

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : le caféier(a) et ses fleurs(b)	6
Figure 2 : les fruits de caféier en cours de maturation(a), graines d'arabica(b), graines de robusta(c).....	8
Figure 3: différentes étapes du traitement par voie sèche des graines de café	10
Figure 4 : dépulpage	12
Figure 5: lavage des grains de café	13
Figure 6: différentes étapes de traitement par voie humide des graines de café	14
Figure 7: séchage du café après les différents traitements	16
Figure 8: décorticage à rouleau(a) et le décorticage par friction(b)	16
Figure 9: diagramme du traitement post-récolte du café	17
Figure 10: poivre de guinée	20
Figure 11 : processus de fabrication du café Touba.....	21
Figure 12: préparation du café Touba chez le marabout.....	22
Figure 13 : préparation du café Touba chez un marchand aux HLM	23
Figure 14 : préparation de café Touba à Colobane	24
Figure 15: évolution de la contamination la flore aérobie mésophile totale des échantillons de café Touba analysés de 2013à 2018 au LANAC.	37
Figure 16: évolution de la contamination des levures et moisissures des échantillons de café Touba analysés de 2013à 2018 au LANAC	37

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Nombre d'échantillons de café analysés au LANAC de 2013 à 2018	28
Tableau II : Critères microbiologiques applicables au café Touba	30
Tableau III : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2013	31
Tableau IV : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2014	32
Tableau V : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2015	33
Tableau VI : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2016	34
Tableau VII : Niveau de contamination des échantillons analysés en 2017	35
Tableau VIII : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2018	36



LISTE DES ABREVIATIONS

Aw : Activité de l'eau

COFRAC : Comité Française d'Accréditation

DCSC : Division de la Consommation et de la Sécurité des Consommateurs

EPT : Eau peptonée tamponnée

FAMT : flore aérobie mésophile totale

HLM : Habitation à Loyer Moderne

ISO : International Organization for Standardization

LANAC : Laboratoire National d'Analyses et de Contrôle

MKTTn : Bouillon Muller – Kauffmann au tétrathionate- novobiocine

OTA : Ochratoxine A

PCA: Plate count agar

RVS : Bouillon rapport- vassiliadis avec soja

XLD : Xylose Lysine Désoxycholate

YGC: Yeast Glucose Chloramphenicol

SOMMAIRE

DEDICACES	I
REMERCIEMENT	II
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
SOMMAIRE	VI
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	5
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE	26
1.1. CADRE D'ETUDE	27
1.2. MATERIEL ET METHODES	27
1.3. RESULTATS ET DISCUSSION	30
1.4. RECOMMANDATIONS	40
CONCLUSION	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	42
TABLE DES MATIERES	45

INTRODUCTION

Le café est la seconde matière première échangée dans le monde derrière le pétrole et c'est la première matière agricole en volume. Le café est issu des fruits du caféier qui se cultive entre les tropiques du Cancer et du Capricorne. La production mondiale de café s'élève à 7,4 milliards de kilos par an [1].

Le Sénégal, bien que n'étant pas producteur de café, les sénégalais restent de grand consommateur de café surtout avec l'arrivée du café Touba. C'est en 1902 de son retour du Gabon où il a été exilé que Cheikh Ahmadou Bamba (Khadimou Rassoul) a apporté le Café Touba en guise de cadeaux à ses disciples Mourides [2]. Ce breuvage est servi à toute occasion : baptême, mariage, cérémonie religieuse et décès, à toutes les heures de la journée et à tous les coins de la rue.

Le commerce autour du café Touba est de nos jours l'un des plus accessibles aux jeunes. La vente du « café Touba » est une activité lucrative. Elle est vite devenue le gagne-pain de nombreux jeunes. Ils y trouvent leur compte, en se faisant un petit bénéfice quotidien. D'anciens chômeurs y voient une aubaine pour survivre et gagner leur vie. Ces vendeurs, qui parcourent les rues des centres urbains avec leur cafetière conçue spécialement à cet effet, font légion. A la main un fourneau avec une cafetière qui peut contenir jusqu'à 8 litres de café chaud, ils font le tour de la ville à la recherche d'amateurs de café. D'autres choisissent comme point de vente des axes stratégiques empruntés quotidiennement par des clients potentiels.

Face à cette forte consommation de café Touba, assurer la qualité microbiologique de ce breuvage est une préoccupation majeure. En effet des études antérieures ont montré la présence de moisissure productrice d'ochratoxine A (OTA) dans le de café qui pourrait engendrer des maladies d'origine alimentaire tel que le cancer. D'où un véritable problème de santé publique nécessitant la mise en place d'un système de surveillance permettant de collecter des données à tous les niveaux de la chaîne de production du café Touba.

Cette présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité microbiologique du grain de café Touba moulu en se basant sur le niveau de contamination et/ou la détection de pathogènes sur les échantillons de grain café Touba moulu analysés au Laboratoire National d'Analyses et de Contrôle du Ministère du Commerce de 2013 à 2018. Pour atteindre cet objectif, la démarche suivante a été adoptée :

- Déterminer les tendances de contaminations des différents germes étudiés sur ce produit
- Évaluer l'évolution de la qualité microbiologique du café Touba

La première partie de ce document propose tout d'abord une synthèse bibliographique qui porte sur les généralités sur le café qui constitue la principale matière première de ce breuvage et sur le processus de sa fabrication. La seconde partie présente le matériel et les méthodes d'analyse utilisées pour le contrôle de la qualité microbiologique du café Touba ainsi que les résultats de cette étude et leur discussion. Enfin des recommandations et une conclusion sont émises.

**PREMIERE PARTIE : SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE**

1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Généralité sur le café

1.1.1. Définition du café

Le « café » vient du mot arabe "Cahouah" ou « قهوة Qahwah » qui désignait cette boisson. Il se transforma ensuite en "qahvè" en turc puis en "café" en italien, d'où le terme français de "café" qui est apparu vers 1600. Le café est une boisson psychoactive obtenue à partir des graines du caféier [3]. Le mot « café » désigne le grain et la cerise du caféier, qu'il s'agisse de café en parche, de café vert ou de café torréfié, et comprend le café moulu, le café décaféiné, le café liquide et le café soluble [4]. En résumé, le nom de café désigne aussi à la fois les graines du caféier, la boisson obtenue à partir de ces graines et le lieu de consommation de cette boisson.

1.1.2. Historique

Le caféier est historiquement originaire d'Éthiopie, dans la province de Kaffa, mais la question n'est pas absolument tranchée. Il est vraisemblable que les tous premiers caféiers sauvages soient originaires du Yémen, de l'autre côté du golf d'Aden. Les cafés qui y sont aujourd'hui toujours cultivés sont parmi les plus prestigieux de la région. La légende veut qu'un berger d'Abyssinie (actuelle Éthiopie) ait remarqué l'effet tonifiant de cet arbuste sur les chèvres qui en avaient consommé. Sa culture se répandit d'abord dans l'Arabie voisine, où sa popularité a très certainement profité de la prohibition de l'alcool par l'Islam. Il est alors appelé K'hawah, qui signifie revigorant en Arabe. Au XV^{ème} siècle, les musulmans introduisent le café en Perse, Égypte, Afrique du Nord et en Turquie, où le premier café, Kiva Han, ouvre en 1475 à Constantinople. L'engouement est tel qu'une loi turque de l'époque sur le divorce précise qu'une femme peut divorcer de son époux si celui-ci ne parvient pas à lui fournir une dose quotidienne de café. En 1583, un médecin allemand de retour d'un voyage de dix ans au Moyen-Orient, Léonard Rauwolf, est le premier occidental à décrire le breuvage : « une boisson aussi noire que l'encre, utile contre de nombreux maux, en particulier les maux d'estomac.. Elle est composée d'eau et du fruit d'un arbuste appelé « bunnu » à l'époque: le caféier [5].

1.1.3. Description botanique de la plante

Le caféier, au feuillage persistant, se couvre de fleurs éphémères, à odeur de jasmin. Les fruits parviennent à maturité dans l'année. Seuls les grains seront torréfiés. Le caféier a généralement plusieurs troncs, ce qui lui donne un aspect buissonnant. Les tiges principales poussent verticalement, les branches (ramifications primaires) sont horizontales. Des ramifications secondaires ou tertiaires apparaissent sur les branches. Les feuilles ovales sont persistantes, d'un vert brillant. Elles poussent en paires, opposées 2 à 2 le long de la tige. C'est une plante ligneuse de petite taille, mais qui peut s'élever jusqu'à 15 mètres en forêt. Les producteurs ont sélectionné des caféiers à port nain, cultivés à haute densité et taillés moins souvent [6]. La figure 1 illustre le caféier (a) [7] et les fleurs de caféier(b) [8].



(a)



(b)

Figure 1 : le caféier(a) et ses fleurs(b)

1.1.4. Le fruit du caféier

Le fruit du caféier est une drupe appelée cerise, qui pousse en grappes serrées sur les rameaux de l'arbre, à l'aisselle des feuilles. La cerise est constituée d'une peau rouge à maturité (l'exocarpe), d'une chair mucilagineuse plus ou moins abondante (le mésocarpe) et de deux graines opposées par leur face plate. La graine (ou endosperme) contient l'embryon, ou germe. Si une graine avorte, sa loge reste vide et l'autre prend une forme plus arrondie. Chaque graine est recouverte d'une pellicule « argentée » (le spermodermes) et entourée par la parche (endocarpe). La teneur en eau de la cerise fraîche est voisine de 65 % [9].

