



HAL
open science

Contribution à la valorisation des agro-ressources : Cas du *Solanum lycopersicum* L. cultivé au Togo

Mawuena Gott' Liebe Goka

► **To cite this version:**

Mawuena Gott' Liebe Goka. Contribution à la valorisation des agro-ressources : Cas du *Solanum lycopersicum* L. cultivé au Togo. Sciences agricoles. Université d'Angers, 2021. Français. NNT : 2021ANGE0025 . tel-03721221

HAL Id: tel-03721221

<https://theses.hal.science/tel-03721221>

Submitted on 12 Jul 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE D'ANGERS

ECOLE DOCTORALE N° 600

Ecole doctorale Ecologie, Géosciences, Agronomie et Alimentation

Spécialité : « Sciences de l'Aliment »

« **Mawuena Gott'liebe GOKA** »

« **Contribution à la valorisation des agro-ressources : Cas du *Solanum lycopersicum L.* cultivé au Togo** »

Thèse présentée et soutenue à « Angers », le « 17 Décembre 2021 »

Unité de recherche : USC-GRAPPE

Thèse N° :

Rapporteurs avant soutenance :

Pierre BRAT Directeur de Recherche, HDR, UMR Qualisud, CIRAD, Montpellier, France

Ali SAVADOGO Professeur, Département de Biochimie et microbiologie, UFR-SVT, Université Ouaga 1 Pr
Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso

Composition du Jury :

Président : Esther NGAH Professeure, ENASAI Université de Ngaoundéré, Ngaoundéré-Cameroun

Examineurs : Sylvie BUREAU Ingénieur de Recherche, HDR, UMR SQPOV-INRAE, Avignon, France
Esther NGAH Professeure, ENASAI Université de Ngaoundéré, Ngaoundéré-Cameroun

Dir.de Thèse : Pierre Picouet Directeur de la recherche, HDR, Ecole Supérieure d'Agricultures, France

Co-Dr. Thèse : Yaovi Ameyapoh Professeur Titulaire - Université de Lomé, Togo

Encadrante : Marie Dufrechou Enseignante-Chercheuse, Ecole Supérieure d'Agricultures, France

VALORISATION DES TRAVAUX DE THESE

❖ Publications

- *Mawuena Gott'liebe Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet, Kouassi Soncy, and Yaovi Ameyapoh.*
 - « **Determinants of Postharvest Losses in Tomato Production in the Savannah Region of Togo** », publié dans **European Journal of Agriculture and Food Sciences (EJFOOD)** ISSN : 2684-1827 DOI : 10.24018/ejfood.2021.3.5.358.
 - *Mawuena Gott'liebe Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet and Yaovi Ameyapoh.*
 - « **Evaluation of the microbiological and physico-chemical characteristics of local tomato puree produced on a small scale in Togo** », publié dans **African Journal of Food Science (AJFS)** ISSN 1996-0794 DOI : 10.5897/AJFS2019.1862.
 - *Mawuena Gott'liebe Goka, Raouf T. Mensah, Marie Dufrechou, Pierre Picouet, Simplicie D. Karou, and Yaovi A. Ameyapoh.*
- ❖ « **Importance socio-économique de la production et propriétés nutritionnelles de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Togo : Synthèse bibliographique** » soumis dans **Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (Togo) J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), 2021, 23(3) : 89-104**

❖ Communications

- *Mawuena Gott'liebe Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet and Yaovi Ameyapoh.*
 - Participation au Colloque International sur la Sécurité Sanitaire des Aliments (CISSA) du 17 -19 Décembre 2020 à Ouagadougou , Burkina-Faso. Communication scientifique orale portée sur le thème :
« Evaluation des caractéristiques microbiologiques et physicochimiques de la purée de tomate locale '*Solanum lycopersicum*' produite à petite échelle au Togo. »
- *Mawuena Gott'liebe Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet and Yaovi Ameyapoh.*
 - Participation au 32nd EFFoST International Conference, du 6-8 novembre 2018. Nantes, France. Communication scientifique sous forme de Poster portant pour thème :
« Valorization of locally produced Togolese tomato and optimal processing to limit food waste. », inscrit dans cete section: BIOTECHNOLOGY, BIOPROCESSES IN FOOD and NUTRITION Probiotics, prebiotics, Macrobiotic, fermented foods, new strategies à la Conférence Internationale EFFOST à Nantes en Novembre. <http://www.fffostconference.com/>

DEDICACES

A ma mère, pour tout l'amour qu'elle me porte

A mon père, pour son soutien

A mon Pasteur, pour ses ferventes prières

A mes frères Woassili, Sitsopé , Amen, Jean-Baptiste, Aristide, Jean-Paul,

A mes sœurs, Carine, Aimée,

A tous ceux sans qui nous ne serions là où nous sommes aujourd'hui.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	2
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES FIGURES	7
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES ACRONYMES	8
LISTE DES ANNEXES	9
LISTE DES ABREVIATIONS	11
RESUME	12
ABSTRACT	13
AVANT PROPOS	14
INTRODUCTION GENERALE	16
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	19
CHAPITRE I : REVUE SUR LA TOMATE ET SES CARACTERISTIQUES	20
Synthèse des résultats du travail	21
ARTICLE 1 :	22
CHAPITRE II : ETUDE PROSPECTIVE PORTANT SUR LA FILIERE TOMATE AU TOGO	39
I. La filière tomate au Togo de 2013 à 2021	40
I.1. Les acteurs d'intérêts de la filière tomate	40
I.1.1. Les producteurs	40
I.1.1.1. Producteurs professionnels.....	40
I.1.1.2. Producteurs non professionnels.....	41
I.1.2. Les transformateurs	41
I.1.2.1. Transformateurs de la tomate fruit en purée de tomate.....	41
I.1.2.2. Transformateurs de la tomate fruit en concentré de tomate	42
I.1.3. Les commerçants	42
I.1.3.1. Commerçants de la tomate fruit	42
I.1.3.2. Commerçants de la purée et du concentré de tomate	43
I.2. Définition des produits des acteurs d'intérêt	43
I.2.1. Tomate fruit	43
I.2.2. Purée de tomate	45
I.2.3. Concentré tomate	45
I.3. Stabilité du système et risques liées à la filière tomate au Togo	46
I.4 . Problème critiques de gouvernance	47
DEUXIEME PARTIE: MATERIEL ET METHODES	49
II.1 Matériel de l'étude	50

II.1.1. Variétés de tomate	50
II.1.2. Cadre de l'étude	52
II.1.3. Collecte des données des enquêtes sur le terrain	52
II.2. Méthode	53
II.2.1. Récolte des fruits de tomate	53
II.2.2. Diagramme de la production de la purée de tomate	53
II.2.3. Analyses microbiologiques	55
II.2.3.1. Préparations des milieux de culture	55
II.2.3.2. Réalisation des dilutions et ensemencement.....	56
II.2.3.3. Expression des résultats microbiologiques	56
II.2.3.4. Recherche et identification de la Flore Mésophile Aérobie Totale	57
II.2.3.5. Recherche des coliformes totaux et thermotolérants	57
II.2.3.6. Recherche des Levures et Moisissures	57
II.2.3.7. Recherche des germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)	57
II.2.4. Analyses physicochimiques	58
II.2.4.1. Mesure du pH, acidité titrable et teneur en solides solubles	58
II.2.4.2. Mesure de la couleur.....	58
II.2.4.3. Teneur en sucre (Saccharose, Glucose, Fructose)	58
II.2.4.4. Teneur en fibres	59
II.2.4.5. Teneur en polyphénols.....	59
II.2.4.6. Teneur en caroténoïdes (bêta-carotène, lycopène) et en α -tocophérol.....	60
II.2.5. Analyse Statistique	61
TROISIEME PARTIE: RESULTATS ET DISCUSSION	62
CHAPITRE I : EVALUATION DES PERTES SAISONNIERES DE TOMATE AU TOGO	63
Synthèse des résultats sur les pertes saisonnières de la tomate observées au Togo.....	64
ARTICLE 2 :	65
CHAPITRE II. : PRODUCTION DE LA PUREE DE TOMATE AU TOGO : ASPECTS MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICOCHIMIQUE	77
Synthèse des résultats du travail.....	78
ARTICLE 3.....	79
CHAPITRE III : TRANSFERT DE TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION DE LA TOMATE EN PUREE AUX PRODUCTEURS LOCAUX	96
III. Technologie de transformation de la tomate en puree pour les producteurs locaux	97
III.1. Essai de transformation de la tomate fraîche en purée au nord Dapaong dans la région des savanes en février 2021	97
III.2. Proposition d'un kit de formation pour les producteurs professionnels	102
III.3. Les principes généraux d'hygiène alimentaire du Codex Alimentarius	102
III.3.1. La production primaire	103

III.3.2. Entreprise : Conception et installation	104
III.3.3. Maîtrise des opérations	104
III.3.4. Entreprise : lutte contre les ravageurs nuisibles	105
III.3.5. Transport	105
III.3.6. Information du produit et information du consommateur	105
III.3.7. Etiquetage	106
III.3.8. Le kit de formation	106
III.4. Etude de faisabilité d'une unité de transformation de la tomate en purée	108
III.5. Evaluation de l'impact environnemental lié au procédé	115
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	117
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	120
ANNEXES	134

LISTE DES FIGURES ET DES PHOTOS

- Figure 1 :** Carte des grandes zones de production de tomate-fruit au Togo
- Figure 2 :** Structure du fruit tomate
- Figure 3 :** Diagramme de fabrication de la tomate en purée
- Figure 4 :** Map of the Savannah Region
- Figure 5 :** Primary Causes of Postharvest Losses in Tomato Production
- Figure 6 :** Analysis of Tomato Yield and Postharvest Losses Per Hectare.
- Figure 7 :** Analysis of Actual and Potential Revenue From A Hectare of Tomatoes.
- Figure 8 :** Carte de la préfecture de Tône des savanes
-
- Photo 1 :** Variétés des tomates (AKLIKON, POMVI et TOHOUNVI)
- Photo 2 :** Cheminement de la tomate du champ jusqu' au marché
- Photo 3 :** Etape de triage et lavage des tomates fraîches
- Photo 4 :** Etape d'épépinage des tomates
- Photo 5 :** Etape de broyage des tomates
- Photo 6 :** Etape de la cuisson de la tomate écrasée
- Photo 7 :** Etape de filtration et de conditionnement à chaud de la purée
- Photo 8 :** Etape de pasteurisation de la purée
- Photo 9 :** Photo de Purée produite
- Photo 10 :** Gélose de TSN avec absence de culture
- Photo 11 :** Boîte de Pétri montrant la gélose VRBL avec absence de culture
- Photo 12 :** Boîte de Pétri montrant la gélose Sabouraud avec absence de culture
- Photo 13 :** Boîte de Pétri montrant la gélose PCA avec absence de culture
- Photo 14 :** Questionnaire utilisé pour les collectes de données

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 :** Identification de la Tomate /Classification botanique
- Tableau 2 :** Production de tomate en millions de tonnes en 2006
- Tableau 3 :** Production de la tomate en Afrique (en tonnes)
- Tableau 4 :** Production totale estimée de tomate de 2013 à 2017 au Togo
- Tableau 5 :** Saisonnalité des principaux légumes produits en fonction des régions
- Tableau 6 :** Teneur des constituants majoritaires de la tomate
- Tableau 7 :** Summary statistics of the socioeconomic characteristics of respondents
- Tableau 8 :** Contribution of secondary factor to postharvest losses
- Tableau 9 :** Analysis of tomato output and postharvest losses for the 2020 cropping season
- Tableau 10 :** Regression estimated of the determinants of tomato losses
- Tableau 11:** Constraints in tomato production
- Tableau 12 :** Microbiological analysis of tomato puree
- Tableau 13 :** Composition of acids and sugars of tomato varieties studied and purees
- Tableau 14 :** Color and Carotenoids content of tomato varieties studied and purees
- Tableau 15 :** Fibers content and Vitamin of tomato varieties studied and puree
- Tableau 16 :** Phenols' composition of the tomato varieties and purees.
- Tableau 17 :** Exemple de kit de formation
- Tableau 18 :** Opérations pour fabriquer les différents produits

LISTE DES ACRONYMES

°B :	Degré Brix
°C :	Degré Celsius
ACV :	Analyse du Cycle de Vie
AFNOR :	Association Française de Normalisation
ANOVA :	Analyse de la Variance
ASR :	Anaérobie Sulfito Réducteur
BPH :	Bonnes Pratiques d'Hygiène
CAEK:	Centre Agropastoral Emmanuel Kom
CE :	Conformité Européenne
DSID :	Direction des Statistiques Agricoles, de l'Information et de la Documentation
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FIDA :	Fonds International de Développement Agricole
FMAT :	Flore Mésophile Aérobie Totale
HACCP :	Hazard Analysis Critical Control Point
ICAT :	Institut de Conseil et d'Appui Technique
INSEED :	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques et Démographiques
LAMICODA :	Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de qualité des Denrées Alimentaires
MIFA :	Mécanisme Incitatif de Financement de l'Agriculture
MSHPAUS :	Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de l'Accès Universel aux Soins
NaOH :	Hydroxyde De Sodium
NF :	Norme Française
PCA :	Plate Count Agar
pH :	Potentiel Hydrogène
PND :	Plan National de Développement
PNIASAM :	Programme National d'Investissement Agricole, de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle
SCOOP :	Société Coopérative
SCOOPS :	Société Coopérative Simplifiée
TS :	Tryptone Sel
TSN :	Tryptone Sel Néomycine
UFC :	Unité Formant Colonie
VRBL :	Gélose Lactose Biliée au Cristal Violet et au Rouge neutre

LISTE DES ANNEXES

- Annexe I:** Photo de la page de la publication Article 1
Annexe II: Photo de la page de la publication Article 2
Annexe III: Photo de la page de la publication Article 3
Annexes IV et V: Composition de milieux de culture
Annexes VI et VII: Purée de tomate produite et résultats des analyses microbiologiques
Annexes VIII et IX: Questionnaire établi pour les producteurs locaux

LISTE DES ABREVIATIONS

g : Gramme

mg : Milligramme

kg : Kilogramme

µg : Microgramme

l : Litre

ml : Millilitre

µl : Microlitre

v/v : Volume par volume

J : Jour

h : Heure

mn : Minute

m : Mètre

cm: Centimètre

nm : Nanomètre

RESUME

Les pertes après récolte des fruits et légumes saisonniers sont considérables dans les pays tropicaux et peuvent être évaluées à près de 50%. Au Togo, les pertes post-récolte ont été identifiées comme l'une des principales causes des problèmes de pénurie alimentaire en particulier, pour la tomate. Notre étude vise la valorisation de la surproduction saisonnière de trois variétés de tomate locale « Aklikonvi, Tohouvi et Pomvi » par la mise au point des techniques de transformation en purée de cette denrée. Les travaux ont porté d'une part sur les facteurs occasionnant les pertes post-récolte et d'autre part les aspects microbiologiques et physico-chimiques de la conservation de la purée de tomate de fabrication artisanale.

Les résultats indiquent que 42% des tomates sont perdues pendant la grande saison et 90% pendant la petite saison dues aux aléas climatiques, aux maladies, des attaques de parasites et des ravageurs sur les cultures. Cette détérioration de tomate est liée également au manque d'infrastructures adéquats qui entrave la chaîne de valeur.

Les analyses microbiologiques réalisées, indiquent que les purées produites, mises en bouteilles, non entamées sont de qualité satisfaisante et peuvent être conservées pendant 2 ans sans affecter de façon significative le pH. Les purées ne contiennent pas de levures ni moisissures, ni de germes anaérobies sulfite-réducteurs, ni de coliformes totaux. Sur le plan physico-chimique, les purées produites contenaient des antioxydants bénéfiques à la santé : du lycopène (3,94 mg à 7,36 mg/100 g), de la vitamine E (0,38 mg à 1,14 mg/100 g), du β -carotène (0,27 mg à 0,56 mg/100 g), et aussi des sucres (tels que le fructose : 0,75 g à 1,56 g/100 g ; glucose : 0,78 g à 1,52 g/100 g) quelle que soit la variété. La production locale n'est pas assez développée pour pouvoir fournir des tomates transformées localement ; ainsi une méthode développée au laboratoire LAMICODA a été utilisée et le processus a été adapté pour être maîtrisé par tout producteur local.

Mots clés : Tomate - Purée - Post récolte – Conservation – Togo.

ABSTRACT

Post-harvest losses of seasonal fruits and vegetables are considerable in tropical countries and can be estimated at nearly 50%. In Togo, post-harvest losses have been identified as one of the main causes of food shortage problems, especially for tomatoes. Our study aims at valorizing the seasonal overproduction of three local tomato varieties "Aklikonvi, Tohounvi and Pomvi" by developing techniques for processing this commodity into puree. The work focused on the factors causing post-harvest losses and on the microbiological and physico-chemical aspects of the conservation of tomato puree of artisanal manufacture.

The results indicated that 42% of tomatoes are lost during the high season and 90% during the low season due to climatic hazards, diseases, pest attacks and pests on crops. This deterioration of tomatoes is also linked to the lack of adequate infrastructure that hinders the value chain.

The microbiological analyses carried out indicated that the purees produced in unopened bottles are of satisfactory quality and can be kept for 2 years without significantly affecting the pH. The purees do not contain yeasts or moulds, nor anaerobic sulphite-reducing germs, nor total coliforms. Physicochemically, the purees produced contained antioxidants beneficial to health: lycopene (3.94 mg to 7.36 mg/100 g), vitamin E (0.38 mg to 1.14 mg/100 g), β -carotene (0.27 mg to 0.56 mg/100 g), and also sugars (such as fructose: 0.75 g to 1.56 g/100 g; glucose: 0.78 g to 1.52 g/100 g) regardless of variety. Local production is not sufficiently developed to be able to provide locally processed tomatoes; thus a method developed at the LAMICODA laboratory was used and the process was adapted to be mastered by any local producer.

Keywords: Tomato - Puree -Postharvest – Conservation- Togo.

AVANT-PROPOS

Dit-on « A tout Seigneur tout honneur ». Nous voulons avant toutes choses dire vivement merci à cet ETRE SUPREME et EXCELLENT par qui tout ceci prend chair aujourd'hui.

Si cette Thèse porte le nom d'une seule personne, elle est loin d'être le fruit d'un travail individuel. Sans l'aide de nombreuses personnes, que ce soit à travers un appui scientifique ou un soutien spirituel, moral, financier et affectif, cette thèse n'aurait jamais pu être initiée et menée à son terme. Nous tenons à leur témoigner très sincèrement notre reconnaissance.

Professeur Comlan Aristide de SOUZA, Directeur honoraire de l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA) de l'Université de Lomé pour le soutien scientifique et moral qu'il n'a cessé de nous prodiguer.

Professeur Yaovi AMEYAPOH, Directeur du Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de qualité des Denrées Alimentaires et Co-Directeur de notre thèse pour nous avoir largement ouvert les portes de son laboratoire pour un déroulement harmonieux et efficace des travaux de recherche ayant abouti à la rédaction de ce manuscrit de thèse.

Professeur Pierre PICOUET, Directeur de l'Unité Sous-Contrat GRAPPE de L'Ecole Supérieure d'Agricultures (ESA) en FRANCE, qui malgré ses nombreuses responsabilités a bien su assurer l'encadrement de proximité de nos travaux et aussi pour avoir autorisé la réalisation d'une partie des analyses physico-chimiques au sein du laboratoire.

Docteur Marie DUFRECHOU, Enseignant-Chercheur à l'Ecole Supérieure d'Agricultures (ESA) en France et Co encadrante de notre thèse. Ses précieux conseils, ses critiques et apports scientifiques et ses encouragements nous ont permis de mener à bien ce travail.

Professeur Damintoti Simplicie KAROU, Directeur-Adjoint de à l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), et membre extérieur de Jury pour cette thèse, pour sa disponibilité et son partage de réflexions et conseils lors de la mise en œuvre de ce travail.

Docteur Mamy LAWSON-DRACKEY, Enseignant-chercheur à l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), pour ses suggestions critiques et fort édifiantes qui nous ont permis de rehausser la qualité scientifique lors de la rédaction des publications et la finalisation de ce manuscrit.

Personnel du Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de qualité des Denrées Alimentaires (LAMICODA), Drs Kokou ANANI, Bouraïma DJERI, Yao ADJRAH, Mrs Marcellin SONCY, Dr TOUDJI, Mr Messanh KANGNI-DOSSOU, Dr MENSAH Raouf, Mademoiselle TCHANA Nana, Mr. HILAH Ayité, nous vous disons infiniment merci pour leurs précieux conseils et disponibilité chaque fois que le besoin s'en faisait sentir.

Personnel Technique de l'Unité Sous Contrat GRAPPE : Dominique, Vanessa , Sévérine, nous vous remercions pour votre encadrement dans la réalisation de ce travail et aussi recevez ici nos sincères remerciements pour toute l'attention dont nous avons été l'objet.

Aux Personnes avec qui j'ai collaboré sur le terrain et qui m'ont apporté leur appui :

Vous nous faites un grand honneur et privilège en acceptant de consacrer votre temps pour ce travail.

A tous ceux dont les noms ne figurent pas ici mais qui avez contribué à la réalisation de cette thèse de doctorat, sincère reconnaissance.

INTRODUCTION GENERALE

L'autosuffisance alimentaire constitue l'un des objectifs prioritaires au Togo. Celle-ci doit être appréhendée sous un double aspect : quantitatif et qualitatif (Soted,1993). Le modèle alimentaire des populations de la zone du Golfe de Guinée , voire du Togo est caractérisé par une prédominance des céréales (maïs, sorgho) et des tubercules (manioc, igname) est manifestement déficient en certains éléments minéraux (fer, iode, zinc) et vitamines (A, C) que peut apporter la consommation des fruits et des légumes (MSHPAUS, 2010). Or, le niveau actuel de la consommation des fruits et des légumes s'avère insuffisant (Soted,1993). Les fruits sont faiblement consommés, quel que soit le milieu, soit en moyenne 6 kg par personne et par an (MSHPAUS, 2010). Ceci s'explique par la production nationale actuellement déficitaire (17 626 tonnes en 2019 contre un besoin national évalué à 134 563 tonnes) et les importantes pertes après production. Pour le cas de la tomate, la superficie totale emblavée en 2019 est de 1610 hectares et le rendement moyen national est de 11 t/ha (FAO, 2021). Pour ce faire, le Togo recourt à l'importation notamment des concentrés de tomate provenant de la Chine sous couvert des pays voisins (RECA, 2004).

L'urbanisation croissante accentue la précarité de l'approvisionnement en légumes et provoque des variations saisonnières de prix fort significatives. Le revenu des grossistes est de 225 FCFA (Francs CFA), 370 FCFA et 460 FCFA par kg de tomate fruit vendu en période d'abondance contre 1163 FCFA et de 1230 FCFA par kg de tomate fruit vendu en contre saison (FAO, 2021). La production de tomate est pourtant très importante pendant la saison des pluies mais, faute de moyens de transformation et de conservation, les pertes sont importantes et ce produit devient rare dès le début de la saison sèche. La tomate étant une denrée haute périssable, sa filière reste peu organisée et structurée. Des collectes de données préliminaires émis par les structures étatiques ont montré que le maillon transformation est le maillon le plus faible de la filière tomate au Togo (FAO, 2021). Conscient de cette situation, les autorités politiques, dans le cadre de la diversification des cultures, devenue actuellement indispensable, encouragent le développement entre autres des cultures maraîchères et leur transformation afin, d'une part, diminuer le déficit du pays en cette production d'autre part, améliorer l'état nutritionnel de la population tout en permettant aux producteurs ou exploitants agricoles d'augmenter leur revenu (Soted,1993). Il existe déjà des petites unités de transformation de capacité très variable sous forme de coopératives qui produisent de la purée de tomate depuis quelques années. En 2019, elles étaient au nombre de quatre dont une (SCOOPS Dindann de Dapaong) en cessation d'activité depuis 2018. Leur production totale en 2019 était de 54,5 tonnes réparties comme

suit : Tanko Food (50 tonnes), SCOOPS Tatchayem (0,8 tonne) et Monastère de Danyi (3,5 tonnes). Le reste de la production c'est-à-dire 0,18 tonne est partagée par deux unités en expérimentations : il s'agit de Orela de Dapaong (0,084 tonne) et Yesu Wazaa de Kara (0,096 tonne). Mis à part la Scoop Dindann et Tanko Food qui sont des unités semi-modernes, le reste des unités sont artisanales (FAO, 2021). Il a été dit de ces purées de tomate produites qu'elles sont de bonne qualité pour la consommation et elles sont vendues sur le marché local. C'est donc pour confirmer cette expérience et mieux organiser et structurer la filière que les producteurs locaux lancés dans la production maraîchère doivent être formés afin de rentabiliser leurs productions à travers l'amélioration de l'accessibilité aux crédits, les faibles rendements, la maîtrise de l'eau, l'utilisation des variétés performantes et la réduction des pertes en champ. Notre étude vise donc à valoriser les trois variétés de tomates locales (Aklikonvi, Tohounvi et Pomvi) cultivées au Togo afin de limiter les pertes saisonnières par la transformation en purée à l'échelle artisanale et semi-industrielle pour un transfert de technologie facile auprès des producteurs locaux.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : REVUE SUR LA TOMATE ET SES CARACTERISTIQUES

Synthèse des résultats du travail

Ce travail de recherche s'appuie sur les données de la recherche bibliographique et des résultats issus des collectes de données et enquêtes effectuées. Il est consacré à la revue de littérature de la tomate. Le présent article présente une revue de la situation socio-économique de la tomate, de sa production et les caractéristiques nutritionnelles qui sont liées à sa transformation et sa consommation.

La tomate est le fruit d'une plante herbacée originaire du Pérou. Elle est cultivée dans de nombreux pays du monde (170 selon la FAO) et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. C'est, par le volume de production, le premier légume sur le plan mondial, devant la pastèque et le chou, mais derrière la pomme de terre et la patate douce, ces deux dernières étant toutefois plutôt considérées comme des féculents. L'intérêt porté à la tomate n'est pas réduit à son aspect commercial. En effet, elle est considérée comme une plante modèle pour l'étude du développement des fruits charnus. En nutrition humaine, il est reconnu qu'une alimentation variée et riche en fruits et légumes frais permet de diminuer les risques de maladies cardiovasculaires et de cancers (Giovannucci, 1999 ; Hall *et al.*, 2008).

La tomate est riche en provitamine A (β -carotène), vitamine C et surtout en lycopène, antioxydant le plus actif des caroténoïdes alimentaires (Agarwal et Akkinappally, 2000) qui donne sa couleur rouge à la tomate mûre. En Afrique, la tomate est le type de légume le plus cultivé mais subit de nombreuses attaques parasitaires et ravageurs et des maladies dues à des champignons sur le feuillage. La culture de la tomate reste donc très difficile en saison humide et il est souhaitable de la cultiver en saison sèche (Courchinoux, 2008).

Les résultats de ce travail ont été valorisés sous forme d'article scientifique intitulé : « **Importance socio-économique de la production et propriétés nutritionnelles de la tomate (*Solanum lycopersicum*) : cas du Togo** », publié dans le **Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (J. Rech. Sci. Univ. Lomé)**.

ARTICLE 1 :

Importance socio-économique de la production et propriétés nutritionnelles de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Togo : Synthèse bibliographique

Auteurs :

Mawuena Gott'liebe Goka, Raouf T. Mensah, Marie Dufrechou, Pierre Picouet, Simplicie D. Karou, and Yaovi A. Ameyapoh.

Publié dans :

Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)), 2021, 23(3) : 89-104

RÉSUMÉ

La tomate est le type de légumes bon marché qui rentre dans la composition de nombreux plats des populations. L'objectif de cette revue est de recenser et de présenter les aspects socio-économiques liés à la production de la tomate et ses propriétés nutritionnelles dans le monde mais surtout au Togo afin de valoriser sa transformation et sa conservation auprès de la population. Les recherches de la littérature ont été effectuées en se servant des bases de données telles que Research Gate, AGORA, PubMed, Inrae, livres et autres en ligne sur les 5 continents. Des mots clés ont été utilisés tels que : culture de la tomate, caractéristiques nutritionnelles, difficultés maraichères liés à la culture des légumes au Togo, transformation de la tomate. La recherche a été étendue sur les variétés locales de la tomate et les données statistiques de la FAO sur la tomate. Des articles ont été éliminés en fonction de leur non-pertinence technique. L'étude a été réalisée sur la période de Septembre 2020-Septembre 2021. Au total 42 références ont été retenues pour cette synthèse. Les contraintes liées à l'étude de la tomate, à sa nature très périssable et aux pertes post récoltes rendent son exploitation très difficile dans les pays en développement. Cette difficulté rend la filière inorganisée et artisanale au Togo. Pourtant la tomate est un légume-fruit qui joue un rôle équilibrant dans l'alimentation et regorge d'atouts nutritionnels. Bon antioxydant, excellent pour le foie et riche en vitamine C et en fibres, elle joue un rôle de protection de l'organisme, stimule la digestion, facilite le transit intestinal et permet de diminuer le risque de développer des maladies non transmissibles. Afin d'éviter le gaspillage alimentaire, il faut garantir la disponibilité de la matière première et de ses dérivés tout au long de l'année. Ainsi une maîtrise de la production, de la transformation et de la conservation de la tomate permettrait d'obtenir des produits dérivés rétablissant une partie de l'équilibre nutritionnel.

Mots clés : Tomate, caractéristiques nutritionnelles, gaspillage alimentaire, produits dérivés.

ABSTRACT

The tomato is the type of cheap vegetable that is used in the composition of many dishes of the populations. The objective of this review is to identify and present the socio-economic aspects related to the production of tomato and its nutritional properties in the world but especially in Togo in order to valorize its transformation and its conservation among the population. Literature searches were carried out using databases such as Research Gate, AGORA, PubMed, INRAE, books and others online on the five (5) continents. Key words were used such as: tomato cultivation, nutritional characteristics, difficulties related to vegetable cultivation in Togo, tomato processing. The search was extended to local tomato varieties and FAO statistical data on tomato. Some articles were eliminated because of their technical irrelevance. The study was conducted over the period of September 2020-September 2021. A total of 42 references were selected for this synthesis. The constraints related to the study of tomato, its highly perishable nature and post-harvest losses make its exploitation very difficult in developing countries. This difficulty makes the sector unorganized and artisanal in Togo. However, the tomato is a vegetable-fruit that plays a balancing role in the diet and is full of nutritional benefits. Good antioxidant, excellent for the liver and rich in vitamin C and fiber, it plays a role of protection of the body, stimulates digestion, facilitates the intestinal transit, and allows to decrease the risk of developing non-communicable diseases. In order to avoid food waste, it is necessary to guarantee the availability of the raw material and its derivatives throughout the year. Thus, a mastery of the production, processing and conservation of tomato would allow to obtain by-products restoring part of the nutritional balance.

Key words: Tomato, nutritional characteristics, food waste, by-products.

INTRODUCTION

La tomate (*Solanum lycopersicum*) est une espèce de plante herbacée de la famille des solanacées, originaire du nord-ouest de l'Amérique du Sud, largement cultivée pour son fruit. Le terme charnu désigne aussi ce fruit, largement consommé frais ou transformé dans de nombreux pays. Compte tenu de son importance économique, la tomate est l'objet de nombreuses recherches scientifiques et est considérée comme une plante modèle pour les études scientifiques sur les fruits charnus (Chanforan, 2010).

En Afrique, la tomate est le type de légume le plus cultivé mais subit de nombreuses attaques parasitaires et ravageurs et des maladies dues à des champignons sur le feuillage. La culture de la tomate reste donc très difficile en saison humide et il est souhaitable de la cultiver en saison sèche (Courchinoux, 2008).

Au Togo, la tomate est le premier légume-fruit cultivé. Elle est l'une des cultures qui emploie beaucoup d'acteurs des groupes les plus vulnérables notamment les jeunes et les femmes. De ce fait, elle contribue énormément au développement socio-économique de plusieurs ménages. Elle montre son importance dans la sécurité alimentaire, l'équilibre nutritionnel (FAO, 2021). De plus, grâce à son cycle court, la tomate entre dans le choix des cultures à promouvoir pour renforcer la résistance des populations vulnérables en cas de crise. Mais sa production nationale reste faible car cette production reste saisonnière, artisanale et non organisée (Dossou et Montcho, 2007). À cela s'ajoute le faible taux de transformation, les pertes post-récoltes, le problème d'accessibilité aux crédits et les aléas climatiques qui favorisent à réduire la compétitivité de la filière. Cependant, le défi est d'agrandir la disponibilité de la tomate tout au long de l'année, de proposer des actions prioritaires afin de disposer d'énormes atouts notamment un climat favorable, des terres disponibles, une main-d'œuvre abondante et un appui institutionnel volontariste. Le présent article présente une revue de la situation socio-économique de la tomate, de sa production et les avantages de sa transformation et de sa consommation.

