

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 : Danone Djurdjura Algérie

Elaboré par :

M. C. AIT OUALI

M. M.F.R. MEZOUAR

Dirigé par :

M. T. LAMRAOUI (ENP)

M. M.OUHNIA (DDA)

Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents que dieu puisse me les garder,
Ma sœur, mon frère et sa femme ainsi qu'à ma petite nièce
adorée,*

Kenza qui m'a soutenu tout au long de ce travail.

*Mes amis, Ma famille et tous ceux qui comptent à mes yeux,
Chafik.*

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents que dieu puisse les garder en vie,

Mes frères Youcef, Younes,

Mouncef et ma petite sœur adorée Dikra

L'ensemble de ma famille,

Fatima pour son soutien inconditionné,

Mes amis qui m'ont soutenu tout au long de ce travail,

Fouad.

Remerciements

Nos remerciements sont adressés en premier lieu à Mr LAMRAOUI, notre professeur et encadreur à l'Ecole Nationale Polytechnique, pour ses précieux conseils et orientations, indispensables à la réalisation de ce travail.

À toute l'équipe performance de l'entreprise Danone Djurdjura Algérie, à leur tête Mr M. OUHIA qui a bien accepté de nous recevoir et de diriger notre travail, ainsi qu'à tous les employés de DDA.

Enfin à tous les professeurs du département Génie Industriel de l'ENP pour leur contribution et leur suivi durant notre passage par le département, sans oublier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Chafik & Fouad

Résumés et mots clés

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو تشخيص عملية إنتاج القشدة دانيت: من جهة أولى, عن طريق قياس أدائها, من خلال إدخال ومراقبة مؤشري أداء, اللذين هما TRG و TRS, بغية تحديد أسباب فقدان الإنتاجية, من أجل اقتراح خطة عمل مناسبة لهذا الوضع. و من جهة أخرى, من خلال تحديد مختلف الخسائر في هذه العملية, لاقتراح تحسينات للحد منها من خلال لاعتماد التصنيع العجاف.

الكلمات الرئيسية: تشخيص, عملية الإنتاج, TRS, TRG, الإنتاجية, الخسائر, مؤشرات الأداء, التصنيع العجاف.

Résumé :

L'objectif de ce travail est de diagnostiquer le processus de production de la crème dessert Danette.

-D'une part en mesurant sa performance par l'introduction et le suivi de deux indicateurs, qui sont le TRG et le TRS, en vue de déceler les causes de perte de productivité, afin de proposer un plan d'action adéquat à cette situation.

-D'autre part, en identifiant les différentes pertes au long du processus, afin de proposer des améliorations pour les réduire en adoptant une démarche Lean Manufacturing.

Mots clés: Diagnostic, Processus, TRS, TRG, Productivité, pertes, performance, indicateurs, Lean Manufacturing.

Abstract:

The aim of this work is to diagnose the production process of the cream dessert Danette: On the one hand by measuring its performance by introducing and following two performance indicators which are the TRG and the TRS, with a view of identifying the causes of productivity losses, in order to propose an appropriate action to this situation. Moreover, identifying the various losses in the process will enable us to propose improvements in order to reduce them by adopting a Lean Manufacturing approach.

Key words: Diagnosis, Process, TRS, TRG, Productivity, losses, performance indicators, Lean Manufacturing.

Liste des figures

- Figure I.1 :** Les principales marques du groupe Danone.
- Figure I.2:** Evolution du chiffre d'affaire Net Net de DDA [DDA, 2010].
- Figure I.3 :** Répartition des parts de marché des produits laitiers frais en 2010
- Figure I.4:** Schéma des résultats de production du mois de Mars.
- Figure I.5 :** Schéma du process de la crème dessert Danette.
- Figure I.6 :** Schéma d'une formeuse- conditionneuse.
- Figure I.7 :** Digramme des temps d'états selon DDA.
- Figure I.8 :** Schéma explicatif du goulot d'étranglement.
- Figure II.1 :** Les étapes de mise en place du système d'indicateurs et tableaux de bord.
- Figure II.2 :** Les piliers de l'édifice Lean.
- Figure II.3 :** Les temps d'état d'un moyen de production selon la norme NFE 60-182.
- Figure II.4 :** Le calcul analytique du TRG.
- Figure II.5 :** Le calcul analytique du TRS.
- Figure III.1 :** Suivi du Taux de rendement synthétique.
- Figure III.2 :** Suivi du Taux de Rendement Global.
- Figure III.3 :** Répartition globale des arrêts machine.
- Figure III.4 :** Diagramme Pareto des arrêts induits en incluant les arrêts pour lavage.
- Figure III.5 :** Diagramme Pareto des arrêts induits sans les lavages.
- Figure III.6 :** Les causes d'arrêts pour défauts process.
- Figure III.7 :** Diagramme Pareto des arrêts propres.
- Figure III.8 :** Diagramme Pareto des causes de fermeture de la ligne.
- Figure III.9 :** Planning actuel de poudrage.
- Figure III.10 :** Diagramme de Gantt des taches du processus selon le nouveau planning.
- Figure III.11 :** Le planning de poudrage proposé.

Liste des tableaux

- Tableau I.1** : Fiche technique de Danone Djurdjura Algérie.
- Tableau I.2** : Produits de Danone Djurdjura Algérie [DDA, 2010].
- Tableau I.3** : Passage des produits sur les lignes de conditionnement.
- Tableau I.4** : Commande et production du mois de Mars.
- Tableau I.5** : Description des opérations du process.
- Tableau III.1**: Tableau de bord du TRS et du TRG.
- Tableau III.2** : Résultats des indicateurs pour le mois de Mars et Avril.
- Tableau III.3** : Synthèse des résultats du TRS et TRG.
- Tableau III.4** : Extrait du tableau de suivi des arrêts.
- Tableau III.5** : Temps d'arrêts machine en minutes pour les mois de Mars et Avril.
- Tableau III.6** : Les causes des arrêts induits.
- Tableau III.7** : Analyse Pareto des arrêts propres.
- Tableau III.8** : Synthèse des principales causes d'arrêts.
- Tableau III.9** : Bilan des pertes pour long séjour (Mars 2012).
- Tableau III.10** : Temps des opérations du processus.
- Tableau III.11** : Temps et fréquences de lavage des équipements du processus.
- Tableau III.12** : Les différentes pousses du process.
- Tableau III.13** : Relevé des pertes dues aux pousses.
- Tableau III.14** : Synthèse des pertes dues aux pousses.
- Tableau IV.1** : Plan d'action et gains escomptés.

Liste des abréviations

- **AFNOR** : Association Française de Normalisation.
- **BDL** : Bac De Lancement.
- **BPS** : Bande Plastique.
- **BSN** : Boussois Souchon Neuversel.
- **CA** : Chiffre d’Affaire.
- **CT** : Capacité Théoiqne.
- **CUTE** : Capacity Utilisation Time Efficiency.
- **°C**: Degré Celsius
- **D1** : ligne de condtionnement Dessert 1, de la crème dessert Danette.
- **DDA** : Danone Djurjura Algérie.
- **DLC** : Date Limite de Consommation.
- **DO** : Disponibilité Opérationnelle.
- **DZD (DA)** : Dinars Algérien.
- **EST** : Extrait Sec Total.
- **G** : Grammes
- **GF** : Grand Format.
- **HOMO** : Homogénéisateur.
- **ISO** : Organisation Internationale de Normalisation.
- **Jr** : Jour.
- **Kg** : Kilo-grammes.
- **L** : Litres.
- **L1** : Ligne1 de conditionnement de la Mini-Danette.
- **LIQN** : Liquiverter.

- **M²** : Mettre carré.
- **MB** : Masse Blanche (Mélange reconstitué).
- **Md** : Milliards.
- **MG** : Matière Grasse.
- **MGLA** : Matière Grasse Liquéfiée.
- **Min** : Minutes.
- **NFE 60-182** : Norme AFNOR.
- **NEP** : Ligne Nettoyage en place.
- **NPR** : Nombres de Pots Réalisés.
- **NPTR** : Nombres de Pots Théoriquement Réalisable.
- **OBUS** : Boule pour pousse.
- **PDCA** : Plan, Do, Act, Check.
- **PF** : Petit Format.
- **SAP** : System, Applications ans Products for Date Processing.
- **SKU** : Stock-Keeping Unit.
- **SMED** : Signe Minutes Exchange of Die.
- **SPA** : Société Par Action.
- **Stérilo** : Stérilisateur.
- **T** : Tonnes.
- **TBF** : Temps Brut de Fonctionnement.
- **TLE** : Tank stockage Lait Ecrémé.
- **TLF** : Tank stockage Lait Frais.
- **TNF** : Temps Net de Fonctionnement.
- **TNQ** : Temps de Non Qualité.
- **TO** : Temps d'Ouverture.

- **Tp** : Taux de Performance.
- **TPDN** : Tank Poudrage Danette Noir.
- **TPM** : Total Productive Maintenance.
- **Tq** : Taux de Qualité.
- **TR** : Temps Requis.
- **TRG** : Taux de Rendement Synthétique.
- **TRS** : Taux de Rendement Synthétique.
- **TT** : Temps Total.
- **TU** : Temps Utile.

Table des matières

<i>Introduction générale et cadre de l'étude</i>	1
<i>Chapitre I : Présentation de l'entreprise et analyse de l'existant</i>	
I Présentation de l'entreprise	4
I.1 Le marché du Yaourt en Algérie	4
I.2 Présentation du groupe Danone	5
I.2.1 Historique du groupe Danone	5
I.2.2 Sa mission	6
I.2.3 Son positionnement	6
I.2.4 Quelques chiffres clés	6
I.2.5 Ses principales marques	6
I.3 Présentation de DDA	6
I.3.1 Historique	7
I.3.2 Evolution du partenariat Danone-Djurdjura	7
I.3.3 Les produits fabriqués par DDA	8
I.3.4 Positionnement de DDA	9
II Présentation de l'unité de production	10
II.1 Organisation de l'unité de production de DDA	10
II.2 Quelques chiffres clés sur l'usine de DDA	11
II.3 Présentation du département méthodes et performances industrielles	11
III Présentation de la problématique	12
IV Description et analyse du processus de production	14
IV.1 Généralités sur les crèmes dessert.....	15
IV.2 Présentation des ateliers process et conditionnement	15
IV.3 Description et analyse du processus	16
IV.3.1 La Partie process	16
IV.3.2 La partie conditionnement	23
IV.3.3 Refroidissement et maturation	25
IV.3.4 Expédition	25
IV.3.5 Les indicateurs de performance	26
V Synthèse de l'analyse	27
VI Objectif du travail	28

Chapitre II : Etat de l'art

I	La performance	31
I.1	Evolution du concept de performance	31
I.1.1	La Performance, Efficacité et Efficience	31
I.1.2	La Performance, Valeur et Coût	31
I.2	Définition de la performance	32
I.3	L'approche processus	32
I.3.1	Définition du processus	32
I.3.2	Typologies des processus	32
II	Pilotage de la performance	33
II.1	Notion de pilotage de la performance	33
II.2	Les indicateurs de performance	33
II.2.1	Définition d'un indicateur de performance	33
II.2.2	Types d'indicateurs de performance	34
II.2.3	Caractéristiques des indicateurs de performance	34
II.2.4	Mise en place du système d'indicateurs	34
II.3	Les tableaux de bord	36
II.3.1	Définition d'un tableau de bord	37
II.3.2	Type de tableaux de bord	37
II.3.3	Caractéristiques d'un tableau de bord	37
II.3.4	Mise en place du tableau de bord	37
III	Amélioration de la performance des processus de production	38
III.1	Le Lean Manufacturing	39
III.1.1	Définition du Lean Manufacturing	39
III.1.2	Les piliers du Lean Manufacturing	39
III.2	La démarche TPM.....	40
III.2.1	Qu'est ce que la TPM.....	40
III.2.2	La Structure de la démarche TPM.....	40
III.2.3	Les indicateurs de la TPM.....	41
A.	Décomposition des temps d'état d'un moyen de production.....	41
B.	Taux de rendement synthétique	43
C.	Taux de Rendement global.....	46
	Conclusion.....	48

Chapitre III : Partie pratique

Première partie : Mise en place, évaluation et analyse des indicateurs	50
I Démarche pratique pour le calcul du TRS et du TRG	50
I.1 Paramétrage du tableau de bord	50
I.2 Fixation des objectifs pour les deux indicateurs de performance	53
I.3 Construction du tableau de bord	53
II Présentation des résultats	55
II.1 Analyse des résultats	58
II.2 Analyse du TRS	58
II.3 Analyse du TRG	59
III Recensement des temps arrêts et de leurs causes	59
III.1 Recensement des arrêts	60
III.2 Présentation et analyse des résultats	62
III.2.1 Présentation des résultats	62
III.2.2 Analyse des arrêts	63
A. Analyse des arrêts induits	64
B. Analyse des arrêts propres	66
C. Analyse des fermetures de la ligne	67
Deuxième partie : Amélioration du process	69
I Etude du planning de poudrage	69
I.1 Analyse de la procédure de poudrage	69
I.2 Proposition d'un nouveau planning de poudrage	70
I.2.1 Définition des paramètres du planning	70
I.2.2 Calcul des paramètres	72
I.2.3 Vérification de la faisabilité de la solution	73
I.2.4 Avantages du nouveau planning	75
II Etude des pertes.....	75
II.1 Analyse des pertes dues aux pousses	75
II.2 Propositions pour la réduction des pertes dues aux pousses.....	77
Proposition 1 : suppression du Liquiverteur.....	77
Proposition 2 : Acquisition de nouveaux Tanks.....	78
Conclusion :.....	79

Chapitre IV: Proposition d'un plan d'action

Première partie : Mise en œuvre d'un plan d'action.....	81
I La préparation.....	81
II Mise en place de la fiche de suivi TRS.....	82
III Amélioration des deux indicateurs.....	82
III.1 Fixation des objectifs.....	82
III.2 Amélioration du TRS.....	82
A. Pour les arrêts induits.....	82
B. Pour les arrêts propres.....	83
III.3 Amélioration du TRG.....	84
Deuxième partie : Application des propositions de la partie process.....	86
I Restructuration du planning de poudrage.....	86
II Réduction des pertes.....	86
Conclusion	86
Conclusion générale	87
Bibliographie.....	89
Liste des Annexes	91

*Introduction générale et cadre
de l'étude*

La nourriture satisfait l'un des besoins les plus fondamentaux des hommes et, à ce titre, il existe une relation affective entre les aliments et les consommateurs. La problématique des industries agroalimentaires est en conséquence très spécifique. Pour concilier les images de saveur et de sécurité que demandent les consommateurs, les industriels doivent fabriquer des produits frais, naturels, constants, reproductibles et de plus en plus innovants à partir de matières vivantes et fluctuantes. À ce défi s'ajoutent les contraintes de saisonnalité et de concurrence.

Afin d'assurer sa pérennité dans un marché de concurrence, Danone Djurdjura Algérie (DDA) s'inscrit dans un processus d'amélioration continu, en revoyant en permanence l'organisation de ses processus, pour trouver la meilleure façon de les optimiser, afin d'assurer une utilisation optimale des ressources, tout en garantissant une performance satisfaisante en terme de coûts, délais, et qualité.

Pour ce faire DDA se doit d'utiliser des indicateurs qui décrivent au mieux ses résultats, pour piloter la production vers une meilleure performance et réagir en conséquence à ces résultats.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre étude, qui consiste à diagnostiquer un processus de production, l'analyser et élaborer des propositions, afin de contribuer à améliorer les pratiques actuelles, et ainsi améliorer la performance de ce processus en termes de productivité, de coûts et de disponibilité des produits.

Cadre de l'étude

Notre étude se focalise sur le processus de production de la crème dessert Danette, qui présente un certain nombre de problèmes, empêchant l'entreprise d'atteindre son objectif journalier en volume de production, ceci pour de multiples raisons que nous évoquerons tout au long de notre étude.

Pour arriver à notre fin, nous avons adopté une démarche qui, consiste :

- ✓ A mettre en place deux indicateurs de performance pour avoir d'abord un aperçu fiable et représentatif de la production, puis de construire un plan d'action ayant pour objectif principal d'améliorer la situation actuelle.
- ✓ A identifier les différentes pertes de produits du processus afin de proposer des améliorations au niveau du process en vue de les réduire.

Cette démarche nous a conduites à structurer notre document en quatre chapitres:

Le premier chapitre : est consacré à la présentation de l'entreprise et du département d'accueil, ainsi qu'à la problématique, suivie d'une analyse de l'existant.

Le deuxième chapitre: comporte un état de l'art sur la performance industrielle, les techniques de sa mesure, ainsi que les outils de son amélioration.

Le troisième chapitre : est dédié à la partie pratique de notre étude, qui consiste à déployer la démarche de calcul des nouveaux indicateurs à mettre en place, à la présentation et l'analyse des résultats, ainsi aux propositions pour toute l'optimisation des pertes du processus.

Le quatrième chapitre: est réservé à la proposition d'un plan d'action concernant les deux indicateurs. Il comporte aussi les différentes recommandations et réarrangements proposés.

Nous achèverons notre étude par une conclusion générale.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise et analyse de l'existant

Dans ce chapitre nous procéderons à la présentation de l'entreprise Danone Djurjura Algérie et à la problématique.

Par la suite, nous donnerons une description détaillée du processus de production de la crème dessert Danette, suivie d'une analyse rigoureuse de chaque opération du processus.

Ceci conduira à une synthèse globale, justifiant notre méthodologie de travail.

I Présentation de l'entreprise :

I.1 Le marché du Yaourt en Algérie [Site2]:

- En Algérie, le produit laitier fabriqué est, en majeure partie, un lait reconstitué en usine. Il peut être entier, partiellement-écrémé ou écrémé. Ce lait est ensuite conditionné en sachet polypropylène, en bouteille ou en tétra-pack.
- Le second stade du processus de fabrication consiste à transformer le lait en produits dérivés dont le yaourt.
- Le yaourt est un produit laitier, conditionné en pots ou en bouteilles, constitué par du lait fermenté obtenu à l'aide de l'ensemencement des bactéries. Les fabricants offrent une gamme très diversifiée de yaourts : brassé, étuvé, fruité, à boire, mélangé au jus, crème dessert, crème chantilly ...
- Ce segment a connu une forte impulsion due à l'implantation de DDA et à la franchise de Yoplait.
- Quelques grandes firmes dominent le marché notamment DDA et Soummam, qui totalisent à elles seules plus de 80% des parts du marché national.
- La production de yaourt répond aux caractéristiques générales suivantes :
 - Il s'agit d'une activité relativement ancienne en Algérie. Les marques Djurdjura et Trèfle existent sur le marché depuis près de vingt ans.
 - Les deux opérateurs les plus importants, DDA et Soummam qui sont implantés dans la wilaya de Bejaïa, appartiennent à des propriétaires de nature juridique différente.
 - DDA est une multinationale cotée en bourse.
 - Soummam est une entreprise appartenant à des propriétaires privés.
 - La différence de nature de ces propriétaires induit des formes et des contraintes de gestion spécifiques.
- Bien que le marché paraisse saturé, les conclusions du cabinet d'expertise étranger Nielsen démontrent que les ventes de yaourts vont encore s'accroître car des demandes additionnelles restent insatisfaites.
- Les ventes de yaourts qui enregistraient une baisse sensible en été restent, ces dernières années, quasiment linéaires durant toute l'année, le creux de l'été ayant diminué depuis lors.

- Seule une faible partie de la production (inférieure à 10%) fait l'objet d'une commercialisation directe au profit des détaillants. Le reste transite par des grossistes qui traitent rarement avec un seul producteur.

I.2 Présentation générale du groupe Danone : [Site 3]

La prédominance au niveau mondial du groupe Danone dans l'industrie alimentaire n'est plus à démontrer, et ceci dans ses différents secteurs d'activités:

- ✓ Il emploie 100 000 personnes dans plus de cents vingt pays à travers le monde.
- ✓ Dans tous ces pays, les employeurs de DDA tendent à produire des produits de haute qualité au plus grand nombre.

I.2.1 Historique du groupe Danone :

- **1966** : les débuts du groupe Danone remontent à 1966, lors de la fusion de deux entreprises Françaises : «Glaces de Boussois Souchon» et «Verrière Souchon Neuversel». Ceci a donné naissance au groupe «Boussois Souchon Neuversel» (BSN).
- **1970** : le groupe BSN est devenu leader Français de la bière, de l'eau minérale et des produits alimentaires pour enfants.
- **1973** : BSN et Gervais Danone fusionnent et deviennent ainsi le premier groupe français ayant réalisé un chiffre d'affaire très important dans les produits entiers et les pâtes.
- **1970-1980** : la BSN se focalise sur la fabrication de produits à caractère alimentaire. Ceci lui a permis d'acquérir des brasseries en Belgique, en Espagne et en Italie.
- **1989** : le groupe BSN se voit décerner la troisième place au niveau Européen dans le domaine agroalimentaire et la première place en France.
- **1993** : le groupe BSN-Gervais Danone se dote d'une branche spécialisée dans l'exportation, sa stratégie tend à déterminer les marques à vocation internationale et les marchés à grand potentiel.
- **Juin 1994** : Gervais Danone décide de se séparer de BSN pour s'appeler désormais le groupe Danone, symbolisé par « un enfant et une étoile ».
- **1996** : Danone, dirigé par Franck Riboud rejoint les autres sociétés françaises cotées en bourse.
- **Mai 1997** : Mr Riboud annonce que Danone concentrera son activité sur trois axes principaux: les produits frais, les biscuits et les boissons. Ces activités représentent 82% de ses ventes.

I.2.2 Sa mission:

- Danone, anciennement BSN Gervais Danone, est un groupe agro-alimentaire français. Créé en 1973, il est devenu un acteur international majeur dans l'industrie agro-alimentaire.
- Sa mission consiste à produire, développer et commercialiser des produits laitiers frais, eaux minérales, biscuits et produits céréaliers.

I.2.3 Son positionnement:

- Danone est présent dans plus de cents vingt pays à travers le monde, exclusivement en France et en Europe de l'Ouest avec une présence de plus en plus croissante en Europe de l'Est ainsi que dans d'autres régions du monde.
- Il est aujourd'hui :
 - N° 1 mondial des produits laitiers frais.
 - N° 2 mondial des eaux embouteillées.
 - N° 2 mondial de la nutrition infantile.
 - N° 1 européen de la nutrition médicale.

I.2.4 Quelques chiffres clés:

- Chiffre d'affaire en 2009 : 14 982 Milliards d'EUROS.
- Résultat opérationnel 2009 : 2 294 Millions d'EUROS.
- Marge opérationnelle : 15.31%.
- Bénéfice net courant : 1 412 Millions d'EUROS.
- Effectifs totaux au 31/12/2009 : 80 976 personnes.

I.2.5 Ses principales marques:

Parmi ses marques, on trouve :



Figure I.1 : Les Principales marques du groupe Danone

I.3 Présentation de Danone Djurdjura Algérie [DDA. 2010]:

I.3.1 Historique :

- **1984** : Création de la laiterie Djurdjura fondée par la famille BATOUCHE à Akbou. L'unité a démarré avec une remplisseuse de pots préformés d'une capacité de 1000 pots/heure. Son outil de production s'est développé très rapidement, la positionnant ainsi comme leader de l'industrie des produits laitiers frais en Algérie.

- **Octobre 2001** : Le leader mondial des produits laitiers frais « Groupe Danone » a conclu un accord de partenariat avec la laiterie Djurdjura en prenant une participation de 51 % dans la société « Danone Djurdjura Algérie ».

I.3.2 Evolution du partenariat Danone-Djurdjura :

- Suite à l'accord de partenariat conclu entre l'entreprise « Djurdjura », leader du marché Algérien des produits laitiers frais et le groupe « Danone » leader mondial des produits laitiers frais, l'entreprise « Danone Djurdjura Algérie SPA » a été créée et elle a ainsi, donné naissance à un partenariat Algéro-français.
- DDA est une société par action (SPA) avec un capital de 2.700.000.000 DA. Danone détient 49% des parts de cette nouvelle société.
- En Août 2002, le partenariat se concrétise sur le terrain lorsque le premier pot de yaourt Danone était dans les étals.
- En 2003 : Danone Djurdjura Algérie a connu une croissance en chiffre d'affaire supérieure à 60 %. Sa part de marché est passée, selon des estimations, de 28% à 35% et elle a contribué à faire croître de 40% en volume le marché des produits laitiers frais.
- En avril 2006 : le groupe Danone avait porté sa participation de 51% à 95% dans la société DDA.
- En 2007 : le groupe Danone a porté sa participation à 100%.

