

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et de la
Vie
Département : Microbiologie Appliquée
et Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم: الميكروبيولوجيا التطبيقية
و علوم التغذية

Mémoire de Master

Filière : Sciences Alimentaire

Option : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

**Essai d'élaboration d'une formulation de confiture à base
de fraise et l'évaluation des paramètres physico-
chimiques, microbiologiques et sensoriels**

Membres de Jury

Président : D^r. LAIB S
Examinateur : M^{elle}. BOURAD D
Encadreur : Dr. BENALI S

Présenté par :

DEGMARA Nihal
SAMAH Hayat
ZOGHBA Nasreddine

Année Universitaire 2018-2019

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la foi qui a guidé et éclairé notre chemin pour la réalisation de notre mémoire.

Au terme de la réalisation de ce mémoire, nous remercions vivement notre directeur de mémoire D^r BENALI S pour son encadrement étroit, pour tout le temps et les efforts qu'elle a déployé, pour ses conseils fructueux.

Nous exprimons notre gratitude à l'ingénieur Asma et l'ensemble du personnel du laboratoire de contrôle de qualité de notre département, pour leur aide accompagnée de sympathie et d'encouragements.

On remercie également le D^r BOUHALI vétérinaire à la DSA de Jijel qui nous a beaucoup aidé pour la réalisation de ce travail.

Il nous est impossible d'oublier M^{me} BOUKHEDENNA, qui travaille également à la DSA de Jijel pour son aide précieuse pour notre recherche bibliographique. Elle a toujours fait tout son possible pour nous aider.

Enfin, on tient à exprimer toute notre reconnaissance à nos familles, nos amis proches, qui nous ont toujours encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

A ceux qui ont donné un sens à mon existence, qui m'ont indiqué la bonne voie et qui ont attendu les fruits de ma bonne éducation, à ceux qui m'ont soutenu jour et nuit, et durant toute mes années d'études vers le chemin de la réussite.

Mes très chères parents Akila et Kamel

A mes sœurs : Nidaa, Radja, Rihab et Raouda

A mon cher fiancé Farid qui a toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'encourager, que dieu le garde pour moi.

A toute ma famille : DEGMARA et LEKMITI

A ma belle famille

A mon trinôme : Hayat, Nasr-eddine et leurs familles

A toute la promotion du contrôle de qualité et sciences alimentaires

2018/2019

A toutes les personnes qui m'ont soutenu.

D. Nihal

Dédicace

Il me sera très difficile de remercier tout le monde car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener ce travail à son terme.

Je voudrais tout d'abord remercier mes chers parents, Rachid et Samira.

Je remercie tous mes amis qui m'ont apporté leur aide, et tout particulièrement Halim Boumaaza.

A tous mes collègues de promotion 2018 - 2019

Z. Nasreddine

Dédicace

À l'aide de "Allah" le tout puissant Qui m'a tracé le chemin de ma vie, J'ai pu réaliser ce travail.

Je dédie ce travail à ma famille spécialement aux personnes les plus chères au monde. Mes chers parents, qui sont la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie.

Qui m'ont apporté leur appui durant toutes mes années d'études, pour ses sacrifices et soutien et qui m'ont donné la tendresse, la confiance, le courage et la sécurité.

A mes chères sœurs : Sabrina et Houda et Lobna et Souad et Nihad et Houria

A mes frères : Fares et Yssine

A toute ma famille SAMAH

A mes amies : Nihal, Leila , Meriem , Wahida , Hanane

*A toute la promotion du contrôle de qualité et sciences alimentaires
2018/2019*

S. Hayat

Tableau 1 : Composition en nutriments de la fraise	6
Tableau 2 : Répartition de la culture de la fraise par commune	9
Tableau 3 : Production mondiale de la fraise.....	11
Tableau 4 : Production de la fraise à Jijel entre 2015 et 2019	12
Tableau 5 : Teneur en pectines des principaux fruits utilisés pour les confitures	18
Tableau 6 : Caractéristiques des pectines du commerce.....	19
Tableau 7 : Influence de la quantité de sucre incorporé dans une confiture.....	20
Tableau 8 : Influence de la quantité d'acide incorporé dans une confiture	22
Tableau 9 : Table de composition nutritionnelle de la confiture de fraise.....	23
Tableau 10 : Evaluation hédonique par l'échelle de cotation de 6 points	38
Tableau 11 : Récapitulatif des trois protocoles appliqués et les confitures élaborées	39
Tableau 12 : Résultats d'indice de couleur	46
Tableau 13 : Résultats d'analyse microbiologique des confitures.....	47
Tableau 14 : Caractéristiques sensorielles des confitures.....	50

Figure 1 : Coupe longitudinale d'une fraise	4
Figure 2 : Répartition de la culture de la fraise en Algérie	7
Figure 3 : Répartition de la culture de la fraise à Jijel par commune.....	8
Figure 4 : Evolution de la culture de la fraise dans la région de Jijel	9
Figure 5 : Rapport (surface plantée/ surface totale)	10
Figure 6 : Evolution de la production mondiale de fraises (en tonnes) dans le monde entre 1980 et 2014	11
Figure 7 : Gélification des pectines en fonction du pH et de la concentration en Sucres	18
Figure 8 : Courbe de Spencer	22
Figure 9 : Diagramme simplifié de la fabrication des confitures	24
Figure 10 : Photographie des fraises utilisées	26
Figure 11 : Diagramme de fabrication traditionnelle de confiture de fraise	27
Figure 12 : Diagramme de fabrication industrielle de confiture de fraise	30
Figure 13 : Test de dégustation / évaluation hédonique.....	38
Figure 14 : Les valeurs de °Brix des échantillons de confiture à base de fraise	40
Figure 15 : pH des échantillons de confiture à base de fraise	41
Figure 16 : L'acidité des échantillons de confiture à base de fraise	42
Figure 17 : Teneurs en eau des échantillons de confiture à base de fraise	43
Figure 18 : Matière sèche des échantillons de confiture à base de fraise	44
Figure 19 : Teneurs en cendres des échantillons de confiture à base de fraise	44
Figure 20 : Teneurs en sucres totaux des échantillons de confiture à base de fraise	45
Figure 21 : Appréciation de l'odeur des confitures.....	48
Figure 22 : Appréciation de couleur des confitures	49
Figure 23 : Appréciation de goût des confitures	49
Figure 24 : Appréciation de l'acidité des confitures	50

Figure 25 : Résultats du test hédonique de confiture 1 pour chaque caractère **51**

Figure 26 : Résultats du test hédonique de confiture 2 pour chaque caractère **51**

Figure 27 : Résultats du test hédonique de confiture 3 pour chaque caractère **51**

°Brix : Degré de Brix.

B8 : Biotine.

B9 : Acide folique.

C% : Teneur en cendres.

CE : Commission Européenne.

CF : Coliformes fécaux.

CT : Coliformes totaux.

DM : Pourcentage molaire de fonctions carboxyliques méthylées.

DO : Densité optique.

DSA : Direction des Services Agricoles.

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FTAM : Flore Mésophile Aérobie Totale.

GAMT : Germes Aérobies Mésophiles Totaux.

GN : Gélose Nutritive.

H+ : Ions Hydrogène.

HM : Pectines hautement méthylées.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

LM : Pectines faiblement méthylées.

Meq : Miliéquivalent.

MS : Matière sèche.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

NF : Norme française.

OGA : Oxytétracycline Glucose Agar.

PNDA : Plan National de Développement Agricole.

Ppo : Poly Phénol-Oxydase.

PCA : Plate Count Agar.

pH : Potentiel Hydrogène.

TE % : Teneur en eau.

TSS : Taux de Solides Solubles.

UFC : Unité Formant Colonie.

VRBL : Violet Red Bile Agar.

VF : Viande Foie.

Introduction

L'importance des fruits en matière de nutrition, de santé et d'économie n'est plus à démontrer.

Ce sont eux qui transportent le mieux les vitamines, les minéraux essentiels, les fibres alimentaires, les antioxydants phénoliques, les glucosinolates et autres substances bioactives. Outre ces éléments, ils fournissent également des hydrates de carbone et des protéines. Par les effets désirables qu'ils ont sur la nutrition et la santé humaine. **(Alzamora et al., 2004)**.

Les fruits sont des denrées extrêmement périssables tel est le cas de la fraise. C'est un fruit très parfumé, de forme conique, dont les akènes forment des aspérités sur la chair rouge vif, qui mûrit en été sur une plante à tige très basse **(Jules, 2010)**.

La fraise se conserve mal, même au frais : il faut la déguster rapidement et la laver juste avant consommation. Elle est généralement consommée fraîche mais beaucoup de fraises sont transformées en produits, tels que le jus, le nectar, la purée, la confiture, les gelées, la crème, le vin et le sirop de fraises **(Jules, 2010 ; Giampieri et al., 2013)**.

Depuis l'Antiquité, l'Homme a recherché tous les moyens pour conserver sa nourriture, afin de préserver sa comestibilité et ses propriétés gustatives et nutritives en empêchant le développement des microorganismes qui peuvent, dans certains cas, entraîner une intoxication alimentaire **(Boumendjel, 2005)**.

La confiture est considérée comme un premier effort pour conserver les fruits. Elle est obtenue par cuisson des fruits avec des sucres et d'autres ingrédients **(Sophie et Sabulard, 2012)**.

Les confitures ont été introduites tardivement en Europe par l'intermédiaire du monde Arabe. Au moyen âge l'appellation confitures désigne toutes les confiseries réalisées à partir d'aliments cuits dans le sucre ou du miel (bonbons, fruits confits) **(Chouicha, 2004)**.

Sur le plan économique la conservation palier aux productions saisonnières ; atteindre les marchés lointains et réduire les pertes. Le but de la conservation des denrées alimentaires est de prolonger la durée de vie de l'aliment **(Bouzonville, 2004)**.

L'élaboration d'un projet de transformation industrielle de produits agricoles s'appuie sur quelques données essentielles comme la une connaissance précise de la matière première botanique **(Merabet, 2004)**.

Il est de plus en plus difficile pour les producteur de vendre certain de leur fruit à un prix correct, pour valoriser les fruits invendus. La valorisation des quantités de ces fruits en les

transformé en confiture pouvait représenter une réelle opportunité économique et sociale, fiable et durable adaptées à un marché local (**Bernard, 2010**).

Dans cette présente étude nous avons choisis la fraise comme matière première parce qu' elle est très fréquente dans la wilaya de Jijel. Le contenu de ce travail est divisé en deux parties principales : La première partie de ce manuscrit est consacrée à une synthèse bibliographique comportant trois chapitres: le premier chapitre concerne une vue générale sur la fraise. Le second chapitre présente des technologies de transformation des fraises. Le dernier chapitre sera consacré aux procédés de fabrication de la confiture.

La deuxième partie de ce travail consiste en une étude expérimentale qui a pour objectif:

- Etude des paramètres physico-chimiques des confitures traditionnelles et une confiture industrielle élaborées à base de fraise.
- Analyse microbiologique des confitures élaborées.
- Analyse sensorielle des confitures élaborées.

Chapitre I : Généralités sur la fraise

I.1 Historique

Vers l'année 1300, la fraise était en culture en Europe, lorsque les Français ont commencé à transplanter la fraise des bois (*Fragaria vesca*) du désert au jardin. À la fin des années 1500, la fraise musquée (*Fragaria moschata*) était également cultivée dans des jardins européens. Puis, dans les années 1600, la fraise de Virginie (*Fragaria virginiana*) d'Amérique du Nord a atteint l'Europe. La propagation de cette nouvelle espèce relativement rustique a été très progressive et elle n'a guère été appréciée jusqu'à la fin des années 1700 et au début des années 1800, année de sa popularité en Angleterre. A cette époque, les jardiniers anglais travaillaient pour créer de nouvelles variétés à partir de semences et en augmentaient le nombre de variétés de trois à près de trente.

Pendant ce temps, un français a ramené la fraise chilienne (*Fragaria chiloensis*) du Chili en France en 1714. Cette espèce de fraise avait une qualité qui manquait aux autres: leur taille. Ses fleurs étaient moins nombreuses mais plus grandes et donnaient des fruits plus gros. Cependant, la fraise chilienne n'était pas rustique et difficile à cultiver à l'intérieur des terres, à l'abri des climats doux du littoral.

Ces deux espèces de fraises du Nouveau Monde ont été croisées en Europe, donnant naissance à la fraise moderne, *Fragaria ananassa*. Ce sont les Français qui ont accidentellement pollinisé pour la première fois la fraise chilienne avec la fraise de Virginie lorsque des plantes pistillées du Chili ont été intercalées avec des plantes staminées de *Virginiana* et que des hybrides naturels ont été fabriqués. Les Anglais ont effectué l'essentiel des travaux de sélection à l'origine pour développer les ancêtres des variétés dont nous jouissons aujourd'hui. Toutes les variétés de fraises modernes sont issues de ce croisement de fraises de Virginie et de Chili. La transition de ces espèces indigènes aux variétés modernes a été un long processus, impliquant l'hybridation des deux espèces, puis l'hybridation de leurs descendants, le croisement avec les parents d'origine et la sélection de plantes présentant des traits souhaitables pour la reproduction.

Hovey est le nom de la première variété de fraise américaine issue d'un croisement planifié.

Il s'agit de l'ancêtre des variétés les plus modernes. Il a été mis au point par Charles Hovey, un pépiniériste de Cambridge, dans le Massachusetts, en 1834. 'Wilson' a été créé en 1851 par James Wilson qui l'a choisi parmi un croisement de 'Hovey' cultivé avec d'autres variétés. Cette variété était plus productive, plus ferme et plus résistante que toute autre variété à gros fruits et pouvait être cultivée sur presque tous les sols (**Grubinger, 2012**).

I.2 Description botanique

Le fraisier est une plante vivace de la famille de *Rosaceae*. Cette plante fait partie des espèces de petits fruits les plus cultivées au monde car elle s'adapte à une large variété de sols et de conditions climatiques. En effet, elle peut se cultiver sous les tropiques et les régions sub-arctiques. L'apparition de nombreuses espèces de fraise date d'avant 50 millions d'années. Les premières utilisations de cette plante étaient à la fois ornementales et médicinales.

Fragaria x ananassa Duch regroupe l'ensemble des espèces cultivées de fraisier. Cette plante herbacée de la famille des Rosacées produit des stolons qui permettent la formation de nouveaux plants par multiplication végétative. La multiplication par graine est en effet presque exclusivement réservée à la création variétale (Rissier et Navatel, 1997).

Les fraises, issues de la reproduction sexuée et considérées comme des fruits, sont en fait des polyakènes. En effet, la fraise correspond au réceptacle charnu sur lequel sont disposés les akènes, véritables fruits au sens botanique du terme (Rissier et Navatel, 1997).

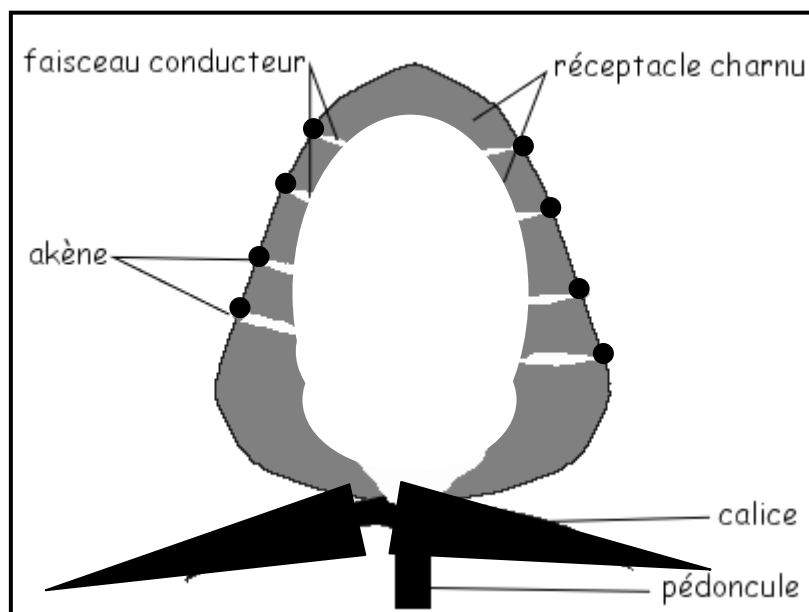


Figure 1 : Coupe longitudinale d'une fraise.

I.3 Classification taxonomique

La classification taxonomique de la fraise de Virginie est la suivante :

Domaine : *Biota*

Règne : *Plantae*

Sous-Règne : *Viridaplantae*

Infra-Règne : *Streptophyta*

Classe : *Equisetopsida*

Clade : *Tracheophyta*

Clade : *Spermatophyta*

Sous-Classe : *Magnoliidae*

Super-Ordre : *Rosanae*

Ordre : *Rosales*

Famille : *Rosaceae*

Genre : *Fragaria*

Espèce : *Fragaria x ananassa*

I.4 Variétés de la fraise

Il existe actuellement environ 600 variétés différentes de fraisiers qui varient entre eux selon plusieurs critères dont la taille, la texture, la saveur, la couleur, la résistance aux maladies, la période de production, la teneur en éléments nutritifs... etc (**Hebbache et al., 2013**).

Dans la région de Jijel, les variétés repiquées sont : NAIDA, SABRINA, CAMILA, CAMAROSA, NABILA, SAVANA, FORTUNA, SANDRIA, FESTIVAL, GARDA, WINTERSTAR, JAUNICA, MELISSA et MARISOL (**DSA Jijel, 2019**).

I.5 Composition chimique

Dans un passé récent, la saveur et l'apparence étaient les attributs les plus importants des fruits et légumes frais, mais de nos jours les consommateurs sont plus préoccupés sur la sécurité alimentaire et la valeur nutritionnelle (**Cordenunsi et al., 2003**).

Les fraises contiennent de grandes quantités de vitamine C et de fer (**Jules, 2010**), de composés phénoliques connus pour fournir une protection contre les radicaux libres lorsqu'ils sont testés in vitro. Plusieurs études ont identifié un large éventail de composés phénoliques dans les fruits de fraise, mais les anthocyanes restent quantitativement les plus importants et sont responsables de la couleur rouge vif des fraises. Les sucres dans les fraises sont principalement des

mono- disaccharides (glucose, fructose et saccharose) et la proportion relative de ces sucres individuels est importante pour gouverner la de la douceur (**Crespo et al., 2010**).

Les fraises sont également une excellente source de manganèse. Elles peuvent fournir environ 5% de l'apport journalier adéquat de potassium. Elles ont été qualifiées comme une bonne source d'iode, de magnésium, de cuivre, de fer et de phosphore.

Les fraises sont une source d'acides gras essentiels et sains, l'huile de graine de fraise est riche en acides gras insaturés (**Giampieri et al., 2012**).

Tableau 1 : Composition nutritionnelle de la fraise (Giampieri et al., 2012)

Type	Nutriments	Teneur (par 100 g)
Minéraux	Eau (g)	90.95
	Energie (Kcal)	32
	Protéines (g)	0.67
	Cendres (g)	0.40
	Lipide total (g)	0.30
	Glucides (g)	7.68
	Fibres alimentaires (g)	2
	Sucres (g)	4.89
	Saccharose (g)	0.47
	Glucose (g)	1.99
	Fructose (g)	2.44
	Calcium (mg)	16
	Fer (mg)	0.41
	Magnésium (mg)	13
	Phosphore (mg)	24
	Potassium (mg)	153
	Sodium (mg)	1
	Zinc (mg)	0.14
	Cuivre (mg)	0.048
	Manganèse (mg)	0.0386
Sélénium (mg)	0.4	

Vitamines	Vitamine C (mg)	58.8
	Thiamine (mg)	0.024
	Riboflavine (mg)	0.022
	Acide pantothénique (mg)	0.125
	Vitamine B 6 (mg)	0.047
	Folate (µg)	24
	Choline (mg)	5.7
	Bétaine (mg)	0.20
	Vitamine B 12 (µg)	0
	Lutéine + Zeaxanthin (µg)	26
	Vit E tocophérol (mg)	0.29

I.6 Répartition géographique

La répartition de la culture du fraisier en Algérie se situe dans le nord notamment dans les wilayas de Skikda et de Jijel comme le montre la figure ci-dessous.