MATERIEL ET METHODES

I. Matériel végétal

Description du fruit de la tomate

- Classification botanique

Du point de vue botanique, le nom scientifique *Solanum lycopersicum*.L a été présenté pour remplacer *Lycopersicum esculentum* Mille exploitée depuis de nombreuses décennies. Tout de même, les éléments historiques montrent que *Solanum lycopersicum* a été proposé par Linné en 1753, un an avant la proposition de Miller d'associer la tomate au genre lycopersicum. Des études phylogénétiques recommandent l'idée que la tomate et les lycopersicum sauvages doivent être placés dans le genre *Solanum* (Tableau 1). Les deux noms continuent à être utilisés dans la littérature (Blancard, 2009).

Tableau 1 : Identification de la Tomate /Classification botanique

Nom botanique	Solanum lycopersicum L.
Famille	Solanaceae
Synonyme	Lycopersicon esculentum
Noms communs	Anglais : Tomato Français : Tomate Burkina Faso : Mooré -Tomat
Noms vernaculaires	Bénin : Fon, Goun, Nagot : Timanti ; Adja : Yovogbo Togo : Ewe - Timati,
Source (Anonyme,2021)	

II. Identification et sélection des données

Nous avons réalisé une revue de la littérature sur la tomate de septembre 2020 à septembre 2021. Nous avons effectué une recherche de toutes les publications scientifiques anglaises et françaises, dans les bases de données Research Gate, AGORA, PubMed, Prota4U, INRAE, Hinari, Agora et Google scholar et ainsi que sur les sites internet de la FAO à l'aide des mots-clés suivants : tomate, valeurs nutritionnelles, processus de transformation, culture de la tomate au Togo. La consultation des documents existants dont le rapport de profilage des chaînes de valeur tomate, le rapport sur Fruits et Légumes au Togo (Laba et Folikoué,2018), le rapport d'élaboration des bilans alimentaires du Togo (DSIS,2019), le rapport sur l'évaluation

de la production maraîchère au Togo (DSID, 2015), des documents d'orientations stratégiques tels que la feuille de route 2020-2025 du gouvernement, le Plan National de Développement (PND) 2018-2022 et le Programme National d'Investissement Agricole, de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) 2017-2026 ont également été consultés. La recherche a été effectuée par deux chercheurs indépendamment. Au total, 181 articles ont été retrouvés. L'ensemble des documents a été comparé et discuté avec la collaboration du chercheur principal. Au cours de cette phase, des articles ont été éliminés en fonction de la non-adéquation de leur titre, résumé et de leur non-pertinence technique et seulement les données des articles liés à notre thème ont été sélectionnées pour notre revue.

RESULTATS

I. Importance économique de la tomate

La tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, soit frais soit après transformation. Elle est cultivée sous toutes les latitudes dans des conditions très variées (climats, modes de production). La tomate est la troisième culture au monde en termes de volume de production, après la pomme de terre et la patate douce. La production mondiale de tomates a progressé régulièrement au cours du XX^{ème} siècle et s'est accrue considérablement durant les trois dernières décennies. Elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978, à 74 millions en 1992, 89 millions en 1998, et a atteint 124 millions en 2006. Parmi les 16 pays qui ont produit 1 million de tonnes ou plus, 6 pays sont largement au-dessus de 5 millions de tonnes (Tableau 2) (FAO,2007). On estime que 30% des tomates produites sont transformées (Laterrot, 2013). Ce pourcentage est très différent d'un pays à l'autre. En 2007, 126,2 millions de tonnes de tomate ont été produites dans le monde, dont près d'un quart proviennent de Chine (33,6 millions de tonnes). En Europe, l'Italie assure une grosse partie de la production (6,53 millions de tonnes en 2007) suivie de l'Espagne et de la Grèce (respectivement 3,66 et 1,46 millions de tonnes) (FAOSTAT,2019). Elle se consomme soit crue, en mélange avec d'autres ingrédients, en salade, ou en jus, soit dans d'innombrables préparations culinaires (Chanforan,2010). La Chine en est le plus gros consommateur (25,27 millions de tonnes en 2003) suivie des États-Unis et de l'Inde (respectivement 10,11 et 6,84 millions de tonnes). Concernant la consommation par habitant, il est dit que ce sont les Libyens et les Grecs qui consomment la plus importante quantité de tomate (respectivement 117 et 115 kg/an/habitant) (FAOSTAT,2019) . En France,

la consommation de tomates fraîches s'élève à environ 12 kg par personne et par an. Il s'agit d'un des fruits et légumes le plus consommé par les ménages français. En ce qui concerne la consommation des produits transformés, elle s'élevait, en 2008, à environ 16 kg/an/habitant en France contre 41 kg/an/habitant pour l'Italie, le plus gros consommateur européen (CTIFL,2000).

Tableau 2 : Production de tomate en millions de tonnes en 2006 (FAO, 2007)

Production mondiale : 123,7 millions de tonnes			
Chine	32,5	Mexique	2,9
Etats-Unis	11,3	Russie	2,4
Turquie	9,9	Grèce	1,7
Inde	8,6	Ouzbékistan	1,6
Egypte	7,6	Ukraine	1,5
Italie	6,4	Maroc	1,2
Iran	4,8	Chili	1,2
Espagne	3,7	France	0,74
Brésil	3,3	France + DOM	0,76

Source (Laterrot, 2013)

II. Production de légumes

La tomate (*Solanum lycopersicum*) est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. Selon Sawant (2021), elle occupe une superficie d'environ 4,73 millions d'hectares pour une production de 163,96 millions de tonnes. Il s'agit de la troisième culture légumière mondiale après la pomme de terre et l'oignon. La tomate trouve son origine dans les Andes sud-américaines. La tomate cultivée a été apportée en Europe par les conquistadors espagnols au XVI^e siècle, puis introduite d'Europe en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen-Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été distribuée dans d'autres régions d'Amérique du Sud et au Mexique. Les noms communs de la tomate sont : tomate (France), tomat (Indonésie), faan ke'e (Chine), tomati (Afrique de l'Ouest), tomatl (Nahuatl), jitomate (Mexique), pomodoro (Italie), nyanya (Swahili). Les tomates contribuent à une alimentation saine et équilibrée (Shankara *et al.*, 2005).

La production de la tomate dans le monde particulièrement en Afrique a évolué depuis les années 1900 jusqu'en 2014. Selon (FAO,2014) la production de la tomate en Afrique est présentée dans le tableau 3. Les tomates sont produites en vue de la consommation en frais ou en fruits transformés. En Algérie, la tomate est le second produit maraicher pour donner suite à la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires des algériens (Eddine et Zakaraia, 2018).

Tableau 3 : Production de la tomate en Afrique de 2010 à 2014 (en tonnes)

Année	2010	2012	2013	2014
Afrique	18 217 184	18 608 339	18 558 001	19 253 066
Togo	6 000	5 700	5 573	5 596
Burkina Faso	14 000	15 000	11 500	10 055
Bénin	186 900	216 052	232 912	400 572
Ghana	318 520	321 000	340 218	366 772

Source (DSID, 2016)

Au Togo, dans le plan de développement de la filière tomate, la production des légumes fruits est en pleine croissance en général. Elle a connu entre 2013 et 2017 une croissance annuelle moyenne de 5,71% passant de 21 687 tonnes à 37 215 tonnes (Tableau 4). L'oignon, la carotte et les tomates constituent les spéculations qui ont connu au cours de cette période, les plus forts taux de croissance. Ce taux est de 15% par an pour la tomate qui est le premier légume-fruit cultivé au Togo. De ce fait, la tomate contribue énormément au développement socio-économique de plusieurs ménages ruraux et fait partie des cultures retenues comme prioritaires dans le Programme National d'Investissement Agricole, de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) (FAO, 2021).

Tableau 4 : Production totale estimée de tomate de 2013 à 2017 au Togo

Spéculations	Taux de croissance annuel moyen	Production en tonnes				
		2013	2014	2015	2016	2017
Légume fruit						
Tomate	15,0%	7620,44	8763,5	10078,0	11589,7	13328,2

Source (DSID,2013)

Cet intérêt porté sur la tomate s'explique non seulement par son poids dans la balance commerciale mais également son importance dans la sécurité alimentaire, l'équilibre nutritionnel et son aspect inclusif. La tomate est l'une des cultures qui emploie beaucoup d'acteurs des groupes les plus vulnérables notamment les jeunes et les femmes. Il existe trois principales variétés locales : Aklikonvi, Pomvi et Tohouvi qui sont cultivées. Les producteurs ont tendance de plus en plus à utiliser des semences améliorées. Sur le terrain, on rencontre plutôt les variétés hybrides (Cobra 26 F1, Kiara F1, Mongal F1, Jaguar F1, Agate F1, Tendi, Rio grande F1, Rio Tendo, Buffalo etc.) vers le sud du pays et les variétés composites (Pectomech, Tropimech, UC 82 etc.) au centre et dans la partie septentrionale du pays (Figure 1) (FAO, 2021). À part, la partie méridionale où l'écart de température entre le jour et la nuit n'est pas propice pour la fructification une partie de l'année, la tomate peut être produite toute l'année au Togo. Toutefois, la production nationale en tomate fruit reste faible, 17 626 tonnes en 2019 contre un besoin national évalué à 134 563 tonnes. La superficie totale emblavée en 2019 est de 1 610 hectares et le rendement moyen national est de 11t/ha. Ce rendement reste faible par rapport aux pays comme le Maroc où le rendement moyen est de 90,6 t/ha. De plus, le taux de transformation n'excède pas 1,5% de la production nationale totale. Tout ceci limite la création de la valeur ajoutée reconnue à la filière tomate et contribue à plomber davantage la balance commerciale du pays. En termes de coûts, les importations ont coûté au Togo 45 005 137 395 Francs CFA sur la période 2008 à 2019 soit en moyenne de 4 091 376 127 Francs CFA l'an contre 478 669 786 Francs CFA pour les exportations. Ainsi, on note clairement un déséquilibre de la balance commerciale, évalué à 88,30%. Ce déséquilibre est la résultante d'énormes difficultés auxquelles fait face la filière tomate. Au rang de celles-ci on note les faibles rendements, les pertes post-récoltes, le faible taux de transformation, le problème d'accessibilité aux crédits et les aléas climatiques (FAO, 2021). Selon Kanda *et al.*(2014), la production des fruits et légumes est pratiquée presque sur toute l'étendue du territoire. Cependant, il n'existait malheureusement pas, jusqu'en 2013, de données statistiques actualisées permettant de faire une analyse appropriée de la production des fruits et de légumes. Toutefois, la filière tomate dispose d'énormes atouts notamment un climat favorable, des terres disponibles, une main-d'œuvre abondante, un appui institutionnel volontariste etc. Au vu de tout ce qui précède et conformément à la vision du Plan National de Développement (PND, 2018-2022), de la feuille de route 2020-2025 de l'État et des différents programmes dont le Programme National d'Investissement Agricole, de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN, 2017-2026) qui visent l'atteinte de la sécurité alimentaire et nutritionnelle à travers

la promotion des chaînes de valeur, un plan de développement de la filière tomate s'avère nécessaire (FAO, 2021).

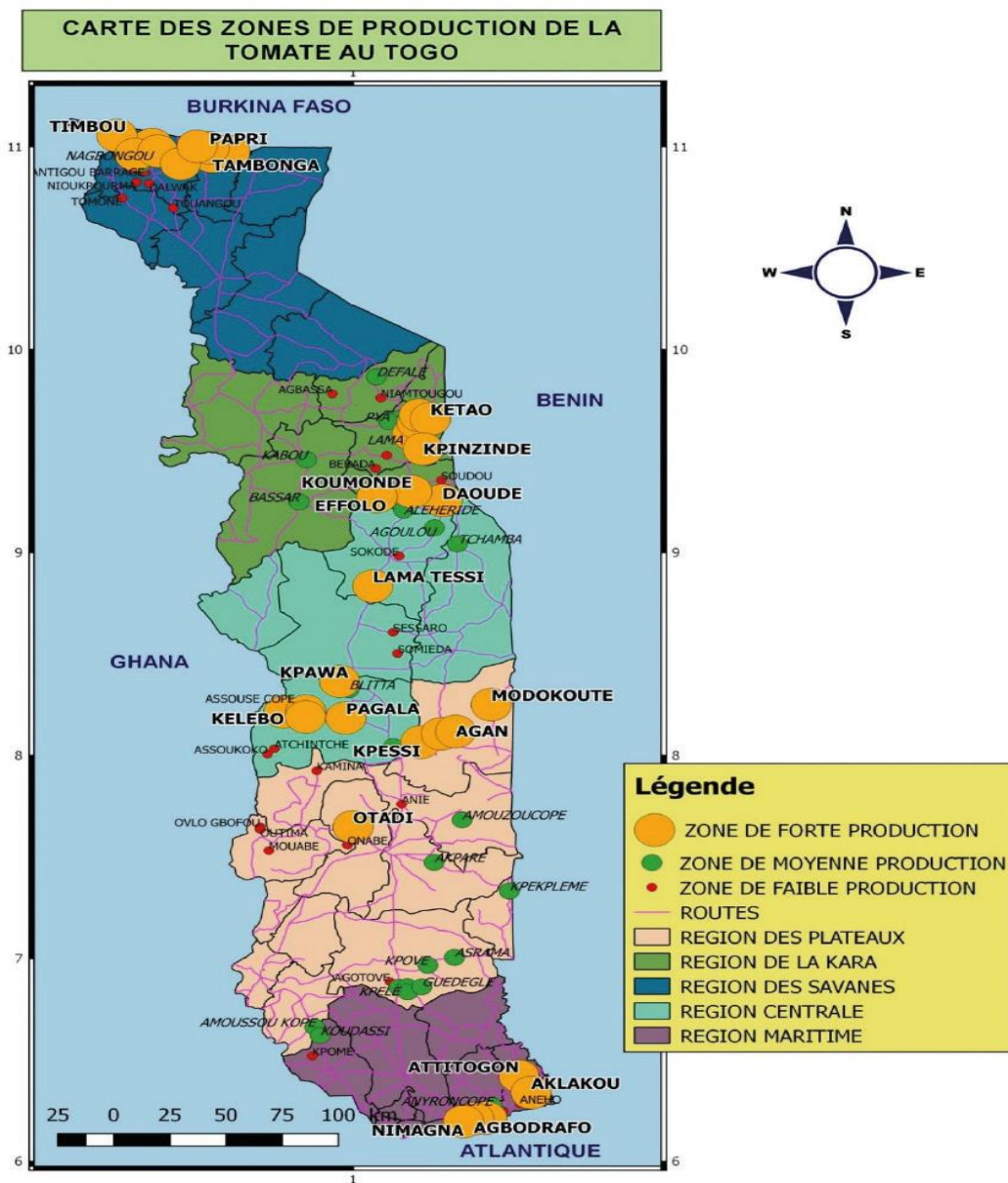


Figure 1 : Carte des grandes zones de production de tomate-fruit au Togo

Source (FAO,2021)

III. Saisonnalité de la production de la tomate au Togo

La saisonnalité de la production dépend de la nature des fruits. Cependant, la période allant de Mars à Mai constitue la principale période de production de fruits au Togo. En effet, durant cette période, les différentes variétés de fruits sont récoltées et déversées sur les marchés de consommation. Outre cette période, pour la tomate la période de surproduction s'installe de Juin à Septembre (Tableau 5). La nature hautement périssable de la tomate limite la disponibilité de la tomate tout au long de l'année ce qui entraîne des flambées de prix à certaines périodes de l'année. Les productions dépendent, en grande partie, des variations et aléas climatiques. Cette situation qui impacte fortement l'approvisionnement des marchés surtout en ce qui concerne les fruits et les légumes et ainsi, augmentent la grande fluctuation des prix de ces produits sur le marché local (Laba et Folikué, 2018).

Tableau 5 : Saisonnalité des principaux légumes produits en fonction des régions

Culture	Mois de l'année											
	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept.	Oct	Nov	Déc
Tomate												

Source : Résultats de l'étude, 2018. (Laba et Folikué,2018).

- Période de production de fruit dans la Région Maritime
- Période de production de fruit dans la Région des Plateaux
- Période de production de fruit dans la Région Centrale
- Période de production de fruit dans la Région de la Kara
- Période de production de fruit dans la Région des Savanes

IV. Les difficultés de la culture maraîchère au Togo

Les difficultés récurrentes dans les régions économiques sont nombreuses à l'instar de : l'appauvrissement du sol, les attaques des ravageurs et des parasites, les maladies, la divagation des animaux, le manque de main-d'œuvre, l'approvisionnement en eau, les problèmes d'accès aux crédits foncier et financier (Mondedji, 2010).

- Attaques des ravageurs, des parasites et autres maladies

On note depuis quelques années, les effets des ravageurs sur les cultures, réduisant considérablement les capacités productives des plantations et des parcelles maraîchères. L'exposition de la production des fruits et légumes aux ravageurs et l'absence d'équipements de conservation et de conditionnement, causent de considérables pertes au champ et sur les étalages des commerçants, source supplémentaire d'instabilité des fruits et légumes sur le territoire. Plus de 90% des maraîchers ont signalé une forte pression parasitaire qui entrave la production maraîchère (Mondedji, 2010). Plusieurs types de parasites et de ravageurs ont été cités par les producteurs et les plus fréquemment mentionnés sont : Insectes (74%), Nématodes (17%) et autres ravageurs (mammifères, bactéries et champignons, oiseaux) (Mondedji, 2010). Au Togo, Singbo *et al.* (2004) indique que maladies et ravageurs des cultures constituent les difficultés majeures de l'agriculture maraîchère. Dansou-Kodjo *et al.* (2017) ont également mentionné que l'intensité de ces contraintes traduit le manque de moyens financiers, l'indisponibilité et le coût élevé des intrants. L'attaque parasitaire serait probablement liée aux pratiques culturales (précédents culturels, associations culturales liées à la fragmentation des surfaces cultivées etc.). Les viroses de la tomate (Tomato yellow leaf curl disease), causées par TYLCV (Tomato yellow leaf curl virus), constituent la contrainte la plus dommageable à la production de la tomate au Togo (Huat, 2008). Plusieurs études ont montré que l'attaque parasitaire est une contrainte importante pour l'agriculture maraîchère, particulièrement pendant la saison des pluies. Ces maladies constituent le second fléau qui handicape les efforts des maraîchers dont plus de 50%. Parmi les maladies fréquemment évoquées, les plus importantes sont : le flétrissement des pieds et des feuilles, la rouille et la galle, le jaunissement des feuilles, la chute précoce de fruit, le charbon (Mondedji, 2010). Selon Tchuinte (2005) l'intensité des dégâts occasionnés dépend largement de la capacité des maraîchers à maîtriser les techniques de lutte. Malheureusement l'identification des ravageurs et des maladies mais surtout des méthodes de lutte est généralement absente ou limitée.

- Manque de main-d'œuvre

Les résultats des enquêtes de Mondedji (2010) ont montré que la main-d'œuvre, en tant que facteur de production, peut être un facteur limitant dans un contexte d'accroissement des surfaces cultivables.

- Maîtrise d'eau

En dehors de la région Maritime où la nappe phréatique est à 2-5 mètres de profondeur, toutes les exploitations maraîchères sont situées le long des cours et plans d'eau saisonniers (rivières et barrages). De ce fait, 53% des maraîchers qui font face au manque d'eau, abandonnent temporairement l'activité en saison sèche (qui peut durer quatre mois). Dans le cas contraire, certains (10%) creusent des puits dans les lits desséchés. D'autres utilisent des motopompes (12% des maraîchers dans la région Maritime) dont le coût est souvent difficile à soutenir (Mondedji, 2010). Au Bénin, selon Ba (2007), l'absence d'eau en saison sèche et la forte pression parasitaire constituent un obstacle la production maraîchère.

- Accès aux crédits

Les difficultés financières sont celles liées au faible pouvoir d'achat des populations et au coût élevé des fruits en période de pénurie, rendant l'accès difficile aux moins nantis qui constituent la couche la plus importante de la population. Le problème financier qui justifie les problèmes d'approvisionnement en intrants demeure une préoccupation majeure pour les maraîchers (Mondedji, 2010) .

- Absence d'infrastructures adaptées et problème foncier

Le manque d'infrastructures hydrauliques limite les capacités de productions des périmètres maraîchers et horticoles. Aussi, l'inexistence de structure de stockage des produits devant permettre d'assurer l'approvisionnement des marchés tout au long de l'année ne permet donc pas d'assurer la stabilité des fruits et légumes tout au long de l'année. Enfin, l'instabilité foncière et le faible niveau des recherches scientifiques sur les filières fruits et légumes, entre autres, entravent également le développement de ces filières. Il apparait que les attaques parasitaires, les difficultés d'accès aux crédits, à l'eau et aux intrants sont les principales de toutes les difficultés citées. Selon Matthys *et al.*(2006) l'accès au foncier est la contrainte majeure dans beaucoup de pays africains et l'une des sources de différenciation des systèmes de production et des revenus. Il en relève que dans les villes, l'urbanisation accentue la difficulté foncière. L'insécurité foncière et la pénurie de terres, consécutives à l'extension des zones bâties à vocation résidentielle, industrielle ou commerciale circonscrivent le développement des activités maraîchères comme le désignent (Mbaye et Moustier,2000).En Afrique subsaharienne,

l'agriculture maraîchère se pratique sur des parcelles dont la superficie atteint rarement l'hectare selon (Hulme, 1971).

- Structure et composition du fruit tomate

La tomate est un fruit mais elle est cultivée et utilisée comme étant un légume. La coupe de ce légume-fruit est divisée en trois parties : le péricarpe (comprenant la peau et la partie charnue), le gel contenu dans les loges et les graines (Figure 2). La peau est composée de quatre à cinq couches de cellules de type épidermique ou hypodermique sous une fine cuticule (Goka *et al.*, 2016).

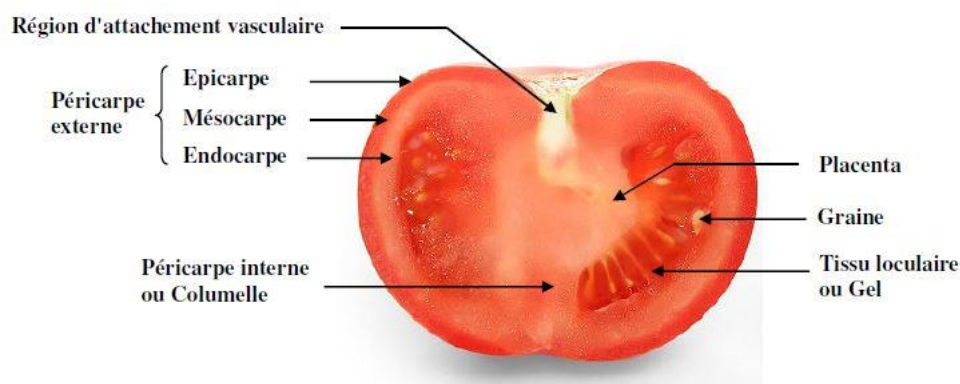


Figure 2 : Structure du fruit tomate

Source (Chanforan, 2010)

Les fruits de tomate sont majoritairement composés d'eau (environ 95%) et possèdent peu de lipides et de protides. C'est un aliment peu calorique (15 à 20 calories pour 100g) (Lenucci *et al.*, 2006). Les tomates sont très riches en vitamines (A, C, K, B1 et B2), en fibres (1,8g pour 100g de matière fraîche) et en acides aminés essentiels dont le plus important est l'acide glutamique. Ils sont aussi riches en sels minéraux (potassium, chlore, magnésium, phosphore) et en oligo-éléments (fer, zinc, cuivre, cobalt, bore, nickel, iode) (Tableau 6). La tomate contient également des pigments caroténoïdes dont le plus important est la lycopène responsable de la coloration rouge du fruit. Le taux des caroténoïdes peut atteindre 90% dans certaines variétés. La composition des tomates fraîches de différentes variétés est significativement variable en fonction des cultivars (Luthria *et al.*, 2006). Autant, les conditions de culture (techniques agricoles et facteurs environnementaux et de conservation post-récolte peuvent occasionner des variabilités de composition au sein d'un même cultivar (Slimestad et Verheul, 2005 ; Dumas *et al.*, 2003 ; Marsic *et al.*, 2010). Par exemple, une exposition à d'importantes

radiations lumineuses lors de la croissance du fruit permettrait d'accroître les teneurs en caroténoïdes et vitamine C (Yamagushi, 1983).

Tableau 6 : Teneur des constituants majoritaires de la tomate (pour 100g de produit frais) Source (USDA,2007)

Composés	Teneur	Composés	Teneur
Eau (%)	94,50	Acides aminés :	
Energie (Kcal)	18	Tryptophane (g)	0,006
Protéines (g)	0,88	Thréonine (g)	0,021
Lipides (g)	0,20	Isoleucine (g)	0,020
Centres (g)	0,50	Leucine (g)	0,031
Carbohydrates (g)	3,92	Lysine (g)	0,031
Fibres (g)	1,20	Méthionine (g)	0,007
Sucres (g)	2,63	Cystine (g)	0,011
Glucose (g)	1,25	Phénylalanine (g)	0,022
Fructose (g)	1,37	Tyrosine (g)	0,015
Minéraux :		Valine (g)	0,022
Calcium (mg)	10	Arginine (g)	0,021
Fer (mg)	0,27	Histidine (g)	0,013
Magnésium (mg)	11	Alanine (g)	0,024
Phosphore (mg)	24	Acide aspartique (g)	0,118
Potassium (mg)	237	Acide glutamique (g)	0,313
Sodium (mg)	5	Glycine (g)	0,021
Zinc (mg)	0,17	Proline (g)	0,016
Cuivre (mg)	0,059	Sérine (g)	0,023
Manganèse (mg)	0,114	Vitamines :	
Lipides :		Vitamine C (mg)	12,7
Acides gras saturés (g)	0,045	Thiamine (µg)	37
C16:0 (g)	0,033	Riboflavine (µg)	19
C18:0 (g)	0,013	Niacine (mg)	0,594
Acides gras monoinsaturés (g)	0,050	Acide pantothénique (µg)	89
C16:1 (g)	0,002	Vitamine B6 (µg)	80
C18:1 (g)	0,049	Folates (µg)	15
Acides gras polyinsaturés (g)	0,135	Vitamine A (µg)	42
C18:2 (g)	0,130	α-tocophérol (mg)	0,54
C18:3 (g)	0,005	γ-tocophérol (mg)	0,12
Phytosterols (mg)	7	Vitamine K (µg)	7,9
		Caroténoïdes :	
		α-Carotène (µg)	101
		β-Carotène (µg)	449
		Lycopène (µg)	2573
		Lutéine + Zéaxanthine (µg)	123

V. Récolte et propriétés organoleptiques

La maturité des tomates, critère primordial pour décider de la date de la récolte, est appréciée en fonction de la couleur ; six stades-repères ont été codifiés, qui s'échelonnent sur une dizaine de jours : vert-blanchâtre, point rose, tournant, rose, rouge-clair, rouge-foncé (Gould,1991). Dans le cas des tomates destinées au marché du frais, la récolte est toujours manuelle. Cette opération requiert une main-d'œuvre importante. La qualité organoleptique du fruit réunit l'ensemble des composantes évaluées par quatre des cinq sens (Causse *et al.*, 2001). La vue et le toucher sollicités au moment de l'achat où une attention particulière sera apportée à la couleur, la forme et la fermeté du fruit. L'odorat et le goût interviennent au moment de la consommation pour la perception des saveurs, sucrées et acides essentiellement, des arômes et de la texture en bouche. La flaveur (saveur et arômes) du fruit se caractérise majoritairement par des composantes chimiques associées à la teneur en sucres et en acides (Barrett *et al.*,1998). Enfin, de nombreux attributs sont utilisés pour décrire la texture du fruit tels que la fermeté, la farinosité, la jutosité, la peau gênante, le fondant, le croquant (Grasselly, 2000). L'arôme du fruit est défini par la concentration en composés aromatiques volatiles et enfin la saveur est relative aux teneurs en sucre et acide (Lairon *et al.*, 2005).

VI. Bienfaits de la tomate sur la santé

Largement consommée, la tomate est un « légume-fruit » qui ensoleille notre table et joue un rôle bénéfique dans notre alimentation. Pauvre en calories, la tomate ne fournit guère plus de 19 kcalories/100 g, soit 63kjoules. La tomate a une forte teneur en micro constituants antioxydants et des minéraux, des fibres et des vitamines. Par définition, les vitamines et minéraux sont considérés comme des micronutriments au bon fonctionnement de l'organisme. Concernant les fibres, leur consommation stimule la digestion et facilite le transit intestinal. La consommation des tomates limiterait par ailleurs les risques de maladies cardio-vasculaires, de cancers et du diabète de type 2 (Rimm *et al.*,1996 ; Mensah *et al.*, 2018). D'après les travaux de (Mensah *et al.*, 2017) réalisés au Togo, la population enquêtée consomme les agro ressources pour leur valeur nutritionnelle afin de diminuer le risque de développer certaines maladies. La tomate est bénéfique pour la santé car elle renferme beaucoup d'anti-oxydants : carotènes, vitamine C et vitamine E, lycopène et polyphénols qui jouent un rôle protecteur et diminuent le risque de certains cancers. Elle l'est tout autant pour la peau. Ses minéraux sont abondants (notamment potassium, magnésium et phosphore), et contribuent au

bon équilibre acido-basique de l'organisme. Aussi la tomate peut-elle être très bénéfique comme antitoxique pour le foie grâce à la chlorine qu'elle contient, contre le cancer du côlon, celui de la prostate et du sein grâce à la lycopène, contre le cholestérol et l'hypertension. Fait surprenant, le corps absorbe mieux le lycopène provenant des tomates transformées plutôt que des tomates fraîches. Coupée en rondelles, elle peut soigner les coups de soleil et le jus peut être utilisé contre l'acné ou comme anti-fatigue (Lenucci *et al.*, 2006). Selon Porreta *et al.* (1995) beaucoup d'études tendent à convaincre que les fruits et légumes sont réellement utiles dans la prévention des maladies de carence.

VII. Transformation et conservation de la tomate

La tomate est transformée sous diverses formes à savoir : les tomates pelées, en boîte, la purée de tomates, les compotes, le concentré de tomates, le jus de légumes et sauces de tomates selon les indications du « Laboratory manual for Food Canners and processor » en 1968. Quant à sa conservation, plusieurs techniques sont utilisées. C'est le cas par exemple de la tomate qui de ce fait ne peut être conservée fraîche que pour un temps assez limité. En dehors de la consommation crue en salade, la tomate peut être utilisée sous diverses formes. Nous pouvons citer le cas de la tomate qui sera conservée, transformée ou non dans des bocaux hermétiquement clos (Lenucci *et al.*, 2006). Des tomates en cube appertisées peuvent être également disponibles sur le marché. Les différentes formes rencontrées sont principalement des concentrés de tomate, mais aussi des sauces, des jus de tomates en conserves. La gamme de produits transformés proposée par les industriels de la tomate est large (tomates séchées, sauces, concentrés, purées, condiments et plats préparés) (DSID, 2013).

CONCLUSION

Il est important d'avoir une alimentation saine pour le bon maintien de la santé. Bien que les gens soient de plus en plus conscients du lien entre la nutrition et la santé, il est de plus en plus difficile de faire des choix alimentaires judicieux en raison de divers facteurs socio-économiques, physiques et climatiques qui affectent la disponibilité des aliments. La faible transformation de la tomate est une réalité typique des populations à faible revenu et est liée au manque de moyen. Elle a pour conséquence directe d'un gaspillage alimentaire en période

d'abondance et de pénurie en contre-saison. Il est nécessaire d'accroître la disponibilité de la tomate sous diverses formes pour toutes les catégories de personnes. Des résultats de recherche convaincants tendent à démontrer que les fruits et légumes sont réellement utiles dans la prévention des maladies de carence. La tomate est une source naturelle d'antioxydants (vitamine C et les caroténoïdes majoritairement) et joue également le rôle de protecteur en diminuant le risque de certains cancers. Étant riche en lycopène, des études épidémiologiques indiquent qu'un apport alimentaire élevé en lycopène, grâce à une consommation contrôlée de tomates, cuites de préférence, peut apporter une certaine protection contre diverses maladies non transmissibles. Par conséquent, le développement d'aliments à partir de plantes nutritives comme la tomate est très intéressant afin de contribuer à la lutte contre les carences en nutriments dans les pays en développement.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CHAPITRE II : ETUDE PROSPECTIVE PORTANT SUR LA FILIERE TOMATE AU TOGO

I. La filière tomate au Togo de 2013 à 2021

La situation actuelle de la chaîne de valeur de la tomate a été réalisée à travers des documents existants dont le rapport de profilage des chaînes de valeur tomate, le rapport sur Fruits et Légumes au Togo (Laba et Folikoué, 2013), le rapport d'élaboration des bilans alimentaires du Togo (DSIS, 2019), le rapport sur l'évaluation de la production maraîchère au Togo (DSIS, 2015) et le plan de Développement de la filière tomate 2021 (FAO, 2021). La filière tomate est structurée autour de trois maillons qui réalisent les résultats clés de la filière. Il s'agit des maillons production, transformation et commercialisation.