Danone Djurdjura Algérie	
Création	Octobre 2001
Statut juridique	Société Par Action (SPA)
Siège social	Pins Maritimes Mohamadia. Alger. Algérie
Capital social	2 700 000 000 DA
Activité(s)	Agroalimentaire
Produit(s)	produits laitiers frais
Effectif	940
Chiffre d'affaire Net Net	10 048 747 DA

Tableau I.1 : Fiche technique de Danone Djurdjura Algérie

I.3.3 Les produits fabriqués par DDA :

- Depuis son implantation en Algérie, Danone mène une politique de diversification de ses produits en lançant en moyenne deux nouveaux produits chaque année.
- Danone Djurdjura Algérie propose une gamme de produits très diversifiée : vingt neuf SKU ou références afin d'élargir le choix offert aux consommateurs.
- Elle a pour objectif de :
 - Développer ses ventes.
 - Diversifier et rentabiliser sa gamme de produits.
- Pour cela, DDA veille à mettre à la disposition des consommateurs, des produits bénéfiques pour la santé et adaptés à leurs goûts et besoins.
- Le tableau suivant présente les différents produits commercialisés, leurs catégories, les références ainsi que les dates de lancement de chaque produit :

Brand (marque)	Catégorie	SKU (référence)	Date de lancement	CA en 2010	Logo
Seven	Yaourt ferme aromatisé	Seven Cerise/Fruits des bois Seven Fraise Seven Abricot/ Pêche Seven Citron/ Ananas	Août 2002	26%	 
Activia	Yaourt ferme aromatisé au bifidus acti regularis	Activia ferme Miel/Abricot Activia ferme Fraise Activia ferme Vanille	Décembre 2003	25%	
Mini Prix	Yaourt Ferme aromatisé	Mini Prix Abricot Ferme Mini Prix Fraise Ferme	Novembre 2008	11%	
Danino	Fromage fraise aux fruits	Danino Abricot Danino Fraise Danino Nature Sucre Danino Kabir	Mai 2004	10%	
Danette	Crème dessert	Danette Chocolat Danette Caramel	Novembre 2003	8%	

Dan'up	Yaourt aromatisé à boire	Dan'up Fraise-biscuit Dan'up Fraise Dan'up Abricot	Septembre 2002	4%	
Danao GF	Jus de fruit au lait	Danao 1L Orange/Ana Danao 1L Pêche/Abri	Octobre 2004	5%	
Danao PF		Danao 0.25L Oran/Ana Danao 0.25L Pêche/Abri Danao 0.25L Fr Exotiques	Octobre 2004	3%	
Lait Fraise		Yaourt à boire aromatisé	Mini Prix Lait Fraise	Novembre 2008	
Activia Drink	Yaourt à boire au Bifidus	Activia Drink Caramel	Novembre 2010	1%	
Fruix	Yaourt brassé aux fruits	Fruix Fraise/Fr des Bois Fruix Fraise-Biscuit	Juin 2005	1%	

Tableau I.2 : Produits de Danone Djurdjura Algérie [DDA, 2010]

I.3.4 Le positionnement de DDA:

- Le positionnement est un élément essentiel dans un marché de plus en plus concurrentiel tel que le secteur des produits laitiers frais où il devient nécessaire de se démarquer de la concurrence par la qualité, l'innovation, le prix et la disponibilité des produits.
- DDA a su se différencier de ses concurrents à travers des produits de qualité, qui contribuent à améliorer la santé du plus grand nombre de consommateurs.
- Elle se présente comme l'un des rares acteurs de l'agroalimentaire qui tente de relever ce défi.
- Nous remarquons d'ailleurs que le CANN (Chiffre d'Affaire Net Net) atteint en 2010 les 10 048 747 DZD, en hausse de 47% par rapport au CANN de l'année 2006.
- La figure suivante représente l'évolution du CANN de DDA à partir de 2006:

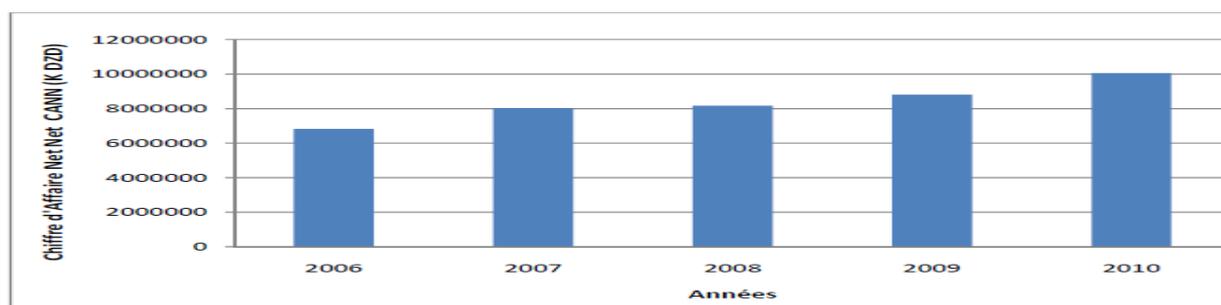


Figure I.2 : Evolution du CA Net Net de DDA [DDA, 2010]

- Actuellement, l'entreprise est seconde sur le marché, détenant une part de 28% contre 50% pour le leader Soummam.
- La figure suivante représente la répartition des parts de marché des produits laitiers frais en 2010 :

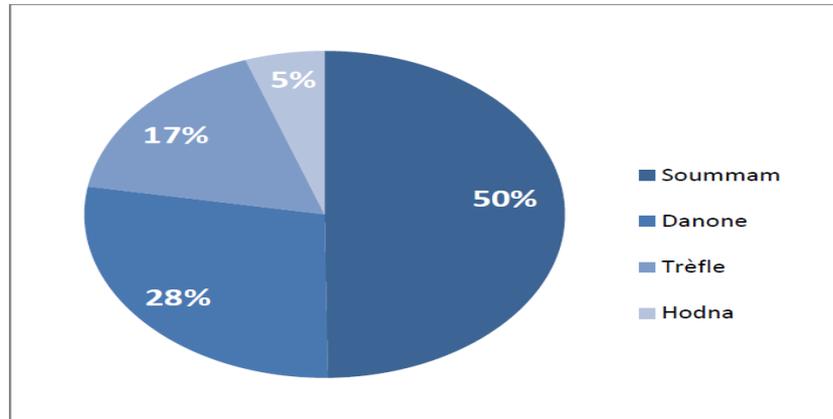


Figure I.3: Répartition des parts de marché des produits laitiers en 2010 [DDA, 2010]

II Présentation de l'unité de production

II.1 Organisation de l'unité de production de DDA:

- L'unité de production de DDA, où nous avons effectué notre stage, dispose d'un effectif de 800 salariés parmi les 940 que compte DDA.
- Elle est implantée dans la zone d'activité TAHARACHT qui se situe à :
 - Quelques dizaines de mètres d'une voie ferrée.
 - Deux Km d'une grande agglomération, qui est la ville d'Akbou.
 - Soixante Km de la ville de Bejaia, chef-lieu de la wilaya, considéré comme un pôle économique important en Algérie, par son port à fort trafic et son aéroport international reliant diverses destinations (Paris, Marseille, Lyon, St Etienne et Charleroi).
 - Cent quatre-vingt Km de la capitale Alger, où se situe la direction générale de DDA, dans laquelle œuvre le service supply chain :
 - ❖ Ce service est chargé d'assurer la disponibilité des produits pour les consommateurs, en faisant une gestion minutieuse des dépôts, et en motivant l'équipe production à répondre aux commandes prévisionnelles, transmises vers l'usine à travers un planning hebdomadaire.
 - ❖ Ce planning est pris en charge par le département production, où le planificateur local se charge de répartir les commandes sur les équipements de production de l'usine, en élaborant un planning de

production journalier, selon la disponibilité de ces équipements. (voir la procédure dans l'annexe 2).

II.2 Quelques chiffres clés sur l'usine de DDA :

- Le chiffre d'affaire pour l'année 2010 : 10 048 747 DZD.
 - L'Objectif de production à atteindre pour l'année 2012 : 100.000 T.
 - La capacité théorique de production : 440 T/jr.
 - La capacité opérationnelle de production : 400 T/jr.
 - La superficie bâtie : 15139m².
 - Nombres de lignes de conditionnement : 12 (certaines spécialisées par produit).
- Le tableau I.2 définit le passage des produits sur les lignes de production:

	YAOURI	ACTIVIA	MINI	PRIX	MINI	DESSERT	LAIT	FRAISE	FRUITS	KABIR	DANUP	SHREK	DANINO	DANETI	E	DANAO	GF	DANAO	PF
L1																			
L2																			
L3																			
L4																			
B4																			
SIDEL																			
ERMI																			
TTRA I																			
TTRA II																			
TREX																			
DESSERT																			
ERCA 11																			

Tableau I.3 : Passage des produits sur les lignes de conditionnement

II.3 Présentation du département méthodes et performance industrielle:

- Nous avons été affectés au département méthodes et performance industrielle, où notre mission consistait à diagnostiquer le processus de production de la crème dessert Danette, dont la production rencontre des problèmes, pénalisant l'équipe production à atteindre ses objectifs.
- Ce département est chargé de l'amélioration de la performance de tous les processus de production à travers un suivi minutieux des flux d'entrée et de sortie.
- Il est composé de quatre services :
 - 1) **DAMA WAY: Danone Manufacturing Way:**
 - Il se charge de l'amélioration des pratiques quotidiennes au sein de DDA.
 - 2) **CUTE: Capacity Utilization Time Efficiency:**
 - Il existe dans toutes les filiales du groupe DANONE à travers le monde. Sa mission consiste à suivre la productivité de chaque processus de production.
 - Il a pour objectifs :

- La mise en place d'un système uniforme pour mesurer l'utilisation et les performances dans toutes les usines du groupe.
- L'utilisation d'indicateurs de performance comme outils d'initiation et de mesure des améliorations.
- La contribution à l'augmentation de l'efficacité opérationnelle.

3) Formation et gestion des documents :

- Ses principales missions sont les suivantes :
 - Former le personnel de production.
 - Mener les opérateurs à l'application de la norme du système de travail.
 - Aider les opérateurs à la maîtrise de leurs équipements.
 - Suivre la traçabilité des produits.

4) Pertes:

- Ce service est chargé du suivi des différentes pertes enregistrées au cours de la production
- Il a comme objectifs :
 - Assurer l'utilisation optimale des ressources humaines et physiques.
 - Comptabiliser les différentes pertes (lait, emballage, autre ingrédients...).
 - Expliquer les écarts enregistrés entre la sortie du magasin et la production.
 - Proposer des méthodes pour minimiser les pertes.

III Présentation de la problématique

- DDA, acteur influent sur le marché des produits laitiers frais en Algérie, est confrontée à une rude concurrence, ces dernières années.
- Dans le but de dégager un avantage concurrentiel, DDA mise sur la satisfaction client à travers une gamme de produits élargie d'année en année, tout en assurant la disponibilité, la qualité, et en minimisant ses coûts de production.
- La crème dessert Danette est l'un des produits les plus demandés par les consommateurs sur le marché des produits laitiers frais en Algérie.
- Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des commandes de la Danette, allant du 1^{er} mars 2012 jusqu'au 25 mars 2012, ainsi que les volumes de production correspondants réalisés :

Mars	Commande (T/jr)	Capacité théorique (T/jr)	Production (T/jr)
01/03/2012	20	22	21
02/03/2012	20	22	9
03/03/2012	20	22	19
04/03/2012	20	22	14
05/03/2012	20	22	8
06/03/2012	20	22	-
07/03/2012	20	22	-
08/03/2012	20	22	-
09/03/2012	20	22	19
10/03/2012	20	22	22
11/03/2012	20	22	22
12/03/2012	20	22	11
13/03/2012	20	22	18
14/03/2012	20	22	6
15/03/2012	20	22	2
16/03/2012	20	22	23
17/03/2012	20	22	8
18/03/2012	24	22	24
19/03/2012	20	22	18
20/03/2012	20	22	13
21/03/2012	20	22	15
22/03/2012	20	22	15
23/03/2012	20	22	19
24/03/2012	20	22	20
25/03/2012	20	22	22

Tableau I.4 : Commande et production du mois de Mars

- Nous avons traduit ce tableau en un graphe, afin de comparer entre les commandes clients, qui caractérisent les besoins des consommateurs et les volumes de productions qui leur correspondent, les résultats et les objectifs.

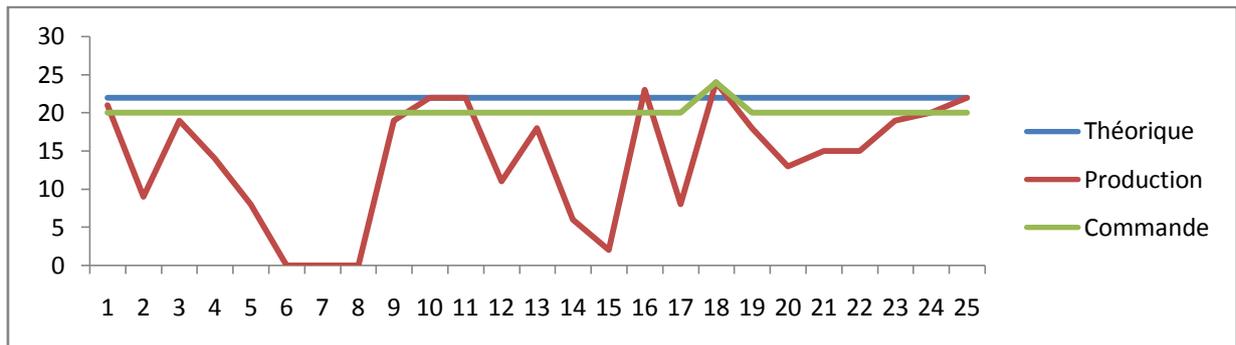


Figure I.4 : Schéma des résultats de production du mois de Mars

- ✓ Nous remarquons à partir de la figure I.4 que DDA n'arrive pas à atteindre son objectif de production, ni à satisfaire la demande du marché. Cette situation peut affecter la position de DDA sur son marché.
- ✓ Ainsi :
 - Pour gagner en productivité et améliorer la performance du processus de production de la Danette, une analyse approfondie de ce dernier est indispensable.
 - Il s'agira de détecter et d'identifier les causes menant à ce manque de productivité, qui a un impact négatif sur la performance industrielle de DDA, afin d'établir un plan d'action adéquat répondant à cette problématique.

IV Description et Analyse du processus de production

- Nous avons commencé notre étude par la compréhension et l'analyse des différentes étapes du processus.
- Ce processus se décompose en deux parties : une partie process et une partie conditionnement qu'on détaillera ci-après.
- Nous entamerons cette partie par un bref aperçu sur les crèmes dessert gélifiés, suivi d'une description des ateliers process et conditionnement, avant de passer à la description et à l'analyse des étapes du processus.

IV.1 Généralités sur les crèmes dessert: [JEA, 2005]

- Les crèmes desserts Danette sont des produits laitiers frais, fabriquées à base de crème fraîche additionnée de matières sucrantes, mélangées à d'autres matières pour le goût : cacao, chocolat, caramel... par exemple, et pour la texture : gélifiants ou épaississants (extraits d'algues, amidons...).
- Elles sont prisées par les consommateurs pour des raisons multiples :
 - Elles bénéficient d'une image de produit sain et gourmand à la fois.
 - Les desserts lactés sont attractifs, conviviaux, pratiques et concilient vie moderne, savoir-faire et savoir-vivre.

IV.2 Présentation des ateliers process et conditionnement:

- Dans cette présentation, nous allons nous restreindre uniquement à la description des équipements et matériels entrant dans le processus de production de la crème dessert Danette, vu que chacun des deux ateliers contient bien d'autres éléments relatifs à la production des autres produits Danone.

A. L'atelier process :

1) Les moyens matériels :

- Cet atelier se positionne au milieu de l'unité de production. Il abrite l'ensemble des équipements entrant dans le processus de production de la Danette.
- A l'intérieur nous trouvons trois zones :
 - Une zone tampon réservée aux matières premières.
 - Une zone de préparation des ingrédients à l'opération de poudrage [voir partie process].
 - Une zone de poudrage.
- Par ailleurs, nous avons recensé quatre salles :
 - Un laboratoire process réservé aux tests physico-chimiques effectués sur les produits.
 - Une salle de commande et de contrôle du process informatisée.
 - Une salle de chauffage de la MGLA.
 - Une salle de stockage des ferments.
- Au voisinage de la salle de contrôle sont placés les équipements du process suivants :
 - **Un Liquiverter d'une capacité de 4T :** qui permet de reconstituer la masse blanche à partir des ingrédients, en lui donnant une certaine texture grâce à son agitateur.

- **Un stérilisateur:** qui travaille avec une cadence nominale de 3T/h et sert au traitement thermique de la masse blanche.
- **Quatre TPDN d'une capacité chacune de 4T:** qui servent à stocker temporairement la masse blanche pour hydratation, et aussi pour subir des analyses microbiologiques (MG, EST, TP), avant de passer à la stérilisation.

2) Les moyens humains :

- L'usine de DDA travaille 24h/24h (en système 3*8) avec trois équipes en rotation.
- Dans l'atelier process travaillent les collaborateurs suivants :
 - ✓ **L'équipe poudrage:** dont le rôle est de préparer les mélangeurs de l'opération poudrage [voir partie process], et aussi les ingrédients entrant dans la composition de la crème dessert.
 - ✓ **L'équipe qualité:** guidée par le **leader process**, dont le rôle s'attache à veiller au respect du planning de production, à l'actualisation de la recette, en fonction des caractéristiques de la crème fraîche et à sa transmission à l'équipe poudrage.
 - ✓ **Les opérateurs de la salle de contrôle:** qui commandent et suivent les flux à distance, tout en remplissant des fiches de suivi.

B. L'atelier conditionnement:

- Nous y distinguons les machines de conditionnement, comme la conditionneuse de la Danette (D1).
- Elles sont pilotées par des chefs de lignes, dont le rôle consiste à surveiller le fonctionnement de la machine, en effectuant les réglages nécessaires, tout en remplissant les fiches de suivi de la production, ainsi que les fiches pertes. Ils procèdent aussi à des contrôles physiques sur ligne, (poids, position : de l'opercule, du code-barres et de la DLC...) pour assurer la qualité du produit.

IV.3 Description et analyse du processus:

Le processus de fabrication de la crème dessert Danette se scinde en deux parties :

IV.3.1 La partie process : (voir annexe 3)

- Cette étape du processus de fabrication des yaourts, en général, et de la crème dessert Danette en particulier, consiste à obtenir, à partir du mélange des différents ingrédients, un produit semi-fini qu'on dénomme « masse blanche » dans le jargon de DDA.
- Le process commence par une opération nommée : « La Reconstitution». il s'agit de mélanger les ingrédients entrant dans la composition du produit, dont les quantités sont

paramétrées en fonction des caractéristiques de la crème fraîche tirée de l'écémage, selon une recette spécifique à chaque produit.

Mais avant de passer à la reconstitution, nous allons commencer par décrire brièvement le processus de réception et de traitement du lait, dont la crème fraîche est un ingrédient inhérent à la préparation de la Danette.

A. Traitement du lait frais:[SOD et BEA, 2007]

- La première phase du processus de fabrication de tout yaourt chez DDA commence par la réception du lait cru, provenant des centres de collecte du lait de vache.
- Le lait est réceptionné par le service hygiène et sécurité alimentaire dont le rôle est d'effectuer des analyses physico-chimiques sur le lait, afin d'en déterminer les caractéristiques en terme de taux de protéine, taux de matière grasse et d'EST, et de s'assurer de sa conformité.

Suite à cela le lait passe au traitement selon les étapes suivantes.

1) Réception du lait frais (dépotage) :

Description : [SOD et BEA, 2007]

- Le lait frais, collecté au plus tard 72 h après la traite, arrive en camions-citernes réfrigérés à l'unité de production. Il est contrôlé lors de la réception, pompé et filtré pour éliminer les résidus solides (paille, feuilles, terre), puis stocké à froid (< 5 °C) dans des tanks stériles.
- Il s'agit de cuves en inox de grand format, avec une double enveloppe permettant de maintenir le lait au froid. La circulation d'eau froide dans la double enveloppe n'est cependant pas nécessaire pour maintenir une basse température sur des durées de stockage courtes (3 jours maximum).
- Une légère thermisation à 60-65°C, au moyen d'un échangeur à plaques, peut être pratiquée si le lait est stocké plus d'une journée à l'usine.

Analyse:

- ✓ Le transporteur de lait se dote d'un bon de livraison contenant la quantité de lait acheminée, qui souvent diffère de la quantité réellement dépotée, et ceci engendre des écarts considérables qui doivent être suivis et traités, pour avoir un état fiable et éviter le cumul d'erreurs.
- ✓ La quantité de lait dépotée est enregistrée directement sur le système de gestion de la production SAP.

2) Traitement thermique (Pré-pasteurisation)

Description : [SOD et BEA, 2007]

- Durant le processus de traitement du lait, la centrifugeuse est couplée en phase descendante à un pasteurisateur qui permet de régler la température d'écémage du lait. Cela signifie que l'on écrème un lait déjà pasteurisé et que l'on récupère, par conséquent, une phase grasse qui a déjà subi un traitement thermique.
- Cette approche est nécessaire pour détruire, de manière précoce, les microorganismes du genre Pseudo-monas qui sont thermolabiles, mais dont les enzymes (protéases et lipases), qu'ils sont susceptibles de produire, sont thermorésistants.

3) Écémage du lait

Description : [SOD et BEA, 2007]

- Cette étape consiste à séparer le lait écrémé de la crème fraîche à l'aide d'une centrifugeuse industrielle. Cette séparation des globules grasses dans le lait est un processus naturel.
 - D'une part, les gouttelettes lipidiques ont une masse volumique inférieure à celle du lait écrémé (920 kg/m³ pour la phase grasse contre 1 034 kg/m³ pour la phase aqueuse) et ont la taille la plus importante de tous les éléments dispersés dans le lait.
 - D'autre part, dans le lait au repos, l'accélération gravitaire permet de faire en sorte que la phase lourde sédimente tandis que la phase légère remonte en surface.
- Une fois les deux produits séparés, la crème fraîche est stockée dans des tanks dédiés au stockage de la crème fraîche qu'on nomme TSC, tandis que le lait écrémé est acheminé vers des tanks de stockage du lait écrémé qu'on nomme TLE, en attendant d'être utilisé dans la fabrication des différents produits Danone.

Analyse :

- ✓ Le logiciel de gestion de la production SAP utilisé par DDA donne une quantité de crème fraîche et de lait écrémé par défaut, or en réalité ces quantités dépendent de la qualité du lait réceptionnée, ce qui induit l'équipe production en erreur sur les quantités réellement disponibles.
- ✓ Ainsi, cette fonctionnalité du logiciel doit être revue pour éviter de fausser les résultats de l'écémage.

B. La reconstitution

1) Poudrage

Description :

- Cette étape est la première phase dans la préparation de la crème dessert, elle s'opère au moyen d'un mélangeur qui, relié au liquiverter, forme un circuit fermé (Figure I.7) où circulent les ingrédients ajoutés à tour de rôle, permettant ainsi leur dissolution et leur mélange.
- Au début, le liquiverter est rempli avec de l'eau chaude et de la matière grasse, jusqu'à arriver à un niveau de 2000L. L'eau circule entre le liquiverter et le mélangeur, puis à chaque fois que l'opérateur poudrage ajoute un ingrédient dans le mélangeur, il est dissout et entraîné grâce à l'eau qui circule dans le cycle fermé.
- Il faut souligner que lors de l'opération poudrage, l'opérateur commence toujours par le sucre vu sa structure cristalline qui demande plus de temps pour être dissoute dans l'eau.
- Le mélange constitué subi alors une agitation à l'intérieur du liquiverter, qui au bout d'une heure de temps, donne une forme homogène à la masse constituée.
- Une fois l'agitation achevée, l'opérateur complète le mélange avec de l'eau pour atteindre le volume de la préparation qui est de 4T.

Analyse :

- Vu les capacités limitées (4T) des tanks, LIQN, TPDN et TSD, l'équipe poudrage est contrainte de préparer uniquement une quantité de 4T à la fois.
- Le LIQN est un tank spécial équipé d'un agitateur automatique. Il a été placé dans le process afin de remplacer le TPND lors de l'opération de poudrage, car l'agitateur du LIQN permet d'homogénéiser et d'améliorer la texture du produit. Néanmoins cet agitateur est à l'arrêt depuis une durée de 2ans. Ainsi dans l'état actuel des choses, cet équipement ne remplit plus la fonction auquel il est destiné, de ce fait il joue le même rôle que le TPDN. Par conséquent le LIQN n'apporte pas de valeur ajoutée au process.

2) Transfert vers le TPDN

Description :

- Cette étape consiste à transférer la masse blanche constituée, du LIQN vers le TPDN, où elle est stockée pendant une durée de 30 à 45min, durant laquelle s'opère une hydratation du mélange d'environ 15 minutes, avant de subir des analyses, pour vérifier son taux de protéine, de matière grasse et d'EST. Ceci permettra de décider de la conformité de la masse blanche.

- Dans le cas contraire une correction sera faite en ajoutant les ingrédients manquants, par exemple de la MGLA en cas de baisse du taux de MG.
- Enfin le produit peut passer à l'étape suivante, qui est le traitement ou la stérilisation.

Analyse :

- L'échantillon doit être relevé de la masse blanche après 15min d'hydratation à l'intérieur du TPDN. Cependant des retards sont observés lors de la prise d'échantillon à cause de la charge de travail qui pèse sur les techniciens qualité chargés de l'opération.
- Le manque de communication entre la salle de contrôle et le laboratoire process est observé, ce qui provoque plus de stress pour les employés.
- Des erreurs de manipulation sont commises au niveau du laboratoire process et aussi lors des passations de consignes pour le changement d'équipe au niveau de la salle de contrôle.

3) Stérilisation

Description :

- C'est un traitement thermique capable d'éliminer les bactéries en faisant passer la masse blanche sous une température de 130°C. La masse blanche est transférée en 1^{er} lieu du TPDN vers le bac de lancement pour assurer un niveau constant, ensuite elle passe par un équipement appelé homogénéisateur dont le rôle consiste à rendre le mélange crème-eau miscible et avoir une texture homogène. Puis par son passage par le stérilisateur elle est chauffée jusqu'à atteindre une température de 130°C.
- A sa sortie du stérilisateur, la masse blanche subit un refroidissement jusqu'à ce qu'elle atteigne une température de 78-79°C, puis elle est enfin envoyée vers le TSD.

Analyse :

- ✓ L'atelier process ne contient qu'un seul stérilisateur qui fonctionne à une cadence de 3T/h. Ceci fait de lui une ressource critique dont DDA a impérativement besoin pour produire la Danette. Ainsi ses arrêts pénalisent tout le processus.

4) Transfert vers le TSD

Description :

- Après le passage par le stérilisateur, la masse blanche est transférée directement vers le TSD où elle est stockée temporairement, en attendant que la conditionneuse soit libre pour entamer le conditionnement du mélange.
- Un deuxième contrôle facultatif est parfois pratiqué à ce niveau.

Analyse :

- ✓ Nous avons remarqué la formation de stocks tampon avant l'opération de conditionnement (dans les TSD), en dépit du fait que :
 - Le produit est très sensible.
 - Il présente des conditions de stockage très sévères (température, temps de stockage dans les différents équipements) (voir annexe 1).
 - Le conditionnement peut commencer directement suite à la stérilisation, après remplissage du TSD par une quantité de 600L.
- ✓ Il existe une seule ligne de soutirage des TSD vers les machines, et vu que la production peut parfois basculer vers une conditionneuse autre que la D1 pour produire la crème dessert Mini-Danette, la D1 est contrainte de rester à l'arrêt.

Remarque:

- Lors du transfert du produit d'une étape à une autre, des pousses sont pratiquées, au début de l'opération par le produit, pour évacuer l'eau contenue dans les canalisations et les équipements, et à la fin de l'opération, par de l'eau de pousse, pour chasser le produit restant dans ces canalisations (Voir Tableau III.12).
- Ces pousses provoquent le mouillage du produit par le contact eau-produit, engendrant ainsi des pertes considérables pour l'entreprise.
- La pousse allant de la sortie du Stérilo vers les TSD se fait à l'aide d'une boule appelée OBUS. Celle-ci permet d'éviter le mouillage du produit, et ainsi de minimiser les pertes dues aux pousses.
- Les pertes de masse blanche, dues aux pousses ne font pas l'objet d'un suivi pour les valoriser, en dépit du fait que la masse blanche de la Danette présente le coût de production le plus élevé des produits DDA.

