

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre et de l'Univers**



Département de Biologie

Laboratoire des Produits Naturels

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : « Sciences des aliments »

Thème

**Contribution à l'étude qualitative des cafés de
consommation commercialisés dans la région de
Tlemcen**

Présenté par : M^{elle} BENBABOUCHE BAHIA
Soutenu le : 20/06 /2013

Devant le jury composé de :

Mm. BENDIMERAD N.	Professeur	Président	Université de Tlemcen
MR. LAZOUNI H. A.	Maître de Conférences A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. BELLOUT B.	Maître Assistant A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. CHABANE SARI S.M.	Maître de Conférences A	Promoteur	Université de Tlemcen

Année universitaire: 2012-2013



Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon père et ma mère qui m'ont éclairé mon chemin et qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études depuis ma naissance.

A mon frère Redouane, à mes sœurs Mamia et Chérifa.

Ma sœur Nacéra, son mari Abde Elkarim, et leurs jeunes Abde Elrehmane et Abde Elhai.

Ma sœur Nawel, son mari Samir, et le petit Mohammed Yacine.

A toute ma famille.

Mes très chère amies : Anouchti, Fatima Zohra, pour leur soutien aux moments difficiles de mon travail et surtout pour leurs patiences.

Je tiens à remercier Hafsa et Abde Eljelil pour m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.

A Hassiba, Asma, sara, hanane, Ahlem, samira, Fulla, mohammed, mohammed yacino, redouane, amina, zahia, salim, yasser et salem.

Et pour toute la promotion Master2 science des aliments 2015.

Melle Bahia





Remerciements

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes reflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire du laboratoire des Produits Naturels, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers; Université ABOU BAKR BELKAID de Tlemcen.

Je tiens à exprimer toute mes reconnaissances et remerciements au **Mr. CHABANE SARI S.M.**, Maître de Conférences A, à l'université Abou Bakr Belkaid, pour avoir accepté la charge d'être rapporteur de ce mémoire. Je le remercie pour sa disponibilité, ses pertinents conseils, ses orientations et pour les efforts qu'il avait consentis durant la rédaction de ce mémoire, ainsi pour son soutien moral et scientifique qui m'a permis de mener à terme ce projet.


Mes Remerciements vont également à **Mme. BENDIMERAD NASSIMA.**, Professeur au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, qui m'a fait l'honneur de présider le jury qui va juger ce travail.

J'adresse mes remerciements à **Mr. LAZOUNI HAMMADI A.**, Maître de Conférences A au département d'Ecologie et Environnement, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, pour sa disponibilité à juger ce travail.

Je tiens à remercier **Mr. BELLOUT B.**, maître Assistant A au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, pour avoir accepté de siéger parmi les membres du jury.

Je remercie sincèrement **Mr. MOUSSA BOUDJAMAA B.**, Directeur du Laboratoire de Microbiologie Appliquée a l'Agroalimentaire au Biomédicale et à l'Environnement (LAMAABE), Professeur au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou





Bakr Belkaid, et les membres de son équipe, pour m'avoir permis de travailler au sein de son Laboratoire et d'utiliser tout le matériel dont j'avais besoin.

Je présente mes remerciements à **Mr. FOUAD GAOUAR HAMDANI**, président directeur général de « S.A.R.L. AFRICAFAE », à **Mr. LOTFI GAOUAR HAMDANI**, directeur général, S.A.R.L. AFRICAFAE et à **Mr. KARA ALI FETHI**, directeur commercial, SARL AFRICAFÉ ; ainsi que l'ensemble du personnel de SARL, pour m'avoir accueilli au sein de leurs laboratoire et pour leurs précieuses aides.

Je voudrais remercier **Mr. MEZIANE TANI M.**, inspecteur, pour ses conseils et qu'il accepte de me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.)

J'aimerais également exprimer ma gratitude à **Mr. LAHBAB AHMED**, directeur de Centre Algérien de Contrôle de Qualité et de l'Emballage (CACQE) pour son aide précieuse.

J'adresse également mes remerciements à **Mme. BEZZAR** et **M^{ELLE} BENAHMED MERYEM** pour leur aide et pour leur vaste gentillesse.

Mes remerciements s'adressent également à toutes les gens de laboratoire : **NADJET, Mme BENMANSOUR, DJALAL, AMINE, MOHAMMED, YAZID et WAFAA** ; pour leur disponibilité, leur bonne humeur, et pour m'avoir fait partager leur expérience.

Je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Demo (Visit <http://www.pdf24.com>)



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre et de l'Univers**

Département de Biologie

Laboratoire des Produits Naturels

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : « Sciences des aliments »

Thème

**Contribution à l'étude qualitative des cafés de
consommation commercialisés dans la région de
Tlemcen**

Présenté par : M^{elle} BENBABOUCHE BAHIA
Soutenu le : 20/06 /2013

Devant le jury composé de :

Mm. BENDIMERAD N.	Professeur	Président	Université de Tlemcen
MR. LAZOUNI H. A.	Maître de Conférences A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. BELLOUT B.	Maître Assistant A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. CHABANE SARI S.M.	Maître de Conférences A	Promoteur	Université de Tlemcen

Année universitaire: 2012-2013



Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon père et ma mère qui m'ont éclairé mon chemin et qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études depuis ma naissance.

A mon frère Redouane, à mes sœurs Mamia et Chérifa.

Ma sœur Nacéra, son mari Abde Elkarim, et leurs jeunes Abde Elrehmane et Abde Elhai.

Ma sœur Nawel, son mari Samir, et le petit Mohammed Yacine.

A toute ma famille.


Mes très chère amies : Anouchti, Fatima Zohra, pour leur soutien aux moments difficiles de mon travail et surtout pour leurs patiences.

Je tiens à remercier Hafsa et Abde Eljelil pour m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.

A Hassiba, Asma, sara, hanane, Ahlem, samira, Fulla, mohammed, mohammed yacino, redouane, amina, zahia, salim, yasser et salem.

Et pour toute la promotion Master2 science des aliments 2015.

Melle Bahia





Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon père et ma mère qui m'ont éclairé mon chemin et qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études depuis ma naissance.

A mon frère Redouane, à mes sœurs Mamia et Chérifa.

Ma sœur Nacéra, son mari Abde Elkarim, et leurs jeunes Abde Elrehmane et Abde Elhai.

Ma sœur Nawel, son mari Samir, et le petit Mohammed Yacine.

A toute ma famille.

Mes très chère amies : Anouchti, Fatima Zohra, pour leur soutien aux moments difficiles de mon travail et surtout pour leurs patiences.

Je tiens à remercier Hafsa et Abde Eljelil pour m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.

A Hassiba, Asma, sara, hanane, Ahlem, samira, Fulla, mohammed, mohammed yacino, redouane, amina, zahia, salim, yasser et salem.

Et pour toute la promotion Master2 science des aliments 2015.

Melle Bahia





Remerciements

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes reflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire du laboratoire des Produits Naturels, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers; Université ABOU BAKR BELKAID de Tlemcen.

Je tiens à exprimer toute mes reconnaissances et remerciements au **Mr. CHABANE SARI S.M.**, Maître de Conférences A, à l'université Abou Bakr Belkaid, pour avoir accepté la charge d'être rapporteur de ce mémoire. Je le remercie pour sa disponibilité, ses pertinents conseils, ses orientations et pour les efforts qu'il avait consentis durant la rédaction de ce mémoire, ainsi pour son soutien moral et scientifique qui m'a permis de mener à terme ce projet.


Mes Remerciements vont également à **Mme. BENDIMERAD NASSIMA.**, Professeur au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, qui m'a fait l'honneur de présider le jury qui va juger ce travail.

J'adresse mes remerciements à **Mr. LAZOUNI HAMMADI A.**, Maître de Conférences A au département d'Ecologie et Environnement, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, pour sa disponibilité à juger ce travail.

Je tiens à remercier **Mr. BELLOUT B.**, maître Assistant A au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, pour avoir accepté de siéger parmi les membres du jury.

Je remercie sincèrement **Mr. MOUSSA BOUDJAMAA B.**, Directeur du Laboratoire de Microbiologie Appliquée a l'Agroalimentaire au Biomédicale et à l'Environnement (LAMAABE), Professeur au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou





Bakr Belkaid, et les membres de son équipe, pour m'avoir permis de travailler au sein de son Laboratoire et d'utiliser tout le matériel dont j'avais besoin.

Je présente mes remerciements à **Mr. FOUAD GAOUAR HAMDANI**, président directeur général de « S.A.R.L. AFRICAFAE », à **Mr. LOTFI GAOUAR HAMDANI**, directeur général, S.A.R.L. AFRICAFAE et à **Mr. KARA ALI FETHI**, directeur commercial, SARL AFRICAFÉ ; ainsi que l'ensemble du personnel de SARL, pour m'avoir accueilli au sein de leurs laboratoire et pour leurs précieuses aides.

Je voudrais remercier **Mr. MEZIANE TANI M.**, inspecteur, pour ses conseils et qu'il accepte de me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.)

J'aimerais également exprimer ma gratitude à **Mr. LAHBAB AHMED**, directeur de Centre Algérien de Contrôle de Qualité et de l'Emballage (CACQE) pour son aide précieuse.

J'adresse également mes remerciements à **Mme. BEZZAR** et **M^{ELLE} BENAHMED MERYEM** pour leur aide et pour leur vaste gentillesse.

Mes remerciements s'adressent également à toutes les gens de laboratoire : **NADJET, Mme BENMANSOUR, DJALAL, AMINE, MOHAMMED, YAZID et WAFAA** ; pour leur disponibilité, leur bonne humeur, et pour m'avoir fait partager leur expérience.

Je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Demo (Visit <http://www.pdfsiliter.com>)



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre et de l'Univers**

Département de Biologie

Laboratoire des Produits Naturels

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : « Sciences des aliments »

Thème

**Contribution à l'étude qualitative des cafés de
consommation commercialisés dans la région de
Tlemcen**

Présenté par : M^{elle} BENBABOUCHE BAHIA
Soutenu le : 20/06 /2013

Devant le jury composé de :

Mm. BENDIMERAD N.	Professeur	Président	Université de Tlemcen
MR. LAZOUNI H. A.	Maître de Conférences A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. BELLOUT B.	Maître Assistant A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. CHABANE SARI S.M.	Maître de Conférences A	Promoteur	Université de Tlemcen

Année universitaire: 2012-2013



Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon père et ma mère qui m'ont éclairé mon chemin et qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études depuis ma naissance.

A mon frère Redouane, à mes sœurs Mamia et Chérifa.

Ma sœur Nacéra, son mari Abde Elkarim, et leurs jeunes Abde Elrehmane et Abde Elhai.

Ma sœur Nawel, son mari Samir, et le petit Mohammed Yacine.

A toute ma famille.

Mes très chère amies : Anouchti, Fatima Zohra, pour leur soutien aux moments difficiles de mon travail et surtout pour leurs patiences.

Je tiens à remercier Hafsa et Abde Eljelil pour m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.

A Hassiba, Asma, sara, hanane, Ahlem, samira, Fulla, mohammed, mohammed yacino, redouane, amina, zahia, salim, yasser et salem.

Et pour toute la promotion Master2 science des aliments 2015.

Melle Bahia



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen



**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre et de l'Univers**

Département de Biologie

Laboratoire des Produits Naturels

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : « Sciences des aliments »

Thème

**Contribution à l'étude qualitative des cafés de
consommation commercialisés dans la région de
Tlemcen**

Présenté par : M^{elle} BENBABOUCHE BAHIA
Soutenu le : 20/06 /2013

Devant le jury composé de :

Mm. BENDIMERAD N.	Professeur	Président	Université de Tlemcen
MR. LAZOUNI H. A.	Maître de Conférences A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. BELLOUT B.	Maître Assistant A	Examineur	Université de Tlemcen
MR. CHABANE SARI S.M.	Maître de Conférences A	Promoteur	Université de Tlemcen

Année universitaire: 2012-2013



Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A mon père et ma mère qui m'ont éclairé mon chemin et qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études depuis ma naissance.

A mon frère Redouane, à mes sœurs Mamia et Chérifa.

Ma sœur Nacéra, son mari Abde Elkarim, et leurs jeunes Abde Elrehmane et Abde Elhai.

Ma sœur Nawel, son mari Samir, et le petit Mohammed Yacine.

A toute ma famille.

Mes très chère amies : Anouchti, Fatima Zohra, pour leur soutien aux moments difficiles de mon travail et surtout pour leurs patiences.

Je tiens à remercier Hafsa et Abde Eljelil pour m'avoir aidé à réaliser ce mémoire.

A Hassiba, Asma, sara, hanane, Ahlem, samira, Fulla, mohammed, mohammed yacino, redouane, amina, zahia, salim, yasser et salem.

Et pour toute la promotion Master2 science des aliments 2015.

Melle Bahia





Remerciements

Tout d'abord, louange à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et m'a inspiré les bons pas et les justes reflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire du laboratoire des Produits Naturels, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers; Université ABOU BAKR BELKAID de Tlemcen.

Je tiens à exprimer toute mes reconnaissances et remerciements au **Mr. CHABANE SARI S.M.**, Maître de Conférences A, à l'université Abou Bakr Belkaid, pour avoir accepté la charge d'être rapporteur de ce mémoire. Je le remercie pour sa disponibilité, ses pertinents conseils, ses orientations et pour les efforts qu'il avait consentis durant la rédaction de ce mémoire, ainsi pour son soutien moral et scientifique qui m'a permis de mener à terme ce projet.


Mes Remerciements vont également à **Mme. BENDIMERAD NASSIMA.**, Professeur au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, qui m'a fait l'honneur de présider le jury qui va juger ce travail.

J'adresse mes remerciements à **Mr. LAZOUNI HAMMADI A.**, Maître de Conférences A au département d'Ecologie et Environnement, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, pour sa disponibilité à juger ce travail.

Je tiens à remercier **Mr. BELLOUT B.**, maître Assistant A au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou Bakr Belkaid, pour avoir accepté de siéger parmi les membres du jury.

Je remercie sincèrement **Mr. MOUSSA BOUDJAMAA B.**, Directeur du Laboratoire de Microbiologie Appliquée a l'Agroalimentaire au Biomédicale et à l'Environnement (LAMAABE), Professeur au département de Biologie, Faculté des sciences, Université Abou





Bakr Belkaid, et les membres de son équipe, pour m'avoir permis de travailler au sein de son Laboratoire et d'utiliser tout le matériel dont j'avais besoin.

Je présente mes remerciements à **Mr. FOUAD GAOUAR HAMDANI**, président directeur général de « S.A.R.L. AFRICAFAE », à **Mr. LOTFI GAOUAR HAMDANI**, directeur général, S.A.R.L. AFRICAFAE et à **Mr. KARA ALI FETHI**, directeur commercial, SARL AFRICAFÉ ; ainsi que l'ensemble du personnel de SARL, pour m'avoir accueilli au sein de leurs laboratoire et pour leurs précieuses aides.

Je voudrais remercier **Mr. MEZIANE TANI M.**, inspecteur, pour ses conseils et qu'il accepte de me rencontrer et répondre à mes questions durant mes recherches.)

J'aimerais également exprimer ma gratitude à **Mr. LAHBAB AHMED**, directeur de Centre Algérien de Contrôle de Qualité et de l'Emballage (CACQE) pour son aide précieuse.

J'adresse également mes remerciements à **Mme. BEZZAR** et **M^{ELLE} BENAHMED MERYEM** pour leur aide et pour leur vaste gentillesse.

Mes remerciements s'adressent également à toutes les gens de laboratoire : **NADJET, Mme BENMANSOUR, DJALAL, AMINE, MOHAMMED, YAZID et WAFAA** ; pour leur disponibilité, leur bonne humeur, et pour m'avoir fait partager leur expérience.

Je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Demo (Visit <http://www.pdfslitmerger.com>)



TABLE DES MATIERES

Dédicaces

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction générale 01

Synthèse bibliographique

Chapitre01 : Généralités sur le café 03

1. Étymologie - Définitions 03
2. Historique 03
3. Botanique 05
4. Les différentes variétés de café 07
5. La culture de café 09
6. Les pays producteurs du café 09
7. Traitement des cerises de café 10
8. La torréfaction des grains de café vert 12
9. La mouture des grains 13
10. Composition du café 14
11. La caféine 15
12. Effets bénéfiques du café sur la santé 16
13. Les effets préjudiciables du café sur la santé 17

Chapitre02 : l'analyse du café 18

1) Les analyses physicochimiques 18

2) Les analyses sensorielles 18

2 - 1. Les objectifs de l'analyse sensorielle du café 18

2 - 2. Définition de l'analyse sensorielle 19

2 - 3. Conditions de l'analyse sensorielle	19
3) Analyses microbiologiques	21
3 - 1. Définition des mycotoxines	22
3 - 2. Les mycotoxines dans la chaîne alimentaire	22
3 - 3. Microorganismes producteurs des mycotoxines.....	22
3 - 4. Nature des mycotoxines.....	23
3 - 5. Biosynthèse des mycotoxines	23
3 - 6. Facteurs influençant la toxinogénèse	24
3 - 7. Prévention et moyens de lutte	27
3 - 8. Impacts sanitaires et économiques.....	29

Matériels et méthodes

● Échantillonnage	31
● Analyses physicochimiques	33
1. Mesure de pH	33
2. Détermination de la matière sèche	34
3. Détermination de la teneur en cendres	35
4. Analyses par spectrophotométrie (UV- visible)	36
5. Détermination de taux des matières solubles.....	37
6. Analyses par l'infrarouge (IR)	38
● Analyses sensorielles	40
● Analyses microbiologiques	42
➤ Isolement des moisissures	42
➤ Purification et conservation	42
➤ Identification des moisissures	42

Résultats et discussions

● Analyses physicochimiques	44
1. Mesure de pH	44
2. Détermination de la matière sèche	44
3. Détermination de la teneur en cendres	45
4. Analyses par spectrophotométrie (UV- visible)	46
5. Détermination de taux des matières solubles.....	47
6. Analyses par l'infrarouge (IR)	48

• Analyses sensorielles	53
1/ Résultats de questionnaire	53
2/ Résultats de l'analyse sensorielle	57
• Analyses microbiologiques	62
➤ Isolement des moisissures	62
➤ Purification et conservation	64
➤ Identification des moisissures	65
Conclusion générale	68
Références bibliographique	70
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Composition des grains de café verts et torréfiés selon la variété.....	15
Tableau 02 : Paramètres de préparation des échantillons des cafés fraudés de différentes concentrations	32
Tableau 03 : Valeurs des matières solubles des différents échantillons des cafés commercialisés étudiés	47
Tableau 04 : Résultats de la détermination de taux des matières solubles des différents échantillons préparés (purs + fraudés) étudiés	48
Tableau 05 : Dénombrement des souches isolées à partir des échantillons étudiés	63

Liste des figures

Figure 01: Un exemple de caféier	05
Figure 02: Fleurs de caféier	06
Figure 03: Cerises du café	07
Figure 04: Coupe de la cerise du café	07
Figure 05: Photos des graines des deux principales variétés du café; Arabica et Robusta	08
Figure 06: Production de café dans le monde	10
Figure 07: Flux du traitement par voie sèche	11
Figure 08: Flux du traitement par voie humide	11
Figure 09: l'aspect des graines du café au cours de la torréfaction à différents degrés	13
Figure 10: structure de la caféine	15
Figure 11: structure de la Xanthines	15
Figure 12 : Photo de graines du café vert	31
Figure 13 : Photo de Torréfacteur de marque BRAMBATI	31
Figure 14 : l'aspect des graines après torréfaction	31
Figure 15: Photos de Broyeur professionnel de marque SANTOS	31
Figure 16: pH-mètre	33
Figure 17: Photos de l'appareil IR avec ses compartiments	39
Figure 18: Identification microscopique des moisissures par la méthode de scotch	43
Figure 19: Valeurs moyennes du pH de différents échantillons analysées	44
Figure 20: Taux de la matière sèche exprimé en pourcentage des échantillons étudiés	45
Figure 21: Teneur en cendres exprimé en pourcentage des échantillons étudiés	46
Figure 22 : l'absorbance des échantillons étudiés à la longueur d'onde maximale	47
Figure 23 : spectres des échantillons purs et des échantillons commercialisés	49

Figure 24 : spectres des échantillons fraudés, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide	49
Figure 25 : spectres des échantillons A, B, C, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide	50
Figure 26 : spectres des échantillons F, G, I, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide	51
Figure 27 : spectres des échantillons D, E, H, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide	52
Figure 28 : Consommation du café	53
Figure 29 : Consommation du café selon le sexe	54
Figure 30 : Consommation du café selon l'âge.....	54
Figure 31 : Mode de consommation du café	54
Figure 32 : Habitude de consommation du café	54
Figure 33 : Moment de consommation du café	55
Figure 34 : Lieu de consommation du café	55
Figure 35 : Variétés du café consommé	55
Figure 36 : Marque du café par consommé	56
Figure 37 : Sélection du café par l'odeur	56
Figure 38 : Profils sensoriels des cafés boissons: idéal, A, B et C	58
Figure 39: Profils sensoriels des cafés boissons: idéal, D, E et F	58
Figure 40 : Profils sensoriels des cafés boissons: idéal, G, H et I	59
Figure 41 : Résultats de test hédonique des cafés en poudres	60
Figure 42 : Résultats de l'isolement des moisissures des cafés commercialisés étudiés	62
Figure 43 : Résultats de l'isolement des moisissures des cafés fraudés étudiés	62
Figure 44: Souche de type A	64
Figure 45: Souche de type B.....	65
Figure 46: l'identification des souches isolées	66

Liste des Abréviations

Aw: activité de l'eau.

CQA : Contrôle Qualité et Analyses.

°C : degré celsius.

cm : centimètre.

DO: Densité Optique.

FTIR : Infrarouge à Transformée de Fourier.

G : gramme.

HR : humidité relative.

h : heure.

IR : Infra-Rouge.

Log : logarithme.

Min : minute.

MS : Matière Sèche.

ml: milliliter.

nm : nanomètre

OMS : organisation mondiale de la santé.

PDA: Potato Dextrose Agar.

pH : potentiel d'hydrogène.

THF : Tetrahydrofurane.

UV : ultra- violet.

UFC : unité fondamentale des colonies.

VIS : visible.

µm : micromètre.

Résumé

Le café est la seconde production d'échanges après le pétrole et devant le blé, cette production représente 4% du commerce mondial des produits alimentaires.

L'objectif de notre travail est de contribuer à l'étude qualitative des cafés de consommation commercialisés dans la région de Tlemcen et pour se faire il a été nécessaire de procéder à des analyses physico-chimiques, sensorielles et microbiologiques.

La prospection physico-chimique des échantillons étudiés a révélé :

- Un pH nettement acide compris entre 5,64 et 6,25 qui ne conforme pas aux normes (pH = 5).
- Un taux de matière sèche échelonné entre 96,02% et 98,63%, intervalle permettant de situer nos échantillons dans la catégorie des produits peu hydratés.
- Des basses teneurs en cendres comprise entre 4,15 % et 5,75% sauf un échantillon qui avait une teneur supérieure aux normes (6%).
- Des taux des matières solubles étalées entre 7,3 % et 20,3% qui se réfèrent à la différence de composition entre les échantillons.
- L'impureté de quelques échantillons due à l'addition frauduleuse d'un additif qui est probablement le sucre caramélisé.

L'analyse sensorielle des échantillons de café a mentionnée que les cafés analysés présentent une grande différence entre eux d'où il y'a quelques marques de non qualité par rapport au autres du point du vue des consommateurs.

L'investigation mycologique réalisée sur le milieu de culture PDA a révélé la présence des espèces *Aspergillus* et *Penicillium*.

D'après ces résultats on constate que le café destiné à la consommation n'est pas d'une très bonne qualité parcequ'il est fraudé par l'ajout d'un additif qui altère la qualité organoleptique de ce produit et qu'il est susceptible d'être contaminé par des moisissures apte à accumuler des métabolites secondaire toxique : les mycotoxines.

Mots clés : café, consommation, fraude, *Aspergillus*, *Penicillium*, Tlemcen

Abstract

Coffee is the second generation of trading after oil and before the wheat; this production represents 4% of the global food trade.

The objective of our work was contributed to the qualitative study of coffee consumption market in the region of Tlemcen and for this it was necessary to proceed with physico-chemical, sensory and microbiological analyzes of these samples.

The physico-chemical prospection of samples studied revealed:

- A clearly acid pH between 5.64 and 6.25 that do not conform to standards (pH = 5).
- A content of dry matter graded between 96.02% and 98.63%, interval making it possible to locate our samples in the category of the least hydrated products.
- Low ash content comprised between 4.15% and 5.75% except a sample that had content higher than the standards (6%).
- Rate of soluble materials spread between 7.3% and 20.3% that refer to the difference in composition between samples.
- The impurity of a few samples due to fraudulent addition of an additive which is probably the caramelized sugar.

During the sensory analysis of coffee samples it was found that the cafes analyzed present a big difference between them from which it there's some marks of non-quality compared to others, According to consumers.

The mycological investigation conducted on the culture medium PDA revealed the presence of species *Aspergillus* and *Penicillium*.

D'après ces résultats on constate que le café destiné à la consommation n'est pas d'une très bonne qualité parcequ'il est fraudé par l'ajout d'un additif qui altère la qualité organoleptique de ce produit et qu'il est susceptible d'être contaminé par des moisissures apte à accumuler des métabolites secondaire toxique : les mycotoxines.

From these results we see that the coffee destined for consumption is not of a very good quality because he is defrauding by the addition of an additive which alters the organoleptic quality of this product and that he is likely to be contaminated with mold capable to accumulate toxic secondary metabolites: Mycotoxins.

Keywords: coffee, consumption, fraud, *Aspergillus*, *Penicillium*, Tlemcen

***Introduction
générale***

Introduction

Depuis des siècles, le café est l'une des principales denrée alimentaire d'origine agricole échangée sur les marchés internationaux, et le deuxième bien de consommation échangé dans le monde, derrière le pétrole et avant le charbon, la viande, le blé et même le sucre. La légende veut qu'un berger éthiopien, ayant observé une certaine suractivité de son troupeau de chèvres, les animaux restant éveillés la nuit, ait découvert qu'ils consommaient un fruit particulier venant d'un arbre : le caféier. ⁽¹⁾

Les deux espèces de caféier les plus cultivées sont l'Arabica et le Robusta. Le Robusta, moins coûteux et plus facile à cultiver, est originaire d'Afrique Tropicale, Centrale et Occidentale ; il a été largement introduit en Amérique et en Asie Tropicale. L'Arabica, quant à lui, est originaire d'Afrique de l'Est ; il est très répandu dans les régions tropicales d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud. Les deux espèces présentent des différences au niveau du goût, du taux de caféine et du prix. L'Arabica, dont le prix peut être 50% plus cher que le Robusta, a par contre un goût plus savoureux, avec un taux de caféine moindre. ⁽¹⁾

Le café est une boisson populaire largement consommée dans tous les pays et appréciée par toutes les tranches d'âge, il a pris diverses formes de présentation et de préparation pour devenir une véritable industrie et une denrée alimentaire de base, dont le commerce international se chiffre en milliards de dollars. ⁽¹⁾

Le café est reconnu depuis longtemps comme un bon stimulant du corps et de l'activité cérébrale grâce à la caféine qu'il contient. De nombreuses études scientifiques ont montré qu'il améliore la performance mentale et la concentration, améliore la performance physique réduit la sensation de fatigue et peut agir favorablement dans la régulation de la prise de poids grâce à son effet satiétogène. ⁽¹⁾

L'évaluation de la qualité finale d'un café dépend de sa composition qui dépend de la variété, du mode de production des grains de café vert, et des conditions de leur torréfaction alors l'objectif de notre travail est de contribuer en l'étude qualitative des cafés de consommation commercialisés dans la région de Tlemcen et pour cela une petite enquête est nécessaire pour réaliser cet objectif en procédant à des analyses physicochimiques, sensorielles et microbiologiques des échantillons de neuf marques différentes du café de consommation commercialisés dans notre région.

Introduction

L'analyse microbiologique est importante pour déterminer la qualité du café car plusieurs contaminants peuvent être présents dans le café moulu, et éventuellement se retrouver ensuite dans la boisson préparée. Parmi ces agents on trouve les mycotoxines qui sont des substances naturelles produites par le métabolisme secondaire des moisissures pouvant exercer un pouvoir toxique réel pour le consommateur (homme et animal) ^{(2);(3)}.

Ce mémoire s'articule en trois parties :

- synthèse bibliographique : consiste à une généralité sur le café et aux analyses appliquées aux cafés.
- Dans la partie suivante on présente les matériels et les méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques.
- La dernière partie est consacrée aux résultats détaillés et leurs discussions suivi par une conclusion générale.