I.1. Les acteurs d'intérêts de la filière tomate

I.1.1. Les producteurs

A ce jour, l'effectif total des producteurs de tomate est estimé à 6 440 mettant en valeur 1 610 ha. Les maraîchers sont présents un peu partout mais principalement dans trois zones du Togo. Il s'agit de la région des Savanes (30%), de la région de Kara (23%) et de la région des Plateaux (21%). Les deux autres régions, les régions Maritime et Centrale, totalisaient 18% et 8 %, respectivement% (DSIS, 2014) en 2021. Le nombre de femmes rencontrées dans les Savanes est de 34%, 32% en Maritime et 26% dans les Plateaux. Plus de la moitié des producteurs maraîchers ont moins de 40 ans. Contrairement au maillon transformation, le maillon production est majoritairement occupé par des hommes (70%) (DSIS, 2014). En termes de classification, les producteurs de tomates sont regroupés en deux catégories : les producteurs professionnels et les producteurs non professionnels.

I.1.1.1. Producteurs professionnels

Les producteurs professionnels représentent 27,7% de l'effectif total soit environ 1784 producteurs (Anonyme1, 2018). Ils se retrouvent autour des points d'eau proches des grandes agglomérations ou zones périurbaines (Vô, Lacs, Blitta, Kpendjal, Cinkassé, Tône, etc.). Ils ont plus ou moins la maîtrise de l'eau et donc la possibilité de produire la tomate toute l'année. En effet, ils sont équipés de petits matériels d'arrosage et exploitent de petites superficies en moyenne à 0,25ha. Ils adoptent des variétés améliorées qu'ils achètent auprès des fournisseurs d'intrants et leur rendement varie de 15,5 t/ha à 26,3 t/ha soit 22 t/ha en moyenne (Laba et Folikoué, 2018).

I.1.1.2. Producteurs non professionnels

Ils sont les plus nombreux. En effet, ils représentent 72,3% du nombre total de producteurs de tomate (Anonyme1, 2018) soit 4 656. On les retrouve dans toutes les régions du pays mais beaucoup plus dans l'Est-Mono, Moyen et Bas-Mono, le Haho et Blitta. Inversement aux professionnels, leur production dépend exclusivement de la pluie et ils exploitent des superficies pouvant atteindre 2 voire 4 ha de tomates comme le cas dans la préfecture du Vô. Cependant, à l'échelle nationale la superficie moyenne est de 0,25 ha. Ils utilisent moins les semences améliorées que les professionnels. Leurs rendements varient entre 4,9 t/ha à 10,9 t/ha avec une moyenne de 7,5 t/ha (Laba et Folikoué, 2018).

I.1.2. Les transformateurs

Le chaînon transformation est le chaînon le plus faible de la filière tomate au Togo. Effectivement, le taux de transformation de la tomate fruit était de 1,2% soit 211 tonnes en 2019. Ce chaînon est caractérisé par une forte participation des femmes. La transformation se focalise essentiellement sur la production de purée et de concentré de tomate. La troisième chaîne de valeur, la tomate séchée, est presque inexistante. Elle provient quasi exclusivement des tomates dont la valeur commerciale est presque nulle. Compte tenu de l'état actuel des pratiques et par conséquent, elle peut être considérée comme un sous-produit de la tomate (Laba et Folikoué, 2018).

I.1.2.1. Transformateurs de la tomate fruit en purée de tomate

La production de la purée de tomate est essentiellement assurée par de petites unités de transformation de capacité très variable. En 2019, elles étaient au nombre de quatre (04) dont une (SCOOPS Dindann de Dapaong) en cessation d'activité depuis 2018. Leur production totale en 2019 était de 54,5 tonnes réparties comme suit : Tanko Food (50 tonnes), Monastère de Danyi (3,5 tonnes) et SCOOPS Tatchayem (0,8 tonne).

Le reste de la production c'est-à-dire 0,18 tonne est partagée par deux (2) unités en expérimentations. Il s'agit de Orela de Dapaong (0,084 tonne) et Yesu Wazaa de Kara (0,096 tonne). Mis à part la Scoop Dindann et Tanko Food qui sont des unités semi-modernes, le reste des unités sont artisanales. Toutes ces unités de transformation sont situées non loin des zones de forte production de tomate fruit (Dapaong, Kara, Danyi, Vogan et Lomé). Ces unités emploient entre 10 et 60 personnes sur une durée d'un (01) mois à deux (02) mois dans l'année

et transforment environ 150 tonnes de tomates fruit chaque année. La plupart de personnes employées dans ces unités de transformation n'ont pas reçu de formation spécifique dans le domaine. Le revenu des transformateurs est en fonction du niveau d'activité de l'unité. De ce fait, sur la base de la production et du prix de vente, les revenus en 2019 ont varié de 800 000 à 57 142 850 FCFA soit en moyenne 21 064 283 FCFA (Laba et Folikoué, 2018).

I.1.2.2. Transformateurs de la tomate fruit en concentré de tomate

La production du concentré tomate est assurée par deux unités de transformation artisanales. Il s'agit du Centre Agropastoral Emmanuel Kom (CAEK) de Vogan et la Société Coopérative Simplifiée (SCOOPS TA) d'Attitogon. La première (CAEK) emploie 40 personnes dont 30 femmes et possède une capacité de transformation de 5 tonnes/jour. En 2020, l'unité a produit 17,5 tonnes de concentré tomate. Quant à la SCOOPS TA, elle emploie 27 personnes dont 20 femmes. C'est une coopérative qui cultive la tomate fruit et transforme une partie de sa récolte. Elle a une capacité de transformation inférieure à celle du CAEK et est d'environ 3 tonnes/jour. En 2020, elle a produit 4,8 tonnes de concentré tomate. Tout comme les unités de production de purée, leur activité de production ne dure en moyenne que deux mois dans l'année. Toutes deux ont transformé en 2020 un volume total de 121 tonnes de tomate fruit. Le revenu global fluctue d'une unité à une autre en fonction de la quantité produite et du prix de vente. Ainsi, pour le compte de l'année 2020, les revenus ont varié de 7 253 333 FCFA à 28 041 000 FCFA soit une moyenne de 17 647 167 FCFA (Laba et Folikoué, 2018).

I.1.3. Les commerçants

Les commerçants et ou distributeurs s'organisent autour de différentes chaînes de valeur. Néanmoins, c'est uniquement pour la chaîne de valeur tomate fruit qu'on différencie clairement les producteurs des commerçants. Pour les autres chaînes de valeur (purée et concentré tomate), les unités de transformation assurent la production et la commercialisation.

I.1.3.1. Commerçants de la tomate fruit

Les commerçants ou vendeurs de tomate fruit sont dominés par les femmes (environ 97%) dont la grande partie se retrouve dans les grandes agglomérations. On estime plusieurs milliers les détaillants, entre 5000 et 6000 les semi-grossistes et à 1000 le nombre de grossistes. Par achat, les semi-grossistes s'approvisionnent directement auprès des grossistes. Les grossistes quant à eux peuvent acheter entre 2,4 tonnes à 4,8 tonnes et peuvent faire 1 à 3 achats dans le mois selon les cas. La quantité qu'ils brassent est estimée à quelques dizaines de paniers de 22 kg par

achat. Ce sont les grossistes qui assurent principalement la collecte de la tomate fruit des zones de production vers les centres urbains qui sont des grandes zones de consommation. Ils disposent plus de moyens que les deux autres catégories (semi-grossistes et détaillants) et préfinancent quelques fois à l'avance les producteurs. Le revenu du commerçant dépend ou varie d'une catégorie à une autre et en fonction de la période (production pluviale ou production contre-saison). En période d'abondance, les revenus sont respectivement de 225 FCFA, 370 FCFA et 460 FCFA par kg de tomate fruit vendu pour les grossistes, les semi-grossistes et les détaillants. Sur la base des volumes évacués par chaque acteur, en contre-saison, les commerçants peuvent être partagés en semi-grossistes et en détaillants. Leur revenu dans ce cas est respectivement de 1163 FCFA et de 1230 FCFA par kg de tomate fruit vendu (FAO, 2021).

I.1.3.2. Commerçants de la purée et du concentré de tomate

Ce sont des boutiques, des supermarchés et des points de vente qui sont détenus par les promoteurs d'unités de transformation et dans une moindre mesure par des particuliers. Le revenu moyen de ces commerçants varie d'une chaîne de valeur à une autre. Actuellement, les revenus des commerçants de la purée et du concentré tomate peuvent être considérés comme identiques aux revenus de transformateurs. Il est en moyenne de 21 064 283 FCFA pour les commerçants de purée et de 17 647 167 FCFA pour les commerçants du concentré tomate (FAO, 2021).

I.2. Définition des produits des acteurs d'intérêt

Trois principales chaînes de valeur tomate se partagent la production nationale. Il s'agit de la tomate fruit, de la purée de tomate et du concentré tomate.

I.2.1. Tomate fruit

- *Bassins de production*

Les grands bassins de production au Togo sont Timbou, Papri et Tambonga (région des Savanes), Ketao, Kpinzide, Koumonde, Daoude et Effolo (région de la Kara), Lama Tessi, Kpawa, Kelobo et Pagala (région Centrale), Otadi, Kpessi, Agan et Modokoute (région des Plateaux) et Nimagna, Agbodrafo, Attitogon et Aklakou (région Maritime).

- *Variétés produites et quantités*

La quantité de tomate fruit produite au Togo est de 17 626 tonnes sur 1610 ha soit un rendement moyen national d'environ 11 t/ha en 2019. Plus de 98% de cette production est consommée en frais. Plusieurs variétés de tomates sont rencontrées sur le terrain. Au sud Togo, les hybrides Floradade, INERA FBT5, Roma VF sont plus produits tandis qu'au nord Togo, ce sont plutôt les variétés comme Pectomech, Tropimech qui sont retrouvées. Cependant, on rencontre çà et là quelques variétés locales comme la variété «Aklikonvi» (Huat, 2008).

- *Emballage et Qualité*

La tomate fruit livrée sur le marché se conserve difficilement. Une partie arrive sur le marché déjà dégradée à cause des mauvaises conditions de transport et du temps passé entre la récolte et la mise sur le marché. L'autre partie quant à elle se déprécie rapidement du fait de l'usage excessif d'engrais chimique et de la nature même de certaines variétés. Les tomates sont présentées et stockées dans des paniers de 22 kg, 50 kg et 80 kg fabriqués traditionnellement. L'acidité des variétés de tomates produites actuellement limite la transformation «100% naturelle» que prônent les unités de transformations installées sur le territoire national (FAO, 2021).

- *Marché ciblé*

La production de la tomate fraîche vise essentiellement deux marchés : le marché national et le marché sous régional des pays limitrophes (Bénin, Nigéria, Ghana, Burkina Faso), environ un tiers de la production nationale s'exporte chaque année (Laba et Folikoué, 2018). Le prix de vente d'un kg de tomate fruit varie en général de 114 FCFA à 1230 FCFA. L'accès au marché est dérangé par le mauvais état des routes, les mauvaises conditions de conditionnement (pas de tri, utilisation d'emballages peu commodes, chaleur, etc.), l'utilisation. La nature hautement périssable de la tomate limite la disponibilité de la tomate tout au long de l'année ce qui entraîne des flambées de prix à certaines périodes de l'année. Les exportations de la tomate se font sous sa forme fraîche et très rarement sous la forme séchée. Dû à la faible organisation des producteurs, de la saisonnalité de la production, mais aussi au manque d'infrastructures de conservation, les prix varient considérablement. Les producteurs, dont la plupart vendent hors champ, sont obligés d'accepter les prix qui leurs sont imposés par les grossistes (Anonyme2, 2020).

1.2.2. Purée de tomate

- *Zone de production*

Les zones de production sont réparties un peu partout sur l'étendue du territoire national. Il s'agit des préfectures de Tône (Savanes), Kozah (Kara), Danyi (Plateaux) et Golfe (Maritime).

- *Quantité*

La transformation de la tomate en purée est encore à ses débuts mais dans une dynamique croissante. En 2019, 54,5 tonnes ont été produites contre 34,2 tonnes en 2018 soit un taux d'accroissement de 28%. Selon les statistiques de 2020, seul 0,28% de tomate fruit est transformée en purée. Elle est moins sollicitée sur le marché national que les deux autres chaînes de valeur (tomate fruit et concentré de tomate) (FAO, 2021).

- *Qualité et emballage*

La purée de tomate produite au Togo sont des produits naturels, sans additifs ni conservateurs chimiques et peut être conservée sur 24 mois. Une fois sorti de l'usine, le produit est conditionné dans des bouteilles et/ou bocaux en verre de contenance diverse (350g -500g). Pour produire 1 kg de purée, il faut 2,8 kg de tomate fruit (FAO, 2021).

- *Marché ciblé*

La purée de tomate produite est commercialisée quasi exclusivement sur le marché national et international (Boumendjel et Perraya, 2008). L'accessibilité à la purée de tomate est confrontée à son coût de revient jugé plus élevé. Les prix de vente varient d'une unité à une autre avec une moyenne de 1223 FCFA le kg. Ce prix élevé est défini par plusieurs facteurs, dont le coût du conditionnement qui représente 20 à 25% du coût de revient. De plus, la nature cassable de l'emballage (bouteille de verre) milite en sa défaveur auprès des consommateurs. Il est également reproché à la purée de tomate son aigreur due aux variétés de tomates utilisées et son manque de consistance.

1.2.3. Concentré tomate

- *Quantité*

En 2019, la production nationale de concentré de tomate était de 10,8 tonnes et en 2020, elle est passée à 22,1 tonnes.

- *Qualité et emballage*

Le concentré de tomate est un produit issu de la déshydratation des tomates dans le rapport sec/eau de 28 % à 35%. Il faut environ 5,5 kg de tomate fruit pour produire 1 kg de double concentré. Tout comme la purée, le concentré tomate togolais est «100% naturel». Il ne contient ni adjuvant chimique ni conservateur. Il se conserve pendant 2 ans à température ambiante. Le concentré de tomate est ainsi mis dans des récipients hermétiquement clos. Ensuite, soumis à des températures qui assureront la destruction ou l'inactivation des enzymes, toxines et microorganismes capables de proliférer aux températures normales d'entreposage et de distribution sans réfrigération. Son manque de couleur rouge vif, le volume important (450g et 1500g) de son emballage tout comme sa nature cassable jouent énormément en sa défaveur. Il lui est également reproché de ne pas «gonfler», c'est dire épaissir suffisamment la sauce comme le cas des produits importés, qui ne sont pas 100% naturels (Malet, 2017).

- *Marché*

Le prix de vente varie d'une unité à une autre et du niveau de conditionnement. En 2019, le prix moyen de vente était de 1568 FCFA le kg contre 1000 FCFA en 2020. Évalués comme tels, les prix de vente sont concurrentiels par rapport au prix de de vente du concentré tomate importée de la Chine (Daoui, 2021). Toutefois, lorsqu'il s'agit de livrer le concentré togolais avec des emballages exigés sur le marché (70 g, 200 g, etc.), les prix grimpent de façon considérable. En effet, le conditionnement représente au moins 25% du coût de revient du produit (Anonyme 3, 2016).

I.3. Stabilité du système et risques liées à la filière tomate au Togo

- ❖ Stabilité du système

Dans les conditions actuelles de production, les acteurs génèrent des revenus à la hauteur du salaire minimum dans les unités de transformation en activité. Les acteurs et intermédiaires trouvent leur compte. Pour cela, on peut alors estimer que la chaîne de valeur tomate fruit tient en équilibre et qu'elle donc durable. Les unités de production du concentré tomate sont inscrites dans un modèle qui permet de garantir un salaire minimum aux salariés. Ce qui rend le système stable pour le moment. Toutefois, d'une part, la durabilité et la stabilité du système tiennent à la capacité de négociation du prix d'achat de la matière première des transformateurs et de leur capacité à passer à une production d'échelle. D'autre part, l'inaccessibilité de la matière première, le faible niveau de production, le coût de l'emballage, l'énergie, et la concurrence avec les produits importés de la Chine rendent fragile cette stabilité (Ameyapoh, 2000 ; FAO, 2021).

❖ Risques liés à la filière tomate

Le premier risque reste la mévente due à plusieurs raisons à savoir le coût élevé ou le faible pouvoir d'achat du consommateur, la méconnaissance du produit, la qualité et la concurrence du concentré tomate importée. Les prix élevés des emballages et des sources d'énergie (gaz et électricité) sont les principaux facteurs limitant à la production. Aussi, le risque lié à la qualité (aigreur, couleur rouge terne, etc.) constitue un élément déterminant face à l'appréciation du produit final par le consommateur. L'incapacité des transformateurs à mobiliser des investissements ou des fonds (problème de solvabilité des acteurs) résume le risque financier lié à la filière (Guiraud et Galzy, 1980).

I.4 . Problème critiques de gouvernance

Un certain nombre de problèmes de gouvernance sont retenus. Il s'agit :

- du manque de professionnalisation ou de concertation entre les transformateurs et les commerçants,
- des difficultés à écouler les produits pour la production pluviale,
- de l'absence de fournisseurs locaux d'emballages,

- des difficultés d'accès à la terre et aux crédits pour les producteurs. En effet, pour plus d'un, le problème majeur de la production de tomate fruit reste l'insécurité foncière et les difficultés de financement de la campagne.
- du problème d'accès à l'eau : l'eau est l'élément fondamental dont dépend la production de la tomate fruit. Pour beaucoup de producteurs, l'accès à l'eau nécessite l'utilisation de l'énergie (carburant et électricité) pour le pompage ce qui revient trop chère.
- de la relation déséquilibrée entre producteurs et grossistes: beaucoup de producteurs se plaignent de la fixation arbitraire des prix par les grossistes qui ont plus de moyens.
- l'état des infrastructures routières et les tracasseries durant le transport : la tomate est une denrée hautement périssable, ainsi toute perturbation de la circulation (état des pistes, fermeture des frontières, enclavement, contrôles routiers inopportuns, etc.) affecte sa commercialisation et augmente par-là les pertes post-récoltes.

DEUXIEME PARTIE: MATERIEL ET METHODES

II.1 Matériel de l'étude

II.1.1. Variétés de tomate

L'essentiel du travail a porté sur la tomate fraîche *Solanum lycopersicum* variété « Aklikonvi », « Tohounvi » et « Pomvi ». Les trois principales variétés de tomates cultivées au Togo étudiées sont : La variété " Pomvi " est un fruit rond et lisse cultivé au nord dans la région des Savanes au nord du Togo, les variétés " Aklikonvi " fruit allongé et " Tohounvi " fruit légèrement arrondi aplati et lobé (voir photo 1). Les variétés Tohounvi et Aklikonvi sont cultivées dans les régions du Sud -Est et du Sud-Ouest du TOGO, dans les préfectures des Lacs, du Bas-Mono et de Vo. La variété Pomvi est cultivée dans les régions des savanes au Nord Est du Togo. Les échantillons analysés proviennent du champ de la coopérative agricole « ALODO » d'Afagnagan (Sous-Préfecture d'Afagnan) et des prélèvements effectués aux marchés d'Ahano-Kopé et d'Attikpodji de la ville de Lomé (TOGO). Nos analyses ont également concerné les purées de tomate produites et mis en bouteille au Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de qualité des Denrées Alimentaires (LAMICODA). Les tomates fraîches crues ont été stockées pendant une semaine à température ambiante (28-32°C), à l'abri de la lumière indirecte du soleil, pour atteindre une maturité optimale avant d'être transformées.



Photo 1: Variétés des tomates locales

I.1.1. Equipement de conservation et de transformation des fruits de la tomate

- Principaux équipements de laboratoire d'analyses microbiologique et physico-chimiques
- Incubateurs 30 à 80°C (Memmert GmbH+ Co. KG)
- pH-mètre modèle Orion Star A111(ThermoFisher Scientific)

- pH-mètre modèle HI 2210 (HANNA instruments)
- Titrateur automatique modèle 877 Titrino Plus, (Metrohm AG)
- Réfractomètre modèle Refracto 30PX (Mettler Toledo)
- Spectrocolorimètre modèle CM- 700 (Konica-Minolta, Japon)
- Lyophilisateur modèle VirTis Sentry 2.0 (SP SCIENTIFIC).
- HPLC Agilent modèle 1200 (Agilent Technologies)
- Filtres nylon (Interchim)
- Colonne de séparation de 75 mL modèle Sep-pak (Interchim)
- Concentrateurs centrifuges Genevac™ miVac (ThermoFisher Scientific)
- Colonne Kinetex C8 (150×4,5 mm avec pré-colonne C8, Phenomenex)

I.1.2. Milieux de culture et réactifs pour les essais microbiologiques

- Tryptone-sel Diluent (TS), OXOID CM0733, N°232
- Plate count agar (PCA), OXOID CM0325 (ISO), N°2878585
- Milieu lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL), OXOID CM0107, N°3143647
- Gélose Tryptone-sulfite-néomycine (TSN) LIOFILCHEM Diagnostics, N°110619503
- Gélose de Sabouraud au Chloramphénicol, BIOKAR diagnostics BK027HA, N°0038591
- Gélose nutritive OXOID CM0003, N°3143660
- Gélose Man Rogosa Sharpe (MRS), OXOID CM1153(ISO), N°3249536

I.1.3. Réactifs et autres produits de dosages physico-chimiques

Les standards utilisés dans cette étude sont : D-(+) -Glucose, D-(-) -Fructose et Saccharose (\geq 99%, Sigma Aldrich, USA), Lycopène (standard analytique, Sigma Aldrich, USA), Bêta-carotène ($>97\%$, Sigma Aldrich, USA) et α -Tocophérol (standard analytique, Sigma Aldrich, USA), la naringénine ($>98\%$, Sigma Aldrich, USA), l'acide chlorogénique ($\geq 98\%$, Fluka,

Allemagne), l'acide coumarique (>98%, Acros Organics, Fisher Scientific, USA) et la rutine (>99%, Extra Synthèse, France).

Les solvants de qualité HPLC utilisés ont été achetés auprès de Fischer Scientific, USA :

Soude (NaOH) 10N ; Acétone ; Ethanol ; Acide Trifluoroacétique ; Hexane ; Acétonitrile ; Méthanol ; Tétrahydrofurane ; Ammonium Acétate 1 M ; Acide chlorhydrique ; Acide formique.

II.1.2. Cadre de l'étude

Les travaux ont été réalisés d'une part à l'Université de Lomé au Togo et d'autre part à l'Ecole Supérieure d'Agricultures USC GRAPPE en France. L'identification des variétés locales de tomate, la transformation de la tomate en purée et les analyses microbiologiques ont été réalisées au Laboratoire de Microbiologie et de Contrôle de qualité des Denrées Alimentaires (LAMICODA) de l'Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires de l'Université de Lomé (ESTBA-UL). Ce laboratoire est situé dans l'enceinte du Lycée de Tokoin sis dans le quartier Tokoin SOTED. Il est habilité pour le contrôle qualité des produits alimentaires, pharmaceutiques, phyto-médicaments et pour les tests immunologiques. Il est le laboratoire de référence pour la gestion des emballages et sachets plastiques au Togo. Il sert aussi de cadre pour les travaux pratiques des étudiants de l'ESTBA-UL. Le laboratoire du Groupe de Recherche en Agro-Alimentaire sur les Produits et les procédés (GRAPPE) sous tutelle des établissements Ecole Supérieure d'Agricultures d'Angers a servi de cadre pour les analyses physicochimiques et nutritionnelles et est dirigé par Dr. Pierre PICOUET. Les activités de recherche de l'USC GRAPPE sont centrées sur l'analyse de la qualité et de la typicité des fruits frais et transformés et visent à comprendre les relations entre les propriétés physiques et chimiques qui sont à la base de la qualité sensorielle, nutritionnelle et technologique des produits végétaux à destination alimentaire. L'organisation de la thèse s'est déroulée comme suit: 3 mois en France et 9 mois au Togo durant les 3 ans et financée par la bourse du gouvernement français (Campus France).

II.1.3. Collecte des données des enquêtes sur le terrain

L'enquête a été réalisée sur la base de questionnaire conçu à cet effet et préalablement testé (Annexes VIII et IX). Le questionnaire comprenait principalement des informations relatives

au profils des groupes sociodémographiques de la population enquêtée, à la culture de la tomate et ses contraintes, les marchés ciblés pour l'écoulement de la matière première, les méthodes de transformation envisagées par les producteurs locaux, et de l'avenir de la filière tomate au Togo.

II.2. Méthode

II.2.1. Récolte des fruits de tomate

Les tomates fraîches transformées proviennent du champ de la coopérative ALODO au mois d'Août 2019, d'Afagnagan (Sous-Préfecture d'Afagnan) et des prélèvements effectués aux marchés Ahano-Kopé et d'Attikpodji de la ville de Lomé TOGO, point de vente des tomates. Notre étude a porté sur trois différentes variétés de tomates fraîches rouge mûres qui se distinguent de l'une à l'autre par leur morphologie (allongée, arrondie, aplatie et lobée) et leur disponibilité au champ ou au marché. Chaque lot de panier de tomate de forme différente pesait environ 22-25 kg et est destiné à la transformation. La photo 2 nous montre le chemin parcouru par la tomate du champ jusqu'à la mise sur le marché.



Photo 2 : Cheminement de la tomate du champ jusqu' au marché

II.2.2. Diagramme de la production de la purée de tomate

La chaîne de production de la purée comporte plusieurs stades dont le triage, lavage, l'épépinage, le découpage, le broyage, la cuisson, la mise en bouteille et la pasteurisation. (Figure 3).

Les purées de tomates ont été obtenues grâce à l'utilisation d'un broyeur-Presses manuelle (TRE SPADE, Ptoclamm et Ptoclaii, Grecostore, Italie) ou d'une Centrifugeuse Zephir ZHC57 (150 W) au laboratoire LAMICODA de Lomé (TOGO), procédé facilement transférable aux producteurs locaux. Les tomates brutes (22-25 kg) recueillies dans des paniers ont été triées pour éliminer les tomates pourries. Elles ont été lavées trois fois à l'eau claire, coupées à l'aide des couteaux et épépinées. Une étape pré-cuisson (10min/75°C) est facultative pour ramollir la peau des tomates. Le broyeur de tomate manuel (TRE SPADE, Ptoclamm et Ptoclaii, Grecostore, Italie) et centrifugeur électrique (Centrifugeuse Zephir ZHC57) ont été utilisés pour écraser la tomate. À ce stade 21±1 kg de tomates écrasées ont été retenues dans des marmites (100 litres) destinées à la production de purée. Pour chaque variété, les tomates fraîches écrasées ont été portées à l'étape de cuisson sur une cuisinière pendant 20 min à ébullition dans une casserole sous agitation manuelle où un thermomètre est utilisé afin de surveiller la température au cœur du produit. Après cuisson, on passe à l'étape de filtration où la sauce de tomate obtenue a été filtrée à l'aide d'un linge propre. Les bouteilles en verre de 25-33cl ont été préalablement stérilisées à l'autoclave à vapeur sous vide de marque PT/TT. Les purées de tomates obtenues ont été homogénéisées et conditionnées dans des bouteilles en verre transparents. Après l'étape de conditionnement, une pasteurisation finale a été faite dans un tank ou une casserole de pasteurisation à 75°C pendant 30 min afin de garantir la qualité hygiénique du produit fini. Les purées de tomates pasteurisées (TP) ont été stockées à température ambiante (22±2°C) du laboratoire. En absence d'autoclave, les marmites peuvent être utilisées pour stériliser les bocaux en verre. L'analyse microbiologique a été effectuée le jour suivant après le refroidissement total des purées pasteurisées. Tous les échantillons ont été analysés au moins en trois exemplaires à LAMICODA, Lomé- Togo pour les analyses microbiologiques et à l'USC-GRAPPE à Angers-France pour les analyses physico-chimiques.

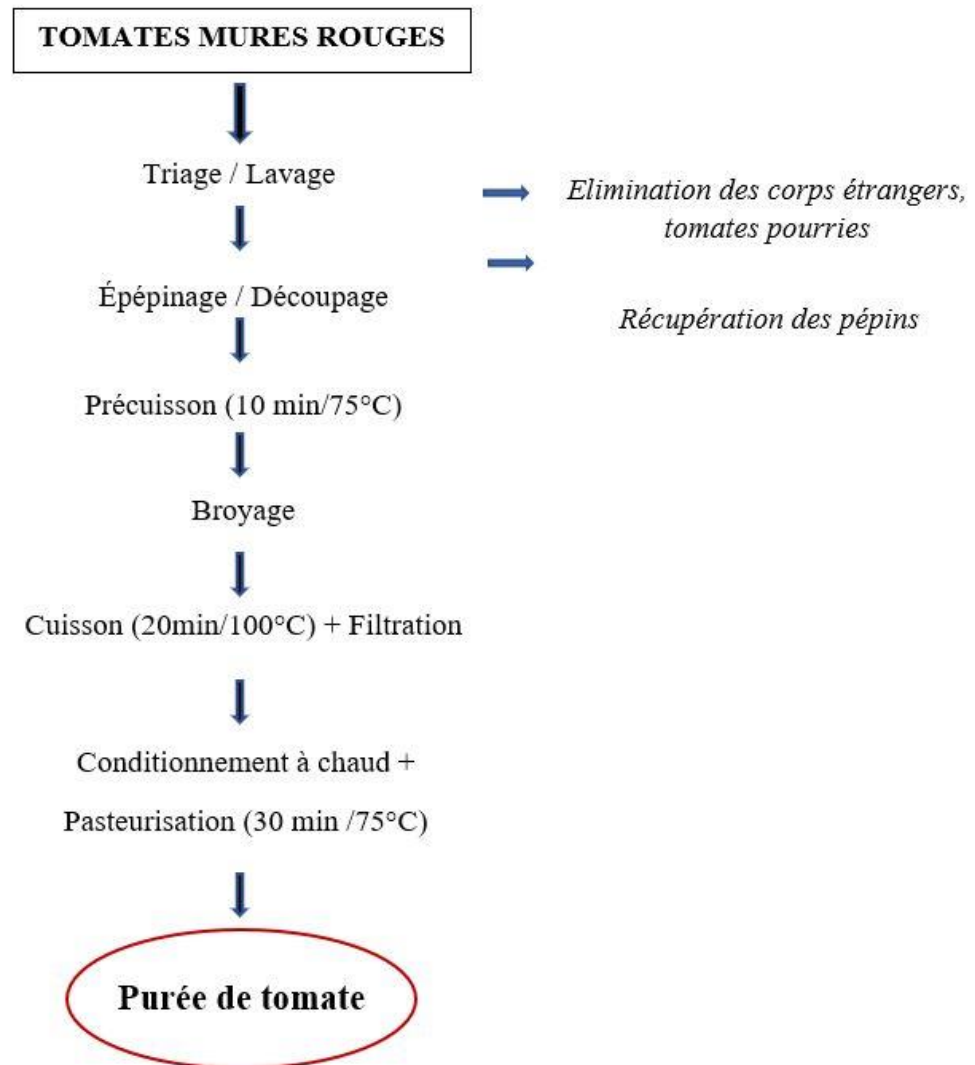


Figure 3 : Diagramme de fabrication de la tomate en purée

II.2.3. Analyses microbiologiques

II.2.3.1. Préparations des milieux de culture

En fonction des germes à rechercher (Les levures et moisissures, les germes totaux, les coliformes totaux et thermotolérants et les anaérobies sulfite-réducteurs), des milieux de culture respectifs ont été préparés suivant le mode de protocole opératoire décrit sur l'étiquette chaque boîte. Tous les milieux ne sont pas préparés de la même façon. Les milieux PCA (gélose nutritive), Sabouraud + Chloramphenicol et TSN (Tryptone sulfite néomycine sulfite) sont stérilisés (121°C) à l'autoclave (à vapeur sous vide de marque PT/TT) après la préparation mais

le milieu VRBL (gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre) ne nécessite pas une stérilisation, il est coulé directement après refroidissement. Le milieu VRBL ne se stérilise pas.

