



## Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

«BioProcédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

Impacte de NaCl et matière grasse sur les  
paramètres physico-chimiques des  
saucissons secs

Réalisé par : Said ZAITOUNI

Encadré par : Pr Lotfi AARAB

Soutenu le : 06/06/2017

Devant le jury composé de :

- Pr Lotfi AARAB
- Pr Samir ANANOU

Année universitaire

2016/2017

# Remerciements

*Le mérite de ce travail revient à toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation et auxquelles j'exprime ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements.*

*Qu'il me soit permis de remercier en particulier :*

*Mon professeur, Monsieur **Lotfi Aarab** qui m'a suivi tout au long de mon travail, avec ses précieux conseils et encouragements.*

*Mes vifs remerciements vont également aux :*

*Membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail de recherche, en acceptant de l'examiner et de l'enrichir de par leurs discussions.*

*Et pour terminer, respect, gloire et amour à mes parents qui ont été toujours derrière moi pour le meilleur et le pire.*

# Liste des Abréviations

<b>a<sub>w</sub></b> :	activité de l'eau
<b>HR%</b> :	Humidité Relative
<b>MGA</b> :	Matière Grasse Animale
<b>NaCl</b> :	Chlorure de Sodium
<b>pH</b> :	potentiel d'Hydrogène
<b>MT</b> :	La masse totale

## Liste des figures

Figure 1: Séchage optimisé des saucissons secs (d'après SOLIGNAT, 2006).....	11
Figure 2: Evolution du pH, de l'activité de l'eau (aw) et des pertes en poids (P) exprimées en % en fonction du stade de séchage (d'après SOLIGNAT, 2006).....	13
Figure 3: l'appariel de mesure de l'activité de l'eau, Aw mètre .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 4: PH mètre testo 205 .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 5: Effets directes des facteurs étudiés sur l'Aw.....	18
Figure 6: effet standardisé de sel et gras sur l'aw.....	18
Figure 7: Effet de la teneur en matière grasse et en NaCl sur la perte de poids .....	19
Figure 8: effet standardisé de sel et gras sur la perte en poids .....	20
Figure 9: Effets directs de sel et gras sur le PH final.....	21
Figure 10: Graphique de superposition des contours pour l'effet de gras et sel sur les paramètres physico-chimiques de saucisson sec .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

# Liste des tableaux

Tableau 1: Additifs et ingrédients entrant dans la composition du saucisson sec (d'après SOLIGNAT, 2006)..... 11

Tableau 2: Matrice du plan pour les 2 facteurs de l'étude : taux de NaCl et en matière grasse. .... 14

Tableau 3: Formules des 10 essais différents retenus pour l'étude. .... 15

Tableau 4: résultat du pH, de l'aw, des pertes de poids, à la fin de séchage. .... 17

## Table des matières

Remerciements.....	2
Liste des Abréviations.....	3
Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	5
Introduction .....	8
Etude bibliographique.....	9
<b>I. Présentation de secteur :</b> .....	9
<b>1. Généralités :</b> .....	9
<b>2. Créativité :</b> .....	9
<b>3. Problématique :</b> .....	9
<b>II. Les saucissons secs :</b> .....	10
<b>1. Définition :</b> .....	10
<b>2. Technologie de fabrication :</b> .....	10
<b>a. Hachage :</b> .....	10
<b>b. Etuvage :</b> .....	10
<b>c. Séchage :</b> .....	10
<b>III. Perte en poids des saucissons secs :</b> .....	12
<b>1. Facteurs influençant la perte en poids :</b> .....	12
<b>a. Effet de Matière grasse animale :</b> .....	12
<b>b. Quantité de sel ajoutée :</b> .....	12
<b>c. L'évolution de pH :</b> .....	12
<b>d. L'évolution de l'activité d'eau :</b> .....	13
Matériel et méthodes.....	14
<b>I. Plan d'expériences :</b> .....	14
<b>II. Fabrication et mesures physicochimiques :</b> .....	15
<b>1. Fabrication des saucissons secs :</b> .....	15
<b>2. Mesures physicochimiques :</b> .....	15
<b>a. Préparation des échantillons pour les analyses physicochimiques :</b> .....	16
<b>b. Détermination de l'activité de l'eau (<math>a_w</math>) :</b> .....	16
<b>c. Mesure de pH :</b> .....	16

Résultats et discussions.....	17
<b>I. Résultats :</b> .....	17
<b>I. L'effet des facteurs étudié sur l'aw :</b> .....	17
<b>II. Effet de la composition en gras et en sel sur la perte en poids :</b> .....	19
<b>III. Effet de la composition en gras et en sel sur le pH :</b> .....	20
<b>IV. discussion :</b> .....	21
Conclusions et perspectives.....	22
Références bibliographique.....	23

# Introduction

Dans l'industrie des charcuteries-salaisons sèches, le saucisson sec est l'un des produits les plus fabriqués. La matière grasse animale (MGA) ajoutée et le sel (NaCl) sont des ingrédients principaux, vue leurs effets sur les propriétés du produit fini. Cependant, le niveau élevé de ces ingrédients, constitue un réel problème nutritionnel, ainsi que l'absence de ces produits provoque des problèmes technologique, économique et microbiologique. Leur régularisation dans ce type d'aliments est un enjeu majeur pour les professionnels du secteur.

Dans ce contexte, une variation du taux de sel combinée à une variation du taux de MGA lors de la fabrication de saucissons secs génère des problèmes d'arôme et de texture, voire de stabilité microbiologique, du fait de la modification du comportement des paramètres physicochimiques (notamment, l'activité de l'eau –  $a_w$ ) et biochimiques.

L'objectif de mon projet est concrètement de :

- Quantifier les effets d'une variation combinée des teneurs en NaCl et en MGA sur les pertes en poids,  $a_w$ , et l'acidification du produit.

L'ensemble des données recueillies au cours de ce travail serviront de base à la construction d'un modèle de saucisson sec qui sera un outil d'aide à la fabrication de saucissons présentant des teneurs régularisé en NaCl et en MGA et ayant des bons qualités aromatiques.

