



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2020

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Présenté par :

Touazi Cylia & Kohil Maroua

Thème

Etude comparative de l'activité antioxydante entre les feuilles et les racines d'*Urtica dioïca* et leur incorporation dans la fabrication de fromage type camembert

Soutenu le: 19/09/2021

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme Ferhoume Fatiha

MCB

Univ. de Bouira

Présidente

Mme Djoauhra-Fahem D.

MCB

Univ. de Bouira

Promotrice

Mme Messad Sara

MCB

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir donné le courage, la force, la volonté et la patience pour la réalisation de ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier **Mme DJOUAHRA Djamila Fahem** notre promotrice, pour avoir encadrée ce travail. Nous tenons à vous remercier pour votre disponibilité, votre aide précieuse, vos conseils, votre objectivité, votre rigueur scientifique, et vos précieux conseils qui ont fait progresser ce travail.*

*Nous désirons exprimer notre profonde et vive reconnaissance à Madame **FERHOUM Fatima** d'avoir accepté de présider le jury de Soutenance. Nous adressons un grand merci à madame **Messad Sara** l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant à examiner ce mémoire.*

Nous tenons à remercier profondément M^{me} Ghania et M^{me} Amel, responsables de l'unité le « FRIAND », qui nous ont facilité l'accès et surtout, d'avoir mis à notre disposition tout le nécessaire pour réaliser notre étude ; sans oublier toute l'équipe fromagère.

L'ensemble des personnel de laboratoire de l'université akli mohand oulhadj, pour leur entière disponibilité, coopération ainsi pour l'ambiance et les bonne conditions.

Et en fin, nous remercions toute personne qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

- ♥ *Mes chers parents pour leurs sacrifices, leurs soutiens moral et financier et affectif tout au long de mon parcours*
 - ♥ *Mes grandes mères*
- ♥ *Mes chères frères : Yales, Hani et Issam qui ont été toujours présent à mes côtés et qui m'ont soutenu*
- ♥ *Ma chère amie et sœur Hayat qui m'a aidée durant mes études*
- ♥ *A ma chère binôme Maroua ainsi qu'à toute sa famille*
- ♥ *A Tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin.*

Cyfia

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ♥ *A mes chers parents pour leurs sacrifices, leurs soutiens moral et financier et affectif tout au long de mon parcours*
- ♥ *A Mon très chère frère Seif Eddine*
- ♥ *A Mes chères sœurs Nassima, Imane et Narimane*
- ♥ *A ma chère binôme Cylia ainsi qu'à toute sa famille*
- ♥ *A Tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin .*

Maroua

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

ALCL₃ : Trichlorure d'aluminium.

DPPH : 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

EAG : Equivalent l'acide gallique

EAQ : Equivalent quercétine.

EOA : Espèces oxygénées activées.

EPT : Eau peptonée tamponnée.

ERO : Espèce réactive d'oxygène

EX : Extrait.

FAMT : Flore mésophile totale

H₂O₂ : Peroxyde d'oxygène

H⁺ : Proton

HOCL : Acide hypochloreux

H₂O : Monoxyde de dihydrogène

J.O.R.A.: Journal Officiel de la République Algérienne

Na CL : Chlorure de sodium.

NAOH : Hydroxyde de sodium.

NO : Oxyde nitrique

NO[•]: Monoxyde d'azote

NO₂: Dioxyde d'azote

NO^{o2}: Dioxyde nitrique

NOS : Oxyde nitrique synthase

O₂^{o-} : Anion superoxyde

$1O_2$: Oxygène singulet

OH° : Radical hydroxyl

$ONOO^\cdot$: Peroxynitrite

$ONOOH$: Nitroperoxyde

PCA : Milieu gélosé *Plate Count Agar*

P_2O_3 : Acide phosphorique

$ROOH$: Peroxydes organique

SS : Milieu gélose

UDA : *Urtica dioïca* Agglutinine

UFC/mL : Unité formant colonie par millilitre

V : volume.

μg : microgramme

$\mu g/ml$: microgramme par millilitre

μL : Microlitre

μm : Nanomètre

\leq : Inferieure ou égal.

$^\circ C$: Degré Celsius.

$^\circ D$: Degré Doronic.

Liste des figures

Figure 01 : Différentes parties de la plante <i>Urtica dioïca</i>	6
Figure 02 : Formation des radicaux libres	17
Figure 03 : Producteurs, les importateurs et les exportateurs mondial des produits laitiers....	27
Figure 04 : Fromage à pâte molle type camembert	30
Figure 05 : Feuilles d' <i>Urtica dioïca</i>	34
Figure 06 : Racines d' <i>Urtica dioïca</i>	34
Figure 07 : Poudre des feuilles d'ortie.....	34
Figure 08 : Poudre des racines d'ortie.	35
Figure 09 : Protocole d'extraction des composés phénoliques.	37
Figure 10 : Protocole de dosage des polyphénols totaux.....	39
Figure 11 : Protocole de dosage des flavonoïdes totaux.....	40
Figure 12 : Etapes de test DPPH.	41
Figure 13 : Diagramme de fabrication du camembert.	43
Figure 14 : Préparation de camembert.....	44
Figure 15 : Moulage.....	45
Figure 16 : Egouttage de camembert à bases des feuilles (a) et des racines (b) d' <i>Urtica dioïca</i>	46
Figure 17 : Salage de nouveaux produits.....	46
Figure 18 : Affinage	47
Figure 19 : Emballage.....	47
Figure 20 : Test d'iode.....	47
Figure 21 : Détermination de la densité.....	49
Figure 22 : Dosage de l'acidité.....	50
Figure 23 : test d'antibiotique.	51
Figure 24 : Taux d'extraction des feuilles et des racines d' <i>Urtica dioïca</i>	55
Figure 25 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	56
Figure 26 : Teneurs en polyphénols totaux des extraits.	57
Figure 27 : Courbe d'étalonnage de quercétine.	58
Figure 28 : Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits.	59
Figure 29 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH par les extraits étudiés.....	60
Figure 30 : Produits finis fabriqué à base des feuilles (a) et des racines (b) et à des concentrations différentes 2,5%, 5% et 10 %	66

Liste des tableaux

Tableau I	: Valeurs nutritionnelles de l'ortie.....	03
Tableau II	: Différents noms de l'ortie.....	04
Tableau III	: Classification botanique d' <i>Urtica dioïca</i>	05
Tableau IV	: Principales utilisations d' <i>Urtica dioïca</i>	13
Tableau V	: Composition moyenne du lait de vache.....	23
Tableau VI	: Caractères organoleptiques du lait cru de vache.....	23
Tableau VII	: Caractéristiques physico-chimiques du lait.....	24
Tableau VIII	: Composition moyenne des différents types de fromages pour 100g.....	26
Tableau IX	: Valeur nutritionnelle du camembert.....	31
Tableau X	: Différents aspects et couleur des extraits d' <i>Urtica dioïca</i>	55
Tableau XI	: Résultats des analyses physicochimiques du lait cru.....	62
Tableau XII	: Résultats des analyses microbiologiques des produits finis.....	63
Tableau XIII	: Résultats de l'analyse sensorielle des produits finis.....	64

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01

Partie bibliographique

Chapitre I : généralité sur *Urtica dioïca*

I.1. Présentation d '<i>Urtica dioïca</i>.....	03
I.2. Noms vernaculaires.....	04
I.3. Répartition géographiques.	04
I.4. Classification.....	05
I.5. Description botanique	05
I.6. Composition d' <i>Urtica dioïca</i>	06
I.7. Métabolites secondaires d' <i>Urtica dioïca</i>	08
I.7.1. Composés phénoliques d' <i>Urtica dioïca</i>	09
I.7.1.1. Flavonoïdes	09
I.7.1.2. Acides phénoliques (phénols simple).....	10
I.7.1.3. Tanins (les polyphénols complexes.....	10
I.7.1.4. Coumarines	11
I.7.1.5. Lignanes	11
I.7.2. Composés azotés (les alcaloïdes).....	11
I.7.3. Huiles essentielles.....	12
I.8. Utilisation d' <i>Urtica dioïca</i>	13
I.9. Activités biologiques d' <i>Urtica dioïca</i>	13

Chapitre II : Stress oxydatif, radicaux libres et antioxydants

II.1. Stress oxydatif	16
II.2. Espèces réactives d'oxygène (ERO)	16
II.2.1. Principales sources d'espèces réactives de l'oxygène	16
II.2.1.1. Sources exogènes d'ERO	16

II.2.1.2. Sources endogènes d'ERO	16
II.3. Définition des radicaux libres	17
II.4. Conséquences du stress oxydant.....	17
II.5. Facteurs qui influencent le stress	19
II.6. Antioxydants	19
II.6.1. Antioxydants exogènes.....	19
II.6.2. Antioxydants endogènes	19

Chapitre III : Le lait et le fromage

III.1. Généralité sur le lait.....	22
III.1.1. Définition de lait	22
III.1.2. Composition moyenne du lait.....	22
III.1.3. Caractéristiques du lait	23
III.1.3.1. Caractéristiques organoleptiques	23
III.1.3.2. Caractéristiques physico-chimiques	24
III.2. Le fromage	24
III.2.1. Définition de fromage.....	25
III.2.2. Production mondiale du fromage.....	26
III.2.3. Classification du fromage	27
III.2.4. Fromage à pâte molle type « camembert ».....	29
III.2.4.1. Historique de camembert	29
III.2.4.2. Définition de Camembert	30
III.2.4.3. Valeurs nutritionnelles	30
III.2.4.4. Lait de vache : matière première dans la fabrication du Camembert	31
III.2.4.5. Etapes clés de la fabrication du Camembert	31

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

Objectif de l'étude

I.1. Présentation de la laiterie « LAMROUS SID ALI ».....	33
I.2. Matériels	33

I.3. Extraction et dosage des polyphénols d'*Urtica dioïca* et étude de leur activité antioxydante

I.3.1. Extraction des antioxydants	35
I.3.2. Dosage des antioxydants	37
I.3.2.1. Dosage des polyphénols totaux	37
I.3.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux (TFT).....	38
I.3.2.3. Détermination de l'activité antioxydante des racines et des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i> par méthode de DPPH	39
I.4. Préparation de camembert à base des extraits d'<i>Urtica dioïca</i>	
I.4.1. Préparation des salles et stérilisation des matériels	42
I.4.2. Réception du lait	43
I.4.3. Pasteurisation	43
I.4.4. Préparation de camembert	44
I.4.5. Moulage et l'égouttage	44
I.4.6. Démoulage et saumurage.....	45
I.4.7. Affinage	46
I.4.8. Emballage et conditionnement.....	46
I.5. Evaluation de la qualité du fromage	
I.5.1. Analyses physicochimiques de la matière première	47
I.5.2. Analyses microbiologiques de produit fini	50
I.5.3. Analyses sensorielles	54

Chapitre II : Résultats et discussions

I. Extraction et dosage des polyphénols d'<i>Urtica dioïca</i> et étude de leur activitéantioxydante	
I.1. Rendement de l'extraction	55
I.2. Dosage des antioxydants ;;;.....	56
I.2.1. Teneur en polyphénols totaux.....	56
I.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux.....	58
I.3. Détermination de l'activité antioxydante des racines et des feuilles d' <i>Urtica dioïca</i> par méthode de DPPH	59
II. Préparation de camembert a base des extraits d'<i>Urtica dioïca</i>	
II.1. Analyses physicochimiques de la matière première.....	61
II.2. Analyses microbiologiques de produit fini.....	62

II.3. Analyses sensorielles.....	64
Conclusion	68
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé/Abstrat/ملخص	

Introduction

Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme a utilisé différentes espèces végétales trouvées dans son environnement afin de traiter et soigner plusieurs types de maladies. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) (Zeggwagh *et al.*, 2013), environ 80 % des individus ont recours aux préparations traditionnelles à base de plantes. Les plantes médicinales ont toujours eu une place majeure dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité (Muanda, 2010). Parmi ces dernières «l'*Urtica dioica*» qui est une plante médicinale communément répandue on la trouve sur tous les continents, tout le monde la connaît par son contact urticant (Buronzo, 2013). Elle fait partie des plantes dont on veut toujours se débarrasser et que l'on néglige trop souvent et pourtant c'est une plante aux mille vertus, que nos ancêtres savaient apprécier (Bouhroude *et al.*, 2020).

Urtica dioica est très riche nutritionnellement, elle représente une source importante de métabolite primaire et un immense réservoir de métabolites secondaires répartis dans toutes les parties de la plante principalement dans les feuilles et les racines ce qui font d'elle un complément alimentaire (Yonne, 2020). Vu sa richesse en ces métabolites, l'ortie a de nombreuses activités biologiques tels que l'activité antioxydante, antimicrobienne, antivirale et anti-inflammatoire...etc (Fontaine, 2012).

Urtica dioica est largement utilisée par l'homme depuis des milliers d'abord comme aliment et médicament pour traiter plusieurs maladies (Kalt, 2010), son utilisation s'est élargie au fil du temps, à d'autres domaines tels que la cosmétique, l'agriculture ou encore l'industriel (Ahmadi Nedushan *et al.*, 2006).

Le fromage est une forme de préservation des nutriments essentiels du lait et constitue une excellente source de nutriments tels que les protéines, les matières grasses, les minéraux et les vitamines. Celui-ci est l'un des premiers aliments industriels consommés par les humains et sa progression suit l'évolution de la population mondiale.

Dans ce contexte nous sommes intéressés à l'étude de l'activité antioxydante puis à l'exploitation de cette plante magique en agroalimentaire. L'objectif de notre travail consiste donc à faire une étude comparative entre l'activité antioxydante des feuilles et celle des racines d'*Urtica dioica*, ensuite élaborer un produit laitier, un fromage à pâte molle «camembert» possédant des qualités nutritionnelles spécifiques et cela par l'incorporation des poudres des feuilles et des racines de ladite plante à des différentes concentrations. Pour cela on a reparti le travail en deux parties :

- ✓ Une partie bibliographique qui se compose de trois chapitres dont le premier comporte à la présentation de la plante « *Urtica dioica* » ainsi que son utilisation et ses activités biologiques, la deuxième traite l'activité antioxydante de cette plante et enfin le troisième chapitre donne un aperçu sur le lait et le fromage.
- ✓ Une partie expérimentale consacrée au matériel et méthodes utilisés, suivie des résultats expérimentaux et discussions. Une conclusion générale et des perspectives sont envisagées à la fin.

Partie
bibliographique

Chapitre I :
Généralité sur l'*Urtica dioïca*

I.1. Présentation d'*Urtica dioïca*

Le mot "ortie" est dérivé du latin *Urtica*, qui vient du verbe *urere*, qui signifie "brûler" (ursula, 2010), en référence au caractère urticant de cette plante. C'est une plante herbacée vivace, annuelle, rurale très envahissante communément répandue, appartenant à la famille des urticacées, elle est de 60 à 150cm de hauteur (Agli, 2017).

L'ortie est considérée comme une mauvaise herbe, tout le monde la connaît pour son contact urticant qui laisse un souvenir désagréable. Mais en réalité Malgré sa mauvaise réputation l'ortie cache en ses graines, feuilles, et racines des vertus exceptionnelles (Sean Penn, 2007). Elle fait partie des plantes médicinales les plus utiles et les plus efficaces utilisées depuis l'antiquité dans divers domaines : dans les domaines médicale et pharmaceutique, dans l'alimentation humaine dont elle est qualifiée d'être une plante de très grande valeur nutritive vu sa richesse en minéraux et en vitamines (tableau I). L'ortie est également employée en agriculture pour la nutrition animale et comme engrais, pesticides, et enfin à des fins industrielles (ursula, 2010).

Tableau I : valeurs nutritionnelles de l'ortie (Tissier, 2002).

Eau	75 %	Tocophérol (E)	14.4 mg
Calories	57 mg	Provitamine A	3 mg
Protides	5.5 mg	Sodium	8.5 mg
Lipides	0.7 mg	Potassium	2196 mg
Glucides	7.1 mg	Magnésium	473 mg
Cellulose	2 mg	Calcium	1940 mg
Acide ascorbique (C)	160 mg	Phosphore	386 mg
Thiamine (B1)	0.3 mg	Cuivre	1 mg
Riboflavine (B2)	0.95 mg	Fer	23.1 mg
Niacine (PP ou B3)	1 mg	Sélénium	27 µg
Acide pantothénique (B5)	1 mg	Zinc	5.6 mg
Pyridoxine (B6)	0.07 mg	Manganèse	10.1 mg
Acide folique (B9)	212 µg	Bore	3 mg

I.2. Noms vernaculaires

Urtica dioïca à plusieurs noms, voici quelques noms usuels de la plante représentés dans le tableau II (Myah & Touati, 2020).

Tableau II : Les différents noms de l'ortie (Adouane & Brahmi, 2019).

Nom Latin	<i>Urtica dioïca</i> L. Syn
En Anglais	Nettle, common nettle, Greater Nettle, stinging nettle, tall nettle, Slender Nettle.
En Français	grande ortie, Ortie dioïque, ortie commune, ortie piquante ou ortie élevée.
En Arabe	Hourrig ou al quarras
En Kabyle	Azegtouf
En Espanol	Ortiga gran, Ortigagrossa, Ortiga major, Ortiga mayor
En Allemand	Brennesslbatter, Brennessel-Kraut, Nesslkraut, Haarnesselkraut
En Italien	Ortica commune , Orticone , Ortica maschia

I.3. Repartition géographies

Urtica dioïca est réponde dans le monde entier, à l'exception des pays tropicaux et arctique. C'est une plantes présente presque dans toutes les régions tempérées du monde : de l'Europe et l'Afrique du Nord à l'Asie, ainsi qu'en Amérique du Nord et du Sud et en Afrique du Sud (Myah & Touati, 2020).

En Algérie, la Grande ortie est commune dans tout le nord et surtout dans le Tel algérien d'Est en Ouest (ursula, 2010). Les plantes du genre *Urtica* peuvent pousser sur tous les types de terrains, argileux ou sablonneux, calcaires ou siliceux. Ces terrains doivent toutefois être riches en azote(plante nitrophile) et humides (plante hydrophile).Elle résiste toutefois bien à la sécheresse (Niboue & Lemoussekh, 2018).Ainsi, l'ortie aime les sols ayant subi des actions anthropiques qui ont permis l'accumulation de déchets organiques, tout comme les sols d'alluvions, régulièrement enrichis par de nouveaux dépôts de matières en décomposition. Elle est fréquente dans les milieux habités, les lieux ouverts, fermes, jardins, ruines, les fossés, bordure des chemins décombres, haies ou encore à la lisière des bois On la rencontre aussi sur des terrains incultes, les terrains vagues, les grandes étendues et les remblais. Elle pousse aussi bien dans les endroits ensoleillés que ceux bien ombrés(Gravis, 1885).

I.4. Classification

Urtica dioïca appartient à la famille des Urticaceae qui regroupe 48 genres, pour environ 1000 espèces dont la plupart sont herbacées (vivaces ou annuelles), avec également des arbustes, des lianes et même des arbres. La principale caractéristique des Urticaceae est la présence de poils qui recouvrent la plante, certains à cystolithes allongés, d'autres urticants (Langlade, 2010).

Selon Le Moal MA, 1988, *Urtica dioïca* est classée comme suit :

Tableau III : Classification botanique d'*Urtica dioïca* (Laberge, 2016)

Règne	Plantae
Sous-règne	<i>Trachéobionta</i>
Super division	<i>Spermatophyta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Hamamelidae</i>
Ordre	<i>Urticales</i>
Famille	<u><i>Urticaceae</i></u>
Genre	<u><i>Urtica</i> L</u>
Espèce	<u><i>Urticadioica</i> L</u>

I.5. Description botanique

Elle a été décrite pour la première fois en 1753 par le naturaliste suédois Carl Von Linné.

L'*ortie* est une plante herbacée vivace par rhizomes jaune rampant, Sa taille peut atteindre plus au moins d'un mètre, elle possède des feuilles de couleur vert généralement longues de plus de 5cm, alternes ou opposées, ovales, allongées, dentées et terminées en pointe. Les tiges sont robustes, dressées, non ramifiées de couleur verte, elles peuvent atteindre 1,5 m de hauteur. Les feuilles comme les tiges sont recouvertes de poils urticants comparables à une ampoule munie d'une pointe recourbée, siliceuse qui déverse au contact de la peau un liquide urticant riche en acide formique (Toubal *et al.*, 2019).

L'*ortie* est une plante dioïque dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents ou plantes différentes ; les fleurs sont unisexuées, très petites disposées l'aisselle des feuilles, en grappes ramifiées .Les fleurs femelles sont de couleurs verdâtres, comportent

un ovaire, uniloculaire sarmenté d'un style et d'un stigmate en pinceau et Les fleurs males sont jaunâtres et comporte quatre étamines à filets longs, élastique repliés dans le bouton florale (Moumne, 2003).

Le fruit est un akène ovale rempli de minuscules graines ayant une couleur brunâtre et noirâtre (Coquillat, 1951).

Et enfin le système racinaire est composé d'une racine jaunâtre de 3 à 10 mm d'épaisseur, traçant, pivotante qui se ramifié en radicelles fines permettant à la touffe d'ortie de s'étendre.



Figure N° 01 : Les différentes parties de la plante *Urtica dioïca* (Draghi, 2005)

I.6. Composition d'*Urtica dioïca*

Les propriétés médicinales des plantes sont dues à des composés chimiques. L'ortie est une plante utilisée depuis l'antiquité dans divers domaines.

L'étude photochimique d'*Urtica dioïca*, la révéle que cette plante contient des métabolites secondaires, essentiellement des flavonoïdes, des tanins et des composés volatiles, mais aussi des acides gras, des polysaccarides, des stérols, des terpènes, des protéines, des vitamines et des minéraux (bouchouka, 2016).

La composition de l'ortie varie selon la nature du sol, la variété et l'origine, l'exposition de la plante et les conditions climatiques. Elle varie évidemment en fonction de l'organe de la plante et de la période de récolte. Pour cela, les valeurs fournies par la littérature sont différentes. En fonction de la partie utilisée de la plante, l'ortie a effectivement des caractéristiques vertueuses différentes (ursula, 2010):

I.6.1. Composition des feuilles

Les feuilles de l'ortie sont riches en flavonoïdes, ainsi qu'en composés phénolique, coumarine, en minéraux (calcium, potassium, sodium, magnésium, phosphore ...etc.), en oligoéléments tels que : le fer, cuivre le soufre zinc, sélénium ... etc.), et en plusieurs vitamines (vitamine C, k, B2, B5, B9). Elles sont aussi riches en protéines d'excellentes qualités (équilibrées en acides aminés) (bouchouka, 2016). L'ortie est composée de 18 acides aminés parmi les 20 existants. Elle comporte surtout les 8 acides aminés essentiels

D'autres composés sont également présents dans les feuilles d'ortie : des pigments comme chlorophylle, des enzymes (la choline acétyltransférase- acétycholine), traces de nicotine, les lipides, des glucides (fructose, saccharose, glucose, arabinose ...etc) ainsi que de la sécrétine, de l'acide silicique et d'huile essentielle (El Otmani *et al.*, 2016).

I.6.2. Composition des tiges

Peu de travaux se sont intéressés à la composition des tiges de l'ortie. Généralement, ce sont les feuilles, les fruits et les racines qui sont étudiés.

Néanmoins, il a été mentionné que les tiges contiennent des acides gras comme ceux présents dans les feuilles. Elles contiennent aussi de phénoliques : les lignines, flavonoïdes, anthocyanes, acides phénoliques (ursula, 2010).

I.6.3. Compositions des poils urticants

Ils contiennent de l'acétylcholine, de l'histamine, sérotonine, acide formique qui sont responsables de l'effet urticant de la plante (bouchouka, 2016).

I.6.4. Compositions des racines

La racine contient les éléments minéraux et Oligoéléments les lectines, les polysaccharides, les stérols, les tanins, les lignanes et enfin des composés phénoliques, flavonoïdes ainsi les coumarines (bouchouka, 2016).

