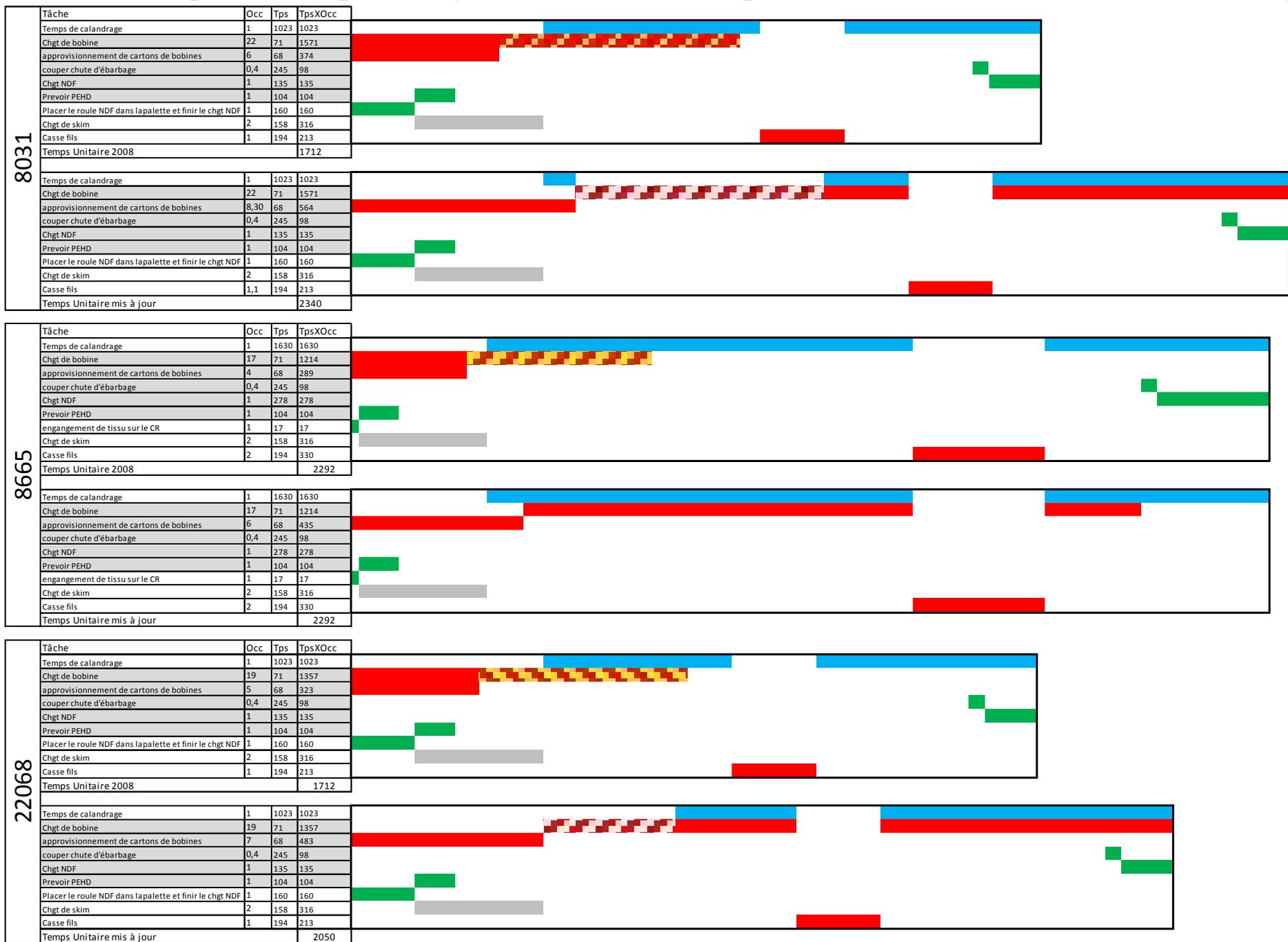
Représente le dernier filtre ou verrou du produit. Il doit assurer les fonctions suivantes :

- Enrouler le tissu NDF tout en vérifiant visuellement sa qualité.
- Le dégagement du rouleau de NDF fini et l'engagement d'une contre-roule vide et d'un rouleau de PEHD.
- Couper l'ébarbage sur le tambour, l'identifier, et le ranger.