# Etude bibliographique

## I. Présentation de secteur :

### 1. Généralités :

La charcuterie Halal au Maroc agrémenté toutes sortes de plats, les fabricants ont développé des produits raffinés pour répondre à la demande de niches de clients, de plus en plus exigeants. Les plus célèbres charcuteries de porc sont reproduites façon Halal à la dinde ou au bœuf. Aujourd'hui au Maroc, la charcuterie se décline en centaines de produits, aromatisés et agrémentés.

L'industrie charcutière a poussé la technicité au point de produire des charcuteries rustiques à travers **le saucisson sec**, le salami.

Le marché de la charcuterie est très saisonnier et la période de haute consommation correspond à l'été et au mois de Ramadan, avec une variation de 50% de la demande. Aussi, pour lisser cette demande, les fabricants doivent faire de la charcuterie un accompagnement apprécié des repas des Marocains, toutes saisons confondues et le même produit sera par exemple plus épicé, en hiver qu'en été.

### 2. Créativité :

Toute cette révolution, à la fois des habitudes de consommation des Marocains et des produits est due tant au besoin de préparer des repas simples et rapides dans une société de plus en plus active que de l'accompagnement de la demande par les industries charcutières. Celles-ci se sont livrées une bataille de créativité sans précédent, et ont créé des besoins nouveaux, notamment à travers les tests consommateurs.

Outre la créativité et la stabilité, des techniques de plus en plus élaborées ont été mises en œuvre pour imiter les produits traditionnellement issus de viandes de porc. Les charcuteries marocaines sont issues de viandes maigres et la tâche est ardue mais les résultats remarquables. Il en est résulté que la charcuterie Halal s'est énormément développée et se fabrique dans les usines comme chez les petits commerçants pour un total de plusieurs tonnes de produits par jour.

### 3. Problématique :

Aujourd'hui, le défi est de créer un produit réalisable techniquement, selon un prix adapté, mais surtout, le produit doit être stable. Selon les changements climatiques et le temps de conservation, le produit peut changer de texture ou de goût. Pour ce faire, les producteurs modifieront **les formules** des produits entre les périodes d'hiver et les périodes d'été par

exemple.

## **II. Les saucissons secs :**

### **1. Définition :**

Le saucisson sec est un mélange de maigre et de gras de différentes espèces animales, cru, haché, mis, sauf exception, sous enveloppe cylindrique. Stabilisé par acidification et déshydratation ; il s'agit donc d'un produit fermenté dont la saveur caractéristique apparaît progressivement en cours de séchage – affinage.

### **2. Technologie de fabrication :**

Le saucisson sec est une préparation de charcuterie crue, fermentée, séchée et composée d'environ de 1/3 de gras et 2/3 de maigre. Le maigre peut provenir d'espèces animales différentes. Les utilisations de viandes de porc et de bœuf sont les plus fréquentes. Trois principales étapes se succèdent lors de la fabrication d'un saucisson sec:

#### **a. Hachage :**

La viande maigre et le gras subissent un hachage à basse température (< 12°C). Le gras et le maigre, constituent la mûlée de départ qui est, ensuite, assaisonnée de sel, de sucre, d'épices et d'additifs. Des additifs dits « de salaison » tels que le sel nitrité et/ou le salpêtre (nitrate) sont ajoutés.

#### **b. Etuvage :**

Le saucisson est généralement étuvé entre 22-25°C, pendant 40 à 72 heures, à une hygrométrie de 80 à 90%. L'étuvage est une étape primordiale qui permet de détruire les micro-organismes indésirables, d'amorcer la déshydratation et d'acidifier le produit.

#### **c. Séchage :**

Il se déroule à une température de 14-18°C, pendant deux semaines, en moyenne, avec une hygrométrie de 70 à 75%. Le saucisson acquiert ses qualités sensorielles finales lors de cette maturation. Cette étape correspond à un ensemble de transformations physicochimiques et biochimiques. Les modifications physicochimiques correspondent à une diminution du pH et de l' $a_w$ . Ces transformations entraînent une perte de poids (figure 2). Les transformations biochimiques des glucides, des lipides et des protéines sont responsables de l'élaboration des qualités sensorielles (couleur, saveur) du saucisson. L'évolution qualitative et quantitative de la flore du saucisson, naturellement présente dans la mûlée et rajoutée sous forme de ferments, influence fortement les transformations physico-chimiques.

Tableau 1: Additifs et ingrédients entrant dans la composition du saucisson sec (d'après SOLIGNAT, 2006).

Additifs/Ingrédients	Quantité ajoutée (g/kg de matière carnée)	Rôle
Sel nitré	20 } ou sel nitré 26	Salage et coloration + inhibition bactérienne apportée par le nitrite de sodium
Sel fin		Salage
Salpêtre	0,1	Coloration. Inhibition bactérienne
Dextrose	3	Fermentation → acidification donc stabilisation du produit
SGD (DE 20-22) (1)	3	Fermentation → acidification donc stabilisation du produit
Ascorbate de sodium	0,3	Coloration. Action antioxydante
Ferments C82 (Degussa) réhydratés		Aide à l'acidification et au développement de la saveur
Poivre noir moulu	2	Arôme. Flaveur
Muscade	0,3	
Ail déshydraté	1,5	
Poivre en grains	1	

(1) SGD : sirop de glucose déshydraté ; DE : dextrose équivalent en pouvoir réducteur (c'est l'équivalent en pouvoir réducteur de 20 à 22 g de dextrose pour 100 g de SGD).