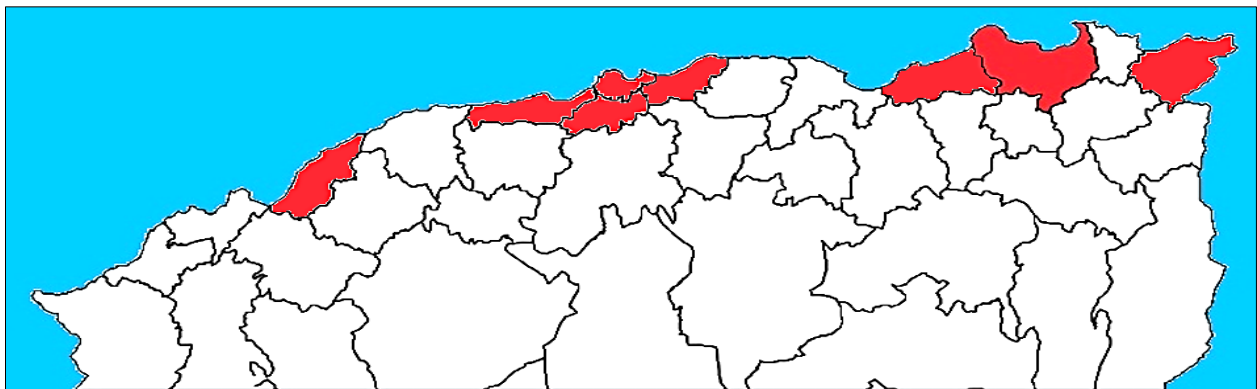


Figure 2 : Répartition de la culture de la fraise en Algérie (MADRP, 2017).

Selon la direction des services agricoles de Jijel, la répartition des plantations de Fraise est plus présente dans la région Nord de la Wilaya de Jijel. Ouad Adjoul et El Ancer sont les deux Communes les plus productrices de Fraises avec un rapport (surface plantée/ surface totale) plus élevé (Figure 04)

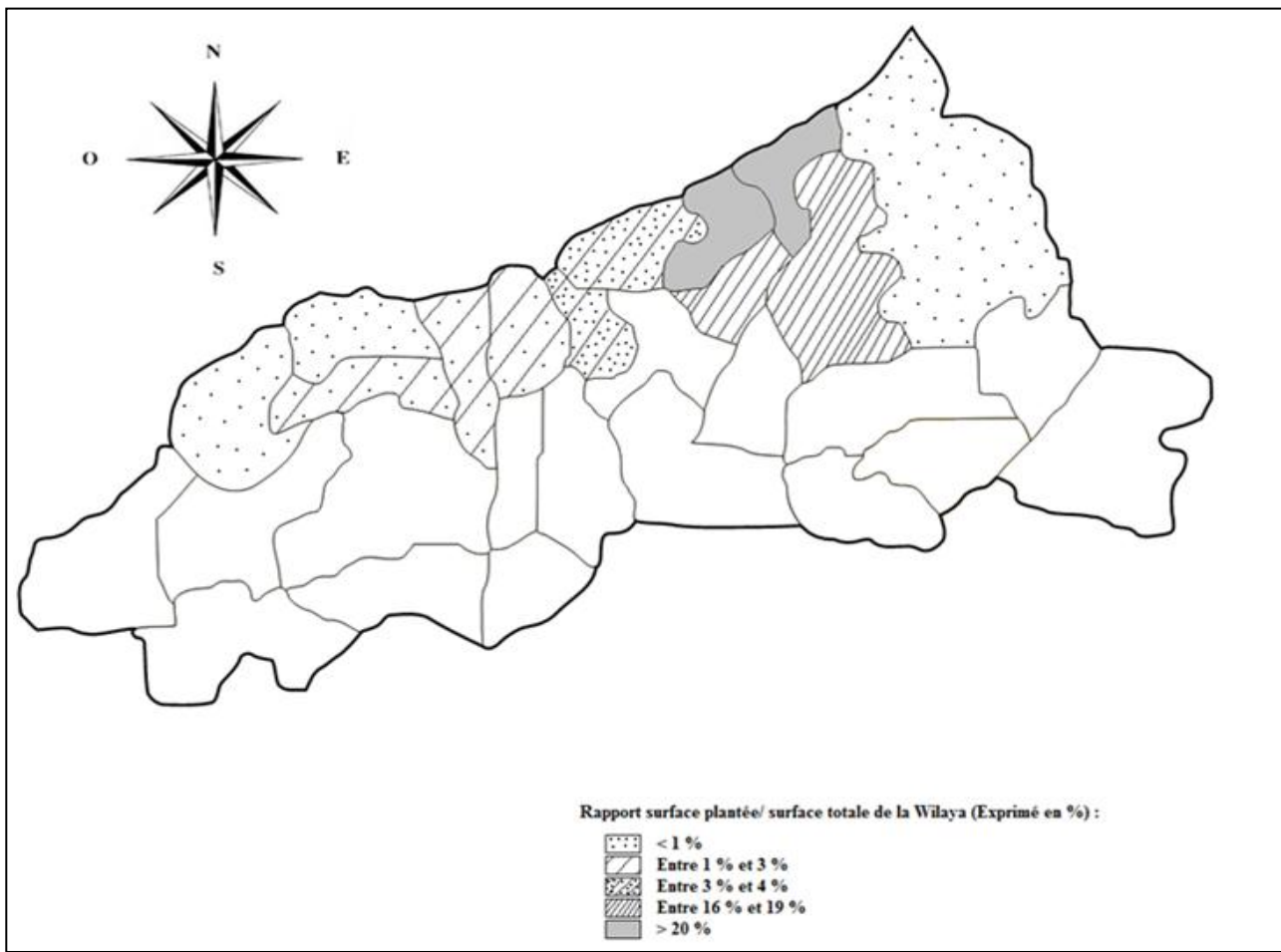


Figure 3: Répartition de la culture de la fraise à Jijel par commune (DSA Jijel, 2019).

D’après les données de la Directions des Services Agricoles de la wilaya de Jijel, la superficie plantée de fraise dans la région de Jijel a augmenté de manière considérable durant la période allant de 2002 à 2017 comme le montre la figure ci-dessous.

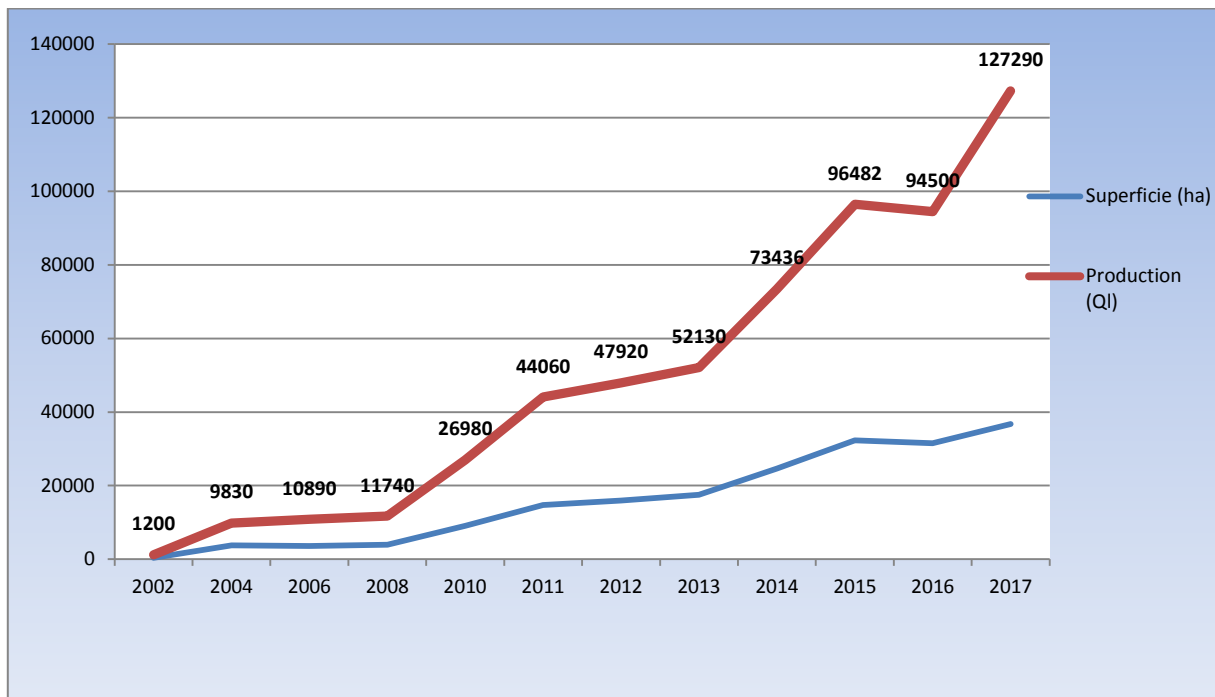


Figure 4 : Evolution de la culture de la fraise dans la région de Jijel (2002 à 2017) (DSA Jijel, 2019).

Selon la même source (DSA, Jijel), les superficies plantées ainsi que les taux de production estimés de la fraise pour chaque commune de la wilaya de Jijel durant l’année 2018 sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Répartition de la culture de la fraise par commune (année 2018) (DSA Jijel, 2019).

<i>Commune</i>	<i>Superficies Plantées (Ha)</i>	<i>Estimation production (Qx)</i>
JIJEL	0,08	24
KAOUS	4,5	1280
EMIR A.KADER	11	3200
S.ABDELAZIZ	98	39200
EL.KENNAR	13	5200
D. B/HBIBI	51	20400
EL_ANCER	78,92	23676
OUED.ADJOUL	87,2	26160
TAHER	7,69	2209
CHEKFA	12,4	4976
EL AOUANA	2,38	617
EL MILIA	1,16	348
Total	367,37	127290



Figure 5 : Rapport (surface plantée/ surface totale) (DSA Jijel, 2018).

I.7 Production mondiale et nationale

Lors de la campagne 1997-1998, 10 641 tonnes de fraises ont été produites au Québec, représentant 39.37% de la production canadienne. La production québécoise fournit 56.98% des fraises consommées dans la province. Le degré d'autosuffisance du Canada en fraises se chiffre à 38.5 5% avec 74 295 tonnes de fraises consommées dans tout le pays en 1996. La fraise fait l'objet d'échanges commerciaux internationaux comme nous l'indique ces chiffres de 1997 sur l'exportation et l'importation de ces fruits frais. Ainsi, 24 tonnes ont été exportées par le Québec, contre 1 567 tonnes importées (**Bureau de la Statistique du Québec, 1997**).

Plus globalement, le Canada a importé 40 525 tonnes de fraises fraîches et en a exporté 95 tonnes (Statistique Canada, 1998). Dans la province de Québec, la superficie de culture de fraise est de 2 307 ha dont 1 760 ha sont productifs à un rendement moyen de 6 046 kg/ha. Le prix de vente moyen de la fraise a été évalué à 1.54 \$/kg en 1997 soit une valeur à la ferme de 16 375 000 \$.

Ces données statistiques montrent la place importante qu'occupe la fraise dans la production fruitière canadienne en générale et québécoise en particulier. Cela justifie ainsi notre intérêt pour ce fruit dont la production ne couvre pas les besoins des consommateurs au Canada.

La figure 7 montre clairement que la production mondiale de fraise a plus que doublé en plus de 15 ans. En 1990 cette production atteignait 2,3 millions de tonnes et atteint plus de 8 millions de tonnes en 2014. La production de fraises connaît une hausse au niveau mondial depuis 2010.

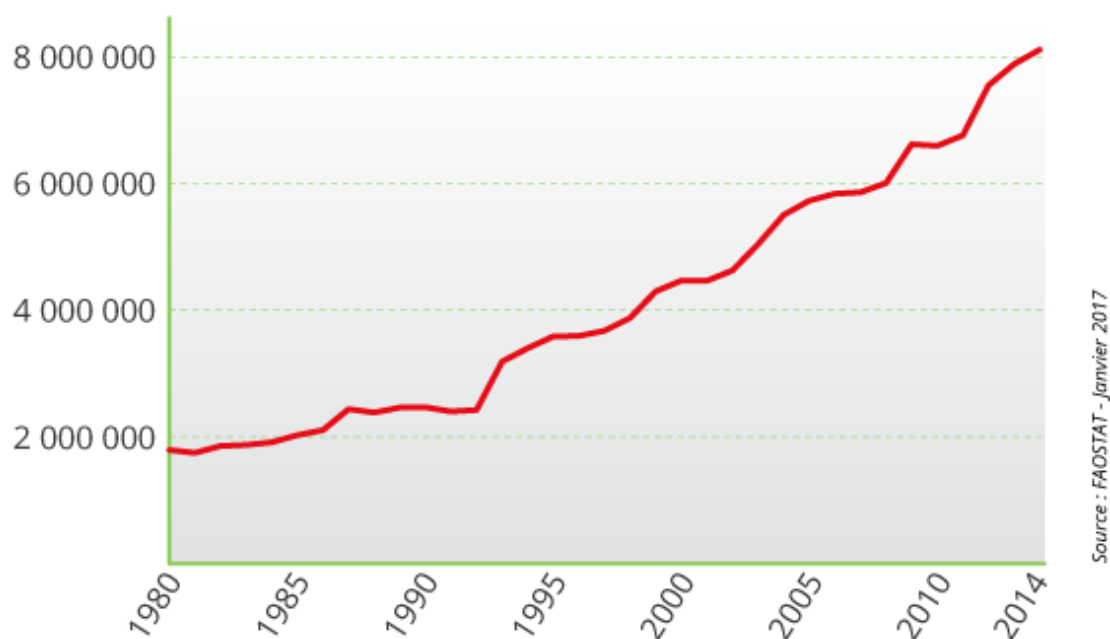


Figure 6: Evolution de la production mondiale de fraises (en tonnes) entre 1980 et 2014 (FAOSTAT, 2017).

Tableau 3 : Production mondiale de la fraise (FAO, 2017).

	2010	2011	2012	2013	2014
Production Mondiale (en tonnes)	6 597 732	6 762 262	7 548 931	7 886 316	8 114 373

La production de la fraise en Algérie :

La production des fraises en Algérie est estimée à 50000 tonnes durant la période allant de 2017 à 2018. Cependant, les rendements et les productions les plus faibles ont été enregistrées à la fin des années 1990 avec 2000 à 5000 tonnes (rendement de 90 Q/Ha dans la région de l'est). Cette production a connu des fluctuations au fil du temps.

La production a considérablement augmentée au début des années 1990 pour stagner à partir de 1994 ; cette variation est fortement liée à celle des superficies cultivées.

La croissance de la production et la superficie ne sont remarquables qu'à partir de l'an 2000 suite à la mise en place du plan national de développement agricole « PNDA ».

Tableau 4 : Production de la fraise à Jijel entre 2015 et 2019 (DSA Jijel, 2019).

Spéculation	2015/2016		2016/2017		2017/2018		2018/2019	
	Surf Rc(Ha)	Prod (Qx)	Surf Rc(Ha)	Prod(Qx)	Surf Rc(Ha)	Prod(Qx)	Surf Rc(Ha)	Prod(Qx)
Fraise S/serre	101,88	29 658	113,36	38 670	149,92	60 964	164,16	En cours
Fraise S/Tunnel	212,75	61 479	254	88 620	276,5	109 028	289,9	
Total	314,63	91137	367,36	127 290	426,42	169 992	452,06	
Les rendement s moyens (Qx/Ha)	290		345		390			
Les variétés	TUDLA – TUDLA PLUS – KAMAROZA.							

1.8 Intérêt nutritionnel et médicinal de la fraise

La fraise est peu calorique, aussi riche en vitamines, la plus intéressante est la vitamine c qui intervient dans les grandes fonctions de l'organisme, ainsi que les vitamines de la classe B (B8 biotine qui joue un rôle contre la chute des cheveux, B9 ou l'acide folique qui agit sur la croissance et la division cellulaire) de plus un apport en oligo-éléments et macronutriments, (Souci *et al.*, 1981).

Elle figure parmi les fruits les plus riches en fibres, ses petits grains étant composés de pectine et de cellulose, ces fibres sont bénéfiques pour le transit et le fonctionnement du système digestif. Ce fruit contient aussi une quantité importante de l'acide éllagique (Souci *et al.*, 1981). Les flavonoïdes sont les principaux composés phénoliques présents dans la fraise (Tulipani *et al.*, 2009), et sont parmi les composés qui contribuent le plus à sa capacité antioxydante (Meyers *et al.*, 2003). Les anthocyanines sont responsable de la couleur rouge orange des fraises, qui auraient un effet protecteur contre le cancer (Hannum, 2004).

Chapitre II : Technologies de transformation de fraise

Les pertes après récolte dépassent 30 pour cent dans beaucoup de pays en développement. Elles sont, pour la plupart, dues à des infrastructures inexistantes ou inadaptées au maniement, au stockage et au traitement des denrées. Les technologies relatives à la transformation ainsi que le manque d'informations ou un savoir-faire inapproprié contribuent également au niveau atteint par ces pertes (**Alzamora et al., 2004**).

Les technologies de transformation des fruits sont considérées comme la solution idéale qui permettra de réduire ces pertes en produisant une gamme très large de produits tels que le jus, marmelades, confitures, nectars ou autres produits.

II.1 Le concentré de jus de fruits

Selon le Codex Alimentarius (**CODEX STAN 247-2005**), le jus est défini, dans le sens le plus général, comme le contenu liquide extractible de cellules ou tissus.

Le concentré de jus de fruit est le produit qui correspond à la définition de jus de fruit, après élimination physique de l'eau en quantité suffisante pour porter la valeur Brix à un niveau supérieur de 50% au moins à la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit.

Les concentrés de jus de fruit peuvent contenir des substances aromatiques, des composés volatils, de la pulpe et des cellules, « ajoutés » ou reconstitués, qui doivent tous provenir des mêmes espèces de fruits et être obtenus par des moyens physiques adaptés (**Codex Alimentarius, 2002**).

II.2 Préparation du sirop

La préparation des sirops d'après **Djennad et Izouaouen (2008)**, s'effectue au niveau de la siroperie en suivant les étapes suivantes :

- Le pesage, la dissolution des ingrédients et les arômes se font dans les mêmes ingrédients.
- Lancement de la préparation automatiquement en choisissant la cuve de reconstitution.
- Le sirop, les ingrédients et l'eau pour l'ajustement seront envoyés dans le tank de reconstitution.
- Une fois la préparation terminée, vient l'ajustement du Brix de la préparation.
- prélèvement d'un échantillon et mesure de Brix, d'acidité et de pH du sirop pour valider la préparation.
- Une fois le sirop répond aux exigences des normes physico-chimiques (pH, acidité titrable, Brix et CO₂) et organoleptiques (goût et couleur), il sera transféré vers l'atelier de conditionnement.

II.3 Confiture de fraise

Dans la fabrication de confiture de fraise, les fruits et le sucre sont mélangés à proportions similaires. Le produit mélangé est ensuite cuit pour obtenir une substance délicieuse susceptible d'être stockée plus longtemps. À l'aide d'un traitement thermique extrême, le mélange est concentré pour acquérir la teneur finale en solides solubles nécessaire (**Igual et al., 2013**).

D'après **Paltrinieri (1997)**, les étapes de la fabrication de la confiture de fraise peuvent être résumées comme suit:

- Sélection des fruits en fonction de leur degré de maturité. Ceux qui ne sont pas mûrs doivent être laissés sur le côté jusqu'à ce qu'ils mûrissent. Éliminer les fruits présentant des signes de pourriture et autres défauts.
- Lavage abondant à l'eau et égouttage.
- Élimination des tiges.
- Découpage des fruits en deux ou en quatre, selon leur grosseur.
- Ajout de jus de citron exempt de pépins et de petits morceaux de zeste.
- Ajout de sucre
- Fermeture de la casserole avec un couvercle et laisser reposer le contenu pendant 1 ou 2 heures, afin que les fraises libèrent leur jus.
- Laisser mijoter le mélange pour que le fruit libère le jus et remuer fréquemment avec une cuillère en bois pour empêcher le produit de coller au fond du pot et de s'enflammer.
- Laisser mijoter 10-15 minutes pour concentrer le jus.
- Ajout du reste de sucre et agitation jusqu'à ce qu'il se dissolve.
- Cuisson à feu vif, agitation fréquente et élimination de la mousse.
- Retirer du feu et laisser la confiture refroidir légèrement à 90-95 ° C avant de remplir les pots.

II.4 Jus de fraise

Le jus est défini dans son sens le plus général comme le contenu en fluide extractible de cellules ou de tissus (**Merriam-Webster, 1981**).

Comme toutes les boissons à base de fruits, la première étape consiste à extraire le jus ou la pulpe du fruit (**Azam-Ali, 2008**).

Les étapes clés de la fabrication sont les suivantes :

- Sélection et préparation de la matière première.
- Extraction du jus.
- Filtration (facultative).

- Pasteurisation.
- Remplissage et mise en bouteilles.
- Préparation du lot.