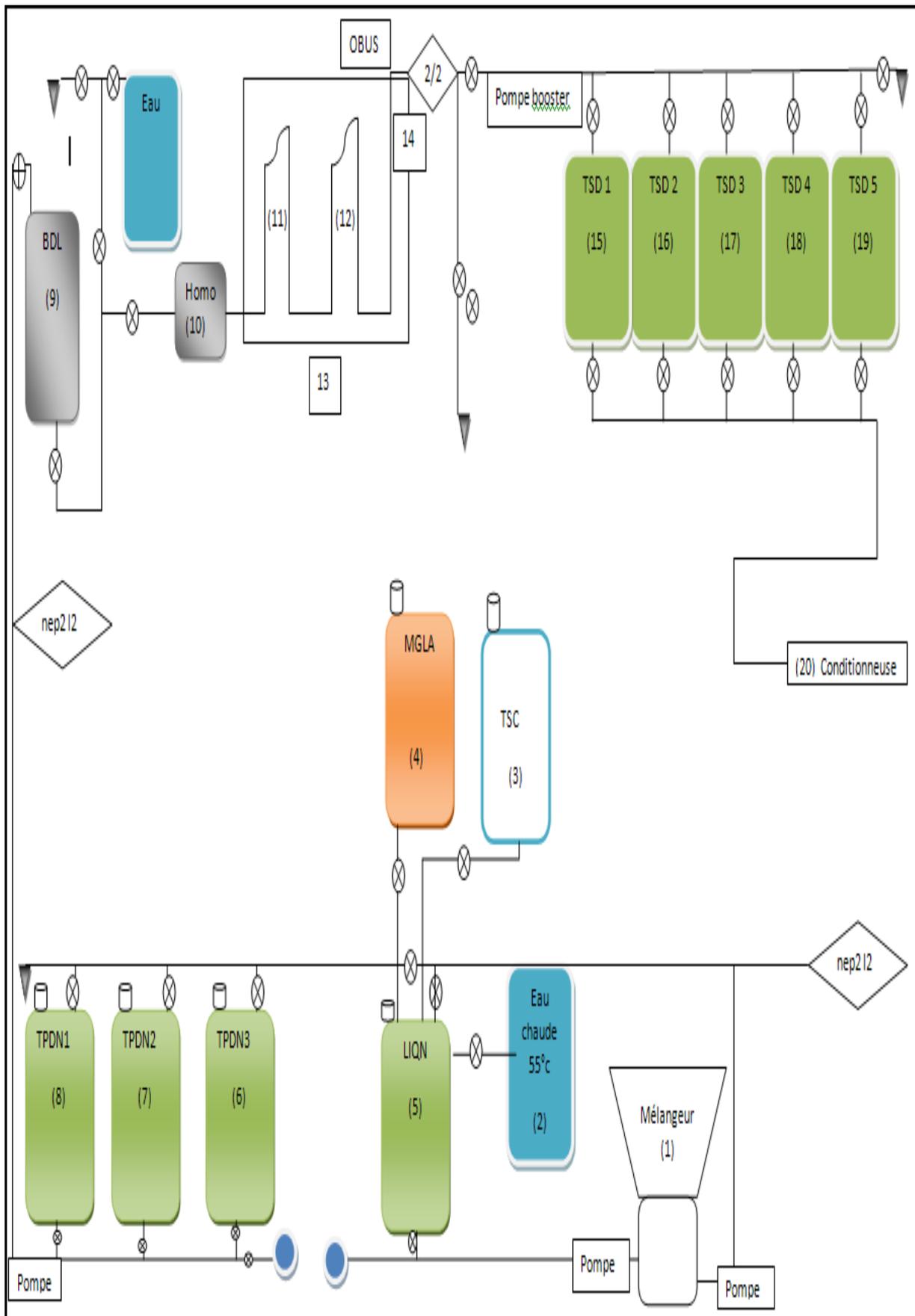
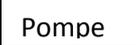
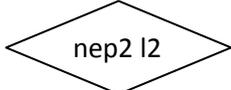


Figure I.5: Schéma de la partie process pour la crème dessert Danette

 : Pompe de soutirage.
  : Bouche d'égout.
  : Eau de pousse.
  : Agitateur.

 : Vanne.
  : Nettoyage en place.

Numéro	Désignation
1)	Mélangeur
2)	Tank eau chaude
3)	Tank stockage crème fraîche
4)	Tank stockage MGLA
5)	Liquiverteur
6)7) 8)	Tank Poudrage Dessert Noir
9)	Bac de lancement
10)	Homogénéisateur
11) 12)	Chambreur
13)	Stérilisateur
14)	Refroidisseur
15)16)17)18)19)	Tank Stockage Dessert
20)	Conditionneuse

Tableau I.5 : Description des équipements du process

5) Analyse globale du process :

- Tous les équipements de la partie process présentent des contraintes: de capacité, de durées de stockage de la MB, et de lavage.
- Tout dépassement du délai de stockage du produit dans un équipement, est sanctionné par la mise à l'égout du produit pour long séjour, ce qui engendre des pertes produit pour l'entreprise.
- Les pertes en masse blanche dues aux pousses ne font pas l'objet d'un suivi rigoureux, alors qu'elles engendrent des surcoûts (voir tableau III.14).

IV.3.2 La partie conditionnement

Description :

- Le conditionnement est la dernière phase du processus de production de la Danette. Elle consiste en la mise en pots de la masse blanche, au moyen d'une machine appelée conditionneuse qui est nommée dessert 1 (D1) (Figure I.7).

- La masse-blanche est injectée à travers des doseurs, dans des pots en plastique, formés à partir d'une bande plastique (BPS). Les pots remplis sont ensuite recouverts avec un film appelé opercule, puis datés (DLC), avant d'être mis dans des caisses. Celles-ci sont par la suite, arrangées sur des palettes pour faciliter leur manutention.
- La capacité théorique de la D1 est de 22 T/ Jr, tandis que sa capacité opérationnelle est de 18.8 T/Jr. Elle fonctionne à une cadence nominale de 200 pots/minute et dispose d'un temps de versage de 32 heures, autrement dit elle travaille 32 heures sans arrêt avant qu'elle ne subisse un lavage.

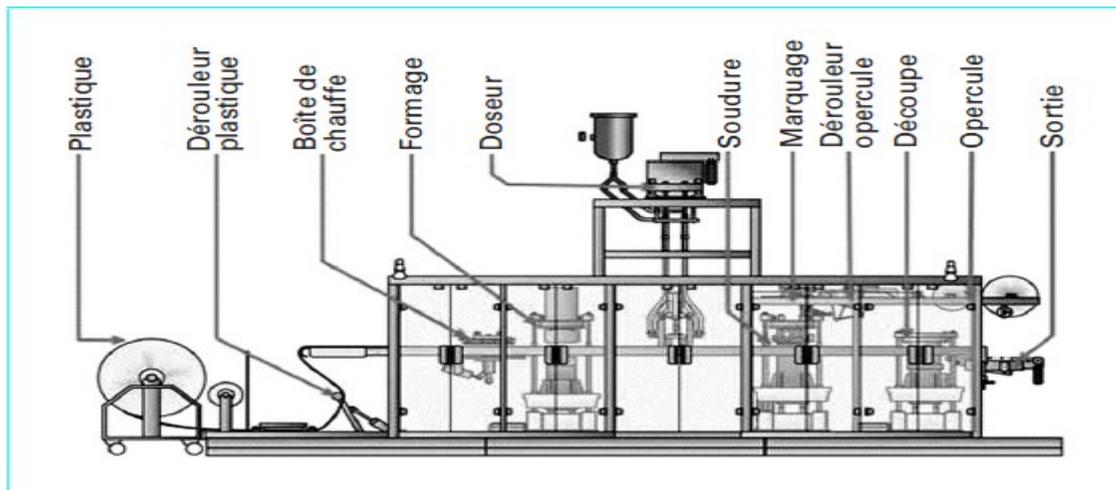


Figure I.6 : Schéma d'une formeuse- conditionneuse

- La conditionneuse est équipée de deux compteurs :
 - Le premier calcule le nombre de pots formés qui correspondent à la consommation de bandes de plastiques, nous le notons par le Compteur 2.
 - Le deuxième calcule le nombre de pots remplis par la D1.
- La relation qui lie compteur 1 au compteur 2 est donné par la formule ci-dessous :

$$\text{compteur 2} = \text{compteur 1} + \text{pertes plastiques}$$

Analyse :

- ✚ A ce stade l'opérateur procède à des contrôles visuels sur ligne, prend six pots et il les pèse, afin de vérifier leur conformité. Ainsi l'opérateur est parfois amené à jeter les pots.
- ✚ L'équipe qualité aussi, procède à des prises d'échantillons pour des contrôles qualité sur ligne.

- ✚ Des arrêts fréquents affectent le fonctionnement de la D1, tant endogènes qu'exogènes. Ils doivent faire l'objet d'une analyse pour les éliminer en vue de gagner des points de performance qui passe par une meilleure disponibilité de la conditionneuse.
- ✚ Les caractéristiques de fonctionnement de la D1, font d'elle un équipement critique du processus (voir V. synthèse de l'analyse).

IV.3.3 Refroidissement et maturation :

- Une fois le produit fini conditionné et rangé dans les palettes, il est transféré vers la chambre rapide, où il est stocké pendant 2 heures pour maturation (gélification).
- Par la suite, il est transféré vers la chambre froide, dans laquelle il est stocké durant 24 heures, pour subir le contrôle qualité final.
- Le produit subit un contrôle physico-chimique (conformité des pots, la DLC, le code-barres, la gélification, le poids (90 grammes),...) ainsi que des contrôles microbiologiques.

IV.3.4 Expédition :

- Dès que le produit est déclaré conforme par le service hygiène et assurance qualité, le service logistique commence son travail en vue de desservir les dépôts de DDA qui sont au nombre de quatre, situés dans les quatre localités de :
 - Akbou (Bejaia).
 - Ain Benian (Alger).
 - Annaba(Annaba).
 - Oran(Oran).
- Ces derniers ont pour rôle d'approvisionner les différents clients distributeurs de DDA.
- L'approvisionnement des quatre dépôts à partir de l'usine est assuré par deux sous traitants, à savoir :
 - **TMF BATOUCHE:** assurant le transport des produits laitiers frais de l'usine aux trois dépôts d'Akbou, Ain Bénian et Oran.
 - **La Flèche Bleue Algérienne:** pour ce qui est de l'approvisionnement du dépôt d'Annaba.

Leurs moyens de transport sont, respectivement, des camions frigorifiques contenant 24 cellules, avec un espace libre de 60 cm permettant d'expédier les quelques caisses n'ayant pas atteint une cellule complète.

IV.3.5 Les indicateurs de performance:

- Le département performance se charge du suivi des flux d'entrée et des réalisations en sortie.
- Afin d'assurer une traçabilité permanente de ces flux, des fiches de suivi ont été mises en place par le bureau méthodes et performance industrielle. Elles sont mises à la disposition de l'ensemble des opérateurs.
- Chaque opérateur est chargé de recenser tout évènement qui apparait lors de la production, ainsi que les quantités consommées et celles produites, les temps d'arrêt, les causes d'arrêts, sans oublier les pertes sur ligne, qui sont enregistrées d'une manière rigoureuse sur ces fiches.
- Les principales fiches de suivi sont :
 - La fiche de suivi poudrage.
 - La fiche de suivi de la production (voir annexe 3).
 - La fiche de suivi des pertes.
- Une fois remplies, ces fiches sont récupérées par l'équipe performance, afin d'en exploiter les données transcrites, et de calculer (selon le diagramme de la figure I.8) les indicateurs de performance relatifs à chaque service:

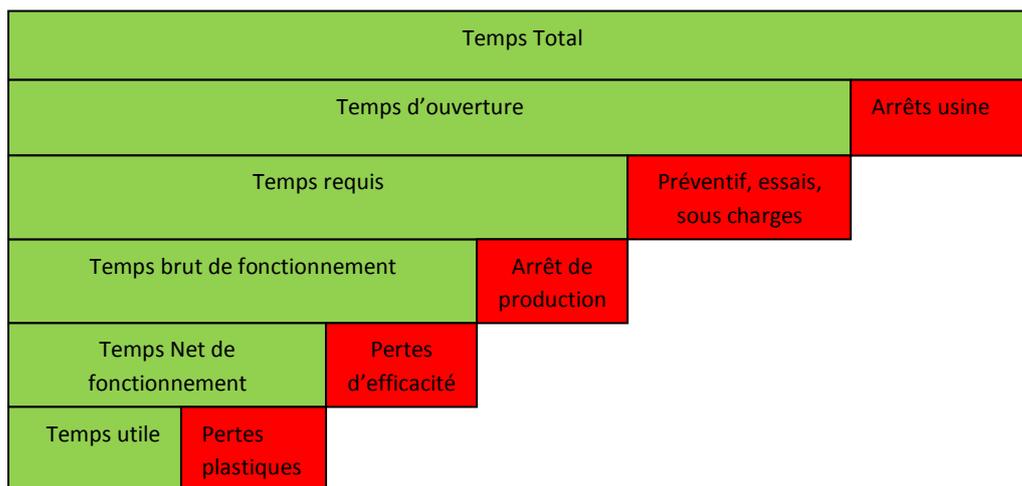


Figure I.7 : Digramme des temps d'états selon DDA

1) Pour le service CUTE :

- En prenant en compte l'analogie entre les temps et les quantités suivantes :
 - ✓ **Temps requis:** équivalent à la quantité théoriquement réalisable.
 - ✓ **Temps net de fonctionnement :** Quantité donnée par compteur 2.
 - ✓ **Temps utile:** Quantité donnée par le compteur 1.

- DDA calcule ses indicateurs comme suit :

$$\text{Utilisation Opérationnelle} = \frac{\text{Temps requis}}{\text{Temps Total}}$$

$$\text{Efficacité Opérationnelle} = \frac{\text{compteur 1}}{\text{Quantité théoriquement réalisable}}$$

$$\text{Efficacité de Production} = \frac{\text{compteur 2}}{\text{Quantité théoriquement réalisable}}$$

2) Pour le service Pertes :

$$\text{Taux de perte} = \frac{\text{compteur 2} - \text{compteur 1}}{\text{compteur 1}}$$

- Chaque indicateur de performance est piloté par un objectif à atteindre, fixé par la direction de l'entreprise afin de pouvoir apprécier sa variation et d'agir en conséquence.

V Synthèse de l'analyse :

- ✚ Les Arrêts fréquents de la conditionneuse entravent la production, et ce pour différentes causes tant endogènes à la machine, qu'exogènes que nous découvrirons tout au long de notre étude, et sur lesquelles s'articulent notre travail.
- ✚ Vu que le stérilisateur fonctionne à une cadence de 3 T/h, la conditionneuse avec une cadence 1.08 T/h et vu la formation de stocks tampon au niveau des TSD (avant conditionnement), la conditionneuse est l'équipement goulot du processus, car sa cadence limite la cadence du processus.
 - Ainsi, des efforts doivent être concentrés sur le goulot, afin d'augmenter sa disponibilité.

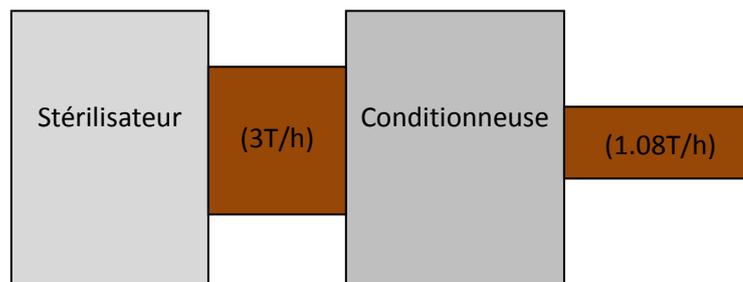


Figure I.8 : Schéma explicatif du goulot d'étranglement

- ✚ L'indicateur d'efficacité opérationnelle utilisé par DDA, n'intègre pas les pertes sur ligne, ni celles enregistrées lors du rebut de produits finis par le service hygiène et assurance alimentaire lors du contrôle final. En effet le temps utile calculé par DDA ne prend en compte que les pertes plastiques (différence entre compteur2 et compteur1), cependant il existe des pertes sur ligne, ainsi que des rebuts suite au contrôle final qui doivent être intégrés.
- ✚ Le planning des préparations nous semble inadéquat, du fait qu'il ne prend pas en considération l'état du process ni celui de la conditionneuse, ce qui laisse souvent la décision de poudrage aux opérateurs. Ceci donne lieu à la formation de stocks tampons vulnérables vu la sensibilité de la masse blanche.
- ✚ Les différentes pousses et les pertes dues aux dépassements des délais de stockage dans les tanks, occasionnent des pertes de masse blanche, qui engendrent des coûts supplémentaires, réduisant ainsi, le bénéfice de DDA. (voir chapitre III partie pertes).
- ✚ Toutes ces anomalies :
 - Entraînent DDA dans son objectif de satisfaction de la demande en crème dessert Danette.
 - Remettent en question la performance de l'entreprise, en termes de coûts, délais, qualité et disponibilité de ses produits.

VI Objectif du travail :

- ✚ Afin d'arriver à augmenter la disponibilité de la conditionneuse, et gagner des points de performance, il faut avant tout avoir des outils de mesure de la performance :
 - Fiables, synthétiques et représentatifs,
 - Intègrent l'ensemble des pertes.
- Ceci pour avoir une image fidèle de la réalité, permettant ainsi, un meilleur pilotage de la production en prenant les décisions les plus adaptées à la situation réelle.
- Toutes ces caractéristiques, sont réunies dans un seul indicateur, qui est le Taux de Rendement Synthétique (TRS) (Voir chapitre II).
- Le TRS est considéré à la fois comme un outil de mesure et de diagnostic, tout en ayant la capacité d'intégrer quatre paramètres qui sont :
 - La maintenabilité de la machine.
 - La disponibilité.
 - La qualité du produit.
 - L'efficacité.

- Cet indicateur nous renseignera sur le fonctionnement de la machine, en relevant toutes les causes de non RS, et nous aidera à proposer un plan d'action pour améliorer l'état actuel.
- ✚ Un autre indicateur qui indique le niveau de réalisation des objectifs de production et qui intègre les causes d'arrêts exogènes à la machine est aussi nécessaire.
 - L'indicateur approprié à cette situation est le Taux de Rendement Global (TRG). (Voir état de l'art).
 - L'évaluation et le suivi de cet indicateur nous donnera un aperçu sur la production, et nous renseignera sur la problématique de départ. (voir présentation de la problématique).
- ✚ Pour réduire les pertes dues au dépassement des délais de stockage, ainsi qu'au mouillage du produit par les différentes pousses, une amélioration du processus s'avère nécessaire :
 - D'une part, pour minimiser le risque de jeter le produit en cas d'indisponibilité de la conditionneuse en évitant tout stock tampon. Nous allons tirer et fluidifier le mouvement des flux en proposant un nouveau planning de poudrage mieux adapté à l'état du processus.
 - D'autre part, pour réduire les pertes, nous proposerons un redimensionnement des équipements par une augmentation des capacités des tanks. Ceci réduira le nombre de poudrages par jour, et ainsi le nombre de pousses et les pertes engendrées par ces dernières.

Chapitre II

Etat de l'art

Face aux contraintes du marché et des donneurs d'ordres, les entreprises actuelles doivent améliorer leur performance afin de respecter les critères de coûts, de délais et de qualité de fabrication. La bonne performance des lignes de production contribue en premier lieu à atteindre ces objectifs.

Dans ce contexte, les indicateurs de performance, qui rendent compte du fonctionnement des lignes de production, apparaissent comme des outils essentiels pour en améliorer le pilotage.

I La Performance :

I.1 Evolution du concept de performance: [EST, 2012]

L'idée de performance n'est pas une notion simple et de nombreuses réflexions se sont succédées à ce sujet. Dans son sens le plus générale, elle est définie comme étant « l'atteinte des buts que l'on s'est fixés ».

Dans le champ de la gestion, le mot « performance » prend des sens variables fortement liées à la notion elle-même mais aussi à la vision générique de l'entreprise.

I.1.1 La Performance, Efficacité et Efficience: [EST, 2012]

Selon Mathe et Gilmour: la performance 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.

C'est le degré d'atteinte des objectifs fixés à moindre coût.

Effectivité: degré d'atteinte des objectifs fixés à moindre coût, tout en améliorant la satisfaction et la motivation des membres de l'organisation.

Le concept d'effectivité est fortement lié à la satisfaction vis-à-vis des résultats obtenus.

L'efficacité suppose une obligation de résultat, par contre l'efficience suppose une contrainte de moyens.

I.1.2 La Performance, Valeur et Coût : [EST, 2012]

De la notion d'efficacité et d'efficience, le concept de performance a évolué vers la prise en compte du couple (valeur, coût).

Selon Philippe LORINO, la performance 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.

Il s'agit donc de créer de la valeur pour les différentes parties (actionnaires, clients, salariés...) prenantes tout en minimisant les coûts.

I.2 Définition de la performance : [EST, 2012]

La performance est bel et bien la réalisation des objectifs organisationnels.

Cette définition très générale met en évidence les trois volets généraux de la performance :

- Elle se traduit par une réalisation ou un résultat.
- Elle s'apprécie par une comparaison.
- La comparaison traduit le succès de l'action.

Pour atteindre un niveau de performance acceptable, l'amélioration de la performance industrielle apparait comme une obligation que nul ne peut renier, or ceci ne peut se faire sans la concordance des directions de production et de commercialisation, il faut ainsi optimiser la gestion des moyens de production à travers l'augmentation de leurs disponibilités qui engendrera une augmentation de la productivité et par la même occasion minimisé les coûts.

I.3 L'approche processus : [MER et TIG, 2007]

L'approche processus est l'une des principes fondamentaux du management, il est identifié dans la norme ISO 9000:2000 par : "un résultat escompté est atteint de façon plus efficiente lorsque les ressources et activités afférentes sont gérées comme un processus".

Les processus ne sont que des représentations construites dans le but d'appréhender la complexité d'un système.

I.3.1 Définition du processus :

Selon la norme ISO 9001 le processus est défini comme l'ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie.

La norme ISO 9001 version 2000 précise que pour qu'un organisme fonctionne de manière efficace, il doit identifier et gérer de nombreuses activités corrélées. Toute activité utilisant des ressources est gérée de manière à permettre la transformation d'éléments d'entrée en éléments de sortie, peut être considérée comme un processus. L'élément de sortie d'un processus constitue souvent l'élément d'entrée du processus suivant.

I.3.2 Typologies des processus :

Selon la norme AFNOR FDX 50-176, la plupart des entreprises déclinent leurs processus en :

- **Processus de réalisation:** concevoir, fabriquer, vendre, acheter, soutenir à l'usage...

- **Processus support** : gérer les ressources humaines, gérer les ressources matérielles, maintenir, gérer le système d'information...
- **Processus de management** : définir une stratégie, l'organiser, la planifier, la communiquer,...

II Pilotage de la performance

II.1 Notion de pilotage de la performance : [NOU et BOU, 2003]

La notion de pilotage identifie l'ensemble des actions correctives à mener lors de l'occurrence d'un évènement. Plus précisément, vu la complexité des processus physiques à contrôler (de l'idée du produit au produit fini vendu) et du champ couvert (du stratégique à l'opérationnel), le mécanisme est multi niveau.

Il est fait de comparaisons, d'itérations, de simulations, ..., et, pour atteindre les objectifs fixés, nécessite entre autres des moyens de mesure et d'évaluations, qui sont des indicateurs et tableaux de bord, et des moyens d'actions relatifs aux leviers de performance.

II.2 Les indicateurs de performance : [HOH, 2009]

La mesure est indispensable à la connaissance et au progrès. L'adage populaire dit que l'on ne connaît que ce que l'on mesure. La mesure seule n'assure pas le progrès, il faut analyser les mesures et déterminer les causes des bonnes et des mauvaises performances, La mesure de la performance s'effectue avec des indicateurs de performance

Les indicateurs représentent des outils indispensables d'aide à la décision. Il est en effet, tout aussi inconcevable de piloter efficacement sa voiture que de manager correctement un processus sans :

- Mesurer ses performances;
- Suivre l'évolution de ses performances;
- Comparer ses performances à l'objectif fixé.

Ainsi, lorsqu'un indicateur révèle un écart entre les performances réalisées et les performances attendues, il est possible de déclencher une action.

II.2.1 Définition d'un indicateur de performance : [EST, 2012]

D'après l'AFNOR FD X50-171 2000 :

« Un indicateur de performance est une information choisie, associée à un critère, destinée à en observer les évolutions à intervalles définis ».

II.2.2 Types d'indicateurs de performance : [EST, 2012]

Lorino propose une typologie d'indicateurs comme suit:

➤ **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.

Toutefois, l'information issue de l'indicateur ne décrit ni la cause, ni la façon dont l'objectif a été atteint, 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.

II.2.3 Caractéristiques des indicateurs de performance :

Les caractéristiques générales d'un indicateur sont :

- La mesure de performance doit être mise en place au niveau même des activités qui lui donnent naissance (émergence d'une évaluation et d'un contrôle local au plus près).
- Les indicateurs doivent être établis en cohérence avec les objectifs.
- Les mesures de performance doivent être facilement quantifiables et contrôlables.
- La performance doit être contrôlable par les personnes qui la mesurent.
- Les mesures doivent être adaptées en fréquence et pouvant être validées.