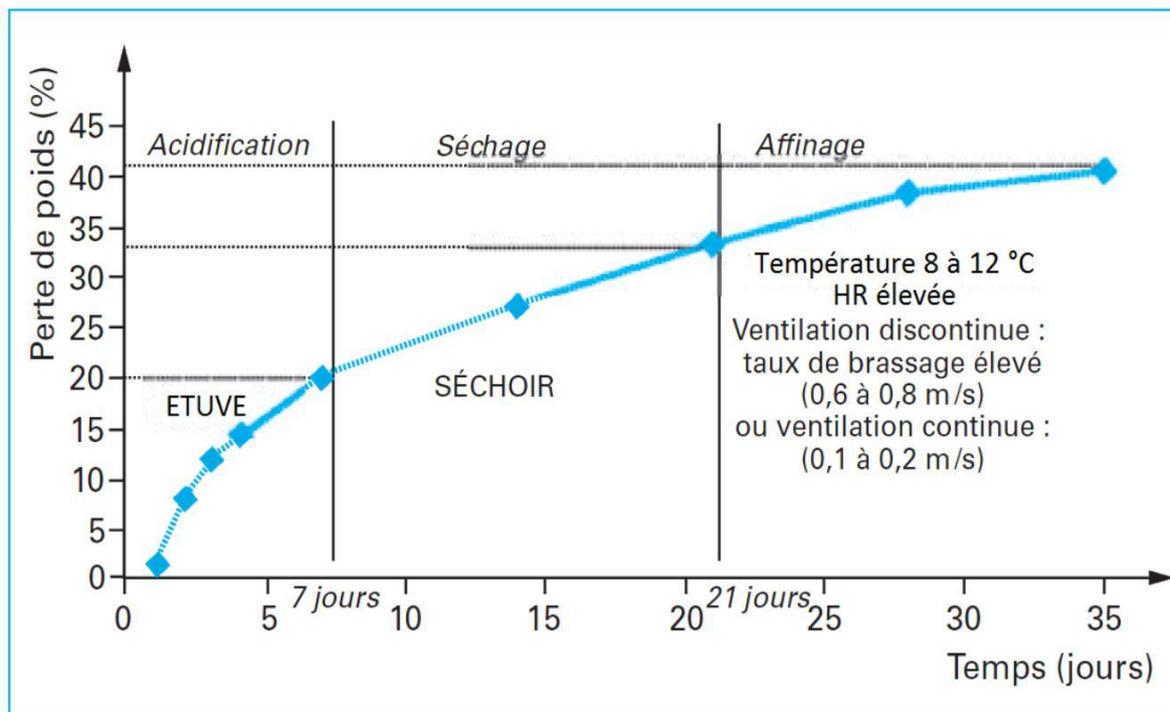


Figure 1: Séchage optimisé des saucissons secs (d'après SOLIGNAT, 2006).

### **III. Perte en poids des saucissons secs :**

Durant le processus de fabrication une partie du poids initial est perdue par évaporation de l'eau durant la phase de séchage. Les pertes de poids dépendent de nombreux facteurs, notamment la température et l'humidité relative du séchoir. Le mouvement de l'air, le temps de séchage, le degré de broyage du mélange de viande, les dimensions et la nature des boyaux, ainsi que la teneur en matière grasse, et en sel sont autant des facteurs qui influencent la perte en poids des saucissons.

#### **1. Facteurs influençant la perte en poids :**

##### **a. Effet de Matière grasse animale :**

Dans les saucissons fermentés et séchés, la matière grasse représente une grande proportion. Elle représente globalement 30% de la masse du saucisson au début du processus de fabrication et peut atteindre environ 40-50% en fin de séchage. Ceci affecte les paramètres physico-chimiques, notamment la perte de poids et l' $a_w$ , la réduction de la teneur en gras augmente les pertes de poids.

##### **b. Quantité de sel ajoutée :**

Le sel est un ingrédient essentiel dans le traitement des viandes. Dans la fabrication des saucissons, le sel est ajouté à raison de 25 à 35 g/kg de mûlée. Le sel est capable d'augmenter la capacité de rétention d'eau d'un produit à base de viande, par extraction des protéines myofibrillaires et augmentation de leur solubilité. Cependant, quand la dose de sel est trop élevée, les protéines musculaires commencent à s'agréger de manière irréversible, ce qui provoque une contraction latérale du compartiment myofibrillaire. En conséquence, le muscle durcit et se rétracte. La capacité de rétention d'eau des cellules diminue et le muscle commence à perdre de l'eau.

##### **c. L'évolution de pH :**

La qualité de la viande est une résultante finale de la cinétique de pH durant la fabrication. Parmi les propriétés de la viande, celles les plus influencées par le pH sont la tendreté, la capacité de rétention d'eau et la couleur. Ces propriétés sont souvent corrélées à un gonflement et/ou une augmentation de l'extractibilité des protéines myofibrillaires, qui résultent de l'augmentation de la force ionique et de la chute de pH. La perte en eau est linéairement dépendante de l'évolution du pH durant la période de fermentation et de séchage. L'acidification facilite également la déshydratation du produit, en diminuant la capacité de rétention d'eau de la mûlée durant le stade d'affinage. A des valeurs de pH au-dessus du pH isoélectrique, il existe une forte augmentation de rétention d'eau qui présente un maximum à un pH d'environ 6,0.

#### d. L'évolution de l'activité d'eau :

Les interactions entre l'eau et les protéines ont des effets importants sur la rétention de l'eau et le pouvoir gélifiant dans des produits à base de viande, et par conséquent sur les propriétés technologiques des produits. La viande salée contient, hors lipide, environ 75% d'eau, mais une partie de cette eau est liée aux constituants et en particulier au sel. Elle n'est donc pas disponible pour participer aux propriétés fonctionnelles dans le milieu. Ce degré de disponibilité est mesuré par l' $a_w$ . L' $a_w$  est essentiellement fonction de la teneur en sel. Le sel (NaCl) dissout dans l'eau, s'ionise très rapidement en anions ( $Cl^-$ ) et cations ( $Na^+$ ). Ces ions fixent un certain nombre de molécules d'eau, dont l'hydratation est beaucoup plus importante dans le cas des cations. Donc, une concentration élevée en sel fixe un nombre élevé de molécules d'eau et par conséquent, l' $a_w$  baisse. L'activité de l'eau peut être aussi diminuée par la présence de corps solubles dissous qui diminuent la pression de vapeur d'eau, et peut s'adsorber sur les groupements hydrophiles de la matière sèche du produit.