II.5 Gelée à base de fraise

Confiture cristalline, faite de jus de fruits filtré plutôt que de pulpe de fruits (FAO, 1995). Pour avoir la consistance souhaitée pour la confiture ou la gelée, la pectine et l'acidité doivent être en équilibre. De plus, le taux de sucre joue également un rôle important sur cet équilibre.

Chapitre III : Procédés de fabrication de la confiture

III.1 Historique des confitures

Ce sont les médecins arabes entre le IX^e et le XII^e siècle et notamment Avicenne (980-1037) qui ont inventé la confiserie grâce à leur connaissance d'un nouveau produit : le sucre. Ils prescrivent à leurs malades sirops, bonbons, confits, confitures et nougats. Les sirops sont préparés avec des fruits, des épices et des fleurs (**Diligent, 2010**).

L'Occident va s'empresser de traduire les traités médicaux arabes et d'aller plus loin dans l'innovation. Ainsi du XI^e au XIII^e siècle l'école de Salerne va être très active en mêlant les recettes et les médicaments. Le plus célèbre des ouvrages est dû au médecin italien Mésué au XII^e siècle. On y trouve des confitures laxatives (pommes, poire, coing), stomachiques (pêche, prune), des bonbons à l'anisetaux clous de girofle (**Bernard, 2010**).

En France, les traités sont nombreux, notamment les pharmacopées qui décrivent le savoir-faire des médecins et apothicaires qui ont le monopole du sucre, denrée alors très rare. Ils recouraient antérieurement au miel ou au raisiné pour les préparations mais le travail de cuisson en était plus difficile (**Bernard, 2010**).

III.2 Législation des confitures

- *Fruit*

Le fruit doit être frais exempt de toute altération, privé d'aucun de ses composants essentiels et parvenu au degré de maturité approprié après nettoyage, parage et émouchetage. On désigne alors la pulpe comme la partie comestible du fruit entier qui est tout d'abord épluché ou épépiné, puis coupé en morceaux ou écrasé. On peut éventuellement réduire cette partie en purée par tamisage ou autre procédé similaire. Entre les morceaux de fruits réside l'extrait aqueux du fruit contenant tous les constituants solubles dans l'eau (**Albagnac et al., 2002**).

- *Les sucres autorisés*

Les sucres autorisés ont été définis dans **la directive 2001/ 111 /CE**, c'est à dire le sucre roux /brun, mi-blanc, blanc, le sucre raffiné, inverti, le glucose, le dextrose (anhydre ou mono hydraté), le fructose, les sucres extraits des fruits et tous les sirops formés à partir de ces sucres.

- *Additifs autorisés*

Les additifs autorisés ont été définis dans **la directive 2001/ 111 /CE** : Les gélifiants (pectines E440) qui rendent les confitures plus fermes. La pectine est contenue

naturellement dans l'endocarpe (la partie la plus interne de la paroi des fruits) sous forme de protopectines. Elles sont libérées sous forme de pectines au cours de la cuisson.

Les acidifiants (acide citrique E330) qui rendent les produits plus frais au goût et augmente parfois leur durée de conservation.

Les antioxydants (acide ascorbique E300) qui limitent le rancissement des confitures et préviennent la coloration des produits.

Les colorants qui procurent à la confiture une couleur destinée à la rendre plus attrayante.

Les conservateurs (acide lactique E270), d'un usage de plus en plus rare, qui freinent la croissance des bactéries, champignons et levures en vue d'une plus longue conservation.

III.3 Définition des confitures

Selon le Codex Alimentarius (**CODEX STAN 296-2009**), la confiture est : « un produit préparé à partir de fruit(s) entier(s) ou en morceaux, de pulpe et/ou de purée concentrées ou non concentrées, d'une ou plusieurs sortes de fruits, mélangés avec des denrées alimentaires conférant une saveur sucrée, avec ou sans adjonction d'eau, jusqu'à l'obtention d'une consistance adéquate ».

III.4 Types de confitures

D'après **André (2012)**, il existe plusieurs types :

- **La confiture (proprement dite)** est un mélange porté à la consistance gélifiée appropriée, de sucres, de pulpe et/ou de purée d'une ou de plusieurs espèces de fruits et d'eau. Elle doit contenir au minimum 55 % de sucres et 35 % de fruits, voire moins pour certains fruits.
- **La confiture extra** est un mélange de sucres et de pulpe d'une ou de plusieurs espèces de fruits et d'eau. Elle doit contenir au minimum 45 % de fruits voire moins pour certains fruits.
- **La gelée** est un mélange suffisamment gélifié de sucres et du jus et/ou d'extraits aqueux d'une ou de plusieurs espèces de fruits. La quantité de jus et/ou d'extrait aqueux utilisée n'est pas inférieure à celle fixée pour la fabrication de la confiture (35 %), tandis que celle de la gelée extra ne peut pas être inférieure à celle fixée pour la fabrication de la confiture extra (45 %).
- **La marmelade** : est le mélange d'eau, de sucres, et d'un ou plusieurs produits obtenus à partir d'agrumes : pulpes, purées, jus, extraits aqueux et écorces. La quantité d'agrumes minimale est de 20 %.

III.5 Gélification des confitures

Cette opération fondamentale pour la fabrication des confitures, est un phénomène qui doit être parfaitement maîtrisé pour obtenir un produit de qualité marchande. La gélification est nécessaire pour la conservation. Elle limite les possibilités d'échange avec l'extérieur (évite la ré-humidification en surface et freine les migrations à l'intérieur des confitures entre le fruit et le sucre). La gélification dépend des concentrations en pectines, en acide, en sucres et de l'équilibre existant entre ces trois éléments (Albagnac *et al.*, 2002).

III.5.1 Teneur en pectines

La teneur en pectines des fruits est variable selon la nature des fruits et de leur maturité (Tableau 5).

Tableau 5: Teneur en pectines des principaux fruits utilisés pour les confitures (Albagnac *et al.*, 2002).

Teneur en pectines	Fruits
Pauvre (< 0.5 %)	Cerise, pêche, myrtille, raisin
Moyennement riche (0.5 – 1 %)	Fraise, framboise, mûre
Riche	Coing, groseille, prune, cassis, abricot
Très riche	Citron, pomme, orange

III.5.2 Conditions optimales de gélification

La gélification dépend de la qualité et de la teneur en pectines, de la teneur en sucres et du pH.

Un équilibre entre ces facteurs permet une bonne gélification (Figure 8). Le pH est un facteur important. En pratique, il doit se situer entre 2,5 et 3,5 (Albagnac *et al.*, 2002).

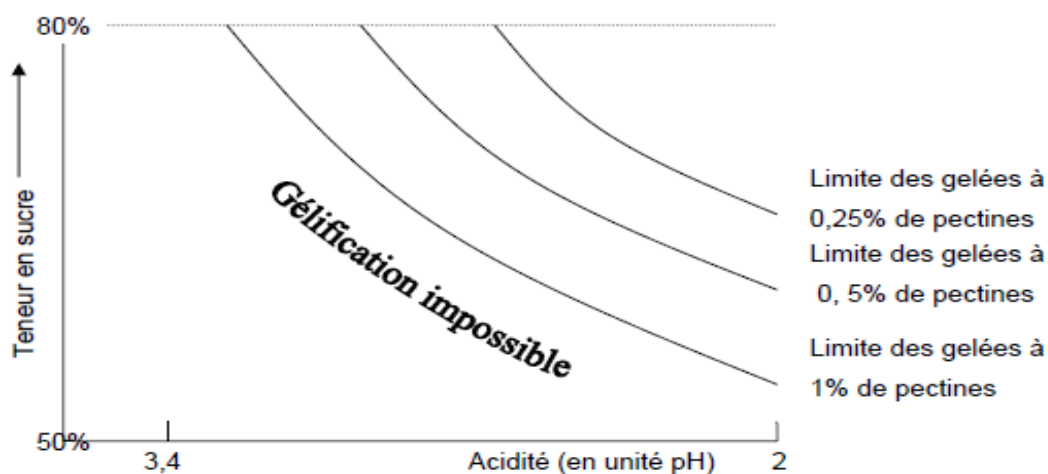


Figure 7 : Gélification des pectines en fonction du pH et de la concentration en sucres (Albagnac *et al.*, 2002).

Pour une production standardisée, il est intéressant d'utiliser les pectines du commerce. Les substances pectiques sont classées d'un point de vue technologique selon leur degré de méthylation (DM : pourcentage molaire de fonctions carboxyliques méthylées) :

- Pectines faiblement méthylées (LM) : $5 < DM < 50$
- Pectines hautement méthylées (HM) : $DM > 50$

Ce taux de méthylation définit l'usage des pectines par leur vitesse de prise en gelée (Tableau 6).

Tableau 6 : Caractéristiques des pectines du commerce (Albagnac et al., 2002).

Méthylation	Vitesse de gélification	pH	Utilisation
Supérieur à 74	Ultrarapide < 3 min	3,1- 3,5	*Fruits entiers non acides
71- 74	Rapide 3 à 7 min	2,9- 3,3	*Confiture artisanale
66- 69	médium 15 à 22 min	2,8- 3,1	*Confiture acide
60- 65	lente >30 min	2,6- 2,9	*Gelée, gelée très acide, confiture sous- vide

III.6 Principaux ingrédients des confitures

- *Fruit*

La matière première utilisée pour la fabrication de la confiture est le fruit, qui donne à cette dernière sa couleur et sa saveur caractéristique, sachant que la connaissance de sa composition est essentielle pour mener à la préparation d'une bonne confiture. Les fruits sont généralement composés de 70 à 90% d'eau et de sel minéraux, de 10 à 15% de sucre (saccharose, fructose et glucose), des acides organiques (acide citrique, malique et tartrique), des vitamines, des lipides, des protéines et de la pectine qui est contenue dans la paroi cellulosique des fruits (**Roger, 1962**).

Le fruit doit être frais exempt de toute altération, privé d'aucun de ses composants essentiels et parvenu au degré de maturité approprié après nettoyage, parage et émouchetage.

Quant au niveau de maturité, le transformateur a le choix entre l'utilisation des fruits à complète maturité ou des fruits non totalement mûrs. Et, le choix trouve plutôt sa valeur vers ce dernier stade de maturité. En effet, les confitures fabriquées à partir des fruits qui n'ont pas encore atteint leur complète maturité ont plutôt un meilleur aspect car ces fruits sont plus riches en acide et en matières pectiques que ceux qui sont mûrs et ils ont aussi une texture plus ferme et plus résistante.

Quant aux fruits trop mûrs, la gélification est déficiente étant donné qu'ils se désagrègent à la cuisson.

On désigne alors la pulpe comme la partie comestible du fruit entier qui est tout d'abord épluché ou épépiné, puis coupé en morceaux ou écrasé. On peut éventuellement réduire cette partie en purée par tamisage ou autre procédé similaire. Entre les morceaux de fruits réside l'extrait aqueux du fruit contenant tous les constituants solubles dans l'eau (**Albagnac et al., 2002**).

▪ *Sucre*

Les sucres autorisés ont été définis dans **la directive 2001/ 111 /CE**, c'est à dire le sucre roux/brun, mi-blanc, blanc, le sucre raffiné, inverti, le glucose, le dextrose (anhydre ou mono hydraté), le fructose, les sucres extraits des fruits et tous les sirops formés à partir de ces sucres.

Il est utilisé pour assurer une bonne conservation de la confiture en augmentant sa teneur en matière sèche et en diminuant son activité de l'eau, inhibant ainsi le développement de certains microorganismes.

Le plus employé est le saccharose et généralement, la quantité ajoutée imite celle du fruit.

Il peut être additionné sous forme cristallisée solide ou sous forme liquide après dissolution.

La première présente le risque d'une légère caramélisation tandis que la seconde forme a l'avantage de préserver la pectine, les arômes, la texture et la couleur des fruits blanchis ou non.

Mais la dissolution entraîne aussi soit l'augmentation de la teneur en eau finale de la confiture, soit l'augmentation de la durée de cuisson nécessaire à l'évaporation de l'eau. La quantité de sucre utilisée est susceptible d'influencer les caractéristiques finales des confitures selon le tableau ci-après :

Tableau 7 : Influence de la quantité de sucre incorporé dans une confiture.

Inférieure à 50%	Supérieure à 80%
<ul style="list-style-type: none"> -Gélification impossible. - Risque de développement des moisissures ou risque de fermentation. -Confitures trop liquides. 	<ul style="list-style-type: none"> - Caramélisation du sucre non dissous (limite de solubilité des saccharoses). -Goût et arôme du fruit masqués. - Prise en masse trop rapide. - Confiture trop ferme. - Risque de cristallisation du sucre.

Le sucre le plus utilisé est le sucre cristallisé de canne ou de betterave (saccharose) à gros cristaux (**Multon, 1992**).

Sous l'action de la chaleur et de l'acidité des fruits, 35 à 40 % du saccharose des confitures sont transformés en sucre inverti qui est une combinaison de glucose et de fructose, ce qui évite la cristallisation des confitures. D'autres glucides peuvent être utilisés tels que : le fructose, le sucre roux, le sirop de glucose, le sirop de fructose ainsi que le miel (**Latrasse, 1986**).

- *Pectine*

Tous les fruits contiennent une certaine pectine qui est une substance chimique responsable de la formation de gèle. Cependant, la qualité et la quantité des pectines change avec les fruits selon les conditions de développement et leurs maturités. Pour cette raison, il est habituellement nécessaire d'ajouter une pectine commerciale afin d'obtenir une confiture uniforme et facile à réaliser (**Furet, 1998**).

Les pectines sont des polymères linéaires de l'acide galacturonique et ils sont pourvus d'une capacité de rétention en eau très élevée.

Les pectines sont définies par leur degré d'estérification (ou de méthylation). Elles peuvent être des pectines hautement méthoxylées ou HM dont le degré de méthylation est supérieur à 50 %, des pectines faiblement méthoxylées ou FM dont le degré de méthylation est compris entre 5 et 50 %, ou des acides pectiques dont le degré de méthylation est inférieur à 5 %.

Pour la confiture, la présence de cette substance à une quantité donnée conditionne la consistance du produit fini à obtenir. On utilise surtout des pectines à haute teneur en méthoxyle (70%).

Elles peuvent être apportées par le fruit lui-même ou incorporées grâce à l'utilisation des pectines de commerce (sous forme d'une poudre blanche et à dissoudre dans de l'eau chaude) ou à l'utilisation d'autres fruits riches en pectine.

Elles sont ajoutées en fin de cuisson pour ne pas les dénaturer.

- *Acide*

L'acidité des fruits est un facteur important pour la saveur et pour la gélification des confitures. Les principaux acides rencontrés sont : l'acide malique (pomme, cerise, banane, pêche), l'acide tartrique (raisin), l'acide succinique (cerise, groseille) et l'acide citrique (agrumes, figue) (**Ingham, 2008**).

Ils empêchent le développement des micro-organismes et permettent l'inversion du saccharose ainsi que la mise des pectines en solution (pour la formation d'un gel) (**Latrasse, 1986**).

On les incorpore sous forme diluée en fin de cuisson.

Pour certains fruits qui sont naturellement acides, leur utilisation n'est pas tout à fait justifiée tandis que pour d'autres, le recours à l'ajout d'acide citrique ou autres fruits riches en acide est nécessaire.

Un optimum est à trouver mais le pH à atteindre est de 2.9 à 3.4.

Tableau 8 : Influence de la quantité d'acide incorporé dans une confiture

Acidité faible	Acidité forte
-Gélification déficiente	- Vitesse de gélification trop rapide - Inversion excessive du saccharose - Altération du goût de la confiture

Il est aussi important d'évoquer l'existence des régions de formation des gels selon le diagramme établi par SPENCER, mettant en relation l'équilibre entre pectines, acides et sucres.

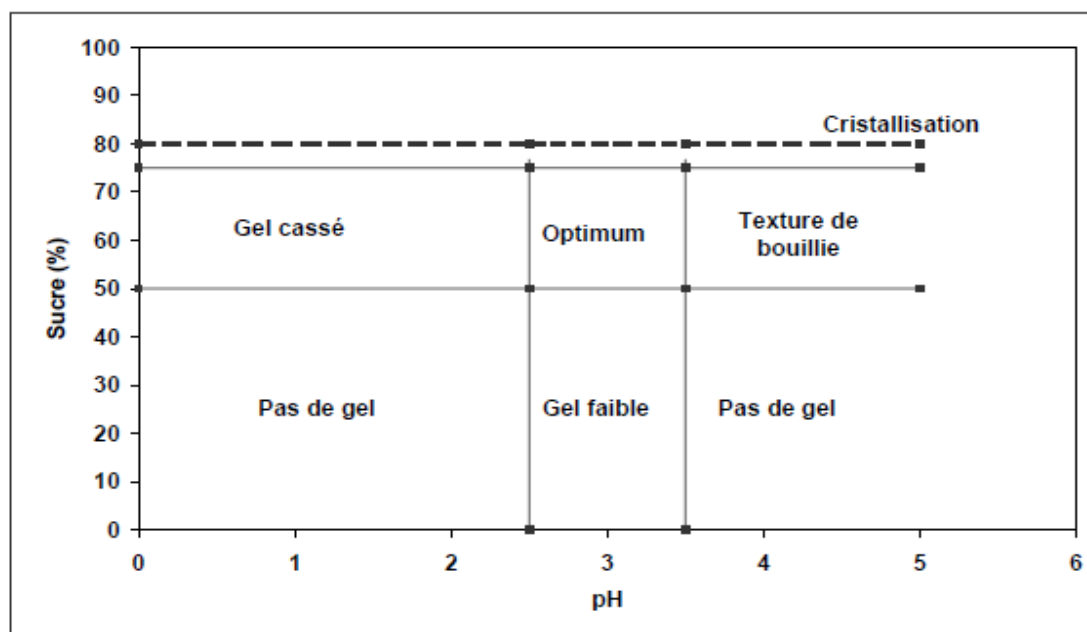


Figure 8 : Courbe de Spencer.

En effet, pour l'obtention d'un gel, le caractère essentiel est la longueur de la molécule de pectine et pour un produit, l'apparition d'un gel doté d'un certain caractère, rigidité, dépend de plusieurs facteurs tels que la teneur en pectine, teneur en acide et en sucre. Et en dehors de cet équilibre, aucun gel ne peut se former.

III.7 Valeur nutritionnelle des confitures

La caractéristique nutritionnelle des confitures varie selon la nature des fruits qui sont employés (Sakho, 2009).

Dans la réalisation d'une confiture le choix des fruits est essentiel, c'est ce qui fera sa qualité. (Sophie, 2002).

Les principaux constituants de la confiture sont les fruits et les sucres. Ces deux composées ont un rôle important dans l'alimentation des adultes et des enfants notamment dans le premier repas du jour (le petit déjeuner). Le sucre constitue la part la plus importante de la valeur énergétique de cet

aliment : 63 - 70 %. Sa digestion est facilitée par une enzyme appelée saccharase (sécrétée par le suc gastrique qui transforme le saccharose en glucose et fructose) (Monrose, 2009).

Les fruits apportent 10-15 % des fibres, des minéraux, des vitamines, des polyphénols et des caroténoïdes, des éléments essentiels pour notre santé. 100 grammes de confiture apportent 260 - 285 calories (Kasse, 2014).

Tableau 9 : Table de composition nutritionnelle de la confiture de fraise (Analyses Ciquel, 2007).

Constituant	Teneur moyenne
Eau (g/100g)	37,9
Protéines (g/100g)	0,32
Lipides (g/100g)	0,16
Sucres (g/100g)	56,9
Amidon (g/100g)	3,67
Fibres alimentaires (g/100g)	1,01
AG saturés (g/100g)	0,065
Calcium (mg/100g)	9,2
Cuivre (mg/100g)	< 0,1
Fer (mg/100g)	< 0,1
Iode (µg/100g)	< 10
Magnésium (mg/100g)	5,6
Manganèse (mg/100g)	< 0,1
Phosphore (mg/100g)	9,9
Potassium (mg/100g)	61,7
Sodium (mg/100g)	3,75
Zinc (mg/100g)	< 0,1
Beta-Carotène (µg/100g)	< 50
Vitamine C (mg/100g)	1,1

III.8 Altérations de confiture

III.8.1 Altérations microbiologiques

Les denrées alimentaires peuvent subir des réactions diverses durant toutes les étapes impliquées dans leur production, ces dégradations qui sont diverses dépendent de plusieurs facteurs tel que la nature et l'état de l'aliment (frais ou transformé) et les conditions de transformation et de stockage de l'aliment. Parmi ces produits, on trouve la confiture qui ne peut être altérée que par les levures et les moisissures. En effet, grâce à leur acidité importante et leur teneur relativement faible en eau, cette dernière peut se conserver en bon état pour une longue période. Les principales réactions de dégradation des confitures sont le brunissement enzymatique et non enzymatique (Broutin *et al.*, 1998).