Synthèse
Bibliographique

1. Étymologie - Définitions

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⁾

Le nom de **café** désigne à la fois les graines du *caféier*, un arbuste des régions tropicales, la boisson obtenue à partir de ces graines et le lieu de consommation de cette boisson. ⁽⁵⁾

Le « café » vient du mot arabe "Cahouah" ou « **Qahwah** » qui désignait cette boisson. Il se transforma ensuite en "qahvè" en turc puis en "caffè" en italien, d'où le terme français de "café" qui est apparu vers 1600. En France, on emploie familièrement l'argot caoua, dérivée de l'arabe d'Algérie et reprise par les militaires au XIXe siècle. Comme tout le monde le sait le café est une boisson psychoactive obtenue à partir des graines du caféier. ⁽⁶⁾

Le caféier est vraisemblablement originaire d'Éthiopie. Sa culture aurait commencé dans l'Arabie voisine, où il est appelé *K'hawah*, un nom qui signifie "revigorant". ⁽⁵⁾

Le café demeure l'un des produits les plus consommés au monde et constitue la deuxième boisson après l'eau. On estime à 400 milliards le nombre de tasses de café bues par an dans le monde, soit environ 12 000 tasses par seconde. ⁽⁷⁾ Ce breuvage corsé a véritablement conquis le monde. ⁽⁵⁾

2. Historique

Plusieurs légendes existent sur la découverte de cette plante. Il se trouve également quelques histoires sur la façon dont le café était consommé au début. Il est assez difficile de savoir lesquelles d'entre elles sont justes. ⁽⁸⁾

Une histoire qui est souvent citée date de l'an 850 et parle d'un jeune berger Yéménite appelé Kaldi. Ce jeune homme voit ses chèvres devenir excité et pleines d'énergie après avoir mangé ces petits fruits rouges et elles en perdent le sommeil. Kaldi décide de goûter ce fruit lui-même et le présente à d'autres qui manquent d'énergie. ⁽⁸⁾

Une autre légende veut que :

* Le cheik Omar :

Exilé dans les monts du Yémen, presque mort de faim, le cheik Omar survécut, dit-on, grâce à l'absorption d'une décoction de petites baies rouges. Il en fit boire un jour à une troupe de

pèlerins égarés et assoiffés et réussit ainsi à les sauver. Le cheik Omar fit alors découvrir le café au Sultan dont il devint un proche. Ce serait ainsi, raconte-t-on, que l'usage du café s'est répandu dans la ville d'Aden. ⁽⁹⁾

Une autre histoire, qui semble être la plus juste, raconte que la découverte a eu lieu en Éthiopie dans la région de Kaffa. La région de Kaffa se trouve au sud-ouest de l'Éthiopie. Il se trouve multiples différentes théories sur l'origine du mot café, que nous n'évoquerons pas ici. ⁽⁸⁾

Mais nous remarquons la ressemblance entre le mot Kaffa et café, il semble être logique que ce soit la région d'origine du café uniquement en pensant au nom de cette région, Kaffa, très proche du mot café. Le caféier y aurait été découvert dans les environs de l'an 575. Entre 575 et 850 les arabes ont découvert ce fruit et l'ont importé au Yémen. ⁽⁸⁾

Mais ce n'est que dans les environs du XIV^e siècle que le grain serait passé du sud de l'Arabie au nord, puis jusqu'en Turquie. Il est dit que les arabes buvaient une décoction du fruit bouilli dans l'eau, depuis le VIII^e siècle. Mais avant il était mangé directement de l'arbuste. Ce n'est qu'à partir du XIV^e siècle que les arabes ont commencé à faire sécher et griller le grain de café. La culture a progressé assez vite et au XVI^e l'exportation commence depuis le port de Constantinople envers l'Europe, aujourd'hui appelé Istanbul. ⁽⁸⁾

Pour empêcher que d'autres pays puissent commencer eux même ce commerce du café, les arabes ont interdit que le grain soit exporté sans être bouilli auparavant. Puisque une fois bouilli le grain de café ne peut pas être replanté. ⁽⁸⁾

Ainsi les arabes gardaient le monopole de ce commerce jusqu'à la fin du XVII^e siècle. Mais à partir de la fin du XVII^e siècle, la propagation du caféier commence grâce aux individus sans scrupule qui ont réussi à dérober des grains non bouillis et les ont plantés dans d'autres pays. ⁽⁸⁾

3. Botanique

Le caféier est un arbuste du genre *Coffea* de la famille des Rubiaceae représenté par 73 espèces. ⁽¹⁰⁾
Sa classification botanique est la suivante: ⁽⁹⁾

Classe : Dicotyledoneae.

Sous - classe : Sympetalae ou Metachlamydeae.

Ordre : Rubiales.

Famille : Rubiaceae.

Genre : *Coffea*

Le caféier pouvant atteindre 12 mètres de hauteur et poussant dans la zone intertropicale (Figure 01: a). Un caféier n'est rentable qu'au bout de 5 ans et sa durée de vie est de 25 à 50 ans. Il produit des fruits charnus, le plus souvent rouges ou violets, semblables à des cerises (d'où leur appellation « cerises de café ») (Figure 01: b). ⁽⁷⁾

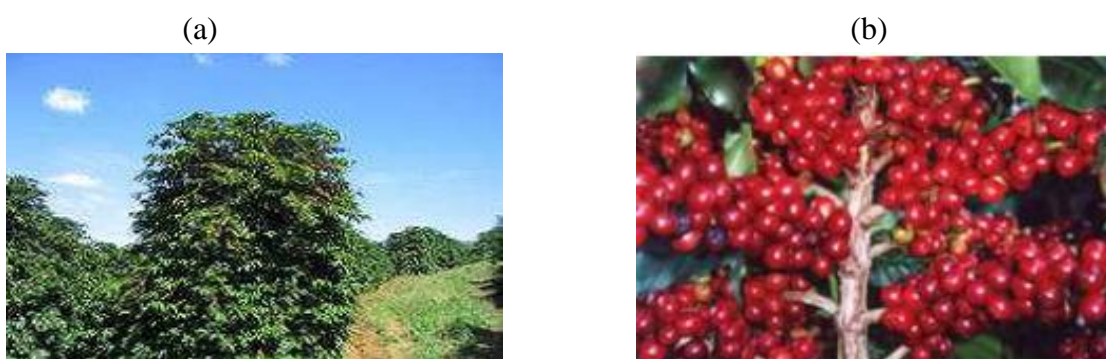


Figure 01: (a) Un exemple de caféier (Coffea arabica), (b) les fruits de caféier (Coffea arabica) ⁽⁷⁾

Cet arbuste 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. ⁽¹¹⁾

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. Le caféier Arabica atteint 5 à 6 mètres de haut, le Robusta 10 à 12 mètres. La taille ramène la hauteur des arbres à 2 ou 3 mètres. Le caféier peut porter en même temps des fleurs et des fruits plus ou

moins mûrs. Il peut vivre une cinquantaine d'années mais, en culture, sa production diminue au bout de 30 ans. Plusieurs fois par an, surtout en fin de saison sèche, le caféier se couvre de délicieuses fleurs blanches au parfum très odorant, proche du jasmin, Elles sont composées de 5 ou 6 pétales et réunies en bouquets à l'aisselle des feuilles. ⁽¹¹⁾

Le pistil qui émerge de la cupule est prolongé par de fins stigmates. Il est entouré de 5 étamines soudées à la corolle. La pollinisation est réalisée par les insectes et par le vent. Éphémères, les fleurs fanent dès la fécondation, et se transforment en fruits après deux à trois mois. D'autres les remplacent aussitôt. ⁽¹¹⁾



Figure 02: Fleurs de caféier ⁽¹⁰⁾

Les fruits, d'abord verts, deviennent jaunes, puis d'un rouge écarlate. Ils ont la taille d'une cerise. On les appelle communément cerises qui sont classées parmi les drupes selon les botanistes ⁽¹¹⁾ [La cerise de café est entourée d'une peau très résistante, lisse et rouge, qui correspond à l'exocarpe. Celle-ci recouvre le mésocarpe riche en glucides et en pectine, mais surtout en eau (70 à 85%). Le mésocarpe représente, selon les espèces, entre 40 et 65% du poids du fruit et correspond à la pulpe. Le fruit renferme deux graines qui deviendront les grains de café vert, également appelées fèves. Chaque graine est formée d'un albumen corné recouvert de deux enveloppes, l'une interne (le tégument séminal ou pellicule argentée), l'autre externe (l'endocarpe, également appelé parche ou parchemin) ⁽⁷⁾].



Figure 03: Cerises du café ⁽¹²⁾

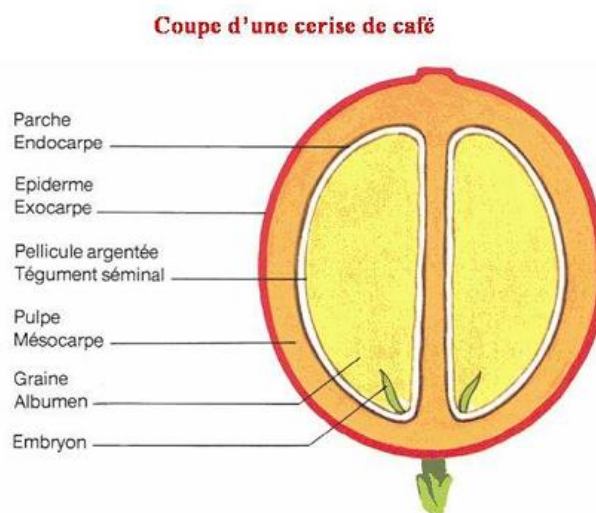


Figure 04: Coupe de la cerise du café ⁽¹³⁾

Le fruit est constitué d'une peau, d'une pulpe (ou mucilage) blanc jaunâtre, sucrée, plus ou moins abondante et de 2 graines (ou fèves) ovales et accolées. Les cerises du Robusta mûrissent en 8 à 12 mois, celles de l'Arabica en 6 à 8 mois. ⁽¹¹⁾

Le système racinaire est composé d'un pivot (organe de fixation) souvent multifide, de 0,50 à 0,70 m. Les racines axiales, qui assurent la nutrition en eau de la plante, partent du pivot. Un réseau superficiel de racines latérales explore le sol sur une profondeur de 0,10 à 0,30 et assure la nutrition en minéraux. ⁽¹¹⁾

4. Les différentes variétés de café

Il n'existe pas moins de 73 espèces de *coffea*. Certaines ne sont pas comestibles, difficilement domesticables ou encore trop fragiles pour les cultures intensives que réclament nos consommations. Les deux seules qui sont réellement exploitées et commercialisées dans le monde sont: *Coffea arabica* L. et *Coffea canephora*. ⁽¹⁴⁾

Le café robusta constitue la variété la plus répandue de *Coffea canephora*. Ses grains sont généralement ronds, irréguliers et assez petits, avec un goût corsé, alors que les grains de l'arabica sont plutôt ovales et longs. Ces derniers présentent un goût plus fin et un arôme plus fruité que les grains de robusta, ce qui explique la plus forte consommation d'arabica de par le monde. ⁽⁷⁾

➤ **L'arabica (*Coffea arabica*) :**

Originaire d'Éthiopie, il est surtout cultivé aujourd'hui en Amérique latine ⁽¹⁵⁾, comporte de nombreuses variétés. ⁽⁷⁾

La culture de l'arabica est plus délicate et moins productive que celle du robusta. C'est la raison pour laquelle il est essentiellement cultivé dans des plantations situées entre 1000 et 2000 m d'altitude en climat tropical tempéré par l'altitude, tel que celui de l'Amérique Latine, de l'île de la Réunion ou de l'Indonésie. Il occupe la première place dans le monde pour la production de café (environ 60%) car ses qualités aromatiques sont supérieures à celles du robusta. Son prix est d'ailleurs en moyenne 20 à 25% plus élevé que celui du robusta. Cependant, sa teneur en caféine reste très inférieure : 1% contre 3% pour le robusta. ⁽⁷⁾

➤ **Le robusta (*Coffea canephora*) :**

Le robusta est produit par *coffea canephora*. Originaire d'Afrique centrale et occidentale. En deuxième place pour la production (40%), il est surtout cultivé en plaine en Afrique (Afrique occidentale, Ouganda, Angola, Afrique du sud, etc.) et en Extrême-orient (Viêtnam, Inde, Indonésie, Philippines). ⁽⁷⁾

Cette espèce constitue une variété vigoureuse. Elle est plus résistante que l'arabica avec un rendement plus élevé à l'hectare. Cette espèce pousse en plaine et a peu d'exigences climatiques. Son goût est fort et corsé, il donne un café très tonique. Sa teneur en caféine est plus importante 2 à 2,5%. ⁽¹⁶⁾



Figure 05: Photos des graines des deux principales variétés du café; Arabica et Robusta

5. La culture de café

L'Arabica est planté à des densités variant de 3 000 à 10 000 pieds par hectare. Il commence à produire au bout de 2 ou 3 ans. ⁽¹⁷⁾

La floraison est provoquée soit par le froid, soit par une période sèche. Lorsque la saison sèche est bien marquée, il peut y avoir une ou deux floraisons par an. Dans les climats froids et toujours pluvieux des hautes montagnes, on peut assister à 4 ou 5 floraisons, voire plus, étalées sur plusieurs mois. La nouaison (durée de maturation du fruit) dure de 6 à 10 mois. L'entretien annuel se limite à de la taille, des désherbages, de la fertilisation et, éventuellement, des traitements phytosanitaires contre les insectes et les maladies. ⁽¹⁷⁾

Le Robusta se cultive de façon à peu près similaire à l'Arabica. Il est cependant souvent cultivé en plein soleil, à des densités moindres (1 000 à 3 000 pieds par hectare). La durée de maturation du fruit est plus courte. ⁽¹⁷⁾

Un hectare de caféier Arabica ou Robusta, conduit dans de bonnes conditions avec du matériel sélectionné, produit entre 6 et 7 tonnes de cerises, qui donneront 1,2 à 1,3 tonnes de café marchand après transformation. Dans les périodes où les cours du café sont très bas, les caféiculteurs investissent peu dans leurs plantations. Ils laissent l'ombrage se développer et se contentent de désherber. Dans ces conditions, un hectare fournit entre 600 kg et 1 tonne de cerises, soit 100 à 200 kg de café marchand. ⁽¹⁷⁾

Dans des conditions de culture intensive au soleil, une grande plantation peut produire correctement pendant 30 ans. Les caféières sous ombrage, peu productives, peu entretenues, durent souvent 50, 70, voire 100 ans. ⁽¹⁷⁾

6. Les pays producteurs du café

Le café est cultivé dans quelques 80 pays du Sud, mais les 3 plus gros producteurs totalisent près de 40% de la production mondiale et plus de la moitié des exportations. Avec ses 29,6%, le Brésil est sans conteste le premier producteur, ce qui en fait un acteur majeur sur le marché : les aléas de la récolte brésilienne ont une influence importante sur les cours mondiaux du café. Ainsi, en 1994 et 1995, deux gelées successives au Brésil ont suffi à engendrer une flambée des prix sur le marché mondial. Les deux autres poids lourds du marché sont la Colombie et le Vietnam, qui représentent chacun plus de 10% de la production mondiale. ⁽¹⁸⁾

D'un pays à l'autre, le café n'a pas la même signification économique et sociale. Au Brésil, les exportations de café ne représentent que 5% des recettes nationales, tandis qu'un certain nombre de

pays africains en sont totalement dépendants : en 2000, elles représentaient 79% des exportations du Burundi. ⁽¹⁸⁾

Pour les pays d’Afrique Noire, le café constitue une source vitale de devise et la fluctuation des cours à de lourdes conséquences. L’irrégularité des ressources liées aux productions agricoles en général handicape gravement la possibilité qu’ont ces pays d’envisager un développement durable.

Etant donné que les producteurs asiatiques, récemment apparus sur le marché, sont essentiellement de gros exploitants, les africains risquent fort d’être les grands perdants de la course à la compétitivité. ⁽¹⁸⁾

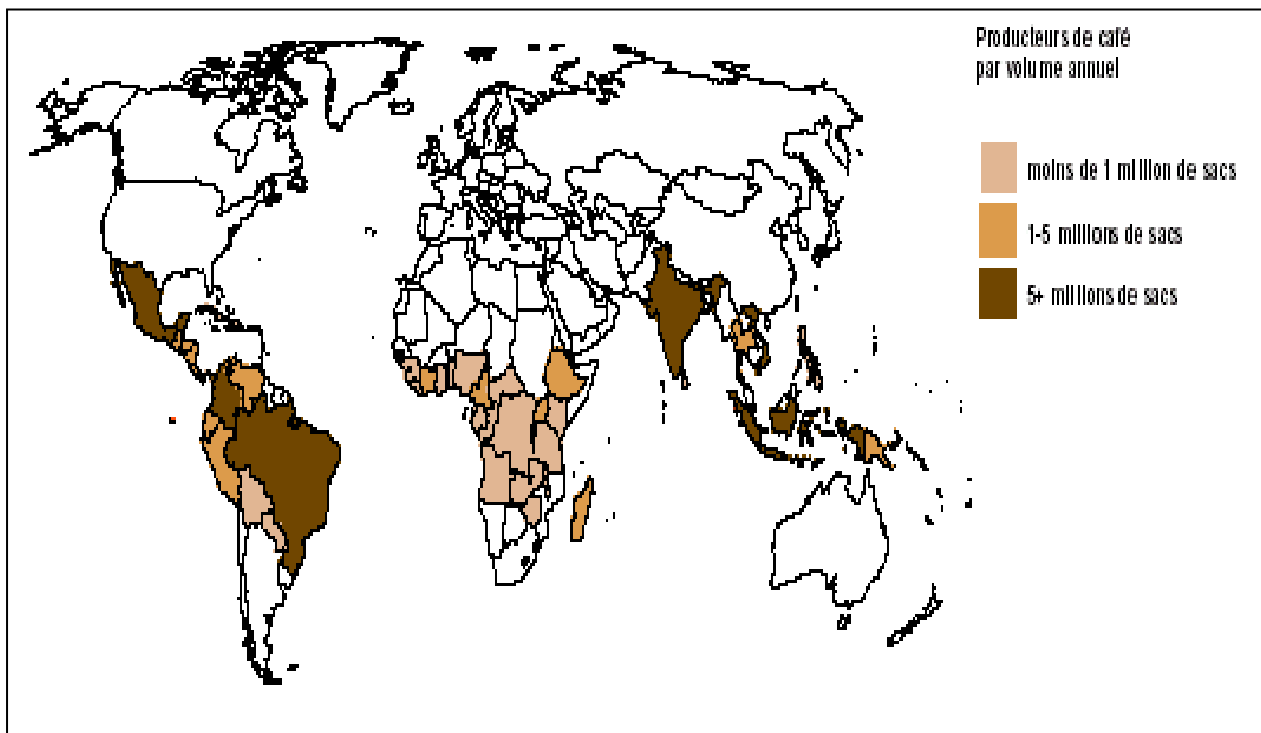


Figure 06: Production de café dans le monde ⁽¹⁸⁾

7. Traitement des cerises de café

Les cerises de café sont transformées selon deux systèmes de base (Figures 08 et 09): le procédé à sec qui produit ce qu’on appelle un café naturel ou des cerises de café séchées (la graine est dans le fruit entier) et le procédé par voie humide qui génère un café appelé le café en parche ou la graine est dans le tégument interne ou endocarpe. ⁽¹⁹⁾

Dans le procédé à sec du café naturel, le fruit entier est soit directement séché au soleil sur des tables ou des terrasses en ciment ou en brique ou même en asphalte soit séché en utilisant une combinaison de soleil et de séchage mécanique (en particulier dans des fermes plus avancées technologiquement). ⁽¹⁹⁾

Dans le traitement par voie humide, les parties du fruit sont séparées mécaniquement, donnant la pulpe en tant que sous-produit et la parche en tant que produit principal. Ce dernier est enrobé de mucilage qui peut être éliminé par fermentation et puis lavé ou éliminé directement par la machine sans fermentation. Après le retrait ou le non retrait du mucilage, la parche est généralement séchée au soleil sur une aire de séchage ou sur des tables suspendues avec de nombreuses variations et innovations technologiques à cette procédure de base. Ici aussi les séchages au soleil et mécanique peuvent être associés et utilisés ensemble. ⁽¹⁹⁾

Après le traitement, le café séché pourra être stocké, séparé des tissus du fruit par décortiquage et subira un triage (classement), calibrage, polissage, nettoyage et mise en sac avant sa commercialisation. ⁽¹⁹⁾

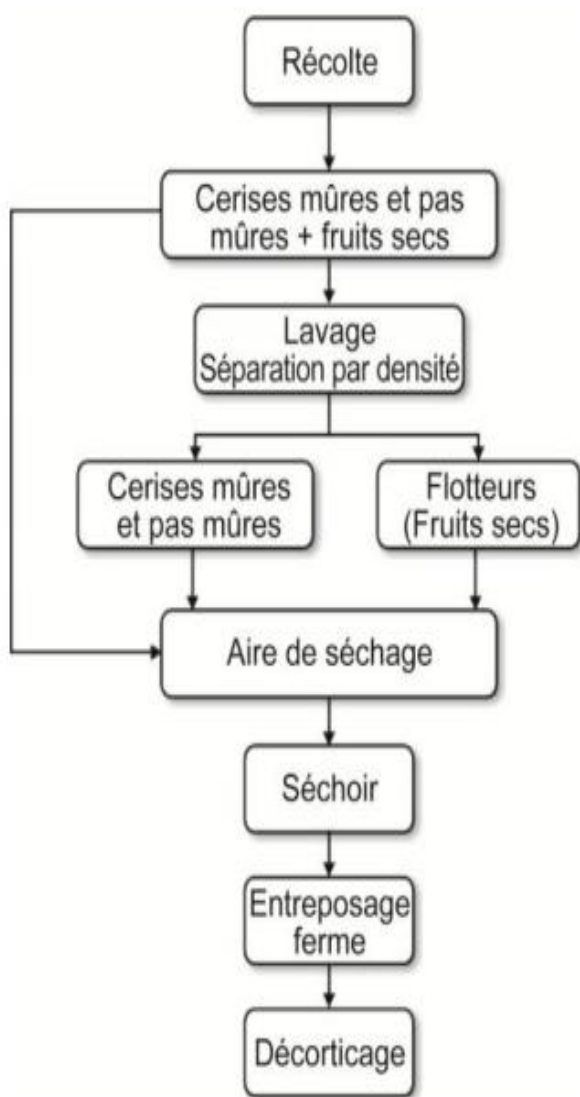


Figure 07: Flux du traitement par voie sèche ⁽¹⁹⁾

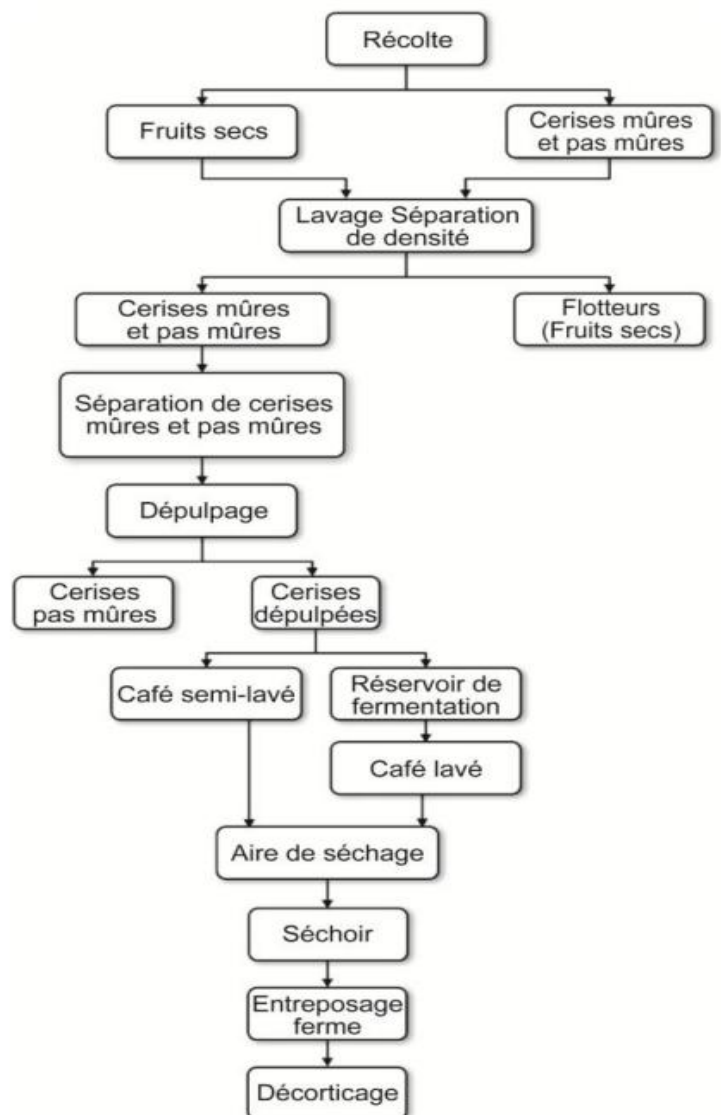


Figure 08: Flux du traitement par voie humide ⁽¹⁹⁾

8. La torréfaction des grains de café vert

La torréfaction est une opération unitaire. Elle consiste à amener avec rigueur le grain de café vert au juste degré de grillage souhaité par la chaleur sèche et élevée, soulignant ainsi les qualités principales du café : arôme, goût, couleur et « corps ». ⁽²⁰⁾

Cette technique permet donc d'accroître progressivement la température dans les torréfacteurs, par chauffage direct, chauffage indirect ou fluidisation dans un courant d'air chaud. ⁽⁶⁾

Le chauffage indirect est le procédé le plus utilisé dans l'industrie du café ⁽²¹⁾. Au cours de cette transformation du café, des réactions chimiques se développent et s'accompagnent d'importantes modifications morphologiques (forme, volume, couleur, perte de poids). Les réactions génèrent du dioxyde de carbone, dont une partie s'échappe tandis qu'une autre est retenue dans les cellules du grain. ⁽⁶⁾

Au cours de la torréfaction du café, il a été mis en évidence trois phases successives. ⁽⁶⁾

- Une première phase appelée **séchage**, ayant lieu à des températures du grain inférieures à 150-160°C, au cours de laquelle on observe des réactions endothermiques (grâce à un apport extérieur de chaleur). De l'eau et des substances volatiles sont éliminées au cours de cette première phase, et le grain passe de la couleur verte au jaune. ⁽⁶⁾

- Une deuxième phase appelée **torréfaction**, exothermique, pour des températures du grain comprises entre 150-160 et 260°C. Elle correspond aux réactions chimiques de dégradation et de polymérisation des précurseurs d'arômes (réactions dites de Maillard et de Strecker, et réactions de pyrolyse). En général, la torréfaction est menée entre 200 et 250°C pendant 0.75 à 25 min, selon le degré de torréfaction souhaité (léger, moyen ou fort), le type de torréfacteur mis en œuvre, ainsi que la nature du café vert initial (variété, teneur en eau, âge du grain, etc.). Au cours de cette phase, le grain subit d'importantes modifications, tant physiques que chimiques. De grandes quantités de dioxyde de carbone, d'eau et de substances volatiles sont éliminées, et le grain devient marron (en raison de réactions de caramélisation et de la réaction de Maillard). ⁽⁶⁾

- Une troisième phase appelée **refroidissement**, qui s'avère indispensable pour éviter de brûler le grain de café. ⁽⁶⁾

La torréfaction modifie non seulement la composition des grains comme nous allons le voir par la suite, mais également leur texture. ⁽²²⁾

En effet, juste après la torréfaction, les grains de café sont très friables. Plusieurs raisons à cela : le volume du grain augmente sous l'effet de la pression des gaz produits à l'intérieur du grain par des réactions chimiques (principalement de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone, mais également

des produits de pyrolyse), alors que sa masse diminue (perte de gaz et de substances volatiles), ce qui a pour conséquence une baisse de la densité du grain (elle passe d'environ 1200-1300 à environ 600-650 kg.m⁻³). ⁽²³⁾

En outre le grain devient poreux, et la perte d'eau est très importante (environ 5-12% en masse pour le café vert, et seulement 0-5% pour le café torréfié). Pour cette raison, les grains doivent donc être refroidis avant d'être moulus, afin de devenir durs et cassants. Plus la torréfaction a été intense, plus le grain sera facile à moudre. La torréfaction des grains de café est une étape cruciale, qui nécessite donc un contrôle rigoureux afin de maîtriser les réactions chimiques se produisant, et par là même la qualité des grains de café torréfiés. Ces réactions de pyrolyse et de brunissement non enzymatique (réaction dite de Maillard) modifient la couleur du grain, qui passe du vert au brun plus ou moins foncé selon le degré de torréfaction. ⁽⁶⁾



Figure 09: l'aspect des graines du café au cours de la torréfaction à différents degrés

9. La mouture des grains

La mouture consiste à moudre les grains de cafés torréfiés avec des appareils électriques. Au cours de la mouture, le dioxyde de carbone inclus dans le grain de café s'échappe. Bien que réalisée parfois chez le consommateur, elle est plus fréquemment réalisée de manière industrielle. Dans ce cas, le café moulu doit être emballé très rapidement afin d'éviter toute oxydation et perte d'arômes. ⁽⁶⁾

Vanier (1983) a proposé que les grains de cafés torréfiés soient moulus à une granulométrie précise et très homogène, ni trop fine, ni trop grosse, pour que l'eau chaude puisse entraîner le maximum de composé aromatiques. En effet, si la mouture est trop grossière, l'eau filtre trop

rapidement, et la saveur de la boisson obtenue est fade. A l'inverse, si la mouture est trop fine, l'opération est lente ; elle s'effectue avec de l'eau refroidie, et de plus celle-ci entraîne des particules qui se déposent au fond de la tasse, ce qui donne une café boisson boueuse et âcre. ⁽²⁴⁾

C'est donc entre ces deux extrêmes de mouture que se situe la gamme de degrés de finesse qui convient le mieux à chaque type d'appareil. Le degré de finesse de la mouture est spécifique à chaque préparation. En général, on emploie une mouture moyenne pour les cafetières à filtre, une mouture fine pour les appareils à dépression, une mouture plus fine et tassée pour les percolateurs (café *expresso*), et une mouture ultra-fine pour le café à *la turque*. ⁽⁶⁾

10. Composition du café

La composition du café est très complexe, avec plus d'une centaine de substances chimiques identifiées. Elle est également variable car les espèces, les variétés végétales et les procédés technologiques contribuent à la diversité des caractéristiques organoleptiques des cafés. ⁽⁶⁾

Le facteur influençant le plus fortement la composition du café est avant tout l'espèce et la variété de café vert. Pour une même variété, la composition du café est également fonction, dans une moindre mesure, de la méthode de culture, du degré de maturation des cerises et des conditions de stockage des grains verts. En outre, les procédés technologiques de préparation (dépulpage, départage) et de traitement industriel (torréfaction) des grains verts, modifient les teneurs des constituants des grains de café. Enfin, le mode de préparation de la café boisson par le consommateur influence directement la composition de la boisson obtenue. ⁽⁶⁾

Ainsi que l'écrit **Smith (1985)** « le café est probablement un des éléments dont la gamme de produits formés au cours des traitements industriels est la plus grande ». ⁽²⁵⁾ De plus, il existe un grand nombre de méthodes analytiques différentes si bien que, malgré les tentatives d'établissement d'une table de composition des cafés, aucune n'a été unanimement admise. ⁽⁶⁾

Les valeurs moyennes qui sont proposées pour rendre compte de la composition de chaque type de café ne doivent donc être considérées que comme des données approximatives. ⁽⁶⁾

Cette étude de la composition du café est limitée à celle des deux principales espèces, *Coffea arabica* L. et *Coffea canephora* (variété robusta). ⁽⁶⁾

La composition chimique moyenne des grains de café verts et torréfiés est donnée dans le **Tableau 01**.

