كلية العلوم و التقنيات فاس
ⵜⴰⵖⵉⵡⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⵎⴰⵙⵙⴰⵏⵉⵏ ⴷ ⵜⵙⵏⵉⵅⵉⵜⵉⵏ
Faculté des Sciences et Techniques de Fès

جامعة سيدي محمد بن عبد الله
ⵜⴰⵙⴷⴰⵡⵉⵜ ⵙⵉⴷⵉ ⵎⵓⵃⵎⵎⴰⴷ ⴱⵏ ⵄⴱⴷⵍⵍⴰⵀ
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

Licence Sciences et Techniques (LST)

Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité

« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

CONTRÔLE DU PRODUIT MILFACE : ELABORATION DES CARTES DE CONTRÔLE

Présenté par :

- **Rachdi Hatim**

Encadré par :

- **Pr. CHTIOUI Hicham (FST)**
- **Mme. EL ALAOUI Halima (AL HANINI)**

Soutenu Le 09/07/2021 devant le jury composé de:

- **Pr. CHTIOUI Hicham**

- **Pr. GRECHE Hassane**

- **Pr. MISBAHI Khalid**

Stage effectué à la société « AL HANINI »

Année Universitaire 2020 / 2021

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens d'accomplir ce travail.

Après nos louanges à Dieu, et au terme de mon projet de fin d'études, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à Madame EL Alaoui Halima, la responsable de la qualité au sein de la société AL HANINI pour son accueil, et son soutien tout au long du déroulement de ce projet, qui m'a permis grâce au sujet que j'ai développé, d'enrichir mes connaissances théoriques et pratiques.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance et à remercier très chaleureusement mon encadrant Monsieur CHTIOUI Hicham, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour son soutien, sa disponibilité constante et son aide dans la rédaction de ce rapport, 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.

J'adresse ma gratitude et mes remerciements les plus sincères à tous les professeurs membres du jury, Pr. GRECHE Hassan et Pr. MISBAHI Khalid, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je présente ma vive reconnaissance à tous mes Professeurs pour leur soutien et leurs encouragements.

Merci également à tout le personnel de la société et à tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu à accomplir ce projet.

Je tiens à dédier cet humble travail à ma famille avec tous mes sentiments du respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés, pour m'élever dignement et assurer ma formation dans les meilleurs conditions.

Liste des abréviations :

% H= Taux de l'humidité.

E1 : Echantillon numéro 1.

M.O = Microorganismes.

FMAT = Flore mésophile aérobie totale.

E. Coli = *Escherichia coli.*

GCT = Giolitti et Cantoni avec tween.

PCA = Plate Count Agar.

EMB = Eosine Methylene Blue.

EPT= Eau peptone tamponnée.

MKTTn = Müller Kaufmann au tétrathionate et Novobiocine.

LSC_X = Limite supérieure de contrôle pour la variable X.

LC_x = Limite centrale de contrôle pour la variable X.

LIC_x = Limite inférieure de contrôle pour la variable X.

LSC_R = Limite supérieure de contrôle pour l'étendue R

LC_R = Limite centrale de contrôle pour l'étendue R.

LIC_R = Limite inférieure de contrôle pour l'étendue R.

Liste des figures :

Figure 1 : Organigramme regroupant les différents services de la société.……4

Figure 2: Type de Malaxeur utilisé dans le pétrissage….…….7

Figure 3 : Découpage de la pâte crue en blocs.....…….8

Figure 4 : Centralisation du beurre et pliage de la pâte crue……...9

Figure 5 : Manière de plissement de la pâte crue..……9

Figure 6: Dessin explicatif de l'étape de laminage. …….10

Figure 7 : Piquage de la pâte crue….……10

Figure 8 : Type du Four utilisé dans la cuisson de la pâte….……....11

Figure 9: Cuiseur muni d'un agitateur. ……...12

Figure 10 : Fourrage de la pâte feuilletée. ……..….12

Figure 11 : Enrobage au chocolat du produit MILFACE. ……13

Figure 12 : Type de stomacher utilisé pour le broyage. …….14

Figure 13 : Etapes d'analyses microbiologiques. ……15

Figure 14 : Type de dessiccateur utilisé pour mesurer l'humidité (H%)……..16

Figure 15 : Type de la règle graduée utilisée pour mesurer les dimensions du produit...17

Figure 16 : Type de la balance utilisée pour peser les échantillons……17

Figure 17: Carte X-barre de l'humidité de la crème nougat. ……19

Figure 18 : Carte aux étendues « Humidité ». …….19

Figure 19 : Carte x-barre de la longueur du produit. …….21

Figure 20 : Carte aux étendues « Longueur ». ……21

Figure 21 : Carte x-barre de la largeur du produit. ……..22

Figure 22 : Carte aux étendues « Largeur ». …….22

Figure 23 : Carte x-barre de l'épaisseur du produit. …….23

Figure 24 : Carte aux étendues « Epaisseur ». ……24

Figure 25 : Carte X-barre de la quantité du chocolat déposée sur chaque échantillon...26

Figure 26 : Carte aux étendues. « Quantité du chocolat »……..26

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Fiche technique de la société AL HANINI…….....3

Tableau 2 : Les principaux produits de la société AL HANINI…….5

Tableau 3 : Ingrédients de la pâte du produit MILFACE…….....7

Tableau 4 : Les dimensions de la pâte crue après son découpage……11

Tableau 5 : Contrôle de l'humidité de la crème nougat……..……..19

Tableau 6 : Calcul des limites des cartes……...19

Tableau 7 : Contrôle de la longueur du produit MILFACE……..…….....20

Tableau 8 : Calcul des limites des cartes……...20

Tableau 9 : Contrôle de la largeur du produit MILFACE……..……22

Tableau 10 : Calcul des limites des cartes…….22

Tableau 11 : Contrôle de l'épaisseur du produit MILFACE……..……23

Tableau 12 : Calcul des limites des cartes…….23

Tableau 13 : Les valeurs de la masse des échantillons avant l'enrobage au chocolat...24

Tableau 14 : Les valeurs de la masse des échantillons après l'enrobage au chocolat…25

Tableau 15 : Les quantités du chocolat déposées sur ces échantillons…….25

Tableau 16 : Calcul des limites des cartes…….25

Sommaire

Introduction……...1

Chapitre I : Présentation de la société

1. **Historique de la société…….....2**
2. **Fiche technique de la société AL HANINI..……...3**
3. **Organisation de l'entreprise……...4**
4. **Produits de l'entreprise……...5**

Chapitre II : Processus de fabrication du produit MILFACE

I. **Diagramme de fabrication du produit MILFACE……6**

II. **Réception de la matière première…….....7**

III. **Préparation de la pâte feuilletée …….....7**

1. **Composition de la pâte……7**
2. **Etapes de préparation de la pâte feuilletée……7**

2.1. Pétrissage……7

2.2. Découpage en blocs massifs……..8

2.3. Beurrage……..8

2.4. Plissement……...9

2.5. Laminage……...10

2.6. Piquage et découpage……...10

2.7. Cuisson de la pâte crue……11

IV. **Chocolat d'enrobage et crème du fourrage..……11**

1. **Préparation du chocolat au lait d'enrobage……11**

1.1. Matières premières……11

1.2. Préparation……..11

2. **Préparation de la crème du fourrage……12**

2.1. Matières premières……12

2.2. Préparation……..12

V. **Fourrage et découpage……12**

VI. **Enrobage au chocolat……..13**

VII. **Emballage et Stockage…….....13**

Chapitre III : Contrôle du produit MILFACE : Elaboration des cartes de contrôle

I. **Matériels et méthodes……..14**

1. **Contrôle microbiologique……..14**
2. **Contrôle de l'humidité de la crème du fourrage……16**

2.1. Echantillonnage……...16

2.2. Taux de l'humidité..……....16

3. **Contrôle des dimensions du produit et contrôle de la quantité du chocolat déposée sur ce produit……...16**

3.1. Contrôle des dimensions du produit MILFACE...……17

3.2.Contrôle de la quantité du chocolat déposée sur ce produit……...17

4. **Elaboration des cartes de contrôles……..17**

4.1.Etapes à suivre pour tracer la carte « X-barre /R »……..18

4.1.1. Modalité du prélèvement……18

4.1.2. Calculs des moyennes et des étendues.....18
4.1.3. Calcul des limites de contrôle……18
4.1.4. Interprétation des résultats……18
II. Résultats et discussions……19
1. Résultats de contrôle de l'humidité de la crème de fourrage.....19
1.1.Traçage des cartes X-barre/R…….....19
1.2. Analyses et interprétations des résultats……...20
2. Résultats des mesures des dimensions du produit.....20
2.1.Contrôle de la longueur du produit MILFACE……20
2.1.1. Traçage des cartes X-barre/R…….21
2.1.2. Analyses et interprétations des cartes……21
2.2.Contrôle de la largeur du produit MILFACE……...22
2.2.1. Traçage des cartes X-barre/R…….22
2.2.2. Analyses et interprétations des résultats……23
2.3.Contrôle de l'épaisseur du produit MILFACE…….23
2.3.1. Traçage des cartes X-barre/R…….23
2.3.2. Analyses et interprétations des résultats……24
3. Résultats des mesures de la quantité du chocolat déposée sur le produit lors de son enrobage……24
3.1.Calcul de la quantité du chocolat déposée sur le produit MILFACE……24
3.2.Traçage des cartes X-barre/R…….26
3.3.Analyses et interprétations des résultats ……...26
Conclusion……27

Introduction

Au Maroc, le domaine de la pâtisserie et de la boulangerie occupe une place prédominante dans le secteur agroalimentaire. Notre pays compte 14000 boulangeries-pâtisseries dont presque 20 sont des boulangeries industrielles ([2]).

AL HANINI, lieu de stage est considérée parmi les plus grandes sociétés de boulangerie et de pâtisserie au Maroc, elle déploie un grand effort pour satisfaire les besoins et les exigences des consommateurs, en améliorant ses produits tout en respectant la qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique.

Dans ce sens, s'intègre notre étude au sein de la société AL HANINI, en effet notre travail sur le produit MILFACE porte sur l'élaboration des cartes de contrôle étant un outil statistique de base permettra de suivre quelques paramètres physicochimiques tel que l'humidité de la crème de fourrage , les dimensions « longueur , largeur, et l'épaisseur » du notre produit et la quantité du chocolat déposée sur ce produit.

Donc, la rédaction de ce rapport est faite sur la base de trois parties :

- Le premier chapitre donne une présentation de la société **AL HANINI** afin de mieux situer le contexte de ce projet.
- Le second chapitre est consacré à la description du processus de fabrication du produit MILFACE.
- Le troisième chapitre sera réservé pour les contrôles des paramètres physicochimiques effectués sur notre produit, en appliquant des cartes de contrôle de type moyennes – étendues.

