BURKINA FASO

Unité – Progrès – Justice

Ministère des Enseignements Secondaire et Supérieur(M.E.S.S)

Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B)

Unité de Formation et de Recherches en Sciences et Techniques (U.F.R/S.T)

Génie Biologique
Option : Agroalimentaire

Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (M.R.S.I)

Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (C.N.R.S.T)

Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies(IRSAT)

Département Technologie Alimentaire (D.T.A)

MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Pour l'obtention de la

LICENCE PROFESSIONNELLE EN GENIE BIOLOGIQUE

Option : AGROALIMENTAIRE

Amélioration de la technologie de séchage de l'oignon et formulation de condiments assaisonnés à base d'oignon séché

Présenté par GO Inoussa

Maîtres de stage

Dr Clarisse DAWENDE/COMPAORE,
Attaché de recherche au DTA/IRSAT
Dr Hagrétou SAWADOGO/LINGANI,
Maitre de recherche au DTA/IRSAT

Directeur de mémoire

Dr Constantin DABIRE, enseignant chercheur à l'UFR Sciences et techniques (UPB)

Octobre 2014

TABLE DE MATIERE

DEDICACE iv
AVANT PROPOS v
REMERCIEMENTS vi
LISTE DES ABREVIATIONS viii
RESUME ix
LISTE DES TABLEAUX x
LISTE DES PHOTOS x
LISTE DES FIGURES x
INTRODUCTION 1
CHAPITRE I : REVUE BIBLOGRAPHIQUE 1
I. ORIGINE, DESCRIPTION BOTANIQUE, COMPOSITION ET UTILISATIONS DE L'OIGNON 3
I.1. Origine et expansion de l'oignon 3
I.2 Caractéristiques et description botanique de la plante 3
I.3. Composition et utilisation de l'oignon 4
II. TECHNIQUE DE CONSERVATION DE L'OIGNON 8
II.2. Le séchage 8
II.2.1. Définition et principe du séchage 8
II.2. Disponibilité de l'eau dans un produit alimentaire 9
II.3. Importance du séchage en agroalimentaire 9
II.4. Actions du séchage sur la qualité du produit alimentaire 10
II.4.1. Action du séchage sur les micro-organismes 10
II.4.2. Action du séchage sur les modifications de goût du produit 11
I. MATERIEL 14
I.1. Matériel biologique 14
I.1.1. Les bulbes d'oignon 14
I.1.2. Les épices incorporés 14
I.2. Le matériel technique 14
I.3. Le matériel d'analyse 14
I.3.2. Analyses physicochimiques 15
I.3.3. Analyses microbiologiques 15
II METHODES 15

II.1.Méthodes de production 15
II.1.1. Production de l'oignon séché 15
II.2. Méthodes d'analyses 16
II.2.1. Echantillonnage et description des échantillons pour les différentes analyses 16
II.2.2. Méthodes d'analyses sensorielles 18
II.2.3 Analyses physico-chimique 19
II.2.4. Méthodes d'analyses microbiologiques 23
II.3. Traitements des données 26
I. TECHNOLOGIE DE SECHAGE DE L'OIGNON 27
I.1. Séchage de l'oignon sans prétraitement 27
I.2. Séchage de l'oignon avec prétraitement 29
I.3. Formulation de condiments assaisonnés à base d'oignon séché 32
II. Caractéristiques organoleptiques des condiments 34
II.1. Profil sensoriel des échantillons 34
II.1.1. Acceptabilité des échantillons 35
III. CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES ECHANTILLONS 36
III.1. La teneur en eau 38
III.2. Le taux de cendres 38
III.3. Le taux de protéines 39
III.4. Le taux de matières grasses 39
III.5. La teneur en glucides totaux 40
III.6. Les éléments minéraux 40
III. 2. 1. Teneur en Zinc 42
III. 2. 2. Teneur en Fer 42
III.2. 3. Teneur en Calcium 42
III.2. 4. Teneur en Phosphore 43
III.2.5. Teneur en Manganèse 43
III .2 .6. Teneur en Magnésium 43
IV. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES 44
IV.1. La flore aérobie mésophile totale 46
IV.2. Les coliformes totaux 46
IV.3. Les levures et moisissures 47
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 48

LISTE DES ABREVIATIONS

Aw	:	Activité d'eau
BF	:	Burkina Faso
BUNASOL	:	Bureau National des Sols
Cal/g	:	Calorie par gramme
CNRST	:	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologie
DTA	:	Département Technologie Alimentaire
ES	:	Extrait Sec
FAO	:	Food and Agriculture Organisation
PAPASP	:	Programme d'Appui aux Filières Agro-Sylvo Pastorales
g	:	gramme
GRET	:	Groupe de Recherche et d'Echange Technologiques
h	:	Heure
IRSAT	:	Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies
ISO	:	International Standard Organisation
ml	:	millilitre
MS	:	matière sèche
NaCl	:	chlorure de sodium
NF	:	Norme Française
Photo	:	Photographie
PPAAO	:	Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest
T°C	:	Température en degré Celsius
UFC	:	Unité Formant Colonie

DEDICACE

A mes deux parents qui ne sont plus de ce monde :

Mon très cher père grâce à qui j'ai connu l'école des blancs ;

Ma très chère mère qui m'a supporté dans son ventre durant neuf mois et m'a fait connaitre le monde ;

Que leurs âmes reposent en paix et qu'Allah les pardonne.

Références bibliographiques I
ANNEXES III
Annexe 1 : FICHE D'EVALUATION : EPREUVE HEDONIQUE III
Annexe 2 : FICHE D'EVALUATION : PROFIL SENSORIEL IV
Annexe 3 : SECHOIR ATTESTA V

AVANT PROPOS

Au Burkina Faso, l'enseignement supérieur est de plus en plus marqué par une massification des effectifs estudiantins et ce, à chaque année académique. Ce fait est le résultat de l'amélioration continue de l'accès à l'éducation de base et à l'enseignement secondaire. Un tel contexte met à porte-à-faux l'élitisme grandissant de la jeunesse diplômée et la faible employabilité de cette dernière. L'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B) est une solution judicieusement pensée pour relever le défi de l'élargissement, la diversification, la professionnalisation et la personnalisation de l'offre de formation. D'abord connue sous le nom de Centre Universitaire Polytechnique de Bobo-Dioulasso (C.U.P.B) entre septembre 1995 et mai 1997, sa désignation sous l'appellation d'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B) date du 16 mai 1997. L'U.P.B a été classée dans la catégorie d'établissement public de l'Etat à caractère scientifique, culturel et technique (EPSCT)chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique le 29 juillet 2002. Elle assure la formation supérieure publique dans le processus du système LMD (Licence, Master et Doctorat) dans ses établissements d'enseignements et de recherches que sont : l'Institut du Développement Rural (IDR) ; l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) ; l'Institut Supérieur des Sciences de la Santé (INSSA) ; l'Ecole Supérieure d'Informatique (ESI), l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Techniques (UFR/ST) et l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences Juridiques, Politiques, Economiques et de Gestion (UFR/SJPEG).

La filière Génie Biologique, qui relève de l'UFR/ST, est un cycle professionnalisant mettant à la disposition des employeurs, des diplômés de trois domaines de qualification. Il s'agit notamment de la diététique/nutrition, l'analyse biologique et l'Agroalimentaire.

Des stages académiques de six (06) mois contribuent à consolider les connaissances théoriques acquises durant le cycle de formation de Licence Professionnelle en Génie Biologique. Ainsi, l'étudiant doit mener un travail personnel sur un thème afin de présenter un mémoire de fin de cycle. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent stage réalisé au Département Technologie Alimentaire (D.T.A) de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (I.R.S.A.T), relevant du Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (C.N.R.S.T).

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été réalisé dans les laboratoires du DTA/IRSAT dans le cadre du projet « Amélioration de la qualité et diversification des produits de l'oignon au Burkina Faso du WAAPP/PPAAO/CNS FL. J'exprime ma profonde gratitude et reconnaissance au WAAPP/PPAAO pour le soutien financier sans lequel ce travail ne serait réalisé. Ce travail est le fruit des efforts conjugués de plusieurs personnes à qui j'exprime toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude. Ainsi, je profite adresser tous mes sincères remerciements particulièrement :

Au **Pr. Georges Anicet OUEDRAOGO**, Président de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso et fondateur de la filière Génie Biologique pour leur initiative ;

A tout le personnel enseignant de l'ex Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

A mon directeur de mémoire, **Dr. Constantin DABIRE**, pour vos encouragements et surtout pour m'avoir apporté votre soutien technique. Vous m'avez aussi transmis ce goût du travail bien fait dans les moindres détails, le souci de la perfection et un peu de votre tempérament qui consiste à prendre les choses de la vie toujours du côté positif ;

Au **Dr. Lassina OUATTARA**, responsable de la filière Génie Biologique ;

A tout le personnel enseignant de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Techniques (UFR/ST) et tout particulièrement au **Pr. Sado TRAORE**, directeur de ladite UFR, pour leur bonne volonté et dynamisme à transmettre le savoir et le savoir-faire aux futurs bâtisseurs du pays que nous sommes ;

A **Dr. Bréhima DIAWARA**, Directeur de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) pour m'avoir accepté et accueilli au sein de l'IRSAT/DTA ;

A **Dr. Hagrétou SAWADOGO /LINGANI**, chef du Département Technologie Alimentaire (DTA) et mon maître de stage, pour nous avoir accueillis dans sa structure, pour sa disponibilité, sa patience, son encadrement et ses orientations dans la conduite des travaux;

A **Dr. Clarisse DAWENDE/COMPAORE,** pour son encadrement scientifique toujours renouvelé et son écoute combien attentive au cours de ces six (06) mois de stage. Mille pages ne me suffiraient pas pour vous traduire ma profonde gratitude car par vous, j'ai beaucoup appris de la vie. En effet, grâce à vous je sais désormais être plus patient et optimiste. Par vous je sais également que joindre l'acte à la parole est un idéal bien noble que tout Homme devrait rechercher. Infiniment merci et puisse Dieu vous combler de grâce et de bonheur ;

A **Mme Kadiétou ZIDA/OUEDRAOGO**, responsable du laboratoire d'analyse sensorielle et toute l'équipe technique

A **M. Michel COMBARY**, Responsable technique du laboratoire de physico-chimie du DTA pour les instructions et orientations lors des analyses et interprétations des résultats;

A **Mme Mamounata CONGO /TIENDREBEOGO**, Responsable technique du laboratoire de microbiologie du DTA pour les instructions et participations diverses lors des analyses ;

A tous les chercheurs et personnel du DTA pour leur bonne humeur et leur franche collaboration ;

A mes oncles **M. Karim NIAMBA, M. Adama NIAMBA** et mes frères **M. Lassina SIMBORO, M. Juslain SIMBORO** et **M. ZELA Issouf** à qui je dédie le présent document, je leur dis merci pour leurs soutiens : moral, financier, encouragements et bénédictions formulés à l'endroit de ma modeste personne. Pour tous les bienfaits dont vous m'avez gratifié, puisse Dieu vous le retourner en grâce surabondante.

Et vous mes frères et sœurs, ami(e)s et camarades avec qui nous avons toujours partagé nos peines et nos joies ; merci et que Dieu nous garde toujours unis !

LISTE DES ABREVIATIONS

Aw	:	Activité d'eau
BF	:	Burkina Faso
BUNASOL	:	Bureau National des Sols
Cal/g	:	Calorie par gramme
CNRST	:	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologie
DTA	:	Département Technologie Alimentaire
ES	:	Extrait Sec
FAO	:	Food and Agriculture Organisation
PAPASP	:	Programme d'Appui aux Filières Agro-Sylvo Pastorales
g	:	gramme
GRET	:	Groupe de Recherche et d'Echange Technologiques
h	:	Heure
IRSAT	:	Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies
ISO	:	International Standard Organisation
ml	:	millilitre
MS	:	matière sèche
NaCl	:	chlorure de sodium
NF	:	Norme Française
Photo	:	Photographie
PPAAO	:	Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest
T°C	:	Température en degré Celsius
UFC	:	Unité Formant Colonie

RESUME

Au Burkina Faso, les cultures maraichères en générale et celle de l'oignon en particulier constituent non seulement des sources non négligeables de revenus mais aussi dessources d'emploi pour les populations locales en saison sèches.

L'oignon fait partie des légumes les plus consommés dans le pays. Pendant la période de la récolte (février à avril) on le trouve en abondance sur le marché et les producteurs ont du mal à faire écouler leur production ; cela engendre une énorme perte (30 à 40% de la production). Cependant pendant une grande partie de l'année (mai à janvier) l'oignon fait défaut sur le marché et le pays est contraint d'importer de l'oignon dans les pays voisins notamment le Niger, le Sénégal etc. Cela a pour conséquence une élévation des prix de vente sur le marché. Le séchage permettra donc d'ajouter de la valeur à l'oignon, d'accroître sa disponibilité et sa durée de conservation. Il ressort des résultats obtenus que l'ajout des épicesque sont le poivron, l'ail, le persil, le céleri, le féfé et le poivre ont une influence positive sur l'amélioration de la qualité nutritionnelle et technologique de l'oignon séché.

L'analyse sensorielle réalisée a montré que les condiments ont des caractéristiques organoleptiques satisfaisantes. En effet, plus de la moitié du panel ont trouvé les condiments formulés acceptables, avec un gout agréable, des couleurs acceptables et un bon arôme.

L'analyse physico-chimique de nos oignons séchés et condiments montre que la matière sèche de l'oignon bulbe est constituée des protéines brutes (3,56%-7,88%), lipides (0,51%-0,77%), sucres totaux (36,88%-51,71%). L'oignon séché est également riche en éléments minéraux tels que le calcium, magnésium, fer, manganèse, zinc et phosphore.

L'analyse microbiologique montre que les oignons séchés et les condiments ont un taux en coliformes inferieur ou égale à 5.5 10^3UFC/g ; la charge en levures et moisissures est inférieure ou égale à 2.0 10^2UFC/g. Ils renferment un taux faible de micro-organismes mésophiles. Ceci constitue un facteur de qualité des produits finis et pourront donc se conserver pendant longtemps. Le séchage de l'oignon pourrait donc être un moyen de conservation des bulbes d'oignon.