Il existe plusieurs espèces de café mais les plus connus, les plus commercialisés et les plus consommés sont l'arabica et le robusta. Le café arabica tient son nom arabica de la péninsule arabique. En effet, le Yémen a été la première région dans laquelle l'arabica a été consommé

et dégusté en tant que boisson comme nous la connaissons aujourd'hui. La variété « *Coffea arabica* » est la plus ancienne et la plus connue, avec près de 600 sous-variétés différentes. Elle pousse sur les hauts-plateaux à partir de 600 mètres d'altitude. Les températures moyennes sont plus basses, permettant à la plante de croître plus lentement et laissant plus de temps aux fruits pour développer leur goût (au total 9 à 11 mois). Par conséquent, elle est considérée sur le marché comme une variété d'excellente qualité. La graine est caractérisée par une forme plus allongée, avec un sillon en forme de S. Comparée à la variété *Coffea canephora*, elle ne contient que la moitié de caféine et possède une agréable saveur douce et arrondie avec une acidité fruitée très fine. Le café arabica représente 70% de la production de café mondiale. Les cinq plus grands pays producteurs de café arabica sont le Brésil, la Colombie, le Mexique, l'Ethiopie et le Guatemala [10].

La variété « *Coffea Canephora* » appelée « Robusta » n'a été découverte qu'au 18^{ème} siècle au Congo. Le café robusta tient son nom de la robustesse et de la résistance de son arbre. Ce caféier peut atteindre près d'une dizaine de mètres et résiste à de nombreuses maladies, insectes ou conditions météorologiques extrêmes. Il craint néanmoins le gel. Le café robusta est cultivé dans les plaines à une altitude plus basse que l'arabica, entre 0 et 800 mètres d'altitude sous un climat chaud oscillant entre 24 et 30°C et souvent en plein soleil. Dans ces conditions et grâce à sa croissance très rapide, cette espèce de café est plus facile à cultiver que l'arabica [10]. La période de maturation est plus courte, entre 6 à 9 mois, et la saveur moins prononcée. Contrairement aux fleurs et aux cerises de l'Arabica qui poussent de manière régulière sur la branche, celles du Robusta forment de petits tubercules sur la branche. Les grains sont caractérisés par une apparence assez large et arrondie avec un sillon en ligne droite et une saveur assez forte, intense et peu acide [11].

Le robusta présente un arôme moins développé, un goût plus amer et plus corsé que l'arabica. En raison de sa saveur terreuse et astringente, il est peu apprécié par les producteurs de café de grande qualité. De plus, le café robusta contient deux fois plus de caféine que le café arabica soit 3% en moyenne. Les variétés les plus célèbres du robusta sont le Java-Ineac, le Nana, le Kouillou et le Congensis. Le café robusta représente 30% de la production de café mondiale. Les cinq principaux producteurs de café robusta sont l'Indonésie, l'Ouganda, la Côte d'Ivoire, l'Inde et le Vietnam [10]

La figure 2 illustre les fruits du caféier (a) [10], les graines d'arabica(b) [12] et les graines de robusta(c) [11]



(a)



(b)



(c)

Figure 2 : les fruits de caféier en cours de maturation(a), graines d'arabica(b), graines de robusta(c)

1.2. Les différentes techniques de production du café

1.2.1. La récolte

La récolte, première étape doit s'effectuer quand les cerises arrivent « juste à maturité ». En effet les drupes vertes augmentent l'amertume du café et les cerises devenues violettes apportent un goût acre de pourri. La récolte peut s'effectuer de deux façons différentes.

La cueillette ou *picking* consiste à cueillir à la main les fruits à maturation. Cette technique implique plusieurs cueillettes pour chaque arbuste. Elle est donc relativement coûteuse mais fournit du café de qualité.

La seconde technique est l'égrappage ou le *stripping*. C'est un procédé mécanique qui consiste à secouer les arbustes pour en faire tomber les fruits. Cette technique est moins onéreuse mais la qualité du café n'est pas certifiée car plusieurs cerises issues d'un même arbre n'ont pas forcément le même degré de maturité.

Dans les exploitations familiales, la cueillette réunie toutes les générations qui se retrouvent pour vivre ensemble au rythme du café. Dans certains pays d'Amérique latine, les vacances scolaires sont parfois organisées pour que les enfants puissent participer à la récolte [13].

Après la cueillette des cerises avant d'avoir le café vert des traitements post récolte sont utilisés.

1.2.2. Les traitements post récolte

La préparation primaire du café répond à deux objectifs :

- Abaisser la teneur en eau de la cerise fraîche jusqu'à un niveau qui permette la bonne conservation des graines (soit environ 12%, sur matière humide) ;
- Débarrasser les graines de l'ensemble des enveloppes qui les entourent.

Pour atteindre ces objectifs deux traitements sont utilisés : le traitement par voie sèche qui conduit aux cafés « nature » et le traitement par voie humide qui donne des « cafés lavés ». Si la pulpe, gorgée d'eau, est abondante, elle rend le séchage direct difficile. Il faut donc d'abord la retirer, en utilisant la voie humide ; c'est le cas des arabicas doux. Les café robustas, qui possèdent peu de pulpe, sont dans la plupart des cas préparés directement par voie sèche [9].

• La voie sèche

Elle est nettement plus rapide, simple et moins onéreuse. La méthode sèche commence par le lavage des cerises tout juste récoltées, dans le but de les nettoyer mais aussi pour favoriser une autre méthode de triage, les cerises abîmées par les insectes ou trop mûres, qui se détachent facilement à ce stade [14]. Après un lavage sommaire, les cerises sont immédiatement étalées sur une surface dure et mises à sécher au soleil. Elles seront régulièrement retournées avec un râteau pour éviter leur fermentation. Après environ un mois, leur taux d'humidité passe de 20 % à 12%t. Leur coque devient brune et friable. A ce stade, elles seront ensilées avant décorticage. On obtient le café dit "non lavé ou nature". Elle reste utilisée surtout au Brésil et minoritairement au Costa Rica ou au Guatemala [15]. Il faut noter toutefois que pour obtenir de bons résultats, le traitement par voie sèche, bien que simple, exige l'application de bonnes méthodes et une gestion aussi rigoureuse que celle utilisée dans le traitement plus complexe par voie humide. Par kilo de café vert, presque deux fois plus d'eau est éliminée par voie sèche que par voie humide. Dans le traitement par voie sèche, les cerises entières protègent mieux la fève. On peut également ouvrir les cerises, ce qui est un compromis 'à faible technicité' permettant de réduire le temps de séchage sans trop accroître les coûts de transformation, qui sont élevés dans le traitement par voie humide. Cette opération doit être réalisée soigneusement afin de ne pas abîmer les fèves, ce qui risquerait d'augmenter la

possibilité de formation de moisissure, donc de production d'OTA, et entraîner une perte de qualité. L'analyse des défauts montre que certaines cerises peuvent être à l'origine d'une forte contamination par l'OTA [16]. Le traitement par voie sèche est illustré par la figure 3 :

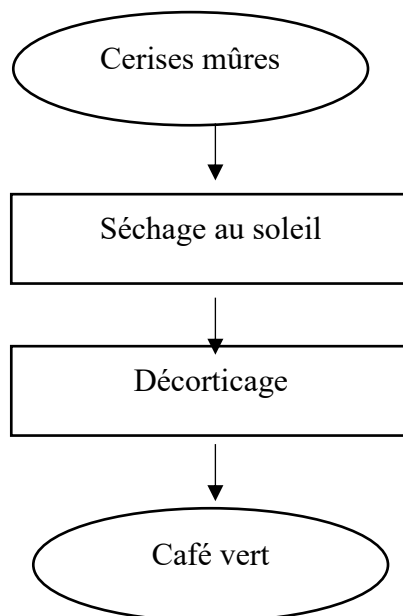


Figure 3: différentes étapes du traitement par voie sèche des graines de café [15]

- **La voie humide**

Pour que les cerises puissent être traitées par voie humide, il faut normalement qu'elles soient arrivées à maturité en même temps. Grâce aux nouvelles techniques de dépulpage, on peut toutefois inclure des cerises immatures. Le produit principal obtenu avec le traitement par voie humide est le café en parche et le produit secondaire est le café cerise. Le café cerise traité par voie sèche est obtenu à partir des cerises triées (café flottant et mbuni) qui ont été retirées de la chaîne de production principale en raison de défauts ou d'incompatibilité avec les techniques de traitement de la parche. Le café cerise a peu de valeur et on le néglige souvent alors qu'il est également destiné à la consommation humaine. Des analyses montrent que ce produit peut avoir une forte teneur d'OTA. Les cerises rejetées contiennent souvent une proportion élevée de défauts dont certains, selon les données résultant d'enquêtes, présentent des risques plus élevés de contamination par l'OTA que les grains sains produits dans le même lot. Le plus grand réservoir de producteurs d'OTA dans le traitement par voie humide est la cerise même du café, y compris la fève [16].

La voie humide nécessite un matériel spécial et de grandes quantités d'eau. Lorsqu'elle est faite selon les règles de l'art, elle préserve mieux les qualités intrinsèques des grains, produit un *café vert* homogène avec peu de grains défectueux. Le café traité selon cette méthode est donc généralement considéré comme de meilleure qualité et se négocie à des prix plus élevés.

Même après une cueillette soigneuse, il subsiste un certain nombre de cerises partiellement séchées ou immatures ainsi que des pierres et des saletés. Comme dans la *voie sèche*, un tri et un nettoyage préliminaires sont généralement nécessaires et doivent être faits le plus rapidement possible après la cueillette. Cette opération peut se faire en lavant les cerises dans des bassins remplis d'eau courante. Des tamis peuvent également servir à séparer les cerises mûres des cerises immatures, grosses ou petites. Après les avoir triées et nettoyées, on dépulpe les cerises. Cette opération est la principale différence entre la voie sèche et la voie humide. Dans la voie humide, la pulpe du fruit est séparée des grains avant le séchage.