I.6.5. Composition des fleurs

Les fleurs d'*Urtica dioïca* contiennent des minéraux, le sitostérol, sitostérol glucoside et la scopolétine. Des glycosides de flavonols ont été aussi identifiés dans des extraits méthanoliques des fleurs. Les fleurs femelles contiennent de l'acide chlorogénique et de l'acide caféyl-malique (ursula, 2010).

I.6.6. Composition du fruit

Les fruits mûrs d'*Urtica dioïca* renferment des vitamines (C, E, B1, B2, B3 et B6), des minéraux (fer, zinc, cuivre, calcium, phosphore, magnésium, manganèse, sodium, potassium, et sélénium), des mucilages formés de différents polysaccharides ainsi que de caroténoïdes et de l'huile (environ 30% du poids sec) (ursula, 2010).

I.7. Métabolites secondaires d'*Urtica dioïca*

L'*Urtica dioïca* est connue pour son large spectre d'activités biologiques. Ces activités sont liées aux composés biologiquement actifs représentés par les métabolites secondaires (Belabbas, 2020). Ces Métabolites sont repartis dans les différentes parties de La plante principalement dans les feuilles et les racines, sont de structure chimique très variable à l'origine de ces propriétés médicinales (Dei Cas *et al.*, 2015).

Elles sont bio synthétisés à partir de métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides et les lipides. Ces composés diffèrent en fonction des espèces, ils interviennent dans les relations qu'entretient la plante avec les organismes vivants qui l'entourent. Ils sont probablement des éléments essentiels de la coévolution des plantes avec les organismes vivants, tels que parasites, pathogènes et prédateurs, mais aussi pollinisateurs et disséminateurs (Maouel & Mahfouf, 2016). Ces différentes relations ont donné lieu à une extrême diversification des composés secondaires. Plus de 8500 métabolites secondaires sont déjà connus. Les plus grands groupes sont les alcaloïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les composés phénoliques. Ils présentent une énorme valeur économique (en particulier pour l'industrie pharmaceutique et la cosmétique) (Buronzo, 2013).

La richesse d'*Urtica dioïca* en ces composés a fait l'objet de plusieurs travaux dont les résultats confirment la présence de composés phénoliques, de stérols, d'alcaloïdes et de terpénoïdes dans cette plante (ursula, 2010). Dont Ils constituent un groupe de produits naturels qu'il convient d'explorer pour des propriétés antioxydants, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses (Benani *et al.*, 2019).

I.7.1. Composés phénoliques d'*Urtica dioica* :

Les composés phénoliques ou les polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide ou un autre groupement chimique tel que l'éther, ester...etc (Elalem, 1998).

Ils sont présents dans toutes les parties des plantes supérieures (racines, tiges, feuilles, pollen, graines et bois). Ils interviennent dans plusieurs processus physiologique tel que la rhizogenèse, la croissance cellulaire, la maturation des fruits, la germination des graines...etc (Myah & Touati, 2020).

Les principales classes représentatives des polyphénols sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les coumarines (Niboue & Lemoussekh, 2018).

I.7.1.1. Flavonoïdes

Le terme flavonoïde provenant du latin "flavus", signifiant "jaune", il désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, qui peuvent être rencontrés dans une large variété des aliments consommés quotidiennement par l'être humain (Hichri, 2019) tels que les fruits, les légumes, les noix, les graines, les tiges, les fleurs, le vin, le propolis, le miel (Maouel & Mahfouf, 2016).

Les flavonoïdes sont considérés comme des pigments quasi universels de la plupart des végétaux et interviennent dans la coloration des feuilles, des fleurs, des fruits. Ils sont omniprésents dans les organes aériens jeunes où ils sont localisés dans les tissus superficiels. Ce groupe comprend comme son nom l'indique des composés jaunes mais aussi d'autres couleurs ou incolores.

Plus de 6500 structures ont été identifiées. Structurellement, les flavonoïdes se répartissent selon leur degré d'oxydation en plusieurs classes de molécules qui est constituée de deux noyaux aromatiques (flavones, flavanols et anthocyanines) reliés par trois carbones qui forment généralement un hétérocycle oxygéné (Elalem, 1998).

En plus de leur rôle dans la pigmentation des végétaux, certains de ces composés présentent des activités biologiques intéressantes, telle que l'action antioxydant, anti-inflammatoire pouvant limiter les dommages oxydatifs responsables de certaines maladies chroniques tels que le cancer, les maladies cardiovasculaires (El Otmani *et al.*, 2016) aussi ils ont de nombreux effets sur l'organisme, comme l'inhibition de peroxydation lipidique des

mitochondrie du foie et du cellules sanguins et enfin ont des propriétés hypoglycémiantes ,antibactériennes et antivirales (Adouane & Brahmi, 2019) .

I.7.1.2. Acides phénoliques (phénols simple)

Les acides phénoliques sont des petites molécules constituées d'un noyau benzénique et au moins d'un groupe hydroxyle. Elles peuvent être estérifiées et liées à des sucres sous forme d'hétéroside (Buronzo, 2013), elle possédant des propriétés antioxydants (Niboue & Lemoussekh, 2018).

- ✓ **Acides hydroxybenzoïques** : sont des dérivés de l'acide benzoïque dont la diversité structurale est due aux hydroxylations et/ou méthylations du noyau aromatique. Parmi ces acides on trouve : Acide gentisique, Acide vanillique, Acide protocatéchique, Acide gallique et Acide syringique dont L'acide gallique est l'hydroxybenzoate majeur synthétisé à partir la phénylalanine via l'acide dihydroshikimique.
- ✓ **Acides hydroxycinnamiques** : sont très répandus dans le règne végétal et leur diversité est également due à la variabilité des hydroxylations du noyau aromatique. Ils sont principalement constitués d'acide couramique, caféine et férulique. (Draghi, 2005) que l'on trouve rarement sous forme libre. Les formes liées sont des dérivés glycolysés ou des esters de l'acide quinique, shikimique ou acide tartrique. L'acide caféique et l'acide quinique se combinent pour former de l'acide chlorogénique, que l'on trouve dans de nombreux types de fruits et dans le café (Draghi, 2005).

I.7.1.3. Tanins (Polyphénols complexes)

Le terme tanin vient du mot tannage, ce sont des polyphénols hydrosolubles ayant une masse moléculaire entre 500 et 3000 d'origine végétale existant dans presque chaque partie de la plante écorce, bois, feuille, fruits et racine, qui présente une structure variée. Cette structure est formée de cycles aromatiques greffés d'une ou plusieurs fonctions hydroxyles libres ou non, ce sont des composés non azotés.

Les tanins sont très répandus dans le règne végétal en particulier dans certaines familles comme les conifères, les fagacées et les rosacées. Ils sont divisés en deux groupes :

- ✓ **Tanins hydrolysables**, résultant d'esters d'un sucre, qui est très généralement le glucose, et de l'acide gallique ou de l'acide ellagique.

- ✓ **Tanins condensés** ou pro-anthocyanidines, résultant de la polymérisation d'unités flavan-3-ols. Ils forment dans les vacuoles des solutions pseudo colloïdales et peuvent aussi se fixer au niveau des lignines, renforçant encore l'imputrescibilité du bois (Draghi, 2005).

I.7.1.4. Coumarines

Sont des substances naturelles qui se retrouvent dans des plantes médicinales, sont des hétérocycles oxygénés ayant comme structure de base le benzo-2-pyrone. Près de 1000 composés coumariniques sont isolés dans plus de 800 espèces de plantes et dans les microorganismes. L'ortie dioïque contient de la scopolétine en faible quantité ainsi que de l'esculétine et l'ombelliférone (ursula, 2010).

I.7.1.5. Lignanes

Ces composés de haut poids moléculaire contribuent à former, avec la cellulose et les dérivés hémi cellulosiques, la paroi des cellules végétales. Ce sont des polymères tridimensionnels résultant de la condensation (copolymérisation) de trois alcools phénylpropéniques et qui sont présents dans les racines de l'ortie sous forme de lignanes diaryl-furaniques et diaryl-butaniques (ursula, 2010).

I.7.2. Composés azotés (Alcaloïdes)

Un ensemble de substance organique aromatique d'origine naturelle végétale, renfermant du carbone, de l'hydrogène et l'oxygène, plus spécialement, de l'azote(alcalin). Leur dénomination –de l'arabe al kali (qui a donné « alcali ») et du grec εἶδος (forme) – fait référence à leur caractère « alcalin » ou « basique » (Jacques e. Poisson 1995).

En effet, les alcaloïdes sont un groupe hétérogène appartiennent à une classe appelée "métabolites secondaires", qui sont diverses substances qui ne participent pas aux activités de base des organismes. La plupart proviennent de plantes supérieures, mais leur répartition dans la famille des plantes est très irrégulière. Certains sont riches en alcaloïdes, comme les Apocynacées, tandis que d'autres ne contiennent que quelques alcaloïdes (crucifères). Des familles importantes ne semblent même pas l'avoir, comme les Primulacées ou les Oléacées. De plus, les espèces tropicales sont particulièrement appréciées (El Otmani *et al.*, 2016).

Les alcaloïdes ont de nombreuses propriétés pharmacologiques, telles que la stimulation du système nerveux central (brucine), l'activité ocytotique et l'effet vasoconstricteur (ergométrine), l'activité antipaludique (quinine), l'activité antiviral (benzylisoquinoléine et la

papavérine), antibactérienne et antifongique. Ils sont aussi présents comme des agents anti cholinergiques (atropine).

Les alcaloïdes jouent un rôle défensif dans la plante contre les herbivores et les agents pathogènes (Jacques e. Poisson 1995).

I.7.3. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques que l'on extrait par divers procédés dont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation, par pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire.

Les huiles essentielles se retrouvent dans des glandes minuscules situées dans différentes parties de la plante aromatique : les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines, l'écorce et pour certaines plantes dans les racines. Elles sont très utilisées dans la phytothérapie à cause de leurs propriétés Antiseptique et cytotoxiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne ou fongique, dans l'industrie de produits cosmétiques, pharmaceutiques et agro-alimentaire (comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires).

Ont rapporté les principaux composants de l'huile essentielle d'*Urtica dioïca* comme suit :

- Le carvacrol ou cymophénol (38.2%) est un phénol-monoterpénoïde. Il possède des effets antibactériens, antiviraux, antifongiques et antiparasitaires remarquables.
- La carvone (9%) est le constituant majeur des huiles essentielles des plantes couramment utilisées comme condiments.
- Le naphthalène (8.9%).
- (E) -anéthol (4.7%).
- L'hexahydrofarnésyl acétone (3%).
- (E) -géranyl acétone (2.9%).
- (E) - β -ionone (2.8%).
- Le phytol (2.7%) (ursula, 2010).

I.8. Utilisation d'*Urtica dioïca*

L'ortie est une plante qui suscite l'intérêt à la fois scientifique et commercial, car elle est à l'origine de nombreux produits naturels à valeur ajoutée en exploitant toutes les parties de la plante (tige, feuille, racine, graine) (Delahaye, 2015).

Tableau VI : les principales utilisations d'*Urtica dioïca* ((Devos, 1999 ; Dei Cas, Pugni, & Fico, 2015).

Champ d'application	Utilisations
Usage alimentaire	- Conservateur de certain aliment. -Salades, soupes, tartes, tisane, thé, jus
Usage industriel	-Colorant alimentaire (E140) -Agents aromatisants (Dentifrice, chewing-gum et les glaces). -En cosmétique (shampooing, savon, lotions pour peau) - La production des fibres pour les tissus, les fils et le papier.
Usage agriculture	-Purin -Insecticide insectifuge et fongicide -éliciteur naturel : -Activateur de croissance
Usage thérapeutique	Contre l'anémie, rhumatisme, eczéma, diurétique, l'asthme, hypoglycémie, hypotension, problème cardiovasculaire... etc

I.9. Activités biologiques d'*Urtica dioïca*

Vu la richesse de l'ortie en métabolites primaires et secondaires ainsi que sa composition chimique variée. d'*Urtica dioïca* à de nombreuses activités biologiques, elle est principalement utilisée pour son effet anti-inflammatoire, antioxydant, antivirale et antimicrobien. ...

I.9.1. Activité anti inflammatoire

Les recherches scientifiques ont mis en évidence la capacité de l'ortie de diminuer la réaction inflammatoire, via de multiples mécanismes d'action dont les conséquences sont la réduction de synthèse de médiateurs lipidiques et de cytokines pro inflammatoires.

Wagner avait montré qu'une fraction polysaccharidique de cet extrait a une action inhibitrice, sur l'œdème induit de patte de rat, comparable à celle exercée par l'indométacine. L'effet

anti-inflammatoire est lié à l'inhibition de la cycloxygénase et de la lipoxygénase, et à la production des cytokines (Amal Ait Haj Said, 2016).

I.9.2. Action antifongique

Il a été démontré que l'extrait de racines d'ortie avait une activité antifongique et antimicrobienne et qu'il agissait en synergie avec la chitinase en inhibant la croissance fongique. In vitro, l'extrait de racines d'ortie a inhibé la croissance de plusieurs champignons pathogènes et saprophytes contenant de la chitine (ursula, 2010).

I.9.3. Antibactérienne et antivirale

L'extrait de racines d'*Urtica dioïca*, dans des études *in vitro*, s'est révélé être un inhibiteur puissant et sélectif de la réplication du virus de l'immunodéficience humaine (VIH (VIH-1 et VIH-2) du cytomégalo virus (CMV) et du virus respiratoire syncytial (RSV).

Des études ont montré les propriétés antimicrobiennes des feuilles d'*Urtica dioïca* (Elalem, 1998) L'extrait aqueux de feuilles d'ortie a provoqué une zone d'inhibition de 8 mm de diamètre ou plus (ursula, 2010), il est actif contre *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* et *Escherichia coli*. Cependant, la lenteur de l'action bactéricide de l'ortie la prédispose plus à un usage prophylactique que curatif (ursula, 2010).

I.9.4. Activité antiproliférative

De nombreux travaux de recherches indiquent que les composants de la racine d'ortie peuvent interférer avec plusieurs mécanismes impliqués dans la pathogénie de l'hypertrophie bénigne de la prostate.

Les lignanes issues de l'extrait de racine inhibent non seulement la fixation des androgènes à leurs protéines transporteuses SHBG (SexHormon Binding Globulin), mais aussi la fixation de ces protéines aux récepteurs membranaires de la prostate, inhibant ainsi leur activité proliférative sur les tissus prostatiques. Aussi, il a été évoqué que les extraits de racine inhiberaient l'activité enzymatique de la membrane des cellules prostatiques, ce qui provoquerait l'arrêt de sa croissance (El Otmani *et al.*, 2016).

I.9.5. Activité diurétique

Il a été démontré que les feuilles d'*Urtica dioïca* ont un net effet diurétique favorisant l'élimination de l'urée, des ions chlore et de l'acide urique (bouhris sara 2016 _2017).

I.9.6. Action eupeptique

L'*Urtica dioïca*, légèrement astringente par la présence de tanins améliore l'absorption intestinale, permettant ainsi de lutter contre la fatigue chronique. Elle peut être utilisée comme antidiarrhéique (ursula, 2010).

I.9.7. Propriété antiulcéreuse

L'effet protecteur d'*Urtica dioïca* contre l'ulcère gastrique a été mis en évidence par plusieurs travaux (Agli, 2017). De plus, cet extrait a montré une activité analgésique contre la dilatation gastrique provoquée par l'acide acétique (Amal Ait Haj Said, 2016).

I.9.8. Activité anti oxydantes

L'activité antioxydante d'*Urtica dioïca* à fait l'objet de plusieurs travaux. Cette activité est corrélée essentiellement aux composés phénoliques présents dans la plante. Différents mécanismes qui ont été démontrés in vitro sont ainsi impliqués parmi lesquels on peut citer sa capacité à donner de l'hydrogène afin de faire décroître le niveau des espèces réactives à l'oxygène, son pouvoir réducteur, sa capacité à chélater les métaux et sa capacité à piéger le peroxyde d'hydrogène, les radicaux d'anion superoxyde et les radicaux libres responsables du stress oxydatif (Bouhris, 2016).

Partie
bibliographique

Chapitre I :
Généralité sur l'*Urtica dioica*

Chapitre II :
Stress oxydatif, radicaux
libres et Antioxydants

Radicaux libres, espèces oxygénées activées (EOA), stress oxydant et antioxydants sont devenus des termes familiers tant dans le monde médical que dans le grand public (Defraigne & Pincemail, 2008).

II.1. Stress oxydatif

Le Stress oxydatif est un déséquilibre de la balance entre la formation des espèces réactive à l'oxygène et les antioxydants qui régulent leur production, en faveur des premières. Cette situation peut résulter d'un dysfonctionnement de la chaîne mitochondriale, d'activation de systèmes enzymatiques (xanthine oxydase, NADPH oxydase), d'une libération de fer libre à partir des protéines créatrices ou d'une oxydation de certaines molécules (glucose, hémoglobine...) (Yahiaoui *et al.*, 2013) .

II.2. Espèces réactives d'oxygène

Les ERO sont des espèces chimiques oxygénées telles que les radicaux libres, ions oxygénés, peroxydes, rendues chimiquement très réactives par la présence d'électrons de valence non appariés dans l'orbitale la plus externe. L'équilibre est rétabli soit par oxydation (perte de cet électron libre) ou par réduction (gain d'un autre électron). Le caractère radicalaire de la molécule ne disparaît pas, l'électron libre peut passer sur d'autres molécules, c'est le phénomène d'oxydation en chaîne (Mercan, 2010).

II.2.1. Principales sources d'espèces réactives de l'oxygène :

II.2.1.1. Sources exogènes d'ERO :

La production exogène des ERO résulte de l'exposition aux rayons ionisants (exposition importante au soleil, radioactivité artificielle ou naturelle), aux métaux de transition ou à l'oxygène en quantité excessive, la pollution, la prise de certains médicaments (par exemple le paracétamol), le contact avec certains pesticides et solvant, la consommation du tabac et d'alcool , la pratique du sport intensif et tout processus susceptible de surcharger les réactions de détoxification hépatique, notamment une perte de poids importante (Djouadi & Lanez, 2021).

II.2.1.2. Sources endogènes d'ERO :

Le métabolisme aérobie de chaque organisme permet de produire des ERO d'une manière endogène, comme des sous-produits des chaînes de transport des électrons de la

respiration cellulaire dans les mitochondries. Elles sont aussi produites dans différentes réactions enzymatiques (Djouadi & Lanez, 2021).

II.3. Définition des radicaux libres :

Sous l'effet de nombreuses actions, comme les rayons solaires ou les polluants, des atomes de notre corps perdent ou gagnent des électrons (Yahiaoui *et al.*, 2013). Ils deviennent alors des radicaux libres (figure n°02.) , qui sont des espèces chimiques (atome ou molécule)(BASLÉ, 2003)caractérisées par la présence d'un ou plusieurs électrons non appariés (célibataires) sur leur couche de valence (orbite électronique) (Louaileche & Belhamel, 2016)ce qui les rend hautement réactives et donc instables et dangereuses pour nos cellules (Fontaine, 2007).

Ces molécules instables, réagissent avec d'autres molécules, les déstabilisent à leurs tours, et induisent ainsi des réactions en chaînes. Il y a donc un enchainement sans fin de formation de radicaux libres, le stress oxydatif (Marc *et al.*, 2004).

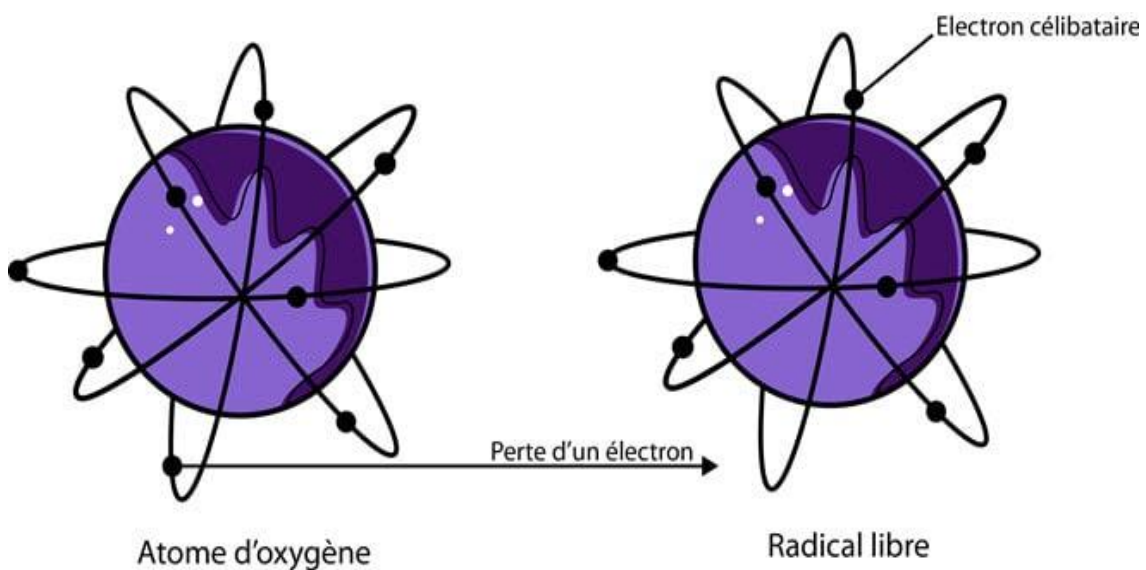


Figure n°02 : formation des radicaux libres (Grosdidier, 2015) .

II.4. Conséquences du stress oxydant

La production excessive de radicaux libres provoquent,d'une manière directe ou indirecte notamment des dommages oxydatifs au niveau moléculaire (sur l'ADN, les protéines , les lipides membranaires...) pouvant affecter considérablement les mécanismes cellulaires (Gardès-Albert *et al.*, 2003) .

Ces dommages provoqués par ces derniers qui sont dues à l'oxydation sont à l'origine de nombreuses maladies chroniques physiopathologiques telles que : le cancer, les maladies cardiovasculaires, les dysfonctionnements du cerveau et les maladies de l'inflammation chronique.

Le radical libre tend toujours à remplir son orbitale atomique en arrachant un électron dans les molécules avoisinantes pour devenir stable (Louaileche & Belhamel, 2016).

Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires.

Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule. Ces radicaux primaires dérivent de l'oxygène par des réductions à un électron tels l'anion superoxyde (O_2^-), le radical hydroxyle (Gardès-Albert *et al.*, 2003) (Favier, 2003) • radical perhydroxyle (HO_2), radical peroxyde (RO_2), radical alkoxyde (RO) (Gardès-Albert *et al.*, 2003), ou de l'azote tel le monoxyde d'azote NO.

D'autres espèces dérivées de l'oxygène dites espèces actives de l'oxygène, comme l'oxygène singulet O_2 , le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) ou le nitroperoxyde (ONOOH), ne sont pas des radicaux libres, mais sont aussi réactives et peuvent être des précurseurs de radicaux. L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène.

Ces radicaux libres de l'oxygène ou de l'azote (annexe 1), même réactifs, ne sont pas uniquement toxiques ; au contraire, ils sont produits par divers mécanismes physiologiques afin de détruire des bactéries au sein des cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires) ou pour réguler des fonctions cellulaires létales telle la mort cellulaire programmée ou apoptose .

Les radicaux libres participent au fonctionnement de certaines enzymes, à la transduction de signaux cellulaires, à la défense immunitaire contre les agents pathogènes, à la destruction par apoptose des cellules tumorales, au cycle cellulaire, à la différenciation cellulaire, à la régulation de la dilatation capillaire, au fonctionnement de certains neurones et notamment ceux de la mémoire, à la fécondation de l'ovule, à la régulation des gènes, phénomène appelé contrôle redox des gènes (Favier, 2003).