PRESENTATION DE LA SOCIETE

I-Présentation de la société ''Al HANINI''

La société AL HANINI est considérée parmi les plus grandes sociétés de boulangerie et de pâtisserie au Maroc, elle se situe à Hay Ennamae, zone industrielle de Bensouda. Elle produit tous types de pâtisseries, biscuits aux goûts uniques dans le but de répondre au besoin de ses consommateurs et satisfaire leurs exigences tout en respectant la qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique.

1-Historique de l'entreprise

La société Al HANINI a été fondée en 1997 par Mr Abdelmoula Attmounia, son premier Démarrage était dans une petite ville BHALIL située à 30 km de Fès, l'entreprise a commencé par un matériel de travail très modeste avec un seul four de cuisson et quelques véhicules pour le transport et la distribution des produits.

Après quelques années de travail acharné, de la volonté et de la motivation, AL HANINI a marqué un rythme de croissance exponentiel ainsi qu'une évolution par la multiplication de la quantité de production et la diversification des produits et aussi de l'apport de nouvelles machines (Fours, Convoyeurs, Enrobeuses…) afin d'assurer l'accélération et la continuité de la production.

En 2003, Mr Abdelmoula a transféré ses installations au quartier industriel Bensouda, à la ville de Fès dans une superficie de 1200 m².

Dû au développement constant et progressif et pour faire une extension de la société en 2010, Il a effectué un nouveau déplacement jusqu'à l'actuelle installation dans Hay Enammae, Usine 2, Zone Industrielle de Bensouda, et dispose des usines auxiliaires qui servent d'entrepôt de matières premières et de produits finis, donc, la superficie réelle occupée par l'industrie est 2400 m².

En 2014, Il a amélioré techniquement les structures de fabrication par robotisation.

Aujourd'hui, l'entreprise produit environ 1tonne /jour entre les différentes chaines de production.

La société s'accorde une flotte de poids-lourds et des véhicules légers pour les livraisons rapides et impose sa présence dans le marché de travail en adoptant des stratégies qui lui permettent d'améliorer sa compétitivité.

- La Matière Première est fournie par Plusieurs Sociétés :

  La Société BONA : Production de matière grasse.

  La Société ZAKIA : Production de matière grasse.

  La société MATAHIN BAB LGISSA : Production de farine.

2-Fiche technique de la société AL HANINI

Le Tableau ci-dessous présente la fiche technique de la société Al HANINI

Tableau 1 : Fiche technique de la société Al Hanini

Elément de désignation	Donnée correspondante
Dénomination sociale	AL HANINI
Logo	
Date de création	1997
Siège local	Hay Enammae, Lot, 335 Quartier industriel Ben souda Fès-Maroc.
Activité Principale	Production et commercialisation des biscuits, madeleines, pâtisseries, millefeuilles, cigares…
Capital	2.200.000DH
Effectif du personnel	500 environ (ouvriers + responsables)
Marchés	Fez, Marrakech, Tétouan, Agadir, Oujda….
Telephone	+212 5 35 65 53 :42/34 /35
Site web, E-mail.	Site: www.alhanini.ma E-mail :contact@alhanini.com

3-Organisation de l'entreprise :

La direction générale en coordination avec les autres services assure la bonne gestion au sein de la société.

La figure ci-dessous explique les relations professionnelles entre tous les services de l'entreprise.

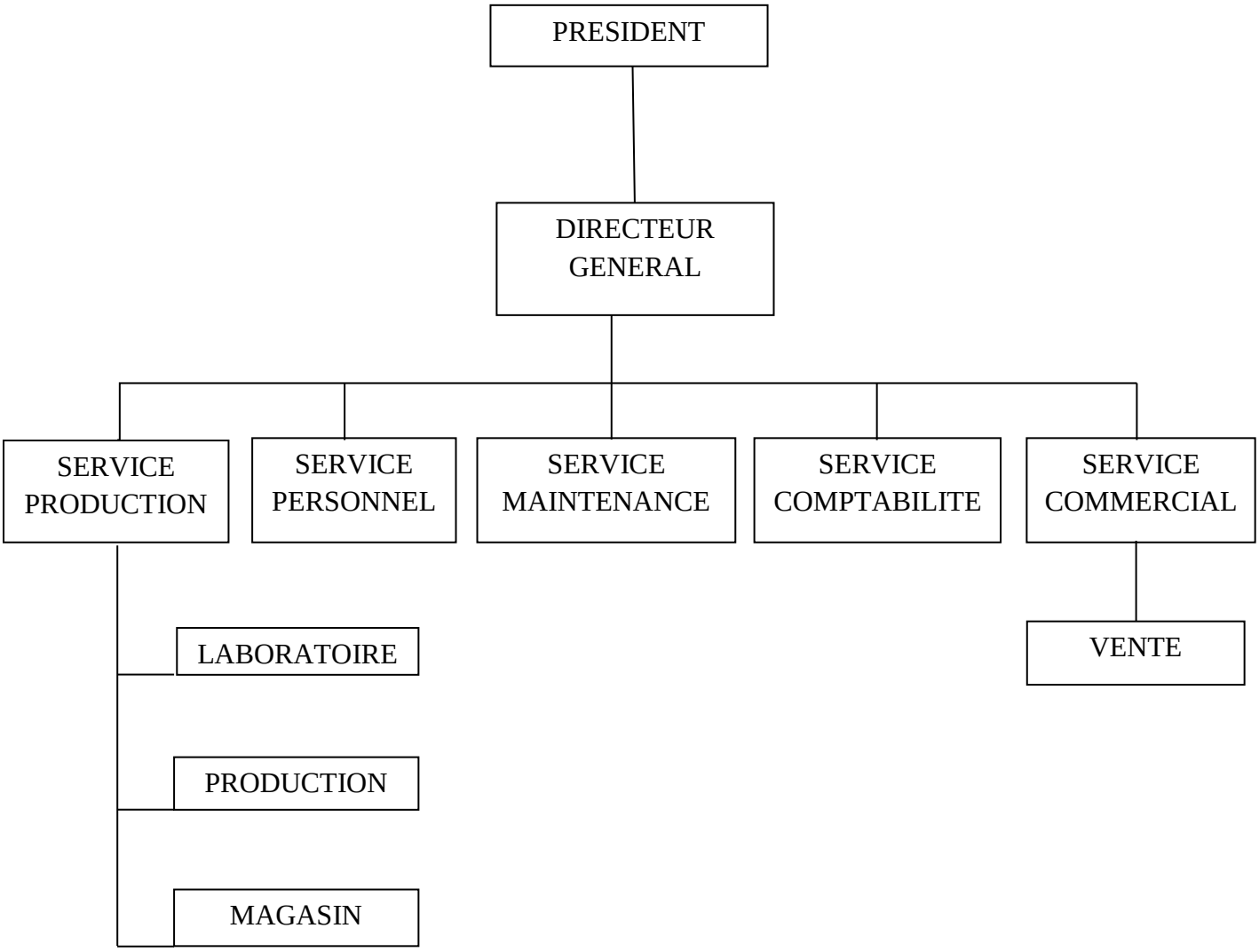

Figure 1 : Organigramme regroupant les différents services de la société

4-Les Produits de l'entreprise

Le Tableau ci-dessous présente les principaux produits de la société AL HANINI :

Tableau 2 : Les principaux produits de la société AL HANINI

BISCUITS	MILFACE	BLAUGRANA	KEO
MADELEINES	AGAI	WESTER	Six
MILLEFEUILLES	CACAO	FRAISE	PISTACHE
CIGARES	CASTRO		
PATISSERIES	MARECHAL CHOCOLAT	MARECHAL CARAMEL	AL JAMAL

Le produit **MILFACE**, sujet de l`étude, est une marque commerciale de barre chocolatée très répandue dans le marché marocain, connue par son goût unique et sa valeur nutritionnelle. Elle est constituée d'un assemblage de la pâte de millefeuille et de la crème nougat, le tout enrobé de chocolat au lait. Le processus de sa fabrication est décrit dans le chapitre suivant.

PROCESSUS DE FABRICATION DU PRODUIT MILFACE AU SEIN DE LA SOCIETE AL HANINI

I-Diagramme de fabrication du produit MILFACE

Le diagramme ci-dessous regroupe les différentes étapes nécessaires à la fabrication du Produit MILFACE :

Réception de la matière première

Préparation de la pâte feuilletée

Cuisson de la pâte

Préparation de la crème de fourrage

Préparation du chocolat d'enrobage

Fourrage et Découpage

Enrobage et Décoration

Emballage et stockage

II-Réception de la matière première

La société reçoit les matières premières (Farine, sucre, huile, beurre..) nécessaires pour produire la pâte, la crème de fourrage et le chocolat au lait. Après un contrôle de qualité, ces Matières sont stockées selon les conditions convenables puis déstockées selon le besoin du service de production.

III- Préparation de la pâte feuilleté :

La pâte de MILFACE est identique à celle des millefeuilles, c'est une pâte feuilletée caractérisée par sa texture croustillante et fondante à la fois. Son secret est basé sur l'abaissage et le pliage successif de couches alternant la pâte basique et la matière grasse (margarine ou beurre).

1-Composition de la pâte

Le tableau ci-joint regroupe tous les éléments utilisés pour produire la pâte feuilletée

Tableau 3 : Ingrédients de la pâte du produit MILFACE

Produits	Farine	Eau	Œufs	Sel
Quantité en Kg	50Kg	6Kg	6kg	0.3 Kg

2-Etapes de préparation de la pâte feuilletée

Pour assurer que la pâte cuite sera croustillante et fondante, ces étapes de préparation doivent être successivement contrôlées visiblement et techniquement.

2.1. Pétrissage :

On fait introduire les ingrédients dans un malaxeur automatique pendant 6 minutes, 3 minutes à vitesse lente pour mélanger doucement les ingrédients tout en évitant les dispersions et les pertes des produits, après on travaille avec une vitesse plus élevée durant 3 minutes pour assurer un malaxage parfait .

Figure 2 : Type de malaxeur utilisé dans le pétrissage

- Après l'arrêt du malaxeur on obtient un bloc massif de la pâte appelée « pâte détrempe » prête au découpage.

2.2. Découpage en blocs massifs

- Par la mise en place de la pâte crue dans un réservoir ayant une lame qui la coupe successivement en blocs de 10 kg.