- **Le dépulpage**

Le dépulpage est fait dans une machine qui presse les cerises entre une surface fixe et une surface mobile. La chair et la peau du fruit sont séparées des grains recouverts de leur enveloppe mucilagineuse. L'espace entre les surfaces est ajusté pour éviter d'endommager les grains. Le dépulpage doit être effectué le plus rapidement possible après la cueillette pour éviter une détérioration du fruit qui affecterait la qualité des grains. Les grains dépulpsés passent ensuite sur des tamis vibrants qui séparent les cerises non ou imparfaitement dépulpsées et les morceaux de pulpe qui auraient pu passer. Ensuite, les grains dépulpsés passent dans des bassins de lavage pour une séparation par flottation. Le dépulpage étant fait mécaniquement, il reste de la pulpe et du mucilage sur la paroi des grains qui doivent être totalement éliminés pour éviter une contamination des grains par les produits de la dégradation du mucilage [17].

Le dépulpage illustré par la figure 4 peut aussi se faire à l'aide d'une machine, qui combine l'utilisation de la friction et d'un jet d'eau ou équipé de lames. On sépare le grain de la pulpe [15].



Figure 4 : dépulpage [15]

- **La fermentation**

Les grains fraîchement dépulpés sont mis dans de grandes cuves de fermentation où le mucilage est dégradé par des enzymes naturelles jusqu'à élimination. Si la fermentation n'est pas faite de façon rigoureuse, le café peut prendre des odeurs indésirables. Pour la plupart des cafés, l'élimination du mucilage dure 24 à 36 heures, selon la température, l'épaisseur du mucilage et la concentration des enzymes. La fin de la fermentation est évaluée au toucher. La parche enveloppant les grains perd en effet sa consistance visqueuse et devient rugueuse. Après la fermentation, un bon lavage s'impose.

- **Le lavage**

Après la fermentation, le café est lavé à l'eau propre dans des cuves ou des machines spéciales. A ce stade, le café en parche humide a un taux d'humidité de 57% environ. Pour ramener cette valeur au taux maximal de 12,5%, on sèche le café en parche soit au soleil soit dans une sécheuse mécanique soit dans les deux [17].

Les grains de café sont passés à contre-courant d'un courant d'eau afin de les libérer du maximum d'impuretés. Cette étape permet aussi de ne conserver que les grains les plus murs qui étant plus lourd reste au fond ou par l'usage d'une trieuse dite de " Agard " [15]. Elle est illustrée par la figure 5. Après lavage, les grains sont séchés.



Figure 5: lavage des grains de café [15]

- **Le séchage**

À ce stade, le café est en parche. On le fait alors sécher au soleil dans d'immenses tiroirs se déplaçant sur rails, de manière à pouvoir vite les abriter en cas de pluie. Cette opération dure une (1) à trois (3) semaines.

Les grandes plantations possèdent des machines accélérant le séchage par l'envoi d'un jet d'air chaud qui peut alors se faire en 24 à 48 heures. La couleur du grain devient jaune doré. Il peut se faire aussi sur de vastes terrasses en béton ou en briques (patios) ou sur des tables entreillies fin. Les grains sont déversés sur une épaisseur de 2 à 10 cm et retournés fréquemment pour assurer un séchage uniforme. Le séchage au soleil prend de 8 à 10 jours, selon la température et l'humidité de l'air. Le café sèche plus rapidement s'il est étalé sur des tables surélevées car il bénéficie alors d'un courant d'air chaud ascendant [15].

La figure 6 montre les différentes étapes de traitement par voie humide des graines de café. La voie humide est en général utilisée pour l'Arabica, à l'exception de ceux produits au Brésil et dans les pays producteurs d'Arabica qui appliquent la méthode sèche. La voie humide est peu utilisée pour le Robusta. Après le séchage, le café traité par la voie humide, ou café en parche, est entreposé sous cette forme jusqu'à peu avant son exportation [15].

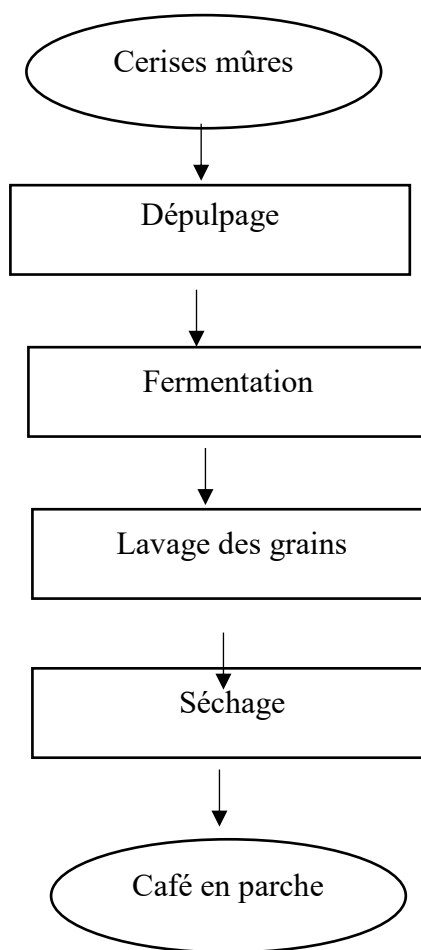


Figure 6: différentes étapes de traitement par voie humide des graines de café [15]

1.2.3. Le séchage du café

Pour n'importe quel traitement post récolte utilisé, voie sèche ou voie humide le café est soumis au séchage. Dans la majeure partie du monde, le séchage du café se fait au soleil sur des surfaces spécialement conçues : tables recouvertes de grillage métallique, nattes en bambou ou en chanvre, terrasses en ciment ou en brique, terre compactée, feuille plastique/bâche ou filets de pêche. Il est également fréquent que le café, après avoir été étalé au soleil, soit séché mécaniquement pour le ramener à un taux d'humidité d'environ 40%. Les séchoirs solaires sont peu nombreux, mais l'on trouve assez fréquemment des paraboliques et des Maquesina dans certaines régions. Le premier de ces deux types de séchoirs solaires ne s'avère toutefois efficace que dans certaines conditions météorologiques. Le temps

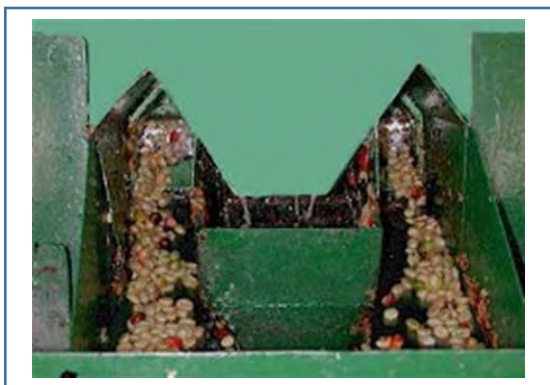
d'absorption de séchage (humidité pondérale en fonction du nombre de jours) se divise en trois phases : une période de latence initiale, une période de changement maximal et une phase de décélération. Les cerises de café ont une période de latence de 1 à 3 jours pendant laquelle l'humidité pondérale varie peu alors que le café en parche a une période de latence d'un jour ou moins. Les moisissures produisant de l'OTA subissent un désavantage compétitif dans ces conditions d'hydratation. La phase suivante est une fonction linéaire dont la pente dépend d'abord des conditions de séchage, puis de la technologie utilisée. Les cerises et la parche, dans des conditions similaires, sèchent au même taux maximum. C'est durant cette période que les producteurs d'OTA ont les plus grandes chances de se développer. Lorsque le café est presque sec, la graine retient étroitement l'eau restante et le taux de perte d'eau chute, ce qui se traduit par une période de séchage lent. Ces niveaux d'humidité suffisent pour permettre à certains champignons de se développer, mais les espèces productrices d'OTA n'en font pas partie. Pour qu'il y ait formation d'OTA, il faut qu'un ou plusieurs champignons producteurs puissent se développer. Pour cela, il faut que des conditions favorables soient réunies pendant une période de temps suffisant. L'une des principales conditions est la disponibilité en eau. S'il y a trop d'humidité (A_w supérieure à 0,95), les champignons hydrophiles, dont les levures, à reproduction rapide prospéreront et empêcheront le développement des producteurs d'OTA. S'il n'y en pas assez (A_w inférieure à 0,80), les producteurs d'OTA ne pourront pas produire de toxine. Si les conditions sont encore plus sèches (A_w comprise entre 0,78 et 0,76), les champignons producteurs d'OTA ne pourront pas se développer. Le but du contrôle de l'humidité sur les aires de séchage est de réduire la durée pendant laquelle le café se trouve dans les conditions d'activité de l'eau propice au développement des organismes producteurs d'OTA. Des résultats expérimentaux montrent que cette durée est de 5 jours au maximum [16]. Le séchage est illustré par la figure 7.



Figure 7: séchage du café après les différents traitements [16]

1.2.4. Le décortiquage

Le café est décortiqué avant exportation. La parche est retirée dans le cas du café lavé ; tandis que pour le café séché on élimine la coque. On utilise pour cela une décortiqueuse soit à friction, soit à rouleaux ou à percussion. La figure 8 montre les deux techniques de décortiquage.