II.5. Facteurs qui influencent le stress :

Plusieurs facteurs influencent le stress oxydatif, certains augmentant la production des ERO comme la consommation élevée d'O₂ au cours d'une activité sportive intense consommatrice d'énergie (Migdal & Serres, 2011), L'ischémie des tissus suite à une défaillance du fonctionnement des mitochondries entraîne une augmentation de la libération des ERO responsables de dommages oxydatifs par inflammation. - Au cours de l'hypertension artérielle, un vasodilatateur, le monoxyde d'azote est libéré, responsable d'une hypo perfusion cérébrale et une génération d'ERO entraînant un œdème cérébral par mobilisation des polynucléaires neutrophiles (Mercan, 2010).

D'autres réduisent les capacités antioxydants tels que le déficit enzymatique congénital en G6PD, Malnutrition : régimes alimentaires déséquilibrés, Donc une alimentation pauvre en antioxydants contribuera également à l'apparition d'un stress oxydant. De nombreux travaux indiquent que le stress oxydant est impliqué dans le développement de plusieurs pathologies (maladies cardiovasculaires, cancer, diabète...) (Yahiaoui *et al.*, 2013).

II.6. Antioxydants

Le terme antioxydant désigne toute molécule ayant la capacité de diminuer ou d'arrêter l'action d'espèces réactives oxygénées, soit directement en inhibant leur production ou bien en limitant leur propagation en agissant comme des piègeurs de radicaux libres en empêchant ainsi des dommages oxydants à une molécule cible et en protégeant le système biologique. pour donner finalement des composés stables (Marzouk, 2021). Ils peuvent être des molécules simples ou complexes (Louaileche & Belhamel, 2016).

l'organisme dispose de deux sources d'antioxydants (Annexe 2) pour lutter contre les radicaux libres qui sont :

II.6.1 Antioxydants exogènes

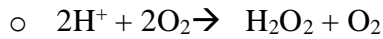
Dont la présence est assurée par un apport nutritionnel sous forme de fruits et légumes riches en flavonoïdes, caroténoïdes, vitamines C et E et acide lipoïque (Yahiaoui *et al.*, 2013).

II.6.2 Antioxydants endogènes

Ceux-ci sont représentés par des enzymes, des protéines et des endonucléases présentes naturellement dans l'organisme (Yahiaoui *et al.*, 2013). Ils peuvent être enzymatiques ou non enzymatiques :

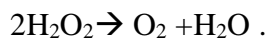
II.6.2.1. Enzymatique : Comme la superoxyde dismutase (SOD), la glutathion peroxydase (GPx), la catalase et des endonucléases (Marzouk, 2021).

- **Superoxyde dismutase (SOD)** : Est l'enzyme antioxydant le plus important dans la défense contre le stress oxydatif c'est une métalloprotéine capable d'éliminer l'anion superoxyde par une réaction de dismutation.



La SOD transforme l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène qui est éliminé par la glutathion peroxydase ou catalase, empêchant ainsi la formation d'ERO plus agressifs comme la peroxydase ou le radical hydroxyle (Yahiaoui *et al.*, 2013).

- **Catalase** : C'est un enzyme responsable de la détoxification du peroxyde d'hydrogène, produit par la réaction de dismutation, en eau et en oxygène qui sont des composés stables (Yahiaoui *et al.*, 2013).



- **La glutathion peroxydase** : Enzyme à sélénium présent à la fois dans le cytosol et la mitochondrie, transforme le peroxyde d'hydrogène mais aussi les peroxydes lipidiques. Le peroxyde d'hydrogène et les lipoperoxydes sont réduits en présence de glutathion (Yahiaoui *et al.*, 2013).

II.6.2.2. Non enzymatiques : vitamines ,Protéines (ferritine, transferrine, céruloplasmine et albumine), les polyphénol ,en plus des oligoéléments tels que le sélénium, le cuivre et le zinc qui jouent le rôle de cofacteurs d'enzymes à activité antioxydant (Marzouk, 2021).

II.6.2.2.1. Vitamines

- **La vitamine E (α -tocophérol)** : La vitamine E Constitue le principal antioxydant biologique de sérum lipidique, est un important protecteur cellulaire contre des dommages oxydants, elle serait régénérée par la vitamine C .
- **Vitamine A** :La vitamine A dérive du carotène. Cet antioxydant protège les membranes cellulaires, piège directement les radicaux libres en cas de pression partielle d'oxygène basse. Les lipides favorisent la résorption de la vitamine (Bonfont-Rousselot, 2012).

II.6.2.2.2. Polyphénols endogènes

Ce sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux. Ils sont présents dans tous les organes de la plante. Ils sont considérés comme des substances chimiques à effets antioxydants et anti-inflammatoires. Ce sont des piègeurs potentiels d'espèce radicalaire, qui sont donc capable d'inhibé la peroxydation lipidique, de prévenir l'athérosclérose (Bonnetfont-Rousselot, 2012).

II.6.2.2.3. Lactoferrine

Est une glycoprotéine transporteuse du fer qui appartient à la famille des transferrines, sa principale fonction biologique est de piéger les radicaux libres et de protège l'organisme contre le stress oxydatif (Wal, 2011).

II.6.2.2.4. Oligo-éléments

- Sélénium : Est un élément antioxydant ; il participe à la destruction des radicaux libres. Le sélénium a des propriétés antioxydants, une carence modérée en sélénium semble à accroître la sensibilité à diverses maladies (cancers, maladies cardiovasculaires).
- Le zinc :Est important pour les mécanismes de défense de l'organisme contre les maladies inflammatoires. Il joue un rôle important dans la prévention des maladies chroniques et dégénératives liées au vieillissement par la limitation des molécules hautement réactives. Les principales sources alimentaires du zinc sont les céréales, les produits laitiers et les produits carnés (Yahiaoui *et al.*, 2013).

Chapitre III :
Le Lait et le fromage

III.1. Généralité sur le lait

Le lait est le premier aliment que nous consommons depuis notre naissance. Il joue un rôle essentiel dans notre régime alimentaire journalier puisqu'il est consommé en grande quantité sous forme de lait, de produits laitiers ou sous la forme cachée dans les préparations diverses (conserves, crèmes glacées, sauce, potages, pâtisseries...) (Mekhoukhe, 2008).

III.1.1. Définition de lait

Selon le congrès international de la répression des fraudes à Genève : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (Pougheon, 2001).

Le lait est un liquide opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6.6 à 6.8) légèrement acide, proche de la neutralité, Il est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune (Hazmani, 2019).

III.1.2. Composition moyenne du lait

Le lait est un milieu hétérogène dans lequel trois phases distinctes coexistent :

- la phase aqueuse qui contient l'eau (87% du lait) et les produits solubles pouvant donner naissance au lactosérum (lactose, sels, protéines solubles, composés azotés non protéiques, biocatalyseurs tels que vitamines hydrosolubles ou enzymes).
- la suspension colloïdale micellaire (2,6%) qui peut donner naissance au caillé obtenu par la coagulation des caséines suite à l'action de micro-organismes ou d'enzymes.
- l'émulsion (4,2%) qui peut donner naissance à la crème, une couche de globules gras rassemblés à la surface du lait par effet de gravité.

Il apparaît donc que l'eau est l'élément le plus important ; elle joue le rôle de dispersant des différents constituants du lait qui forment en son sein des secteurs différents par leur composition et leur dimension.

On doit aussi y ajouter la suspension microbienne et cellulaire, puisque dans les conditions techniques réglementairement reconnues de production du lait à la ferme, la présence de ces micro-organismes typiques et de cellules somatiques est probable (Pougheon, 2001).

La composition moyenne du lait de vache est représentée dans le tableau V.

Tableau V : composition moyenne du lait de vache (Achaïbou & Sab, 2017).

Constituants	Composition g/l
Eau	905
Glucides (lactose)	49
Protides	34
Caséine	27
Protéines solubles (globuline, albumines)	2.5
Substances azotées non protéiques	1.5
Sels	
De l'acide citrique (en acide)	9
De l'acide phosphorique (P ₂ O ₃) -	2
Du chlorure de sodium (Na CL)	2.6
Constituants divers (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces
Extrait sec totale	127
Extrait sec non gras	92

III.1.3. Caractéristiques du lait

III.1.3.1. Caractéristiques organoleptiques

Le lait de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques particulières qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité...etc (Belabbas, 2020). Ces caractères sont représentés dans le tableau VI suivant :

Tableau VI : les caractères organoleptiques du lait cru de vache (Hazmani, 2019) .

Caractères examinés	Caractères normaux
Couleur	Blanc mat, Blanc jaunâtre (très riche en crème)
Odeur	Odeur faible
Saveur	Saveur agréable
consistance	Homogène

III.1.3.2. Caractéristiques physico-chimiques :

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont présentés dans le tableau VII.

Tableau VII : Caractéristiques physico-chimiques du lait.

CARACTERISTIQUE	VALEUR
Densité à 20°C	1.028 à 1.034
PH à 20°C	6.7 à 6.8
L'acidité (°D)	16 à 18 ° D
Point de congélation (°C)	-0.54° C à - 0.55° C
Point d'ébullition (°C)	100.5°C

III.1.4. Lait, matière première de l'industrie laitière

L'industrie laitière occupe une place importante et particulière dans l'Agroalimentaire. D'une part parce qu'elle se caractérise par la transformation d'une unique matière première et d'autre part parce qu'elle produit une multitude de fabrications et de produits différents.

La notion de qualité du lait est primordiale puisqu'elle définit la qualité du produit fini, le transformateur doit donc répondre à trois critères : assurer la santé du consommateur et la satisfaction de ses attentes, respecter la réglementation en vigueur et enfin respecter le cahier des charges de ses clients (les distributeurs notamment). Pour cela trois points doivent être pris en compte :

- la composition en matière grasse et matière protéique qui sont les deux composants les plus étudiés en termes de gestion et de revenus pour le producteur, d'orientation pour la recherche, la génétique et l'alimentation animal (Meziane *et al.*, 2020).

- La qualité microbiologique et hygiénique du lait : cette qualité est évidemment importante en termes de santé du consommateur et de respect de la réglementation mais également pour les contraintes technologiques dont les besoins sont différents en fonction du produit final

désiré : le fabricant de lait de consommation recherche un lait biologiquement stable alors que le fromager a besoin d'enzymes qui interviennent pendant l'affinage (Aries *et al.*, 2018).

- Les contaminants chimiques : de la même façon, le lait peut être contaminé par des inhibiteurs, des résidus de médicaments ou de pesticides, des métaux lourds... qui peuvent être néfastes aussi bien pour le consommateur que pour la technologie (Pougheon, 2001).

III.2. Fromage

Le fromage est l'un des premiers aliments industriels consommés par les humains (Aries *et al.*, 2018).sa fabrication est apparue il y a 8000 ans, peu après la domestication des animaux (Meziane *et al.*, 2020), c'est une industrie majeure dans le monde entier, son révolution a commencé en 1906 à Bougon où fut créée la première fromagerie coopérative (Aries *et al.*, 2018). L'intérêt majeur de la transformation du lait en fromage était de conserver les principaux constituants du lait. Aujourd'hui, il s'agit plutôt d'un aliment, possédant des qualités nutritionnelles indéniables (Meziane *et al.*, 2020).

III.2.1. Définition de fromage

Le fromage est une forme de préservation des nutriments essentiels du lait et constitue une excellente source de nutriments tels que les protéines, les matières grasses, les minéraux et les vitamines. Il est obtenu à partir des matières d'origine exclusivement laitières (lait, lait partiellement ou totalement écrémé, crème, matière grasse, babeurre, utilisées seul ou en mélange et coagulé en tout ou en partie avant égouttage ou après élimination partielle de la phase aqueuse). La teneur minimale en matière sèche du produit ainsi défini doit être de 23 g / 100 g de fromage (Aries *et al.*, 2018).

C'est un produit fermenté ou non, affiné ou non, de consistance molle ou semi dure, dure ou extra dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséines ne dépasse pas celui du lait (Bérodier *et al.*, 1997) , la composition moyenne de quelques types de fromages est résumée dans le tableau VIII.

Tableau VIII : composition moyenne des différents types de fromages pour 100g (Agherghour & Khemis, 2015).

constituants	Fromage frais	Fromage à pâte molle	Fromage fondu
Eau (g)	80	50	48
Glucides (g)	4	4	2,5
Lipides (g)	7,5	24	22
Protéines (g)	8,5	20	18
Calcium (mg)	100	400	680
Sodium (mg)	40	700	1650
Vitamines A(UI)	170	1010	1200

III.2.2. Production mondiale du fromage

Une production et une consommation dominées par l'Europe... mais qui tend à se diffuser. L'Europe est le premier exportateur mondial (devant les États-Unis et l'Océanie), et compte avec le Japon, la Russie et les États-Unis, parmi les premiers importateurs mondiaux de fromages. L'Europe se distingue par la grande diversité des fromages produits ainsi que par la variété des modes traditionnels de consommation (Meziane *et al.*, 2020).

La consommation du fromage tend à se diffuser dans des pays et des continents où elle était absente. Il s'agit notamment de l'Asie et de l'Afrique, où se produit ne faisait pas partie du régime alimentaire.

L'augmentation de la consommation de fromage est mondiale, même dans les pays déjà fortement consommateurs, le fromage est un produit porteur pour les industries laitières. Ces dernières fixent leurs stratégies suite au développement rapide des produits et à la hausse consommation mondiale (Delfosse, 2012).



Figure n°03 : les producteurs, les importateurs et les exportateurs mondial des produits laitiers (Bourdon, 1998).

III.2.2.1. Production En Algérie

Le lait et les produits laitiers représentent globalement le deuxième poste de la facture alimentaire derrière les céréales. Les Algériens sont les plus gros clients du groupe Belle qui détient la marque “La vache qui rit”, Tassili, olivier, et le volume de production de l’usine algérienne ne cesserait d’augmenter.

Aujourd’hui, les fromages fabriqués en Algérie restent peu nombreux. Il s’agit essentiellement du camembert et autres pâtes pressées, du fromage frais et du fromage fondu. Les entreprises algériennes ont effectivement encore du mal à mettre en place les techniques de production nécessaires, notamment pour la conservation du lait cru.

Les Algériens sont de plus en plus friands de fromage. Ils consomment surtout du fromage fondu et en portion (ursula, 2010).

III.2.3. Classification du fromage

De nombreuses tentatives de classification des variétés des fromages ont été faites basées sur différents critères : le type du lait employé, leur richesse en matière grasse, texture, méthode de coagulation, indices d’affinage et aspect extérieur. Toute modification du procédé de fabrication va conduire à la production d’un type de fromage (Annexe 3), aussi la variation

dans la microflore microbienne fromagère va conduire à des propriétés organoleptiques propres à chaque fromage (Bérodier *et al.*, 1997).

Il existe donc une multitude classe de fromages :

III.2.3.1. Fromages frais ou à pâte fraîche

Ce sont des fromages très humides, ils sont consommés sans être affinés, additionnés habituellement de sel, d'arômes ou de sucre. Exemple : fromage blanc, à la pie, Petits-Suisses, Demi-sel...etc, ils doivent être consommés rapidement (Mokrani & Ksouri, 2015).

III.2.3.2. Fromages fondus

Ce sont des fromages dont la consommation est favorisée par leur excellente conservation et leur facilité de transport. Ils sont obtenus avec des fragments de fromage à pâte ferme (ursula, 2010).

III.2.3.3. Fromages à pâte molle

C'est le produit d'un caillé mixte. Il présente une pâte molle presque fondante due à la protéolyse pendant l'affinage. Cette pâte est revêtue de moisissures blanches de *Penicillium camembertii*. C'est l'exemple de camembert (Mokrani & Ksouri, 2015).

III.2.3.4. Fromages à pâte pressée

Ce sont des fromages dont la pâte a subi un pressage mécanique, leur lente maturation leur donne une saveur subtile. Exemple : Le Cantal, le Cheddar (Mokrani & Ksouri, 2015).

III.2.3.5. Fromages à pâte persillée

Ce sont des fromages dont la pâte est sillonnée intérieurement de marbrures verdâtres ou bleuâtres, constituées par les filaments mycéliens de la moisissure *Penicillium glaucum*, Les plus connus de ces fromages est le Roquefort. Appelés parfois : « Les Romantiques ». Moisissures à pores bleus dans la pâte : Bleus, Gorgonzola, Stilton...etc (Mokrani & Ksouri, 2015).

III.2.3.6. Fromages à pâte ferme

Pâte renfermant moins d'eau et plus de sels minéraux (calcium) (ursula, 2010).

III.2.3.7. Autres types de fromages

Dans cette catégorie, sont classées les pâtes filées, le Feta, les fromages séchés, les fromages aromatisés et les fromages de type sarde (ursula, 2010).

III.2.4. Fromage à pâte molle type « camembert »

III.2.4.1. Historique de Camembert

Camembert est un village français de l'Orne, situé dans la région Basse-Normandie en France. La plus ancienne mention du célèbre camembert trouvée à ce jour a été publiée en 1708 et incluse dans un dictionnaire géographique rédigé par Thomas Corneille. Il a mentionné qu'il y a un marché qui se tient tous les lundis dans la ville de Vimoutiers, où vous pouvez l'acheter.

La commercialisation du camembert normand prend son essor avec l'avènement du Rail Développement. En 1870, les producteurs de Carmen Bell se trouvent dans d'autres parties de la Normandie, de la Bretagne et de la vallée de la Loire. La production s'est également étendue à l'Ille-et-Vilaine.

En 1905, le camembert était largement distribué dans le monde entier et il était produit dans de nombreux pays. Vu la complication d'importer du camembert de France vers les États-Unis les Américains ont commencé à étudier la production de fromage camembert. En 1909, le syndicat des fabricants de Véritable Camembert de Normandie (S.V.C.N.) est créé. L'alliance prendra des mesures pour que le nom de camembert ne soit utilisé que pour ce type de fromage produit en Normandie. C'est pendant la Première Guerre mondiale que ce fromage jouit d'une grande notoriété dans tout le pays. Les fabricants de fromage ont travaillé dur pour fournir aux soldats français du camembert, ce qui le rend largement connu dans tout le pays. Par la suite, la demande a fortement augmenté, et la Normandie n'a pas pu y répondre. Les industriels d'autres régions de France ont répondu.

En 1926, la cour d'appel d'Orléans déclare le terme camembert public, mais exige toujours la mention de l'origine de la production. Après la Seconde Guerre mondiale, la production s'étend encore à l'Est de la France puis à l'ensemble du pays. En 1983, les produits traditionnels à base de lait brut ont été reconnus en appellations d'origine contrôlée (AOC).

En 1992, l'Union européenne a créé une Appellation d'Origine Protégée (AOP) pour promouvoir et protéger les aliments traditionnels et régionaux. Le camembert de Normandie a obtenu son AOP en 1996 (Commission européenne : Agriculture et développement rural, 1996). Le camembert n'a plus longtemps été l'apanage de la Normandie ou de la France. Il est

produit dans de nombreux pays à travers le monde, notamment en Argentine, au Japon, en Allemagne, en Australie, aux États-Unis et au Canada.

III.2.4.2. Définition de Camembert

Le camembert est un fromage affiné pour lequel l'affinage est provoqué essentiellement par la prolifération de moisissures caractéristiques dans la masse et /ou sur la surface (Ahaddad *et al.*, 2013). Il est fabriqué à partir de lait pasteurisé ou de lait cru de chèvre, de vache ou de brebis (Maamar *et al.*, 2019). C'est un fromage qui n'est pas prêt à la consommation immédiatement après la fabrication ; il doit être maintenu pendant un certain temps dans certaines conditions pour que s'opèrent les changements biochimiques et physiques caractéristiques du camembert. Il se présente sous la forme d'un cylindre plat ou de morceau dudit cylindre. La pâte a une couleur allant du blanc cassé au jaune pâle et une texture molle mais non friable, affinée de la surface au centre du fromage (Ahaddad *et al.*, 2013). Ce type de fromage se divise en trois catégories définies par l'aspect de la croûte et par le procédé de salage : les pâtes molles à croûte fleurie, les pâtes molles à croûte lavée et les fromages à croûte persillée (Ahaddad *et al.*, 2013).



Figure n°04 : fromage à pâte molle type camembert (Bourdon, 1998).

III.2.4.3. Valeurs nutritionnelles

Le camembert a une valeur nutritive plus ou moins importante pour la santé du consommateur. Il représente une source importante de protéines et de calcium (Ahaddad *et al.*, 2013). La valeur nutritionnelle du camembert est présentée dans le tableau IX.

Tableau IX : Valeur nutritionnelle du camembert (Mahaut *et al.* 2000).

Composants	Teneur
Protéines	20%
Lipides	20 à 28%
Calcium	1,5 à 3,8 g/kg
Valeur énergétique	11000 à 15000 kJ/kg

III.2.4.4. Lait de vache : matière première dans la fabrication du Camembert

La fabrication du fromage à pâte molle type Camembert exige l'emploi d'un lait de haute qualité bactériologique et physico-chimique. Ainsi, dans les pays à grande tradition fromagère tel que la France, ce fromage est élaboré, soit directement à partir du lait cru, soit à partir du lait pasteurisé. En 1991 soulignent que la fromageabilité du lait c'est à dire l'aptitude à la transformation du lait en fromage est dépendante d'un certain nombre de paramètres dont :

- ✓ Sa composition chimique (richesse en caséines).
- ✓ Son comportement vis-à-vis de l'enzyme coagulante la présure.
- ✓ Son aptitude au développement des bactéries lactiques (présence de résidus d'antibiotiques).
- ✓ Enfin, sa charge microbienne et la nature de sa microflore) (Agli, 2017).

III.2.4.5. Etapes clés de la fabrication du Camembert

III.2.4.5.1. Coagulation

La coagulation correspond à une déstabilisation des micelles de caséines (Hurtaud *et al.*, 1995) qu'est réalisée soit par voie fermentaire à l'aide de bactéries lactiques dont le lait s'acidifie progressivement, il y a une fermentation lactique donnant naissance à un coagulum lisse, homogène qui occupe entièrement le volume initial du lait., soit par voie enzymatique à l'aide d'enzymes coagulantes, en particulier la présure (ursula, 2010), constituée d'un mélange de chymosine et de pepsine, Elle consiste à transformer le lait de l'état liquide à l'état de gel par action d'enzyme protéolytiques (Hurtaud *et al.*, 1995); ou par la combinaison de ces deux traitements pour la plupart des fromages c'est la coagulation mixte (ursula, 2010).

III.2.4.5.2. Egouttage

C'est la séparation du lactosérum (ursula, 2010), cette élimination de la phase aqueuse sera plus au moins rapide selon la nature de coagulum ; il conduit à l'obtention d'une masse de caillé dont l'extrait sec est plus au moins concentré et qui correspond au fromage formé (Hurtaud *et al.*, 1995). L'égouttage commence au début du moulage. Et se termine le lendemain matin au démoulage, il est accéléré par une série de retournements. Une fois les moules sont remplis le premier retournement est effectué, une heure après le moulage, les moules sont retournés une deuxième fois (Ahaddad *et al.*, 2013).

III.2.4.5.3. Démoulage et Salage

Après environ 21 h, un démoulage est réalisé. : Les caillés se font sortir de leurs moules manuellement par retournement. On obtient le caillé qui a la forme du moule (Ahaddad *et al.*, 2013). Le salage est une étape essentielle dans la fabrication du fromage, car le fromage non salé est pratiquement insipide (Hurtaud *et al.*, 1995). C'est l'incorporation de sel, il s'effectue de différentes façons par dépôt en surface ou dans la masse ou par immersion dans une saumure (ursula, 2010).

Le sel agit à titre d'agent de conservation et d'antiseptique ("L'art de la fabrication du fromage en 5 étapes ", 2003) Il joue également un rôle majeur dans la texture, la saveur et la qualité microbienne des fromages Celui-ci inhibe la croissance de certaines bactéries, qui sont nocifs pour le fromage et qui cause sa détérioration, en particulier sur la surface. D'autre part, il permet la sélection de la flore d'affinage (Hurtaud *et al.*, 1995). Selon le type de fromage fabriqué, l'étape du salage peut prendre de 30 minutes à plusieurs jours ("L'art de la fabrication du fromage en 5 étapes ", 2003).