Mots clés : Séchage d'oignon ; formulation de condiments ; analyse sensorielle ; caractéristique physico-chimique ; caractéristique sanitaire.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Composition en nutriments pour 100 g d'oignon frais 5
Tableau II: Teneur en vitamines pour 100g d'oignon frais 5
Tableau III: **Composition en éléments organiques et vitamines pour 100g d'oignon séché** 6
Tableau IV: composition en éléments minéraux pour 100g d'oignon séché 6
Tableau V: Codes des échantillons 17
Tableau VI: tableau de codes des échantillons d'oignon 19
Tableau VII: profil sensoriel des échantillons d'oignon 34
Tableau VIII: Composition physicochimique de l'oignon (frais et séché) et des condiments (pour 100g par matière) 37
Tableau IX: Composition en élément minéraux de l'oignon (frais et sec) et des condiments (pour 100g par matière) 41
Tableau X: caractéristiques microbiologiques des oignons séchés et des condiments assaisonnés (en UFC/g) 45

LISTE DES PHOTOS

Photo 2: Plante d'oignon 4
Photo 1: Bulbes d'oignon 4
Photo 3: Coupe de bulbe d'oignon 4
Photo 4: oignon lamellé trempé dans une solution NaCl 30
Photo 5: oignon lamellé séché 30
Photo 6: Oignon râpé étalé au séchoir 30
Photo 7: Oignon râpé conditionné 30
Photo 9: Persil frais en essorage 32
Photo 8: Poivron découpé sans pépin 32
Photo 10: Céleri étalé sur la claie du séchoir 33
Photo 11: Ail haché séché 33
Photo 12: Condiment conditionné 33

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diagramme de fabrication de l'oignon séché sans prétraitement (forme lamelle et forme râpée) 29
Figure 2: Diagramme de fabrication de l'oignon séché avec prétraitement (forme lamelle et forme râpée) 31
Figure 3: Résultats de l'acceptabilité des condiments à base d'oignon séché. 35

INTRODUCTION

Depuis plus d'une décennie, le Burkina Faso malgré son enclavement régional connait un fort développement agro-économique. Sous un climat soudano sahélien toujours rude, plus de 85% de la population vit de l'agriculture et produit une grande variété de fruits (Mangues, bananes, papayes…) et de légumes (oignons, tomates, haricots…).

Le pays se situe au 4ème rang des pays producteurs d'oignon en Afrique de l'Ouest après le Nigeria, le Niger, et le Sénégal. La production nationale pour la campagne 2011 a été estimée à 329 319 tonnes, soit 43 % de la production de légumes (PAFASP, 2013). Les principales variétés produites au Burkina Faso sont généralement : le «violet de Galmi», le «Préma», le «Noflaye », le «violet de Garango », le «rouge de Tena »et le «Julio » qui est une nouvelle variété présentement en expérimentation en saison hivernale (INERA, 2013).

Cependant, malgré cette grande production, l'oignon fait défaut sur le marché pendant une grande période de l'année et le Burkina Faso est contraint d'importer à partir des pays voisins notamment le Niger pour répondre aux besoins de sa population. Cela a pour conséquence une élévation des prix de vente sur le marché donc une faible accessibilité des populations à faibles revenus. Aussi, on note une surproduction d'oignon pendant la période de récolte qui se situe entre février et avril selon les régions. Le prix d'achat de l'oignon à cette période est alors le plus bas de l'année (3000 FCFA le sac de 100 kg). Cela ne permet donc pas aux producteurs de générer des revenus pour honorer les charges de production et améliorer leurs conditions de vie. De plus, les pertes enregistrées lors des opérations de conservation sont très énormes ; elles peuvent atteindre dans certains cas 30 à 40% de la récolte (INERA/KAMBOINSE, 2012).Cela s'explique par une mévente pendant la période de haute production, une faible maîtrise de la qualité de l'oignon en stock, l'insuffisance d'infrastructures de conservation adaptée, etc.

Au Burkina Faso, on note en outre que l'oignon est généralement utilisé frais dans la préparation des mets après épluchage et découpage. Des initiatives de transformation sont menées et les activités de transformation portent essentiellement sur le séchage (feuilles, bulbes) (FAPASP, 2013). Cependant, ces activités n'ont généralement pas pour objectif d'ajouter de la valeur au produit mais sont une forme de conservation des surplus de production de moyenne qualité et de régulation du marché local. En plus, les produits séchés ne répondent généralement pas aux normes de qualité et aux attentes des consommateurs. En effet, la non maitrise des paramètres de séchage (temps, température) fait que le produit fini subit un brunissement non enzymatique. Il s'avère donc nécessaire de trouver des voies et

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

moyens pour réduire les pertes post-récoltes et valoriser davantage la production croissante de l'oignon. C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail dont l'objectif général est d'optimiser la technologie de séchage de l'oignon et de mettre au point des condiments assaisonnés à base d'oignon séché.

I. ORIGINE, DESCRIPTION BOTANIQUE, COMPOSITION ET UTILISATIONS DE L'OIGNON

I.1.Origine et expansion de l'oignon

L'oignon (*Allium cepa*) est une plante biannuelle cultivée généralement sous irrigation, pour ses bulbes et ses feuilles. Le cycle végétatif de la culture varie de 120 à 160 jours suivant les variétés. La plante produit à maturité un bulbe de forme ronde ou aplatie, de couleur généralement violette ou blanche. Originaire d'Asie centrale, il est très probable que certains des plus anciens types d'oignon soient cultivés en Egypte depuis les années 2700 avant JC. (Tackholm, 1954 ; van der Meer, 1986).En Inde également les oignons constituent une culture ancienne (VIème siècle avant JC).

L'oignon fut introduit en Europe centrale et au nord par les romains. L'introduction de l'oignon en Russie a eu lieu au XII siècle, seulement après 1492 sur le continent américain (Hanelt, 1990). D'après cette même source les marchands arabes seront à l'origine de l'introduction de l'oignon en Afrique noire.

A l'heure actuelle on trouve de vastes superficies d'*Allium cepa* presque partout dans le monde.

I.2 Caractéristiques et description botanique de la plante

L'oignon est une espèce herbacée, potagère de la famille des Liliacées, vivace par son bulbe unique, cultivée comme une plante annuelle ou bisannuelle (floraison la deuxième année). C'est une plante haute de 60 à 100 cm (photo 1), dont les feuilles, de couleur verte sont cylindriques, creuses (ce qui distingue cette espèce du poireau et de l'ail, autres espèces cultivées appartenant aussi au genre *Allium*). La tige florale dressée est également creuse. Elle présente un renflement vers sa base. Le bulbe est relativement gros, de forme sphérique, parfois plus ou moins aplati, constitué de nombreuses couches enveloppées les unes dans les autres (photo2). Les bulbes sont couverts d'une ou de plusieurs fines pellicules de couleur blanche, jaune ou rouge (Oignon-Wikipédia). Un oignon est constitué de plusieurs couches appelées écailles, chaque couche est constituée de plusieurs « peaux »appelées épiderme (photo3).

Photo 1: Plante d'oignon
(Source : Photos GO 2013)

Photo 2: Bulbes d'oignon
(Source : Photos GO 2013)

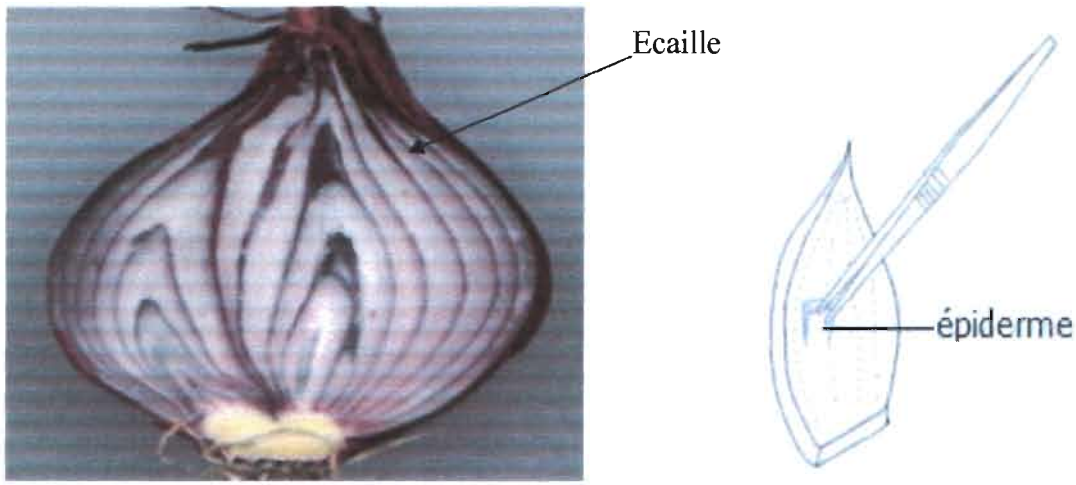


Photo 3: Coupe de bulbe d'oignon
(Source : GRET 1995)

I.3. Composition et utilisation de l'oignon

I.3.1. Composition de l'oignon

L'oignon est constitué en grande partie d'eau ; on y trouve également quelques éléments organiques et minéraux. Parmi les éléments organiques contenus dans l'oignon, on peut citer : les protéines, les glucides, les lipides. Quant aux éléments minéraux, on peut mentionner le fer, le phosphore, le calcium, le magnésium, le manganèse (tableau I) etc. L'oignon est également riche en vitamine C, contient de nombreux oligo-éléments (aux propriétés immunitaires et anti-oxydantes), tout en étant faible en calories (tableau II).

Tableau I: Composition en nutriments pour 100 g d'oignon frais

(Sources : www.santé.lefigaro.fr)

Paramètres	Valeurs	Paramètres	Valeurs
Energie	40kCal	Potassium	146mg
Protéines	1,1g	Phosphore	29mg
Lipides	0,1g	Calcium	23mg
Glucides	9,34g	Sodium	4mg
Fibres	1,7g	Magnésium	10mg
Eau	89 ,11g	Fer	0,21mg
Sélénium	0,5µg	Zinc	0,17mg
Manganèse	0,129mg	Cuivre	0,039mg

Tableau II: Teneur en vitamines pour 100g d'oignon frais

(Sources : www.santé.lefigaro.fr)

Vitamines	Teneur
Bêta-carotène	1µg
Bêta-crypto xanthine	28µg
Thiamine (Vitamine B1)	0,046 mg
Riboflavine (Vitamine B2)	0,027 mg
Niacine (acide nicotinique)	0,116 mg
Acide pantothénique (Vitamine B5)	0,123 mg
Vitamine B6	0,12 mg
Folates totaux	19 µg
Vitamine C	7,4 mg
Vitamine E (tocophérols)	0,02 mg
Vitamine K	0,4 µg
Caroténoïdes non pro vitaminiques A	
Lutéine et zéaxanthine	4 µg

Les tableaux III et IV donnent la composition nutritionnelle de 100g d'oignon séché.

Tableau III: Composition en éléments organiques et vitamines pour 100g d'oignon séché

Calories	**349kCal**	**Vitamine B5**	**1,380mg**
Lipides	0,460g	Vitamine B6	1,600mg
Glucides	83,280g	Vitamine B9	166µg
Protéines	8,950g	Vitamine B12	00mg
eau	3,930g	Vitamine C	75mg
Vitamine A	00mg	Vitamine D	00mg
Vitamine B1(Thiamine)	500mg	Vitamine E	0,180mg
Vitamine B2(Riboflavine)	100mg	Vitamine K	3,600µg
Vitamine B3	0,990mg		

(Source : www.guide-des-aliments.com)

Tableau IV: composition en éléments minéraux pour 100g d'oignon séché

Source : www.guide-des-aliments.com

Sodium	**21mg**
Calcium	**257mg**
Phosphore	**303mg**
Fer	**1,550mg**
Magnésium	**92mg**
Potassium	**1622mg**
Zinc	**1,890mg**
Cuivre	**0,416mg**
Sélénium	**5,000mg**

I.3.2. Utilisations alimentaires et médicinales de l'oignon

Bien que généralement consommé en petites quantités, l'oignon présente de nombreux atouts nutritionnels. Ilest à la fois un légume et un condiment. Il peut se consommer cru, cuit, ou confit au vinaigre. Les feuilles (jeunes), aromatiques, sont très souvent utilisées dans la cuisine, dans la charcuterie et dans les crudités. A cause de son arôme, il est utilisé pour relever le gout des aliments.

L'oignon a fait l'objet de plusieurs études récentes qui ont mis en évidence diverses actions bénéfiques pour la santé :

- **il dissous l'acide urique** (responsable de la maladie de la goutte touchant les reins, les articulations...) et lutte contre les infections grâce à ses sels de sodium et de potassium tout en alcalinisant le sang,
- **il présente un effethypoglycémiant**car il s'oppose à une élévation excessive du taux de sucre dans le sang grâce à certains constituants soufrés et une amine spécifique (la diphénylamine),
- **on note une activité bactériostatique ;** en effet l'oignon frais s'oppose à la prolifération microbienne, et peut même jouer un rôle antibactérien,
- **il présente également un effet bénéfique pour le système cardio-vasculaire ;** la consommation quotidienne de 200 g d'oignons crus permet de diminuer l'agrégation plaquettaire sanguine et donc protège des risques de formation de caillots et d'obstruction des vaisseaux(www.afriquebio.com).

II. TECHNIQUE DE CONSERVATION DE L'OIGNON

II.1. Conservation de l'oignon frais

On estime généralement que les pertes après récolte dues à la détérioration des oignons sont environs 30% de la production totale (INERA ,2013). Donc les producteurs cherchent des moyens pour conserver l'oignon frais après les récoltes. Parmi les techniques utilisées pour la conservation on peut citer :

- **La conservation dans les silos** ; c'est une technique traditionnelle de conservation, les maisons utilisées pour la conservation sont en banco ou en paille avec des trous d'aérations permettant la circulation de l'air. Aujourd'hui on assiste à l'implantation des maisons plus améliorées avec le projet PAPASP. Avec ces maisons les pertes sont estimées à 10% de la production totale.

- **La conservation dans les entrepôts réfrigérés** : c'est une technique moderne utilisée généralement dans les pays développés. Elle se fait dans une chambre frigorifique à une température de +2°C (Fleurance, Novembre 2011).

II.2.Le séchage

II.2.1.Définition et principe du séchage

Hall (1957) a défini le séchage des produits alimentaires comme étant l'extraction de son contenu humide jusqu'à l'obtention d'un milieu environnant qui s'oppose au développement des bactéries et des moisissures.