II.2.3.2. Réalisation des dilutions et ensemencement

Le diluent utilisé pour notre recherche était le Tryptone Sel (TS). Les dilutions en cascade et les ensemencements sont réalisés de façon stérile autour de la flamme d'un bec bunsen ou sous hotte. En effet, on réalise la dilution 10^{-1} par exemple en prélevant 1 ml de l'aliquote de purée de tomate dans 9 ml du Tryptone sel stérile (AFNOR, 1974). Ensuite, 1 ml de cette dilution (10^{-1}) est réintroduit dans le second tube (10^{-2}) et ceci pour les dilutions successives 0.2 ml de solution est déposé au centre de la boîte de Pétri contenant le milieu de culture gélosé. Après incubation, on a procédé à la lecture des boîtes de Pétri. Il s'est agi d'un comptage des colonies caractéristiques recherchées. Selon Renard (2005b), la numération concerne les boîtes ayant moins de 300 colonies.

II.2.3.3. Expression des résultats microbiologiques

Des analyses microbiologiques ont été réalisées sur des purées de tomates afin d'évaluer leur qualité hygiénique et de valider leur conservation à température ambiante. Chaque variété, pour chaque période de récolte, a été analysée selon les exigences microbiologiques recommandées par l'Union européenne (Règlement 178/2002/CE ; mis à jour le 24/05/2007).

- Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT)
- Coliformes totaux et thermotolérants
- Germes Anaérobies Sulfite-réducteurs
- Levures et moisissures

Les résultats ont été exprimés par la formule Normalisée AFNOR, 1974 en Unité Formant Colonie (UFC) par ml ou par g.

$$N = \frac{\sum C}{v(n_1 + 0.1n_2)d}$$

- N : nombre d'Unité Formant Colonie par ml
- $\sum C$: somme des colonies comptées sur toutes les boîtes retenues
- n_1 : nombre des boîtes retenues à la première dilution

- n_2 : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution
- d : taux de dilution de la première dilution
- v : volume de l'inoculum

II.2.3.4. Recherche et identification de la Flore Mésophile Aérobie Totale

Indicateur sanitaire, il s'agit de l'ensemble des microorganismes capable de se multiplier en aérobiose à des températures comprises entre 20°C et 45°C. La FMAT a été recherchée et dénombrée sur gélose Plate Count Agar à différentes dilutions. Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24-72 h après ensemencement. La culture montre des colonies blanche arrondies de tailles plus ou moins grande (Annexe VI).

II.2.3.5. Recherche des coliformes totaux et thermotolérants

Le dénombrement est fait suivant la NF ISO 4832 de Juillet 1991. Les coliformes totaux sont des bactéries indicatrices de contamination fécales. Elles forment des colonies caractéristiques de couleur rouge violacée de diamètre 0,5mm et plus. Le milieu utilisé est le VRBL ; gélose lactose biliée au cristal violet et au rouge neutre. Les boîtes de recherche des coliformes totaux sont incubées pendant 24h à 30°C et à 44°C pour les thermotolérants (Annexe VI).

II.2.3.6. Recherche des Levures et Moisissures

Les levures et moisissures font partie de la flore d'altération de la qualité marchande. Elles sont capables de modifier l'aspect, la texture, le goût, l'odeur, etc. des produits. Les échantillons ont été ensemencés dans la gélose Sabouraud Chloramphénicol pour leur recherche. Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24-72h (Annexe VII).

II.2.3.7. Recherche des germes anaérobies sulfite-réducteurs (ASR)

Il s'agit d'un groupe de bactéries (*Clostridium*) se développant uniquement en l'absence d'oxygène. Le milieu Tryptone Sulfite Néomycine (TSN) a été utilisé pour leur recherche. Un millilitre de l'échantillon est introduit dans 20 ml du milieu en surfusion dans un tube. Les tubes sont incubés à 44°C pendant 24-48h. La présence de ces bactéries ou leur spore se traduit par l'observation de colonies noires dans les tubes avec ou sans production de gaz (Annexe VII).

II.2.4. Analyses physicochimiques

II.2.4.1. Mesure du pH, acidité titrable et teneur en solides solubles

Le pH et l'acidité titrable ont été déterminés en utilisant respectivement un pH-mètre (Orion Star A111-Thermo Scientific) et un titrateur automatique (877 Titrino Plus, Metrohm). Pour l'acidité titrable, un mélange dilué de 10 g d'échantillon et de 25 ml d'eau désionisée a été titré avec de l'hydroxyde de sodium (0,1N NaOH) pour atteindre un pH de 8,1 (NFV05-101). Les résultats sont exprimés en équivalent acide citrique par 100 g (facteur de conversion de 0,07). La teneur en solides solubles (°Brix) a été mesurée à l'aide d'un réfractomètre (Refracto 30PX-Mettler Toledo). Chaque analyse a été effectuée trois fois.

II.2.4.2. Mesure de la couleur

Les analyses de couleur ont été effectuées à l'aide du spectrophotomètre (CM-700, Konica-Minolta) avec un illuminant D 65 et un observateur CIE (10°) comme caractéristiques techniques. Le changement de couleur a été décrit comme L*, a*, b* et cinq répétitions ont été faites pour chaque échantillon. La rougeur des tomates écrasées et de la purée de tomates a été déterminée par le rapport a*/b*. La différence de couleur (ΔE^*) entre deux échantillons a été déterminée à l'aide de l'équation suivante.

$$\Delta E^* = \sqrt{((L^*_e - L^*_{ref})^2 + (a^*_e - a^*_{ref})^2 + (b^*_e - b^*_{ref})^2)}$$

Où L^*_{ref} , a^*_{ref} , b^*_{ref} sont les valeurs de référence et dans ce cas, ce sont les valeurs des tomates fraîches écrasées prises comme référence et L^*_e , a^*_e , b^*_e étant les valeurs des purées de tomates.

➤ Préparation des échantillons avant analyse

Les échantillons de tomates broyées et de purées de tomates ont été congelés à -80°C pendant 12 heures avant d'utiliser le lyophilisateur (VirTis SP SCIENTIFIC Sentry 2.0). Pendant 7 jours 200±2 g d'échantillons ont été lyophilisés afin d'éliminer l'eau et d'obtenir une poudre sèche de purée de tomate.

II.2.4.3. Teneur en sucre (Saccharose, Glucose, Fructose)

Les principaux sucres (saccharose, fructose et glucose) ont été quantifiés par HPLC Agilent Model 1200 (Agilent Technologies, USA) couplé à un détecteur de diffusion de lumière par évaporation (ELSD) (Sedere, France). La méthode d'extraction a été développée par le GRAPPE de l'USC. 50 mg de tomates écrasées ou de purée de tomates ont été mélangés à 1,5 ml d'eau distillée et mélangés au vortex pendant 1 min. Les échantillons ont ensuite été placés sur une plaque d'agitation pendant 20 min et ont été centrifugés à 15000 rpm, 20°C, et 15 min. Le surnageant a été recueilli et filtré à l'aide d'un filtre en nylon (0,45 µm/13 mm, Interchim) avant injection de 20 µl sur HPLC/ELSD. La colonne Rezex RCM-Monosaccharide Ca²⁺ (300×7,8 mm, Phenomenex) a été utilisée à 70°C avec de l'eau déminéralisée à 100% à un débit de 0,5 ml/min. Les paramètres ELSD étaient une température de nébulisation de 40°C et une pression de 2 bars. Les analyses ont été effectuées en triplicata.

II.2.4.4. Teneur en fibres

La teneur en fibres ou en matières insolubles dans l'alcool (MIA) a été déterminée par la méthode gravimétrique selon la méthode gravimétrique selon Dubois *et al.* (1956). Une purée de tomate lyophilisée de 1g a été mis en suspension dans 20 mL d'éthanol à 70%. Le mélange a été agité pendant 10 min, transféré dans une colonne de séparation de 75 mL (Sep-pak, Interchim) équipée d'un filtre de 20 µm et filtré sous vide. Le culot obtenu a été récupéré et l'opération a été répétée 12 à 15 fois. Les deux premiers lavages ont été réalisés avec de l'éthanol à 70° chauffé à 80°C afin d'inactiver les enzymes endogènes du fruit. Les 13 lavages suivants ont été effectués avec de l'éthanol non chauffé à 70°C. L'absence de sucres solubles dans le filtrat a été mesurée par la méthode du phénol sulfurique décrite par Smith (1994). Le culot a été séché après 3 lavages avec 30 mL d'éthanol à 96 % suivis de 3 lavages avec 10 mL d'acétone, puis placé pendant une nuit dans une étuve à 40°. La masse nette de matière insoluble dans l'alcool donne une estimation de la teneur en fibres totales de l'échantillon (exprimée en pourcentage du contenu total de l'échantillon exprimé en % de tomate fraîche).

II.2.4.5. Teneur en polyphénols

L'analyse de la teneur en rutine, acide chlorogénique, naringénine et l'évaluation de la teneur totale en polyphénols ont été réalisées par une HPLC Agilent Model 1200 (Agilent Technologies) selon la méthode développée au laboratoire USC GRAPPE. 3 solvants ont été utilisés pour l'extraction : solvant 1 (100% méthanol), solvant 2 (30% eau distillée, 70%

acétone, 0,05% acide trifluoroacétique), solvant 3 (89% eau distillée / 10% méthanol / 0,1% acide chlorhydrique 37%). 500 mg de l'échantillon lyophilisé ont été mélangés avec 20 ml de solvant 1 et ensuite vortexés pendant 1 min. Après 10 min, le surnageant a été recueilli et placé dans un évaporateur centrifuge (miVac, Genevac) à 30°C pendant 1 à 2 h. Cette étape a été réalisée deux fois, en ajoutant 20 ml de solvant 2. Ensuite, 1,5 ml de solvant 3 a été ajouté. Le mélange a été placé sur une plaque d'agitation pendant 10 min puis centrifugé à 10000 rpm, 15°C, 10 min. Le surnageant a été filtré (filtre PTFE de 0,45 µm/13 mm) avant l'injection de 5 µL. La colonne Kinetex C18 (150×4,6 mm, Phenomenex) a été utilisée à 30°C à un débit de 1 ml/min. Une élution en gradient utilisant le solvant A (95 % eau distillée / 5 % acide formique) et le solvant B (80 % acétonitrile / 15 % eau distillée / 5 % acide formique) a été appliquée comme suit : 3 min 97% de solvant A/3% de solvant B, 3 à 34 min pour atteindre 20% de solvant A /80% de solvant B. Les mesures ont été effectuées à 280 nm pour le contenu total en polyphénols et la naringénine, 320 nm pour l'acide chlorogénique et 360 nm pour la rutine. Les analyses ont été effectuées en triplicata.

II.2.4.6. Teneur en caroténoïdes (bêta-carotène, lycopène) et en α -tocophérol

L'analyse des caroténoïdes (bêta-carotène et lycopène) et de l' α -tocophérol (ou vitamine E) a été réalisée à l'aide d'une HPLC Agilent Model 1200 (Agilent Technologies). 1 mL d'hexane a été ajouté à 50 mg d'échantillon lyophilisé. Le mélange a été vortexé 30s, placé sur la table d'agitation (10 min, vitesse maximale) puis centrifugé à 4°C, 10 min, et 15000 rpm. Le surnageant a été placé dans un évaporateur centrifuge (miVac, Genevac) à 30°C pendant 30 min pour obtenir l'évaporation totale de l'hexane. Une fois évaporé, 1 ml de solvant (20% Acétonitrile + 80% Tetrahydrofuran) a été ajouté. Le mélange a été vortexé 30 secondes et filtré à l'aide d'un filtre PTFE (0,45 µm) avant l'injection de 5 µL. La colonne Kinetex C8 (150×4,5 mm avec pré-colonne C8, Phenomenex) a été utilisée à 60°C à un débit de 1 ml/min. Un gradient d'élution a été utilisé avec 2 phases mobiles : A (70% Méthanol / 30% Acétate d'ammonium 1 M) et B (60% eau distillée, 40% Méthanol). Le gradient d'analyse a été appliqué comme suit : 0 min 60% solvant A / 40% solvant B, 0 à 40 min pour atteindre 15% solvant A / 85% solvant B. Les mesures ont été effectuées à 295 nm pour l' α -tocophérol, 450 nm pour le lycopène et 470 nm pour le bêta-carotène. Les analyses ont été effectuées en triplicata.

II.2.5. Analyse Statistique

Les données ont été sauvegardées dans une base de données Google Excel et importé sur le logiciel multi-variance ANOVA. Une analyse statistique a été réalisée sur les différents échantillons à l'aide du logiciel Statgraphics Centurion version 18 à un seuil de $p < 0,05$ et le logiciel R. Les différences entre les traitements ont été vérifiées par leur différence la moins significative. Les expériences ont été réalisées en triplicata, les valeurs moyennes et l'écart-type avec des exposants différents sont significatifs à $p < 0,05$.

TROISIEME PARTIE: RESULTATS ET DISCUSSION

**CHAPITRE I : EVALUATION DES PERTES SAISONNIERES DE TOMATE AU
TOGO**

Synthèse des résultats sur les pertes saisonnières de la tomate observées au Togo.

Ce travail de recherche s'appuie sur les données de la revue bibliographique et des résultats obtenus à partir des travaux de terrain effectués. Il est consacré à l'évaluation des facteurs déterminants les pertes post-récoltes de la tomate.

Le Togo comme presque tous les pays tropicaux, connaît en période de récolte une surproduction de certains fruits et légumes qui pourrissent faute de moyens de conservation et/ou de transformation appropriés (FAO, 2021).

Les procédés modernes de conservation peuvent être envisagés, mais ils sont onéreux surtout pour la population rurale de ces pays (Ameyapoh, 2000).

La FAO avait dès 1983, avancé un concept de sécurité alimentaire dont l'objectif est « Assurer en tout temps et à tous les hommes, l'accès matériel et économique aux aliments de base dont ils ont besoin ».

Les fruits et légumes sont en effet particulièrement périssables sous l'action des micro-organismes et des températures élevées et des ravageurs (Ameyapoh, 2000).

Les pertes post-récoltes de ces denrées dans le monde sont considérables surtout dans les pays chauds où elles sont évaluées entre 20 et 50% des récoltes. Les brillants résultats de la révolution verte n'ont pas pallié ce déséquilibre parce que l'accroissement de la production a souvent été annulé par ces pertes (Ameyapoh, 2000).

Ainsi, pour résoudre à ces problèmes de pertes, l'étude sur la culture de la tomate dans la région des savanes au nord-Togo a été réalisée afin d'identifier les déterminants et les facteurs qui occasionnent ces pertes en premier lieu et apporter en deuxième phase des approches de solution pour pallier ce phénomène.

Les résultats de ce travail ont été valorisés sous forme d'article scientifique intitulé : « **Determinants of Postharvest Losses in Tomato Production in the Savannah Region of Togo** », publié dans **European Journal of Agriculture and Food Sciences (EJFOOD)** ISSN : 2684-1827 DOI : 10.24018/ejfood.2021.3.5.358.

ARTICLE 2 :

Determinants of post-harvest losses in tomato production in the Savanes region of Togo.

Auteurs :

Mawuena Gott'liebe Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet, Kouassi Soncy, and Yaovi Ameyapoh.

Publié dans :

European Journal of Agriculture and Food Sciences (EJFOOD), ISSN : 2684-1827, (2021). 3(5), 40-45.

ABSTRACT

Post-harvest losses have been identified as one of the main causes of food shortage problems in most developing countries and in Togo especially. The aim of this study was to examine the determinants of post-harvest losses in tomato production in the Savannah region of Togo. A standardized structured questionnaire was used to collect data from 25 farmers selected through a combination of purposive and simple random sampling techniques. Descriptive statistics were used to summarize the characteristics of the respondents. Multiple regression analysis was conducted to examine the determinants of postharvest losses of tomatoes. The typical tomato farmer in the locality is 37 years, married, with a household of three people, and having attained a basic level of education. On average, farmers grow tomatoes on a farm of about 2 hectares and have about 10 years of farming experience. The study showed that 42% of tomatoes during the major season were lost and 90% during the minor season. From the farmers' point of view, the main sources of losses were rotting and bruising due to improper handling, diseases, and pest attacks. Regression analysis showed that farmer gender, household size, farm size, number of days in storage significantly influenced the level of post-harvest losses. Female gender, farm size, and the number of days in storage were positively associated with losses in tomato production. However, household size, membership in cooperatives, and growing improved varieties reduced post-harvest losses. Limited access to credit, lack of storage facilities, and lack of market access are the main constraints faced by tomato farmers. The study recommended periodic training of producers and membership in cooperatives. Education of farmers on growing improved varieties of tomatoes as well as training in proper processing of tomato fruits and derivatives to reduce post-harvest losses.

Keywords: postharvest losses, savannah region, Togo, tomato.

INTRODUCTION

Fresh vegetables and fruits are essential sources of vitamins and minerals for humans (FAO, 2018). Tomatoes are a widely consumed vegetable fruit worldwide. In 2017, its production was estimated at 182 million tons worldwide, including 21 million tons in Africa and 5,564 tons in Togo (Tambo et Gbemu, 2010). Tomatoes are a very important component of food consumed at the household level, as evidenced by the fact that many Ghanaian dishes contain tomatoes as an ingredient (FAOSTAT, 2014). Tomatoes are one of the most post-harvest loss products in the fruit and vegetable supply chains of sub-Saharan Africa (Affognon *et al.*, 2015); (Sibomana *et al.*, 2016). According to Robinson et Kolavalli (2010), post-harvest losses in the fresh tomato supply chain in Africa occurs mainly at the pre-consumer level. Anonyme 4 (2021) indicated in their research report that post-harvest losses are highest for tomatoes recording up to 20% after 5 days of harvest. Several factors are involved in the post-harvest loss of tomatoes, ranging from growing conditions to handling at the retail level. These factors include high field temperatures on the crop before harvest, pest and disease attacks on the tomato plants. Also, the variety of tomato grown can affect the level of post-harvest losses, as each variety is identified by different characteristics such as firmness, disease resistance, among others, which impact post-harvest losses (Babalola *et al.*, 2010). In addition, a study by Mujib *et al.* (2007) showed that the longer the distance between the farm and the market, the greater the losses due to the resulting tomato congestion and heat build-up. Moneruzzaman *et al.* (2009) also noted that the type and amount of labor used in harvesting played a key role in post-harvest losses. Skilled workers pick and handle the product carefully and, therefore, cause little damage to the fruit. Therefore, they recommended the use of skilled workers if post-harvest losses are to be minimized. Tomato fruits should be harvested in the green ripe state for long-distance marketing and at the fully ripe stage for fresh consumption to reduce post-harvest losses (Orzolek *et al.*, 2006). Alidu *et al.* (2016) recommended that tomato growers harvest ripe fruit in the morning when the temperature is cool to reduce losses. In Togo, the total area sown in 2019 is 1610 hectares and the national average yield is 11 t/ha. Three (3) local varieties (Aklikonvi, Tohouvi, Pomvi) and other improved varieties (Pectomech, Roma) are grown (FAO, 2021). These tomatoes are consumed in different forms: raw, dried, or puree. The production of fresh tomatoes in the Savannah region of northern Togo is a source of livelihood and income for a large number of producers as well as for agents involved in its distribution and marketing throughout the country. Despite its richness in micronutrients, tomato production remains seasonal, artisanal, and unorganized in Togo. The peak period for tomato cultivation is

from August to October and during this period, tomato losses are significant. In addition, climatic hazards cause droughts in the cultivation areas. Currently, there is little data on the evaluation of post-harvest losses of tomatoes. This study was designed to assess the factors that influence post-harvest losses of fresh tomatoes at the farm level. Specifically, the study sought to determine the effects of losses on tomato growers' incomes and the key factors that explain these losses.

MATERIALS AND METHODS

I. Study Areas

The study was conducted in the Savannah region in the extreme north of Togo. This region extends between 0° and 1° East longitude and 10° and 11° latitude and covers an area of 8,533 km², i.e., 15% of the national territory. It is bordered to the North by Burkina Faso, to the East by Benin, to the West by Ghana, and to the South by the Kara region. The mainly rural population was 828,224 in 2010 and is dominated by women, whose number is estimated at 430,228 against 397,996 men. The climate is tropical Sudanese and is characterized by a long dry season that extends from October to May and is marked by the Harmattan, as well as high insolation with temperatures sometimes reaching 45 °C. The short rainy season, marked by the Monsoon, extends from May to September. Since 2000, tomato cultivation has intensified around Dapaong, the capital of the Tône prefecture, as well as in the Savannah region, which exports a significant amount of its production to Lome. Tomatoes are grown throughout the district, with a strong concentration in the Timbou, Safobe, Nioukpourma, Nassongue, and Namoudjoaga communities. Each year, more than 30% of tomatoes are wasted. Some farmers refuse to harvest because of the very low market price for this commodity. Tomatoes are produced throughout the year in the district in valley bottoms and with small-scale local irrigation systems (Aidoo *et al.*, 2014).

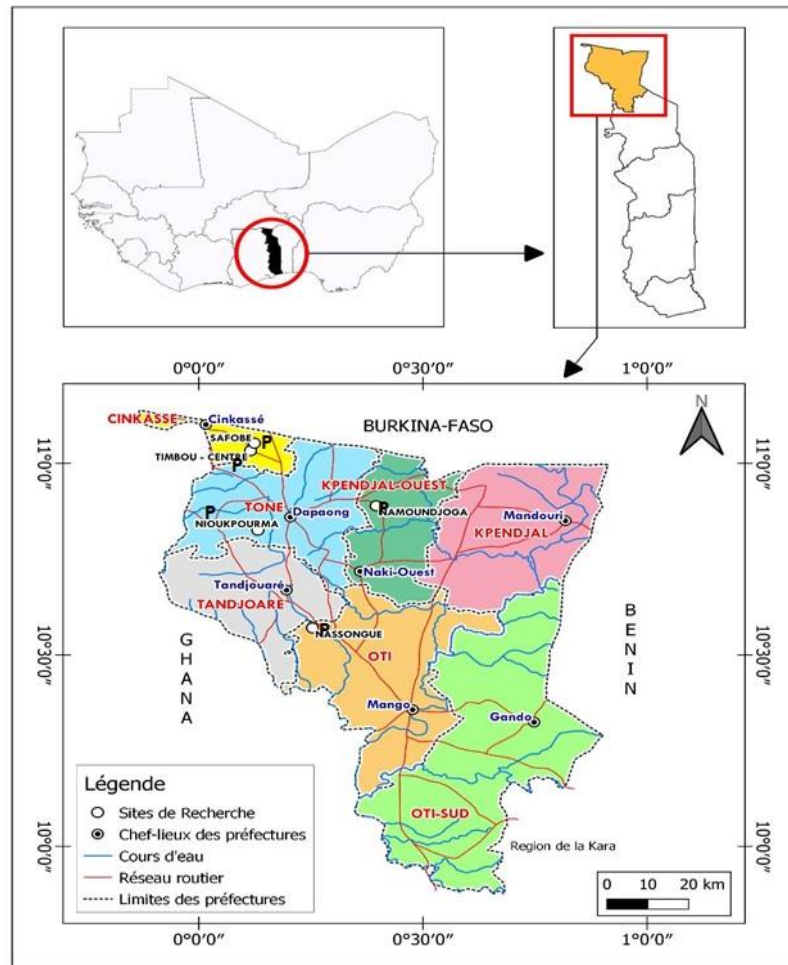


Figure 4: Map of the Savannah Region

Source (FAO,2021)

II. Method of Data Collection and Analytical Procedure

Primary data were obtained from tomato growers through personal interviews using a standardized structured questionnaire. In consultation with the local agricultural financing incentive scheme officers (MIFA) at the district, a list of communities known to produce tomatoes was prepared and a simple random sampling technique was used to select five communities, as follows: Timbou, Safobe, Nioukpourma, Nassongue, and Namoudjoaga. A list of tomato growers at the community level was obtained and a systematic random sampling technique was used to select 25 farmers from each community. The questionnaire used for the interview was designed to collect information on the general characteristics of the respondents, information on production, post-harvest losses, and constraints faced by tomato farmers. Interviews were conducted in the local language to avoid creating a language barrier. Interviews with key informants (Agents of the Technical Support Council Institute (ICAT)) were also

conducted to collect technical information on tomato production to verify and validate the accuracy of some of the information provided by farmers. Descriptive statistics such as arithmetic mean standard deviation, as well as frequency distribution tables and charts, were employed to summarize the characteristics of the respondents. The economic value of fresh tomato fruits lost was obtained by multiplying the physical quantity of fruits lost by the average prevailing market price. Multiple regression analysis was employed to determine the main factors that influence postharvest losses. The model used was specified in the double logarithmic form as:

$$\ln PHL = b_0 + b_1 \ln X_1 + b_2 \ln X_2 + b_3 \ln X_3 + b_4 \ln X_4 + b_5 \ln X_5 + b_6 \ln X_6 + \mu$$

where Ln denotes natural logarithm; PHL= postharvest losses (kg); X1= variety of tomato grown (1= if Improved variety; 0 if otherwise), X2= type of labour used for harvesting (1= family labour; 0 if otherwise); X3= time between harvesting and selling of produce (days); X4= farm size (acres); X5= distance from farm to market (km); X6 = member of Farmer Based Organization (FBO) (1=Yes; 0= No); μ =error term.

The double logarithmic functional form is usually preferred in the empirical analysis since coefficients are easy to interpret; it also has the added advantage of reducing the incidence of multicollinearity. The model was estimated using the ordinary least squares method. A five-point Likert scale was used to assess the constraints faced by tomato producers in the district.

RESULTS AND DISCUSSION

I. Characteristics of Farmers

Tomato production in the Savannah region is dominated by men; only 20% of respondents were women. However, most of these men work with their wives on their tomato farms. A typical tomato farmer is about 36 years old, has a basic level of education, and a household of four people (see Table 7). Out of about 2 ha of farmland owned by a typical farmer, about 1.5 ha was devoted to tomato cultivation, implying that the farmers are largely large and medium tomato producers. Annual household income was estimated at 196180 CFA (354.75 USD), or about 49045 CFA (88.68 USD) per capita per year. From this figure, it can be deduced that, on average, tomato growers are quite poor, living on less than 7.39 USD per month per person.

Table 7: Summary statistics of the socioeconomic characteristics of respondents

Variable	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Age (years)	27	49	35.7	7.23
Household size	2	4	3	0.94
Years of education	0	9	3.30	3.43
Annual income (Francs CFA)	75000	350000	196180	87.822
Farm size (Ha)	0.75	2	1.5	0.55
Land owned by household (ha)	2.5	6	4.4	1.14

Source : survey data

II. Causes of postharvest losses

Farmers were given options to select the main cause of post-harvest losses in tomato production. According to their ranking, postharvest losses were mainly the result of rot and bruising (mechanical damage), which were mainly caused by farm activities (Fig.5). Farmers indicated that rot was the result of excessive use of chemical sprays (herbicides and insecticides), excessive watering, and drought due to climate. Bruising, on the other hand, was the result of poor staking and handling during harvesting and sorting. From the farmers' point of view, the four most critical secondary factors that had a significant impact on post-harvest losses in tomato production were lack of market for the produce, unreliable means of transporting the produce to market, long distances between production and market centers, and the harvesting technique adopted (see Table 8). From this table it can be deduced that farmers consider problems of untimely harvesting as the main cause of post-harvest losses in tomato production. The elements they control for is just the type of variety grown and that is considered to have a low or minimal impact on post-harvest losses.

Table 8: Contribution of secondary factor to postharvest losses

Factor	Very high	High	Moderate	Low	Very Low
Lack of market avenue	0	15	5	4	1
Unreliable means of transport	0	17	3	1	4
Longer distance to market	0	21	4	0	0
Untimely harvest	0	24	1	0	0
Type of variety used	0	0	0	0	0
Poor harvesting technique	0	19	3	3	0

Source: Survey data (2020)

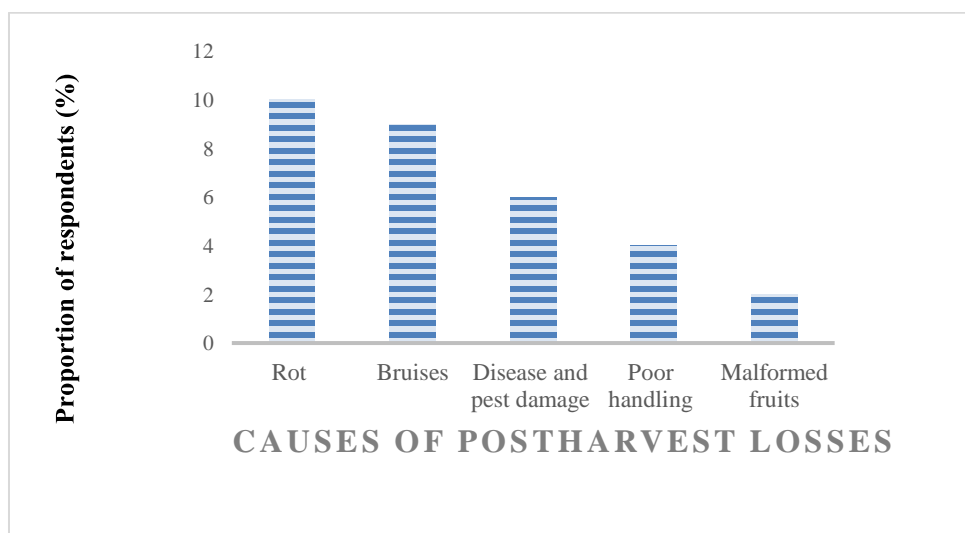


Figure 5: Primary Causes Of Postharvest Losses In Tomato Production.
Source : Generated From Field Data (2021)

Our results found are partially consistent with those found by (Anonyme 4, 2020) who found that three critical secondary factors that had significant impact on postharvest losses in tomato production are lack of market for the produce, unreliable means of transporting the produce to market and long distances between production centers and market centers .In addition their farmers consider marketing problems as their main cause of losses and the elements they controlled such as harvesting time, type of variety grown and harvesting technique adopted are rather considered to have low impact on postharvest losses.

III. Analysis of tomato output, revenue, and postharvest losses

Table 9 summarizes information on production, income obtained from tomato production and losses during the 2020 agricultural season. The results indicated that the average area of land put under tomato cultivation was about 1/2 ha during the major and minor seasons. On average, the total fresh tomato production obtained during the major season was 12,000 kg, compared to 2,000 kg during the minor season. The average yield was estimated at 6,000 kg/ha for the major season and 125 kg/ha for the minor season. The amount of production lost in the major season was 5,000 kg and its value in monetary terms was 225,000 CFA francs. This represents a loss of 42% of the harvested product. The amount of production lost during the short season was 1,800 kg, with a value of 13,000 CFA francs, or about 90% of the product harvested. On average, the quantity sold during the main season was 7,000 kg for a value of 315,000 CFA

francs and that of the secondary season was 200 kg for a value of 117,000 CFA francs. The potential income that could have been generated in the absence of post-harvest losses was estimated at 540,000 CFA francs for the major season and 130,000 CFA francs for the minor season. This means that farmers lost about 42% of the potential income from tomato production in the major season and 90% in the minor season. Fig. 6 and 7 indicated that on a per hectare basis, the amount of tomatoes lost during the main season was about 2,500 kg, worth about 112,500 francs CFA. During the short season, only 108 kg of tomatoes were lost per cultivated hectare. This implies that due to post-harvest losses, tomato growers received only 58% of the potential income during the major season and 10% during the minor season per hectare.

Table 9: Analysis of tomato output and postharvest losses for the 2020 cropping season

Variable	Major season	Minor season
Land area (ha)	0.50	0.06
Output (kg)	12,000	2,000
Quantity of output lost (kg)	5,000 (41.67%)	1,800 (90%)
Quantity sold (kg)	7,000	200
Unit Price (CFA /100kg)	45	65
Revenue obtained (CFA)	315,000	117,000
Value of losses des (CFA)	225,000	13,000
Potential revenue (CFA)	540,000	130,000

Source: Survey data (2020)



Figure 6: Analysis Of Tomato Yield And Postharvest Losses Per Hectare.