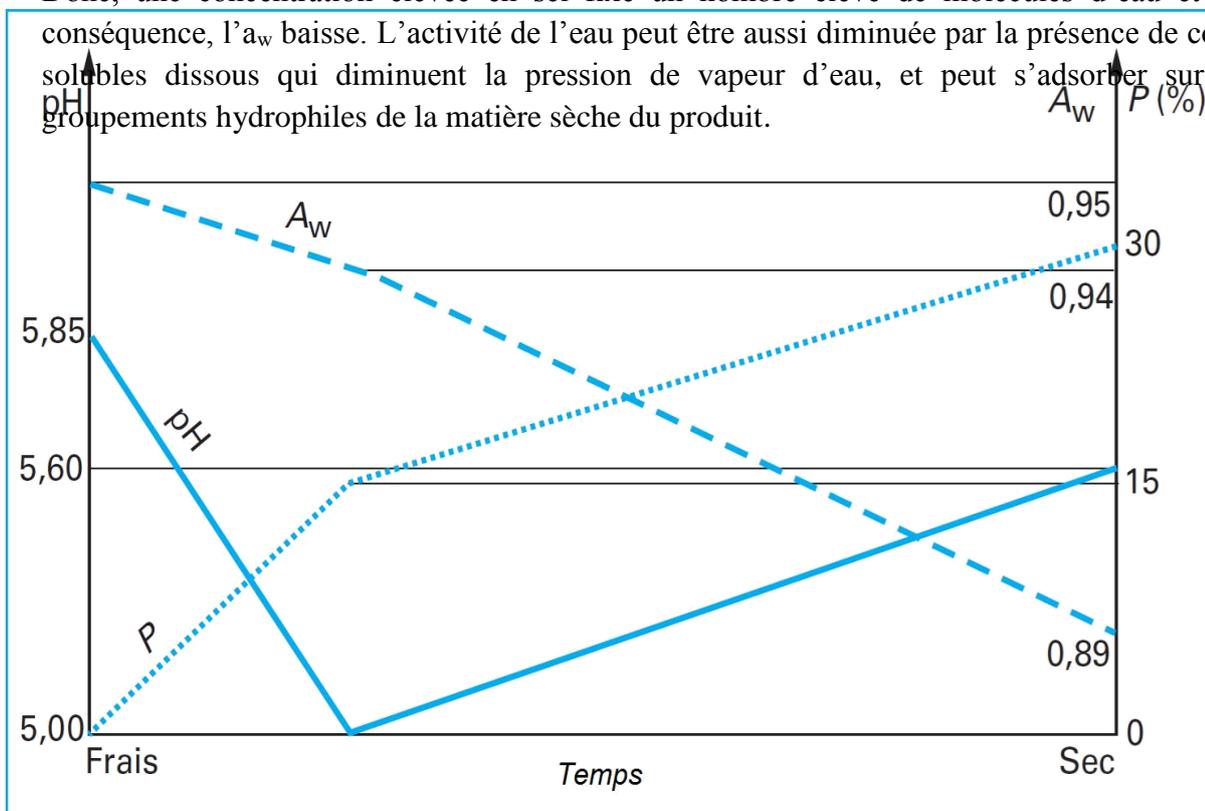


Figure 2: Evolution du pH, de l'activité de l'eau ( $a_w$ ) et des pertes en poids (P) exprimées en % en fonction du stade de séchage (d'après SOLIGNAT, 2006)

# Matériel et méthodes

## I. Plan d'expériences :

Pour étudier l'effet de la teneur en matière grasse animale (MGA) et en NaCl sur la perte en poids, le pH et l'aw.

Un plan d'expériences permettant de réduire le nombre d'essais a été établi. Un plan de type surface de réponse, dans lequel l'effet de deux facteurs et de leur interaction seront étudiés :

- Facteur 1 : la teneur en matière grasse avec 3 niveaux, dans la gamme d'étude 10%-20% par rapport à la masse totale.
- Facteur 2 : la teneur en chlorure de sodium avec 3 niveaux, dans la gamme d'étude 2,0%-3% MT.

Ainsi, selon ce plan d'expériences, 10 essais sont à réaliser, permettant d'étudier à la fois l'effet de chlorure de sodium, celle en matière grasse et de prendre en compte l'interaction entre ces 2 facteurs.

Compte tenu des analyses à faire, nous avons donc eu besoin de 1 saucisson pour chaque essai du plan d'expériences.

Tableau 2: Matrice du plan pour les 2 facteurs de l'étude : taux de NaCl et en matière grasse.

n° Essai	MG%	NaCl %
1	15	2,5
2	10	3
3	10	2,5
4	10	2
5	20	2,5
6	15	2,5
7	15	2,5
8	20	2
9	20	3
10	15	2,5

Tableau 3: Formules des 10 essais différents retenus pour l'étude (Small-scale sausage production, FAO).

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 5	Essai 6	Essai 7	Essai 8	Essai 9	Essai 10
Quantité de mêlée	1 kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg	1 Kg
Gras %	15	10	10	10	20	15	15	20	20	15
Sel %	2,5	3	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2	3	2,5
nitrite	250 mg/Kg									
Dextrose	8g/Kg									
Ascorbate	300 mg/Kg									
nitrate	200 mg/Kg									
ail	1g/Kg									
poivre	2g/Kg									
ferment lactique	3g/Kg									

## II. Fabrication et mesures physicochimiques :

### 1. Fabrication des saucissons secs :

Les produits ont été préparés selon la procédure « industrielle ». La viande crue et le gras de bœuf utilisés dans cette étude ont été achetés auprès d'une boucherie locale. La viande fraîchement dégraissée a été coupée en petits cubes et homogénéisée. Le gras a également été coupé en petits cubes. Après avoir pesé la quantité correspondante de viande et de gras pour chacun des huit essais à réaliser, chaque préparation a été hachée en grains de taille moyenne, puis conservée à 4°C. Le mélange viande et gras précédemment haché a été pétri et additionné de sel, d'ingrédients, d'additifs et de ferments. Les ingrédients ont été choisis et pesés sur la base de la recette représentée dans le tableau 3. Après malaxage, un mélange homogène constituant la mêlée de départ et servant ensuite à la fabrication des saucissons secs a été obtenu. Cette dernière a été, au final, embossée dans des boyaux naturels pour une pièce de 300 g environ. Avant de subir un étuvage, pendant 3 jours, à 28°C et 80-85% d'humidité relative (HR), chaque pièce ainsi fabriquée a été trempée dans de l'eau contenant des microorganismes de surface. Le séchage, étant la dernière étape de fabrication, a été réalisée dans la même enceinte, à 15°C et 70% d'HR, pendant 29 jours, avec des mesures de pH, de perte en poids et d' $a_w$ , au 29 jours.