En effet, le séchage est un mécanisme qui consiste à éliminer une part importante de l'eau contenue dans un produit afin de réduire fortement les réactions diverses participant à sa décomposition et améliorer sa conservation. L'aliment en question peut être solide ou liquide. Il existe essentiellement deux (02) principes de séchage :

- Le séchage par ébullition : il consiste à porter les produits liquides à une température supérieure à celle d'ébullition de l'eau (100°C) et l'élimination de l'eau se fera par évaporation ;
- Le séchage par entrainement : il consiste à pulvériser le produit par un fluide (air) chaud et sec. Un échange de chaleur et de matière se produit et le fluide au sortir du produit se charge d'humidité de celui-ci.

II.2.2.Disponibilité de l'eau dans un produit alimentaire

Dans toute denrée périssable, l'eau est le vecteur de dégradation le plus prépondérant. C'est elle qui est à l'origine du développement des microorganismes et favorise l'action des mécanismes de destruction. En somme l'eau participe à la constitution biochimique de tous les corps biologiques. C'est une molécule dipolaire de formule H_2O se comportant comme un micro-aimant avec deux pôles ; un pôle positif et l'autre négatif. La fixation de l'eau est plus au moins liée à cette propriété

Il existe plusieurs types d'eau dans un produit alimentaire :

- L'eau de type I : Elle constitue une couche mono-moléculaire d'eau liée à certains groupements moléculaires de la matière biologique fortement polaire comme les groupes hydroxydes(R^+OH^-), d'où une forte liaison entre ces deux espèces de molécules.
- L'eau de type II : Elle représente une couche polymoléculaire d'eau venant se fixer sur la couche précédente. Ces différentes couches moléculaires sont retenues à la matière biologique par des forces électromagnétiques qu'on appelle «forces de VAN DER WAALS».

L'ensemble de ces deux types d'eaux constitue l'eau pseudo-liquide, non-solvant, fortement absorbée. Les niveaux d'hydratation de ces deux types d'eau sont relativement bas.

- L'eau de type III : Elle représente de l'eau liquide sous pression osmotique. Elle est solvante, et retient les différentes substances dissoutes dans les cellules (sucres, aminoacides, sels minéraux...). Faiblement absorbée, elle a un rôle biologique et permet des réactions enzymatiques ainsi que le développement des microorganismes. Cette eau est en grande partie éliminée par le séchage. Le retrait total de l'eau osmotique est parfois nécessaire pour la conservation du produit

II.2.3. Importance du séchage en agroalimentaire

Le séchage est l'une des plus anciennes méthodes de conservation des aliments. Il permet de conserver des aliments naturels, d'avoir tout au long de l'année des aliments sains, délicieux et de réaliser des économies énormes. Les produits séchés, bien conservés à l'abri de la lumière, gardent leur saveur et leur valeur nutritive pendant au moins un an (Buyse, 2002).

Aussi le séchage permet la réduction du volume de l'aliment à 90% de son poids et facilite ainsi son stockage et son transport. Par exemple un kilogramme d'oignon frais donne 100g d'oignon séché.

Mais la déshydratation doit s'effectuer dans le plus bref délai possible pour minimiser les risques de dégâts à caractère microbiologique.

II.2.4. Actions du séchage sur la qualité du produit alimentaire

L'effet du séchage sur la qualité du produit alimentaire est abordé sous deux angles : l'évolution de sa population microbienne, et l'évolution de ses caractéristiques gustatives et nutritionnelles.

II.2.4.1. Action du séchage sur les micro-organismes

Les traitements de conservation sont d'autant plus difficiles que la population microbienne est élevée. Si certains traitements peuvent permettre de réduire cette population, ils ne peuvent en aucun cas atteindre la stérilité totale.

En revanche, tous les traitements de conservation doivent empêcher le développement des micro-organismes avant qu'ils ne soient trop nombreux.

Parmi les traitements qui stabilisent la population microbienne du produit, on peut citer des traitements chimiques : acidification, salaison, sucrage, inhibiteurs chimiques et des traitements physiques (froid, stérilisation, déshydratation...).

Les conditions les plus propices au développement des micro-organismes se situent aux fortes activités de l'eau du produit (Aw : 0,8) et dans une gamme de température comprise entre 20 et 50°C (GRET, 1995).

Pour la conduite du séchage, il faut:

1. Eviter que l'air de sortie du séchoir soit trop humide (80-95% d'humidité relative) car cela indique qu'une partie au moins du produit se situe dans une atmosphère humide propice au développement microbien, le produit ne doit pas rester plus d'une demi-journée en début de séchage à de tels taux d'humidité relative de l'air;

2. Essayer d'atteindre rapidement de faibles activités de l'eau du produit; cependant, il existe deux obstacles majeurs à une telle conduite :

- Il peut se produire un croûtage du produit aux allures de séchage rapide: la surface du produit sera dure et sèche. Elle empêchera la diffusion de l'eau contenue dans le

produit. L'intérieur de l'aliment restera donc à de fortes teneurs en eau et ne sera pas stable au plan microbiologique.

- Un séchage rapide est en général lié à des températures de l'air assez élevées (jusqu'à 70-80°C). Cela peut entraîner des modifications et un goût indésirable dans le produit. Ce risque est amplifié par le phénomène de croûtage s'il survient (cuisson, réactions de brunissement) (GRET, 1995).

II.2.4.2. Action du séchage sur les modifications de goût du produit

Ces modifications sont inévitables mais selon la composition de l'aliment et les paramètres du séchage, certaines réactions vont être favorisées tandis que d'autres vont être limitées. L'essentiel est de savoir quelles réactions vont constituer le facteur prédominant d'altération afin de mieux cibler les caractéristiques que doit avoir le traitement de conservation.

II.2.4.2.1. Les réactions d'oxydation des lipides

Les réactions d'oxydation des lipides (matières grasses) conduisent à un rancissement du produit, accompagné de dégagement d'odeurs nauséabondes et de la formation de substances nocives.

Au point de vue de la conduite du séchage, ces réactions seront limitées par un séchage:

- à haute température (le croûtage et le risque de brunissement non enzymatique étant des facteurs limitants);
- mené à l'abri de la lumière, le séchage solaire direct est donc à éviter pour les produits les plus sujets à ces réactions;
- conduit à des activités de l'eau du produit comprise entre 0,2 et 0,5.

Parmi les produits pour lesquels ces réactions peuvent être un facteur limitant, on peut citer:

- les produits à forte teneur en lipides et surtout en lipides insaturés (viande de porc, de volaille, poissons, surtout les poissons gras, pommes de terre...);
- les produits présentant une grande surface d'échange par rapport à leur volume, à condition que la teneur en lipide soit suffisamment élevée: produits poreux, farine de poisson.... En effet, quand l'eau s'évapore, elle va faciliter le contact et la diffusion de l'oxygène dans l'aliment et donc le rancissement.

Ces réactions peuvent être limitées par des prétraitements employant des antioxydants et par un conditionnement adapté.

II.2.4.2.2. Le brunissement enzymatique

C'est une coloration de l'aliment due à la réaction du dioxygène de l'air et des enzymes contenus dans le produit.

Le séchage mené jusqu'à des activités de l'eau inférieures à 0,4 (Aw ‹0,4) va limiter l'action des enzymes. Cependant, le brunissement peut intervenir très rapidement (quelques dizaines de minutes pour certains produits). C'est pourquoi un prétraitement permettant de stopper ces réactions dès le début du procédé de conservation est souvent souhaitable (ex: blanchiment).

Les produits concernés sont essentiellement des fruits (bananes, abricots, pommes...) et quelques légumes.

II.2.4.2.3. Les réactions de Maillard (ou réactions non enzymatiques)

Les réactions de Maillard interviennent le plus souvent lors de la cuisson d'un aliment. Elles se caractérisent par un brunissement des acides aminés contenus dans l'aliment lorsque celui-ci est porté à haute température. Ce brunissement est dû à la réaction des sucres de l'aliment concerné avec les acides aminés. Les produits les plus concernés par les réactions de Maillard sont les fruits et les produits carnés. Elles seront d'autant plus favorisées que le produit est acide, riche en acide ascorbique (vitamine C), en glucides et en protéines (GRET, 1995).

Ces réactions seront d'autant plus limitées que le séchage permettra d'abaisser rapidement l'activité de l'eau, en dessous de 0,5 dans la mesure du possible, et que la température du produit reste inférieure à la température «critique » de 50-55°C. Cette température est à préciser et à adapter en fonction du produit.

Un séchage à basse température ne limite pas forcément le brunissement non enzymatique car le temps de séchage est en général plus élevé. Le produit reste plus longtemps à des niveaux d'humidité favorisant à la fois les réactions de Maillard et le développement microbien. De plus, l'oxydation des lipides (du fait d'un séchage à basse température) peut également être un facteur limitant (GRET, 1995).

Un séchage rapide à haute température reste donc préférable tant que la température du produit reste inférieure à la température « critique ».

Rappelons que le brunissement non enzymatique peut se révéler au cours du stockage sur un produit apparemment « sain » juste après séchage. Pour les fruits, l'emploi d'anhydride sulfureux avant ou après séchage peut s'avérer intéressant pour ralentir ces réactions.

II.2.4.2.4. Autres conséquences du séchage

On peut citer:

- une perte assez limitée des composés aromatiques;
- une modification de la pigmentation et de la texture du produit;
- une perte en vitamines notamment en vitamines A et C, limitée par un séchage indirect;

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODE

I. MATERIEL

I.1.Matériel biologique

I.1.1.Les bulbes d'oignon

Les bulbes d'oignon (le violet de Galmi, le Préma, la variété locale de Réo et de Tenado) ont servi de matière biologique principale pour nos travaux. Ces oignons utilisés pour la production ont été collectés lors des sorties sur terrain (Tenado ; Réo ; Dédougou ; Nyassan ; Ouahigouya ; Gourcy ; Yako) et d'autres ont été achetés au marché de Zogona (Ouagadougou). Avant les analyses, les échantillons d'oignon frais sontstockés à l'atelier de l'IRSAT/DTA et on prélève pour les différentes manipulations.

I.1.2. Les épices incorporés

Les épices utilisés dans la formulation des condiments à base d'oignon sont : le poivron, l'ail, le persil, le céleri, les grains de poivre et les grains de féfé. Tous ces épices ont été achetés sur la place des marchés de Ouagadougou.

I.2. Le matériel technique

Il regroupe l'ensemble des équipements et appareils de l'atelier utilisé pour les différentes productions. Ce sont :

- Un séchoir ATTESTA,
- des seaux,
- des couteaux et les planches,
- des bassines,
- des râpeuses,
- des passoirs,
- des sachets plastiques
- une bascule

I.3. Le matériel d'analyse

I.3.1. Analyses sensorielles

Le matériel utilisé pour les évaluations sensorielles se compose comme suit : petit matériel et équipements de cuisine : plateaux, bols, verres et des fiches d'évaluation (annexes 1 et 2).

I.3.2. Analyses physicochimiques

Ce sont essentiellement :

- une étuve Memmert ;
- une balance analytique Ohaus ;
- un extracteur de type soxhlet Vapodest 20 ;
- un distillateur Gerhardt ;
- un four Nabertherm ;
- un minéralisateur Gerhardt;
- petit matériel de laboratoire : verreries

I.3.3. Analyses microbiologiques

Le matériel est composé de :

- un autoclave ;
- une étuve Sélecta réglée à180°C ±1°C ;
- trois étuves d'incubation Binder de 30°C, 37°C et 44°C ;
- un bain-marie, réglable entre 44°C et 47°C ;
- un pH-mètre Consort;
- une balance analytique Ohaus ;
- un stomacher OSI;
- un agitateur Vortex ;
- petit matériel de laboratoire : boîtes de pétri, micropipettes, tubes à essai, flacons.

II METHODES

II.1.Méthodes de production

II.1.1. Production de l'oignon séché

Pour la production de l'oignon séché, la mise en place des diagrammes de production était nécessaire. Ainsi nous avons pu effectuer deux sortis sur le terrain afin de nous imprégner des différentes méthodes de transformations de l'oignon sur le territoire national. Durant ces sorties nous avons pu visiter sept (07) grandes zones de production d'oignon au Burkina Faso. Nous nous sommes basés sur les méthodes traditionnelles de séchage (annexe 5) pour proposer différents diagrammes de séchage. Il a également été proposé une méthode de

prétraitement de l'oignon avant le séchage. Pour chaque formulation deux (02) productions ont été effectuées toutes ces deux productions ont été précédées d'un essai.

II.2.Méthodes d'analyses

II.2.1.Echantillonnage et description des échantillons pour les différentes analyses

Les échantillons qui ont subi les différentes analyses (sensorielles, physicochimiques et microbiologiques) proviennent des productions effectuées dans l'atelier pilote du DTA. Les échantillons produits au DTA sont essentiellement de l'oignon séché en différentes formes et des condiments formulés à base d'oignon séché. Au total quatorze (14) échantillons ont été prélevés (tableau V), dont : trois échantillons étaient des condiments assaisonnés en poudre à savoir : le condiment à base d'oignon nature séché (CN), le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5% (CSC) et le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10% (CSD), un échantillon qui est de l'oignon frais (E_0) et les onze autres étaient des oignons séchés en plusieurs formes avec des prétraitements différents : oignon nature séché en lamelle(E_1), oignon séché en lamelle prétraité avec du sel 5%(E_2), oignon séché en lamelle prétraité avec du sel 10%(E_3), oignon râpé séché prétraité avec du sel 5%(E_6), oignon nature râpé séché(E_7), Préma nature séché en lamelle(PN), Préma prétraité avec du sel 5% séché en lamelle(PT), Variété locale de TENADO nature séchée en lamelle(VLTN), Variété locale de TENADO séchée en lamelle prétraité avec du sel 5%(VLTT), Variété locale de Réo nature séchée en lamelle(VLRN), Variété locale de REO séchée en lamelle prétraité avec du sel 5%(VLRT).

50g de chaque échantillon ont été prélevés pour les analyses physicochimiques et microbiologiques. . Les analyses sensorielles ont concerné les trois condiments mis au point, le prélèvement a été fait de façon aléatoire en fonction de la composition du panel.

