

Année Universitaire : 2021-2022

Master Sciences et Techniques GMP

Génie des Matériaux et des Procédés

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**CONTROLE ET AMELIORATION DE LA  
QUANTITE DU PRODUIT FINI CHIPS  
« SOCONARJISS »**

Présenté par :

**-BEKKALI Chaimae**

Encadré par :

**-M. KHALID Rafik (SOCONARJISS)**

**-Pr. ABALLAH OULMEKKI (FSTF)**

Soutenu Le 20 Juillet devant le jury composé de :

- **Dr. EL GHADRAOUI Ouafae.**
- **Pr. HARRACH Ahmed**
- **Pr. ABALLAH OULMEKKI**

Stage effectué à : **SOCONARJISS FES**

# Remerciement

**P**remièrement je remercie Dieu source de toute connaissance.

**E**t je remercie Monsieur Rafik KHALID, responsable de production et maintenance au sein de la société SOCONARJISS Fès et monsieur ABALLAH OULMEKKI mon encadrent, Professeur à la faculté des sciences et technique Fès, d'avoir encadré et dirigé ce stage, aussi pour leurs patiences, leurs disponibilités et surtout leurs précieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Ils m'ont orienté dans la bonne direction surtout dans les moments difficiles.

**J**e tiens aussi à remercier l'équipe de SOCONARJISS, pour la richesse et la qualité de leur travail et qui ont toujours déployé de grands efforts pour m'assurer une bonne formation au cours de ma période de stage.

# Résumé :

Le secteur agroalimentaire est devenu le moteur de l'économie marocaine par la valorisation de la production agricole, par la participation au développement des échanges (exportations) et la contribution à l'approvisionnement du pays en produits alimentaires de base.

C'est le cas pour la production des chips au Maroc qui est devenu très célèbre dernièrement, pour cela je me suis décidée d'effectuer mon stage au sein de l'entreprise SOCONARJISS afin de savoir plus sur ce secteur.

Le présent travail présente le procédé de fabrication des chips, et autres produits alimentaires comme les grains de tournesol grillés ainsi il étudie la cause des déchets chips qui peuvent empêcher la quantité du produit fini et influencer l'économie de l'entreprise.

# Abstract

The agri-food sector has become the engine of the Moroccan economy by promoting agricultural production, participating in the development of trade (exports) and contributing to the supply of the country with basic food products.

And it is the same for chips production, it's become so famous in Morocco in the last years. Because of that I decided to stand my training period in SOCONARJISS company and also for knowing more information about this sector.

The present report treats the process of making chips and author eating product like roasted sunflower seed, also it studies the cause of waste chips which can prevent the quantity of the finished product and influence the economy of the company.

# Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> organigramme de SOCONARJISS.....	5
<b>Figure 2:</b> la gamme de produit chips.....	6
<b>Figure 3:</b> la gamme de produit frita .....	6
<b>Figure 4 :</b> photo du produit corne.....	7
<b>Figure 5 :</b> photo du produit DOLTAS.....	7
<b>Figure 6 :</b> la gamme de produit PIPAS .....	8
<b>Figure 7:</b> les étapes de préparation des pelletes frita.....	9
<b>Figure 8:</b> le procédé de fabrication des chips naturel.....	10
<b>Figure 9:</b> les étapes de préparation des grains de tournesol .....	11
<b>Figure 10:</b> les étapes de fabrication des snacks.....	12
<b>Figure 11:</b> exemple de marron de rouille .....	26
<b>Figure 12:</b> représentation graphique des résultats obtenu par le logiciel nemrodw.....	41
<b>Figure 13:</b> diagrammes d'interaction du taux de sucre et taux de matière sèche .....	43
<b>Figure 14:</b> diagramme d'interaction entre le taux de sucre et la température de friture.....	44
<b>Figure 15:</b> diagrammes d'interaction entre taux de matière sèche et taux de défaut interne.....	45

# Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> fiche technique de l'entreprise SCONARJISS .....	4
<b>Tableau 2 :</b> les étapes de contrôle effectuer au niveau laboratoire SOCONARJISS .....	13
<b>Tableau 3 :</b> exemple des tests réaliser sur le produit fini ligne chips .....	15
<b>Tableau 4:</b> information nutritionnelle pour 100g de pomme de terre .....	19
<b>Tableau 5 :</b> la correspondance entre la concentration en sel du bain et le poids spécifique (densité) et la teneur en matière sèche des tubercules .....	22
<b>Tableau 6 :</b> Suivi de la matière première au niveau de la ligne chips du mois Février .....	27
<b>Tableau 7:</b> Suivi de la matière première au niveau de la ligne chips du mois Mars .....	29
<b>Tableau 8:</b> suivi de la friteuse au niveau de la ligne de production chips du mois Février .....	31
<b>Tableau 9:</b> suivi de la friteuse au niveau de la ligne de production chips du mois Mars .....	33
<b>Tableau 10:</b> suivi du produit fini au niveau de la ligne de production chips du mois Février .....	35
<b>Tableau 11:</b> suivi du produit fini au niveau de la ligne de production chips du mois Mars .....	36
<b>Tableau 12 :</b> Les facteurs qui influencent la qualité des chips.....	38
<b>Tableau 13:</b> les réponses exécuter au logiciel Nemrodw .....	40

# Table des matières

## Chapitre 1 : bibliographie de l'entreprise

I	Présentation Générale de la société : .....	4
II	Fiche technique de l'entreprise : .....	4
III	Organigramme de l'entreprise : .....	5
IV	Gamme des produits de la société SOCONARJISS .....	6
V	Procédés de fabrication : .....	8
VI	Les contrôle de qualité réaliser par le laboratoire SOCONARJISS : .....	13

## Chapitre 2 : contrôle et amélioration de la quantité du produit fini chips :

I.	Généralité : .....	19
1)	Définition et composition de la pomme de terre : .....	19
2)	La méthode d'évaluation des pommes de terre : .....	20
3)	Généralité sur taux de sucre : .....	23
II.	Suivi de la ligne de production chips : .....	26
1	Contrôle de la matière première .....	26
2	Contrôle friteuse : .....	31
3	Contrôle du produit fini chips.....	35
III.	Traitement des résultats par les plans factoriels complète : .....	38
1.	Les résultats obtenus par le logiciel Nemrodw : .....	41
	Conclusion.....	46

# Introduction générale

Le secteur de l'agroalimentaire au Maroc est l'un des fleurons de l'économie nationale, il contribue à hauteur de 25% de la production industrielle, 22 % des emplois formels, 16% des investissements industriels de 15% de l'export de produits transformés pour une production de plus de 102 milliards de Dirhams.[6]

En 2021, malgré un contexte international difficile caractérisé notamment par les effets de la pandémie du coronavirus (covid-19), les entreprises agroalimentaires au Maroc ont pu néanmoins enregistrer de bonnes performances au début de la saison, parmi ces derniers on trouve SOCONARJISS le leader de production des chips au Maroc.

SOCONARJISS a été créée en 1993 dans le royaume du Maroc précisément à FES, cette création vient pour progresser dans un secteur d'activité hérité par leur défunt père, à savoir la production et la commercialisation des chips snacks et fruits secs.

Aujourd'hui, SOCONARJISS est une entreprise gagnante en plein développement, elle commercialise ses produits sous ses propres marques. Les dernières de ces innovations restent les Chipsy d'Or : chips de pomme de terre au goût unique et authentique.

Ce stage, présente pour moi un début de ma carrière, qui me permettra de concrétiser la partie théorique assurée pendant les années de formation, également il me permettra de faire un grand pas dans le domaine professionnel.

Alors, le présent rapport sera divisé sur deux chapitres, le premier chapitre sera consacré pour la présentation de la société « SOCONARJISS »

Et pour le deuxième chapitre, je traiterai le sujet de mon stage « contrôle et amélioration du produit fini chips » dans lequel j'ai travaillé par les plans d'expériences factoriel complète à l'aide du logiciel Nemroudw. Ce travail a pour but de diminuer le taux des chips brûlées et augmenter le pourcentage de production.

# Chapitre 1 : présentation de l'entreprise :



## I Présentation Générale de la société :

SOCONARJISS est une société à responsabilité limitée, elle a été créée en 1993 par les frères HACHIMI afin de progresser dans un secteur d'activité hérité par leur défunt père, à savoir la production et la commercialisation des chips, snacks et fruits secs.