(a)



(b)

Figure 8: décortiquage à rouleau(a) et le décortiquage par friction(b) [15]

Le diagramme du traitement post- récolte du café est illustré par la figure 9 :

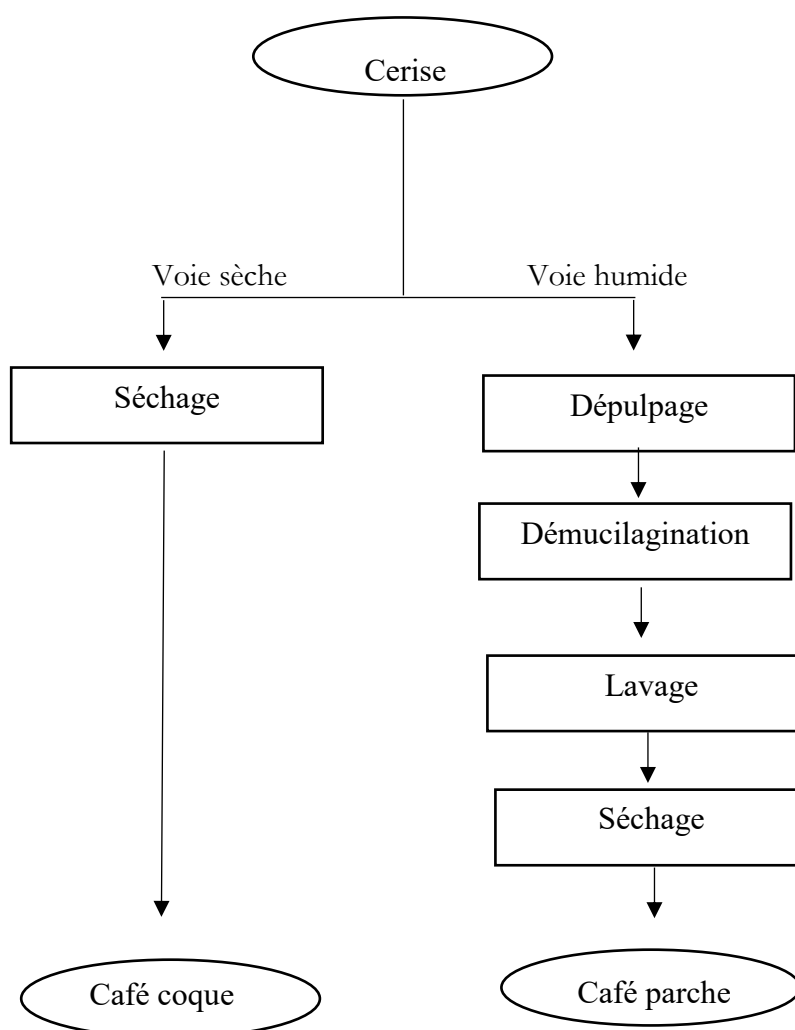


Figure 9: diagramme du traitement post-récolte du café [9]

1.3. La flore microbienne du café

Les microorganismes sont naturellement présents sur les cerises de café avant la récolte et au cours des traitements post-récolte. La biodiversité microbienne présente sur les cerises et grains de café dépend de la variété de café, des techniques de traitement post-récolte, des facteurs environnementaux du terroir tels que l'humidité, la température et la flore microbienne du sol entourant les caféiers [19]. L'évaluation de la flore microbienne présente sur la pulpe et les coques de café a révélé la présence de bactéries, de moisissures et de

levures à des taux variables du fait de la différence des traitements post-récolte appliqués [20]. Au Brésil des travaux montrent que parmi les 754 isolats, 164 sont des bactéries à Gram négatives (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Enterobacter* et *Serratia*); 191 sont des bactéries à Gram positives (*Microbacterium*, *Brochothrix*, *Dermabacter* et *Lactobacillus*), 107 sont des levures appartenant au genres *Pichia*, *Candida*, *Arxula* et *Saccharomycopsis*; enfin, 292 souches de moisissures ont été trouvées avec les genres *Cladosporium*, *Fusarium* et *Penicillium* [20].

Tous ces microorganismes présents sur le café ne sont pas néfastes. Il y en a qui font souvent partie de la flore normale de la matière première car participant à la fermentation du café : bactéries lactiques, bactéries acétiques et levures. D'autres sont des germes de contamination tels que les moisissures, les bacillus, les salmonella et la shigella. Ces derniers ne participent pas à la fermentation et peuvent causer des troubles graves chez le consommateur.

Une récolte et des traitements post-récolte mal conduits menacent la qualité du café et risque de favoriser sa contamination. Un séchage insuffisant, une reprise d'humidité et de mauvaises conditions de stockage après la récolte sont souvent à l'origine de la formation de moisissures susceptibles de produire de l'ochratoxine A (OTA) et de donner un goût indésirable au café. La présence d'ochratoxine A (OTA) dans le café vert a été signalée pour la première fois en 1974 par Levi et coll., et dans le café infusé en 1995 par Studer-Rohr et en 1988 par Tsubouchi. Des études montrent que la torréfaction détruit de 30 à 90 % et plus d'OTA dans le café vert dans les conditions commerciales normales de torréfaction et que l'OTA résiduelle dans le café torréfié peut être facilement extraite dans une solution aqueuse [21].

1.4. Procédé de fabrication du café Touba

Le « Café Touba », à ses débuts, était exclusivement consommé au Sénégal par les mourides du Baol. D'ailleurs, ce sont les ressortissants de cette localité, les Baol-Baol, qui l'ont répandu à l'occasion de leur exode vers les milieux urbains. Le « Café Touba » a pris, de nos jours, un développement fulgurant. Il est consommé par plus de 70% des Sénégalais, de tous âges et sexes. Beaucoup de gens sont devenus addictifs à cette boisson. Certains lui attribuent des vertus thérapeutiques. Le « Café Touba » est une véritable panacée contre plusieurs pathologies. Des analyses scientifiques confirment les vertus curatives et antimicrobiennes du poivre de Guinée (jâr) qui est l'épice principal du « Café Touba » [22].

1.5. Généralité sur le poivre de guinée

Xylopia aethiopica, est le nom scientifique du poivre de Guinée ou Kili. C'est une espèce d'arbre de la famille des Annonaceae dont les fruits séchés sont utilisés comme épice. Originaires de l'Afrique tropicale (de l'Ethiopie au Ghana) les fruits du poivre de Selim ressemblent à des cosses de haricot, en plutôt petits. Ils sont marron foncé, cylindriques, d'une longueur de 2.5 à 5 cm et une épaisseur de 4 à 6 mm. Le contour des graines sont visibles de l'extérieur. Chaque cosse contient de 5 à 8 graines en forme de reins d'environ 5 mm de long. Les gousses sont aromatiques mais pas les graines. Ils sont aromatiques, un peu âcre (piquant) et légèrement amer.

Dans les fruits du poivre de Selim, l'huile essentielle (2 à 4.5%) est principalement constituée de β -pinène, 1,8-cinéol, α -terpinéol, terpinène-4-ol, paradol, bisabolène et autres terpènes. Dans d'autres travaux, linalool (E)- β -ocimène, α -farnesène, β -pinène, α -pinène, myrténol et β -phellandrène ont été identifiés, ainsi que des traces de vanilline et 3-ethylphénol [22].

Le poivre de Guinée a été utilisé comme un substitut du poivre en Europe mais il a quasiment disparu avec l'importation massive du poivre noir d'Inde à partir du 16^{ème} siècle. Plus tard, le poivre de Selim fut vendu uniquement comme substitut du poivre (ou remplaçant) en temps de guerre ou manque de ressources. La dernière fois qu'on en a trouvée c'était après la seconde guerre mondiale jusque dans les années 1960. Il est aujourd'hui difficile d'en trouver hors des pays de production. Son goût est un mélange de cubèbe et de noix de muscade. Son usage est fréquent dans tous les pays où l'on trouve cette plante à l'état sauvage. Il est utilisé comme épice mais aussi pour ses vertus médicinales et aphrodisiaques.

Les fruits sont présents dans presque toutes les tisanes en Afrique de l'Ouest à cause de leurs multiples propriétés : fébrifuge, antibiotique, cholagogue, aphrodisiaques, vermifuges, dépuratifs, aromatique, etc. les fruits s'utilisent rarement seuls [23].

Au Sénégal, il sert à parfumer le café Touba, boisson traditionnelle des Mourides, mais aussi à la fabrication de boissons aphrodisiaques (Figure 10).



Figure 10: poivre de guinée [24]

1.6. Processus de fabrication de café Touba

Le café Touba ou café saff est composé de café (arabica ou robusta selon le café trouvé sur le marché) et de djar (poivre de Guinée, ou piment noir) d'où sa saveur et son odeur agréable.

Le grain de café qui est la principale matière première du café Touba est vendu par sac de 60 Kg ou par sac de 90 à 100Kg de café acheminé en vrac par conteneur. Les grossistes se rendent au marché Djawbé situé dans la région Kolda où nous retrouvons le café venant de la Côte d'Ivoire et de la Guinée dans des sacs et qui pour la plupart du temps ne sont pas contrôlés systématiquement pour déterminer la qualité du café. Nous trouvons aussi du café importé du Brésil sur le marché via le Port de Dakar. Le café acheté est ensuite vendu dans les différents marchés du pays au producteur de café Touba par lot de 500 kg ou de 1 tonne. Le diar aussi provient de la Côte d'Ivoire ou du Gabon.

Le processus de fabrication est présenté sur la figure 11.

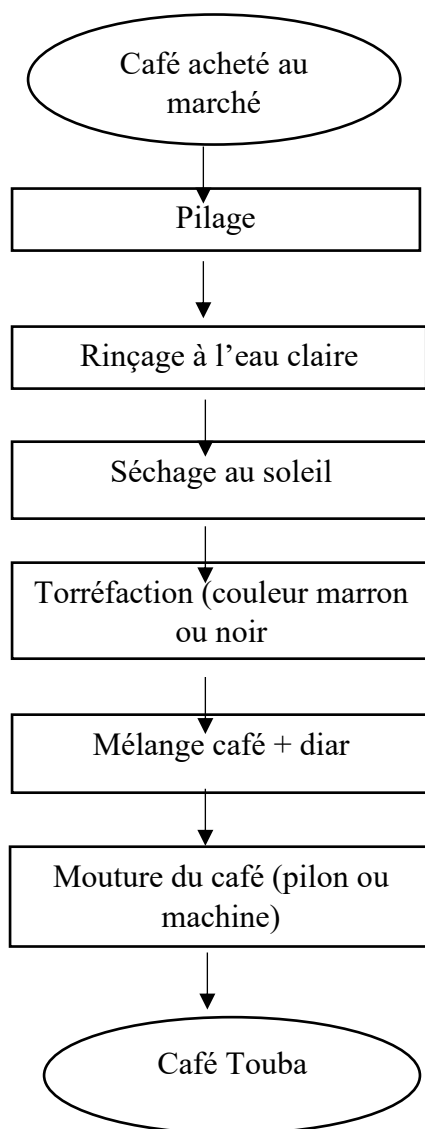


Figure 11 : processus de fabrication du café Touba

D'un endroit à un autre, les techniques et processus de fabrication du café sont différents.