Tableau 01 : Composition des grains de café verts et torréfiés selon la variété (en pourcentage de la matière sèche). ^{(26) ; (27) ; (28) ; (29) ; (30).}

Composants	<i>Coffea arabica</i>		<i>Coffea canephora</i>	
	Vert	Torréfié	Vert	Torréfié
Caféine	0.8-1.4	0.9-1.6	1.7-4.0	1.2-2.6
Trigonelline	0.6-1.2	0.1-1.2	0.3-1.0	0.1-1.2
Acides aliphatiques	1.0-3.0	1.0-4.6	1.0-2.0	1.0-4.6
dont acide quinique	0.4	0.8	0.4	1.0
Acides chlorogéniques totaux	5.5-9.0	0.2-3.5	7.0-12.0	0.2-4.6
Oligosaccharides	6.0-8.0	0.0-3.5	5.0-7.0	0.0-3.5
dont saccharose (ou sucrose)	8.0	0.0	4.0	0.0
Polysaccharides totaux	50.0-55.0	24.0-39.0	37.0-47.0	--
Protéines	11.0-14.0	13.0-15.0	11.0-14.0	13.0-15.0
Acides aminés libres	2.0	0.0	2.0	0.0
Lipides totaux	10.0-18.0	14.5-20.0	8.0-13.0	8.3-16.0
Minéraux	3.0-4.2	3.5-4.5	3.5-4.5	4.6-5.0
dont potassium				
Eau	5-12	0-5	5-12	0-5

11. La caféine

La caféine est une composante naturellement présente dans les grains de café et dans quelques plantes. Pharmacologiquement, elle fait partie d'un groupe de stimulants appelés méthylxanthines ou xanthines. C'est un alcaloïde, c'est-à-dire un composé chimique naturel basique d'origine végétale.

Structure: $C_8H_{10}N_4O_2$, ou 1, 3,7-triméthylxanthine ou encore 1, 3,7-trimethyl-1H-purine-2,6-dione. ⁽³¹⁾

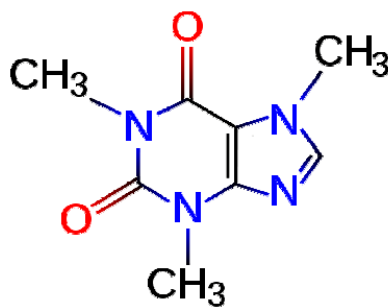


Figure 10: structure de la caféine ⁽³¹⁾

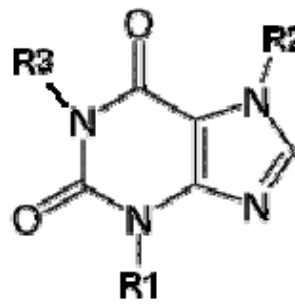


Figure 11: structure de la Xanthine ⁽³¹⁾

La caféine aurait des effets bien positifs que négatifs sur la santé, il est connu pour :

- Stimuler la vigilance et donc l'attention,
 - Traiter des migraines,
 - Favorise la dilatation des bronches, améliorant ainsi la capacité respiratoire ce qui est bénéfique pour les asthmatiques,
 - Contribuer à une meilleure digestion (stimulation des sécrétions salivaires et d'enzymes digestives),
 - Favoriser l'utilisation des acides gras ce qui permet d'économiser les réserves musculaires et de ralentir l'apparition de la fatigue lors d'effort intense.
- Provoquer parfois des brûlures d'estomac en cas de pathologie à l'œsophage ou à l'estomac. ⁽¹²⁾

12. Effets bénéfiques du café sur la santé

De très nombreuses études ont mis en évidence des effets bénéfiques de la consommation de café sur la santé, principalement une activité anti-oxydante, anti-cancérogène et anti-mutagène. ⁽⁶⁾

➤ L'une des boissons les plus riches en antioxydants

Avec les fruits, les légumes, le cacao et le thé, le café est l'une des principales sources d'antioxydants de notre alimentation. Les antioxydants sont des éléments qui ont pour mission de lutter contre le vieillissement cellulaire en neutralisant les radicaux libres. ⁽¹²⁾

✓ **Les polyphénols:** Constituent les composés antioxydants les plus abondants de l'alimentation. Consommer 3 à 4 tasses de café par jour permet d'absorber la quantité journalière recommandée de 1 g/jour de polyphénols. ⁽¹²⁾

✓ De plus ces composés phénoliques, grâce à certains antioxydants seraient bénéfiques pour la prévention de risque de certaines maladies ou cancers:

***Maladie de Parkinson:** de nombreuses études montrent que la consommation de café est associée à une diminution du risque de la maladie de Parkinson. ⁽¹²⁾

***Maladies cardio-vasculaires:** malgré de nombreuses études il est encore difficile de dire si le café est bénéfique ou néfaste. ⁽¹²⁾

***Diabète de type 2:** le risque de diabète de type 2 est diminué de 35 % lors de la consommation de six tasses de café par jour. ⁽¹²⁾

***Cancer:** la consommation de café serait liée à une réduction du risque de certains types de cancers: cancers colorectal, gastrique ou cancer du sein. ⁽¹²⁾

13. Les effets préjudiciables du café sur la santé

Plusieurs études menées sur la café boisson, ou plus récemment le café instantané, ont montré une corrélation vraisemblable entre l'ingestion de café et différents effets préjudiciables pour la santé de l'homme, même si ce ne sont que des suppositions puisque ces études sont menées via des essais in vitro (sur des cultures cellulaires) ou in vivo (le plus souvent chez des rongeurs), et que leur extrapolation à l'homme reste donc difficile en l'état actuel des connaissances. ⁽⁶⁾

➤ L'activité hypercholestérolémiante

Plusieurs études épidémiologiques ont mis en évidence une causalité entre la consommation de café bouilli et l'augmentation de la teneur en cholestérol dans le plasma sanguin. ⁽³²⁾

Les études menées ont montré que cet effet est corrélé à la présence des deux diterpènes cafestol et kahweol dans la boisson. ^{(33) ; (34) ; (35).}

➤ L'activité mutagène ou génotoxique

Il semble qu'il puisse y avoir une relation entre consommation de café et cancer de la vessie, sans que cela ait pu être clairement démontré car les études restent contradictoires ; par conséquent si risque il y a, celui-ci reste modéré. ^{(36) ; (37)}

Des doutes subsistent également sur la corrélation entre consommation de café et cancer du pancréas, même si les études récentes ne font apparaître aucune association entre le café et ce type de cancer. ⁽³⁸⁾

➤ Autres effets préjudiciables possibles

- La consommation de café entraîne une augmentation de la pression artérielle, liée à la caféine présente. ⁽³⁹⁾
- Il est désormais bien établi que la consommation de caféine chez la femme enceinte peut induire un avortement spontané ou une fausse couche ; il est donc conseillé aux femmes enceintes de ne pas consommer plus de 3 tasses de café par jour, soit une consommation quotidienne d'environ 300 mg de caféine. ⁽³⁹⁾

La fraude a atteint un niveau très élevé dans le domaine agroalimentaire en générale et en secteur de la production de café en particulier d'où la mauvaise qualité du ce produit disponible sur le marché algérien est liée à cette fraude due l'addition de substances étrangères, telles que les figues, les pois-chiche, le sucre ou autres.

Alors la commercialisation des cafés en vrac ouvre la voie à plusieurs manipulations frauduleuses, particulièrement sur la qualité et la nature des produits commercialisés, et dans ce sens vient notre objectif de l'étude qualitative du café de consommation commercialisée dans la région de Tlemcen, en procédant aux analyses physicochimiques, sensorielles et microbiologiques.

1) Les analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques font appel à des techniques d'analyses très variées fondées sur les propriétés intrinsèques des molécules ou des atomes recherchés (spectrométrie, chromatographie...), ou encore sur leur aptitude à réagir avec des réactifs particuliers.

Les méthodes physico-chimiques utilisées dans cette thèse sont détaillés dans la partie matériels et méthodes.

2) Les analyses sensorielles

L'arôme, la saveur et le goût de la tasse de café dépendent d'une multitude de facteurs: effets du milieu, pratiques humaines, mélange de différentes origines, torréfaction, méthode de préparation de la boisson... ⁽⁴⁰⁾

Un changement dans cette chaîne complexe entraîne des variations de goût. Pour les évaluer et les quantifier, il faut déguster le produit.

Pour connaître la qualité d'un lot de café, l'analyse physique des cafés verts ne suffit pas. Elle doit être complétée par une analyse organoleptique à la tasse. ⁽⁴⁰⁾

2 - 1. Les objectifs de l'analyse sensorielle du café

L'analyse sensorielle du café répond aux objectifs suivants :

- Décrire le café ;
- Mettre en évidence un défaut organoleptique et en trouver l'origine ;
- Mettre en évidence l'effet de facteurs extérieurs ;

- Caractériser les cafés de différents terroirs ;
- Mettre au point de nouveaux produits ;
- Comparer un café aux standards du marché. ⁽⁴⁰⁾

2 - 2. Définition de l'analyse sensorielle

L'évaluation sensorielle a été développée dans les années 30 pour remédier à l'absence de méthodes instrumentales efficaces dans le secteur agro-alimentaire pour quantifier le goût. ⁽⁴¹⁾

L'analyse sensorielle ou évaluation sensorielle permet de définir, mesurer, analyser et interpréter les caractéristiques d'un produit perçues par l'intermédiaire des organes des sens, c'est-à-dire ses propriétés gustatives, olfactives, visuelles, auditives et tactiles. Certaines normes définissent simplement l'analyse sensorielle comme suit : examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens. ⁽⁴²⁾

Dans ce cadre, l'homme, appelé juge ou répondant, est considéré comme instrument de mesure chaque fois qu'il n'existe pas de capteur physique capable de rivaliser avec son équivalent sensoriel, ⁽⁴³⁾ c'est-à-dire lorsque les méthodes instrumentales ne permettent pas de décrire et de quantifier les caractéristiques d'un produit telles que l'homme les perçoit. ⁽⁴²⁾

La tâche essentielle de l'analyse sensorielle est maintenant d'aider à traduire les désirs et préférences des consommateurs en des propriétés tangibles et bien définies d'un produit donné, en partant du postulat qu'une partie des sensations est structurée par les préférences. ⁽⁴¹⁾

En comparant et analysant les caractéristiques des produits que les consommateurs aiment ou n'aiment pas, l'analyse sensorielle contribue à en saisir les aspects positifs et négatifs et à les adapter pour mieux répondre aux goûts des consommateurs. ⁽⁴¹⁾

2 - 3. Conditions de l'analyse sensorielle

Pour ce faire, il faut :

- Un jury, comprenant quelques personnes sélectionnées, entraînées à pratiquer l'analyse sensorielle,
- Un environnement adapté à la pratique de l'analyse sensorielle,
- Des méthodes variables selon le but de la dégustation. ⁽⁴⁴⁾

➤ **Le jury d'analyse sensorielle :**

L'AFNOR définit le jury comme un « groupe de sujets choisis pour participer à un essai sensoriel ». ⁽⁴⁴⁾

Le sujet qualifié se définit alors comme un « sujet sélectionné pour sa capacité à effectuer l'analyse sensorielle d'un produit déterminé dans des conditions définies ». De même, l'expert se définit comme un « sujet qualifié ou personne compétente qui, par son expérience, est capable d'effectuer individuellement ou dans un jury l'analyse sensorielle d'un produit donné ». ⁽⁴⁴⁾

Dans le cadre d'un examen des propriétés organoleptiques d'un produit, le jury est formé de juges expérimentés ou qualifiés. Ce dernier apparaît comme un instrument de mesure dont il doit avoir les qualités : sensibilité, exactitude et fidélité. De ce fait, un membre de jury n'est pas pris au hasard, il est au contraire sélectionné et entraîné. ⁽⁴⁴⁾

➤ **Les conditions de déroulement de l'analyse sensorielle :**

La dégustation doit se réaliser dans des conditions parfaites pour garantir la rigueur de l'analyse. Les séances doivent se réaliser dans des locaux adaptés. Ils doivent comprendre une zone de préparation ainsi qu'une zone de dégustation formée de box individuels. Ces derniers doivent permettre l'isolement des juges entre eux ainsi qu'une optimisation des conditions favorables à la sensibilité sensorielle (absence de bruits, d'odeurs parasites, ...). ⁽⁴⁴⁾

La préparation, la présentation et l'ordre de présentation des échantillons sont des paramètres à ne pas négliger. Pour éviter tout biais, une uniformisation maximale des échantillons destinés à chaque examinateur est nécessaire. L'ordre de présentation des échantillons doit être le même pour tous les examinateurs. ⁽⁴⁴⁾

➤ **Les méthodes d'analyse sensorielle :**

Divers tests sont utilisés pour apprécier les qualités organoleptiques d'un aliment. Leur choix dépend essentiellement du produit testé et du but de cette épreuve. ⁽⁴⁴⁾

- ***Les épreuves « quantitatives »***

Ces épreuves permettent de mesurer l'importance ou la force d'une propriété particulière d'un aliment. Les essais entrant dans ce type d'épreuve sont employés pour évaluer l'ordre ou l'importance des différences, ou les catégories dans lesquelles les échantillons doivent être reportés. ⁽⁴⁴⁾

- *Les épreuves de différenciation*

Ces essais sont utilisés pour déterminer s'il y a ou non une différence sensorielle entre deux produits. ⁽⁴⁴⁾

- *Les épreuves descriptives du profil*

Les méthodes descriptives viennent pour décrire la nature et l'intensité de la différence sensorielle perçue entre les produits. Le but de ces méthodes est de fournir une véritable carte d'identité sensorielle des produits en déterminant la nature et le degré de leurs différences par un ensemble de perceptions. On obtient ainsi un « profil » du produit. ⁽⁴⁴⁾

- *Les épreuves hédonistes*

Elles font appel aux sensations d'agréable ou de désagréable et utilisent généralement les mêmes structures que les épreuves quantitatives. ⁽⁴⁴⁾

Les méthodes employées pour tenter d'évaluer et de noter les qualités organoleptiques d'un café sont nombreuses. L'épreuve hédoniste est couramment employée.

3) Analyses microbiologiques

La contamination des aliments par des substances toxiques produites par des champignons est un phénomène connu de longue date. Les moisissures sont des contaminants fréquents de nombreux substrats végétaux et de certains produits d'origine animale. Leur présence peut améliorer les qualités organoleptiques du produit ou, au contraire, l'altérer et conduire à l'accumulation de métabolites secondaires toxiques : les mycotoxines. ⁽⁴⁵⁾

La prévention des risques de contamination des produits alimentaires par les mycotoxines, constitue un enjeu majeur pour l'ensemble des opérateurs des filières de l'agroalimentaire. Les cas d'intoxication ont de tout temps défrayé la chronique et peuvent avoir des conséquences économiques très graves. ⁽⁴⁶⁾

Selon l'organisation mondiale de la santé, près de 25% des denrées sont contaminées par des mycotoxines. ⁽⁴⁷⁾ Selon (Jard, 2009), Ces contaminants se retrouvent dans une large variété de produits agricoles tels que les céréales, les fruits secs, les noix et le café. ⁽⁴⁸⁾

3 - 1. Définition des mycotoxines

Le terme mycotoxine dérive du grec « mycos », signifiant champignon et du latin *toxicum* signifiant «poison». ⁽⁴⁹⁾

Les mycotoxines sont des molécules capables, à de faibles concentrations, d'induire un effet toxique. ⁽⁵⁰⁾ Ce sont des molécules de faible masse moléculaire issues du métabolisme secondaire des moisissures. Ces molécules sont élaborées par certaines espèces de moisissures colonisant des plantes (céréales, fruits, légumes) ou des aliments. ⁽⁵¹⁾

D'après leur nature chimique, les mycotoxines sont très stables, en particulier thermostables, et difficiles à éliminer. Compte tenu des effets toxiques qu'elles induisent, notamment toxicité chronique de type cancérogénicité, les mycotoxines introduites dans des chaînes alimentaires aboutissant à l'homme peuvent exposer celui-ci à un certain nombre de problèmes de santé. ⁽⁵¹⁾

La FAO (Food and Agriculture Organisation) estime qu'environ un quart des récoltes de la planète sont susceptibles d'être contaminées par les mycotoxines. La surveillance de ces toxines s'effectue et se justifie dans le cadre mondial des échanges commerciaux de denrées alimentaires matières premières. ⁽⁵¹⁾

3 - 2. Les mycotoxines dans la chaîne alimentaire

Les aliments contaminés par les mycotoxines peuvent être classés en deux groupes : produits d'origine végétale, et ceux d'origine animale. ⁽⁵²⁾

Parmi les aliments d'origine végétale, les céréales et leurs dérivés, les épices et le café présentent le plus grand facteur de risque, compte tenu de leur consommation importante dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. ⁽⁵³⁾

3 - 3. Microorganismes producteurs des mycotoxines

Il existe plusieurs centaines de mycotoxines et la littérature rapporte l'existence d'environ 300 à 400 sortes de mycotoxines. Cependant, seulement une vingtaine d'entre elles est reconnue comme représentant un risque pour la santé publique. ⁽⁵¹⁾

Cinq genres de moisissures sont reconnus comme aptes à produire des mycotoxines dans les aliments : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* et *Alternaria*. ⁽⁵¹⁾

Toutes les espèces d'un genre, et même toutes les souches d'une même espèce toxigène, ne sont pas productrices de mycotoxines ; inversement, une même espèce ou souche fongique peut être capable de produire plusieurs sortes de mycotoxines. ⁽⁵¹⁾

La multicontamination des denrées est donc fréquente : elle peut être due à une multiproduction de mycotoxines par une même espèce (en général deux ou trois mycotoxines, parfois plus) ou bien à une monoproduction de plusieurs espèces de moisissures simultanément présentes sur la denrée alimentaire. ⁽⁵¹⁾

3 - 4. Nature des mycotoxines

Les mycotoxines sont des composés naturels toxiques, élaborés par de nombreuses espèces de moisissures. Ils présentent des origines chimiques très diverses correspondant à la différence de leurs voies de biosynthèse: il s'agit de composés dérivés des acides aminés (alcaloïdes de l'ergot, acide aspergillique, acide cyclopiazonique, slaframine, gliotoxine, roquefortine, sporodesmine), d'autres des polycétoacides (aflatoxines, ochratoxines, patuline, citrinine, acide pénicillique, stérigmatocystine, zéaralénone) et d'autres sont des dérivés terpéniques (diacétoxyscirpénol, fusarénone, désoxynivalénol, roridines, toxine T-2, verrucarine). ^{(54) ; (55) ;(56).}

3 - 5. Biosynthèse des mycotoxines

Plus de 400 mycotoxines sont actuellement identifiées à l'échelle internationale, elles sont produites par quelques variétés de champignons toxiques, les mycotoxines sont synthétisées pendant la phase stationnaire après les stades de multiplication et de croissance. Vu leur stabilité thermique, ces substances constituent un danger potentiel chez l'homme. ⁽⁵⁷⁾

Ces mycotoxines n'ont pas une fonction de matériel de réserves pour le microorganisme puisqu'elles sont rarement métabolisées, et ne sont pas des produits de déchets du métabolisme cellulaire puisqu'elles n'apparaissent pas au cours de la phase active de croissance, l'accumulation de précurseur de base tel que acide aminé, maltate non utilisés aboutissent au ralentissement ou à l'arrêt de la croissance fongique qui dérive son métabolisme vers l'élaboration de métabolites secondaires. ⁽⁵⁸⁾

Des chercheurs ont montré que les facteurs influençant la formation de mycotoxines incluent : humidité, température, temps, intégrités des grains, l'oxygène, le dioxyde de carbone, la prévalence d'espèce toxigène, les interactions microbiennes et les insectes. ⁽⁵⁹⁾

3 - 6. Facteurs influençant la toxinogénèse

La synthèse des mycotoxines, est un phénomène d'une grande complexité. Mais les conditions permettant la toxinogénèse sont plus étroites que celles autorisant la croissance fongique. Les conditions optimales de la toxinogénèse dépendent d'une combinaison des facteurs conduisant à l'imprégnation mycotoxique d'une denrée alimentaire, nous pouvons distinguer les facteurs intrinsèques qui sont liés à la souche fongique elle-même et des facteurs extrinsèques constitués par l'ensemble des conditions environnementales. ⁽⁶⁰⁾

a. Facteurs intrinsèques :

Le type et la quantité de mycotoxine dépendent des espèces fongiques qui les produisent. ⁽⁶¹⁾
Elles diffèrent dans leur caractère morphologique, génétique et dans leur place écologique. ⁽⁶²⁾

Les champignons toxinogènes peuvent être classés en deux groupes principaux: ⁽⁶³⁾

- Les champignons de champs qui contaminent les produits agricoles avant et pendant la récolte, principalement *Fusarium* et *Alternaria* mais aussi des *Aspergillus* dans le cas des raisins. ;
- Les champignons de stockage (par exemple *Penicillium* et *Aspergillus*) qui tendent à contaminer les denrées alimentaires pendant leur stockage. ⁽⁶⁴⁾

b. Facteurs extrinsèques :

Les produits alimentaires sont naturellement en contact avec des spores fongiques qui se trouvent à l'état latent dans l'environnement : c'est une contamination tellurique naturelle. Plusieurs facteurs conditionnent le développement des moisissures. ⁽⁶⁵⁾

↗ Facteurs physiques :

Parmi les multiples interactions entre la température et les autres facteurs, le couple « température- humidité » revêt une importance particulière dans la croissance des champignons et par suite dans la production des mycotoxines. ⁽⁴⁵⁾

➤ Température:

La température joue un rôle prépondérant sur la croissance, le développement et la physiologie des moisissures et, en outre sur la compétition entre les espèces. Compte tenu des températures habituellement rencontrées dans les denrées alimentaires, comprises

généralement entre 0 et 35 °C, et dans la mesure où les autres facteurs de l'environnement ne jouent pas de rôle limitant, des moisissures sont susceptibles de s'y développer. ⁽⁶⁶⁾

En général, la température optimale de toxino-génèse est voisine de la température optimale de croissance, tout en demeurant légèrement inférieur si l'on considère la toxicogénèse proprement dites. La croissance de chaque espèce fongique est caractérisée par des températures minimales, optimales et maximales. ⁽⁶⁷⁾

➤ **Disponibilité en eau (AW) :**

La disponibilité en eau d'une substance (AW) est utilisée pour exprimer les besoins du champignon. Elle est définie comme le rapport de la tension de vapeur du produit sur l'eau pure. ⁽⁶⁸⁾

La disponibilité en eau a une influence déterminante sur le développement du champignon ainsi que sur sa production de mycotoxines (notamment dans les denrées peu hydratées comme les céréales et les grains de cafés). ⁽⁶⁹⁾ Dans un premier temps ce paramètre influence la germination des spores ; puis dans second temps, le développement mycélien. ⁽⁴⁶⁾ Dans ce cas, la toxino-génèse semble proportionnelle à l'activité de l'eau. ⁽⁷⁰⁾

Plus AW est faible, moins il n'y aura d'eau disponible pour la croissance du champignon. La croissance de tous les microorganismes est caractérisée par une AW minimum, optimum et maximum. ^{(71) ; (67)}

↪ **Facteurs chimiques :**

La sécrétion des mycotoxines dépend d'une interaction complexe et non comprise de plusieurs facteurs incluant la nature du substrat, composition gazeuse et l'acidité du milieu. ⁽⁴⁵⁾

➤ **Composition gazeuse :**

La plupart des moisissures sont aérobies. La réduction de la pression partielle en oxygène et surtout l'accroissement de la teneur en CO₂ ont un effet dépresseur important sur la toxino-génèse. ⁽⁷⁰⁾

D'une manière générale, la production de mycotoxine est plus sensible à une variation de la composition gazeuse que la croissance de la moisissure. ⁽⁷²⁾

Une concentration faible en O₂ (inférieur à 1%) ou une augmentation du taux de CO₂ sont efficaces pour prévenir le développement des champignons et la formation de mycotoxine. ⁽⁷²⁾

Après conservation dans une atmosphère confinée, dans laquelle les moisissures peuvent plus ou moins se développer, la remise à l'air libre ou la ventilation provoque rapidement une intense toxino-génèse. ⁽⁷⁰⁾

➤ **Nature du substrat du milieu :**

La composition chimique d'un produit alimentaire, sauf cas exceptionnel, est généralement suffisante pour le développement de la plupart des moisissures. ⁽⁶⁶⁾

La toxino-génèse des moisissures en comparaison à leur croissance dépend beaucoup de la composition chimique de la denrée sur laquelle elles se développent. Sur une denrée alimentaire, on trouve souvent une espèce dominante. ⁽⁷³⁾

L'acidité est aussi une des propriétés du substrat qui joue un rôle important dans le développement fongique et la toxino-génèse. ⁽⁴⁵⁾

➤ **L'acidité du milieu :**

Les moisissures se développent normalement pour de larges gammes de pH compris entre 3 et 8. Comme pour les autres paramètres, il existe des pH pour lesquels la croissance fongique est optimale. Généralement ces pH sont entre 5 et 6. ⁽⁶⁵⁾

➤ **Facteurs biologiques :**

Les microorganismes «de concurrence» peuvent affecter la production des mycotoxines sur les produits agricoles ⁽⁶⁷⁾. Ils peuvent augmenter ou gêner la formation des mycotoxines en changeant les conditions environnementales les rendant défavorables pour la production de mycotoxines ou en produisant des composés inhibiteurs. ⁽⁷⁰⁾

Les interactions avec d'autres microorganismes peuvent également être différentes dans les différentes conditions environnementales ^{(74) ; (75)}.