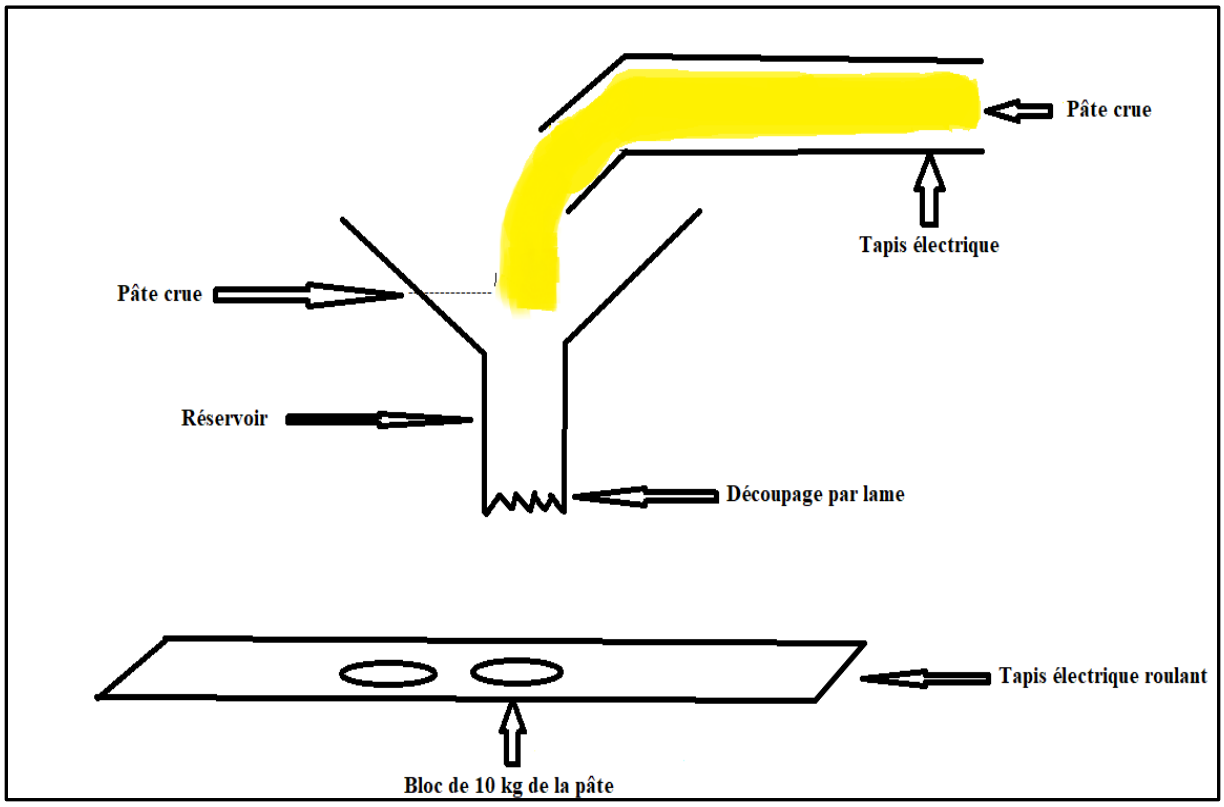

Figure 3 : Découpage de la pâte en blocs

2.3. Beurrage

Le bloc de la pâte obtenu est dirigé vers un système de laminage en longueur afin de réduire son épaisseur et obtenir une longue pâte feuilletée, cette étape facilite la centralisation du beurre au milieu de la pâte et le pliage des côtés de la pâte sur ce dernier.

Cette pâte laminée sera par la suite facile à plier après l'ajout du beurre (beurrage).

Le succès de cette étape est basé sur sa continuité, en effet l'ajout du beurre et le pliage de la pâte par les deux cylindres doivent se faire simultanément, assurant un enrichissement complet de la pâte par le beurre.

La figure ci-dessous explique l'étape de beurrage

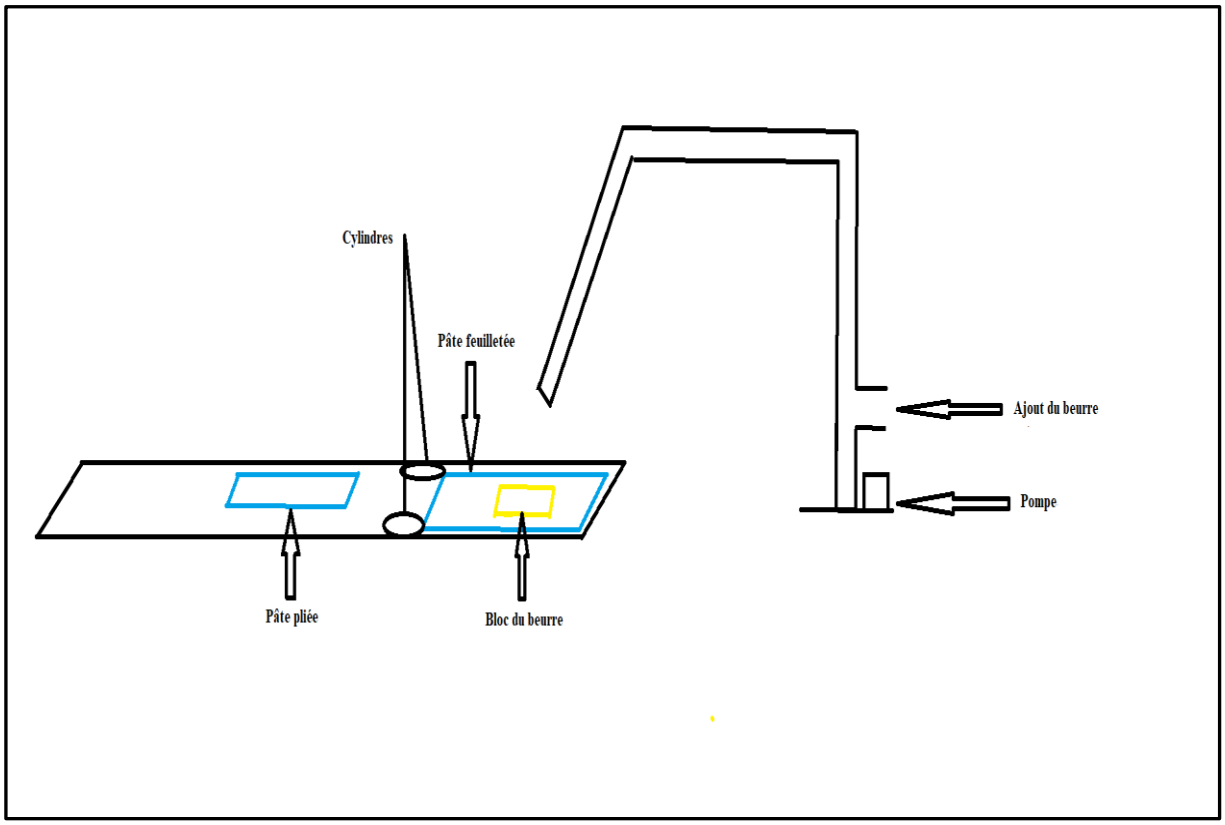

Figure 4 : Centralisation du beurre et pliage de la pâte

2.4. Plissement

La pâte feuilletée subit trois plissements successives, dont chacun forme 3 couches, après chaque plissement on effectue un laminage en longueur. Le but de cette étape est de multiplier le nombre des couches et par conséquent assurer un feuilletage parfait.

Figure 5 : Manière de Plissement de la pâte

N.B: Le roulement de la pâte sur le tapis électrique est fleuré par la farine pour éviter le collement de la pâte sur le tapis d'une part, et favoriser la flexibilité de la pâte entre les cylindres de laminage d'une autre.

2.5. Laminage

C'est une étape très importante dans laquelle on réduit l'épaisseur de la pâte afin d'avoir les dimensions voulues. C'est l'étape par laquelle on aura une pâte parfaitement cuite tout en gardant ses caractéristiques de croustillance.

La pâte crue passe par un seul lamineux en largeur, cela assiste à élargir la pâte le maximum possible, puis elle traverse successivement quatre lamineux en longueur afin de subir un feuilletage et un aplatissement de la pâte.

Au cours de son laminage, la pâte passe par un découpage continu en utilisant des petites lames se situant à l'extrémité du tapis électrique, le système élimine les débris déformants pour conserver la structure rectangulaire de la pâte.

- **N.B :** Ces débris éliminés seront accueillis et rajoutées aux nouvelles préparations de la pâte.

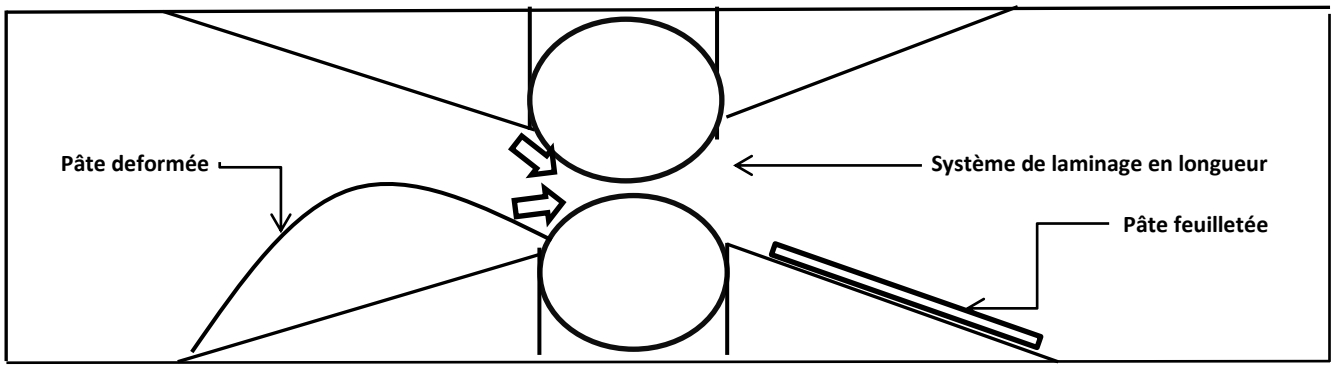

Figure 6 : Dessin explicatif de l'étape de laminage

2.6. Piquage et découpage :

Avant son découpage final, la pâte est piquée de façon continue pour éviter son gonflement pendant la cuisson. Elle est découpée selon des mesures automatiquement programmées, pesée pour assurer que la masse ciblée est atteinte et distribuée dans les plateaux puis dirigée vers la zone de cuisson.

Figure 7 : Piquage de la pâte

- La pâte est découpée de sorte d'avoir les dimensions ci-dessous :

Tableau 4 : Les dimensions de la pâte crue après son découpage

Produit	Longueur	Largeur	Epaisseur	Masse
Pâte crue	Entre 55 cm et 57 cm	Entre 34 cm et 36 cm	Environ 0,75 cm	Entre 0,490 kg et 0,520 kg

2.7. Cuisson de la pâte crue

La zone de la cuisson est alimentée par 8 fours. La cuisson se fait à une température qui varie de 240°C à 270 °C pour une durée de 15 à 20 minutes.