Source: Generated From Field Data (2020)

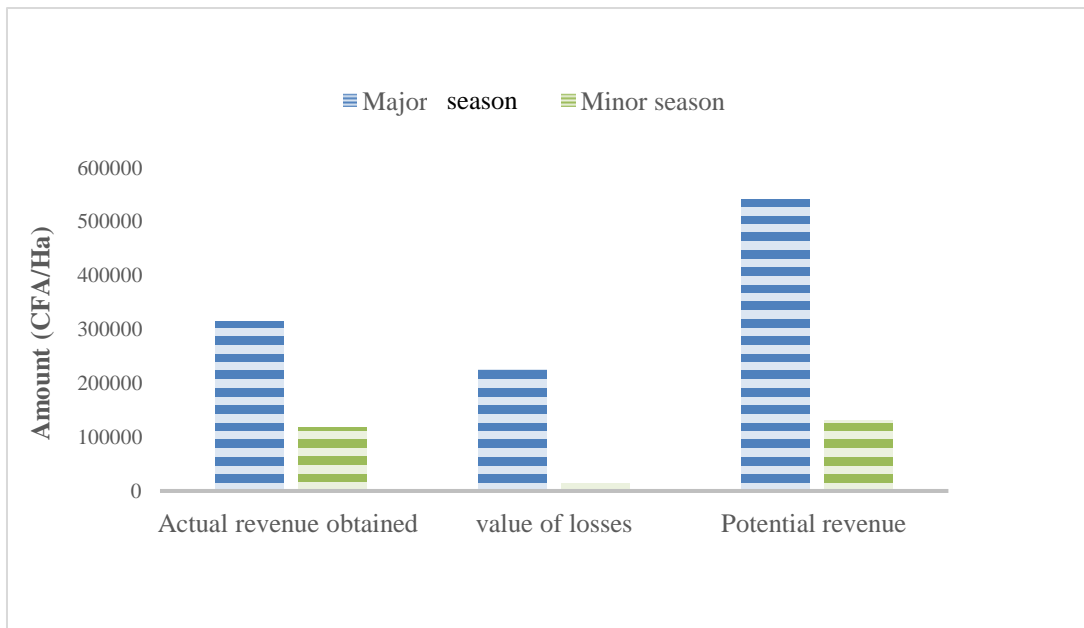


Figure 7: Analysis Of Actual And Potential Revenue From A Hectare Of Tomatoes.
Source: Generated From Field Data (2020)

IV. Determinants of postharvest losses

Table 10 provides a summary of the results obtained from the multiple regression analysis. The adjusted coefficient of determination (R^2) was 0.86, indicating that 86% of the variation in the amount of tomato fruit lost during and after harvest was explained by the variables specified in the model. The F-statistics was found to be significant at the 1% level, implying that all explanatory variables had a significant joint impact on the level of tomatoes lost after harvest. Gender and household size were the demographic variables that had a significant effect on post-harvest losses in tomato production. Female farmers were found to be more prone to high levels of losses than their male counterparts. On the one hand, this contradicts the results of Sibomana *et al.* (2016) who concluded that there was little or no gender inequality in tomato cultivation and thus no effect of gender on postharvest losses and confirms on the other hand that the results of Tambo et Gbemu (2010) show that gender does impact production.

Table 10: Regression estimated of the determinants of tomato losses

Variable	Coefficient	Std. Error	t	p >t
Constant	6.750	2.623	2.573	0.017
Gender (1=male, 0=female)	0.543	0.17497	3.105	0.005
Ln Household Size	-0.396	0.165	-2.397	0.025
Ln Education (years)	0.179	0.176	1.015	0.321
Ln Farm size	0.488	0.192	2.545	0.018
Ln Day of Storage	0.0656	0.345	2.056	0.015
Ln Distance to market	0.01795	0.117	0.153	0.880
Ln Annual income	0.10705	0.21682	0.494	0.62660
Improved variety (1=Yes, 0=No)	0.15527	0.153	1.011	0.323

$R^2 = 0.862$, $F = 19.62$; (Significant at 1%); $SER = 0.212$. Dependent variable : Ln_quantity of tomato fruits lost.

Tomato harvesting is labor intensive. In general, male-headed households tend to have a lot of labor hours and more time for tomato harvesting and other agricultural activities, compared to their female counterparts who are naturally not overly strong but also have household/family responsibilities to fulfill. All else being equal, women tend to use a longer period to harvest fruit, resulting in high levels of post-harvest losses. Household size was found to have a significant negative relationship with the level of post-harvest losses as also demonstrated by FAOSTAT (2014). Farmers with larger households tend to have lower levels of postharvest losses because they have a relatively large amount of family labor to assist with tomato harvesting to make the process faster and more efficient. Farm size had a significant positive effect on the level of post-harvest losses experienced by farmers. Large farms generally have higher levels of production that require a significant amount of labor for harvesting and transportation. When the household has labor constraints and there is a small delay from traders, farmers typically lose huge volumes of tomatoes. This result is consistent with the findings of (Sibomana *et al.*, 2016) and (Tambo et Gbemu, 2010) who reported that the larger the area cultivated, the higher the quantity harvested and the higher the risk of losses due to poor handling and lack of adequate storage. The increase in the amount of fruit to be harvested due to the larger farm size leads to an increase in post-harvest losses due to lack of storage facilities and high labor requirement to complete the harvest in time.

It was also found that the number of days that harvested tomatoes were stored until the time of sale had a significant positive effect on the losses incurred. This is consistent with an a priori expectation because tomatoes are a highly perishable commodity due to their shorter shelf life. Membership in a faith-based organization was negatively correlated with the level of post-

harvest losses incurred. This means that farmers who join or are members of a faith-based organization are less likely to experience post-harvest losses, as they are in contact with traders associations that purchase their produce post-harvest from the field. Sibomana *et al.*(2016) also noted that farmers who belong to agricultural cooperatives get some form of assistance in selling their produce and consistently have fewer post-harvest losses. Growing improved varieties of tomato (i.e., improved Pectomech and Roma) has been associated with lower levels of losses because these varieties possess certain advantageous qualities that local varieties do not have. Qualities such as firmness, disease resistance, longer shelf life, and thick skin help the fruit withstand pressure during harvest and maintain quality during storage. This result agrees with the findings of Guiraud et Galzy (1980) who noted that the variety of tomato grown is an important indicator of the level of post-harvest losses experienced by a farmer.

IV. Constraints faced by tomato producers

Table 11 shows that tomato farmers in the study area face several challenges. On a five-point Likert scale, lack of storage facilities was ranked as the most important and critical constraint faced by tomato growers in the study area. Farmers considered limited access to finance/credit as the second most important production constraint. Lack of market was considered very high and was therefore ranked as the third most important constraint faced by farmers. A survey by MIFA (2020) also indicated that high cost of production, unreliable transport and lack of technology were serious constraints faced by tomato farmers in Togo.

Table 11: Constraints in tomato production

Constraint	Very high	High	Moderate	Low	Very Low
Lack of storage facilities	25	0	0	0	0
High cost of production	0	12	10	3	0
Limited access to finance	0	24	1	0	0
Lack of market	22	1	2	0	0
Unreliable transport	0	17	3	1	4
Lack of technology	19	4	2	0	0

Source: Field survey(2020)

CONCLUSION

Our study showed that post-harvest losses are very important in tomato production in the Savannah region. Male gender, household size, cooperatives membership, and cultivation of improved varieties (Pectomech and improved Roma) were associated with lower levels of post-harvest losses. In contrast, farm size and the number of days the product was stored before sale were associated with higher levels of post-harvest losses in tomato production. To a large extent, a number of the underlying causes of these huge losses are within the control of the local producer. If these factors are well managed, there will be a reduction in post-harvest losses and the availability of raw material will be increased without necessarily cultivating an additional hectare of land. Through the training of faith-based associations, farmers can establish small processing centers that will turn tomatoes into purees and other alternative products when there is no market for fresh fruit. The extension unit of the Ministry of Agriculture should raise awareness and knowledge of the available improved tomato varieties to increase their adoption rate in order to minimize post-harvest losses. Access to water through irrigation must be provided to farmers in order to have water availability in times of drought. Farmers should be encouraged to stagger production/schedule production to allow for staged harvesting, thereby reducing labor requirements and post-harvest losses. Periodic training on harvesting and proper handling of harvested tomatoes should be organized for farmers. Private entrepreneurs should also be encouraged to invest in the tomato industry by constructing appropriate cold storage facilities at the locality level to help farmers store their harvested produce before it goes to market. This will reduce losses that occur at the farm level.

ACKNOWLEDGMENT

The authors are grateful to the Risk-Sharing Agricultural Finance Incentive Facility (MIFA) for funding this work. We also thank the Laboratory of Microbiology and Quality Control of Foodstuffs (LAMICODA) of Togo who allowed the realization of this work in their premises.

CONFLIT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

**CHAPITRE II. : PRODUCTION DE LA PUREE DE TOMATE AU TOGO : ASPECTS
MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICOCHIMIQUE**

Synthèse des résultats du travail

Ce travail de recherche s'appuie sur les données de la revue bibliographique et des résultats obtenus dans le chapitre précédent. Il est consacré à la transformation de la tomate en purée tout en évaluant ses qualités hygiéniques et physicochimiques.

La transformation et le stockage des produits agro-alimentaires périssables pour assurer leur conservation sur une longue période sont donc une nécessité pour les pays en développement, tant sur le plan économique que social.

Or la disponibilité des ressources alimentaires produites et autoconsommées est un problème réel au niveau des ménages. Le prix de vente et la fluctuation saisonnière de la récolte et ainsi que les déficiences en matière d'infrastructures de stockage et de commercialisation entravent les efforts des producteurs. Ces deux aspects éloignent la population de ce concept surtout par rapport à la consommation des fruits et légumes qui jouent un rôle nutritionnel prépondérant dans l'alimentation de l'homme (Ameyapoh, 2000).

Ainsi, l'accroissement de la capacité nationale de production de biens alimentaires devient une priorité pour eux.

La mise en place de techniques adaptées de conservation et de transformation aurait permis de garantir une autosuffisance alimentaire en quantité et en qualité aux populations des pays en voie de développement.

Notre étude vise donc à valoriser la surproduction saisonnière des différents fruits et légumes cultivés au Togo et dans la sous-région par leur transformation en purée, à l'échelle artisanale et semi-industrielle.

Les travaux présentés ont porté d'une part sur l'identification des variétés de tomate locale et d'autre part les aspects microbiologiques et physico-chimiques de la conservation des purées produites à base de ces tomates (*Solanum lycopersicum*) fraîches.

Les résultats de ce travail ont été valorisés sous forme d'article scientifique intitulé : « **Evaluation of the microbiological and physico-chemical characteristics of local tomato puree produced on a small scale in Togo** », publié dans **African Journal of Food Science (AJFS) ISSN 1996-0794 DOI : 10.5897/AJFS2019.1862**.

ARTICLE 3

Evaluation of the microbiological and physico-chemical characteristics of local tomato puree produced on a small scale in Togo.

Auteurs :

Mawuena Gott'liebe Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet and Yaovi Ameyapoh.

Publié dans :

African Journal of Food Science (AJFS), ISSN: 1996-0794, (2021). 15(8), 304-312.

ABSTRACT

Tomatoes are produced, processed and widely consumed by the Togolese population. However, the local production is not developed enough to be able to provide locally processed tomatoes. In order to promote local development, stimulate local processing and reduce post-harvest losses, the processing into puree was undertaken with three locally grown varieties of tomatoes in Togo (Aklikonvi, Tohouvi, and Pomvi). A method developed at the LAMICODA laboratory was used and the process was adapted to be mastered by any local producers. Microbiological and physico-chemical analysis of crushed tomatoes and tomato purees of the three different varieties were performed in order to validate product stability and to determine final product physico-chemical and nutritional qualities. Results showed that the hygienic quality of these tested products was validated according to the criteria considered by the European Union. Also, the results indicated that purees produced contained lycopene (3.94 mg to 7.36 mg/100 g), vitamin E (0.38 mg to 1.14 mg/100 g), β -carotene (0.27 mg to 0.56 mg/100 g), and sugars (such as fructose: 0.75 g to 1.56 g/100g ; glucose: 0.78 g to 1.52 g/100g) whatever the variety. The total sugar content is significantly different ($p < 0.05$) for crushed tomatoes and purees. A deterioration of the color and an increase of the acidity were observed in the obtained tomato purees. These preliminary results obtained on these processed products are helpful for further processing and promotion of these different varieties of locally grown tomatoes in Togo.

Key words: Local tomato, crushed tomato, tomato puree, hygienic quality, physicochemical quality, Togo.

INTRODUCTION

Tomatoes are widely consumed around the world and in 2017 its production is estimated at 182 million tons worldwide, of which 21 million tons in Africa and 13 328.2 tons in Togo (Tambo et Gbemu, 2010). In Togo, tomato production remains seasonal, artisanal, and unorganized (Dossou *et al.*, 2007). Nevertheless, Togolese tomato production remains the priority activity of 65% of the population in the Savanna region in the north of the country and one of the most important income-generating activities for local producers in Togo (Anonyme 5, 2019). Three main varieties are cultivated: Aklikonvi, Tohounvi, and Pomvi. The production period includes a period of shortage from October to May and a period of abundance from June to September. Due to this production period, fresh tomatoes and processed tomatoes are imported from bordering countries such as Ghana and Burkina-Faso (Malet, 2017). Some Togolese companies are specialized in tomato processing into puree; however despite their production, a postharvest loss of tomatoes is observed in Togo (Sadok et Zedak, 2016), due to a lack of processing method that could be done directly by local producers. Also, the tomatoes are of interest due to its rich content in mineral elements such as potassium, vitamins (A, C, E) (Toor et Savage, 2005 ; Dossou *et al.*, 2007) and different antioxidants compounds such as phenolic compounds (mainly rutin, naringenin, and chlorogenic acid), carotenoids (mainly lycopene and β -carotene) (Hernandez *et al.*, 2008 ; Chanforan, 2010). These antioxidants make it a formidable bulwark against diseases (Toor et Savage, 2005). This composition of fresh tomatoes can vary significantly, especially depending on the varieties but also growing conditions (agricultural techniques and environmental factors) or post-harvest preservation that can lead to compositional variability within the same cultivar (Boumendjel *et al.*, 2012). It is obvious that heat treatments have an effect on the biochemical and nutritional composition of food. This effect can be positive on certain compounds such as lycopene improving their absorption by the body (Oboulbiga *et al.*, 2017). However to our knowledge, no studies were assessed on Aklikonvi, Tohounvi, and Pomvi varieties composition and its processed product. Also, our previously carried out investigations have revealed that currently these varieties tend to disappear and to be replaced by hybrid varieties, more resistant to damage and extreme weather conditions. This study therefore aims (1)- to propose a method to preserve tomatoes using a process adapted to be mastered by any local producers. Some microbiological analysis will be performed to validate the quality of the process applied to obtained tomato puree. (2)- To obtain information about physico-chemical characteristics and nutritional composition of

the main compounds (sugar content, fibers, antioxidant, vitamins) of Aklikonvi, Tohounvi, and Pomvi tomatoes varieties before and after processing into puree.

MATERIAL AND METHODS

I. Varieties of tomatoes

The three main varieties of tomatoes grown in Togo were studied: The variety "Pomvi" is a smooth round fruit grown in the north in the Savannah region of northern Togo, the varieties "Aklikonvi" elongated fruit and "Tohounvi" slightly rounded fruit flattened and lobed grown in the south in the Maritime region in the prefectures of the Lakes, Bas-Mono and Vo. Twenty-five kilograms of each tomatoes were bought at the Lomé Grand Market in August and October 2018. These raw tomatoes were then stored for a week at room temperature (28-32°C), out of the indirect sunlight, to reach optimum maturity before processing.

II. Process applied for tomato puree production

Tomato purees were obtained using a process easily transferable to local producers, at the laboratory LAMICODA in Lomé (TOGO). The raw tomatoes (25 kg) were sorted to remove rotten tomatoes and then washed three times with clean water. Raw tomatoes were crushed using a manual tomato crusher (TRE SPADE, Ptoclamm and Ptoclaii, GrecoStore, Italy) to separate the skin and seeds from the pulp. At this stage, 21±1 kg of crushed tomatoes was obtained. For each variety, samples of 200 g of crushed tomatoes (CT) were directly packed into a double-closure freezer bag (Ultra-Zip, Alba Melitta Group) and stored at - 20°C before analysis. They will be used as control sample. Crushed tomatoes were cooked during 30 min at 90°C in a saucepan under manual stirring, then concentrate using a clean linen for filtration. Tomato puree obtained were packaged in 25 cL sterilized glass bottles and were pasteurized at 75°C during 30 min in order to guarantee the hygienic quality of the finished product. The pasteurized tomato purees (TP) were stored at room temperature. For each variety (Aklikonvi, Tohounvi, and Pomvi) and each period of harvest (August and October), samples of crushed tomatoes (CT) and samples of pasteurized tomato purees (TP) were obtained. Microbiological analysis was done the next day after total cooling of the pasteurized purees. All samples were analyzed at least in triplicate at LAMICODA, Lomé, Togo for microbiological analysis and the USC GRAPPE in Angers-France for physico-chemical analysis.

III. Evaluation of the microbiological quality of tomato purees

Microbiological analysis was carried out on tomato purees in order to evaluate their hygienic quality and validate their preservation at room temperature. Each variety, for each period of harvest was analyzed following microbiological requirement recommended by European Union (Regulation 178/2002/EC; update the 24/05/2007). It includes total mesophilic aerobic flora (PCA, 30°C, 24-48 h), total and thermotolerant coliforms (VRBL agar, 30°C or 44°C, 24-48 h), sulfite-reducing anaerobic bacteria (TSN agar, 37°C, 24-48 h), yeasts and molds (Sabouraud + Chloramphenicol agar, 30°C, 48-72 h). Each analysis was done in triplicate.

IV. Evaluation of the conventional physico-chemical parameters

IV. 1. pH, titratable acidity and soluble solids content

pH and titratable acidity were determined using respectively a pH meter (Orion Star A111- Thermo Scientific) and an automatic titrator (877 Titrimo Plus, Metrohm). For titratable acidity, diluted mixture of 10 g of sample and 25 ml of deionized water was titrated with sodium hydroxide (0.1N NaOH) to reach pH 8.1. The results are expressed as citric acid equivalent per 100 g (conversion factor of 0.07). Soluble Solids Content (°Brix) was measured using a refractometer (Refracto 30PX- Mettler Toledo). Each analysis was done in triplicate.

IV.2 Color measurement

Color analyses were performed using the spectrophotometer (CM- 700, Konica-Minolta) with a D 65 illuminant and CIE (10°) observer as technical characteristics. Color change was described as L*, a* b* and five repetitions were made for each sample. The redness of crushed tomatoes and tomato puree was determined by a*/b* ratio. The color difference (ΔE^*) between two samples was determined using Equation 1.

$$\Delta E^* = \sqrt{((L^*e - L^*ref)^2 + (a^*e - a^*ref)^2 + (b^*e - b^*ref)^2)}$$

Where L*ref, a*ref, b*ref are the reference values and, in this case, it is the values of the crushed tomatoes taken as reference and L*e, a*e, b*e being the values of the tomato purees.

V. Evaluation of nutritional compounds

Sample preparation before analysis Crushed tomatoes samples and tomato purees samples were frozen at -80°C during 12 h before using the freeze dryer (VirTis SP SCIENTIFIC Sentry 2.0).

200 g of samples were freeze dried during 7 days in order to remove water content and to obtain a dry powder.

V.1. Chemicals solution for analysis

The standards used in this study were: D-(+)-Glucose, D-(-)- Fructose and Sucrose ($\geq 99\%$, Sigma Aldrich), Lycopene (analytical standard, Sigma Aldrich), Beta-carotene ($>97\%$, Sigma Aldrich) and α -Tocopherol (analytical standard, Sigma Aldrich), Naringenin ($>98\%$, Sigma Aldrich), Chlorogenic acid ($\geq 98\%$, Fluka), Coumaric acid ($>98\%$, Acros Organics), and Rutin ($>99\%$, ExtraSynthese). The HPLC grade solvents used were purchased from Fischer Scientific: Acetone, Acetonitrile, Methanol, Hexane, Tetrahydrofuran, and Trifluoroacetic acid.

V.2. Sugar content (Glucose, fructose)

The main sugars (fructose and glucose) were quantified by Agilent Model 1200 HPLC (Agilent Technologies, USA) coupled to an Evaporative Light Scattering Detector (ELSD) (Sedere, France). The extraction method was developed by the USC GRAPPE. 50 mg of crushed tomatoes or tomato puree were mixed with 1.5 ml of distilled water and vortexed for 1 min. Samples were then placed on stirring plate for 20 min and were centrifuged at 15000 rpm, 20°C, and 15 min. The supernatant was collected and filtered using nylon filter (0.45 μm /13 mm, Interchim) before injection of 20 μl on HPLC/ELSD. The column Rezex RCM-Monosaccharide Ca²⁺ (300 \times 7.8 mm, Phenomenex) was used at 70°C with 100% demineralized water at a flow rate of 0.5 ml/min. ELSD parameters were a nebulization temperature of 40°C and 2 bars of pressure. Analysis was done in triplicate.

V.3. Fiber content

Fiber content or alcohol insoluble matter (AIM) was determined by the gravimetric method according to Dubois *et al.* (1956). 1 g of freeze-dried tomato puree was suspended in 20 mL of 70% ethanol. The mixture was stirred for 10 min, transferred to a 75 mL separating column (Sep-pak, Interchim) equipped with a 20 μm filter and filtered under vacuum. The pellet obtained was recovered and the operation was repeated 12 to 15 times. The first two washing were performed with 70° ethanol heated to 80°C in order to inactivate the endogenous enzymes of the fruit. The following 13 washing were carried out with unheated 70°C ethanol. The

absence of soluble sugars in the filtrate was measured by the sulfuric phenol method described by Smith (1994). The pellet was dried after 3 washings with 30 mL of 96% ethanol followed by 3 washes with 10 mL of acetone, then placed overnight in an oven at 40°C. The net mass of alcohol-insoluble material gives an estimate of the total fiber content of the sample (expressed as a percentage of the total content of the sample expressed as % of fresh tomato).

V.4. Polyphenol content

The analysis of rutin, chlorogenic acid, naringenin content and the evaluation of total polyphenol content was carried out by an Agilent Model 1200 HPLC (Agilent Technologies) according to the method developed at USC GRAPPE laboratory. Three (3) solvents were used for extraction: solvent 1 (100% methanol), solvent 2 (30% distilled water, 70% acetone, 0.05% trifluoroacetic acid), solvent 3 (89% distilled water / 10% methanol / 0.1% hydrochloric acid 37%). 500 mg of the lyophilizate sample was mixed with 20 ml solvent 1 and then vortexed during 1 min. After 10 min, the supernatant was collected and placed in a centrifugal evaporator (miVac, Genevac) at 30°C during 1 to 2 h. This step was done twice, adding 20 ml of solvent 2. Then 1.5 ml of solvent 3 was added. The mixture was placed on a stirring plate during 10 min then centrifuged at 10000 rpm, 15°C, 10 min. Supernatant was filtered (PTFE filter of 0.45 µm/13 mm) before injection of 5 µL. Column Kinetex C18 (150×4.6 mm, Phenomenex) was used at 30°C at a flow rate of 1 ml/min. A gradient elution using solvent A (95% distilled water / 5% formic acid) and solvent B (80% Acetonitrile / 15% distilled water / 5% formic acid) was applied as followed: 3 min 97% solvent A / 3% solvent B, 3 to 34 min to reach 20% solvent A / 80% solvent B. Measurements were done at 280 nm for total polyphenol content and naringenin, 320 nm for chlorogenic acid and 360 nm for rutin. Analysis was done in triplicate.

V.5. Carotenoid content (beta-carotene, lycopene) and α -tocopherol

Analysis of carotenoid (beta-carotene and lycopene) and α -tocopherol (or vitamin E) was carried out using an Agilent Model 1200 HPLC (Agilent Technologies). 1 mL of hexane was added to 50 mg of freeze-dried sample. The mixture was vortexed 30 s, placed on the stirring table (10 min, maximum speed) then centrifuged at 4°C, 10 min, and 15000 rpm. The supernatant was placed in a centrifugal evaporator (miVac, Genevac) at 30°C during 30 min to obtain the total evaporation of the hexane. Once evaporated, 1 ml of the solvent (20% Acetonitrile + 80% Tetrahydrofuran) was added. The mixture was vortexed 30 s and filtered

using PTFE filter (0.45 μm) before injection of 5 μL . Column Kinetex C8 (150 \times 4.5 mm with pre-column C8, Phenomenex) was used at 60°C at a flow rate of 1 ml/min. A gradient of elution was used with 2 mobile phase: A (70% Methanol / 30% Ammonium Acetate 1 M) and B (60% distilled water, 40% Methanol). Gradient analysis was applied as followed: 0 min 60% solvent A / 40% solvent B, 0 to 40 min to reach 15% solvent A / 85% solvent B. Measurements were done at 295 nm for α -tocopherol, 450 nm for lycopene and 470 nm for beta-carotene. Analysis was done in triplicate.

VI. Statistical analysis

A statistical analysis was performed on the different samples using the Statgraphics Centurion 18 software at a $p < 0.05$ threshold with multi-variance ANOVA. The differences among treatments were verified by their least significant difference. Experiments were conducted in triplicate, mean values and standard deviation with different exponent letters are significantly at $p < 0.05$.

RESULTS

I. Microbiological characteristic of tomato purees

Pasteurization process was necessary to obtain products that could be preserved at room temperature for a long period. This heat treatment could permit to propose a simple process, easily transferable to local producers, to valorize local tomato varieties and to reduce losses during abundance period. With this objective, it is of high importance to evaluate the sanitary quality of the tomato puree obtained. The microbiological analyses made on the tomato purees produced in August and October revealed that the tomato purees after pasteurization were germ-free (Table 12, results obtained after 2 days of storage at $22 \pm 1^\circ\text{C}$) and does not exceed the threshold values indicated by the regulation related of microbiological criteria of European Union. The analysis of total and thermotolerant coliforms did not reveal any colonies, whereas the standard tolerates 10 per gram of puree. As for the mesophilic aerobic flora, yeasts and molds, the analyses showed respectively less than 10 germs/g of puree. Puree tested did not contain any colonies of sulfite-reducing anaerobes (SRA) which are the germs responsible for deterioration of canned food at pH below 4.5. These results showed a good level of control of the parameters applied for pasteurization treatment. The process applied is effective and sufficient to stabilize the product during its duration of conservation.

Table 12: Microbiological analysis of tomato puree

Germs	Number of Germs in Pasteurized tomato Purees			European Union (EU) criteria, Regulation 178/2002/EC; updated on 24 May 2007.
	Aklikonvi	Tohounvi	Pomvi	
Mesophilic aerobic flora	<10	<10	<10	10 ⁴ / 1g of puree
Total and thermotolerant Coliforms	Absent	Absent	Absent	Absent /1g of puree
Sulfite-reducing anaerobic bacteria	Absent	Absent	Absent	Absent /1g of puree
Yeasts and Molds	Absent	Absent	Absent	10 ⁴ / 1 g of puree

Conclusion: The analyzed tomato puree are of satisfactory hygienic

II. Evaluation of conventional physicochemical parameters and nutritional compounds of fresh tomatoes and tomato puree

Local varieties of tomatoes (Aklikonvi, Tohounvi, and Pomvi) are not well characterized yet and the following results will help to bring knowledge related to physicochemical characteristics and the analysis of some specific compounds (two periods of harvest, August and October). Also, this study will help to understand the losses or evolution of the composition of the products related with the process applied in order to validate the final nutritional quality of the product.

First, different physico-chemical parameters (pH, °brix, titratable acidity, color) of the crushed tomato and tomato puree were done. Results are shown in Tables 13 to 15. pH values range between 4.10 and 4.42 for all varieties tested, pH<4.5. Whatever, the treatment and the month of production, there is little significant difference due to the general maturity of the tomatoes before processing into puree. Crushed tomatoes produced in August have a pH between 4.18 and 4.40, and their puree a pH ranging from 4.18 to 4.42. For October crushed tomatoes, we obtain a pH of 4.13 to 4.32 and for their puree a pH ranging from 4.12 to 4.31.

Soluble solids content values for all varieties range from 2.70 to 5.73%. Whatever the month of production, we observe an increase in the Brix degree during the transformation of the fresh

tomato to the puree produced. Crushed tomatoes produced in August have a soluble solid content between 3.27 and 5.20, and their puree a soluble solid content ranging from 3.67 to 5.73. For October crushed tomatoes, we obtain a degree brix of 2.70 to 3.97 and for their puree a soluble solid content ranging from 4.40 to 5.53. The process of tomatoes into puree increases the brix degree of the tomatoes as revealed by the heat treatment. The total acidity of the tomatoes and purees produced expressed in citric acid equivalent (g/100g) from our three varieties reveal a content of around 0.20 to 0.60%.

For October crushed tomatoes, we obtain a degree brix of 2.70 to 3.97 and for their puree a pH ranging from 4.40 to 5.53. Crushed tomatoes acidity produced in August range from 0.22 to 0.60, and their puree pH ranges from 0.24 to 0.55. For October crushed tomatoes, we obtain 0.21 to 0.37 for acidity value and for their puree, it ranges from 0.31 to 0.62 equivalent in citric acid g/100g. The heat treatment increases the acidity of the purées whatever the variety. As for color, the illuminant D65 in combination with the 10° CIE 1964 reference observer is commonly used. This was determined by ratio a/b determining the redness of our sample. The L fraction expresses the luminosity of the product; it remains related to the non-enzymatic browning reactions. The coordinates a*(red/green), b*(yellow/green) are directly correlated to the color. values. As for color, the ratio a/b of crushed tomatoes produced in August varies between 1.09 and 1.39, and their puree has a ratio between 1.05 and 1.15. For crushed tomatoes produced in October, we obtain a ratio of 1.35 to 1.72 and for their puree a ratio ranging from 1.23 to 1.42 for all varieties. The ratio showed us that the heat treatment acts on the color of our tomatoes during cooking. The result in a low a/b value from crushed tomato to puree represented an orange to brown color due to the formation of Maillard reaction products by the intensive heat treatment. The fiber content varies according to the month of cultivation. Crushed tomatoes produced in August have a fiber content of between 1.11 and 1.63 g/100 g, and their puree between 1.58 and 2.27 g/100 g. The crushed tomatoes produced in October have a fibers value of 0.97 to 1.53 g/100 g and for their puree values ranging from 1.76 to 2.09 g/100 g whatever the variety. Heat treatment of tomato puree increases the fiber content of our samples due to the concentration the product undergoes after cooking. For global analyses of all varieties, there was no statistically significant difference in the pH parameters, acidity; on the other hand, the effect of heat treatment (cooking) showed a significant difference in Brix degree, color (Table13). Then specific nutritional compounds were analyzed. All results obtained are in Tables 2 to 4 and are parallel with the results of the conventional analysis for further comparison.

Glucose and fructose are the most common main sugars of the fruit. The values of crushed tomatoes in August showed a sugar content of 1.52 and 2.73g/100g, and 1.85 to 3.30g/100g for their puree. Crushed tomatoes produced in October have a sugar content of between 1.21 and 2.12 g/100 g and their puree value of between 1.86 and 2.60 g/100 g whatever the variety. Under the action of too much heating, fructose and glucose can be degraded in our purees. The sugar content of tomatoes varies due to the climatic and soil characteristics of each tomato variety and the presence or degradation of sucrose. This carbohydrate content may vary depending on different factors: light, temperature, irrigation and fertilizer.

The carotenoid composition of the tomato varieties studied reveals compounds with different levels of lycopene, carotenoids and vitamin E in Tables 14 and 15. Vitamin E content of crushed tomatoes produced in August is 0.20 to 0.64 mg/100 g and 0.38 to 1.14 mg/100 g for their puree. Vitamin E content values for crushed tomatoes produced in October range from 0.23 to 0.45 mg/100 g and pureed tomatoes range from 0.93 to 1.08 mg/100 g. Beta-carotene results vary from 0.15 to 0.56 mg/100 g whatever the variety. The crushed tomatoes in August had a content of 0.15 to 0.51 mg/100 g and 0.38 to 1.14 mg/100 g for their puree. Lycopene, the most abundant antioxidant in tomatoes, reveals its different levels in the three varieties studied. The month of August produced crushed tomatoes with a lycopene content of 2.33 to 5.01 mg/100 g and 3.94 to 4.60 mg/100 g of puree. Crushed tomatoes produced in October have a lycopene content of 3.02 to 4.44 mg/100 g and a value of 6.85 to 7.36 mg/100 g for their puree for each variety. There is a significant difference in carotenoids due to the effect of the heat treatment (cooking). As a result, purees have higher carotenoids content than crushed tomatoes and extended thermal heating can degrade carotenoids.

The results for phenolic compounds are shown in Table 16. For all varieties, values of 0.55 to 4.66 mg/100 g of total polyphenol content measured are obtained. In August, crushed tomatoes gave us a total phenolic compound content of 2.47 to 4.66 mg/100 g and 1.29 to 3.66 mg/100 g for purees. Crushed tomatoes produced in October have a polyphenol content of 0.55 to 1.68 mg/100 g and a value of 0.99 to 2.10 mg/100 g for their puree. Differences found between tomato varieties depend on the month of cultivation of the tomatoes. This can be explained by the strong dependence of various factors, such as maturity, variety and agronomic conditions of the nutritional content of our tomatoes.