III.8.2 Altérations chimiques

- *Le brunissement enzymatique*

Le brunissement enzymatique est un processus naturel qui rend certains constituants bruns, en particulier les aliments. Ce processus chimique implique des enzymes telles que la polyphénol-oxydase (Ppo). Ce brunissement causé par cette enzyme ; transforme les composés phénoliques le plus souvent en polymères colorés (**Siddiq, 1992**).

- *Le brunissement non enzymatique*

L'interaction des sucres réducteurs avec des acides aminés et l'ensemble de leurs réactions successives est appelée brunissement non-enzymatique ou encore réaction de Maillard. Cette réaction ou plutôt cet ensemble de réactions est la plus importante dans la chimie des aliments. Elle a lieu lors du stockage des aliments ou plus fréquemment lors de leur traitement par des processus thermiques. En plus de son rôle prépondérant dans le développement des saveurs, il a aussi été démontré qu'elle est responsable de la formation de couleurs, et d'agents cancérigènes (**Machiels et al., 2002**).

III.8.3 Altérations organoleptiques

Pendant le stockage, les produits alimentaires peuvent subir une décoloration et un changement de goût, mauvaise odeur ainsi que leurs valeurs nutritive (**Hayma, 2004**).

III.9 Processus de fabrication de la confiture

Les étapes de la fabrication industrielle des confitures peuvent être résumées dans le schéma suivant :

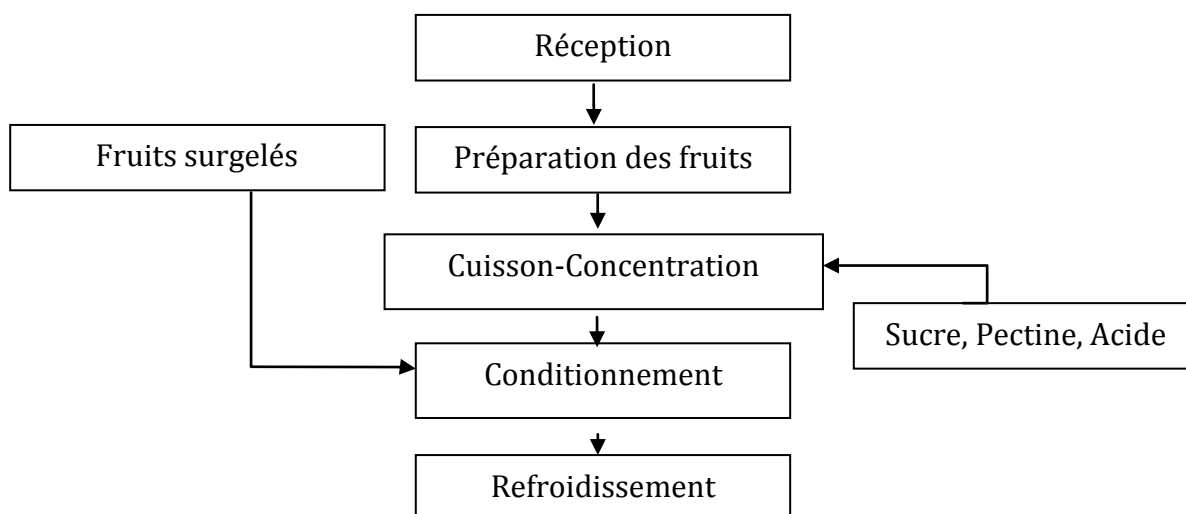


Figure 9 : Diagramme simplifié de la fabrication des confitures (Albagnac et al., 2002).

III.10 Stockage de la confiture

Le conditionnement doit intervenir rapidement après cuisson. De cette manière, la confiture chaude (80 – 90°C) détruit les micro-organismes susceptibles d'être présents dans l'emballage et permet d'assurer une « auto pasteurisation » des récipients (**Bouzonville et Prin, 2015**). La fermeture des pots peut se faire de différentes manières, par capsulage avec ou sans injection de vapeur :

-Sans injection de vapeur, les capsules sont placées sur le pot. Celui-ci est fermé et retourné afin que la confiture encore chaude pasteurise la capsule.

-Avec injection de vapeur surchauffée : celle-ci pasteurise les couvercles et crée un vide au-dessus de la confiture, ce qui permet d'inhiber le développement éventuel de microorganismes.

Le refroidissement doit intervenir immédiatement après le conditionnement pour éviter la dégradation des pectines et de la couleur (brunissement, goût de cuit).

Il peut être fait par immersion dans l'eau froide ou par aspersion par des jets d'eau froide.

Puis les confitures sont entreposées dans un endroit frais en évitant de les manipuler car la gélification se poursuit pendant quelques jours après la fabrication.

Il convient donc d'éviter de trop remuer les pots pour avoir un gel bien pris, translucide et brillant.

L'emballage traditionnellement le plus utilisé est le pot en verre avec une fermeture de type « Twist Off ». Le choix du bocal n'est pas critique, mais il doit avoir une ouverture large pour faciliter le remplissage. Toutefois, dans le cas des fruits rouges, relativement acides, il est déconseillé d'utiliser les boîtes métalliques.

Chapitre I : Matériels et méthodes

Tout produit fini ne sera déclaré sain et valable pour consommation qu'après avoir subi un contrôle physico-chimique, microbiologique et une analyse sensorielle.

I.1 Matériel utilisé

L'intégralité de ce travail a été réalisée au laboratoire de contrôle de qualité de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Jijel, durant la période Mai –juin de l'année 2019.

I.1.1 Matériel végétal



Figure 10 : Photographies des fraises utilisées.

La fraise utilisée dans ce travail est de la variété **SABRINA** achetée fraîche le 9 Mai 2019 au niveau du marché de Jijel et transportée directement au laboratoire de contrôle de qualité de l'université dans des sachets à l'abri de la lumière .

I.1.2 Matériel de production

Les équipements utilisés pour la production de la confiture de fraises sont:

- Balance.
- Réfractomètre.
- Marmites en Inox.
- Thermomètre.
- Bocaux en verre.
- Spatules.

I.2 Processus de fabrication

I.2.1 Processus de fabrication traditionnel

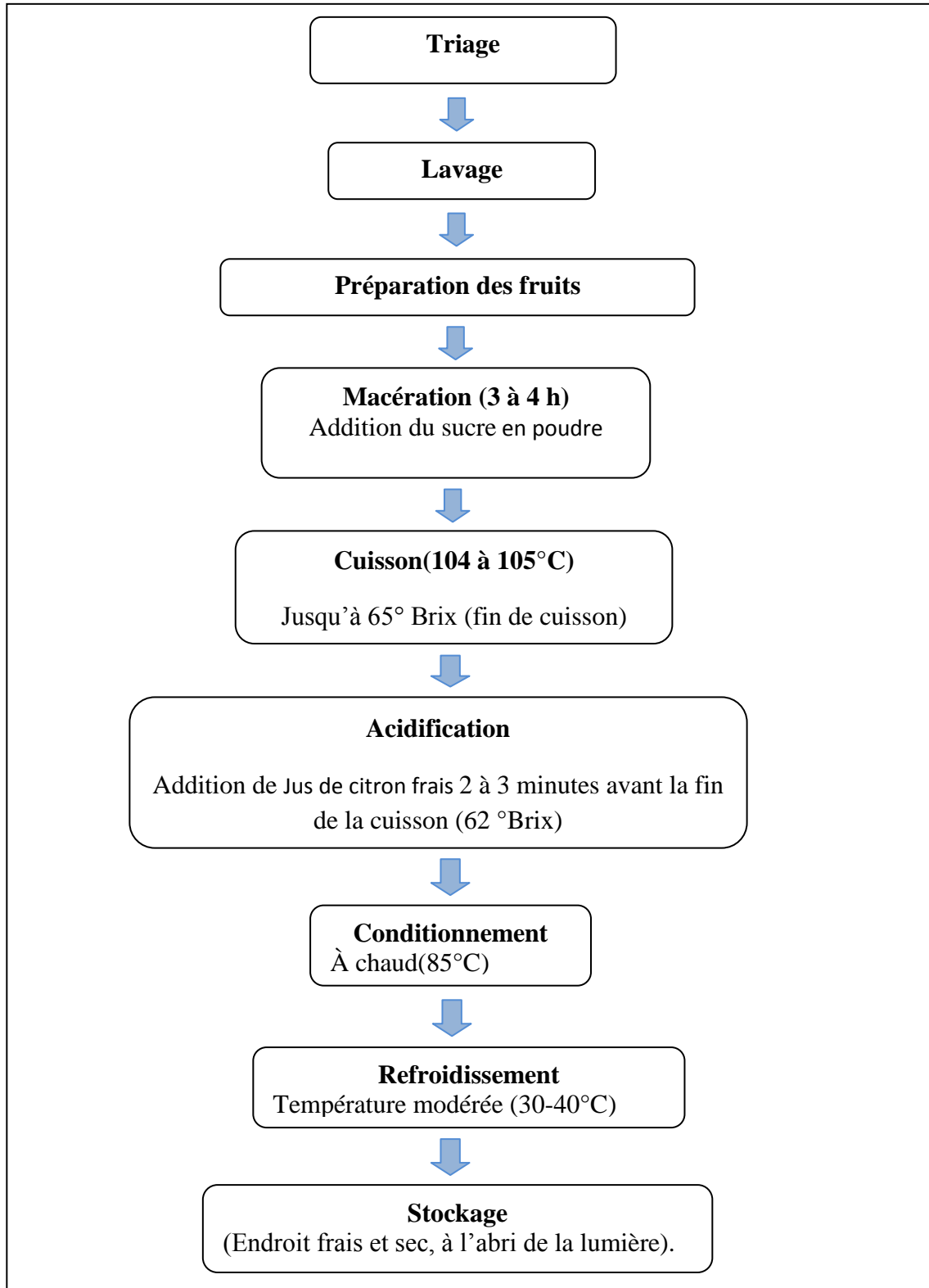


Figure 11: Diagramme de fabrication traditionnelle de confiture de fraise (Bertrand, 2016).

Etapes de fabrication traditionnelle de confiture (Bertrand, 2016).

- **Triage**

Il s'agit de choisir des fraises saines, encore fermes et de se débarrasser des fraises présentant des chocs, des blessures, sources de dégradations organoleptiques.

- **Lavage**

Le lavage s'effectue avec de l'eau potable, afin d'éliminer la terre, les micro-organismes, les traces de traitement phytosanitaire. Un lavage soigneux est important (changer régulièrement l'eau de lavage).

- **Partage, découpe**

Enlever la partie non comestible (queue de fraises). Découper les fraises en cubes ou en morceaux.

- **Macération**

Cette étape facilite l'élimination de l'eau lors de la cuisson. La macération permet de réduire la durée de cuisson et ainsi de mieux préserver le goût du fruit. Mélanger les fraises et le sucre selon les proportions de la formulation. Peser chaque ingrédient sur une balance. Laisser reposer le mélange 3 à 4 h. Couvrir les fruits d'une couche de sucre pour éviter l'oxydation des fraises.

- **Cuisson**

La cuisson permet d'enlever l'eau excédentaire, de cuire les fraises, de dissoudre le sucre, de libérer les pectines et de pasteuriser le mélange.

Faire cuire à feu doux en remuant constamment pour empêcher la confiture d'attacher au fond de la marmite.

❖ Bien choisir sa marmite de cuisson :

La marmite doit être plus large que profonde pour présenter une forte surface d'évaporation. L'inox est indispensable car l'acidité des fruits attaque les autres métaux (libération de saveurs métalliques désagréables). Les marmites à fond épais limitent les risques de sur-cuisson de la confiture au fond.

- **Acidification**

Lorsque le degré Brix atteint 63°, la fin de la cuisson est proche.

Ajouter le jus de citron frais, toujours en fin de cuisson, puis brasser.

- **Fin de cuisson**

Lorsque la teneur en sucre du mélange mesuré au réfractomètre atteint 65 °Brix, la cuisson est terminée.

La concentration en sucre se poursuit tant que le mélange reste très chaud.

La teneur en sucre du produit fini à froid est donc supérieure à celle obtenue en fin de cuisson.

Le degré Brix augmente lentement en début de cuisson mais au fur et à mesure que l'eau s'évapore il s'accroît très rapidement en fin de cuisson.

- **Conditionnement**

Les bocaux doivent être remplis de confiture encore en cuisson (température supérieure à 90°C, à vérifier à l'aide d'un thermomètre).

Avant le conditionnement, les emballages et leurs couvercles doivent être lavés à l'eau bouillante.

Cette précaution évite également les bris de verre lors du remplissage avec la confiture brûlante (chocs thermiques).

Le bocal doit être retourné pendant trois à cinq minutes afin que la confiture chaude pasteurise le couvercle.

Le conditionnement doit intervenir rapidement après cuisson.

De cette manière, la confiture chaude (80 – 90°C) détruit les microorganismes susceptibles d'être présents dans l'emballage et permet d'assurer une auto-pasteurisation des récipients.

- **Refroidissement**

On doit refroidir rapidement les confitures dans de l'eau fraîche jusqu'à température modérée (30 à 40 °C) pour éviter la sur-cuisson qui dégrade les pectines (liquéfaction des confitures).

❖ Précaution avec les emballages en verre : Le refroidissement doit être progressif, afin d'éviter le bris des pots sous l'effet du choc thermique.

- **Stockage**

Les pots de confiture doivent être stockés dans un endroit frais et sec, à l'abri de la lumière. Les espacer pour faciliter leur refroidissement

I.2.2 Processus de fabrication industriel

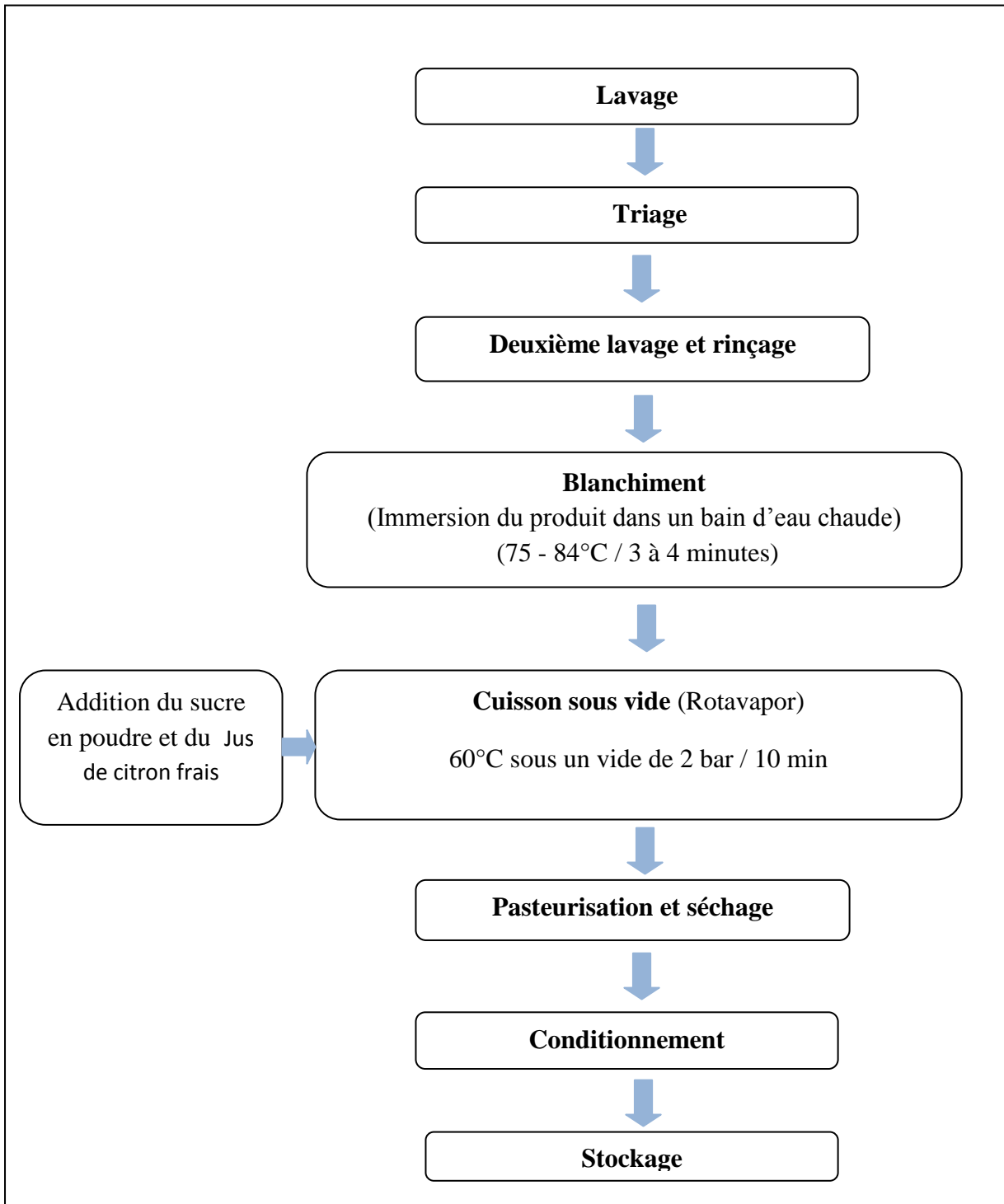


Figure 12: Diagramme de fabrication industrielle de confiture de fraise (Essabti, 2015)

Etapes de fabrication industrielle de confiture

- **Réception de la matière première**

Des analyses physico-chimiques englobant la mesure du Brix, de pH et de l'acidité permet de contrôler la qualité sanitaire de la matière première, aussi de connaître les caractéristiques du fruit et d'adapter les recettes de fabrication afin d'obtenir des confitures de qualité constante. Les corps étrangers restés avec le produit après la récolte sont séparés du produit qui est successivement soumis au triage manuel, qui consiste à éliminer les feuilles, les pédoncules avec des couteaux et aussi éliminer les morceaux de bois ou de verre, cailloux et autre débris.

- **Lavage de fruits et triage**

Les fruits subissent un pré-lavage par barbotage dans un bassin d'eau, l'opération demande un temps de lavage pour enlever la poussière, les sables, les cailloux, et les petites feuilles collées aux fruits. Le triage est effectué manuellement pour surveiller l'absence des corps étrangers, des bouts noirs, des fruits endommagés ou moisiss.

- **Blanchiment**

C'est un traitement thermique qui peut se faire par immersion du produit dans un bain d'eau chaud ou par passage dans une atmosphère de vapeur pendant quelques minutes à 95- 100°C (**Fredot, 2009**). Il vise à inhiber les enzymes du tissu végétal et les enzymes microbiennes susceptibles d'altérer les fruits (**James, 2003**).

- **Cuisson**

Une fois le sucre et les fruits pré-traités, il faut les regrouper pour la cuisson (le mélange). Les procédés sont différents selon qu'il s'agit de fruits entiers ou de fruits en morceaux. En effet lorsque l'on utilise des fruits entiers tels que les fraises, les framboises, ou des morceaux de fruits c'est dans le but de les retrouver le moins écrasé possible dans la confiture (**Albagnac et al., 2002**).

- **Conditionnement et stockage**

Le conditionnement doit intervenir rapidement après cuisson. De cette manière, la confiture chaude (80-90°C) détruit les micro-organismes susceptibles d'être présents dans l'emballage et permet d'assurer une auto pasteurisation des récipients (**Albagnac et al., 2002**).

I.3 Méthodes analytiques

I.3.1 Analyses physicochimiques

I.3.1.1 Détermination du taux des solides solubles

Principe

Le degré Brix traduit le taux des matières sèches solubles, contenues dans une solution. Il consiste à mesurer l'indice de réfraction d'un échantillon à une température de 20°C, puis à effectuer une conversion de cet indice en résidu sec soluble. Ce dernier, déterminé par réfractomètre, exprime la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température.

Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix.

Mode opératoire

Une goutte de l'échantillon a été mise sur la plaque du réfractomètre préalablement nettoyé et séché avec l'eau distillée.

Le degré Brix a été lu directement sur l'échelle à l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée (**Doukani et Tabak, 2015**).

I.3.1.2 Détermination du pH

Principe (NF V 05-108, 1970)

Le pH est une mesure quantitative de l'acidité ou de la basicité d'une solution, c'est un paramètre qui permet de mesurer la concentration en ions H⁺ dans une solution. Il s'agit d'une grandeur sans unité.

