

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun-Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par :

BELKACEM Halima

BENTEMRA Sihem

MOKHTARI Imene

Thème

Activité antimicrobienne des sirops de dattes

Soutenue publiquement le 22/06/2023

Jury :

Grade

Président : Mme Moulay Meriem

MCA Université Ibn Khaldoun-Tiaret-

Encadrant : Mme Mihoub Fatma

Professeur Université Ibn Khaldoun-Tiaret-

Examineur : Mme Mezouar Djamila

MCA Université Ibn Khaldoun-Tiaret-

Année universitaire 2022-2023

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté pour que nous puissions accomplir à terme ce modeste travail.

Les plus sincères remerciements s'adressent à notre encadrant ***Mme MIHOUB FATMA*** pour avoir proposé et dirigé ce travail, pour sa disponibilité, ses fructueux conseils et ses judicieuses orientations tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions infiniment les membres de jury : la présidente ***Mme Moulay Meriem*** de nous faire l'honneur de présider ce mémoire et ***Mme Mezouar Djamila*** d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail, nous tenons à leur exprimer notre grand respect.

Nous tenons à remercier vivement ***Mme GOURCHALA Freha*** pour ses orientations et ses conseils précieux qu'elle a prodigués tout au long de ce travail et pour nous avoir fait profiter de sa grande expérience.

Nous exprimons nos vives reconnaissances à l'ensemble des membres des laboratoires ; techniciens de laboratoire de technologie alimentaire et de la Microbiologie de la faculté SNV pour leurs conseils, leurs aides et surtout leur patience.

Nous remercions vivement Les personnels de la bibliothèque de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

Nos parents, veuillez trouver ici notre gratitude, pour votre soutien inconditionnel et vos encouragements durant nos études.

Enfin un grand Merci à tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

DÉDICACE

Je dédie ce travail à :

Ma chère mère **MEFROUM Fatima** et mon cher papa **BENTEMRA Djilali** qui ont été les premiers à me soutenir et m'encourager et pour leurs sacrifices durant tout mon parcours ;

Mes frères et sœurs ;

Ma collègue et ma sœur au même temps **MOKHTARI Imene** ;

Mes neveux **INESS, BENAMEUR** et **NOUR** ;

Mes proches sans exception ;

Et à tous ceux qui m'aiment vraiment.

SIHEM

DÉDICACE

Je dédie ce travail à :

Ma chère mère **FORTAS Aouda** pour son soutien, ses encouragements et ses sacrifices ; et à l'âme de mon cher père **MOKHTARI Bachir**, que Dieu le tout puissant l'accueille dans son vaste paradis ;

Mes frères et sœurs ;

A ma chère amie et sœur **BENTEMRA Sihem** ;

Pour tous les membres de la famille **MOKHTARI** ;

Mes proches sans exception.

IMENE

DÉDICACE

Je dédie cet humble travail à :

Mes chers parents *Mustapha* et *SENOUCI Mariem*, vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement. Vous n'avez pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Merci pour l'éducation et le soutien permanent venu de vous que le bon **Dieu** vous accueillera dans son vaste paradis.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner.

Mes chers frères et sœurs: Amin, Mohamed, Rihab et Lila qui étaient le support dans la vie, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

Une spéciale dédicace ma copine Ahlem pour les bons moments, les souvenirs et tout ce qu'on a vécu ensemble.

HALIMA

Sommaire

<i>Liste des abréviations</i>	i
<i>Liste des tableaux</i>	iii
<i>Liste des figures</i>	iv
<i>Liste des annexes</i>	v
Introduction	1
Chapitre I : Matériel et Méthodes	3
I.1. Objectifs de l'étude	3
I.1.1. Objectif général	3
I.1.2. Objectifs spécifiques	3
I.2. Lieu et période de l'étude	3
I.3. Matériel	3
I.3.1. Matériel végétal	3
I.3.1.1. Dattes	3
I.3.2. Matériel biologique	4
I.3.3. Matériel de laboratoires et produits utilisés	4
I.4. Méthodes	7
I.4.1. Protocole expérimental	7
I.4.2. Préparation des sirops de dattes	8
I.4.3. Préparation des extraits	10
I.4.3.1. Extraits aqueux	10
I.4.3.2. Extraits méthanoliques	10
I.4.4. Rendement d'extraction	10
I.4.5. Analyses morphométriques des dattes	11
I.4.6. Analyses physicochimiques des dattes et/ou de leurs sirops	11
I.4.6.1. TSS	11

I.4.6.2.pH.....	11
I.4.6.3. Acidité titrable (AOAC, 2002)	12
I.4.6.4. Teneur en eau	13
I.4.6.5. Teneur en cendres (Linden, 1981).....	13
I.4.7. Analyses phytochimiques des extraits des sirops.....	14
I.4.7.1. Teneur en polyphénols totaux (Singleton et Rossi, 1965)	14
I.4.7.2. Activité antioxydante.....	15
I.4.7.2.1. Pouvoir réducteur (FRAP) (Ferreira et <i>al.</i> , 2007)	15
I.4.7.2.2. Activité anti-radicalaire à l'égard du DPPH	16
I.4.8. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de sirops de dattes	17
I.4.8.1. Préparation des souches.....	17
I.4.8.2. Tests de ré-identification des souches	17
I.4.8.2.1.Caractères morphologiques.....	17
I.4.8.2.2. Tests d'identification biochimiques	17
I.4.8.3. Test <i>in vitro</i> de l'activité antibactérienne.....	19
I.4.9. Analyses statistiques	22
Chapitre II : Résultats et Discussion.....	23
II.1. Paramètres morphométriques des dattes de l'étude.....	23
II.1.1. Critères dimensionnels	23
II.1.1.1. Longueur des dattes.....	23
II.1.1.1.2. Diamètre des dattes	23
II.1.1.2. Critères pondéraux	24
II.1.1.2.1. Poids de la datte entière	24
II.1.1.2.2. Poids de la pulpe	24
II.1.1.2.3. Poids du noyau	24
II.1.1.2.4. Rendement en pulpe.....	24
II.1.1.3. Bilan sur les critères pondéraux et dimensionnels	25

II.2. Paramètres physicochimiques des dattes de l'étude	25
II.2.1. pH	25
II.2.2. Acidité titrable	25
II.2.3. Humidité	26
II.2.4. Teneur en cendres.....	26
II.3. Résultats des analyses physicochimiques des sirops de dattes	26
II.3.1. pH et acidité titrable	27
II.3.2. Humidité	27
II.3.3. Teneur en cendres.....	28
II.4. Rendement d'extraction des différents extraits	28
II.5. Résultats des analyses phytochimiques.....	29
II.5.1. Teneur en polyphénols totaux.....	29
II.5.2. Activité antioxydante	30
II.6. Résultats des analyses microbiologiques	31
II.6.1. Caractéristiques des souches bactériennes étudiées	31
II.6.2. Résultats de l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de sirops de dattes	33
II.6.2.1. Résultats préliminaires de l'activité antibactérienne	33
II.6.2.2. Effet inhibiteur des différents extraits.....	35
II.6.2.3. Effets seuls et en interactions des différents extraits des sirops de l'étude	38
II.6.2.4. Comparaison de l'effet des extraits bruts des sirops et les antibiotiques classiques.....	41
II.6.2.5. Discussion de l'activité antibactérienne des différents extraits.....	41
Conclusion et perspectives	44
Références bibliographiques	46
Annexes	50

