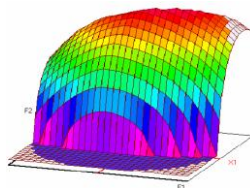




Année Universitaire : 2015-2016



Master Sciences et Techniques CAC Agiq
Chimiométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion de la
qualité

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et
Techniques

Contribution à la réduction du surpoids
de Merendina Mini

Présenté par:
EL HADAoui Mohammed

Encadré par:
-M. EL ARBAoui AKRAM Mondelez Maroc
-Pr. MELIANI Abdeslam FST Fès

Soutenu Le 13 Juin 2016 devant le jury composé de:

- Pr. A. MELIANI**
- Pr. E. H. LAMCHARFI**
- Pr. A. LHASSANI**

Stage effectué à : Mondelez Maroc-Casablanca

DEDICACES

A mes parents

Ce travail est le fruit de votre amour inépuisable, de l'éducation irréprochable et du soutien constant que vous m'avez prodigué tout au long de ma vie.

Ce modeste travail ne saurait exprimer que peu de mon grand amour, ma pure gratitude et ma profonde reconnaissance à votre égard. Que Dieu, tout puissant, vous préserve et vous offre bonne santé et longue vie, et vous récompense pour vos efforts déployés pour moi et ma fratrie.

A toute ma famille

Pour tous les bienfaits que chacun a pu faire pour moi. Puisse Dieu renforcer notre union.

A tous mes ami(e)s

En souvenir des moments passés ensemble, je vous dédie ce travail en témoignage de mon amitié sincère et durable.

A la promotion du Master Chimométrie et Analyse Chimique :

Application à la gestion de la qualité: Pour l'ambiance amicale et fraternelle qui a régné entre nous durant les années que nous avons passées ensemble, que vous trouviez ici ma reconnaissance.

Tous mes ami(e)s qui me soutiennent le jour de ma présentation et ceux et celles qui m'ont soutenue durant mes études.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à remercier :

- ✿ *Monsieur le Doyen de FST de Fès*
- ✿ *Monsieur le Directeur Général de la Biscuiterie Industrielle du Moghreb « BIMO Mondelez »*
- ✿ *Monsieur le Responsable du Master Chimométrie et Analyse Chimique : Application à la gestion de la qualité.*
- ✿ *Vivement mon maître du stage, Mr M. EL ARBAOUI Akram, responsable du service qualité au sein de l'entreprise Mondelez Maroc, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien. Grâce aussi à sa confiance j'ai pu m'accomplir totalement dans mes missions. Il fut d'une aide précieuse dans les moments les plus délicats.*
- ✿ *Professeur A. MELIANI: pour son encadrement pour la réussite du projet de fin d'études malgré les énormes occupations et les grandes responsabilités qu'il assume. Vous avez toujours eu le temps pour me conseiller durant le déroulement de mon travail à BIMO Mondelez ainsi que pendant la rédaction de ce rapport. Veuillez croire à l'expression de ma profonde reconnaissance.*
- ✿ *Tous les membres du jury : Pr. A. MELIANI, Pr. E. H. LAMCHARFI et Pr. A. LHASSANI, Je tiens à exprimer mes sincères remerciements pour l'honneur que vous m'avez fait d'avoir acceptés d'évaluer ce travail.*
- ✿ *A tout le corps professoral la FST de Fès qui a assuré un enseignement de qualité et un suivi de près de notre épanouissement.*
- ✿ *Tout le personnel de BIMO Mondelez : pour sa gentillesse et sa volonté de me transmettre son savoir-faire.*

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouve ici l'expression de ma reconnaissance et de mes remerciements les plus sincères.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Contexte générale du projet et la démarche à suivre.....	3
I- Présentation de l'organisme	4
1- Nous connaître :.....	4
2- Branches des activités	6
II- Mondelez Maroc : Naissance d'un géant national de biscuiterie	6
1- Stratégie :	7
2- Classement des produits:	8
III- Présentation du projet.....	8
1- Le choix de la zone.....	8
2- Description de la ligne Gorreri de fabrication de Merendina mini	10
2.1- Schéma Du processus de fabrication	10
2.2- Description détaillée du processus de fabrication	10
a- Préparation de la pâte.....	10
b- Cuisson	11
c- Le façonnage et le fourrage :	11
d- Enrobage, refroidissement & conditionnement :.....	12
3- Problématique.....	12
IV- La démarche six sigmas.....	13
1- Définition	13
2- Pourquoi six sigmas ?.....	13
3- Méthode à suivre.....	13
V- Conclusion	14
Chapitre II : Définition et analyse de l'état actuel.....	15
I- Introduction.....	16
II- Phase définir	16
1- Formulation du problème	16
2- Définition des clients	16
3- Critiques de la qualité	17

4-	Cartographie du processus : SIPOC	18
4.1-	Définition :.....	18
4.2-	Introduction des éléments de diagramme SIPOC:	18
5-	SIPOC de la section Génoise :	19
6-	Conclusion	19
III-	Phase Mesurer	20
1-	Maitrise statistique du processus.....	20
1.1-	Définition et objectif	20
1.2-	Outils de l'MSP.....	20
a-	Carte de contrôle	20
b-	Capabilité :.....	21
c-	Comparaison des moyennes.....	21
2-	Poids de Génoise	22
2.1-	Carte de contrôle	22
2.2-	Etude de la capabilité.....	22
3-	Humidité	23
3.1-	Carte de contrôle	23
3.2-	Etude de la capabilité.....	23
4-	Activité de l'eau	24
4.1-	Carte de contrôle	24
4.2-	Etude de la capabilité.....	24
5-	Longueur	25
5.1-	Carte de contrôle	25
5.2-	Etude de la capabilité.....	25
6-	Epaisseur	26
6.1-	Carte de contrôle	26
6.1-	Etude de la capabilité.....	26
7-	Poids de sirop.....	27
7.1-	Carte de contrôle	27
7.1-	Etude de la capabilité.....	27
8-	Poids de la crème.....	28
8.1-	Carte de contrôle	28
8.2-	Etude de la capabilité.....	28
9-	Poids d'enrobage.....	29

9.1-	Carte de contrôle	29
9.2-	Etude de la capabilité.....	29
10-	Poids du produit fini.....	30
10.1-	Carte de contrôle.....	30
10.2-	Etude de la capabilité	30
11-	Conclusion.....	31
IV-	Conclusion	31
Chapitre III : Analyse des causes et proposition des améliorations.....		32
I-	Introduction.....	33
II-	Phase Analyser	33
1-	Extraction des causes	33
2-	Analyse des causes.....	34
1.1-	La qualité de la farine	34
1.2-	Effet de l'épaisseur	35
a-	La densité de la pate et la température du four	36
1.3-	La densité de chocolat	38
3-	Conclusion	39
III-	Phase Améliorer.....	40
1-	La qualité de la farine	40
2-	Début de la couleuse.....	40
3-	Positionnement de la crème de décoration.....	42
IV-	Conclusion	42
Conclusion générale		43
Webographie et bibliographie.....		44
Annexes.....		45

Liste des tableaux

Tableau 1. Répartition des sections de BIMO	8
Tableau 2. Les pertes en 2015 de surpoids	9
Tableau 3. Les objectifs et les outils de la démarche DMAIC.....	14
Tableau 4. Plan de contrôle de Génoise.....	17
Tableau 5. Résumé de l'état actuel du processus	31
Tableau 6. Les statistiques d'analyse de l'épaisseur	36
Tableau 7. Comparaison des moyennes.....	36
Tableau 8. Définition du domaine d'étude	36
Tableau 9. Matrice d'expérience et la réponse.....	37
Tableau 10. Analyse de la variance de l'épaisseur	37
Tableau 11. Statistiques de la régression.....	37
Tableau 12. Les caractéristiques boulangères de la farine [9]	40
Tableau 13. Les données de Merendina Mini.	47
Tableau 14. La force de la farine	47

Liste des figures

Figure 1. Les produits de Mondelez International	5
Figure 2. Branches des activités et position du produit de Mondelez dans le marché	6
Figure 3. Schéma du Processus de fabrication de Génoise.....	10
Figure 4. Étape de cuisson de pate Génoise.....	11
Figure 6. Enrobeuse de Merendina Mini.....	12
Figure 7. Refroidissement et conditionnement	12
Figure 8. Formulation du problème par QQQQCP	16
Figure 9. Cartographie du processus.....	19
Figure 10. La carte de contrôle des individus du poids de génoise.....	22
Figure 11. Rapport de capabilité du poids de Génoise	22
Figure 12. Carte de contrôle de l'humidité de Génoise	23
Figure 13. Rapport de capabilité de l'humidité de Génoise.....	23
Figure 14. Carte de contrôle de l'activité de l'eau	24
Figure 15. Rapport de capabilité de l'activité de l'eau.....	24
Figure 16. Carte de contrôle de la longueur.....	25
Figure 17. Rapport de capabilité de la longueur	25
Figure 18. Carte de contrôle de la longueur.....	26
Figure 19. Rapport de capabilité de l'épaisseur	26
Figure 20. Carte de contrôle du poids de sirop	27
Figure 21. Rapport de capabilité du poids de sirop	27
Figure 22. Carte de contrôle du poids de la crème	28
Figure 23. Rapport de capabilité du poids de la crème.....	28
Figure 24. Carte de contrôle du poids de l'enrobage.....	29
Figure 25. Rapport de capabilité du poids de la crème.....	29
Figure 26. Carte de contrôle du poids de produit fini	30
Figure 27. Rapport de capabilité du poids de produit fini.....	30
Figure 28. Diagramme d'Ishikawa de surpoids de Merendina Mini	33
Figure 29. Rapport de la capabilité de la force de la farine	35
Figure 30. Distribution des résidus.....	38

Figure 31. La carte de contrôle des individus de la densité du tank de stockage 12 de chocolat	38
Figure 32. La carte de contrôle des individus de la densité dans le tank de la crème de décoration ..	39
Figure 33. La carte de contrôle des individus de la densité du chocolat dans l'enrobeuse.....	39
Figure 34. La couleuse de la pâte	41
Figure 35. Mesure de l'épaisseur dans les différents cotés	41

Liste des abréviations

- ✿ **BIMO : BISCUITERIE INDUSTRIELLE DU MOGHREB.**
- ✿ **CTQ: Critical To Quality**
- ✿ **DH : Dirham Marocain**
- ✿ **DMAIC : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et contrôler**
- ✿ **EX: Précédent.**
- ✿ **FIFO: First In First Out**
- ✿ **(g) : gramme**
- ✿ **LCL : Lower control Limite = Limite inférieure de contrôle**
- ✿ **LSI : Limite de Spécification Inférieure**
- ✿ **LSS: Limite de Spécification Supérieure**
- ✿ **LU : Lefèvre-Utile**
- ✿ **ONA : Omnium Nord Africain**
- ✿ **MSA: Measurement system analysis = Analyse du système de mesure**
- ✿ **MSP: Maitrise Statistique du Processus**
- ✿ **SIPOC: Suppliers, Input, Process, Output, Customers**
- ✿ **SNI : Société Nationale d'investissement**
- ✿ **UCL : Upper Control Limit = Limite supérieure de contrôle**
- ✿ **W : La force de la farine**

Introduction générale

La qualité et la sécurité alimentaire sont devenues primordiales pour l'industrie agroalimentaire, en effet, la pression exercée par les clients quant à la qualité du produit de consommation, conduit les entreprises agroalimentaires et les autorités à contrôler non seulement les produits finis mais toute la chaîne de production. Or, fabriquer un produit salubre et de qualité implique répondre aux exigences réglementaires relatifs à la qualité et sécurité alimentaires.

Tous les clients au niveau mondial exigent que les produits et les services soient de meilleure qualité afin de répondre à leurs spécifications et leurs attentes.

La qualité d'un produit est dépendante des caractéristiques des matières premières à partir desquelles il est obtenu et du procédé industriel permettant cette obtention. Il est aujourd'hui largement admis que cette qualité ne peut être fondée sur une analyse du produit fini mais intrinsèquement liée à la conception même du procédé ou de production.

Pour atteindre un produit ou un service spécial de point de vue qualité il faut avoir un engagement total de toutes les composantes de l'entreprise plus la détermination des sources de variabilités depuis la réception de la matière première et pendant la fabrication jusqu'à la livraison.

Dans le cadre de notre stage, la réduction de la variabilité du processus sera notre objectif au sein de Mondelez Maroc par la méthode six sigmas qu'est exigée par l'entreprise elle-même.

Lutter contre Les sources de variabilités c'est une exigence de Mondelez International et est une obsession de Mondelez Maroc (Ex-BIMO) pour répondre aux exigences des clients et améliorer les bénéfices de l'entreprise.

Ce rapport de stage de fin d'études réalisé à Mondelez Maroc comprend trois chapitres essentiels :

- Dans le premier chapitre on va définir généralement le groupe Mondelez et notamment sa filiale Marocaine (BIMO) afin de décrire la problématique de projet et la méthode six sigmas et notamment la démarche DMAIC qu'on va suivre et qui contient cinq phases importantes sont : Définir, Mesurer, Analyser, Innover et Contrôler.
- Les phases « Définir » et « Mesurer » seront le but de deuxième chapitre. L'objectif de ces deux étapes est de connaître les besoins des clients, préciser les objectifs à atteindre, cadrer le projet, collecter les données et choisir les variables à étudier avant de déterminer les zones de problème.
- Identifier les causes racines qui conduisent à la variabilité et suggéré des solutions pour diminuer la variabilité du processus seront traitées dans les phases « Analyser » et « Innover » au niveau du troisième chapitre.

Chapitre I : Contexte générale du projet et la démarche à suivre

I- Présentation de l'organisme

1- Nous connaître :

Mondelēz International (anciennement Kraft Foods) est une multinationale américaine agroalimentaire, particulièrement présente dans les secteurs du biscuit et du chocolat qui est implantée dans de nombreux pays à travers le monde. Par le volume des ventes, il s'agit du deuxième acteur mondial du secteur agroalimentaire. [1]

En 2007, le géant américain de l'alimentation a créé Mondelez international pour rassembler les biscuits et les chocolats après la scission. En effet, l'américain Kraft Foods est divisé en deux entités : Kraft Foods Group pour les Etats-Unis et Mondelez pour le reste du monde, même si son siège reste situé près de Chicago. Ses points forts sont la confiserie, les biscuits, le café et le chocolat héritage d'une longue série d'acquisitions comme Cadbury, Jacobs Suchard ou Nabisco (d'où est issu Oreo). Parmi ses marques phares figurent, Toblerone, Côte d'Or, Lu, Carambar, Malabar ou encore Philadelphia cream cheese. Et bien sûr Oreo.[2]



C'est un "monde délicieux" que veut créer
Kraft avec Mondelez.