### 2. Mesures physicochimiques :

**a. Préparation des échantillons pour les analyses physicochimiques :**

Les saucissons fabriqués étant un mélange composé de viande maigre, de gras et de divers autres ingrédients, pour éviter tout problème d'hétérogénéité lors des prélèvements des échantillons, un broyage a été réalisé. Ce dernier a permis l'obtention d'une poudre homogène, tout à fait représentative.

**b. Détermination de l'activité de l'eau ( $a_w$ ) :**

L'activité de l'eau a été déterminée en utilisant un appareil de mesure de l' $a_w$ . De chaque lot (essai), ont été recueillis environ 3 g de poudre de saucisson.

L'échantillon obtenu a été mis dans une cuvette sèche remplie aux deux-tiers. Cette dernière a été placée dans la chambre de mesure de l' $a_w$  de l'appareil, à une température de 20°C. L'appareil mesure en permanence l' $a_w$  et la température de la chambre de mesure et affiche les valeurs mesurées actualisées. Quand l'équilibre est établi, au bout d'environ 1 heure, entre le produit et l'humidité relative de l'air de la chambre de mesure, l' $a_w$  est considérée comme stable et égale à celle de l'échantillon placé dans la cuvette.

**c. Mesure de pH :**

Le pH a été mesuré directement par le pH mètre de type : testo 205.

# Résultats et discussions

## I. Résultats :

Les résultats des paramètres physicochimiques (pH,  $a_w$ ) après du processus de séchage, sont résumés dans le tableau 4.

Dans la suite de la discussion concernant l'effet de la teneur en NaCl et en MGA sur l'évolution des paramètres physicochimiques, les résultats de l'analyse sont synthétisés dans des courbes des effets directe et standardisé.

Tableau 4: résultat du pH, de l' $a_w$ , des perte de poids, a la fin de séchage.

n° Essai	MG%	NaCl %	$a_w$	PH	Perte de poids %
5	15	2,5	0,89	5,55	-19
2	10	3	0,87	5,7	-21
3	10	2,5	0,89	5,8	-22,3
4	10	2	0,89	5,83	-21,6
1	20	2,5	0,89	5,77	-43,1
6	15	2,5	0,88	5,65	-42,2
7	15	2,5	0,87	5,61	-41,7
8	20	2	0,89	5,82	-43,8
9	20	3	0,87	5,78	-19,1
10	15	2,5	0,89	5,55	-19

### I. L'effet des facteurs étudié sur l' $a_w$ :

L'évolution de l' $a_w$  mesurée en fonction de la composition en MGA et de la teneur en NaCl est représentée sur la figure 5. L'évolution de l' $a_w$  se caractérise par des valeurs entre 0,87 et 0,89 (tableau 4). Comme attendu, une augmentation significative de l' $a_w$  a été observée pour des teneurs faibles en sel. Ces résultats ont montré un effet dépressif des concentrations en sel sur l' $a_w$ . A des concentrations élevées en NaCl (3%) l' $a_w$  prend la valeur la plus faible (0,87).

La teneur en MGA n'a pas effet significatif sur l' $a_w$ , par contre la teneur en sel à un effet important sur l' $a_w$  finale des saucissons secs (figure 6).