Liste des abréviations

ANOVA : Analyse de la variance

AOAC : Association of Official Analytical Chemists

ATCC : American Type Culture Collection

E. coli : *Escherichia coli*

EA : Extrait Aqueux

EAA : Equivalent Acide Ascorbique

EAG : Equivalent Acide Gallique

HSN : H'mira sans noyau

HAN : H'mira avec noyau

TSN : Tamesrit sans noyau

TAN : Tamesrit avec noyau

ATB : Antibiotique

ATBE : antibiotique sur *E. coli*

ATBS : Antibiotique sur *S. aureus*

EBAE : Extrait brut aqueux sur *E. coli*

EBME : Extrait brut méthanolique sur *E. coli*

EBAS : Extrait brut aqueux sur *S. aureus*

EBMS : Extrait brut méthanolique sur *S. aureus*

EB : Extrait Brut

EM : Extrait Méthanolique

ET : Ecart type

FAO : Food And Agriculture Organization

FRAP : Ferrique Reducing-Antioxydant Power

MF : Matière Fraiche

MS : Matière Sèche

ONPG : OrthoNitroPhényl-Galactoside

pH : Potentiel d'Hydrogène

rpm : rotation par minute

S. aureus : *Staphylococcus aureus*

TSI : Triple Sugar Iron

TSS : Taux Solubles Secs

CT : Colistine

CAZ : Ceftazidime

C : Chloramphénicol

CN : Gentamicine

P : Pénicilline

S : Streptomycine

Liste des tableaux

Tableau I. Appareillage, verrerie et produits chimiques utilisés pour les analyses morphométriques et physicochimiques	5
Tableau II. Appareillage, verrerie et produits chimiques utilisés pour les analyses microbiologiques.....	6
Tableau III. Les différents antibiotiques utilisés.....	20
Tableau IV. Les différentes concentrations des extraits utilisées (mg/ml).....	21
Tableau V. Caractéristiques morphométriques des deux variétés de datte étudiées.....	23
Tableau VI. Caractéristiques physicochimiques des deux variétés de datte étudiées.....	25
Tableau VII. Paramètres physicochimiques des sirops de l'étude.....	26
Tableau VIII. Etude quantitative des extraits des sirops de dattes.....	29
Tableau IX. Principales caractéristiques de la souche <i>E. coli</i> testée	31
Tableau X. Principales caractéristiques de la souche <i>S. aureus</i> testée	32
Tableau XI. Diamètres moyens des zones d'inhibition (cm) de la croissance d' <i>E. coli</i> et <i>S. aureus</i> par les antibiotiques	34
Tableau XII. Diamètres moyens des zones d'inhibition de la croissance d' <i>E. coli</i> et <i>S. aureus</i> des extraits bruts et des différentes concentrations des extraits de <i>H'mira</i> et avec et sans noyaux ; aqueux et méthanoliques	36
Tableau XIII. Diamètres moyens des zones d'inhibition de la croissance d' <i>E. coli</i> et <i>S. aureus</i> des extraits bruts et des différentes concentrations des extraits de <i>Tamesrit</i> avec et sans noyaux ; aqueux et méthanoliques	37
Tableau XIV. Effets des différents extraits seuls et en interactions vis-à-vis les deux souches bactériennes	39
Tableau XV. Groupes homogènes donnés par l'ANOVA des différents extraits selon chaque concentration	40

Liste des figures

Figure 1. Schéma du protocole expérimental	7
Figure 2. Diagramme de fabrication des sirops de dattes	9
Figure 3. Rendement d'extraction des différents extraits de sirops de l'étude	28
Figure 4. Coloration de Gram d' <i>E. coli</i> (G×100).....	32
Figure 5. Coloration de Gram de <i>S. aureus</i> (G×100).....	33
Figure 6. Témoins négatifs (A1 : eau, A2 : méthanol) sur <i>E. coli</i> (a) et (B1 : eau, B2 : méthanol) sur <i>S. aureus</i>	33
Figure 7. Témoins positifs sur <i>E. coli</i> et <i>S. aureus</i>	34
Figure 8. Zones d'inhibition des différents extraits vis-à-vis des deux souches bactériennes	35
Figure 9. Comparaison des diamètres d'inhibition entre les extraits bruts aqueux et méthanoliques et les ATB classiques vis-à-vis <i>S. aureus</i>	41
Figure 10. Comparaison des diamètres d'inhibition entre les extraits bruts aqueux et méthanoliques et les ATB classiques vis-à-vis <i>E. coli</i>	41

Liste des annexes

Annexe I. Composition des différents milieux de cultures utilisés (Guiraud, 1998).....	50
Annexe II. tableau des critères d'évaluation quantitative des dattes (d'après Meligi et Sourial, 1982 ; Mohammed et <i>al.</i> , 1993).....	51
Annexe III. Diagramme détaillé de la fabrication de sirop de datte.....	52
Annexe IV. Photos prises lors de l'expérimentation.....	53
Annexes V. Différents appareillages utilisés lors de l'expérimentation.....	54
Annexe VI. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	60
Annexe VII. Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.....	61
Annexe VIII. Photos des analyses phytochimiques.....	62
Annexe IX. Photos des analyses microbiologiques.....	63
Annexe X. Coloration de Gram (Delarras, 2007).....	65
Annexe XI. Zones d'inhibition des différents extraits vis-à-vis des deux souches bactériennes	65
Annexe XII. Paramètre de l'activité antibactérienne vis-à-vis <i>E. coli</i>	67
Annexe XIII. Paramètre de l'activité antibactérienne vis-à-vis <i>S. aureus</i>	69

Introduction

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L., appartient à la famille des *Arecaceae*, présent et diversifié ; près de 1000 cultivars, dans les régions du sud Algérien (**Hannachi et al., 1998**). En Algérie, sa production a atteint 1,2 millions de tonnes en 2021, ce qui lui a permis d'occuper la quatrième place après l'Égypte, Arabie Saoudite et l'Iran (**FAOSTAT, 2023**). De plus, son importance réside aussi en sa grande valeur nutritionnelle et fonctionnelle avec l'apport d'éléments intéressants comme le fer, le potassium, le magnésium, les polyphénols et les antioxydants (**Vayalil 2002 ; Al- Farsi et al., 2007**) et en la consommation de ses fruits frais appréciés pour leurs propriétés organoleptiques et considérés comme aliment de base pour les populations locales.

Les dattes ont plusieurs utilisations dans l'industrie alimentaire et peuvent être transformées en divers produits secondaires comme la pâte de dattes, les jus, la confiserie, l'alcool, la farine, le vinaigre et les sirops (**Al- Farsi et al., 2007 ; Mimouni et al., 2023**) et en médecine traditionnelle (**Vayalil 2002 ; Guo et al., 2003 ; Belguedj, 2015**).

Parmi ces produits, le sirop de datte appelé aussi « *Rubb* » est préparé uniquement à partir de fruits frais par traitement thermique. Il est apprécié et consommé par la population algérienne et est utilisé comme édulcorant et/ou exhausteur de goût (**Gourchala et al., 2022**). Il est également l'un des produits les plus importants préconisé dans la prophylaxie et le traitement de l'anémie (**Gourchala et al., 2015**).

D'autre part, en raison du souci des consommateurs à utiliser des substances chimiques synthétiques dans les denrées alimentaires pour les conserver pouvant causer de graves risques pour la santé tels que l'hypersensibilité, l'allergie ou le cancer (**Anand et Sati, 2013**), ou des antibiotiques qui peuvent entraîner l'antibiorésistance (**Guindo et al., 2022**) ; la recherche des substances naturelles a notamment augmenté ces dernières années (**Khan et al., 2021**). De ce fait, le développement des remèdes naturels possédant une activité antimicrobienne s'avère nécessaire et utile.

Les composés antimicrobiens sont considérés comme des substances utilisées pour empêcher la croissance des microorganismes ou leur destruction qui peuvent altérer les aliments ou provoquer des maladies. Par exemple, les bactéries à Gram positif comme les *Staphylococcus* et celles à Gram négatif comme *Escherichia spp.* sont responsables d'intoxications alimentaires et plusieurs infections (**Amenu, 2014**).