Table 13. Physicochemical analysis and sugars content of tomato varieties studied and purees.

Varieties p<0.05, IC=95%	Month of Production	Treatment	pH	Brix Degree (°B)	Total Acidity (equivalent in citric acid g/100g)	Glucose (g/100g)	Fructose (g/100g)
Aklikonvi	<i>August</i>	Crushed tomato	4.40 ± 0.02 ^a	3.67 ± 0.06 ^d	0.22 ± 0.01 ^f	0.65 ± 0.10 ^f	0.88 ± 0.13 ^e
		Puree	4.42 ± 0.03 ^a	4.00 ± 0.26 ^d	0.24 ± 0.02 ^f	0.78 ± 0.09 ^e	1.07 ± 0.12 ^d
	<i>October</i>	Crushed tomato	4.28 ± 0.05 ^c	3.97 ± 0.21 ^d	0.33 ± 0.13 ^e	0.93 ± 0.04 ^{cd}	1.07 ± 0.04 ^d
		Puree	4.30 ± 0.01 ^{bc}	5.40 ± 0.30 ^{ab}	0.41 ± 0.05 ^c	1.21 ± 0.01 ^b	1.38 ± 0.01 ^{bc}
Tohounvi	<i>August</i>	Crushed tomato	4.20 ± 0.01 ^d	3.27 ± 0.06 ^e	0.42 ± 0.01 ^c	1.00 ± 0.03 ^c	1.33 ± 0.03 ^c
		Puree	4.30 ± 0.05 ^{bc}	3.67 ± 0.15 ^d	0.43 ± 0.20 ^c	1.01 ± 0.02 ^c	1.38 ± 0.02 ^{bc}
	<i>October</i>	Crushed tomato	4.13 ± 0.01 ^e	3.20 ± 0.44 ^e	0.37 ± 0.63 ^d	0.58 ± 0.02 ^{fg}	0.75 ± 0.03 ^f
		Puree	4.12 ± 0.01 ^e	5.53 ± 0.15 ^{ab}	0.62 ± 0.17 ^a	1.01 ± 0.01 ^c	1.29 ± 0.01 ^c
Pomvi	<i>August</i>	Crushed tomato	4.18 ± 0.01 ^d	5.20 ± 0.01 ^b	0.60 ± 0.02 ^a	1.22 ± 0.07 ^b	1.45 ± 0.01 ^b
		Puree	4.18 ± 0.01 ^d	5.73 ± 0.06 ^a	0.55 ± 0.01 ^b	1.52 ± 0.10 ^a	1.56 ± 0.10 ^a
	<i>October</i>	Crushed tomato	4.32 ± 0.01 ^b	2.70 ± 0.10 ^f	0.21 ± 0.03 ^f	0.54 ± 0.01 ^g	0.68 ± 0.02 ^f
		Puree	4.31 ± 0.01 ^{bc}	4.40 ± 0.26 ^c	0.31 ± 0.05 ^e	0.87 ± 0.02 ^{de}	1.07 ± 0.02 ^d

a, b: different classes of crushed tomatoes and purees, the figures bearing different letters in the column are significantly different at the threshold of 0.05%.

Table 14. Color and Carotenoids content of tomato varieties studied and purees.

Varieties p<0.05, IC =95%	Month of Production	Treatment	L	a	b	Ratio a/b	Lycopene (mg/100g)	Beta-Carotene (mg/100g)
Aklikonvi	<i>August</i>	Crushed tomato	25.33 ^d	12.37 ^{gh}	9.00 ^d	1.39 ± 0.14 ^c	2.46 ± 0.08 ^e	0.15 ± 0.01 ^f
		Puree	33.08 ^c	24.30 ^{de}	21.17 ^{bc}	1.15 ± 0.05 ^{def}	3.94 ± 0.21 ^d	0.27 ± 0.04 ^{de}
	<i>October</i>	Crushed tomato	28.57 ^d	16.56 ^{fg}	10.58 ^d	1.56 ± 0.04 ^b	4.44 ± 0.85 ^{cd}	0.18 ± 0.06 ^{ef}
		Puree	35.42 ^{bc}	30.92 ^{bc}	22.94 ^{ab}	1.34 ± 0.01 ^c	7.37 ± 0.45 ^a	0.49 ± 0.06 ^{ab}
Tohounvi	<i>August</i>	Crushed tomato	27.82 ^d	7.33 ^h	6.21 ^d	1.18 ± 0.02 ^{dc}	4.89 ± 0.04 ^c	0.51 ± 0.02 ^{ab}
		Puree	33.75 ^c	20.62 ^{ef}	19.69 ^{bc}	1.05 ± 0.03 ^f	5.96 ± 0.37 ^b	0.51 ± 0.03 ^{ab}
	<i>October</i>	Crushed tomato	32.99 ^c	28.37 ^{bcd}	16.59 ^c	1.72 ± 0.06 ^a	4.36 ± 0.61 ^{cd}	0.27 ± 0.05 ^d
		Puree	39.62 ^a	38.35 ^a	27.09 ^a	1.42 ± 0.02 ^c	7.09 ± 0.85 ^a	0.56 ± 0.08 ^a
Pomvi	<i>August</i>	Crushed tomato	27.94 ^d	12.03 ^{gh}	11.17 ^d	1.09 ± 0.11 ^{ef}	2.33 ± 0.10 ^e	0.23 ± 0.01 ^{de}
		Puree	34.67 ^c	21.33 ^{ef}	19.89 ^{bc}	1.07 ± 0.01 ^{ef}	4.61 ± 0.54 ^{cd}	0.39 ± 0.09 ^c
	<i>October</i>	Crushed tomato	35.71 ^{abc}	26.18 ^{cde}	19.22 ^{bc}	1.35 ± 0.09 ^c	3.02 ± 0.51 ^e	0.13 ± 0.03 ^f
		Puree	39.53 ^{ab}	33.34 ^{ab}	27.04 ^a	1.23 ± 0.04 ^d	6.85 ± 0.40 ^a	0.45 ± 0.02 ^{bc}

a, b: different classes of crushed tomatoes and purees, the figures bearing different letters in the column are significantly different at the threshold of 0.05%.

Table 15. Fibers content and Vitamin of tomato varieties studied and puree

Varieties p<0.05, IC =95%	Month of Production	Treatment	Vitamin E (α-tocopherol) (mg/100g)	Fibers (g/100g)
Aklikonvi	<i>August</i>	Crushed tomato	0.20 ± 0.01 ^h	1.63 ± 0.25 ^{cd}
		Puree	0.38 ± 0.02 ^{fg}	2.27 ± 0.10 ^{ab}
	<i>October</i>	Crushed tomato	0.45 ± 0.11 ^{ef}	0.97 ± 0.03 ^g
		Puree	1.08 ± 0.13 ^{ab}	1.76 ± 0.11 ^{fg}
Tohounvi	<i>August</i>	Crushed tomato	0.62 ± 0.05 ^{de}	1.52 ± 0.46 ^a
		Puree	0.79 ± 0.07 ^{cd}	1.58 ± 0.55 ^{de}
	<i>October</i>	Crushed tomato	0.40 ± 0.09 ^{fg}	1.53 ± 0.16 ^{def}
		Puree	0.93 ± 0.15 ^{bc}	2.09 ± 0.03 ^{bc}
Pomvi	<i>August</i>	Crushed tomato	0.64 ± 0.06 ^d	1.11 ± 0.17 ^{efg}
		Puree	1.14 ± 0.22 ^a	1.94 ± 0.63 ^{bcd}
	<i>October</i>	Crushed tomato	0.23 ± 0.09 ^{gh}	1.07 ± 0.08 ^{fg}
		Puree	0.93 ± 0.15 ^{bc}	1.94 ± 0.04 ^{bcd}

a, b: different classes of crushed tomatoes and purees, the figures bearing different letters in the column are significantly different at the threshold of 0.05%.

Table 16. Phenols' composition of the tomato varieties and purees.

Varieties p<0.05, IC=95%	Month of Production	Treatment	Naringenin (µg/100g)	Chlorogenic acid (µg/100g)	Coumaric acid (µg/100g)	Rutin (µg/100g)	Total Polyphenols (mg/100g)
Aklikonvi	<i>August</i>	Crushed tomato	556.45 ± 68.88 ^c	466.76 ± 42.45 ^e	19.84 ± 2.98 ^{ef}	1420.85 ± 136.08 ^{bc}	2.47 ± 0.25 ^d
		Puree	980.80 ± 142.22 ^b	1098.34 ± 43.35 ^c	33.97 ± 3.93 ^c	1548.60 ± 45.90 ^b	3.66 ± 0.12 ^c
	<i>October</i>	Crushed tomato	101.18 ± 14.32 ^{de}	287.24 ± 10.30 ^f	9.13 ± 1.20 ^{hi}	1283.07 ± 46.76 ^{cd}	1.68 ± 0.07 ^f
		Puree	134.39 ± 7.41 ^d	472.03 ± 74.40 ^e	10.31 ± 1.11 ^{ghi}	1460.76 ± 197.90 ^b	2.08 ± 0.27 ^e
Tohounvi	<i>August</i>	Crushed tomato	924.50 ± 25.27 ^b	2100.95 ± 53.71 ^a	67.86 ± 0.47 ^a	1157.41 ± 22.36 ^d	4.25 ± 0.06 ^b
		Puree	1022.22 ± 50.80 ^b	2146.54 ± 117.81 ^a	54.81 ± 0.87 ^b	1316.18 ± 31.98 ^c	3.33 ± 0.13 ^c
	<i>October</i>	Crushed tomato	82.23 ± 18.50 ^e	542.08 ± 150.28 ^b	16.78 ± 5.25 ^{efg}	208.05 ± 3.12 ^g	0.66 ± 0.41 ^h
		Puree	98.49 ± 3.38 ^{de}	1671.60 ± 42.14 ^b	20.64 ± 1.81 ^{de}	447.71 ± 6.42 ^{fg}	2.1 ± 0.23 ^{de}
Pomvi	<i>August</i>	Crushed tomato	1305 ± 109.61 ^a	940.40 ± 35.35 ^d	25.77 ± 7.25 ^d	2404.27 ± 79.24 ^a	4.66 ± 0.22 ^a
		Puree	173.99 ± 14.39 ^d	512.83 ± 150.52 ^e	15.85 ± 5.53 ^{ef}	621.70 ± 15.17 ^e	1.29 ± 0.38 ^g
	<i>October</i>	Crushed tomato	10.33 ± 3.18 ^f	82.44 ± 0.41 ^g	14.37 ± 0.41 ^{fgh}	453.27 ± 9.30 ^{fg}	0.55 ± 0.01 ^h
		Puree	111.03 ± 6.89 ^{de}	342.05 ± 3.91 ^f	6.60 ± 0.67 ⁱ	537.46 ± 7.82 ^f	0.99 ± 0.00 ^g

a-e Different classes of crushed tomatoes and purees, the figures bearing different letters in the column are significantly different at the threshold of 0.05

DISCUSSION

The evaluation of the hygienic quality of the different products showed a satisfactory result in relation to the European Union's microbiological criteria (2007). This can be explained by the respect of good manufacturing practices during our production with a pasteurization scale (75°C at 30 min) applied to canned products with a pH lower than 4.5. Dossou *et al.* (2007) obtained similar results. In their studies, the analysis of fecal coliforms and total coliforms on their purees revealed no germ, whereas the standard tolerates 10 g⁻¹ of puree. As for their total germs and the yeasts and molds, the analysis revealed respectively less than 30 microorganisms/g of puree, against 300 g⁻¹ of product, tolerated by the standard. This indicates a good level of hygiene in the production of the puree. The pH of the puree between 4 and 4.5 significantly reduces the rate and range of microorganisms that can grow on the product. Only acidophilic microorganisms, including yeasts and moulds and lactobacilli, can grow. This result corroborates those of studies conducted in Benin which also revealed a pH (4.01 - 4.17) in processed tomatoes (Dossou *et al.*, 2007). A pH of 4 to 4.4 was found for our crushed tomatoes and purees studied. Oboulbiga *et al.* (2017) found values slightly lower than ours, ranging from 3.71 to 4.08 and 3.70 to 4.1 for Fagbohoun et Kiki (1999). As for the titratable acidity of the products, the significant variations observed between varieties could be due to soil and climate characteristics (Adsule *et al.*, 2006).

Helyes *et al.* (2006) found in his studies that round tomato varieties have an acidity rate between 0.42 and 0.75% and those with elongated shape have a rate of 0.36 to 0.45%. The titratable acidity of our crushed tomatoes and purees reveals similar results to those found by Helyes *et al.* (2006). Our round ribbed tomato varieties (Tohounvi) have an acidity of 0.42 to 0.62 citric acid equivalent and 0.22 to 0.42 citric acid equivalent for our elongated tomatoes (Aklikonvi). Brix results of purees being higher than those of crushed tomatoes could be explained by the heat treatment of tomato during cooking but production in different seasons does not affect the three varieties.

Brix degree values found ranging from 2.70 to 5.73% corroborate the results of the work carried out by Diantom *et al.* (2017) which obtained values of 4 to 5.5% and 4.5 to 5% from Dossou *et al.* (2007). The variation of the Brix value goes in the downward direction. Brix is more affected as the temperature of the treatment is higher. Brix being a key parameter of the quality of the concentrated, its decline is interpreted as a decrease quality of the concentrate according to Oboulbiga *et al.* (2017). Brix being a key parameter of concentrate quality, its increase would be interpreted as good product quality in our case.

Aklikonvi purees have a better color compared to the other two varieties. Moreover, the results showed that a/b ratio is the appropriate parameter to characterize the degree of ripeness of tomato fruits. Diantom *et al.* (2017) obtained a value for a^*/b^* ratio between 0.5 and 1.5 ; Jacob *et al.* (2010) obtained values between 1.07 and 1.10. Also, Oboulbiga *et al.* (2017) obtained values between 0.68 and 1.11.

Results found for a/b ratio fall within the range of values obtained by the authors cited. The difference in color between the crushed tomato and the puree is due to the heat treatment that crushed tomatoes undergo when cooked for 20 min at 100°C. Akinboye *et al.* (2018) had noticed that the color is more affected by the time of exposure to heat than the temperature of the treatment. The color being a technological parameter, its variation does not affect the commercial quality. The values obtained for total fiber ranging from 0.97 to 2.73 g/100 g for crushed tomatoes and purees are in the same range as the fiber content measured in Jacob *et al.* (2010) who found a content of 1.5 g of fiber in their puree. The total sugar content of our different samples is 1.21 to 3.30 g/100 g. These results corroborate with those found by some authors who have worked in Benin, Nigeria and Italy. Helyes *et al.* (2013) obtained values between 2.48 and 3.05 g/100 g. Georgé *et al.* (2011) also found a value ranging between 2 to 3 g/100 g for the sugar content. Fagbohoun et Kiki (1991) also found a value between 1.97 and 3.1 g/100 g.

Lycopene is a particularly effective antioxidant capable of combating free radicals much more effectively than beta-carotene. Crushed tomatoes and tomato puree are high in lycopene, which is an advantage for the consumer because it is the main pigment in tomatoes that indicates the maturity of the fruit and contributes to the prevention. of various forms of cancer (Agarwal et Akkinappally, 2000). The analysis on crushed tomatoes and puree reveals a lycopene content of 2.33 to 7.37 mg/100 g and a beta-carotene content of 0.13 to 0.56 mg/100 g of product. Grasselly *et al.* (2000) obtained a lycopene concentration of 3.7 mg/100 g and a beta-carotene concentration of 1.1 mg/100 g. Helyes *et al.* (2013) obtained for the studied tomato varieties a content of 2.61 to 2.75 mg/100 g of lycopene and 0.43 to 0.44 mg/100 g of beta carotene. The vitamin E or α -tocopherol content on the crushed tomatoes and puree allowed us to obtain a content of 0.20 to 1.18 mg/100 g of fresh fruit. These results are in line with values found by Castanier (2004) ranging from 0.04 to 1.20 mg/100g of vitamin E. The main phenolic compounds in tomatoes are rutin, chlorogenic acid and naringenin, which are considered antioxidants with a beneficial effect on human health. The amount of phenolic antioxidants in processed tomatoes is higher than in raw tomatoes (Chanforan, 2010). Our results reveal rutin

contents of 0.20 to 2.40 mg/100 g, chlorogenic acid of 0.08 to 1.67 mg/100g, naringenin of 0.009 to 1.30 mg/100g and 0.006 to 0.06 mg/100g of coumaric acid. Values are close to those of Akinboye *et al.* (2018) who obtained a content of 0.09 to 1.73 mg/100g chlorogenic acid, 0.08 to 2.12 mg/100 g rutin and 0.13 to 0.33 mg/100g coumaric acid.

CONCLUSION

At the end of this study, tomato purees were made from three tomato varieties produced in Togo: Pomvi, Aklikonvi and Tohouvi. These tomatoes have proven to be good sources of nutritional content. The physico-chemical characteristics as well as the microbiological quality of these purées were determined. The purees show microbiological stability. The results of the various analyses show the usefulness of the transformation of crushed tomatoes into puree in a small-scale local context.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors have not declared any conflict of interests.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Campus France Paris and Togo for funding this work. They also thank the LAMICODA laboratories in Togo and the USC/GRAPPE in France who allowed this work to be carried out on their premises.

**CHAPITRE III : TRANSFERT DE TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION DE
LA TOMATE EN PUREE AUX PRODUCTEURS LOCAUX**

III. Technologie de transformation de la tomate en purée pour les producteurs locaux

III.1. Essai de transformation de la tomate fraîche en purée au nord Dapaong dans la région des savanes en février 2021

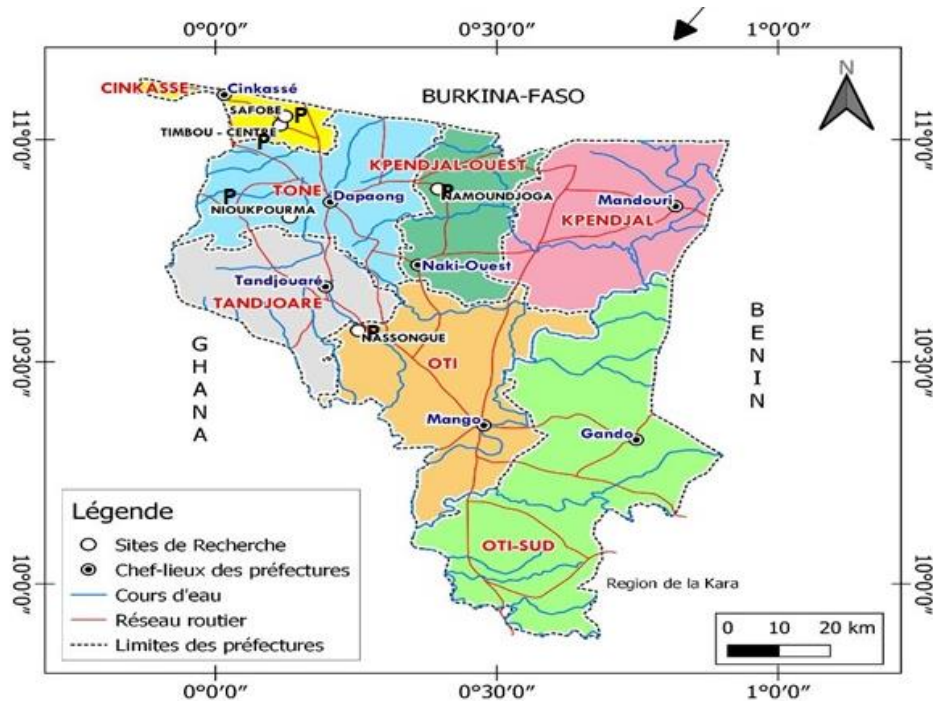


Figure 8. Carte de la préfecture de Tône des savanes (TOGO)

Source (FAO, 2021)

Pour faire un transfert de technologie vers les producteurs, il faut une formation afin que ces derniers puissent acquérir des connaissances de la transformation et de la conservation de la tomate en purée de base. Il faut les aider à régler le problème de surproduction saisonnière de la tomate au Togo dont ils souffrent. A travers une mission financée par le Mécanisme Incitatif au Financement Agricole (MIFA) dans la région des Savanes, nous avons pu nous entretenir avec les producteurs de la région ciblée afin d'évaluer leur capacité de production en tomate (surface cultivée, les variétés, les quantités produites) et les pertes poste-récoltes recensées.

La visite a été faite dans cinq localités productrices de ce fruit-légume à savoir : Timbou, Safobe, Nassongue, Nioukpourma, Namoudjoaga comme le montre la figure 8 ci-dessus. Des champs et jardins de production de même que certains lieux de vente de tomate de la zone de Dapaong ont été visités. Nous avons constaté que la zone de

Dapaong a un énorme potentiel de production de tomate et autres produits maraîchers à usage alimentaire vu les superficies disponibles et la richesse de son sol. Sur le terrain, nous avons vu les tomates mûres qui sont encore sur les champs et qui n'ont pas été récoltées.

En effet, en raison du bouclage de la région de Dapaong pour cause de recrudescence des cas de Covid-19, les acheteurs n'arrivaient pas à se rendre aux zones de production. Les paysans ont vu leurs efforts réduits à néant du fait que la tomate, une denrée périssable, ne peut être conservée à long terme si elle n'est pas transformée. La zone de Dapaong est baignée par une saison pluvieuse et une saison sèche avec l'harmattan, un vent chargé de sable et de poussière qui souffle du nord-est, vers le golfe de Guinée. La disponibilité de l'eau fait cruellement défaut une grande partie de l'année, les puits sont asséchés de même que le lit des cours d'eau. En saison sèche les producteurs creusent dans le lit des cours d'eau des puits de fortune d'où ils remontent l'eau manuellement par des seaux ou par des motopompes pour arroser leurs jardins. D'autres parts, des ravageurs comme les chenilles et des maladies (champignons, virus) attaquent et détruisent les fruits ou les pieds de tomate sur les champs. Pour aider les producteurs à conserver les tomates en période de surproduction ou de mévente (en plus du séchage de la pulpe qui ne peut se faire qu'en saison sèche), une formation à la transformation de tomate en purée leur a été offerte à la manière artisanale. La formation a pris une journée entière pour transformer la tomate en purée. Une vingtaine de participants dont quatre par groupements visités y compris les femmes ont été formés à la transformation de la tomate en purée et autres produits dérivés conservables pendant deux ans. Pour ce faire, une organisation en amont a été faite concernant la mise en œuvre de la formation.

Organisation du déroulement de la journée :

- *Réception des tomates, de triage et de lavage.*



Photo 3 : Etape de triage et lavage des tomates fraiches

- *Epépinage des tomates par les producteurs*



Photo 4 : Etape d' épépinage des tomates

- *Broyage des tomates*



Photo 5 : Etape de broyage des tomates

- *Cuisson*



Photo 6 : Etape de la cuisson de la tomate écrasée

- *Filtration et Conditionnement*



Photo 7 : Etape de filtration et de conditionnement à chaud de la purée

- *Pasteurisation*



Photo 8 : Etape de pasteurisation de la purée

Au cours de ces étapes de transformation citées plus haut, des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ont été communiquées oralement aux producteurs locaux pour comprendre le bien-fondé de la transformation artisanale ou semi-industrielle. Des discussions, échanges, questions et conseils ont eu lieu en vue de l'application de ce transfert de procédé artisanal chez les producteurs non professionnels qui sont d'ailleurs le plus nombreux dans leur groupement respectif. Ces producteurs ont témoigné à travers la presse et les médias, leur satisfaction et l'intégration de la formation suivie. Ces travaux réalisés ont été valorisés à destination du grand public à travers la presse **Forum de la semaine (N°2831 02/03/2021) pour une valorisation à destination du grand public** et un reportage diffusé sur la chaîne Espoir 47 (<http://www.espoir47.com/>). Au niveau des producteurs professionnels qui ont plus de moyens financier, ce transfert de technologie va permettre d'organiser au mieux la filière en commençant par le maillon « production » avec une meilleure planification de la production afin de faciliter la transformation semi-industrielle. Pour ce faire, la signature des contrats avec d'autres acteurs de la filière est possible pour avoir accès au financement. Ce financement permettra d'acquérir du matériels performants, semi-industriel ou industriels comme le cas de la société agroalimentaire Tanko Food SAS (Lomé, Togo) et de la coopérative Scoop Dindann ce qui leur permet d'avoir une production plus rentable. Ainsi, à cette catégorie de producteurs un kit de formation peut être proposé afin d'améliorer leur productivité.

III.2. Proposition d'un kit de formation pour les producteurs professionnels

La qualité sanitaire des aliments est actuellement une préoccupation majeure des entreprises du secteur agro-alimentaire. D'une part, les consommateurs exigent aujourd'hui des denrées alimentaires sûres et saines. D'autre part, les entreprises sont soumises aux évolutions réglementaires rapides concernant l'hygiène des aliments. De plus, l'importante pression médiatique ainsi que les potentielles répercussions économiques liées à une défaillance de l'hygiène des aliments imposent aux entreprises de posséder un système efficace de prévention des dangers. Cette prévention commence par les producteurs et le personnels impliqués, qui doivent être formés dans la connaissance des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication basée sur l'approche du système d'analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise (HACCP) adaptés au personnel d'exécution selon les normes requises en Agroalimentaire (FAO, 2007). La formation est indispensable à tout système de gestion de l'hygiène des aliments. En effet, une formation et/ou une instruction et une supervision à l'hygiène inadaptées du personnel impliqué dans les activités liées aux aliments constituent une menace potentielle pour la sécurité des aliments et leur salubrité pour la consommation. Ainsi, les personnes qui rentrent en contact directement ou indirectement avec les aliments doivent être formées et/ou instruites à l'hygiène des aliments à un niveau correspondant aux opérations qu'ils effectuent. La formation se basera sur les principes généraux d'hygiène alimentaire du Codex Alimentarius de la FAO et de WHO (CXC1-1969). Le Codex Alimentarius (CXC1-1969) définit donc longuement les bonnes pratiques d'hygiène qui doivent être respectées dans tout établissement en rapport avec des aliments. Ces bonnes pratiques d'hygiène traitent à la fois de la salubrité et de la sécurité des aliments, en tenant compte par exemple de la flore microbienne pathogène et d'altération (Castanier,2004).

III.3. Les principes généraux d'hygiène alimentaire du Codex Alimentarius

Dans le Codex Alimentarius(CXC1-1969) , les principes généraux d'hygiène des aliments sont suivis d'une annexe qui aborde le système HACCP et expose un guide pour son application.

Les principes généraux :

- Identifient les principes essentiels d'hygiène des aliments (ce qui correspond aux bonnes pratiques d'hygiène) applicables tout au long de la chaîne alimentaire (de la production primaire jusqu'au consommateur final) ; ceci afin de garantir que l'aliment est sûr et salubre pour la consommation humaine ;

- Recommandent une approche basée sur l'HACCP comme moyen d'améliorer la sécurité des aliments ;
- Indiquent comment mettre en œuvre les principes essentiels d'hygiène des aliments ;
- Procurent des lignes directrices pour les codes spécifiques qui pourraient être nécessaires pour des secteurs de la chaîne alimentaire ou des types d'aliment, afin d'amplifier les exigences d'hygiène spécifiques de ces domaines.

Les professionnels doivent appliquer les pratiques d'hygiène définies dans le Codex Alimentarius afin de :

- Fournir des aliments sans danger et propres à la consommation ;
- Faire en sorte que les consommateurs reçoivent une information claire et facile à comprendre, par des mentions d'étiquetage et d'autres moyens appropriés ; cette information doit, en leur indiquant les méthodes correctes d'entreposage, de manutention et de préparation, leur permettre de protéger leurs aliments contre la contamination, la croissance ou la survie d'agents pathogènes d'origine alimentaire ;
- Maintenir la confiance à l'égard des aliments faisant l'objet d'un commerce international.

III.3.1. La production primaire

Le but est de minimiser la probabilité dans les étapes ultérieures un danger qui affecterait la salubrité des aliments. A cette fin, le Codex Alimentarius recommande :

- De ne pas produire dans des zones où l'environnement constitue une menace pour la sécurité des aliments,
- De prendre des mesures de prévention de lutte contre les ravageurs, les nuisibles et contaminants et les maladies provenant de l'animal et du végétal,
- De suivre des pratiques et des mesures qui assurent que les aliments sont produits dans des conditions saines.

III.3.2. Entreprise : Conception et installation

La cible est de maîtriser efficacement les dangers grâce à une conception et une construction des locaux respectant les règles d'hygiène, un emplacement adéquat, des installations appropriées. Ainsi, les locaux, équipements et matériels doivent être conçus, situés et construits de manière à assurer que : la contamination des aliments soit minimale ; la conception et la disposition permettent une maintenance, un nettoyage et une désinfection appropriés afin de minimiser la contamination par l'air ; les surfaces et les matériaux, en particulier ceux en contact avec l'aliment, soient non toxiques pour l'usage auquel ils sont attribués, suffisamment résistants et faciles à maintenir et à nettoyer, des équipements adaptés, lorsque cela est approprié, soient disponibles pour le contrôle de la température, de l'humidité et autres. Une barrière efficace doit être mise en place contre l'accès et l'hébergement des ravageurs et nuisibles.

III.3.3. Maîtrise des opérations

Réduire le risque qu'un aliment soit dangereux est une priorité. Pour cela, des mesures de maîtrise doivent être mises en place à une étape appropriée permettant, en maîtrisant les dangers liés aux aliments, d'assurer la sécurité et la salubrité des aliments. Ainsi, la sécurité de la production d'aliments sains pour la consommation humaine sera assurée par :

- la présentation des critères à respecter aux différentes étapes dans la chaîne alimentaire : dans la fabrication et la manutention des matières premières, la composition, le procédé de fabrication/transformation, la distribution et l'utilisation par le consommateur, - la conception, la mise en place, le suivi et la révision de systèmes de maîtrise efficaces. Le Codex Alimentarius précise que la maîtrise des dangers alimentaires doit être menée en utilisant des systèmes comme l'HACCP. Les opérateurs doivent :
- identifier les étapes de leurs opérations qui sont critiques pour la sécurité des aliments,
- mettre en œuvre des procédures de maîtrise efficaces à chacune de ces étapes,
- assurer le suivi des procédures de maîtrise pour assurer qu'elles restent efficaces,
- revoir les procédures de maîtrise régulièrement et lorsque les opérations sont modifiées. Les bonnes pratiques d'hygiène du Codex Alimentarius engagent donc la mise en place d'un système HACCP.

III.3.4. Entreprise : lutte contre les ravageurs nuisibles

L'objectif est de faciliter la maîtrise efficace et continue des dangers des aliments, des nuisibles, et d'autres agents ou facteurs susceptibles de contaminer les aliments. Pour cela, il est nécessaire d'établir un système efficace pour : assurer une maintenance et un nettoyage appropriés et adéquats, surveiller l'efficacité des procédures de maintenance et de lutte contre les nuisibles et ravageurs, gérer les déchets et résidus

III.3.5. Transport

Le but est d'éviter que les aliments ne se contaminent ou n'arrivent à destination dans un état impropre à la consommation humaine en mettant en place des mesures de maîtrise pendant le transport même si des mesures appropriées de maîtrise de l'hygiène ont été prises plus en amont dans la chaîne alimentaire.

Des dispositions doivent donc être prises, si besoin, afin de :

- protéger et couvrir les aliments des sources potentielles de contamination,
- Mettre à l'abri les aliments contre les dommages susceptibles de les rendre impropres à la consommation,
- assurer un environnement qui empêche efficacement le développement des micro-organismes pathogènes ou de la flore d'altération et la production de toxines dans les aliments.

III.3.6. Information du produit et information du consommateur

Une information mal acquise ou insuffisante sur le produit, et/ou une connaissance inadaptée de l'hygiène générale des aliments, peuvent conduire à des risques de mauvaises manipulations des aliments dans les étapes ultérieures de la chaîne alimentaire. Ces mauvaises manipulations peuvent engendrer des maladies ou rendre les produits impropres à la consommation, même si des moyens adéquats de maîtrise de l'hygiène ont été mis en place en amont dans la chaîne alimentaire. Par conséquent, les produits finis doivent porter des mentions ou informations vraies et appropriées afin d'assurer que :

- l'information accessible et concrète est disponible pour l'acteur suivant dans la chaîne alimentaire pour lui permettre de manipuler, stocker, traiter, préparer et présenter le produit sûrement et correctement ;
- l'identification du lot peut être facilement faite et rappelée si nécessaire pour la traçabilité du produit fini.