## Annexe 10 : Indicateurs du tableau tournant SMQDCS

Volet	Indicateur	Analyse	Action
<b>Sécurité</b>	Le nombre d'accidents par jour = 0	Nombre d'actions préventives réalisées par l'équipe de l'îlot	Le suivi de la réalisation des actions proposées par les agents
	Le nombre de participations autonomes par mois > 50 (min 1 par jour)		
	Le nombre de participations poussées par mois > 34 (minimum 1 par jour)		
<b>Machine</b>	La durée d'une panne < 40 minutes	Les causes de la panne (avec durés)	Le suivi des actions à mener par le service maintenance
	La réalisation de l'entretien préventif (si planifié)		
<b>Qualité</b>	Le poids des chutes métalliques au niveau de la découpe (le client des calandres) < 86,5 KG	L'origine des chutes métalliques (par poids)	Le suivi des actions à mener par le service qualité
	Le pourcentage des chutes par rapport à la découpe < 1,4 %		
	Le poids des chutes de gommages récupérables (pertes générées) < 360 KG		
<b>Délai</b>	La couverture des stocks des produits de l'îlot 3CEZ (jours stock) > 1,3 jours	Les causes du manque (nombre d'occurrence)	Le suivi des actions à mener pour remettre les stocks à niveau
<b>Coût</b>	Le nombre d'agents nécessaires pour la réalisation du PDP mensuelle	Les causes du manque ou surplus du personnel	Le suivi des actions pour garder le nombre de personnel dans la fourchette tolérée
<b>Standard</b>	Suivi des écarts par rapport aux standards des différentes zones	Le standard non respecté et sur quel machine	Le suivi des actions pour revenir à l'état standard

# Annexe 11 : Représentation par le diagramme de Gant des temps unitaires calculés en 2008 et de leurs mis à jour



4551	Tâche	Occ	Tps	TpsXOcc	
	Temps de calandrage	1	1630	1630	
	Chgt de bobine	10	71	714	
	approvisionnement de cartons de bobines	3	68	170	
	couper chute d'ébarbage	0,4	245	98	
	Chgt NDF	1	278	278	
	Prevoir PEHD	1	104	104	
	engagement de tissu sur le CR	1	17	17	
	Chgt de skim	2	158	316	
	Casse fils	2	194	330	
Temps Unitaire 2008			2292		
Temps de calandrage	1	1630	1630		
Chgt de bobine	10	71	714		
approvisionnement de cartons de bobines	4	68	255		
couper chute d'ébarbage	0,4	245	98		
Chgt NDF	1	278	278		
Prevoir PEHD	1	104	104		
engagement de tissu sur le CR	1	17	17		
Chgt de skim	2	158	316		
Casse fils	2	194	330		
Temps Unitaire mis à jour			2292		

3645	Tâche	Occ	Tps	TpsXOcc	
	Temps de calandrage	1	1630	1630	
	Chgt de bobine	11	71	785	
	approvisionnement de cartons de bobines	3	68	187	
	couper chute d'ébarbage	0	245	98	
	Chgt NDF	1	278	278	
	Prevoir PEHD	1	104	104	
	engagement de tissu sur le CR	1	17	17	
	Chgt de skim	2	158	316	
	Casse fils	2	194	330	
Temps Unitaire 2008			2292		
Temps de calandrage	1	1630	1630		
Chgt de bobine	11	71	785		
approvisionnement de cartons de bobines	4	68	281		
couper chute d'ébarbage	0	245	98		
Chgt NDF	1	278	278		
Prevoir PEHD	1	104	104		
engagement de tissu sur le CR	1	17	17		
Chgt de skim	2	158	316		
Casse fils	2	194	330		
Temps Unitaire mis à jour			2292		

22598	Tâche	Occ	Tps	TpsXOcc	
	Temps de calandrage	1	1023	1023	
	Chgt de bobine	8	71	571	
	approvisionnement de cartons de bobines	2	68	136	
	couper chute d'ébarbage	0	245	98	
	Chgt NDF	1	135	135	
	Prevoir PEHD	1	104	104	
	Placer le roule NDF dans lapalette et finir le chgt NDF	1	160	160	
	Chgt de skim	2	158	316	
	Casse fils	2	194	330	
Temps Unitaire 2008			18,2		
Temps de calandrage	1	1023	1023		
Chgt de bobine	8	71	571		
approvisionnement de cartons de bobines	3	68	204		
couper chute d'ébarbage	0	245	98		
Chgt NDF	1	135	135		
Prevoir PEHD	1	104	104		
Placer le roule NDF dans lapalette et finir le chgt NDF	1	160	160		
Chgt de skim	2	158	316		
Casse fils	2	194	330		
Temps Unitaire mis à jour			18,2		

---

## Annexe 12 : Simulations de l'état du râtelier

### 1. Simulation de l'état initial du râtelier

**Etape 1 :** Initialisation aléatoire des longueurs des bobines du râtelier. La longueur d'une bobine est distribuée entre 1 mètre et la longueur cible (qui varie d'un type de fils à un autre)

**Etape 2 :** Calculer le nombre de bobines à remplacer pendant le calandrage des NDF à fabriquer au cours de la journée (longueur de la bobine inférieure ou égale à 110 mètres).