Le sirop de dattes pourrait présenter de précieuses ressources de composés antimicrobiens en raison de sa grande teneur en différents composés bioactifs tels que les

polyphénols et les antioxydants (**Gourchala et al., 2022 ; Mimouni et al., 2023**). La présence du noyau dans le processus de fabrication des sirops, pourrait apporter un effet valorisant et une fonctionnalité additionnelle (**Gourchala et al., 2022**).

En Algérie, les études sur l'effet antimicrobien des dattes et leur dérivés restent chétives (**Mihoub et al., 2019 ; Mimouni et al., 2023**), ce qui justifie la problématique dans la présente étude qui a pour but d'évaluer le pouvoir antioxydant et les propriétés antibactériennes des sirops de dattes. Pour atteindre l'objectif proposé, ces paramètres ont été déterminés sur deux variétés algériennes de dattes « *H'mira* » et « *Tamesrit* » avec et sans noyau.

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1. Objectifs de l'étude

I.1.1. Objectif général

Notre étude a pour but d'évaluer *In vitro* l'activité antimicrobienne des sirops de deux (02) variétés algériennes de dattes « *H'mira* » et « *Tamesrit* » vis-à-vis deux (02) souches bactériennes *E. coli* et *S. aureus*.

I.1.2. Objectifs spécifiques

- Caractérisation morphologique et physicochimique des deux variétés de dattes *H'mira* et *Tamesrit*.
- Caractérisation physicochimique et phytochimique des quatre types de sirops fabriqués à partir des deux variétés de dattes avec et sans noyaux.
- Evaluation de l'effet antibactérien des quatre types de sirops sur la viabilité des deux souches bactériennes *E. coli* et *S. aureus*.

I.2. Lieu et période de l'étude

Les différentes analyses réalisées sur les dattes et leurs sirops ont été effectuées au niveau des laboratoires de technologie alimentaire et de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn khaldoun, Tiaret, durant la période qui s'est étalée du 05 février au 23 mars 2023.

I.3. Matériel

I.3.1. Matériel végétal

I.3.1.1. Dattes

Huit (08) kilogrammes de dattes de chaque variété *H'mira* et *Tamesrit* provenant de Bechar et de Ghardaïa ont été achetés sur le marché et ont servis à la confection des sirops de l'étude. Le choix de ces deux variétés a été basé sur leur qualité et leurs caractéristiques intéressantes, la variété *H'mira* est la plus utilisée dans la fabrication du sirop de dattes en Algérie cause de son coût et sa disponibilité, la variété *Tamesrit* a montré dans des travaux antérieurs une activité antimicrobienne importante. Ces variétés de dattes ont également servis à effectuer certaines expériences avant la fabrication des sirops.

I.3.2. Matériel biologique

Deux souches bactériennes de référence ont été choisies pour évaluer l'activité antibactérienne des différents extraits des sirops de dattes ; une à Gram⁻ : *Escherichia coli* ATCC 25922 et une à Gram⁺ : *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Les deux souches conservées par congélation dans le glycérol, ont été fournies par le laboratoire de la microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de Tiaret. Elles sont fréquentes en pathologie humaine, connues par leurs résistances aux divers types d'antibiotiques ; avec des taux de morbidité et mortalité élevés et qui peuvent causée des TIAC : toxi-infections alimentaires collectifs (**Hellal, 2011**).

I.3.3. Matériel de laboratoires et produits utilisés

Le **tableau I** renferme les verreries, les appareils et les produits chimiques utilisés pour les analyses morphologiques, physicochimiques et phytochimiques des dattes et/ou de leurs sirops. Le matériel et les milieux de culture utilisés pour analyses microbiologiques des extraits de sirops sont dressés dans le **tableau II**.

Tableau I. Appareillage, verrerie et produits chimiques utilisés pour les analyses morphométriques et physicochimiques

Paramètre	Verreries et appareils	Produits chimiques
Analyses morphométriques		
Longueur ; diamètre et poids	Pied à coulisse ; couteau ; balance analytique(KERN) ; verre à montre	
Analyses physicochimiques		
pH	Eprouvette graduée ; balance analytique ; verre à montre ; béchers ; mortier à pilon ; pH-mètre (HANNA) ; papier pH ; agitateur (IKARCT BASIC) ; barreau magnétique	
Acidité titrable	Burette ; béchers ; entonnoir ; barreau magnétique ; verre à montre ; agitateur ; pH-mètre ; balance analytique ; mortier à pilon	Phénolphtaléine (C ₂₀ H ₁₄ O ₄) Hydroxyde de sodium NaOH (0,1N)
Humidité	Balance analytique ; verre à montre ; mortier à pilon ; creusets ; dessiccateur ; étuve(MEMMERT)	
Teneur en cendres	Balance analytique ; verre à montre ; dessiccateur ; capsules en porcelaine ; four à moufle(HERAEUS)	
TSS	Réfractomètre	
Analyses phytochimiques		
Polyphénols totaux	Tubes à essais ; béchers ; spatule ; balance analytique ; verre à montre ; micropipette ; spectrophotomètre (BIOCHROM) ; étuve	Réactif de folinciocalteu H ₃ PMO ₁₂ O ₄₀ Bicarbonate de sodium (10%) Na ₂ CO ₃ Acide gallique C ₇ H ₆ O ₅ Méthanol (80%) CH ₃ OH
Activité anti-oxydante DPPH/FRAP	DPPH : Tubes à essais ; micropipette ; agitateur ; spectrophotomètre FRAP : Béchers ; entonnoirs ; fiole jaugée ; bain marie ; centrifugeuse (SIGMA LABORZENTRINGEN) ; spectrophotomètre	DPPH Méthanol absolue Ferricyanure de potassium (1%) K ₃ Fe(CN) ₆ Tampon de phosphate (0,02M, Ph=6,6) Acide trichloroacétique (TCA 10%) Chlorure de fer (0,1%) FeCl ₃

Tableau II. Appareillage, verrerie et produits chimiques utilisés pour les analyses microbiologiques

Paramètre	Verreries et appareils	Produits chimiques/milieux de culture
Examens microscopiques		
Coloration de Gram	Bec Bunsen ; anse en platine ; lame stérile ; pince ; pipette Pasteur ; microscope optique (B-350 OPTIKA) ; portoir ; autoclave (SAMO CLAVE) ; bain-marie (MAMMERT).	Bouillon nutritif ; gélose Chapman ; gélose MacConkey (Annexe I) ; eau distillée stérile H ₂ O ; violet de gentiane C ₂₅ H ₃₀ CLN ₃ ; Lugol alcool ; fuchsine C ₂₀ H ₂₀ CLN ₃ ; huile à immersion
Tests biochimiques		
Test catalase	Etuve (incubation) ; bec Bunsen ; lame stérile ; anse en platine ; portoir	Eau oxygénée H ₂ O ₂ Alcool
Test oxydase	Etuve (incubation) ; bec Bunsen ; tubes à essais ; pince ; portoir ; anse en platine ; agitateur ; barreau magnétique ; balance analytique ; verre à montre ; entonnoir ; béchers	Disque oxydase Alcool (désinfection) Eau distillée H ₂ O Eau physiologique (NaCl 0,9%)
Test ONPG	Etuve (incubation) ; bec Bunsen ; tube à essais ; pince ; portoir ; anse en platine ; balance analytique ; verre à montre ; barreau magnétique ; agitateur ; entonnoir ; béchers	Disque ONPG Eau physiologique
Test TSI	Etuve (incubation) ; bec Bunsen ; tubes à essais ; anse en platine /pipette Pasteur ; portoir	Milieu gélosé TSI
Test de Citrate de Simmons	Etuve (incubation) ; bec Bunsen ; anse en platine/pipette Pasteur ; tubes à essais stériles ; portoir	Milieu gélosé Citrate de Simmons
Antibiogramme		
Témoin positif	Boîtes Pétri ; anse en platine ; bec Bunsen ; pipette pasteur ; micropipette ; écouvillons ; tubes à essais stériles ; portoir ; vortex (TECNO KARTELL) ; spectrophotomètre ; cuves ; éprouvette graduée ; béchers ; stérilisateur ; autoclave ; balance analytique ; verre à montre ; agitateur ; barreaux magnétique ; bain marie ; autoclave	Antibiotiques : Penicilline G (P) ; Colistine (CT) Chloramphenicol(C) Ceftazidime(CAZ) Gentamicine(CN) Streptomycine(S) Gélose Muller-Hinton Eau physiologique
Témoin négatif		Eau distillée ; Eau physiologique Méthanol 80% CH ₃ OH ; Gélose Muller-Hinton
Méthode de diffusion sur gélose		
Technique des puits	Boîtes Pétries ; bec bunsen ; écouvillons ; anse en platine ; pipette pasteur ; micropipette ; tubes à essais stériles ; portoir ; vortex ; stérilisateur ; éprouvette graduée ; autoclave ; bain marie ; cuves ; spectrophotomètre	Gélose Muller-Hinton Eau physiologique