➤ **Interactions entre organismes:**

Chaque espèce fongique manifeste une préférence et une tolérance particulières vis à vis des caractéristiques écologiques. Sa dissémination dépend de son potentiel infectieux, notamment de l'intensité de sporulation et de la longévité des spores; cette dissémination s'effectue essentiellement par l'air (xérospores) dans le cas des aspergilli et des penicillia. Enfin, l'extension locale de la moisissure dépend de la vitesse de sa croissance linéaire. ⁽⁶⁶⁾

Sur une denrée alimentaire, une espèce fongique pourrait être confrontée avec d'autres organismes qui peuvent perturber sa croissance et la production de mycotoxines:

- Moisissures plus ou moins compétitives qui ne permettent pas l'installation d'autres espèces.

- Bactéries ou levures, dont les vitesses de multiplication sont plus rapides dans la mesure où les conditions physico-chimiques, notamment l'activité de l'eau, leur sont favorables.

- Acariens et insectes, qui favorisent la dissémination des spores et altèrent les défenses naturelles de la denrée par les lésions qu'ils provoquent. ⁽⁷⁶⁾

➤ **Les prédateurs:**

Les fourrages et les céréales sont naturellement en contact avec des spores fongiques avant, pendant et après la récolte, durant le transport et le stockage. Les rongeurs, oiseaux, insectes et acariens interviennent dans le processus de contamination en provoquant des lésions physiques dans les tissus végétaux qui favorisent la pénétration des spores. ⁽⁷⁰⁾

Dans le stockage, les échantillons de grain hébergeant des charançons révèlent en général une population fongique importante et parfois des mycotoxines. ⁽⁷⁷⁾

3 - 7. Prévention et moyens de lutte

Actuellement, l'ensemble des recherches est principalement basé sur la sélection des matières premières les moins contaminées et sur les possibilités de diminuer les contaminations des différents aliments. La surveillance, la détection et la lutte contre les mycotoxines sur les produits transformés prêt à la consommation constituent également un enjeu important. ⁽⁷⁸⁾

a. La prévention

Diverses stratégies peuvent exister afin d'essayer de limiter le développement fongique ainsi que la production de mycotoxines. Ces moyens s'inscrivent dans le cadre du bon choix des pratiques culturales, des moyens de récoltes, de stockage et de transformation. ⁽⁶⁶⁾

Pour pouvoir lutter contre les moisissures et les mycotoxines, il faut savoir à quel moment elles se développent. Ainsi, il est possible de définir 5 moments privilégiés au cours de l'élaboration du produit: lors de la culture, de la récolte, du stockage, de la transformation et enfin lors de la consommation ⁽⁷⁹⁾. A chaque maillon de la chaîne alimentaire, différentes

approches peuvent être adoptées afin de limiter la contamination en mycotoxines. Il s'agit de la prévention ou de la curation selon le stade considéré. ⁽⁶⁶⁾

La prévention est sans aucun doute le meilleur moyen permettant de contrôler la contamination par les mycotoxines. Cependant, la contamination est parfois présente et des procédures de détoxification doivent être mises en œuvre afin de pouvoir rendre utilisable le produit contaminé en alimentation humaine ou animale. Les procédures de décontamination sont basées sur l'élimination: physique, chimique ou biologique. ⁽⁸⁰⁾

b. Moyens de lutte

De par l'hétérogénéité des structures des différentes mycotoxines, la décontamination reste une action difficile à réaliser. Ceci est renforcé par deux points :

- D'une part, le très bas poids moléculaire des mycotoxines « 1000 d » augmente les difficultés de dégradation ;
- D'autre part, les méthodes d'élimination des micro-organismes, tel que le chauffage ou la stérilisation peuvent altérer les qualités nutritives des denrées alimentaires. ⁽⁶⁶⁾

Malgré ces points négatifs, des méthodes ont tout de même été étudiées et mise en place afin de lutter contre ces contaminations qui constituent un danger pour l'homme et les animaux. ⁽⁶⁶⁾

Ces traitements visent à limiter les effets des mycotoxines. Trois sortes de méthodes sont utilisées à savoir des méthodes physiques, chimiques et microbiologiques. ⁽⁶⁶⁾

1. Les méthodes physiques

Ces méthodes sont essentiellement destinées à limiter la présence des mycotoxines dans les matières premières mais malgré tout, quelques-unes s'appliquent aux produits transformés. Par exemple, les industriels peuvent ajouter des adsorbants capables de fixer les mycotoxines et ainsi réduire leur biodisponibilité. ⁽⁶⁶⁾

En général, les adsorbant se lient avec les mycotoxines présentes dans les aliments et forment des complexes qui ne sont pas absorbés lors de la digestion. Mais, selon les adsorbants utilisés, des variations d'efficacité ont été constatées. ⁽⁶⁶⁾

Une autre méthode physique est l'emploi de charbon actif. Il est obtenu par pyrolyse et activation de composés organiques. En fait, de par sa structure poreuse hétérogène, il va se lier aux mycotoxines. ⁽⁶⁶⁾

L'éradication des mycotoxines par les rayons gamma ou par traitement aux micro-ondes est une autre technique physique utilisée pour la lutte contre les mycotoxines. Mais certaines de ces dernières comme les aflatoxines résistent à de tels traitements. ⁽⁶⁶⁾

Enfin, on trouve les méthodes simples qui sont utilisés dans les industries alimentaires telles que le lavage, le séchage, le broyage, tris manuels ou mécaniques de la coque et de la peau qui sont le lieu de contamination, le traitement par torréfaction. ⁽⁷²⁾

2. Les méthodes chimiques

On trouve tous les traitements chimiques visant à détruire ou à désactiver les mycotoxines. Les chercheurs sont cependant de plus en plus réservés au sujet de certains traitements. ⁽⁸¹⁾

Des variétés d'agents chimiques tels que les acides, les bases (ammoniaque, soude...), des agents oxydants (peroxydes d'hydrogène, ozone,...), des agents réducteurs (bisulfites), des agents chlorés et du formaldéhyde sont utilisées pour dégrader ou biotransformer les mycotoxines ⁽⁸²⁾, qui, bien qu'efficaces contre les mycotoxine, sont elles-mêmes potentiellement dangereuses pour la santé. ⁽⁴⁵⁾

3. Les méthodes microbiologiques

Ces méthodes restent encore au plan expérimental en ce qui concerne la détoxification des aliments. Elles consistent à utiliser des microorganismes capables de dégrader par un processus enzymatique ou biotransformer les mycotoxines ⁽⁸³⁾; où de nombreux travaux confirment la capacité des bactéries lactiques a inhibé le développement des moisissures pathogènes ainsi que leurs toxines. ⁽⁴⁵⁾

D'autres méthodes de réduction de la flore fongique et leurs toxines sont aussi prises en compte et ainsi consiste à utiliser des nouvelles substances antifongiques provenant des ressources naturelles notamment les plantes médicinales et aromatiques, où plusieurs laboratoires à travers le monde sont orientés vers la recherche de ces substances et leurs valorisations. ^{(84); (85);(86).}

3 - 8. Impacts sanitaires et économiques

L'action des mycotoxines est polymorphe et une même mycotoxine donne des effets variés selon la concentration, la durée d'exposition, l'influence d'infestations virales, parasitaires ou bactériennes simultanées. ⁽⁶⁶⁾

La contamination des aliments de l'Homme ou des animaux par des mycotoxines peut provoquer un certain nombre de maladies: des mycoses, des allergies et des mycotoxicoses. Un bon nombre des ces mycotoxines ont un effet plus insidieux dans la mesure où elles sont cancérogènes. ⁽⁷⁶⁾

Selon Mannon et Johnson (1985) environ 25 % des denrées alimentaires sont contaminées par des mycotoxines et occasionnent des pertes mondiales estimées de 5 à 10 %. Ces pertes sont dues essentiellement à la production de substances non vendables, au prix de revient augmenté par la détoxification de la matière première ou à sa destruction lorsqu'elle est trop contaminée. ⁽⁴⁷⁾

Matériels
Et
Méthodes

Échantillonnage:

*Préparation des échantillons de références (purs)

La préparation de deux échantillons purs (un de la variété arabica et l'autre de la variété robusta) selon les étapes suivantes :

- La torréfaction des grains du café vert pendant 36 Min à 210°C dans un torréfacteur de marque BRAMBATI (Figure 13);
- Après le refroidissement, le moulage des grains torréfiés a été effectué à l'aide d'un broyeur professionnel de marque SANTOS ;
- les échantillons ont été récupérés après broyage et mis dans des sacs de conservation.



Figure 12 : Photo de graines du café vert



Figure 13 : Photo de Torréfacteur de marque BRAMBATI



Figure 14 : l'aspect des graines après torréfaction



Figure 15: Photos de Broyeur professionnel de marque SANTOS

* Préparation des échantillons fraudés

Les échantillons fraudés ont été préparés à partir des grains de café vert robusta de grade 02 (granulométrie) provenant de la Côte d'Ivoire en suivant le même protocole utilisé pour la

Matériels et méthodes

préparation des échantillons purs sauf qu'au moment de la torréfaction on a fraudé la pureté du café par l'ajout du sucre de deux façons :

- premièrement on ajoute différentes quantités du sucre (4g, 10g, 20g et 30g) au 200g de café.
- deuxièmement on ajoute les même quantités du sucre aux différentes quantités du café afin d'obtenir un poids totale de 200g.

Les différentes concentrations obtenues sont illustrées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 02 : Paramètres de préparation des échantillons des cafés fraudés de différentes concentrations

	Poids du café vert (g)	Poids du sucre ajouté (g)	Poids Totale (g)	Concentrations (%) (pourcentage de sucre ajouté)
Essai 01	200	4	204	1.96
	200	10	210	4.76
	200	15	215	9.09
	200	30	230	13.04
Essai 02	196	4	200	2
	190	10	200	5
	185	15	200	10
	170	30	200	15

***Echantillons étudié (commercialisés)**

On a prélevé 9 échantillons du café commercialisé dans la région de Tlemcen.

Analyses physicochimiques :

1. Mesure de pH

➤ pH-mètre :

Le pH-mètre est un appareil de mesure qui permet de déterminer avec précision (une ou deux décimales) le pH d'une solution. Il est constitué d'un millivoltmètre électronique qui mesure une différence de potentiel entre deux électrodes : une électrode de référence dont le potentiel est constant et indépendant du pH de la solution (à température constante) et une électrode de mesure dont le potentiel est fonction de la concentration des ions H_3O^+ et donc du pH de la solution. On utilise habituellement une électrode combinée en verre qui contient à la fois les deux électrodes. L'appareil affiche les résultats en millivolts ou, après conversion, en unités pH. La méthode par pH-mètre est celle utilisée.



Figure 16: pH-mètre

a. Mode opératoire :

*Préparation des solutions :

- Peser exactement 5g de chaque échantillon du café ;
- Verser chaque pesée dans un bécher noté ;
- Ajouter 100ml d'eau distillée ;
- Introduire un barreau aimanté dans le bécher et agiter les solutions pendant 15 à 20 min à l'aide d'un agitateur magnétique.

* Mesure de pH (à 25°C) :

- Régler le pH-mètre : le calibrage se fait avec une solution tampon à pH=9 et pH=4 ;
- Introduire la sonde pH-métrique dans la première solution et relever la valeur de pH ;
- Nettoyer le pH-mètre et mesurer le pH des autres solutions avec le même pH-mètre.

2. Détermination de la matière sèche ⁽⁸⁷⁾

a. Principe :

On procède à une dessiccation de l'échantillon à analyser dans une étuve aux températures de 100°C à 105°C, sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante. Pour éviter toute reprise d'humidité, il convient d'opérer dans des vases de tare, placés dans un dessiccateur.

b. Mode opératoire :

- Les vases de tare ont été séchés à l'étuve pendant 30 Min à 103°C avec couvercles inclinés ;
- Après refroidissement dans un dessiccateur durant 20 à 30 Min, les vases de tare ont été pesés avec les couvercles (**P**₁);
- Dans chaque vase, 2 g de l'échantillon moulu ont été introduit, l'ensemble a été pesé avec les couvercles fermés (**P**₂) ;
- Après un étuvage de 3 h à 105°C avec couvercles inclinés puis refroidissement dans un dessiccateur pendant 15 Min, les vases de tare sont pesés, ensuite ils sont remis à couvercles inclinés dans l'étuve durant 1 h à 105°C ;
- Après refroidissement comme précédemment, les vases de tare sont pesés (**P**₃) ;
- La différence entre deux pesées doit être inférieure à 2 mg, si non l'opération est renouvelée jusqu'à poids constant.

C. Expression des résultats :

Le taux d'humidité exprimé en pourcentage est calculé selon la formule suivante:

$$\text{Taux d'humidité (\%)} = [(P_2 - P_3) / (P_2 - P_1)] \times 100$$

Dont :

P₁ : masse en g du vase de tare.

P₂ : masse en g de la prise d'essai avant séchage.

P₃ : masse en g de la prise d'essai après séchage.

A partir de la teneur en eau, on détermine le taux de matière sèche qui est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche (\%)} = 100 - \text{teneur en eau}$$

3. Détermination de la teneur en cendres (matière minérale) ⁽⁸⁸⁾

a. Principe :

Les cendres totales sont le résidu de composés minéraux qui reste après incinération d'un échantillon contenant des substances organiques d'origine animale, végétale ou synthétique.

Le principe consiste en une incinération du matériel biologique au four à moufle, dans un creuset en porcelaine, à une température de 750°C.

L'opération ne sera terminée que lorsque la couleur des résidus deviendra blanche grisâtre, qui se transformera en une couleur blanche après refroidissement.

b. Mode opératoire :

- Une pré-incinération des creusets en porcelaine est effectuée à 300°C pendant 15 Min ;
- après refroidissement dans un dessiccateur, les creusets sont pesés vides (poids A) ;
- on met 2g de l'échantillon broyé dans les creusets et on les introduit dans un four à moufle réglé à 750°C jusqu'à ce que le contenu des creusets prenne une couleur blanc grisâtre qui blanchit après refroidissement dans un dessiccateur ;
- enfin, on pèse les creusets avec les cendres (c'est le poids B).

c. Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$T_c (\%) = \frac{B - A}{m} \times 100$$

Dont :

Tc : teneur en cendres (%).

A : poids du creuset vide (g).

B : poids du creuset + échantillon après l'incinération.

m : masse de l'échantillon (g).

100: pour exprimer le pourcentage.

4. Analyses par spectrophotométrie (UV- visible)

a. Définition :

La spectrométrie d'absorption moléculaire dans le domaine ultraviolet (UV) visible (VIS), de 400 à 800 nm environ est une technique courante de contrôle et d'analyse de composés chimiques. Elle permet la mesure de la quantité de la lumière absorbée à chaque longueur d'onde des bandes ultraviolettes et visibles du spectre électromagnétique.

b. Principe :

On recherche à savoir quelle est l'absorbance maximale de chaque échantillon de café est cela ce fait par l'analyse à différents longueurs d'ondes (400, 600,750 et 800nm).

On utilise donc un système de type monochromateur pour fixer la longueur d'onde et un photomultiplicateur vient enregistrer l'absorbance correspondante.

c. Mode opératoire :

- Les solutions à analysés ont été récupérer après filtration ;
- Introduire la solution à analyser dans une cuve à condition de ne pas mettre les doigts sur les faces de la cuve qui seront traversées par la lumière ;
- Placer la cuve dans le compartiment prévu ;
- Réaliser l'étalonnage, c'est-à-dire l'absorbance au blanc doit être nulle:
 - * Etalonnage : insérer une cuve contenant de l'eau distillée (le blanc) pour faire le blanc, c'est-à-dire réaliser une référence en intensité. Cette étape est obligatoire avant chaque mesure par spectrophotomètre.
- Introduire la solution à analyser ;
- Lire et noter la valeur de l'absorbance affichée sur l'écran de spectrophotomètre ;
- Répéter cette opération à différents longueurs d'ondes (400, 600,750 et 800nm) pour tous les échantillons ;
- Enfin ; tracer l'histogramme pour comparer les échantillons étudiés à la longueur d'onde maximale (400 nm).

5. Détermination de taux des matières solubles

a. Principe :

La détermination de taux des matières solubles se base sur la solubilisation des échantillons étudiés dans l'eau chaude.

On procède d'abord à une dessiccation des échantillons dans une étuve réglé à $103 \pm 2^\circ\text{C}$, sous la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'une masse pratiquement constante. Pour cette fin on utilise des vases de tare, placés dans un dessiccateur pour éviter toute reprise d'humidité.

En suite, une filtration des échantillons solubilisé dans l'eau chaude suivi par un séchage jusqu'à l'évaporation totale de l'eau des résidus solides à été faite.

b. Mode opératoire :

* les échantillons à sec :

- Les vases de tare ont été séchés à l'étuve pendant 30 Min à 103°C avec couvercles inclinés ;
- Après refroidissement dans un dessiccateur durant 20 à 30 Min;
- Dans chaque vase, 10 g de l'échantillon à sec (M_1) ont été introduit;
- Après un étuvage de 3 h à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ avec couvercles inclinés puis refroidissement dans un dessiccateur pendant 15 Min, les vases de tare sont pesés, ensuite ils sont remis à couvercles inclinés dans l'étuve durant 1 h à $103 \pm 2^\circ\text{C}$;
- Après refroidissement comme précédemment, les vases de tare sont pesés (M_2) ;

* les échantillons filtrés :

- Une filtration des échantillons à été faite comme suit :

* 10g de chaque échantillon à été additionné à 100ml d'eau distillée préalablement chauffé ;

* A l'aide d'un agitateur magnétique, Agiter avec une vitesse de 300 Tours/Min les solutions pendant 15 à 20 Min à une température de 95°C - 98°C lorsque l'eau entre en contact avec le café (Plus chaude, la température pourrait brûler le café).

* Laisser se refroidir, ensuite filtrer les mélanges pour séparer les solides des liquides ;

- Récupérer le filtrat solide et sécher le dans une étuve jusqu'à l'évaporation totale de l'eau.

- Après refroidissement dans le dessiccateur, peser le poids de résidu solide (M_3).

- Comme facteur de correction de poids de résidu solide obtenu concernant les pertes en caféine et en matières volatiles on a pris une valeur de 0.3g (3%).

c. Expression des résultats :

Le calcul de taux des matières solubles dans l'eau chaude exprimé en pourcentage se fait selon la formule suivante:

$$T_{MS} (\%) = \frac{M_2 - (M_3 - 0.3)}{M_1} \times 100$$

Dont :

T_{MS} (%): le taux des matières solubles exprimé en pourcentage ;

M_1 : Prise d'essai ;

M_2 : poids de l'échantillon après dessiccation ;

M_3 : poids de résidu solide.

6. Analyses par l'infrarouge (IR)

a. Définition :

Un spectre infrarouge peut être défini comme étant la mesure de l'absorption lumineuse en fonction de la longueur d'onde, de la fréquence ou de l'énergie de la lumière incidente. Le domaine infrarouge s'étend de 0,7 μm à 50 μm . Il est arbitrairement divisé en 3 catégories, le proche infrarouge (0,7 à 2,5 μm), le moyen infrarouge (2,5 à 25 μm) et le lointain infrarouge (25 à 50 μm)

La spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF, en anglais *Fourier transform infrared spectroscopy* - FTIR) est une méthode d'analyse de la composition moléculaire basée sur l'interaction onde-matière. Les informations issues de la spectroscopie IRTF se présentent sous forme de spectres d'absorption.

b. Principe :

La spectroscopie IRTF est une technique de mesure pour l'acquisition de spectres infrarouges. Au lieu d'enregistrer la quantité d'énergie absorbée lorsque la fréquence de lumière infrarouge varie (monochromateur), la lumière infrarouge passe au travers d'un interféromètre. Après avoir traversé l'échantillon, le signal mesuré est un interférogramme.

Après que le signal a subi une transformée de Fourier, on obtient un spectre identique à celui obtenu par une spectroscopie infrarouge conventionnelle (dispersive).

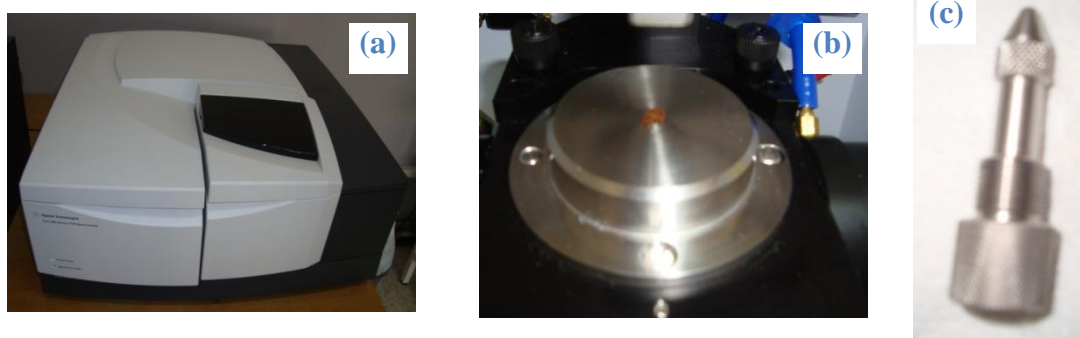


Figure 17: Photos de l'appareil IR avec ses compartiments

(a): Appareil infrarouge (Agilent technologie Cary 600 Series FTIR spectrometer).

(b): Porte échantillon de l'appareil infrarouge.

(c): La tête plate.

c. Mode opératoire:

- Allumer l'appareil infrarouge 1/4h à 1/2h avant le début de la manipulation ;
- une fois l'appareil est allumer, lancer le programme agilent ;
- Appuyer sur la touche signal monitor (la valeur de signale est de 1.953) ;
- Aligner à 8.010
- on passe à l'autosensibilité (3.995)
- on procède à établir un signal à vide, le background, qui représente le calibrage de l'appareil IR.
- Placer une petite quantité de l'échantillon dans le centre du porte échantillon et l'écraser par la tête plate.
- Lancer le scan : le nombre de scan est sélectionné par l'utilisateur selon le choix.
- Enregistrer le spectre obtenu.
- Aligner le background sur microordinateur, nettoyé le porte échantillon avec le Solvant THF (tetrahydrofurane), introduire le deuxième échantillon comme précédemment et lancer le scan.
- Enregistrer le deuxième spectre obtenu.
- répéter l'opération pour les autres échantillons de même façon.

Analyses sensorielles

Objectif :

L'objectif de cette évaluation sensorielle est de connaître le café présentant les meilleures caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur, saveur et viscosité) par un jury de dégustation.

Principe :

Afin de décrire la nature et l'intensité de la différence sensorielle perçue entre nos produits un test hédonique a été réalisé. Durant ce test neuf marques du café commercialisé dans la région de Tlemcen ont été testées en deux phases : l'analyse de café boisson et l'analyse du café en poudre.

***Préparation des échantillons (café boisson):**

La préparation des neufs échantillons à analyser a été faite le jour même de l'évaluation entre 8h 30 et 10h du matin afin de garder la chaleur des produits préparés.

Les échantillons sont portés à l'ébullition et nous avons suivis les étapes suivantes:

- A l'aide d'une éprouvette graduée mesurer un litre d'eau distillé, verser le dans une casserole à café et le mettre à ébullition ;
- Ajouter 2 cuillères à soupe de café ;
- Mélanger et laisser bouillir pendant 5 Min à 98°C,
- Filtrer le café,
- Verser le café filtré dans des thermos, nous avons utilisés neufs thermos codés A, B, C, D, E, F, G, H et I.

***le jury :**

Nous avons composé un jury d'une vingtaine des sujets (les techniciens de laboratoire, les étudiantes cinquièmes années ingénieur en CQA et les étudiants de biologie).

Plusieurs facteurs ont été pris en considération avant l'évaluation afin d'obtenir des performances optimales de la part des sujets:

- Les sujets ne souffrent d'aucune maladie,
- Les sujets sont informés d'éviter l'utilisation des produits fortement odorants tels que parfums,

Matériels et méthodes

- les sujets ne peuvent ni fumer, ni manger, ni boire autre chose que de l'eau pendant la dernière demi-heure précédant l'évaluation.

* Déroulement de l'essai :

L'évaluation a été faite au niveau du laboratoire pédagogique de contrôle de qualité et analyses (CQA), département de biologie. L'heure à laquelle se déroulent les essais se situe entre 10h30 h et 12 h du matin pour la café boisson et entre 13h et 14h 30 pour le café en poudre.

Pour les deux tests, nous avons suivi ces étapes:

- Nettoyage des postes de dégustation,
- Etiqueter les gobelets de façon anonyme et neutre, avec des lettres : A, B, C, D, E, F, G, H et I afin d'éviter toute connotation.
- Chaque poste de dégustation est muni de:
 - Un verre d'eau et un verre du jus pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation (le jus et pour but de supprimé l'amertume de la bouche),
 - Des mouchoirs en papier pour les éventuels débordements,
 - Un bulletin de réponse (annexe 01).
 - Verser le premier échantillon du thermos étiqueté A directement dans les gobelets étiquetés A, et distribuer aux panelistes.
 - Expliquer aux dégustateurs l'objectif du test hédonique de profile et les différentes étapes de dégustation proposée qui sont citées dans les bulletins de réponses, sans oublier d'expliquer aux dégustateurs tous les points qui trouvent sombres dans ces bulletins de réponses.
 - Ramasser les bulletins des réponses et présenter le deuxième échantillon de même façon et ainsi de suite pour les autres échantillons.

Analyses microbiologique

La contamination des aliments par des substances toxiques produites par des champignons est un phénomène connu de longue date, il est donc indispensable de mettre au point des techniques spécifiques, rapides et peu onéreuses pour quantifier les champignons toxigènes.

La détermination de la présence ou l'absence de la flore fongique à été réalisé selon la méthode classique : la méthode de dilution.

➤ **Isolement des moisissures :**

Cette méthode permet l'analyse mycologique des suspensions dans une solution physiologique. Elle consiste à utiliser 5g de chaque échantillon de café moulu dans 45 ml d'eau physiologique additionnée de 03 gouttes de Tween 80, c'est la dilution 10^{-1} appelé « solution mère ». La dilution 10^{-2} est réalisée à partir de la solution mère.

D'après Slimani Alaa, 2011 et Bensid Assia, 2005 le milieu adéquat qui permet d'isoler le plus grand nombre possible de moisissures est le milieu PDA (Potato Dextrose Agar) avec la dilution 10^{-2} .

A partir de la dilution 10^{-2} de chaque échantillon de café, deux boites de pétrie contenant le milieu de culture PDA sontensemencées en raison de 1 ml à la surface du milieu. Les boitesensemencées sont incubées à $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 5 à 7 jours.

➤ **Purification et conservation :**

L'obtention des isolats purs repose sur la réalisation de plusieurs repiquages successifs sur milieu PDA. Ces isolats purs sont repris sur des autres boites de pétrie contenant le milieu de culture PDA et incubés à $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 7 jours, afin d'assurer leur conservation.

➤ **Identification des moisissures :**

Schématiquement, l'identification d'une espèce repose sur :

Les caractères macroscopiques (culturaux)

Ces caractères donnent une idée sur l'aspect général des colonies, ils comportent les critères suivants :

- La texture du thalle (velouté, laineux),
- La couleur de thalle (pigmentation du mycélium) ;
- L'odeur ;

Matériels et méthodes

- La couleur du reverse de la culture.

Les caractères microscopiques (morphologiques)

C'est l'étude microscopique du mycélium, des filaments végétatifs, nature des organes différenciés et des spores. Ces critères morphologiques ont été déterminés suivant une méthode classique dite « la méthode de scotch ».

Les observations des moisissures par la technique du scotch dans le bleu de coton ont été faite de la façon suivant :

- On prend un bout de scotch que l'on applique sur la moisissure ; et en parallèle on dispose une petite goutte de bleu de coton sur la lame ;
- On colle le scotch sur la lame et on couvre par la lamelle ;
- On effectue l'observation microscopique qui se fait aux grossissements $\times 10$, $\times 40$ et $\times 100$.