Mode opératoire

La mesure du pH consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon après réglage de la température d'étalonnage. La lecture se fait directement sur le pH-mètre (**Benamara, 2017**).

I.3.1.3 Détermination de l'acidité (NF V 05-101, 1974)

Principe

L'analyse de l'acidité titrable mesure tous les ions H⁺ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés, c'est-à-dire ionisés, ou non. Le principe de la méthode consiste à un titrage de l'acidité avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire

On ajoute 90 ml d'eau distillée à 10 g d'échantillon puis chauffer jusqu'au début de l'ébullition.

Après refroidissement on titre avec $c(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol/L}$ à $\text{pH} = 8.5$.

Le résultat est exprimé en $\text{meq} / 100 \text{ g}$ (confitures)

$$\text{Meq} / 100 \text{ g} = \text{EP1} * \text{C01} / \text{C00}$$

Où :

$\text{C00} = 10$ [masse d'échantillon en g (a) ou volume d'échantillon en ml (b)].

$\text{C01} = 10$ (facteur de conversion).

$\text{EP1} = \text{volume de NaOH}$.

I.3.1.4 Détermination de la teneur en eau**Principe (NF V 05-108, 1970)**

La perte de masse d'un produit lorsqu'il est soumis à une dessiccation renseigne sur sa teneur en eau (Benamara, 2017). Le séchage dans une étuve à $103\text{-}105^\circ\text{C}$ pendant 3 heures d'une quantité déterminée de produit, jusqu'à une masse constante donne sa teneur en eau.

L'extrait sec total est exprimé en pourcentage.

Mode opératoire

On pèse la capsule en verre séchée et refroidie puis on introduit 5g de confiture dans la capsule.

Après on met dans l'étuve réglée à $103\text{-}105^\circ\text{C}$ pendant 5 heures et on pèse le résidu après séchage.

La teneur en eau est exprimée en pourcentage de masse de produit, et est donnée par la formule suivante :

$$\text{TE}\% = \frac{\text{M1}-\text{M2}}{\text{M1}-\text{M0}} \times 100$$

Où :

M0 : La masse, en gramme, de la capsule vide.

M1 : La masse, en gramme, de la capsule et la prise d'essai avant la dessiccation.

M2 : La masse, en gramme, de la capsule et la prise d'essai après la dessiccation.

I.3.1.5 Détermination de la matière sèche

$$\text{MS} \% = 100 - \text{TE} \%$$

I.3.1.6 Détermination des cendres

Principe (NF V 05-113, 1972)

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée (500 ± 25 °C).

Mode opératoire

On pèse les creusets vides, avant d'ajouter 5g de confiture dans ces derniers.

Ensuite on les met dans un four à moufle pendant 3-5h à 550°C, à la sortie du four les creusets sont mis dans un dessiccateur pour le refroidissement.

On pèse les creusets après qu'ils aient refroidis.

On réchauffe les creusets à nouveau pendant une demi-heure ou plus, cette opération est répétée jusqu'à ce que le poids devienne constant (de couleur blanche ou blanc grisâtre) (**Doukani et Tabak , 2015**).

La teneur en cendres est exprimée en pourcentage du poids frais du produit, et est donnée par la formule suivante :

$$C \% = (M2-M0 / M1-M0) \times 100$$

Où

M 0 : Masse en grammes de la capsule vide.

M 1 : Masse en grammes de la capsule et de la prise d'essai (échantillon frais).

M 2 : Masse en grammes de la capsule et des cendres obtenues (cendres).

I.3.1.7 Dosage des sucres totaux

Principe

Les teneurs en glucides totaux sont déterminées par la méthode de **Dubois et al. (1956)**. Les glucides, à chaud et en présence d'acide fort, se déshydratent et forment des dérivés furaniques (furfural dans le cas des pentoses et hydroxymethyl-furfural dans le cas des hexoses), qui se condensent avec le phénol pour donner un complexe jaune-orangé qui présente un maximum d'absorption entre 480 et 490 nm.

Mode opératoire

On additionne à 0.125g de confiture, 5ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) 0.5 M, puis on place l'ensemble dans une étuve réglée à 105°C pendant 3 heures. Puis on transpose la solution dans une fiole de 500ml tout en ajustant le volume par de l'eau distillée jusqu'à 500ml. Ensuite, on filtre la solution avant de réaliser trois dilutions au 1/3.

Dans des tubes, on met 1ml de chaque dilution, ensuite on ajoute dans chaque tube 1ml de phénol à 5% et 5ml d'acide sulfurique H₂SO₄ à 98%. On maintient tubes dans l'étuve pendant 5 minutes à 105°C, puis laissés dans l'obscurité pendant 30 minutes. Enfin, à l'aide d'un spectrophotomètre (SPECORD 50 PLUS 233H1415C) on lit la densité optique à une longueur d'onde de 485nm.

I.3.1.8 Détermination de l'indice de couleur**Mode opératoire**

On prépare au préalable une solution composée de 150ml d'eau distillée et 150ml d'alcool éthylique puis on transpose un volume de 50ml du mélange dans une fiole conique dans laquelle 5g de confiture est ajouté.

Le mélange est chauffé jusqu'à ébullition puis refroidie, après une filtration, l'absorbance est déterminé avec un spectrophotomètre à 420nm (Abbasi et Azari, 2007).

I.3.2 Analyses microbiologiques**I.3.2.1 Préparation de la solution mère**

- On prépare d'abord les échantillons pour l'analyse.
- Pour ce faire, on prélève, dans des conditions d'asepsie totale, à l'aide d'une spatule stérilisée au bec bunsen 10 g d'échantillon.
- Ensuite, on ajoute 90 ml d'eau physiologique qui a pour but de revivifier les germes. Après on homogénéise la totalité et on laisse reposer pendant 15 minutes.

I.3.2.2 Germes Aérobie Mésophiles Totaux (NF EN ISO 6222)

La GAMT ou FTAM = La Flore Mésophile Aérobie Totale correspond à un bon nombre de microbes qui se développent à température ambiante. La FMAT est un indicateur d'hygiène important. En effet, elle permet d'évaluer le nombre d'UFC présent dans un produit ou sur une surface.

Les germes aérobies mésophiles totaux sont recherchés et dénombrés comme suit :

- 1ml de la suspension mère contenue dans une fiole et ses dilutions prélevées à l'aide d'une pipette graduée estensemencé dans la masse du milieu gélosé PCA à raison de 15 ml de milieu en surfusion à 45- 47°C.
- Une mince couche du même milieu est coulée à la surface du milieuensemencé (après solidification).
- La lecture a été faite après 72 heures d'incubation à 30°C dans une étuve. Les colonies présentes dans chaque boîte de pétri sont comptées et le nombre estimé d'unités formant colonies (UFC) présentes dans 1 ml d'échantillon est calculé.

I.3.2.3 Coliformes totaux (ISO 4832)

La numération des coliformes totaux est réalisée en milieu solide Violet Red Bile Agar (VRBL) comme suit :

1 ml de chaque dilution (jusqu'à 10^{-5}) a étéensemencé en masse dans une boîte de VRBL. L'incubation se fait à 30°C pendant 24 heures.

I.3.2.4 Coliformes fécaux et / ou thermo tolérants (ISO 4832)

Parmi les coliformes totaux (à 30 °C), on distingue les coliformes thermo tolérants (dits fécaux) qui fermentent le lactose à 44 °C.

Le dénombrement des coliformes fécaux se fait aussi avec le milieu VRBL de la manière suivante :

1 ml de chaque dilution (jusqu'à 10^{-5}) a étéensemencé en masse dans une boîte de VRBL. L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

I.3.2.5 Dénombrement de la flore fongique (ISO 21527-2)

Cette recherche concerne les levures et moisissures. Le milieu utilisé est la gélose Oxytétracycline Glucose Agar, refroidie et coulée en boîte de pétri stérile. Il porte le nom d'OGA (Oxytétracycline Glucose Agar). Après homogénéisation et solidification, 0,1 ml de la suspension mère estensemencé en surface.

L'incubation se fait à la température du laboratoire pendant 3 à 5 jours. Les levures et moisissures sont de couleurs et de formes très variables. L'observation quotidienne des boîtes est nécessaire.

I.3.2.6 Dénombrement des *Clostridium* sulfite-réducteurs (NF ISO 7937/05)

Au moment de l'emploi, un flacon de gélose VF (Viande Foie) a été fondu, puis refroidit dans un bain d'eau à 45 °C. Une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium ont été ajoutées et mélangées soigneusement et aseptiquement. Ensuite 1 ml de la solution mère et de chaque dilution a été porté aseptiquement en double dans deux tubes stériles, ensuite, ces derniers

ont été d'abord soumis à un chauffage à 80 °C pendant 10 min, puis à un refroidissement immédiat sous courant d'eau, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées, puis environ 15 ml de gélose VF prêt à l'emploi ont été versés. Les tubes ont été laissés sur la paillasse pendant 30 min. Après solidification du milieu, 2 ml à 3 ml du même milieu ont été ajoutés de manière à recouvrir la couche précédente. Ces tubes ont été ainsi incubés à 46°C pendant 24 à 48 heures.

I.3.2.7 Recherche des Staphylocoques (ISO 6888-1)

Au moment de l'emploi, un flacon de gélose Baird Parker a été fondu et refroidit dans un bain d'eau à 45 °C puis une émulsion du jaune d'œuf à 20% et une ampoule de tellurite de potassium ont été ajoutées, ils ont été mélangés soigneusement et aseptiquement. La gélose a été coulée dans des boîtes de Pétri. Après solidification 0,1 ml de la solution mère et des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} a été transféré à l'aide d'une pipette stérile à la surface de chacune des deux boîtes de milieu gélosé (deux boîtes par dilution), puis les boîtes ont été laissées sécher avec leur couvercle en place pendant 15 min à température ambiante. Une autre boîte faisant office de témoin a été également préparée contenant uniquement le milieu Baird Parker. Les boîtes préparées ont été retournées et incubé pendant 24 heures à 37°C.

I.3.3 Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle est un examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens. Elle permet d'étudier les caractéristiques sensorielles des produits en faisant intervenir l'homme comme "instrument de mesure " à partir de ses 5 sens : odorat, goût, vue, ouïe et toucher.

Quatorze dégustateurs ont été sélectionnés pour cette évaluation sensorielle où l'analyse est menée en suivant la procédure décrite par (**Meilgaard *et al.*, 1999**).

Les trois échantillons de confitures sont codés comme suit :

A (104) : Confiture à cuisson atmosphérique.

B (105) : Confiture à cuisson atmosphérique.

C (106) : Confiture à cuisson sous vide.

Pour comparer les qualités organoleptiques évaluées concernant le goût, la texture, l'arôme, l'aspect, l'acidité des différentes recettes préparées, deux types de méthodes ont été utilisés: Test de préférence et Test hédonique.

I.3.3.1 Test de préférence

Comme son nom l'indique le test de préférence a pour objectif de déterminer un classement de préférence entre les produits dégustés. Le test de classement consiste à présenter directement l'ensemble des produits au sujet qui doit donner un classement de ces produits selon son appréciation.

I.3.3.2 Test hédonique

Au cours du processus d'évaluation hédonique, tous les bénévoles ont utilisé un questionnaire pour mesurer les degrés de combien ont aimé la couleur, l'acidité, l'arôme, le goût des trois confitures de fraises présentées.

Les dégustateurs ont goûté chaque échantillon de confitures de fraise et ont donné un nombre compris entre 0 et 5 : chaque attribut est mesuré selon une échelle d'acceptabilité universelle de points, 0 : désagréable et 5: très agréable.

ce qui représente combien il aimait ou n'a pas aimé chaque attribut. Les bénévoles ont reçu de l'eau entre chaque échantillon. Au cours du processus d'évaluation, les volontaires ont été libres de commenter chaque échantillon de confiture de fraise et les commentaires ont été enregistrés au bas du questionnaire (**Zhang et al., 2016**).

Tableau 10 : Evaluation hédonique par l'échelle de cotation de 6 points.

0	1	2	3	4	5
Désagréable	Peu désagréable	Ni désagréable ni agréable	Peu agréable	agréable	Très agréable






Figure 13 : Test de dégustation / évaluation hédonique.

Chapitre II : Résultats et discussions

Les confitures élaborées en utilisant trois différents protocoles (2 artisanaux et 1 industriel) sont présentées dans le tableau suivant. En ce qui concerne la confiture obtenue en suivant un protocole industriel, elle a été réalisée à l'échelle de laboratoire en respectant le diagramme de fabrication industrielle avec des modifications portant sur l'étape de blanchiment.

Tableau 11 : Récapitulatif des trois protocoles appliqués et les confitures élaborées.

Formulation 1 (Confiture 1)	Formulation 2 (Confiture 2)	Formulation 3 (Confiture 3)
<ul style="list-style-type: none"> - 250g de fraises fraîches. - 12 g de sucre de table. - 0.75ml de jus de citron frais. 	<ul style="list-style-type: none"> - 250g de fraises fraîches. - 200g de sucre de table. - 1.25ml de jus de citron frais. 	<ul style="list-style-type: none"> - 250g de fraises fraîches. - 229g de sucre de table. - 0.25g d'acide citrique.
		

D'après les résultats obtenus (photographies prises des confitures), on peut constater clairement que les trois confitures sont bien prises avec des consistances appréciables, cela est confirmé par l'analyse sensorielle réalisée durant notre étude.

II.1 Propriétés physico-chimiques

II.1.1 Détermination du degré Brix

Les résultats de l'indice réfractométrique des trois échantillons de confiture de fraise analysés sont illustrés dans la figure suivante.

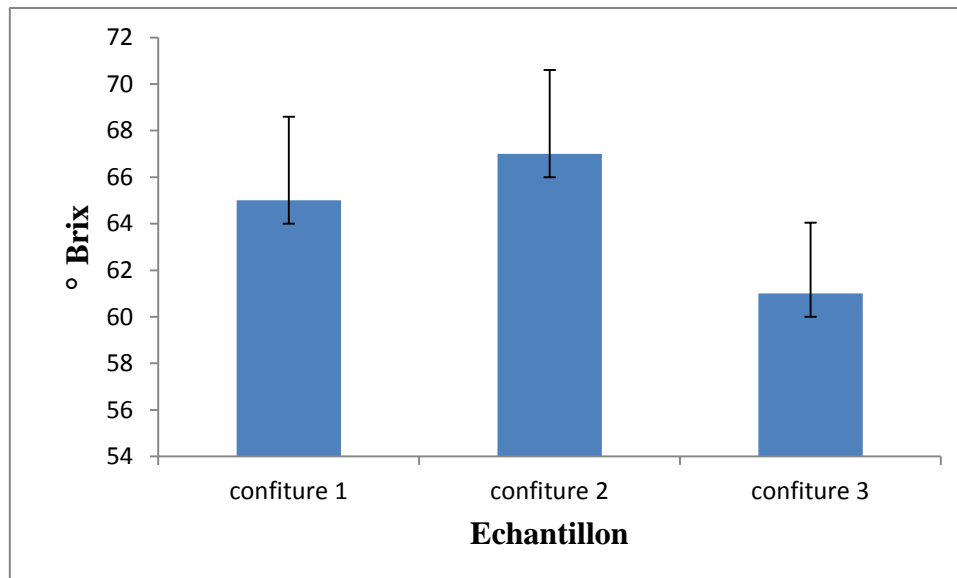


Figure 14 : Les valeurs du degré Brix des échantillons de confitures à base de fraise.

Le degré Brix mesure le poids en gramme de la matière sèche soluble (le taux de sucre dans les fruits) contenue dans 100 g de produit. Dans la fabrication de la confiture, il est important de connaître le taux du Brix au cours du procédé (**Dongare et al., 2014**).

Pour l'ensemble des confitures étudiées, les teneurs en matière sèche soluble sont comprises entre 61 et 67 °Brix. D'après l'histogramme (figure 22), les valeurs enregistrées pour les confitures 1, 2 et 3 sont de 65 °Brix ($\pm 3,60$), 67 °Brix ($\pm 3,60$), 61 °Brix ($\pm 3,05$), respectivement.

Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **Aslanova et al. (2010)** et **Ferreira et al. (2004)**, qui ont enregistré des valeurs de 72,7 ° Brix pour la confiture de fraise et 59,2 à 75,1 °Brix pour la confiture de coing respectivement. En revanche, nos résultats sont très proches de ceux rapportés par **Touati et al. (2014)** qui ont trouvé une valeur de 64,42 °Brix pour la confiture d'abricots et de ceux donnés par **Chauhan et al. (2013)** pour la confiture de noix de coco (68,6 °Brix) et par **Inam et al. (2012)** avec une valeur de 67,12 °Brix pour une confiture à base de mangue, ananas et d'orange.

Les résultats obtenus sont conformes aux normes, qui exigent des teneurs en matières sèches solubles comprises entre 60 à 65% ou plus pour les confitures (**CODEX STAN 296-2009**).

II.1.2 Détermination du pH

Les valeurs moyennes du pH des trois confitures sont illustrées dans la figure suivante.

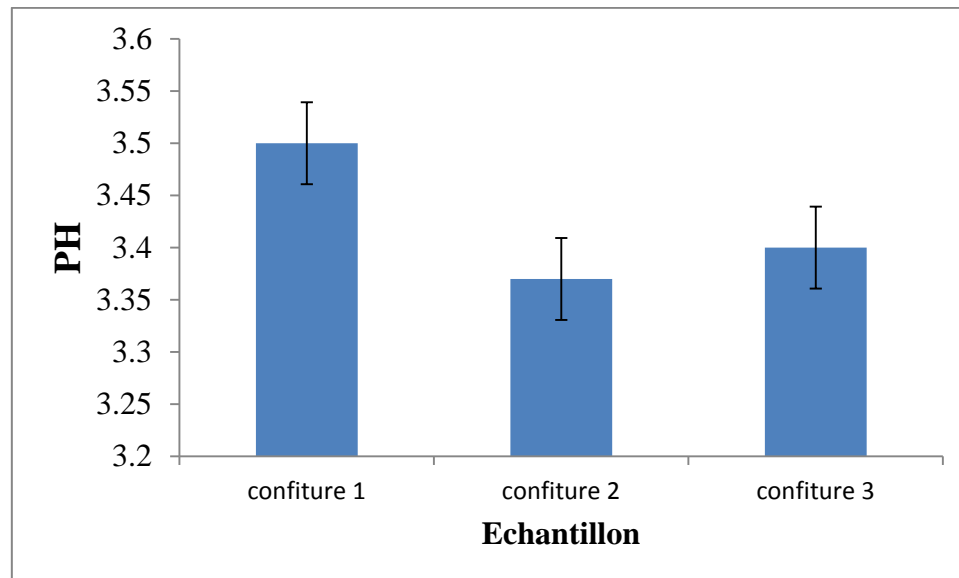


Figure 15 : pH des échantillons de confitures à base de fraise.

Le pH est un critère principal dans la fabrication de la confiture, il indique la qualité de la conservation et sert à mettre en évidence d'éventuelle fermentation microbienne.

Les normes internationales exigent un pH relativement acide à la fin du procédé (confiture finale). La norme imposée pour le pH se situe dans la plage de 2,8 à 3,5 (**CODEX STAN 79-1981**).

Selon **Luh et al. (1986)**, un pH bas est essentiel pour empêcher la détérioration de la confiture, en défavorisant la prolifération des bactéries, des levures et des moisissures.

De même, la formation de gel se produit seulement dans une certaine plage de concentration en ions hydrogène. La plage de pH optimale pour une bonne gélification de la confiture est autour de 3,0. La force de gel diminue rapidement avec l'accroissement de la valeur du pH.

Au-delà de la valeur 4, aucune formation de gel ne se produit (**Vibhakara et Bawa, 2006**).

D'après la figure 15, des valeurs de pH de 3,5 ($\pm 0,36$), 3,37 ($\pm 0,37$), 3,4 (0,36) ont été enregistrées de manière respective pour les confitures 1,2 et 3.

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par **kamal et al. (2015)** et de ceux obtenus par **Grigelmo-Miguel et Belloso-Martin (1999)**, qui ont trouvé une valeur de 3.69 pour la confiture à base d'abricot et d'orange et de 3.29 pour la confiture de la fraise, respectivement. Nos résultats

sont par contre inférieurs à ceux rapporté par **Muhammed *et al.* (2008)** avec un pH de 4,60 pour la confiture de pomme et supérieurs à celui rapporté par **Sindumathi *et al.* (2014)** avec une valeur de 2.86 pour confiture de noix de coco. Ces résultats montrent que les valeurs de pH obtenus pour nos confitures sont conformes à la norme **Codex STAN 79-1981**.