I.4. Méthodes

I.4.1. Protocole expérimental

Les différentes analyses effectuées lors de notre étude sont résumées dans la **figure1**

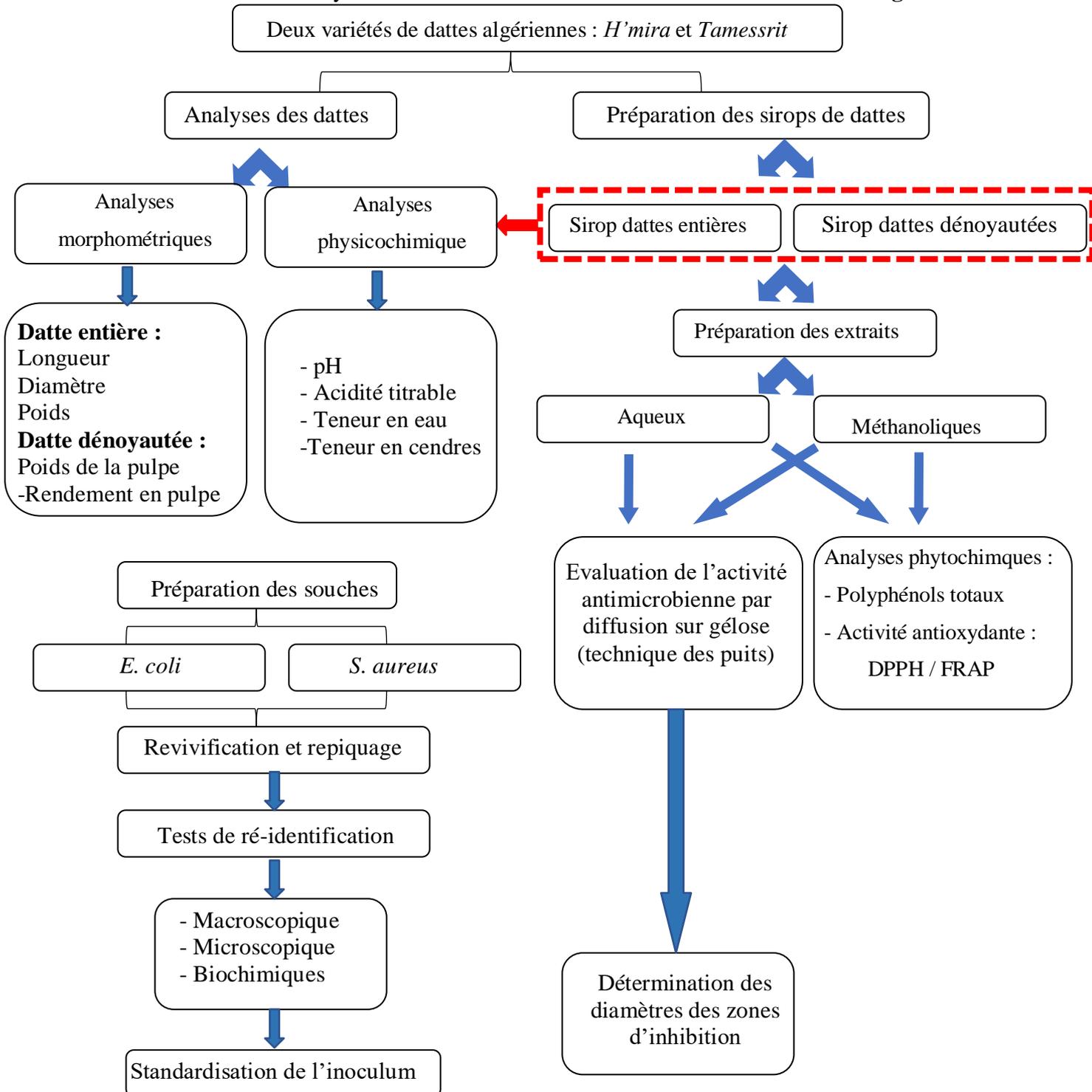


Figure 1. Schéma du protocole expérimental

I.4.2. Préparation des sirops de dattes

Pour chaque variété et pour chacune des conditions retenues pour l'étude (avec et sans noyaux), quatre (04) types de sirops de dattes ont été fabriqués à partir de *Tamesrit* avec noyaux (TAN) ; *Tamesrit* sans noyaux (TSN) ; *H'mira* avec noyaux (HAN) et *H'mira* sans noyaux (HSN). Quatre Kilogrammes de dattes, pour l'élaboration de chaque type de sirop, triées et lavées ont été additionnés à six litres d'eau, le mélange a été cuit pendant 4 à 5 heures à 65°C et agité plusieurs fois pour l'homogénéiser. A l'aide d'une toile stérile, le mélange a été filtré en exerçant une pression avec les mains pour dégager le maximum de jus. Le résidu de la filtration a été rincé avec 2 litres d'eau pour extraire ce qui reste et l'incorporer avec le filtrat précédent. Le tout a été porté à 65°C pendant 5 à 6 heures jusqu'à l'obtention d'un sirop visqueux atteignant une concentration fixée à 70° Brix. Les sirops obtenus ont été récupérés dans des bocaux en verre préalablement stérilisés et conservés dans un endroit sec et frais (4°C) jusqu'à analyse (**Gourchala, 2015**) (**Annexe III**). Ces étapes de fabrication sont résumées dans la **figure 2**.