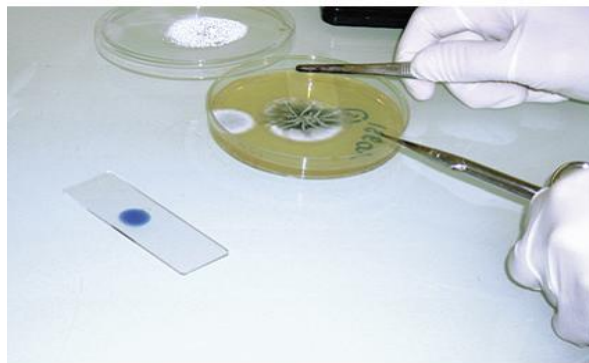


Figure 18: Identification microscopique des moisissures par la méthode de scotch ⁽⁸⁹⁾

➤ Expression des résultats :

Les genres des moisissures sont déterminés par les caractères microscopiques en se référant au cahier de formation en biologie médicale de Dominique Chabasse et al, 2002. ⁽⁸⁹⁾

Résultats
&
Discussions

1. Mesure de pH

Les résultats illustrés dans la figure 21 indiquent que l'ensemble des échantillons analysés sont acides.

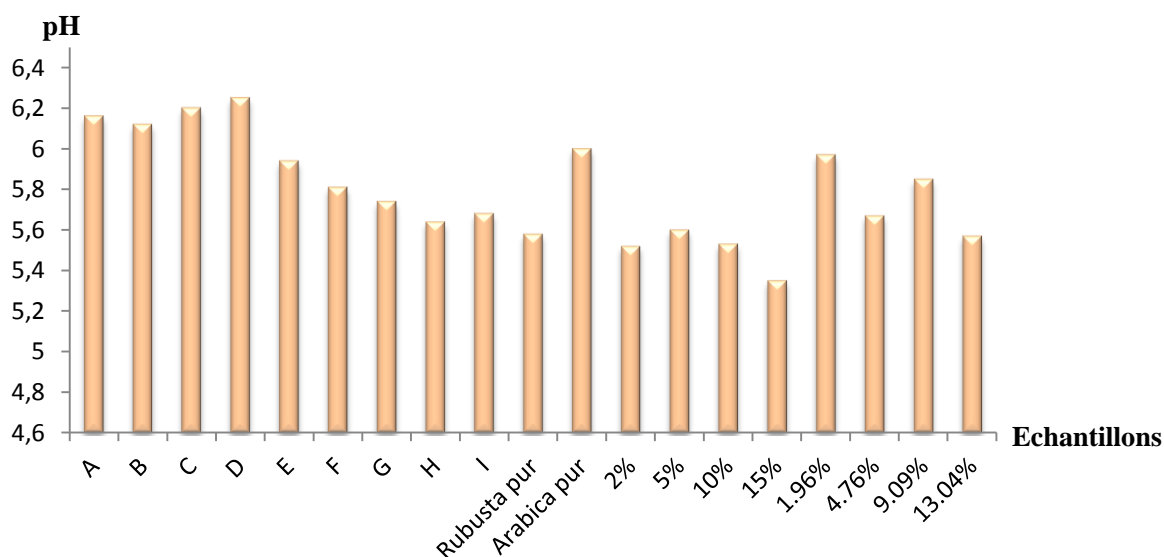


Figure 19: Valeurs moyennes du pH de différents échantillons analysés

Les valeurs du pH de nos échantillons du café commercialisés sont étalées entre 5,64 et 6,25 et celles des échantillons fraudés se varient entre 5,35 et 5,97 tandis que le pH des échantillons purs est de 5,58 pour le café issue de l'espèce robusta et de 6 pour celle issue de l'espace arabica.

Les échantillons du café étudiés ont des valeurs supérieures à 5, ce qui n'est pas conforme aux normes. ⁽⁹⁰⁾ cela peut être dû aux divers paramètres tels que la pureté de l'échantillon après torréfaction et moulage, la durée et les conditions de conservation et de stockage.

2. Détermination de la matière sèche

L'appréciation de la matière sèche repose sur la détermination de la teneur en eau des échantillons à analyser.

La figure suivante représente le taux de matière sèche des différents échantillons étudiés. Il a été estimé entre 96,02% et 98,79% pour les échantillons commercialisés étudiés et entre 98,66% et 99% pour les échantillons des cafés fraudés. L'échantillon pur robusta à un taux de matière sèche égale à 98,64%, ce taux est proche de celui de l'échantillon pur arabica qui est de 98,7%. Alors tous les échantillons ont un taux de matière sèche important.

Résultats et discussion

On remarque que le taux de la MS de la marque D est considérablement inférieur de celle des échantillons purs robusta et arabica, cela veut dire qu'elle possède une valeur élevée de la teneur en eau.

Tous ces résultats sont en corrélation avec **le décret exécutif n° 92-30 du 20 janvier 1992 relatif aux spécifications et à la présentation des cafés** ⁽⁹¹⁾ qui montre que le café moulu ne doit pas avoir une teneur en eau supérieure à 5 % c'est-à-dire que le taux de la matière sèche ne doit pas être inférieure à 95%.

Matière sèche (%)

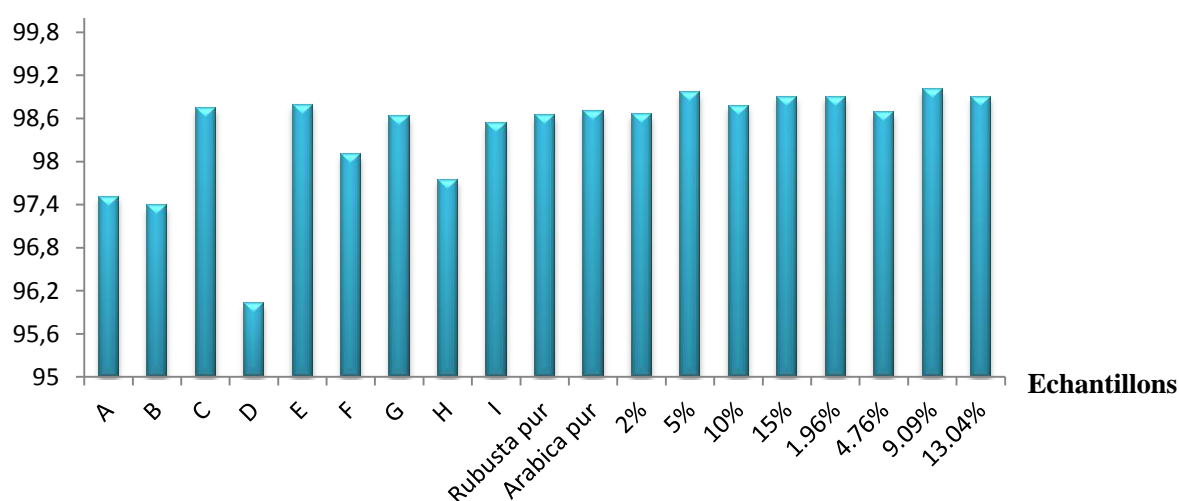


Figure 20: Taux de la matière sèche exprimé en pourcentage des échantillons étudiés

3. Détermination de la teneur en cendres (matière minérale)

La détermination de la teneur en cendres peut nous apporter des informations sur la qualité de l'échantillon à analyser. En effet, seul les basses teneurs en cendres de produits sont acceptables pour la consommation humaine.

L'évaluation du taux des cendres du café a donné un taux estimé entre 4,15% et 6,4% pour les échantillons de commerce, entre 4,4% et 4,7% pour les échantillons fraudés, un taux égal à 4,6% pour le café pur robusta et un autre de 4,05% pour le café pur arabica.

Les résultats obtenus pour la teneur en cendres des échantillons fraudés ne présentent aucune différence significative entre eux, la figure 23 illustre ces résultats.

Résultats et discussion

D'après les résultats montrés dans la figure et le décret exécutif n° 92-30 du 20 janvier 1992 relatif aux spécifications et à la présentation des cafés ⁽⁹¹⁾ qui dit que le café torréfié destiné à la consommation ne doit pas renfermer plus de 6 % de cendres totales, on remarque que seul le café G à un teneur en matière minérale (6,4%) supérieure au norme.

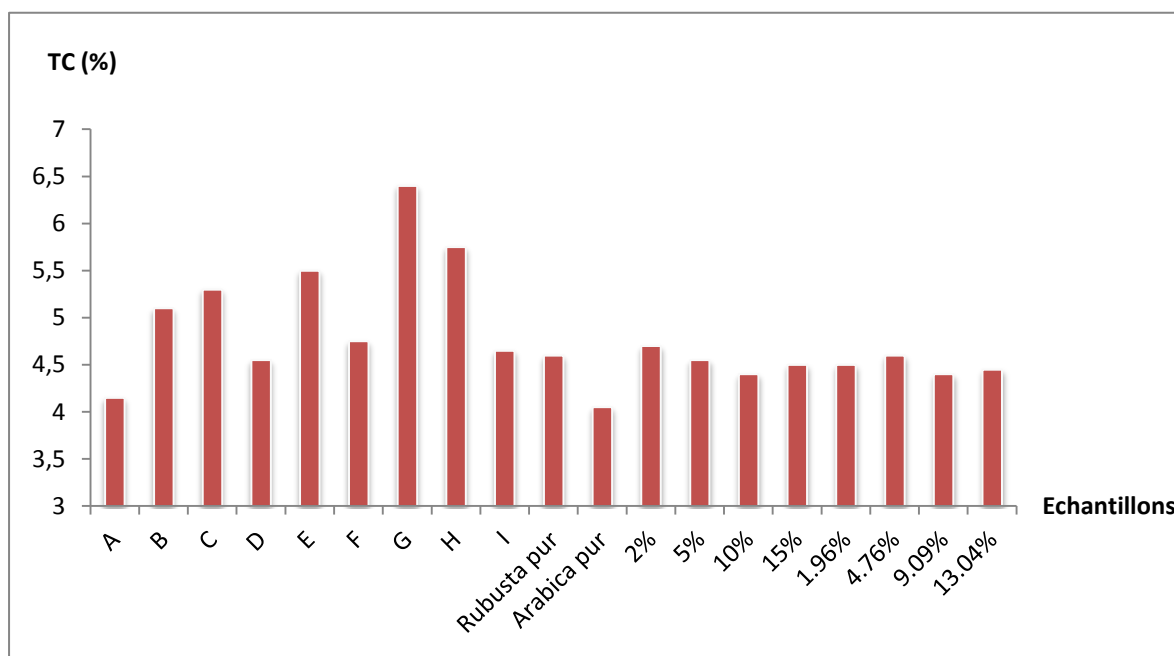


Figure 21: Teneur en cendres exprimé en pourcentage des échantillons étudiés.

4. Analyses par spectrophotométrie (UV- visible)

D'après les résultats, les échantillons D et H ont la même absorbance (2,87); cela peut signifier qu'elles sont d'une même origine et ayant des compositions similaires. Ce qui s'applique aussi pour les échantillons E et G qui ont une absorbance de 2,73 et les échantillons A et F à une DO égale à 3,21.

En comparant l'absorbance des deux échantillons purs, on remarque une différence importante des deux valeurs (3,91 pour le robusta et 1,51 pour l'arabica).

A partir de ces résultats on déduit que les échantillons du café commercialisés sont d'origine robusta car ils possèdent des DO proche à celle de l'échantillon pur robusta.

Résultats et discussion

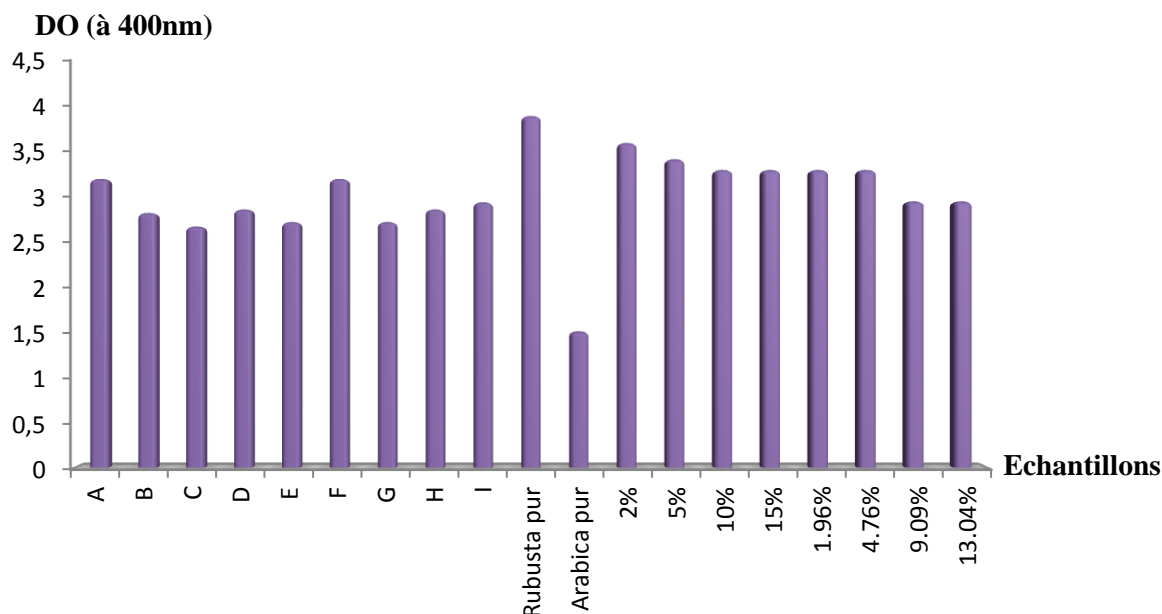


Figure 22 : l'absorbance des échantillons étudiés à la longueur d'onde maximale.

5. Détermination de taux des matières solubles (T_{AS})

Les tableaux 03 et 04 résument les résultats obtenues pour le calcul de taux des matières solubles dans l'eau chaude.

Tableau 03 : valeurs des matières solubles des différents échantillons des cafés commercialisés étudiés.

Echantillons Valeurs	A	B	C	D	E	F	G	H	I
M1 (g)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
M2 (g)	9.75	9.75	9.60	9.85	9.90	9.85	9.85	9.65	9.90
M3 (g)	9.26	9.32	8.54	8.12	8.24	8.97	8.35	8.28	9.10
T_{MS} (%)	7.9	7.3	13.6	20.3	19.6	11.8	18	16.7	11

Résultats et discussion

Tableau 04 : résultats de la détermination de taux des matières solubles des différents échantillons préparés (purs + fraudés) étudiés.

Echantillons Valeurs	Pur Ara	Pur Rob	2%	5%	10%	15%	1.96 %	4.76 %	9.09 %	13.04 %
M1 (g)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
M2 (g)	9.65	9.65	9.75	9.92	9.70	9.55	9.80	9.95	9.55	9.65
M3 (g)	9.2	9.08	8.01	8.25	8.30	8.33	8.70	8.85	8.052	8.11
T _{MS} (%)	7.5	8.7	20.4	19.7	17	15.2	14	14	18	18.4

D'après le tableau 03 on remarque que la variation de taux des matières solubles d'un échantillon à un autre a été hautement significative et les valeurs les plus élevées ont été observées chez les échantillons D et E.

A partir du tableau 04, on observe que les taux en matières solubles se différencient entre les deux échantillons purs due à leurs compositions différentes.

On remarque aussi (tableau 04) que ces taux en matières solubles des échantillons fraudés sont supérieurs à celui des échantillons purs et cela s'explique par la solubilité du sucre ajouté.

6. Analyses par l'infrarouge (IR)

L'analyse par IR nous permet de mettre en évidence les différentes compositions biochimiques des échantillons étudiés et de les comparer entre eux en fonction de leurs variations spectrales.

La figure 23 représente la comparaison entre les spectres des échantillons purs et ceux des échantillons commercialisés.

A partir de la figure suivante on observe une similitude entre le spectre de l'échantillon pur robusta et ceux des échantillons analysés. Alors on peut conclure que les échantillons de commerce sont d'origine robusta avec l'impureté de certains échantillons.

Résultats et discussion

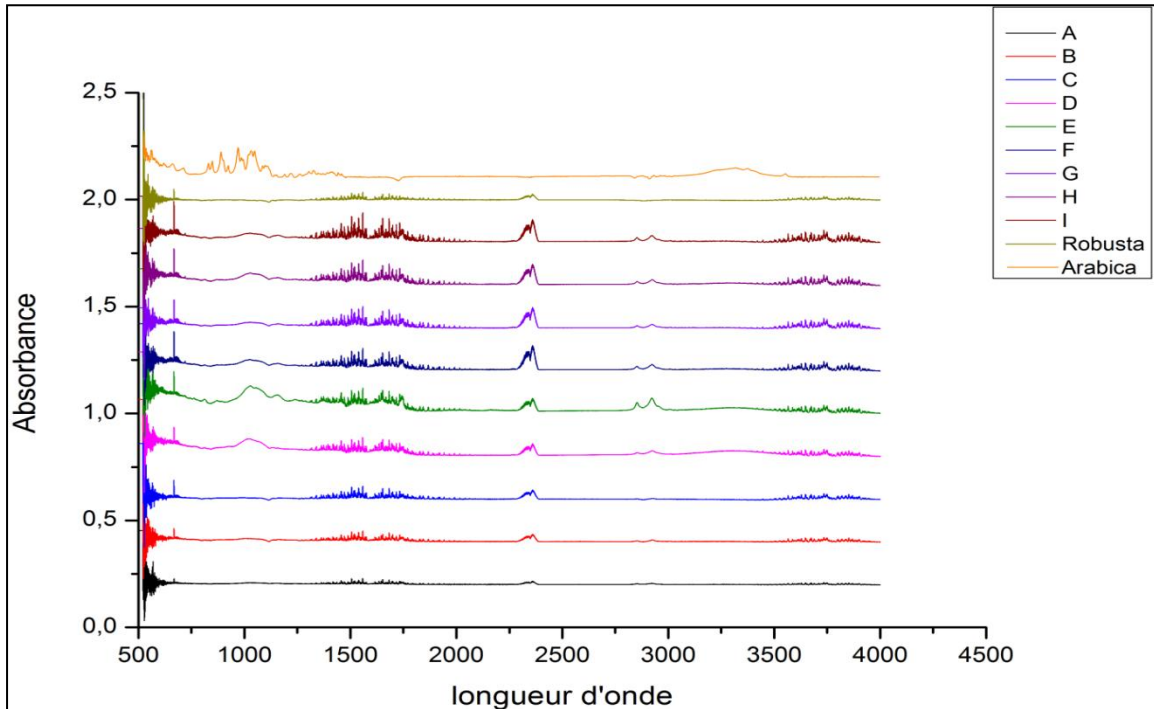


Figure 23 : spectres des échantillons purs et des échantillons commercialisés.

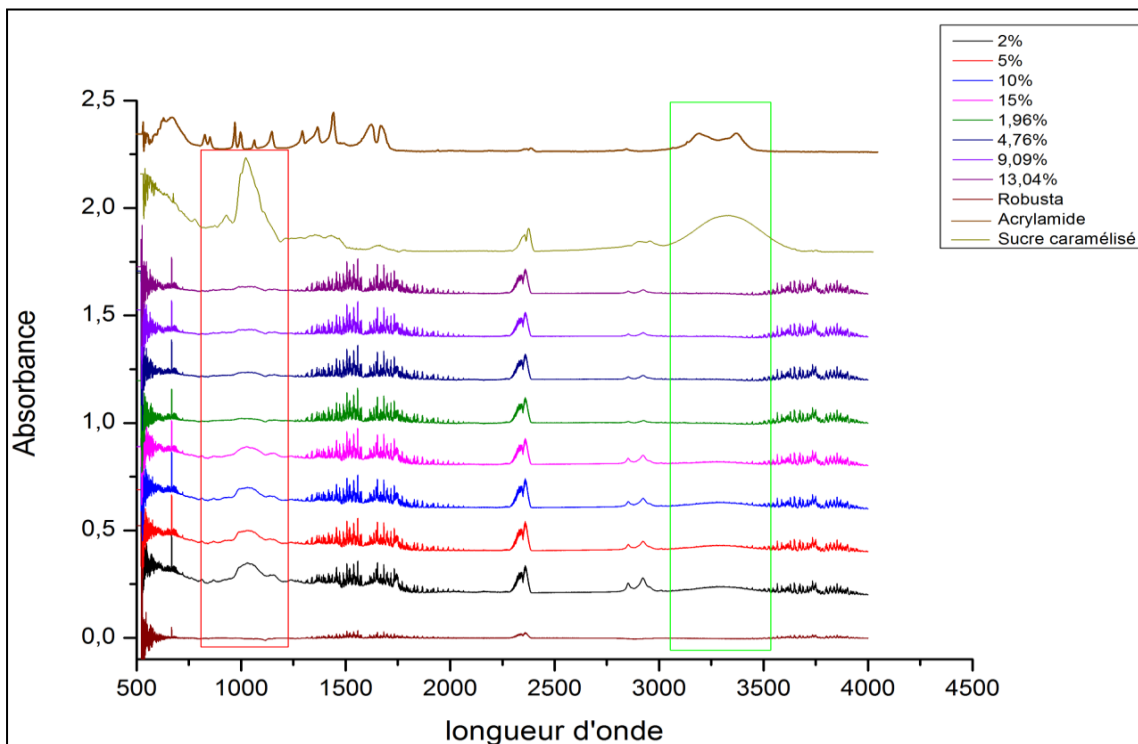


Figure 24 : spectres des échantillons fraudés, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide.

Résultats et discussion

La figure 24 représente la comparaison des spectres des échantillons fraudés avec le spectre de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et l'acrylamide.

On connaît précédemment que les échantillons fraudés sont d'origine robusta c'est pourquoi ils ont la même forme de spectre, mais ils se différencient dans l'intensité de l'absorbance essentiellement dans la région de la longueur d'onde située entre 750 et 1250 cm^{-1} . Cette différence est due à l'ajout de sucre dans les échantillons fraudés ce qui est justifié par la présence d'un pic typique dans le spectre de sucre caramélisé dans la même région (750 - 1250 cm^{-1}), alors l'absorbance dans cette région nous permet de détecter la présence ou l'absence du sucre caramélisé dans nos échantillons.

A une longueur d'onde située entre 3000 et 3500 cm^{-1} , on distingue : la présence d'une bande large dans le spectre du sucre caramélisé, et le début de formation de cette bande à la même longueur au niveau des échantillons fraudés à 2%, 5%, 10% et 15% et son absence dans l'échantillon pur. Cette bande peut signifier un début de formation de l'acrylamide (substance chimique cancérigène) car on a enregistré un signal au niveau de son spectre dans la région 3000 - 3500 cm^{-1} . Donc cette région nous permet de détecter la ou la non formation de l'acrylamide

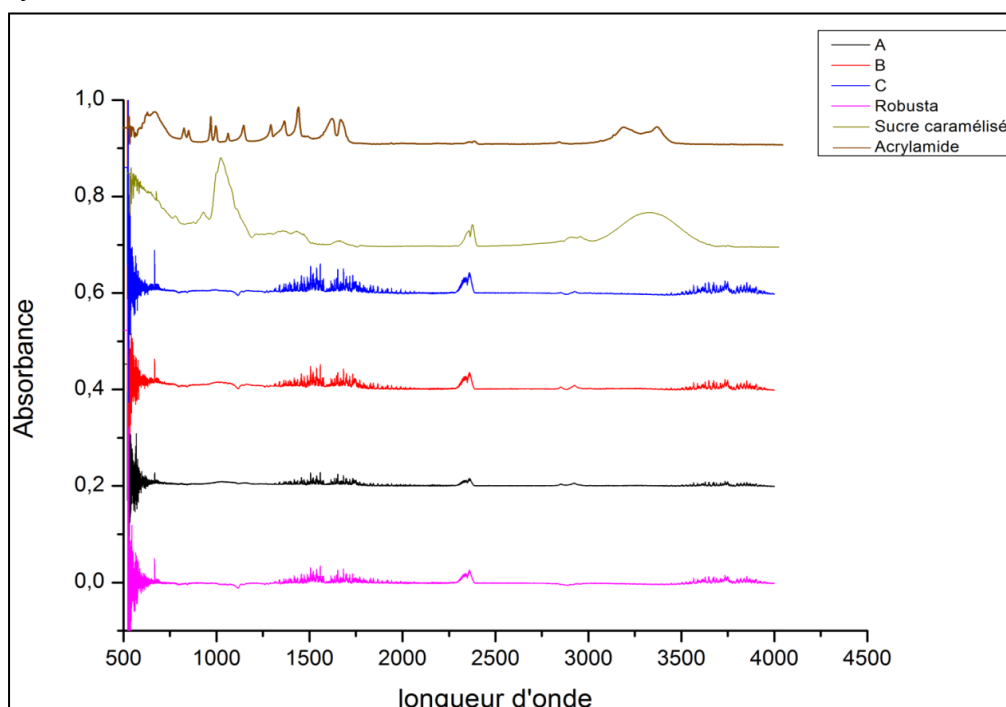


Figure 25 : spectres des échantillons A, B, C, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide.

Résultats et discussion

La figure 25 nous permet de comparer les spectres des échantillons A, B, C avec celui de l'échantillon pur robusta et de sucre caramélisé.

D'après la figure précédente (figure24), la détection de la présence ou l'absence de sucre se fait à une longueur d'onde entre 750 et 1250 cm^{-1} et la détection de la

ou la non formation de l'acrylamide se fait dans la région situer entre $3000 - 3500\text{ cm}^{-1}$; selon la figure 25 on remarque qu'il y a absence d'absorbance pour les échantillons A, B, C et l'échantillon pur dans ces deux intervalles, alors ces échantillons ne contiennent pas de sucre et il y'a pas une formation de l'acrylamide.

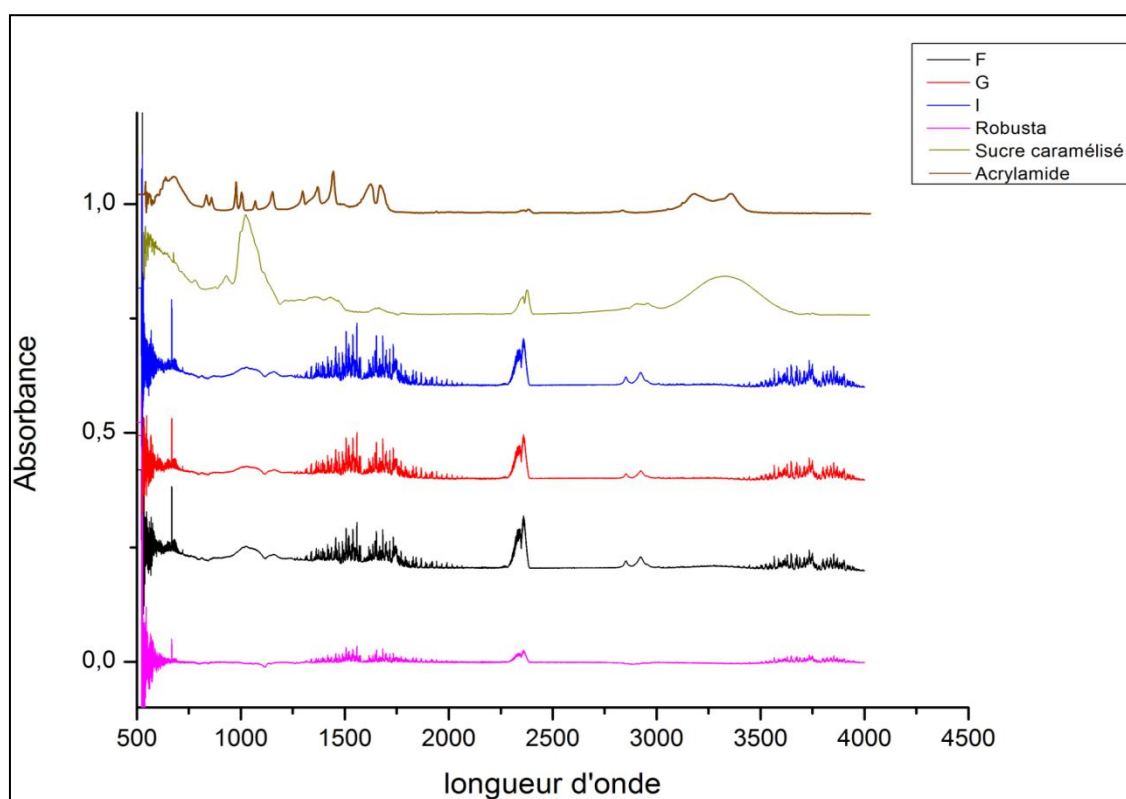


Figure 26 : spectres des échantillons F, G, I, de l'échantillon pur robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide.

A partir de la figure 26, on observe des différences spectrales peu significative dans la longueur d'onde spécifique de détection du sucre cela en comparant les échantillons F, G et I avec l'échantillon pur robusta, et en comparant les spectres de ces dernier dans la région distinguée pour la détection de l'acrylamide, aucune différence n'a été aperçu.