II.2.4 Mise en place du système d'indicateurs : [Site 1]

La mise en œuvre des indicateurs est définie par la norme AFNOR FD X 50-171 selon les étapes définies dans le schéma ci-dessous :

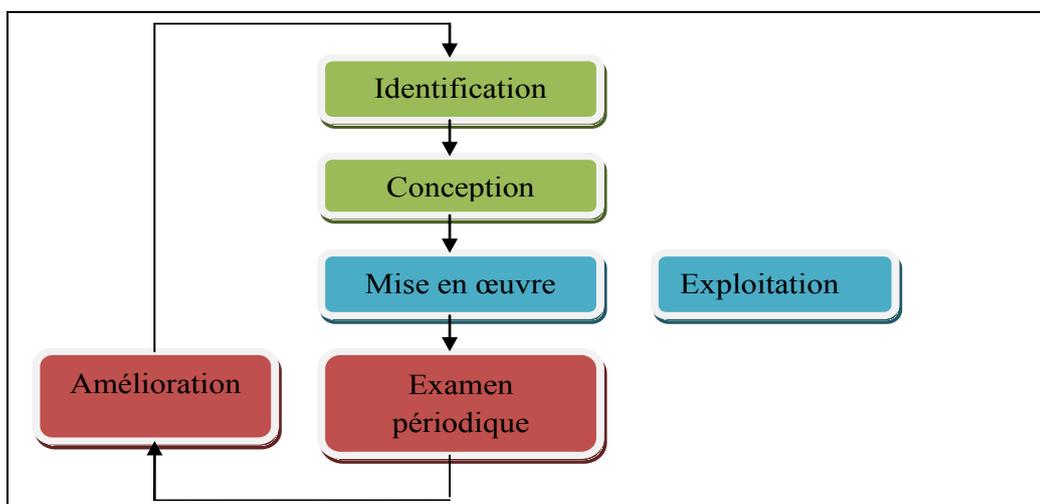


Figure II.1 : Les étapes de mise en place d'un système d'indicateurs

Toute entreprise, dans une optique de mesure et pilotage de la performance, dispose d'un ensemble d'indicateurs. C'est pourquoi, avant de rechercher de nouveaux indicateurs, il

convient de faire un état des lieux des mesures existantes, d'analyser leur pertinence et de comprendre les raisons de leur non-exploitation.

Ce n'est qu'une fois ces indicateurs trouvés que l'on peut commencer à en identifier de nouveaux.

a. Identification de nouveaux indicateurs:

Pour trouver de nouveaux indicateurs, il faut se poser les bonnes questions.

1/ Pourquoi ?

Les indicateurs que nous souhaitons mettre en œuvre devront servir :

- Au pilotage des processus ?
- À évaluer l'efficacité du système ?
- À identifier des axes d'amélioration ?
- À analyser une situation ?
- À prévenir une situation ?

2/ Qui ?

- Quel sera le responsable du suivi ?
- Qui seront les destinataires de l'information ?
- Qui est demandeur de l'information ?

3/ Quoi ?

Souhaite-t-on mesurer les performances :

- Économiques ?
- Quantitatives ?
- Qualitatives ?

La conception des nouveaux indicateurs se décompose en plusieurs phases.

1/ La définition du champ de mesure

- C'est-à-dire sur quoi faire porter la mesure ?

2/ La composition de l'indicateur

- C'est-à-dire comment transcrire les paramètres en données chiffrées ?

3/ La détermination de l'objectif et des seuils avec son client, ses collaborateurs.

4/ L'évaluation de la rentabilité de l'indicateur

Il faut toujours s'assurer que les gains potentiels occasionnés par le suivi d'un indicateur couvriront les coûts associés à son suivi. La mesure doit être utile et rentable.

5/ La définition du fonctionnement de l'indicateur

- Quel est le propriétaire de l'indicateur ?
- Qui sont les destinataires ?

- Quelle est la périodicité de mesure, d'analyse et d'exploitation ?
- Comment et à qui seront communiqués les résultats ?

b. Mettre en œuvre et exploiter les indicateurs:

La mise en œuvre des indicateurs passe en premier lieu par la formation des acteurs impliqués. Les pilotes de processus sont formés à l'alimentation du tableau de bord, les collaborateurs à la lecture et l'analyse des informations contenues dans ce tableau de bord.

Le système d'indicateurs validé, il est nécessaire de piloter et d'animer l'équipe des pilotes de processus pour garantir la mise à jour du tableau de bord.

La finalité des indicateurs est de statuer sur les performances du système. Dès qu'un objectif n'est pas atteint, les raisons doivent être analysées et des actions d'amélioration engagées.

c. Revoir et améliorer les indicateurs:

C'est à l'issue de l'exploitation sur une période significative que peut être évaluée la performance du système d'indicateurs. Trois aspects doivent alors être évalués.

1/ La pertinence des indicateurs

- Les indicateurs sont-ils utiles ?
- Sont-ils adaptés au système de management ?
- Est-il nécessaire de faire varier les indicateurs ?

2/ La satisfaction des utilisateurs

- Les utilisateurs rencontrent-ils des difficultés de mise en œuvre de la mesure ?
- Les utilisateurs ont-ils compris le fonctionnement et l'intérêt du tableau de bord ?
- La mesure doit-elle être optimisée pour gagner du temps ?

3/ La nécessité de faire évoluer le système d'indicateurs

- Doit-on faire évoluer, maintenir, modifier, supprimer ou ajouter des indicateurs ?

II.3 Les tableaux de bord :

La mesure grâce à des indicateurs est indispensable à la connaissance et au progrès, mais installer des indicateurs n'est pas suffisant. En effet, la multiplicité des indicateurs et leur éparpillement dans les sections et les services ne favorisent pas leur analyse, et ils finissent par n'être au mieux que des chiffres produits par l'habitude. Afin que les indicateurs soient utiles, il faut qu'ils soient mis en perspective dans une synthèse qui autorise une analyse globale. Cette synthèse est nommée tableau de bord

II.3.1 Définition d'un tableau de bord: [HOH, 2009]

Le tableau de bord est un ensemble d'indicateurs peu nombreux conçus pour permettre aux gestionnaires de prendre connaissance de l'état et de l'évolution des systèmes qu'ils pilotent et d'identifier les tendances qui les influenceront sur un horizon cohérent avec la nature de leurs fonctions.

C'est un outil de pilotage qui souligne l'état d'avancement dans lequel se trouve le processus afin de permettre au responsable de mettre en place des actions correctives.

II.3.2 Type de tableaux de bord : [EST, 2012]

Il existe deux types de tableaux de bord :

- **Destiné au reporting** : servant à rendre des comptes sur les résultats obtenus et à dialoguer entre niveaux hiérarchiques (et souvent aussi entre fonctions). Il contient l'ensemble des indicateurs stratégiques ainsi que les indicateurs opérationnels les plus pertinents pour apprécier de l'adéquation de l'action à l'objectif stratégique.
- **Destiné au pilotage** : permettant de suivre l'avancement des plans d'action et les résultats obtenus par ceux-ci (contribution aux résultats de l'entité). Ces derniers ont vocation à rester en diffusion interne à la collectivité.

II.3.3 Caractéristiques d'un tableau de bord:

Un tableau de bord utile contient généralement 4 éléments essentiels:

- Un tableau rassemblant les indicateurs pertinents.
- Un graphique pour présenter l'information la plus représentative des données du tableau.
- Un commentaire clair, précis et concis donnant des indications sur les actions achevées, en cours, et à venir.
- Un encart de références avec les coordonnées de l'émetteur et les sources utilisées.

II.3.4 Mise en place du tableau de bord : [Site 1]

La construction du tableau de bord doit faire ressortir la cohérence entre les objectives qualités et les orientations stratégiques de l'entreprise. Il doit en outre permettre d'identifier le niveau de performance de chaque processus du système.

A. Construction du tableau de bord :

La construction du tableau de bord consiste à consolider, au sein d'un même document, les indicateurs les plus représentatifs de la performance du système de management de l'entreprise.

a. Construire un tableau de bord croisé:

Concernant la mesure des performances de tout système de production, la norme ISO 9001 exige :

- Que des objectives qualités mesurables (en lien direct avec la politique qualité) soient établies aux niveaux appropriés.
- De surveiller, et lorsque cela est possible, de mesurer l'efficacité des processus, c'est-à-dire leur aptitude à atteindre des résultats planifiés.

La construction du tableau de bord doit donc prendre en compte la nécessité de communiquer les performances de chaque processus ainsi que l'aptitude de l'organisation à s'inscrire dans les axes stratégiques fixés par la direction.

b. Les informations à intégrer au tableau de bord :

Le tableau de bord doit regrouper les informations nécessaires à une bonne compréhension des forces et faiblesses de l'entreprise mais aussi de sa faculté à progresser.

Le tableau de bord peut ainsi consigner :

- L'intitulé (explicite) des indicateurs.
- Les fréquences de suivi des indicateurs.
- Les objectifs/cibles.
- Les seuils d'alerte, les seuils intermédiaires (permettant de déclencher des actions d'amélioration pour pallier à la non-atteinte d'un objectif).
- Les résultats précédents.
- L'évolution des résultats.

III Amélioration de la performance des processus de production

Les entreprises manufacturières doivent améliorer leur performance pour rester compétitives et viables. Certaines s'appuient sur les principes du Lean Manufacturing pour y parvenir. Le mot anglais «Lean» signifie littéralement «maigre». Le Lean Manufacturing, le plus souvent traduit par «production au plus juste», est fondé sur la recherche du minimalisme, du juste nécessaire pour produire, et plus largement pour satisfaire le client.

III.1 Le Lean Manufacturing : [PET, 2012]

II.1.1 Définition du Lean Manufacturing :

Le Lean Manufacturing est un nom générique qui désigne un système de production originellement développé par Toyota et désormais utilisé de par le monde dans tous les secteurs industriels. Le Lean est défini comme une approche systématique qui vise à identifier et éliminer tous les gaspillages (activités à non-valeur ajoutée) au travers d'une amélioration continue en vue d'atteindre l'excellence industrielle.

Au-delà d'un simple système de production, le Lean est avant tout une philosophie, une façon de voir et de penser, dont il est important de connaître les fondements pour en apprécier tout l'intérêt.

III.1.2 Les piliers du Lean Manufacturing :

a. L'excellence industrielle:

La bonne qualité des produits, la réduction des coûts d'exploitation et la performance des processus sont des objectifs que tout industriel se doit d'atteindre pour développer et pérenniser son activité.

La recherche de cette excellence industrielle est une quête longue et difficile qu'on associe souvent à la construction d'un édifice pierre après pierre comme indiqué dans la figure ci-après. Dès lors, on comprend que la robustesse et le gigantisme du monument dépendent directement de la qualité des fondations et autres piliers de l'édifice.

La stabilité des ressources, la confiance mutuelle entre les opérationnels et le management sont des fondamentaux, la performance des processus et la bonne qualité des produits étant les pré-requis à toute réduction de coût.

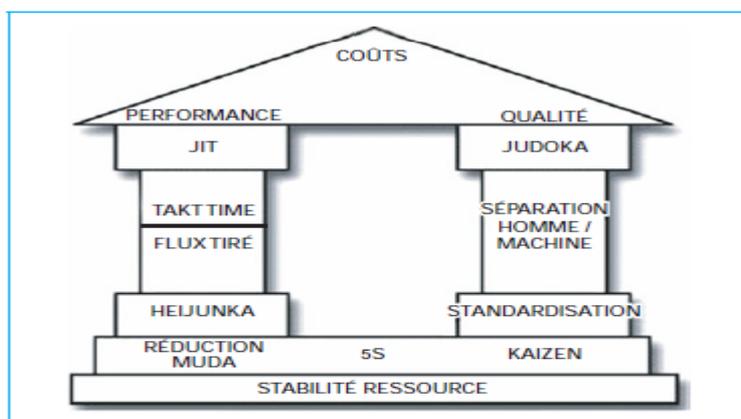


Figure II.2 : Les piliers de l'édifice Lean

b. Notions de gaspillage:

Les gaspillages se présentent sous trois formes distinctes, appelées les « 3 Mu » :

Muri: désigne des situations irrationnelles qui conduisent à l'excès ;

Mura: désigne les variations qui affectent le fonctionnement nominal du processus ;

Muda: désigne toutes activités qui viennent s'ajouter au processus sans contribuer à créer de la valeur au produit (tâche à non-valeur ajoutée).

Le Lean Manufacturing intervient dans l'identification, l'élimination ou la réduction des Muda. Ces derniers se matérialisent sous 8 différents types de gaspillages :

- Surproduction.
- Attentes, retards.
- Transports.
- Stocks excédentaires (matières premières, produits semi-finis).
- Sur qualité.
- Déplacements.
- Erreurs, défauts ou oublis.
- Compétences.

c. Kaizen:

En japonais le mot « Kaizen » signifie amélioration à « petit pas » ou continu et implique tous les acteurs du processus dans la promotion d'améliorations simples et « bon marché ».

Cette philosophie de tous les jours est basée sur le bon sens et l'expérience des opérationnels.

d. Juste à Temps:

L'acronyme « Just in time » JIT ou juste à temps désigne un concept qui consiste à fournir/recevoir les bons composants, en quantité exacte, au lieu et en temps voulu.

Le flux tiré est un mode de gestion de production selon lequel les matières premières ou les pièces ne progressent dans la chaîne de fabrication que lorsque la demande les réclame.

Une gestion par flux tirés associée à une pratique JIT élimine la surproduction et réduit drastiquement les niveaux de stock (obsolescence, capitaux engagés...).

III.2 La démarche TPM: [BUF, 2006]

La TPM, acronyme de Total Productive Management, est un projet d'entreprise qui doit être intégré dans une politique à long terme. C'est une démarche de progrès permanent, à petits pas mais de manière continue, qui vise la performance économique de l'entreprise.

Total Productive Maintenance et TPM sont des marques déposées par le Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM).

III.2.1 Qu'est ce que la TPM :

Jean Bufferne, instructeur TPM certifié JIPM, définit la TPM comme :

« Une démarche globale d'amélioration permanente des ressources de production qui vise la performance économique des entreprises».

Selon Sei-Ichi Nakajima, la TPM est: « une démarche pour améliorer la performance de l'équipement en impliquant tout le personnel de l'entreprise à travers des activités en petits groupes ».

- Total = Impliquer tout le monde. Il est toujours possible d'améliorer.
- Productive = Recherche de la meilleure efficacité possible, de la performance.
- Maintenance = Conserver les conditions optimales de production.

La TPM est une démarche d'amélioration permanente, à petits pas, définie sous le terme de Kaizen, l'un des cinq piliers du Lean Manufacturing et elle intègre des outils tels que le SMED, le PDCA (Plan Do Check Act) et l'auto- maintenance.

III.2.2 Structure de la Démarche TPM :

"Démarche structurée, transverse et participative, la TPM se décide au niveau de la direction et se déploie sur le terrain, avec les gens du terrain" précise Christian Hohmann.

La mise en œuvre de la TPM passe par une phase initiale consistant à retrouver les conditions normales d'utilisation des équipements et à identifier les 16 causes de pertes d'efficacité du système de production.

La structure de la démarche est fondée sur cinq principes qui s'appuient sur huit piliers. Les cinq principes de la TPM sont les suivant :

Principe n°01: atteindre l'efficacité maximale du système de production ;

Principe n°02: démarrer le plus rapidement possible les nouveaux produits et les nouveaux équipements ;

Principe n°03: stabiliser les 5M à un haut niveau par l'obtention de la performance maximale des ressources de production (zéro défaut, zéro panne et TRG ou TRS maximal) ;

Principe n°04: obtenir l'efficacité maximale des services fonctionnels ;

Principe n°05: maîtriser la sécurité, les conditions de travail et respecter l'environnement.

L'atteinte de ces objectifs passe par le respect de 8 piliers, le premier de ces piliers est l'amélioration au cas par cas et l'élimination des pertes.

La TPM dénombre 16 causes de pertes. Elles concernent la performance des équipements, de la main d'œuvre, des matières et de l'énergie. Toutefois Nous nous intéresserons plus particulièrement aux causes de pertes de performance concernant les équipements.

Ainsi La TPM vise à réduire à zéro les causes de pertes pour améliorer les performances des ressources de production et obtenir l'efficacité maximale des équipements. Ce qui nécessite :

- D'améliorer la fiabilité intrinsèque et opérationnelle des équipements.
- D'améliorer les méthodes et procédés de fabrication.

III.2.3 Les indicateurs de la TPM :

Selon P. PONTIER, la TPM est une « démarche globale de management des équipements afin d'améliorer les performances industrielles ».

Elle vise donc à favoriser l'efficacité et l'efficacités globale des processus de production. Cela signifie qu'il faut augmenter les performances de l'ensemble des ressources productives et le rendement global des équipements.

L'efficacité et l'efficacités s'identifient à deux notions qui sont la notion de disponibilité et la notion de cadence respectivement que nous pouvons représenter par une combinaison d'indicateurs, l'un a pour tâche d'améliorer la cadence et par conséquent l'efficacités du processus de production et l'autre s'attaque à améliorer la disponibilité pour obtenir des points d'efficacité.

Cette combinaison d'indicateurs correspond aux indicateurs : Taux de Rendement Global (TRG) et Taux de Rendement Synthétique (TRS), qui constituent les variables clés de la méthode TPM. Ces deux indicateurs doivent être considérés comme des outils de progrès et non juste comme de simples indicateurs.

A. Décomposition des temps d'un moyen de production : [KOM et EFA, 2006]

La décomposition des temps d'état d'un moyen de production n'étant pas normalisée, chaque entreprise utilise ces référentiels comme bon lui semble. Dans une optique de standardisation et pour permettre une comparaison dans la plus grande prudence entre deux TRS ou bien entre deux TRG, une norme française a fixé les règles depuis mai 2002: c'est la NF E 60-182. Elle fractionne les temps de référence de la manière suivante :

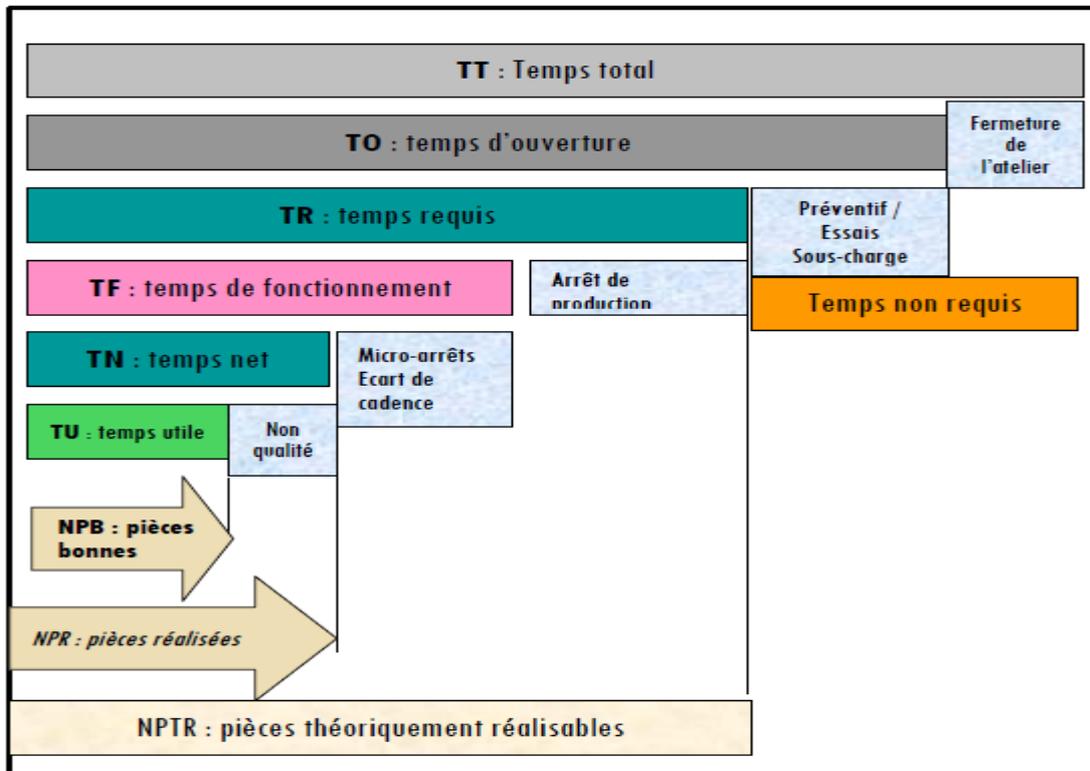


Figure II.3 : Les temps d'état d'un moyen de production selon la norme NFE 60-182

- **Temps d'ouverture :** Il s'agit du temps de présence des opérateurs pour chacune des sections. Par exemple, pour un atelier fonctionnant en 3*8, son temps d'ouverture atelier sera de 24H.
- **Temps requis :** Il correspond aux temps réellement mesurés, c'est-à-dire la somme des temps de production et des arrêts. Par rapport au temps d'ouverture atelier, nous supprimons les temps pendant lesquels les machines ne tournent pas, soit parce que la machine n'est pas utilisée, soit parce que les temps ne sont pas pointés.
- **Temps de fonctionnement brut :** 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. Nous allons retrancher ici au temps d'ouverture machine tous les problèmes d'arrêts subis, c'est-à-dire les pannes, le manque de personnel, le manque de matière...

- **Temps de fonctionnement net** : En général, il est calculé en multipliant les temps alloués unitaires et la quantité fabriquée. Par rapport au temps de fonctionnement brut, nous déduisons tout ce qui représente la sous performance, c'est-à-dire les micro-arrêts et les écarts de cadence.
- **Temps utile** : Il représente le temps réellement passé à fabriquer des pièces bonnes. Nous enlevons au temps de fonctionnement net le temps de fabrication de pièces rebutées, pour ne garder que celui correspondant aux pièces bonnes. C'est ce temps qui est pris en référence pour calculer les ratios du TRS et le TRG.

B. Taux de rendement synthétique : [SID et TAT, 2006]

Le TRS a été introduit avec l'approche Total Productive Maintenance (TPM; en français, maintenance productive totale), qui vise à améliorer le rendement des machines par une démarche structurée, proactive et participative.

Le TRS est un indicateur de productivité qui rend compte de l'utilisation effective d'un moyen de production. Il mesure la performance d'un système de production par analyse d'un poste goulet limitant la productivité, mesure des actions de progrès et permet d'identifier les pertes. Il représente un excellent outil d'investigation, un moyen de mesure de l'efficacité des processus. Il permet d'assurer le suivi des démarches du progrès, ainsi que la mise en œuvre d'un outil de pilotage de la production. Mathématiquement, il se définit par le produit du taux de qualité (T_q) par le taux de performance (T_p) et par la disponibilité opérationnelle (D_o) comme suit :

$$TRS = T_q * T_p * D_o$$

Démarche pour le calcul du TRS:

Le TRS se décompose en trois grands éléments :

- Le taux de disponibilité.
- Le taux de performance.
- Le taux de qualité.

a. Le taux de disponibilité :

Le taux de disponibilité indique, par rapport à une présence 24 h/24 et 365 jours par an des installations dans l'entreprise, le pourcentage de temps de fonctionnement de ces installations. L'unité de mesure est le temps.

Il faut remarquer que ce taux de disponibilité ne dit pas si l'installation a fonctionné à une cadence optimale ou si les produits fabriqués sont de qualité.

On distingue généralement deux types de taux de disponibilité :

- Le taux de disponibilité brut.
- Le taux de disponibilité net.

- **Le taux de disponibilité brut :**

Compare le temps de fonctionnement à la disponibilité 24 h/24 et 365 jours par an de l'installation dans l'entreprise. Ce taux indique dans quelle mesure l'entreprise utilise un investissement qu'elle a fait et il permet d'orienter de nouvelles décisions d'investissement.

- **Le taux de disponibilité nette :**

Compare le temps de fonctionnement à la disponibilité nette. Cette disponibilité nette correspond à la disponibilité brute, diminuée des « causes externes de non fonctionnement ». Le taux de disponibilité nette indique dans quelle mesure l'entreprise utilise les installations lorsque celles-ci pourraient fonctionner.

- b. Le taux de performance :**

Le taux de performance indique pour sa part dans quelle mesure la cadence optimale de l'installation a été atteinte. Il divise les volumes réellement produits par les volumes que l'on peut produire lorsque les installations fonctionnent à la cadence optimale.

L'unité de mesure est le volume produit, exprimé généralement soit en tonnes, soit en unité physique ou soit en volume.

Il faut noter que l'on parle bien de cadence optimale de l'installation et non de cadence maximale.

- La cadence maximale représente la limite technique de l'installation et dépend par exemple de la puissance d'un moteur.
- La cadence optimale est égale ou inférieure à cette cadence maximale et prend en compte les différentes contraintes, comme des contraintes d'optimisation de l'énergie consommée, des contraintes de qualité des produits ou des contraintes humaines.

Il est important d'utiliser une cadence optimale qui soit constante dans le temps. Les contraintes stratégiques qui conditionnent le choix de cette cadence ne changent pas tous les mois. C'est pour cela qu'il est impératif de fixer la cadence optimale pour une durée suffisamment longue.

c. Le calcul de taux de qualité :

Le taux de qualité indique dans quelle mesure les volumes ont été produits dans le respect des normes de qualités (ou des spécifications des produits), en divisant les volumes conformes par les volumes totaux produits. Comme pour le taux de performance, l'unité de volume utilisée est le volume exprimé en tonne, en unité...

Dans certains cas, les volumes qui ne respectent pas les spécifications qualité sont réintégrés dans le processus de production pour y subir un nouveau cycle de transformation. Dans la mesure où l'intégralité de ces produits sont retraités et correspondent finalement aux spécifications demandées, le taux de qualité sera de 100%, et c'est le taux de performance qui reflètera en définitive ces problèmes de qualité.

Dans d'autres cas, les volumes qui ne respectent pas les spécifications qualité ne peuvent être retraités et doivent soit être jetés, soit être déclassés et vendus comme produits de second choix. Ces produits ne correspondent pas aux spécifications qualité initialement souhaitées et ils dégradent en conséquence le taux de qualité.

C. Taux de Rendement global : [BUF, 2006]

Le Taux de Rendement Global (en anglais Overall Equipment Effectiveness, O.E.E) est un indicateur fondamental de la mesure de la performance industrielle. Il est employé dans la majeure partie des cas dans des industries de manufacture (système de production).

Il permet de répondre à de nombreuses questions stratégiques (actions à engager pour optimiser la production, efficacité de l'organisation, besoin d'investissement...).

Il exprime la réalité de fonctionnement par rapport à un idéal de fonctionnement et il permet de visualiser les différentes pertes de rendement d'utilisation, de performance et de qualité.

a. Définition du TRG :

Le Taux de Rendement Global est un ratio entre deux quantités de temps, ou deux quantités de pièces produites.

Il y a deux types de temps :

- Les temps nécessaires à la fabrication de pièces bonnes (temps utile) ;
- Le temps disponible (ou temps d'ouverture).