Grâce à leurs efforts ainsi que ceux du personnel de l'entreprise, la société a pu moderniser son équipement ainsi que ses différents services pour l'entière satisfaction de ses clients. Au cours de ces dernières années, SOCONARJISS a atteint une position de leader dans son secteur d'activité. Tout cela, grâce à la perfection de ses services, la qualité de ses produits, l'efficacité de son personnel ainsi que son large réseau de distribution qui s'étend à l'échelle nationale.

Aujourd'hui, SOCONARJISS est une entreprise gagnante en plein développement, qui commercialise ses produits sous sa propre marque CHIPSY D'OR.[1]

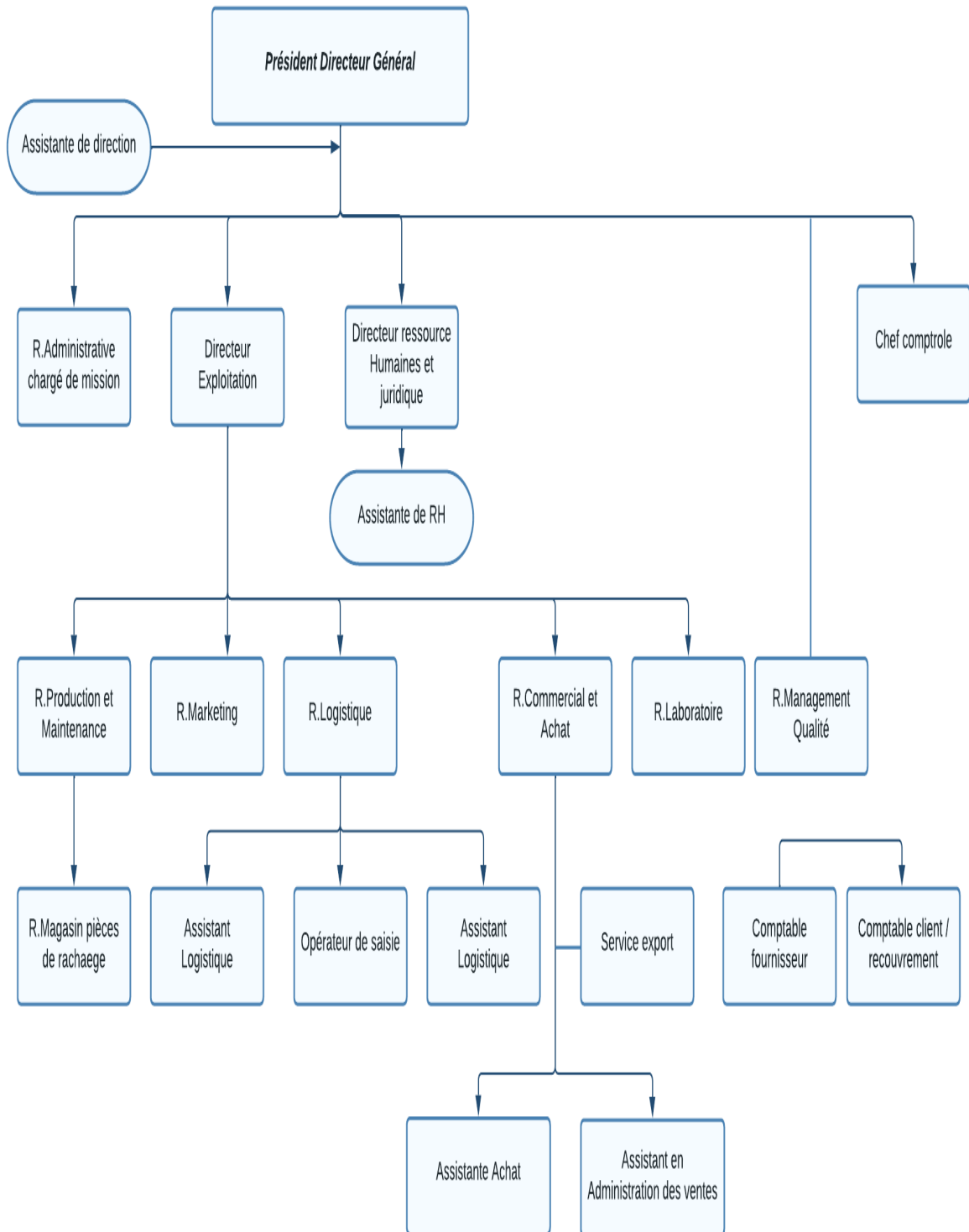
## II Fiche technique de l'entreprise :

Le tableau suivant représente une fiche technique de l'entreprise SOCONARJISS, qui regroupe toutes les informations nécessaires sur cette dernière :[1]

Tableau 1: fiche technique de l'entreprise SOCONARJISS

<b>Elément de désignation</b>	<b>Données correspondants</b>
LOGO	
Dénomination sociale	SOCONARJISS
Date de création	1993
Siège social	Lotissement Ennamae. Quartier Industriel Bensouda. Lots : 354-355-356 30000 – Fès-
Activités	Fabrication et vente des fruits secs, snacks et chips Import-export
Effectif	Entre 100 et 150
Capital	10 000 000 DHS
Site web	<a href="http://www.soconarjiss.com">www.soconarjiss.com</a>

### III Organigramme de l'entreprise :



**Figure 1 : organigramme de SOCONARJISS**

## IV Gamme des produits de la société SOCONARJISS

### ➤ CHIPS de pomme de terre naturelle :

Les chips sont des fines tranches rondes ou ovales de pommes de terre naturelles frittées dans l'huile (Huile de palme) puis aromatisé.[1]



Figure 2: la gamme de produit chips

### ➤ Pellette

C'est un produit alimentaire semi-fini, élaboré à base de poudre de pommes de terre, amidon et du sel, qui requiert une opération finale (friture dans l'huile de palme), pour se transformer en un produit prêt à la consommation.

On trouve deux types de pellettes :

- **Pellette à base de poudre de pommes de terre (Frita)**



Figure 3: la gamme de produit frita

- Pellette à base de semoule de maïs (corne).



Figure 4 : photo du produit corne

- SNACKS :

C'est un produit issu à partir du processus d'extrusion de la semoule de maïs avec un mélange d'ingrédients (eau et oléine de palme).[1]



Figure 5 : photo du produit DOLTAS

- **Pipas :**

Ce sont des grains de tournesol torréfié.



**Figure 6 : la gamme de produit PIPAS**

## **V Procédés de fabrication :**

### **➤ Ligne de production pelletes :**

On verse la matière première (pelletes frita ou corne) dans un bassin conique et on la déplace à l'aide d'un élévateur vers la fritteuse qui contient l'huile de palme à une température de friture qui varie entre 180°C et 190°C pour une durée de 15 à 20 seconds.

Les pelletes frittés sont ensuite envoyés vers le malaxeur au niveau duquel on ajoute les arômes convenables afin d'obtenir un produit fini aromatisé prêt au conditionnement.

La figure suivante résume les étapes de préparation des pelletes frita :

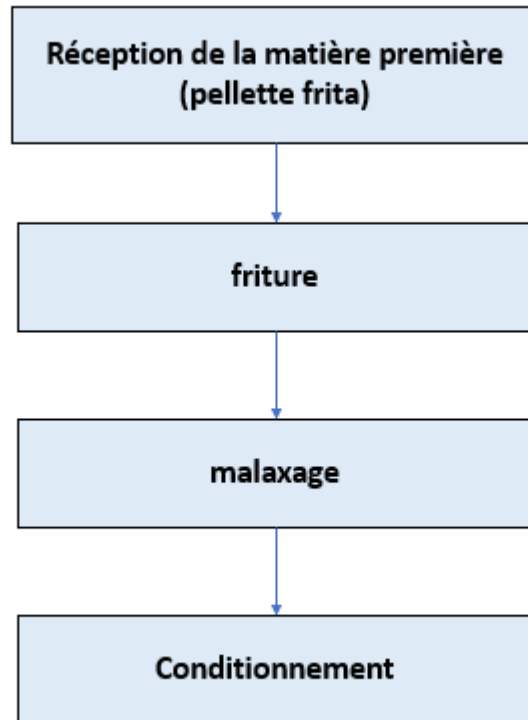


Figure 7:les étapes de préparation des pelletes frita

➤ Ligne de production chips :