II.1.3 Détermination de l'acidité

L'acidité titrable de chaque confiture est donnée dans la figure 16.

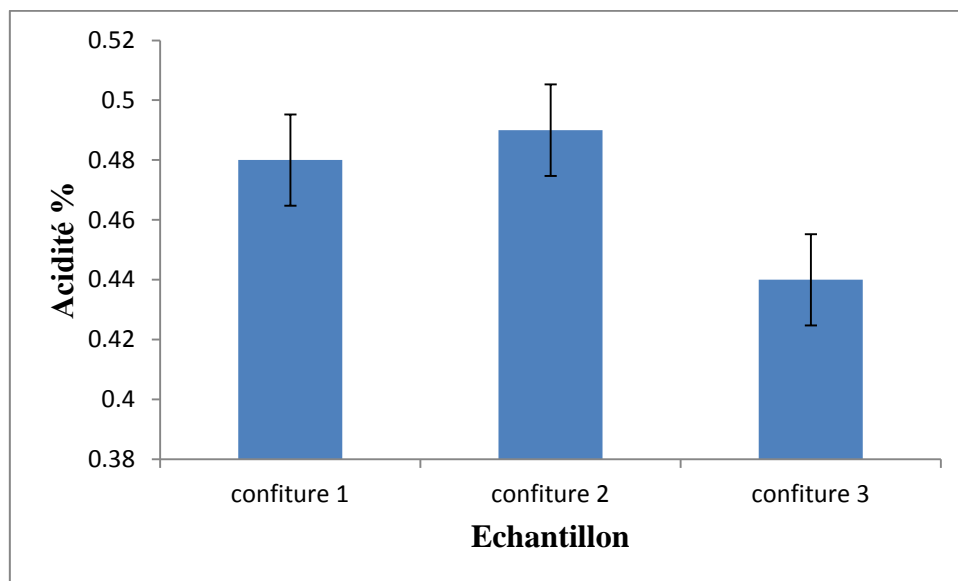


Figure 16 : l'acidité titrable des échantillons de confitures à base de fraise.

La teneur en acides organiques (acides citrique, malique, tartrique,...) est regroupée sous le terme « acidité».

L'acidité d'une confiture reflète directement son acceptabilité par le consommateur et sa conservabilité.

De cette figure, on peut constater que les valeurs de l'acidité titrable sont comprises entre 0,4416 et 0,4928g/100g de confiture.

Des acidités de 0,4864 % ($\pm 0,10$), 0,4928 % ($\pm 0,07$), 0,4416 % (0,10) ont été enregistrées de manière respective pour les confitures 1, 2 et 3.

Garcia-Viguera *et al.* (1999), ont rapporté des valeurs comprises entre 0,6 et 1,2 g/100g pour la confiture de fraise, ces valeurs sont supérieures à celles obtenu dans la présente étude.

Par ailleurs, les études effectuées par **Touati *et al.* (2014)**, ont donné des valeurs supérieures à nos résultats où l'acidité constatée est de 0,82%.

L'étude menée par **Garcia-Martinez et al. (2002)**, rapporte une acidité titrable pour la confiture de kiwi (0,47 g/100g) proche de nos résultats.

Des acidités de 0,44 ; 0,5 et 0,22 g/100g ont été enregistrées par **Aslanova et al. (2010)** pour les confitures d'abricot, de cerise et de fraise, respectivement. De ces résultats, on peut constater que l'acidité de la confiture de fraise (0,22 g/100g) est inférieure à nos résultats.

II.1.4 Détermination de la teneur en eau

Les valeurs de la teneur en eau des trois confitures sont illustrées dans la figure suivante.

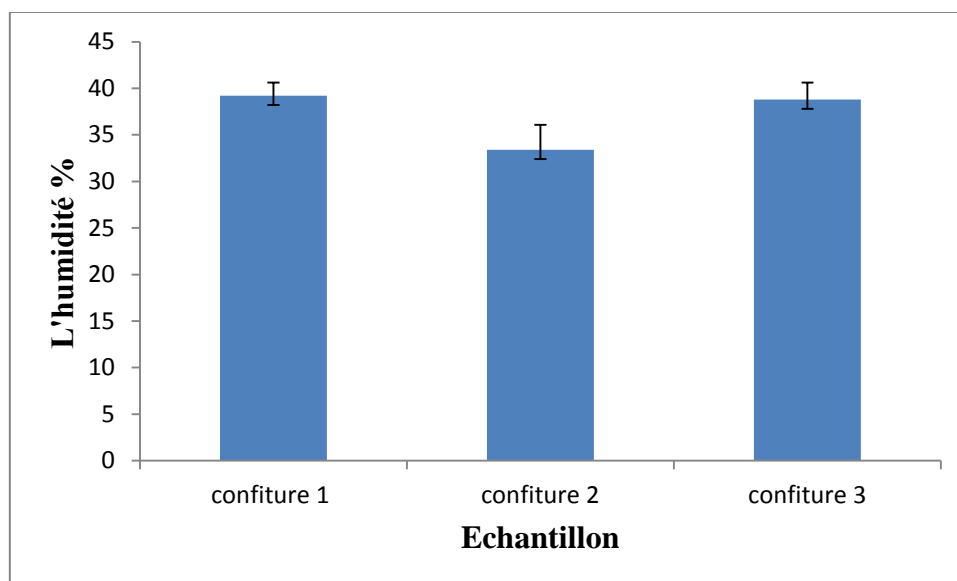


Figure 17 : Teneur en eau des échantillons de confitures à base de fraise.

La relation entre la teneur en eau et l'humidité relative d'équilibre est un facteur essentiel dans les procédés. L'eau peut constituer un élément utile pour la formulation de produits notamment la confiture.

Des taux d'humidité de 39,2 % ($\pm 1,4$), 33,4 % ($\pm 2,69$), 38,8 % (1,83) ont été enregistrées pour les confitures 1, 2 et 3, respectivement.

D'après nos résultats, on peut constater que les taux d'humidité des trois confitures sont conformes aux normes qui imposent une humidité inférieure à 40% (**Pierre et Bernard, 2007**).

De même, **Fredot (2005)** rapporte que l'humidité de la confiture varie entre 30 à 40%.

Nos résultats concordent également avec la valeur citée par **Belitz et al. (2009)** qui est de 36,9%.

II.1.5 Détermination de la matière sèche

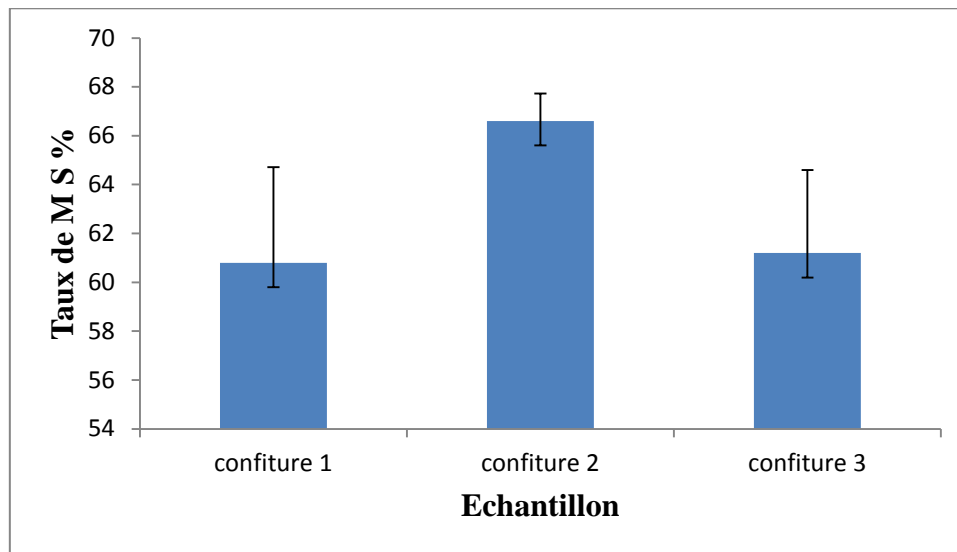


Figure 18 : Matière sèche des échantillons de confitures à base de fraise.

La figure montre des teneurs en matière sèche de 60,8 % ($\pm 3,92$), 66,6 % ($\pm 1,13$), 61,2 % (3,40) pour les confitures 1, 2 et 3, respectivement.

D'après **Luh et al. (1986)**, la teneur en matière sèche soluble doit être maintenue à un niveau qui empêche la croissance des levures et des moisissures.

Les résultats obtenus sont conformes aux normes, qui exigent des teneurs en matières sèches solubles comprise entre 60 à 65% ou plus pour la confiture (**CODEX STAN 296-2009**).

II.1.6 Détermination des teneurs en cendres

Les valeurs de la teneur en cendres des trois confitures sont illustrées dans la figure 19.

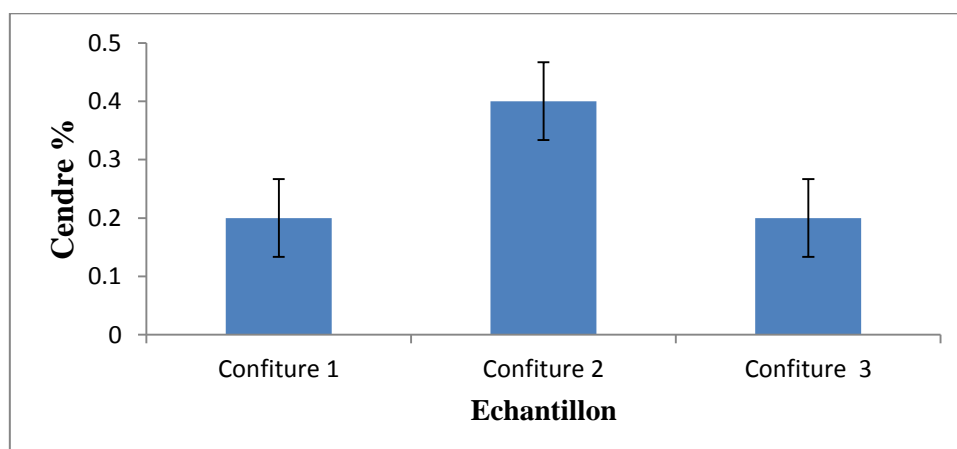


Figure 19 : Teneurs en cendres des échantillons de confitures à base de fraise.

Cette figure donne les teneurs en cendres des trois confitures 1, 2 et 3 qui sont de manière respective de 0,2 % ($\pm 0,04$), 0,4 % ($\pm 0,13$), 0,2 % (0,09). Ces valeurs se rapprochent de la teneur moyenne en cendres (0,280%) de la confiture d'abricots rapportée par **Belitz et al. (2009)**. La teneur en cendre de nos confitures concorde avec celle obtenue par **Tâpsoba (2011)** qui a trouvé une valeur de 0,40% pour la confiture de baobab.

II.1.7 Dosage des sucres totaux

Les résultats sont exprimés en g d'équivalent glucose par 100 g de confiture et sont illustrées dans la figure suivante.

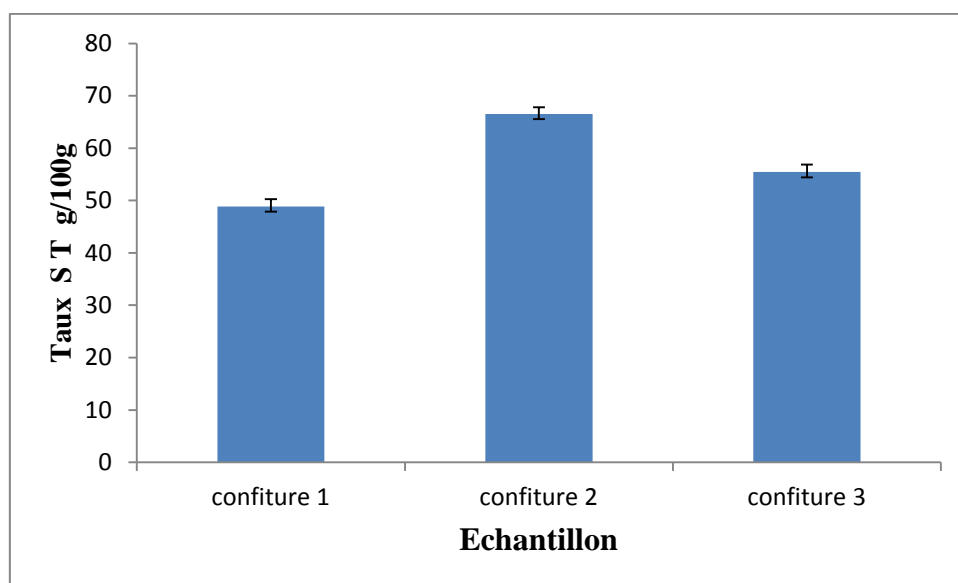


Figure 20 : Teneurs en sucres totaux des échantillons de confitures à base de fraise.

Les glucides totaux regroupent l'ensemble des polysaccharides, les oligosaccharides et les monosaccharides. Ils constituent la majeure partie de notre alimentation et sont apportés surtout par les fruits (**Lee et al., 1970**).

La concentration en glucides des fruits et leurs dérivés est d'un grand intérêt, en raison de leur influence sur les propriétés organoleptiques; elle conditionne la stabilité et la conservabilité des dérivés de fruits (**Pavlova et al., 2013**).

Des taux de sucre de 48,87 g/100g ($\pm 1,39$), 66,54 g/100g ($\pm 1,27$), 55,44g/100g ($\pm 1,42$) ont été enregistrées pour les confitures 1, 2, et 3 respectivement.

Nos résultats concordent avec ceux obtenues par **Chauhan et al. (2013)** avec une teneur de 61 g/100g (confiture de noix de coco), avec ceux rapportés par **Touati et al. (2014)** avec une teneur de 64,9 g/100g (confiture d'abricot) et avec ceux trouvés par **Mathlouthi et al. (2009)** avec un taux de sucres totaux de 57,7 à 61,6% (confitures de fraises, abricot, cerise et framboise).

II.1.8 Détermination de l'indice de couleur

Les résultats de la détermination de l'indice de couleur sont illustrés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Résultats d'indice de couleur.

	Confiture 1	Confiture 2	Confiture 3
DO	0.3466 (\pm 0.09)	0.4348 (\pm 0.14)	0.3957 (\pm 0.20)

De ces résultats obtenus, on peut constater des différences au niveau de la couleur des trois confitures. En l'absence d'un colorimètre on s'est contenté de la mesure de la DO. La variation de la couleur a été appréciée visuellement lors de l'analyse sensorielle. Bien que cette méthode puisse paraître subjective mais elle reste dans notre cas essentielle. Si on peut classer nos confiture de la plus dense et foncée à la moins dense on obtiendra : confiture 2, 3, 1.

II. 2 Analyses microbiologiques

Le nombre de micro-organismes est calculé selon la formule suivante :

$$N = \frac{\sum C}{V.(n_1 + 0,1.n_2)} \cdot \frac{1}{d}$$

Où :

C = somme des colonies des boites comptées.

V = volume de l'inoculum.

n_1 = nombre des boites comptées à la plus faible dilution.

n_2 = nombre des boîtes comptées à la plus forte dilution.

d = dilution correspondant à la dilution la plus faible.

L'ensemble des résultats des analyses microbiologiques obtenus à partir des différents échantillons de confitures sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Résultats d'analyses microbiologiques des confitures.

		Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	NORME
FTAM (UFC/g)		9.5 x 10	2.7 x 10	1.86 x 10 ²	< 10 ⁵ (JORA, 2017)
CT (UFC/g)		Absence	Absence	Absence	Absence (JORA, 2017)
CF (UFC/g)		Absence	Absence	Absence	Absence (JORA, 2017)
Flore fongique (UFC/g)	Levures	5.45 x 10 ²	6.81 x 10 ²	9 x 10	< 10 ³ NF ISO 7954/88
	Moisissures	Absence	Absence	Absence	
Clostridium sulfito-réducteurs (UFC/g)		Absence	Absence	Absence	Absence NF ISO 7937/05
Staphylocoques (UFC/g)		Absence	Absence	Absence	Absence CODEX A

Parmi les tests microbiologiques réalisés, on constate que la FTAM représente une charge microbienne faible, cela témoigne d'une présence légère de la flore, néanmoins cette dernière ne dépasse pas les normes citées dans le **JORA (2017)**.

On peut expliquer ces résultats par la pasteurisation des trois échantillons de confitures. En outre, on note une absence totale des Coliformes totaux et fécaux dans les trois échantillons de confiture selon les normes établies par le **JORA (2017)**. Il en est de même pour les staphylocoques et les *Clostridium* sulfito-réducteurs étant aussi en dessous de la limite établie par le **JORA (2017)**. On remarque la présence de levures dans les trois échantillons de confiture, cela pourrait être expliqué par les conditions proches de la médiocrité que présente le lieu de travail. Néanmoins, ce résultat reste conforme aux normes **NF ISO 7954/88** dont le nombre doit être inférieur à 10³.

D'après les résultats obtenus on remarque que les trois échantillons de confiture sont conformes aux normes.

II.3 Analyse sensorielle

II 3.1 Test de préférence

Par rapport à l'odeur de confiture

L'ensemble des résultats obtenus du test de préférence a été illustré dans la figure suivante.

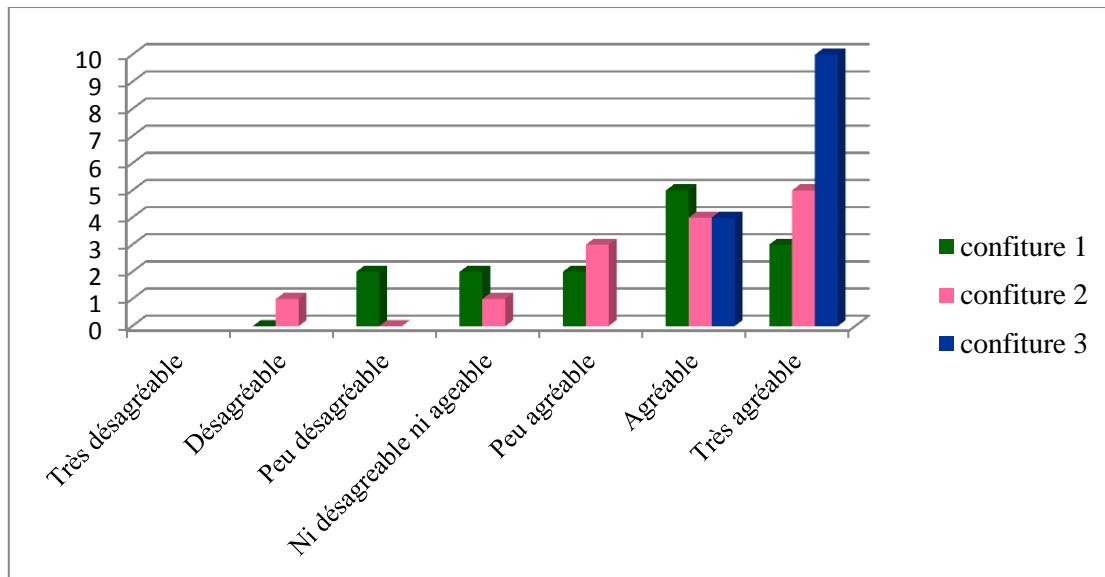


Figure 21 : Appréciation de l'odeur des confitures.

De cette figure, on peut constater que dans la masse des dégustateurs, 35.71% ont donné une appréciation agréable pour la confiture 1, et 35.71% ont donné une appréciation très agréable pour confiture 2, 71.42% ont donné une appréciation très agréable pour confiture 3.

De cette analyse, on peut conclure que la grande partie des dégustateurs a préféré la confiture 3 par rapport à l'odeur.

Par rapport à la couleur de confiture

L'ensemble des résultats obtenus a été illustré dans la figure suivante.