La formule pratique de calcul est donnée par :

$$TRG = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps d'ouverture}}$$

b. La différence entre le TRS et le TRG :

La différence entre le TRS (Taux de Rendement Synthétique) et le TRG vient de la prise en compte différente du temps d'ouverture.

Pour le TRG, comme expliqué plus haut, nous allons utiliser le temps d'ouverture atelier comme base de calcul. Le TRG va mettre en valeur le manque de charge, le rendement de l'atelier, le manque de personnel.

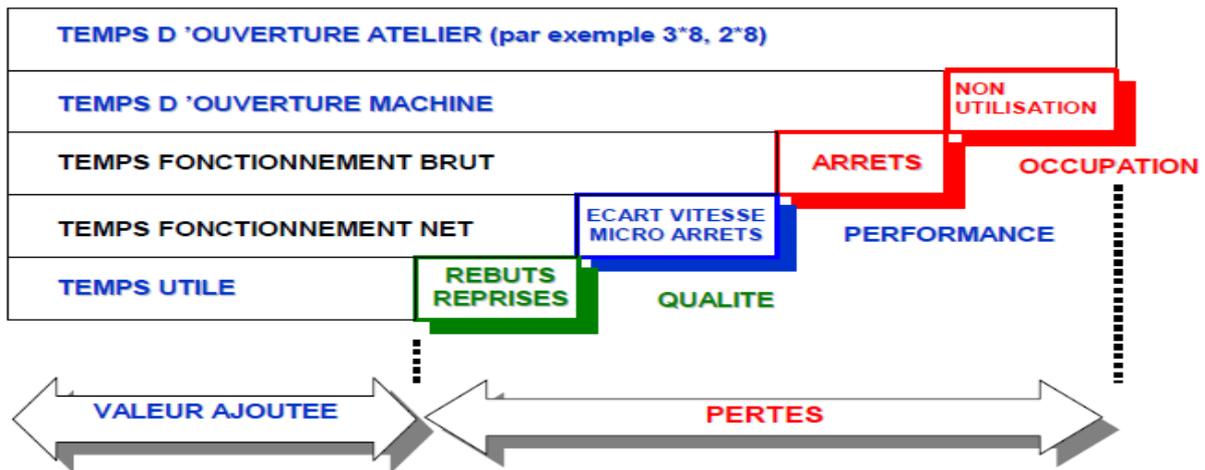


Figure II.4 : Le calcul analytique du TRG

Pour le TRS, le temps d'ouverture machine (temps requis) sera la base de calcul. Le TRS va plutôt mettre en valeur dans un atelier les problèmes d'arrêts machines, les rebuts...

Le TRS exprime les Pertes de Rendement

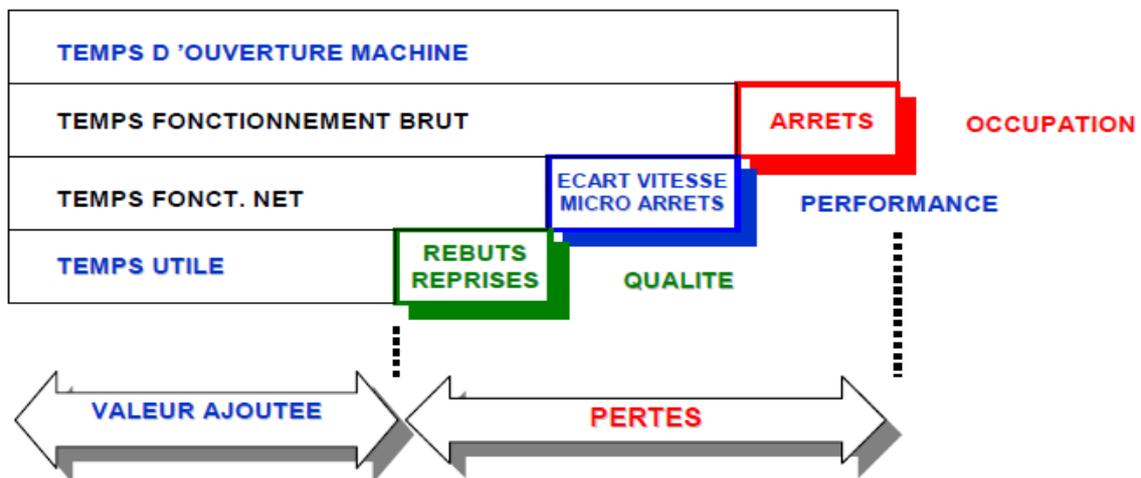


Figure II.5 : Le calcul analytique du TRS

Conclusion :

Ce panorama de concepts très riches nous a aidé à la mise en œuvre pratique d'un projet d'amélioration de la performance. Il s'agit d'effectuer un diagnostic de l'existant pour le processus de production de la crème dessert puis d'établir un plan d'action permettant d'atteindre les objectifs visés.

Chapitre III

Partie pratique

Dans ce chapitre nous allons :

- ✓ *Mesurer et analyser nos indicateurs de performance, tout en cherchant les causes de perte de performance.*
- ✓ *Etude et suivi des pratiques employées dans la partie process, en faisant un suivi des flux physiques, (temps, quantités,...).*

Première partie : Mise en place, évaluation et analyse des indicateurs

Nous allons, en premier lieu, déployer la démarche de calcul des deux indicateurs TRS et TRG, en précisant les données exploitées et les formules de calcul choisies.

Par la suite, nous allons procéder à la présentation, l'analyse et l'interprétation des résultats.

I Démarche pratique pour le calcul du TRS et du TRG

I.1 Paramétrage du tableau de bord :

- Afin d'arriver à exploiter au mieux nos indicateurs, dans une perspective d'amélioration de la productivité, nous avons mis en œuvre un tableau de calcul sous Excel qui nous permettra d'effectuer le calcul et le suivi de ces deux indicateurs.
- Pour ce faire, nous avons mis en place une démarche de calcul qui repose sur une collecte de données, à l'aide de fiches de suivi de production exploitées par le département méthodes et performance industrielle. (voir Annexe 4)
- Les données d'entrée du tableau sont les suivantes :

A. Les quantités (en nombre de pots):

Ce sont les différentes quantités de pots obtenues à la sortie de la conditionneuse; nous rappelons que cette dernière est équipée de deux compteurs :

- ❖ Compteur 2: indique la consommation de plastique qui correspond aux nombres de pots formés.
- ❖ Compteur 1 : indique le nombre de pots produits remplis.
- **La capacité théorique CT:** c'est la quantité que la machine devrait réaliser durant le temps d'ouverture, elle se calcule en multipliant la cadence théorique par le temps d'ouverture.
- **La quantité théoriquement réalisable NPTR :** c'est la quantité de pots que la machine devrait réaliser durant le temps requis, on l'obtient en multipliant la cadence théorique par le temps requis.
- **La quantité totale de pots produite (compteur 1):** c'est le nombre de pots remplis produits.
- **La quantité de pots mise en palette :** c'est la quantité de pots remplis produite, et mise en palettes, elle est déduite comme suit :

La quantité de pots mise en palette = compteur 1

- le nombre de pots remplis jetés par l'opérateur
- le nombre de pots pris pour le contrôle qualité.

- **La consommation plastique (compteur 2) NPR** : constitue la quantité de pots réalisée. Elle correspond à la consommation plastique de la conditionneuse.
- **La quantité totale de non qualité** : c'est le nombre de pots non remplis jetés (pertes plastiques) auquel on ajoute le nombre de pots remplis jetés par l'opérateur, et le nombre de pots déclassés suite au contrôle qualité final avant l'expédition.
- **Quantité conforme NPC** : c'est le nombre de pots conformes, prêts à être livrés.

B. Les temps : (en minutes)

- **Temps d'ouverture** : temps théorique de fonctionnement maximum durant lequel l'usine est ouverte.
- **Préventif, essais et sous charge** : c'est le temps non utilisé correspondant aux arrêts pour maintenance préventive, manque de commande, essais de nouveaux produits ou de machines.
- **Temps requis TR**: c'est le temps durant lequel la machine est prête à produire avec une commande et du personnel en place.
- **Les temps d'arrêt R_i** : ce sont les différents temps d'arrêts machine tant induits que propres.
 - ❖ **Temps d'arrêts induits** : c'est le temps correspondant à l'ensemble des arrêts non liés au fonctionnement de la machine, comme les arrêts nettoyage, les changements d'équipe ou le manque de palette.
 - ❖ **Temps d'arrêts propres** : ce sont l'ensemble des temps d'arrêts dus aux défauts liés au fonctionnement de la machine, ils se résument exclusivement dans les pannes techniques.
- **Temps d'arrêt total** = $\sum R_i$
- **Temps brut de fonctionnement TBF**: c'est le temps de production réellement mesuré.
- **Temps net de fonctionnement TNF**: correspond au temps où la machine produit à sa cadence réelle, il est donné par la formule suivante :

$$TNF = \text{temps requis} * \text{production totale (compteur2)} / \text{capacité théorique}$$

- **L'écart de cadence**: correspond aux pertes de performances pour ralentissement, il est égal à la différence entre la cadence théorique et la cadence réelle due aux micros-arrêts.

$$\text{écart de cadence} = TBF - TNF$$

- **Temps utile TU**: C'est le temps où la machine fabrique des produits conformes.
- **Temps de non-qualité TNQ**: temps passé à fabriquer des produits non conformes.

$$\text{Tel que: } TNF = TU + TNQ$$

Une fois les données réunies : le calcul des indicateurs se fait comme suit :

- **Taux de qualité T_q** : il est exprimé par le rapport entre le nombre de pots conformes et le nombre de pots réalisés (compteur2).

$$T_q = \frac{\text{nombre de pots conformes}}{\text{nombre de pots réalisés}} = \frac{NPC}{NPR}$$

Il est aussi exprimé en termes de temps, par le rapport entre le temps utile et le temps net de fonctionnement.

$$T_q = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps de fonctionnement net}}$$

- **Taux de performance T_p** : c'est le rapport entre le temps net de fonctionnement et le temps brut de fonctionnement de la machine.

$$T_p = \frac{\text{temps net de fonctionnement}}{\text{temps brut de fonctionnement}} = \frac{TNF}{TBF}$$

- **Disponibilité opérationnelle Do** : se définit comme étant le rapport entre le temps brut de fonctionnement et le temps requis.

$$Do = \frac{\text{temps brut de fonctionnement}}{\text{temps requis}} = \frac{TBF}{TR}$$

- **Le TRS :**

Le TRS se déduit comme suit :

- Soit en multipliant les trois indicateurs précédents $TRS = Do * T_q * T_p$
- Soit en calculant le rapport entre le nombre de pots conformes (NPC) et le nombre de pots théoriquement réalisables (NPTR).

$$TRS = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps requis}} = \frac{NPC}{NPTR}$$

- **Le TRG:**

Cet indicateur est calculé en divisant le temps utile par le temps d'ouverture, il est mis en place pour apprécier le degré d'atteinte de l'objectif journalier de production en mesurant des volumes de productions atteintes.

$$TRG = \frac{\text{temps utile}}{\text{temps d'ouverture}} = \frac{NPC}{CT}$$

I.2 Fixation des objectifs pour les deux indicateurs de performance :

- Pour piloter au mieux la production, chaque indicateur est lié à un objectif, afin de pouvoir se situer et déclencher une action en cas d'éloignement de ce dernier.
- Dans notre cas, les objectifs respectifs, du TRG et du TRS sont fixés en fonction de l'objectif de production, et de la cadence de la conditionneuse, comme suit :
 - D'une part, étant donné la cadence nominale de la D1, qui est de 200 pots/minutes, ce qui fait une production de 288000 pots/jour dans des conditions parfaites de marche.
 - Or la machine est contrainte de s'arrêter 146 minutes pour lavage toutes les 32 heures, autrement dit, 110 minutes de lavage par jour. Ainsi la machine ne peut produire que 266000 pots/ jours, dans le cas où il n'y a pas d'arrêts en dehors du lavage.
 - D'autre part, le marché de la crème dessert absorbe en moyenne 22 tonnes/jours, équivalent à 245000 pots.
 - Cette quantité est réalisable avec la capacité de production actuelle.
 - De ce fait, nous pouvons fixer un objectif de production de (245000/266000), soit 85% pour nos deux indicateurs TRG et TRS.

I.3 Construction du tableau de bord :

- Suite à l'étude des formules et des données d'entrée, nous avons construit un tableau sous Excel (Tableau III.1) tel que :
 - ✓ Les lignes vertes représentent les données collectées.
 - ✓ Les lignes rouges sont des données théoriques.
 - ✓ Les lignes marron sont calculées à partir des données précédentes.
 - ✓ Chaque journée de travail est divisée en trois équipes A, B, C ou D soit un système de 3*8.
 - ✓ La colonne jaune correspond au résultat global d'une journée.
 - ✓ L'analyse du TRS et du TRG se fera par rapport aux résultats globaux.
 - ✓ Les temps sont donnés en « minutes », tandis que les quantités en « nombre de pots ».
- Le suivi des deux indicateurs s'est déroulé sur deux mois (Mars et Avril), en vue d'obtenir des résultats représentatifs et d'identifier les causes d'arrêts.

Chapitre III : Partie pratique

Date	12/03/2012			
Equipe	A	C	E	Total
Capacité théorique	96000	96000	96000	288000
Quantité théoriquement réalisable	96000	40400	33000	169400
Quantité totale de pots produite (compteur 1)	85220	12420	20070	117710
Consommation de plastique (compteur 2)	86000	12670	20150	118820
Quantité de pots mise en palette	85220	12420	20070	117710
Quantité rejetée par la qualité	0	0	89	89
Quantité de pots remplis jetés par l'opérateur	0	0	0	0
Quantité totale de pots jetés (remplis et non remplis)	780	250	80	1110
Quantité totale de non-conformité	780	250	169	1199
Quantité de pots conforme	85220	12420	19981	117621
Temps d'arrêts induits	25	90	30	145
Temps d'arrêts propres	30	41	35	106
Temps d'arrêt total	55	131	65	251
Temps de l'écart de cadence	-5	7,65	-0,75	1,9
Temps de non qualité	3,9	1,25	0,845	5,995
Préventif, Essais, Sous-charge (fermeture de la ligne)	0	278	315	593
Temps d'ouverture	480	480	480	1440
Temps requis	480	202	165	847
Temps de fonctionnement brut	425	71	100	596
Temps de fonctionnement net	430	63,35	100,75	594,1
Temps utile	426,1	62,1	99,905	588,11
Taux de qualité	0,9909	0,9803	0,9916	0,9899
Taux de performance	1,0118	0,8923	1,0075	0,9968
Disponibilité opérationnelle	0,8854	0,3515	0,6061	0,7037
TRS	0,8877	0,3074	0,6055	0,6943
TRG	0,8877	0,1294	0,2081	0,4084

Tableau III.1: Tableau de bord du TRS et du TRG

Commentaires sur le Tableau :

- Nous remarquons que si la machine fonctionne normalement pendant le temps requis, autrement dit, si le temps utile est proche du temps requis, nous aurons un TRS élevé.

- Cependant, si ce même temps requis est faible devant le temps d'ouverture (pour cause d'arrêt préventif, sous charge, essais..), le TRG sera faible et donc, nous n'aurons pas atteint notre objectif de production (voir exemple du 12/03/2012 du tableau ci-dessus).
- De ce fait, on peut dire que le TRS à lui seul ne permet pas d'avoir une image complète du processus. Ainsi il faudra surveiller les deux indicateurs en parallèle pour pouvoir piloter au mieux la production.

I.4 Présentation des résultats :

La collecte de données de production et le suivi de nos indicateur nous a conduit aux résultats ci-dessous :

Date	Taux de qualité	Taux de performance	Disponibilité opérationnelle	TRS	TRG
01/03/2012	99,03%	99,02%	81,32%	79,74%	79,74%
02/03/2012	99,41%	100,16%	66,04%	65,76%	34,02%
03/03/2012	99,21%	100,45%	76,96%	76,69%	73,50%
04/03/2012	99,34%	99,24%	87,85%	86,61%	55,94%
05/03/2012	98,82%	99,40%	74,33%	73,01%	30,22%
06/03/2012	97,89%	100,00%	100,00%	97,89%	1,29%
07/03/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
08/03/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
09/03/2012	98,65%	98,68%	83,97%	81,74%	72,94%
10/03/2012	99,45%	99,28%	84,31%	83,24%	83,24%
11/03/2012	99,23%	98,61%	86,60%	84,74%	84,74%
12/03/2012	98,99%	99,68%	70,37%	69,43%	40,84%
13/03/2012	98,93%	99,67%	72,36%	71,35%	71,35%
14/03/2012	97,09%	98,47%	47,80%	45,70%	22,37%
15/03/2012	99,42%	115,71%	30,86%	35,49%	6,63%
16/03/2012	99,66%	99,30%	91,39%	90,45%	90,45%
17/03/2012	92,12%	106,31%	68,07%	66,67%	30,74%
18/03/2012	99,35%	99,28%	93,61%	92,33%	92,33%
19/03/2012	99,53%	100,66%	84,29%	84,45%	70,20%
20/03/2012	94,31%	99,21%	68,95%	64,51%	47,04%
21/03/2012	99,48%	98,64%	84,30%	82,72%	59,63%

Chapitre III : Partie pratique

22/03/2012	99,31%	99,44%	81,68%	80,66%	58,09%
23/03/2012	99,25%	99,58%	85,98%	84,98%	72,00%
24/03/2012	99,44%	99,13%	78,33%	77,22%	77,22%
25/03/2012	99,48%	99,84%	91,57%	90,95%	85,39%
26/03/2012	89,81%	109,95%	84,41%	83,35%	56,44%
27/03/2012	98,73%	100,23%	85,92%	85,02%	79,65%
28/03/2012	99,70%	99,80%	90,34%	89,90%	72,42%
29/03/2012	99,19%	99,35%	71,43%	70,39%	41,06%
30/03/2012	99,31%	99,20%	93,26%	91,88%	91,88%
31/03/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
01/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
02/04/2012	78,12%	81,34%	59,17%	37,59%	12,53%
03/04/2012	99,47%	100,68%	39,46%	39,52%	31,78%
04/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
05/04/2012	98,16%	86,42%	62,86%	53,32%	24,63%
06/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
07/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
08/04/2012	99,56%	100,10%	61,86%	61,65%	41,87%
09/04/2012	98,91%	98,93%	70,69%	69,18%	69,18%
10/04/2012	99,46%	100,24%	92,65%	92,37%	75,05%
11/04/2012	99,47%	99,09%	85,73%	84,49%	74,81%
12/04/2012	98,87%	102,37%	72,38%	73,26%	26,71%
13/04/2012	99,71%	101,15%	92,08%	92,88%	92,88%
14/04/2012	99,66%	99,97%	86,50%	86,18%	82,47%
15/04/2012	97,19%	100,83%	60,00%	58,80%	4,08%
16/04/2012	99,62%	96,80%	78,73%	75,92%	55,78%
17/04/2012	99,62%	96,80%	78,73%	75,92%	55,78%
18/04/2012	99,36%	97,71%	92,03%	89,35%	76,32%
19/04/2012	99,13%	99,06%	68,68%	67,44%	44,26%
20/04/2012	98,91%	100,13%	69,31%	68,64%	68,64%
21/04/2012	99,29%	99,47%	81,21%	80,22%	75,31%
22/04/2012	98,56%	108,46%	74,75%	79,90%	55,16%

Chapitre III : Partie pratique

23/04/2012	99,23%	100,09%	78,16%	77,63%	31,59%
24/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
25/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
26/04/2012	99,52%	94,03%	82,35%	77,06%	42,44%
27/04/2012	99,74%	99,64%	91,22%	90,65%	72,40%
28/04/2012	99,48%	98,86%	87,27%	85,82%	74,44%
29/04/2012	99,37%	99,91%	72,08%	71,56%	71,56%
30/04/2012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tableau III.2 : Résultats des indicateurs pour le mois de Mars et Avril

TRS du mois de mars	80,22%
TRG du mois de mars	60,04%
TRS du mois d'avril	75,88%
TRG du mois d'avril	54,72%
TRS des 2 mois	78,56%
TRG des 2 mois	57,70%

Tableau III.3 : Synthèse des résultats du TRS et TRG

Analyse du tableau :

- Nous remarquons que les deux indicateurs n'atteignent pas leurs objectifs respectifs, et plus particulièrement le TRG, ce qui reflète les difficultés que rencontre le processus de production de la crème dessert.
- Le taux de performance dépasse parfois les 100%, donnant ainsi un écart de cadence négatif sur le tableau de bord. Ceci s'explique par le fait que la cadence théorique de la production fixée à 200pots/heure, est définie par le constructeur en considérant une marge d'erreur, et la cadence réelle peut, parfois dépasser les 200pots/heure.
- Les journées où les indicateurs TRS et TRG apparaissent tous deux nuls, sont justifiées par le fait que la production de la crème dessert s'est faite sur la ligne L1 spécialisée dans la production de la Mini Danette, vu que les deux machines ne peuvent fonctionner en même temps, pour cause d'existence d'un seul stérilisateur et d'une seule ligne de soutirage des TSD vers les machines de conditionnement.

II Analyse des résultats :

II.1 Analyse du TRS :

Le graphe ci-dessous montre la variation du TRS, du taux de performance, du taux de qualité et de la disponibilité opérationnelle pour les mois de Mars et Avril.

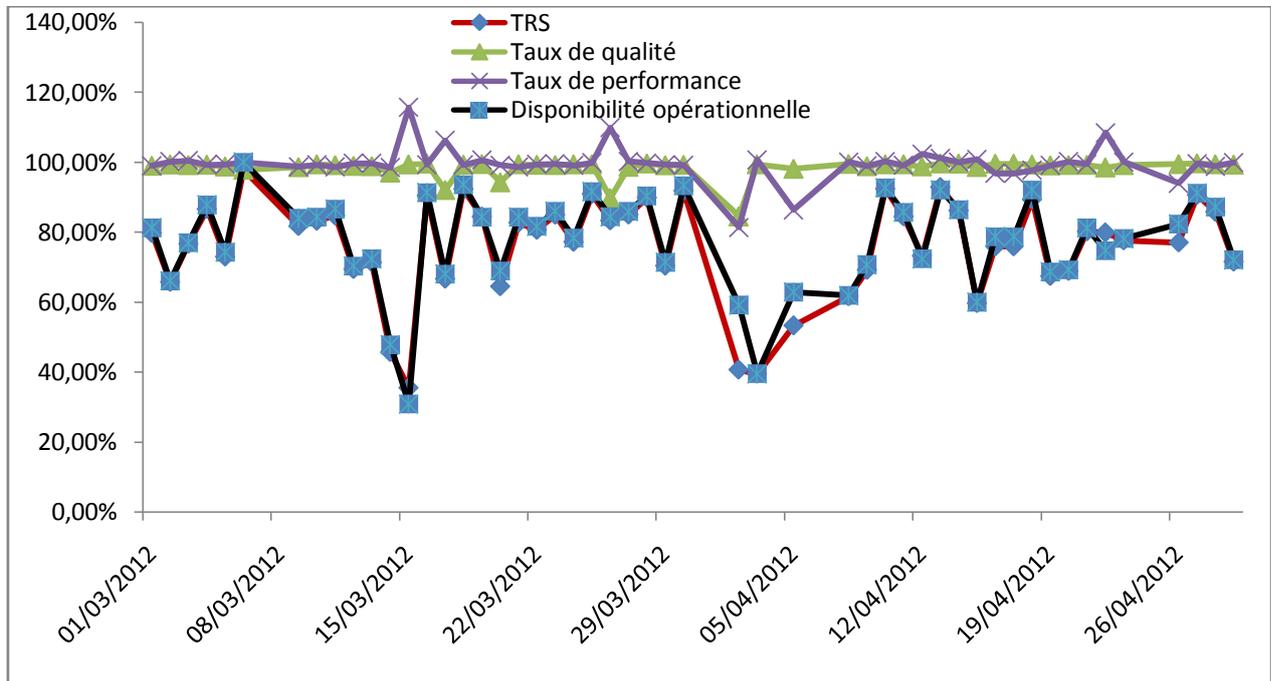


Figure III.1 : Suivi du Taux de rendement synthétique

- Nous remarquons à travers ce graphe la dégradation du TRS sur la majeure partie des deux mois de Mars et Avril.
- Cette dégradation suit pratiquement celle de la disponibilité opérationnelle, ainsi le TRS est fortement influencé par la disponibilité opérationnelle de la D1.
- Le taux de performance quant à lui est très satisfaisant, ceci signifie que les écarts de cadence ne sont pas considérables, nous remarquons que la D1 arrive même parfois à dépasser les 100% de performance.
- Le taux de qualité est lui aussi satisfaisant, en dehors des journées où des pertes sont enregistrées. Ces dernières restent toutefois significatives, vu que le coût de production de la Danette est le plus élevé de DDA.

Pour expliquer toutes ces observations, une analyse des causes d'arrêts de la conditionneuse qui engendrent l'indisponibilité de cette dernière s'avère indispensable afin d'arriver à:

- Cerner les causes majeures d'arrêts.

- Construire un plan d'action pour éliminer ces causes et ainsi, augmenter la disponibilité de la machine. Et par ricochet augmenter le TRS.
- Augmenter la productivité de la machine.

II.2 Analyse du TRG :

L'historique ci-dessous, montre la variation du TRG pour les deux mois de mars et avril :

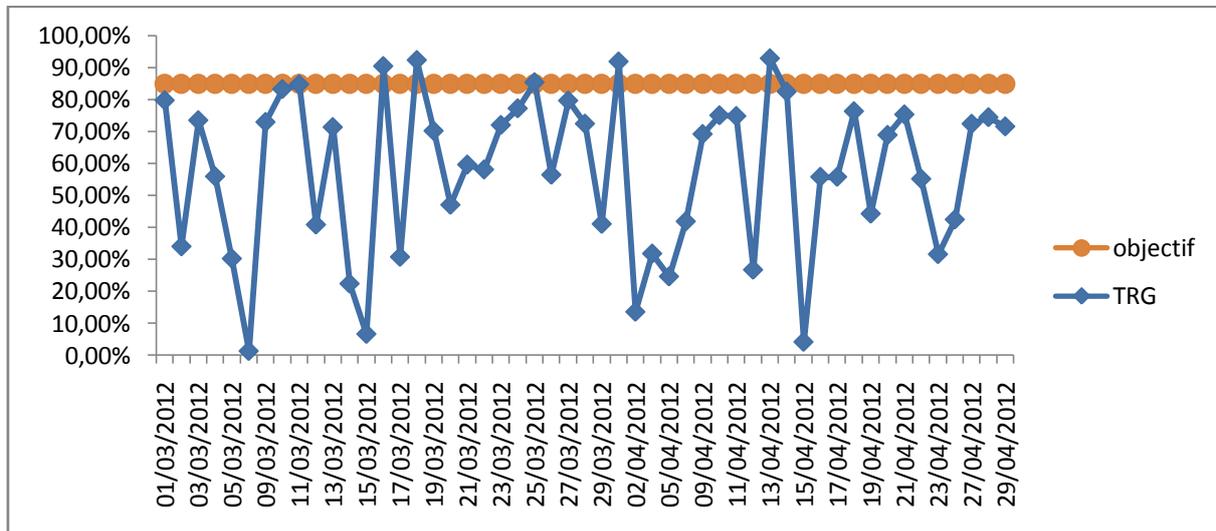


Figure III.2 : Suivi du Taux de Rendement Global

- ✓ Nous remarquons à travers ce graphe que le TRG est en dessous de l'objectif qui lui est fixé sur la majeure partie des deux mois, ainsi nous pouvons confirmer que DDA n'arrive pas à atteindre son objectif de production.