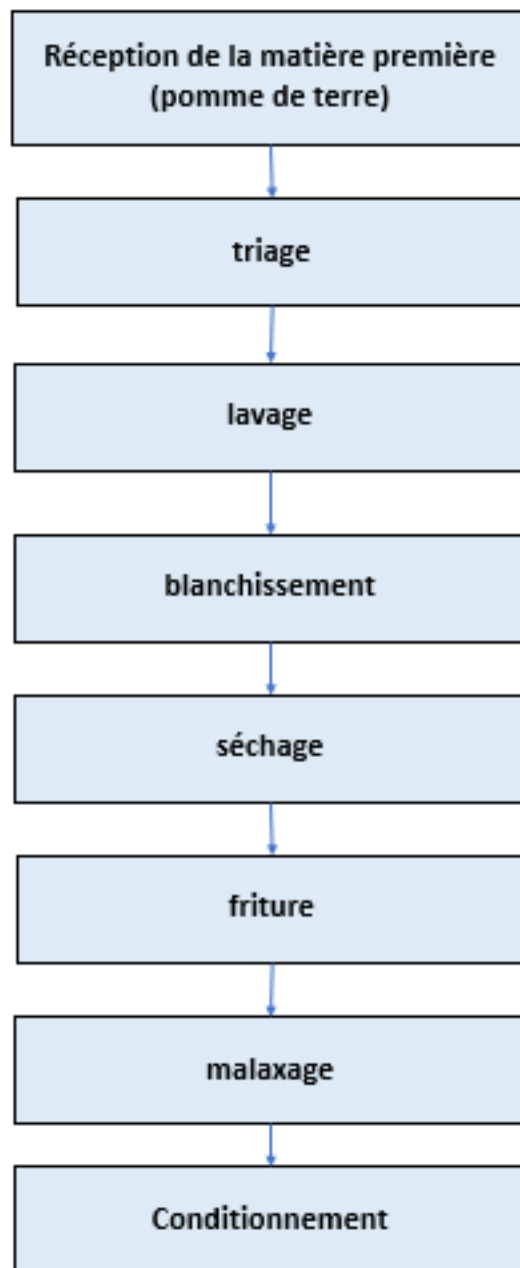
D'abord la matière première (les pommes de terre naturelle 100%) passe par le triage à l'aide d'un tapis vibrant (cette étape a pour but d'éliminer toutes les pommes de terre qui ne répondent pas au calibre souhaitable).

Ensuite les pommes de terre trier passent au lavage puis ils se coupent en moitié pour faciliter l'opération d'épluchage et d'hachage.

Après ces deux étapes on obtient des tranches de pomme de terre qui vont être envoyées vers une blancheur qui injecte l'eau chaud à une température de 2 F pour le but d'éliminer l'amidon et diminuer le collage des tranches entre eux au cours du frittage, ces derniers sont ensuite séchés par les passés par un tapis vibrant qui injecte l'air pour débarrasser les tranches de pomme de terre d'eau.

Les chips qui sortent de la friteuse passent dans un malaxeur au niveau duquel on ajoute l'arôme et finalement on obtient un produit fini prêt au conditionnement.

La figure suivante résume le procédé de fabrication des chips naturel :



**Figure 8: le procédé de fabrication des chips naturel**

➤ Ligne de production pipas et fruits secs :

- **Pipas :** Ce sont des grains de tournesol malaxés avec un mélange de farine de blé, de l'eau potable et du sel, qui vont subir une torréfaction pour être emballés par la suite.
- **Mix :** C'est un mélange de grains de tournesol, grains de courge, grains de cacahouète torréfiés au four auxquels on rajoute du raisin sec, papaye, pois chiche, fève frit et du maïs frit l'ensemble est mélangé dans un malaxeur puis conditionné.
- **GRMALLO :** il s'agit du maïs frit aromatisé qui va être pesé et conditionné dans son emballage sous le nom Corn d'or (c'est un produit semi-fini).

La figure ci-dessous représente les étapes de préparation des grains de tournesol :

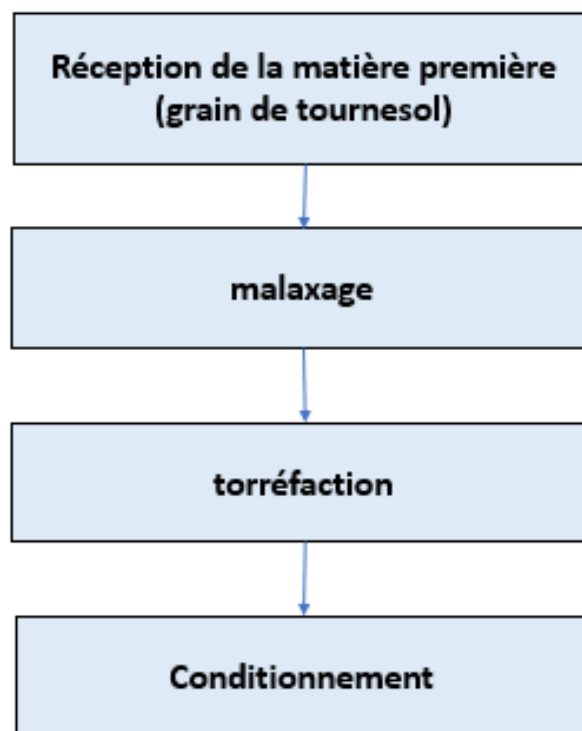


Figure 9:les étapes de préparation des grains de tournesol



➤ Ligne de production snack :

Après avoir mélangé de la semoule avec l'eau et une quantité d'huile on obtient un mélange liquéfié qui passe dans un transformateur, et sous l'effet d'une rotation à grande vitesse on obtient la forme souhaitable du snack.

Ce dernier passe ensuite au four pour la cuisson, puis au malaxeur pour mélanger le produit obtenu avec l'arôme et finalement au conditionnement.

La figure ci-dessous représente les étapes de fabrication des snacks :

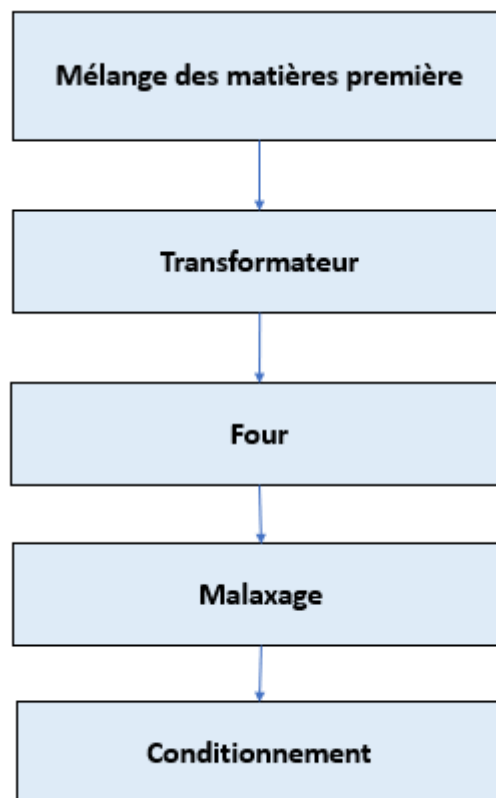


Figure 10: les étapes de fabrication des snacks

## VI Contrôle de qualité réaliser par le laboratoire SOCONARJISS :

Le laboratoire de l'entreprise joue un rôle principal et très important par le contrôle de qualité pour toutes étapes de production dès la réception des matières premières jusqu'au conditionnement des produits finis.

- Types de contrôle de qualité réaliser par le laboratoire et leurs intérêts :
- Contrôle de la matière première, semi fini, ingrédients et articles d'emballages :

Au niveau de cette étape l'équipe de contrôle essaie de vérifier la qualité et la conformité des produits reçus d'expéditeur selon différents tests, en suivant des normes précises dont le but d'utiliser des matières qui ne présentent aucun risque sur la santé des consommateurs.