Tableau V: Codes des échantillons

	Codes Echantillons				
Natures Echantillons	**Analyse sensorielle**		**Eléments minéraux**	**Analyse physico-chimique**	**Analyse microbiologique**
	Epreuve Sensoriel	Epreuve Hédonique			
Condiment à base d'oignon nature séché	629.....→	152	CN	CN	CN
Condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5%	458.....→	127	CSC	CSC	CSC
Condiment à base d'oignon séché prétraité avec du sel 10%	332.....→	525	CSD	CSD	CSD
Viole de Galmi frais	-	-	E_0	E_0	-
Oignon nature séché en lamelle	-	-	-	E_1	E_1
Oignon séché en lamelle prétraité avec du sel à 5%	-	-	-	E_2	E_2
Oignon séché en lamelle prétraité avec du sel à 10%	-	-	-	E_3	E_3
Oignon rappé séché, prétraité avec du sel à 5%	-	-	-	E_6	E_6
Oignon nature rappé séché	-	-	-	E_7	E_7
Préma nature séché en lamelle	-	-	-	PN	PN
Préma séché en lamelle prétraité avec sel à 5%	-	-	-	PT	PT
Variété locale de Tenado nature	-	-	-	VLTN	VLTN
Variété locale de Tenado séché prétraité avec du sel 5%	-	-	-	VLTT	VLTT
Variété locale de Réo nature	-	-	-	VLRN	VLRN
Variété locale de Réo séché prétraité avec du sel 5%	-	-	-	VLRTT	VLTT

II.2.2. Méthodes d'analyses sensorielles

La méthode d'analyse sensorielle consiste essentiellement au choix du panel, au codage des échantillons, à la préparation des échantillons et à la réalisation proprement dite de l'épreuve. La méthode est commune aux deux types d'épreuves ici mises en évidences.

II.2.2.1. Objectif de l'étude

Les analyses visent deux objectifs :

- Etablir le profil sensoriel des trois échantillons ;
- Evaluer l'acceptabilité des trois échantillons.

II.2.2.2. Epreuves sensorielles

Deux épreuves sensorielles ont été retenues : le profil sensoriel (ISO 11035 : 1994) et l'épreuve hédonique.

Le profil sensoriel a concerné :

- La couleur
- L'arôme
- La texture
- La sensation de bouche.

L'acceptabilité des échantillons a été évaluée par l'épreuve hédonique.

II.2.2.3. Les panels de dégustation

Deux panels de dégustations ont permis la réalisation des analyses :

- Pour l'établissement du profil sensoriel, l'effectif du panel était de 11 dégustateurs
- Un panel de 19 dégustateurs a évalué l'acceptabilité.

II.2.2.4. Préparation et présentation des échantillons

Trois (03) échantillons qui sont des condiments en poudre issus de nos travaux ont fait l'objet du test de dégustation. Ce sont :

- 01 échantillon nature (CN)
- 01 échantillon épicé salé à 5% (CSC)
- 01 échantillon épicé salé à 10% (CSD)

Les échantillons ont été cuisinés sous forme de bouillons. Ils ont été par la suite codifiés à l'aide de la table normalisée de codes à trois chiffres (Cochran W.G, 1957) conformément au tableau VI et combinés entre eux. Ils ont été répartis dans des bols plastiques avec couvercles. Les bols ont été disposés par combinaison sur des plateaux avec un verre d'eau à la température ambiante pour le rinçage de la bouche entre deux échantillons et la fiche d'évaluation. Chaque dégustateur a reçu un plateau avec une combinaison.

Tableau VI: tableau de codes des échantillons d'oignon

Echantillons	Codes à trois chiffres	
	Profil sensoriel	Epreuve hédonique
CN	629	152
CSC	458	127
CSD	332	525

CN : condiment à base d'oignon nature
CSC : condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5%
CSD : condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10%

II.2.3 Analyses physico-chimique

II.2.3.1.Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau des échantillons a été déterminée par pesées avant et après passage à l'étuve à une température de 105±2°C pendant 24h (NF V03-707, juillet 2000).
5g de l'échantillon (Pe) sont pesés dans une nacelle (Pv) puis placés à l'étuve à 105°C pendant 24h. Au bout des 24h les nacelles sont retirées de l'étuve, refroidies dans un dessiccateur pendant 30 minutes. Le pourcentage en masse d'eau est obtenu à l'aide de la formule suivante :

$$\%H = \left[\frac{Pe - (Pf - Pv)}{Pe}\right] \times 100$$

%H : teneur en eau

P_e : prise d'essai

P_v : poids à vide des nacelles P_f : poids final

II.2.3.2.Détermination du taux des cendres

La détermination des cendres a été faite selon la norme française « **NF V03-760, décembre 1981** »5g de l'échantillon broyé (Pe) sont pesés dans un creuset de poids vide (Pv) puis placés dans un four à 600°C pendant trois (3h). Les échantillons calcinés sont sortis du four et placés dans un dessiccateur pour refroidissement puis pesés et le poids final (Pf) noté.

Le taux de cendres est calculé suivant la relation ci-après :

$$\%C = \frac{Pf - Pv}{Pe} \times 100$$

%C : taux des cendres

P_e : prise d'essaie

P_f: poids final (creuset + échantillon calciné)

P_v : poids à vide des creusets

Le taux des cendres par rapport à la matière sèche est exprimé par l'expression suivante :

$$\%C/MS = \left[(Pf - Pv) \times \frac{100}{Pe}\right] \times \frac{100}{100 - \%H}$$

MS : matière sèche

%H = Pourcentage en masse d'eau déterminée selon la norme NF V03-707, juillet 2000.

II.2.3.3 Détermination du taux des protéines

La teneur en protéines des échantillons a été déterminée selon la norme française V03-050, Septembre 1970, par la méthode de Kjedahl. L'azote organique de l'échantillon est transformé en azote minéral sous forme ammoniacale $(NH4)_2SO4$ par l'action oxydante de l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré bouillant en présence d'un catalyseur. Après déplacement par la soude, l'ammoniac est distillé puis titré par l'acide sulfurique en présence d'un indicateur coloré (acide borique) par acidimétrie. La teneur en protéines totales est calculée en utilisant le facteur de conversion (6, 25) soit 16% d'azote dans les protéines.

Mode opératoire

0,5 g d'échantillon broyé (Pe) est mis dans un tube de minéralisation (matras Kjedahl) où on ajoute une pastille de catalyseur Kjeltabsck [3,5g de sulfate de potassium (K_2SO_4) et 0,4g de sulfate de cuivre (CuSO4), puis10 ml d'H_2SO_4 concentré (0,1N)]. Les échantillons préparés sont minéralisés sur un bloc chauffant à température progressive (90, 120 ...400°C) pendant trois (3) heures (décoloration totale de la solution). Le minéralisât obtenu est ensuite dilué avec environ 50 ml d'eau distillée. On effectue ensuite une distillation avec de la soude concentrée (10N). Le distillat (150 ml) est recueilli dans un bécher contenant 5 ml d'indicateur coloré composé de vert de bromocrésol, de rouge de méthyle et d'acide borique. L'ensemble est titré avec 0,1 N d'H_2SO_4 jusqu'à virage de l'indicateur du vert au rose. La teneur en protéines par rapport à la matière sèche est déterminée en utilisant la formule suivante:

$$\%Protéines/MS = \left[6{,}25 \times 0{,}014 \times 0{,}1 \times (Ve - Vb) \times \frac{100}{Pe}\right] \times \frac{100}{100 - \%H}$$

MS = Matière sèche

Vb = Chute de la burette pour le blanc

Ve = Chute de la burette pour le distillat

Pe = Prise d'essai

0,1 = Titre acide sulfurique

0,014 = Poids molaire de l'azote X 10^{-3}

%H = Pourcentage en masse d'eau selon la norme NF V03-707, juillet 2000.

II.2.3.4 Détermination du taux des lipides

Le taux de matières grasses des échantillons a été déterminé par extraction de type Soxhlet selon la norme internationale « ISO-659, 1998 ». L'extraction est faite à chaud (à ébullition) par trempage suivi de rinçage de l'échantillon à l'hexane. La teneur en lipides est déterminée par pesée après évaporation de l'hexane par distillation.

Mode opératoire

5 g de chaque échantillon broyé (Pe) sont mis dans une cartouche puis placé dans un Soxhlet. 200 ml environ d'hexane sont mis dans un ballon de poids (Pv) connu et le tout adapté au soxhlet. L'extraction est réalisée à chaud (ébullition sur plaque chauffante) pendant 4 h. Le solvant est ensuite évaporé par distillation à l'évaporateur rotatif. Le distillat est ensuite séché à l'étuve pendant 1 h. Le ballon contenant les matières grasses est refroidi au dessiccateur puis pesé de nouveau et le poids final (Pf) noté.

Le pourcentage des lipides par rapport à la matière sèche a été calculé à l'aide de la formule ci-après :

$$\%Lipides/MS = \left[(Pf - Pv) \times \frac{100}{Pe}\right] \times \frac{100}{100 - \%H}$$

MS = Matière sèche

P_f = Poids final (ballon + matière grasse)

P_v = Poids à vide du ballon

P_e= Prise d'essai

%H = Pourcentage en masse d'eau préalablement déterminé.

II.2.3.5.Détermination des glucides totaux

La teneur en glucides totaux par rapport à la matière sèche a été déterminée par méthode différentielle (méthode employée au laboratoire physicochimique du DTA). Le calcul est fait avec les valeurs déterminées des taux de protéines, de lipides, des cendres et d'humidité. La formule utilisée est la suivante :

$$\%Glucides\ totaux/MS = 100 - [\%C/MS + \%P/MS + \%L/MS]$$

% P / MS = Pourcentage de protéines par rapport à la matière sèche

% L / MS = Pourcentage de lipides par rapport à la matière sèche

%C / MS = Pourcentage de cendres par rapport à la matière sèche

II.2.3.6.Calcul de la valeur énergétique (Kcal / 100g)

Les valeurs de l'énergie métabolisable ont été calculées en multipliant le taux de protéines par 4 (cal/g), celui des lipides par 9 (cal/g) et celui des glucides totaux par 4 cal/g.

II.2.3.7. Détermination des teneurs en éléments minéraux

Les éléments minéraux (Phophore ; Calcium ; Fer ; Zinc ; Magnésium ; Manganèse) ont été analysés au Bureau National des Sols (BUNASOL)

II.2.4.Méthodes d'analyses microbiologiques

II.2.4.1. Les milieux de culture

Le milieu de culture Plate Count Agar (PCA) a été préparé selon la norme **ISO-4833, mai 2003** : 23,5g de PCA sont dilués dans 1L d'eau distillée puis le mélange est porté à ébullition. Le pH de la solution obtenue est ajusté (à pH=7±2) puis la solution est stérilisée à l'autoclave (121°C) pendant 15mn. Après autoclavage la solution est refroidie dans un bain-marie (45 - 47°C).

Le milieu de culture gélose Lactosée Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre (VRBL), a été préparé suivant la norme **ISO-4832, juillet 1992** : 39,5g de VRB-agar est dilué dans 1L d'eau distillée stérile. La solution est homogénéisée et portée à ébullition, puis le pH ajusté à 7,4±0,2. Le milieu préparé est gardé dans un bain- marie (45 - 47°C).

Le milieu Sabouraud (Sab) a été préparé suivant la norme **ISO-7954, août 1988** :11,25g de Sabouraud ont été introduits dans un flacon contenant 250ml d'eau distillée puis chauffé au bain marie bouillant jusqu'à dissolution complète. Dès lors, le pH est ajusté à 5,5 ± 0,2 et le mélange stérilisé à 121°C pendant 15 minutes. Un antibiotique (gentamicine 160mg par litre de solution) est ajouté à la solution puis maintenu en surfusion à 45°C dans un bain- marie.

II.2.4.2. Le diluant

Le diluant est préparé, en diluant 9,5g de la poudre (eau peptonée tamponnée) dans 1L d'eau distillée. La solution est homogénéisée et le pH ajusté à 7±0,2. Ensuite 9mL de la solution est répartie dans des tubes. 100ml de solution sont répartis dans les flacons servant à la réparation des solutions mères. Les tubes et les flacons sont stérilisés à l'autoclave (121°C) pendant 15mn. Les tubes et les flacons sont retirés et refroidis avant utilisation.

II.2.4.3. Numération ou dénombrement des germes

Le dénombrement des microorganismes a été fait uniquement sur milieu solide.

II.2.4.4. Préparation des solutions mères et dilutions décimales

La suspension mère a été préparée en pesant 10 g d'échantillon dans un sachet stomacher stérile dans lequel on ajoute 90 ml d'eau peptonée stérile. L'ensemble est passé au stomacher pendant 2 minutes. A partir de cette suspension mère une série de dilutions décimales successives est réalisée : 1 ml de solution est prélevé à l'aide d'une micropipette et introduit dans un tube contenant 9 ml de diluant (eau peptonée stérile) à la température ambiante. 1 ml de ce mélange est de nouveau prélevé de cette dernière solution et introduit dans le tube suivant contenant la même quantité d'eau peptonée. La dilution est ainsi faite jusqu'à la plus forte dilution désirée.

II.2.4.5. Les ensemencements

L'ensemencement a été fait suivant la méthode de l'inoculation en masse.1 ml de chaque dilution est introduit dans une boîte de Pétri stérile dans laquelle on ajoute le milieu de culture en surfusion à la température du bain- marie (45 - 47°C). Les boîtes de pétri sont ensuite homogénéisées. Les boîtes sont laissées à solidifier sur la paillasse avant l'incubation à l'étuve. Toute la manipulation a été effectuée autour d'une flamme et sur une paillasse préalablement bien nettoyée à l'alcool 65% afin d'éviter toute contamination.

II.2.4.6. Incubation, lecture et expression des résultats

L'incubation, la lecture ainsi que le calcul du nombre de germes ont été faits suivant les normes en vigueur pour chaque type de microorganisme.

II.2.4.6.1 La flore totale

La numération de la flore totale (Flore aérobie mésophile) a été effectuée selon la norme internationale ISO 4833, Mai 2003. L'ensemencement a été fait sur le milieu «gélose Plate Count Agar (PCA)» et les boîtes ont été incubées à l'étuve réglée à 30°C pendant 72 h ± 3 h.Les colonies ont été comptées après chaque 24h et totalisées au bout de la période d'incubation. Les boîtes de pétri contenant moins de 300 colonies ont été retenues pour le calcul du nombre ''N'' de micro-organismes présents dans l'échantillon. Le calcul a été fait en utilisant les colonies de deux dilutions successives à l'aide de la formule ci-dessous :

$$N = \frac{\Sigma C}{(n1 + 0{,}1n2) \times d}$$

N = Nombre de micro-organismes par gramme de produit, exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10^x (où x est la puissance appropriée de 10).