La sonnette d'alarme doit être tirée, pour chercher les causes de la dégradation du TRG, pour agir dessus et améliorer l'état actuel. Ceci est l'objet de la partie suivante.

III Recensement des temps d'arrêts et de leurs causes :

La deuxième partie de notre démarche consiste à :

- ✓ Recenser les différents types d'arrêts et leurs causes.
- ✓ Déterminer, les causes d'arrêts qui influencent le TRS et celles qui influencent le TRG.
- ✓ Faire une analyse Pareto pour chaque type d'arrêt recensé, afin d'arriver à déterminer les causes majeures d'arrêts de chaque catégorie.

Ceci dans le but de proposer des actions pour éliminer ces temps d'arrêts, ou du moins les réduire, afin d'améliorer la production.

III.1 Recensement des arrêts :

Le tableau présenté dans la page suivante regroupe l'ensemble des temps d'arrêts de production. Le suivi de ces temps s'est fait sur une période de deux mois, où nous avons eu à relever les fréquences d'apparition, les durées et les causes d'arrêts qui sont classées par famille.

Nous distinguons trois types d'arrêts :

- **Arrêts propres** : ce sont des arrêts liés au fonctionnement de la machine, en d'autres termes ils sont dus à des défauts liés au fonctionnement de la D1.
- **Arrêts induits** : ce sont des arrêts provenant du processus de production, en dehors de la machine, et qui engendrent un arrêt de celle-ci.
- **Arrêts pour fermeture de la ligne D1** : c'est les temps où la machine est complètement arrêtée et ce pour causes de:
 - Maintenance préventive.
 - Essai hors production.
 - Saturation ou défaut d'une ressource qui nécessite l'intervention de la maintenance pour une certaine durée.
 - Utilisation du process pour produire la Mini-Danette, qui se fait sur la ligne 1.
 - Satisfaction de la commande.

Remarque :

- ✓ Les arrêts propres et induits réduisent le temps de fonctionnement brut par rapport au temps requis, donc ils influent sur le TRS et le TRG en même temps.
- ✓ Les fermetures de la ligne réduisent le temps requis par rapport au temps d'ouverture, donc ils influent uniquement sur le TRG.
- Nous avons, durant la période de notre étude, suivi les fréquences et les durées à l'aide d'un tableau sous Excel dont une partie est donnée ci-dessous, selon la codification des arrêts utilisée par le bureau méthodes et performance industrielle.

	Code arrêt	Désignation	occurrence	durée
Fermeture de la ligne		Amont		
	101	Jours fériés		
	102	Autre jours de fermeture		
	103	Autres		
	104	pas de commande		
	105	Saisonnalité		
	106	Autres		
	107	Maintenance Programmée		
	108	Modification Programmée sur Machine		
	109	Modification Programmée sur Equipement		
	110	Révision Doseur Programmée		
	111	Manque Pièces de Rechange		
	112	Révision Programmée(Utilité)		
	113	Essai Non Productif		
	114	Manque Aire Stockage		
	115	Manque Caisse		
	116	Manque Palettes		
	117	Rupture des Stock Matière Première		
	118	Rupture des Stock Matière Emballage		
	119	Pièce en Commandé et Non Livrées		
	120	Vidange NEP		
	121	Détection de fuite		
	122	Saturation de la chambre froide		
	123	Ligne Fermée		
	124	Incompatibilités technique		
125	Inventaire fin du mois			
		lavages et changement		
Arrêts induits	201	Lavage NEP Long Planifié		
	202	Lavage NEP court Planifié		
	203	Désinfection planifiée		
	204	Sanitation planifiée		
	205	Stérilisation planifiée		

	206	Changement Décor		
	207	Changement Opercule		
	208	Changement Produit		
	209	Changement Arôme		
	210	Changement Fruit		
	211	Changement d'équipe		
	212	Préparation Machine Pour Lavage NEP		
	213	Préparation Machine pour Production		
	214	Changement date		
	215	Nettoyage doseur		

Tableau III.4 : Extrait du tableau de suivi des arrêts

III.2 Présentation et analyse des résultats :

III.2.1 Présentation des résultats :

Nous avons classé les arrêts comme suit : arrêts induits, propres et fermeture de la ligne. Le tableau ci-dessous englobe le total des temps d'arrêts (en minutes) que nous avons enregistré :

	Type d'arrêt	Temps d'arrêt du mois de Mars	Temps d'arrêt du mois d'Avril	Total temps d'arrêts
Arrêts induits	Lavages et changement	3619	3287	6906
	Défaut process	1003	801	1804
	Défaut qualité produit	246	113	359
	Défaut qualité emballage	66	62	128
	Arrêts manque d'énergie	39	316	355
	Arrêts organisationnels	135	0	135
	Total induit	5108	4579	9687
Arrêts propres	Défauts liés à la soudure	196	78	274
	Défaut liés au doseur principal	237	360	597
	Défaut liés à la découpe	0	273	273
	Défaut liés au dateur	105	76	181
	Défaut de l'automatisme	175	0	175

	Défauts convoyeur	118	26	144
	Autres	26	35	61
	Défauts liés à l'opercule	28	10	38
	Défauts doseur arôme	0	0	0
	Défauts liés à la BDC	0	0	0
	Défauts liés au Formage	0	0	0
	Défaut liés à la BPS	0	0	0
	Total propres	885	858	1743
Fermeture de la ligne	Production sur une autre ligne	2800	2007	4807
	Saturation NEP	3028	4812	7840
	Pannes machine	200	450	650
	Préventif	150	124	259
	Essais hors production	25	65	90
	Panne Stérilo	890	2308	3198
	Autres	0	882	882
	Total Ligne fermée	9836	8760	18596

Tableau III.5 : Temps d'arrêts machine en minutes pour les mois de Mars et Avril

III.2.2 Analyse des arrêts :

Le secteur suivant montre la répartition totale des arrêts:

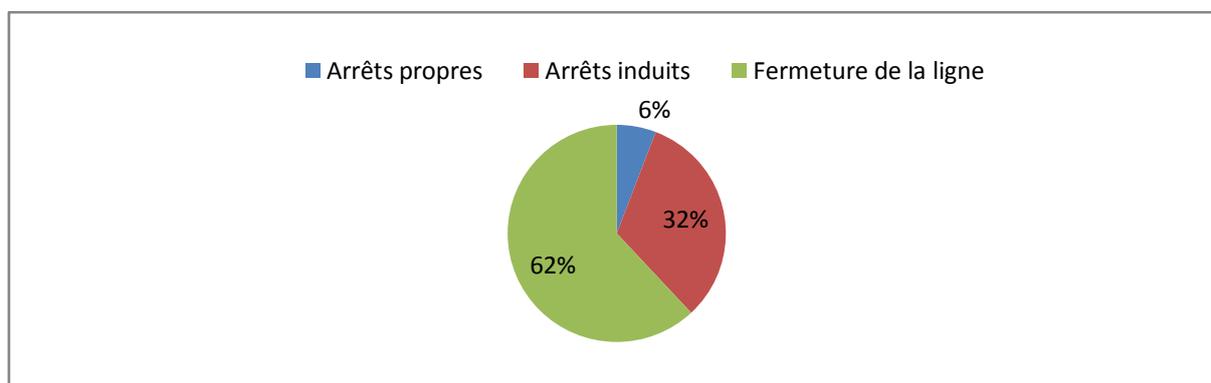


Figure III.3 : Répartition globale des arrêts machine

- Nous remarquons que la majeure partie des temps d'arrêts est due à la fermeture de la ligne, suivi par les arrêts induits, et enfin les arrêts propres.

- Nous commencerons notre analyse par les arrêts induits et propres qui sont communs aux deux indicateurs, puis nous passerons à l'analyse des fermetures de la ligne qui influent uniquement sur le TRG.

A. Analyse des arrêts induits :

Le tableau ci-dessous nous montre la répartition des arrêts induits, d'une part en incluant les arrêts pour lavages, d'autre part en excluant les arrêts pour lavage.

Type d'arrêt	Temps d'arrêt en minutes	analyse avec lavage	analyse sans arrêts lavage
Lavages et changement	6906	71,29%	
Défaut process	1804	18,62%	64,87%
Arrêts pour défaut qualité produit	359	3,71%	12,91%
Arrêts liés au manque d'énergie	355	3,66%	12,77%
Arrêts organisationnels	135	1,39%	4,85%
Arrêts pour défaut qualité emballage	128	1,32%	4,60%

Tableau III.6 : Les causes des arrêts induits

Nous allons exploiter ces données en faisant une analyse Pareto sur les deux cas pour faire ressortir les plus importantes causes d'arrêts induits.

a. Analyse Pareto en incluant les temps d'arrêts pour lavage :

L'analyse Pareto des arrêts induits nous mène à l'histogramme suivant :

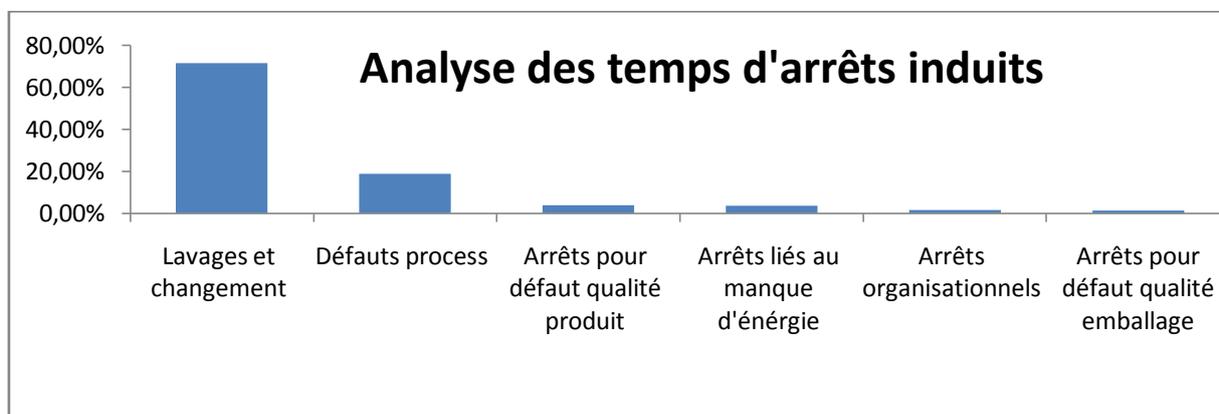


Figure III.4 : Diagramme Pareto des arrêts induits en incluant les arrêts pour lavage

- D'après ce graphique nous pouvons dire que les temps de lavage engendrent 71% des temps d'arrêts, toutefois, ces arrêts sont standardisés et ne peuvent pas être supprimés.

- De ce fait, seule une réduction de ces temps, en cherchant d'autres méthodes de lavage, ou bien des solutions de lavage rapides et efficaces, peut diminuer ces temps arrêts.

b. En excluant les temps de lavage :

L'analyse Pareto des arrêts induits, sans inclure les temps de lavage, nous mène à l'histogramme suivant :

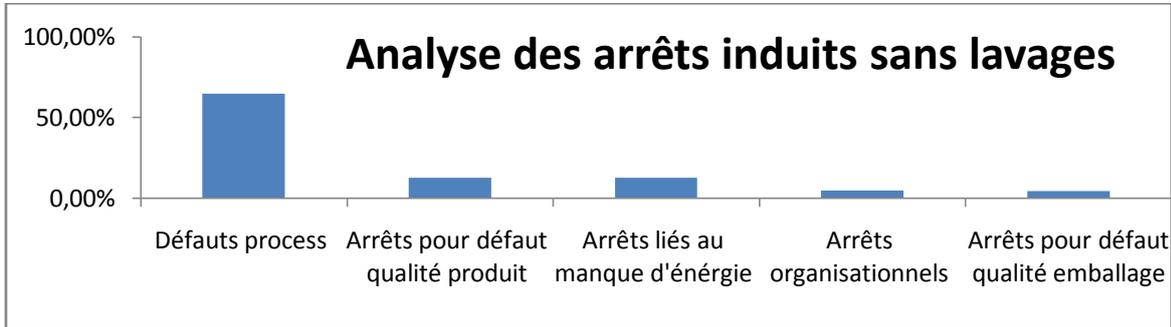


Figure III.5 : Diagramme Pareto des arrêts induits sans les lavages

- Nous remarquons que les défauts process qui représentent 20% des défauts, sont à l'origine de 64% des temps d'arrêts, ainsi si on arrive à les éliminer, nous éliminerons 64% des arrêts induits.
- Nous allons analyser les défauts process en vue de déceler les sous causes des arrêts pour défauts process.
- La répartition des arrêts pour défauts process est donnée par le secteur suivant :

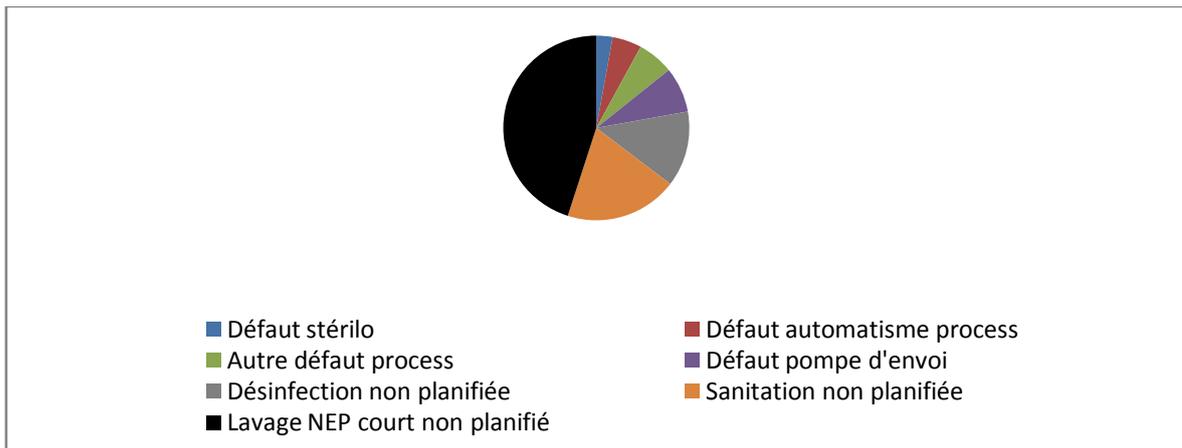


Figure III.6 : Causes d'arrêts pour défauts process

- ✓ Les défauts ci-dessus sont les sous-causes des arrêts induits.
- ✓ Les désinfections et les lavages non planifiés sont faits suite aux interventions de la maintenance pour réparer les autres défauts process.
- ✓ Nous exploiterons ces résultats pour la construction du plan d'action.

B. Analyse des arrêts propres :

- En second lieu, nous allons nous intéresser aux arrêts propres de la machine pour cerner leurs principales causes.
- Le tableau suivant regroupe l'ensemble des causes d'arrêts propres signalés lors du fonctionnement de la D1 :

Arrêts propres	Temps d'arrêts en minutes	Pourcentage
Défaut liés au doseur principal	597	34,25%
Défauts liés à la soudure	274	15,72%
Défaut liés à la découpe	273	15,66%
Défaut liés au dateur	181	10,38%
Défaut liés à l'automatisme	175	10,04%
Défauts liés au convoyeur	144	8,26%
Autres à préciser	61	3,50%
Défauts liés à l'opercule	38	2,18%
Défauts liés au doseur arôme	0	0,00%
Défauts liés à la BDC	0	0,00%
Défaut liée au décor	0	0,00%
Défauts liés au Fromage	0	0,00%
Défaut liés à la BPS	0	0,00%

Tableau III.7 : Analyse Pareto des arrêts propres

- L'analyse Pareto des temps d'arrêts propres nous a donné le graphe suivant :

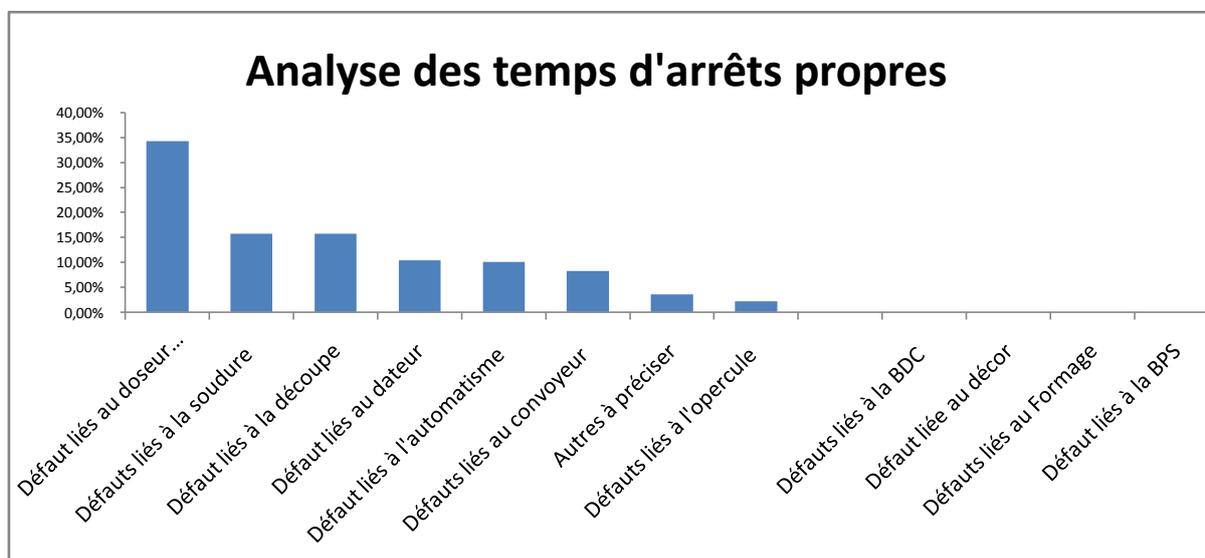


Figure III.7 : Diagramme Pareto des arrêts propres

- D'après ce graphe, nous pouvons conclure que les 25% des causes d'arrêts propres sont les suivantes :
 - ✓ Défauts liés au doseur.
 - ✓ Défauts liés à la soudure.
 - ✓ Défauts liés à la découpe.
- Elles sont à l'origine des 70% des temps d'arrêts propres de la machine.

Nous concluons que si nous arrivons à éliminer ces trois défauts, nous éliminerons 70% des arrêts propres de la machine.

C. Analyse des fermetures de la ligne :

- Les fermetures de la ligne, sont des arrêts qui réduisent le temps requis, donc qui n'influent pas sur le TRS, mais que sur le TRG.
- Les principales causes de fermeture de la ligne sont données par le diagramme Pareto suivant :

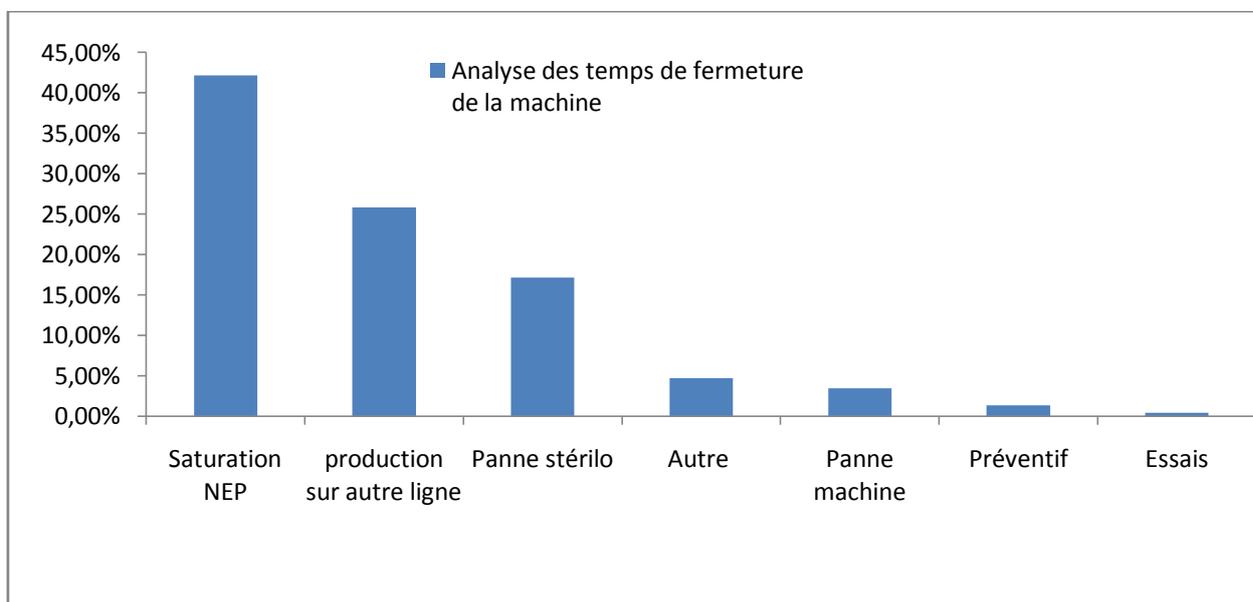


Figure III.8 : Diagramme Pareto des causes de fermeture de la ligne

- D'après le graphe, nous pouvons déduire que les principales causes de non rendement global, hormis celles impactant le TRS et le TRG en même temps, sont :
 - La saturation de la ligne de nettoyage NEP.
 - Le basculement de la production vers la Mini-Danette sur la ligne1, vu que le process est le même pour les deux produits.
 - Les pannes du Stérilo, étant une ressource critique, donc en cas d'arrêt il impacte tout le processus.

- Ainsi, ces causes doivent être éliminées, en priorité la libération de la ligne NEP, pour augmenter le TRG, et gagner en productivité.

Synthèse :

- Le suivi des deux indicateurs TRS et TRG nous permet de conclure que :
 - ✓ La disponibilité de l’outil de production est faible vu la faiblesse du TRS, ainsi l’étude des causes d’arrêts est nécessaire.
 - ✓ L’entreprise atteint rarement son objectif de production, vu la faiblesse du TRG.
- L’étude des causes d’arrêts nous a conduit à cerner les causes majeurs d’arrêt, qui engendrent la majorité des temps d’arrêt. A cet effet nous allons mettre en place un plan d’action en vue de les éliminer, ou du moins les réduire, afin d’augmenter la disponibilité de la conditionneuse pour gagner en volume de production.
- Les principales causes d’arrêts, à l’origine de la faiblesse du TRS et du TRG, sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Impact	Type d’arrêts	Les principales causes de pertes de productivité	Sous causes	
Causes influant sur le TRG	Causes influant sur le TRS	Arrêts induits (32%)	Lavages machine (71%)	
			Défauts process (18%)	Défaut pompe d'envoi (35%)
				Autres défauts process (28%)
				Défaut automatisme process (22%)
			Défaut stérilo (12%)	
	Arrêts propres (6%)	Défauts doseur (34%)		
		Défauts soudure (16%)		
		Défauts découpe (16%)		
	Fermeture de la ligne (62%)	Saturation NEP (42%)		
		Production sur une autre ligne (26%)		
		Défaut Stérilo (17%)		

Tableau III.8 : Synthèse des principales causes d’arrêts

Nous exploiterons ce dernier tableau pour formuler un plan d’action adapté à cette situation.

Deuxième partie : Amélioration du process (réduction des pertes)

Dans cette section, nous allons nous intéresser à la partie process du processus de production de la crème dessert Danette (voir chapitre I : analyse de l'existant) en mettant l'accent sur deux points :

1. L'étude de la procédure de poudrage à travers l'analyse du planning journalier de poudrage, dans le but de restructurer ce dernier pour qu'il soit plus adapté à la réalité du terrain, en vue d'éliminer les stocks tampons.
2. L'étude des pertes de masse blanche en vue de les réduire, afin de minimiser les coûts qu'ils engendrent et ainsi gagner en productivité.

I Etude du planning de poudrage

I.1 Analyse de la procédure de poudrage :

- ❖ L'équipe poudrage procède à la préparation des recettes de la crème dessert selon un planning journalier des préparations.
- ❖ Ce planning définit le nombre de préparations et les heures de lancement de chaque préparation (voir figure III.9).

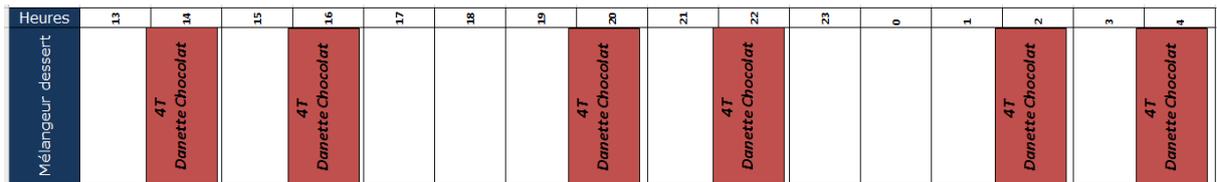


Figure III.9 : Le planning actuel de poudrage

- ❖ Nous remarquons que 2 heures séparent le premier et le second poudrage, puis 4 heures séparent le second du troisième, et ainsi de suite, rendant ainsi le pas non uniforme. Ceci est dû au fait que le Stérilisateur subit un lavage court, dit NEP intermédiaire, après traitement de deux préparations. (voir tableau III.11).
- ❖ Lors de notre suivi du poudrage, nous avons constaté que la décision de poudrage est prise par les opérateurs sans prendre en compte le planning, autrement dit ce dernier n'est pas réellement exploité.
- ❖ Aussi, nous avons constaté la formation de stocks tampon au niveau des TSD, qui sont susceptibles de finir dans les égouts en cas de dépassement de délais de stockage (long séjour) dans les équipements du process. (voir Tableau III.9).
- ❖ Au vu des faits relevés, il nous semble que le planning de poudrage est inadapté à la réalité du terrain. A cet effet l'objet de cette partie portera sur sa restructuration en

prenant en compte l'ensemble des contraintes relatives aux équipements du process (temps de lavage, temps de stockage, temps des opérations), ainsi que les contraintes liées à la conditionneuse.