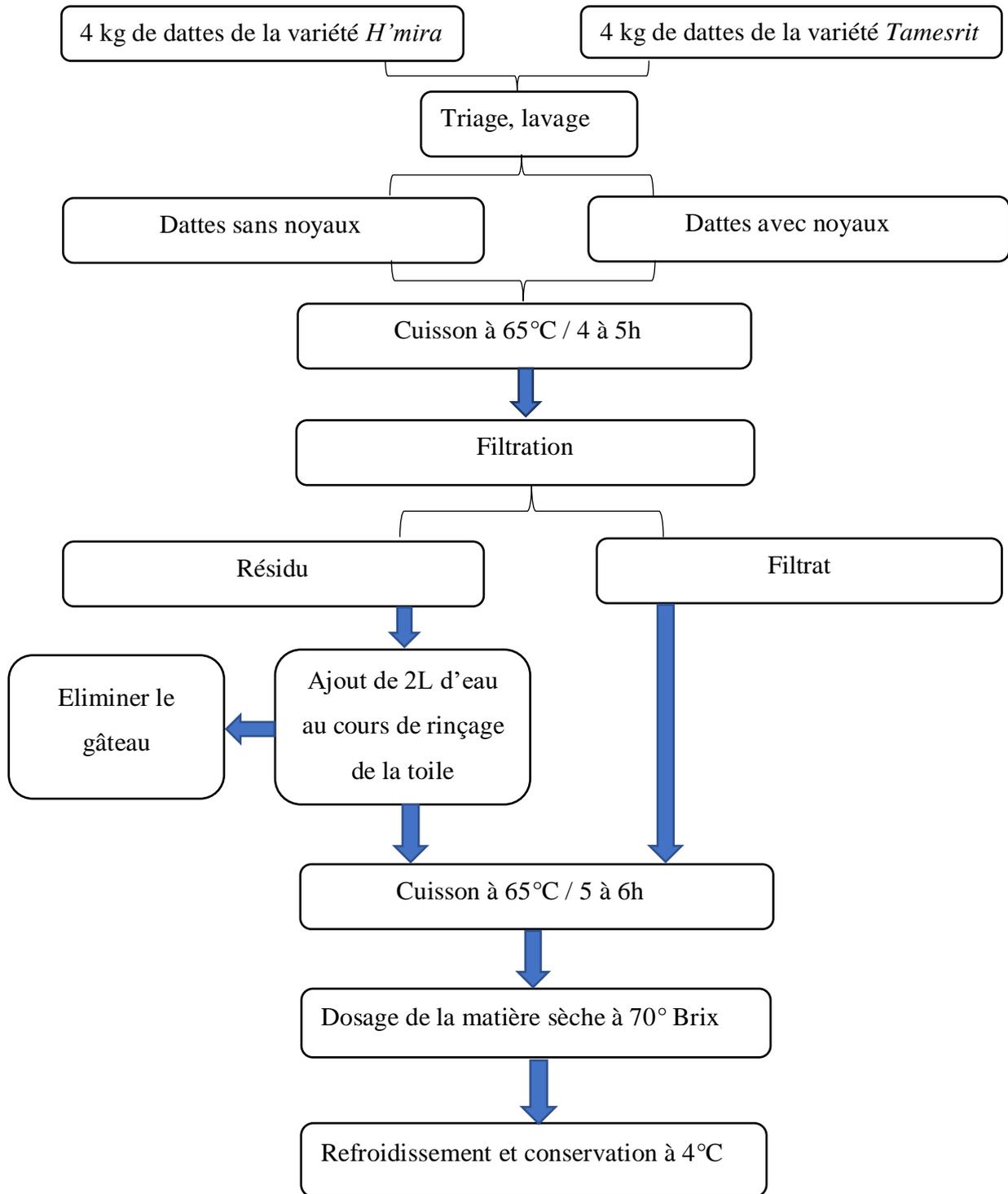


Figure 2. Diagramme de fabrication des sirops de dattes

I.4.3. Préparation des extraits

I.4.3.1. Extraits aqueux

Peser 10g de sirop de datte de chaque variété avec et sans noyaux et ajouter 100 ml d'eau distillée, mettre sous agitation pendant 30 min. Après filtration, placer chaque solution dans le rota-vapeur à une température de 80 à 100°C pour récupérer l'extrait aqueux.

I.4.3.2. Extraits méthanoliques

Peser 10 g de sirop de datte de chaque variété avec et sans noyaux et ajouter 50 ml du méthanol 80% (v/v), mettre sous agitation pendant 30 min. Après filtration, placer le filtrat dans le rota-vapeur à 69°C et récupérer l'extrait méthanolique.

I.4.4. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction a été calculé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{\text{masse initiale} - \text{masse finale}}{\text{masse initiale}} \times 100$$

Où :

R% : rendement d'extraction

Masse initiale : la masse de la solution avant extraction

Masse finale : la masse de la solution après extraction

I.4.5. Analyses morphométriques des dattes

Pour chacune des deux variétés de dattes étudiées, les caractéristiques morphométriques sont déterminées par un prélèvement aléatoire de vingt (20) fruits et mesurer les critères dimensionnels, à savoir la longueur et le diamètre du fruit en utilisant un pied à coulisse. Les critères pondéraux ; poids de la pulpe, du fruit et du noyau ont été effectués en utilisant une balance analytique à précision $\pm 0,01$ g (**Annexe IV**). Le rendement en pulpe de chaque variété a été calculé à l'aide de la formule suivante (**Gourchala et al., 2015**) :

$$pulpe / datte = \frac{\text{poids de la datte} - \text{poids de noyau}}{\text{poids de la datte}} \times 100$$

I.4.6. Analyses physicochimiques des dattes et/ou de leurs sirops

I.4.6.1. TSS

- **Principe**

Le taux de solide soluble (T.S.S) exprimé également en degré Brix, et déterminer à l'aide du réfractomètre d'abbé à la température de 20°C qui permis une lecture directe de l'indice de réfraction (IR) et de degré Brix. L'indice de réfraction varie dans le même sens que la concentration de la substance dissoute (**AOAC, 2005**). Il est défini comme étant le taux de sucre exprimé en g pour 100g de sirop de dattes.

- **Mode opératoire**

Une goutte de sirop a été déposée sur le verre du réfractomètre pour en évaluer la quantité de matières en suspension. La lecture de la valeur de l'extrait sec réfractométrique a été faite à la lumière, au niveau de l'oculaire de l'appareil.

- **Expression des résultats**

L'expression des résultats se fait par lecture directe sur l'appareil.

I.4.6.2.pH

- **Principe**

La mesure du pH est réalisée en utilisant un pH-mètre par lecture directe dont la valeur est fonction de la concentration des ions hydronium présents dans la solution (**Geofferey, 2011**).

- **Mode opératoire**

Cas de dattes (AOAC, 2000)

Peser dix (10) grammes de la pulpe de dattes et les mettre dans un mortier à pilon pour les écraser en ajoutant petit à petit 100 ml d'eau distillée jusqu'à obtention d'une solution homogène (jus) qui sera agitée pendant dix minutes. Faire la lecture directe sur l'appareil après étalonnage (**Annexe IV**).

Cas de sirops

Diluer directement les sirops de dattes au 1/10^{ème} dans l'eau distillée et refaire toutes les étapes mentionnées dans le cas de dattes.

- **Expression des résultats**

Lire la valeur directement sur le pH mètre.

I.4.6.3. Acidité titrable (AOAC, 2002)

- **Principe**

L'acidité titrable est déterminée par neutralisation de l'acide prédominant dans l'échantillon dans une quantité connue (acide malique dans le cas des dattes) en utilisant une base comme le NaOH pour le titrage et la phénolphthaléine comme indicateur de couleur (**Nilsen, 2010**).

- **Mode opératoire**

Prélever 25 ml de la solution de datte ou du sirop déjà préparer au 1/10^{ème} pour le dosage du pH. Ajouter trois(03) gouttes de phénolphthaléine comme indicateur de couleur. Le titrage est réalisé en utilisant une solution de NaOH (0,1N) jusqu'à obtention d'un pH=8,1 et l'observation d'un virage de la couleur vers le rose.

- **Expression des résultats**

L'acidité titrable est exprimée par rapport à la teneur en acide malique et est calculée par la formule suivante :

$$\text{Acidité titrable} = (V \times N \times 10 \times F / P) \times 100$$

V : volume d'hydroxyde de sodium utilisé (ml)

N : normalité d'hydroxyde de sodium utilisée

F : facteur de conversion de l'acide malique est égale à 0,067

P : poids de la prise d'essai (g)

I.4.6.4. Teneur en eau

- **Principe**

La détermination de la teneur en eau se fait par dessiccation de la matière fraîche au sein d'une étuve isotherme à une température constante jusqu'à obtention d'une masse fixe de l'échantillon.

- **Mode opératoire**

Après avoir sécher les capsules vides à l'étuve à $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 15 minutes et les faire refroidir dans un dessiccateur, une prise de leurs poids est effectuée. Aux capsules vides tarées sont ajoutés 2g d'échantillon dans le cas de dattes (**Audigie, 1978**) et 5g d'échantillon mélangés à 25g de sable dans le cas des sirops (**ICUMSA, 1994**) (**Annexe IV**). Mettre le tout dans l'étuve réglée à $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ durant 3 à 4 h. Récupérer les capsules de l'étuve, les places dans un dessiccateur et laisser complètement refroidir avant de reprendre les poids qui doivent être constants.