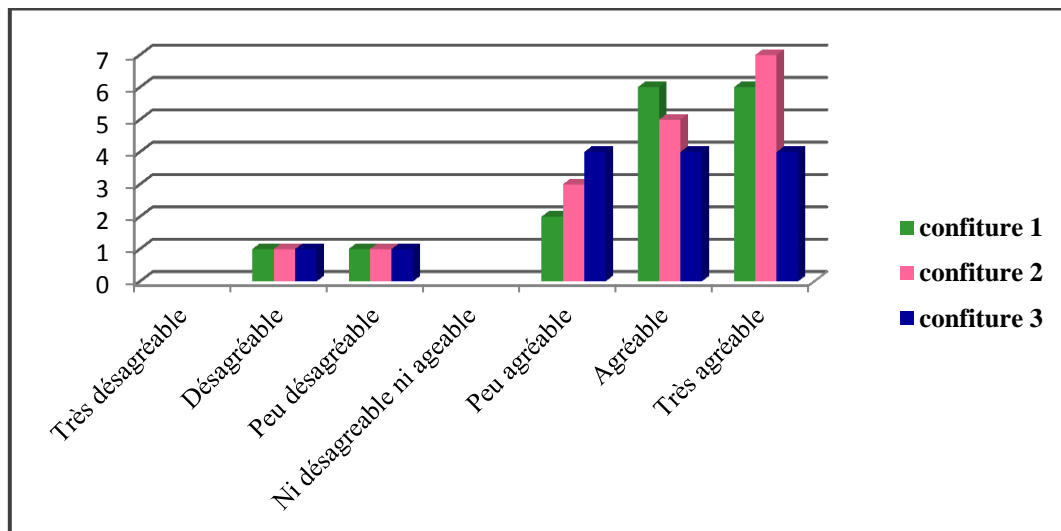


Figure 22 : Appréciation de couleur des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, on a enregistré pour la confiture 1 le même pourcentage qui est de 42.85% pour les deux degrés d’appréciation agréable et très agréable. En ce qui concerne la confiture 2, 50% ont donné une appréciation très agréable. Pour la confiture 3, le même taux de 28% a été enregistré pour les deux niveaux d’appréciation agréable très agréable.

Par rapport au goût de confiture

L’ensemble des résultats obtenus du test a été illustré dans la figure suivante.

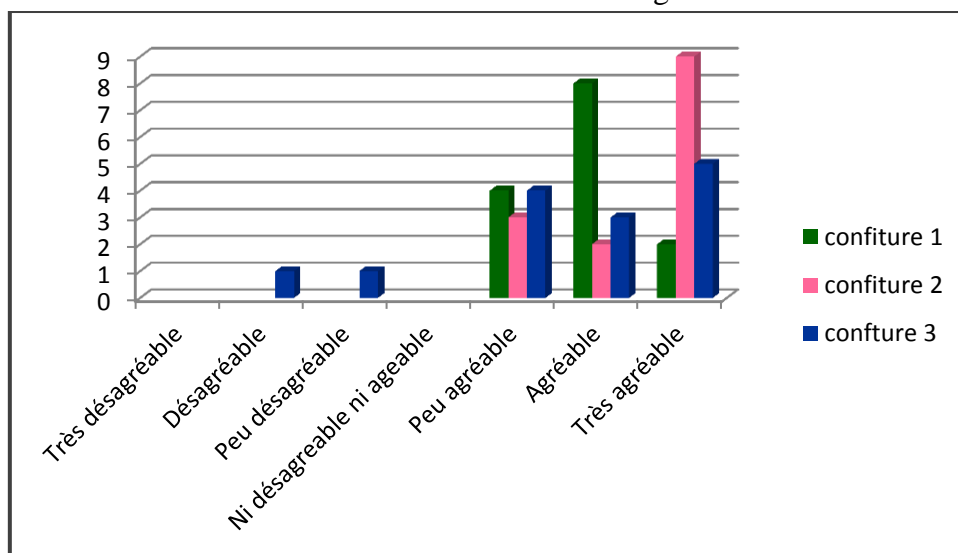


Figure 23 : Appréciation de gout des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, 57.14% ont donné une appréciation agréable pour confiture 1, 64.28% ont donné une appréciation très agréable pour confiture 2, 35.71% ont donné une appréciation très agréable pour confiture 3.

Par rapport à l'acidité de la confiture

L'ensemble des résultats a été illustré dans la figure suivante.

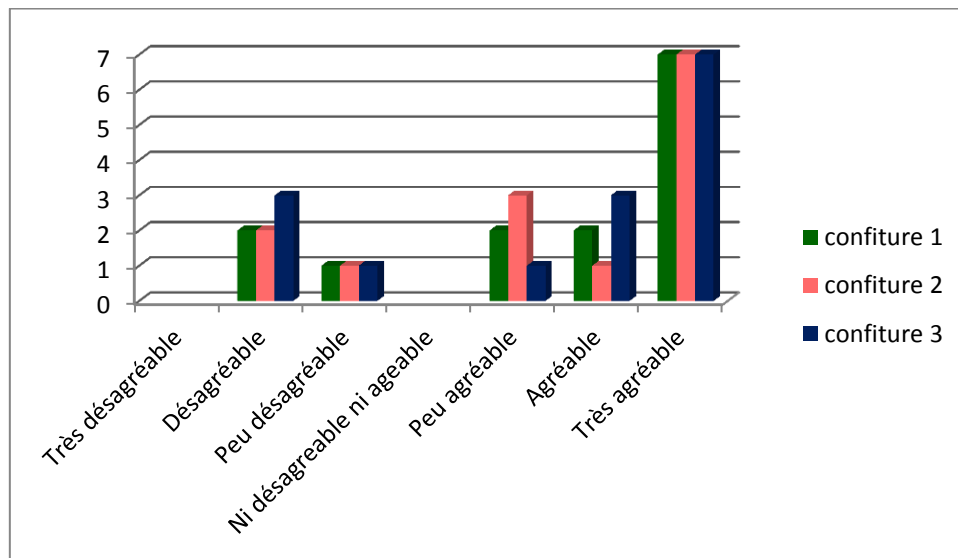


Figure 24 : Appréciation de l'acidité des confitures.

Dans la masse des dégustateurs, 50% ont donné une appréciation très agréable pour les trois confitures.

II.3.2 Test hédonique

Les résultats obtenus du test hédonique sont récapitulés dans le tableau 14 et sont également représentés sur les graphiques ci-dessous pour les trois confitures.

Tableau 14 : Caractéristiques sensorielles des confitures.

Paramètre	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Couleur	3.92	4	3.5
Odeur	3.35	3.71	4.71
Gout	3.85	4.42	3.57
Acidité	3.57	3.50	3.64

L'ensemble des résultats obtenus du test hédonique a été illustré dans les figures suivantes.

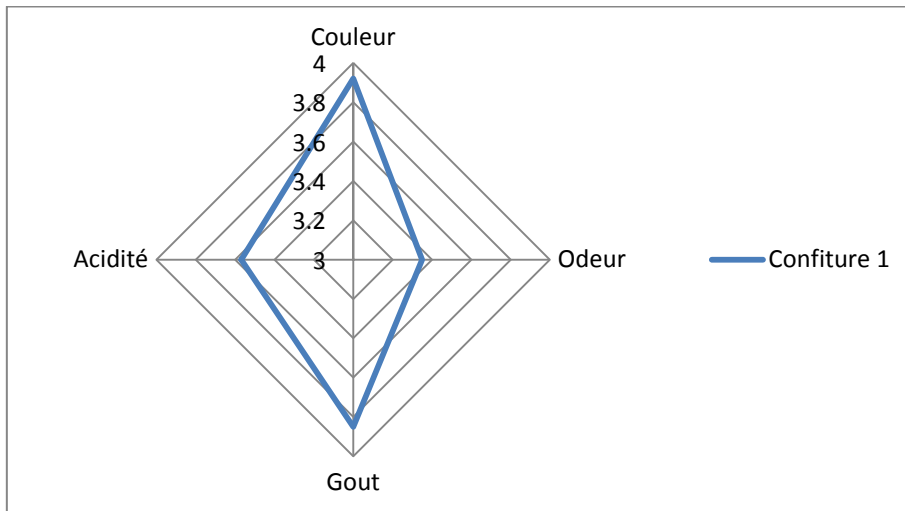


Figure 25 : Résultats du test hédonique de confiture 1 pour chaque caractère.

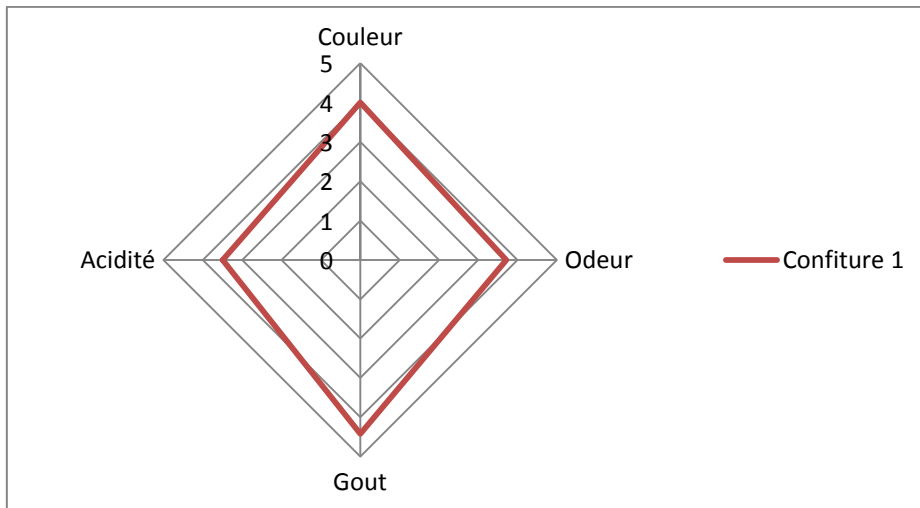


Figure 26 : Résultats de test hédonique de confiture 2 pour chaque caractère.

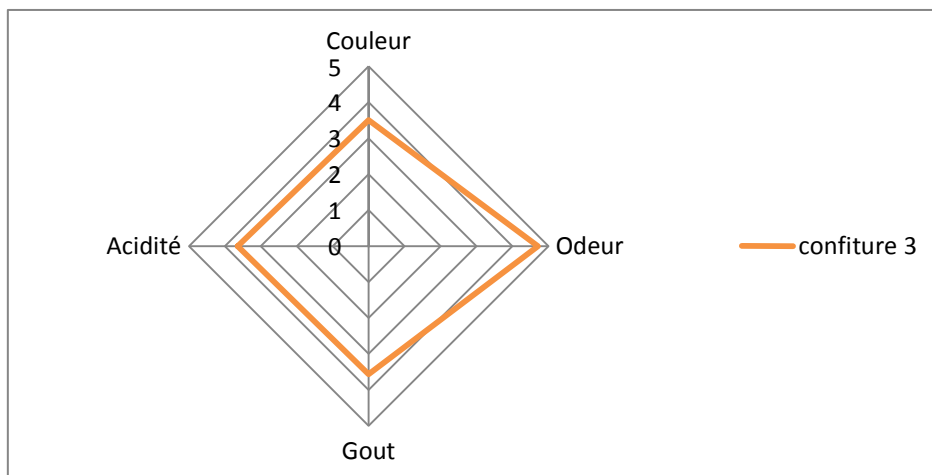


Figure 27 : Résultats de test hédonique de confiture 3 pour chaque caractère.

D'après les trois figures, il ressort pour la confiture 1 que les deux paramètres couleur et gout ont obtenu les meilleures notes par rapport aux autres paramètres. Pour la confiture 2, on peut constater que l'ensemble des paramètres ont obtenu la même note qui était de 4/5. En ce qui concerne la confiture 3, c'est le paramètre odeur qui a été choisi comme meilleur paramètre.

Les résultats de l'analyse sensorielle des trois confitures dans ce présent travail, indiquent qu'il y a une différence significative entre les trois confitures 1, 2 et 3 pour les quatre paramètres (tableau 14). L'ensemble de ces résultats nous a permis de classer les confitures selon le degré de préférence des consommateurs avec le sens décroissant suivant : confiture 2 > confiture 3 > confiture 1.

Conclusion

Nous rappelons que le principal objectif de ce travail est d'étudier l'élaboration d'une confiture à base de fraise. La transformation du fruit (fraise) offre aux opérateurs de ces filières de production agricole l'opportunité de mieux valoriser les fruits et d'en tirer les meilleurs profits. Ce travail avait comme but de fabriquer des confitures traditionnelles et une autre industrielle et de déterminer la qualité de ces confitures. Les résultats des analyses effectuées ont montré que la confiture mise au point respectent les normes du CODEX-STAN247-2005 et les normes Françaises sur le plan microbiologique ; ce qui témoigne de leur acceptabilité. Au regard de tout ce qui précède, les qualités physico-chimiques de la confiture sont satisfaisantes par rapport aux normes internationales. L'analyse sensorielle a confirmé l'acceptabilité de ce produit par les consommateurs. La nature de la qualité et les interprétations des différents résultats ont permis de conclure : que la qualité des confitures est conforme à la norme prescrite par le Codex Alimentarius, et que la formulation traditionnelle 2 est la meilleure . Ce produit ne présenterait donc aucun risque pour le consommateur au regard de ses paramètres. Nous avons par ailleurs constaté plusieurs avantages liés à la fabrication de tels produits (confitures) :

- La matière première est disponible et abordable. La production peut se faire avec du matériel de base simple à utiliser (marmites, réfractomètre, thermomètre, pH-mètre).
- Les ingrédients de base sont le sucre et le fruit (fraise).
- Le temps de production est court, il y a par conséquent économie d'énergie.

Cela nous a conduit à déterminer les choix technologiques appropriés tout en variant divers paramètres tels que les proportions des ingrédients et le traitement appliqué.

Suite à cette étude, les perspectives sont nombreuses. Il semble en effet nécessaire de poursuivre les essais afin de rendre les résultats plus fiables grâce à des répétitions toujours plus nombreuses. Comme complément à la présente étude, il est souhaitable de compléter ce travail par :

- L'évaluation de la valeur nutritionnelle de cette confiture.
- D'évaluer la qualité microbiologique de ces confitures durant la conservation dans le but de prolonger la durée de vie des confitures
- L'étude de l'influence des autres paramètres physico-chimique comme la viscosité; l'estimation de l'activité antioxydante des confitures préparées.
- Fabrication d'une confiture 100% naturelle en substituant le sucre de table par la poudre ou le sirop de dattes.

- **Abbasi, S., et Azari, S. (2007).** Novel freeze drying of onion slices using microwave. In EvangelosLasos (Ed), proceeding of the 5th international Congress on Food Technology, volume I, Alexander Technological Education, Institution of Thessaloniki (Sindos), Faculty of food Technology and Nutrition, Thessaloniki, Greece. 54-61.
- **Albagnac, G., Varoquaux, P., et Montigaud, J. C. (2002).** Technologies de transformation des fruits. Tec & doc.
- **Alzamora, S. M., Cerruti, P., Guerrero, N. S., Nieto, A. B., et Vidales, S. (2004).** Technologies combinées de conservation des fruits et légumes. *Manuel de formation, FAO, Rome, 18p.*
- **Analyses Ciqual. (2007).** Table de composition nutritionnelle de la confiture de fraise.
- **André, P. (2012).** Les confitures. Edition Artemis. P, 27.
- **Aslanova D., Bakkalbasi E., et Artik N. (2010).** Effect of storage on 5 hydroxymethylfurfural (HMF) formation and color change in jams. *InternationalJournal of Food Properties*.13: 904-912.
- **Azam-Ali, S. (2008).** Transformation du jus de fruits.
- **Belitz H-D., Grosch H. et Schieberle P. (2009).** Food Chemistry. 4ème édition. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 1070p.
- **Benamara, R. N. (2017).** Intitulé de la thèse (Doctoral dissertation, Université de Tlemcen).
- **Bernard, M. (2010).** Les confitures de l'art aux techniques, Mémoire de l'académie nationale de Metz. P177.
- **Bertrand, B. (2016).** Dossier d'information pour les PME d'Afrique sur la transformation agroalimentaire CTA – Gret –TPA.
- **Boumendjel, M. (2005).** Conservation des denrées alimentaires. Consulté le 23- 02-2014, www.djamiatic.net.
- **Bouzonville, A., et Prin, A. (2015).** La fabrication de confitures de fruits rouges.Projet de génie des procédés. École nationale supérieure d'ingénieurs de Bourges.
- **Bouzonville. A. (2004).** Projet de génie des procédés : La fabrication de confitures de fruit rouges. P04 et 06.
- **Broutin, C., Sokona, K.et Ndiaye, A. (1998).** Fabrication artisanale de boissons, sirops et confitures. Pp:1-29.
- **Bureau de la statistique du Québec. (1997).** Statistiques agroalimentaires. Statistiques agricoles. 2^{ème} semestre 1997 : 215-233.

- **Chauhan, O. P., Archana, B. S., Singh, A., Raju, P. S., et Bawa, A. S. (2013).** Utilization of tender coconut pulp for jam making and its quality evaluation during storage. *Food Bioprocess Technology*. 6: 1444-1449.
- **Chouicha A., Aitchabane R. (2014).** Effet de stockage sur quelques paramètres physico-chimiques et antioxydants de la confiture de figue, Diplôme d'ingénieur d'état en Biologie, Université Bejaia, Option : sciences alimentaires. P6.
- **Codex Alimentarius. (2002).** Système d'analyse des risques- points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et directives concernant son application, appendice au CAC/RCP 1-1969, rév.4, p.27. In: ISO 22000, HACCP et sécurité des aliments ; Recommandations, outils, FAQ et retours de terrain. Coordinateur : Didier Blanc, Ed: Afnor. Paris. PP : 417.
- **CODEX STAN 296-2009.** Norme du codex alimentarius pour les confitures, gelées et marmelades.
- **CODEX STAN 79-1981.** Norme pour les confitures et gelées, 9 pages.
- **Cordenunsi, B. R., Nascimento, J. D., &Lajolo, F. M. (2003).**Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry*, 83(2), 167-173.
- **Crespo, P., Bordonaba, J. G., Terry, L. A., & Carlen, C. (2010).**Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. *Food Chemistry*, 122(1), 16-24.
- **Diligent, M.B. (2010).** Les confitures : de l'art aux techniques. Mémoire. Académie Nationale de Metz.
- **Djennad, L., et Izouaouen, N. (2008).** Qualité microbiologique des boissons gazeuses et des jus de fruits de la SARL « IFRI », mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du diplôme master. Bejaïa. Université Abderrahmane Mira.
- **Dongare, M. L., Buchade, P. B., Awatade, M. N., et Shaligram, A. D. (2014).** Mathematical modeling and simulation of refractive index based Brix measurement system. *Optik-International Journal for Light and Electron Optics*, 125(3), 946-949.
- **Doukani, K., et Tabak, S. (2015).** Profil Physicochimique du fruit "Lendj"(Arbutusunedo L.). *Nature &Technology*, (12), 51.
- **DSA, Jijel. (2018).** Evolution de la culture de la fraise dans la région de Jijel période 2002 à 2017.
- **DSA, Jijel. (2018).** Rapport superficie fraise/ superficie maraichage en 2018.
- **DSA, Jijel. (2018).** Répartition de la culture de la fraise par commune en 2018.
- **DSA, Jijel. (2019).** Production de la fraise à Jijel entre 2012 et 2019.

- **Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. T., et Smith, F. (1956).** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28(3), 350-356.
- **ESSABTI A. M. (2015).** LCM conserve de Meknès B.P. 2202 Route d'Imouzzer – FES.
- **FAO. (1995).** Jam
- **FAO.(2017).** Production mondiale de fraise.
- **FAOSTAT. (2017).** Evolution de la production mondiale de fraises (en tonnes) dans le monde entre 1980 et 2014.
- **Ferreira I. M.P.L.V.O., Pestana N., Alves M. R., Mota F. J.M., Reu C., Cunha S., et Oliveira M. B. P.P. (2004).** Quince jam quality: microbiological, physicochemical and sensory evaluation. *Food Control*. 15:291-295.
- **Fredot, E. (2005).** Connaissance des Aliments. *TEC & DOC. lavoisier*, pp: 281-283.
- **Fredot, E. (2009).** Connaissance des aliments. Base alimentaires et nutritionnelles de la diététique. P308, 309 et 366.
- **Furet, A. (1998).** La magie des confitures. Les 100 meilleures recettes d'un maitre confiturier. Consulter le 15-04-2019 : WWW.decitre.fr
- **García-Martínez E., Ruiz-Díaz G., Martínez-Monzo J., Camacho M.M., Martínez-Navarrete N., et Chiralt A. (2002).** Jam manufacture with osmodehydrated fruit. *Food Research International*. 35: 301-306.
- **García-Viguera C., Zafrilla P., Romero F., Abellán P., Artés F. et Tomás-Barberán F.A. (1999).** Color stability of strawberry jam as affected by cultivar and storage temperature. *Journal of Food Science*. 64: 2.243-247.
- **Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., Mazzoni, L., Romandini, S., Bompadre, S., Diamanti, J., ... et Tulipani, S. (2013).** The potential impact of strawberry on human health. *Natural product research*, 27(4-5), 448-455.
- **Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J. M., Quiles, J. L., Mezzetti, B., et Battino, M. (2012).** The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1), 9-19.
- **Grigelmo-Miguel, N., et Martín-Belloso, O. (1999).** Influence of fruit dietary fibre addition on physical and sensorial properties of strawberry jams. *Journal of Food Engineering*, 41(1), 13-21.
- **Grubinger, V. (2012).** History of the Strawberry. *UVM Extension Vermont Vegetable and Berry Program*.