Date	Produit	Quantité (Kg)	Quantité (DA)	Equipement	Causes
01/03/2012	Caramel	1064	76155	Stérilo	Arrêt d'urgence stérilo
09/03/2012	Caramel	4000	286128	TPDN	Long séjour pour panne stérilo
05/03/2012	Chocolat	4000	314668	TPDN	Long séjour pour panne stérilo
12/03/2012	Chocolat	1111	87399	Stérilo	Arrêt d'urgence stérilo
14/03/2012	Chocolat	4000	314668	TSD	Long séjour pour panne machine (soudure)
14/03/2012	Chocolat	3530	277754	TSD	Long séjour pour panne machine (soudure)
20/03/2012	Chocolat	4000	314668	TPDN	Erreur opérateur

Tableau III.9 : Bilan des pertes pour long séjour (Mars 2012)

I.2 Proposition d'un nouveau planning de poudrage :

- Vu que le processus de production de la crème dessert Danette est limité par la cadence de la conditionneuse, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'indexer le début du poudrage selon l'état d'avancement du conditionnement de la préparation qui le précède.
- Pour cela, nous allons calculer la quantité de masse blanche de la première préparation qu'on devra conditionner, et à partir de laquelle nous pourrons lancer le deuxième poudrage. En d'autres termes nous ne déclencherons le deuxième poudrage qu'une fois cette quantité en question sera traitée par la conditionneuse.
- La finalité de cette approche est d'assurer que le conditionnement de la préparation suivante commence juste au moment où le conditionnement de la préparation en cours se termine pour éviter tout stock tampon.

I.2.1 Définition des paramètres du planning :

L'ensemble des paramètres nécessaires au calcul de cette quantité, sont définis dans la procédure suivante :

- ❖ Dans un premier temps, nous avons chronométré les temps de chaque opération du processus, partant du poudrage jusqu'au conditionnement. Les temps obtenus sont les suivants :

- ✓ Temps de poudrage : TP.
- ✓ Temps de transfert LIQN→TPDN: TT.
- ✓ Temps de l'hydratation dans le TPDN et du contrôle qualité: THC.
- ✓ Temps de traitement (stérilisation) de 600L (quantité minimum dans le TSD, à partir de laquelle nous pouvons lancer le conditionnement): TS.
- ✓ Temps moyen de stérilisation d'une préparation complète: TSP.
- ✓ QT : quantité total traitée par le stérilisateur.
- ✓ Temps de remplissage du TSD: TRP.
- ✓ Temps de conditionnement d'une préparation: TCP.

- ❖ A travers ces deux derniers relevés, nous pouvons calculer:

- ✓ Le débit de remplissage du TSD, qu'on notera DR (L/min). Nous l'obtenons par :

$$DR = \frac{\text{quantité remplie}}{\text{temps de remplissage}}$$

- ✓ le débit de vidange du TSD, qu'on notera DV (L/min). Nous l'obtenons par :

$$DV = \frac{\text{quantité vidangée}}{\text{temps de vidange}}$$

- ❖ Nous déduisons ensuite le temps minimum pour commencer le conditionnement, qu'on notera par TMC, qui correspond au temps séparant le début du poudrage et le début du conditionnement d'une préparation. Nous l'obtenons par la formule suivante:

$$TMC = TP + TT + THC + TS$$

- ✓ Pour que le conditionnement de la 2^{ème} préparation puisse commencer juste au moment où le conditionnement de la 1^{ère} préparation se termine, i.e. faire coïncider le TMC de la 2^{ème} préparation avec la fin du 1^{er} conditionnement, il faut que le deuxième poudrage démarre exactement à un temps TMC de la fin du conditionnement de la première préparation.
- ✓ Or, des arrêts machine peuvent survenir, ainsi il ne serait pas judicieux d'indexer le poudrage sur les temps car ceci nous ramènera à la case départ (formation de stocks tampons). Donc il est plus intéressant de lancer le poudrage qui suit, selon l'état d'avancement du conditionnement, autrement dit, après conditionnement d'une certaine quantité qu'on notera par QE.

- ✓ Le début du poudrage de la 2^{ème} préparation sera fixé par le conditionnement de QE de la 1^{ère} préparation, correspondant à la différence entre le temps total de conditionnement de la préparation et le TMC.
- ✓ Pour obtenir cette quantité, nous procédons comme suit :
- ❖ Nous calculons la quantité que peut conditionner la D1 durant un temps TMC, qu'on notera par Q_{TMC} tel que : $Q_{TMC} = TMC * DV$
- ❖ La quantité QE, à partir de laquelle le deuxième poudrage peut commencer, est déduite comme suit : $QE = QT - Q_{TMC}$
- ❖ Ainsi une fois que la D1 aura conditionné la quantité QE, le deuxième poudrage pourra commencer.

Remarque:

- ✓ La densité de la crème dessert Danette est égale à 1,111 pour le chocolat et 1,109 pour la caramel, or comme les quantités des préparations sont fixées à 4T, nous obtenons des volumes compris entre 3500L-3600L.
- ✓ Les temps sont définis en minutes (min) alors que les volumes sont en litres(L)
- ✓ La conditionneuse est équipée d'un compteur, qui apparait dans la salle de contrôle, indiquant la quantité de masse blanche conditionnée.

I.2.2 Calcul des paramètres:

- Lors du suivi de la production de la crème dessert Danette, nous avons relevé les différents temps relatifs à chaque opération, ces derniers sont regroupés dans le tableau suivant :

Paramètres	TP	TT	THC	TS	TSP	TRP	TCP
Temps relevé (min)	70	15	45	35	89	58	218

Tableau III.10 : Temps des opérations du processus

- Sachant que la quantité conditionnée par la D1 est de 3670L, les paramètres définis précédemment sont obtenu par:
 - ✓ $DR = (3670/58) = 60L/min.$
 - ✓ $DV = (3670/ 218) = 17L/min.$
 - ✓ $TMC = 70 + 15 + 45 + 35 = 165min.$
 - ✓ $Q_{TMC} = 165 * 17 = 2805L.$
 - ✓ $QE = 3600 - 2805 = 795L.$
 - ✓ $QT = 3670L.$

- Alors lorsque le compteur de la conditionneuse affichera une quantité conditionnée de 795L (dans cet exemple), le deuxième poudrage pourra commencer et par conséquent le conditionnement commencera après 165min du début du poudrage.
- Pour éviter tout retard nous prenons une marge d'erreur permettant de fixer cette quantité à 700L.

I.2.3 Vérification de la faisabilité de la solution :

- Afin de pouvoir appliquer cette solution, elle doit prendre en considération les différentes contraintes relatives aux équipements du process.
- Les contraintes de lavage sont celles qui posent problème dans notre cas.
- Les temps de lavage de chaque équipement sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Equipement	Lavage court (min)	Lavage long (min)	Fréquence de lavage
TSD	20	30	Après chaque préparation
TPDN	21	31	Après chaque préparation
LIQUIVERTER	19,5	38	Après chaque préparation
Stérilisateur	112	175	Un court après traitement de 2 préparations, et un long chaque 32h
D1	36	146	Chaque 32h

Tableau III.11 : Temps et fréquences de lavage des équipements du processus

- Le LIQN, le TPDN ainsi que le TSD subissent tous les trois des lavages après chaque préparation, de telle façon que les deux premiers sont courts et le troisième est long, et ainsi de suite. Les temps de lavage de ces éléments (court et long) ne s'interposent pas vis-à-vis de solution que nous avons instaurée vu la redondance de ces équipements.
- En commençant le conditionnement à 600 litres, le traitement finira lorsqu'il reste au mieux 168 minutes à la conditionneuse pour finir la préparation en cours. Cependant le stérilisateur doit subir un lavage court d'une durée de 112 min après passage de 2 préparations, et un lavage long d'une durée de 175 min à la fin du temps de versage, or la somme des temps des opérations précédant la stérilisation est de 130 min, de ce fait le stérilisateur a tout le temps de subir un lavage court sans aucun problème.
- Nous avons construit à l'aide des temps relevés précédemment un diagramme de Gantt (Voir annexe 8) sous Microsoft Project, qui montre l'ordonnancement des opérations du processus conformément au nouveau planning pour montrer la faisabilité de la solution proposée:



Figure III.10 : Diagramme de Gantt des tâches du processus selon le nouveau planning

- ✓ Nous remarquons que le stérilisateur, ressource critique du processus, se libère juste avant d’être sollicité pour le traitement de la préparation suivante, ce qui fait que la contrainte de lavage est bien respectée.
- ✓ S’agissant du lavage long du stérilo, qui doit avoir lieu après traitement de 8 préparations (correspondant au temps de versage de la conditionneuse), le stérilo bénéficie de 146 min de plus qu’en temps normal pour subir ce lavage, vu que la conditionneuse doit aussi, en parallèle, subir un lavage de 146min.
- ✓ La nouvelle proposition est donc réalisable sans aucune contrainte.

I.2.4 Avantages du nouveau planning :

Le nouveau planning nous permettra :

- D’éviter les stocks tampon en intégrant toutes les contraintes du processus.
- De réduire le risque de jeter le produit en cas d’arrêt de la conditionneuse car nous n’aurons qu’une seule préparation dans le processus au lieu de deux.
- D’uniformiser le pas entre les poudrages, à cet effet nous distinguons deux cas :
 - Dans les conditions parfaites de marche des équipements, les poudrages seront espacés d’un pas égal à 215min (3heure 35 min) comme indiqué dans la figure ci-dessous. Le nouveau pas est calculé de la façon suivante :
 - Le nouveau pas est calculé en additionnant le TMC et le temps nécessaire au conditionnement de la quantité QE à partir de laquelle peut débuté le conditionnement.
 - Pour calculer le temps nécessaire au conditionnement de QE, nous avons calculé la masse correspondante au volume QE en la multipliant par la densité de la crème dessert chocolat qui est égale à 1,111 puis nous avons converti le résultat en gramme.
 - Le résultat est divisé par 90, qui correspond au poids d’un pot, pour obtenir le nombre de pots que va conditionner la D1, ensuite le résultat est divisé par 200, qui correspond à la cadence de la conditionneuse, pour obtenir le temps de conditionnement de QE.
 - Le résultat est donné comme suit :
$$\text{nouveau pas} = TMC + \left(\frac{QE * 1,111 * 1000}{90 * 200} \right)$$

$$\text{nouveau pas} = 215\text{min}$$

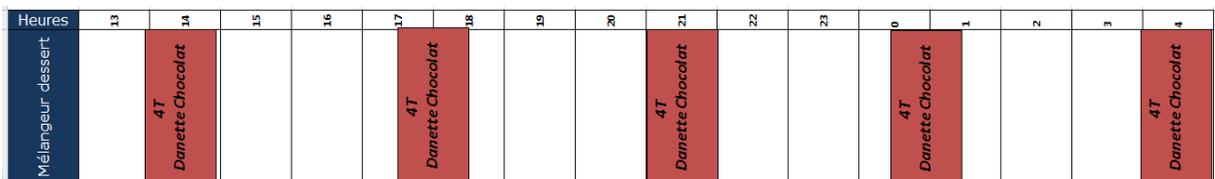


Figure III.11: Le planning de poudrage proposé

- Dans le cas où la D1 est en panne, nous indexons la décision de poudrage sur la quantité QE conditionnée. En effet, une fois QE consommée, le poudrage de la 2^{ème} préparation peut débuter et ainsi nous aurons formalisé la prise de décision de poudrage, contrairement à la situation d'avant où celle-ci était aléatoire.
- Une fois le temps de versage écoulé, le dernier poudrage sera espacé du suivant avec une durée supplémentaire au pas habituel égale au temps de lavage de la conditionneuse. Soit un pas de fin du temps de versage égale à $215 + 146 = 361min$.

II Etude des pertes dues aux pousses :

II.1 Analyse des pertes:

- Le tableau ci-dessous contient l'ensemble des pousses du processus:

Type de pousse	Nombres de pousses
pousse liquiverter-->mélangeur	1
pousse liquiverter-->TPDN	1
pousse TPDN-->BDL	2
pousse BDL--> HOMO	2
pousse HOMO-->sortie stérilo	2
pousse sortie stérilo-->TSD	2

Tableau III.12 : Les différentes pousses du process

- Durant la production de la crème dessert, des pertes de produit ont été enregistrées à cause du mouillage du produit par les différentes pousses.
- Sachant que le temps de versage de la conditionneuse est de 32h, elle consomme 8 préparations/32h.
- D'après le tableau ci-dessus, en additionnant l'ensemble des pousses, nous obtenons le total de 10 pousses durant tout le processus de production de la crème dessert Danette. Autrement dit un total de 80 pousses durant le temps de versage, ou bien 60 pousses/jour.
- Vu qu'il n'existe pas de suivi des pertes MB, nous avons estimé ces pertes par le calcul de l'écart entre la quantité reconstitué et la quantité conditionnée.
- Le tableau suivant nous renseigne sur les pertes enregistrées tout au long du processus.

Quantité reconstituée (Kg)	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Quantité conditionnée (Kg)	3697	3811	3790	3651	3795	3673	3813	3654	3762	3865
Perte MB (tonnes)	0,30	0,18	0,20	0,34	0,20	0,32	0,18	0,34	0,23	0,13
Pertes (DA)	22662,75	14124	15744	26112	15366	24478,5	14016	25950	17796	10074

Tableau III.13 : Relevé des pertes dues aux pousses

- Nous remarquons que les quantités de pertes sont considérables et coûteuses pour l'entreprise.
- De ce fait nous avons proposé deux solutions ayant pour objectif de réduire les pertes dues aux différentes pousses du processus.
- Le tableau ci-dessous synthétise les pertes de masse blanche :

Moyenne des pertes MB par préparation (en tonnes)	0,248431
Pertes journalières (en tonnes)	1,48986
Pertes journalières (en DA)	111794

Tableau III.14 : Synthèse des pertes dues aux pousses

- Du moment qu'il est impossible d'identifier les quantités perdues par chaque pousse, nous l'avons estimé à : $\frac{0,248431}{10} = 25 \text{ Kg/pousse}$, équivalent à 2000DA/pousse.

II.2 Propositions pour la réduction des pertes dues aux pousses :

- En plus du travail : *{[MER et TIG. 2007] : MERABTI O. et TIGHILT N., 2007, Contribution à l'amélioration de la performance d'un processus de production Application : Danone Djurdjura Algérie}* sur l'optimisation des temps de pousses, il serait intéressant d'appliquer les deux solutions proposées suivantes:
 - ✓ La première ne demande pas un investissement.
 - ✓ La seconde nécessite l'acquisition de nouveaux tanks.
- Ces solutions vont contribuer à réduire les pertes qui augmentent considérablement les coûts de production de la Danette.

II.2.1 Proposition 1 : supprimer le Liquiverteur :

- En l'état actuel des choses, où l'agitateur du LIQN est défectueux depuis une longue période, notre proposition consiste à supprimer le liquiverteur et de faire le poudrage à l'aide du TPDN vu que la production bénéficie d'une dérogation du service qualité.

- Ceci permettra de:
 - Réduire le temps de cycle du process de 15 minutes correspondant au temps de transfert du LIQN vers TPDN.
 - Réduire la consommation d'énergie des pompes de transfert.
 - Réduire le nombre de pousses en supprimant la pousse LIQN-TPDN, et ainsi réduire les pertes engendrées par cette pousse.
 - En effet avec l'estimation faite sur les pertes/pousse, nous gagnerons une quantité de $6 \times 25 = 150 \text{Kg/jr}$, et nous économiserons $6 \times 2000 = 12000 \text{DA/jr}$.

II.2.2 Proposition 2 : Acquérir de nouveaux Tanks :

- La deuxième proposition consiste à remettre en question les équipements du process en remplaçant le LIQN, les TPDN, et les TSD, par d'autres équipements de capacité 8T de la façon suivante :
 - ✓ **1 LIQN:** d'une capacité de 8T pour assurer la reconstitution d'une quantité 8T au lieu de 4T. Et vu que le LIQN n'est pas sollicité pour une longue durée, ceci lui donne suffisamment le temps de faire un lavage sans affecter le fonctionnement du process.
 - ✓ **2 TPDN:** de capacités 8T chacun pour assurer une redondance, et pouvoir intégrer les contraintes de lavage des tanks.
 - ✓ **2 TSD:** de capacités 8T chacun, aussi pour pouvoir laver l'un d'eux au moment où l'autre est en production vu qu'il faut toujours avoir un tank en production.
- Cette proposition permettra:
 - ✓ De réduire le nombre de poudrages de 6 jusqu'à 3 poudrages par jour, et par conséquent, le nombre de pousses passera de 60 à 30 pousses/ jour permettant ainsi, la réduction des pertes de moitié, soit de 1,5 T à 0,75T, autrement dit, de 111794DA à 55897DA.
 - ✓ D'alléger le planning de poudrage (Figure III.11), et ainsi réduire le nombre d'opérations pour le personnel (équipe poudrage, opérateurs de la salle de contrôle, équipe qualité...).

Heures	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0
Mélangeur dessert		8T Danette Chocolat							8T Danette Chocolat			

Figure III.11 : Planning de poudrage avec les nouveaux équipements

Conclusion :

- ❖ L'analyse des résultats des deux indicateurs nous a permis de révéler les vraies causes de leurs dégradations que nous exploiterons pour mettre en œuvre un plan d'action en mesure de remédier aux pertes de productivité.
- ❖ En ce qui concerne la partie process, nous sommes parvenus à proposer des solutions applicables qui prennent en considération l'ensemble des contraintes relatives aux équipements du process (contraintes de lavages, contraintes de stockage...), afin de réduire les différentes pertes du process.

Chapitre IV

Proposition d'un plan d'action

Ce chapitre a pour objet l'exploitation des résultats obtenus lors de la partie pratique. Ceci va se concrétiser par la mise en œuvre d'un plan d'action visant à améliorer la performance du processus de production de la crème dessert Danette à travers :

- ✓ La mise en place de nouvelles pratiques dans l'atelier de conditionnement, en introduisant une nouvelle fiche de suivi des deux indicateurs TRS et TRG,*
- ✓ Appliquer les résultats auxquels nous avons abouti dans la partie optimisation du process.*

Première partie : Mise en œuvre d'un plan d'action

- Nous allons consacrer cette première partie à la mise en œuvre d'un plan d'action qui se base sur l'exploitation des résultats de la partie pratique.
- Nous avons adopté une démarche dont la réussite est liée à la rigueur dont devront faire preuve l'ensemble des acteurs qui y participeront.
- Notre démarche se décompose en trois phases :
 - ✓ **1^{ère} phase** : La préparation.
 - ✓ **2^{ème} phases** : Proposition d'une fiche de suivi TRS et TRG.
 - ✓ **3^{ème} phase** : Proposition d'un plan d'action pour l'amélioration de ces indicateurs.

I La préparation :

- Cette phase est considérée comme une phase préliminaire à la deuxième phase.
- En premier lieu, nous allons diffuser les deux indicateurs que nous sommes en passe d'introduire, par l'organisation de séances d'information au sein de DDA.
- Ces séances sont consacrées à l'attention des différents départements, plus particulièrement le département méthodes et performance industrielle.
- Lors de ces séances, nous comptons informer le personnel de l'entreprise sur notre proposition de mettre en place une nouvelle fiche dédiée au calcul et au suivi de ces deux indicateurs.
- Ces mêmes séances auront pour objet la présentation des avantages que peut tirer DDA à travers leur mise en place.
- Suite à cela, nous allons axer notre travail avec le service CUTE, a qui nous allons transmettre les tableaux Excel pour le suivi des indicateurs.
- Par la suite, nous expliquerons aux opérateurs comment remplir la nouvelle fiche.

II Mise en place de la fiche de suivi TRS :

- La deuxième phase de la démarche consiste en la mise en place de la fiche de suivi, que nous avons intitulée Fiche de suivi TRS et TRG (voir annexe 6).
- Les fiches seront remplies par les opérateurs au niveau des conditionneuses.
- Le remplissage des fiches se fait de la manière suivante:
 - Chaque opérateur devra remplir son nom, le code de son équipe, ainsi que la tranche horaire.
 - A chaque heure, l'opérateur devra relever les données suivantes :
 - ✓ Compteur 1 et compteur 2.

- ✓ Les quantités de pots mises en palette et les différentes pertes enregistrées au cours de la production.
- Ensuite il devra mentionner les différents arrêts survenus lors du fonctionnement de la machine (en utilisant les codes arrêts utilisés chez DDA), puis calculer les différents temps, nécessaire à l'évaluation des deux indicateurs, en utilisant les formules qu'il trouvera sur la fiche.
- Une case pour les remarques a été introduite, où l'opérateur devra mettre l'ensemble des faits qu'il juge intéressants pour le travail du service CUTE.
- Une fois toutes les données en main, l'opérateur sera en mesure de calculer les deux indicateurs TRS et TRG et d'alerter les services concernés en cas de problème.

III Amélioration des deux indicateurs :

- Après avoir mis en place la fiche TRS et TRG, il ne faudrait pas s'arrêter à ce stade, car son utilité ne réside pas dans le fait de calculer les indicateurs pour les archiver, mais plutôt de les exploiter pour en faire une analyse rigoureuse et tirer les causes qui engendrent leur dégradation, afin d'agir en conséquence.
- Dans cette optique, nous avons proposé un plan d'action pour la conditionneuse D1. Ce plan prendra en charge les causes ayant conduit à la dégradation des deux indicateurs TRS et TRG durant la période de notre stage. (voir chapitre III tableau III.8).
- La démarche déployée pour l'application de ce plan d'action est la suivante:

III.1 Fixation des objectifs :

- Nos objectifs à travers ce plan d'action sont :
 - D'optimiser les temps d'arrêts machine (arrêts induits et arrêts propres).
 - D'optimiser les temps de fermeture de la ligne.
- Nous commencerons par l'amélioration du TRS avant de passer au TRG, vu que les causes qui impactent le TRG sont celles qui impactent le TRS, auxquelles nous ajoutons les fermetures de la ligne.

III.2 Amélioration du TRS :

- L'amélioration du TRS passe par la réduction des causes d'arrêts machines.
 - A. Pour les arrêts induits:**
- Nous visons à réduire les causes des temps d'arrêts induits, (égales à 9687min dans notre cas) dont :
 - 71% sont dus aux temps de lavages planifiés.
 - 18% sont dus aux défauts process.

- Seulement, il faut souligner que les 71% des temps de lavage ne peuvent être changés, vu qu'ils sont standardisés, ainsi nous allons nous limiter au traitement des défauts process.
- L'analyse de ces défauts process a démontré que les 20% de causes sont à l'origine des 80% des temps arrêts. Ces causes se résument aux défauts suivants :
 - ✓ Défaut Stérilo, défaut automatisme process, défaut pompe d'envoi, autres défauts process à préciser.
- L'élimination de ces défauts se fera comme suit:
 - ✓ Les départements maintenance et performance industrielle vont travailler en étroite collaboration pour réduire les trois premiers défauts, en mettant en place un suivi rigoureux, avec un historique et une base de données en vue de les maîtriser et de prévoir leur apparition.
 - ✓ Mettre en place une stratégie de maintenance fondée sur les risques et la « criticité » des équipements.
 - ✓ Revoir le plan d'entretien des équipements pour réduire les arrêts non programmés, et augmenter la pratique de la maintenance préventive.
 - ✓ Elaborer une bonne gestion des pièces de rechange pour éviter les ruptures de stocks.
 - ✓ En ce qui concerne les « autres défauts process à préciser » : qui constituent une bonne partie des défauts process, ils sont dus principalement à des erreurs commises par les opérateurs dans la partie process ou bien à des coupures de courant. A cet effet des check-lists de vérification de l'état du process doivent être introduites afin d'éviter tout malentendu lors du changement d'équipes.
- L'application de ces propositions contribuera à la réduction de 80% des temps d'arrêts induits causés par les défauts process. Ceci est équivalent à un gain de 1395min.

B. Pour les arrêts propres :

- La deuxième catégorie des arrêts qui influencent le TRS, sont les arrêts propres (Égales à 1743 min dans notre cas).
- L'analyse des causes de cette catégorie d'arrêt a fait ressortir trois types de causes:
 - ✓ 34% Défaut doseur, 16% Défaut découpe, 16% Défaut soudure opercule.
- Toutes les causes sont liées à des défauts survenus lors du fonctionnement de la D1 et plus exactement aux organes composant celle-ci.
- Pour éviter ces défauts, il est impératif que le département production motive et collabore avec le département maintenance afin:
 - ✓ D'étudier, prévenir les risques de pannes et éviter qu'elles n'apparaissent.

- ✓ D'avoir un stock de pièces de rechange prêt à toute éventualité.
- ✓ De Standardiser les interventions maintenance.
- ✓ De Former des techniciens maintenance et des opérateurs de production aux bonnes pratiques de la maintenance.
- ✓ De former le personnel de maintenance pour des interventions rapides et efficaces.
- ✓ D'étudier ces pannes pour les piéger et prévenir leur apparition.
- ✓ Exploiter les temps de fermeture de la ligne pour absence de commande pour faire les entretiens préventifs.
- En appliquant ces deux procédures, nous espérons atteindre notre objectif de réduction de 80% des temps d'arrêts propres.
- ❖ En agissant sur les causes d'arrêts propres et induits, nous obtenons une réduction totale de 3137 min. permettant d'avoir un TRS de 86,85%, qui est très satisfaisant.