Figure 8 : Type du four utilisé dans la cuisson de la pâte

IV. Chocolat d'enrobage et Crème du fourrage

1-Préparation du chocolat au lait d'enrobage

1-1-Matières premières :

Matières Premières						
Chocolat en Poudre	Lactosérum	Arôme de la vanille et du chocolat	Beurre	Polyricinoléate de polyglycerol E476 (Additif alimentaire)	Soja	Sucre

1-2-Préparation

À part les arômes du chocolat et du vanille ajoutés 5 minutes avant l'arrêt de la cuisson , on introduit successivement les autres ingrédients dans un cuiseur à température qui varie entre 45 et 50°C pendant une durée d'environ 5h, on suit la préparation pour contrôler l'homogénéité et la texture du mélange manuellement. Une fois que le produit est prêt, il est distribué vers les machines d'enrobage par canalisation.

2-Préparation de la crème de fourrage

2-1-Matières Premières

Matières Premières							
Sucre	Eau	Amidon	Resistamyl	Acide Citrique	Sorbate de Potassium	Miel	Blanc d'œufs

2-2-Préparation

À part le blanc d'œufs ajouté après la cuisson, tous les ingrédients sont introduits dans un cuiseur menu d'un système d'agitation durant une heure à une température de 120°C.

Le produit issu de la cuisson est envoyé vers une unité de malaxage dans laquelle le produit est mélangé avec le blanc d'œufs durant 15 à 20 minutes.

- On obtient à la fin une crème blanche gélatineuse appelée crème **NOUGAT**.

Figure 9 : Cuiseur muni d'un agitateur

V- Fourrage et découpage

C'est l'étape responsable de l'assemblage de la pâte feuilletée et de la crème nougat. On met successivement la Pâte feuilletée, la crème nougat, la pâte feuilletée … de façon à avoir 2 couches de nougat entre 3 couches de la pâte cuite. La figure suivante explique l'étape du fourrage.

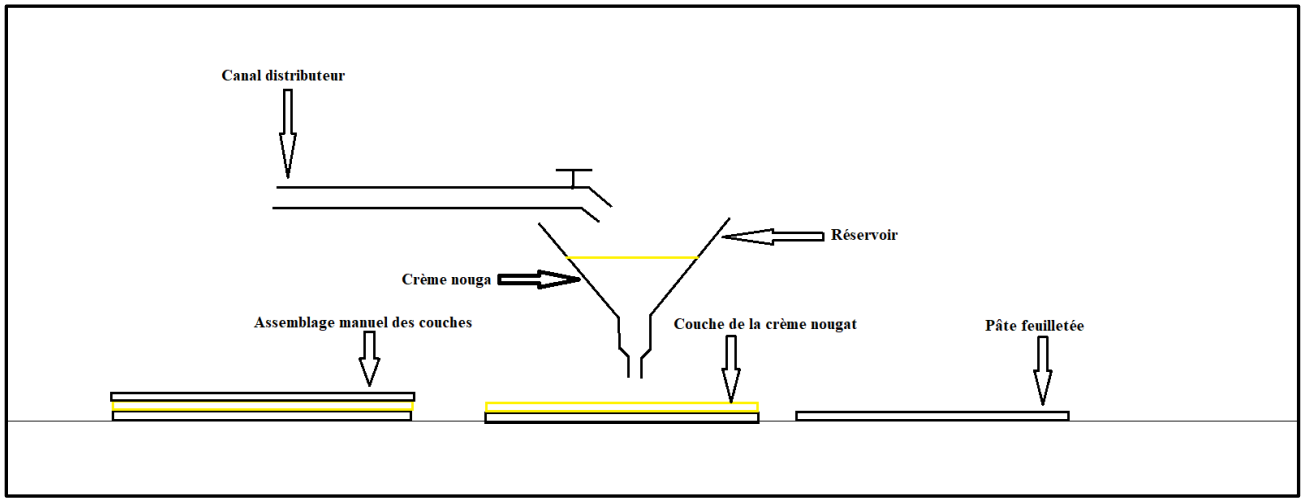

Figure 10 : Fourrage de la pâte feuilletée

Avant son découpage, la pâte est mise en repos dans des plateaux pendant 24 h afin d'assurer le collage et l'absorption de la crème par la pâte cuite.

La pâte est ensuite découpée automatiquement selon des dimensions précises en forme rectangulaire afin de donner la taille finale du produit.

VI. Enrobage au chocolat

Après son découpage, le morceau du produit passe successivement par une station contenant une pompe de chocolat chaud qui sert à complètement couvrir le biscuit par du chocolat, puis un soufflage aérien est effectué afin d'éliminer l'excès du chocolat déposé.

- La figure ci-dessous explique l'étape d'enrobage au chocolat.

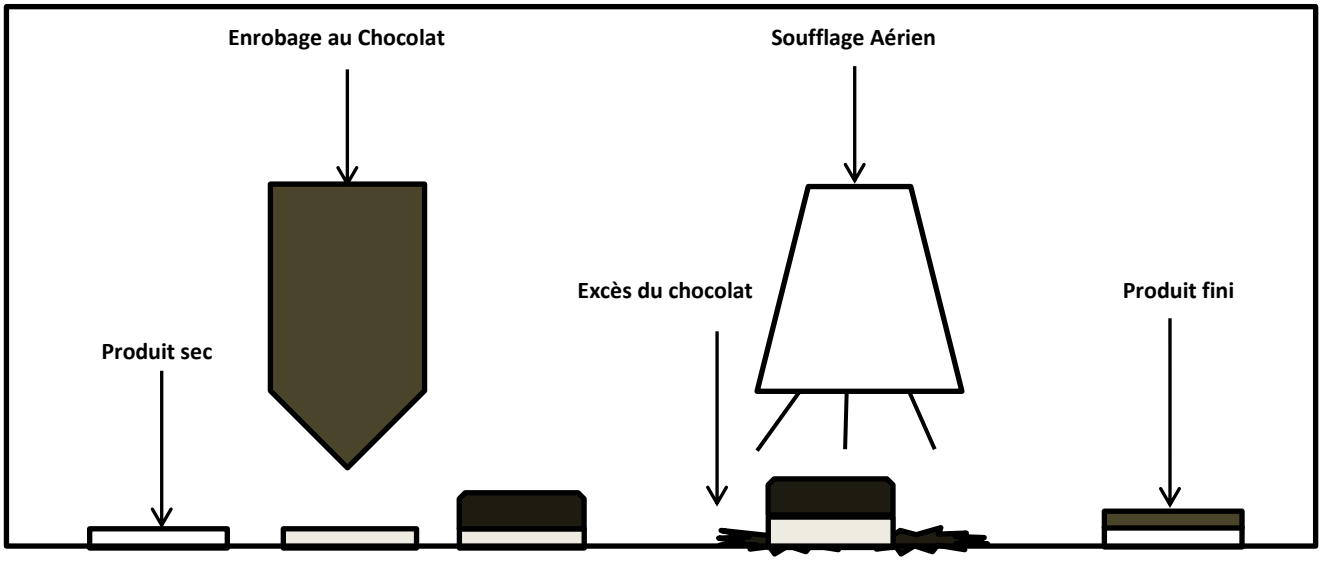

Figure 11 : Enrobage au chocolat du produit MILFACE

Après son enrobage au chocolat, le produit est dirigé lentement par le tapis électrique vers un système de réfrigération caractérisé par, sa longueur d'environ 10 mètres, sa température d'environ 10°C pour assurer le collage du chocolat sur le produit. Ensuite ce dernier passe par une station de décoration au chocolat noir en zigzag, puis il passe par une deuxième réfrigération pour les mêmes raisons citées précédemment.

VII. Emballage et stockage

Pour protéger le produit contre l'humidité et l'oxydation qui peuvent altérer sa qualité, on prévoit un emballage en papier de cellophane, étanche et opaque. Les unités du produit sont mises dans un emballage en carton puis stockées dans les conditions convenables (40 unités /carton).

CONTRÔLE DU PRODUIT MILFACE :

ELABORATION DES CARTES DE CONTRÔLE

Dans le cadre de contrôle de qualité, et pour évaluer la conformité de notre produit, nous avons établi un contrôle pour notre produit **MILFACE** en utilisant des cartes de contrôle. Et pour cet objectif nous étions intéressés par :

- Contrôler la qualité microbiologique du produit fini.
- Contrôler l'humidité de la crème de fourrage (crème nougat).
- Contrôler la longueur, la largeur, l'épaisseur du produit.
- Contrôler la quantité du chocolat déposée sur le produit pendant l'enrobage.

I. Matériels et méthodes

1. Contrôle microbiologique

Les analyses microbiologiques sont indispensables pour garantir l'hygiène des produits, ces derniers nous donnent le dénombrement des microorganismes viables dans un échantillon donné en évaluant les flores pathogènes « *Salmonelle, Escherichia coli, staphylococcus aureus* » et les flores d'altérations « *Flore mésophile aérobie totale, Levures, Moisissures*» présentes dans le produit fini.

À 9 heures du matin, les 5 échantillons à traiter sont reçus de la part de service de production, puis vérifiés par le préparateur du laboratoire, ensuite ils sont dirigés vers la salle des analyses microbiologiques pour les broyer dans des sachets stériles par un stomacher « broyeur ».

La figure ci-dessous présente le type du stomacher utilisé pour broyer les échantillons :

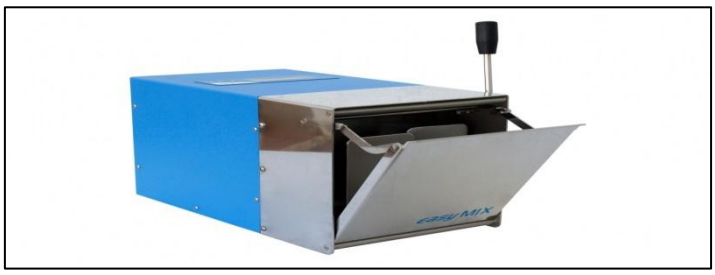

Figure 12 : Type de stomacher utilisé pour le broyage

N.B : On travaille dans des conditions aseptiques afin d'éviter toute sorte d'une contamination.

- Après le broyage de nos échantillons, on commence le protocole microbiologique indiqué sur la figure 13.