Le groupe a expliqué que "*delez*" est une
abréviation de "*délicieux*"

Ainsi après la scission, ses différents snacks seront vendus sous le nom de Mondelez. L'autre entité, centrée sur les produits de rayons frais, deviendra Kraft Food Group. "La marque Kraft correspond parfaitement à l'activité d'épicerie nord-américaine et lui donne une plateforme merveilleuse pour bâtir un avenir enthousiasmant ", précise la PDG Irene Rosenfeld, dans un communiqué."Pour la nouvelle entreprise mondiale de snacks, nous voulions trouver un nouveau nom qui puisse chapeauter nos marques emblématiques, renforcer la nature vraiment mondiale de cette activité et illustrer notre objectif global de 'rendre aujourd'hui délicieux'", ajoute- telle. [3]



Figure 1. Les produits de Mondelez International

2- Branches des activités

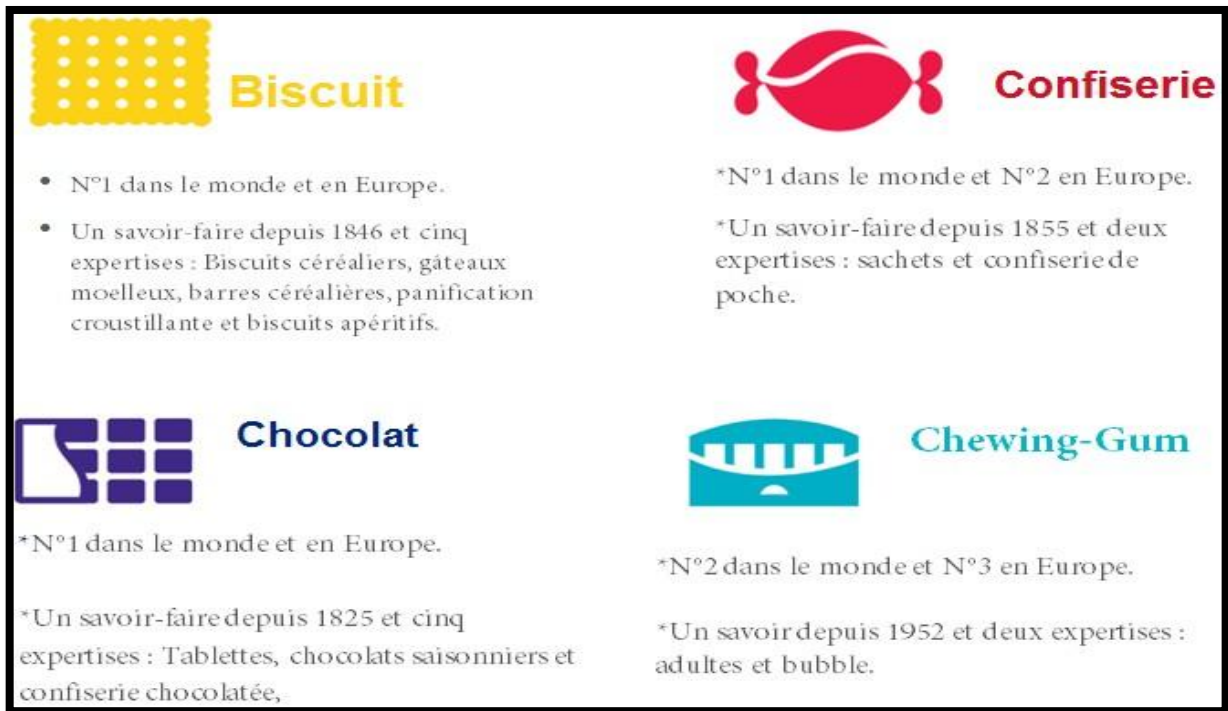


Figure 2. Branches des activités et position du produit de Mondelez dans le marché

II- Mondelez Maroc : Naissance d'un géant national de biscuiterie

BIMO : La saga d'un biscuit

Le succès de la marque Bimo est tel que son nom est devenu le terme générique du biscuit au Maroc.

« Bghit Bimo ! » Les bambins des années 1980 et 1990 n'ont eu cesse de répéter cette phrase pour que leurs parents comblent leurs envies. Aujourd'hui encore, dans le langage de tous les jours, chez petits et grands, un « Bimo » est un biscuit. En réalité, Bimo est l'acronyme de Biscuiterie Industrielle du Moghreb, l'une des rares entreprises marocaines ayant réussi le pari de faire de leur dénomination sociale le générique d'un produit.

Nous sommes en 1981, l'entreprise démarre son activité avec une seule unité de production, basée à Aïn Sebaâ. Dix-huit ans après sa création, et en dépit de son bon positionnement sur le marché, les fondateurs décident de céder l'entreprise. Après quelques mois de négociations, Bimo est vendue au consortium ONA-Danone, qui se partagent à parts égales le capital de l'entreprise.

Sept ans plus tard, Bimo fait face à une nouvelle opération stratégique. En 2007, Danone vend l'entreprise LU à Kraft Foods. Cette vente n'est pas sans conséquence pour le marché marocain, puisque Kraft se retrouve ainsi actionnaire à hauteur de 50% de Bimo. En septembre 2012, le holding SNI annonce la conclusion du contrat de cession de sa filiale Bimo au groupe Kraft Foods, qui devient alors le seul actionnaire du leader marocain de la biscuiterie.

En même temps, le géant américain opère une importante opération de restructuration à l'international, qui le mène à diviser ses activités en réservant l'identité Kraft Foods au segment épicerie en Amérique du Nord, et en baptisant Mondelēz International l'entité qui chapeaute l'activité de production de biscuits, chocolats et chewing-gums au niveau international. Mondelēz International devient donc le seul maître à bord du navire Bimo.

La stratégie de l'Américain est claire. Il s'agit de renforcer les parts de marché de Bimo à travers ses produits les plus prisés, tout en écoulant sur le marché marocain les marques internationales du géant américain. Au-delà du segment biscuiterie, Mondelēz aspire à devenir le leader au Maroc de toute l'activité Snacking (chocolat, bonbons & chewing-gum et café). La multinationale justifie de telles ambitions par le taux de consommation assez faible du biscuit par habitant, preuve de l'énorme opportunité de croissance dont jouit le marché marocain. En plus, Mondelēz considère Bimo comme un élément clé de sa future stratégie dans la région Moyen-Orient et Afrique.

1- Stratégie :

Aujourd'hui, Bimo connaît un nouveau changement stratégique. Il s'agit de la disparition des deux entités juridiques Bimo et Kraft Foods Maroc, filiale directe de Kraft Foods, pour laisser place à une seule entité, Mondelēz Maroc. Ces deux entités sont intégrées aujourd'hui à 100% tout en éliminant les doublons dans les structures. Mais le management marocain de Mondelēz se veut rassurant. Si l'entité juridique va disparaître, la marque Bimo, quant à elle, continuera à se développer. Il s'agit avant tout d'un choix stratégique, puisque la marque Bimo constitue l'unique support des produits de la société. [4]

2- Classement des produits:

Mondelēz Maroc « BIMO » dispose de deux sites de production : BIMO 1 & BIMO 2. Elle compte plus de 40 références sous 18 marques différentes et a une gamme diversifiée de produits, allant des biscuits aux gaufrettes aux génoises. Nous distinguons quatre sections réparties comme ci-dessous:

<u>Sites</u>	<u>Sections</u>	<u>Catégories</u>
BIMO 1	Biscuits	Biscuits secs
		Biscuits fourrés
		Biscuits fourrés et enrobés
BIMO 2	Gaufrettes	Gaufrettes fourrés
		Gaufrettes fourrés et enrobés
	Pâtisserie	Génoise fourrées et enrobées
	Biscuits	Biscuits salés
		Biscuits sec
		Biscuits fourrés
		Biscuits fourrés et enrobés
Biscuits secs enrobés		

Tableau 1. Répartition des sections de BIMO

Les unités de Mondelēz Maroc « BIMO » disposent des laboratoires de contrôle pour veiller à la bonne qualité des produits. De l'amont à l'aval (de la réception jusqu'à la libération du produits finis), il y a des contrôles qualité qui se font au fur et à mesure, pour assurer une production répondant continuellement aux normes exigées aussi bien pour le produit fini que pour les matières premières.

III- Présentation du projet

1- Le choix de la zone

Dans la présentation de l'entreprise nous avons cité la présence de deux zones de production BIMO I et BIMO II. Trois sections au niveau de BIMO II et une grande variété des produits nous a facilités le choix de notre projet de fin d'études. Le choix de ce projet correspond aussi à l'attente de l'entreprise et à l'engagement des composantes de la section pour réduire la variabilité du processus.

Le tableau suivant montre la perte dû au surpoids de Merendina Mini :

Mois	Production (Tonne)	La moyenne mensuelle d'une pièce de Merendina en (g)	Quantité produite en (g)	Quantité emballée (g)	Nombre de pièces emballées	Nombre de Pièces *E	Nombre de pièces perdue/mois (DH)
janvier	83,015	21,33	83014800	78332800	3672423,8	8556747,5	450355,13
février	65,550	20,99	65550000	60531000	2883801,8	5738765,6	302040,29
mars	171,780	21,15	171780000	1,63E+08	7713475,2	16583971,6	872840,61
avril	11,284	20,84	11283600	10125600	485873,3	894006,9	47053,00
mai	309,602	21,16	309602400	2,92E+08	13801720,2	29811715,7	1569037,67
juin	111,917	21,11	111916800	1,05E+08	4990563,7	10530089,4	554215,23
juillet	166,259	21,03	166258800	1,56E+08	7423623,4	15069955,5	793155,55
août	93,336	20,89	93336000	84912000	4064720,0	7682320,7	404332,67
septembre	308,833	21,11	308833200	2,89E+08	13688593,1	28882931,4	1520154,28
octobre	283,075	21,15	283075200	2,68E+08	12669229,3	27238843,0	1433623,32
novembre	311,494	20,97	311493600	2,9E+08	13836366,2	27257641,5	1434612,71
décembre	219,036	21,17	219036000	2,03E+08	9595559,8	20822364,7	1095913,93
somme							10477334 (DH)

Tableau 2. Les pertes en 2015 de surpoids

Donc on a la perte de 10477334,3 DH en 2015 pour un seul produit.

2- Description de la ligne Gorreri de fabrication de Merendina mini

2.1- Schéma Du processus de fabrication

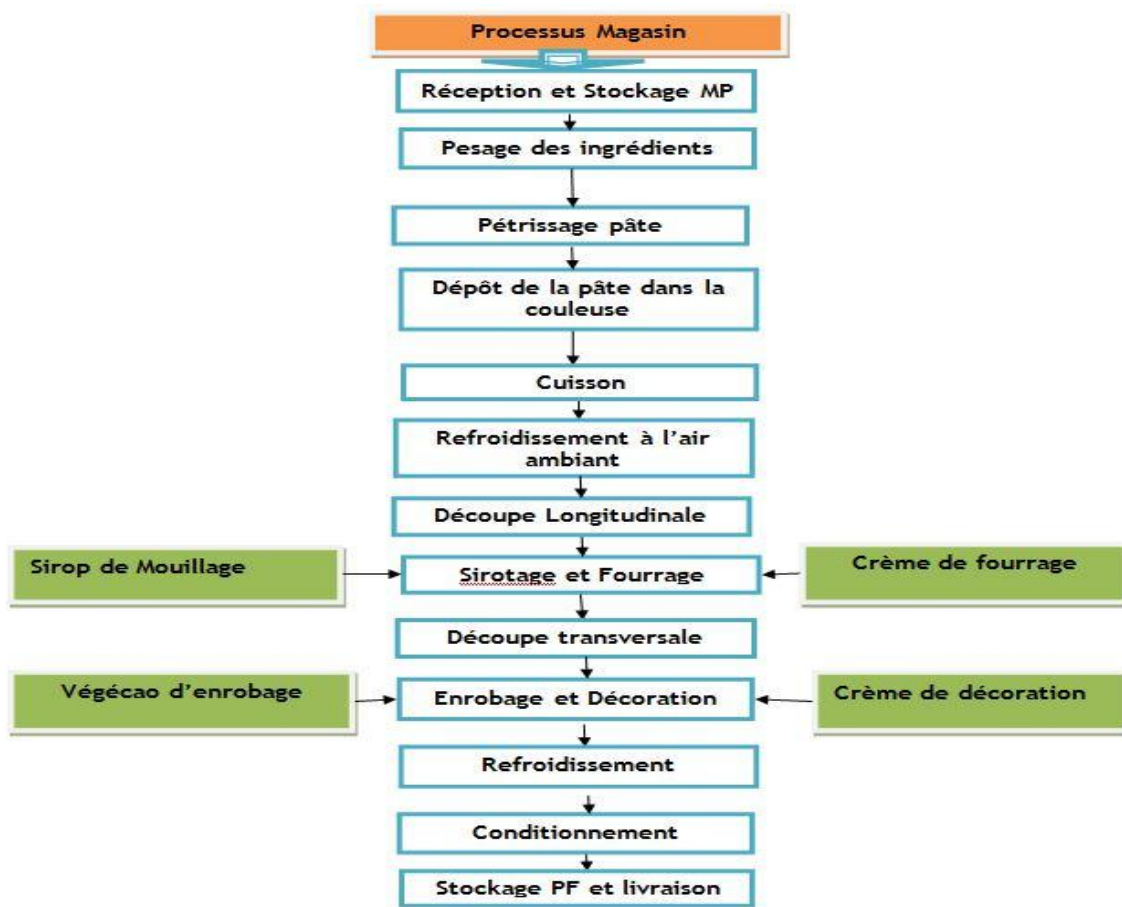


Figure 3. Schéma du Processus de fabrication de Génoise

2.2- Description détaillée du processus de fabrication

a- Préparation de la pâte

Pour préparer la pâte, l'opératrice au niveau de la salle de pesée, pèse les ingrédients nécessaires à savoir la farine, l'œuf liquide, l'huile, le sucre inverti et des agents émulsifiants....

Ensuite, ces ingrédients sont mélangés dans un pétrin selon un mode opératoire bien défini (ordre d'ajout des ingrédients, la température, et le temps de pétrissage). Ces pétrins sont numérotés pour assurer une gestion FIFO.

b- Cuisson

La pâte de génoise après pétrissage et foisonnement est lancée avec un débit réglé sur une bande qui va entrer à la cuisson pour que la pâte être cuite. La pâte est cuite au four d'une façon directe dans la zone 1 et la zone 2, puis le refroidissement s'effectue à l'air atmosphérique.

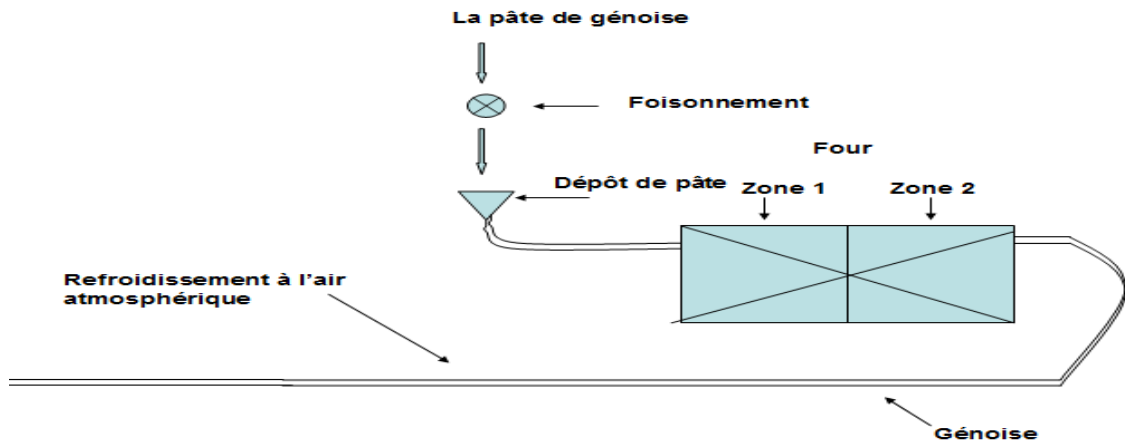


Figure 4. Étape de cuisson de pâte Génoise

c- Le façonnage et le fourrage :

A l'aide des couteaux cylindriques dentés, La pâte est coupée longitudinalement sous forme de longues après refroidissement sur l'air atmosphérique, la génoise est ensuite mouillée par des gouttes de sirop, fourrée par ajout de la crème et chaque ligne est renversée sur l'autre. La génoise en double couche est coupée transversalement afin d'obtenir des unités de dimensions convenables.