- **Expression des résultats**

La teneur en eau est exprimée selon la formule suivante :

$$\text{H}\% = (\text{M1} - \text{M2}/\text{P}) \times 100$$

Dont :

H% : Humidité

M1 : La masse initiale en g (matière fraîche+capsules) avant dessiccation

M2 : La masse finale en g (matière sèche+capsules) après dessiccation

P : La masse de prise d'essai

La teneur en matière sèche est calculée selon la relation suivante :

$$\text{Matière sèche \%} = 100 - \text{H}\%$$

I.4.6.5. Teneur en cendres (**Linden, 1981**)

- **Principe**

La teneur en cendres consiste à détruire totalement la matière organique sous l'effet de température élevée dans un four à moufle jusqu'à obtention de cendres blanchâtres à poids constant.

- **Mode opératoire**

Prendre 1g de la matière sèche des dattes et des sirops dans des capsules préalablement séchées à 103°C pendant 15 minutes et tarées et les placer dans un four à moufle à 500°C

550°C pendant 5 à 6 h. Retirer les capsules et les placer dans un dessiccateur jusqu'à refroidissement et reprendre la pesée.

- **Expression des résultats**

La teneur en matière organique est exprimée par la formule suivante :

$$\text{MO}\% = (\text{M1}-\text{M2}/\text{P})\times 100$$

Où :

MO : la teneur en matière organique

M1 : masse initiale en g (capsules+ matière organique) avant incinération

M2 : masse finale en g (capsules+ cendres) après incinération

P : masse de la prise d'essai

La teneur en cendres est calculée selon la relation

$$\text{Cendres \%} = 100-\text{MO \%}$$

I.4.7. Analyses phytochimiques des extraits des sirops

I.4.7.1. Teneur en polyphénols totaux (Singleton et Rossi, 1965)

- **Principe**

Le réactif de folin-ciocalteu est composé de deux acides ; acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMO}_{12}\text{O}_{40}$), il est diminué lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxyde bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). Une relation proportionnelle entre l'apparition de la coloration bleue et le taux de composés phénoliques existants dans la solution à analyser.

- **Mode opératoire**

Dans un tube à essai, déposer 0,5 ml de chaque extrait et ajouter 0,5 ml de folin-ciocalteu (0,5N) et 1 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 (10%). Incuber le mélange à température ambiante à l'obscurité durant 30 min et lire l'absorbance à une longueur d'onde de 730 nm.

- **Expression des résultats**

La courbe d'étalonnage de l'acide gallique est utilisée comme référence pour déterminer les concentrations en composés phénoliques par extrapolation (**Annexe VI**).

La teneur en polyphénols totaux a été exprimée en mg équivalent d'acide gallique par 100g d'extrait et calculée selon la relation suivante :

$$\text{T} = (\text{C}\times\text{V}\times\text{D}/\text{P})\times 100$$

Où :

T : Teneur en polyphénols totaux (mg EAG/100g d'extrait)

C : Concentration des polyphénols en équivalent d'acide gallique déduit de la courbe d'étalonnage

V : Volume de la solution analysée (ml)

D : Facteur de dilution

P : Poids de l'échantillon (g)

I.4.7.2. Activité antioxydante

La mesure de l'activité antioxydante a été réalisée par deux méthodes : le pouvoir réducteur (FRAP) et l'activité anti-radicalaire au DPPH.

I.4.7.2.1. Pouvoir réducteur (FRAP) (Ferreira et al., 2007)

- **Principe**

Le pouvoir réducteur d'un extrait a une relation avec son pouvoir antioxydant et est mesuré par la méthode basée sur la réaction chimique de réduction du fer (III) présent dans le complexe $K_3Fe(CN)_6$ en fer (II). Une absorbance élevée correspond à un pouvoir réducteur élevé des extraits testés.

- **Mode opératoire**

Dans un tube à essai stérile, prélever 2,5 ml d'extrait dilué au 1/10^{ème} (p/v) dans l'eau ou le méthanol et ajouter 2,5 ml de la solution de Ferricyanure de potassium ($K_3Fe(CN)_6$) à 1% et 2,5 ml de tampon phosphate (0,02 M, pH =6,6). Incuber le mélange à 50°C pendant 20 min. Après refroidissement, ajouter 2,5 ml d'acide trichloroacétique (TCA) à 10% et placer le tout dans une centrifugeuse à 3000 rpm pendant 10 min. Prendre 1 ml de surnageant et y ajouter 1 ml d'eau distillée et 0,5 ml de chlorure de fer (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm et le standard utilisé est l'acide ascorbique.

- **Expression des résultats**

L'activité antioxydante mesurée par le pouvoir réducteur, est déterminée par extrapolation en utilisant la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique comme standard (**Annexe VII**) et est déterminée en équivalent acide ascorbique par 100g d'extrait (mgEAA/100g d'extrait) par la formule suivante (**Thurre, 2007**) :

$$\text{activité antioxydante (mg/100g)} = \frac{(A - b) * V * F}{a * Q}$$

Où :

A : absorbance de l'échantillon à 700 nm

b : ordonnée à l'origine de la courbe d'étalonnage

a : pente de la courbe d'étalonnage

V : volume de l'extrait (ml)

F : facteur de dilution (ml)

Q : quantité de sirop (g)

I.4.7.2.2. Activité anti-radicalaire à l'égard du DPPH

- **Principe**

Le DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl ; α,α -diphényl- β -picrylhydrazyl) est considéré comme un radical libre stable en solution dans l'éthanol et caractérisé par une couleur violette. Dans le cas où son électron est lié avec un hydrogène, le DPPH est réduit sous la forme non radicalaire et change de couleur au jaune pâle conduisant ainsi à une diminution de l'absorbance qui est exprimé par le pourcentage de réduction du DPPH (Al-Mamary et al., 2014).

- **Mode opératoire (Laraba et al., 2016)**

Préparer une solution contenant 2,4 mg de DPPH solubilisant dans 100 ml du méthanol pure. Prélever 1mL de cette solution et l'ajouter à 1 ml d'extrait solubilisé au 1/10^{ème} dans le solvant (l'eau pour l'extrait aqueux, le méthanol absolu pour l'extrait méthanolique). Incuber le mélange dans l'obscurité pendant 30 min, la lecture est effectuée à 517 nm.

Le blanc utilisé

1mL de DPPH est ajouté à 1 ml d'eau distillée pour l'extrait aqueux.

1mL de DPPH est ajouté à 1 ml du méthanol pur pour l'extrait méthanolique.

- **Expression des résultats**

L'activité antioxydante est mesurée par l'utilisation de la formule suivante :

$$A_{\text{antiox}} = \frac{A_0 - AS}{A_0} \times 100$$

Aantiox : activité antioxydante (%)

A₀ : densité optique du blanc (nm)

AS : densité optique de l'échantillon (nm)

I.4.8. Evaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de sirops de dattes

I.4.8.1. Préparation des souches

Les souches ont été revivifiées à température de laboratoire environ 2h dans un bouillon nutritif et incubées à 37°C pendant 24h. Faire un repiquage de ces deux souches dans leurs milieux sélectifs par la méthode des stries (milieu Mac Conkey pour *E. coli* et milieu Chapman pour *S. aureus*). Les boîtes ont été incubées, à 37°C durant 24 heures pour obtenir des colonies caractéristiques (Guiraud, 1998).

I.4.8.2. Tests de ré-identification des souches

La ré-identification des souches bactériennes consiste à déterminer les caractères morphologiques (macroscopique et microscopique) et les caractères biochimiques des colonies pour s'assurer de leur pureté.