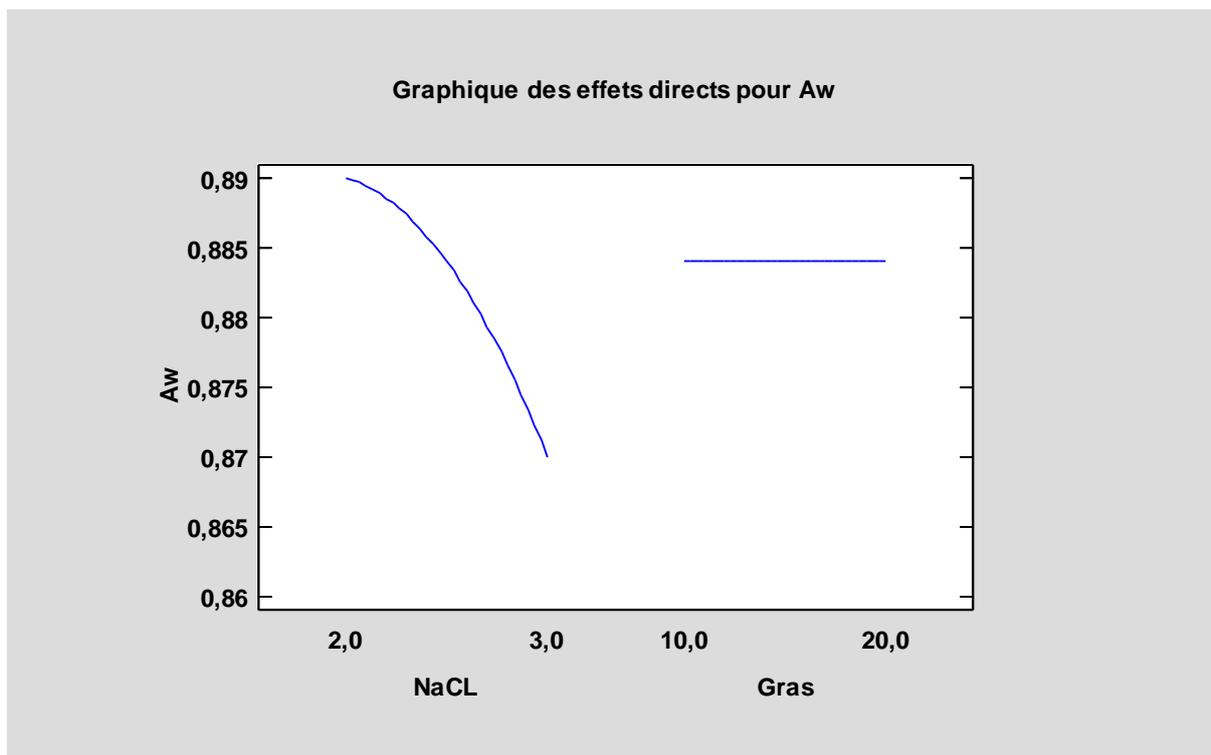


Figure 3: Effets directes de MGA et NaCl sur l'aw

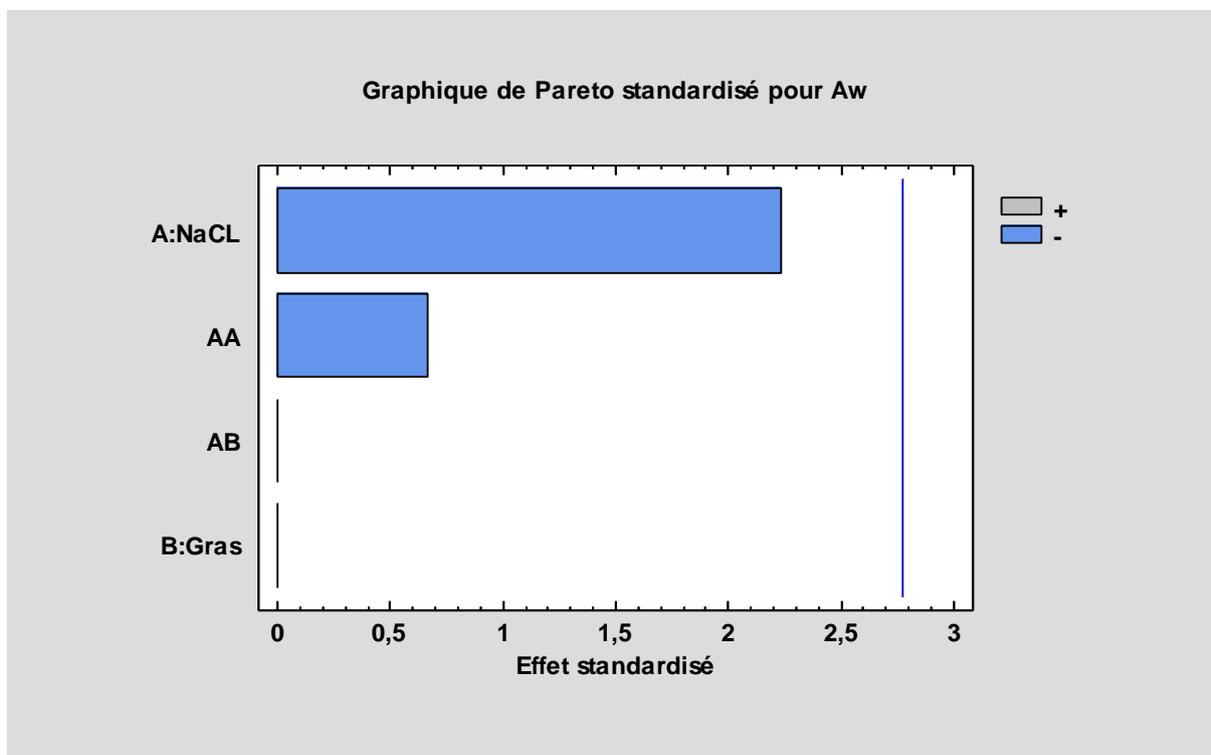


Figure 4: effet standardisé de sel et gras sur l'aw

## II. Effet de la composition en gras et en sel sur la perte en poids :

Les pertes de poids des saucissons après l'étuvage et le séchage sont répertoriées dans le tableau 4.

La figure 8 montre un effet significatif de la réduction combinée du sel et du gras sur la perte en poids des saucissons.

Le tableau 4 montre que le pourcentage de perte de poids le plus élevé est celui de l'essai 8, soit l'essai correspondant aux saucissons les plus gras.

En revanche, la perte de poids a été la plus faible dans le cas de l'essai 1 et 10 correspondant à 15% MGA, 2,5% NaCl. Donc, la teneur en gras des saucissons, comme déjà montré par plusieurs études a un effet significatif sur la perte en poids. La réduction de la teneur en sel a un léger effet sur la perte en poids, mais qui, au final, ne se révèle pas être significatif (Figure 7). Ce comportement est semblable à celui observé pour l'activité de l'eau, l'augmentation du sel accroît significativement le pouvoir de rétention de l'eau et par conséquent la perte en poids diminue. Ce phénomène a été déjà expliqué ont a montré qu'une réduction du taux de sel augmentait l' $a_w$  car une plus grande quantité d'eau devenait faiblement liée à la matrice alimentaire.