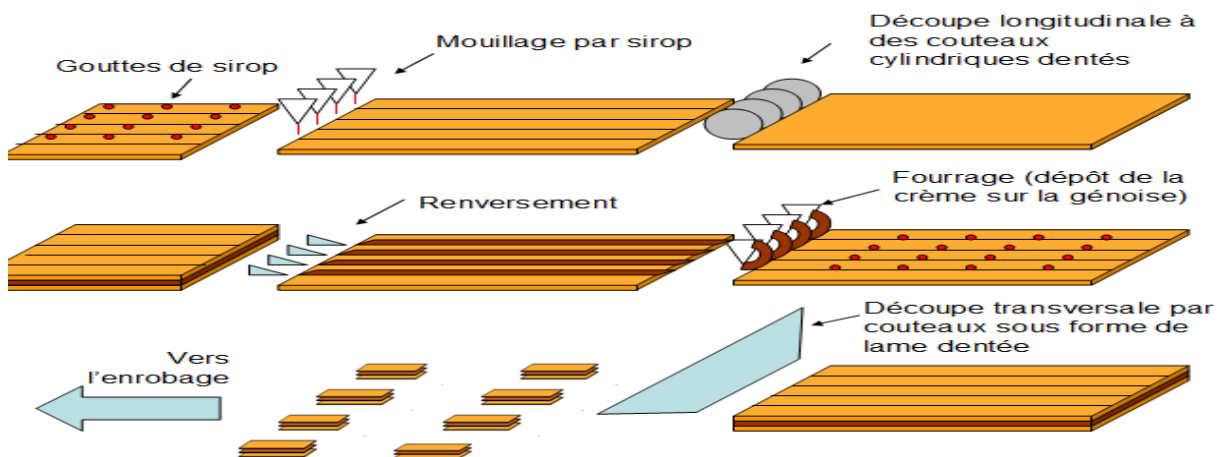


Figure 5. Façonnage et fourrage de la pâte

d- Enrobage, refroidissement & conditionnement :

L'enrobeuse à chocolat est utilisée pour déposer une couche de chocolat autour des génoises (enrobage complet). Cette machine dispose de plusieurs accessoires de réglages pour ajuster le poids d'enrobage (souffleur d'air, vitesse de la grille, coupe queue...). Ensuite vient une étape de décoration suivie d'un refroidissement dans un tunnel refroidissant.

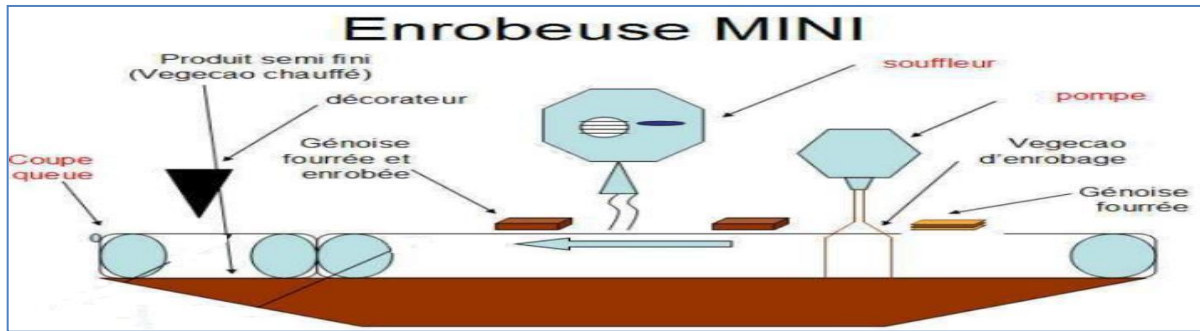


Figure 6. Enrobeuse de Merendina Mini

L'enrobage est suivi d'un refroidissement dans un tunnel à l'aide de l'air froid pour refroidir la face supérieure et de l'eau froide qui permet de refroidir la face inférieure de la génoise. Le produit est ensuite emballé et stocké jusqu'à la livraison.

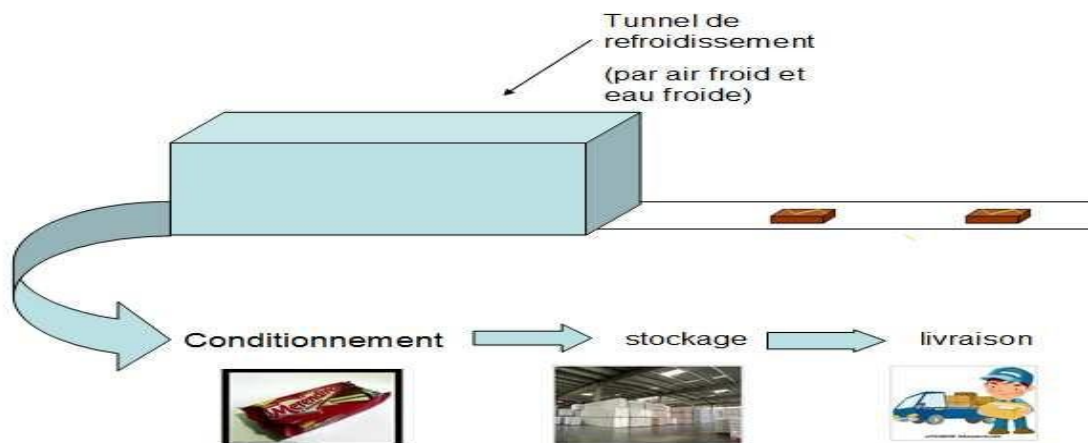


Figure 7. Refroidissement et conditionnement

3- Problématique

La variabilité du processus c'est un problème général quelle que soit l'entreprise ou le domaine de production. Pour atteindre les objectifs déjà définis par l'entreprise, améliorer la

qualité et répondre aux exigences des clients, chaque entreprise est obligée de déterminer les sources de variabilité afin de les réduire ou de les éliminer d'une façon complète.

Au niveau de Mondelez Maroc et notamment dans la section Génoise et plus précisément la ligne Gorreri le surpoids de produit fini est devenu un problème habituel. Ce problème est dû à plusieurs sources de variation.

Le surpoids est une problématique solide pour toutes les sections de Mondelez Maroc. La section de Génoise parmi les sections les plus critiques, car le surpoids à une influence directe sur le coût de reviens, car on a une perte de 10,5 millions de DH.

La réduction du poids de Merendina Mini par la démarche six sigmas qui consiste à définir et déterminer les sources de variations de poids, les causes racines des anomalies et donner à la fin des solutions pour surmonter le problème, améliorer la qualité des produits et augmenter les bénéfices.

IV- La démarche six sigmas

1- Définition

Six sigma est une méthodologie élaborée par Motorola dans les années 80. C'est un concept important pour éliminer les variations et les défauts de processus. On peut utiliser dans tous les domaines : gérer les affaires, compléter les tâches ou résoudre les problèmes. 5

2- Pourquoi six sigmas ?

Le but de six sigma est d'améliorer rapidement, de façon continue et importante et que cette démarche est un projet à long terme exigé par Mondelez International pour éliminer les variations des processus dans leurs filières.

3- Méthode à suivre

Pour réaliser la démarche six sigmas dans la section Génoise on va suivre la méthode DMAIC avec des outils, afin d'améliorer fortement la qualité en impliquant les gens concernés. Cette Méthode est divisée en cinq parties importantes qui sont les suivantes : [5]

Etapes	Objectifs	Outils
Définir	Définir le projet : L'état des lieux Les exigences du client	QOQCCP Diagramme SIPOC Plan de contrôle
Mesurer	Définir et valider les moyens de mesure. Collecter les données. Mesurer le Z du processus.	Maîtrise statistique des procédés (MSP) Feuille de relevés
Analyser	Analyser les données. Identifier les variables clés du processus.	Analyse des 5M Matrice cause/effet Plan d'expérience
Améliorer	Proposer des solutions. Sélectionner les pistes de progrès les plus prometteuses.	Méthodes de créativité Vote pondéré AMDEC Plan d'expérience
Contrôler	Mettre sous contrôle les solutions retenues.	Maîtrise statistique des procédés (MSP) Mode opératoire

Tableau 3. Les objectifs et les outils de la démarche DMAIC

V- Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une vision générale sur le groupe Mondelez et leurs produits avec une description de la ligne Où on va réaliser notre projet de fin d'études ainsi la problématique étudiée et la démarche à suivre pour réaliser ce travail.

Chapitre II : Définition et analyse de l'état actuel

I- Introduction

Après avoir décrit l'organisme d'accueil, le processus, la problématique et la démarche à suivre. On va traiter les deux premières phases de la démarche DMAIC : définir et analyser.

II- Phase définir

Dans cette phase on va définir d'une façon claire le problème, les clients concernés, les critiques de qualité et les paramètres à suivre pour analyser l'état courant du processus.

1- Formulation du problème

Pour formuler le problème on va utiliser l'outil QQQQCP comme suit :

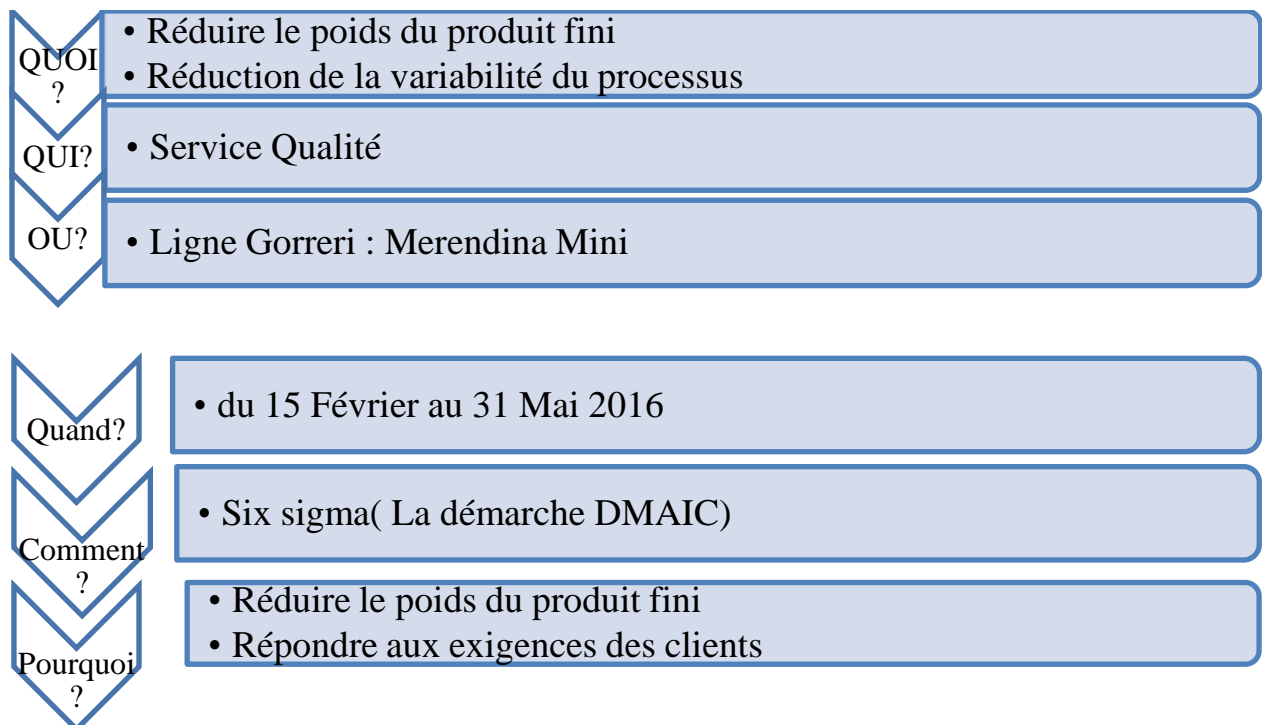


Figure 8. Formulation du problème par QQQQCP

2- Définition des clients

Chaque entreprise travaille pour répondre aux attentes des clients afin de réaliser un grand bénéfice. Mais dans notre cas le problème de surpoids n'est pas un critique des clients de

Mondelez mais c'est un point rouge pour l'entreprise lui-même. Donc le client concerné ici ne sera que Mondelez elle-même.

3- Critiques de la qualité

Pour contrôler la qualité de la matière première et du produit, Mondelez établit à chaque point un plan d'autocontrôle bien défini pour assurer la qualité de leurs produits depuis la réception des matières premières jusqu'à la livraison des produits finaux.

Au niveau de la section Génoise Mondelez dispose le plan d'autocontrôle suivant :

Étape	Paramètre	Norme	Contrôle			
			Responsable	Fréquence	Échantillon	Point de mesure
Autocontrôle & Contrôle du Produit Fini	Densité de la pâte (pétrin)**	0,82 - 0,98	Pétrisseur	Chaque préparation	Un échantillon	pétrin
	Densité (couleuse)**	0,57 - 0,67	Fournier	2 fois / heure	Ensemble des échantillons	Couleuse
	Humidité absolue*	19% 18% - 21 %		1 fois/ heure	3 génoises sèches (D,M,G)	Sortie four
	Épaisseur*	23 mm 22 mm - 24 mm			Moyenne 3 génoise (D,M,G)	
	Longueur*	85 mm 84 mm - 86 mm				
	Poids génoise**	9,8g 8,8g - 10,8g			moyenne d'une rangée	
	pH génoise*	max. 6,6		Quality Assurance Controller	1 fois par équipe	
	Activité de l'eau*	0,71 - 0,75	3 génoises sèches (D,M,G)			
	Poids crème**(g)	2,7 - 3,1	Opérateur du Machine	1 fois / heure	moyenne d'une rangée	Sortie four
	Poids sirop **(g)	0,7 - 0,9				Enrobeuse
	Poids enrobage/décoration**'(g)	6 - 7				
	pH Produit Fini *	Max 6,6	Quality Assurance Controller	1 fois par équipe	1 paquet par échantillon	Conditionnement/ palettisation
	Activité de l'eau*	0,70 - 0,73				
	Poids produit**	18g - 20g		Chaque 1/2 heure	8 paquets	

*Critère de rejet

**Critère de régalge

Tableau 4. Plan de contrôle de Génoise

4- Cartographie du processus : SIPOC

4.1- Définition :

Le diagramme SIPOC est une carte de processus assez simple qui se penche sur le processus à un niveau relativement élevé. Il est un outil visuel pour documenter un processus de bout en bout, ce qui est très utile au début d'un projet membres de l'équipe en aidant d'accord sur un langage commun et la compréhension de l'ensemble du processus.

4.2- Introduction des éléments de diagramme SIPOC:

- **Suppliers - Fournisseurs:** Ceci se rapporte à des sources du matériel de chiffrement, des informations ou un service.
- **Inputs - Entrées:** Les entrées sont des éléments qui sont impliqués ou utilisés dans le processus tels que les matériaux, données, connaissances, informations ou les idées.
- **Process - Processus:** Ce sont les principales activités qui transforment les entrées aux sorties.
- **Outputs - Sorties:** Les sorties sont les résultats finaux du processus, peuvent être des produits, du service, des rapports, des documents, des informations, etc.
- **Customers - Clients:** Les clients sont les personnes ou les entités qui reçoivent les sorties.

5- SIPOC de la section Génoise :

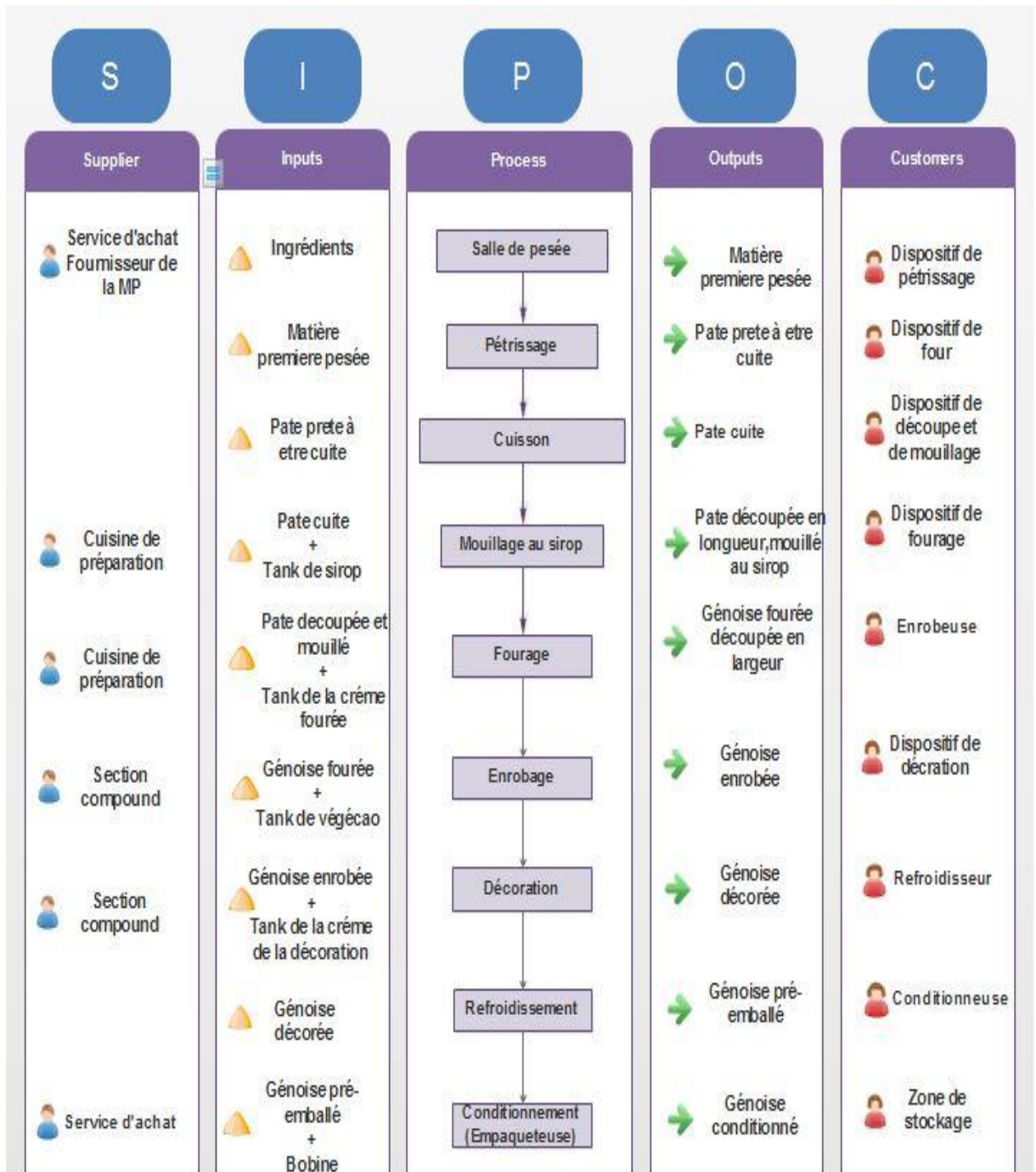


Figure 9. Cartographie du processus

6- Conclusion

Après avoir formulé le problème, les critiques de la qualité et la cartographie du processus pour bien décrire la problématique, une analyse des données dans la phase analyser sera nécessaire pour évaluer l'état actuel du processus.