III.3 Amélioration du TRG :

- L'amélioration du TRG passe par la réduction des temps d'arrêts machine que nous avons traités dans la partie amélioration du TRS ainsi que les temps de fermeture de la ligne.
- A partir du tableau III.8, nous avons recensé trois causes principales pour les fermetures de la ligne :
 - ✓ Saturation ligne NEP, défaut Stérilo, production sur une autre ligne.
- En ce qui concerne la première cause, nous recommandons à DDA d'investir dans une nouvelle ligne de NEP car ce problème pénalise beaucoup la production.
- Les défauts du Stérilo sont assez récurrents, ce qui contraint les opérateurs à fermer la ligne à chaque intervention de la maintenance, vu la criticité du Stérilo. Ainsi, un programme de fiabilisation du Stérilo s'avère nécessaire. Ce programme devra étudier les pannes qui surviennent le plus souvent dans le fonctionnement du Stérilo pour axer la maintenance préventive sur ces pannes.
- La troisième cause de fermeture de la ligne est due au fait que la Mini-Danette est produite sur la ligne 1, et que la fabrication des deux produits (qui sont totalement différents) en même temps est impossible, vu qu'il existe un seul process dédié aux deux produits.
 - Notre proposition est d'ajouter une ligne de soutirage des TSD vers la D1 et la ligne1, et d'augmenter la cadence du Stérilo pour assurer le traitement des deux produits, tout en incitant le service commercial à écouler les quantités produites pour exploiter au mieux les machines.

Chapitre IV : Proposition d'un plan d'action

- ❖ Si DDA arrive à investir dans une nouvelle ligne NEP, à fiabiliser le Sérilo, nous arriverons à éliminer 59% des fermetures lignes, équivalent dans notre cas à 10971 min.
 - ❖ En additionnant cette réduction avec celle retenue dans la partie TRS nous allons aboutir à un TRG= 80,55%.
 - ❖ Pour améliorer encore plus ce résultat il faudra appliquer la dernière proposition qui consiste à améliorer le process pour produire la Mini-Danette et la Danette en parallèle.
- Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des actions à mener :

La ligne	Catégorie d'arrêts	Causes d'arrêts	Actions à mener	Gain en TRS et TRG	
D1	Arrêts induits	Autres défauts process à préciser	Introduire des Check-lists pour éviter les erreurs dans le process.	Augmentation du TRS de 10,55%	
		Défaut automatisme process	Faire une bonne gestion des pièces de rechange.		
		Défaut pompe d'envoi	Améliorer les temps d'intervention et fiabiliser les équipements.		
		Défaut Sérilo			
	Arrêts propres	Défaut découpe	Challenger l'équipe maintenance à améliorer ses pratiques et à pratiquer la maintenance préventive.		
		Défaut soudure			
		Défaut doseur	Augmenter et former le personnel de la maintenance.		
	Arrêts fermeture ligne	Défaut saturation ligne NEP	Investir dans une nouvelle ligne NEP		Augmentation du TRG de 39,60%
		Défaut Sérilo	Elaborer un programme de fiabilisation du Sérilo.		
		Production sur une autre ligne	Ajouter une ligne de soutirage et augmenter la cadence du sérilo.		

Tableau IV.1 : Plan d'action et résultats escomptés

Deuxième partie : Application des propositions pour la partie process

- Le plan d'action spécifique à la partie process se résume dans l'application des deux solutions obtenues dans le chapitre III.
- Ainsi nous recommandons à DDA d'appliquer les solutions auxquelles nous sommes parvenus que ce soit en ce qui concerne la restructuration du planning de poudrage ou bien la réduction des pertes.

I Restructuration du planning de poudrage :

- L'objet de cette partie était d'arriver à restructurer le planning journalier de poudrage.
- Nous sommes parvenus à établir un nouveau planning à travers :
 - L'uniformisation du pas séparant deux poudrages consécutifs pour éviter les stocks tampon.
 - Formalisation de la prise de décision, de manière à ce que le poudrage soit déclenché une fois que la conditionneuse aura consommé une quantité de 700L.

II Réduction des pertes :

- L'objet de cette partie était d'arriver à réduire les différents types de pertes enregistrées tout au long du processus de production de la crème dessert Danette.
- Nous sommes parvenus à proposer deux solutions :
 - La première consiste dans la suppression du Liquiverter définitivement du process. Ainsi nous allons diminuer le nombre de pousses et par conséquent les pertes qu'elles engendrent.
 - La deuxième proposition consiste à investir dans de nouveaux tanks de manière à avoir: un Liquiverter de 8T, deux TPDN de 8T et deux TSD de 8T aussi. Ceci permettra à l'entreprise de réduire le nombre de poudrage de moitié et par la même occasion réduire le nombre de pousses et les pertes de moitié.

Conclusion :

Afin d'arriver à des résultats conséquents et de résoudre notre problématique d'indisponibilité du produit, l'application du plan d'action n'est pas suffisante. Il est impératif de lui joindre la démarche PDCA (Plan-Do-Check-Act) qui permettra l'amélioration continue des résultats des deux indicateurs TRS et TRG et ainsi inculquer une philosophie de progrès permanent et de performance industrielle à l'entreprise DDA. Ceci doit se faire avec la participation active, avec rigueur et sérieux de l'ensemble du personnel de DDA et en particulier les services : maintenance, pertes, CUTE, ainsi que l'ensemble des opérateurs.

Conclusion générale

Conclusion générale

Nous avons à travers ce travail, diagnostiqué le processus de production de la crème dessert Danette, dont la production n'arrivait pas à satisfaire la demande du marché, situation pouvant effectivement affecter la position stratégique de DDA à cause de l'indisponibilité de ses produits. Pour cela nous avons :

D'une part, mesuré la performance du processus de production par l'introduction de deux indicateurs : Le TRS, qui est un indicateur de mesure de l'efficacité de la machine, ainsi que le TRG, qui est un indicateur de mesure du rendement de l'atelier. Ces indicateurs nous ont permis de conclure que la production est fortement influencée par la l'indisponibilité de la conditionneuse et par les pannes des différents équipements du processus.

Le suivi des temps d'arrêts nous a permis de déceler les principales causes des temps d'arrêts, sur lesquelles s'articule notre plan d'action. Ce dernier a été mis en œuvre afin d'orienter le personnel de DDA à améliorer la disponibilité des équipements du processus en ciblant l'élimination des principales causes des temps d'arrêts.

D'autre part, nous avons estimé les pertes de produit tout au long du processus, générées par les dépassements des délais de stockages de la masse blanche, et aussi par mouillage du produit lors des différentes pousses. Puis nous avons proposé des solutions pour éliminer les stocks tampon et minimiser les différentes pertes.

Ce travail nous a permis d'enrichir nos connaissances, et de mettre en pratique quelques notions théoriques acquises durant notre formation.

Enfin, à travers cette expérience nous avons pu avoir un avant goût du monde du travail, nous permettant ainsi, de nous y insérer plus facilement à l'avenir.

Bibliographie

- [AOU et HAM, 2011] : AOUNE I. et HAMANA S., 2011, Contribution à l'amélioration du taux de service par l'élaboration d'un sous-système de gestion prévisionnelle Danone Djurdjura Algérie, Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.
- [BOU, 2003] : BOUQUIN H., 2003, contrôle de gestion, éditions ECONOMICA. Paris.
- [BUF, 2006] : BUFFRENE J., 2006, *Guide pratique de la TPM, Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles, Paris.*
- [BUF, 2006] : BUFFRENE J., 2006, *Améliorer la performance des ressources de la production par la TPM [29].Editions WEKA. Tribune de l'industrie.*
- [DDA, 2010] *Rapport de Danone Djurdjura Algérie 2010.*
- [EST, 2012] : ESTAMPE D., 2012, *Modèles d'évaluation de la performance Supply Chain [AG 5170], Techniques de l'ingénieur.*
- [GAT, 2012] : GATTI T., 2012, *TPM Total Productive Management [AG 4840], Technique de l'ingénieur.*
- [HOH, 2009] : HOHMANN C., 2009, *Techniques de productivité, Éditions d'organisation Groupe Eyrolles, Paris.*
- [HOH, 2005] : HOHMAN C., 2005, *TRS, TRG et norme NF E 60-182.HC ONLINE.*
- [JEA, 2005] JEAN LUC B., 2005, *Matière grasse laitière - Crème et beurre standard. Technique de l'ingénieur.*
- [KOM et al., 2006] : KOMBE T., EFAGA E.D., NDZANA B., NIEL E., *Efficienc e d'un système bâti sur le TRS global par poursuite du diagramme de fiabilité [02(2) (2006) 198 – 211], Afrique Science.*
- [LAK et OUE, 2011] : LAKEHAL W., OUERDI Z.E.A., 2011, Contribution à l'implémentation d'une politique de gestion des stocks de produits finis Danone Djurdjura Algérie, Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.
- [MER et TIG, 2007] : MERABTI O. et TIGHILT N., 2007, Contribution à l'amélioration de la performance d'un processus de production Application : Danone Djurdjura Algérie, Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.

- [NOU et BOU, 2003] : NOUFI A. et BOUABDALLAH K., 2003, Evaluation d'un système de performance direction industrielle et commerciale d'ABEC-PEPSI, Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.
- [PET, 2012] : PETITQUEUX A., 2012, *Implémentation Lean : application industrielle [AG 5195], Technique de l'ingénieur.*
- [PIE, 2005] : PIERREIN E., 2005, Master achats-logistique *Le TRG, un élément clé du TPM. Creative Commons, Paris.*
- [SID et TAT, 2006] : SIDIBE I. et TATA N., 2006, Contribution à la mise place d'un bureau méthode à la raffinerie de sucre (CEVITAL, Bejaia), Mémoire de Projet de Fin d'Etude d'Ingénieur, Département Génie Industriel, Ecole Nationale Polytechnique.
- [SOD et BEA, 2007] SODIN I. et BEAL C., 2007, *Fabrication des yaourts et des laits fermentés. Technique de l'ingénieur.*

Sitographie :

- [Site 1] : www.abs92.com/.../methodologie_tableau_bord_afnor.pdf
- [Site 2] : www.andpme.org.dz Kaci M., Sassi Y., 2007, Industrie laitière et des corps gras, Recueil dessous-fiches sectorielles EdPME. Algérie.
- [Site 3] : [Danone, 2010] récupéré sur le site www.danone.com

Autres ouvrages consultés

➤ **Ouvrage :**

- GALLAIRE J.M., 2008, *Les outils de la performance industrielle, Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles, Paris.*
- SOURISSE C. et KLAYE F., 1999, *Management des moyens de production, HERMES Science Publications, Paris.*
- CUIGNET R., 2002, *Management de la maintenance, Dunod, Paris.*

➤ **Vidéos :**

- <http://www.youtube.com/watch?v=hEEQdCWJ1cc> (Les indicateurs de performance).
- <http://www.youtube.com/watch?v=zejYoKHdujw> (Indicateurs et tableaux de bord).
- <http://www.youtube.com/watch?v=Q8pbiNjyQyo> (Productivité et efficience).
- <http://www.youtube.com/watch?v=py5yIpjX8NY> (Audit des processus).
- <http://www.youtube.com/watch?v=0WFnCb1XQRg> (Les composantes du TRG).

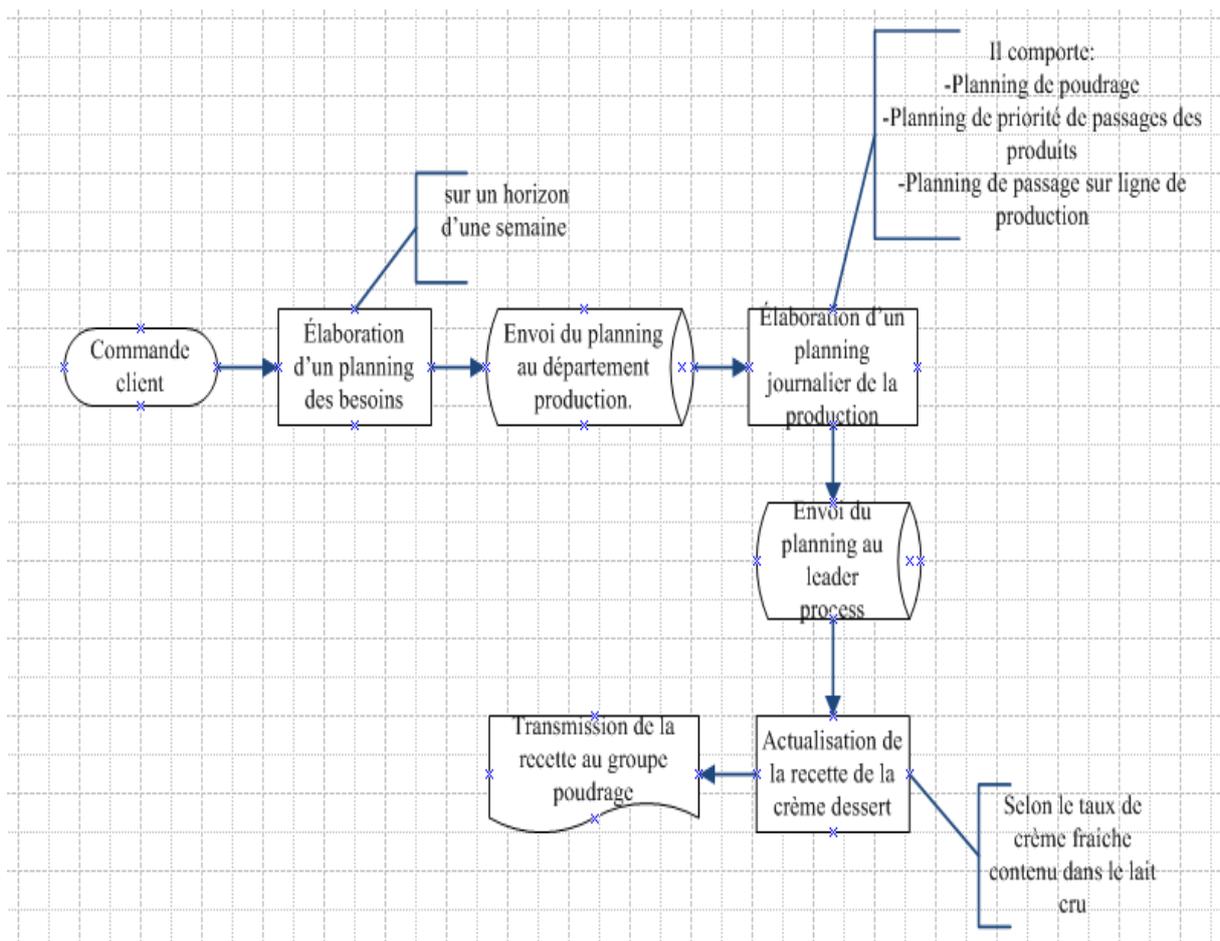
Liste des annexes

- **Annexe 1:** Temps et conditions de stockage dans les différents équipements.
- **Annexe 2:** procédure de planification de la production.
- **Annexe 3:** Procédure de la partie process.
- **Annexe 4:** Fiche de suivi production.
- **Annexe 5:** Fiche de suivi des temps d'arrêts vert et rouge.
- **Annexe 6:** Fiche de suivi du TRS et TRG.
- **Annexe 7:** L'analyse Pareto.
- **Annexe 8 :** Le diagramme de Gantt.

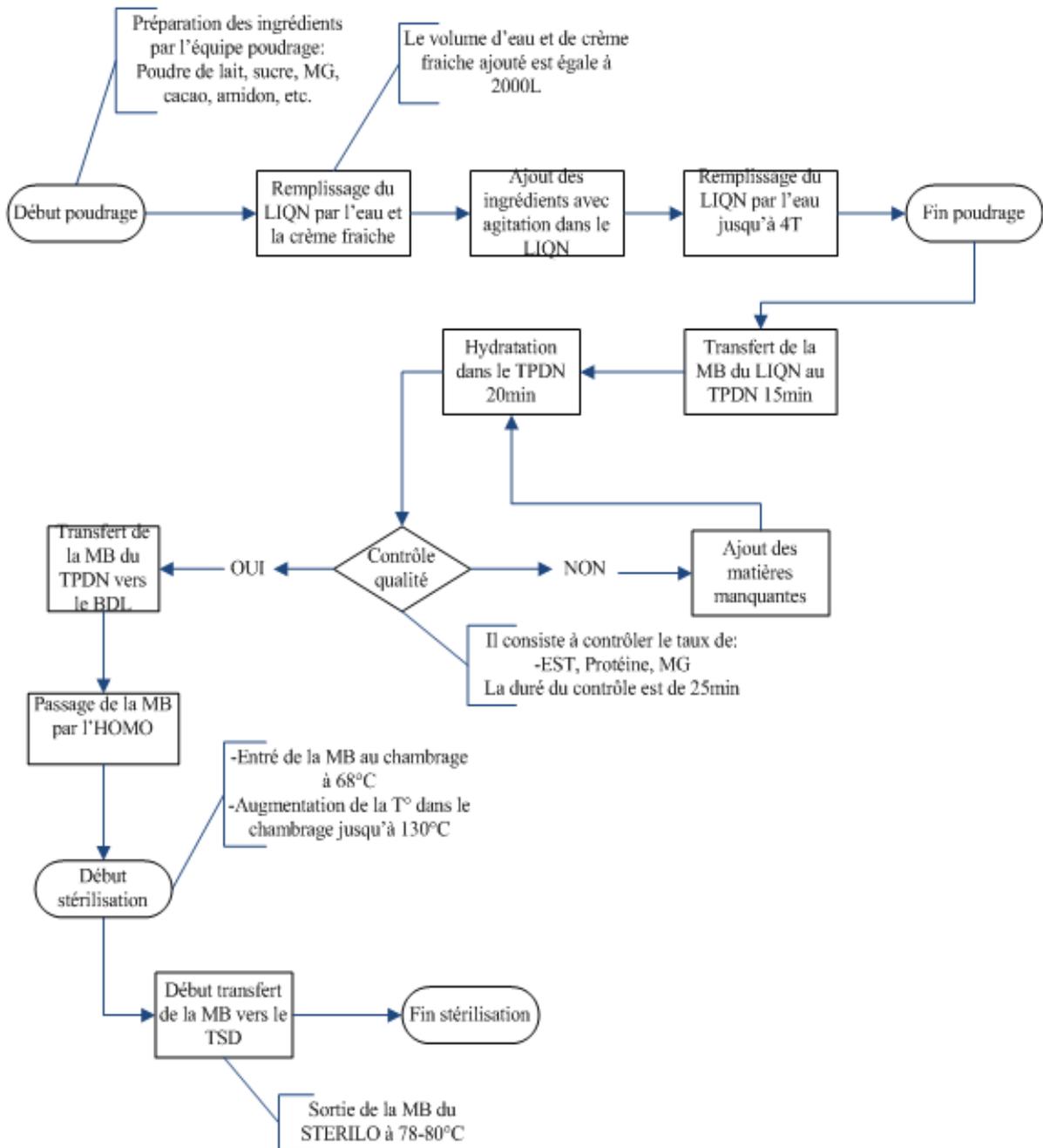
Annexe 1 : Temps et conditions de stockage dans les différents équipements

Equipement	Durée de stockage (heure)			Température de stockage (°C)			Température d'entrée	Température à l'intérieur	Température à la sortie
	acceptation	tolérance	rejet	acceptation	tolérance	rejet			
(LIQN)							/	55	/
TPDN	$D \leq 0.5$	$0.5 \leq D \leq 2$	$D \geq 2$	/	/	/	34-36	34-36	34-36
Bac de lancement	/	/	/	/	/	/	34-36	34-36	34-36
Stérilisateur	/	/	/	/	/	/	63	130	80
TSD	$D \leq 3$	$3 \leq D \leq 6$	$D \geq 6$	$T \leq 75 \pm 2$	$70 \leq T \leq 73$	$T \geq 75$	78	78	78

Annexe 2 : Procédure de planification de la production



Annexe 3: Procédure de la partie process



Annexe 4 : Fiche de Suivi production

DANONE DJOURDJORA ALGERIE		Département Production						Code: EP 2.1 Version N°: 03 Date d'émission: 14/02/2010			
DANONE		Fiche de suivi PRODUCTION									
DATE: 16.03.2012				OPERATEUR: <i>Chumit</i>				H. DEBUT: 08 ^h 00			
EQUIPE: A <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input checked="" type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>								H. FIN: 13 ^h 00			
Tradi		Dessert		Danac		Brassé		PGF			
1	Ligne 01	2	Ligne 02	5	Dessert 03	7	Tetra 1000 ml	9	Sidel	11	Fromage 1
3	Ligne 03	4	Ligne 04	6	Dessert 03	8	Tetra 250 ml	10	Brassé 04	12	Fromage 2
PRODUIT		H.DEBUT	H.FIN	D.L.C	L.I.P	PALETTES	CAISSES	POTS	Total Pots	TONNES	
CHOCO		08 ^h 24	13 ^h 00	15/04	A	11	38	24	80664	5,26946	
TOTAL						11	38	24	80664	5,26946	
NB POTS THEORIQUES		Compteur (1)		Compteur (2)							
96000		40712		80712							
DATE: 16.03.2012				OPERATEUR: <i>AKSAS</i>				H. DEBUT: 13 ^h 00			
EQUIPE: A <input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>								H. FIN: 21 ^h 00			
PRODUIT		H.DEBUT	H.FIN	D.L.C	L.I.P	PALETTES	CAISSES	POTS	Total Pots	TONNES	
CHOCO		13 ^h 00	21 ^h 00	15.04	C	13	12	1	92340	8,3106	
TOTAL						13	12	1	92340	8,3106	
NB POTS THEORIQUES		Compteur (1)		Compteur (2)							
96000		92520		92520							
DATE: 16.03.12				OPERATEUR: <i>TABET</i>				H. DEBUT: 21 ^h 00			
EQUIPE: A <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/>								H. FIN: 05 ^h 00			
PRODUIT		H.DEBUT	H.FIN	D.L.C	L.I.P	PALETTES	CAISSES	POTS	Total Pots	TONNES	
CHOCO		21 ^h 00	23 ^h 53	15/04 = D		04	66	-	34020	3,0618	
CHOCO		23 ^h 57	05 ^h 00	16/04 = E		07	48	-	53460	4,8114	
TOTAL						12	36	-	87480	7,8732	
NB POTS THEORIQUES		Compteur (1)		Compteur (2)							
46000		87480		87480							
Causes principal d'arrêts											
05h-13h: défaut pas machine 21 min de datage 30 min											

Annexe 5 : Fiche de suivi vert et rouge des arrêts

Heure	Nombre bouteilles / pots produits	SUIVI ROUGE	
05h-08h	Compteurs	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100	
	9200	Codes	352
	10856	Durées	24
	3472	Commentaires	defaut pas machine
08h-13h	Compteurs	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100	
	9584	Codes	338
	1200	Durées	12
	19000	Commentaires	nettoyage cloison
13h-17h	Compteurs	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100	
	12616	Codes	207
	12000	Durées	04
	11176	Commentaires	CHANGEMENT OPERCULE
17h-21h	Compteurs	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100	
	12000	Codes	207 711
	10776	Durées	04 02
	11976	Commentaires	CHANGEMENT OPERCULE - DEF AUT ALARME PROCES
21h-01h	Compteurs	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100	
	12600	Codes	711
	11568	Durées	02
	10236	Commentaires	Alarm process
01h-05h	Compteurs	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100	
	7762	Codes	207 711 215 311
	11968	Durées	04 05 03
	12000	Commentaires	defaut vanne 30 03

Annexe 7 : L'analyse Pareto

1. Description :

Le Diagramme de PARETO permet de représenter l'importance relative de différents phénomènes lorsqu'on dispose de données quantitatives. Il prend la forme d'un graphique qui aide le travail d'analyse, en déterminant l'importance relative des différents faits et en établissant des ordres de priorité sur les causes.

« Histogramme représentant des données classées par ordre décroissant d'importance. Il permet de se concentrer sur les actions qui auront le plus grand effet. Il illustre la loi de Pareto, aussi appelée loi des 20/80, constatant le fait que 20% des causes provoquent 80% des effets ».

2. Objectifs :

Le diagramme de Pareto permet de hiérarchiser et de visualiser l'importance relative de différentes informations liées à un événement pour les classer par ordre décroissant d'importance.

3. Mode d'utilisation :

L'utilisation du diagramme de Pareto se décline suivant six points :

1. Sur une période donnée, établir la liste des informations relatives à un événement.
2. Classer les informations par type. Chaque type doit être indépendant des autres.
3. Quantifier l'importance de chacun de ces types.
4. Faire la somme des valeurs obtenues et calculer le pourcentage relatif à chaque type.
5. Représenter graphiquement par un diagramme en colonnes décroissantes les pourcentages obtenus.
6. Tracer sur le même diagramme le graphique des valeurs cumulées.

Annexe 8 : Le diagramme de Gantt

Le **diagramme de Gantt** est un outil utilisé en ordonnancement et gestion de projet permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet. Il permet de représenter graphiquement l'avancement du projet.

Cet outil répond à deux objectifs : planifier de façon optimale et communiquer sur le planning établi les choix qu'il impose. Le concept a été développé par Henry L. Gantt, ingénieur américain, vers 1910.

Les diagrammes de Gantt sont utilisés dans la plupart des logiciels de gestion de projet tels que : Microsoft Project, gantt Project, open Work bench, Trio Project ou Planner (anciennement Mr Project).

Dans un diagramme de Gantt on représente :

- En abscisse les unités de temps (exprimées en mois, en semaine ou en jours).
- En ordonnée les différents postes de travail (ou les différentes tâches).

La durée d'utilisation d'un poste de travail (ou la durée d'exécution d'une tâche) est matérialisée par une *barre horizontale*. Il est également fréquent de matérialiser par des *flèches*, les liens de dépendance entre les tâches (la flèche relie la tâche précédente à la tâche suivante). Dans la pratique, le diagramme de base est souvent complété en ligne par la liste des ressources affectées à chacune des tâches ainsi que par divers indicateurs, fonction de la charge ou du délai, permettant d'en suivre l'avancement.

Ce diagramme permet :

- ✓ De déterminer les dates de réalisation d'un projet.
- ✓ D'identifier les marges existantes sur certaines tâches.
- ✓ De visualiser d'un seul coup d'œil le retard ou l'avancement des travaux.

Le diagramme de Gantt ne résout pas tous les problèmes, en particulier si l'on doit planifier des fabrications qui viennent en concurrence pour l'utilisation de certaines ressources de l'entreprise. Dans ce cas, il est nécessaire de faire appel à des algorithmes plus complexes issus de la recherche opérationnelle et de la théorie de l'ordonnancement. Toutefois, il est souvent possible de trouver des solutions satisfaisantes en appliquant simplement des règles de priorité heuristiques. La méthode consiste à placer les tâches à effectuer dans le diagramme de Gantt dans l'ordre défini par la priorité et en tenant compte des ressources encore disponibles.