Par ailleurs les consommateurs doivent avoir assez de connaissance en hygiène des aliments afin qu'ils puissent comprendre l'importance de l'information figurant sur le produit (la traçabilité du produit) et l'importance de la conservation du produit dans les meilleures conditions. Une note d'information destinée aux industriels ou aux distributeurs doit être clairement différenciée de l'information pour le consommateur, particulièrement sur les étiquettes des purées de tomate produites.

III.3.7. Etiquetage

Description des règles à observer, des étiquettes à remplir, afin de conserver la traçabilité lors de l'activité de l'unité de transformation selon les règles du Codex Alimentarius CXS 1-1985. L'information destinée aux industriels ou aux distributeurs doit être clairement distinguée de l'information pour le consommateur, particulièrement sur les étiquettes des produits. Il faut rappeler au personnel de rayon des mentions d'étiquetage obligatoires sur tous les produits, ainsi que des mentions spécifiques pour la durée de vie des produits.

III.3.8. Le kit de formation

Une proposition d'un tableau¹⁷ ci-dessous de kit de formation est attribué aux producteurs professionnels locaux. Compte tenu du degré d'alphabétisation faible de nos producteurs dans nos contrées reculées, peu sont en connaissance des notions importantes liées à la culture de la tomate. Il va falloir catégoriser ceux qui doivent bénéficier de la formation. Le producteur doit comprendre pourquoi le choix de sa culture, connaître les techniques de production, les bienfaits et les propriétés nutritionnelles afin de mieux la transformer ou la conserver. Il doit alerter des maladies qui attaquent les tomates, les ravageurs et la méthode de lutte contre. Mais aussi, il doit connaître le dosage des pesticides utilisés pour ne pas détruire les cultures. En agroalimentaire, le processus de transformation d'un aliment est régi par des normes et exigences. Le producteur qui veut passer à l'étape de transformation et conservation, est tenu d'être informé et formé sur les principes des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication qu'il aura à mettre en place dans son unité. Dans une unité de transformation de tomate, le producteur est appelé à maîtriser le circuit de fabrication de la chaîne alimentaire. Une notion de traçabilité doit être pris en compte dès la récolte de la matière première jusqu'à la livraison au niveau du consommateur. A la fin, il s'agira de mobiliser les cultivateurs dans une chaîne de production-

transformation-conservation en groupe, afin d'éviter les pénuries sur le marché et le gaspillage pendant les saisons de pleines abondances.

Tableau 17 : Exemple de Kit de formation

Kit de Formation : Cas de la Tomate Module Théorique
<p><u>Notion de base (obligatoire)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Propriétés nutritionnelles (décrire pourquoi la nécessité de consommer la tomate) • Connaitre les bonnes pratiques d'hygiène du Codex Alimentarius et les notions de mise en place d'un système HACCP <p><u>Production de tomates au Togo et problèmes liés à la conservation post-récolte</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'avoir un cahier de charge • Noter la date de semence, de culture et de récolte • Superficiers récoltées et quantités récoltés, • Connaitre les maladies de tomate et les pesticides utilisés • Maîtriser l'utilisation des intrants • Cibler les acheteurs/clients • Notifier les quantités vendues et les paniers perdus • Marchés ciblés et les moyens de transport utilisés <p><u>Méthodes de transformation et de conservation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Le choix du procédé (après comparaison des différentes possibilités permettant de fabriquer le produit final recherché) ; • Le schéma de fabrication ; • Savoir les conditions efficaces de stockage des produits frais (temps, température+abri de lumière) • Connaissance et application des notions des Bonnes Pratique d'Hygiène et de Fabrication. • Quelques notions de microbiologie : les germes pouvant altérer les concentrés de tomate (fruits et légumes de pH ≤ 4.5) (Paramètres de conditionnement et de conservation des produits finis en conserve) ; • Préparation et nettoyage du matériel • Transformation de la tomate en coulis et en conserves de tomates pelées : méthode Coulis / Pelées et Purées (transfert du process développé au laboratoire auprès des producteurs locaux) • Suivi des températures/temps (thermomètre/timer) = validation de la pasteurisation <p><u>Matériel nécessaire au préalable</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Matières premières et contenants (fourni par les producteurs)

- Lots de Tomates fraîches, divers condiments,
- Pots pour le conditionnement des produits dérivés
- Stérilisation préalable des pots (eau chaude)
- Divers ustensiles (planches à découper, couteaux, passoirs, louches...)
- Broyeur à moteur ; Thermomètre, Tablier, couteaux, paniers, bassins, seaux, balances
- Cuisinière, Marmite 100 litres. Tamis ou filtres
- Remplisseuse-Doseuse
- Tank de pasteurisation
- Obtention d'une purée de qualité hygiénique satisfaisante
- Equipements nécessaire à étiqueter le produit fini

Conditions de livraison du produit fini

- Conservation des purées de tomates (notion de température et lieu de conservation)
- Marchés accessibles auxquels seront destinés les purées
- Accès au transport

Aspects organisationnels

- Coûts de la formation /Durée de la formation (2 jours)
- Choisir la catégorie à laquelle sera destinée la formation
- Un dossier technique
- Un dossier de main d'œuvre et financier

III.4. Etude de faisabilité d'une unité de transformation de la tomate en purée

Lors de la conception d'un projet d'unité de transformation agro-industrielle, la connaissance d'un certain nombre de données de base est indispensable pour que l'usine projetée soit rentable et adaptée à son environnement.

L'acquisition des données de base doit porter sur des objets divers que :

- L'environnement géoclimatique et humain ;
- Le marché potentiel ;
- La main d'œuvre et la législation du travail ;
- La disponibilité et le coût de l'énergie, de l'eau , etc. ;
- L'évaluation des coûts d'investissements et les facilités de crédits ;
- Les structures de la production et les disponibilités en matière premières ;
- L'infrastructure locale et les conditions de transport ;

- Les utilisations potentielles des sous-produits, l'élimination des déchets et le traitement des eaux résiduaires
- Les normes à respecter et la législation locale.

La possession de ces données permet de passer à la préparation de l'avant -projet puis à la réalisation du projet lui-même. Selon la taille de l'entreprise projetée, l'étude concernant la conception d'une unité de transformation doit comprendre deux ou trois grands dossiers :

- Un dossier technique, un dossier main d'œuvre et un dossier économique et financier .

Grâce aux données de base dont il vient d'être question, le dossier technique permettra de définir :

- Le choix du procédé (après comparaison des différentes possibilités permettant de fabriquer le produit final recherché) ;
- Le schéma de fabrication ;
- Les bilans de matière ;
- La capacité de production et le plan d'implantation

- **Exemple fictif d'une conception d'unité de transformation de la tomate en purée dans le Bas-Mono**

La nature hautement périssable de la tomate limite la disponibilité de la tomate tout au long de l'année ; par conséquent il s'avère nécessaire de transformer la tomate en purée et en sous-produits. Le choix du lieu de l'étude de faisabilité de la transformation a été pris au niveau de préfecture du Bas-Mono car c'est une région dotée d'un sol riche pour la culture des variétés de tomates locales. La culture de la tomate constitue l'activité principale de quasi-totalité des individus de ce milieu. En amont une étude de prospection, une visite de terrain a été effectuée dans cette localité afin de rencontrer les producteurs locaux. Une mission de collecte de données complémentaires et/ou manquantes a été effectuée à travers des questionnaires et des échanges avec les producteurs révélant les forces et faiblesses de la culture de tomate dans le Bas-Mono. Des échanges, il en découlait l'existence des petits groupements constitués de 25 à 40 personnes (inclus les femmes) (comme la coopérative PONTE-CATOMAT d'Afagnagan) qui peuvent produire une quantité de 100-150 tonnes de tomates fraîches /an.

Profil de Projet :

Unité de Fabrication de la purée de tomate et sous-produits

1. Une description du projet

Le projet consiste en une installation d'une Unité Micro-Industrielle de Transformation de la Tomate fabrication de Purée, Pelées et coulis de tomate. Le projet prévoit fabriquer et mettre sur le marché la Purée, et un coulis de tomate de meilleure qualité. Le projet consistera en trois principales activités : la collecte des tomates, la transformation proprement dite et la vente des produits finis. La capacité de production de l'unité oscillera autour de 100 tonnes de tomates par an.

2. Localisation

L'unité de transformation se trouvera dans la préfecture du Bas-Mono, à AFAGNAGAN Chef-lieu de la sous-préfecture localisée à l'Est de la Région Maritime à une distance de 90 km de Lomé, 25 km de Tabligbo, 32 km de Vogan, 37 km d'Aného et desservis par des routes bitumées.

Bénéficiaires

- Promoteur
- Plus de 1000 agriculteurs de tomates des cantons de Kpétsou, Attitogon et Afagnan ;
- Consommateurs de la purée, de pelées et du coulis de Tomate, surtout ceux de la ville de Lomé,
- Institutions étatiques togolaises à travers les impôts et autres entrées au trésor public ;
- Banques et Sociétés d'assurances ;
- 10 employés de l'unité.

Quelques indicateurs

Marché visé	: 50.000 ménages de la ville de Lomé
• Produits	: Purée, Pelée et Coulis de tomate
• Capacité de production	: 200 tonnes par an
• Coût d'investissement	: 100.000.000 FCFA
• Période de Récupération	: 5 ans
• Taux de Rentabilité Interne	: 48%

• Création d'emplois	: 25 dès le démarrage
• Génération de revenu pour	: plus de 400 agriculteurs

3. Une description des produits

Les produits qui feront l'objet dans la présente étude sont des produits qui seront produits à partir des fruits de tomates à savoir la purée, pelée et un coulis de Tomate. Ces produits seront fabriqués à partir des fruits de tomates fraîches. Les variétés locales qui seront cultivées sont Aklikonvi et Pomvi, et d'autres variétés améliorées en semence importée.

4. Une description des procédés technologiques de production

Le projet préconise l'installation d'une unité de transformation de la tomate qui a une capacité de production journalière de 500 kg par jour, soit 200 tonnes par an. La tomate est un fruit très riche en vitamines A et C et antioxydant (lycopène). Les produits finis sont :

Produit	Ingrédients	Quantité
1. Purée de tomate	Tomates	400 gr
2. Pelée de tomate	Tomates, jus de tomate	400 gr
3. Coulis de tomate	Tomates, sel, épices, gingembre	400 gr

Les produits seront conditionnés dans les bouteilles en verre préalablement stérilisées et seront vendus aux clients ciblés à savoir les restaurants, les hôtels et les collectivités comme les écoles. Ci-dessous, il est décrit la technologie et le processus de production.

Technologie et Procédés de traitement

La technologie choisie utilisera des procédés semi-industriels. Les trois produits visés subissent les mêmes opérations. Ils ne se distinguent surtout que par leur concentration et différents ingrédients ajoutés. Le tableau xx suivant illustre les opérations subies et les équipements ou le matériel approprié pour leur fabrication.

Tableau 18 : Opérations pour fabriquer les différents produits

Opérations	Equipement/matériel /ingrédients
Triage	Tables, paniers, armoires, Tabliers
Pesage	Brosses, couteaux, paniers, bassins, seaux, balances
Nettoyage	Balances
Découpage	Couteaux
Broyage	Broyeur à moteur
Dépulpage	Dépulpeur à moteur
Cuisson et évaporation	Cuisinière, Marmite 100 litres
Ajout d'autre ingrédient	Sel, épices, ail, oignons
Mélange	Tank de mélange
Tamisage	Tamis ou filtres
Pasteurisation	Tank de pasteurisation /Autoclave
Remplissage	Remplisseuse-doseur
Conditionnement	Cuve en inox, thermomètre, Soudeuse électrique, verres et boites de cartons
Refroidissement	Bassins, bacs, tuyaux

5. Les moyens humains et physiques à mettre en œuvre

Terrains et bâtiments

Nature	Mesure
Terrain pour bâtiments	1 000 m ²
Bâtiments	200 m ²
Total	1 200 m²

Equipement de Production

Type	Quantité
Broyeur	2
Dépulpeur	3
Thermosoudeuse avec aspirateur de sachets plastiques	5
Equipement et matériels divers	5
Total	10

Matériel roulant

Une Camionnette	1
-----------------	---

Matériel de bureau

Nature	Quantité
Ordinateurs et accessoires	1
Mobiliers et autre équipement auxiliaire : Chaise, tabouret	5
Matériel divers	4
Total	10

Besoins en matières premières

La capacité de traitement optimale de l'unité est de 200 tonnes de tomates par an. Mais, il a été estimé que cette capacité sera exploitée respectivement à 50% la première année et à 100% à partir de la deuxième année. A partir de la deuxième année, il y aura une augmentation de 10% chaque année. Considérant une perte en quantités de 20% lors du nettoyage, lavage, dépulpage et de la concentration, on estime à la troisième année un besoin de 210 tonnes qui sera augmentée de 10% chaque année après.

Besoins en main d'œuvre

Qualification	Nombre
Main d'œuvre directe	
Techniciens	3
Ouvriers qualifiés	3
Manœuvres	4
Sous-Total	10
Main d'œuvre indirecte	
Gérant-Propriétaire	1
Vendeur	3
Chauffeur-livreur	3
Gardiens	2
Sous total	9
Total	20

Besoins en énergie et en eau

Article	Unités	Quantités
Eau	m ³	1.000
Electricité	kWh	1.000

Besoins en emballage

Article	Unité	Quantité
Cartons (pour 5kg)	Pièces	20 000

Bouteilles en verres (400 gr)	Pièces	500 000
-------------------------------	--------	---------

6. Les coûts estimatifs d'investissement à mobiliser

Coût d'investissement (en FCFA)

Article	Montant
Terrain pour bâtiments	800.000
Bâtiments et adduction d'eau	150.000
Equipements de Production	1.000.000
Matériel de Bureau	300000
Camionnette 2 tonnes	150 000
Sous total	2 400 000
Frais de premier établissement (3%)	30000
Divers et imprévus (3%)	50000
Sous total	2 480 000
Fonds de roulement	500.000
Coût total d'investissement	2 980 000

7. Valorisation des sous-produits

a) Jus extrait après concentration de la purée

Le jus extrait après concentration de la purée peut être corrigé pour ce qui concerne son caractère édulcorant et vendu aux consommateurs. Ce jus sera emballé dans des bouteilles de 33 cl. Ce jus, après essai, pourrait être transformé en alcool. Toutefois, cette valorisation ne fera pas l'objet d'une évaluation dans le cadre de ce projet.

b) Les sous-produits (peau et pulpes)

Ils seront cédés aux éleveurs pour l'alimentation du bétail ou être utilisés comme amendements organiques pour la fertilisation des sols des champs.

c) Les pépins, les pédoncules, les parties indésirables issues du parage et les écarts du triage

Selon le cas, ces sous-produits peuvent être fermentés sous l'action des microorganismes ou des enzymes pour produire de l'alcool ou, de même que les sons, être utilisés comme des amendements organiques pour la fertilisation des sols.

III.5. Evaluation de l'impact environnemental lié au procédé

Selon Bacenetti *et al.* (2015), les produits que nous consommons génèrent des impacts environnementaux tout au long de leur cycle de vie, depuis l'étape de production agricole jusqu'à leur consommation et leur fin de vie, en passant par leur transport, leur stockage et leur distribution. En particulier, pour la filière fruits et légumes, différents enjeux peuvent être cités : le changement climatique, la pollution de l'eau, des sols, de l'air, la diminution des ressources, les impacts sur les écosystèmes, etc. L'évaluation de ces multiples impacts peut ainsi s'effectuer au moyen d'une analyse de cycle de vie. L'analyse du cycle de vie (ACV) a été de plus en plus appliquée pour évaluer les performances environnementales des processus. L'ACV est une méthodologie qui vise à analyser les produits, les processus ou les services d'un point de vue environnemental (Bacenetti *et al.*, 2015), fournissant un outil utile et précieux pour l'évaluation des systèmes agricoles (Szabo *et al.*, 2014). Les sous-produits et déchets agricoles représentent un coût pour les agriculteurs et les industries agroalimentaires. Ils sont souvent disponibles sur une grande surface et en petites quantités à proximité des exploitations agricoles tout au long de l'année. Les déchets agroalimentaires sont quasi inexploités comme matière première à des fins énergétiques et représentent donc souvent un problème économique et environnemental. La production d'énergie par digestion anaérobie est très limitée (ISO 14040, 2006) ; (Del Borghi *et al.*, 2014). Pendant la saison de récolte et de surproduction au cours de laquelle la production de la tomate est importante, une grande quantité de sous-produits est générée par l'industrie de transformation. Les résidus provenant des canaux d'eau, du lavage, de la table de triage, du pulpeur-raffineur et du nettoyage sont générées par les unités industrielles. La consommation d'énergie, de combustibles et de matériaux (par exemple le sel) ainsi que les émissions dans l'eau et l'air seront des facteurs à considérer. Les tomates immatures, défectueuses ou endommagées constituent d'autres résidus de la chaîne et toute cette masse de déchets peut être évaluée à environ 2-5% du produit transformé (ISO 14040, 2006 ; Manfredi et Vignali, 2014). Ces sous-produits sont généralement gaspillés et constituent un coût supplémentaire pour les entreprises de fabrication et un enjeu environnemental en raison de leur gestion difficile. L'exploitation de ces résidus demeure complexe car leur disponibilité est principalement observée dans la saison des récoltes de tomate (Juin-Septembre) sachant que la tomate reste une denrée périssable et saisonnière. La solution adéquate est donc de faire recours à la digestion aérobie de ces matières afin de produire du biogaz pour la génération d'énergie

(100). En perspective, les unités semi-industrielles doivent préconiser l'utilisation de l'analyse du cycle de vie à travers la digestion anaérobie de sous-produits de tomates, comme stratégie, pour soutenir la prise de décision de réduire la charge environnementale du système de production de purée de tomate.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Notre étude montre que les objectifs fixés ont été atteints par rapport aux aspects de la valorisation des tomates locales après récolte. La conservation à moyen et long terme de la tomate passe nécessairement par sa transformation en purée. Une bonne surveillance de la chaîne de fabrication sur les plans microbiologique et physico-chimique pourra garantir sa qualité hygiénique, nutritionnelle et commerciale. Les actions à mener pour améliorer la filière tomate sont multiples et à différents niveaux. Au niveau des producteurs, il s'agira : -d'organiser au mieux la filière à commencer par le maillon production pour une meilleure planification de la production et faciliter la signature des contrats avec d'autres acteurs de la filière, - d'améliorer l'accessibilité aux crédits à un taux d'intérêt d'au plus de 7,5% auprès des institutions financières à travers l'appui du MIFA et des agrégateurs des clusters, -d'appuyer l'installation des systèmes d'irrigation avec presseur ainsi que la mise en place des retenues d'eau sur des périmètres aménagés de sorte à produire de la tomate en contre-saison, -d'utiliser des variétés performantes (haut rendement, résistantes, bonne qualité et «long shelf life») afin de réduire des pertes au champ comme par exemple les hybrides Kiara F1 et Cobra 26 F1 Mongal F1, Platinum, Padma, Amiral, Pectomech et Tropimech qui sont également reconnues performantes par les producteurs. On pourrait toujours améliorer la technique de fabrication par la mise au point de technique associant des équipements semi-industriels et performants. Chez les transformateurs, il s'agira : - d'accompagner les promoteurs des chaînes de valeur purée dans une démarche qualité et de certification ; -de faire la promotion de la purée de tomate en les aidant à percer le marché à travers la promotion de la consommation locale ; -de fixer un quota pour les chaînes de valeur tomate locales dans les achats institutionnels (cantines scolaires, centres pénitentiaires, camps militaires, etc.) ; - de promouvoir un partenariat entre les gros importateurs et/ou distributeurs des purées de tomate avec les unités de transformation ; - de définir des normes au niveau national permettant de caractériser les purées à mettre sur le marché afin de limiter la concurrence déloyale avec les produits importés.

Le transfert de technologie auprès des producteurs locaux aura le mérite de récupérer et valoriser une portion des milliers de tonnes de tomate qui, en période d'abondance pourrissent chaque année dans les champs des paysans, faute de moyens de conservation et pourra à plusieurs égards. Sur le plan économique, l'implantation des unités de transformation entraînera des économies de devises et contribuera à l'amélioration de l'état nutritionnel de la population et à l'autosuffisance alimentaire à court et à moyen terme et à créer des emplois. Par ailleurs, les effets ou l'impact sur l'environnement (les conséquences écologiques et énergétiques) tels que : l'énergie disponible pour cette technologie dans la zone choisie ; le recyclage des déchets

(sous-produits) en vue de l'alimentation animale, la production de combustibles (alcool, méthane...), la production des engrais et autres ; l'épuration ou l'utilisation des eaux usées ; et la valeur nutritionnelle des sous-produits transformés dans le cadre de l'intégration de la technologie au milieu humain doivent être pris en compte.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adsule, P.G, Amba, D., Tikoo, S.K. (2006). Inherent acidity of some tomato varieties in relation to their shape. Indian Institute of Horticultural Sciences, Journal of Food Science and Technology 16:262-263.
2. Affognon, H., Mutungi, C., Saginga P., Borgmeister, C. (2015). Unpacking postharvest losses in Sub-Saharan Africa: a meta-analysis. World Development 66, 49–68.
3. AFNOR (1974). Normes française homologuée ; produits dérivés de fruits et légumes. AFNOR, Tour Europe, Paris Cedex 7.
4. Agarwal. S., Akkinappally, VR. (2000). Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. Department of Nutritional Sciences, Faculty of Medicine, University of Toronto, Ontario. Canadian Medical Association Journal 163(6):739-44.
5. Aidoo, R., Danfoku, R.A., Mensah, J.O. (2014). Determinants of postharvest losses of tomato production in the Offinso North district of Ghana. Journal of Development and Agricultural Economics. Vol. 6(8), pp. 338-344.
6. Akinboye, O.E., Akinboye, O.O., Afodu, O.J., Shobo, B.A., Ebere, C.E. (2018). The effect of shelf life on vitamins, lycopene and sugar composition of some common Nigerian tomato varieties. European Journal of Biotechnology and Bioscience 6(5):56-60.
7. Alidu, A.F., Ali, E.B., Aminu, H. (2016). Determinants of post-harvest losses among tomato farmers in the Navrongo Municipality in the upper east region. International Biology, Agriculture and Healthcare Journal, 6(12), 14-20.
8. Ameyapoh, Y. (2000). Contribution à la mise au point de techniques de conservation et de transformation des fruits de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) : variété «TOHOUNVI» après récolte. Thèse, Université de Lomé (Togo), 180 p.
9. Anonyme (2021). <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomate>. Survey data generated in field.

10. Anonyme 1.(2020). Panorama de l' agriculture au Togo: aujourd'hui et demain publié le 13.01.2020.<https://www.togofirst.com/fr/panorama.agriculture/1301-4703-panorama-de-l-agriculture-au-togo-aujourd-hui-et-demain>). (Consulté le 07/01/2021)
11. Anonyme 2.(2019). Le Togo: la pénurie de tomates va s'accroître? Publié le 11 Juin 2019.https://agridigitale.net/arttogo_la_penurie_de tomates_va_s_accroitre.html, Consulté le 07/01/2021
12. Anonyme 3.(2018). AgribusinessTV. La Course aux tomates. [La course aux tomates – AGRIBUSINESS TV](#) . (Consulté le 30/09/2021).
13. Anonyme 4. (2020). Le rural, Transformation : La purée de tomate qui vaut de l'or.<https://aigbenin.com/2020/11/10/transformation-la-puree-de-tomate-qui-vaut-de-l-or/>, Consulté le 25/09/2021.
14. Anonyme 5.(2016). Agro Agence ECOFIN.Nigéria : le gouvernement veut interdire l'importation de concentrés de tomates. <https://www.agenceecofin.com/commerce/3011-42850-nigeria-le-gouvernement-veut-interdire-l-importation-de-concentres-de-tomates>., Consulté le 03/10/2021.
15. Anonymous. (2021). Direction Nationale du Plan, 2005. Lomé, Togo. Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité, Résultats définitifs du RGPH4, 2011 [https://togopolitique.org/presentation-de la-region-savanes/#_ftnref2](https://togopolitique.org/presentation-de-la-region-savanes/#_ftnref2) ,consulté le 25/07/2021).
16. Ba, A. (2007). Les fonctions reconnues à l'agriculture intra et périurbaines (AIPU) dans le contexte dakarais ; caractérisation, analyse et diagnostic de durabilité de cette agriculture en vue de son intégration dans le projet urbain de Dakar (Sénégal). Thèse Doct. Sc. Agron. Environnement, AgroParisTech/UCAD/ENSP-Versailles, 357 p.

17. Babalola, D.A., Makinde, O.Y., Omonona, B.T., Oyekanmi, M.O.(2010).Determinants of postharvest losses in tomato production; A case study of Imeko-Afon local government area of Ogun state. *J. Life, Phy. Sci.* 3(2); 14-18.
18. Bacenetti, J., Duca, D., Fusi, A., Negri, M., Fiala, M. (2015). Mitigation strategies in the agro-food sector : the anaerobic digestion of tomato puree by-products. An Italian case study, *Science of Total Environment*, **526**, 88-97.
19. Bacenetti, J., Negri, M., Duca, D., Fiala, M. (2015). Environmental impact of tomato purée:Anaérobie digestion of by-Products as mitigation strategy. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management* 2 (2015) (3) 169-175.
20. Barrett, D.M., Garcia, E., Wayne, J.E. (1998). Textural modification of processing tomatoes. *CRC Critical Reviews in food science and nutrition*, **38**: 17-258.
21. Blancard, D., Laterrot, H., Marchoux, G., Candresse, T. (2009). Les maladies de la tomate. ed. INRA, 690 p.
22. Boumendjel, M., Houhamdi, M., Samar, M.F., Sabeg, H., Boutebba, A., Soltane, M. (2012). Effet des Traitements Thermiques D'Appertisation sur la Qualité Biochimique, Nutritionnelle Technologique du simple, double et triple concentre de tomate. *Sciences et Technologie. C, Biotechnologies* 36:51-59.
23. Boumendjel, M., Perraya, D. (2008). Cédérom multimédia du Cours de conservation des denrées alimentaires. CDAOA version 1.11. Cours en ligne. <http://cdaoa.djamiatic.net>. Copyright © Office National des Droit d'Auteur, juillet 2005.
24. Castanier , F.M. (2004). Conception de bonnes pratiques d'hygiène en activité grossiste de produits alimentaires, basees sur l'approche HACCP. Elaboration de guides de bonnes pratiques rayon adaptes au personnel d'exécution. These de Doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine. 88 p

25. Causse, M., Saliba-Colombani, V., Lesschaeve, I., Buret, M. (2001). Genetic analysis of organoleptic quality in fresh market tomato.2. Mapping QTLs for sensory attributes. *Theoretical and Applied Genetics*, **102**: 273-283.
26. Chanforan, C. (2010). Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation: études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse P 399.
27. Courchinoux, J.P. (2008). Fiche technique tomate :http://www.conseil-agri.com/images/documents/CEFCNSTECPV_.02.PDF, consulté le 06/09/2021
28. CTIFL. (2000). *Tomate, pour un produit de qualité* (Ed.), Paris.
29. Dansou-Kodjo, K.A., Adjata, K.D., Sankara, P., Gumedzoe, Y.M. (2017). Évaluation de la résistance de cinq cultivars de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) vis-à-vis des viroses dans les conditions agroécologiques de la région maritime du Togo, *Journal de la recherche scientifique de l' Université de Lomé* , vol 19, N°2 , p119-129.
30. Daoui, A. (2021).Waystocap. [Comment importer du concentré de tomates de qualité ? - WaystoCap](#). Consulté le 30/09/2021.
31. Del Borghi, A., Gallo, M., Strazza, C., Del Borghi, M. (2014). An evaluation of environmental sustainability in the food industry through Life Cycle Assessment : the case study of tomato products supply chain, *Journal of Cleaner Production*, **78**, 121-130
32. Diantom, A., Curti, E., Carini, E., Vittadini, E. (2017). Effect of added ingredients on water status and physico-chemical properties of tomato sauce. *Food Chemistry* 236:101-108.

33. Dossou, J., Soulé, I., Montcho, M. (2007). Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin pp. 119-125.
34. DSID. (2013). Caractéristiques du secteur maraîcher au Togo. 4ème recensement national de l'agriculture 2011-2014 volume viii : module complémentaire. DSID/MAEP. Lomé. 2013. 179 pages avec annexes.
35. DSID. (2015). Recensement des planteurs et plantations d'anacarde au Togo. Rapport final. DSID/GIZ ; Lomé. Septembre 2015. 74 pages.
36. DSID. (2016). Evaluation de la production maraîchère au TOGO campagne agricole 2015-2016. Recensement national des exploitations maraîchères. DSID/MAEP. Lomé. 2015. 72 pages avec annexes
37. DSID. (2019). Rapport d'élaboration des bilans alimentaires 2014 -2017 au Togo. Rapport final , Lomé .Juin 2014.70 pages
38. Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
39. Dumas, Y., Dadomo, M., Lucca, G.d., Grolier, P. (2003) Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83, 369-382.
40. Eddine, W., Zakaraia, B. (2018). Etude technique du palissage des cultures protégées : Cas de la tomate. Mémoire de fin d'études de Master en Agronomie à l'Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 48 p
41. Fagbohoun, O., Kiki, D. (1999). Aperçu sur les principales variétés de tomate locale cultivées dans le sud du Bénin. *Bulletin de la recherche agronomique du Bénin* 24:10-21.

42. Fagbohoun, O., Kiki, D. (2000). Caractérisation des variétés de tomates développement des technologies appropriées de transformation, Rapport du PTAA/INRAB, Cotonou. Bénin, 18 p.
43. FAO, FIDA, MIFA. (2021). Plan de Développement de la filière tomate 2021-2030, version finale, 61p.
44. FAO. (2007). The state of the state of Food and Agriculture, Rome, 240 p.
45. FAO. (2014). Annuaire de production, 48 : 129- 130.
46. FAO. (2018). Basic Harvest and Post-harvest Handling Considerations for Fresh Fruits and Vegetables. Postharvest Training on Food Processing/FAO manual food handling and preservation/CHAPTER 2. FAO, Rome.
47. FAOSTAT.(2014). Global tomato production in 2012. Rome, FAO. Online statistical database of the Food Agricultural Organization of the United Nation. [Internet]. Available at: <http://faostat.fao.org/>. Accessed: 31st July 2014.
48. FAOSTAT.(2019). <http://faostat.fao.org/>, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
49. Georgé, S., Tourniaire, F., Gautier, H., Goupy, P., Rock, E. (2011). Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. Food Chemistry 2011 -Elsevier.
50. Giovannucci, E. (1999). “Tomatoes, Tomato-Based Products, Lycopene, and Cancer: Review of the Epidemiologic Literature.” *Journal of the National Cancer Institute* 91(4): 317-331.
51. Goka, M.GL. (2016).Contribution à l’Evaluation des Qualité Microbiologique et Nutritionnelle des purées de tomates produites à base de trois variétés de Solanum lycopersicum cultivées au Togo. [Mémoire de fin de master 2] à l’Université Ouaga 1 Pr Joseph Ki-Zerbo,40 p.

52. Gould, W.A. (1991). Tomato production, processing and technology, 3rd ed., CTI Publications, Inc., Baltimore (USA), MD 21218-4576, 480 p.
53. Grasselly D, Navez B, Letard M (2000). Tomate, pour un produit de qualité. Lavoisier. p.25- 35.
54. Grasselly., Navez, B., Letard, M. (2000). Tomate, pour un produit de qualité. Lavoisier, pp. 25-35.
55. GUIRAUD, J. et GALZY, P.(1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Collection Génie alimentaire. Les éditions de l'usine nouvelle, 175 – 186p.
56. Hall, R.D., Brouwer, I.D., and Fitzgerald, M.A. (2008). Plant metabolomics and its potential application for human nutrition. *Physiol Plant* 132, 162-175
57. Helyes, L., Dimény, J., Pék, Z., Lugasi, A. (2013). Effect of maturity stage on content, color and quality of tomato fruit '(Lycopersicum (L.) Karsten) fruit. *International Journal of Horticultural Science* 12(1):41-44
58. Helyes, L., Lugasi, A., Pék, Z. (2006). Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. *Hortscience* 41(6):1400-14001.
59. Hernandez, S., Rodriguez-Rodriguez, E.M., Diaz, C. (2008). Chemical Composition of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) from Tenerife, the Canary Islands. *Food Chemistry* 106(3):1046-1056.
60. Huat, J. (2008). Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de la tomate de plein champ à Mayotte. Thèse doct. Agronomie, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, AgroParisTech, 189p.