III- Phase Mesurer

Pour savoir la stabilité du processus et son capacité de donner un produit de même qualité. Dans la phase mesurée on va décrire statistiquement le processus en utilisant des outils permettent de montrer les points critiques.

1- Maitrise statistique du processus

1.1- Définition et objectif

La maitrise statistique du processus : Est un ensemble d'outils au service de la gestion de la qualité.

Le but de la maitrise statistique est :

- Optimiser un processus de fabrication
- Evaluer des passages incontournables pour aller vers la certification des entreprises et la réponse à un marché de plus en plus difficile.
- Prévention des défauts par l'application des outils statistiques.

1.2- Outils de l'MSP

Les cartes de contrôles, étude de capacité et la comparaison des moyennes sont des outils permettent de montrer l'état actuel du processus. [6]

a- Carte de contrôle

La carte est l'un des outils de base utilisée pour la maitrise statistique des procédés. C'est une représentation graphique constituée d'une suite d'image de la production à partir d'échantillons prélevés.

Elle permet de visualiser la variabilité du procédé en distinguant :

- **Les causes communes :** Ce sont les nombreuses sources de variation attribuables au hasard qui sont toujours présentes à des degrés divers dans différents processus. Les statistiques étant l'étude des phénomènes perturbés par le hasard, on sait modéliser le comportement des causes aléatoires, et par conséquent, prévoir la performance d'un processus qui n'est soumis qu'à des causes communes de dispersion.
- **Les causes spéciales :** Ce sont les causes de dispersion identifiables, souvent irrégulières et instables. L'apparition d'une cause spéciale nécessite une intervention sur le processus.

Contrairement aux causes communes, les causes spéciales sont en général peu nombreuses.[7]

b- Capabilité :

On peut définir la capabilité d'un processus de production comme l'adéquation d'une machine ou d'un procédé à réaliser une performance demandée. Elle permet de mesurer la capacité d'une machine ou d'un procédé à réaliser des pièces dans l'intervalle de tolérance.

Pour vérifier la capabilité on utilise les deux indices suivants :

- ✓ Cp : c'est un indice fournit une indication sur la performance d'un processus par rapport aux limites admissibles.
- ✓ Cpk : Représente le centrage de la production par rapport aux limites de la tolérance.

Les indices Cp et Cpk son calculés par les formules suivantes :

$$Cp = \frac{Ls-Li}{6*\sigma} \quad \text{Et} \quad Cpk = \min\left[\frac{m-Li}{3*\sigma}; \frac{Ls-m}{3*\sigma}\right]$$

Avec :

Li : La limite inférieure de tolérance ; Ls : La limite supérieure de tolérance

m : La moyenne désirée dans notre cas car la moyenne déjà définie

σ : L'écart-type de la population. [8]

c- Comparaison des moyennes

C'est un test qui permet de montrer est-ce qu'il existe une différence entre les moyennes de deux échantillons ou la moyenne d'un échantillon par rapport à une valeur de référence.

Cette comparaison se fait par deux tests :

- Test de Student : C'est la taille de l'échantillon < 30 et que l'écart-type est inconnu.
- Test de Z : C'est la taille de l'échantillon \geq 30 et dans le cas ou la taille de l'échantillon < 30 et que l'écart-type est connu.
- Dans l'analyse des données puisque la taille de l'échantillon égal 90 mesures donc dépasse 30 on suppose que toutes les données suivent la loi normale.
- **Remarque :** Tous les calculs et les analyses sont étudié à l'aide du logiciel **Minitab**.

- Pour analyser les données nous avons prélevé 90 mesures pour chaque paramètres afin de tracer les cartes de contrôle et 'étudier la capacité du processus.cf. Annexe 1.

2- Poids de Génoise

2.1- Carte de contrôle

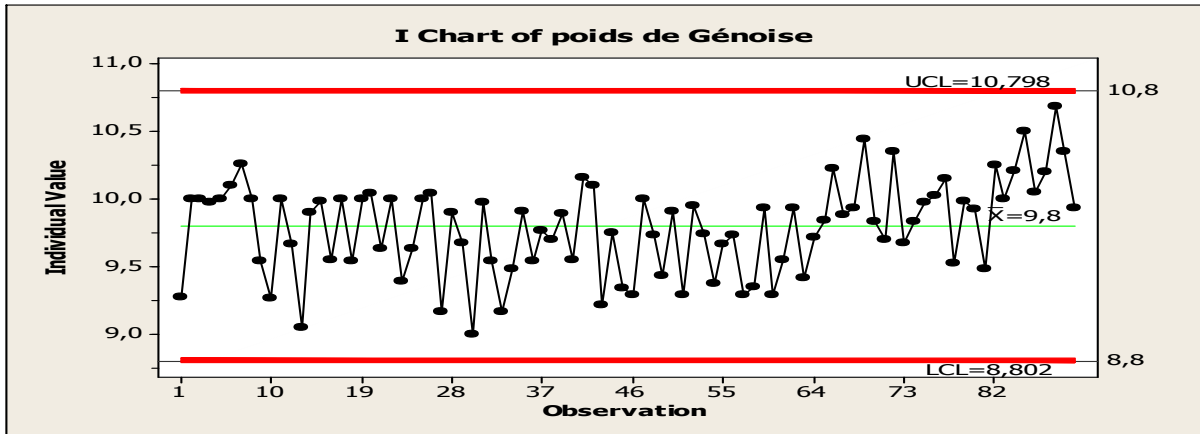


Figure 10. La carte de contrôle des individus du poids de génoise

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est stable et sous contrôle statistique. La variation non calibrée des individus au cours du temps due à des causes communes.

2.2- Etude de la capacité

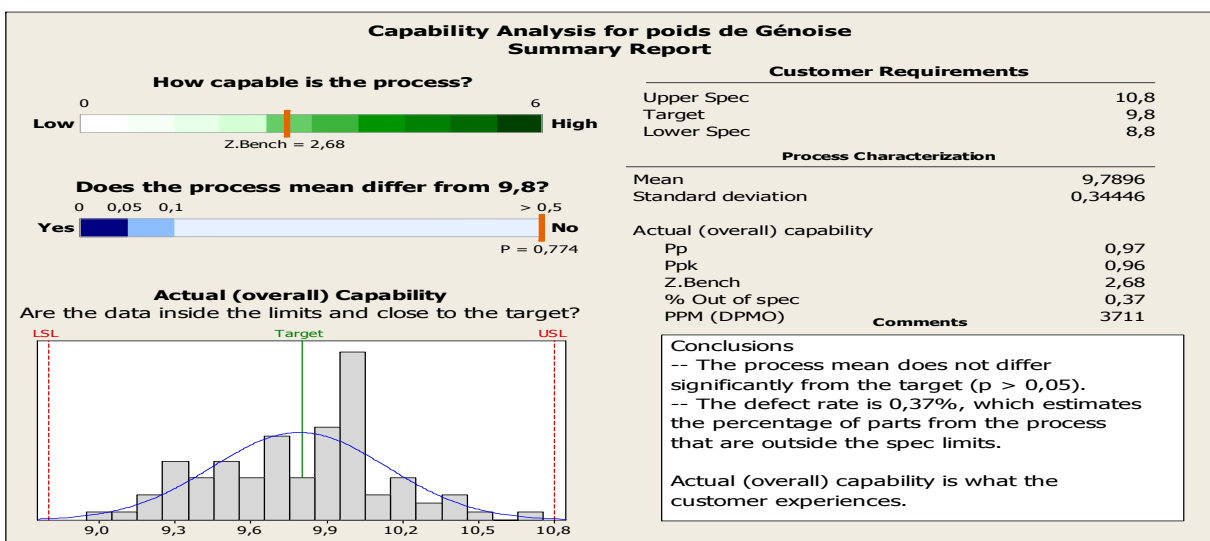


Figure 11. Rapport de capacité du poids de Génoise

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=0,97$ et $C_{pk}=0,96$ donc le processus est incapable c'est-à-dire qu'il existe un risque d'avoir des points à l'extérieur des spécifications à l'avenir.
- La moyenne des individus n'est pas différente par rapport à la valeur cible.
- 0,37 % des données sont seulement à l'extérieur de la spécification.

3- Humidité

3.1- Carte de contrôle

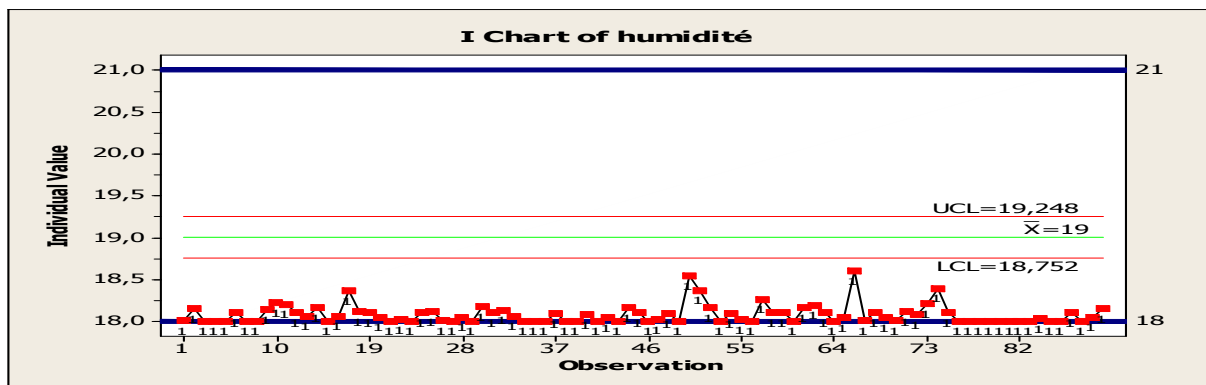


Figure 12. Carte de contrôle de l'humidité de Génoise

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de tous les individus hors des limites calculées.

3.2- Etude de la capabilité

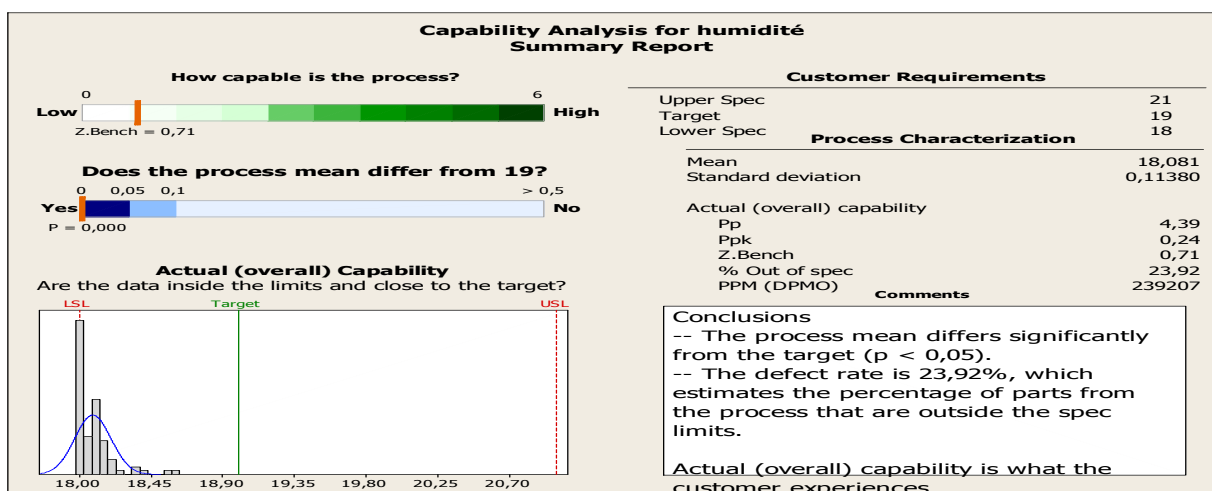


Figure 13. Rapport de capabilité de l'humidité de Génoise

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=4,39$ et $C_{pk}=0,24$ donc le processus est capable et mal centrée c'est-à-dire que le processus nécessite un réglage.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 23,92 % des données sont à l'extérieur de la spécification.

4- Activité de l'eau

4.1- Carte de contrôle

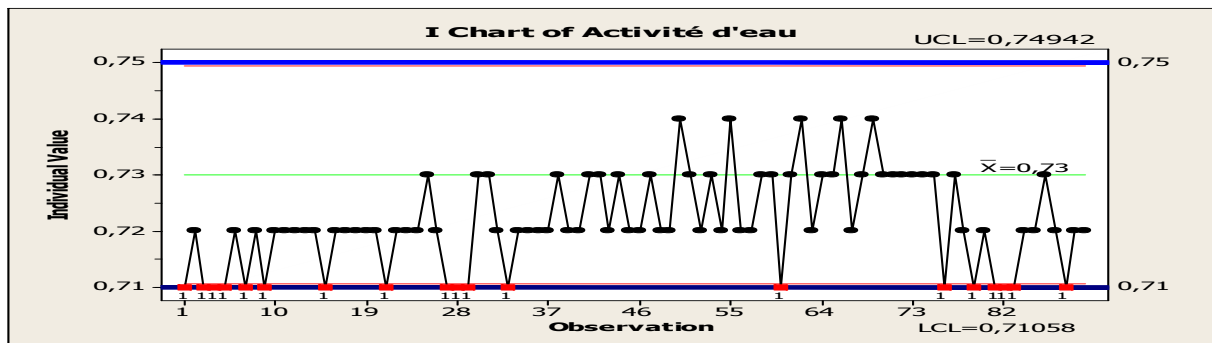


Figure 14. Carte de contrôle de l'activité de l'eau

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de plusieurs individus hors des limites calculées.