Les figures 12 à 14 présentent les trois principaux procédés.

Café préparé chez les marabouts

La figure 12 présente le processus de fabrication du café Touba chez les marabouts.

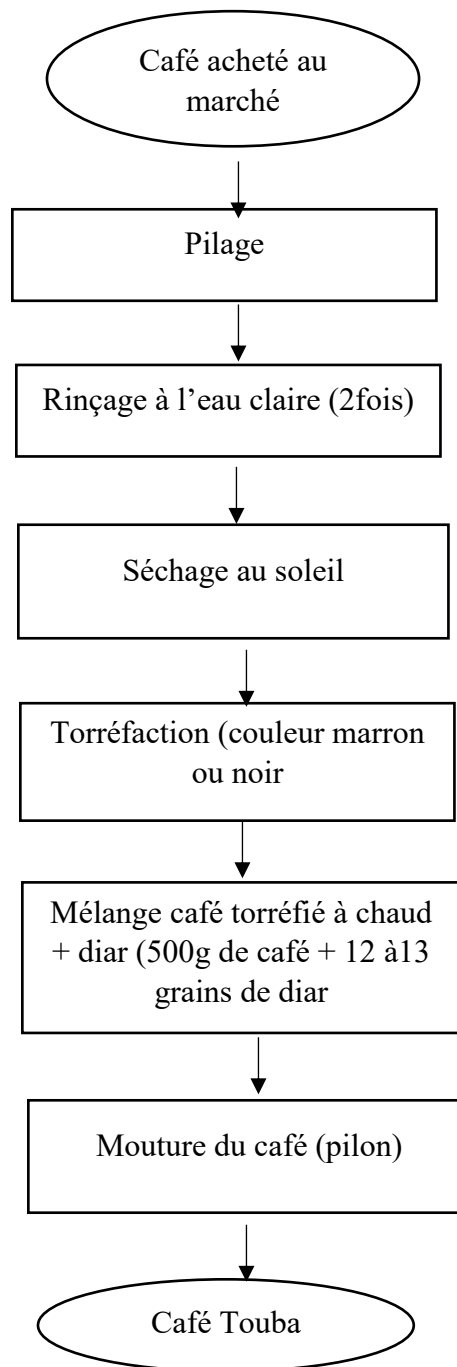


Figure 12: préparation du café Touba chez le marabout

Café préparé chez un marchand de café Touba aux HLM qui a vécu à Touba

Le processus de fabrication du café Touba réalisé par un marchand situé au quartier HLM de Dakar ayant vécu à Touba est illustré par la figure 13.

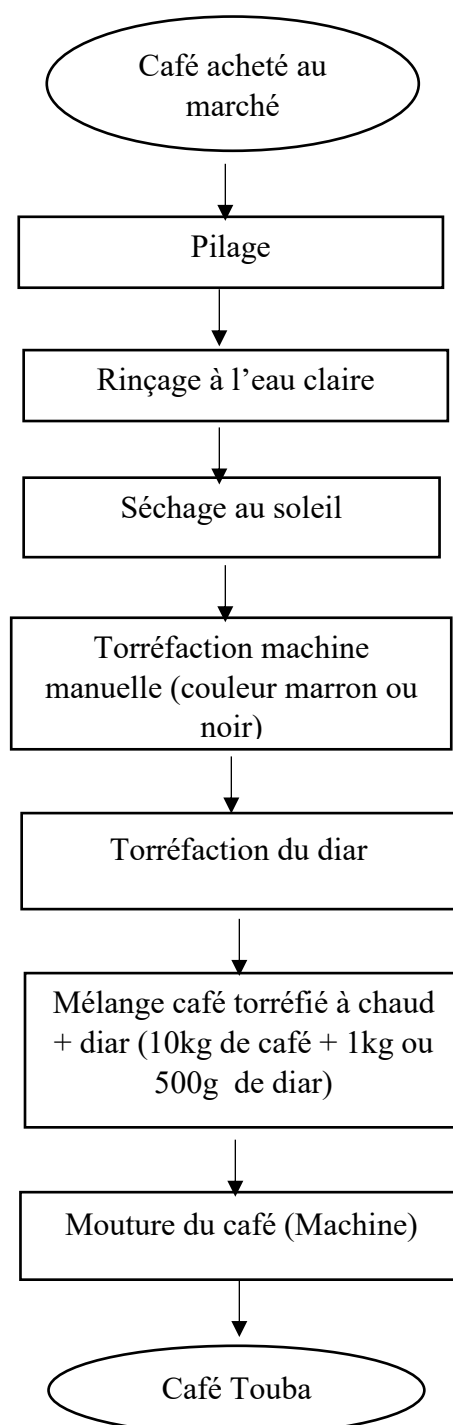


Figure 13 : préparation du café Touba chez un marchand aux HLM

Café préparé chez un vendeur trouvé à Colobane

La figure 14 montre la préparation du café Touba par un vendeur installé dans le quartier de Colobane à Dakar

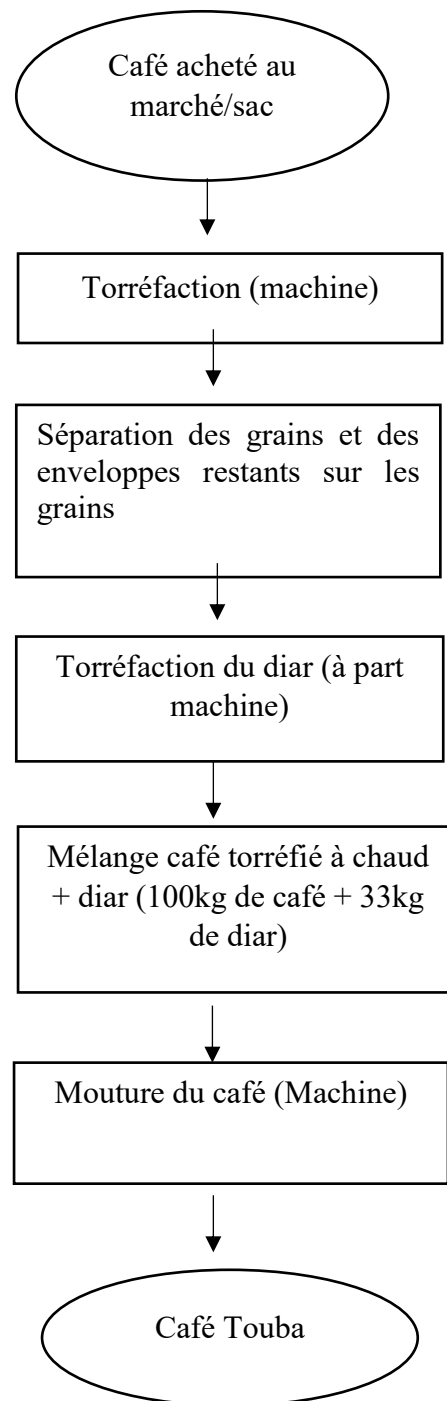


Figure 14 : préparation de café Touba à Colobane

Le processus de fabrication du café Touba est différent d'un endroit à un autre en ce qui concerne le traitement appliqué à la matière première et la quantité de Diar ajoutée. Les différences notées en ce qui concerne l'hygiène, la torréfaction et le dosage selon l'utilisation finale du café (consommation personnelle ou vente) vont avoir une répercussion sur la qualité du café Touba qui aura tendance à perdre ses vertus et aussi engendrer des risques de contamination. Les diagrammes de fabrication montrent que différentes étapes peuvent engendrer la présence et le développement de moisissures dans le café. C'est le cas d'un séchage incomplet ou lorsque le café est gardé dans des endroits humides. La présence de ces moisissures devrait être redoutée parce qu'elles peuvent être celles sécrétant de l'OTA, un risque pour la santé des consommateurs. Lors de nos visites des lieux de production de café Touba, nous avons constaté chez un des producteurs que le café est conservé dans un fût contenant au pare avant des antibiotiques et qui n'était pas lavé. Le fût était seulement essuyé avec un chiffon donc nous pouvons retrouver des résidus d'antibiotique qui peuvent entraîner des résistances aux antibiotiques. Un stockage des sacs de café ne répondant pas aux normes de salubrité.



DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

1. ETUDE EXPERIMENTALE

1.1. CADRE D'ETUDE

Les travaux ont été réalisés au Laboratoire d'Analyses et de Contrôle du Ministère du Commerce qui est un établissement public à caractère industriel et commercial sous la tutelle du Ministère du Commerce et du Ministère des Finances. Il est divisé en deux sections :

- Une section chimique accréditée ISO 17025 sur les dosages :
 - de la vitamine A dans les huiles et corps gras comestible,
 - de l'iode dans le sel alimentaire fortifié,
 - de l'histamine dans les produits de la pêche.
- Une section microbiologique qui est accréditée ISO 17025 suivant le programme 59 du COFRAC pour la recherche, l'identification et le dénombrement de microorganismes énumérés ci-dessous :
 - Flore totale à 30°C
 - Entérobactérie à 30°C ou 37°C
 - Coliformes totaux à 30°C
 - Coliformes thermotolérants
 - *Escherichia coli*
 - *Staphylocoques à coagulase* +
 - *Salmonelles*

Au niveau du LANAC le dosage de l'OTA dans le café n'est pas effectué. Pour le contrôle de la qualité du café Touba, nous recherchons : la flore aérobie mésophile totale (FAMT), les levures et moisissures et la recherche de salmonelle pour les analyses microbiologiques et l'humidité et les cendres sont dosés pour les analyses chimiques. Dans cette étude seuls les résultats des analyses microbiologiques sont exploités.