La figure ci-dessous explique les étapes des analyses microbiologiques effectuées sur le produit MILFACE :

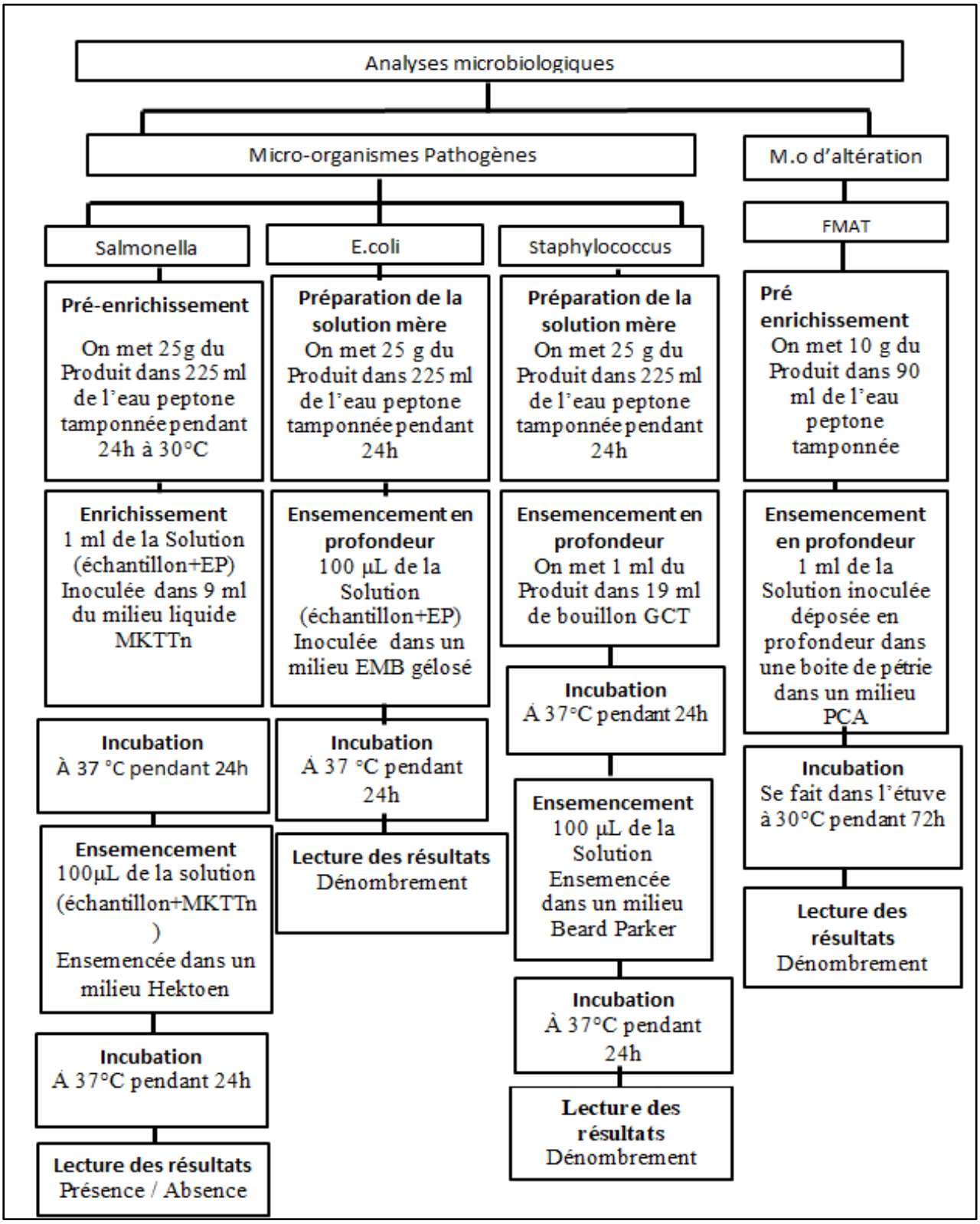

Figure 13 : Etapes d'analyses microbiologiques du produit MILFACE

2. Contrôle de l'humidité de la crème de fourrage (crème nougat) :

L'humidité est définit par la présence de l'eau ou de la vapeur de l'eau contenant dans une substance, c'est un paramètre très important à contrôler, car il peut avoir des impacts sur l'apparence matérielle du produit tels que, le goût, la texture, la forme, et le poids et aussi sur sa durée de conservation , sa résistance à la contamination microbienne et par conséquent sur sa qualité totale.

2-1.Echantillonnage :

Durant 6 jours, et après la préparation et le refroidissement de la crème nougat, et dans des flacons propres en plastique, on remplit 10 échantillons de cette crème directement du robinet du cuiseur.

2-2.Taux de l'humidité

Puisque les résultats d'analyse de la teneur en humidité doivent être disponibles rapidement, environ 10 minutes, et pour intervenir facilement pendant le processus de fabrication, le dessiccateur était un choix idéal pour effectuer les mesures directement.

3g environ de l'échantillon est chauffée à 160 °C durant 10 minutes dans le dessiccateur, par la suite le taux de l'humidité est obtenu par la formule suivante:

$$\% H = (m_i - m_f) / m_i$$

Avec, m_i : masse de l'échantillon humide en (g).

m_f : masse de l'échantillon sec en (g).

H% : Taux de l'humidité (%).

Figure 14 : Type de dessiccateur utilisé pour mesurer l'humidité (H%)

3. Contrôle des dimensions du produit « Longueur, Largeur, Epaisseur » et contrôle de la quantité du chocolat déposée sur le produit MILFACE:

Le contrôle des dimensions du produit nous renseigne essentiellement sur l'efficacité ou la défectuosité de la machine de découpage et aussi sur l'étape du fourrage.

3-1. Contrôle des dimesions du produit MILFACE

Durant 6 jours, une fois le Produit est fourré et découpé, on prélève aléatoirement 10 échantillons du plateau regroupant environ 100 échantillons, et à l'aide d'une règle graduée on effectue des mesures directes sur la longueur, la largeur, et l'épaisseur de ces échantillons.

3-2. Contrôle de la quantité du chocolat déposée sur le produit MILFACE

Puis, les échantillons sont pesés successivement à l'aide d'une balance de précision de 10 mg, après on place ces échantillons sur la chaine d'enrobage pour les collecter à la fin de cette chaine, afin de les peser une deuxième fois. Donc la quantité de chocolat déposée sur le produit est calculée par la formule : $m_c = m_2 - m_1$

Avec, $\mathbf{m_2}$: La masse en « g » d'échantillon après son enrobage au chocolat.

$\mathbf{m_1}$:La masse en « g » d'échantillon avant son enrobage au chocolat, $\mathbf{m_c}$: La masse en « g » du chocolat déposée

Les figures ci-dessous présentent le matériel utilisé pour effectuer ces mesures

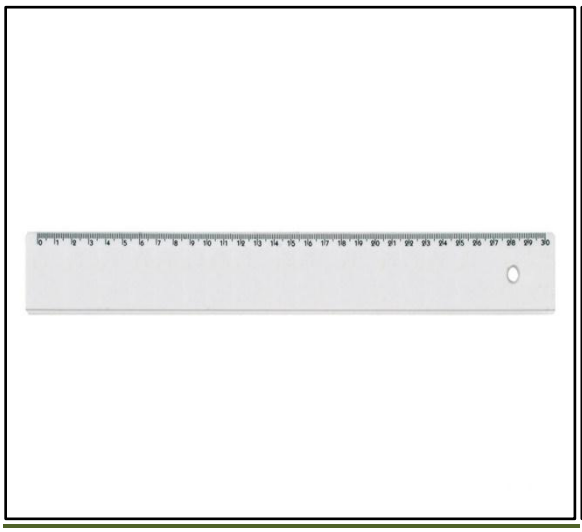

Figure 15: Type de la règle graduée utilisée **Figure 16: Type de la balance utilisée**

4. Elaboration des cartes de contrôle

Pour examiner et vérifier le processus de fabrication en assurant que les produits contrôlés restent conformes, on fait appel à la carte de contrôle de type **X-BARRE/R** étant un outil de base permettant de juger statistiquement ce processus.

Pour cet objectif, nous avons élaboré cette carte de contrôle afin d'examiner et suivre :

- L'humidité de la crème de fourrage (crème nougat).
- Les dimensions « Longueur, Largeur, Epaisseur » du produit MILFACE.
- La quantité du chocolat déposée sur notre produit.

4.1. Etapes à suivre pour tracer la carte X-barre et la carte R

Pour tracer les deux cartes de contrôles X-Barre et R, il est très important de calculer leurs paramètres.

4.1.1 Modalité du prélèvement de l'échantillon

Consiste à déterminer la taille et le nombre des échantillons, ainsi que la table d'enregistrement des données.

4.1.2 Calcul des moyennes et des étendues $\overline{X}$ et R

La **moyenne** $\overline{X}$: Calculée par la formule « ∑X/n », est la sommation des unités d'un échantillon divisée par le nombre d'unités.

La **moyenne des moyennes** d'échantillons différents $\overline{\overline{X}}$: Calculée par la formule « $\sum \overline{X}$ /n », est la sommation des moyennes d'échantillons divisée par le nombre de moyennes.

L'**étendue R** : la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de la distribution.

$\overline{R}$ **:** Calculée par la formule «∑R/n », est la sommation des étendues divisée par le nombre d'étendues.

4.1.3 Calcul des limites de contrôle

- Pour la variable X :

➢ Limite centrale de contrôle : $LC = \overline{\overline{X}}$

➢ Limite supérieure de contrôle : $LSC_x = \overline{\overline{X}} + A_2 \times \overline{R}$

➢ Limite inférieure de contrôle : $LIC_x = \overline{\overline{X}} - A_2 \times \overline{R}$

- Pour l'étendue R :

➢ Limite centrale de contrôle : $LC_R = \overline{R}$

➢ Limite supérieure de contrôle : $LSC_R = D_4 \times \overline{R}$

➢ Limite inférieure de contrôle : $LIC_R = D_3 \times \overline{R}$

4.1.4 Interprétation des résultats

- Analyser et interpréter le graphique trouvé.
  - ➢ Pour trouver les paramètres A_2, D_3 et D_4, il suffit de se reporter à la table suivante :

Tableau 4 : les paramètres des limites de contrôle

Taille de l'échantillon	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A2	1,880	1,023	0,729	0,577	0,483	0,419	0,373	0,337	0,308
D3	0	0	0	0	0	0,076	0,136	0,184	0,223
D4	3,267	2,575	2,282	2,115	2,004	1,924	1,864	1,816	1,777

II. Résultats et discussions :

1. Résultats du contrôle de l'humidité de la crème de fourrage (crème nougat).

Le Tableau ci-dessous, présente un contrôle de 6 jours de l'humidité (%) de la crème nougat :

Tableau 5 : Contrôle de l'Humidité (H%) de la crème nougat (10Echantillons/jour)

Jours	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	21.93	22.93	24.16	23.88	21.6	24.02	22.01	23.14	23.57	22.1
2	22.19	23.05	22.71	23	21.96	21	22.34	22.35	20.66	23.23
3	24.04	23	24.39	21.92	20.17	24.36	21.62	23.44	21.51	21.26
4	21.34	21.19	20.02	21.03	21.85	21.82	22.22	21.47	22.9	22.06
5	22.06	22.93	23.02	23.18	22.3	22.9	23.7	22.5	23.57	21.7
6	22.9	22.1	22.02	23.57	24.19	24.9	22.11	22.16	22.83	22.11

En appliquant les formules statistiques citées précédemment, on obtient le tableau suivant :