4.2- Etude de la capabilité

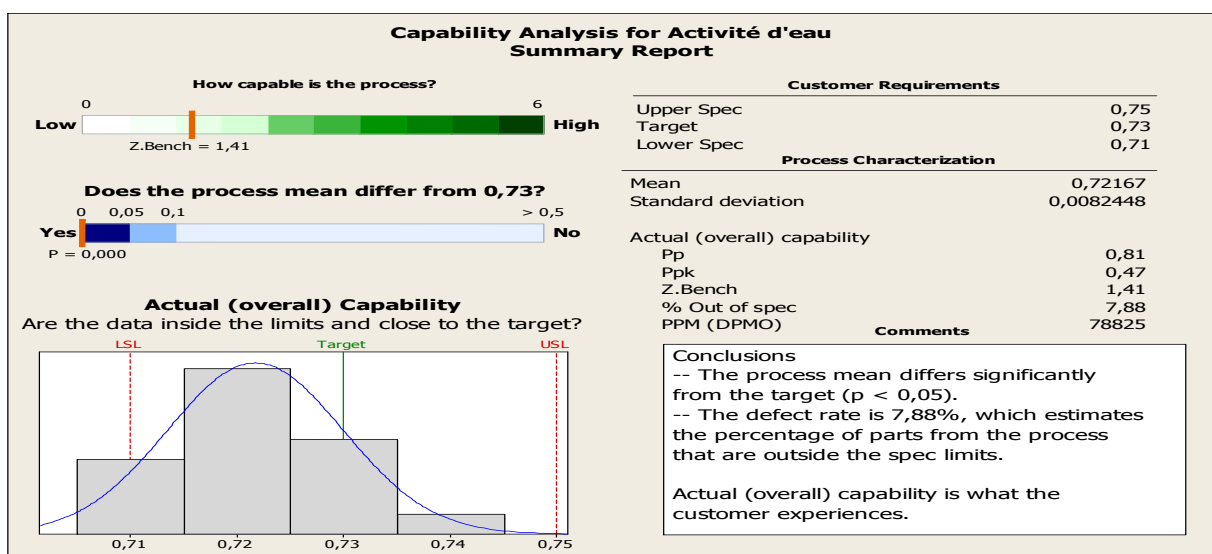


Figure 15. Rapport de capabilité de l'activité de l'eau

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=0,81$ et $C_{pk}=0,47$ donc le processus est incapable et mal centré.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 7,88 % des données sont à l'extérieur de la spécification.

5- Longueur

5.1- Carte de contrôle

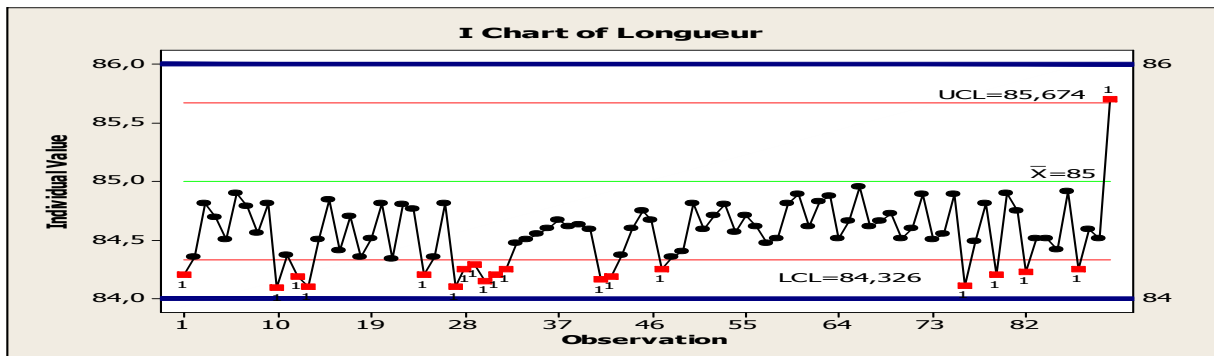


Figure 16. Carte de contrôle de la longueur

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de plusieurs individus hors des limites calculées.

5.2- Etude de la capabilité

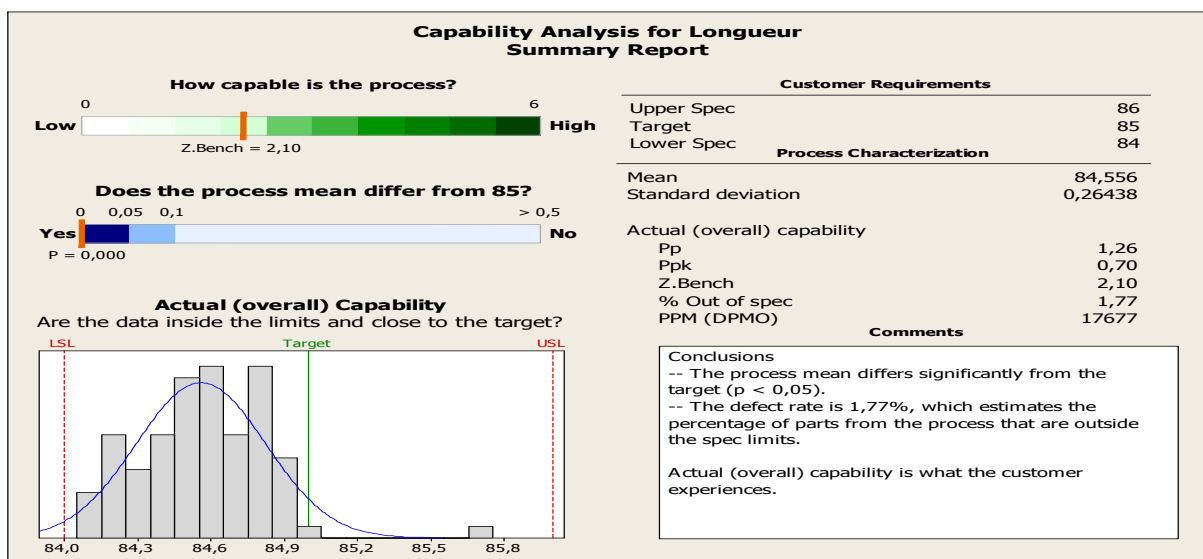


Figure 17. Rapport de capabilité de la longueur

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=1,26$ et $C_{pk}=0,70$ donc la capabilité du processus est insatisfaisante.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 1,77 % des données sont à l'extérieur de la spécification.

6- Epaisseur

6.1- Carte de contrôle

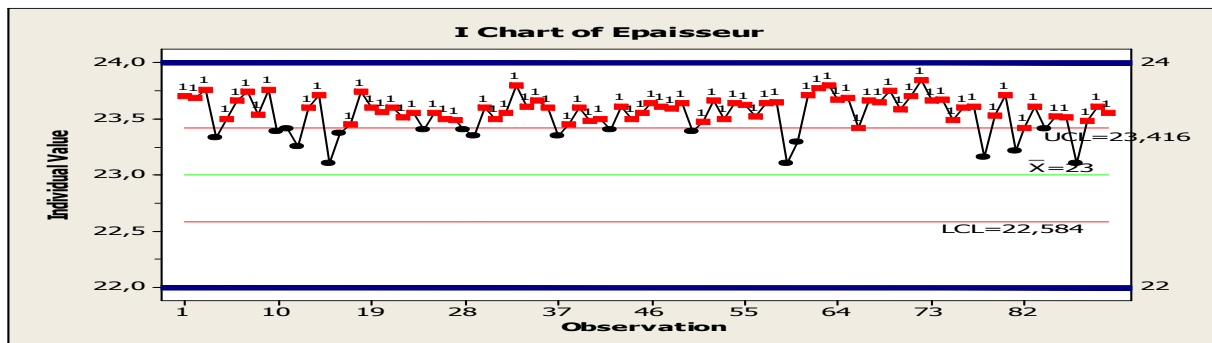


Figure 18. Carte de contrôle de la longueur

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de la plupart des individus hors des limites calculées.

6.1- Etude de la capabilité

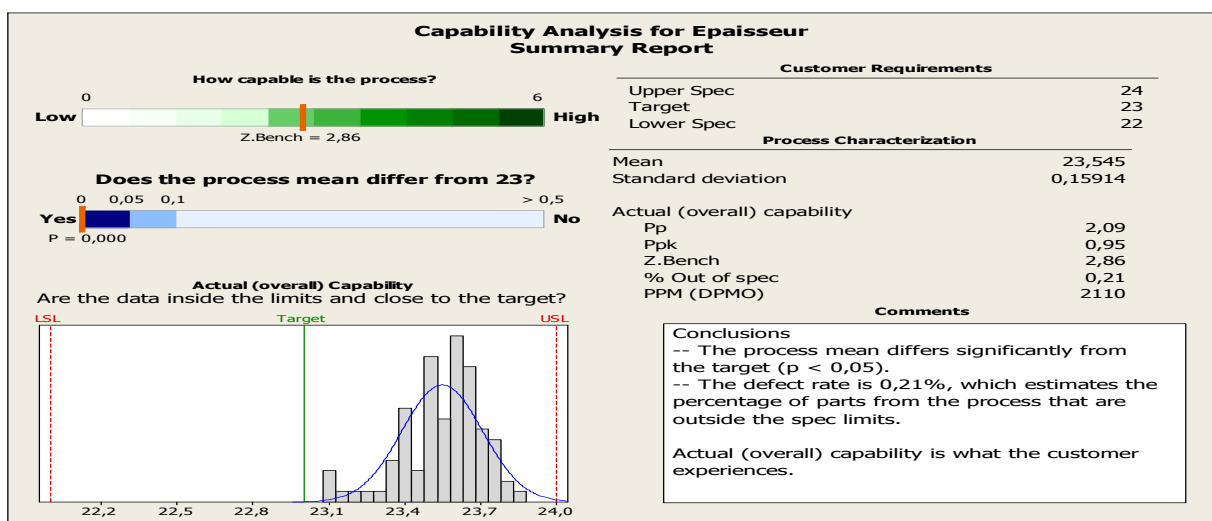


Figure 19. Rapport de capabilité de l'épaisseur

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=2,09$ et $C_{pk}=0,95$ donc le processus est capable mais mal centré.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 0,21 % des données sont à l'extérieur de la spécification.

7- Poids de sirop

7.1- Carte de contrôle

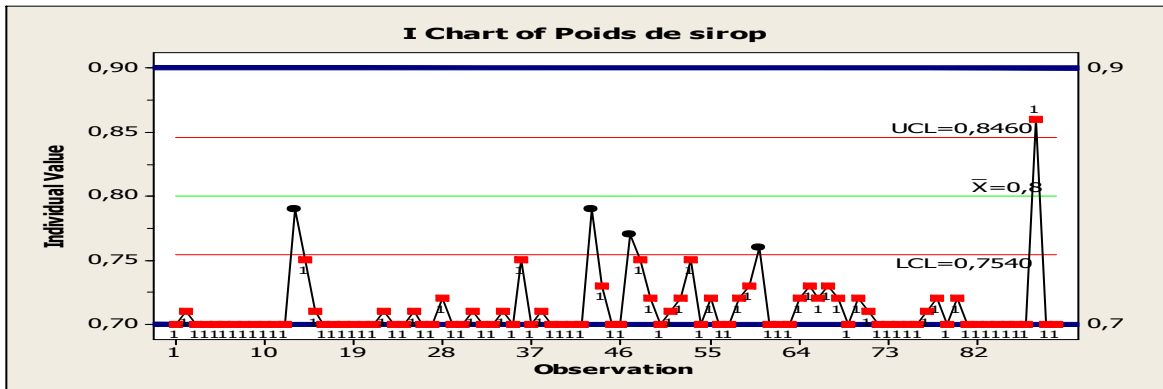


Figure 20. Carte de contrôle du poids de sirop

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de la plupart des individus hors des limites calculées.

7.1- Etude de la capabilité

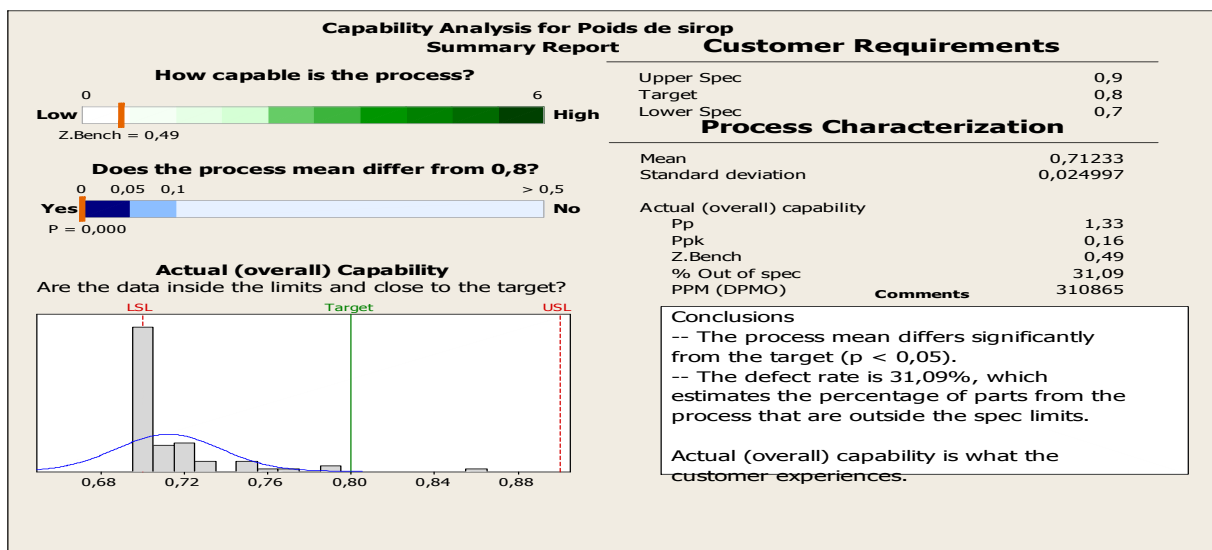


Figure 21. Rapport de capabilité du poids de sirop

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=1,33$ et $C_{pk}=0,16$ donc le processus est capable mais mal centré.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 31,09 % des individus sont à l'extérieur de la spécification.

8- Poids de la crème

8.1- Carte de contrôle

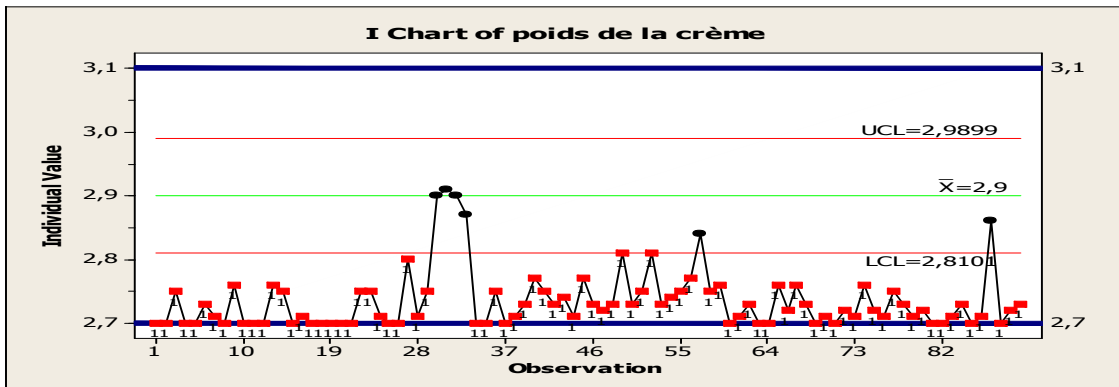


Figure 22. Carte de contrôle du poids de la crème

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de la plupart des individus hors des limites calculées.