III.2.4.5.4. Affinage

Après salage, le fromage est placé en phase de maturation et entreposés sur des claies dans la chambre d'affinage pendant plus de dix jours. Les conditions régnant dans la chambre, dont le degré d'humidité et la température ambiante variant entre 8 °C et 16 °C, sont déterminantes pour la qualité du produit fini. C'est lors de cette étape que la texture, la croûte, la couleur et le goût du fromage se développent et s'uniformisent (Amiar & Baiche, 2015). Juste après affinage le camembert emballer par utilisation du papier paraffiné et placés dans des boîtes en carton (Ahaddad *et al.*, 2013).

Partie II :
Partie pratique

Chapitre I :

Matériel et méthodes

Objectif de l'étude

Notre étude expérimentale a été réalisée premièrement au niveau de laboratoire de biochimie, département des Sciences Biologiques (Faculté SNV-ST) de notre université « Akli Mohand Oulhadj - UAMOB » pendant la première quinzaine du mois de Mai et cela pour but de comparer l'activité antioxydante des racines et des feuilles de la plante *Urtica dioïca* par extraction des polyphénols et des flavonoïdes.

Ensuite le travail a été complété au niveau de la laiterie-fromagerie « LAMROUS SID ALI » afin de préparer un camembert à base de la poudre des feuilles et des racines *d'Urtica dioïca* à des différentes doses possédant des qualités nutritionnelles spécifiques et cela pendant la période d'un mois (de la mi-mai à la mi-juin 2021).

I.1. Présentation de la laiterie « LAMROUS SID ALI »

La laiterie est une entreprise privée unipersonnelle à responsabilité limitée (E.U.R.L). Elle est implantée dans le local n° 01 sortie ouest, Boukhalfa, de la wilaya de Tizi-Ouzou, Elle est créé en 2013 par monsieur Sid Ali (décès en 2015). Qui est devenu gérée par son fils Othman ; qui a pu mettre en place un encadrement technique jeune et dynamique spécialisée dans l'industrie agroalimentaire, pour une production meilleure qualitativement et quantitativement. Malgré sa création récente, cette laiterie est considérée parmi les meilleures entreprises spécialisées dans la fabrication du lait et ses dérivés, notamment le fromage de qualité, à base de lait de vache cru issu entièrement de fermes régionales. Et célèbre pour son nom commercial « SARL friand lait ».

Actuellement, l'unité fabrique des produits à base de lait de vache conditionné ou non, de produit laitiers frais, lait aromatisé, de boissons laitiers acides, des laits secs et concentrés, fabrication de fromage et de camembert.

I.2. Matériels

I.2.1. Matériels usuels de physicochimiques et de microbiologiques et le matériel de fabrication

Le matériel utilisé durant notre travail est le matériel usuel de laboratoire biochimique, microbiologique et du matériel de fabrication (Voir l'Annexe 04).

I.2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de feuilles et des racines d'*Urtica dioïca*, récoltées dans la région nord d'Algérie (Béjaïa) en mois de Mars 2021.

Les deux parties sont représentées dans les figures 05 et 06 respectivement.



Figure n°05 : Les feuilles d'*Urtica dioïca*. **Figure n°06 :** Les racines d'*Urtica dioïca*.

Les deux parties récoltées ont été soigneusement lavées avec l'eau du robinet et puis séchées sur du papier à l'ombre, à température ambiante et dans un endroit sec pendant 7jrs pour les feuilles et de 16jrs pour les racines.

Les deux parties de la plante ont été ensuite broyées à l'aide d'un moulin électrique pour être réduites en poudre et les deux poudres récupérées ont été bien tamisées dans le but d'obtenir deux poudres extrêmement fines (figure 07,08), ces derniers ont été conservés dans deux bocaux en verre étiquetés, hermétiquement fermés, à l'abri de lumière et de l'humidité pour une ultérieure utilisation.



Figure n°07 : Poudre des feuilles d'ortie.

Figure n°08 : Poudre des racines d'ortie.

I.3. Extraction et dosage des polyphénols d'*Urtica dioïca* et étude de leur activité antioxydante

I.3.1. Extraction des antioxydants

Cette étape consiste à extraire le maximum de molécules polyphénoliques contenues dans les feuilles et les racines d'ortie , en utilisant l'éthanol comme solvant extracteur (Moon & Shibamoto, 2009). En effet, les polyphénols ont été extraits par macération de 25 g de différentes poudres de la plante dans 100 ml de solvant sous agitation pendant 72 heures (la première agitation est après 48h et la 2eme après 24h), à la température ambiante. Les extraits obtenus ont été filtrés après chaque agitation à l'aide du papier filtre enfin évaporé sous pression réduite à 45 °C à l'aide d'un évaporateur rotatif. La conservation du des extraits secs a été faite dans des fioles en verre à vis stériles de couleur sombre au réfrigérateur (4-6°C) pour éviter tout risque de dégradation des extraits (Boizot & Charpentier, 2006).

Le protocole expérimental est illustré dans la figure n° 09 :

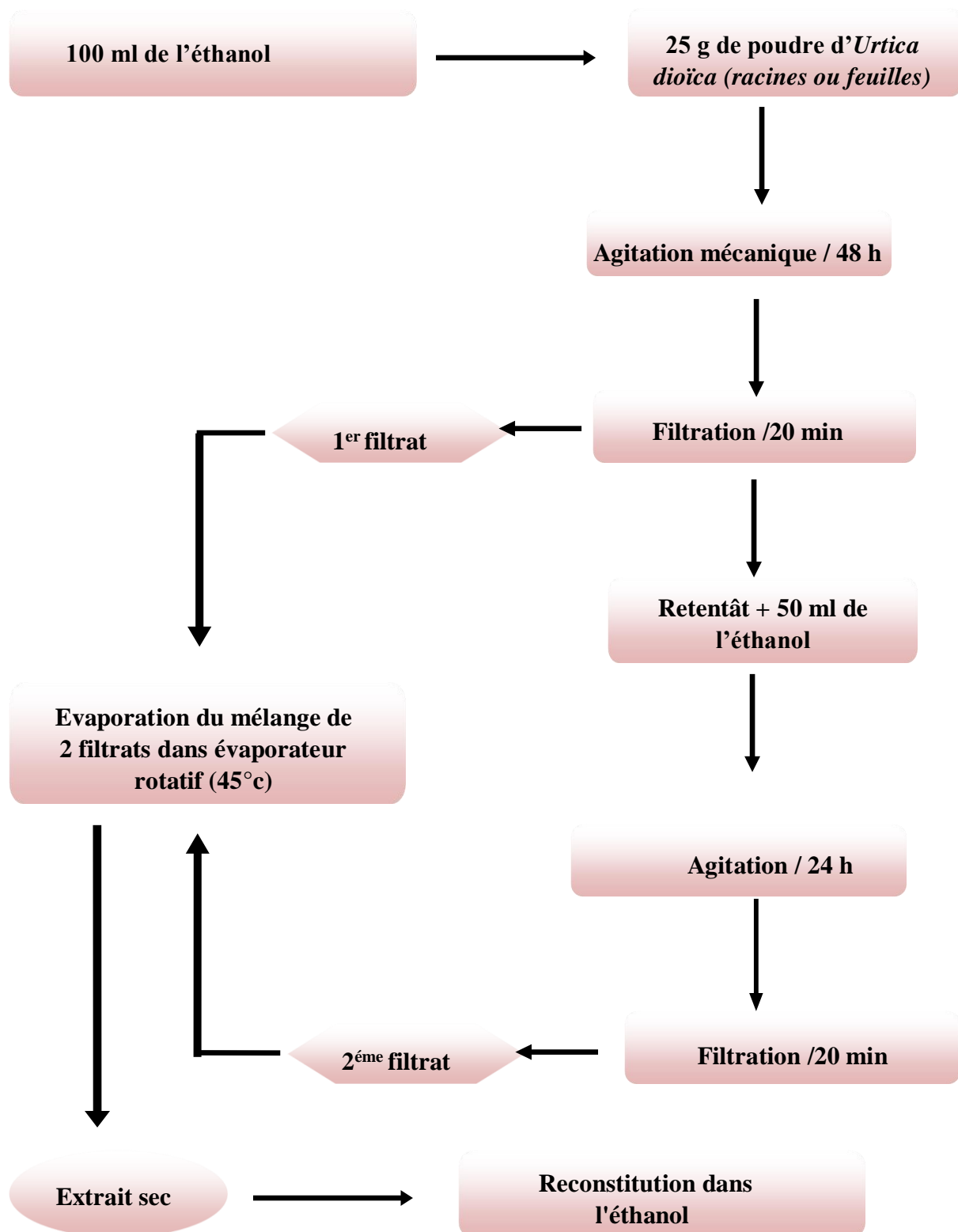


Figure n°09: Protocole d'extraction des composés phénoliques (Towers *et al.*, 2007).

Rendement d'extraction

Le rendement de l'extraction désigne la masse d'extrait phénolique obtenu après l'évaporation du solvant (à l'étuve) (Bouhroude *et al.*, 2020), déterminé par le rapport entre la masse de l'extrait et la masse de la matière première végétale traitée, exprimé en pourcentage (%) (Ghazel, 2013). Il est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = [(P_1 - P_0) / E] \times 100.$$

Tels que : R : rendement de l'extraction en %.

P₁ : poids du bécher après évaporation.

P₀ : poids du bécher vide.

E : poids de l'échantillon (la poudre).

I.3.2. Dosage des antioxydants

I.3.2.1. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage colorimétrique des composés phénoliques dans les extraits de feuilles et des racines d'*Urtica dioïca* a été effectué spectrophotométriquement selon la méthode au réactif de FolinCiocalteu (Evenamede *et al.*, 2017) (qui est un acide de couleur jaune composé de Mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀) (Ribéreau-Gayon, 1968). Cette méthode, permet de connaître le contenu polyphénolique total d'un échantillon donné (Gourguillon *et al.*, 2016).

❖ Mode opératoire

Un volume de 1ml de chaque extrait (1mg d'extrait dilué dans 1ml d'éthanol) a été additionné à 5mL d'eau distillée, ensuite 500 µL réactif de FolinCiocalteu (Annexe 05) ont été ajoutés, après 3 minutes d'incubation à l'abri de la lumière, 2 ml de solution de carbonate de sodium (7.5%) (Annexe05) ont été additionnés. Le mélange a été agité et incubé pendant 30 min à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 760 nm contre un blanc (annexe 05). Les tests ont été effectués trois fois afin de s'assurer de la reproductibilité des résultats.

La concentration de polyphénols totaux dans notre extrait, a été calculé à partir de l'équation de régression d'une courbe d'étalonnage linéaire (y=ax+b), établie avec le standard

étalon d'acide gallique et exprimée en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme de la matière sèche (mg EAG/g) (Gourguillon *et al.*, 2016).

Le protocole expérimental est illustré dans la figure n°10.

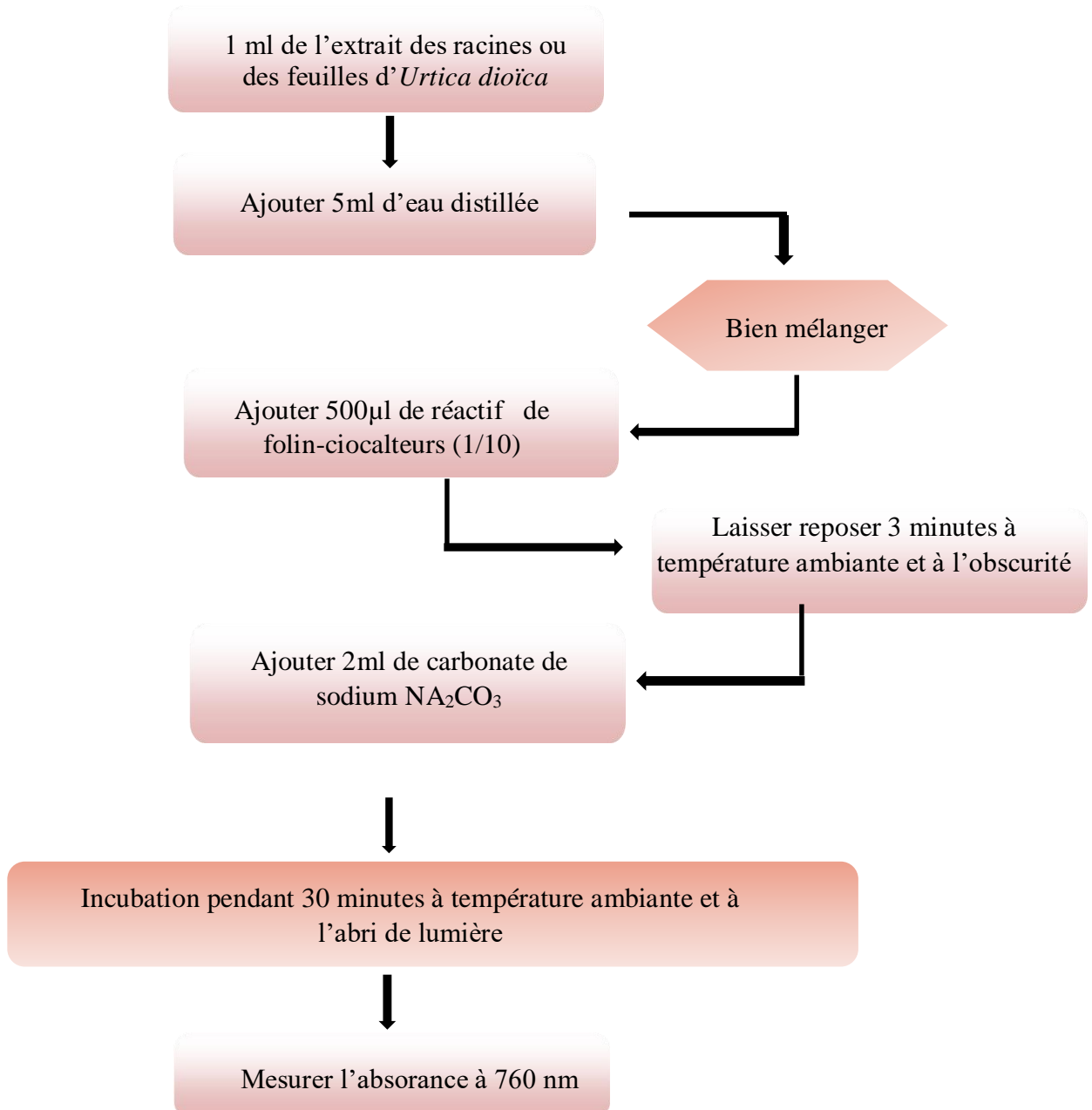


Figure n°10 : Protocole de dosage des polyphénols totaux (Towers *et al.*, 2007).

I.3.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux (TFT)

La quantification des flavonoïdes totaux dans les deux extraits d'*Urtica dioïca* (les racines et les feuilles), a été réalisée selon la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium qui se repose sur leur capacité à chélater les métaux (fer et aluminium). Les

flavonoïdes forment des complexes avec l'aluminium sous forme d'ions Al^{+3} , après décomposition de chlorure d'aluminium (Ribéreau-Gayon, 1999).

❖ Mode opératoire

Une quantité de 1 ml de l'échantillon de chaque extrait (1mg d'extrait dilué dans 1ml d'éthanol) a été mélangé avec 1 ml de la solution d' $AlCl_3$ (annexe 6). Ce mélange a été agité puis incubé 10 min à température ambiante en obscurité, ensuite l'absorbance a été mesurée à 465 nm.

Les tests ont été effectués trois fois afin de s'assurer de la reproductibilité des résultats. Les teneurs en flavonoïdes totaux contenues dans les extraits ont été obtenus par extrapolation sur une courbe d'étalonnage établie avec le standard quercétine et exprimés en milligrammes d'équivalents de quercétine par gramme de la matière sèche (mg EQ/g).

Le protocole expérimental est illustré dans la figure n°11.

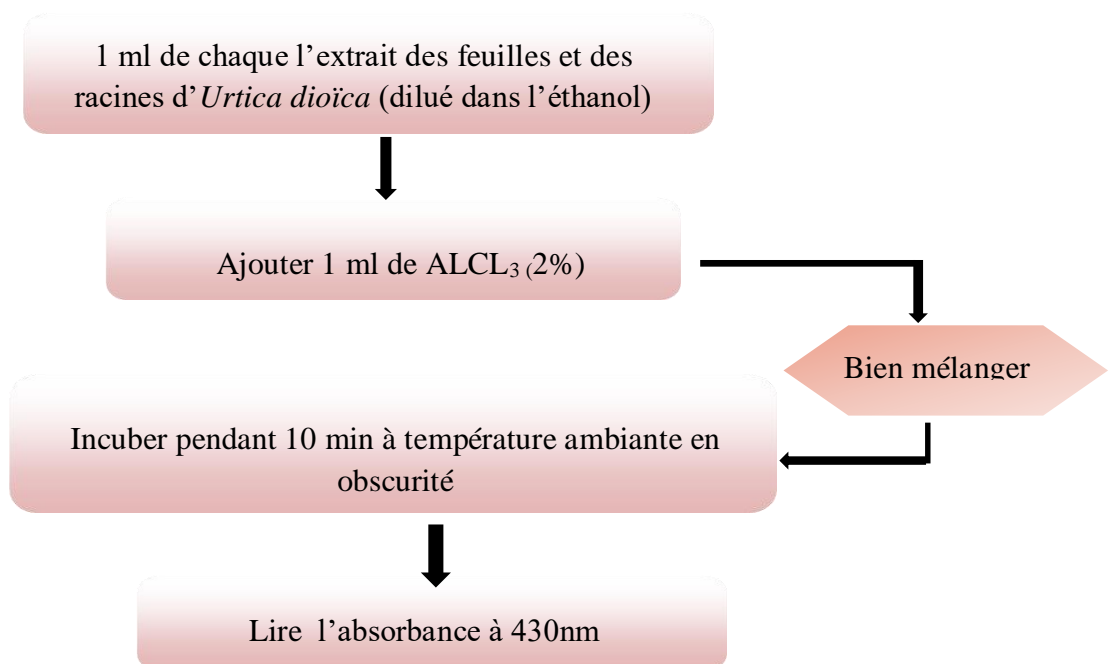


Figure n°11 : Protocole de dosage des flavonoïdes totaux (Towers *et al.*, 2007).

I.3.2.3. Détermination de l'activité antioxydante des racines et des feuilles d'*Urtica dioïca* par méthode de DPPH

Pour étudier l'activité anti oxydante de nos extraits (des racines et des feuilles d'*Urtica dioïca*), nous avons choisi la méthode qui utilise le DPPH (1, 1-diphenyl-2-picryl-hydrasyl) (Dudonne *et al.*, 2009) qui est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide

et directe de cette activité en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse (McCune et Johns, 2002).

Le diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) est un radical libre relativement stable (Dudonne *et al.*, 2009) ayant une couleur violette. Cette couleur disparaît au contact d'une substance donneuse de protons en un composé jaune (Sánchez-Moreno, 2002), dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu (Ribéreau-Gayon, 1999).

On peut résumer cette réaction par l'équation suivante :



Où n représente un composé capable de céder un hydrogène au radical DPPH (violet) pour le transformer en molécule DPPH-H (Brand-Williams *et al.*, 1995).

❖ Mode opératoire

Après la préparation des dilutions des extraits et de la solution de DPPH (annexe 6), on prend 50 µL de chaque extrait qu'on met dans un tube eppendorf et on additionne 950 µl de la solution de DPPH. Le mélange réactionnel est immédiatement agité avant d'être placé pendant 30 min à l'obscurité et à la température ambiante du laboratoire. L'absorbance du milieu réactionnel a été mesurée à la longueur d'onde de 517 nm en utilisant un spectrophotomètre contre un contrôle négatif (contient uniquement la solution de DPPH). Chaque test est répété trois fois (Yahiaoui *et al.*, 2013).

Le pourcentage d'inhibition du radical de DPPH a été exprimé par la formule suivant :

$$\% \text{ inhibition} = [\text{Abs}_{\text{Contr}} - \text{Abs}_{\text{Ech}} / \text{Abs}_{\text{Contr}}] \times 100$$

D'où : $\text{Abs}_{\text{Contr}}$: Absorbance du contrôle.

Abs_{Ech} : Absorbance de l'échantillon

Les résultats ont été exprimés par la moyenne de trois mesures séparés \pm écart type.

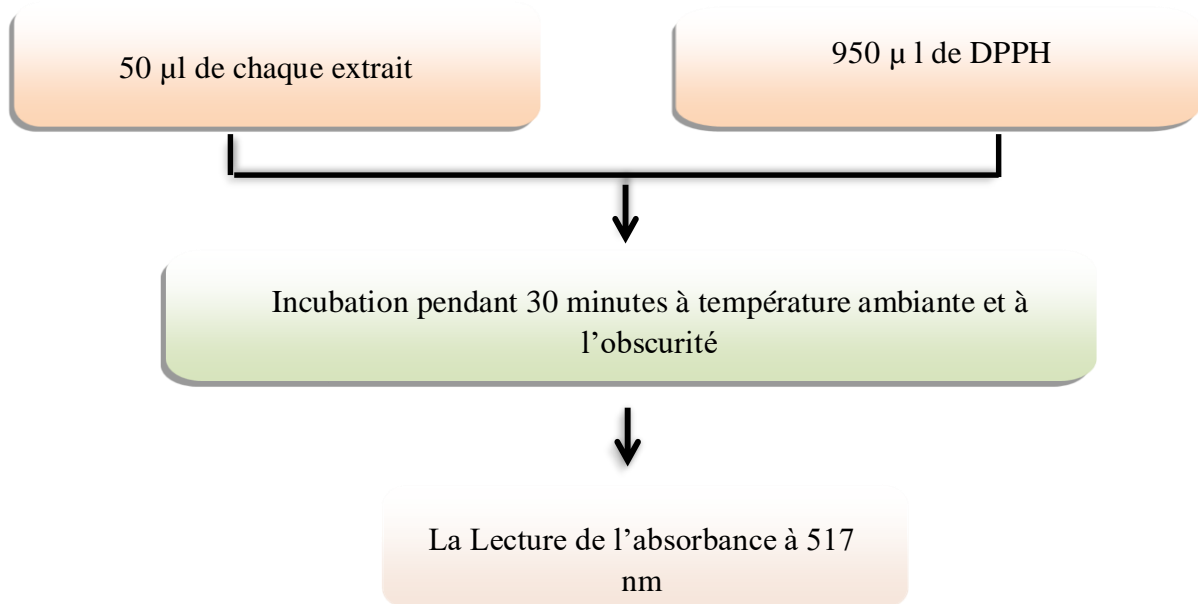


Figure n° 12 : Etapes de test DPPH (Towers *et al.*, 2007).