**Etape 3 :** Si le nombre de bobines à changer pendant le calandrage du NDF est supérieur<sup>1</sup> à :

- 20 bobines par NDF pour les NDF tirées à la vitesse 6,5 m/min
- 15 bobines par NDF pour les NDF tirées à la vitesse 10 m/min

La différence est le nombre de bobines à changer avec arrêt de calandrage.

**Etape 4 :** Calculer le nombre de bobines qui se terminent en même temps (longueur de la bobine inférieure ou égale à 110 mètres et la différence entre leurs longueurs est inférieure ou égale<sup>2</sup> à :

- 4,6 m de fils pour les NDF tirée à la vitesse 6.5 m/min.
- 7.1 m de fils pour les NDF tirée à la vitesse 10 m/min.

**Etape 5 :** Le maximum entre ces deux grandeurs est le nombre d'arrêts de calandrage. Le temps d'arrêt est le résultat de la multiplication du nombre d'arrêt de calandrage par le temps de changement de bobine (soit 0,71 minutes à l'allure 100).

---

<sup>1</sup> Si le temps d'approvisionnement et de remplacement des bobines d'assemblage métallique est supérieur à la somme du temps de calandrage, le temps de remplacement des rouleaux de Skim et le changement de NDF (non caché), un arrêt de calandrage est inévitable. Ce dernier dépend des vitesses de tirage. Nous avons calculé sur cette base, un nombre seuil de bobines à remplacer par NDF, au-dessus duquel un arrêt râtelier est causé.

<sup>2</sup> Plusieurs bobines de fils peuvent se terminer en même temps et vu que généralement il n'y a qu'une bobine au râtelier, ce dernier demande d'arrêter le calandrage, le temps qu'il remplace les bobines, sinon le fil se casse et le calandrage s'arrête. Pour que cela arrive il faut que la différence de longueur entre deux bobines soit inférieure ou égale à la longueur tirée pendant le changement d'une bobine. Cette dernière est en fonction de la vitesse de tirage.

**Etape 6 :** Passer à la période suivante, en d'autre terme :

- Soustraire 110 mètres à la bobine dont la longueur est strictement supérieur à 110 mètres.
- Remplacer les bobines dont la longueur est inférieure ou égale à 110 mètres, par une bobine dont la longueur varie aléatoirement entre la longueur cible plus ou moins la tolérance (ces paramètres varient d'un type de fils à un autre) puis soustraire la longueur tirée dans le calandrage du NDF précédente.

Etape 7 : Refaire les étapes de 2 à 6 un nombre prédéfini de fois (jusqu'à convergence des résultats)

Etape 8 : La moyenne des résultats précédents est le temps moyen d'arrêt dû aux changements de bobines pour le type choisi. Le temps moyen d'arrêt journalier est la moyenne des temps d'arrêt pondérée par le volume de production journalier moyen.

## 2. Simulation de la solution 1

La simulation de la solution suit les mêmes étapes déjà explicitées. La seule différence est l'initialisation et le calcul du poids des chutes.

- **Etat du râtelier après le rééquilibrage du râtelier :** Initialisation aléatoire des longueurs des bobines du râtelier entre la longueur cible plus ou moins la tolérance.
- **Le poids des pertes générées par la mise en place de la solution (le premier rééquilibrage) :** Sommer (selon le nombre de bobines utilisées) des longueurs générées aléatoirement et multipliées par le poids linéique.
- **Le poids des pertes générées lors de chaque rééquilibrage du râtelier (variante 2) :** Lors de l'étape 6 de la simulation, si la longueur de l'une des bobines est égale à 0, la longueur des bobines est sommée et multipliée par le poids linéique.