1.2. MATERIEL ET METHODES

1.2.1. Matériel

Les différents échantillons de café Touba analysés proviennent de la Direction de la Consommation et de la Sécurité des Consommateurs (DCSC). Le tableau I présente le nombre d'échantillons analysés.

Tableau I : nombre d'échantillons de café analysés au LANAC de 2013 à 2018

Date d'arrivée	Nombre d'échantillons
2013	08
2014	19
2015	10
2016	26
2017	17
2018	35
Total échantillon	115

Au total 115 échantillons ont été analysés au LANAC de 2013 à 2018. Ces échantillons nous sont parvenus de la Division de la Consommation et de la Sécurité des Consommateurs (DCSC) qui est un démembrement de la Direction du Commerce Intérieur (DCI).

1.2.2. Méthodes

1.2.2.1. Dénombrement de la Flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie mésophile totale est dénombrée selon la norme NF EN ISO 4833. 1 ml de la solution mère est déposée dans une boîte de pétri vide et mélangée à un milieu de culture gélosé fondu spécifié (PCA), constituant ainsi une boîte de géloseensemencée en profondeur. D'autres boîtes sont préparées dans les mêmes conditions, à partir de dilutions décimales de l'échantillon pour essai ou de la suspension mère. Les boîtes retournées sont incubées en conditions aérobies à 30 °C pendant 72 h.

Le nombre de micro-organismes par gramme d'échantillon est calculé à partir du nombre de colonies obtenues sur les boîtes contenant moins de 300 colonies en utilisant la formule ci-dessous.

$$N = \frac{\sum C}{v \times 1.1 \times d}$$

$\sum C$: est la somme des colonies comptées sur les 2 boîtes retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient au moins 10 colonies

v: est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres

d: la dilution correspondant à la première dilution retenue (d=1 pour un produit liquide non dilué : échantillon pour essai).

1.2.2.2. Dénombrement des levures et moisissures

Les levures et moisissures ont été dénombrées selon la norme NF-V- 08-059. 0,1 ml de la solution mère estensemencé à la surface d'une boîte de pétri pré coulée de gélose au Glucose et Chloramphénicol. Dans les mêmes conditions, on ensemence les dilutions décimales obtenues à partir de la suspension mère, à raison d'une boîte par dilution. Toutes les boites sont incubées à 25°C pendant 5 jours. Après la période d'incubation, on procède au comptage des levures et des thalles présents. Ne sont retenues que les boites contenant moins de 150 thalles ou levures au niveau de deux dilutions successives. La formule ci-dessous donne l'expression des résultats

$$N = \frac{\Sigma C}{V \times 1.1 \times d}$$

ΣC : est la somme des colonies comptées sur les 2 boites retenues de deux dilutions successives et dont au moins une contient au moins 10 colonies

v: est le volume de l'inoculum appliqué à chaque boîte, en millilitres

d: la dilution correspondant à la première dilution retenue (d=1 pour un produit liquide non dilué : échantillon pour essai).

1.2.2.3. Recherche des salmonelles

La recherche de *salmonelle* nécessite quatre phases successives selon la norme NF EN ISO 6579 :

- Un pré enrichissement : ensemencement de dans l'eau peptonée tamponnée à température ambiante, puis incubation à 37°C ± 1°C pendant 18h à 24h.
- Un enrichissement en milieux sélectifs liquides : ensemencement du bouillon rapport-vassilliadis avec soja (bouillon RVS) et du bouillon Muller – Kauffmann au tétrathionate-novobiocine (MKTTn) avec la culture obtenue au pré enrichissement (0,1ml de pré enrichissement dans un tube de 10 ml de RVS et 1ml de pré enrichissement dans un tube contenant 10 ml de MKTTn). L'incubation du RVS est effectuée à 41,5°C ± 1°C pendant 24h ± 3h et celle du MKTTn à 37°C ± 1°C pendant 24h ± 3h

- Un isolement et identification : à partir des cultures obtenues à l'enrichissement, ensemencement par stries sur deux boîtes de pétri pré coulées par de la gélose Gélose Xylose Lysine Désoxycholate (XLD) et Hecktoen qu'on incube à $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Confirmation : repiquage des colonies présumées de salmonelle isolées sur gélose : nutritive TSA et incubation à $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 24h et confirmation au moyen des essais biochimiques et sérologiques appropriés. La galerie API 20 E ou les entérotubes peuvent être utilisées

Expression des résultats : présence ou absence

1.3. RESULTATS ET DISCUSSION

1.3.1. Résultats

Critères microbiologiques du café Touba

Puisqu'il n'existe pas de norme codex sur la qualité microbiologique du café, un recueil de critère microbiologique élaboré par l'UEMOA sur les produits alimentaires est pris comme référence au niveau de notre laboratoire pour les produits africains. Le café Touba n'y figurant pas, nous avons pris comme critères ceux de la catégorie plantes stimulantes et dérivées et plus particulièrement ceux concernant les produits : fève et poudre de cacao, thé, café vert, café soluble, tabac, cola. Les valeurs de référence choisies sont celles de l'Union européenne. Le tableau II donne les critères microbiologiques applicables pour le café.

Tableau II : critères microbiologiques applicables au café Touba

Critères recherchés	Valeurs de référence
FAMT	10^3 - 10^4 /g
Levures et moisissures	10^2 - 10^3 /g
Salmonelle	Absence /25g

1.3.1.1. Niveau de contamination des échantillons de café Touba

Les tableaux III à VIII présentent les niveaux de contamination des différents échantillons de café Touba.

Tableau III : niveau de la contamination des échantillons analysés en 2013

Echantillons	FAMT	Levures et moisissures	Salmonelle
	Valeur de référence		
	$10^3 - 10^4/g$	$10^2 - 10^3/g$	Absence /25g
E ₁	$1,1.10^4$	$3,4.10^3$	Absence
E ₂	$1,7.10^4$	56	
E ₃	$2,2.10^5$	$3,5.10^3$	
E ₄	$9,5.10^2$	$1,5.10^3$	
E ₅	$6,4.10^6$	$2,2.10^3$	
E ₆	$1,3.10^3$	$1,6.10^3$	
E ₇	$5,2.10^4$	$6,4.10^3$	
E ₈	7.10^4	$6,9.10^4$	

Tableau IV : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2014

Echantillons	FAMT	Levures et moisissures	Salmonelle
	Valeur de référence		
	$10^3 - 10^4/\text{g}$	$10^2 - 10^3/\text{g}$	Absence /25g
E ₁	$3,3.10^4$	$7,6.10^3$	Absence
E ₂	10^4	$7,6.10^2$	
E ₃	$1,9.10^4$	$1,9.10^4$	
E ₄	$2,5.10^4$	$3,4.10^4$	
E ₅	$1,7.10^2$	3.10^2	
E ₆	$1,7.10^4$	$1,4.10^3$	
E ₇	4.10^3	$2,4.10^3$	
E ₈	$2,5.10^7$	$1,5.10^5$	
E ₉	$5,8.10^3$	$5,6.10^2$	
E ₁₀	$1,3.10^4$	$6,8.10^3$	
E ₁₁	$4,7.10^4$	$3,5.10^4$	
E ₁₂	$8,7.10^3$	$1,3.10^3$	
E ₁₃	$3,6.10^2$	$1,9.10^3$	
E ₁₄	$1,9.10^3$	moins de 10^2	
E ₁₅	$5,7.10^4$	$5,4.10^3$	
E ₁₆	$5,4.10^3$	$1,5.10^6$	
E ₁₇	$4,8.10^3$	$1,5.10^6$	
E ₁₈	$1,5.10^3$	$6,3.10^3$	
E ₁₉	$5,3.10^5$	$7,3.10^5$	

Tableau V : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2015

Echantillons	FAMT	Levures et moisissures	Salmonelle
	Valeur de référence		
	$10^3 - 10^4/\text{g}$	$10^2 - 10^3/\text{g}$	Absence /25g
E ₁	$7,3.10^2$	$8,2.10^2$	Absence
E ₂	30	$1,8.10^2$	
E ₃	$1,7.10^4$	3.10^2	
E ₄	$4,6.10^2$	moins de 10^2	
E ₅	$3,2.10^3$	3.10^2	
E ₆	$8,1.10^3$	$1,6.10^3$	
E ₇	$3,3.10^3$	10^2	
E ₈	$1,3.10^4$	6.10^2	
E ₉	$1,3.10^5$	2.10^2	
E ₁₀	9.10^3	5.10^2	