I.4. Préparation de camembert à base des extraits d'*Urtica dioïca*

Nous avons suivi le même processus de production utilisé par la laiterie Friand, seulement nous avons ajouté la poudre des feuilles et des racines à des doses différents afin d'obtenir un nouveaux produits (camembert amélioré). Les étapes suivies sont résumées dans le diagramme suivant (figure n°13) :

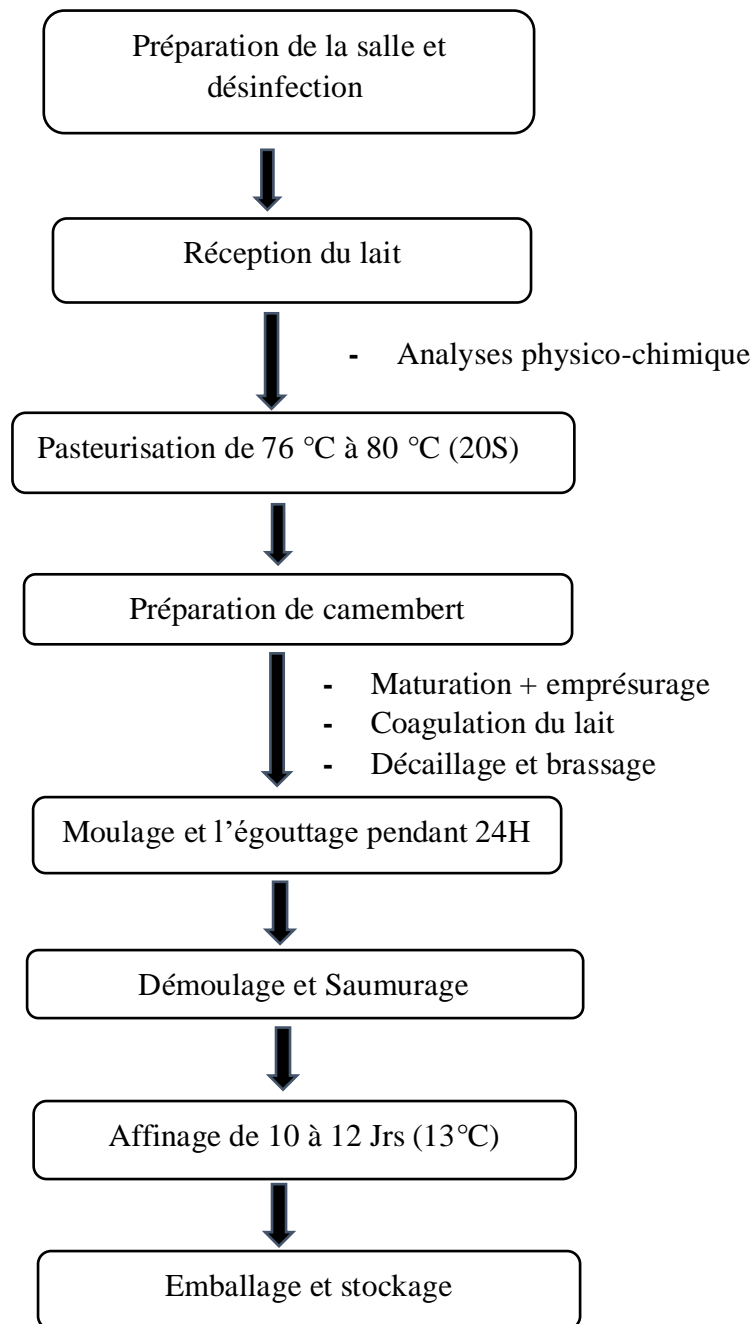


Figure n°13 : Diagramme de fabrication du camembert.

I.4.1. Préparation des salles et stérilisation des matériels

Afin d'assurer la qualité hygiénique de notre produit et d'éviter les contaminations microbiologiques (Tesone & Quevedo, 1996) qui influence sur les propriétés physico-chimiques, micro- biologiques et ainsi sur la composition du produit analyser (Evette, 1998), Nous procédons à des opérations de contrôles, de nettoyage, de désinfection des surfaces et de stérilisation de matériel qui sont :

- Le personnel : (désinfection des mains, tenues, le port d'une charlotte, blouse propre, bavette est exigé à l'entrée de l'atelier de fabrication).
- Chambre froide (6°C), salle d'affinage (12°C), salle de préparation, salle de salage, et salle d'emballage).
- Matériel : tous les outils et les ustensiles de travail sont nettoyés avec un détergent /un désinfectant suivi d'un rinçage à l'eau chaude / l'eau distillée. Après séchage certain matériel sera stérilisé dans un autoclave à l'air humide à 134° C
- Poignées de portes des différentes salles.
- Raccord joignant la sortie du pasteurisateur et la cuve de caillage à travers un tuyau et l'orifice du tuyau.
- Sol.

I.4.2. Réception du lait :

Le lait réceptionné est collecté dans la région de Tizi Ouzou en premier lieu et d'autres régions en deuxième lieu.

Dès son arrivage à l'unité, des analyses physicochimiques sont effectuées afin d'accepter ou de refuser sa réception. Les principales caractéristiques immédiatement déterminables sont :

- ✓ Test d'iode.
- ✓ Détermination de l'Acidité.
- ✓ Détermination de la densité.
- ✓ Détermination de la matière grasse (MG).
- ✓ Test des résidus d'antibiotiques (ATB).

Après sa réception, la première étape consiste à filtrer le lait ; toutes les Particules et les impuretés macroscopiques et grumeaux qui peuvent s'y trouver sont éliminés. Cette opération est effectuée avant le traitement thermique.

I.4.3. Pasteurisation

Le lait est pasteurisé en le chauffant à une température de 76°C pendant 20seconds afin de réduire la grande partie des germes pathogènes. Ensuite, il est acheminé par un tuyau vers des bassines de fermentation situées dans une autre salle dont il est maintenu à une température 36- 38°C. Pendant cette étape du calcium est ajoutée au lait pour l'enrichir.

I.4.4. Préparation de camembert

Dans la cuve de préparation remplis de lait pasteurisé, acidifié par l'addition des ferments lactiques et contenant de la présure afin de faire coaguler, on met la poudre des feuilles et des racines à des différentes doses (2,5%,5%,10%). Au bout d'une dizaine de minutes, le lait passe ainsi de l'état liquide à l'état de gel (séparer le caillé (solide) et le sérum (liquide)). Ce durcissement dure environ une heure (figure n°14.a).

Le caillé ainsi formé sera ensuite découpé manuellement, verticalement et horizontalement à l'aide d'un tranche-caillé (figure n°14.b), pour obtenir des morceaux (figure n°14, c) plus ou moins grands selon la sorte de fromage désirée, et mise en œuvre de deux brassages séparés dans un intervalle de 20 min pour chacun, puis le lactosérum est éliminé afin de faciliter le moulage à la main.

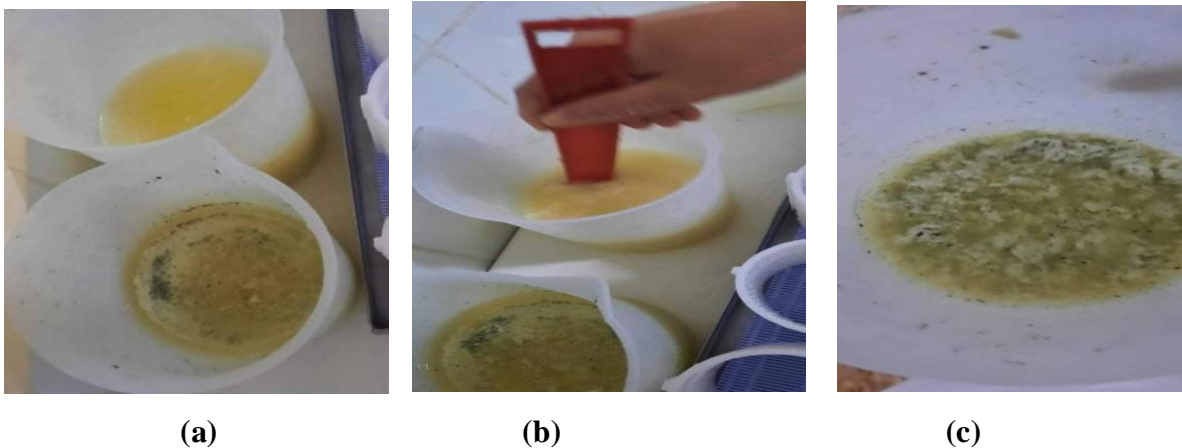


Figure n°14 : Préparation de camembert.

I.4.5. Moulage et Egouttage

Dès que le décaillage est effectué, le caillé est versé dans des moules cylindriques. Ces moules supposés sur une table d'égouttage-moulage.

L'égouttage commence au début du moulage et se termine le lendemain au démoulage, qui est accéléré par une série de retournements périodique. Au cours de cette étape, jusqu'à 80% de lactosérum va être extraite (Evette, 1998).



Figure n°15 : Le moulage.

I.4.6. Démoulage et saumurage

Après environ 21h, le camembert est suffisamment égoutté. Les caillés sont démoulés manuellement par retournement et placés sur des grilles appelées (claires) qui vont donner au camembert ses stries caractéristiques (Evette, 1998). Les caillés, une fois démoulés sont mis à sécher durant 24 heures (voir la figure n°16) et puis immergés dans une saumure (voir la figure n° 16) pendant 35min à 40 min à une température 17°C

La figure n°16 représente l'égouttage de camembert à bases des feuilles et des racines d'*Urtica dioïca* respectivement.



(a)



(b)

Figure n°16: Egouttage de camembert à bases des feuilles (a) et des racines (b) d'*urtica dioïca*.



Figure n°17 : Saumurage de nouveaux produits.

I.4.7. Affinage

L'affinage des fromages c'est l'étape la plus importante dans le processus de fabrication du camembert, au cours de laquelle les propriétés organoleptiques se développent (Evette, 1998).

Après le salage, les camemberts sont entreposés sur des claies dans la chambre d'affinage pendant 12 jours à une température de 12C°. Au bout du troisième jour, il est procédé au premier retournement dont ils développent leurs arômes et leur croûte blanche, puis tous les deux jours s'effectuent un retournement, afin d'assurer une croissance homogène des ferments fongiques (uniformiser la couche de pénicillium) sur toute la surface du fromage (Evette, 1998)



Figure n°18 : Affinage.

I.4.8. Emballage et conditionnement

Cette étape est importante pour obtenir un produit de qualité, parce qu'elle assure la protection contre les agents extérieurs (pendant sa distribution, et son stockage).

L'emballage du camembert est effectué manuellement juste après l'affinage, en utilisant du papier paraffiné qui laisse passer une partie de l'humidité afin de le laisser respirer (Delaplace & Fauconnier, 2004).

Une fois, emballés, les fromages sont placés dans des boîtes en carton qui permet d'absorber le surplus d'humidité du fromage (Bachtarzi *et al.*, 2015).

Sur l'emballage on mentionne le nom du produit, sa composition, la date de fabrication, la date d'expiration (45 jours après la date de fabrication), poids net et le lieu de fabrication.

Après emballage, le camembert est soit commercialisé, soit stocké dans des chambres froides à température 4-5°.



Figure n°19 : Emballage.

I.5. Evaluation de la qualité du fromage

I.5.1. Analyses physicochimiques de la matière première

I.5.1.1. Test d'iode

Ce test est basé sur la détermination de la présence ou l'absence de l'amidon dans le lait (Boudemagh, 2007). Dans un bécher qui contient un petit volume du lait, 2 à 3 gouttes d'iode sont ajoutées, le changement de la couleur au bleu/vert indique la présence de l'amidon dans le lait donc le test est positif. Et s'il n'a pas de changement de couleur cela indique l'absence de l'amidon donc le test est négatif.



Figure n°20 : Test d'iode.

I.5.1.2. Détermination de la densité

La mesure de la densité s'effectue à l'aide d'un thermo-lactodensimètre qui donne à la fois la température et la densité de l'échantillon (Bachtarzi *et al.*, 2015).

Dans une éprouvette remplie de lait, on plonge un lactodensimètre, après la stabilisation de ce dernier, on lit directement la valeur de la densité sur les graduations de l'appareil. La densité est déterminée à 20°C.

- Si la T° du lait est inférieur à 20 c° :

La densité = lecture - 0.0002 (20 C° - Température du lait).

- Si la T° du lait est supérieur à 20 c° :

La densité = lecture + 0.0002 (Température du lait - 20°C).



Figure n°21 : Détermination de la densité.

I.5.1.3. Détermination de l'acidité titrable

La détermination de l'acidité est basée sur la neutralisation de l'acidité lactique par une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH, N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (changement de couleur en rose pâle) (Bachtarzi *et al.*, 2015). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où : 1°D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait.

10 ml de lait sont placés dans un bécher, auxquels 3 à 4 gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées puis titrer avec l'hydroxyde de sodium jusqu'à changement de couleur du milieu au rose pâle. Le volume de NaOH qui a servi à la titration est noté (Tesone & Quevedo, 1996). Les résultats sont déterminés par la formule suivante :

$$A \text{ (g/l)} = (V. C. 90) / V. \text{ échantillon}$$

Où : A (g/l) : Acidité titrable en g/l.

V : volume en millilitre du NaOH.

V. échantillon : volume de l'échantillon (dans notre cas c'est 10ml).

C : concentration de la solution de NaOH.

Le résultat est donné en gramme d'acide lactique par litre de lait ou de lactosérum, puis transformé en degré Dornic, avec :

$$A (^{\circ}D) = A (g/l) / 10$$



Figure n°22 : Dosage de l'acidité.

I.5.1.4. Détermination de la matière grasse

Le taux de la matière grasse du lait est déterminé selon la méthode acido-Butyrométrique (Beaucher, F 2006). Le principe de Cette méthode est basée sur la dissolution de la matière grasse du lait par l'acide sulfurique sous l'influence de la centrifugation, la séparation de cette dernière en une couche claire transparente est favorisée par l'addition d'une faible quantité d'alcool iso-amylque (Mokhnache *et al.*, 2018).

Dans un butyromètre, On introduit 10 ml d'acide sulfurique H_2SO_4 puis on ajoute 11 ml de lait et 1ml d'alcool iso-amylque, le mélange agité jusqu'à la dissolution totale, ensuite en centrifugé pendant 4 minutes.

La lecture faite directement sur la graduation du butyromètre révèle le taux exprimé en g/L.

I.5.1.5. Test des résidus d'antibiotiques

La détection d'antibiotiques se fait par la méthode biologique qui est basée sur la réaction d'inhibition de la croissance des bactéries tests. En utilisant beta star S combo sensible aux antibiotiques de la famille bêta-lactamines et aux tétracyclines (Debeche *et al.*, 2018).

Dans un tube on met 200 μl de lait puis on y introduit des bandelettes de beta star S combo. La lecture des résultats se fait après 4 min où la présence de deux trait signifie un résultat positif et la présence de trois traits indique un résultat négatif (Debeche *et al.*, 2018).



Figure n°23 : Test d'antibiotique.

I.5.2. Analyses microbiologiques de produit fini

On s'intéresse dans les analyses microbiologiques à la recherche des germes suivants : coliformes totaux, coliformes fécaux, la flore totale aérobie mésophiles, staphylococcus aureus et les salmonelles dans le produit fini (Camembert).

a) Préparation de la suspension mère

Pour les analyses microbiologiques, la solution mère est préparée aseptiquement en introduisant 10 gramme de l'échantillon de camembert dans un flacon contenant 90 ml d'eau physiologique stérile après une agitation on obtient un mélange homogène qui correspond à la dilution 10^{-1} (1/10).

b) Préparation de la gamme de dilutions décimales

Une série des dilutions décimales ont été réalisées à partir de la solution mère 10^{-1} jusqu'à la dilution 10^{-5} . La technique consiste à prélever, à l'aide d'une micropipette graduée, 1 ml de la solution mère puis incorporer aseptiquement à 9 ml de d'eau physiologique stérile et bien homogénéisé. La solution obtenue correspond à la dilution 10^{-2} (1/100). Puis, 1 ml de cette dernière a été prélevé pour réaliser la dilution 10^{-3} , en procéd le même protocole jusque 10^{-5} .

Les dilutions successives donc ont été effectuées de la même manière en partant toujours de la dilution précédente (Sharpe *et al.*, 2003).

I.5.2.1. Dénombrement de la flore totale aérobie mésophiles (FTAM)

La flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT) est un indicateur sanitaire qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant Colonie) pouvant se développer dans un aliment (Kasse *et al.*, 2014). Incubé à 30°C pendant 72h, ces germes apparaissent sous forme de colonies de tailles et de formes différentes.

❖ Mode opératoire

La recherche a été faite par l'ensemencement en masse :

- ✓ Introduire 1ml de la dilution 10^{-3} (1/1000) dans une boîte de pétrie neuve et stérile
- ✓ Verser environ 20 ml de gélose PCA (annexe 7).
- ✓ Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- ✓ Laisser solidifier sur paillasse.
- ✓ Les boîtes seront incubées à 30 °C pendant 72 h.

❖ Résultats

Le Dénombrement : s'agit de compter toutes les colonies ayant poussé sur les boîtes en tenant compte des facteurs suivants :

- ✓ Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 30 - 300 colonies.
- ✓ Compter les colonies blanches
- ✓ Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution (Bensadek & hadef, 2019).

I.5.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes

Le dénombrement des coliformes dans les produit finis a été réalisé selon les méthodes ISO 4832 et NF V08-060 sur le milieu gélosé au désoxycholate (Sika *et al.*, 2019)(Annexe 06).

Ces bactéries sont sensibles à la chaleur, elles sont en elles-mêmes un facteur de mauvaise conservation ou d'accidents de fabrication (Delaplace & Fauconnier, 2004). Les coliformes appartiennent à la famille des *Entérobacteriaceae*, ce sont des bacilles à Gram négatifs, non sporulés, aéroanaérobies facultatifs, oxydase-, catalase⁺ et en forme de bâtonnet (Khennoufa & maamir, 2018).

a) Dénombrement des Coliformes thermotolérants

Ils sont généralement en nombre inférieur aux coliformes totaux et indiquent qu'il y a une contamination récente ou constante

❖ Mode opératoire

Le dénombrement a été fait selon la méthode de double couche :

- ✓ Introduire aseptiquement 1ml de la dilution 10^{-1} (solution mère) dans une boîte de pétri vide et stérile préparée à cet usage.
- ✓ Verser 15 à 20 ml de la gélose désoxycholate sur la solution préalablement liquéfié et refroidit, et faire ensuite l'homogénéisation par le mouvement circulaire en forme de « 8 ».
- ✓ Laisser solidifier le mélange sur une paillasse. Une fois le milieu est gélifié, on ajoute la deuxième couche (4 à 5 ml).
- ✓ Laisser le tous se gélifier.
- ✓ Les boîtes sont incubées à 44°C pendant 24 h.

❖ Résultat

Après incubation, elles apparaissent sous forme de colonies, de couleur violettes à rouge-gerise fluorescente, d'un diamètre voisin de 0,5 à 1 mm, et parfois entourées d'un halo de précipité de sels biliaires. Les résultats sont exprimés en nombre de coliforme par « ml » ou « g » de produit selon la formule suivante :

$$X = N / V.D$$

X : nombre de germe par ml ou g de produit

N : nombre des colonies

V : volume de l'inoculum

D : facteur de Dilution ou la dilution considérée.

b) Dénombrement des Coliformes totaux

La recherche des coliformes totaux a été faite selon la méthode double couches tout comme le dénombrement des coliformes thermotolérants, seulement on utilise la dilution (1 /100), et les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures ainsi la lecture des résultats est pareil.

I.5.2.3. Dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Le *Staphylocoque* est un germe bactérien du genre *Staphylococcus*, dont différentes souches existent. Le plus fréquente est le *Staphylococcus aureus*, qui est une bactérie à l'origine de nombreuses infections ou intoxications alimentaires (Dou & zerig, 2020).

Ils se présentent sous la forme Cocci de Gram positif, groupés en amas, ayant une forme de grappe de raisin, immobiles, non sporulés et facultativement anaérobique (Mokhnache *et al.*,2018).

❖ Mode opératoire

Le dénombrement a été effectué sur milieu Chapman (annexe 06) par la méthode d'ensemencement en surface.

- ✓ Couler la gélose dans des boites de Pétri à proximité d'une flamme et laisser gélifier sur la paille.
- ✓ Une fois le milieu est gélifié, les boites Sécher dans une étuve jusqu'à disparition complète des gouttelettes à la surface du milieu.
- ✓ Ensemence ensuite 0.1 ml de dilution décimale 10^{-2} sur la surface de la gélose.
- ✓ Etaler, par la suite soigneusement les gouttes le plus rapidement possible sans toucher les bords de la boite à l'aide d'une pipette stérile (pipette râteau).
- ✓ Incuber à l'étuve à 37 °C pendant 24 h.

❖ Résultat

Après incubation, ils apparaissent sous forme des colonies sont doré bombé brillants, d'un diamètre voisin de 1 à 2.5 mm avec ou sans bord blanc étroit avec des halos jaunes, qui sont dénombrés manuellement, si la boite contient moins de 10^2 selon la norme.

I.5.2.4. Recherche des *Salmonelles*

Les *Salmonelles* sont des bactéries pathogènes provoquant des gastro-entérites. Leur recherche et leur identification permettent donc de montrer le danger possible d'un produit (Khennoufa & maamir, 2018). Ils appartiennent au genre des entérobactéries, se présentent sous la forme de bacilles à gram négatif et qui se développent à une température de 37°C de 24 sur la milieu gélose SS (annexe06), formant de petites colonies, pigmentées en vert ou en bleu vert (Geay, 2003).

❖ Mode opératoire

Pour réaliser cette recherche on doit passer par trois étapes

- 1) Pré enrichissement : Cette première étape consiste à Prélever de 25g de « Camembert » avec une sonde stérile, placer en suite ce dernier, dans un mélangeur avec 225ml d'EPT, et bien homogénéiser et puis l'incuber à 37°C pendant 18 heures.
- 2) Enrichissement : Cette seconde étape consiste à Prélever à l'aide d'une pipette stérile 0.1 ml de chaque bouillon pré-enrichi l'échantillon incubé, et l'introduire dans un tube contenant 10ml de bouillant de RAPPAPORT (annexe 06) ; Homogénéiser la solution à l'aide d'un vortex et puis incuber le tube à 37°C pendant 24h.
- 3) Isolement : Cette troisième étape consiste à ensemercer par technique de strie (en surface) sur la gélose SS une goutte de l'échantillon du milieu d'enrichissement Prélevé avec une lance de platine. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24h.

❖ Résultat

Sur ce milieu, les salmonelles apparaissent sous forme des colonies incolores transparentes avec ou sans centre noir de petite taille. La confirmation de la présence de Salmonella est nécessaire sur milieu Mac Conkey.

I.5.3. Analyses sensorielles

L'analyse sensorielle ou évaluation sensorielle permet de définir, mesurer, analyser et interpréter les caractéristiques d'un produit fini par l'intermédiaire des organes des sens.

Les différentes sensibilités peuvent être classées en fonction des informations apportées :

- ✓ La sensibilité visuelle renseigne sur la couleur, l'aspect et la structure.
- ✓ La sensibilité gustative renseigne sur la saveur.
- ✓ La sensibilité olfactive sur l'odeur et l'arôme. (Loisel et *al.*, 2006)

Le test a été réalisé par la distribution des échantillons de 6 produits pour dégustation par un personnel qualifié (10 personnes).

La fiche d'évaluation sensorielle qu'on a utilisée est indiquée dans l'Annexe 07.

Chapitre II :

Résultats et discussion

I. Extraction et dosage des polyphénols d'*Urtica dioïca* et étude de leur activité antioxydante

I.1. Rendement de l'extraction

La macération des poudres de feuilles et des racines de la plante *Urtica dioïca*, en utilisant l'éthanol comme solvant d'extraction nous a permis d'obtenir des extraits de différentes couleurs et différents aspects qui sont représentés dans le tableau X.

Tableau X : Les différents aspects et couleur des extraits d'*Urtica dioïca*.

	La couleur	L'odeur
L'extrait des feuilles	vert foncé	Puissante
L'extrait des racines	Jaune Marron	Impuissante

Les résultats des rendements des extractions en se basant sur la formule :

$$R (\%) = M / M' \times 100$$

R : Rendement de chaque extrait

M : masse de l'extrait après séchage

M' : masse de la matière sèche de la plante

Sont représentés dans le diagramme suivant (figure n°24).