Le tableau ci-dessous regroupe les étapes de contrôle effectuer au niveau de ce stade :

Tableau 2 : les étapes de contrôle effectué au niveau laboratoire SOCONARJISS

Désignation produit	Type d'analyse effectuer	Fréquence
<b>Véhicule de transport (matière première et emballage)</b>	Hygiène de véhicule de transport	Chaque réception
<b>Pomme de terre</b>	Taux de défaut	Chaque réception
	Taux de sucre	Chaque réception
	Taux de la matière sèche	Chaque réception
	Taux de germination	Chaque réception
	Quantité	Chaque réception
<b>Semoule de maïs et pelette</b>	Quantité	Chaque réception
	Qualité emballage	Chaque réception
	Matière étrange	Chaque réception
	Odeur	Chaque réception
	Vermine	Chaque réception
	Date de péremption	Chaque réception
<b>Grain de tournesol</b>	Quantité	Chaque réception
	Qualité emballage	Chaque réception
	Date de péremption	Chaque réception

	Vermine	Chaque réception
	Odeur	Chaque réception
	Matière étrange (écorce, bois...)	Chaque réception
	Calibre	Chaque réception
<b>Grain de courge</b>	Quantité	Chaque réception
	Qualité emballage	Chaque réception
	Date de péremption	Chaque réception
	Matière étrange (écorce, bois...)	Chaque réception
	Odeur	Chaque réception
	Vermine	Chaque réception
<b>Cacahuètes</b>	Quantité	Chaque réception
	Qualité emballage	Chaque réception
	Date de péremption	Chaque réception
	Matière étrange (écorce, bois...)	Chaque réception
	Odeur	Chaque réception
	Vermine	Chaque réception
<b>Bobine d'emballage</b>	Quantité	Chaque réception
	Etiquetage	Chaque réception
	Couleur impression	Chaque réception
	Photos cellules	Chaque réception
	Sens bobine	Chaque réception
	Epaisseur	Chaque réception
	Code à barres	Chaque réception
	Dimension	Chaque réception
	Qualité microbiologique	Chaque réception

▪ **Contrôle de qualité des produits fini :**

Au niveau de ce stade l'équipe de contrôle essaie de vérifier la conformité du produit fini en réalisant des différents tests afin de rependre aux normes d'hygiène et de qualité nationale.

Le tableau suivant représente un exemple des tests réaliser sur le produit fini ligne chips :

**Tableau 3 : exemple des tests réalisé sur le produit fini ligne chips**

<b>Points de contrôle</b>	<b>Paramètres</b>	<b>Type de contrôle</b>	<b>Méthode</b>
<b>Section chips</b>	Arome	Vérification Arome du produit correspondant	Dégustation
	% Défaut produit	Défaut de couleur (Maximum 10%) Défaut interne (maximum 1%) Chips non fritté (absence)	Prend un sachet du PF et compter le % des défauts
	% du casses	Calcule de taux de casse (maximum 25%)	Prend un sachet du PF et compter le % de casse
	Poids et nombre d'unité par carton	Vérifications du poids et de nombre d'unité par carton	Pesage
	Datage unité produit et numéro de Lot	Présente et visible	Visuel

De plus le laboratoire fait des analyses d'acidité 4 fois par jours sur l'huile de friture car cette dernière à un mauvais effet sur la qualité de conservation du produit fini.

▪ **Mode opératoire de l'analyse d'acidité :**

Tout d'abord on prend un volume de 10 ml d'huile de friture puis on le verse dans un bécher ensuite on ajoute 50 ml d'une solution qui se constitue de 50% de  $C_2H_6O$  et 50% de diéthyleter (99%) au volume d'huile dans le bécher, après on verse l'hydroxyde de sodium dans la burette et on effectue un dosage volumétrique.

Le volume au cours duquel on obtient la coloration rose c'est l'équivalent de la valeur d'acidité

# Chapitre 2 : contrôle et amélioration de la quantité du produit fini chips :

## **Problématique :**

La production des chips nécessite l'utilisation des pommes de terre qui se constituent principalement pourcentage d'eau, du sucre et d'amidon ce qui donne des tranches de pomme de terre frais de l'intérieur avant d'avoir la coloration des surfaces et implique l'obtention des chips de bons goûts et croquant, mais la plupart du temps on obtient des chips brûlées et inconsommables.

Au cours du triage à la sortie de la friteuse chaque jour on élimine des quantités considérables des chips brûlées et cela représente un effet négatif sur la quantité du produit fini et au même temps sur le côté économique de l'entreprise.

Pour cette raison j'ai décidé de travailler sur le sujet suivant qui aura pour but de diminuer le taux des chips brûlés en contrôlant les paramètres influençant la quantité de produit fini.

# Partie théorique

## **I. Généralités :**

### **1) Définition et composition de la pomme de terre :**

La pomme de terre est un légume considéré comme un féculent en raison de sa richesse en amidon, sa composition chimique se constitue essentiellement d'eau, d'amidon, de la protéine et des fibres. La pomme de terre est source de vitamines du groupe B, notamment B1 et B3, elle apporte aussi une quantité importante de minéraux : potassium, phosphore, magnésium, ainsi que de nombreux oligo-éléments : fer, zinc, cuivre, manganèse... [2]

#### **▪ Valeur nutritionnelle pour 100 g de pomme de terre :**

**Tableau 4:information nutritionnelle pour 100g de pomme de terre**

<b>Informations nutritionnelles pour 100g</b>	
<b>Valeur d'énergétique</b>	492.77kcal (2060kj)
<b>Lipide</b>	26g
<b>Dont acide gras saturés</b>	12.07g
<b>Glucides</b>	56.1g
<b>Dont sucre</b>	1.71g
<b>Fibre alimentaire</b>	5.60g
<b>Protéine</b>	6.92g
<b>Sel</b>	0.36g



## 2) La méthode d'évaluation des pommes de terre :

### 2-1 Evaluation du pourcentage de boue sur les pommes de terre :

Pour évaluer le pourcentage de boue sur les pommes de terre il faut suivre les étapes suivantes :

- On prend un échantillon de 10 kg en hasard de la cargaison de pomme de terre
- On note le poids  $Wg_1$
- On lave l'échantillon
- On sèche l'échantillon par un séchoir ou un papier
- On pèse l'échantillon de nouveau et on note le deuxième poids  $Wg_2$
- On calcule le pourcentage de boue par la relation suivante :

$$\% \text{ de boue} = \frac{(Wg_1 - Wg_2)}{Wg_1} \times 100$$

### 2-2 Evaluation des éléments d'échantillon selon le système de propriété :

- **La verdure :** c'est une couleur verte ou une tache verte qui apparaitre soit aux extrémités soit au total de la tranche de la tranche.
- **Le violet :** c'est une couleur qui apparait aux extrémités ou au centre de la tranche de pomme de terre
- **Couleur indésirable :** c'est la couleur qui donne L49 ou moins sur l'appareille « hunter lab » (on peut la déterminer aussi si la couleur couvre au moins 50% de la tranche)
- **Les défaut internes :** ils sont loin des extrémités de la tranche et invisible avant du coupage, on peut les déterminer d'après la couleur indésirable ou la surface du défaut
- **Les défauts externes :** tous les défauts qui se trouve sur la surface de la tranche et qui ont un diamètre supérieur à 5 cm.

### 2-3 Evaluation du nombre de tubercule dans la cargaison de la pomme de terre :

L'évaluation du nombre de tubercule nécessite le suivi des étapes suivantes :

- On prend un échantillon de 10 kg de la cargaison pomme de terre
- On compte le nombre de tubercules dans l'échantillon
- On note les résultats

**Remarque :** on ne réalise jamais l'examen sur la moitié de l'échantillon puis on double les résultats car cela peut les fausser à cause du volume des tubercules qui est instable.

## 2-4 Evaluation du volume de tubercules dans la cargaison de pomme de terre :

Pour évaluer le volume de tubercules il faut suivre les étapes ci-dessous :

- On prend le même échantillon sur lequel on a effectué l'examen de nombre de tubercule pour minimiser le temps d'évaluation
- On sépare les tubercules de pomme de terre qui ont un volume supérieur à 9 cm à l'aide d'un cercle métallique
- On sépare les tubercules de pomme de terre qui ont un volume inférieur à 4 cm par la même méthode
- On pèse les nombres de tubercules qui ont hors les normes de volume et on note le poids
- On calcule le pourcentage des tubercules qui le volume compris entre 4 cm et 9 cm

On calcule le pourcentage des tubercules qui ont hors les normes par la relation suivante :

$$\% \text{ des tubercules non conforme} = \frac{\text{poids des tubercules qui n'ont pas le volume compris entre 4 cm et 9 cm}}{\text{poid totale}} \times 100$$

## 2-5 Généralité sur le taux (teneur) de la matière sèche de la pomme de terre :

### ▪ Présentation :

L'un des critères les plus importants du contrôle de la qualité est la teneur en matière sèche des tubercules. Celle-ci intervient sur la qualité technologique : une teneur élevée (entre 20 et 25 %) augmente le rendement industriel en produits finis (chips), améliore le croustillant des frites et diminue la rétention d'huile des produits frits (chips, frites).