Tableau VI : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2016

Echantillons	FAMT	Levures et moisissures	Salmonelle
	Valeur de référence		
	$10^3 - 10^4/g$	$10^2 - 10^3/g$	Absence /25g
E ₁	$2,3.10^4$	2.10^3	Absence
E ₂	$4,2.10^4$	$1,5.10^3$	
E ₃	$1,6.10^2$	moins de 10^2	
E ₄	$1,4.10^2$	moins de 10^2	
E ₅	$2,1.10^4$	10^2	
E ₆	9.10^3	$5,5.10^2$	
E ₇	$4,6.10^5$	10^2	
E ₈	6.10^2	2.10^2	
E ₉	$1,9.10^4$	10^2	
E ₁₀	$1,8.10^5$	$1,5.10^2$	
E ₁₁	$6,6.10^2$	2.10^2	
E ₁₂	$2,1.10^5$	$1,6.10^3$	
E ₁₃	$1,9.10^2$	$1,6.10^3$	
E ₁₄	$4,9.10^2$	3.10^3	
E ₁₅	$4,7.10^5$	$6,6.10^4$	
E ₁₆	$2,4.10^2$	$4,8.10^3$	
E ₁₇	$1,4.10^4$	$2,5.10^3$	
E ₁₈	$4,7.10^2$	$1,2.10^3$	
E ₁₉	$1,1.10^5$	$1,5.10^4$	
E ₂₀	$1,4.10^5$	$8,7.10^4$	
E ₂₁	$1,2.10^4$	$2,8.10^3$	
E ₂₂	9.10^2	$1,8.10^3$	
E ₂₃	$1,6.10^3$	$4,3.10^3$	
E ₂₄	$5,9.10^3$	3.10^2	
E ₂₅	moins de 10	moins de 10^2	
E ₂₆	10^2	$3,6.10^2$	

Tableau VII : Niveau de contamination des échantillons analysés en 2017

Echantillons	FAMT	Levures et moisissures	Salmonelle
	Valeur de référence		
	$10^3 - 10^4/\text{g}$	$10^2 - 10^3/\text{g}$	Absence /25g
E ₁	$2,2.10^3$	$1,3.10^3$	Absence
E ₂	$2,6.10^2$	4.10^2	
E ₃	$6,9.10^3$	10^5	
E ₄	3.10^2	$1,3.10^3$	
E ₅	$3,4.10^4$	$5,7.10^4$	
E ₆	5.10^4	6.10^4	
E ₇	$5,3.10^3$	6.10^3	
E ₈	$1,5.10^2$	10	
E ₉	$2,1.10^4$	$9,6.10^3$	
E ₁₀	9.10^2	$1,2.10^3$	
E ₁₁	10^3	$2,5.10^3$	
E ₁₂	$2,3.10^5$	$1,1.10^5$	
E ₁₃	$3,9.10^5$	$1,4.10^5$	
E ₁₅	$7,1.10^3$	$6,4.10^3$	
E ₁₆	$2,8.10^4$	10	
E ₁₇	$3,1.10^3$	$1,5.10^5$	
E ₁₈	54	8.10^2	

Tableau VIII : Niveau de la contamination des échantillons analysés en 2018

Echantillons	FAMT	Levures et moisissures	Salmonelle
	Valeur de référence		
	$10^3 - 10^4/\text{g}$	$10^2 - 10^3/\text{g}$	Absence /25g
E1	$4,7.10^3$	$7,1.10^3$	Absence
E ₂	3.10^5	1,5	Présence
E ₃	$9,6.10^3$	$5,7.10^3$	Absence
E ₄	80	moins de 10^2	
E ₅	$7,3.10^2$	$5,2.10^2$	
E ₆	$2,8.10^4$	$1,2.10^3$	
E ₇	$7,5.10^2$	moins de 10^2	
E ₈	$1,3.10^3$	moins de 10^2	
E ₉	$6,6.10^3$	$3,6.10^2$	
E ₁₀	$4,3.10^4$	$1,3.10^5$	
E ₁₁	$3,5.10^4$	3.10^2	
E ₁₂	10^2	moins de 10^2	
E ₁₃	$2,2.10^5$	moins de 10^2	
E ₁₄	$8,8.10^4$	30	
E ₁₅	moins de 10	moins de 10^2	
E ₁₆	$3,6.10^3$	3.10^2	
E ₁₇	10^5	10^2	
E ₁₈	$1,9.10^3$	2.10^2	
E ₁₉	$4,8.10^2$	moins de 10^2	
E ₂₀	2.10^3	10^2	
E ₂₁	$2,5.10^2$	$1,7.10^3$	
E ₂₂	$1,4.10^3$	moins de 10^2	
E ₂₃	2.10^3	moins de 10^2	
E ₂₄	$2,3.10^3$	moins de 10^2	
E ₂₅	$1,9.10^2$	moins de 10^2	
E ₂₆	$3,2.10^3$	moins de 10^2	
E ₂₇	$5,8.10^3$	moins de 10^2	
E ₂₈	$3,6.10^4$	moins de 10^2	
E ₂₉	$1,4.10^4$	moins de 10^2	
E ₃₀	moins de 10	moins de 10^2	
E ₃₁	2.10^3	moins de 10^2	
E ₃₂	$6,8.10^2$	moins de 10^2	
E ₃₃	$2,3.10^3$	2.10^2	
E ₃₄	$1,2.10^4$	3.10^2	
E ₃₅	18	moins de 10^2	

Nous pouvons remarquer que les règles d'hygiène sont observés par la plus part des producteurs car sur tous les échantillons de café Touba analysés de 2013 à 2018 seul un est contaminé par salmonelle.

1.3.1.2. Evolution des flores de contamination des échantillons de café Touba

L'évolution du taux de contamination de la flore totale et des levures et moisissures est présenté par les figures 12 et 13.

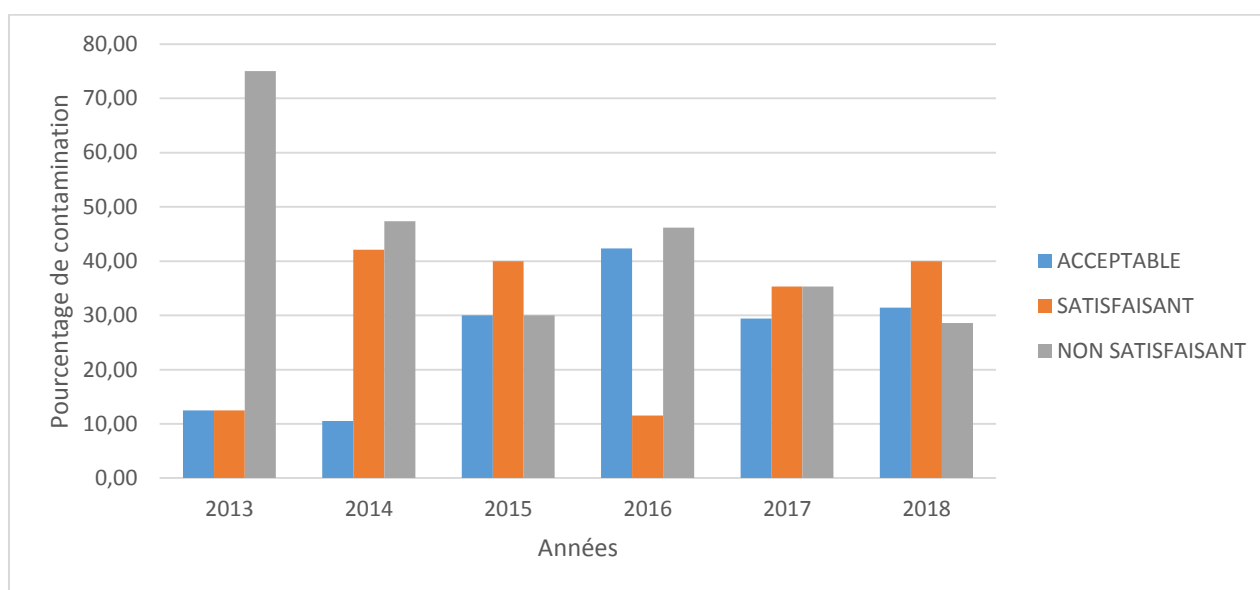


Figure 15: évolution de la contamination la flore aérobie mésophile totale des échantillons de café Touba analysés de 2013à 2018 au LANAC.

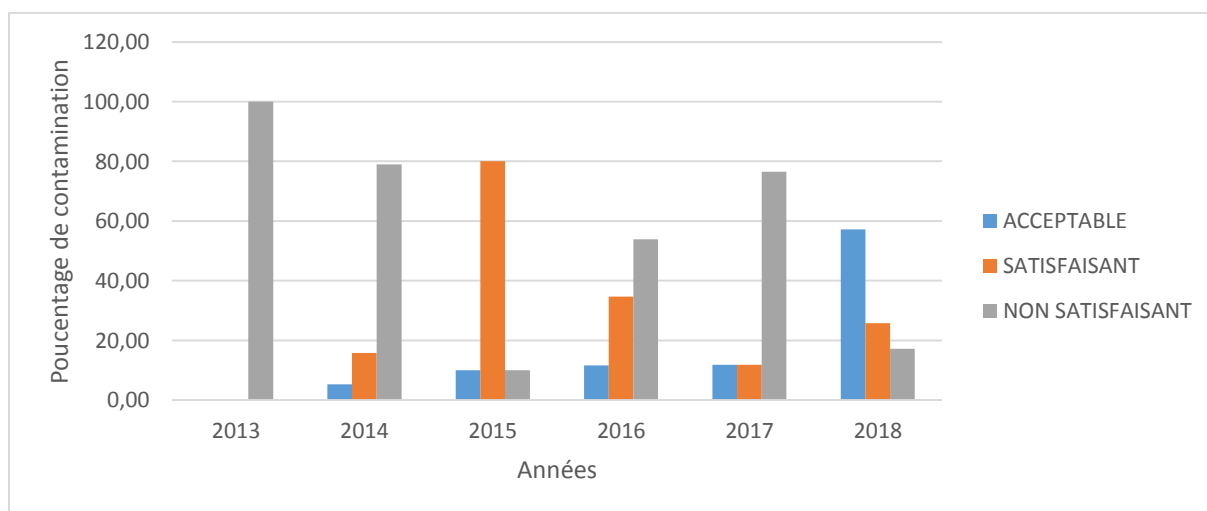


Figure 16: évolution de la contamination des levures et moisissures des échantillons de café Touba analysés de 2013à 2018 au LANAC

1.3.2. Discussion

En 2013 sur 8 échantillons de café Touba analysés, nous n'avons que 10% d'échantillons acceptables et 10% échantillons de satisfaisants. Les 80% restants sont non satisfaisants donc non propre à la consommation. Mais au cours du temps nous notons une nette baisse de la contamination de 2014 à 2018 puisque nous passons de 80% de non satisfaisants en 2013 à moins de 30% de non satisfaisants. Ses résultats peuvent s'expliquer par une bonne pratique d'hygiène de fabrication et aussi de plus en plus la production se modernise. Au niveau du laboratoire nous recevons de plus en plus d'échantillons produits par des entreprises agroalimentaires avec de bons emballages.