Résultats et discussion

Cela peut justifier que ces échantillons sont additionnés par des petites concentrations du sucre et cette concentration ne conduit pas à la formation de l'acrylamide.

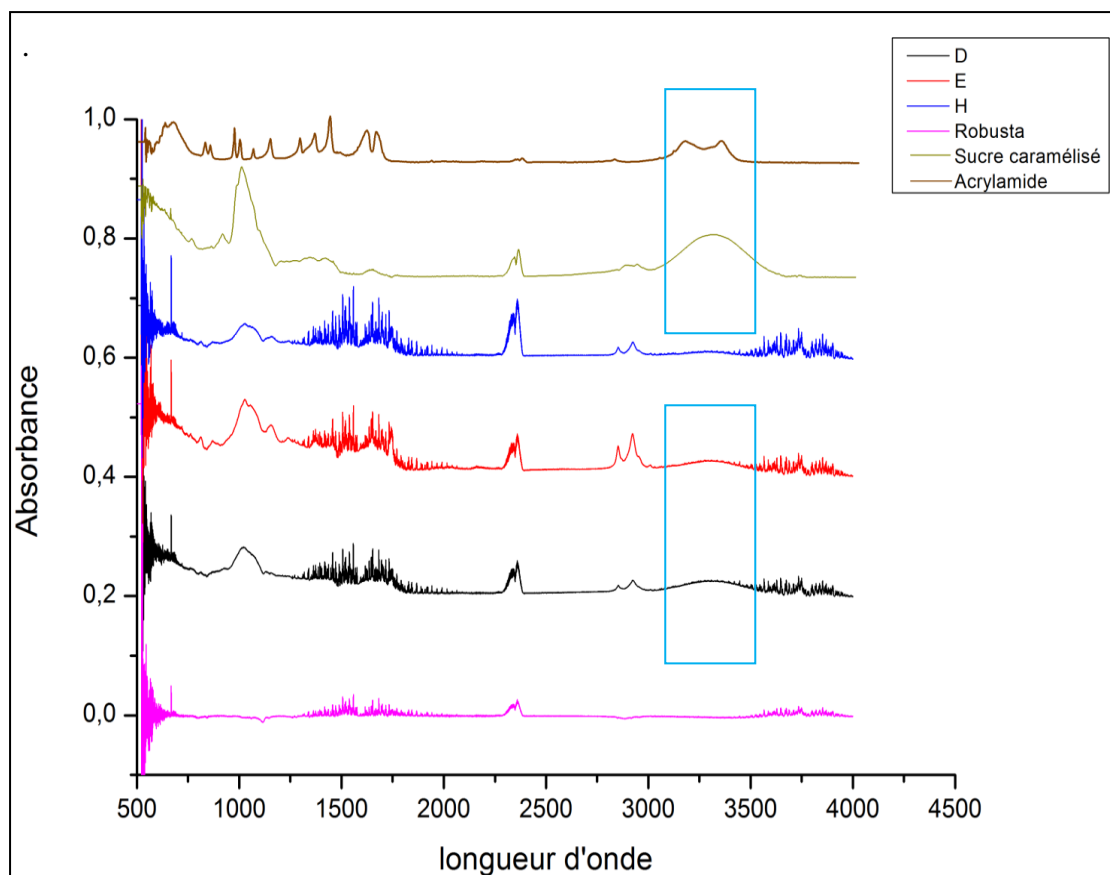


Figure 27 : spectres des échantillons D, E, H, de l'échantillon pur Robusta, de sucre caramélisé et de l'acrylamide.

On observe une absorbance importante dans la région de la détection de sucre au niveau des échantillons E, D et H respectivement ce qui signifie qu'ils sont additionnés par des concentrations élevées du sucre. On observe aussi le début de formation de l'acrylamide au niveau des échantillons E et D.

Nos résultats sont en accord avec une étude menée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui prouve que le taux de sucre brûlé provoque des maladies cancérogènes. «A titre d'exemple, ce sucre brûlé provoque le cancer du sein chez les femmes.

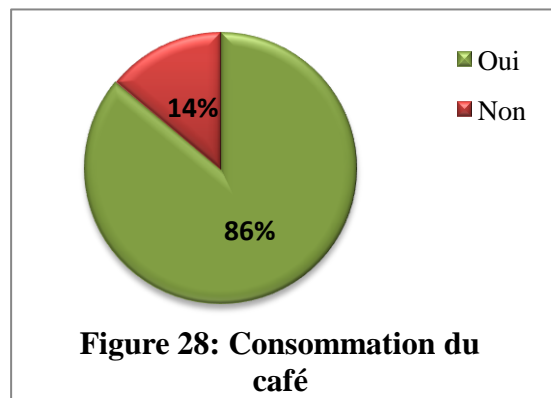
Avant de procéder à l'analyse sensorielle et dans le but d'obtenir les informations sur la consommation de café, une petite enquête a été faite avec une population de 100 sujets sous forme d'un questionnaire (annexe 02).

➤ **Résultats de questionnaire :**

Les résultats obtenus qui permettent de quantifier les informations sur la consommation du café sont exprimés en pourcentage comme suit:

1/ Consommation du café :

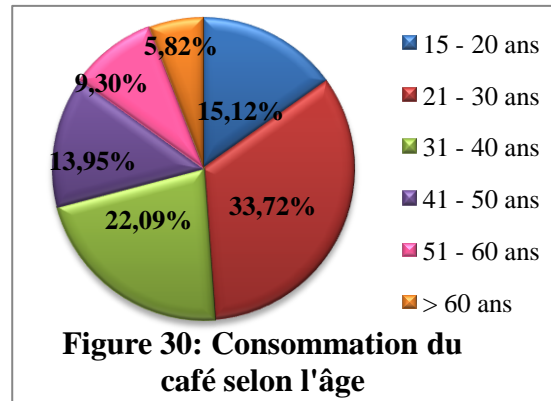
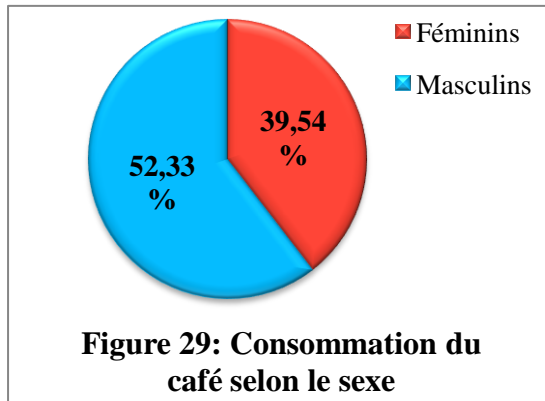
Les résultats montrent que sur la population de 100 sujets, seulement 14% qui ne consomment pas le café alors la consommation du café est de 86%.



2/ Consommation du café selon le sexe et l'âge :

Parmi les 86% consommateurs du café ; 60,46% sont des masculins et 39,54% sont des féminins, donc la consommation du café est plus importante chez les hommes que chez les femmes. (Figure 29).

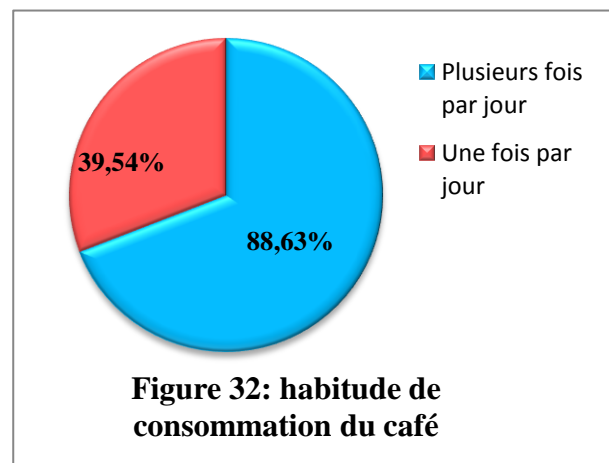
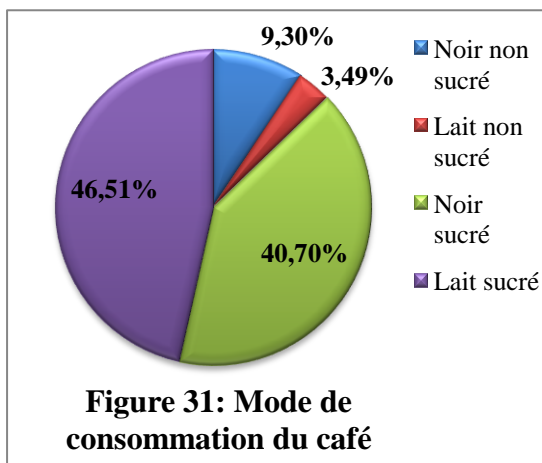
La figure 30 montre que la majorité des gens qui consomment le café sont des jeunes appartenant à l'intervalle d'âge de 21- 30 ans avec un pourcentage de 33,72% sur la consommation totale, ensuite viennent les gens de 31- 40 ans avec un pourcentage de 22,09%. Les adolescents de 15-20 ans occupent la troisième place avec un pourcentage de 15,12%, les adultes de 41- 50ans viennent quatrième avec un pourcentage de 13,95% et en fin les personnes âgées avec un pourcentage de 9,30% pour les gens de 51-60ans et un autre de 5,82% pour les gens d'âge plus de 60ans.



3/ Mode et habitude de consommation du café:

Le mode de consommation varie d'une personne à une autre, 46,51% des consommateurs préfèrent de boire un café au lait sucré, une population de 40,70% consomme le café noir sucré et une autre de 9,30% le consommé noir non sucré. Un faible pourcentage des consommateurs aiment le café au lait non sucré. Ces résultats sont montrés dans la figure 31.

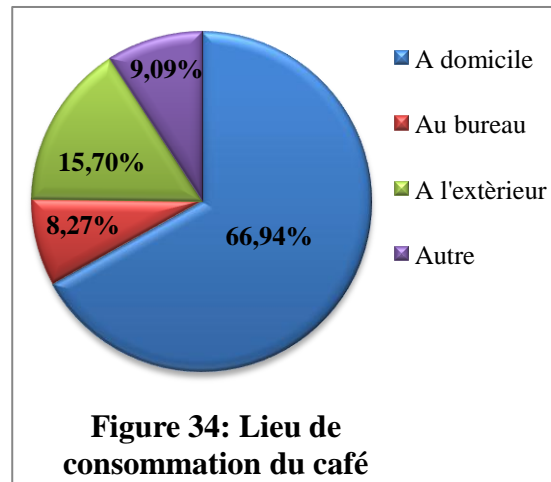
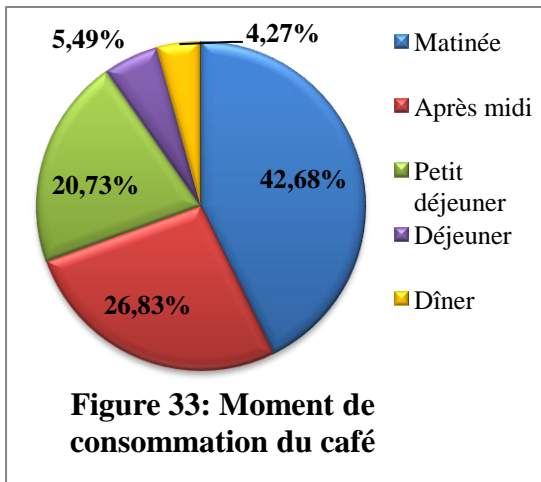
La figure 32 montre que le café est un produit de grande consommation. Cette dernière se fait de façon journalière d'où 88,63% des gens ont l'habitude de consommé le café plusieurs fois par jour et 39,54% le consommé une fois par jour.



4/ Moment et lieu de consommation du café:

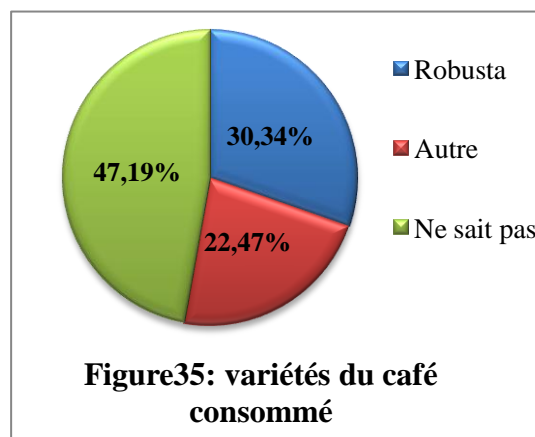
Le moment préféré de la consommation du café est la matinée, mais aussi l’après midi et petit déjeuner ont marqués des pourcentages importants, ce qui est illustré dans la figure 33.

La consommation de café à domicile se domine par rapport aux autre lieux avec un pourcentage de 66,94% suivi par celle à l’extérieure qui est de 15,70%. (Figure 34)



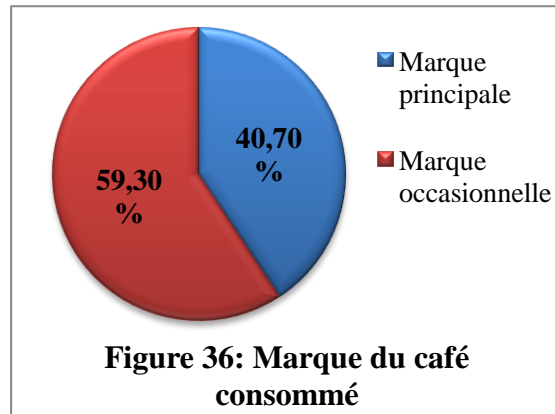
5/ Variété de café consommé:

Un grand pourcentage des personnes estimé à environ 41,57% ne savent pas le type ou bien la variété de café ce qu’ils consomment tandis que 30,34% d’autres ont dit qu’ils achètent le café robusta. Seulement 5,62% des personnes ont choisis la variété arabica et en parallèle le reste des gens représenté par 22,47% boires des cafés d’autres variétés.



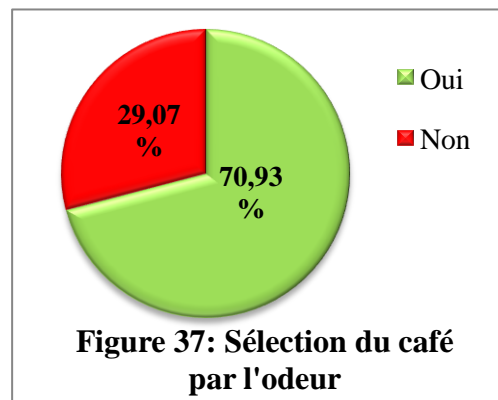
6/ Marque de café consommé:

Les résultats obtenus révèlent que la plus part des gens changent leur propre marque de café en raison du manque de disponibilité en tout temps donc ils n'ont pas toujours une marque principale.



7/ Sélection de café par l'odeur de la mouture:

La question posée est si les personnes considèrent l'odeur de la mouture tel un critère de la sélection du café et la réponse était positive avec un pourcentage de 70,93% parmi eux qui choisissent le café grâce à leur odeur.



Après cette enquête, on conclure que le café est un produit de grande consommation par les gens des deux sexes et à différents intervalles d'âge, dans tous les places et à tous les moments.

➤ **Résultats de l'analyse sensorielle :**

Afin d'obtenir des profils sensoriels des quelques cafés commercialiser dans la région de Tlemcen, on a procédé à la réalisation d'une analyse sensorielles pour accéder à cet objectif.

Les figures 38, 39 et 40 illustrent les résultats obtenus de test hédonique appliqué aux différentes cafés boissons analysées. Les résultats de test hédonique des cafés en poudres sont représentés dans la figure 41.

Remarque :

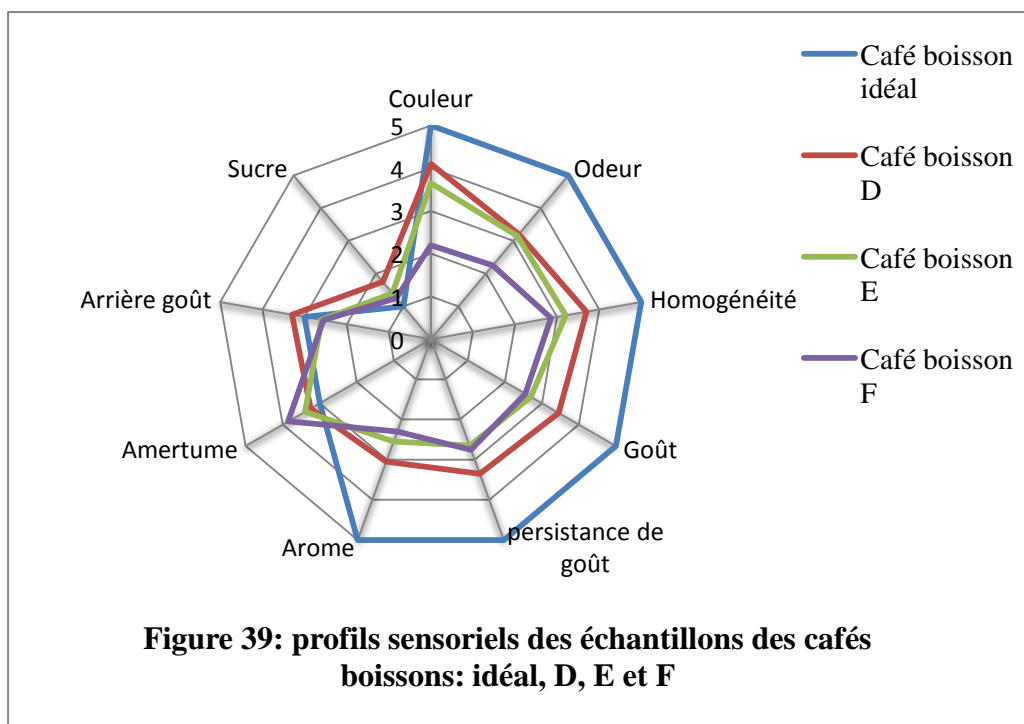
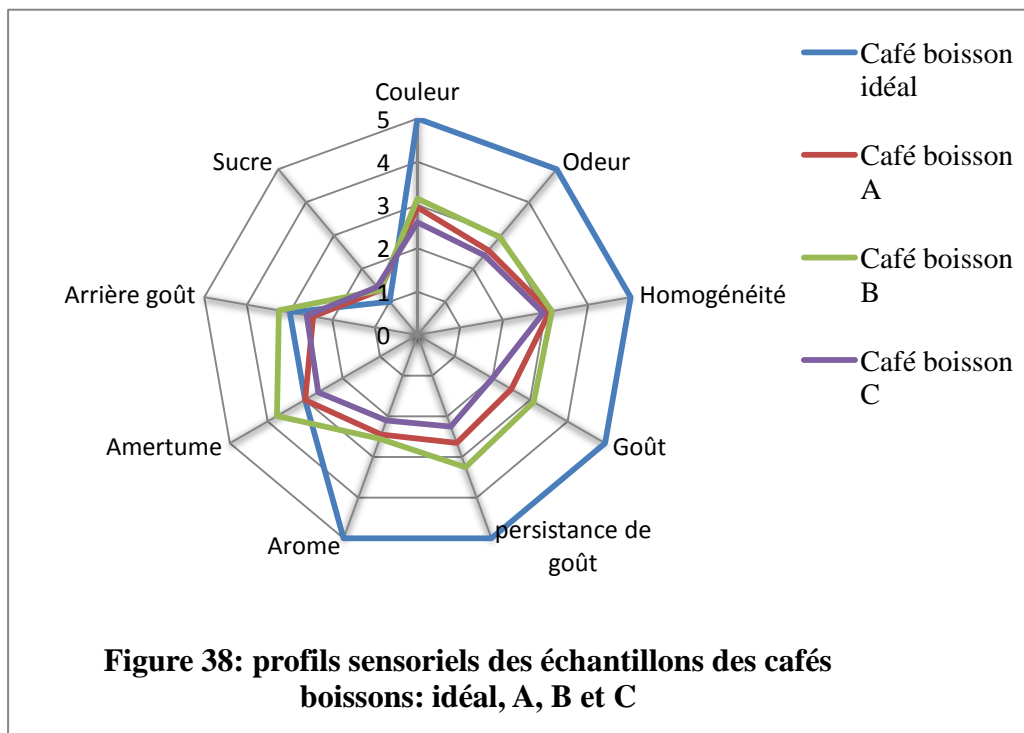
Concernant le caractère sucre, entend par là le composant naturel du café car on n'a pas additionné du sucre lors la préparation de la boisson du café.

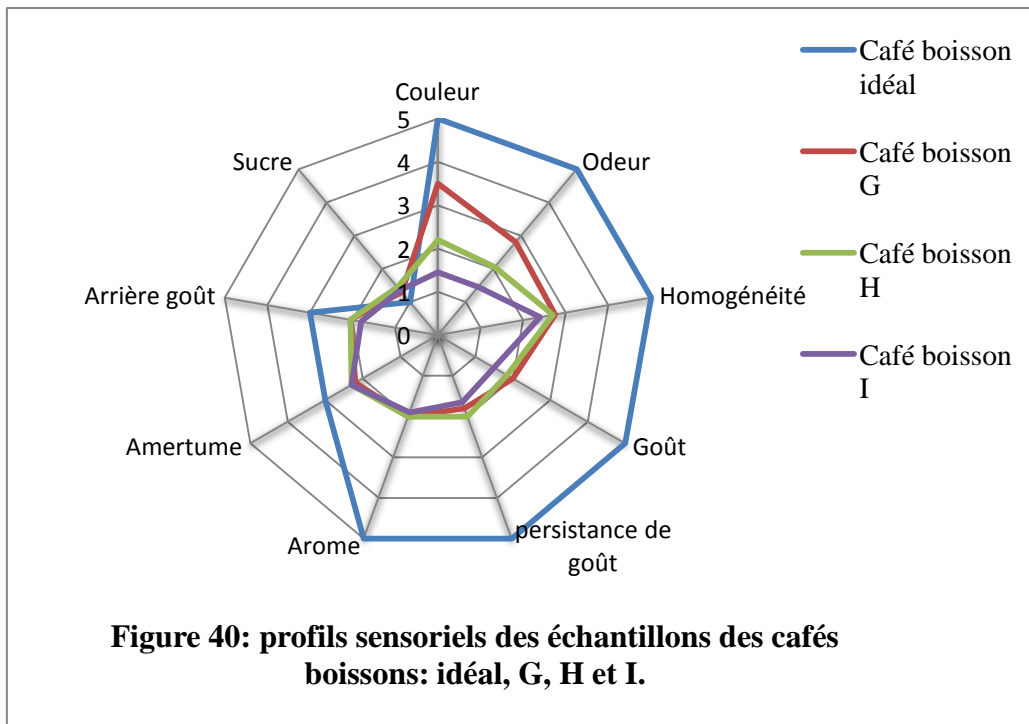
Le boisson idéal de café: un profil idéal a été établie ; ce profil été considérée comme proche de la notation attendue.

Selon ce profil la boisson idéal du café préparé sans l'ajout du sucre doit avoir les caractères suivants:

- Une couleur marron foncé.
- L'odeur, le goût, l'arôme, l'homogénéité et la persistance de goût doivent être très forts.
- L'amertume et l'arrière goût sont moyens.
- Doit être très faible en sucre.

A. Café boisson :





D'après les résultats obtenus de point de vue consommateur et en comparaison avec la café boisson idéale on conclure que les boissons des cafés A, B et C ont les caractères suivant :

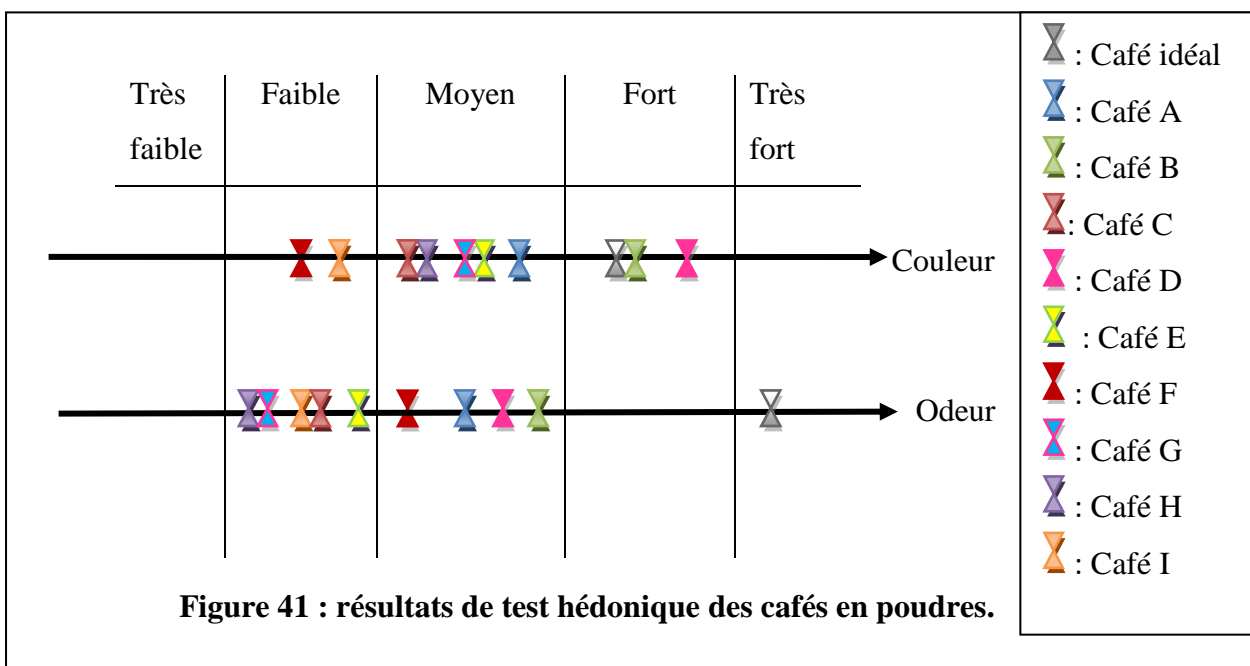
- Une couleur moyenne a été signalée pour les trois échantillons des cafés A, B et C avec une différence peu significative entre eux pour ce caractère. La couleur foncée des cafés D, E et G se rapprochent à celle de l'idéal inversement aux échantillons F, H et I qui s'éloignent à l'idéal car ils ont une couleur claire.
- Tous les cafés ont la même moyenne d'intensité du sucre idéal sauf que l'échantillon D, ainsi est justifié probablement que la poudre de café D est additionnée par un additif sucré.
- Les cafés A, B, C, D, E et F ont un arrière-goût moyen; les cafés G, H et I ont un très faible arrière-goût. L'impression des panélistes sur ce caractère est liée à son composition en caféine.
- Le caractère amertume été idéal pour les produit A, C, D et E (moyen), forte pour les cafés B et F et faible pour les produits G, H et I.
- L'odeur, le goût, l'arôme, l'homogénéité et la persistance de goût sont des caractères positifs doivent être très forts pour un café idéal :

- ✓ **L'odeur:** aucun des produits à une odeur très forte, les cafés A, B, D, E et G ont une odeur moyenne, les cafés C, F, H et I ont des odeurs faibles.
- ✓ **Le goût:** il est moyen pour les échantillons A, B, D, E et F ; faible pour les échantillons C, G, H et I.
- ✓ **L'arôme:** les cafés A, E, B et D ont un arôme moyen ; celui des cafés C, F, G, H et I est faible.
- ✓ **L'homogénéité:** Seul le produit D qui a une homogénéité forte proche à être idéal à l'inverse au café I qui a une homogénéité faible, les autres cafés (A, B, C, E, F, G et H) ont une homogénéité moyenne.
- ✓ **La persistance de goût:** le goût des cafés A, B, D, E et F persiste moyennement dans la bouche ; les cafés C, G, H et I ne persistant pas car leurs moyenne d'intensité de persistance est faible.

B. Café en poudre:

La poudre idéale du café: une poudre idéale du café doit avoir les caractères suivants :

- Une couleur foncé.
- L'odeur doit être très forte.



D'après les résultats obtenus représentés dans la figure 43, les poudres des cafés commercialisés ont les caractères suivants :

- **La couleur:** les poudres B et D ont une couleur foncé proche de celle de la poudre idéale, les cafés A, E, G, H et C, Classés par l'approche de l'idéale, ont une couleur moyen et les poudres I et F sont claires.
- **L'odeur:** aucune des poudres étudiées n'a une odeur très forte telle la poudre idéale, on a constaté une couleur moyenne au niveau des poudres B, D, A et F, par ordre décroissant. Les poudres qui restants (E, C, I, G et H) ont une odeur faible.