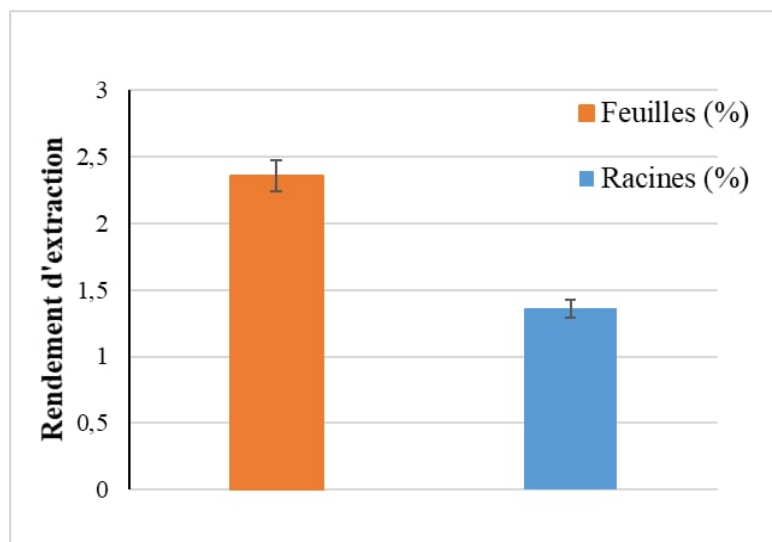


Figure n°24 : Rendement d'extraction des feuilles et des racines d'*Urtica dioïca*.

D'après les résultats nous remarquons que les feuilles d'*Urtica dioïca* ont permis d'obtenir un rendement supérieur d'extrait sec (2,36 %) par rapport à celui des racines (1,36 %).

les travaux de Theodore *et al.*,(2015) sur les feuilles d'*U. dioïca*, avec une macération pendant 24 h, ont données un taux est de 7.5%. Ce taux est supérieur au rendement obtenu durant notre travail.

De leur côté, Elgndi *et al.*,(2017) en utilisant l'éthanol à 96% pour l'extraction des polyphénols à partir de feuilles d'*Urtica dioïca* ont enregistrées un rendement de 3.66%. Ce taux est supérieur à celui obtenu dans le présent travail.

On constate que le rendement varie en fonction de l'espèce végétale et de leur prétraitement, de l'organe utilisé dans l'extraction, des conditions de séchage, de la richesse de chaque espèce en métabolites et de la nature du solvant utilisé dans l'extraction et de sa polarité (Naczka & Shahidi, 2004).

I.2. Dosage des antioxydants

I.2.1. Teneur en polyphénols totaux

La méthode du dosage des polyphénols totaux utilisée est celle de Folin –Ciocalteu (Singleton & Rossi, 1993); où l'acide gallique a été utilisé comme étalon pour chaque extrait avec différentes concentrations. La teneur en polyphénols totaux est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage (Figure n°25) dont l'équation standard de la courbe est : $y = 14.15x - 0.001$; $R^2 = 0,998$).

Les résultats sont exprimés en milligrammes (mg) d'équivalents de l'étalon par gramme (g) de poids sec de l'extrait de la matière végétale (mg EAG/g EX).

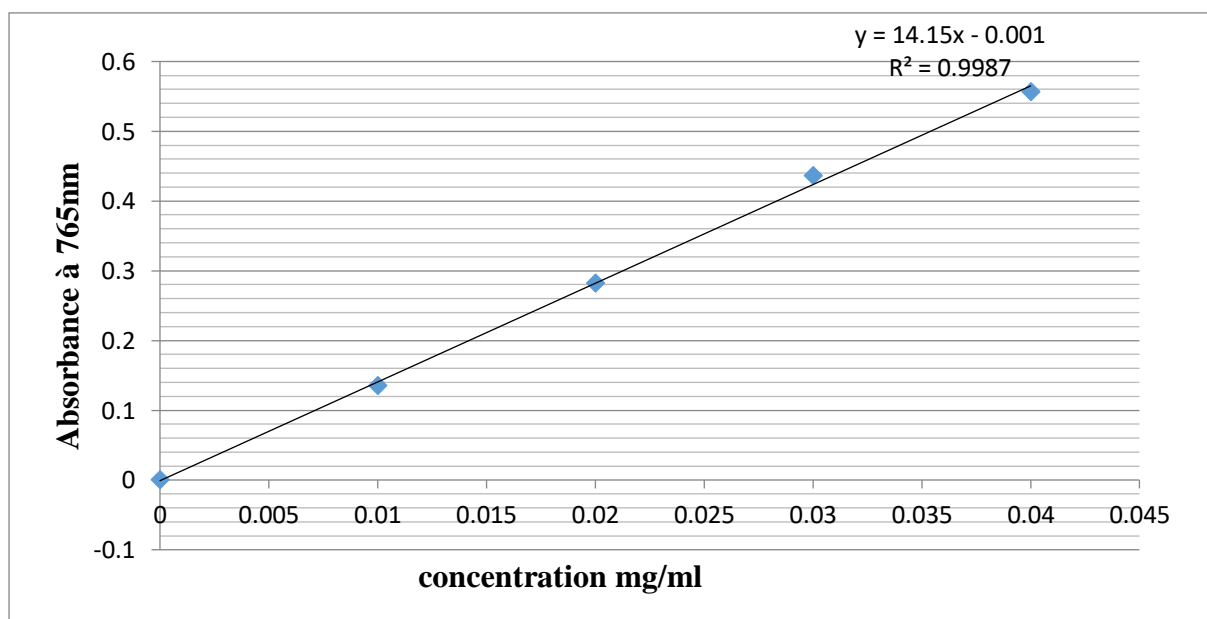


Figure n°25 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

Les résultats du dosage des polyphénols totaux des deux extraits étudiés sont représentés sur les figures n°26.

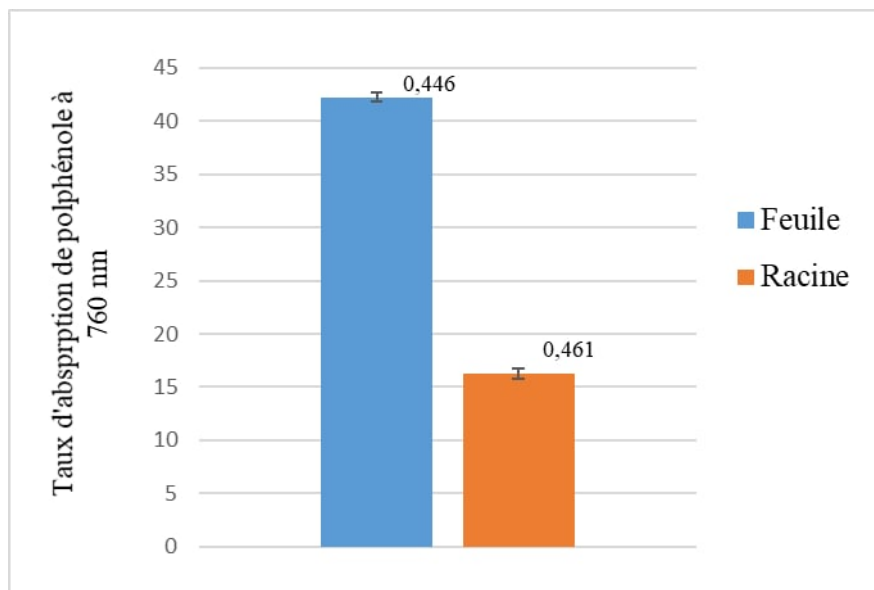


Figure n°26 : Teneurs en polyphénols totaux des extraits.

La figure n°26 montre que l'extrait éthanolique obtenu dans les feuilles possède la plus haute teneur en polyphénols ($42,26 \pm 0,446$ mg EAG/g EX), par rapport à l'extrait des racines qui présente une teneur de $16,25 \pm 0,461$ mg équivalent acide gallique par mg d'extrait brut.

Les résultats obtenus sur la quantité des groupes phénolique antioxydant de l'extrait qui dépend essentiellement du nombre des groupes hydroxyles sont fournies par la couleur du mélange réactionnel (extrait ; Folin- Ciocalteu ; Na_2CO_3), et les absorbances de ces derniers (Amalraj & Balasundaram, 2006).

Kukrić *et al.*, (2012), ont rapporté une teneur en composés phénoliques de l'extrait des feuilles d'*Urtica* qu'est égale à 20,8 mg EAG/g, c'est un taux qui est inférieur par rapport à celui retrouvé durant notre travail.

De nombreuses études sur les composants phénoliques ont révélés que les facteurs environnementaux, climatiques ou géographiques et les facteurs génétiques ainsi que les techniques d'extraction et la durée de stockage peuvent influencer de manière significative sur la qualité et la quantité de composants phénoliques présents dans l'ortie dioïque (Kukrić *et al.*, 2012).

D'ailleurs, les travaux de Serhal *et al.*, (2015) et N'guessan *et al.*, (2007) ont montré la teneur en composés phénoliques est liée aux phases de maturation de la plante ; plus la plante est jeune, plus le taux de polyphénols qui y sont présents est élevé.

I.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux

Les analyses quantitatives des flavonoïdes ont été réalisées selon la méthode de trichlorure d'aluminium (Khenouf *et al.*, 2010) en utilisant comme standard la quercétine, la teneur en flavonoïdes est déterminée à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage établi par les différentes concentrations de la quercétine (Figure n°27). (L'équation standard de courbe : $y = 0.0289x + 0.0281$; $R^2 = 0,9984$).

Les résultats sont exprimés en μg d'équivalents de l'étalon par mg de poids sec de la matière végétale ($\mu\text{g EQ/ mg EX}$)

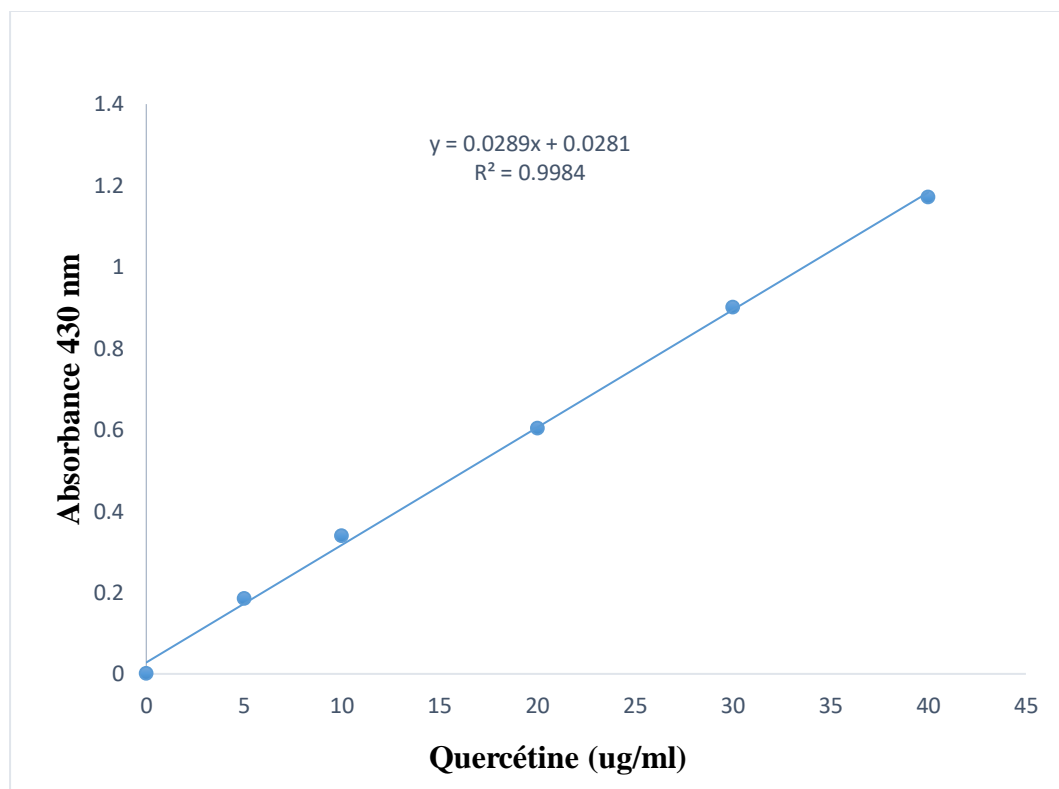


Figure n°27 : Courbe d'étalonnage de quercétine.

Les résultats du dosage des flavonoïdes totaux des deux extraits étudiés sont représentés sur les figures n°28.

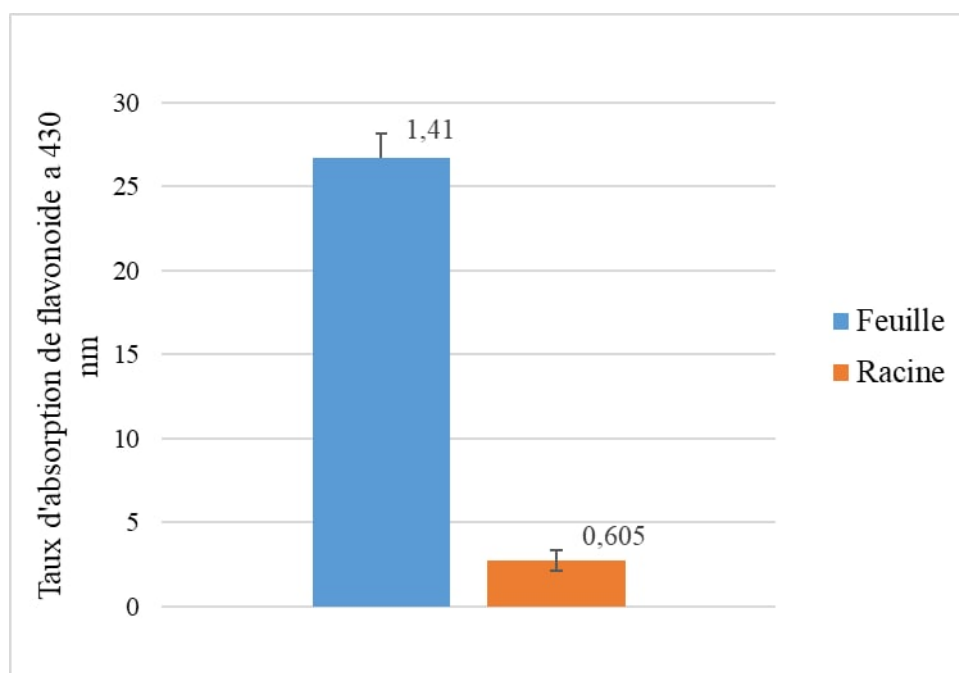


Figure n°28 : Teneurs en flavonoïdes totaux des extraits.

D'après les résultats on constate que la teneur de flavonoïde dans l'extrait de feuille est de $26,72 \pm 1,46 \mu\text{g EQ/ mg d'EX}$, il est largement supérieure, on le comparant avec celui des racines et qui est de $(2,71 \pm 0,605 \mu\text{g EQ/ mg d'EX})$,

Il est à signaler que L'analyse de Kumar & Pandey, (2013) montre que la teneur en flavonoïdes totaux varie d'un extrait éthanolique d'un organe de la plante à un autre. En effet, les concentrations les plus importantes des flavonoïdes sont accumulées dans la partie aérienne des plantes, qui est exposée à la lumière du soleil.

En comparant notre résultat avec celui de Pinelli *et al.*, (2008), qui ont travaillé sur différents composés flavonoidique des racines d'ortie et qui ont trouvé des teneurs variable en fonction de type de flavonoïde ([Rutine (0.173 ± 0.140), quercetin 3-O-glucoside (0.061 ± 0.060), kaempferol 3-O-rutinoside (0.009 ± 0.002), isorhamnetin 3-O-rutinoside (0.016 ± 0.015)) on peut constater que notre résultats est supérieure.

D'après les travaux de Loisel *et al.*, (2006), les feuilles de l'ortie dioïque sont riches en flavonoïdes, ainsi qu'en composés phénoliques, en acides organiques, en vitamines et en sels minéraux .

I.3. Détermination de l'activité antioxydante de DPPH

L'activité antioxydante des extraits d'*Urtica dioïca* vis-à-vis du radical DPPH a été évaluée par spectrophotomètre à 517 nm en suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par le

changement de la couleur violette à la couleur jaune. Le DPPH est caractérisé par son adaptation à plusieurs échantillons dans une courte durée, aussi il est assez sensible pour détecter les ingrédients actifs à des basses concentrations, à cet effet, il a été employé pour le criblage des activités anti radicalaires des extraits végétaux (Eduardo Dongwuk, 2007). Cette méthode est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de DPPH en présence d'un antioxydant qui donne un hydrogène ou un électron ; la forme non radicalaire DPPH-h est formée (Baydar *et al.*, 2007).

Les résultats de l'activité anti radicalaire des extraits éthanoliques de deux parties de la plante *Urtica dioica* par le test DPPH sont présentés dans les figures n°29.

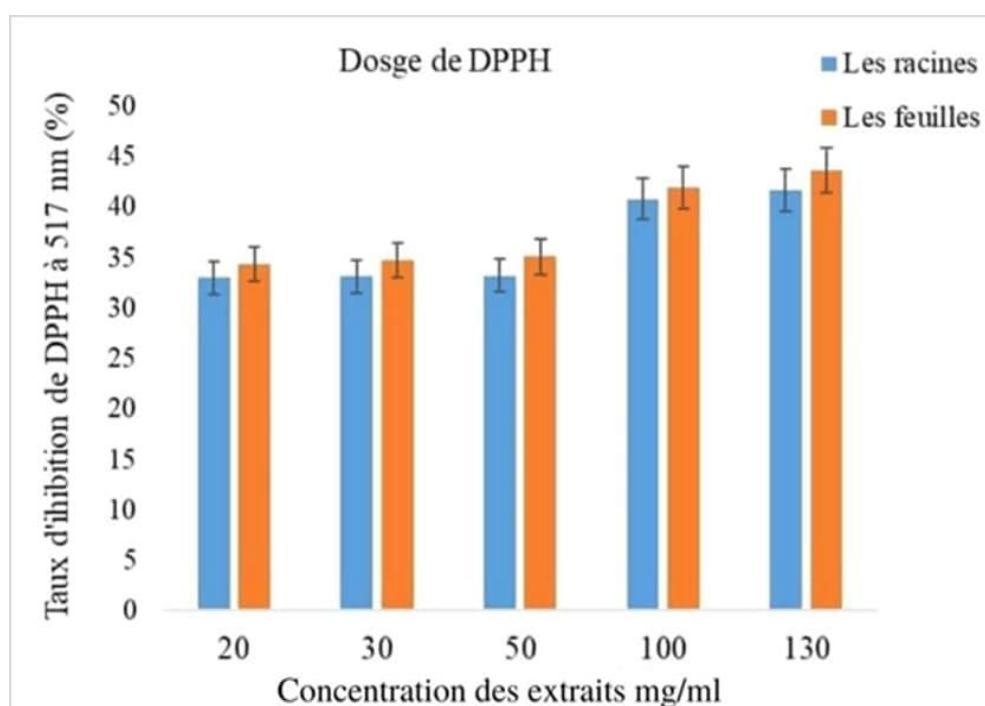


Figure n°29 : Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH par les extraits étudiés.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits de feuilles et de racines d'*Urtica dioica*. Le même constat a été fait par plusieurs auteurs parmi eux (Bounatirou *et al.*, 2007); (Aazza & Miguel, 2011) et (Priya *et al.*, 2012).

Les résultats obtenus montrent aussi que l'extrait éthanolique des feuilles d'ortie a une activité antioxydante proche de celle l'extrait éthanolique des racines. D'ailleurs, à 130 µg/ml d'extrait de racines on remarque que l'activité inhibitrice du radical DPPH atteint $41,7 \pm 0,06$ % c'est presque la même valeur obtenue avec l'extrait de feuilles ($43,6 \pm 0,02$ %). et ceci malgré la teneur élevée en composés polyphénoliques dans les feuilles.

Seulement il est à signaler que les concentrations utilisées durant notre travail n'ont pas permis de calculer la d'IC50 de chaque extrait.

Moussaid *et al.*, 2011 et Bidie *et al.*, 2011 ont montré l'existence d'une corrélation entre les teneurs en phénols totaux et l'activité anti radicalaire. Les activités antioxydants exercées par les extraits des feuilles et des racines d'*Urtica dioica L* peuvent être expliquées par la richesse de cette plante en molécules antioxydants comme les polyphénols qui sont capables d'inhiber la formation des radicaux et de s'opposer à l'oxydation des macromolécules (Arab *et al.*, 2013), dont des facteurs environnementaux, climatiques ou géographiques et les facteurs génétique ainsi que les techniques d'extraction et notamment la durée de stockage peuvent influencer de manière significative la qualité et la quantité de ces derniers .

En outre, Gülçin *et al.*, (2004) une relation très positive entre les phénols totaux et l'activité antioxydante a été trouvée dans de nombreuses espèces végétales. Les composés phénoliques peuvent contribuer directement à l'action antioxydante. Concernant les mécanismes d'action de ces métabolites, il a été signalé que les composés phénoliques étaient associés à une activité antioxydante en jouant un rôle important dans la stabilisation de la peroxydation lipidique. Et selon Gordon, (1990) le pourcentage d'inhibition augmente avec la substitution des mono-phénols avec le groupement hydroxyle en position ortho

D'après Chen *et al.*, (1995) les groupements fonctionnels présents dans les composés phénoliques en général peuvent céder facilement un électron ou un proton pour neutraliser les radicaux libres. La forte activité antioxydant de plante serait donc liée à leur forte teneur en phénols totaux.

II. Préparation de camembert a base des extraits d'*Urtica dioïca*

II.1. Analyses physicochimiques de la matière première

Les résultats des analyses physico-chimiques du lait cru sont représentés dans le Tableau XI suivant :

Tableau XI : Les résultats des analyses physicochimiques du lait cru.

Paramètres	Test d'iode	Densité à 20°C	L'acidité (D°)	MG (g/l)	Test ATB
Norme AFNOR	positif	1027 – 1032	16 -20	31-36	4 tris (βetastar S combo)
Lait cru utilisé	Bleu	1028	20	32	4 tris (βetastar S combo)

L'analyse physico-chimique est un outil important dans le processus qui consiste à mettre à la disposition du consommateur des produits sains et normalisé avec des pratiques loyales (Bachtarzi *et al.*, 2015).

Les résultats illustrés dans ce tableau montrent que l'Acidité est de 20°D, la MG est de 32 g/l et la densité est de 1028.

Nous avons remarqué également que notre échantillon de lait destiné à la fabrication, est caractérisé par une absence totale des résidus d'antibiotiques (apparition des 4 tris) et d'amidon, ce lait donc est de bonne qualité physicochimique dont les valeurs trouvées sont conformes à la norme AFNOR (1993) ce qui assure la conformité de ce lait pour la production du fromage à pâte molle « camembert ».

II.2. Analyses microbiologiques des produits finis

Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis à base de feuilles et de racines analysés exprimés en UFC/ml sont résumés, dans le tableau XII.

Tableau XII : Les résultats des analyses microbiologiques des produits finis.

Détermination	Feuilles	Racines	Référence de méthodes d'analyses	Normes
Flore mésophile totaux	$\leq 10^4$	$\leq 10^4$	Arrêté-du 27 mars 2004 (JO n° 32)	3.10^4
Coliformes totaux	80	79	Arrêté-du 24Mai 2004(JO n°43)	$\leq 10^2$
Coliforme thermotolérants	5	7	Arrêté-du 24 Mai 2004(JO n°43)	10
Staphylococcus aureus	Absence	Absence	NA15165	$\leq 10^3$
Salmonelles	Absence	Absence	Arrêté-du 23 janvier 2005 (JO n°42)	absence

Notre analyse microbiologique a montré une absence de certains germes rechercher tel que les *Staphylococcus aureus*, et les *Salmonelles* dans tous les produits à base des racines et des feuilles.

Par contre, elle a montré une présence des coliformes totaux de 80 coliformes/ml dans les feuilles et de 79 UFC/ml dans les racines, qui sont conformes à la norme égale à 10^2 , Et concernant les coliformes fécaux elle a montré une présence de 5 UFC/ml pour les feuilles et 7 UFC/ml pour les racines qui sont également conformes à la norme 10.

Et enfin un taux trouvé de $\leq 10^4$ conforme à la norme (3.10^4) pour la flore mésophile aérobie de tous les produits soit à base des feuilles ou des racines. Cette flore est la plus recherchée dans les analyses microbiologiques car elle nous indique toujours la qualité hygiénique du lait cru et ses dérivés, elle est considérée comme facteur déterminant de la durée de conservation de ces derniers.