Tableau 6 : Calcul des limites des cartes

Moyenne	LSCx	LCx	LICx	LSCR	LCR	LICR	R
22.934	23.38	22.5	21.62	5.06	2.85	0.63	2.56
22.249	23.38	22.5	21.62	5.06	2.85	0.63	2.57
22.571	23.38	22.5	21.62	5.06	2.85	0.63	4.22
21.59	23.38	22.5	21.62	5.06	2.85	0.63	2.88
22.786	23.38	22.5	21.62	5.06	2.85	0.63	2
22.889	23.38	22.5	21.62	5.06	2.85	0.63	2.88

1.1 Traçage des cartes X-barre/R

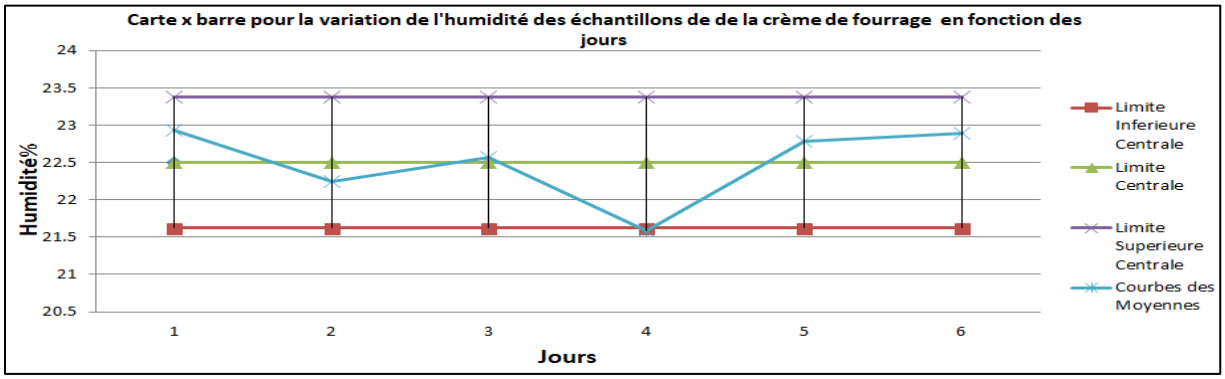

Figure 17 : Carte X-barre de l'humidité (%) de la crème nougat

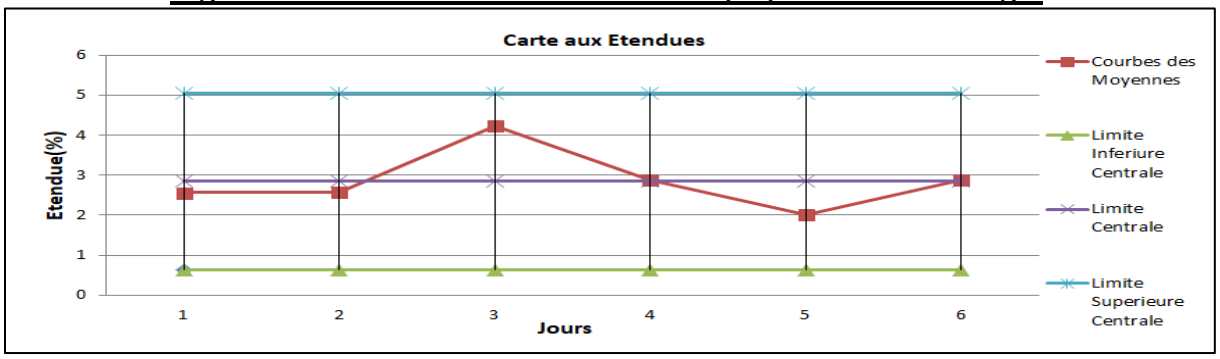

Figure 18 : Carte aux étendues « Humidité (%) »

1.2 Analyses et interprétations des cartes

Pour pouvoir interpréter la carte x-barre, il est nécessaire d'examiner la carte des étendues « R » pour déterminer si le procédé de fabrication est maitrisé.

La carte des étendues (Fig.18) nous représente une dispersion normale des points autour des limites de contrôle, ce qui indique que le procédé est maitrisé.

La carte x-barre (Fig.17) nous représente les moyennes des échantillons afin de suivre l'évolution de la valeur moyenne de l'humidité au cours du procédé de fabrication.

À part le point situé hors da la limite inférieure (LIC_x=21.62%) dans le 4-eme jour avec une valeur égale à « 21,59% » et qui peut être expliqué par une température de la cuisson plus élevée que 120°C, les autres points sont dispersés d'une façon normale autour de la limite centrale, on peut donc négliger ce faible écart et dire que le procédé de la cuisson de la crème nougat est maitrisé durant les 6 jours.

2. Résultats des mesures des dimensions du produit MILFACE

2.1. Contrôle de la longueur du produit MILFACE

Le Tableau ci-dessous, présente un contrôle de 6 jours, de la longueur (cm) des 10 échantillons du produit MILFACE:

Tableau 7 : Contrôle de la longueur (cm) du produit MILFACE durant 6 jours

Jour	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	7.4	7.6	7.5	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
2	7.5	7.5	7.6	7.7	7.5	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5
3	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4
4	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.5
5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5
6	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.5	7.7	7.5	7.5	7.5

En appliquant les formules statistiques citées précédemment, on obtient le tableau suivant :

Tableau 8 : Calcul des limites des cartes

Moyenne	R	LSCx	LCx	LICx	LSCR	LICR	LCR
7.49	0.2	7.57	7.51	7.45	0.35	0.04	0.2
7.54	0.2	7.57	7.51	7.45	0.35	0.04	0.2
7.5	0.2	7.57	7.51	7.45	0.35	0.04	0.2
7.51	0.1	7.57	7.51	7.45	0.35	0.04	0.2
7.5	0.2	7.57	7.51	7.45	0.35	0.04	0.2
7.51	0.3	7.57	7.51	7.45	0.35	0.04	0.2

2.1.1. Traçage des cartes X-barre/R

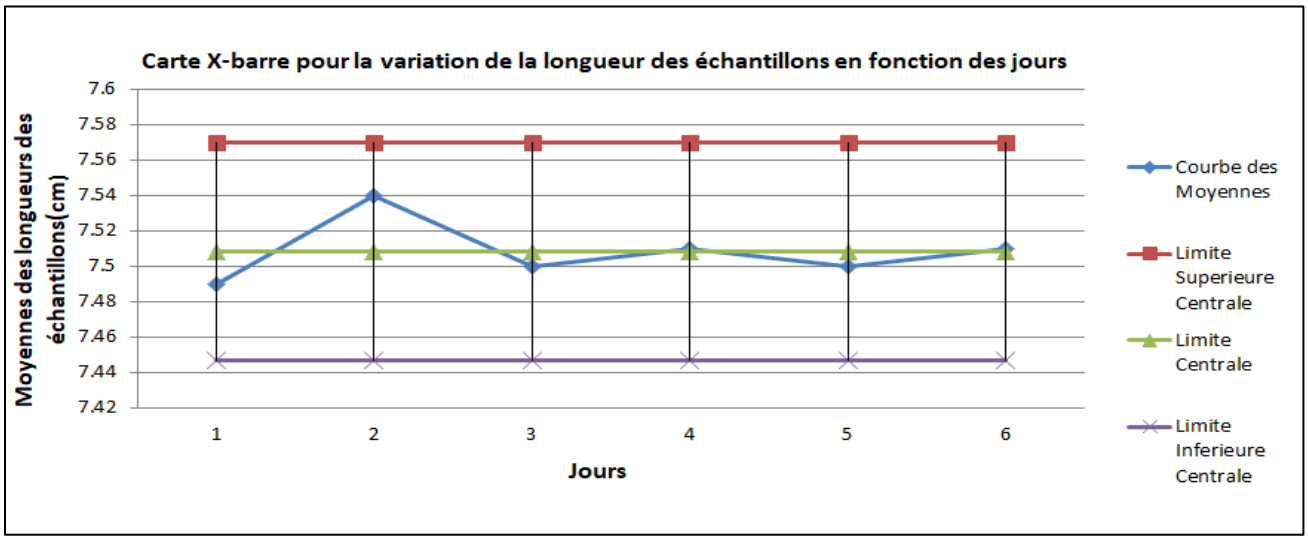

Figure 19 : Carte x-barre de la longueur (cm) du produit

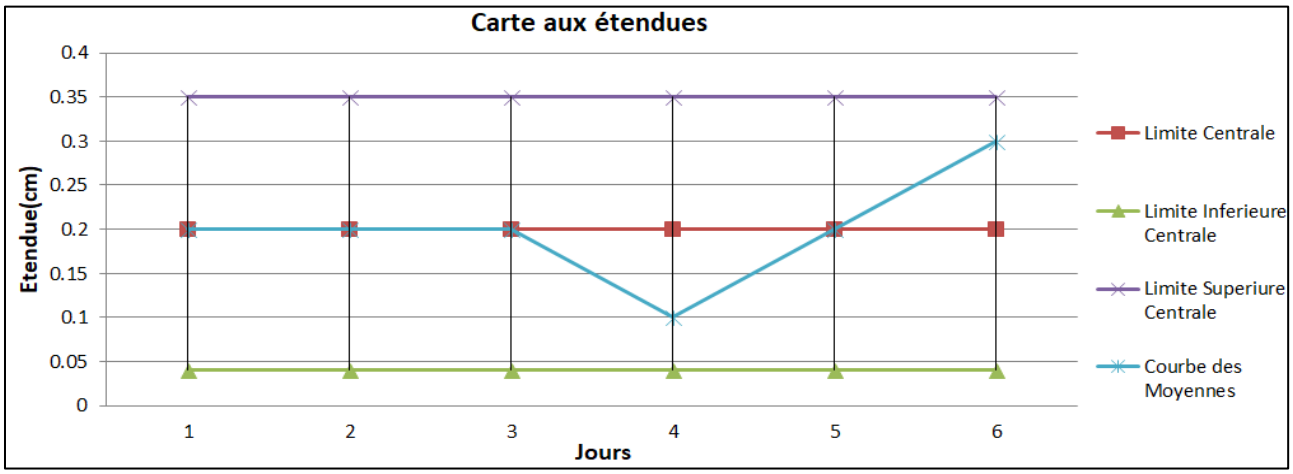

Figure 20 : Carte aux étendues « Longueur (cm) »

2.1.2. Analyses et interprétations des cartes

Sur la carte x-barre (Fig.19), on constate que les points sont répartis par moitié d'une manière régulière des deux côtes de la ligne centrale.

Sur la carte R (Fig.20), les 3 premiers points montrent une petite répartition légère et régulière autour de la limite centrale. Pas des points hors des limites de contrôle, mais les 3 points qui suivent varient brusquement, c'est un signe qui demande d'autres essais pour juger ce procédé.