61. Hulme, A.C., (1971). *The Biochemistry of Fruits and their Products*, Vol. 2, Academic Press (Ed.), A.R.C. Food Research Institute, Norwich. ISBN-13:978-0123612021, 788p.
62. ISO 14040, 2006 iso 14040. Environnemental Management -Life Cycle Assessment - Principles and Framework. International Organisation for Standardisation , Geneva Switzerland (2006)
63. Jacob, K., Garcia-Alonso, Fj., Ros, G., Periago, Mj. (2010). Stabilité des caroténoïdes, des composés phénoliques, de l'acide ascorbique et de la capacité antioxydante des tomates au cours du traitement thermique ", *Archivos Latino Americanos de Nutrition*. 60(2):20-36.
64. Kanda, M., Akpavi, S., Wala, K., Djaneye-Boundjou, G., Akpagana, K. (2014). Diversité des espèces cultivées et contraintes à la production en agriculture maraichère au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 8(1) : 115-127.
65. Laba, B., Folikoué, E. (2018). Fruits et légumes au Togo : Etat des lieux de la production, organisation des filières et contribution à la sécurité alimentaire et nutritionnelle. 62p.
66. Laboratory Manual for food Canners and Processors; 1968. National Canners Association Research Laboratories; Microbiology and Processing, 1 , 72 - 93, 300 - 327.
67. Lairon, D., Arnault, N., Bertrais, S., Planells, R., Clero, E., Hercberg, S., Boutron-Ruault, M.C. (2005) Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults, *American Journal of Clinical Nutrition* 82, 1185-1194.
68. Laterrot, H. (2013). Cultures : Identifier, Connaître, Contrôler. ephytia

69. Lenucci, M. S., Cadinu, D., Taurino, M., Piro, G., and Dalessandro, G. (2006) Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 2606-2613.
70. Luthria, D.L., Mukhopadhyay, S., Krizek, D. T. (2006) Content of total phenolics and phenolic acids in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits as influenced by cultivar and solar UV radiation, *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 771-777.
71. Malet JB (2017), Empire de l'Or Rouge. Enquête mondiale sur la tomate d'industrie, Fayard, Paris, 2017. <https://www.monde-diplomatique.fr/2017/06/MALET/57600>).
72. Manfredi, M., Vignali, G., 2014. Life cycle assessment of a packaged tomato puree: a comparison of environmental impacts produced by different life cycle phases, *Journal of Cleaner Production*, **73**, 275-284.
73. Marsic, N. K., Sircelj, H., Kastelec, D. (2010) Lipophilic antioxidants and some carpometric characteristics of fruits of ten processing tomato varieties, grown in different climatic conditions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 390-397.
74. Matthys, B., Adiko, FA., Cissé, G., Wyss, K., Tschannen, A.B., Tanner, M., Utzinger, J. (2006). Le réseau social des maraîchers à Abidjan agit sur la perception des préoccupations et des risques sanitaires liés à l'eau. *VertigO, HS*, 3(8) : 11.
75. Mbaye, A., Moustier, P. (2000). Market-oriented urban agricultural production in Dakar. In *Growing Cities, Growing Food : Urban Agriculture on the Policy Agenda, a Reader on Urban Agriculture*. Bakker N, Dubbeling M, Gündel S, Sabel-Koschella U, de Zeeuw H (eds). Feldafing, Des/Etc : Allemagne, 235-257.
76. Mensah, T.R., Eklou-Lawson, M., Gbeasor-Komlanvi, A.F., Ekouevi, K.D., Karou, D.S., Ameyapoh, Y., de Souza, A.C. (2018) Assessment of knowledge and consumption patterns of soybean, *Moringa oleifera*, *Aloe vera* and other agro-resources: The case of

the elderly and pregnant/nursing women in Lome, Togo. European Scientific Journal edition Vol.14, : 179- 190. No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.

77. Mensah, T.R., Eklou-Lawson, M., Gbekley, E.H., Karou, S.D., Ameyapoh, Y., de Souza, A.C. (2017) Glycine max and moringa oleifera: nutritional values, processing methods and mixed foods. J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), 2017, 19(3): 1-14.
78. Mondedji, AD.(2010). Potentiel d'utilisation d'extraits de feuilles de neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) et de papayer (*Carica papaya* L.) dans le contrôle des insectes ravageurs du chou (*Brassica oleracea* L.) en zones urbaines et périurbaines au sud du Togo. Thèse de doctorat de l'Université de Lomé, 194p.
79. Moneruzzaman, K.M., Hossain, A., Sani, W., Saifuddin, M., Alenazi, M. (2009). Effect of harvesting and storage conditions on the Postharvest quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv. Roma VF. Austr. J. Crop Sci. 3(2):113-121
80. MSHPAUS. (2010). Politique Nationale en matière d'Alimentation et de Nutrition , 4ième draft , Lomé , Avril 2010.61 pages
81. Mujib, R., Naushad, K., Inayatullah, J. (2007). Postharvest Losses in Tomato Crop (A Case of Peshawar Valley). Sarhad. J. Agric. 23: 4. Norman JC (1992). Tropical vegetable crops. Elms Court: Arthur H. Stockwell Ltd.
82. Oboulbiga, E.B, Parkouda, C., Sawadogo-Lingani, H., Compaoré, E.W.R., Sakira, A.K., Traoré, A.S. (2017) Nutritional composition, physical characteristics and sanitary quality of the tomato variety Mongol F1 from Burkina Faso. Food and Nutrition Sciences 8(4):444-455.
83. Orzolek, M.D., Bogash, M.S., Harsh, M.R., Lynn, F., Kime, L.F., Jayson, K., Harper, J.K. (2006). Tomato Production. Agricultural Alternatives Pub. Code # UA291.pp. 2-3.

84. Oudet, N. (2009). Impacts environnementaux de la filière fruits et légumes – analyse de cycle de vie. Etude réalisée pour le compte des Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques, 8 & 9 décembre 2009. 4p
85. Porreta, S., Poli, G., Palmieri, L. (1995). Optimization of the addition of calcium chloride to canned diced tomatoes. *Sciences des Aliments*, **15** (2) : 99-112.
86. RECA. (2004). Informations parues dans la presse sur la transformation de tomate en Afrique de l'Ouest. Compilation : Equipe technique RECA / 20 juillet 2020, 5 p.
87. Renard, C., M.G.C. (2005b). Variability in cell wall preparations: quantification and comparison of common methods. *Carbohydrate Polymers*, **60**, 515-522.
88. Rimm, E.B., Ascherio, A., Giovannucci, E., Spiegelman, D., Stampfer, M.J., & Willett, W.C. (1996) Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men, *JAMA* **275**, 447-451.
89. Robinson, E.J.Z., Kolavalli, S.L. (2010). The Case of Tomato in Ghana: Marketing. GSSP Working Paper#20. Ghana Strategy Support Program (GSSP). GSSP Working Paper No. 20. Accra, Ghana: International Food Program.
90. Sadok, D., Zedak, S. (2016). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de MASTER EN AGRONOMIE Spécialité: Biotechnologie Alimentaire Etude de qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate (TELLOISE).
91. Sawant, A. (2021). Tomato Cultivation Guide 2021. <https://agricultureguruji.com/tomato-cultivation/>, consulté le 01/09/2021
92. Shankara, N., Van, L., De, J., Mardja, M. (2005). La culture de la tomate production, transformation et commercialisation, 6, 18, 19 ; 20p

93. Sibomana, M.S., Workneh, T.S., Audain, K. (2016). A review of postharvest handling and losses in the fresh tomato supply chain: a focus on Sub-Saharan Africa. *Food Security*, 8(2), 389-404. doi:10.1007/s12571-016-0562-1.
94. Singbo, A., Nouhoheflin, T., Idrissou, L. (2004). Etude des perceptions sur les ravageurs des légumes dans les zones urbaines et périurbaines du sud Bénin. *Projet Légumes de qualité, Rapport d'activités, IITA-INRAB-OBEPAB*, 21p.
95. Slimestad, R., Verheul, M.J. (2005). Content of chalconaringenin and chlorogenic acid in cherry tomatoes is strongly reduced during postharvest ripening, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 7251-7256.
96. Smith, A.F. (1994). *The tomato in America: University of Ilorin press ISBN 0-252-07009-7* Third World Network (2007), An international NGO based in Accra, The history of tomato farming in Ghana: *Ghana Today*, 23.4.
97. SOTED. (1993). *Projet de Développement de la Production et de la transformation de la tomate dans la coopérative « PONTE- CATOMAT A AFAGNAGAN »*. Ministère du Développement Rural. 53 p
98. Szabó, G., Fazekas, I., Szabó, S., Szabó, G., Buday, T., Paládi, M., Kisari, K., Kerényi, A. (2014). The carbon footprint of a biogas power plant, *Environmental Engineering and Management Journal*, **13**, 2867-2874.
99. Tambo, J.A., Gbemu, T. (2010). Resource-use efficiency in tomato production in the Dangme West District, Ghana. *Conference on International Research on Food Security. Tomato from related wild nightshades.*
100. Tchuinte, GMS. (2005). *Etude socioéconomique des systèmes de production maraîchère en zones urbaines et périurbaine de la ville de Djougou (Département de la Donga)*. *Mém. Ing. Agron., FSA, Univ. Abomey-Calavi, Cotonou*, 141p.

101. Toor, R.K., Savage, G.P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International* 38:487-494
102. USDA/CNPP (2007). USDA national nutrient database for standard reference, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR16/reports/sr16fg11.pdf>, U.S. Agricultural research service, 287 p .
103. Yamagushi, M., (Ed.) (1983). *World Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values*, Ellis Horwood Limited, Westport, DOI : 10.1007/978-94-011-7907-2, 416p.

ANNEXES

ANNEXE I

J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), 2021, 23(3) : 89-104

IMPORTANCE SOCIO-ECONOMIQUE DE LA PRODUCTION ET PROPRIETES NUTRITIONNELLES DE LA TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) AU TOGO: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

SOCIO-ECONOMIC IMPORTANCE OF TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM L.*) PRODUCTION AND NUTRITIONAL PROPERTIES IN TOGO: LITERATURE REVIEW

Mawuena Gott'liebe Goka, MSc

Raouf T. Mensah, PhD

LAMICODA, École Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), BP 1515, Lomé, Togo.

Marie Dufrechou, PhD

Pierre Picouet, PhD

USC 1422 GRAPPE, INRA, École Supérieure d'Agricultures, SFR 4207 QUASAV, 55 rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01, France

Simplice D. Karou, PhD, Professeur

*Yaovi A. Ameyapoh, PhD, Professeur**

LAMICODA, École Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), 1515, Lomé, Togo.

Liebel76@yahoo.fr

*Auteur correspondant : Yaovi Ameyapoh, ameyapoh.blaise@gmail.com

(Reçu le 04 novembre 2021 ; Révisé le 25 novembre 2021 ; Accepté le 10 décembre 2021)

RÉSUMÉ

Introduction : La tomate est le type de légumes bon marché qui rentre dans la composition de nombreux plats des populations. L'objectif de cette revue est de recenser et de présenter les aspects socio-économiques liés à la production de la tomate et ses propriétés nutritionnelles dans le monde mais surtout au Togo afin de valoriser sa transformation et sa conservation auprès de la population.

Méthodologie : Les recherches de la littérature ont été effectuées en se servant des bases de données telles que Research Gate, AGORA, PubMed, Inrae, livres et autres en ligne sur les 5 continents. Des mots clés ont été utilisés tels que : culture de la tomate, caractéristiques nutritionnelles, difficultés maraichères liés à la culture des légumes au Togo, transformation de la tomate. La recherche a été étendue sur les variétés locales de la tomate et les données statistiques de la FAO sur la tomate. Des articles ont été éliminés en fonction de leur non-pertinence technique. L'étude a été réalisée sur la période de Septembre 2020-Septembre 2021. **Résultats** : Au total 42 références ont été retenues pour cette synthèse. Les contraintes liées à l'étude de la tomate, à sa nature très périssable et aux pertes post récoltes rendent son exploitation très difficile dans les pays en développement. Cette difficulté rend la filière inorganisée et artisanale au Togo. Pourtant la tomate est un légume-fruit qui joue un rôle équilibrant dans l'alimentation et regorge d'atouts nutritionnels. Bon antioxydant, excellent pour le foie et riche en vitamine C et en fibres, elle joue un rôle de protection de l'organisme, stimule la digestion, facilite le transit intestinal et permet de diminuer le risque de développer des maladies non transmissibles. **Conclusion** : Afin d'éviter le gaspillage alimentaire, il faut garantir la disponibilité de la matière première et de ses dérivés tout au long de l'année. Ainsi une maîtrise de

Determinants of Postharvest Losses in Tomato Production in The Savannah Region of Togo

Mawuena G. Goka, Marie Dufrechou, Pierre Picouet, Kouassi Soncy, and Yaovi Ameyapoh

ABSTRACT

Post-harvest losses have been identified as one of the main causes of food shortage problems in most developing countries and in Togo especially. The aim of this study was to examine the determinants of post-harvest losses in tomato production in the Savannah region of Togo. A standardized structured questionnaire was used to collect data from 25 farmers selected through a combination of purposive and simple random sampling techniques. Descriptive statistics were used to summarize the characteristics of the respondents. Multiple regression analysis was conducted to examine the determinants of postharvest losses of tomatoes. The typical tomato farmer in the locality is 37 years, married, with a household of three people, and having attained a basic level of education. On average, farmers grow tomatoes on a farm of about 2 hectares and have about 10 years of farming experience. The study showed that 42% of tomatoes during the major season were lost and 90% during the minor season. From the farmers' point of view, the main sources of losses were rotting and bruising due to improper handling, diseases, and pest attacks. Regression analysis showed that farmer gender, household size, farm size, number of days in storage significantly influenced the level of post-harvest losses. Female gender, farm size, and the number of days in storage were positively associated with losses in tomato production. However, household size, membership in cooperatives, and growing improved varieties reduced post-harvest losses. Limited access to credit, lack of storage facilities, and lack of market access are the main constraints faced by tomato farmers. The study recommended periodic training of producers and membership in cooperatives. Education of farmers on growing improved varieties of tomatoes as well as training in proper processing of tomato fruits and derivatives to reduce post-harvest losses.

Keywords: postharvest losses, savannah region, Togo, tomato.

Submitted : August 16, 2021

Published : September 08, 2021

ISSN: 2684-1827

DOI: 10.24018/ejfood.2021.3.5.358

Mawuena G. Goka

LAMICODA, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA),1515, Lomé, Togo.

(e-mail: liebe176@yahoo.fr)

Marie Dufrechou

USC 1422 GRAPPE, INRA, Ecole Supérieure d'Agricultures, SFR 4207 QUASAV, 55 rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01, France.

(e-mail:

m.dufrechou@groupe-esa.com)

Pierre Picouet

USC 1422 GRAPPE, INRA, Ecole Supérieure d'Agricultures, SFR 4207 QUASAV, 55 rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01, France.

(e-mail: p.picouet@groupe-esa.com)

Kouassi Soncy

LAMICODA, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA),1515, Lomé, Togo.

(e-mail: soncymarcellin@yahoo.fr)

Yaovi Ameyapoh*

LAMICODA, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA),1515, Lomé, Togo.

(e-mail: ameyapoh.blaise@gmail.com)

*Corresponding Author

I. INTRODUCTION

Fresh vegetables and fruits are essential sources of vitamins and minerals for humans[1]. Tomatoes are a widely consumed vegetable fruit worldwide. In 2017, its production was estimated at 182 million tons worldwide, including 21 million tons in Africa and 5,564 tons in Togo [2]. Tomatoes are a very important component of food consumed at the household level, as evidenced by the fact that many Ghanaian dishes contain tomatoes as an ingredient [3]. Tomatoes are one of the most post-harvest loss products in the fruit and vegetable supply chains of sub-Saharan Africa [4]; [5]. According to [6], post-harvest losses in the fresh tomato supply chain in Africa occurs mainly at the pre-consumer level. [7] indicated in their research report that post-harvest losses are highest for tomatoes recording up to 20% after 5 days of harvest. Several factors are involved in the post-

harvest loss of tomatoes, ranging from growing conditions to handling at the retail level. These factors include high field temperatures on the crop before harvest, pest and disease attacks on the tomato plants. Also, the variety of tomato grown can affect the level of post-harvest losses, as each variety is identified by different characteristics such as firmness, disease resistance, among others, which impact post-harvest losses [8]. In addition, a study by [9] showed that the longer the distance between the farm and the market, the greater the losses due to the resulting tomato congestion and heat build-up. [10] also noted that the type and amount of labor used in harvesting played a key role in post-harvest losses. Skilled workers pick and handle the product carefully and, therefore, cause little damage to the fruit. Therefore, they recommended the use of skilled workers if post-harvest losses are to be minimized. Tomato fruits should be harvested in the green ripe state for long-distance marketing and at the fully

ANNEXE III

Vol. 15(8) pp. 304-312, August 2021
DOI: 10.5897/AJFS2019.1862
Article Number: 56F620067475
ISSN: 1996-0794
Copyright ©2021
Author(s) retain the copyright of this article
<http://www.academicjournals.org/AJFS>



African Journal of Food Science

Full Length Research Paper

Evaluation of the microbiological and physico-chemical characteristics of local tomato '*Solanum lycopersicum*' puree produced on a small scale in Togo

Mawuena Gott'liebe Goka^{1,2*}, Marie Dufrechou², Pierre Picouet² and Yaovi Ameyapoh¹

¹LAMICODA, Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), 1515, Lomé, Togo.

²USC 1422 GRAPPE, INRA, Ecole Supérieure d'Agricultures, SFR 4207 QUASAV, 55 rue Rabelais, BP 30748, 49007 Angers Cedex 01, France.

Received 5 September, 2019; Accepted 22 July 2021

Tomatoes are produced, processed and widely consumed by the Togolese population. However, the local production is not developed enough to be able to provide locally processed tomatoes. In order to promote local development, stimulate local processing and reduce post-harvest losses, the processing into puree was undertaken with three locally grown varieties of tomatoes in Togo (Aklikonvi, Tohouvi, and Pomvi). A method developed at the LAMICODA laboratory was used and the process was adapted to be mastered by any local producers. Microbiological and physico-chemical analysis of crushed tomatoes and tomato purees of the three different varieties were performed in order to validate product stability and to determine final product physico-chemical and nutritional qualities. Results showed that the hygienic quality of these tested products was validated according to the criteria considered by the European Union. Also, the results indicated that purees produced contained lycopene (3.94 mg to 7.36 mg/100 g), vitamin E (0.38 mg to 1.14 mg/100 g), β -carotene (0.27 mg to 0.56 mg/100 g), and sugars (such as fructose: 0.75 mg to 1.56 mg/100 g; glucose: 0.78 mg to 1.52 mg/100 g) whatever the variety. The total sugar content is significantly different ($p < 0.05$) for crushed tomatoes and purees. A deterioration of the color and an increase of the acidity were observed in the obtained tomato purees. These preliminary results obtained on these processed products are helpful for further processing and promotion of these different varieties of locally grown tomatoes in Togo.

Key words: Local tomato, crushed tomato, tomato puree, hygienic quality, physicochemical quality, Togo.

INTRODUCTION

Tomatoes are widely consumed around the world and in 2017 its production is estimated at 182 million tons worldwide, of which 21 million tons in Africa and 13 328.2 tons in Togo (FAO, 2018). In Togo, tomato production

remains seasonal, artisanal and unorganized (Dossou et al., 2007). Nevertheless, Togolese tomato production remains the priority activity of 65% of the population in the Savanna region in the north of the country and one

*Corresponding author. E-mail: Liebe176@yahoo.fr.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the [Creative Commons Attribution License 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ANNEXE IV

COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURE

1. Tryptone sel (TS)

Le bouillon Tryptone sel est un diluant qui permet de maintenir les microorganismes dans un bon état physiologique ou de les réanimer. Mais les analyses doivent être réalisées dans l'heure suivant la dilution pour éviter la multiplication des germes.

Formule (en g/l d'eau distillée)

Tryptone 1

Chlorure de sodium 8,5

Stériliser à l'autoclave à 121°C /15mn

2. Plate Count Agar (PCA) ou gélose standard pour dénombrement

Ce milieu est utilisé pour le dénombrement des aérobies totaux dans les eaux et autres denrées alimentaires.

Formule (en g/l d'eau distillée)

Peptone 5

Extrait de levure 2,5

Glucose 1

Agar 15

pH=7 ; stériliser à l'autoclave à 121°C/15mn

3. Tryptone-sulfite-néomycine (TSN) (gélose)

La gélose TSN est milieu permettant l'isolement et le dénombrement de *Clostridium perfringens* dans les produits alimentaires.

Formule (en g/l d'eau distillée)

Tryptone 15

Sulfite de sodium

Sulfate de néomycine 0,05

Sulfate de polymycine 0,02

Extrait de levure 10

Citrate de fer 0,5

Agar 13,5

pH= 7,2 ; stériliser à l'autoclave à 121°C/10mn

ANNEXE V

4. Gélose Sabouraud

Elle permet la culture des levures, moisissures et bactérie acidophile

Formule (en g/l d'eau distillée)

peptone chapoteaut 10

glucose massé 20

agar 15

pH= 6 ; stériliser à l'autoclave à 115°C/20mn.

ANNEXE VI



Photo 9 : *Purée de tomate produite*



Photo 10 : Gélose de TSN avec absence de culture

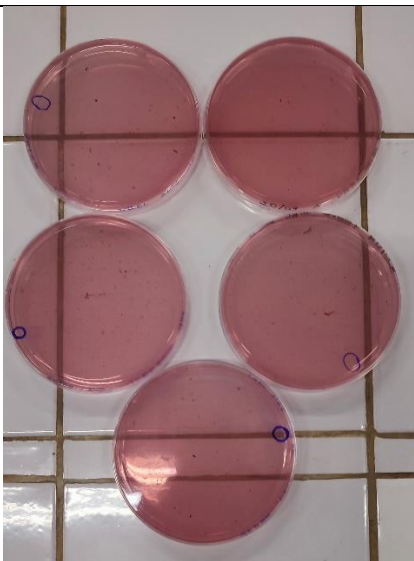


Photo 11 : Boîte de Pétri montrant la gélose VRBL avec absence de culture

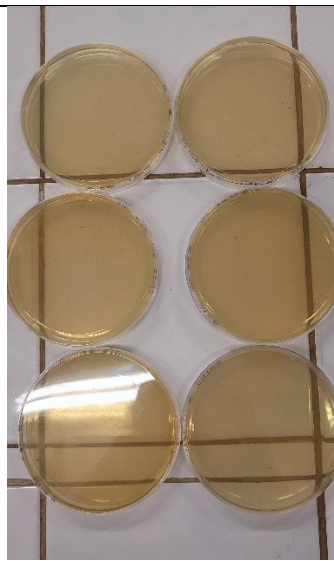


Photo 12 : Boîte de Pétri montrant la gélose Sabouraud avec absence de culture

ANNEXE VII

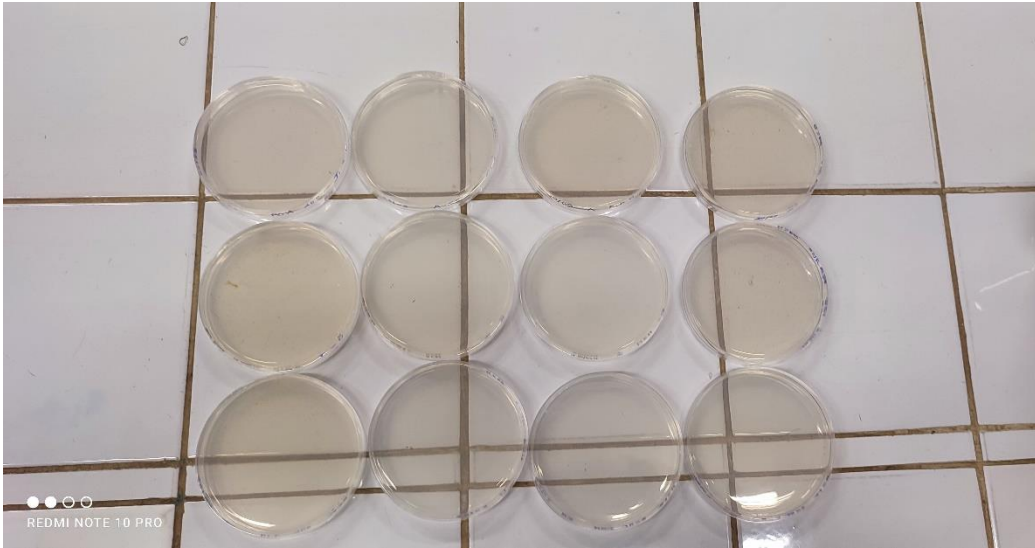


Photo 13 : Boîte de Pétri montrant la gélose PCA avec absence de culture

ANNEXE VIII

Questionnaire établi pour les producteurs de tomate Questions	
<p>Présentation brève de mon statut de doctorante et l'intérêt que porte mon sujet de thèse face aux producteurs locaux.</p> <p style="text-align: center;">i) Le producteur/ La productrice</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nom du producteur - Depuis quand êtes-vous producteur ? - Faites-vous partie d'une coopérative ? <p>Ou d'un groupement de producteurs ?</p> <p>Si oui, qui sont ces autres producteurs ?</p> <p>Le système de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que produisez-vous ? Sur quelle surface ? - Combien de parcelles avez-vous ? 	<ul style="list-style-type: none"> - Où sont situées les terres sur lesquelles vous cultivez ? A qui appartiennent-elles ? - Pourquoi le choix de cette matière première - Avez-vous d'autres activités ? Elevage, transformation ? Qui travaille avec vous sur ces terres ? (Membres de la famille, employés...) -Comment les tâches sont-elles réparties ? - Quels matériels ou équipements utilisez-vous pour vos activités ? A qui appartient-il ?
<p style="text-align: center;">ii) Le système de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que produisez-vous ? Sur quelle surface ? - Combien de parcelles avez-vous ? - Où sont situées les terres sur lesquelles vous cultivez ? A qui appartiennent-elles ? - Pourquoi le choix de cette matière première - Avez-vous d'autres activités ? Elevage, transformation, ... ? - Qui travaille avec vous sur ces terres ? (Membres de la famille, employés...) -Comment les tâches sont-elles réparties ? 	<p>Quels matériels ou équipements utilisez-vous pour vos activités ? A qui appartient-il ?</p> <p style="text-align: center;">iii) Le produit d'intérêt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelle est la surface dédiée à la production de la tomate ? - Quelle quantité produisez-vous ? (sous forme de cuvette ou de panier) - Quel est le devenir de ce produit après la récolte ? - Où stockez-vous vos produits après récolte ? - Qui sont vos clients ? Sous quelle forme vendez-vous les produits ? - Comment les prix des paniers de tomate sont-ils fixés ? Par qui ? Y-a-t-il un contrat qui vous relie à l'acheteur ?

ANNEXES IXX

<p style="text-align: center;">ii) Le système de production</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que produisez-vous ? Sur quelle surface ? - Combien de parcelles avez-vous ? - Où sont situées les terres sur lesquelles vous cultivez ? A qui appartiennent-elles ? - Pourquoi le choix de cette matière première - Avez-vous d'autres activités ? Elevage, transformation, ... ? - Qui travaille avec vous sur ces terres ? (Membres de la famille, employés...) -Comment les tâches sont-elles réparties ? 	<p>Quels matériels ou équipements utilisez-vous pour vos activités ? A qui appartient-il ?</p> <p style="text-align: center;">iii) Le produit d'intérêt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quelle est la surface dédiée à la production de la tomate ? - Quelle quantité produisez-vous ? (sous forme de cuvette ou de panier) - Quel est le devenir de ce produit après la récolte ? - Où stockez-vous vos produits après récolte ? - Qui sont vos clients ? Sous quelle forme vendez-vous les produits ? - Comment les prix des paniers de tomate sont-ils fixés ? Par qui ? Y-a-t-il un contrat qui vous relie à l'acheteur ?
<p style="text-align: center;">iv) Transformation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voudriez-vous transformer votre produit ? et comment ? - Quel sera votre intérêt de mettre en place une unité locale de transformation ? - Comment ferez-vous la transformation de votre produit ? Que sera le diagramme de fabrication qui sera utilisé pour la transformation. ? - Combien de panier pensez-vous à transformer pendant la période d'abondance ? 	<ul style="list-style-type: none"> - Combien de personnes prévoyez-vous employer pour votre production ? - A qui voudriez-vous vendre vos purées transformées ? - Quels seront d'après vous les difficultés ou obstacles auxquels ferez vous face ? pendant et après la transformation ? - Où trouverez-vous de la matière première en temps de soudure /période de pénurie ? (Difficulté d'écoulement de la purée transformée ?) - Avez-vous pensé un système de traçabilité pour votre produit fini? (plus tard, est ce que vous aviez pensé à l'exportation de vos produits?)

Photo 14 : Questionnaire utilisé pour les collectes de données

Titre : Contribution à la valorisation des agro-ressources : Cas du *Solanum lycopersicum* L. cultivé au Togo

Mots clés : Tomate - Purée - Post récolte – Conservation – Togo

Résumé : Les pertes après récolte des fruits et légumes saisonniers sont considérables dans les pays tropicaux et peuvent être évaluées à près de 50%. Au Togo, les pertes post-récolte ont été identifiées comme l'une des principales causes des problèmes de pénurie alimentaire en particulier, pour la tomate. Notre étude vise la valorisation de la surproduction saisonnière de trois variétés de tomate locale « Aklikonvi, Tohouvi et Pomvi » par la mise au point des techniques de transformation en purée de cette denrée. Les travaux ont porté d'une part sur les facteurs occasionnant les pertes post-récolte et d'autre part les aspects microbiologiques et physico-chimiques de la conservation de la purée de tomate de fabrication artisanale. Les résultats indiquent que 42% des tomates sont perdues pendant la grande saison et 90% pendant la petite saison dues aux aléas climatiques, aux maladies, des attaques de parasites et des ravageurs sur les cultures. Cette détérioration de tomate est liée également au manque d'infrastructures adéquats qui entrave la chaîne de valeur. Les analyses microbiologiques réalisées, indiquent que les purées produites mis en bouteilles non entamées sont de qualité satisfaisante et peuvent être conservées pendant 2 ans sans affecter de façon significative le pH. Les purées ne contiennent pas de levures ni moisissures, ni de germes anaérobies sulfite réducteurs, ni de coliformes totaux. Sur le plan physico-chimique, les purées produites contenaient des antioxydants bénéfiques à la santé : du lycopène (3,94 mg à 7,36 mg/100 g), de la vitamine E (0,38 mg à 1,14 mg/100 g), du β -carotène (0,27 mg à 0,56 mg/100 g), et aussi des sucres (tels que le fructose : 0,75 g à 1,56 g/100 g ; glucose : 0,78 g à 1,52 g/100 g) quelle que soit la variété. La production locale n'est pas assez développée pour pouvoir fournir des tomates transformées localement ; ainsi une méthode développée au laboratoire LAMICODA a été utilisée et le processus a été adapté pour être maîtrisé par tout producteur local.

Title : Contribution to the Valorization of agro-resources: the case of *Solanum lycopersicum* L. cultivated in Togo

Keywords : Tomato - Puree -Postharvest – Conservation- Togo.

Post-harvest losses of seasonal fruits and vegetables are considerable in tropical countries and can be estimated at nearly 50%. In Togo, post-harvest losses have been identified as one of the main causes of food shortage problems, especially for tomatoes. Our study aims at valorizing the seasonal overproduction of three local tomato varieties "Aklikonvi, Tohouvi and Pomvi" by developing techniques for processing this commodity into puree. The work focused on the factors causing post-harvest losses and on the microbiological and physico-chemical aspects of the conservation of tomato puree of artisanal manufacture. The results indicated that 42% of tomatoes are lost during the high season and 90% during the low season due to climatic hazards, diseases, pest attacks and pests on crops. This deterioration of tomatoes is also linked to the lack of adequate infrastructure that hinders the value chain. The microbiological analyses carried out indicated that the purees produced in unopened bottles are of satisfactory quality and can be kept for 2 years without significantly affecting the pH. The purees do not contain yeasts or moulds, nor anaerobic sulphite-reducing germs, nor total coliforms. Physicochemically, the purees produced contained antioxidants beneficial to health: lycopene (3.94 mg to 7.36 mg/100 g), vitamin E (0.38 mg to 1.14 mg/100 g), β -carotene (0.27 mg to 0.56 mg/100 g), and also sugars (such as fructose: 0.75 g to 1.56 g/100 g; glucose: 0.78 g to 1.52 g/100 g) regardless of variety. Local production is not sufficiently developed to be able to provide local processed tomatoes; thus a method developed at the LAMICODA laboratory was used and the process was adapted to be mastered by any local producer.