8.2- Etude de la capabilité

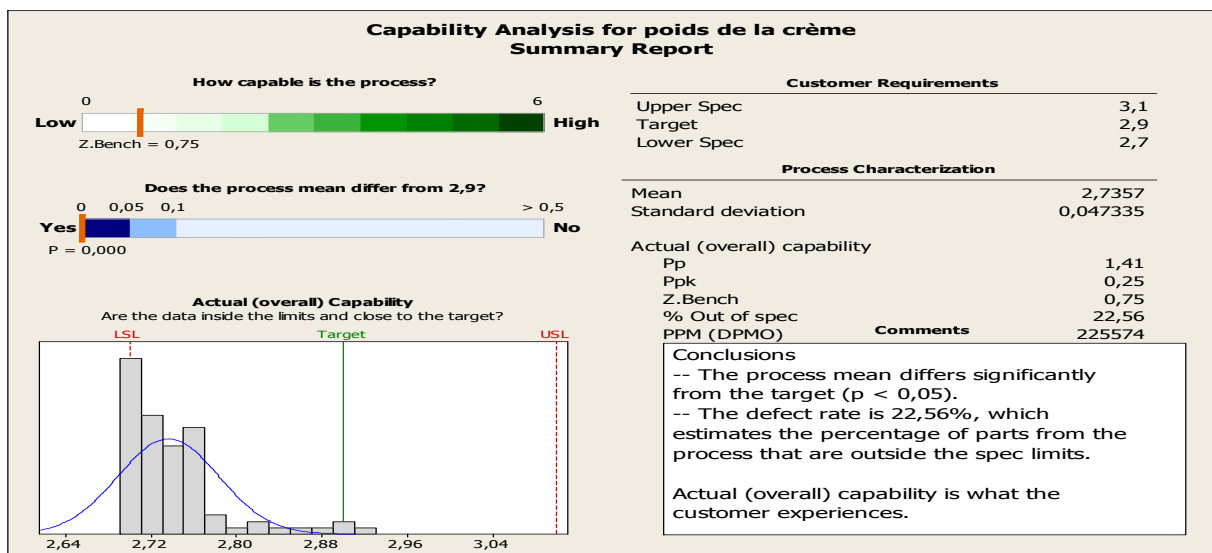


Figure 23. Rapport de capabilité du poids de la crème

D'après l'étude de capabilité nous déduisons que :

- $C_p=1,41$ et $C_{pk}=0,25$ donc le processus est capable mais mal centré.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 22,56 % des individus sont à l'extérieur de la spécification.

9- Poids d'enrobage

9.1- Carte de contrôle

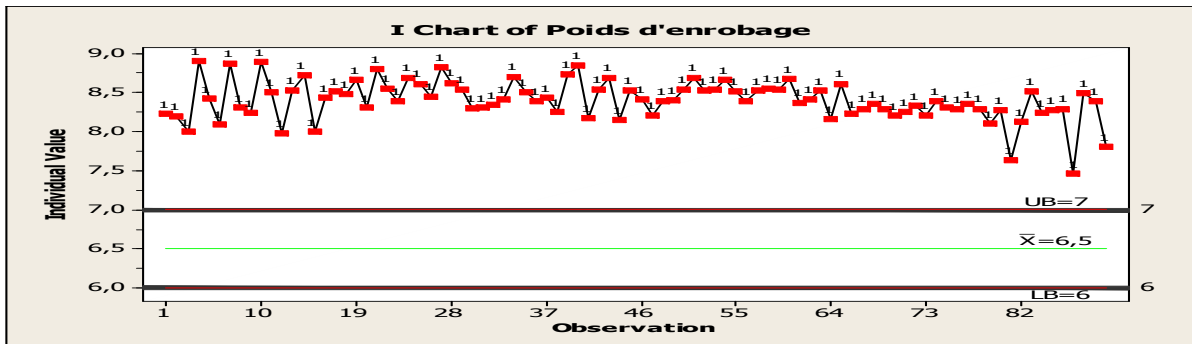


Figure 24. Carte de contrôle du poids de l'enrobage

D'après la carte de contrôle des individus on remarque que le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de la plupart des individus hors des limites calculées.

9.2- Etude de la capacité

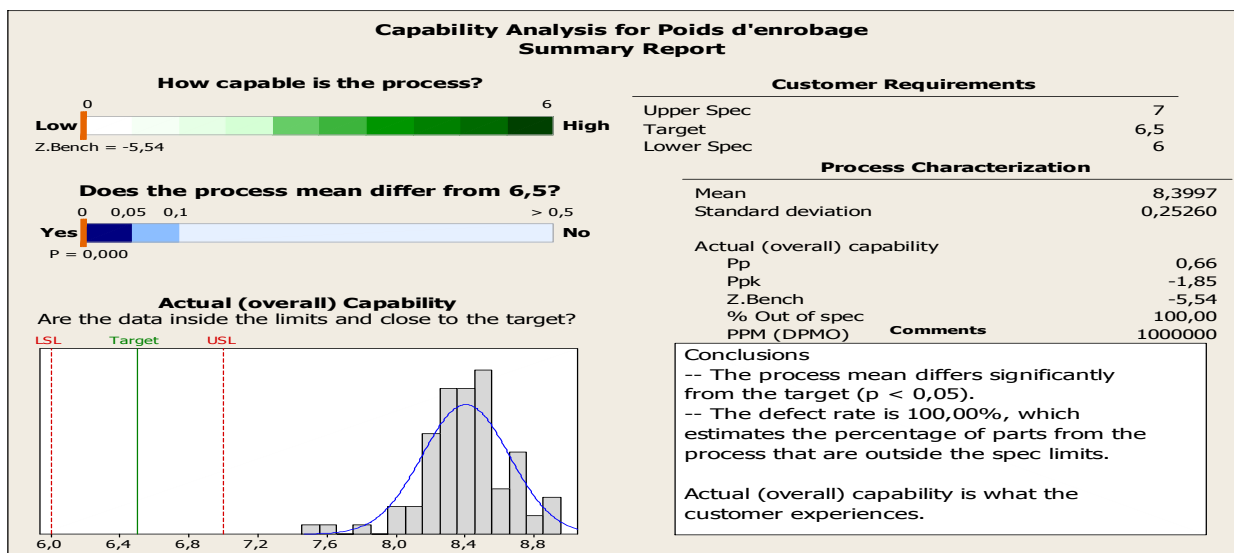


Figure 25. Rapport de capacité du poids de la crème

D'après l'étude de capacité nous déduisons que :

- $C_p=0,66$ et $C_{pk}=-1,85$ donc le processus est incapable mais mal centré.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 100% des individus sont à l'extérieur de la spécification.

10- Poids du produit fini

10.1- Carte de contrôle

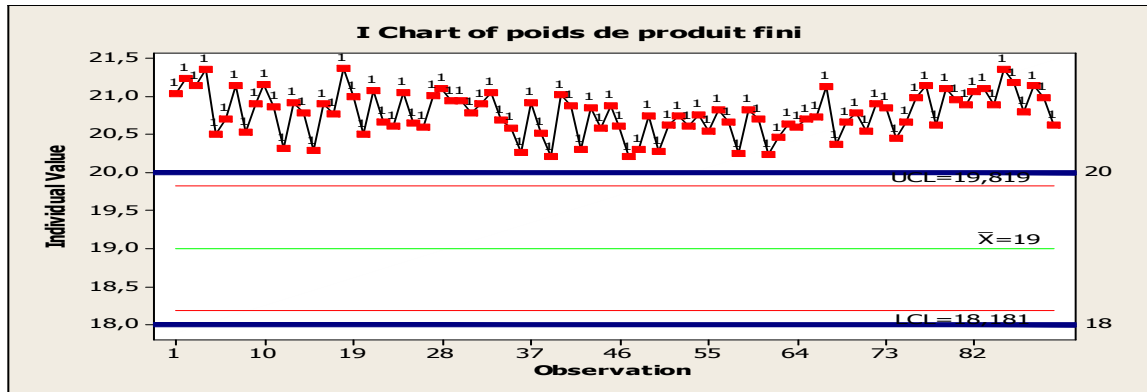


Figure 26. Carte de contrôle du poids de produit fini

D'après la carte de contrôle des individus on remarque le processus est instable et hors contrôle statistique. Des causes spéciales sont conduites à l'apparition de la plupart des individus hors des limites calculées.

10.2- Etude de la capacité

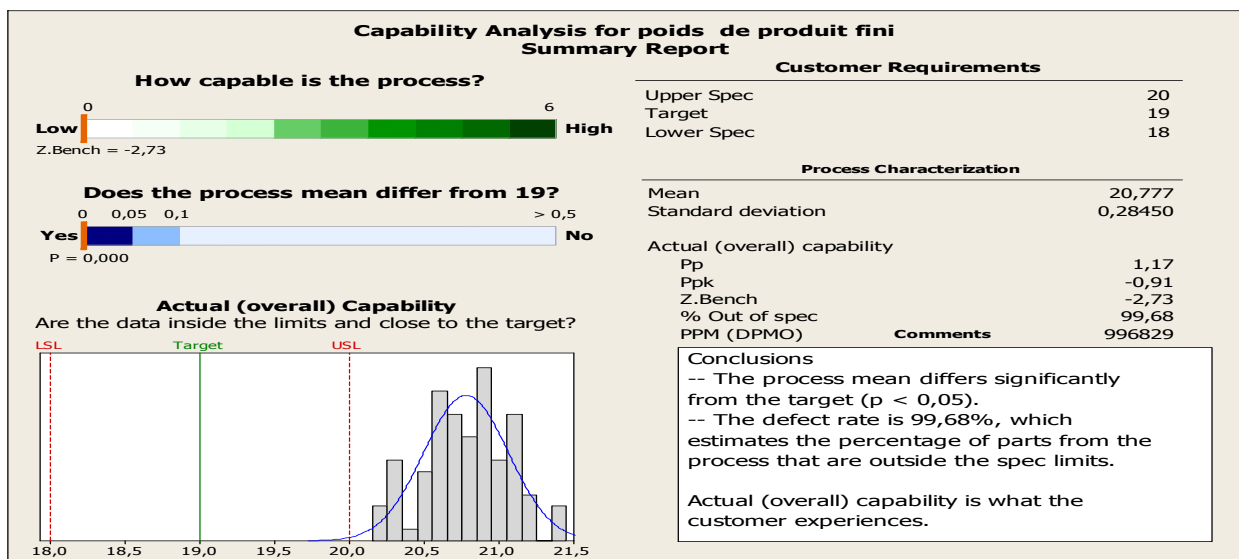


Figure 27. Rapport de capacité du poids de produit fini

D'après l'étude de capacité nous déduisons que :

- $C_p=1,17$ et $C_{pk}=-0,91$ donc la capacité de processus est insatisfaisante et mal centrée.
- La moyenne des individus est significativement différente par rapport à la valeur cible.
- 99,68 % des données sont à l'extérieur de la spécification.

11- Conclusion

Les résultats des analyses des données sont rassemblés dans le tableau suivant :

Paramètre	C_p	C_{pk}	Conclusion
Poids de Génoise	0,97	0,96	Incapable
Humidité	4,39	0,24	Capable et mal centré
Activité de l'eau	0,81	0,47	Incapable
Longueur	1,26	0,70	Capabilité insatisfaisante
Epaisseur de Génoise	2,09	0,95	Capable et mal centré
Poids de Sirop	1,33	0,16	Capable et mal centré
Poids de la crème	1,41	0,25	Capable et mal centré
Poids d'enrobage	0,66	-1,85	Incapable
Poids du produit fini	1,11	-0,91	Capabilité insatisfaisante

Tableau 5. Résumé de l'état actuel du processus

IV- Conclusion

Au niveau du deuxième chapitre nous avons d'une part donné une idée sur le problème du surpoids, les clients concernés et les critiques de la qualité et d'autre part nous avons analysé les données du processus par l'utilisation de la maîtrise statistique du processus pour déduire les paramètres les plus critiques qui influencent où provoquent une augmentation du poids de produit fini. La recherche des causes racines de ce problème fait l'objet du chapitre suivant.

Chapitre III : Analyse des causes et proposition des améliorations

I- Introduction

Ce chapitre est consacré à l'identification des causes racines de surpoids et analyse de ces causes au niveau de la phase Analyser avant de proposer des améliorations dans la phase Innover.

II- Phase Analyser

Dans la phase Mesurer, nous avons déduit que le processus est incapable de donner un produit avec des paramètres stables et constants. Dans cette partie on va se limiter à l'étude des causes racines qui conduisent au non capabilité et le surpoids du produit fini.

1- Extraction des causes

Après un Brainstorming avec les chefs, les opérateurs et les responsables. Nous avons tiré les causes probables de la problématique de surpoids et qu'on va citer dans le diagramme suivant :

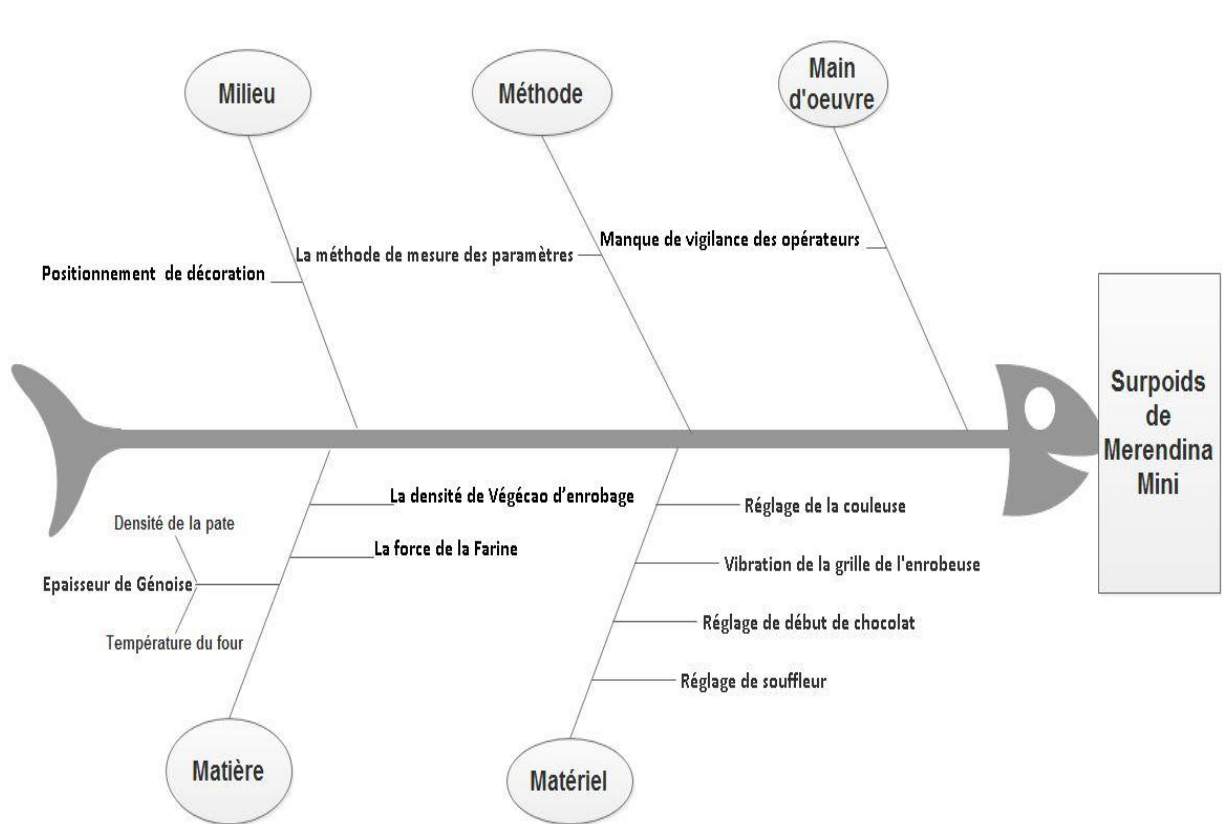


Figure 28. Diagramme d'Ishikawa de surpoids de Merendina Mini

Après avoir déterminé les causes probables. Une analyse de chaque cause capable de nous conduire à déterminer la source racine de surpoids.

2- Analyse des causes

1.1- La qualité de la farine

La farine ayant une bonne valeur boulangère doit être :

- une farine contenant suffisamment de sucre pour l'alimentation de la levure de façon assurer une bonne libération du gaz carbonique à l'intérieur de la pâte: capacité de production du gaz.
- une farine contenant suffisamment de gluten (protéine spéciale) de bonne qualité pour former une bonne pâte qui puisse retenir le gaz carbonique libéré: capacité de rétention du gaz.