2.2. Contrôle de la Largeur du produit MILFACE

Le Tableau ci-dessous, présente un contrôle de 6 jours, de la largeur (cm) des 10 échantillons du produit MILFACE :

Tableau 9 : Contrôle de la largeur (cm) du produit MILFACE durant 6 jours

Jour	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.7	2.9	2.9	2.9
2	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
3	2.8	2.8	2.8	2.9	2.8	3	2.8	2.8	2.9	2.8
4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.9	2.9	2.9
5	2.9	2.9	2.9	2.9	3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
6	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.8	2.8	2.9	2.9	2.9

En appliquant les mêmes formules statistiques, on obtient le tableau suivant :

Tableau 10 : Calcul des limites des cartes

Moyenne	R	LSCx	LCx	LICx	LSCR	LCR	LICR
2.87	0.2	2.92	2.88	2.83	0.23	0.13	0.03
2.89	0.1	2.92	2.88	2.83	0.23	0.13	0.03
2.84	0.2	2.92	2.88	2.83	0.23	0.13	0.03
2.89	0.1	2.92	2.88	2.83	0.23	0.13	0.03
2.91	0.1	2.92	2.88	2.83	0.23	0.13	0.03
2.88	0.1	2.92	2.88	2.83	0.23	0.13	0.03

2.2.1Traçage des cartes X-barre/R

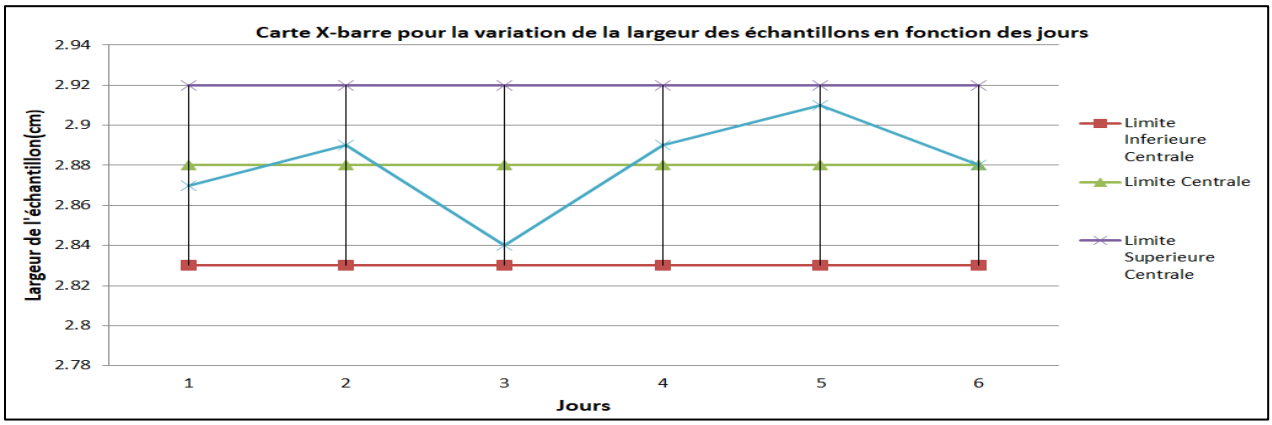

Figure 21 : Carte x-barre de la largeur (cm) du produit

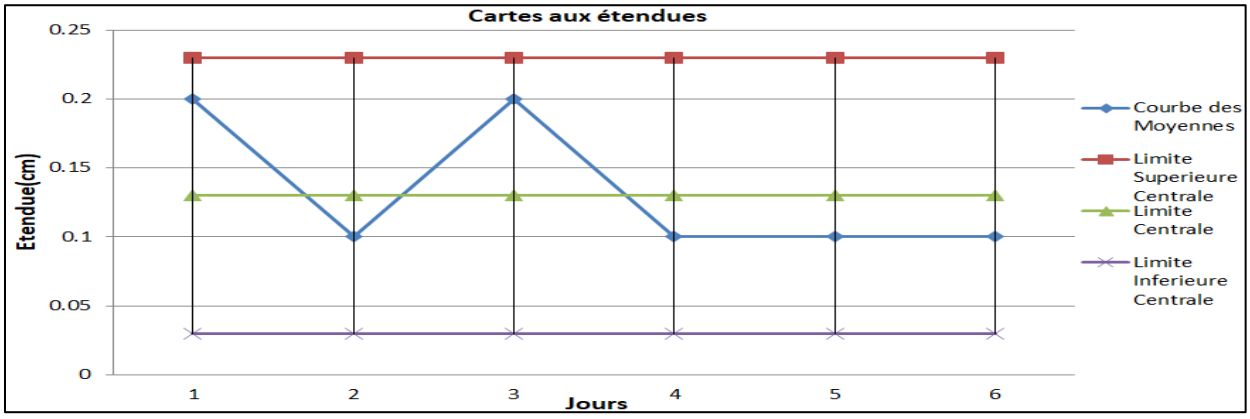

Figure 22 : Carte aux étendues « Largeur (cm) »

2.2.2 Analyses et interprétations des cartes

Sur les deux cartes (Fig.21 et Fig.22), on constate que les points sont situés tantôt au-dessus de la ligne centrale tantôt au-dessous, peu de points situés près des limites de contrôle, pas de points hors de ces limites. Donc, on peut dire que le procédé est stable.

2.3. Contrôle de l'épaisseur du produit MILFACE

Le Tableau ci-dessous, présente un contrôle de 6 jours, de l'épaisseur (cm) des 10 échantillons du produit MILFACE :

Tableau 11 : Contrôle de l'épaisseur (cm) du produit MILFACE durant 6 jours

Jour	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
2	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7
3	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
4	1.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7
5	1.7	1.7	1.7	1.6	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
6	1.7	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7

En appliquant les mêmes formules statistiques, on obtient le tableau suivant :

Tableau 12 : Calcul des limites des cartes

Moyenne	LSCx	LCx	LICx	LSCR	LCR	LICR	R
1.75	1.77	1.71	1.65	0.32	0.18	0.04	0.2
1.72	1.77	1.71	1.65	0.32	0.18	0.04	0.1
1.69	1.77	1.71	1.65	0.32	0.18	0.04	0.1
1.69	1.77	1.71	1.65	0.32	0.18	0.04	0.3
1.7	1.77	1.71	1.65	0.32	0.18	0.04	0.2
1.72	1.77	1.71	1.65	0.32	0.18	0.04	0.2

2.3.1 Traçage des cartes X-barre/R

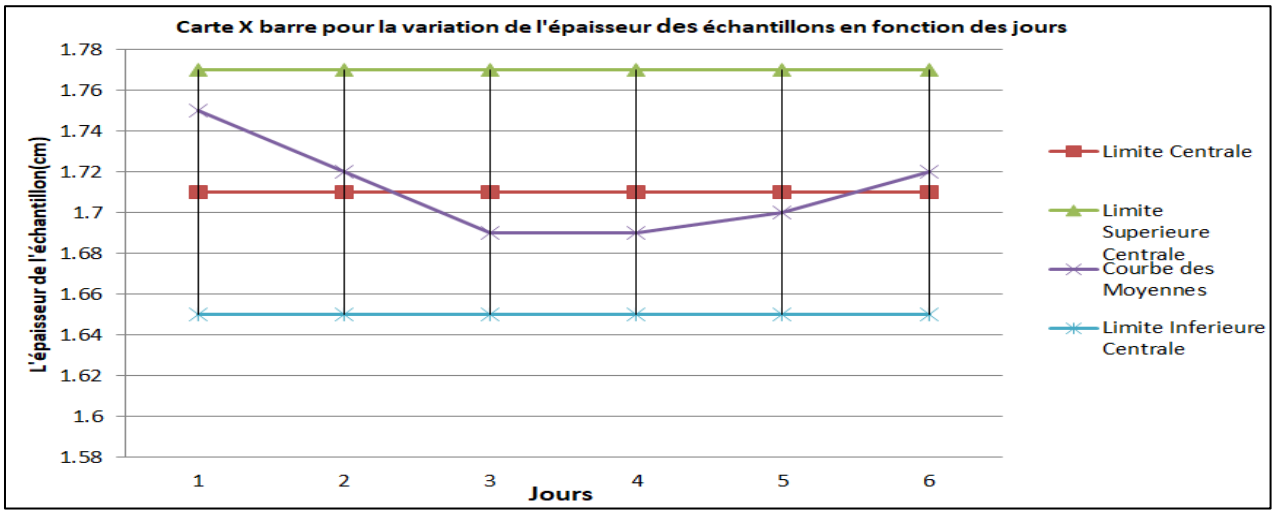

Figure 23 : Carte x-barre de l'épaisseur (cm) du produit

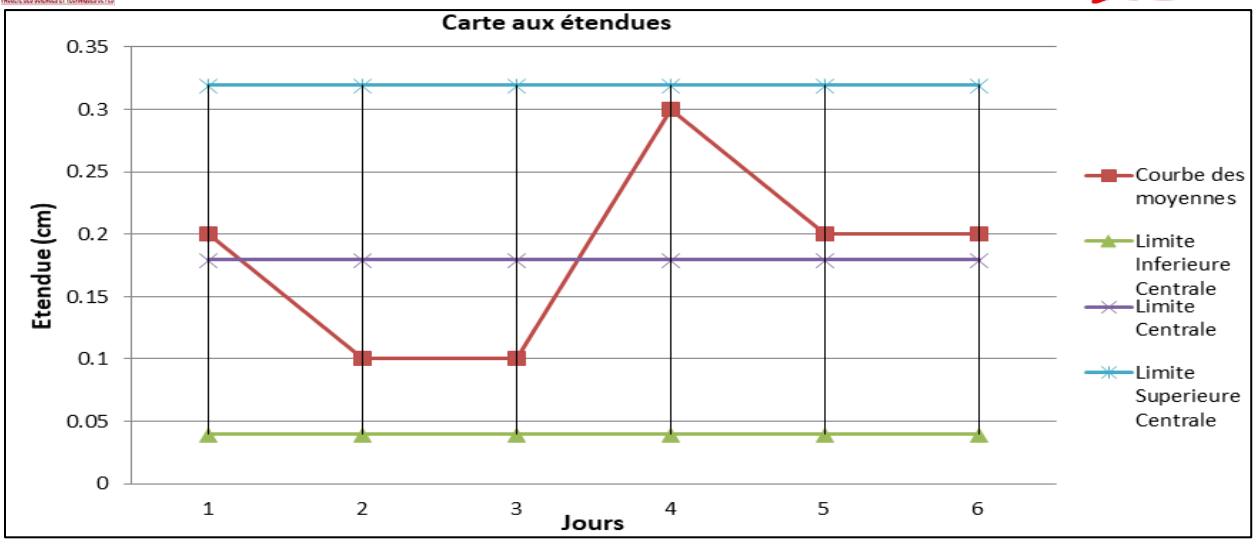

Figure 24 : Carte aux étendues « Epaisseur (cm) »

2.3.2. Analyses et interprétations des cartes

Sur les deux cartes (Fig.23 et Fig.24), on constate que tous les points sont situés autour des limites de contrôle, mais la répartition de ces points autour de la limite centrale est non significatif, en effet il n'y a pas de fluctuation normale autour de la limite centrale, chose qui demande des nouveaux essais, avec une durée plus longue que six jours pour arriver à évaluer ce procédé.