I.4.8.2.1. Caractères morphologiques

- **Observation macroscopique**

La lecture des boîtes à l'œil nu permet de décrire l'aspect des colonies obtenues sur milieu gélosé (forme, relief, pigmentation, contour, aspect) (Delarras, 2007).

- **Observation microscopique**

Ce test est réalisé en utilisant un microscope optique pour la détermination de la morphologie, le groupement et la mobilité des bactéries à l'état frais, en plus d'une coloration de Gram qui permettra de classer les bactéries en Gram- (couleur rose) et en Gram+ (couleur violette) (Delarras, 2007) (Annexe XII).

I.4.8.2.2. Tests d'identification biochimiques

- **Test de catalase (Delarras, 2007)**

- **Principe**

Le test catalase est une réaction enzymatique catalysée par l'enzyme « Catalase » qui dégrade le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 en H_2O et en oxygène O_2 qui se manifeste par une libération de gaz.



- **Technique**

Déposer une goutte d'eau oxygénée sur une lame stérile et séchée puis avec une pipette Pasteur boutonnée ajouter quelques colonies bactériennes, le résultat est observé immédiatement.

- **Expression des résultats**

- Présence de bulles d'air : Catalase+
- Absence de bulles d'air : Catalase-

- **Test oxydase (Delarras, 2007)**

- **Principe**

Ce test est basé sur la recherche de l'enzyme oxydase ou Cytochrome oxydase présent dans certaines chaînes respiratoires cytochromiques bactériennes.

- **Technique**

Sur une lame stérile, placer un disque oxydase et l'imbiber avec une goutte d'eau distillée, sur lequel sont déposées quelques colonies à l'aide d'une pipette pasteur boutonnée stérile.

- **Expression des résultats**

- Présence d'une coloration « violette foncée » apparaissant immédiatement sur le disque en quelques secondes puis la couleur vire vers le noir : Oxydase+
- Absence de coloration : Oxydase-

- **Test ONPG**

- **Principe**

Le test ONPG permet de montrer la β -galactosidase qui dégrade l'ONPG en produit coloré ; l'orthonitrophénol : ONPG (Marchal et bourdon, 1982)

- **Technique**

A l'aide d'une pince stérile prélever un disque d'ONPG et le mettre dans un tube stérile qui contient une faible quantité de l'inoculum, incuber à 37°C pendant 24 heures (Delarras, 2007)

- **Expression des résultats**

- Apparition d'une coloration jaune : ONPG⁺
- Aucune coloration : ONPG⁻

- **Test TSI (Delarras, 2007)**

- **Principe**

Le test TSI est un test permettant de montrer l'utilisation des trois sucres : glucose, lactose, saccharose avec production d'hydrogène sulfuré et de gaz.

- **Technique**

A partir des cultures isolées,ensemencer le culot du milieu TSI par piqûre et sur pente en stries longitudinales, incubé à 37°C durant 24 heures.

- **Expression des résultats**

- Apparition de coloration jaune du culot et de la pente : fermentation des trois sucres
- Coloration jaune du culot et rouge pour la pente : fermentation du glucose seulement
- Coloration rouge du culot et de la pente : aucune fermentation
- Milieu contracté et déplacé : production de gaz
- Une précipitation noire évidente : production de H₂S

- **Test de citrate de Simmons (Delarras, 2007)**

- **Principe**

Le test citrate de Simmons permet de montrer que le citrate est utilisé comme seule source de carbone et d'énergie.

- **Technique**

A partir de colonies isolées,ensemencer la pente de milieu citraté par des stries longitudinales, incubé à 37°C pendant 24 heures. Une prolongation de la durée d'incubation de 24 heures supplémentaires pour un résultat négatif.

- **Expression des résultats**

- Coloration du milieu en bleu : **citrate⁺**
- Absence de coloration bleue : **citrate⁻**

I.4.8.3. Test *in vitro* de l'activité antibactérienne

Pour la réalisation de ce test plusieurs étapes ont été effectuées.

- **Standardisation de l'inoculum**

A partir d'une culture bactérienne jeune sur milieu solide et à l'aide d'une anse stérile, prélever 3 à 5 colonies bien isolées et identiques et l'ajouter à 9 ml d'eau physiologique (**Guiraud, 1998**), suivie d'une agitation avec le vortex pendant quelques secondes. La standardisation de l'inoculum a été accomplie par l'utilisation du spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 625 nm pour atteindre 0,5 McFarland, une densité optique comprise entre 0,08 et 0,13 peut correspondre à une concentration de 10^7 et 10^8 germes/ml (**Andrew, 2008**).

- **Témoins positifs et négatifs**

Le témoin négatif a été réalisé par l'utilisation de l'eau distillée et du méthanol (80%) vis-à-vis *E. coli* et *S. aureus*.

Le témoin positif a été réalisé par l'utilisation de différents antibiotiques de référence à concentrations connues ; les antibiogrammes par la technique de diffusion sur disques ont été effectués vis-à-vis *E. coli* et *S. aureus* (**tableau III**).

Tableau III. Les différents antibiotiques utilisés

Antibiotiques	Charge (g)
Chloramphénicol (C 30)	30
Ceftazidime (CAZ 10)	10
Pénicilline G (P 10)	10
Colistine (CT 10)	10
Gentamicine (CN 10)	10
Streptomycine (S 10)	10

- **Préparation de la gamme de dilution**

Pour évaluer l'effet antibactérien des extraits des sirops de dattes; une série de dilution a été réalisée à partir de huit solutions mères à différentes concentrations pour les extraits aqueux et méthanoliques des quatre sirops de dattes. Les différentes concentrations sont résumées dans le **tableau IV**.

Tableau IV. Les différentes concentrations des extraits utilisées (mg/ml)

Extrait Concentration	Extraits aqueux				Extraits méthanoliques			
	HSN	HAN	TSN	TAN	HSN	HAN	TSN	TAN
EB	8,96	9,39	9,20	9,79	19,14	20,12	21,06	19,09
C1	8,06	8,45	8,28	8,81	17,23	18,11	18,96	17,18
C2	6,27	6,57	6,44	6,86	13,40	14,08	14,74	13,36
C3	4,48	4,69	4,60	4,90	9,57	10,06	10,53	9,55
C4	3,58	3,76	3,68	3,92	7,66	8,05	8,42	7,64
C5	1,79	1,88	1,84	1,96	3,83	4,02	4,21	3,82
C6	0,9	0,94	0,92	0,98	1,91	2,01	2,11	1,91

(C : concentration ; EB : extrait brut ; HSN : *H'mira* sans noyau ; HAN : *H'mira* avec noyau ; TSN ; *Tamesrit* sans noyau ; TAN : *Tamesrit* avec noyau)

- **Méthode de diffusion sur gélose par la technique de puits**

- ✓ **Principe**

Cette méthode consiste à diffuser un composé antimicrobien dans des puits sur milieu gélosé avec création d'un gradient de concentration et suivre son effet sur une culture microbienne en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition (Sachtti et al., 2005).

- ✓ **Technique (Orak et al., 2011)**

Déposer une quantité de 20 ml de milieu gélosé Muller Hinton en surfusion dans des boîtes Pétri de 90 mm de diamètre, après solidification, ensemercer toute la surface des boîtes en stries serrées en utilisant un écouvillon stérile imbibé avec l'inoculum standardisé. Laisser sécher à température ambiante pendant quelques minutes en conditions stériles. A l'aide d'une pipette Pasteur stérile, percer des puits de 6 mm de diamètre et les remplir avec 50 µl d'extrait en utilisant une micropipette. Incuber à 37°C pendant 24 heures. Chaque essai a été répété deux fois.

- ✓ **Expression des résultats**

Les zones d'inhibition apparues autour des puits sont mesurées par un pied à coulisse.

- **Paramètres de l'activité antibactérienne**

- ✓ **Concentration minimale inhibitrice (CMI)**

C'est la concentration minimale inhibitrice où la concentration d'un composé utilisé pour ayant un effet bactériostatique sur une culture bactérienne est la plus faible (**Traoré et al., 2012**).