Les analyses microbiologiques, pour les germes recherchés révèlent donc que la qualité des échantillons testés est de qualités Satisfaisantes.

II.3. Analyses sensorielles

Les résultats des analyses sensorielles sont résumés dans le tableau XIII.

Tableau XIII : Résultats de l'analyse sensorielle des produits finis.

Model Paramètre	Feuilles			Racines			Témoin
	2.5%	5%	10%	2.5%	5%	10%	
Aspect	Blanc(Ext) Vert clair (Int)	Blanc(Ext) Vert foncé (Int)	Blanc(Ext) Vert foncé (Int)	Blanc (Ext) Beige (Int)	Blanc (Ext) Jaune(Int)	Blanc(Ext) Jaune (Int)	Blanc
Texture	Souple (Ext) Semi- liquide (Int)	Dur(Ext) Souple (Int)	Peu Dur (Ext) Semi- souple (Int)	Semi dur (Ext) Semi- liquide (Int)	Lisse Souple Semi dur (ext) Souple (Int)	Souple Dur (Ext) Souple (Int)	souple
Gout	Passable	Agréable	Bon	Passable peu amer Moins salé	Agréable	Bon	Agréable
Odeur	Lactique	Lactique	Lactique	Lactique	Lactique	Lactique	Lactique
Nombre de dégustateu rs qui aiment le fromage	02	09	06	03	09	06	08

Les produits finis fabriqué à base des feuilles (a) et des racines (b) sont représentés dans la figure n°30 à des concentrations différentes 2,5%, 5% et 10 % respectivement.



Figure n°30 : Les produits finis fabriqué à base des feuilles (a) et des racines (b) et à des concentrations différentes 2,5%, 5% et 10 %.

D'après les résultats obtenus dans le tableau n°13, on constate que la plupart de dégustateurs préfèrent celui de 5% des deux modèles (des feuilles ou des racines), ils les trouvent parfait avec un gout excellent dont ils le classe en 1^{ère} position. Le camembert de 10 % pour la 2^{ème} classe avec un bon gout et en dernière celui de 2,5 % avec un gout acceptable par rapport au camembert témoins

Nous pouvons alors dire que les produits à base de 5% et de 10% ont donnés des résultats satisfaisants mieux que le camembert témoin et présentent une bonne qualité organoleptique. Les analyses sensorielles réalisées par Ozcan *et al.*, (2017) et qui portent sur l'évaluation de l'acceptabilité de consommateur de nouveaux fromages aux herbes de fait qu'il est habitué à la forme standard de fromage en termes de propriétés texturales et d'aspect. Il s'est avéré que l'ajout de la plante apporte une amélioration gustative et une appréciation remarquable.

Discussion générale

D'après les résultats des deux dosages des polyphénols totaux et des flavonoïdes, nous constatons que les deux extraits de la plante étudiés, sont riches en polyphénols ainsi qu'en flavonoïdes mais avec des quantités différentes, les feuilles sont les plus riches.

La composition de l'ortie varie selon la nature du sol, la variété et l'origine, l'exposition de la plante et les conditions climatiques. Elle varie évidemment en fonction de l'organe de la plante et de la période de récolte. Pour cela, les valeurs fournies par la littérature sont différentes. En fonction de la partie utilisée de la plante (Belabbas, 2020). D'après le même auteur l'activité antioxydante des extraits issus des racines et feuilles de *Urtica* selon la méthode de DPPH montre que les deux extraits éthanoliques possèdent des activités antioxydants appréciables. Par ailleurs les activités antioxydants de ces différents extraits sont en grande partie liées aux phénols totaux. En outre nos résultats montrent que la teneur en polyphénols totaux sont largement supérieur dans les feuilles que dans les racines alors que l'activité antioxydante est pratiquement la même, cela peut être dû à la qualité de ces métabolites secondaires qui diffère dans les deux partie de la plante étudiés.

L'activité antioxydante d'*Urtica dioica* n'est sans doute qu'une simple partie de toutes les activités dont elle est dotée. D'ailleurs des études ont montré les propriétés antimicrobiennes des feuilles d'*Urtica dioica*. En effet L'extrait aqueux de feuilles d'ortie a provoqué une zone d'inhibition de 8 mm de diamètre ou plus, il est actif contre , *Staphylococcus aureus*, *Salmonelles* et *Escherichia coli* (Belabbas, 2020).

De ce fait il est intéressant d'incorporer la poudre de cette plante dans les produits alimentaires pour valoriser ces produits donc on leur affectant une efficacité antioxydante aussi une activité antibactérienne ainsi d'autres activités.

Le but de cette incorporation c'est d'améliorer la qualité du produit toutes en gardant ses caractéristiques physico chimiques. Le produit devient très riche nutritionnellement, riche en antioxydant. D'ailleurs durant notre travail on a remarqué l'absence des *Salmonelles* ou des *Staphylococcus*.

Les orties ont un réel effet positif sur la qualité des fromages, elles n'influencent pas la qualité organoleptique de produit, d'ailleurs elle n'a pas un effet sur les bactéries lactique.

D'ailleurs , le travail de Veisseyre (1975), montre que l'ortie stimule la flore lactique acidifiante sans avoir d'influence sur la croissance des flores gazogènes, il y'a une diminution relative de la flore indésirable qui ne peut alors exprimer ses caractères gazogènes ou toxiques.

Les résultats de l'analyse sensorielle de camembert ont montré une préférence de camembert amélioré avec l'ortie d'un point de vue texture couleur, gout et odeur.

Conclusion

Conclusion

Notre travail a été consacré à l'étude comparative entre les feuilles et les racines d'*Urtica dioica* et cela de point de vu composition en polyphénols et activité antioxydante afin de les incorporer dans un produit alimentaire qui est le fromage à pâte molle « camembert ».

Notre recherche a montré que les extraits éthanoliques d'*Urtica dioica* sont riches en polyphénols, et en flavonoïdes. Et cela en se basant sur des méthodes spectrophotométriques notamment celle qu'utilise le réactif de Folin Ciocalteu, pour le dosage de polyphénol totaux et la méthode de trichlorure d'aluminium pour le dosage de flavonoïdes. Les résultats obtenus ont été $42,26 \pm 0,446$ mg EAG/ g EX et $16,25 \pm 0,461$ mgEAG/g EX pour les polyphénols totaux des deux parties feuilles et racines respectivement et $26,72 \pm 1,46$ µg EQ/ mg d'EX et $2,71 \pm 0,605$ µg EQ/mg d'EX aussi pour les feuilles et les racines respectivement.

Donc les concentrations les plus importantes des polyphénols et des flavonoïdes sont accumulées dans la partie aérienne de la plante, qui est exposée à la lumière du soleil.

Concernant l'étude de l'activité d'antioxydant des deux extraits, on a constaté aussi bien avec l'extrait des feuilles que celui des racines d'*Urtica dioica* le pourcentage d'inhibition des radicaux libres de DPPH augmente avec l'augmentation des concentrations des deux extraits comme on a aussi remarqué que les extraits éthanoliques des deux parties de la plante possèdent des pourcentages d'inhibitions proches. D'ailleurs, avec la plus grande concentration utilisée en extrait qui de $130\mu\text{g/ml}$, les pourcentages d'inhibition de DPPH étaient de 43,6 % et de 41,7% pour les extraits de feuilles et de racines respectivement.

Alors que pour les résultats des analyses microbiologiques des camemberts élaborés, on a constaté qu'elles sont conformes aux normes et révèlent que l'échantillon en question est de qualité satisfaisante .

Les résultats des analyses sensorielles montrent que l'incorporation de l'ortie dans le camembert, pour des concentrations de 5% et 10% n'entraîne aucune différence de point de vue aromatisation entre ces deux derniers, et donnent des produits classés indifféremment avec le témoin. Seul le taux d'incorporation de concentration 2.5 % à déclassé significativement le produit par rapport au témoin en quatrième rang. Cependant, les dégustateurs préfèrent le produit qui contient une concentration de 5 % et le classe en premier rang.

De point de vue technologique globalement on peut dire que l'incorporation de la poudre des feuilles et des racines de notre plante peut améliorer la qualité nutritionnelle, organoleptique

et sanitaire du camembert. Et afin de compléter cette étude les points suivants semblent pertinents :

- Réaliser des études approfondies et complémentaires des composés polyphénoliques sur les activités antioxydantes et antibactériennes en utilisant plusieurs tests.
- Etudier les différents facteurs qui influencent sur la variation de la composition en différents constituants secondaires des plantes.
- L'élargir l'étude sur d'autres organes et sur d'autres plantes afin de déterminer les plus riches en composés antioxydants.
- Faire une étude comparative de la composition en protéines, vitamines et minéraux entre le camembert supplémenté d'*Urtica dioïca* et le témoin.
- Pousser les études d'incorporation des poudres *Urtica dioïca* sur autres produits alimentaires.

Références bibliographiques

A

Aazza, S., & Miguel, M. G. (2011). Antioxidant activity of some *Moroccan hydrosols*. Journal of Medicinal Plants Research, 5(30), 6688-6696.

Achaibou, D., & Sab, C. (2017). Analyse de profil en acides gras de deux fromages à pâte molle type camembert par chromatographie en phase gazeuse. Diplôme de magister en science alimentaire .Université Mouloud Mammeri. Tizi ousou .

Adouane, N., & Brahmi, N. E. (2019). Analyses physico-chimiques et microbiologiques d'un fromage frais enrichi par l'ortie et le persil. Diplôme de magister en science alimentaire .Université Abou Beker Belkaid. Tlemcen.

Ahaddad, R., Bendali, F. E., & Kasmi, N. (2013). Suivi du process de production d'un fromage à pâte molle type «camembert» au niveau de l'unité Ibarissen Diplôme de magister en agronomie .Université Mouloud Mammeri. Tizi ousou.

Ahmadi Nedushan, B., St-Hilaire, A., Bérubé, M., Robichaud, É., Thiémonge, N., & Bobée, B. (2006). A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for instream flow assessment. River Research and Applications, 22(5), 503-523.

Agherghour, N., & Khemis, L. (2015). Essai de fabrication d'un camembert au thym et étude de son effet sur la durée de vie du produit. Université Mouloud Mammeri.

Agli, A. (2017). Qualite microbiologique du lait cru destine a la fabrication d'un type de camembert dans une unite de l'est Algerien. Diplôme de magister en microbiologie alimentaire .Université Bachir Ibrahimi .Bourdj Bou Arreridj.

Amal Ait Haj Said, I. S. E. O., Sanae Derfoufi, Adnane Benmoussa (2016). mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioïca* L.). [41.107.186.255].

Amalraj, V. A., & Balasundaram, N. (2006). On the taxonomy of the members of 'Saccharum complex'. Genetic Resources and Crop Evolution, 53(1), 35-41.

Amiar, M., & Baiche, L. (2015). Influence du rapport gras/sec sur le rendement final d'un fromage à pâte molle type camembert fabriqué à la laiterie Draa Ben Khedda. Diplome de doctorat en science alimentaire. Université Mouloud Mammeri.

Arab, K., Bouchenak, O., & Yahiaoui, K. (2013). Évaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé. Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie, 9(3), -159-166.

Aries, N., Soufane, Y., & Rahmoune, Y. E. (2018). Optimisation de la fabrication d'un fromage à pâte pressée à partir du lait de chèvre. Diplôme de magister en Technologie Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité Université de Jijel.

B

Bachtarzi, N., Amourache, L., & Dehkal, G. (2015). Qualité du lait cru destiné à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien)[Quality of raw milk for the manufacture of a Camembert-type soft cheese in a dairy of Constantine (eastern Algeria)] ISSN 2351-8014 Vol. 17 n° 1 août 2015, pp. 34-42.

BASLÉ, W. L. J. V. M. V. e. B. (2003). BMoove. le Modèle Paléo, 63.

Baydar, N. G., Özkan, G., & Yaşar, S. (2007). Evaluation of the antiradical and antioxidant potential of grape extracts. Food control, 18(9), 1131-1136.

Beaucher, E. (2006). Extraction et dosage de la matière grasse sur des emmentals de composition et de taille différentes en globules gras: comparaison de trois méthodes de mesure. Sciences des aliments, 26, 349-354.

Belabbas. (2020). Composition chimique et propriétés biologiques des polyphénols de l'ortie (*Urtica dioica L.*). Diplôme de magister en Biotechnologie Alimentaire .Universite abdelhamid ibn badis mostaganem.

Bensadek, i., & hadef, k. (2019). Etude physico-chimique et microbiologique du lait de la chamelle «Camelus dromedarius» collecté localement à la commune Adrar. Université Ahmed Draia-ADRAR. Retrieved from:

<https://dspace.univ-adrar.edu.dz/xmlui/handle/123456789/2931>.

Bérodier, F., Lavanchy, P., Zannoni, M., Casals, J., Herrero, L., & Adamo, C. (1997). Guide d'évaluation olfacto-gustative des fromages à pâte dure et semi-dure. LWT-Food science and Technology, 30(7), 653-664.

Bidie, A. P., N'Guessan, B. B., Yapo, A. F., N'Guessan, J. D., & Djaman, A. J. (2011). Activités antioxydantes de dix plantes médicinales de la pharmacopée ivoirienne. Sciences & Nature, 8(1-2), 1-12.

Bouchouka, E. (2016). Extraction des polyphénols et étude des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes Sahariennes . Doctorat en science Phytochimie . Université Badji Mokhtar de Annaba (UBMA)

Boudemagh, A. (2007). Isolement, à partir des sols Sahariens, de bactéries actinomycétales productrices de molécules antifongiques, identification moléculaire de souches actives. Thèse de doctorat en biologie moléculaire. Université d'Oran .

Bouhroude, K., Lebdaï, H., Moussaoui, B., & BOUSSOUF, L. E. (2020). Évaluation de la composition du plat traditionnel jijelien «*Arbit*». Thèse de doctorat en phytochimie. Université de Jijel.

Bouhris sara , s. i. e. s. m. (2016 _2017). activité antioxydante des polyphénols extraits de deux plantes médicinales de Jijel (master académique en biologie), université Mohammed-Seddik benyahia –Jijel.

Bounatirou, S., Smiti, S., Miguel, M. G., Faleiro, L., Rejeb, M., Neffati, M., . . . Pedro, L. (2007). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus Hoff. et Link.* Food chemistry, 105(1), 146-155

Bourdon, J.-P. (1998). Le lait, le beurre et les fromages en Normandie. Etude lexicologique et technique: INRA.

Boizot, N., & Charpentier, J.-P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des Techniques de l'INRA, 79-82.

Boyrie, j. *Urtica dioica L.*: une plante aux usages multiples.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1), 25-30.

Buronzo, A. M. (2013). Les incroyables vertus de l'ortie: Jouvence Maxi-pratiques.

C

Cushnie, T. T., & Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. International journal of antimicrobial agents, 26(5), 343-356.

D

Debeche, E., Ghozlane, F., & Madani, T. (2018). Importance de certains résidus d'antibiotiques dans le lait de vache en Algérie. Cas de la wilaya de M'sila. Mars, 1(500), 248.

Defraigne, J.-O., & Pincemail, J. (2008). Stress oxydant et antioxydants: mythes et réalités. Revue médicale de Liège, 63, 10-19.

Dei Cas, L., Pugni, F., & Fico, G. (2015). Tradition of use on medicinal species in Valfurva (Sondrio, Italy). Journal of Ethnopharmacology, 163, 113-134.

Delahaye, J. (2015). Utilisations de l'ortie-*Urtica dioica L.* Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Pharmacie .

Delaplace, P., & Fauconnier, M.-L. (2004). Le stockage post-récolte: une étape clé du processus de production. Troupeaux et Cultures des Tropiques, 4, 27-34.

Delfosse, C. (2012). La diffusion mondiale de la consommation de fromage, de l'ingrédient de pizza au produit de terroir. *Pour*(3), 123-129.

Devos, E. (1999). L'art de transmettre et sa transmission. Travaux de recherche des étudiants de l'Institut d'ethnologie, 117.

Djouadi, A., & Lanez, T. (2021). Evaluation de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de deux variétés de *Solanum melongena L.* de la région d'El-Oued par voltampérométrie cyclique et ondes carrées. Du diplôme de Doctorat en chimie . Université Mohamed Khider – Biskra .

Draghi, F. (2005). L'ortie dioïque (*Urtica dioica L.*): étude bibliographique. UHP - Université Henri Poincaré. Retrieved from <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733415> Univ-lorraine.Theses-ex-pharma-ul database.

Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M., & Mérillon, J.-M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5), 1768-1774

Dyggve, H. P. (1937). Le manuscrit français 1708 de la Bibliothèque nationale: Les dix souhaits.—Le dit de l'ortie.—Le dit du roi d'Angleterre. Poème sur la captivité de Jean II, etc. Premier article. *Neuphilologische Mitteilungen*, 38(4), 335-393..

E

Evenamede, K. S., Kpegba, K., Simalou, O., Boyode, P., Agbonon, A., & Gbeassor, M. (2017). Etude comparative des activités antioxydantes d'extraits éthanoliques de feuilles, d'écorces et de racines de *Cassia sieberiana*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(6), 2924-2935. <

Evette, J.-L. (1998). La fromagerie. Agence de Coopération Culturelle et Technique.

F

Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832.

Fontaine, E. (2007). Radicaux libres *Traité de nutrition artificielle de l'adulte* (pp. 251-257): Springer.

Fontaine, J. (2012). Dates de tombée, pour réception du matériel à publier. *Terre de vie*, Volume 10, 48.

G

Gardès-Albert, M., Bonnefont-Rousselot, D., Abedinzadeh, Z., & Jore, D. (2003). Espèces réactives de l'oxygène. L'actualité chimique, 91.

Geay, A. (2003). Techniques de dénombrement des *Salmonelles* dans les sédiments d'*Urtica dioica* (l'Ortie) (Diplôme de Master En Technologie des industries Agro- Alimentaire), universite de tlemcen. retrieved from :

http://bibfac.univ-tlemcen.dz/snvstu/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2292 .

Ghazel, K. (2013). Etude ethno-pharmacologique et evaluation de l'activite antioxydante des extraits d'*Ocimum basilicum* L. Mémoire de Master en Biochimie. Université mohamed boudiaf de m'sila.

Gomichon, M. (2011). Ortie piquante. Martine Gomichon ∞ Naturopathe Paris 11, 7, 291 à 320.

Gourguillon, L., Destandau, É., Lobstein, A., & Lesellier, E. (2016). Comparaison de différentes méthodes d'extraction d'acides dicaféoylquiniques à partir d'une plante *halophile*. Comptes Rendus Chimie, 19(9), 1133-1141.

Grosdidier, A. L. E. M. e. R. (2015). stress oxydatif et antioxydante [Le laboratoire Nutergia]. penser sante Comprendre sa santé.

H

Hazmani, i. (2019). Synthèse bibliographique sur les risques bactériologiques contaminant le lait cru dans les élevages bovins laitiers. (master en production et nutrition animale), Université Mohamed Khider de Biskra. Retrieved from http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/15886/1/ibtissem_hazmani.pdf.

Heldreich, T. (1880). L'Attique au point de vue des caractères de sa végétation: Imprimerie Nationale.

Herrmann, K. (1988). On the occurrence of flavonol and flavone glycosides in vegetables. Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 186(1), 1-5.

Hichri, I. (2019). Optimisation de l'extraction des polyphénols sans pesticides ainsi que leurs caractérisations dans les extraits d'oignon jaune et rouge . Maîtrise en sciences et technologie des aliments . Québec, Canada.

Hurtaud, C., Rulquin, H., Delaite, M., & Vérité, R. (1995). Appréciation de l'aptitude fromagère des laits de vaches individuels. Tests d'aptitude fromagère et rendement fromager de fabrication. Paper presented at the Annales de zootechnie.

J

Jacques E. Poisson , E. A., Philippe Courrière, Francis BONNET et François CHAST. (1995). Alcaloïdes. universalis.fr, 09.

K

Kalt, A. (2010). L'ortie, un dopant naturel vieux comme le monde. Environnement Lançonnais.

Kasse, M., Cisse, M., Toure, A., Ducamp-Collin, M.-N., & Guisse, A. (2014). Qualité microbiologique des tranches de mangues (*Mangifera indica L.*) vendues à Dakar (Sénégal). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 8(4), 1611-1619.

Khennoufa, s., & maamir, i. (2018). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de viande bovine commercialisée dans la région d'El-Oued. Mémoire de Master en microbiologie .

Khennouf, S., Amira, S., Arrar, L., & Baghiani, A. (2010). Effect of some phenolic compounds and quercus tannins on lipid peroxidation. World Applied Sciences Journal, 8(9), 1144-1149.

Khoudali, S., Essaqui, A., Zertoubi, M., Azzi, M., & Benaïssa, M. (2014). Study of antioxidant activity and anticorrosion action of the methanol extract of dwarf palm leaves (*chamaerops humilis L.*) from morocco[Étude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*chamaerops humilis L.*) du maroc].

Khoudja, Z., & Yousfi, N. (2020). Etude de différentes voies de valorisation du lactosérum dans l'industrie agroalimentaire. Université mohamed bouafia-m'sila.

Kukrić, Z. Z., Topalić-Trivunović, L. N., Kukavica, B. M., Matoš, S. B., Pavičić, S. S., Boroja, M. M., & Savić, A. V. (2012). Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica L.*). Acta periodica technologica(43), 257-272.

Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. The scientific world journal, 2013.

L

Labiba, B. D. (2016). Contribution à l'étude de l'effet antibactérien et antioxydant de l'extrait aqueux d'*Urtica dioica* (l'Ortie) (Diplôme de MASTER En Technologie des industries Agro- Alimentaire), UNIVERSITE de TLEMCEM. Retrieved from: http://bibfac.univ-tlemcen.dz/snvstu/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2292.

Loisel, P., Harmand, J., Zemb, O., Latrille, E., Lobry, C., Delgenès, J. P., & Godon, J. J. (2006). Denaturing gradient electrophoresis (DGE) and single-strand conformation polymorphism (SSCP) molecular fingerprintings revisited by simulation and used as a tool to measure microbial diversity. *Environmental microbiology*, 8(4), 720-731.

Louaileche, H. E., & Belhamel, C. (2016). Propriétés antioxydantes d'extraits d'une plante médicinale: *Urtica dioica L.*

L'art de la fabrication du fromage en 5 étapes (2003). Guide du fromage consulté le 21/05/2021 Retrieved from <https://www.fromagesdici.com/fr/tout-sur-les-fromages/23/lart-de-la-fabrication-du-fromage-en-5-etapes>.

M

Maamar, H., Boukhalfa, F. E., & Zaidi, M. (2019). Extraction et caractérisation des paramètres influençant la coagulation du lait par ficine: Elaboration d'un fromage camembert.

Maouel, S., & Mahfouf, F. (2016). Les métabolites primaires et secondaires à activité biologique d'*Urtica dioica* (la grande ortie) et contrôle de qualité de quelques produits alimentaires commercialisés. Université Mouloud Mammeri.

Marc henry, D. J. L. D., Dr JANECEK, Dr LUC Benoît, Dr CHAN Yolaine, Dr HRYCENKO Marie-Ange et Stéphane DUMORTIER (2015). les radicaux libres et stress oxydatif-oxydant. IDROGEN©, 22.

Marzouk, i. (2021). Activite antioxydante, metabolisme des composants polyphenoliques et méthodes d'étude de l'activite antioxydante . Thèses de pharmacie . université de Rabat.

McCune, L. M., & Johns, T. (2002). Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the indigenous peoples of the North American boreal forest. *Journal of Ethnopharmacology*, 82(2-3), 197-205.

Mercan, D. (2010). Le stress oxydatif. ARL, Lausanne, Unilabs.

Mekhoukhe, A. (2008). Etude de certaines activités biologiques des composés phénoliques extraits de cinq plantes médicinales de la région de Bejaia.