ΣC: Somme des colonies comptées sur les boîtes retenues des deux dilutions successives

n1: Nombre de boites retenues à la première dilution

n2: Nombre de boites retenues à la deuxième dilution

d: facteur de dilution correspondant à la faible dilution (la 1ère)

II.2.4.6.2.Les coliformes totaux et fécaux

Les coliformes totaux ont été dénombrés selon la norme internationale ISO-4832, Février 2006. L'ensemencement a été fait sur le milieu «gélose Biliée au cristal Violet et au Rouge neutre (agar VRBL). Les boîtes ont été incubées respectivement à 37 °C et à 44°C à l'étuve pour les coliformes totaux et fécaux pendant 24 h ± 2 h. Les colonies caractéristiques, pour chaque indice microbiologique, ont été comptées après la période d'incubation.

Pour le calcul du nombre ''N'' de microorganismes par gramme d'échantillon, la même formule que pour la flore aérobie a été utilisée.

Dans le cas où il n'y a aucune colonie caractéristique sur les boîtes au niveau de la suspension mère, on exprime les résultats comme suit:

N = moins de 10 Coliformes /g d'échantillon.

II.2.4.6.3. Les levures et moisissures

La norme internationale ISO-7954, Août 1988 a été utilisée pour le dénombrement des levures et moisissures. L'ensemencement a été réalisé sur le milieu Gélose de Sabouraud (la gélose glucosée à l'extrait de levure et au chloramphénicol). Les boîtes ont été incubées à 25°C à l'étuve pendant 5 jours et les colonies ont été comptées après chaque 24h. Au bout de la durée d'incubation le nombre total de colonies a été calculé.

Le nombre N de microorganismes par gramme d'échantillon a été déterminé en utilisant l'expression précédente.

Dans les cas où il n'y a aucune colonie sur les boîtes au niveau de la suspension mère, on exprime les résultats comme suit :

N = moins de 10 levures et moisissures/ g d'échantillon

II.3.Traitements des données

Les résultats biochimiques(taux d'humidité, taux des cendres, des lipides et des protéines) ont été exprimés en valeurs moyennes pourdeuxmesures± l'écart type.

L'analyse des données des tests de dégustation a été faite à l'aide des tests statistiques fréquentiels_suivant chaque épreuve. Les données du test de préférence par comparaison par paires ont été analysées par le test statistique unilatéral. L'analyse des résultats du test hédonique a été faite avec le test statistique ANNOVA. Les descripteurs ont été convertis en notation numérique. Les chiffres 1, 2, 3, 4, et 5 correspondent respectivement à très désagréable, désagréable, ni agréable-ni désagréable, agréable et très agréable. Pour le profil sensoriel, les résultats ont été interprétés en l'état qualitativement.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. TECHNOLOGIE DE SECHAGE DE L'OIGNON

I.1. Séchage de l'oignon sans prétraitement

L'oignon séché en forme lamelle ou râpée a été produit selon les étapes des diagrammes ci-dessous (Figure 1).

Réception de la matière première (bulbes d'oignon)

Les bulbes d'oignon sont réceptionnés et stockés à l'atelier du DTA. Le stockage s'est fait à la température ambiante en étalant les bulbes d'oignon dans une salle bien aérée.

Triage

Il consiste à enlever tous les bulbes défectueux ou pourris. Pendant cette opération il est possible de perdre jusqu'à 10% de la matière première.

Epluchage

L'épluchage est manuel et s'effectue à l'aide de couteaux (en acier ou en inox). Pendant cette opération les deux bouts de l'oignon sont éliminés ainsi que la partie superficielle (écailles séchés) du bulbe.

Lavage

Le lavage des bulbes s'effectue dans des bassines avec de l'eau propre et permet d'éliminer les impuretés restées sur le bulbe ou apportés pendant l'épluchage. Après lavage, les bulbes sont égouttés pendant quelques minutes.

Découpage/Râpage

Après lavage, les bulbes d'oignon sont découpés manuellement en fines tranches à l'aide d'un couteau en inox. Il faut noter que les oignons peuvent également être découpés en rondelle pour le séchage. Mais dans cette étude la forme lamelle a été retenue. Une partie des bulbes a également été râpée de façon grossière à l'aide d'une râpeuse de cuisine.

Séchage

Le séchage de l'oignon a été effectué à l'aide d'un séchoir à gaz de type ATTESTA (annexe 4). Il comprend deux opérations dont la mise des échantillons sur les claies et le séchage proprement dit :

- La mise des échantillons sur les claies : Les claies sont d'abord nettoyées et désinfectées à l'eau additionnée d'eau de javel pour éliminer toute trace de contamination. Ensuite les échantillons sont disposés sur les claies en couche régulière, aérée et homogène.
- Le séchage : Le séchoir est préchauffé à la température de séchage du produit (ici 60°C) avant la mise en place des claies. Les claies sont disposées dans le séchoir selon les prescriptions d'utilisation du séchoir : préchauffage, orientation, température, circulation de l'air…etc.

Les tranches d'oignons sont bien séchées après 9 à 10 h à la température de 60°C. A chaque 2h, on change la position des claies et à chaque 5h on change la disposition des claies.

Après le séchage, les claies sont retirées du séchoir et laissées à l'air libre jusqu'à refroidissement. Le séchage a duré en moyenne 9 à 10h ; à la fin du séchage un taux d'extrait sec(ES) de l'oignon variant de 15 à 18,5% a été obtenu.

Conditionnement

Le conditionnement est réalisé le plus rapidement possible et vise à préserver l'oignon séché d'une reprise d'eau, des contaminations et des détériorations possibles dues à la lumière ou à l'oxygène. Il faut donc choisir le matériau le plus adapté qui puisse préserver la qualité du produit fini mais aussi tenir compte de la disponibilité des emballages dans le pays et de leur coût. Dans notre étude les sachets vitrés en polyéthylène ont été utilisés.

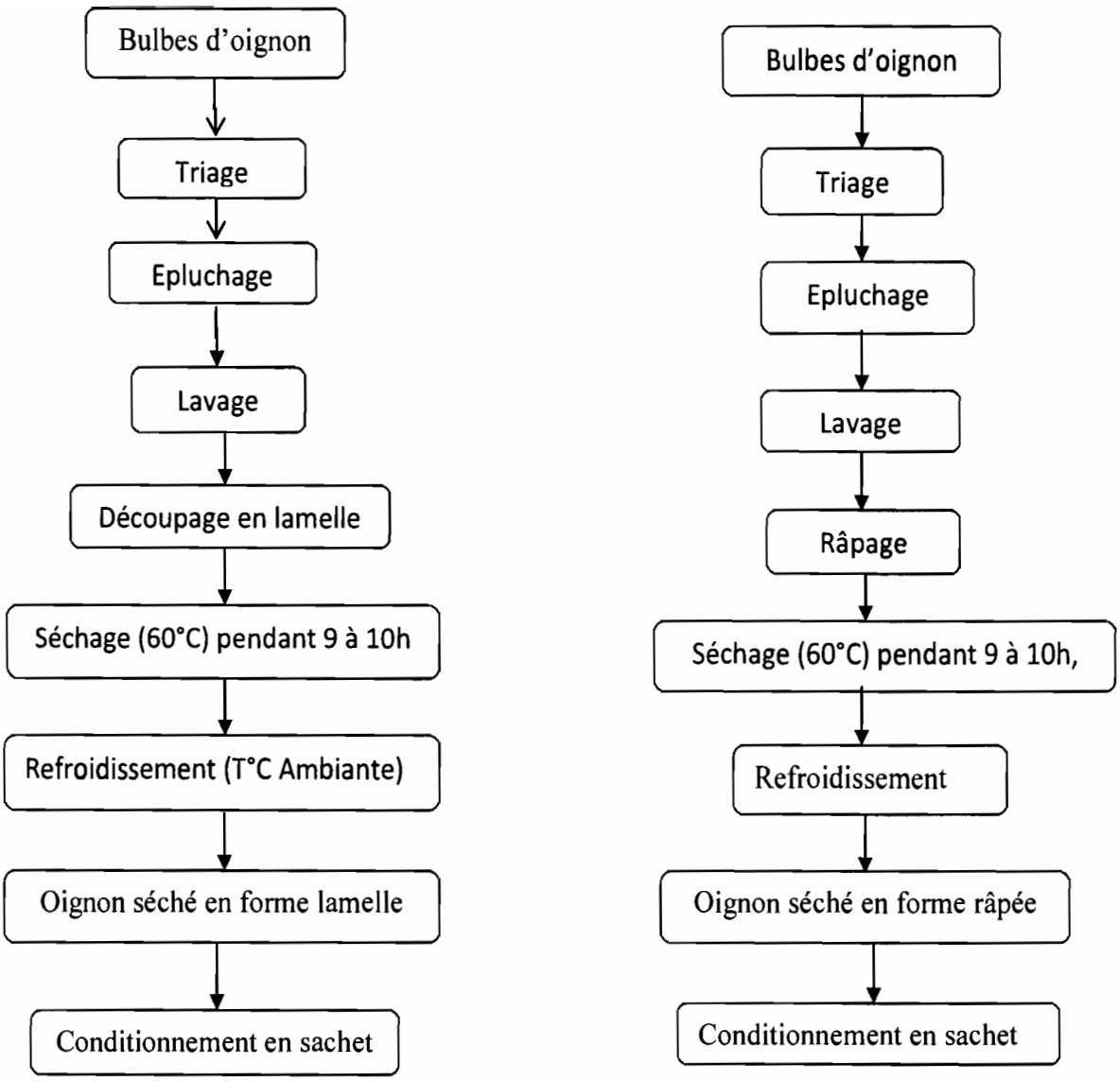


Figure 1: Diagrammes de fabrication de l'oignon séché sans prétraitement (forme lamelle et forme râpée)

I.2. Séchage de l'oignon avec prétraitement

Le séchage de l'oignon avec prétraitement suit le même procédé que celui sans prétraitement (figure 2). La seule différence est que pour le séchage avec prétraitement, après le découpage, l'oignon est trempé dans une solution de NaCl (10% et 5%) pendant 10mn (photo 4). Le trempage à l'eau salée permettrait de prolonger la durée de conservation, de mieux conserver la couleur de l'oignon qui a tendance à brunir lors du séchage et de réduire le temps de séchage (Ndiedieng, Nguelor, 1992) (Photo 5).

Après le trempage, les tranches d'oignon sont essorées à l'aide de passoirs pendant environ 15 mn avant d'être séchées.

Quant à la forme râpée, elle a été mélangée avec du sel en poudre à une concentration finale de 5% pendant 10 mn avant d'être séchée (photo 6 et 7).

Photo 4: oignon lamellé trempé dans une solution NaCl
(Source : Photos GO, 2013)

Photo 5: oignon lamellé séché
(Source : Photos GO, 2013)

Photo 7: Oignon râpé conditionné
(Source : Photos GO, 2013)

Photo 6: Oignon râpé étalé au séchoir
(Source : Photos GO, 2013)

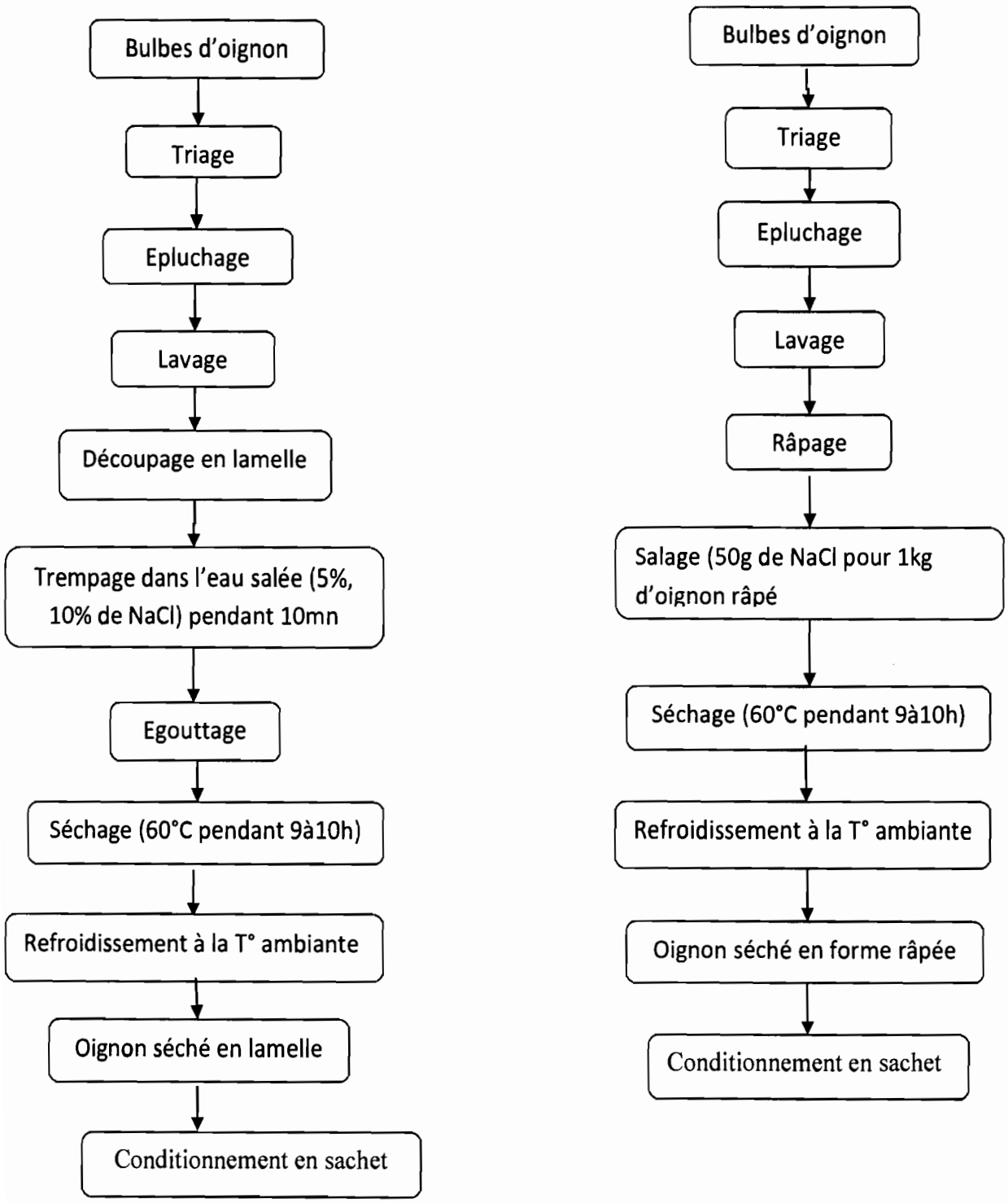


Figure 2: Diagramme de fabrication de l'oignon séché avec prétraitement (forme lamelle et forme râpée)

L'oignon séché sera utilisé comme condiment pour relever le gout des sauces qui accompagne les plats et comme substitut de l'oignon frais. On peut soit le rendre en poudre pour l'utiliser directement dans les sauces ou le tremper dans de l'eau pendant quelques minutes avant de l'utiliser.