### ▪ Mode opératoire de mesure du taux de matière sèche :

Ce mode opératoire décrit les étapes à suivre afin de mesurer le taux de la matière sèche de la pomme de terre

### ▪ Principe de la manipulation :

Taux de la matière sèche des tubercules (constituée essentiellement d'amidon) est un facteur important qui détermine en partie la teneur à la friture et les différents aspects de la texture.

Il peut être mesuré par la méthode indirecte de bain de saumure.

**Materials utilisés :** récipient, balance précise, sel

**Description :**

La mesure du poids spécifique à l'aide de bains de saumure permet d'estimer la teneur en matière sèche des tubercules individuellement. Pour ce faire, on établit une batterie de récipients de volume adapté, contenant des solutions de densité croissante, obtenues par dissolution de sel dans l'eau. Puis on introduit un à un les tubercules à étudier dans les différentes solutions en partant de la plus faible densité.

Le tableau suivant représente la correspondance entre la concentration en sel du bain et le poids spécifique (densité) et la teneur en matière sèche des tubercules :

**Tableau 5 :la correspondance entre la concentration en sel du bain et le poids spécifique (densité) et la teneur en matière sèche des tubercules**

<b>Poids spécifique</b>	<b>Poids du sel (g) / litre d'eau</b>	<b>Matière sèche</b>
1.06	90.7	16.1
1.065	98.4	17.0
1.075	113.8	19.2
1.80	121.5	20.2
1.085	129.2	21.2

1.09	137.1	22.3
1.095	145.1	23.4
1.1	152.6	24.4
1.105	160.3	25.4
1.110	168.0	26.4

### **3) Généralité sur taux de sucre :**

Pour l'industrie comme pour l'utilisation sur le marché du frais, la maîtrise de la teneur en sucres solubles de la matière première constitue souvent un enjeu important. Une bonne connaissance des mécanismes de synthèse et de dégradation de ces éléments, au cours du cycle végétatif puis pendant la période de conservation, est utile pour raisonner au mieux les points clés de l'itinéraire de la mise en place de la culture jusqu'à la livraison au destinataire final

Les sucres solubles du tubercule sont du saccharose (sucre non réducteur constitué d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose) et des sucres réducteurs (glucose et fructose).

Les sucres réducteurs conditionnent dans une large mesure la couleur des produits transformés. Ils réagissent, lors de la cuisson, avec les acides aminés ou leurs amides et les protéines pour donner des composés bruns qui altèrent la couleur et la saveur (amertume) des chips, dans une moindre mesure, celle des flocons et des pommes de terre stérilisées. Ce phénomène est connu sous le nom de réaction de Maillard ou brunissement non enzymatique.[3]

La teneur en sucres réducteurs doit être faible à modérée. Celle-ci doit être idéalement inférieure à 0,1 % du poids frais.

#### **4) Généralités sur les plans d'expériences**

##### **▪ Définition :**

Le plan d'expérience est une méthode d'expérimentation particulière basée sur le principe suivant : plutôt que de réaliser un nombre considérable d'essais en ne faisant varier qu'un seul paramètre à la fois, il fait varier simultanément tous les paramètres.

Le plan d'expérience est utilisable pour mettre au point un service, un produit ou un process industriel. Il apporte un gain de temps sans entraver la qualité du produit à mettre au point.

La méthodologie du plan d'expérience s'applique dans de nombreux processus, comme les essais cliniques dans le domaine médical, la mise au point des produits agroalimentaires ou l'optimisation des process industriels dans le secteur automobile. Il existe des différents types de plan d'expériences parmi lesquels on trouve les plans factoriels complète.[4]

##### **▪ Objectifs**

- ✓ Déterminer des valeurs optimales de réglage de différents paramètres, pour obtenir une valeur souhaitée sur un produit ou un service à mettre au point.
- ✓ Réduire le nombre d'essais à ce qui est strictement nécessaire, avec comme effet direct de minimiser les dépenses.
- ✓ Identifier les facteurs les plus influents, les interactions éventuelles entre les facteurs, et le nombre de points de mesures minimum pour obtenir le maximum d'informations.[4]

##### **▪ Définition du plan factoriel complète**

Un plan factoriel complet est un plan dans lequel les chercheurs mesurent les réponses pour toutes les combinaisons de niveaux de facteurs. Minitab fournit deux types de plans factoriels complets :

- ✓ Des plans factoriels complets à 2 niveaux comprenant uniquement des facteurs à 2 niveaux.
- ✓ Des plans factoriels complets généraux comprenant des facteurs à plus de deux niveaux.

Le nombre d'essais nécessaires dans le cadre d'un plan factoriel complet à deux niveaux est égal à  $2^k$  où  $k$  correspond au nombre de facteurs. Plus le nombre de facteurs figurant dans un plan factoriel à deux niveaux augmente, plus le nombre d'essais nécessaires pour effectuer un plan factoriel complet augmente rapidement. Par exemple, un plan factoriel complet à 2 niveaux avec 6 facteurs requiert 64 essais. [5]

# Partie pratique

## II. Suivi de la ligne de production chips :

Comme premier pas j'ai décidé d'effectuer un suivi de la ligne de production chips pour une durée de 60 jours et j'ai obtenu les résultats suivants :

### 1 Contrôle de la matière première

Pour le suivi de la matière première j'ai décidé d'effectuer un suivi des paramètres suivants :

- Taux de sucre réducteur
- Taux de matière sèche
- Taux de défauts interne
- Taux de germination

**Remarque :** pour les défauts internes de pomme de terre peuvent être des marrons de rouille qui se situent à l'intérieur malgré que l'extérieur de tubercule ne présente aucun symptôme.



Figure 11: exemple de marron de rouille

▪ Suivi du mois Février :

Le tableau suivant représente le suivi de la matière première au niveau de la ligne de production chips du mois Février :

Tableau 6 : Suivi de la matière première au niveau de la ligne chips du mois Février

Ligne de production chips					
Contrôle de la matière première					
Jours	Heures	Taux de sucre réducteur	Taux de la matière sèche %	Taux de germination	Taux de défaut interne de PDT
10/02/2022	09h00	0,01	21,1	0	0
	14h00	0,01	21,1	0	0
11/02/2022	09h00	0,03	21,4	0	0
	14h00	0,03	23,4	0	0
12/02/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
14/02/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
15/02/2022	09h00	0,03	21,4	0	0
	14h00	0,03	21,4	0	0
16/02/2022	09h00	0,16	24,4	0	0
	14h00	0,16	24,4	0	0
17/02/2022	09h00	0,34	24,4	0	0
	14h00	0,34	24,4	0	0



18/02/2022	09h00	0,23	21,4	0	0
	14h00	0,23	21,4	0	0
19/02/2022	09h00	0,07	21,4	0	0
	14h00	0,07	21,4	0	0
21/02/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
22/02/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
23/02/2022	09h00	0,03	21,4	0	0
	14h00	0,03	21,4	0	0
24/02/2022	09h00	0,38	21,4	0	0
	14h00	0,38	21,4	0	0
25/02/2022	09h00	0,18	21,2	0	0
	14h00	0,18	21,2	0	0
26/02/2022	09h00	0,21	21,2	0	0
	14h00	0,26	21,2	0	0

- Suivi du mois Mars

Le tableau suivant représente le suivi de la matière première au niveau de la ligne de production chips du mois Mars

**Tableau 7: Suivi de la matière première au niveau de la ligne chips du mois Mars**

Ligne de production chips					
Contrôle de la matière première					
Jours	Heures	Taux de sucre réducteur	Taux de la matière sèche %	Taux de germination %	Taux de défaut interne des PDT
01/03/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
02/03/2022	09h00	0,02	21,3	0	0
	14h00	0,02	21,3	0	0
03/03/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
05/03/2022	09h00	0,03	21,8	0	0
	14h00	0,03	21,8	0	0
07/03/2022	09h00	0,01	22,3	0	0
	14h00	0,01	22,3	0	0
08/03/2022	09h00	0,02	21,8	0	0
	14h00	0,02	21,8	0	0
09/03/2022	09h00	0,16	21,4	0	0
	14h00	0,16	21,4	0	0
10/03/2022	09h00	0,24	21,8	0	0
	14h00	0,24	21,8	0	0
11/03/2022	09h00	0,03	21,4	0	0
	14h00	0,03	21,4	0	0
12/03/2022	09h00	0,07	21,4	0	0
	14h00	0,07	21,4	0	0
13/03/2022	09h00	0,03	21,2	0	0
	14h00	0,03	21,2	0	0
14/03/2022	09h00	0,3	21,2	0	0
	14h00	0,3	21,2	0	0
15/03/2022	09h00	0,18	21,4	0	0