3. Résultats des mesures de la quantité du chocolat déposée sur notre produit pendant son enrobage au chocolat

3.1. Calcul de la quantité du chocolat déposée sur le produit MILFACE

- Comme indiqué précédemment, nous avons prélevé 10 échantillons durant 6 jours

Le tableau ci-joint regroupe les résultats trouvés en gramme « g » de la masse du produit avant son enrobage au chocolat :

Tableau 13 : Les valeurs de la masse en « g » des échantillons avant l'enrobage au chocolat.

Jour	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	23.07	20.76	20.95	21.38	21.05	21.85	22.33	21.24	20.77	21.15
2	22.95	24.13	21.15	21.07	21.3	21.76	21.67	21.86	21.59	22.32
3	20.14	20.97	21.27	20.25	23.94	20.68	21.21	21.61	22.61	22.16
4	20.73	20.26	20.06	20.16	23.02	21.95	21.09	19.89	20.21	19.87
5	22.11	20.64	22.38	22.11	22.36	19.87	22.32	21.4	20.41	19.81
6	20.59	19.84	20.25	23.07	23.02	23.22	21.11	21.65	21.54	21.38

- Après l'enrobage au chocolat, on obtient les valeurs en «g » indiquées sur le tableau suivant« g » suivant :

Tableau 14 : Les valeurs de la masse en « g » des échantillons après l'enrobage au chocolat.

Jour	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	30.71	29.18	28.81	29.83	29.32	30	29.34	29.06	29	29.98
2	29.98	33.76	30.3	28.47	28.5	29.19	28.86	29.75	29.55	29.96
3	27.99	28.44	29.11	27.26	32.06	27.89	29.35	30.52	31.81	31.14
4	27.39	27.73	27.9	28.11	30.7	29.07	27.91	27.7	27.98	27.35
5	28.16	28.75	29.27	30.8	30.6	28.73	31.17	30.05	29.78	29.17
6	29.14	28.14	29.88	29.99	30.16	27.35	29.77	29	28.15	28.6

Remarque : La quantité du chocolat déposée sur chaque échantillon est obtenue par soustraire la masse du produit après son enrobage de sa masse avant l'enrobage.

- Le Tableau ci-joint présente la quantité du chocolat en « g » déposée sur chaque échantillon :

Tableau 15 : Les quantités en « g » du chocolat déposées sur ces échantillons

Jours	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
1	7.64	8.42	7.86	8.45	8.27	8.15	7.01	7.82	8.23	8.83
2	7.03	9.63	9.15	7.4	7.2	7.43	7.19	7.89	7.96	7.64
3	7.85	7.47	7.84	7.01	8.12	7.21	8.14	8.91	9.2	8.98
4	6.66	7.47	7.84	7.95	7.68	7.12	6.82	7.81	7.77	7.48
5	6.05	8.11	6.89	8.69	8.24	8.86	8.85	8.65	9.37	9.36
6	8.55	8.3	9.63	6.92	7.14	6.48	8.66	7.35	6.61	7.22

En appliquant les mêmes formules statistiques citées précédemment, on obtient les résultats indiqués sur le tableau suivants :

Tableau 16 : Calcul des limites des cartes

Moyenne	R	LSCx	LCx	LICx	LSCR	LCR	LICR
8.068	1.82	8.64	7.9	7.16	4.26	2.4	0.53
7.852	2.6	8.64	7.9	7.16	4.26	2.4	0.53
8.073	2.19	8.64	7.9	7.16	4.26	2.4	0.53
7.46	1.29	8.64	7.9	7.16	4.26	2.4	0.53
8.307	3.32	8.64	7.9	7.16	4.26	2.4	0.53
7.686	3.15	8.64	7.9	7.16	4.26	2.4	0.53

3.2. Traçage des cartes de contrôle

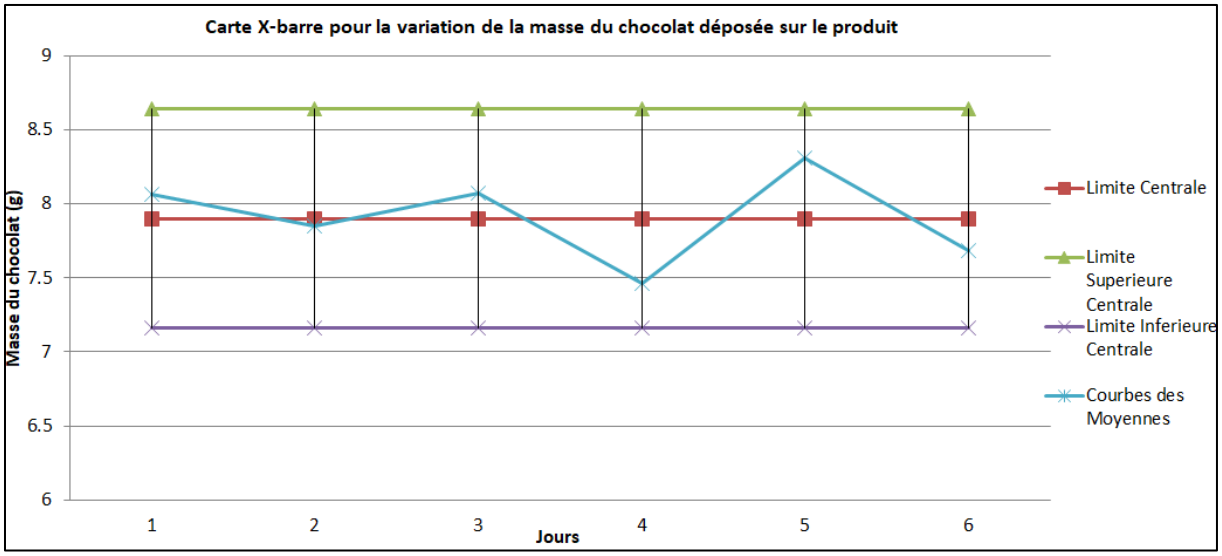

Figure 25: Carte X-barre de la quantité du chocolat (g) déposée sur chaque échantillon

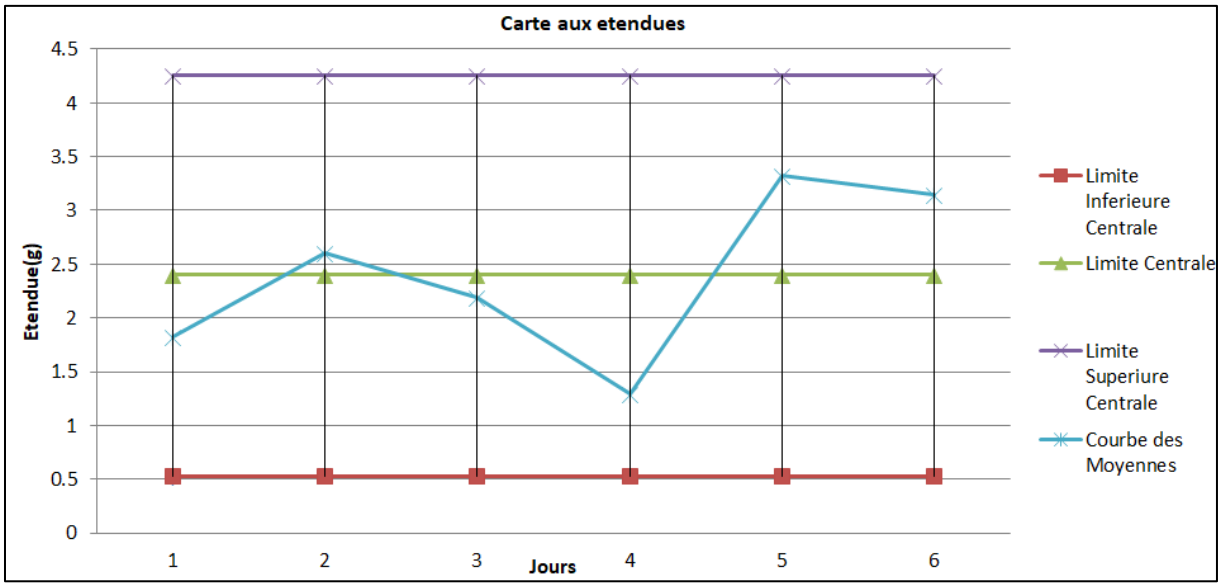

Figure 26 : Carte aux étendues « quantité du chocolat (g) »

3.3 Analyses et interprétations des cartes

La carte R (Fig.26), nous présente une répartition régulière des points autour des limites de contrôle.

Sur la carte x-barre (Fig.25), on trouve que le 2/3 des points sont près de la ligne centrale, ces points sont aussi repartis correctement autour des limites de contrôle, donc la masse du chocolat déposée sur chaque produit suit les normes et par conséquent le procédé d'enrobage au chocolat est stable.

Conclusion

Pendant cette mission qui s'est déroulée au sein du service de production et au sein du laboratoire des analyses physicochimiques, nous avons contrôlé statistiquement la conformité de notre produit MILFACE, en suivant ses étapes de fabrication. En effet le contrôle statistique de l'humidité de sa crème de fourrage, crème nougat, nous a permis de dire que le procédé de fabrication de cette crème est dans les normes. Alors le suivi de la quantité du chocolat déposée sur notre produit MILFACE lors de son enrobage au chocolat a révélé la stabilité de cette étape d'enrobage.

Il était très important de contrôler les dimensions du produit, car ces paramètres nous renseignent essentiellement sur la stabilité des étapes de découpage et de fourrage. Et à cause de la non-significativité de quelques résultats trouvés sur les cartes de contrôle, en effet l'absence des fluctuations autour de la limite centrale de la carte de l'épaisseur, et dans le sens d'améliorer la qualité au sein de la société, il est préférable d'établir une nouvelle étude en utilisant :

- Une durée d'essai plus longue que 6 jours.
- Un nombre d'échantillons plus élevés.
- Un matériel plus précis que la règle graduée.

Ce stage m'a donné l'opportunité de savoir que la réussite d'une étude scientifique est liée aux plusieurs facteurs tel que, méthodologie du travail, le bon choix du matériel et aussi sur la précision de ce dernier, chose qui m'éclairera le chemin pour les nouveaux projets.

Références

1) http://alhanini.ma

2) https://www.lavieeco.com/votre-argent/boulangerie-un-investissement-lourd-mais-un-gain-interessant-27001/