La farine possède quatre critères importants qui sont les suivants :

- La force de la farine (W) : Représente le travail de déformation de la pâte jusqu'à la rupture.
- Elasticité (Ie) : c'est la capacité d'une pâte à être étirée, et à se rétracter pour retrouver sa forme initiale
- Extensibilité (L) : c'est la capacité d'une pâte à s'allonger, et à s'étendre sans se déchirer
- Pression (P)

La force de la farine est un paramètre indiqué dans la fiche de contrôle envoyé par le fournisseur et qu'est approuvé par l'entreprise. L'analyse de la capabilité de la force de la farine (données cf. annexe 2) est indiqué dans la figure suivante :

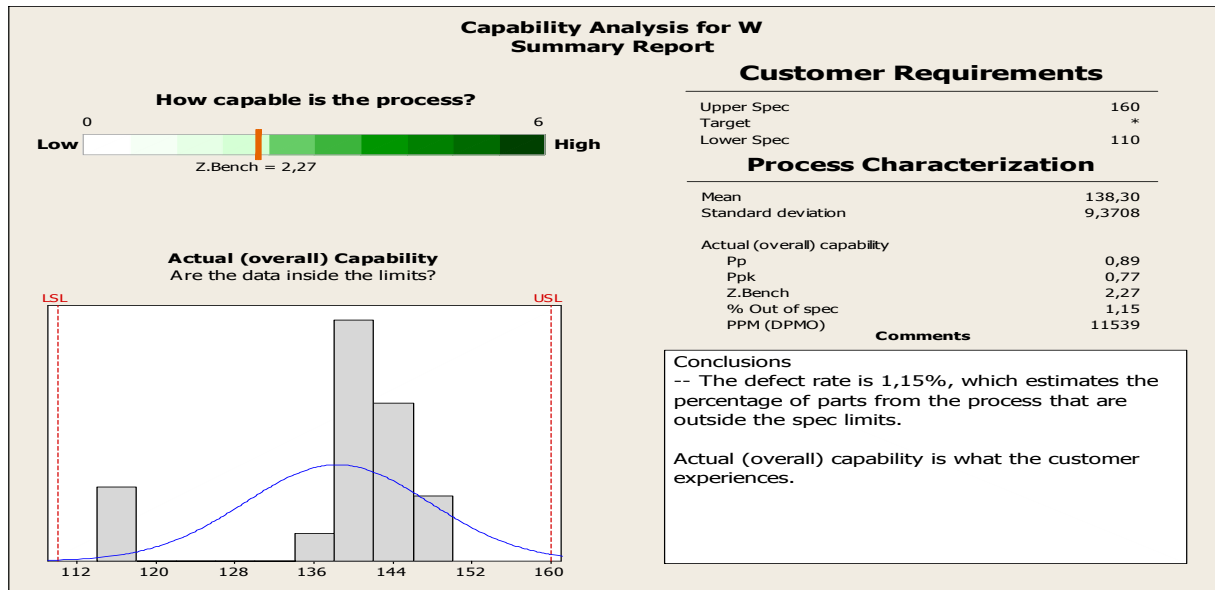


Figure 29. Rapport de la capacité de la force de la farine

On conclut que la force de la farine (donnée sans unité par le fournisseur) est incapable et varie largement à l'intérieur de l'intervalle de spécification. D'après les recherches et discussions avec les cadres et les opérateurs, plus la force de la farine est faible plus la capacité de la déchirer augmente.

Lors du suivi de la production, nous avons remarqué que lorsque la force de la farine diminue, on a l'apparition des fissures (W=116) et des trous beaucoup plus qu'une farine avec une force plus forte (W=144).

Des fissures et des trous dans les pièces de Merendina conduisent à une consommation excessive de chocolat d'enrobage et donc le surpoids du produit.

1.2- Effet de l'épaisseur

Dans cette partie on va étudier l'effet de l'épaisseur sur le poids du produit fini. Comme nous l'avons déjà cité au deuxième chapitre (Page : 26), que l'épaisseur est capable mais elle est mal centrée donc un mauvais réglage des paramètres influençant sur l'épaisseur. Logiquement plus l'épaisseur augmente plus la consommation de chocolat augmente ce qui donne un produit fini avec un poids élevé.

Durant une période courte nous avons suivi l'épaisseur dans trois rangées (coté droit, gauche et milieu). D'après l'analyse des données de trente mesures de l'épaisseur sur des pièces de Merendina, les résultats obtenus sont les suivants:

Analyse statistique de l'épaisseur :

Groupes	Nombre des mesures	Somme des mesures	Moyenne des mesures	Variance
Rangé 1	30	731,98	24,39933333	0,03264782
Rangé 2	30	609,42	20,314	0,21636276
Rangé 3	30	732,48	24,416	0,02638345

Tableau 6. Les statistiques d'analyse de l'épaisseur

Analyse de la variance de l'épaisseur pour comparer les moyennes afin de répondre sur les hypothèses suivantes à un risque de 5%:

H0 : Les moyennes sont de même ordre de grandeur. Si la probabilité $> 0,05$

H1 : Les moyennes sont significativement différentes. Si la probabilité $\leq 0,05$

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité
Entre Groupes	335,1663022	2	167,583	1825,56	9,0914E-72
A l'intérieur des groupes	7,986426667	87	0,091798		
Total	343,1527289	89			

Tableau 7. Comparaison des moyennes

On conclut qu'il existe une différence hautement significative entre les moyennes. Donc une différence au niveau l'épaisseur entre les rangées. Une intervention sur l'épaisseur est nécessaire pour réduire le poids. Dans ce qui suit on va étudier les paramètres influençant l'épaisseur.

a- La densité de la pate et la température du four

Pour évaluer l'effet de la densité et la température sur l'épaisseur, on va faire appel aux plans d'expériences notamment le plan factoriel complet à deux niveaux.

Trois facteurs à étudiées sont les suivants :

Facteur	Unité	Niveau bas	Niveau haut
La densité	sans	0.56	0.58
Température de compartiment 1	°C	188	190
Température de compartiment 1	°C	245	250

Tableau 8. Définition du domaine d'étude

On a réalisé les essais suivants :

Numéro d'expérience	Densité	Température du compartiment 1	Température du compartiment 2	Epaisseur
1	0.56	188	245	22.00
2	0.58	188	245	23.12
3	0.56	190	245	20.24
4	0.58	190	245	22.80
5	0.56	188	250	22.10
6	0.58	188	250	20.98
7	0.56	190	250	22.44
8	0.58	190	250	23.10

Tableau 9. Matrice d'expérience et la réponse

Pour savoir l'effet de l'épaisseur on doit tout d'abord vérifier est-ce que le module est validé ?

La réponse sur les quatre critères suivants permet de valider le modèle :

- Analyse de variance : la probabilité doit être $> 5\%$
- Coefficient de détermination (R^2) doit être $> 80\%$
- Coefficient de détermination ajusté ($R^2_{ajusté}$) $> 70\%$
- La normalité des résidus

D'après le traitement des données à l'aide de logiciel **Nemrodw**, les résultats obtenus sont les suivants :

- Tableau de l'analyse de la variance de l'épaisseur :

Source de variation	Somme des carrés	Degrés de liberté	Carré moyen	Rapport	probabilité
Régression	7.3555	6	1.2259	84.8385	8.3
Résidus	0.0144	1	0.0144		
Total	7.3700	7			

Tableau 10. Analyse de la variance de l'épaisseur

- Tableau des données statistique de la régression :

Ecart Type de la réponse	0.12020815
R2	0.998
R2A	0.986
Nombre de degrés de liberté	1

Tableau 11. Statistiques de la régression

- La figure de Distribution des résidus :

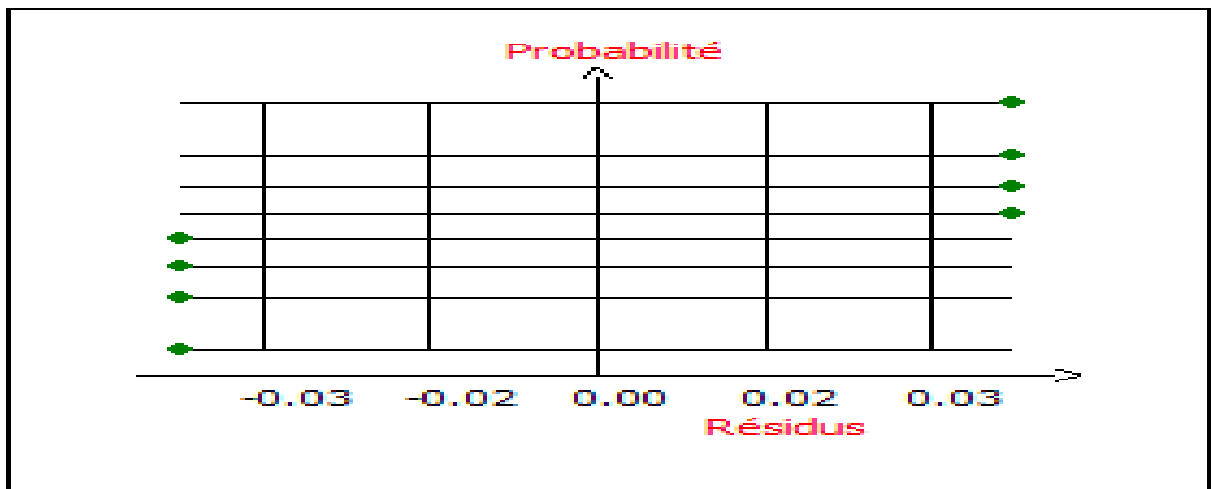


Figure 30. Distribution des résidus

On a la probabilité = 8.3% > 5% d'après la table 10. Donc l'un des critères n'est pas vérifié alors le modèle n'est pas validé. On peut conclure que la densité et la température des deux compartiments n'ont pas un effet sur l'épaisseur.

1.3- La densité de chocolat

Dans cette étape on va servir la densité de chocolat pendant une durée de temps dans un trois emplacement. sachant que le tank c'est un réservoir de stockage de chocolat :

- Tank numéro 12

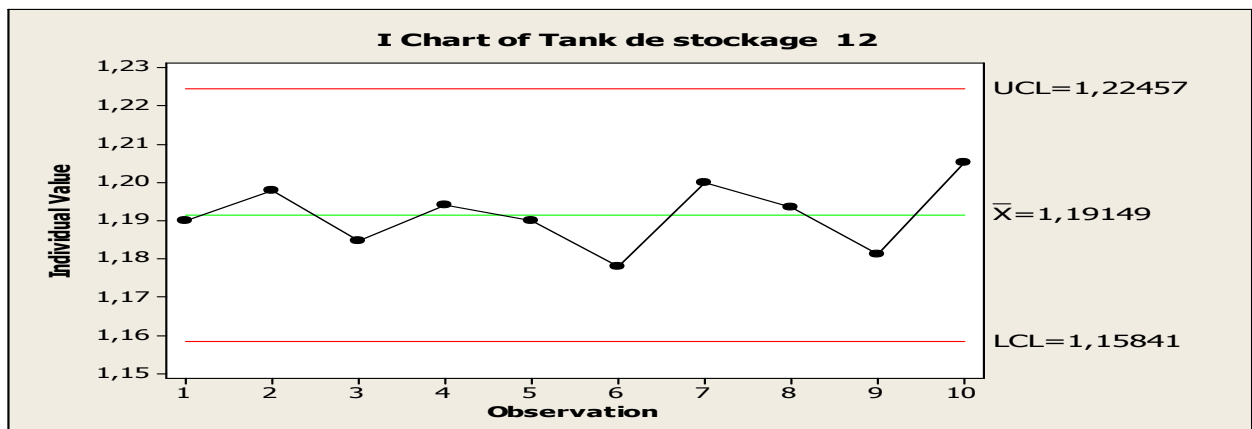


Figure 31. La carte de contrôle des individus de la densité du tank de stockage 12 de chocolat

- **Tank de la crème de décoration**

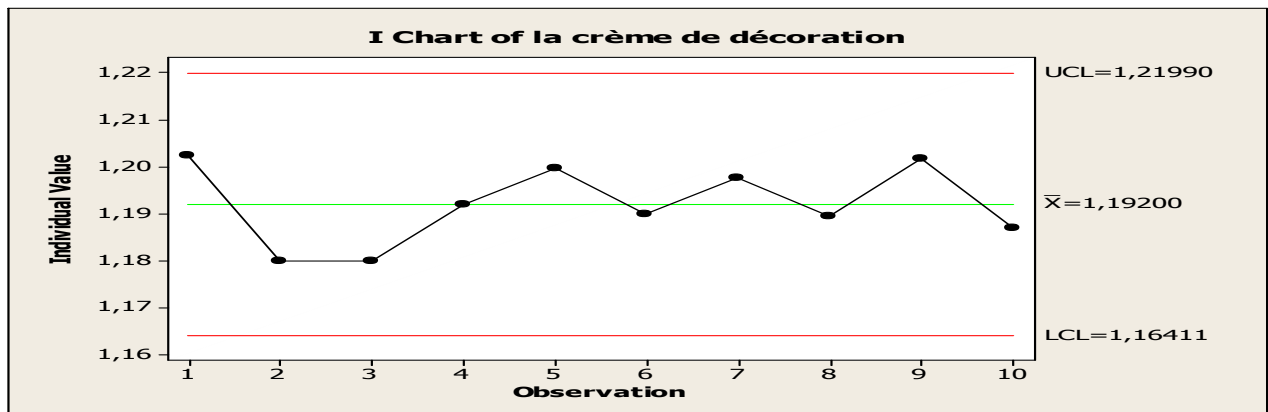


Figure 32. La carte de contrôle des individus de la densité dans le tank de la crème de décoration

- **Enrobeuse**

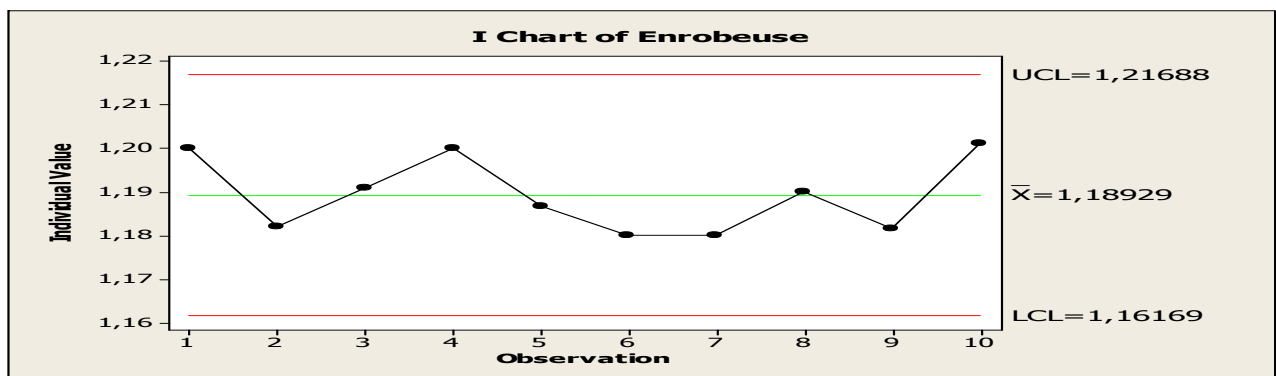


Figure 33. La carte de contrôle des individus de la densité du chocolat dans l'enrobeuse

On peut conclure donc d'après les trois cartes de contrôle ci-dessus que la densité est stable pendant le temps avec le maintien de l'agitation du chocolat au cours du stockage.

3- Conclusion

La détermination et le traitement des causes racines nous a permis de tirer des conclusions solides sur les sources de surpoids et la variabilité du processus de fabrication. Des solutions sont proposées pour surmonter le problème et qui feront l'objectif de la deuxième partie de ce chapitre.

III- Phase Améliorer

Après avoir éliminé plusieurs facteurs qui n'ont aucune relation avec le surpoids du produit. On va suggérer dans cette phase des solutions qui sont les suivantes :

1- La qualité de la farine

Réduire l'intervalle de spécification de la farine afin d'avoir éliminé les fissures et les trous.

Plus la force de la farine est grande, les fissures sont petits et donc une meilleur qualité de la génoise.

Mondialement une farine avec une force inférieure à 150 est considérée comme farine faible comme il montre le tableau suivant :

Force W	Indice élasticité	Ténacité	Extensibilité L	Valeur Boulangère
<150	<35	<40	<20	Insuffisante
150-180	35-45	40-60	20-22	Moyenne
180-220	45-55	60-80	22-24	Bonne
>220	>55	>80	>24	Elevée

Tableau 12. Les caractéristiques boulangères de la farine [9]

Une farine faible peu employé en boulangerie, cette farine peut être utilisée pour des pâtes à décoration ou en biscuiterie puisque son taux de gluten est relativement minime. C'est le cas de la farine utilisé lors de la fabrication de Golden par exemple ($90 \leq w \leq 120$).