I.3. Formulation de condiments assaisonnés à base d'oignon séché

Afin de diversifier les formes d'utilisation de l'oignon séché et d'améliorer sa qualité nutritionnelle et organoleptique, plusieurs ingrédients : ail, persil, céleri, poivron, grains de poivre, grains de "féfé", ont été utilisés pour produire des condiments assaisonnés à base d'oignon séché. A l'exception des grains de poivre et de "féfé", les autres épices utilisés (photos 8, 9, 10, 11) pour la formulation des condiments ont été payés à l'état frais. Chaque ingrédient a été préparé séparément pour la formulation des condiments. Pour ce faire, l'ail, le poivron, le persil et le céleri ont été lavés, hachés ou découpés avant d'être séchés (à l'aide du séchoir ATTESTA) et broyés pour obtenir de la poudre. La poudre est ensuite tamisée avant d'être pesée. Les grains de poivre et de "féfé" ont eu été broyés directement et tamisés. Au total trois types de condiments ont été mis au point, différents par la nature de l'oignon utilisé. La première formulation a été faite à base d'oignon séché sans prétraitement, la seconde avec de l'oignon prétraité avec 5% de sel et la troisième à base d'oignon prétraité à 10% de sel.

Les différents pourcentages utilisés pour les formulations étaient de : 50% d'oignon, 20% de poivron, 10% de l'ail, 5% de persil, 5% de céleri, 5% de grains de poivre et 5% de grains de "féfé". Ces différents pourcentages d'épices en poudre ont été mélangés et homogénéisés avant d'être conditionnées dans des sachets transparents (photo 12).

Photo 9: Persil frais en essorage
Source : Photos GO, 2013

Photo 8: Poivron découpé sans pépin
Source : Photos GO, 2013

Photo 11: Ail haché séché Source : Photos GO, 2013

Photo 10: Céleri étalé sur la claie du séchoir Source : Photos GO, 2013

Photo 12: Condiment conditionné Source : Photos GO, 2013

Les condiments mis au point seront utilisés comme des assaisonnements pour rehausser le goût des mets.

II. Caractéristiques organoleptiques des condiments

II.1. Profil sensoriel des échantillons

L'établissement des profils sensoriels a donné les résultats consignés dans le tableau VII :

Tableau VII: profil sensoriel des échantillons d'oignon

Echantillons	Couleur	Arome	Texture	Sensation de bouche
CN	Acceptable (90%)	Bon (45,5%)	Hétérogène (90,9%)	Agréable (54,5%)
CSC	Acceptable (90%)	Bon (45,5%)	Hétérogène (54,5%)	Agréable (63,6%)
CSD	Acceptable (54,5%)	Bon (54,5%)	Hétérogène (63,6%)	Agréable (45,5%)

CN : condiment à base d'oignon nature
CSC : condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5%
CSD : condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10%

Des données du tableau, on retient les résultats suivants :

La couleur est acceptable pour tous les échantillons avec cependant quelques écarts ; elle a été reconnue acceptable par 90% du panel pour l'échantillon CN et pour l'échantillon CSC ; 54,5% du panel ont trouvé que la couleur de l'échantillon CSD est acceptable.

Le panel de dégustation a reconnu un bon arôme pour tous les échantillons : 45,5% pour les échantillons CN et CSC et 54,5% pour l'échantillon CSD

Tous les échantillons ont été jugés hétérogènes à 90% du panel pour l'échantillon CN, 54,5% pour l'échantillon CSC et 63,6% pour l'échantillon CSD. L'hétérogénéité serait dû au fait que le condiment est issus de six épices de couleurs et d'aspects différents.

La sensation de bouche est agréable pour tous les échantillons avec 54,5% du panel pour l'échantillon CN, 63,6% du panel pour l'échantillon CSC et 45,5% pour l'échantillon CSD. De ces observations, on déduit les profils suivants pour les échantillons testés :

- Echantillon CN : couleur acceptable, un bon arôme, une texture hétérogène et une sensation de bouche agréable.
- Echantillon CSC : couleur acceptable, un bon arôme, une texture hétérogène et une sensation de bouche agréable.
- Echantillon CSD : couleur acceptable, un bon arôme, une texture hétérogène et une sensation de bouche agréable.

II.1.1. Acceptabilité des échantillons

L'évaluation de l'acceptabilité des trois échantillons a donnéles résultats présentés par la figure 3.

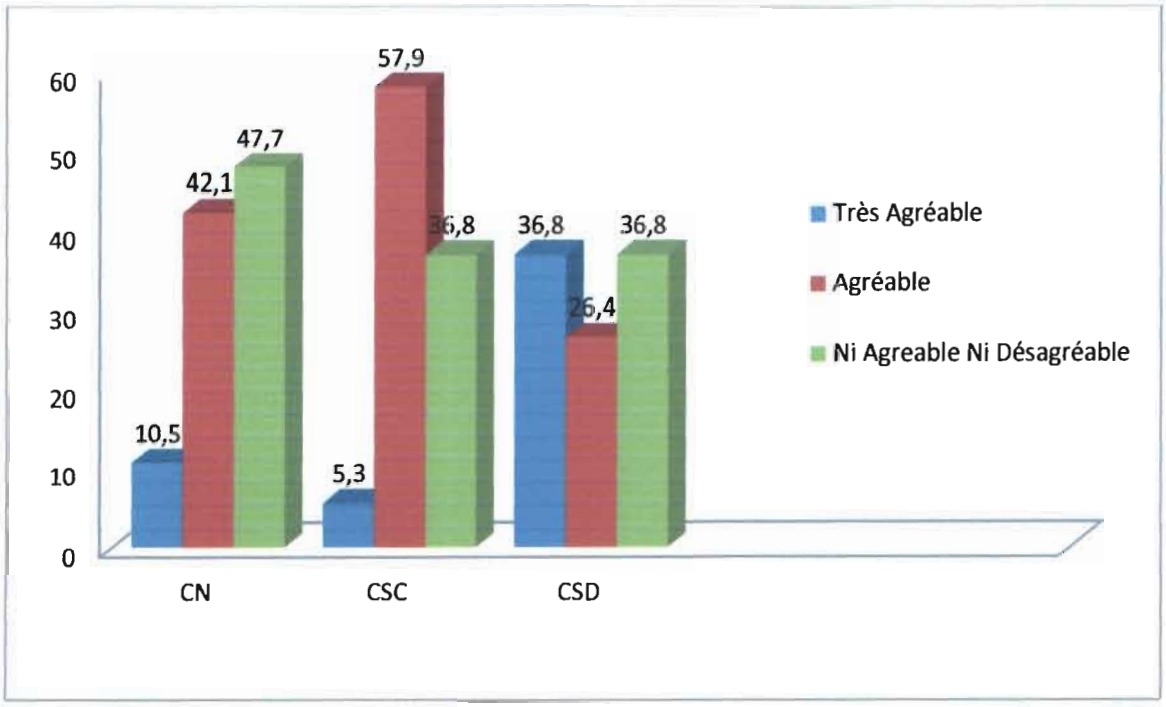


Figure 3: Résultats de l'acceptabilité des condiments à base d'oignon séché.

Les résultats montrent que :

- 47,4% du panel trouve que l'échantillon CN a un goût qui n'est ni agréable ni désagréable ; cependant 42,1% lui donnent un goût agréable et 10,5% un goût très agréable ;
- l'échantillon CSC a été jugé de goût agréable à 57,9% et très agréable par 5,3% du panel ;
- l'échantillon CSD a été jugé de goût très agréable par 36,8% du panel, agréable par 26,4% du panel ; 36,8% du panel l'ont jugé ni agréable ni désagréable.

De ces résultats, il ressort les conclusions suivantes pour l'acceptabilité des échantillons :

- l'échantillon CN est acceptable pour 52,6% du panel qui l'a jugé de goût agréable et très agréable ;
- l'échantillon CSC est acceptable pour 63,2% du panel qui l'a jugé de goût agréable et très agréable ;

- l'échantillon CSD est acceptable pour 63,2% du panel qui l'a jugé de goût agréable et très agréable.

III. CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DES ECHANTILLONS

Dans le tableau VIII sont consignés les résultats de la composition physicochimique des matières premières et des produits finis.

Tableau VIII:Composition physicochimique de l'oignon (frais et séché) et des condiments (pour 100g de matière)

Echantillon	E_0	E_1	E_2	E_3	E_6	E_7	PN	PT	VLTN	VLTT	VLRN	VLRT	CSD	CSC
Humidité (%)	87,66	8,36	8,20	7,92	8,52	8,14	8,60	8,23	9,01	8,43	9,24	8,57	9,63	9,55
Cendres (%)	0,64	2,96	10,44	13,81	31,31	3,09	3,40	17,57	3,46	22,89	3,11	20,13	13,27	10,30
Protéines (%)	1,5	6,54	6,50	6,14	3,58	7,78	7,88	4,79	7,87	3,56	7,86	4,04	5,76	6,88
Sucres réducteurs (%)	3,47 ±0,02	34,77 ±0,01	27,55 ±0,05	35,17 ±0,02	27,42 ±0,08	39,37 ±0,00	25,28 ±0,02	24,84 ±0,01	34,59 ±0,00	30,41 ±0,02	31,73 ±0,00	36,98 ±0,02	22,20 ±0,00	22,65 ±0,01
Sucres totaux (%)	5,87 ±0,01	49,49 ±0,01	46,64 ±0,00	45,92 ±0,01	36,88 ±0,00	49,56 ±0,01	48,24 ±0,00	47,36 ±0,02	50,32 0,08	40,28 ±0,04	51,71 ±0,01	49,43 ±0,01	48,71 ±0,01	48,57 ±0,01
matière grasse (%)	0,1	0,61	0,59	0,57	0,77	0,61	0,76	0,62	0,72	0,52	0,73	0,51	0,56	0,58
Energie (kcal/100g)	30,38	229,61	217,87	213,37	168,77	234,85	231,32	214,18	239,24	180,04	244,85	218,47	222,92	227,02

E_2 : oignon lamellé séché prétraité avec du sel 5%
E_3 : oignon lamellé séché prétraité avec du sel 10%
E_6 : oignon râpé séché prétraité dans une solution de NaCl 5%
E_7 : oignon râpé séché nature
PN : Préma nature séché en lamelle
PT : Préma lamellé séché prétraité dans une solution de NaCl5%
VLTN : Variété locale de Tenado nature séché en lamelle
VLTT : Variété locale de Tenado lamellée prétraité dans une solution de NaCl 5%
VLRN : Variété locale de Réo nature séché en lamelle
VLRT : Variété locale de Réo lamellée prétraité dans une solution de NaCl 5%
CSD :Condiment à base d'oignon prétraité dans une solution de NaCl10%
CSC : Condiment à base d'oignon prétraité dans une solution de NaCl5%
E_0 : oignon frais **E_1** : oignon nature séché en lamelle

III.1. La teneur en eau

L'oignon frais a une teneur en eau de 87,66% .Cependant la teneur en eau del'oignon nature séché est de l'ordre de 8,36% à 9,24% et 7,92% à 8,52% pour les oignons séchés préalablement prétraités avec du sel. Le prétraitement a donc un effet sur le séchage de l'oignon ; l'oignon prétraité a un taux d'humidité faible par rapport à l'oignon nature séché. Ces teneurs sont un peu supérieures à celle rapportée par GRET (1995) qui est de 4% pour l'oignon séché. Mais ces valeurs concordent avec celles présentées par BA *et al.*(1987) qui sont de l'ordre de 7,4 à 11,2%.

Les valeurs élevées de la teneur en eau des oignons séchés sont certainement dues aux conditions climatiques de la période de séchage des oignons (juillet-août où l'humidité de l'air est assez élevée).

Néanmoins la teneur en eau de ces produits est inférieure à la valeur limite (11,7%) recommandée par la norme du Codex Stan 176 (FAO, 1970) pour les légumes séchés.

La teneur en eau des condiments (9,55% et 9, 63%) concorde également avec les valeurs recommandées par la norme du Codex Stan 176 (FAO, 1970).

En somme, la teneur en eau obtenue pour les oignons séchés et les condiments est favorable pour une bonne conservation des produits. En effet une faible teneur en eau représente un facteur inhibiteur pour le développement des microorganismes.

III.2. Le taux de cendres

La teneur en cendres de l'oignon nature séché en lamelle est de 2,96% ; pour la forme rappée elle est de 3,09%. Celle de l'oignon (forme lamellée) prétraité avec du sel 5% est de 10,44%, l'oignon prétraité avec du sel 10% à une teneur en cendre de 13,81% et la forme râpée prétraitée avec du sel 5% à une teneur en cendres de 31,31%. Ces valeurs révèlent l'impact du prétraitement sur la teneur en cendres des oignons séchés, elles ont presque triplées après le prétraitement. En effet le NaCl utilisé pour prétraitement est constitué en grande partie de sels minéraux.

Le taux de cendres obtenu au niveau des condiments est de 10,30% pour le condiment à base d'oignon prétraité à 5% et 13,27% pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10%. Ces valeurs sont presque égales aux valeurs des oignons utilisés pour leur formulation. Egalement la teneur en cendres des autres variétés d'oignons (le Préma et les

variétés locales de REO et de TENADO) sont du même ordre que pour le violet de Galmi, c'est à dire aux environs de 3% pour la forme nature et 10% pour la forme prétraitée.

III.3. Le taux de protéines

La teneur en protéines de l'oignon frais est de 1.5%.L'oignon nature séché a une teneur en protéines de 6,84%. Celles obtenues pour les oignons prétraités sont dans les mêmes ordres 6,50% et 6,14%. Cependant la teneur en protéines de l'oignon râpé prétraité est de 3,58%, cette faible teneur pourrait s'expliquer par une perte de protéines pendant le râpage de l'oignon. Les teneurs en protéines trouvées pour d'autres variétés d'oignon étaient légèrement supérieures à celles du Violet de Galmi. En effet, des taux de 7,88% ; 7,87% et 7,86% ont été obtenus pour la variété Préma, la variété locale de Tenado et la variété locale de Réo respectivement.