D'après les résultats obtenus à partir de test hédonique appliqué aux échantillons des cafés boissons ou en poudres, la différence entre les marques étudiés était nettement claire car on' a distingué l'acceptabilité de certains cafés et le refus d'autres par les dégustateurs.

1) Isolement des moisissures

Une biodiversité fongique assez importante a été révélée, après avoir effectué une analyse microbiologique de nos échantillons sur le milieu de culture PDA.

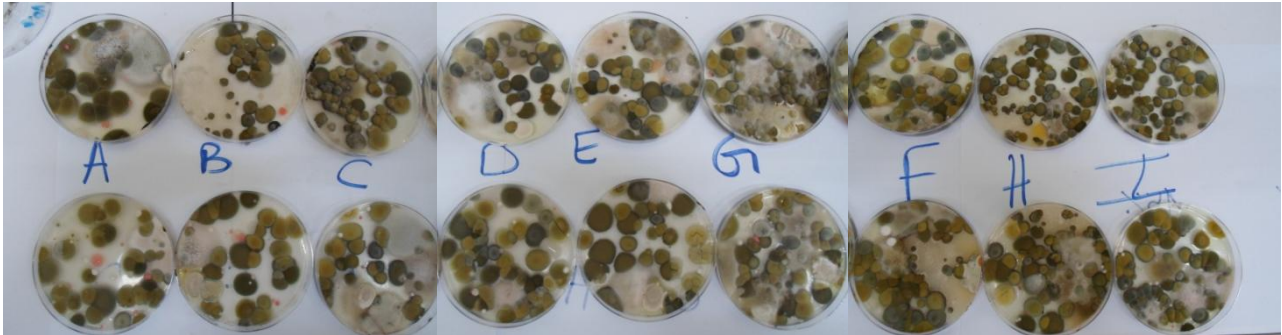


Figure 42 : résultats de l'isolement des moisissures des cafés commercialisés étudiés.

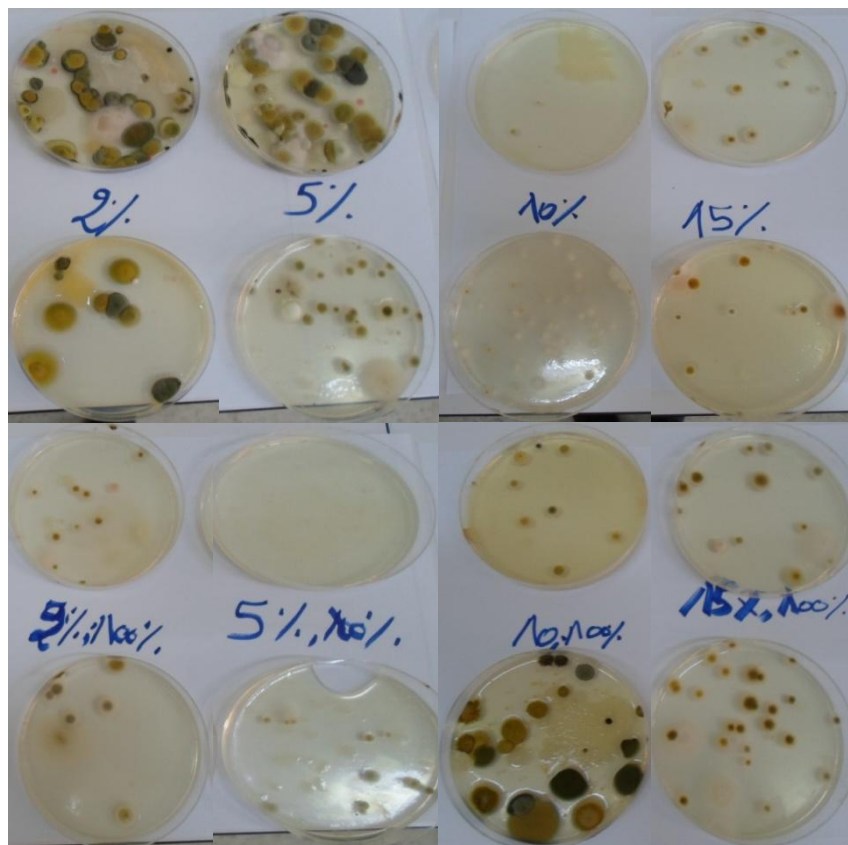


Figure 43 : résultats de l'isolement des moisissures des cafés fraudés étudiés.

Le tableau suivant résume les résultats de degré de pollution (contamination fongique) exprimé en UFC de tous les échantillons étudiés.

Tableau 05: Dénombrement des souches isolées à partir des échantillons étudiés.

	Echantillons	(UFC /ml)
Echantillon du café pur	Robusta pur	$1,7.10^3$
Echantillons des cafés commercialisés	A	$2,4.10^3$
	B	$2,7.10^3$
	C	$3,5.10^3$
	D	$3,25.10^3$
	E	$3,3.10^3$
	F	$3,65.10^3$
	G	$3,4.10^3$
	H	$3,95.10^3$
	I	$3,9.10^3$
Echantillons des cafés fraudés	2%	$1,2.10^3$
	5%	$1,7.10^3$
	10%	$0,75. 10^3$
	15%	$0,95. 10^3$
	1.96%	$0,95. 10^3$
	4.76%	$0,7. 10^3$
	9.09%	$1,5. 10^3$
	13.04%	$1,5. 10^3$

Concernant l'échantillon du café pur, le degré de la contamination était élevé, il a été de $1,7.10^3$, cela peut être due à la longue durée de stockage avant l'analyse microbiologique.

Le taux de contamination le plus élevé été remarqué dans les échantillons du café commercialisés H, I et F qui ont des valeurs de $3,95.10^3$ UF/ml, $3,9.10^3$ UF/ml et $3,65.10^3$ UF/ml successivement.

L'expression quantitative de la pollution fongique des échantillons A et B affirme qu'elles sont les moins contaminées par rapport aux autres échantillons commercialisés. Leurs taux de contamination sont respectivement de $2,4.10^3$ UF/ml; $2,7.10^3$ UF/ml.

Comparativement aux échantillons A et B les moins contaminés et aux échantillons H, I et F les plus contaminés, Les échantillons D, E, G et C présentent des taux de contamination entre les deux qui sont de $3,25.10^3$ UF/ml; $3,3.10^3$ UF/ml ; $3,4.10^3$ UF/ml et $3,5.10^3$ UF/ml.

L'estimation de degré de pollution fongique des cafés fraudés montre des taux moins élevés par rapport aux cafés commercialisés.

Malgré la présence des espèces fongiques se différenciant d'un échantillon à un autre, ils restent toujours contaminés car ces espèces sont des producteurs de molécules toxiques.

Les mesures du pH des cafés commercialisés révèlent qu'ils ont des pH acides étalés entre 5,64 et 6,25 et sachant que l'acidité est l'une des propriétés du substrat qui joue un rôle important dans le développement fongique ⁽⁶⁷⁾. Les moisissures se développent dans des gammes de pH comprises entre 3 et 8 d'où il existe des pH pour lesquels la croissance fongique est optimale, généralement ces pH sont entre 5 et 6. ⁽⁴¹⁾

Du fait de l'acidité des échantillons (les marques), on déduit qu'ils sont des substrats exposés à une contamination fongique.

Les échantillons de café commercialisé peuvent également être contaminés lors de la production, le stockage et leurs transports.

2) Purification des souches

L'opération consiste à avoir une culture pure par repiquages successifs d'une colonie isolée ; les résultats obtenus montrent la présence de deux types de souche A et B pour tous les échantillons commercialisés et fraudés.

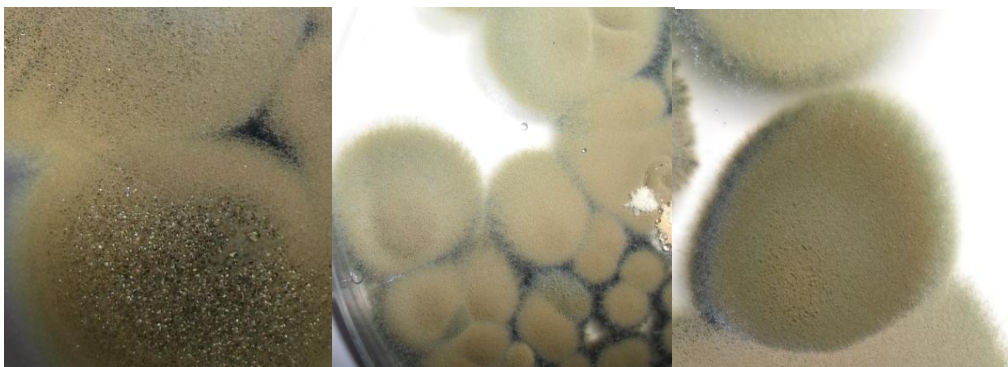


Figure 44: Souche de type A



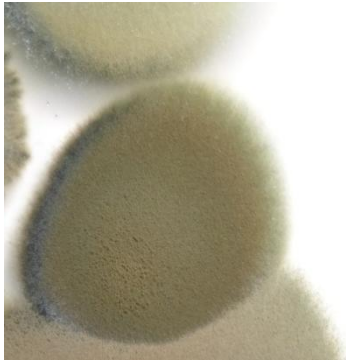
Figure 45: Souche de type B

3) Identification des moisissures

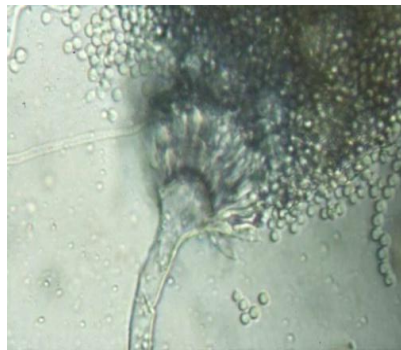
L'identification des moisissures été basé sur les caractères macroscopiques et microscopiques des colonies observées.

Les observations des moisissures été faites suivant la méthode de scotch par le bleu de coton et l'identification des genres trouvés à été réalisée en se référent au ouvrage de **Dominique Chabasse et al, 2002.** ⁽⁹¹⁾ La figure suivante montre la comparaison des photos de quelques spécimens isolés avec la référence.

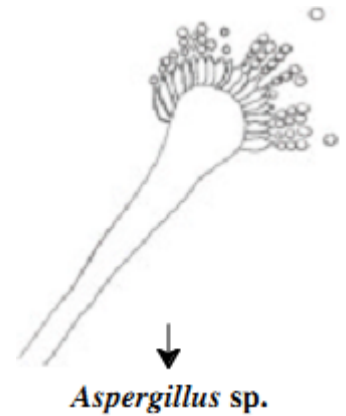
La souche de type A :



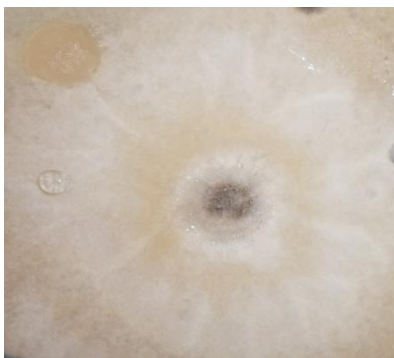
Aspect macroscopique



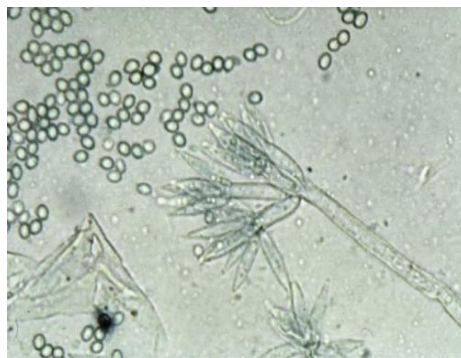
Aspect microscopique



La souche de type B :



Aspect macroscopique



Aspect microscopique

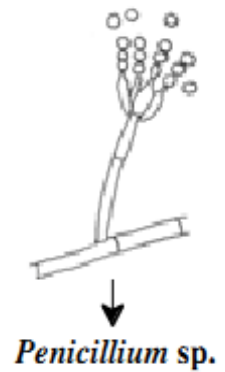


Figure 46: l'identification des souches isolées

La purification et l'étude microscopique des souches isolées obtenus indiquent que les échantillons du café analysé étaient contaminés par des moisissures filamenteuses qui sont très sporulant et toxigène d'où on a identifié 2 genres de moisissures à savoir : *Aspergillus* et *Penicillium*.

Ces deux genres sont les principaux producteurs de l'ochratoxine A (OTA) qui est l'un des mycotoxines les plus répandus.⁽⁹⁵⁾ Cette molécule est très stable et persistante et est très

toxique pour l'homme. ⁽⁷¹⁾ Elle a été classée par le CIRC en 1993 (Centre international de la recherche sur le cancer) comme "potentiellement cancérogène pour l'homme". ⁽⁹⁶⁾

Donc afin de prévenir la production d'OTA et par suite prévenir le consommateur il faut veiller sur la qualité des denrées du champ jusqu'au stockage.

***Conclusion
générale***

Conclusion générale

La présente étude a portée sur l'analyse de la qualité du café de consommation commercialisé dans la région de Tlemcen, essentiellement sur l'analyse microbiologique.

A cet effet, trois analyses, les analyses physicochimiques, sensorielles et microbiologiques ont été effectuées.

Les différents résultats physicochimiques ont montrés que le pH du café commercialisé n'est pas conforme aux normes, et nous ont permis de classer nos échantillon parmi la catégorie des produits peu hydraté, et nous ont informés que la majorité de nos échantillons possèdent de basses teneurs en cendres ce qui est conforme aux normes et que l'ajout du sucre influe sur le taux des matières solubles dans le café et que son ajout à des concentration élevées aboutie à la formation de l'acrylamide qui est un produit cancérigène.

Les résultats des analyses sensorielles indiquent que les caractères organoleptiques des échantillons du café commercialisé était moyenne pour les un et faible pour les autres du point de vue des consommateurs.

L'analyse microbiologique des échantillons du café analysé a montré qu'ils étaient contaminés par des moisissures filamenteuses qui sont très sporulant et toxigène d'où on a identifié deux genres de moisissures à savoir : *Aspergillus* et *Penicillium*.

Notre étude a démontré que :

- le café destiné à la consommation n'est pas d'une très bonne qualité a l'exception de quelques marques, alors ce produit de large consommation n'échappe pas à la fraude et à la contrefaçon car lorsqu'il est torréfié et séché, ce produit perd 20% de son poids initial, Ce qui pousse certains opérateurs indéclicats à compenser cette perte de poids par d'autres ingrédients, c'est-à-dire du sucre brûlé.
- le café n'est pas loin d'une contamination par les moisissures car il représente un milieu favorable à la multiplication et la production des mycotoxine qui sont considéré comme faisant partie des contaminants alimentaires les plus significatifs en termes d'impact sur la sécurité alimentaire, l'économie et la santé public.

Les programmes de sécurité sanitaire des aliments doivent être utilisés de façon routinière pour établir des procédures de prévention et de maîtrise et d'offrir au consommateur des denrées saines et salubres. Dans ce contexte l'application de bonnes pratiques d'hygiène, des

Conclusion générale

procédures d'assurance qualité, et la mise en place de la démarche qualité HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), permettent de suivre de plus près les principales étapes de la production agricole, du transport, du stockage et de la transformation de la matière première et la fabrication des produits fini sains.

*Références
bibliographiques*

1. Khalid. K ; 2010.

Le Café: Marché et tendances, Revue de la filière agroalimentaire, *Food magazine*, Du 15 Fév. au 15 Mars 2010, **19**, pp 24-55.

2. Eskola. M ; 2002.

Study on trichothecenes, Zearalenone and Ochratoxin A in finnish Cereals: Occurrence and Analytical Technique, EELA Julkaisuja publications, **3**, p 16.

3. Bennet. J.W et Klich. M; 2003.

Mycotoxins. *Clin. Microbiol. Rev.* 16 (3), pp 497-516.

4. Journal officiel de l'Union européenne ; 2008.

ACCORD INTERNATIONAL DE 2007 SUR LE CAFÉ

5. Penilleau. A; 1864.

Etude sur le café au point de vue historique, physiologique, hygiénique & alimentaire .Ed1, 1(8), p 90.

6. Michelle. J, Martine. S.G, Daniel. D ; 2003.

Terres de café. France : Editions Quae. **Ed1**, p 120.

7. Justin Koffi. H ; 2007.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le café : mise au point de méthodes analytiques et étude de l'étape de torréfaction. Thèse de doctorat. École Doctorale ABIES, Laboratoire De Chimie Analytique. Paris

8. Jónína. S.T ; 2009.

Le café: aspects principaux. Thèse de doctorat. Université Sigillum. Islande.

9. Mary. B, Christine. M et Catherine A; 2001.

Le grand livre du café. France : Manise. Minerva. **Ed 1**, p 156.

10. Thorn, J ; 2002.

Le Café, le guide du connaisseur, Modus Vivendi, Canada.

11. Denis. D, Bernard. F ; 2003.

Le café, des terroirs et des hommes. *CIRAD.* **1** , p 4.

12. Michel. B ; 2008.

Café : de la cerise à la tasse. *Editions Techniques de l'Ingénieur.* **1**, p 4.

13. Del Castillo, M. D, Ames, J. M., et al ; 2002.

Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**, pp 3698-3703.

14. Campa C., Doubeau S., et al ; 2005.

Diversity in bean caffeine content among wild *Coffea* species: Evidence of a discontinuous distribution. *Food Chemistry*. **91**, pp 633-637.

15. Joackim. M ; 2000.

Post- récolte gestion et traitement du café dans les pays africains COFFEE. FAO.

16. FAO ; 2011.

Food and agriculture organization of United Nations.

17. Lecolier Aurélie; 2006.

Caractérisation de certains impacts de la mutation *Laurina* chez *Coffea arabica L.* aux niveaux histo-morphologique et moléculaire. Thèse de doctorat. École doctorale interdisciplinaire. Université de la Réunion/ CIRAD. p 18 - 28.

18. Nadim El Ghezal, Celia Sanchez ; 2004.

Le Commerce du café. Recherche réalisée dans le cadre du cours de Commerce International. Inidite. Ecole des mines de Nancy.

19. Codex alimentarius ; 2012.

Prévention et réduction de la contamination des produits 1de consommation humaine et animale. FAO et OMS. Rome. **Ed 1**, pp 73-88-89.

20. José Alfredo. H. P ; 2002.

Etude de la torréfaction : modélisation et détermination du degré de torréfaction du café en temps réel. Thèse de doctorat. École nationale supérieur des industries agroalimentaires. Massy.

21. Guyot. G ; 1993.

Torréfaction : mécanismes, transformation physiques et chimiques, Journées du café, CIRAD-CP. Montpellier.

22. Pittia. P, Dalla Rosa. M et Lerici. C.R; 2001.

Textural changes of coffee beans as affected by roasting conditions. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, **34**, pp 168-175.

23. Franca. A. S, Mendonça. J. C. F et Oliveira. M. B. P. P; 2005.

Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. *LWT*, **38**, pp 709-715.

24. Vanier. M; 1983.

Les cafés précieux. France: Robert Laffont, **1**, pp 36- 68.

25. Smith. A. W; 1985.

Introduction. In: RJ Clarke, R Macrae Eds. Coffee. London. *Chemistry, Elsevier Applied Science Publ.* **1(1)**, pp 1-41.

26. Clarke .R.J; 1987.

"Quality Control in the Food Industry" (Coffee Technology), London. *Academic Press*, **4(2)**, pp161-191.

27. Viani .R; 1993.

The composition of coffee. In: S. Garattini Ed. Caffeine, *Coffee and Health*. Raven Press. **1**, pp 17-41.

28. Debry. G ;1995.

Le café. Sa composition, sa consommation, ses incidences sur la santé. Centre de Nutrition Humaine.

29. Ky C. L., Louarn J., et al. 2001.

Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. *Food Chemistry*. **75**, pp 223-230.

30. Vasconcelos A. L. S., Franca A. S., et al. 2007.

A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans. *Food Chemistry* , **101**, pp 26-32.

31. Marian Chabaud; 2010.

La caffeine. Antenne Médicale de Prevention du Dopage. *AMPD LR*, pp 1-3

32. Pietinen. P, Aro. A, Tuomilehto. J, Uusitalo U et Korhonen H. 1990.

Consumption of boiled coffee is correlated with serum cholesterol in Finland. *International Journal of Epidemiology*, **19(3)**, pp 586-590.

33. Urgert. R et Katan. M. B; 1997.

The cholesterol-raising factor from coffee beans. *Annual Review of Nutrition*, **17**, pp 305-324.

34. Weusten-Van der Wouw M.P.M.E., Katan M.B., Viani R., Huggett A.C et al; 1993.

Identity of the cholesterol-raising factor from boiled coffee and its effects on liver function enzymes. *Journal of Lipid Research*, **35**, pp 721-733.

35. Ratnayake W. M. N., Pelletier G., Hollywood R., Malcolm S. et Stavric B.1995.

Investigation of the effect of coffee lipids on serum cholesterol in hamsters. *Food Chemistry*, **3**, pp 195-201.

36. Tavani A. et La Vecchia C. 2000.

Coffee and cancer: a review of epidemiological studies, 1990-1999. *European Journal of Cancer Prevention*. **9(4)**, pp 241-256.

37. Woolcoot C. G. et King W. D., et al. 2002.

Coffee and tea consumption and cancers of the bladder, colon and rectum. *European Journal of Cancer*. **11(2)**, pp 137-145.

38. Michaud D.S. et Giovannucci E. et al ; 2001.

Coffee and alcohol consumption and the risk of pancreatic cancer in two prospective United States cohorts. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. **10(5)**, pp 429-437.

39. Higdon J. V. et Frei B. 2006.

Coffee and health: a review of recent human research. *Critical Review of Food Science and Nutrition*. **42(2)**, pp 101-123.

40. CIRAD; 2003.

L'analyse sensorielle du café, Un outil pour la filière, des producteurs aux torréfacteurs, Cedex 5. France.

41. Anne Lefebvre; Jean-François Bassereau; 2003.

L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. 10ième Séminaire CONFERE, 3-4 Juillet 2003, Belfort – France, pp. 3-11

42. Jean-Jacques Claustriax ; 2001.

Considérations sur l'analyse statistique de données sensorielles. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. **5 (3)**, pp 155–158.

43. Mac Leod P., Sauvageot F; 1986.

Bases neurophysiologiques de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires. Les Cahiers de l'Ensba. P a r i s : Lavoisier. **Ed 5**, p 165.

44. Ludovic COIBION ; 2008.

Acquisition des qualités organoleptiques de la viande bovine: adaptation à la demande du consommateur .Thèse de doctorat. École nationale vétérinaire, Université Paul-Sabatier. Toulouse.

45. Slimani alaa ; 2011.

Contribution à l'étude mycologique et mycotoxicologique du café commercialisé dans la ville de Bécher.Thèse des études supérieures. Université de Bécher. Bécher.

46. El khoury. A ; 2007.

Champignons mycotoxinogènes et Ochratoxine A (OTA) et Aflatoxine B1 (AFB₁) dans les vignobles libanais: Accurrence et Origine. Thèse de doctorat. École doctorale sciences et santé. Toulouse.

47. Mannon.J et Johnson.E. 1985.

Fungi down on the fram, *New Sci.* **28**, pp 12-16.

48. Jard. G ;2009.

Etude de différents modes d'élimination biologique de la zéaralénone, mycotoxine présente dans les céréales: Adsorption et Biotransformation. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique, Université de Toulouse.

49. Sarah. B; 2011.

Identification des moisissures et de leurs métabolites secondaires colonisant des supports papiers. Evaluation de la toxicité sur des cellules épithéliales respiratoires in vitro. Thèse de doctorat. École doctorale : Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement et Santé, Université Paris EST. Paris

50. Reboux. G; 2006.

Mycotoxins: health effects and relationship to other organic compounds.*Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, **46**, pp 208-212.

51. Sylviane. D, Frédéric. G et Jean-Marc. F ; 2005.

Analyse et détection des mycotoxines. Éditions Techniques de l'Ingénieur. dossier techniques de l'ingénieur l'expertise technique et scientifique de référence. Paris – France . p 2-4.

52. Galtier. P , Loiseau. N , Oswald. I. P et Puel. O ; 2006.

Toxicologie des mycotoxines: dangers et risques en alimentation humaine et animale. Bull. Acad. vét. France. **Ed 1**, Tome159. pp 5-13.

53. Djermoun.A ; 2009.

La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques.*Revue.Nature et technologie.* **1**. pp 45-53.

54. Turner W.B; 1971.

«Fungal metabolites», Acad. Press, N.Y. and London.

55. Turner, W.B et Albridge D.C; 1983

“fungal metabolites II” , Acad. Press, N.Y. and London.

56. Steyn. P. S; 1980.

“The biosynthesis of mycotoxins”, Acad. Press, N.Y. and London.

57. Zinedine Abdellah et Larbi Idrissi.2007.

Présence et réglementation des mycotoxines dans les aliments au maroc : situation actuelle et perspectives.

58. Berthier.Jet et Valla.G ;1998.

Moisissures. Mycotoxines et aliments du risque à la prévention.

59. Ominski, K. H., Marquardt, R. R., Sinha, R. N. and Abramson, D. 1994.

Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi. In: Mycotoxins in grain: Compounds Other than Aflatoxin. Miller, J. D. and Trenholm, H. L. (Editors). Eagan Press, St Paul,Minnesota. pp287-312.

60. Royer.G et Tap. J; 2004.

Les mycotoxines.Université Paris XII. Institut Universitaire Professionnalisé.Licence SIAL.

61. Lacey.J ; 1986.

Factors affecting mycotoxin production. In: Mycotoxins and phycotoxins (edited by steyn, P.S. and Vleggaar, R.), 6th International IUPAC symposium on mycotoxins and phycotoxins, Pretoria, South Africa.

62. Cast; 2003.

63. Mycotoxins: Risks in plant, animal, and human systems. Ames IA. Council for Agricultural Science and Technology.

64. Christensen.C.M; 1974.

Storage of cereal grains and their products, American Association of Cereal Chemists, St.Paul, Minnesota, USA.

65. Ataoui, A. 2006.

Approche de la mycotoxinogense chez *Aspergillus ochraceus* et *aspergillus carbunarius* : études moléculaire et physiologiques. Thèse de doctorat. École doctorale : Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques. Toulouse.

66. Fangeat.I ; 2008.

Les mycotoxines chez les bovins. Thèse de doctorat. Université de Claude-Bernard. Lyon.

67. Bejaoui.H ; 2005.

Champignons ochratoxinogènes et ochratoxine A (OTA) dans des vignobles Français et procédés biologiques de décontamination de l'OTA dans les moûts de raisin. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Toulouse.

68. Lacey. J; 1989.

Prevention of Mold growth and mycotoxin production through control of environmental factors. In: Natori, S., Hashimoto, K., Ueno, Y. eds. Mycotoxins and phycotoxins, Amsterdam, *Elsevier*. **88**, pp 161-168.

69. Pitt.J.I et Hocking.A.D; 1985.

Fungi and food spoilage. Academies press, Sudney, Australia.

70. Cahagnier. B, Dragaci. S, Frayssinet. C et al; 1998.

Moisissures des aliments peu hydratés.France. Lavoisier Tec & Doc. **1**. pp 50-85.

71. Belkacem.N; 2008.

Les mycotoxines: production et voie de biosynthèse. Thèse de magister. Institut National Polytechnique. Toulouse.

72. Northlt .M.D ; Van Egmond H.P et Paulsch ; 1979.

Penicillic acid production by some fungal species in relation to water activity and temperature.*J.Food Prot.* **1**.

73. Bensid .A; 2005.

Contribution à l'étude mycologique et mycotoxicologique dans le riz et recherche d'aflatoxine B₁. Thèse des études supérieures. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen.

74. Dao huy. Phong ; 2005.

Caractérisation de certains gens polycetones synthases chez *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 producteur d'ochratoxine A et d'acide penicillique. Ecole Doctorale: Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingenieries Spécialité: Microbiologie. Toulouse.

75. Marin.S ; Sanchis.V ; Arnau.F ; Ramos.A.J et Magan.N ; 1998.

Environmental factors in vitro interactions and niche overlap between *Fusarium moniliforme*, *F. proliferatum* and *F. graminearum*, *Aspergillus* and *Penicillium* species from maize grain. *Mycological Research*, **102**, pp 831-837.

76. Cairns.V; Hope.R et Magan. N ; 2003.

Environmental factors and competing mycoflora affect growth and ochratoxin production by *Penicillium Verrucosum* on wheat grain. Aspects of Applied biology, **68**, pp 81-90.