2- Début de la couleuse

Comme nous avons déjà cité l'épaisseur n'est pas homogène entre le milieu et les cotés.

Lors de contrôle de la couleuse (voir image ci-dessous) dans un arrêt de production.



Figure 34. La couleuse de la pâte

Nous avons fait des mesures sur cinq positions pour déterminer l'épaisseur entre les sorties de la pâte. Les résultats trouvés sont :

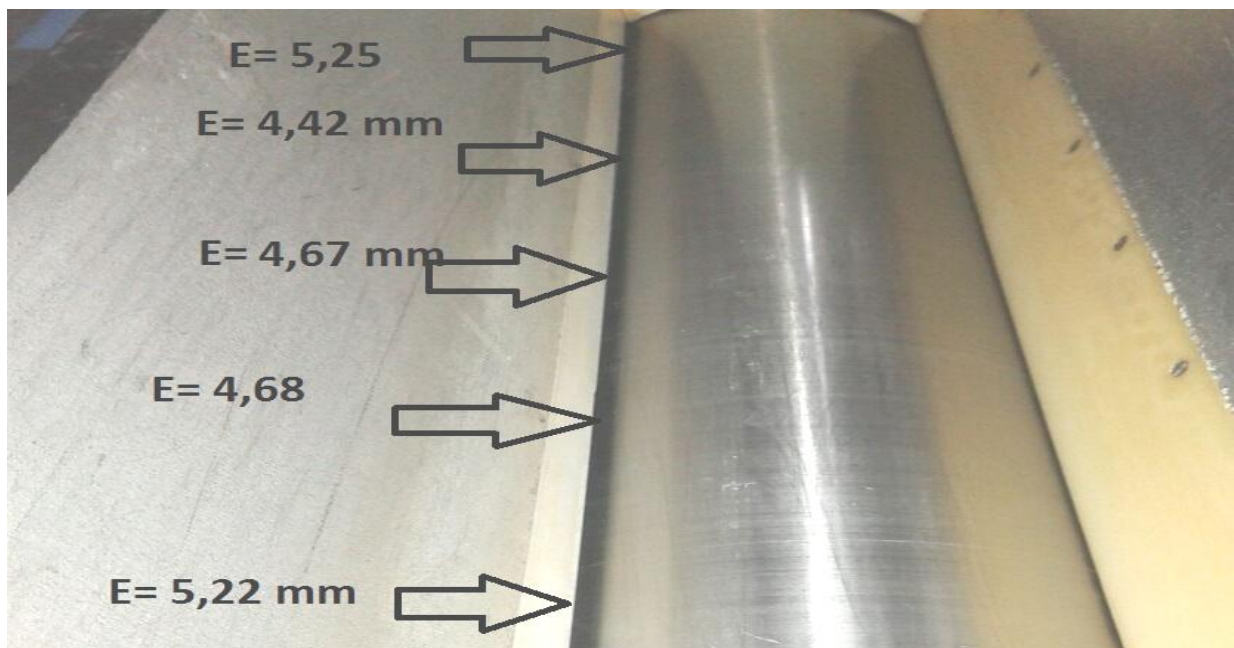


Figure 35. Mesure de l'épaisseur dans les différents cotés

Les épaisseurs de la sortie de la pâte à partir la couleuse ne sont pas identiques. Cet espace entre le cylindre et la partie blanc dans l'image ci-dessus est dû à l'érosion. Une intervention mécanique est donc nécessaire pour homogénéiser l'épaisseur de la couleuse afin d'aller au niveau de l'enrobeuse pour optimiser le poids d'enrobage.

3- Positionnement de la crème de décoration

Le lait devient plus lourd lorsqu'il est chauffé et il faut donc positionner l'appareil de la crème de décoration après refroidissement.

IV- Conclusion

Cette analyse nous a permis de proposer les solutions suivantes :

- Travailler avec une farine de qualité pour éviter des problèmes d'aspect qui peuvent conduire au surpoids.
- Régler le problème de la couleuse par une intervention mécanique pour homogénéiser et régler l'épaisseur.
- Positionner la décoration après refroidissement pour éviter l'alourdissement du poids.

Conclusion générale

Durant ma période du stage au sein de Mondelez et après avoir eu une idée sur l'historique de l'entreprise et sur sa filiale Marocaine nous avons d'abord choisit la zone de travail qu'est la section Génoise, Ensuite nous avons défini et formulé notre problématique du stage qui consiste à déterminer les sources de surpoids de Merendina Mini.

Dans le premier temps nous avons effectué une analyse de l'état actuel pour connaître les paramètres hautement critiques, puis avec la maitrise statistique du processus nous avons éliminé certaines causes et étudié seulement les causes racines.

En se basant sur les analyses des causes nous avons proposé des solutions efficaces. Afin de réduire le poids de produit fini et d'optimiser le poids d'enrobage et donc un effet direct sur le cout de reviens.

Une analyse du système de mesure (MSA) est nécessaire pour assurer que les résultats futurs seront le plus exact possible.

Webographie & Bibliographie

[1]https://fr.wikipedia.org/wiki/Mondel%C4%93z_International

[2]<http://www.usinenouvelle.com/article/le-geant-americain-de-l-agri-business-adm-prend-pied-au-maroc-avec-le-rachat-d-une-usine-d-amidon-de-tate-lyle.N378461>

[3]<http://www.usinenouvelle.com/article/kraft-cree-mondelez-international-pour-ses-snacks.N171100>

[4]http://telquel.ma/2014/09/07/bimo-saga-dun-biscuit_1415380

[5]Livre de Maurice Pillet Six Sigma: Comment l'appliquer Éditions d'Organisation, 2004

[6]Professeur Youssef KANDRI RODI Cours de Management et outils de la qualité Année universitaire 2015-2016

[7]Maurice PILLET Professeur des Universités IUT Annecy – Université de Savoie, Laboratoire LISTIC Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure de CACHAN Appliquer la maîtrise statistique des processus (MSP/SPC)Quatrième édition

[8]<http://chohmann.free.fr/qualite/cp.htm>

[9]<http://www.cuisine-gastronomie.com/2011/05/02/tout-sur-la-farine-comment-la-choisir/>

Annexes

Annexe 1 : tableau des données de la phase mesurer

Mesure N°	poids	humidité	Activité de l'eau	Dimension		Poids de sirop	poids de la crème	Poids d'enrobage	poids moyen
				Largueur	Epaisseur				
1	9,27	18,01	0,71	84,2	23,7	0,7	2,7	8,23	21,04
2	10	18,15	0,72	84,35	23,69	0,71	2,7	8,19	21,24
3	10	18	0,71	84,81	23,76	0,7	2,75	8	21,14
4	9,97	18	0,71	84,69	23,33	0,7	2,7	8,9	21,36
5	10	18	0,71	84,5	23,5	0,7	2,7	8,42	20,51
6	10,1	18,1	0,72	84,9	23,66	0,7	2,73	8,09	20,71
7	10,26	18	0,71	84,79	23,74	0,7	2,71	8,87	21,15
8	10	18	0,72	84,56	23,54	0,7	2,7	8,31	20,53
9	9,54	18,14	0,71	84,81	23,76	0,7	2,76	8,24	20,91
10	9,26	18,22	0,72	84,09	23,39	0,7	2,7	8,89	21,16
11	10	18,2	0,72	84,37	23,41	0,7	2,7	8,5	20,87
12	9,66	18,1	0,72	84,19	23,25	0,7	2,7	7,98	20,32
13	9,05	18,06	0,72	84,1	23,6	0,79	2,76	8,53	20,92
14	9,9	18,16	0,72	84,5	23,71	0,75	2,75	8,72	20,79
15	9,98	18	0,71	84,84	23,1	0,71	2,7	8	20,29
16	9,55	18,06	0,72	84,41	23,37	0,7	2,71	8,43	20,9
17	10	18,36	0,72	84,7	23,45	0,7	2,7	8,51	20,77
18	9,54	18,11	0,72	84,35	23,74	0,7	2,7	8,48	21,37
19	10	18,1	0,72	84,51	23,6	0,7	2,7	8,66	21
20	10,04	18,05	0,72	84,81	23,56	0,7	2,7	8,31	20,5
21	9,63	18	0,71	84,34	23,6	0,7	2,7	8,8	21,08
22	10	18,02	0,72	84,8	23,51	0,71	2,75	8,55	20,67
23	9,39	18	0,72	84,76	23,55	0,7	2,75	8,39	20,61
24	9,63	18,1	0,72	84,2	23,4	0,7	2,71	8,69	21,05
25	10	18,11	0,73	84,35	23,55	0,71	2,7	8,61	20,65
26	10,04	18,01	0,72	84,81	23,5	0,7	2,7	8,45	20,6
27	9,16	18	0,71	84,1	23,49	0,7	2,8	8,82	21,01
28	9,9	18,05	0,71	84,25	23,4	0,72	2,71	8,62	21,11
29	9,67	18	0,71	84,29	23,35	0,7	2,75	8,54	20,94
30	9	18,17	0,73	84,15	23,6	0,7	2,9	8,3	20,94
31	9,97	18,1	0,73	84,2	23,5	0,71	2,91	8,31	20,79
32	9,54	18,13	0,72	84,25	23,55	0,7	2,9	8,34	20,9

33	9,16	18,06	0,71	84,47	23,8	0,7	2,87	8,41	21,05
34	9,48	18	0,72	84,5	23,61	0,71	2,7	8,7	20,69
35	9,91	18	0,72	84,55	23,66	0,7	2,7	8,5	20,59
36	9,54	18	0,72	84,6	23,6	0,75	2,75	8,39	20,27
37	9,76	18,09	0,72	84,67	23,35	0,7	2,7	8,43	20,92
38	9,7	18	0,73	84,61	23,45	0,71	2,71	8,25	20,52
39	9,89	18	0,72	84,63	23,6	0,7	2,73	8,73	20,21
40	9,55	18,08	0,72	84,59	23,48	0,7	2,77	8,85	21,02
41	10,16	18	0,73	84,16	23,5	0,7	2,75	8,17	20,88
42	10,1	18,04	0,73	84,19	23,4	0,7	2,73	8,54	20,31
43	9,21	18	0,72	84,37	23,61	0,79	2,74	8,69	20,85
44	9,75	18,16	0,73	84,6	23,5	0,73	2,71	8,15	20,58
45	9,34	18,1	0,72	84,75	23,55	0,7	2,77	8,53	20,88
46	9,29	18	0,72	84,67	23,64	0,7	2,73	8,41	20,61
47	10	18,02	0,73	84,25	23,61	0,77	2,72	8,21	20,21
48	9,73	18,09	0,72	84,35	23,59	0,75	2,73	8,39	20,31
49	9,43	18	0,72	84,4	23,64	0,72	2,81	8,4	20,75
50	9,91	18,54	0,74	84,81	23,39	0,7	2,73	8,54	20,28
51	9,29	18,37	0,73	84,59	23,47	0,71	2,75	8,69	20,62
52	9,95	18,16	0,72	84,71	23,66	0,72	2,81	8,52	20,74
53	9,74	18	0,73	84,8	23,5	0,75	2,73	8,54	20,61
54	9,37	18,09	0,72	84,57	23,64	0,7	2,74	8,66	20,76
55	9,66	18,02	0,74	84,71	23,62	0,72	2,75	8,51	20,55
56	9,73	18	0,72	84,61	23,52	0,7	2,77	8,39	20,83
57	9,29	18,26	0,72	84,47	23,64	0,7	2,84	8,52	20,66
58	9,35	18,1	0,73	84,51	23,65	0,72	2,75	8,55	20,25
59	9,93	18,1	0,73	84,81	23,1	0,73	2,76	8,54	20,83
60	9,29	18	0,71	84,89	23,29	0,76	2,7	8,67	20,7
61	9,55	18,16	0,73	84,61	23,71	0,7	2,71	8,37	20,24
62	9,93	18,19	0,74	84,83	23,77	0,7	2,73	8,41	20,46
63	9,41	18,1	0,72	84,87	23,8	0,7	2,7	8,52	20,64
64	9,71	18	0,73	84,51	23,67	0,72	2,7	8,16	20,6
65	9,84	18,04	0,73	84,66	23,69	0,73	2,76	8,61	20,7
66	10,22	18,6	0,74	84,95	23,42	0,72	2,72	8,23	20,73
67	9,88	18,01	0,72	84,61	23,66	0,73	2,76	8,29	21,13
68	9,93	18,1	0,73	84,66	23,65	0,72	2,73	8,35	20,37
69	10,44	18,04	0,74	84,72	23,75	0,7	2,7	8,29	20,66
70	9,83	18,01	0,73	84,51	23,58	0,72	2,71	8,2	20,78
71	9,7	18,11	0,73	84,6	23,7	0,71	2,7	8,25	20,55

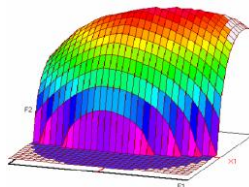
72	10,35	18,08	0,73	84,89	23,84	0,7	2,72	8,33	20,9
73	9,67	18,21	0,73	84,5	23,66	0,7	2,71	8,21	20,85
74	9,83	18,39	0,73	84,55	23,67	0,7	2,76	8,39	20,45
75	9,97	18,1	0,73	84,89	23,49	0,7	2,72	8,31	20,67
76	10,02	18	0,71	84,11	23,6	0,7	2,71	8,28	20,98
77	10,15	18	0,73	84,49	23,61	0,71	2,75	8,35	21,14
78	9,52	18	0,72	84,81	23,16	0,72	2,73	8,29	20,62
79	9,98	18	0,71	84,2	23,53	0,7	2,71	8,1	21,11
80	9,92	18	0,72	84,9	23,71	0,72	2,72	8,27	20,96
81	9,48	18	0,71	84,75	23,21	0,7	2,7	7,63	20,89
82	10,25	18	0,71	84,23	23,42	0,7	2,7	8,12	21,06
83	10	18	0,71	84,51	23,61	0,7	2,71	8,51	21,11
84	10,21	18,03	0,72	84,51	23,41	0,7	2,73	8,24	20,89
85	10,5	18	0,72	84,42	23,52	0,7	2,7	8,27	21,36
86	10,05	18	0,73	84,91	23,51	0,7	2,71	8,29	21,18
87	10,2	18,1	0,72	84,25	23,1	0,7	2,86	7,46	20,8
88	10,68	18	0,71	84,59	23,48	0,86	2,7	8,49	21,14
89	10,35	18,05	0,72	84,51	23,61	0,7	2,72	8,39	20,99
90	9,93	18,15	0,72	85,7	23,55	0,7	2,73	2,8	20,62

Tableau 13. Les données de Merendina Mini.

Annexe 2 : tableau des données de la force de la farine du 03/03/2015 jusqu'à 23/05/2015

La force de la farine					
141	142	140	140	116	139
141	142	140	140	116	139
141	142	140	140	116	139
142	144	140	140	149	139
142	144	140	140	149	139
142	144	140	116	149	139
142	144	140	116	149	139
142	144	140	116	149	139
142	144	140	116	149	134
142	144	140	116	149	134

Tableau 14. La force de la farine



Master ST CAC Agiq

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: EL HADAoui Mohammed

Année Universitaire : 2015/2016

Titre: Contribution à la réduction du surpoids de Merendina Mini

Résumé

La réputation de chaque entreprise est liée avec la qualité de ces produits. International Mondelez au sein de sa filiale Marocaine (EX-BIMO) cherche toujours à répondre aux exigences des clients d'une part et augmente leur partie dans le marché nationale d'autre part, par l'évaluation de la capacité du processus et leur performance afin d'assurer la qualité de ces produits.

C'est dans ce contexte que nous avons étudié la variation du surpoids de Merendina Mini dans la section Génoise en se basant sur l'approche six sigmas, selon la démarche de DMAIC en appliquant des outils Chimométriques pour traiter les données, faciliter leurs exploitation et trouver des solutions efficaces qui permettent de surmonter le problème de surpoids.

Mots clés : Merendina, Surpoids, Six Sigmas, DMAIC, Mondelez.