La teneur en protéines des condiments était de 6,76% et 6,68%. Ces valeurs sont du même ordre que la teneur en protéinesdes oignons prétraités utilisés pour leur formulation. En calculant la proportion de protéine en fonction du poids de l'oignon frais, on remarque que le taux de protéine n'a pas changé. Le séchage n'a donc pas eu d'effet sur la teneur en protéines.

III.4. Le taux de matières grasses

L'oignon nature séché contient 0,61% de matières grasses. L'oignon prétraité avec du sel 5% en contient 0,59%, quant à l'oignon prétraité avec du sel 10% on a 0,57% de matières grasses tandis que l'oignon râpé en contient 0,77%. Le prétraitement de l'oignon avant le séchage n'a donc pas d'effet sur la teneur en matières grasses.

Les taux de matières grasses des autres variétés d'oignon sont de : 0,76% pour le Préma ; 0,72% pour la variété locale de TENADO et 0,73% pour la variété locale de REO. Ces valeurs sont du même ordre que la valeur du Violet de Galmi. Les différentes variétés d'oignons ont presque la même teneur en matières grasses. Ces valeurs sont également proches de la teneur en matière grasse de l'oignon déshydraté proposé dans le «Guide des Aliments», cette valeur est de 0,46%.

Le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel à 5%(CSC) a un taux de matières grasses de 0,56% ; celui à base d'oignon prétraité avec du sel 10% en contient 0, 58%. Ces valeurs correspondent aux taux de matières grasses des oignons prétraités séchés.

III.5. La teneur en glucides totaux

La teneur en glucides totaux de l'oignon frais était de 5,87%. L'oignon nature séché contient 49,49% de matières glucidiques. L'oignon prétraité avec du sel 5% contient 46,64% tandis que l'oignon prétraité avec du sel 10% en contient 45,92%.Peut-être il y a eu une perte de glucide dans la solution de NaCl pendant le trempage. Cette hypothèse est plus perceptible lorsque nous analysons la teneur en glucide de l'oignon râpéprétraité (36,88%).En effet pendant le râpage nous perdons plus de jus qui serai peut être riche en glucide.

Pour les autres variétés d'oignon nous avons 48,24% de glucide pour le Préma nature 47,36% quand il est prétraité avec du sel 5%, nous avons 50,32% de glucide pour la variété locale de TENADO nature on a obtenu 40,28% pour la forme prétraité de cette variété. Quant à la variété locale de REO, 51,71% de glucide totaux pour la forme nature et 49,43% de matière glucidique pour la forme prétraité.

Quant aux condiments formulés on a 48,71% de glucides totaux pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10% et 48,57% pour celui prétraité avec du sel 5%.

III.6. Les éléments minéraux

Les éléments minéraux ont été analysés au Bureau National des Sols **(BUNASOL)**et les résultats obtenus sont consignés dans le tableauIX.

Tableau IX:Composition en élément minéraux de l'oignon (frais et sec) et des condiments (pour 100g de matière)

Minéraux	Code des Echantillons											
	E1	E2	E3	E6	E7	VLR	VLT	P	VG	CSC	CSD	CN
Manganèse total (Mn) mg/Kg	19,47	19,34	14,85	13,67	13,86	25,88	17,17	20,47	17,83	41,16	35,64	26,41
Phosphore total (P) mg/Kg	2550	2170	1660	1600	2250	450	420	390	330	450	570	630
Fer (F) mg/Kg	57,9	57,23	40,12	65,93	41,89	45,65	51,42	54,20	62,32	117,55	110,35	106,88
Calcium total (Ca) mg/Kg	2420	1000	1240	1760	3530	3000	2600	2030	2590	3240	2930	2680
Magnesium total (Mg) mg/Kg	650	410	330	490	630	680	660	810	1080	1560	1480	1350
Zinc total (Zn) mg/Kg	17,9	15,74	14,09	16,45	17,17	23,53	18,97	19,76	24,01	19,59	18,97	18,89

E_1 : oignon nature séché en lamelle
E_2 : oignon lamellé séché prétraité avec une solution de NaCl 5%
E_3 : oignon lamellé séché prétraité avec une solution de NaCl10%
E_6 : oignon râpé séché prétraité avec une solution de NaCl5%
E_7 : oignon râpé séché nature
P : Préma frais
VLT : Variété locale de Tenado frais
VLR : Variété locale de Réo frais
CSD : Condiment à base d'oignon prétraité avec une solution de NaCl10%
CSC : Condiment à base d'oignon prétraité avec une solution de NaCl5%
CN : Condiment à base d'oignon nature
VG : Violet de Galmi frais

III. 2. 1. Teneur en Zinc

Dans le tableau IX nous percevons les valeurs de la teneur en zinc des différentes formes d'oignon séché allant de 14,09mg/kg pour la forme prétraitée avec du sel 10% à 17,90mg/kg pour la forme lamellée nature. Pour les différentes variétés d'oignon nous avons 18,97mg/kg pour la variété locale de Tenado, 23,53 mg/kg pour la variété locale de Réo, 19,76mg/kg pour le Préma et 24,01mg/kg pour le Violet de Galmi. Les condiments ont des teneurs en zinc sensiblement égale : 19,59 mg/kg pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5%, 18,97mg/kg pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10%, et 18,89mg/kg pour celui à base d'oignon nature. Nous remarquons que les oignons prétraités ont une teneur en zinc sensiblement faible par rapport aux oignons natures séchés. Le taux un peu élevé en zinc des condiments serait dû aux apports en zinc des épices incorporés.

III. 2. 2. Teneur en Fer

La teneur en fer des différentes formes d'oignons séchés varie de 40,12 mg/kg pour l'oignon prétraité avec du sel 10% à 65,93 mg/kg pour l'oignon râpé prétraité avec du sel 5%. Cependant, il est à noter que l'oignon prétraité avec du sel 5% et la forme nature ont des teneurs en sel sensiblement égale (57,90 mg/kg pour l'oignon nature et 57,23mg/kg pour l'oignon prétraité avec du sel 5%).

Quant aux différentes variétés d'oignon, la teneur en fer varie de 45,65mg/kg pour la variété locale de Réo à 62,32mg/kg pour le Violet de Galmi. La variété locale de Tenado et le Préma ont respectivement une teneur en fer de 51,42mg/kg et 54,20mg/kg.

Le teneur en fer des différents condiments est de 117,55mg/kg pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5% 110,35mg/kg pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10% et 106,88mg/kg pour celui à base d'oignon nature.

Les condiments ont une teneur en fer élevée par rapport aux oignons ; cela s'explique par un apport important en fer par les épices incorporés.

III.2. 3. Teneur en Calcium

La teneur en calcium des oignons prétraités varie de 1000mg/kg pour la forme lamellée prétraitée avec 5% de NaCl à 1760mg/kg pour la forme râpée prétraitée avec 5% de NaCl. Cependant les formes natures ont un taux en calcium variant de 2420mg/kg pour la forme lamellée nature à 3530mg/kg pour la forme nature râpé. Nous remarquons que la teneur en

calcium de la forme nature est sensiblement élevée par rapport à la forme prétraitée. Cela pourrait s'expliquer par une perte de calcium dans la solution de prétraitement.

En comparant la teneur en calcium des différentes variétés d'oignons nous remarquons que les valeurs sont presque égales. Le taux en calcium des condiments est sensiblement supérieur à celui des oignons prétraités séchés ; cela s'explique par un apport considérable en calcium par les épices incorporés.

III.2. 4. Teneur en Phosphore

Après analyse du tableau IX nous observations une variabilité de la teneur en phosphore des échantillons d'oignons séchés avec des valeurs allant de 330 à 2550mg/kg. Cette variabilité est peut être due à la différence de lot d'oignon utilisé pour la production ; ce qui pourrait influencer la composition nutritionnelle de l'oignon car les différents lots d'oignon utilisés pour la production sont souvent de localités différents.

III.2.5. Teneur en Manganèse

La teneur en manganèse des oignons est de 19,47 mg/kg pour le naturel séché ; 19,34 mg/kg pour l'oignon prétraité avec 5% de sel; 14,85 mg/kg pour l'oignon prétraité avec du sel 10% ; 13,67 mg/kg pour la forme râpée prétraitée ; 13,86 mg/kg pour la forme râpée nature. Quant aux différentes variétés d'oignon la teneur en manganèse variait entre 17,17 mg/kg pour la variété locale de Tenado et 25,88 mg/kg pour la variété locale de Réo.

La teneur en manganèse des condiments est de 41,16 mg/kg pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 5% ; 35,64 mg/kg pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10% et 26,41 pour celui à base d'oignon nature. De ces analyses nous remarquons que le prétraitement avec du sel n'affecte pas la teneur en manganèse mais les épices incorporés ont certainement apporté une amélioration de la teneur en manganèse des condiments

III .2 .6. Teneur en Magnésium

La teneur en magnésium des différentes formes et des différentes variétés d'oignons séchés est sensiblement égale. Elle varie de 330 mg/kg pour l'oignon prétraité avec du sel 10% à 1080 mg/kg pour le violet de Galmi. Le taux de magnésium n'est donc pas influencé par le prétraitement avec la solution de NaCl.

Quant aux condiments formulés, ils ont une teneur en magnésium allant de 1350 mg/kg pour le condiment à base d'oignon nature à 1560 mg/kg pour le condiment à base

d'oignon prétraité avec du sel 5%. La supériorité de la teneur en magnésium des condiments serait peut-êtredue à un apport de magnésium par les épices incorporés.

IV. CARACTERISTIQUES MICROBIOLOGIQUES

Les résultats du dénombrement des microorganismes des échantillons sont consignés dans le tableau X.

Tableau X: caractéristiques microbiologiques des oignons séchés et des condiments assaisonnés (en UFC/g)

Germes dénombrés	Code des Echantillons												
	E1	E2	E3	E6	E7	PN	PT	VLTN	VLTT	VLRN	VLRT	CSC	CSD
Flore totale (UFC/g)	$1,2.10^4$	$6,6.10^3$	$2,1.10^3$	$6,6.10^2$	$6,3.10^4$	$1,1.10^4$	$9,9.10^2$	$1,6.10^3$	$5,6.10^2$	$1,6.10^3$	$3,5.10^2$	$1,1.10^6$	$1,5.10^6$
Coliformes totaux (UFC/g)	$6,5\ 10^1$	moins de 10	moins de 10	moins de 10	$7,6\ 10^2$	$9,7\ 10^1$	moins de 10	$2,3\ 10^2$	moins de 10	$5,4\ 10^1$	moins de 10	$5,2\ 10^3$	$5,5\ 10^3$
Levures et moisissures (UFC/g)	moins de 10	$2,7\ 10^2$	$3,8\ 10^2$	moins de 40	$2,0\ 10^3$	$8,2\ 10^1$	moins de 10	$1,4\ 10^2$	$5,4\ 10^1$	moins de 40	moins de 40	$2,5\ 10^2$	$5,7\ 10^2$

E_1 : oignon nature séché en lamelle
E_2 : oignon lamellé séché prétraité avec du sel 5%
E_3 : oignon lamellé séché prétraité avec du sel 10%
E_6 : oignon râpé séché prétraité avec du sel 5%
E_7 : oignon râpé séché nature
PN : Préma nature séché en lamelle
PT : Préma lamellé séché prétraité avec du sel 5%
VLTN : Variété locale de Tenado nature séché en lamelle
VLTT : Variété locale de Tenado lamellée prétraité avec du sel 5%
VLRN : Variété locale de Réo nature séché en lamelle
VLRT : Variété locale de Réo lamellée prétraité avec du sel 5%
CSD :Condiment à base d'oignon prétraité avec du sel 10%
CSC : Condiment à base d'oignon prétraité avec du sel

IV.1. La flore aérobie mésophile totale

La charge microbienne est de 1,2 10^4UFC/g pour l'oignon nature séché en lamelle, 6,6 10^3UFC/g pour l'oignon lamellé prétraité avec du sel à 5% et 2,1.10^3UFC/g pour la forme lamellée prétraitée dans une solution de NaCl à 10%. Quant à la forme râpée, une charge microbienne de 6,3.10^4UFC/g a été trouvée pour l'oignon nature râpé séché, et 6,6 10^2UFC/g pour l'oignon râpé séché prétraité dans une solution de NaCl 5%. Ces valeurs répondent aux normes de qualité des produits séchés (Norme Québec, 2009) qui sont de 5.10^5 UFC/g à 5.10^6 UFC/g.

De ces analyses, il ressort que le prétraitement de l'oignon avec le NaCl avant le séchage réduit de façon considérable la charge microbienne du produit. Cela s'explique par le fait que le milieu salé n'est pas favorable pour la survie de la plupart des microorganismes. En effet, le sel est très utilisé dans l'industrie agro-alimentaire pour la conservation de produits comme le poisson, les fruits et légumes. La charge microbienne du condiment à base d'oignon prétraité avec une solution de NaCl 5% était de 1,1 10^6UFC/g et celle du condiment à base d'oignon prétraité avec le sel à 10% de 1,5 10^6UFC/g. Cette forte charge microbienne est certainement due à une contamination par certains épices incorporés en particulier les grains de poivre et de "féfé". La forte charge microbienne des condiments serait peut-être causée par une contamination des échantillons pendant le broyage. En effet le broyage a été effectué manuellement à l'aide d'un mortier-pilon. Des analyses effectuées sur d'autres variétés d'oignon n'ont pas montré une différence significative vis-à-vis de la charge microbienne ni de l'effet du prétraitement sur le produit fini. Nous avons obtenu une charge microbienne de 1,1 10^4UFC/g pour le Préma nature, 9,9 10^2UFC/g pour le Préma traité, 1,6 10^3UFC/g pour la variété locale de Tenado nature, 5,6 10^2 UFC/g pour la variété locale de Tenado traité et 1,6 10^3 UFC/g pour la variété locale de Réo nature contre 3,5 10^2 UFC/g pour la forme traitée. Cependant de meilleurs résultats pouvaient être obtenus (moindre contamination) si l'opération de broyage était contrôlée.