	14h00	0,18	21,4	0	0
16/03/2022	09h00	0,21	22,4	0	0
	14h00	0,26	22,3	0	0
17/03/2022	09h00	0,01	21,4	0	0
	14h00	0,01	21,4	0	0
18/03/2022	09h00	0,12	21,4	0	0
	14h00	0,12	21,4	0	0
19/03/2022	09h00	0,01	22,1	0	0
	14h00	0,01	22,1	0	0
21/03/2022	09h00	0,03	22,3	0	0
	14h00	0,03	21,9	0	0
22/03/2022	09h00	0,3	21,2	0	0
	14h00	0,3	21,2	0	0
23/03/2022	09h00	0,02	22,3	0	0
	14h00	0,02	22,3	0	0
24/03/2022	09h00	0,22	22,3	0	0
	14h00	0,22	22,3	0	0
25/03/2022	09h00	0,03	22,3	0	0
	14h00	0,03	22,3	0	0
26/03/2022	09h00	0,12	22,4	0	0
	14h00	0,12	22,4	0	0
28/03/2022	09h00	0,03	22,3	0	0
	14h00	0,03	22,3	0	0
29/03/2022	09h00	0,38	22,3	0	0
	14h00	0,38	21,2	0	0
30/03/2022	09h00	0,13	22,5	0	0
	14h00	0,13	22,3	0	0
31/03/2022	09h00	0,21	22,4	0	0
	14h00	0,26	22,4	0	0

## 2 Contrôle friteuse :

### ▪ Suivi du mois Février

Le tableau suivant représente le suivi de la friteuse au niveau de la ligne de production chips du mois Février :

**Tableau 8: suivi de la friteuse au niveau de la ligne de production chips du mois Février**

<b>Ligne de production chips</b>		
<b>Contrôle friteuse</b>		
<b>Jours</b>	<b>Heures</b>	<b>Température °C</b>
10/02/2022	09h00	187
	14h00	188
11/02/2022	09h00	196
	14h00	183
12/02/2022	09h00	185
	14h00	185
14/02/2022	09h00	186
	14h00	188
15/02/2022	09h00	174
	14h00	176
16/02/2022	09h00	180
	14h00	187
17/02/2022	09h00	185
	14h00	187
18/02/2022	09h00	185
	14h00	187
19/02/2022	09h00	188
	14h00	189

21/02/2022	09h00	184
	14h00	188
22/02/2022	09h00	184
	14h00	184
23/02/2022	09h00	191
	14h00	192
24/02/2022	09h00	188
	14h00	190
25/02/2022	09h00	175
	14h00	187
26/02/2022	09h00	184
	14h00	186

- **Suivi du mois Mars :**

Le tableau suivant représente le suivi de la friteuse au niveau de la ligne de production chips du mois Mars :

**Tableau 9: suivi de la friteuse au niveau de la ligne de production chips du mois Mars**

Ligne de production chips		
Contrôle friteuse		
Jours	Heures	Température °C
01/03/2022	09h00	147
	14h00	149
02/03/2022	09h00	148
	14h00	142
03/03/2022	09h00	148
	14h00	142
05/03/2022	09h00	189
	14h00	187
07/03/2022	09h00	187
	14h00	186
08/03/2022	09h00	187
	14h00	186
09/03/2022	09h00	189
	14h00	188
10/03/2022	09h00	187
	14h00	188
11/03/2022	09h00	187
	14h00	188
12/03/2022	09h00	189
	14h00	187
13/03/2022	09h00	183
	14h00	184
14/03/2022	09h00	189
	14h00	187
15/03/2022	09h00	186

	14h00	184
16/03/2022	09h00	188
	14h00	186
18/03/2022	09h00	180
	14h00	184
19/03/2022	09h00	189
	14h00	187
20/03/2022	09h00	187
	14h00	188
21/03/2022	09h00	189
	14h00	188
22/03/2022	09h00	188
	14h00	187
23/03/2022	09h00	188
	14h00	188
24/03/2022	09h00	188
	14h00	190
25/03/2022	09h00	188
	14h00	187
26/03/2022	09h00	188
	14h00	190
28/03/2022	09h00	181
	14h00	189
29/03/2022	09h00	179
	14h00	180
30/03/2022	09h00	185
	14h00	186
31/03/2022	09h00	188
	14h00	189

### 3 Contrôle du produit fini chips

- Suivi du mois Février :

Le tableau suivant représente le suivi du produit fini au niveau de la ligne de production chips du mois Février :

Tableau 10: suivi du produit fini au niveau de la ligne de production chips du mois Février

<b>Ligne de production chips</b>	
<b>Contrôle du produit fini chips</b>	
<b>Jours</b>	<b>Poids de déchet kg</b>
10/02/2022	55,6
11/02/2022	89,3
12/02/2022	62,7
14/02/2022	68,5
15/02/2022	87,8
16/02/2022	119,3
17/02/2022	249,7
18/02/2022	120,6
19/02/2022	82,8
21/02/2022	62,9
22/02/2022	7,2
23/02/2022	88,2
24/02/2022	374
25/02/2022	89
26/02/2022	80,7



- Suivi du mois Mars :

Le tableau suivant représente le suivi du produit fini au niveau de la ligne de production chips du mois Février :

Tableau 11: suivi du produit fini au niveau de la ligne de production chips du mois Mars

<b>Ligne de production chips</b>	
<b>Contrôle du produit fini chips</b>	
<b>Jours</b>	<b>Poids de déchet kg</b>
01/03/2022	159
02/03/2022	125
03/03/2022	70,2
05/03/2022	84
07/03/2022	67,6
08/03/2022	65,9
09/03/2022	81,8
10/03/2022	79,2
11/03/2022	95
12/03/2022	64,5
13/03/2022	70,5
14/03/2022	83,7

15/03/2022	78,5
16/03/2022	85
18/03/2022	64,9
19/03/2022	48,7
21/03/2022	72,4
22/03/2022	85,1
23/03/2022	92,1
24/03/2022	88,5
25/03/2022	90,04
26/03/2022	129,5
28/03/2022	101,7
29/03/2022	73,5
30/03/2022	92,4
31/03/2022	29,9

### III. Traitement des résultats par les plans factoriels complète :

Pour déterminer quels sont les facteurs essentiels qui influencent la qualité des chips du fait qu'ils favorisent la diminution du taux de production et augmenter le taux de déchets je me suis basé sur les plans d'expériences factoriels complète.

- Les facteurs qui influencent la qualité des chips :

Tableau 12 : Les facteurs qui influencent la qualité des chips

<b>Facteur b</b>	<b>Niveau +</b>	<b>Niveau -</b>
<b>b1 : Taux de sucre réducteur</b>	38%	1%
<b>b2 : Taux de matière sèche</b>	24.4%	21%
<b>b3 : Température de friture</b>	196 °C	174 °C
<b>b4 : Taux de défaut interne</b>	10%	0%
<b>b5 : Taux de germination</b>	10%	0%

**NB :** on a cinq paramètres à étudier donc on a besoin de 32 réponses.

Après l'exécution de ces données on a obtenu le plan suivant :

N°Exp	Rand	Taux de sucre réducteur	Taux de matière sèche	Température de friture	Pourcentage de défauts interne	Taux de germination
		%	%	°C	%	%
1		1%	21%	180°C	0%	0%
2		3%	21%	180°C	0%	0%
3		1%	25%	180°C	0%	0%
4		3%	25%	180°C	0%	0%
5		1%	21%	190°C	0%	0%
6		3%	21%	190°C	0%	0%
7		1%	25%	190°C	0%	0%
8		3%	25%	190°C	0%	0%
9		1%	21%	180°C	10%	0%
10		3%	21%	180°C	10%	0%
11		1%	25%	180°C	10%	0%
12		3%	25%	180°C	10%	0%
13		1%	21%	190°C	10%	0%
14		3%	21%	190°C	10%	0%
15		1%	25%	190°C	10%	0%
16		3%	25%	190°C	10%	0%
17		1%	21%	180°C	0%	10%
18		3%	21%	180°C	0%	10%
19		1%	25%	180°C	0%	10%
20		3%	25%	180°C	0%	10%
21		1%	21%	190°C	0%	10%
22		3%	21%	190°C	0%	10%
23		1%	25%	190°C	0%	10%
24		3%	25%	190°C	0%	10%
25		1%	21%	180°C	10%	10%
26		3%	21%	180°C	10%	10%
27		1%	25%	180°C	10%	10%
28		3%	25%	180°C	10%	10%
29		1%	21%	190°C	10%	10%
30		3%	21%	190°C	10%	10%
31		1%	25%	190°C	10%	10%
32		3%	25%	190°C	10%	10%