77. Le Bars. J et Le Bars. P ; 1987.

Les moisissures des denrées alimentaires et leurs conséquences. Conférences prononcées dans le cadre de la réunion de la "Section Midi-Pyrénées" à Toulouse.

78. Nguyen Minh Tri ; 2007.

Identification des espèces de moisissures, potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Vietnam - étude des conditions pouvant réduire la production des mycotoxines. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique .Toulouse.

79. Benoît. J ; 2005.

Les fusariotoxines sur céréales: détection, risque et nouvelle réglementation. Thèse de doctorat. Inédite, Université Henri Poincaré - Nancy 1.

80. Pfohl-Leskowicz. A ; 1999.

Les mycotoxines dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque. Edition Tec et Doc, Paris, pp 9-13.

81. Park. D. L ; 1993.

Perspectives on mycotoxin decontamination procedures. Food additives and contaminants, **10(1)**, pp 49-60.

82. Jean- François. Quilien ; 2000.

Les mycotoxines. *Institut National de la Recherche Agronomique.France.* **1**, pp 4-14.

83. Yannikouris. A et Jouany.J.P ; 2002.

Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *Productions animales/ INRA*, **15(1)**, pp 3-6.

84. Clinquart.A ; 2004.

Mycotoxines dans l'alimentation. Pôle Technologique Agroalimentaire. Newsletter n°3.

85. Dohou.N, Yamni.K, Badoc.A et Douira.A ; 2004.

Activité antifongique d'extraits de *thymelaea lythroides* sur trois champignons pathogènes du riz.Maroc.bull. soc.pharm. Bordeaux. **143**, pp 31-38.

86. Sudhakar.P, Latha.P et Sreenivasulu.y ; 2008.

Inhibition of *Aspergillus flavus* colonization and aflatoxin (AFB₁) in peanut by methyleugenol. India. *Indian journal of experimental Biologie.* **47**, pp 63-67.

87. Audigié. C.L, Figarelle. J et Zons Zani. (1980).

Manipulation d'analyses biochimiques. Paris. Doin. **Ed1**, pp 88-97.

88. Audigie C.L and Dupont G ;1982.

Principes des méthodes d'analyses biochimiques, Paris, **Ed1**, pp. 566-567.

89. Chabasse.D, Bouchhara. J.P, De gentille, Brun et S. Mars 2002.

Les Moisissures D'intérêt Médical. Cahier de formation biologie médicale. Biofarma. N°25.

90. William Mc Ardle ; 2004.

Nutrition et performances sportives. France: De Boeck, p 99.

91. Sid Ahmed GHOZALI; 1992.

Décret exécutif n° 92-30 du 20 janvier 1992 relatif aux spécifications et à la présentation des cafés.

92. Tabuc.C ; 2007.

Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique. Université de Bucarest. Toulouse.

93. Isabel Iglesias Fernande, Maria Carmen Seijo Coello, Maria Fernandez Gonzalez et Olga Escuredo Perez ; 2011.

Aerobiological monitoring of Aspergillus/Penicillium spores during the potato storage. Springer Science+Business Media B.V, **28**, pp 213–219.

94. FAUCET-MARQUIS Virginie; 2005.

L'ochratoxine A, contaminant alimentaire, est-elle un cancérigène génotoxique ou épigénétique ? Recherche des effets génotoxiques par la technique de post-marquage de l'ADN au ³²P en relation avec la métabolisation de l'ochratoxine A. Thèse de doctorat. École doctorale Sciences Ecologiques Vétérinaires Agronomiques Bioingénieries, Institut National Polytechnique. Toulouse.

Annexes

Annexe 01

Test hédonique : Café boisson

Nom :

Prénom :

Date :

Veillez examiner et goûter l'échantillon de café noire. Indiquez dans quelle mesure vous avez trouvé l'échantillon en cochant la mention appropriée.

L'intensité	1	2	3	4	5
Caractéristique					
Couleur					
Odeur					
Homogénéité					
Goût					
Persistance de goût					
Arome					
L'amertume					
Arrière-goût					
Sucre					

1 : Très faible

2 : Faible

3 : Moyen

4 : Fort

5 : Très fort

Remarque : Vous n'arrivez pas à préciser, il faut cocher un point au hasard

Test hédonique : poudre du Café

Nom :

Prénom :

Date :

Veillez examiner et goûter l'échantillon de café noire. Indiquez dans quelle mesure vous avez trouvé l'échantillon en cochant la mention appropriée.

L'intensité	1	2	3	4	5
Caractéristique					
Couleur					
Odeur					

1 : Très faible

2 : Faible

3 : Moyen

4 : Fort

5 : Très fort

Remarque : Vous n'arrivez pas à préciser, il faut cocher un point au hasard

Annexe 03

Résultats des analyses physicochimiques

1- Mesure de pH

*Les échantillons des cafés commercialisés

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
PH à 25°C	6,16	6,12	6,20	6,25	5,94	5,81	5,74	5,64	5,68

*Les échantillons préparés (pure+fraudés)

	Pur arabica	Pur robusta	2%	5%	10%	15%	1,96%	4,76%	9,09%	13,04%
PH à 25°C	6	5,58	5,52	5,60	5,53	5,35	5,97	5,67	5,85	5,57

2- Détermination de la matière sèche

*Les échantillons des cafés commercialisés

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
H.R%	2,49	2,62	1,26	3,98	1,21	1,90	1,37	2,25	1,47
MS	97,51	97,38	98,74	96,02	98,79	98,1	98,63	97,75	98,53

*Les échantillons préparés (Pure +fraudés)

	Pur arabica	Pur robusta	2%	5%	10%	15%	1,96%	4,76%	9,09%	13,04%
H. R%	1,3	1,36	1,34	1,04	1,22	1,10	1,10	1,32	1,00	1,10
TMS%	98,7	98,64	98,66	98,96	98,78	98,9	98,9	98,68	99,00	98,9

3- Détermination de la teneur cendre

*Les échantillons des cafés commercialisés

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
TC%	4,15	5,1	5,3	4,55	5,5	4,75	6,4	5,75	4,65

*Les échantillons préparés (pure+fraudés)

	Pur arabica	Pur robusta	2%	5%	10%	15%	1,96%	4,76%	9,09%	13,04%
TC(%)	4,05	4.6	4.7	4.55	4.4	4.5	4.5	4.6	4.4	4.45

4- Analyses par spectrophotométrie (UV visible)

*Les échantillons des cafés commercialisés

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
400nm	3.214	2.834	2.683	2.872	2.737	3.214	2.737	2.872	2.959

*Les échantillons préparés (Pure +fraudés)

	Pur arabica	Pur robusta	2%	5%	10%	15%	1,96%	4,76%	9,09%	13,04%
400nm	1,51	3.91	3.61	3.43	3.31	3.31	3.31	3.31	2.96	2.96

Annexe 02

Questionnaire

1) Êtes-vous consommateur de café?

Oui

non

2) Sexe:

F

M

3) Age:

15-20

21-30

31-40

41-50

>50

4) Comment consommez-vous votre café?

Noir non sucré

Noir sucré

Lait non sucré

Lait sucré

6) Avez-vous l'habitude de consommer du café:

Plusieurs fois par jour

Une fois par jour

7) A quel moment de la journée?

Petit déjeuner

Matinée

Déjeuner

Après midi

Dîner

8) Où le consommez-vous?

Chez vous

Au bureau

À l'extérieur

Autre : ...

9) Quel type de café?

Robusta

Autre : ...

Ne sait pas

10) Quelle marque consommez-vous ?

Marque principale:

Marque occasionnelle:

11) L'odeur de la mouture est-elle un critère de sélection du café?

Oui

Non

Annexe 04

Résultats des analyses sensorielles

Tableau 01 : résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson A

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	5	1	3	2	1	1	1	3	4
02	3	2	3	3	2	1	4	3	4
03	2	2	2	4	3	1	1	4	5
04	3	2	2	3	2	3	2	2	3
05	3	2	5	4	3	2	5	3	4
06	3	3	2	2	4	1	3	5	1
07	2	1	1	1	1	2	1	2	2
08	3	4	3	3	2	1	3	3	4
09	3	4	3	3	4	1	2	3	4
10	4	4	1	3	1	1	2	3	4
11	3	2	1	1	2	1	2	2	2
12	3	2	1	1	2	1	2	2	2
13	3	2	3	2	2	1	2	3	2
14	3	2	2	1	1	1	2	4	3
15	1	3	1	2	2	1	2	1	2
16	3	2	2	2	1	2	2	2	2
17	3	2	3	4	4	3	2	2	3
18	3	4	4	4	4	1	3	5	3
19	3	4	4	4	4	1	4	4	4
20	3	3	4	4	4	1	4	4	4
Totale	59	51	50	53	49	27	49	60	62
Moyen	2.95	2.55	2.5	2.65	2.45	1.35	2.45	3	3.1

Tableau 02: résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson B

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	4	3	3	4	4	2	4	3	4
02	4	3	4	4	3	2	1	4	3
03	4	3	5	5	5	1	4	5	3
04	4	3	3	4	4	3	2	3	3
05	3	1	1	4	5	1	1	5	5
06	3	3	3	4	3	2	3	3	2
07	3	4	4	3	4	1	3	3	4
08	3	3	1	3	2	1	4	2	2
09	3	4	4	3	3	1	3	5	3
10	4	3	5	3	2	1	4	4	3
11	3	4	1	4	5	1	1	5	3
12	3	2	5	5	5	1	4	5	4
13	3	2	3	2	3	1	3	4	3
14	4	3	3	3	3	1	3	5	4
15	3	2	4	3	4	1	3	4	3
16	1	5	2	3	1	1	1	4	3
17	3	4	4	3	3	1	2	3	4
18	3	2	2	2	2	2	2	2	3
19	3	2	2	2	2	2	1	3	3
20	2	3	3	1	2	1	2	3	1
Totale	63	59	62	65	65	27	49	75	63
Moyen	3.15	2.95	3.1	3.25	3.25	1.35	2.55	3.75	3.15

Tableau 03 : résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson C

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	2	2	1	1	1	1	1	1	2
02	3	3	3	4	4	2	3	3	3
03	4	2	3	2	4	1	3	2	4
04	2	2	4	3	3	2	3	2	5
05	3	3	1	4	5	1	1	5	3
06	1	2	3	2	4	1	2	5	1
07	3	3	2	2	1	2	2	1	3
08	1	2	2	2	3	1	3	3	3
09	2	2	1	2	2	2	1	2	3
10	2	2	1	3	2	2	2	3	5
11	3	3	2	2	4	3	3	4	3
12	4	4	2	3	3	1	2	4	3
13	4	2	2	1	2	2	3	2	5
14	3	2	2	2	1	1	2	2	2
15	2	2	2	1	2	1	2	3	2
16	3	3	2	1	1	1	1	1	3
17	3	2	1	3	3	1	2	2	3
18	2	2	2	3	3	1	2	1	1
19	2	2	2	2	2	2	2	3	3
20	3	3	2	2	2	1	2	2	2
Totale	52	48	40	45	52	29	42	53	59
Moyen	2.6	2.4	2	2.25	2.6	1.45	2.1	2.65	2.95

Tableau 04 : résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson D

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	4	4	4	3	3	1	4	1	4
02	4	4	4	3	4	1	4	3	3
03	4	4	3	2	2	2	3	3	2
04	4	3	3	4	3	2	3	3	4
05	4	3	3	3	3	3	3	3	3
06	4	4	4	3	3	1	4	3	4
07	4	3	2	2	2	1	2	2	3
08	4	3	4	3	4	4	1	4	4
09	5	3	5	4	3	1	2	2	4
10	4	4	5	5	4	1	3	5	4
11	4	3	4	4	4	1	3	4	4
12	5	1	2	2	4	1	2	2	5
13	5	4	1	3	5	1	3	5	4
14	5	4	5	5	4	1	5	4	5
15	4	4	4	4	3	2	2	4	4
16	3	2	2	3	2	1	2	4	5
17	4	3	4	4	3	3	3	3	4
18	4	4	5	5	5	1	4	4	4
19	3	2	2	3	4	3	3	4	3
20	4	2	3	2	1	4	5	2	1
Totale	82	64	69	67	66	35	61	65	74
Moyen	4.1	3.2	3.45	3.35	3.3	1.75	3.05	3.25	3.7

Tableau 05: résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson E

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	2	2	3	4	1	1	2	1	1
02	3	4	3	2	1	3	2	4	4
03	4	4	4	3	3	1	3	3	2
04	3	3	2	1	2	2	3	3	3
05	4	4	2	1	1	2	3	3	2
06	3	3	1	3	4	1	2	3	5
07	4	4	2	3	3	2	2	3	3
08	4	4	4	4	3	1	4	4	4
09	5	4	5	4	3	1	5	4	4
10	4	3	3	3	3	1	3	4	3
11	5	2	3	3	3	1	3	4	4
12	4	3	5	4	4	1	3	5	3
13	2	2	1	2	2	1	1	3	1
14	3	3	3	3	2	2	2	3	3
15	4	3	2	2	2	1	2	2	4
16	4	4	3	3	2	3	3	3	2
17	3	2	2	3	4	1	1	4	3
18	3	3	2	3	3	1	3	4	3
19	5	3	1	1	2	1	1	3	5
20	4	3	3	1	4	1	3	4	5
Totale	73	63	54	53	52	28	51	68	64
Moyen	3.65	3.15	2.7	2.65	2.6	1.4	2.55	3.4	3.2

Tableau 06: résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson F

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	1	1	2	1	2	1	1	1	1
02	2	1	3	2	2	1	2	3	4
03	3	2	3	3	3	2	4	4	3
04	2	4	3	3	2	1	2	3	2
05	3	3	3	4	4	1	3	3	4
06	3	2	1	2	3	1	1	3	4
07	1	2	2	2	1	1	3	2	2
08	2	3	2	4	3	1	3	3	3
09	3	2	3	3	2	1	2	3	3
10	2	3	3	3	2	1	2	3	3
11	3	3	3	4	3	1	3	3	3
12	2	2	1	1	1	2	2	2	2
13	2	4	4	4	4	2	4	3	4
14	2	2	3	3	3	2	2	3	2
15	2	2	2	2	3	1	2	3	2
16	3	2	3	3	3	1	2	3	3
17	2	3	5	5	5	1	3	5	3
18	1	1	1	2	2	1	1	3	5
19	3	2	2	2	2	1	1	2	2
20	2	1	2	2	1	2	3	2	2
Totale	44	45	51	55	51	25	46	57	57
Moyen	2.2	2.25	2.55	2.75	2.55	1.25	2.3	3.85	2.85

Tableau 07 : résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson G

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	5	4	3	2	2	2	2	1	4
02	4	2	3	1	1	3	2	3	4
03	3	4	1	2	2	1	2	3	3
04	4	3	3	3	3	2	1	3	4
05	4	2	1	2	2	1	2	1	2
06	2	1	1	1	2	2	1	2	1
07	4	3	1	2	2	1	3	4	3
08	2	3	1	2	2	1	1	1	4
09	3	4	1	1	1	1	2	1	3
10	3	2	2	1	2	1	2	2	2
11	3	3	3	3	3	1	3	3	3
12	4	3	2	3	2	2	3	3	2
13	4	4	1	1	1	1	3	3	3
14	4	1	3	2	4	1	2	1	3
15	3	3	1	1	1	1	2	2	2
16	4	3	2	2	2	1	1	2	3
17	3	1	2	1	2	1	1	3	1
18	3	3	4	2	3	1	3	2	3
19	4	4	3	3	3	1	3	3	4
20	4	3	2	1	1	1	1	1	1
Totale	70	56	40	36	41	26	40	44	55
Moyen	3.5	2.8	2	1.8	2.05	1.3	2	2.2	2.75

Tableau 08 : résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson H

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	1	1	2	1	3	3	1	3	3
02	2	3	2	3	4	1	3	2	3
03	3	1	1	1	1	1	2	2	4
04	2	2	3	3	2	3	2	2	4
05	3	1	1	1	1	2	2	2	2
06	1	1	1	1	1	1	1	1	1
07	3	3	1	2	2	2	2	2	3
08	1	2	1	3	3	1	1	3	4
09	1	1	1	1	1	1	1	2	2
10	3	2	3	3	3	1	3	3	3
11	3	2	3	2	3	1	3	3	3
12	3	2	3	3	2	1	2	3	3
13	2	3	3	2	2	2	3	3	2
14	2	2	1	2	2	1	2	3	3
15	3	3	3	3	3	3	2	2	2
16	3	4	3	3	3	1	3	3	4
17	2	2	1	2	2	1	2	1	2
18	2	2	1	2	1	1	2	3	3
19	2	2	1	1	1	1	2	1	1
20	2	2	2	1	1	1	1	2	2
Totale	44	41	37	40	41	29	40	46	54
Moyen	2.2	2.05	1.85	2	2.05	1.45	2	2.3	2.7

Tableau 09: résultats de l'évaluation sensorielle de café en boisson I

Caractères Sujets	Couleur	Odeur	Goût	Persistance de goût	Arrière goût	Sucre	Arôme	Amertume	Homogénéité
01	1	1	1	1	1	2	1	4	1
02	1	1	1	2	2	1	2	2	3
03	2	2	2	2	2	1	2	4	2
04	2	2	3	2	2	1	3	2	3
05	2	1	1	1	1	1	2	2	1
06	2	2	3	3	3	3	3	2	2
07	1	1	1	1	1	1	1	1	3
08	1	1	1	1	2	1	1	3	3
09	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	3	1	2	2	1	1	3	4
11	1	2	1	2	2	2	2	2	2
12	2	2	3	2	1	4	1	4	2
13	2	2	1	3	3	1	1	2	5
14	1	1	1	1	1	1	2	1	4
15	1	1	1	1	1	1	2	2	1
16	2	1	2	1	3	1	3	2	1
17	1	1	2	2	2	1	3	2	2
18	3	2	2	2	2	1	2	2	3
19	1	1	1	2	3	1	3	3	3
20	1	1	1	1	1	1	2	2	2
Totale	37	29	30	33	36	27	38	46	48
Moyen	1.45	1.45	1.5	1.65	1.8	1.35	1.9	2.3	2.4

Tableau 10 : résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre A

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	3	2
2	5	4
3	3	3
4	4	5
5	5	5
6	4	3
7	4	3
8	4	3
9	3	4
10	4	4
11	1	1
12	4	3
13	3	4
14	3	2
15	3	4
16	4	5
17	4	3
18	4	3
19	3	4
20	5	4
Totale	73	69
Moyen	3.65	3.45

Tableau 11: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre B

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	3	2
2	4	2
3	4	3
4	4	4
5	4	5
6	4	3
7	5	5
8	5	5
9	4	5
10	5	3
11	5	4
12	4	5
13	4	3
14	4	4
15	4	4
16	4	5
17	1	3
18	3	4
19	5	3
20	5	4
Totale	81	76
Moyen	4.05	3.8

Tableau 12: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre C

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	2	1
2	2	1
3	2	2
4	3	4
5	3	4
6	3	4
7	4	2
8	3	2
9	3	2
10	1	1
11	4	3
12	5	3
13	2	2
14	3	4
15	4	3
16	4	2
17	4	4
18	4	5
19	4	2
20	4	2
Totale	64	53
Moyen	3.2	2.65

Tableau 13: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre D

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	5	1
2	5	2
3	5	2
4	4	3
5	5	5
6	4	5
7	5	5
8	4	5
9	5	2
10	4	3
11	4	3
12	5	3
13	5	3
14	5	5
15	5	5
16	5	4
17	5	4
18	4	5
19	4	4
20	4	3
Totale	92	72
Moyen	4.6	3.6

Tableau 14: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre E

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	3	1
2	3	1
3	2	1
4	3	3
5	4	3
6	5	2
7	1	3
8	3	4
9	4	3
10	3	2
11	3	2
12	4	4
13	5	4
14	3	1
15	4	3
16	4	3
17	4	3
18	4	4
19	4	4
20	4	5
Totale	70	56
Moyen	3.5	2.8

Tableau 15: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre F

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	3	2
2	1	3
3	2	1
4	2	2
5	5	3
6	3	2
7	2	2
8	3	2
9	2	5
10	2	4
11	4	4
12	2	3
13	4	5
14	3	5
15	2	3
16	2	2
17	3	3
18	3	4
19	3	4
20	3	3
Totale	54	62
Moyen	2.7	3.1

Tableau 16: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre G

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	3	2
2	3	3
3	5	1
4	3	1
5	4	2
6	5	2
7	3	2
8	2	2
9	3	2
10	3	1
11	3	4
12	4	3
13	4	4
14	4	4
15	4	3
16	3	4
17	4	4
18	3	3
19	3	1
20	3	2
Totale	69	50
Moyen	3.45	2.5

Tableau 17: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre H

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	3	2
2	2	2
3	5	3
4	2	2
5	4	2
6	3	2
7	2	1
8	5	1
9	3	3
10	2	2
11	3	2
12	3	3
13	3	2
14	3	2
15	4	4
16	3	3
17	4	3
18	3	3
19	4	4
20	3	3
Totale	64	49
Moyen	3.2	2.45

Tableau 18: résultats de l'évaluation sensorielle de café en poudre I

Caractères Sujets	Couleur	Odeur
1	2	2
2	3	3
3	1	1
4	3	1
5	3	2
6	3	3
7	5	3
8	3	4
9	4	3
10	3	3
11	3	3
12	3	3
13	4	4
14	4	5
15	4	2
16	5	2
17	2	3
18	2	3
19	1	1
20	1	1
Totale	59	52
Moyen	2.95	2.6

Résumé

Le café est la seconde production d'échanges après le pétrole et devant le blé, cette production représente 4% du commerce mondial des produits alimentaires.

L'objectif de notre travail est de contribuer à l'étude qualitative des cafés de consommation commercialisés dans la région de Tlemcen et pour se faire il a été nécessaire de procéder à des analyses physico-chimiques, sensorielles et microbiologiques.

La prospection physico-chimique des échantillons étudiés a révélé :

- Un pH nettement acide compris entre 5,64 et 6,25 qui ne conforme pas aux normes (pH = 5).
- Un taux de matière sèche échelonné entre 96,02% et 98,63%, intervalle permettant de situer nos échantillons dans la catégorie des produits peu hydratés.
- Des basses teneurs en cendres comprise entre 4,15 % et 5,75% sauf un échantillon qui avait une teneur supérieure aux normes (6%).
- Des taux des matières solubles étalées entre 7,3 % et 20,3% qui se réfèrent à la différence de composition entre les échantillons.
- L'impureté de quelques échantillons due à l'addition frauduleuse d'un additif qui est probablement le sucre caramélisé.

L'analyse sensorielle des échantillons de café a mentionnée que les cafés analysés présentent une grande différence entre eux d'où il y'a quelques marques de non qualité par rapport au autres du point du vue des consommateurs.

L'investigation mycologique réalisée sur le milieu de culture PDA a révélé la présence des espèces *Aspergillus* et *Penicillium*.

D'après ces résultats on constate que le café destiné à la consommation n'est pas d'une très bonne qualité parcequ'il est fraudé par l'ajout d'un additif qui altère la qualité organoleptique de ce produit et qu'il est susceptible d'être contaminé par des moisissures apte à accumuler des métabolites secondaire toxique : les mycotoxines.

Mots clés : café, consommation, fraude, *Aspergillus*, *Penicillium*, Tlemcen

Abstract

Coffee is the second generation of trading after oil and before the wheat; this production represents 4% of the global food trade.

The objective of our work was contributed to the qualitative study of coffee consumption market in the region of Tlemcen and for this it was necessary to proceed with physico-chemical, sensory and microbiological analyzes of these samples.

The physico-chemical prospection of samples studied revealed:

- A clearly acid pH between 5.64 and 6.25 that do not conform to standards (pH = 5).
- A content of dry matter graded between 96.02% and 98.63%, interval making it possible to locate our samples in the category of the least hydrated products.
- Low ash content comprised between 4.15% and 5.75% except a sample that had content higher than the standards (6%).
- Rate of soluble materials spread between 7.3% and 20.3% that refer to the difference in composition between samples.
- The impurity of a few samples due to fraudulent addition of an additive which is probably the caramelized sugar.

During the sensory analysis of coffee samples it was found that the cafes analyzed present a big difference between them from which it there's some marks of non-quality compared to others, According to consumers.

The mycological investigation conducted on the culture medium PDA revealed the presence of species *Aspergillus* and *Penicillium*.

D'après ces résultats on constate que le café destiné à la consommation n'est pas d'une très bonne qualité parcequ'il est fraudé par l'ajout d'un additif qui altère la qualité organoleptique de ce produit et qu'il est susceptible d'être contaminé par des moisissures apte à accumuler des métabolites secondaire toxique : les mycotoxines.

From these results we see that the coffee destined for consumption is not of a very good quality because he is defrauding by the addition of an additive which alters the organoleptic quality of this product and that he is likely to be contaminated with mold capable to accumulate toxic secondary metabolites: Mycotoxins.

Keywords: coffee, consumption, fraud, *Aspergillus*, *Penicillium*, Tlemcen

الملخص

تعد القهوة ذات أهمية اقتصادية عالمية بالغة لما لها من سعة الاستهلاك في المجتمعات البشرية عامة و المجتمع الجزائري بصفة خاصة وذلك باعتبار أنها ثاني انتاج متبادل بعد النفط و قبل القمح حيث يمثل هذا الإنتاج حوالي 4% من التجارة العالمية للأغذية.

أضحى الكثير من المستهلكين الجزائريين يتأسفون لاختفاء النكهة والذوق وحتى الرائحة في هذه المادة الغذائية (القهوة) التي تحولت إلى مادة صناعية ولكن أكثر من ذلك تعرف مستوى من الغش على مستويات عدة، جعلتها دون أي فائدة غذائية، بل ومضرة في العديد من الأحيان حيث يؤكد خبراء التغذية أن التحولات الكبيرة التي يعرفها النظام الغذائي والنمو الكبير للطلب، جعلت العديد من المنتجين يلجأون إلى خيارات لضمان الربح، من خلال مزج القهوة بمواد مثل الحمص والسكر، لضمان وزن أكبر، حيث تفقد المادة الأولية من وزنها بعد تحويلها، وحينما يتم مزج المادة بمواد أخرى مثل الشعير والسكر والحمص، تفقد أيضا مزاياها وتتحول إلى مادة مضرة.

يهدف هذا البحث إلى الدراسة النوعية للقهوة المسحوقة المسوقة في ولاية تلمسان و التي قدرت بتسعة عينات ، ولهذا كان من الضروري القيام بتحليل فيزيائية وكيميائية ، حسية و ميكروبيولوجية لهذه العينات.

أظهرت مختلف التحاليل الفيزيائية و الكيميائية أن درجة حموضة العينات محصورة بين 5,64 و 6,25 وأن نسبة المادة الجافة تتراوح ما بين 96,02 % و 98,02 % مما يسمح بتصنيف هذه العينات ضمن فئة المنتجات ذات رطوبة منخفضة. كما أظهرت نفس التحاليل أن أغلب العينات المدروسة تحتوي على الرمد بنسبة تتوافق مع المعايير ، محصورة ما بين 4,15 % و 5,75 % لكن عينة واحدة كانت لها نسبة رمد أعلى من المعايير (6%).

حسب التحاليل الفيزيائية و الكيميائية فإن نسبة المواد القابلة للذوبان تتراوح ما بين 7,3 % و 30,3 % مما يشير إلى الاختلاف في التركيب بين العينات. هذا و قد أظهر التحليل بالأشعة ما تحت الحمراء وجود الشوائب في بعض العينات نتيجة للإضافة الإحتيالية و ذلك بمزج القهوة بمواد و التي ربما تكون السكر. من خلال التحليل الحسي لعينات القهوة لاحظنا وجود اختلافات نسبية بينها حيث توجد بعض العينات ذات نوعية رديئة بحسب وجهة نظر المتذوقين.

و قد أظهرت نتائج التحاليل الميكروبيولوجية للكشف عن الفطريات وجود أجناس الأسبرجلس و البيينيسيليوم في معظم العينات على بيئة أجار البطاطس الحمضية.

استنادا على هذه النتائج نستخلص أن القهوة المستهلكة ليست ذات نوعية رفيعة لأنها عرضة للغش و الإحتيال و ذلك من خلال مزجها ببعض المواد المضافة التي تؤثر سلبا على تكوينها مما يجعلها تفقد مزاياها من حيث النكهة و السلامة الغذائية و يجعلها عرضة للتلوث ولربما الإصابة بالعديد من الكائنات الحية المجهرية و التي منها الفطريات ذات القدرة التحطيمية العالية لمختلف المواد خلال عمليات التخزين.

الكلمات المفتاحية : القهوة ، استهلاك ، غش ، أسبرجلس، بينيسيليوم، تلمسان