## Annexe 13 : Le mode opératoire du changement de dimension

Changement de pas
Enlever le capot du support pose fils.
Desserrer au maximum le pose fils.
Tenir avec barre l'ensemble support pose-fils.
Lever la clavette de blocage.
Faire tourner le barillet et clavetter en position afin que le pose-fils à remplacer se trouve coté chariot support pose-fils.
Démonter les coquilles des roulements du pose-fils.
Rapprocher le chariot.
Lever la clavette.
Soulever et tenir l'ensemble barillet pose-fils pour faire entrer le chariot sous le pose-fils à changer.
Déposer le pose fils sur le chariot.
Remettre la clavette.
Reculer le chariot + pose fils.
ramener nouveau pose fil
evacuer l'ancien pose fil avec palan
Tenir avec barre l'ensemble pose barillet poses fils.
Lever la clavette.
Déposer le nouveau pose-fils sur les demi-coquilles.
Evacuer le chariot.
Clavetter.
Remonter les demi-coquilles supérieures.

Changement de dimension avec translation			Diagramme de Gantt			
Activité	Durée (min)	Nbr Ag				
Prévoir changement skim suivant & 2 ou 3	2	2				
Couper le skim AV sur cylindre AV et le rabattre	1	2				
Couper le skim AR à l'entrée du pose-fils et le rabattre	1	2				
Donner du mou au skims en descendant les compensateurs Skims et les bloquer.	0,5	2				
Faire une marche avant pour faire arriver, les extrémités de Skims, entre les cylindres calandre.	0,5	1				
Fermer la demi-nappe pour ramener la nappe d'assemblage AV, contre la nappe d'assemblages AR.	1	1				
Desserrer le pose-fils (positionner le nouveau si nécessaire).	2,5	2				
Faire une marche arrière calandre jusqu'à dépasser, le point de blocage (Parachutes), de 20 à 30 mm.	1,5	1				
Ebarber les lisières.	0	2				
Engager le mors supérieur du parachute et le bloquer avec le mors inférieur (de telle sorte que l'NDF soit bloqué entre les deux mors du parachute).	1	2				
Faire une impulsion marche arrière pour bloquer le tissu entre les 2 mors.	0,5	1				
Couper, le tissu NDF à environ 250 mm en dessous du parachute, à l'aide de la cisaille électrique (grignoteuses).	1	1				
Faire une marche arrière pour donner la longueur nécessaire pour superposer les napperons environ 500 à 600 mm.	1	1				
Desserrage des cylindres calandre afin de permettre le passage d'une double épaisseur de tissu.	1	1				
Dégager les vis de solidarisation entre la calandre et la tête de râtelier.	1	2				
Retirer les cales.	0,5	2				
Vérifier que rien ne peut gêner le déplacement.	0,5					
Actionner les 3 boutons poussoirs (sécurité prévue pour la translation).	0,5	3				
Déplacer latéralement et dans le sens désiré pour atteindre le râtelier à utiliser (prévoir un Rafrâichissement du napperon ; sur la tête du râtelier ; et l'extrémité de la nappe ; sur calandre)	4,5	3				
Le nouveau râtelier étant en position, serrer les vis et remettre les cales et les vis de solidarisation.	1	2				
S'assurer que le bon pose-fils et en position.	0,5					
Coller la nappe engagée dans la calandre avec le napperon sur la tête de râtelier.	1,5	2				
Faire une marche avant pour débloquent le parachute.	0,5	1				
Enlever le mors mobile du parachute	0,5	2				
Faire une marche avant calandre pour amener l'extrémité du napperon à 20 cm avant entrée sous le pose-fils.	1	1				
Desserrer au maximum la demi-nappe d'assemblages.	1	1				
Réengager le skim AR.	1	2				
Avancer de façon à ce que le napperon soit entièrement passé sous le pose-fils.	1	1				
Engager le skim AV.	1	2				
Descendre le pose fils sans effectuer le serrage.	1	1				
Prendre le peigne demandé sur la consigne.	0,5					
Placer le premier peigne rangeant avec le guide fils AV	0,5	2				
Descendre le peigne en conservant bien tous les assemblages dans chaque gorge de celui-ci.	0,5	2				
Faire venir positionner le peigne avec le pose-fils dans les accrochages prévus à cet effet.	0,5	2				
A l'aide du démonte pneu positionner les assemblages dans les gorges du pose fils.	2	2				
Faire tourner la calandre en coût par coûts jusqu'au rangement du faisceau d'assemblage (une gorge sur deux du pose fils).	0,5	2				
Répéter ces opérations pour le faisceau d'assemblage AR	3,5	2				
Evacuer les peignes.	0,5	2				
Faire une marche avant jusqu'à passage complet de la double épaisseur tissu entre les cylindres calandre.	1	1				
Faire le serrage consigne des cylindres calandre.	3,5	1				
Repositionner le système d'ébarbage.	2,5	2				