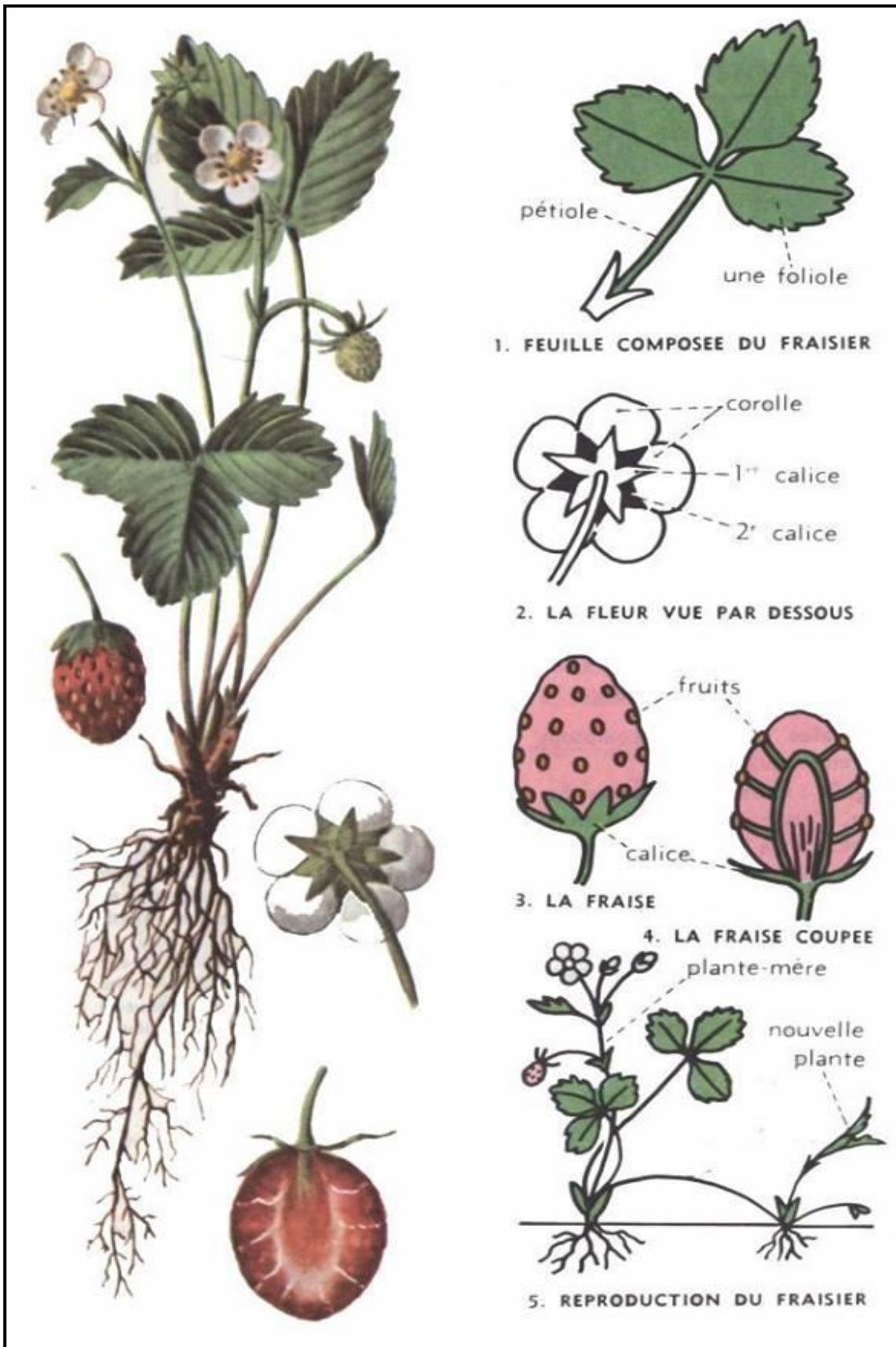
- **Hannum, S.M. (2004).** Potential impact of strawberries on human health: a review of the science. *Critical reviews in food science and nutrition* 44, 1-17.
- **Hayma, J. (2004).** Le stockage des produits agricoles tropicaux. Fondation Agromisa, Wageningen .Les Pays-Bas, P 7.
- **Hebbache, I., Sebkh, S., et Ouchemoukh, S.E. (2013).** Teneurs en antioxydants et activités antioxydantes de quelques variétés de confitures industrielles.
- **Igual, M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M.M., et Martinez-Navarrete, N. (2013).** Jam processing and storage effects on b-carotene and flavonoids content in grapefruit. *J. Funct. Foods* 5,736–744.
- **Inam, A.K.M.S., Hossain M.M., Siddiqui A.A., et Easdani M. (2012).** Studies on the development of mixed fruit marmalade. *Journal Environment Science and Natural Ressources.* 5.2:315-322.
- **Ingham, H.I. (2008).** Making jams, jellies and fruit preserves (B2909). University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension, P: 1-64.
- **ISO 4832. (1991).** Microbiology–General guidance for the enumeration of coliforms– Colony counts technique.
- **ISO, N. (2008).** 6888-1-2008. *Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive.*
- **ISO, N. (2013).** 21527-2 (2008). *Microbiologie des aliments, Méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures, Partie, 2.*
- **James, F., Kuipers, B. (2003).** La conservation des fruits et des légumes. P18 .
- **Journal officiel de la république algérienne. (2017).** Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires
- **Jules, V. (2010).** Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, Lexicographie.
- **Kamal, T., Khan, S., Riaz, M., et Safdar, M. (2015).** Functional Properties and Preparation of Diet Apricot Jam. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(8), 1.
- **Kasse, M. (2014).** Qualité microbiologique des tranches de Mangues (*Mangifera indica*.) vendues à Dakar (Sénégal) , *International journal of biological and chemical science*
- **Latrasse, A. (1986).** Les petits fruits et leur valorisation industrielle. p, 66-69
- **Lee C.Y., Shallenberger R. S. et Vittum M. T. (1970).** Free sugars in fruits and vegetables. *Food Science and Technology.*1: 1-12.
- **Luh, B. S., Kean, C. E., et Woodroof, J. G. (1986).** Canning of fruits. In *Commercial fruit processing* (pp. 163-261). Springer, Dordrecht.

- **Machiels, D. et Istasse, L. (2002).** La réaction de maillard: importance et application en chimie des aliments. Université de Liège. 146: 347-352.
- **MADRP. (2017).** Répartition de la culture de la fraise en Algérie.
- **Mathlouthi, M., et Rogè, B. (2009).** les confitures.
- **Meilguard M. Civille G. V., and Carr B. T., 1999.** Sensory evaluation techniques 3ed de. Boca Ration Fla : CRC, press. P. 387
- **Merabet, Y. (2004).** Contribution à l'élaboration d'une fabrication des fruits au sirop (Pêche, Abricot). Diplôme d'ingénieur d'état en Biologie. Université de Tlemcen. Option : contrôle de qualité et analyse. P01.
- **Merriam Webster. (1981).** Webster's Third International Dictionary.
- **Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P., et Liu, R.H. (2003).** Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. Journal of agricultural and food chemistry 51,6887-6892.
- **Monrose, G.S. (2009).** Standardisation d'une formulation de confiture de Chédaque et évaluation des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels. Diplôme d'ingénieur d'Agronome. Université d'état d'Haïti. Option: science alimentaire. P10, 18 et 24.
- **Morgane, D. (2013).** Les différents moyens de conservation des aliments. Diététicienne RSD, P :1-14.
- **Muhammad, A., Durrani, Y., Zeb, A., Ayub, M., et Ullah, J. (2008).** Development of diet jam from apple grown in swat (NWFP). *Sarhad Journal of Agriculture*, 24(3), 461-467.
- **Multon, J. (1992).** Les fonctions des sucres et leurs produits de substitution. Edition Lavoisier. p. 7.
- **NF EN ISO 7937. (2005).** Microbiologie des aliments. Méthode horizontale pour le dénombrement de *Clostridium perfringens* - Technique par comptage des colonies
- **NF V05-101. (1974).** Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes - Détermination de l'acidité titrable.
- **NF V05-108. (1970).** Produits de l'agriculture et produits dérivés des fruits et légumes - Mesure du pH.
- **NF V05-113. (1972).** Fruits, légumes et produits dérivés - Minéralisation des matières organiques - Méthode par incinération.
- **Norme NF EN ISO 6222, (1999).** Qualité de l'eau – Dénombrement des micro-organismes revivifiants – Comptage des colonies par ensemencement dans un milieu de culture nutritif gélosé

- **Paltrinieri, G. (1997).** Technical manual on small-scale processing of fruits and vegetables. FAO.
- **Pavlova, V., Karakashova, L., Stamatovska, V., Delchev, N., Necinova, L., Nakov, G., Menkinoska, M., et Blazevska, T. (2013).** Storage impact on the quality of raspberry and peach jams. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 5, 25-27.
- **Pierre, B. R. A. T., et Bernard, C. U. Q. (2007).** Transformation et conservation des fruits-Préservation de la structure initiale.
- **Risser, G., et Navatel, J. C. (1997).** Monographie : la fraise plants et variétés. *CTIFL France*, 103.
- **Roger, D. (1962).** Making jam commercially. Information division: Canada department of agriculture. Cat. N0, A73 -1144.
- **Sakho, M., et Crouzet, J. (2009).** Transformation, conservation et qualité des aliments.
- **Siddiq, M., Sinha, N. K., et Cash, Y.N. (1992).** Characterization of a polyphénoloxidase from stanley plums. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56: 132-138.
- **Sindumathi, G., et Amutha, S. (2014).** Processing and quality evaluation of coconut based jam. *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol*, 8(1), 10-14.
- **Sophie A., et Sabulard. (2012).** Confiture inratable : des recettes gourmandes vraiment faciles. Edition Leduc.s. p, 11.
- **Sophie, A., et Sabulard. (2012).** Confiture inratable : des recettes gourmandes vraiment faciles. Edition Leduc.s. p, 11.
- **Sophie, D. (2002).** Confiture et compote de Sophie. P 9.
- **Souci, S. W., Fachmann, W., et Kraut, H. (1981).** Composition des aliments. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- **Stan, C. (2005).** Codex general standard for fruit juices and nectars. *Codex Stan www.codexalimentarius.net/2005, 247.*
- **Tâpsoba Aude R. B. W. (2011).** « Formulation, élaboration d'aliments et boissons locaux en atelier pilote à base de pulpe de baobab (*Adansoniadigitata L.*). » mémoire de fin d'étude présentée en vue de l'obtention de la Licence professionnelle en Agroalimentaire 65 p.
- **Touati, N., Tarazona-Diaz, M.F., Aguayo, E., et Louaileche, H. (2014).** Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*.145:23-27.
- **Tulipani, S., Mezzetti, B., et Battino, M. (2009).** Impact of strawberries on human health: insight into marginally discussed bioactive compounds for the Mediterranean diet. *Public health nutrition* 12, 1656-1662.

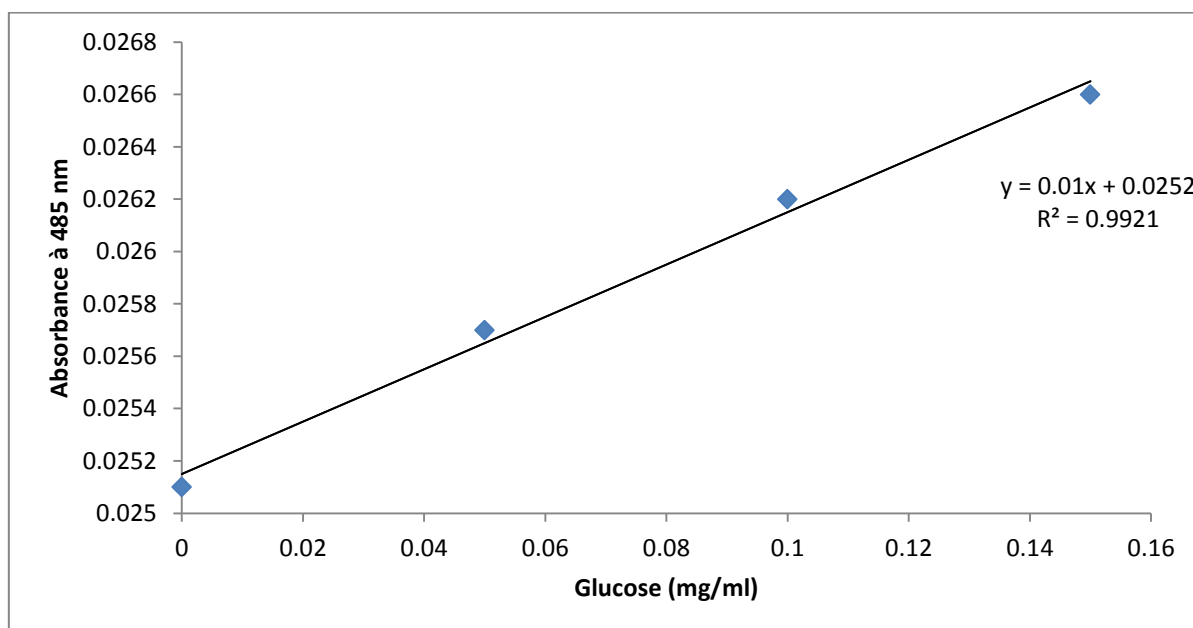
- **Vibhakara, H. S., et Bawa, A. S. (2006).** Manufacturing jams and jellies. *Handbook of fruits and fruit processing*, 189.
- **Zhang, Y., Liu, X., Wang, Y., Zhao, F., Sun, Z., et Liao, X. (2016).** Quality comparison of carrot juices processed by high-pressure processing and high-temperature short-time processing. *Innovative food science & emerging technologies*, 33, 135-144.

Annexe 1 : Botanique du fraisier .



Annexe 2 : Liste de matériels, réactifs et milieux.

Matériels	Réactifs	Milieux
<ul style="list-style-type: none"> • Balance. • Etuve. • Four à moufle. • Autoclave. • Thermomètre • Réfractomètre. • pH mètre. • Spectrophotomètre. • Articles de prélèvement (pipettes, micropipettes, béchers, spatules, fioles). • Réfrigérateur. • Creusets. • Pipette pasteur, • Coton cardé. • Anse de platine. • Bec de bunsen. • Plaque chauffante. • Bains marie. • Dessiccateur. • Evaporateur rotatif. • Burette. • Boîtes de Pétri. • Tubes à essai. • Verre de montre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réactifs : acide sulfurique, solution de phénol, Hydroxyde de potassium, tampon phosphate, eau distillée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Milieux de culture : milieu Plate Count Agar (PCA), milieu Violet Red Bile Agar (VRBL), milieu Oxytétracycline Glucose Agar (OGA), milieu Baird-Parker, Gélose nutritif (GN), gélose VF (Viande Foie), ampoule d'alun de fer, ampoule de sulfite de sodium.

Annexe 3 : Courbe d'étalonnage de glucose à 0.01 %**Annexe 4** : Résultats d'absorbance du glucose.

Concentration en mg/ml	0	0,05	0,1	0,15
Volume d'ED (ml)	0	4,995	4,99	4,985
Volume de la solution mère (ml)	0	0,005	0,01	0,015
DO à 485nm	0,0251	0,0257	0,0262	0,0266

Annexe 5 : Fiche de dégustation

Merci de nous aider à apprécier les caractères organoleptiques de nos confiture en cochant les cases à votre choix :

A (104) : Confiture de fraise

Appréciation	Couleur	Odeur	Goût	L'acidité
Très désagréable				
Peu désagréable				
Désagréable				
Ni désagréable ni agréable				
Peu agréable				
Agréable				
Très agréable				

B (105) : Confiture de fraise

Appréciation	Couleur	Odeur	Goût	L'acidité
Très désagréable				
Peu désagréable				
Désagréable				
Ni désagréable ni agréable				
Peu agréable				
Agréable				
Très agréable				

C (106) : Confiture de fraise

Appréciation	Couleur	Odeur	Goût	L'acidité
Très désagréable				
Peu désagréable				
Désagréable				
Ni désagréable ni agréable				
Peu agréable				
Agréable				
Très agréable				

Annexe 6: Résultats de préférence selon les descripteurs sensoriels**Par rapport à la couleur :**

	Les notes et leurs répétitions					
Echantillons	0	1	2	3	4	5
Confiture 1	1	1	0	0	6	6
Confiture 2	1	1	0	0	5	7
Confiture 3	1	1	0	4	4	4

Par rapport l'odeur :

	Les notes et leurs répétitions					
Echantillons	0	1	2	3	4	5
Confiture 1	0	2	2	2	5	3
Confiture 2	0	1	1	3	4	5
Confiture 3	0	0	0	0	4	10

Par rapport au goût:

	Les notes et leurs répétitions					
Echantillons	0	1	2	3	4	5
Confiture 1	0	0	0	4	8	2
Confiture 2	0	0	0	3	2	9
Confiture 3	1	1	0	4	3	5

Par rapport à l'acidité :

	Les notes et leurs répétitions					
Echantillons	0	1	2	3	4	5
Confiture 1	2	1	0	2	2	7
Confiture 2	2	1	0	3	1	7
Confiture 3	3	1	0	1	3	7

Résumé

L'objectif de ce travail a été atteint par la mise au point d'une confiture à base de fraise en utilisant des méthodes artisanales et industrielles. Les confitures élaborées ont subi des analyses physicochimiques (Brix, pH, Acidité, teneur en eau, taux de matière sèche, teneur en cendre, taux de sucres totaux) dont les résultats ont été déterminés et jugés comme étant conformes aux normes du CODEX pour les confitures. Des résultats obtenus de l'analyse microbiologique, il ressort que les trois confitures répondent de manière générale aux normes. A partir de l'analyse sensorielle, toutes les confitures ont été appréciées par le panel de dégustateurs et ont été classées par ordre décroissant : confiture 2 (traditionnelle), confiture 3 (industrielle), confiture 1 (traditionnelle). Les différents tests d'analyses réalisés pour la mise au point du produit ont permis de dire qu'on peut obtenir une confiture de qualité, du point de vue physico-chimique, microbiologique et sensoriel, exigée par les normes universelles.

Mots clés : Fraise, Confiture, Analyse physico-chimique, Analyse microbiologique, Test sensoriel.

Summary

The objective of this work was achieved by the development of strawberry jam using artisanal and industrial methods. The processed jams have undergone physicochemical analyzes (Brix, pH, Acidity, moisture content, dry matter content, ash content, total sugar levels), the results of which have been determined and found to comply with CODEX standards for jams. From the results obtained from the microbiological analysis, it appears that the three jams generally meet the standards. From the sensory analysis, all the jams were appreciated by the panel of tasters and were classified by decreasing order : jam 2 (traditional), jam 3 (industrial), jam 1 (traditional). The different tests carried out for the development of the product made it possible to say that we can obtain a quality jam, from the physico-chemical, microbiological and sensory point of view, required by the universal standards.

Keywords : Strawberry, Jam, Physico-chemical analysis, Microbiological analysis, Sensory test.

ملخص

تم تحقيق هدف هذا العمل من خلال تطوير مربى الفراولة باستخدام الأساليب الحرفية والصناعية. خضعت المربيات لتحليل فيزيائية وكيميائية (البريكس، الأس الهيدروجيني، الحموضة، محتوى الرطوبة، محتوى المادة الجافة، محتوى الرماد، مستويات السكر الكلية)، وقد تم تحديد نتائجها ووجدت أنها متوافقة مع المعايير العالمية للمربى. من النتائج التي تم الحصول عليها من التحليل الميكروبيولوجي، يبدو أن المربيات الثلاثة تفي بالمعايير بشكل عام. من التحليل الحسي، تم تقدير المربى من قبل لجنة المتذوقين وتم تصنيفها بترتيب تنازلي: المربى 2 (تقليدي)، المربى 3 (صناعي)، المربى 1 (تقليدي). الاختبارات المختلفة التي أجريت لتطوير المنتج مكنتنا من القول أن بإمكاننا الحصول على مربى عالي الجودة، من الناحية الفيزيائية الكيميائية، الميكروبيولوجية والحسية، التي تتطلبها المعايير العالمية.

الكلمات المفتاحية : فراولة ، مربى ، التحليل الفيزيائي الكيميائي ، التحليل الميكروبيولوجي ، الاختبار الحسي.