Après cette étape on est demandé d'exécuter les réponses Y (pois de déchet chips) qui sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 13: les réponses exécuter au logiciel Nemrodw**

<b>Poids de déchet chips (y)</b>	55.6	89	62.7	68.5	87.8	119.3	249	120.6	82.9	62.9
88.2	374	89	80.7	159	125	70.2	64.3	67.6	65.9	81.8
79.2	83.3	95	83.7	78.5	85.7	634	83.3	64.9	78.5	65.7

L'équation de la droite avec laquelle on a travaillé est la suivante :

$$Y(\text{pois des déchet chips}) = a_0 \times b_1 + a_1 \times b_2 + a_2 \times b_3 + a_3 \times b_4 + a_4 \times b_5$$

# 1. Les résultats obtenus par le logiciel Nemrodw :

## 1-1 Représentation graphique :

A l'aide du logiciel Nemrodw on a obtenu la représentation graphique suivante :

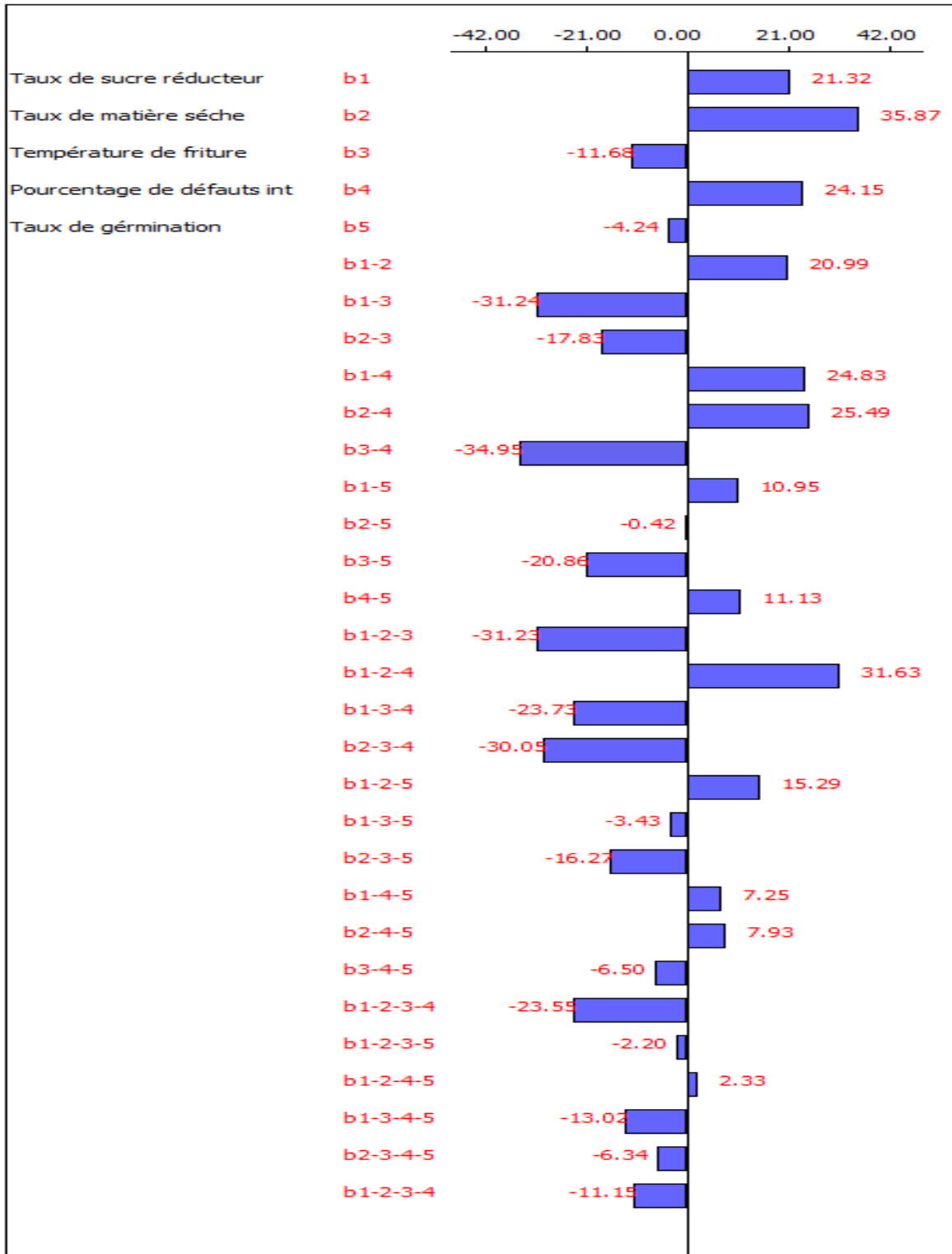


Figure 12:représentation graphique des résultats obtenu par le logiciel Nemrodw

- **Interprétation des résultats :**

- **Le paramètre b1 (taux de sucre réducteur) :** d'après la représentation graphique on remarque que le taux de sucre a une grande influence sur le poids de déchets chips, cette influence est positive ce qui fait que plus b1 augmente Y augmente.
- **Le paramètre b2 (taux de matière sèche) :** on se basant sur les résultats représentés sur le graphe ci-dessus on peut dire que le taux de matière sèche a le plus grand effet sur la réponse y, cet effet est positif ce qui fait que plus b2 augmente le poids de déchets augmente
- **Le paramètre b3 (la température de friture) :** d'après le graphe on peut conclure que la température de friture à un faible effet sur le poids de déchets chips
- **Le paramètre b4 (le taux de défaut interne) :** on se basant sur le graphe on peut dire que le taux de défaut interne a un grand effet sur le poids de déchets chips ce qui fait que plus b4 augmente la réponse y augmente
- **Le paramètre b5 (le taux de germination) :** d'après le graphe on remarque que le taux de germination à un faible effet sur le poids de déchets chips.

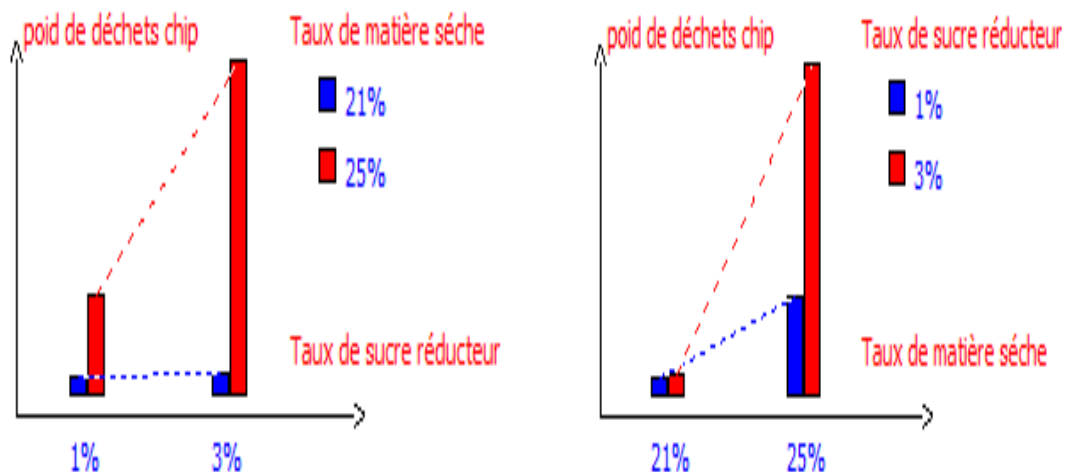
- **Conclusion**

Donc on peut conclure que les paramètres qui ont une grande influence sur le poids de déchets chips sont : le taux de sucre réducteur, le taux de matière sèche et le taux de défaut interne, on peut ajouter à ces trois paramètres la température de friture.