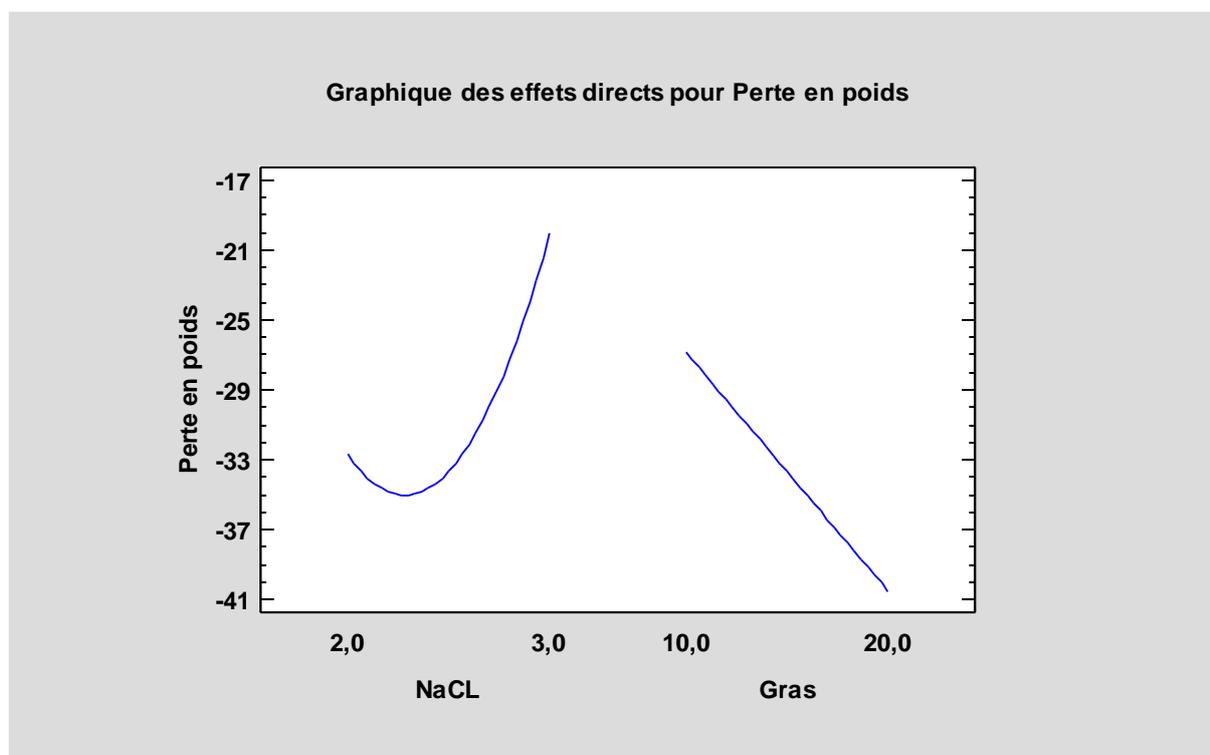


Figure 5: Effet de la teneur en matière grasse et en NaCl sur la perte de poids

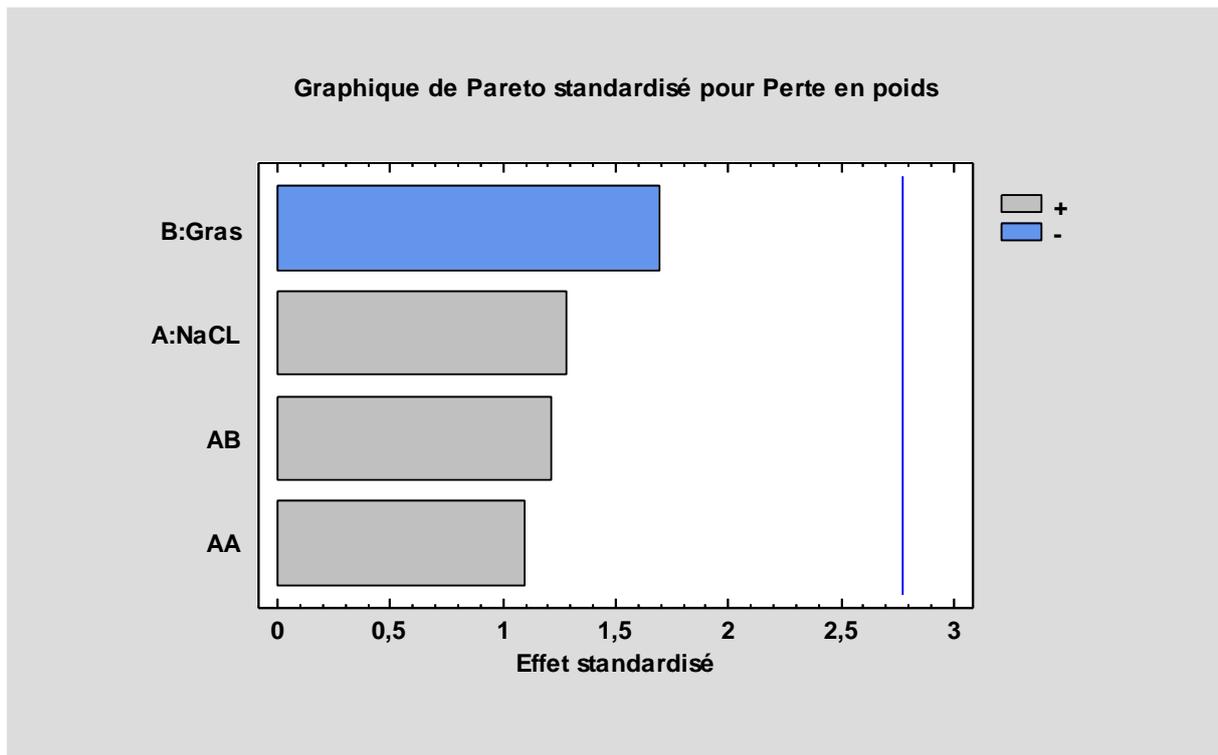


Figure 6: effet standardisé de sel et gras sur la perte en poids

### III. Effet de la composition en gras et en sel sur le pH :

La valeur initiale de pH comprise entre 5,9 et 6,0, les résultats du pH a montré une chute dans tous les essais après de séchage (tableau 4). Ces données sont en parfait accord avec la bibliographie. Cette diminution de pH est attribuable à une forte activité des bactéries lactiques (ajoutés au moyen des ferments) qui conduit à la production d'acides organiques de type lactique et acétique.

La figure 9 a permet de mettre en évidence un effet significatif de la teneur en sel et en MGA sur le pH. On remarque aussi que la valeur du pH est légèrement plus élevée dans les saucissons les plus gras, Quand le gras est présent en grande quantité donc moins de maigre et par conséquent moins de nutriments pour les micro-organismes (bactéries lactiques).