IV.2. Les coliformes totaux

La charge en coliformes totaux des oignons natures séchés variait de l'ordre de 5,4 10^1 à 7,6 10^2UFC/g. Le faible taux en coliformes dans le produit fini serait certainement dû à l'effet du séchage sur les microorganismes et aux bonnes pratiques d'hygiène appliquées pendant la production. Quant aux oignons prétraités avec le NaCl avant le séchage, les

coliformes totaux sont presque inexistants (moins de 10 UFC/g) pour l'ensemble des échantillons. Le sel constitue donc un élément défavorable au développement des bactéries. Ce faible taux de micro-organismes confère aux oignons séchés une bonne qualité sanitaire et favorise ainsi une conservation à long terme s'ils sont conditionnés dans un emballage approprié.

Contrairement aux différentes formes d'oignons, les condiments présentent une charge microbienne en coliformes élevée, de l'ordre de 5.10^3 UFC/g. Cette contamination provient certainement des grains de poivre et féfé achetés sur la place des marchés et qui n'ont pas subi de traitement réduisant leur charge avant leur utilisation. Ces valeurs répondent cependant aux normes de qualité des épices séchés qui sont de l'ordre de 10^5 à 10^6UFC/g (Baumgart, 2011).

IV.3. Les levures et moisissures

L'oignon nature séché en lamelle présente une charge en levures et moisissures de l'ordre de moins de 10 UFC/g pour la forme râpée, elle est de 2.10^3 UFC/g. Celle de l'oignon séché prétraité avec du NaCl 5% est de l'ordre de 2,7 10^2 UFC/g et moins de 40 UFC/g pour la forme râpée. Pour le prétraitement avec du sel 10% la charge en levure et moisissure est de 3,8 10^2UFC/g. Les condiments assaisonnés ont une charge en levure et moisissures respectivement de l'ordre $2,510^2$ UFC/g pour le condiment à base d'oignon prétraité avec du NaCl 5% et 5,7 10^2 UFC/g pour celui à base d'oignon prétraité avec du NaCl 10%. Les normes de qualité en Levures et Moisissures des légumes séchés sont de l'ordre de 1.10^4UFC/g à 1.10^5UFC/g (CECMA, 2009) ; donc les produits finis répondent aux normes de qualité.

En somme nous remarquons que l'ensemble des échantillons aune faible charge en levures et moisissures. Cela serait dû au traitement thermique appliqué (le séchage) et au respect des règles de bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication. Les valeurs obtenues respectent la norme (10^2 UFC/g) fixée par le Règlement (CE) n° 2073/2005 de la commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires (légumes).

La conservation des produits alimentaires est favorisée par une charge microbienne réduite.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objectif de notre étude était de proposer une technologie améliorée de séchage de l'oignon et la valorisation de l'oignon séché par la formulation de condiments assaisonnés à base d'oignon et d'autres épices. Le séchage de l'oignon constitue en partie une solution au problème de conservation auquel les acteurs de la filière oignon sont confrontés. La technologie du séchage (température inférieure à 70°C), associé aux bonnes pratiques d'hygiène permettent la conservation de la qualité nutritionnelle du produit dont les vertus intéressent aussi bien les acteurs de l'Agro-alimentaire que ceux du domaine de la diététique et de la médecine.

Il ressort des résultats obtenus que l'ajout des épices que sont le poivron, l'ail, le persil, le céleri, le féfé et le poivre ait une influence positive sur l'amélioration de la qualité nutritionnelle et technologique de l'oignon séché.

L'analyse sensorielle réalisée a montré que les condiments ont des caractéristiques organoleptiques satisfaisantes. En effet, plus de la moitié du panel ont trouvé les condiments formulés acceptables, avec un gout agréable, des couleurs acceptables et un bon arôme.

La détermination de la composition chimique montre que le séchage fait à une température contrôlée n'a pas affecté les composants nutritionnels de l'oignon.

L'analyse microbiologique montre que les oignons séchés et les condiments ont un taux en coliformes inferieur ou égale à 5.5 10^3UFC/g ; la charge en levures et moisissures est inférieure ou égale à 2.0 10^2UFC/g. Ils renferment un taux faible de micro-organismes mésophiles. Ceci constitue un facteur de qualité des produits. Les oignons séchés et les condiments pourront donc se conserver pendant longtemps.

Ces travaux méritent d'être approfondis par :

- Des tests avec d'autres traitements tels que le blanchiment.
- L'étude la composition physico-chimique et microbiologique des épices à utiliser
- L'élargissement de la gamme des épices à incorporés ;
- L'étude la durée de conservation des oignons séchés et des condiments assaisonnés ;
- Détermination des emballages appropriés pour la conservation des oignons séchés et des condiments.

Références bibliographiques

Pr A. Elhakmaoui, 2008 *Cours de contrôle de qualité (analyses chimiques des produits alimentaires) MST (TACQ),* Université Hassan II Mohammadia FSTM. 66 pages

Alevtina BA et Collaborateur, Décembre 1987, *Note sur le séchage de l'oignon (convention SRFM/G.T.Z.)* Ministère de l'agriculture du Mali, section de recherches fruitières et maraichères, 10 pages

GRET, 1995, *Sécher des Produits Alimentaires, Procédés, Equipements*, 273 pages

Ministère de la santé du Luxembourg, Février 2011, *Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires ligne directrices pour l'interprétation.* P.21

Issaka Housseini, technicien Agro formateur, USAID-CLUSA-ARZIKI-ILLELA, Projet de sécurité Alimentaire ARZIKI, *Techniques de production, stockage et conservation des bulbes d'oignon pour améliorer les performances de la filière oignon.* 11pages

Simone van Vugt Ted Schrader Nina de RooAliouDaddyAbdoussalam Douma LaouliSalifou, 2010, *Les 25 Résolutions de Konni ! Rapport d'atelier «Eplucher l'oignon»,* 58pages.

Jérome BELEM, Albert ROUAMBA et Moussa SANON (INERA/OUAGADOUGOU) *La conservation de l'oignon bulbe*, Fiche Technique. 6 pages

Philippe Dudez (GRET) avec la collaboration André Thémelin et Max Reynes (CIRAD), 1996. *Le Séchage solaire à petit échelle des fruits et légumes.* Expérience et procédés. 157pages.

Diane Forest, Shawn Guay, Nathalie Coté, 2004 .*La conservation des aliments au fil du temps.* L'alimentation. 24 pages.

Anne Emmanuelle LE MINOUS, juillet 2004. *Réduction et substitution du sel dans les produits transformés.* 109 pages.

Buyse, 2002, *Du soleil dans votre assiette.* Le séchage des aliments, un procédé de santé. 7 pages.

Fleurance, Novembre 2011. *Cultive l'oignon de plein champ en agriculture biologique.* Monographie Oignon de Conservation, CTIFL. 8 pages.

Norme Quebec, CECMA, 2009. *Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire*. 59 pages.

Jérôme BELEM, Albert ROUAMBA, Moussa SANON, INERA, 2013. *La conservation de l'oignon* ; Fiche technique. 6 pages.

GRET, 1995, *Sécher des Produits_Alimentaires. Techniques, Procédés, Equipements*. 237 pages.

FAO, Octobre 2012. *Analyse des incitations et pénalisations pour l'oignon au Burkina Faso.* Suivi des politiques agricoles et alimentaires en Afrique. 42 pages.

Q.P. Van der Meer, 1986, *L'oignon*.57 pages.

Sites Web

http://www.pafasp.org/oignon consulté juillet 2013

http://www.afriquebio.com consulté Juillet 2013

http://www.santé.lefigaro.fr consulté 12 Aout 2013

www.wikipedia/oignon.org, consulté en Octobre 2013

www.guide-des-aliments.com consulté le 8 Janvier 2014

ANNEXES

Annexe 1 : FICHE D'EVALUATION : EPREUVE HEDONIQUE

PRODUIT : bouillon d'oignon

Date :.....

Nom / Prénoms :.....

Sexe : ☐Féminin ☐Masculin

Age : ☐ 15 -30 ☐ 30 – 40 ans ☐ Plus de 40 ans

Adresse/ Contact :.....

Instructions :

- Veuillez goûter les échantillons codés dans l'ordre indiqué
- Utilisez l'échelle ci-dessous pour donner votre opinion sur chacun des échantillons
- Cochez en face de l'expression qui vous paraît la plus appropriée pour apprécier le caractère agréable désagréable de chaque échantillon

ECHELLE	ECHNANTILLONS		
	.....	.....	.....
Très agréable.....	.....	.....	.....
Agréable.....	.....	.....	.....
Ni agréable- ni désagréable	.....	.....	.....
Désagréable.....	.....	.....	.....
Très désagréable.....	.....	.....	.....

Observations :.....
.....
.....
.....

Annexe 2 : FICHE D'EVALUATION : PROFIL SENSORIEL

Produit : Bouillon d'oignon

Date :……..

Nom/Prénom(s) :…….. **Sexe** :☐ Féminin ☐ Masculin

Age : ☐ 15-30 ans ☐ 30-40 ans ☐ plus de 40 ans

Adresse/Contact :……..

Instructions :

- Veuillez observer, sentir, observer les échantillons codés dans l'ordre indiqué ;
- Utiliser les descripteurs ci-dessous pour donner votre opinion sur chacun des échantillons ;
- Cochez en face du descripteur qui vous paraît le plus rapproché pour indiquer la couleur, l'arôme et la texture de chaque échantillon.

DESCRIPTIFS	**ECHANTILLONS**		
	…….	……	…….
Couleur			
Belle……	……..	……..	……
Acceptable……	…….	…….	…….
Médiocre……..	…….	…….	…….
Arôme			
Très bon……	……..	……..	……
Bon ……	…….	…….	…….
Passable……..	…….	…….	…….
Texture			
Homogène……	…….	……..	……
Hétérogène……	…….	…….	……..
Très hétérogène……	…….	…….	…….
Sensation de bouche			
Très agréable……	……..	……..	…….
Agréable……	…….	…….	…….
Désagréable……..	…….	…….	…….

Annexe 3 :SECHOIR ATTESTA

Annexe 4: COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTUREET DU DILUANT

- **Le Diluant**

Chlorure de sodium----------8,5g

Bactopeptone----------1g

Ces différents éléments sont dissouts dans 1 litre d'eau distillée puis la solution est autoclavée pendant 15 minutes. Le pH est ajusté à 7,0 ± 0,2.

- **Plat Count Agar (PCA)**

Peptone de caséine ----------5,0g

Extrait de levure----------2,5g

D(+) Glucose----------1,0g

Agar-agar----------14g

22,5g de ce milieu sont mélangés avec 1 litre d'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition jusqu'à dissolution complète puis le pH est ajusté à pH 7,0 ± 0,2 avant que la solution ne soit autoclavée à 121°C pendant 15 minutes.

- **Gélose de sabouraud**

Peptone pepsique de viande----------10g

Glucose----------35g

Agar----------15g

H_2O distillée----------1000 mlA autoclaver à 115°C pendant 15min; pH final : 5,60 ±0,2

- **Gélose biliée au cristal violet et au rouge neutre (agar VRB)**

Peptone ----------7,0g

Extrait de levure----------3,0g

Chlorure de sodium----------5,0g

Lactose----------10g

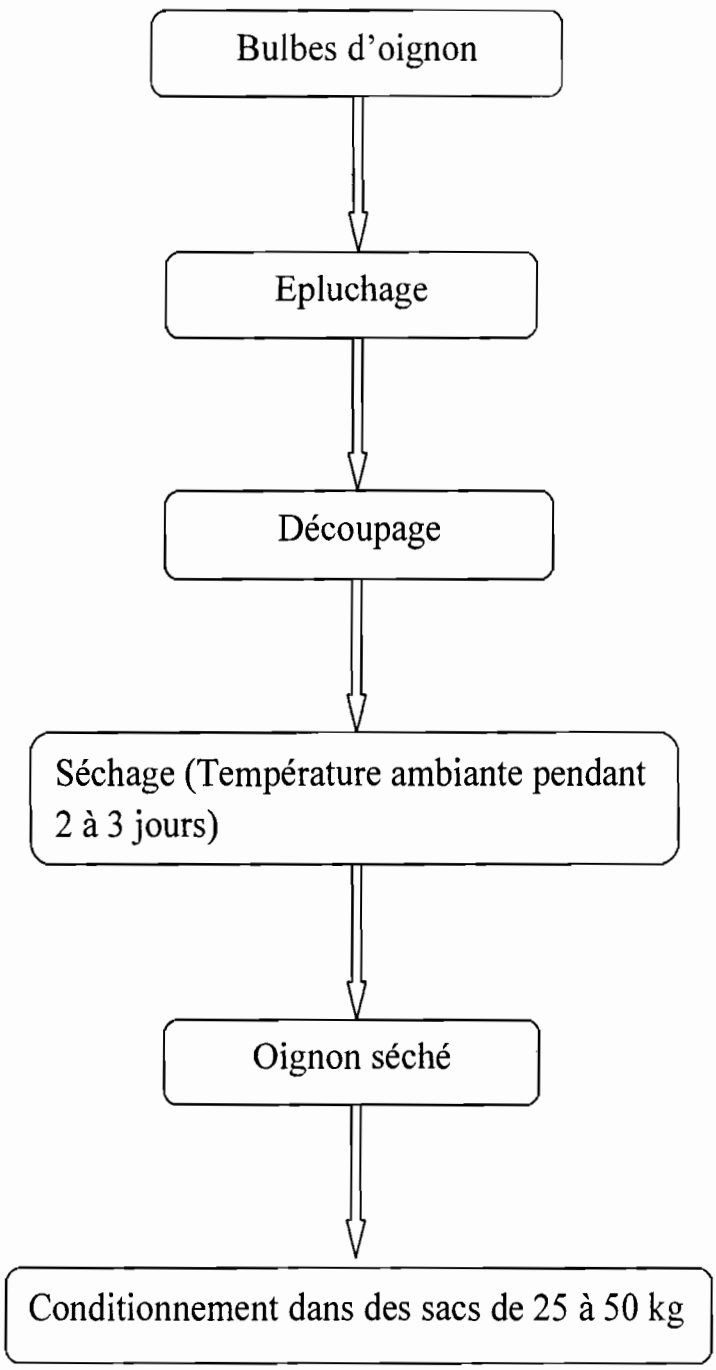
Rouge neutre----------0,03mg

Cristal violet----------0,002

Sel biliaire----------1,5g

Agar-agar----------13,0g

H_2O distillée ----------1000ml

Le pH est ajusté à 7,4 ± 0,2. Ce milieu n'est pas autoclavé.

Annexe 5: DIAGRAMME TRADITIONNEL DE PRODUCTION D'OIGNON SECHE