Meziane, A., Agagna, S., & Medjoudj, H. (2020). Recherche, Dénombrement et identification de la flore fongique dans le fromage traditionnel Bouhezza au lait de chevre. Master en microbiologie. Université de Oum-El-Bouaghi .

Migdal, C., & Serres, M. (2011). Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant. *médecine/sciences*, 27(4), 405-412.

Mokhnache, H., Adrar-Medouni, S. E., & Yahiaoui, R. (2018). Suivi des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du yaourt brassé au cours de son procédé de fabrication et durant sa durée de vie au niveau de la laiterie hammadit. Thèses en agroalimentaire. Université de media.

Mokrani, L., & Ksouri, A. (2015). Optimisation du procédé de fabrication d'un fromage à pâte molle type «Camembert». Thèses en biotechnologie alimentaire . université de constantine.

Moon, J.-K., & Shibamoto, T. (2009). Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5), 1655-1666.

Moussaid, M., Elamrani, A. E., Bourhim, N., & Benaissa, M. (2011). In vivo anti-inflammatory and in vitro antioxidant activities of Moroccan medicinal plants. *Natural product communications*, 6(10), 1934578X1100601007.

Muanda, F. N. (2010). Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de doctorat en Chimie organique. Ecole doctorale SESAMES Université Paul Verlaine-Metz, 294.

Myah, O., & Touati, F. (2020). Etude phytochimique et biologique de l'espèce *urtica*. Thèses en chimie . Université Mohamed Boudiaf- M'SILA.

N

Nacz, M., & Shahidi, F. (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of chromatography A*, 1054(1-2), 95-111.

Nair, M. P., Mahajan, S., Reynolds, J. L., Aalinkeel, R., Nair, H., Schwartz, S. A., & Kandaswami, C. (2006). The flavonoid quercetin inhibits proinflammatory cytokine (tumor necrosis factor alpha) gene expression in normal peripheral blood mononuclear cells via modulation of the NF- κ B system. *Clinical and vaccine immunology*, 13(3), 319-328.

Niboue, c., & lemoussekh, s. (2018). Effet biologique et étude chimique d'une plante médicinale du Sahara central *Salvadora persica*. Thèses en biologie. université de Tiart .

nou, N. a. Shampoing naturel d'ortie In lescalefraicheurbe (Ed.), cosmétique artisanale (Vol. 360 de 120 cm).

P

Pokorny, J., Yanishlieva, N., & Gordon, M. H. (2001). Antioxidants in food: practical applications: CRC press.

Pougheon, S. (2001). Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières. Diplôme de master en microbiologie . université de setif

Priya, C., Kumar, G., Karthik, L., & Rao, K. (2012). Phytochemical composition and in vitro antioxidant activity of *Achyranthes aspera* Linn (Amaranthaceae) leaf extracts. *Journal of Agricultural Technology*, 8(1), 143-156.

R

Ribéreau-Gayon, P. (1999). Les Composés phénoliques des végétaux: par Pascal Ribéreau-Gayon: Dunod.

S

El Otmani, Said, A. A. H., I. S., Derfoufi, S., & Benmoussa, A. (2016). mise en valeur du potentiel nutritionnel et thérapeutique de l'ortie dioïque (*Urtica dioïca* L.). *Hegel*(3), 280-292.

Sánchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), 121-137.

Sean Penn, V. H. e. J. R. (2007, mars 23rd, 2014). L'ortie, la mal-aimée !! L'Esprit Nature. Editions de Terran – Dailymotion. Retrieved from <https://www.lespritsnature.com/sujet/les-orties/>

Sharma, D. (2006). Bioprospecting for drug research and functional foods for the prevention of diseases—Role of flavonoids in drug development.

Sharpe, A., Biggs, D., & Oliver, R. (2003). Machine for automatic bacteriological pour plate preparation. *Applied microbiology*, 24(1), 70-76.

Sika, A. E., Kadji, B. R. L., Dje, K. M., Kone, F. T. M., Dabonne, S., & Koffi-Nevry, A. R. (2019). Qualité nutritionnelle, microbiologique et organoleptique de farines composées à base de maïs (*Zea mays*) et de safou (*Dacryodes edulis*) produites en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(1), 325-337.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1993). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

T

Tarlé, A., Numile, L.-G., & Chevalier, A. (1922). Enquête sur l'utilisation des Orties. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 2(12), 420-427.

Tesone, S., & Quevedo, F. (1996). Contrôle microbiologique du fromage. I. fromage a pate molle: " le Cuartirolo". *Le Lait*, 58(571-572), 43-56.

Tissier, M. B. e. (2002). Présentation de l'Ortie. *ortie WordPress*. Retrieved from <https://ortie.home.blog/>.

u

Ursula, M. i. t. (2010). Etude des parametres assurant la qualite organoleptique des fromages: A pate molle «ny angavo»; a pate pressee «ny antsira» et «byba», produits par tiko. (Master en etude approfondies de biochimie), Antananarivo. Retrieved from http://biblio.univ-antananarivo.mg/pdfs/mananitolotraursula_sn_m2_07.pdf.

v

Veisseyre, R. (1975). Technologie du lait: constitution, recolte, traitement et transformation du lait 3.

Victor.k. (2014). Arkogelules racine d'ortie 45 gélules. phytothérapie. Retrieved from <https://www.pharma-medicaments.com/soins-au-naturel/phytotherapie/arkogelules-plante-unitaire/37219-arkogelules-racine-d-ortie-45-gelules.html>.

y

Yahiaoui, H., Bouslimane, Z., & Louaileche, H. E. (2013). Etude de l'activité antioxydante de fromages fondus. Mémoire de Master en Agro-Ressources . université de bejaia

Towers, Yi, O., Jovel, E. M., G. N., Wahbe, T. R., & Cho, D. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of *native Rosa sp.* from British Columbia, Canada. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58(3), 178-189.

Yonne (Writer) & A. p. e. maintenant (Director). (2020). Films & vidéos à propos de produire bio dans le Monde: Cuba: le secret de l'île bio.

Z

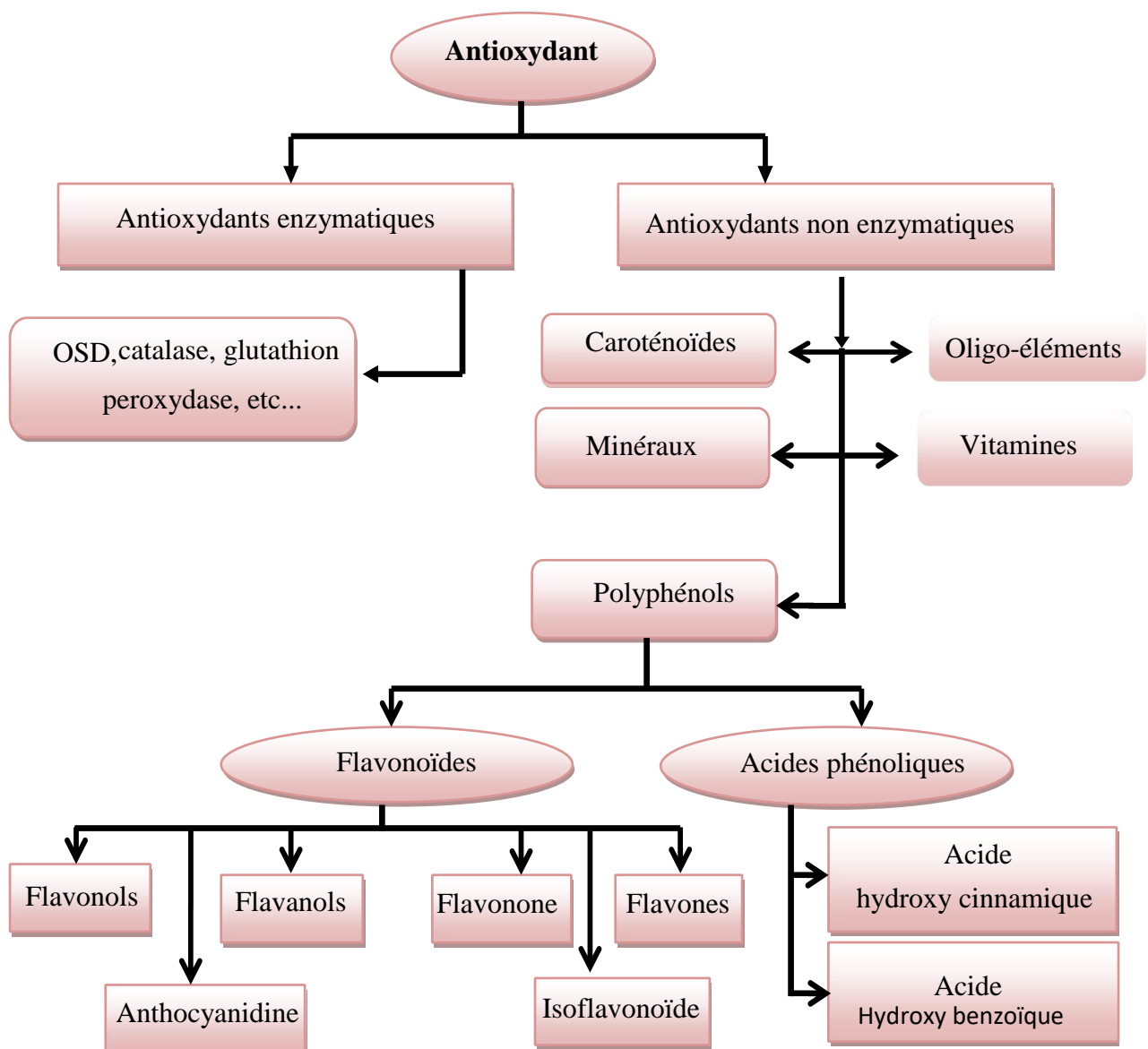
Zeggwagh, A. A., Lahlou, Y., & Bousliman, Y. (2013). Enquête sur les aspects toxicologiques de la phytothérapie utilisée par un herboriste à Fès, Maroc. The Pan African Medical Journal, 14.

Zemmouri, H. (2015). Etude des activites biologiques et effets comparatifs de *Borago officinalis* et *dioica* sur l'inflammation bronchique dans un modele d'asthme expremental chez les rats de la souche wister (doctorat), Université Badjî Mokhtar .Annaba.

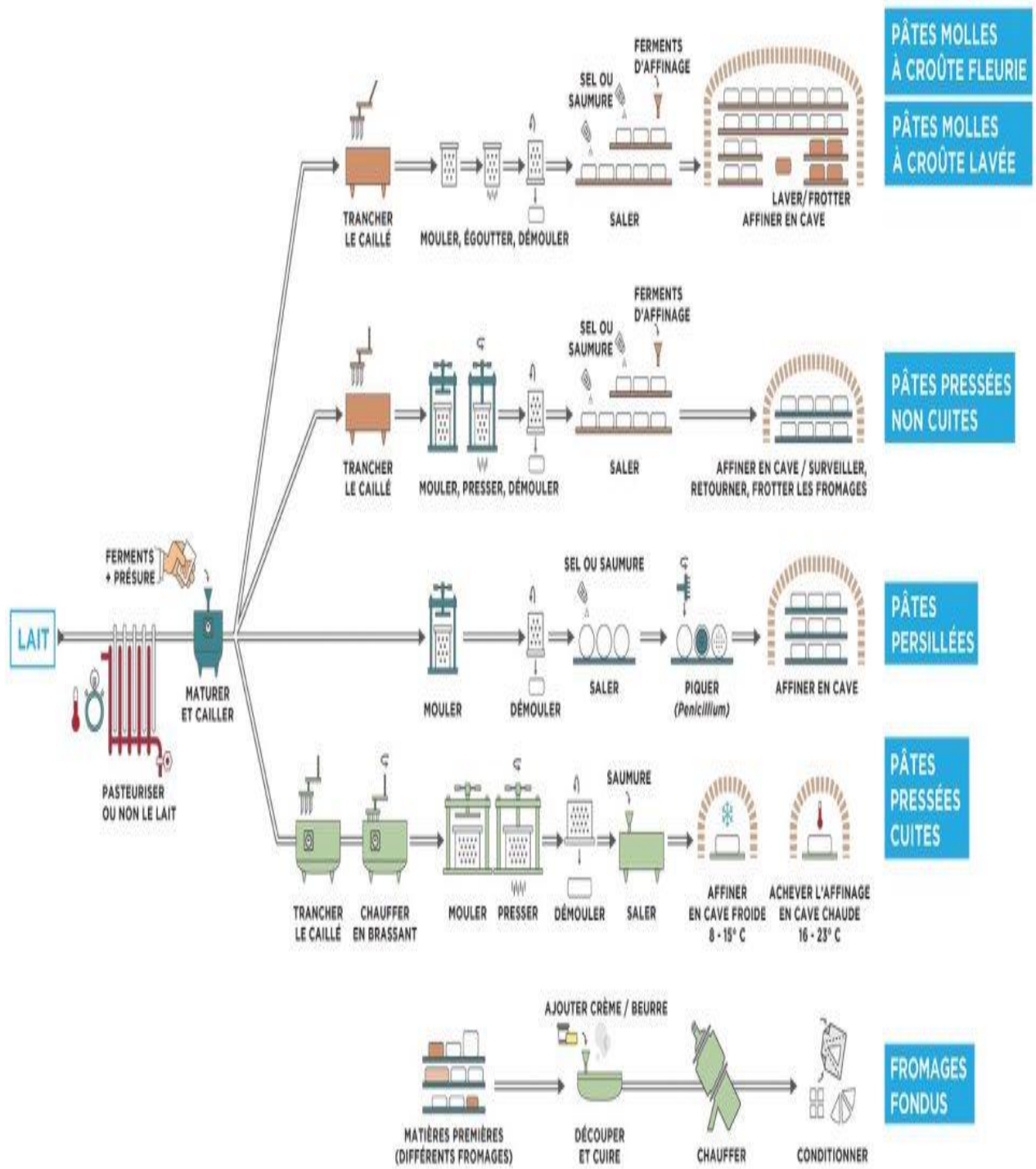
Annexe 01 : Les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote.

Espèces réactives de l'oxygène (ROS)	Espèces réactives de l'azote(NOS)
$^{\circ}\text{O}_2^-$: Anion superoxyde	$^{\circ}\text{NO}$: Oxyde nitrique
OH° : Radical hydroxyle	$^{\circ}\text{NO}_2$: Dioxyde d'azote
ROO° : Peroxyde	HNO_2 : Acide nitreux
RO° : Alcoxyle	ONOO^- : Peroxynitrite
H_2O_2 : Peroxyde d'hydrogène	ONOOH : Acide peroxynitrique
HOCl : Acide hypochloreux	ROONO : Alkyle peroxynitrite
$^1\text{O}_2$: Oxygène singulet	

Annexe 02 : Classification des antioxydants.



Annexe 03 : Production générale du défèrent type de fromage.



Annexe 04 : matériel de laboratoire utilisée et de production.

Matériels de laboratoire		Matériels de production
Physicochimique	Microbiologique	-Cuve
-Agitateur magnétique.	- Etuve	-Tranche-caillou
-Balance professionnelle.	- boîte pétri.	-Brasseur
-Papier filtre.	- Lance de platine.	- Les moules.
-Spectrophotomètre.	- Pec benzine.	-Les stores.
-Entonnoirs.	- Seringue.	-Les claies de base.
-Eprouvettes 10,50,100 ml.	-Papier film.	-Thermomètre.
-Béchers de 20, 100, 250, 500, 1000 ml.	-Spatule.	
-Micropipettes de 50,100 et 1000 µL.	- Pissette de l'eau distillée	
-Pipettes en verre de 1, 2, 5,10 ml.		
-Tubes à essai.		
-Passoire		
- Bécher		
- évaporateur rotatif		
- Eprouvettes graduées		
- Fioles jaugées		
_Butyromètre		
-Centrifugation		
-Lactodensimètre		

Annexe 05 : Préparation des solutions**1. Dosage des composés phénoliques****1.1. Polyphénols totaux**

Solutions	Préparation des solutions
Folin Ciocalteu	1ml de Folin ajusté a 9 ml de l'eau distillé
Solution de Carbonates de Sodium	75 mg de Na ₂ CO ₃ sont dissoutes dans 1 ml d'eau distillée
Blanc	5ml d'eau distillé, 500 µl Folin Ciocalteu, 2ml solution carbonate de sodium

1.2. Flavonoïdes

Solutions	Préparation des solutions
Solution d'AlCl ₃ (2%)	2 g d'AlCl ₃ sont dissoutes dans 100 ml d'eau distillée.
blanc	1 ml d'eau distillé, 1 ml solution d'AlCl ₃

2. Activité antioxydante

solution	Préparation des solutions
Blanc	1000 l de l'éthanol
Solution de control	50 l de l'éthanol, 950 de DPPH
DPPH	1,2 mg de DPPH sont dissous dans 50ml de l'éthanol.

Annexe 6 : Préparation des milieux de culture.

Le milieu	Préparation
PCA	Mettre en suspension 20.5 g dans 1 litre d'eau distillé. Chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à ébullition jusqu'à complète dissolution. Répartir en flacons. Autoclave à 121°C pendant 15 minutes.
Chapman	Mettre 111 grammes de milieu déshydraté dans un litre d'eau distillée. Mélanger jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Chauffer lentement en agitant fréquemment, puis porter à ébullition jusqu'à dissolution complète. Répartir en flacons. Autoclave à 121° C pendant 15 minutes.
Desoxycholate-citrate	Dissoudre 55 grammes dans 1 litre d'eau distillé. Chauffer sous agitation fréquente jusqu'à 90°C. Arrêter le chauffage dès que la suspension est complètement liquéfiée. Répartir immédiatement en boîtes. NE PAS SURCHAUFFER - NE PAS AUTOCLAVER.
GELOSE SALMONELLA SHIGELLA (S.S.)	Mettre en suspension 63 grammes dans 1 litre d'eau pure. Porter le milieu à ébullition sous agitation constante pendant 1minute. NE PAS SURCHAUFFER - NE PAS AUTOCLAVER. Refroidir le milieu à 45°C et couler en boîtes de Pétri.
EAU PEPTONNEE TAMPONNEE	Autoclave 15 minutes à 121°C Verser 20 g de poudre dans un litre d'eau distillée. Bien mélanger et répartir en tubes ou flacons. Stériliser 15 minutes à 121°C à l'autoclave.
BOUILLON DE RAPPAPORT	Mettre en suspension 26,6 grammes dans 1 litre d'eau distillée. Agiter jusqu'à dissolution complète et répartir en flacons. Autoclave à 115°C pendant 15 minutes.

Annexe 07 : Fiche des analyses sensorielles.

LAITERIE FROMAGERIE DE LAMROUS
MASTER 2 BIOTECHNOLOGIE MICROBIENNE

NOM :

PRENOM :

DATE :

Examinez et goûtez chacun des six échantillons, puis remplir le tableau suivant.

N.B : Rincer la bouche ou boire de l'eau avant de passer d'un produit à l'autre s'il vous plaît.

Echantillons	A			B			Témoins
	2.5%	5%	10%	2.5%	5%	10%	
Caractères							
Aspect							
Texteur							
Gout							
Odeur							
Les dégustateurs qui aiment le produit							

Les sources : A : camembert à base des feuilles d'*urtica dioïque*.

B : camembert à base des racines d'*urtica dioïque*.

MERCI DE VOTRE PARTICIPATION

Annexes

Résumé

Urtica dioica est une plante médicinale reconnue par ses nombreux effets thérapeutiques qui ont été mise en évidence. Dans ce présent travail nous avons étudié l'activité antioxydant d'extrait préparé à partir des feuilles et des racines en utilisant la méthode de macération. Les analyses quantitatives des extraits éthanoliques des feuilles et des racines d'*Urtica dioica*. par des méthodes spectrophotométriques ont révélés une richesse en composés phénoliques. La méthode de Folin-Ciocalteu, pour le dosage des polyphénols totaux a mis en évidence des teneurs de $42.26 \pm 0,446$ mg EAG/g EX et de 26.72 ± 1.46 mg EAG/g EX pour les feuilles, tan disque les flavonoïdes dosés avec le réactif du trichlorure d'aluminium ont donné des valeurs de $16.25 \pm 0,461$ mg EQ/mg EX pour les feuilles et de 2.71 ± 0.605 mg EQ/mg EX pour les racines. L'étude des propriétés antioxydante par le test anti-radicalaire au DPPH a montré que les feuilles et les racines possèdent des pourcentages d'inhibition proches 43.6 % pour la partie aérienne et 41.7 % pour la partie souterraine. La valorisation des vertus thérapeutiques des deux parties d'*Urtica dioica* dans l'industrie agro-alimentaire a été mise en évidence par son incorporation dans le camembert à des différentes concentrations (2.5%, 5% et 10%). Les nouveaux produits soumis à des analyses microbiologiques et sensorielles ont montré des produits de qualité satisfaisante.

Mots clés : *Urtica dioica*, activité antioxydant, polyphénols, flavonoïdes, DPPH, camembert.

Abstract:

Urtica dioica is a medicinal plant recognized for its many therapeutic effects which have been demonstrated. In this present work we studied the antioxidant activity of extract prepared from leaves and roots using the maceration method. The quantitative analyzes of the ethanolic extracts of the leaves and roots of *Urtica dioica*. by spectrophotometric methods have revealed a richness in phenolic compounds. The Folin-Ciocalteu method, for the determination of total polyphenols revealed contents of 42.26 ± 0.446 mg EAG / g EX and 26.72 ± 1.46 mg EAG / g EX for the leaves, tan disc the flavonoids assayed with the reagent aluminum trichloride gave values of 16.25 ± 0.461 mg EQ / mg EX for the leaves and 2.71 ± 0.605 mg EQ / mg EX for the roots. The study of the antioxidant properties by the anti-radical test with DPPH showed that the leaves and roots have inhibition percentages close to 43.6% for the aerial part and 41.7% for the underground part. The enhancement of the therapeutic virtues of the two parts of *Urtica dioica* in the food industry has been demonstrated by its incorporation into Camembert at different concentrations (2.5%, 5% and 10%). The new products subjected to microbiological and sensory analyzes showed products of satisfactory quality.

Keywords: *Urtica dioica*, antioxidant activity, polyphenols, flavonoids, DPPH, camembert.

المخلص :

Urtica dioica هو نبات طبي معروف بأثاره العلاجية العديدة التي تم إثباتها. في هذا العمل الحالي درسنا النشاط المضاد للأكسدة للمستخلص المحضر من الأوراق والجذور باستخدام طريقة النقع. أظهرت التحليلات الكمية للمستخلصات الإيثانولية لأوراق وجذور *Urtica dioica* باستخدام طرق القياس الطيفي ثراءً في المركبات الفينولية. كشفت طريقة Folin-Ciocalteu، لتقدير إجمالي البوليفينول، عن محتويات 42.26 ± 0.446 مجم EAG / مجم EX و 26.72 ± 1.46 مجم EAG / مجم EX للأوراق، وأعطت أقراص الفلافونويد المقايسة باستخدام كاشف ثلاثي كلوريد الألومنيوم القيم. من 16.25 ± 0.461 مجم EQ / mg EX للأوراق و 2.71 ± 0.605 مجم EQ / mg EX للجذور. أظهرت دراسة الخصائص المضادة للأكسدة عن طريق اختبار مضاد الجذور باستخدام DPPH أن الأوراق والجذور لها نسب تثبيط تقترب من 43.6% للجزء الهوائي و 41.7% للجزء تحت الأرضي. تم إثبات تعزيز المزايا العلاجية لجزئي *Urtica dioica* في صناعة الأغذية من خلال دمجها في جبن الكمبيري بتركيزات مختلفة (2.5%، 5% و 10%). أظهرت المنتجات الجديدة التي خضعت للتحليلات الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية والحسية منتجات ذات جودة مرضية.

الكلمات المفتاحية: *Urtica dioica* النشاط المضاد للأكسدة، البوليفينول، مركبات فنولية، DPPH، جبن الكمبيري.