Le sel (dans la marge 2 à 2,5%) à un effet dépressif sur le pH, cet effet est dû à la propriété antimicrobienne de NaCl qui permet de sélectionner les bactéries utiles, cependant, dans la marge 2,5-3%, NaCl tend à diminuer le pH, ce phénomène est le résultat de l'influence de la teneur en sel sur d'autres paramètres importants pour la croissance des bactéries lactiques ( $a_w$ ...).

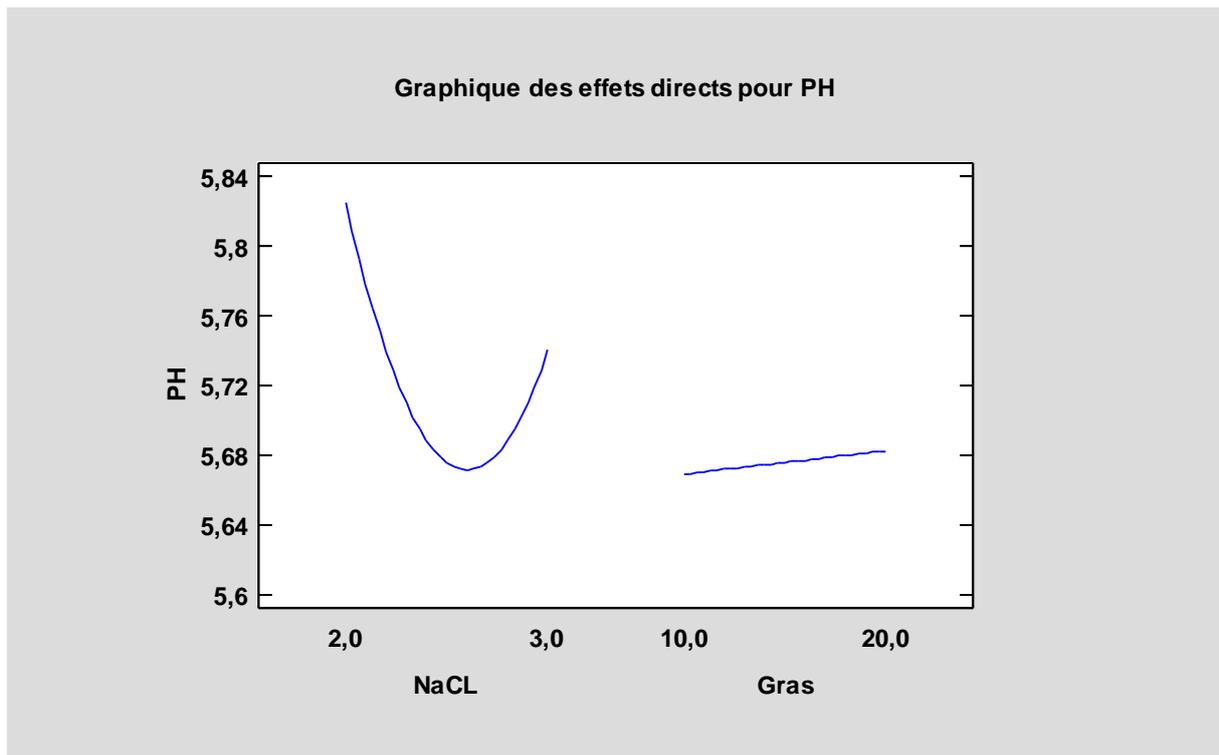


Figure 7: Effets direct de sel et gras sur le pH final

#### **IV. discussion :**

Ces résultats sont parfaitement en accord avec l'étude bibliographique.

# Conclusions et perspectives

Il convient de rappeler que l'objectif de ce projet était de quantifier les effets d'une variation combinée des teneurs en NaCl et en MGA sur les pertes en poids,  $a_w$ , et l'acidification des saucissons secs.

Les résultats obtenus ont montré des effets tantôt synergiques, tantôt individuels. Les principales conclusions sont les suivantes :

- La teneur en MGA n'a pas d'effet significatif sur l' $a_w$ , par contre l' $a_w$  est inversement proportionnelle à la teneur en sel.
- L'augmentation des teneurs en MGA augmente la perte en poids, mais ceci à une légère influence proportionnelle sur le pH finale du produit.
- Le sel (dans la marge 2 à 2,5%) a un effet dépressif sur le pH, cependant, dans la marge 2,5-3%, NaCl tend à diminuer le pH.
- La réduction de la teneur en sel (<2,3) diminue les pertes en poids, mais l'augmentation de cet ingrédient accroît significativement le pouvoir de rétention de l'eau et par conséquent la perte en poids diminue.

Pour compléter ces travaux il faut comparer ces résultats avec ceux qui vont être obtenus dans le cas de saucissons extra-maigres et de saucissons où la MGA aura été substituée par de la matière grasse végétale.

# Références bibliographique

- Georges SOLIGNAT, produit de charcuterie saucisson sec, techniques d'ingénieur 2006, F6507 V1.
- BASSAL A., VASSEUR J., LONCIN M., 1993. Sorption Isotherms of Food Materials above 100°C. *Food Science and Technology* 26, 505-511.
- BENIOM.A, RODR GUEZM, MARNA, ARANDA, CRDOBA. 2004.
- Effect of the fungal protease EPg222 on the sensory characteristics of dry fermented sausage ripened with commercial starter cultures. *Meat Science* 67, 497-505.
- BRIAN D, TOBIN, *et al*, 2013. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science* 93, 145-152.
- DURACK, E, ALONSO G., *et al*, 2008. Salt: A review of its role in food science and public health. *Current Nutrition & Food Science* 4, 290 –297.
- LE PAGE J.F., MIRADE P.S., DAUDIN J.D., 2010. Development of a device and method for the time-course estimation of low water fluxes and mean surface water activity of food products during ripening and storage. *Food Research International* 43, 1180-1186.
- Small-scale sausage production I, V, Savic, FAO 1985.