Pour les levures et moisissures aussi nous notons qu'il y a une amélioration bien que quelques fois il y a des fluctuations. En 2013 100% de non satisfaisants sur la contamination des levures et moisissures sur les 8 échantillons de café Touba analysés ont été notés mais une diminution de la contamination est notée au fil du temps avec moins de 20% de contamination en levures et moisissures en 2018 sur 39 échantillons. Elle peut s'expliquer par l'implication des entreprises agroalimentaires dans la production et aussi par l'emballage qui de plus en plus est amélioré permettant de mieux conserver le café et de lutter contre l'humidité. Toutefois nous pouvons noter que sur les boîtes d'YGC utilisées pour le dénombrement des levures et moisissures nous n'observons que des moisissures rarement des levures s'y développent et aussi sur le Plat Count Agar utilisé pour le dénombrement de la FAMT nous observons la présence des moisissures. Nos résultats sont comparables à ceux obtenus par Silva *et al.*, 2000 cités dans la bibliographie qui eux aussi avait noté une présence de moisissures dans le café. Ces moisissures pouvant être des moisissures sécrétant des toxines comme l'Ochratoxine A qui peut être cancérigène.

Pour ce qui s'agit de la recherche des salmonelles sur tous les échantillons analysés de 2013 à 2018 nous n'avons noté qu'un échantillon contaminé. Cette contamination pourrait être faite au moment de la manipulation du produit puisque nous savons que la présence de salmonelle est due à une contamination fécale.

Pour le niveau de contamination sur les 115 échantillons analysés de 2013 à 2018 nous avons 28,70% échantillons qui sont acceptable et 31,30% qui sont satisfaisants et 40 % de non satisfaisant donc au total nous avons 60% d'échantillons qui sont conformes par rapport à la FAMT. Et pour les levures et moisissures nous avons au total 50,44% d'échantillons conforme avec 23,48% d'échantillons acceptables et 26,96% d'échantillons satisfaisants et 49,57% de non satisfaisants. Nous avons plus de la moitié des échantillons qui sont conformes

à la FAMT, aux levures et moisissures et conformes aux salmonelles donc qui sont propres à la consommation mais une présence de moisissure au niveau de la PCA la question que nous posons est de savoir si la présence de moisissure ne présenterait pas de risque au consommateur.

Et un échantillon positif pour la recherche de salmonelle sur les 115 échantillons de 2013 0à 2015 qui nous permet de dire que les bonnes pratiques d'hygiène sont suivies.

1.4. RECOMMANDATIONS

Les résultats de cette étude montrent la présence de moisissures dans tous les échantillons de café Touba que ça soit au niveau des boîtes de Plat Count Agar pour le dénombrement de FAMT qu'au niveau des boîtes de YGC pour le dénombrement des levures et moisissures où les levures s'y développent rarement. Ce qui nous pousse à dire qu'une amélioration de la qualité du café Touba est souhaitable afin d'avoir du café Touba avec tous ses vertus comme nous le disait notre vénéré Cheikh Ahmadou Bamba. Il faut en particulier :

- Suggérer aux autorités responsables de la sécurité sanitaire des aliments de :
 - Contrôler la qualité des grains de café importés de différents pays producteurs
 - Faire des visites d'inspection des sites de production de café Touba.
 - Appliquer des bonnes pratiques de conditionnement du produit fini
 - Mettre en œuvre les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication dans les unités de production de café Touba
- Recommander que des analyses plus poussées soient faites au laboratoire pour déterminer la teneur en OTA
- Identifier les moisissures présentes dans les matières premières, les produits intermédiaires et les produits finis
- Appliquer pour le café Touba, le même traitement de contrôle de la qualité que celui pour l'exportation des produits

CONCLUSION

Cette étude avait pour but d'évaluer la qualité microbiologique du café Touba analysé au Laboratoire National d'Analyses et de Contrôle (LANAC) de 2013 à 2018. Ces échantillons nous sont parvenus de la Direction de la Consommation et de la Sécurité des Consommateurs qui s'appuie sur le résultat de nos analyses pour délivrer le certificat de mise sur le marché de tous les produits alimentaires.

Après suivi de l'évolution du niveau de contamination de la FAMT, des levures et moisissures et des salmonelles, les résultats obtenus ont montré qu'au début de la production du café Touba pour la vente en 2013, 100% des échantillons analysés étaient impropres à la consommation. Des progrès sur la qualité ont été ensuite notés au niveau de la production dans les années ultérieures. Le nombre d'échantillons non satisfaisants est passé de 100% à 20% en 2018. Toutefois, cette étude doit être complétée par le dosage de l'OTA et l'identification des moisissures isolées sur le grain de café importé et sur le café Touba et par l'évaluation des risques liés à la consommation du café Touba,

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUE**

- [1] : données sur le café disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisation_internationale_du_caf%C3%A9, consulté le 29 Novembre 2018
- [2] : <http://apanews.net/fr/news/cafe-touba-la-boisson-spirituelle-des-senegalais>, consulté le 29 Novembre 2018
- [3] : définition du café (Michelle et al.,2003).
- [4] : définition du café (Journal officiel de l'Union européenne, 2008)
- [5] : historique du café (Michel Tuchscherer, *Le commerce du café avant l'ère des plantations coloniales : espaces, réseaux, sociétés (XVe-XIXe siècle)*, Institut français d'archéologie orientale, 2001, p. 8)
- [6] : description du caféier (Denis & Bernard, 2003).
- [7] : image du caféier disponible sur : <http://1000-plantes.over-blog.com/2015/06/le-cafeier.html>, consulté le 29 Novembre 2018
- [8] : image disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Caf%C3%A9#/media/File:Coffee_Flowers.JPG, consulté le 29 Novembre 2018
- [9] : Tome2 : microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires page 288- 289
- [10] : Coffee : World Markets and Trade [archive], Office of Global Analysis du Département de l'Agriculture des États-Unis, décembre 2015
- [11] : <https://www.ekita-cafe.com/difference-entre-cafe-arabica-et-cafe-robusta.htm>, consulté le 29 Novembre 2018
- [12] : image de graine de café disponible sur : http://cooktoo.me/wp-content/uploads/2014/05/cooktoo_cafe_arabica.jpg, consulté le 29 Novembre 2018
- [13] : *L'ABCdaire du Café*, **Alain Stella**, Flammarion
- [14] : <http://lecafedeclara.fr/anatomie-du-cafe/>, consulté le 29 Novembre 2018
- [15] : <http://sites.estvideo.net/cafe/Traitement.html>, consulté le 29 Novembre 2018
- [16] : <http://www.ico.org/documents/ed1988f.pdf>, consulté le 30 Novembre 2018
- [17] <https://www.graindecafe.com/traitement-du-cafe.htm>, consulté le 30 Novembre 2018
- [18] : (Batista *et al.*, 2009)
- [19] : (Roussos *et al.*, 1995)

[20] : (Silva et al., 2000)

[21]: http://www.ico.org/projects/Good HygienePractices/cnt/cnt_fr/ghpx.html, consulté le 30 Novembre 2018

[22]: (Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, 3285, 1999)

[23]: <http://afrique-tisane.e-monsite.com/pages/la-botanique-en-image/xylophia-thiopica>, consulté le 30 Novembre 2018

[24]: http://www.grainsdeparadis.com/POIVRE_IM04.gif, consulté le 30 Novembre 2018

TABLE DES MATIERES

DEDICACES	I
REMERCIEMENT	II
LISTE DES FIGURES	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	V
SOMMAIRE	VI
INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	5
1.1. Généralité sur le café.....	5
1.1.1. Définition du café.....	5
1.1.2. Historique	5
1.1.3. Description botanique de la plante	6
1.1.4. Le fruit du caféier	6
1.2. Les différentes techniques de production du café	8
1.2.1. La récolte.....	8
1.2.2. Les traitements post récolte.....	9
1.2.3. Le séchage du café	14
1.2.4. Le décorticage	16
1.3. La flore microbienne du café.....	17
1.4. Procédé de fabrication du café Touba	18
1.5. Généralité sur le poivre de guinée.....	19
1.6. Processus de fabrication de café Touba	20
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE.....	26
1. ETUDE EXPERIMENTALE.....	27
1.1. Cadre d'étude	27
1.2. Matériel et méthodes	27
1.2.1. Matériel	27
1.2.2. Méthodes	28
1.2.2.1. Dénombrement de la Flore aérobie mésophile totale.....	28
1.2.2.2. Dénombrement des levures et moisissures.....	29
1.2.2.3. Recherche des salmonelles.....	29

1.3. RESULTATS ET DISCUSSION.....	30
1.3.1. Résultats	30
1.3.1.1. Niveau de contamination des échantillons de café Touba	31
1.3.1.2. Evolution des flores de contamination des échantillons de café Touba.....	37
1.3.2. Discussion	38
1.4. RECOMMANDATIONS.....	40
CONCLUSION	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	42
TABLE DES MATIERES	45