## 1-2 étude des interactions :

Pour faire une étude complète qui servira à améliorer les paramètres influençant le poids de déchets il faut tout d'abord réaliser une étude des interactions de ces derniers.

- **Diagramme d'interaction b1(taux de sucre) et b2 (taux de matière sèche) :**



**Figure 13: diagrammes d'interaction du taux de sucre et taux de matière sèche**

## Interprétation des résultats :

Les diagrammes ci-dessus représentent l'effet de l'interaction du taux de sucre avec le taux de matière sèche sur le poids du déchets chips.

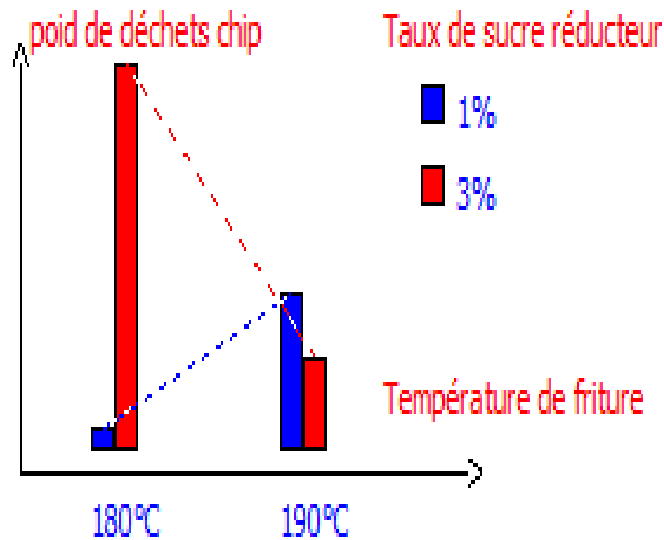
Le diagramme à gauche représente le poids de déchets chips en fonction du taux de sucre réducteur à la présence du taux de matière sèche et l'inverse pour le diagramme à droit.

On remarque que plus le taux de sucre et de matière sèche augmente le poids des chips brûlées augmente.

Alors d'après ces résultats on peut constater que pour diminuer le poids de déchets chips il faut diminuer le taux de sucre, pour le taux de matière sèche il contrôle la quantité de production donc le facteur essentiel qui cause le brunissement des chips c'est le taux de sucre réducteur.



- **Diagramme d'interaction b1 (taux de sucre) et b3 (température de friture)**



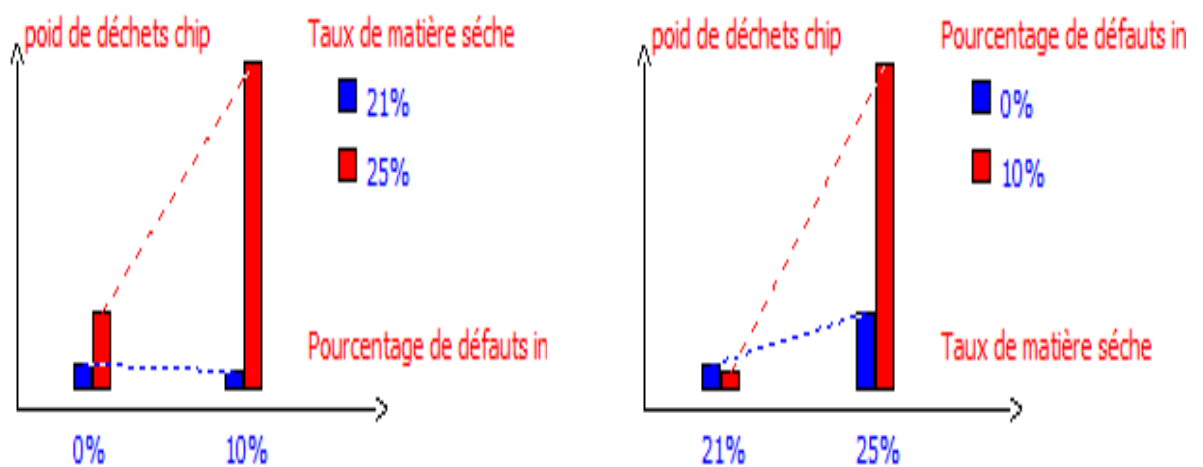
**Figure 14: diagramme d'interaction entre le taux de sucre et la température de friture**

### **Interprétation des résultats :**

Le diagramme ci-dessus représente l'effet de l'interaction du taux de sucre avec la température de friture sur le poids du déchet chips.

On peut remarquer que la température de friture peut donner un taux de déchets chips élevé mais cela varie selon le taux de sucre réducteur par exemple au niveau du diagramme à droite on remarque que même-si on a une température de friture convenable mais le poids des chips brûlées est très élevé, donc on peut constater que cela est à cause du taux de sucre réducteur qui atteint 3%

- **Diagramme d'interaction b2 (taux de matière sèche) et b4 (taux de défaut interne) :**



**Figure 15: diagrammes d'interaction entre taux de matière sèche et taux de défaut interne**

### **Interprétation des résultats :**

Le diagramme ci-dessus représente l'effet de l'interaction du taux de matière sèche avec le taux de défaut interne sur le poids du déchets chips.

D'après les résultats obtenus on peut remarquer que plus le pourcentage de défaut interne augmente le poids de déchet augmente à la présence de taux de matière sèche.

# Conclusion

Au cours de ce travail on a réalisé un suivi de la ligne de production chips dès la réception de la matière première jusqu'à l'obtention du produit fini. Ce dernier nous a permis d'estimer tous les paramètres qui peuvent donner une grande quantité des chips brûlée, non valable pour la consommation, cela représente la première étape de notre travail.

Comme deuxième étape on a décidé d'utiliser les plans factoriels complètes qui nous ont beaucoup aidés de déterminer les vrais paramètres qui ont une grande influence sur notre produit fini. On a choisi de travailler avec ces derniers pour deux raisons :

La première facilite le travail et minimise le temps d'étude, La deuxième économise les prix d'études réalisés.

Alors pour les résultats obtenus par cette étude on peut conclure que la source principale de ce problème c'est le taux de sucre élevée qui existe dans les pommes de terre utilisées comme matière première ainsi que le taux de matière sèche qui contrôle la quantité de chips obtenue, et cela a été représenté clairement au niveau de ce rapport.

Pour éliminer ce problème et le résoudre, il faut travailler avec des taux de sucres faibles en fonction d'un taux de matière sèche élevé, mais cela peut être difficile car ces derniers ont une relation avec la période de maturité des pommes de terre et la température de congélation.

Enfin ce stage était très intéressant et très profitable aux plusieurs niveaux, des nouvelles compétences sont acquises pour faire le premier pas dans ma carrière professionnelle.

Personnellement, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances théoriques acquises durant ma formation à la faculté des sciences et techniques de FES, tout en étant confronté aux difficultés réelles du monde du travail.

# Liste des références

[1] : [Laila NEJJAR : Rapport de stage de fin d'études : Contribution à la mise en place, à l'auto-évaluation du Système de Management de la Qualité selon la norme ISO 9001 version 2015 et à l'évaluation du risque par processus au sein de la société SOCONARJISS : Filière Ingénieurs Industries Agro-alimentaires, faculté des science technique Fès.](#)

[2] : <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/pomme-terre/que-contient-elle#:~:text=La%20pomme%20de%20terre%20renferme,de%20glucose%2C%20saccharose%20et%20fructose.>

[3] : [https://www.arvalis-infos.fr/qualite-culinaire-et-technologique-de-la-pomme-de-terre/-quels-leviers-pour-ma-triser-la-teneur-en-sucre-du-tubercule-et-assurer-sa-commercialisation--@/view-20880-arvarticle.html.](https://www.arvalis-infos.fr/qualite-culinaire-et-technologique-de-la-pomme-de-terre/-quels-leviers-pour-ma-triser-la-teneur-en-sucre-du-tubercule-et-assurer-sa-commercialisation--@/view-20880-arvarticle.html)

[4] : <https://www.e-marketing.fr/Thematique/academie-1078/fiche-outils-10154/Le-plan-d-experience-324909.htm>

[5] : <https://support.minitab.com/fr-fr/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/supporting-topics/factorial-and-screening-designs/factorial-and-fractional-factorial-designs/#:~:text=Un%20plan%20factoriel%20complet%20est,combinaisons%20de%20niveaux%20de%20facteurs.>

[6] : <https://www.cmconjoncture.com/conjoncture/actualites/industrie-agroalimentaire-situation-du-secteur-agroalimentaire-au-maroc>