- ✓ **Coefficient d'inhibition (A)**

Pour les diamètres plus élevés (≥ 20 mm) on peut avoir une idée sur le coefficient d'inhibition (**Pibiri, 2006**) par l'application de la relation suivante

$$A = Z' / Q \quad \text{Avec : } Z' = \pi \times Z^2 / 4$$

Dont :

Z' : la surface d'inhibition (cm)

Q : la quantité du produits actifs (μl)

Z : le diamètre de la zone d'inhibition (diamètre de puits inclus (cm))

- ✓ **Pourcentage d'inhibition**

Le pourcentage d'inhibition est calculé par la formule donnée par (**Pibiri, 2006**)

$$I\% = d / D \times 100$$

Où :

D : diamètre de la boîte pétri (cm)

d : diamètre de la zone d'inhibition (diamètre de puits inclus (cm))

I.4.9. Analyses statistiques

Trois répétitions ont été réalisées lors des analyses morphométriques, physicochimiques, phytochimiques et microbiologiques et les résultats sont présentés en moyennes plus au moins l'écart type ($\text{Moy} \pm \text{ET}$) en utilisant le logiciel Excel 2016. Pour déterminer la variabilité entre les différents extraits, le logiciel statistique SPSS (version 2021) a été utilisé en comparant les moyennes par une analyse de variance (ANOVA) selon le test Duncan à un seuil de signification $P \leq 0,05$.

Chapitre II : Résultats et Discussion

II.1. Paramètres morphométriques des dattes de l'étude

Les principales caractéristiques morphologiques ; longueur, diamètre poids de la datte, poids de la pulpe et poids du noyau des fruits *H'mira* et *Tamesrit* de cette étude sont décrites dans le **tableau V**. Les critères pondéraux nous ont permis de déterminer le rendement en pulpe.

Tableau V. Caractéristiques morphométriques des deux variétés de datte étudiées

Variété Paramètre	Tamesrit	H'mira	ANOVA
Poids de datte (g)	14,24±1,24	8,15±0,87	0,000***
Poids de pulpe (g)	13,14±1,14	7,24±0,92	0,000***
Poids de noyaux (g)	1,10±0,20	0,91±0,18	0,000***
Longueur de datte (mm)	51,36±1,70	38,33±1,77	0,000***
Diamètre de datte (mm)	22,39±1,27	20,33±1,58	0,001***
Rendement en pulpe (%)	90,41±0,02	88,68±0,03	0,033*

NS : Non significatif ($P > 0,05$) ; * : Significatif ($P \leq 0,05$) ; ** : Très significatif ($P \leq 0,01$) ; *** : Hautement significatif ($P \leq 0,001$)

II.1.1. Critères dimensionnels

II.1.1.1. Longueur des dattes

La variété *Tamesrit* présente une longueur moyenne hautement significativement élevée ($P \leq 0,001$) 51,36 mm par rapport à la variété *H'mira* 38,33 mm (**tableau V**). Ces valeurs sont identiques à celles trouvées par **Gourchala et al. (2015)** pour les deux mêmes variétés et celles de **Bettahar et Bettayeb (2016)** pour la variété *H'mira*. Alors que l'étude de **Boucenna et al. (2015)**, a montré une longueur de la datte *Tamesrit* inférieure à la nôtre, soit en moyenne 46,30 mm. Dans le présent travail, les longueurs des dattes confèrent un caractère « bon » pour la variété *Tamesrit* et acceptable pour la variété *H'mira* selon les critères d'évaluation de **Meligi et Sourial (1982)** et **Mohammed et al. (1983)** (**Annexe II**).

II.1.1.1.2. Diamètre des dattes

Selon le **tableau V**, les diamètres des dattes varient hautement significativement ($P \leq 0,001$) en moyenne de 20 à 22 mm des deux variétés *H'mira* et *Tamesrit* respectivement. Ces résultats corroborent avec ceux de **Bettahar et Bettayeb (2016)** pour *H'mira* et **Boucenna et al (2015)** pour *Tamesrit*. Ces diamètres élevés attribuent un caractère « bon » pour nos deux cultivars selon **Meligi et Sourial (1982)** et **Mohammed et al. (1983)**.

II.1.1.2. Critères pondéraux

II.1.1.2.1. Poids de la datte entière

Même si le poids de la datte entière de *Tamesrit* (14,24g) est hautement significativement ($P \leq 0,001$) plus élevé que celui de *H'mira* (8,15 g) (**tableau V**), les deux variétés montrent un bon caractère en poids d'après **Meligi et Sourial (1982) et Mohammed et al. (1983)**. Ces résultats concordent avec ceux de **Gourchala et al. (2015)** et de **Boucenna et al. (2015)** pour la variété *Tamesrit* qui provient également de Ghardaïa et ceux de **Bettahar et Bettayeb (2016)** pour la variété *H'mira* d'origine de Biskra. Cependant, **Gourchala et al. (2015)**, ont mentionné un poids inférieur (6,23 g) au nôtre pour la variété *H'mira* qui provient d'une région différente (Adrar). Ceci peut expliquer le fait que l'origine géographique pourrait avoir un effet sur la variabilité des résultats même s'il s'agit du même cultivar (**Gourchala et al., 2015**).

II.1.1.2.2. Poids de la pulpe

Les résultats présentés dans le **tableau V**, montrent que le fruit de *Tamesrit* est environ deux fois plus pulpeux que celui de *H'mira* avec des poids hautement significativement différents ($P \leq 0,001$), soient 13,14 vs. 7,24 g ; ce qui leur confère un caractère « bon » suivant **Meligi et Sourial (1982) et Mohammed et al. (1983)**. Ces résultats se rapprochent de ceux de **Gourchala et al. (2015)**, de **Boucenna et al. (2015)** et de **Bettahar et Bettayeb (2016)**, réalisés sur les mêmes cultivars.

II.1.1.2.3. Poids du noyau

Les poids des noyaux des deux variétés consignées dans le **tableau V** sont hautement significativement différents ($P \leq 0,001$) et varient en moyenne de 0,91 à 1,1 g pour *H'mira* et *Tamesrit* respectivement. Ces valeurs sont inférieures à celles de **Gourchala et al. (2015)** (1,45 g) et de **Boucenna et al. (2015)** (1,48 g) pour la variété *Tamesrit*. Alors que le poids de noyau de la variété *H'mira* dans le présent travail est supérieur à celui de **Gourchala et al. (2015)** (0,65 g) et proche de celui de **Bettahar et Bettayeb (2016)** (0,83 g).

II.1.1.2.4. Rendement en pulpe

Le rendement en pulpe de *Tamesrit* (90,41 %) est significativement ($P \leq 0,05$) supérieur à celui de *H'mira* (88,68%) (**tableau V**). Des valeurs très proches ont été recensées par **Gourchala et al. (2015)**, de **Boucenna et al. (2015)** et de **Bettahar et Bettayeb (2016)** pour

les mêmes cultivars. Ces rendements élevés justifient la bonne aptitude de ces variétés à être transformées en sirops.

II.1.1.3. Bilan sur les critères pondéraux et dimensionnels

L'étude des caractéristiques morphométriques des deux variétés des dattes étudiées révèle une différence variétale significative. Ces variations peuvent être attribuées à différents facteurs tels : l'origine géographique, les conditions climatiques et édaphiques, les techniques culturelles, le processus de pollinisation... (Taouda et al., 2014 ; Chafi et al., 2015). Les critères de qualité étudiés en fait ressortir que les variétés *H'mira* et *Tamesrit* ont une meilleur qualité.

II.2. Paramètres physicochimiques des dattes de l'étude

Les principales caractéristiques physicochimiques des deux variétés de dattes sont résumées dans le **tableau VI**.

Tableau VI. Caractéristiques physicochimiques des deux variétés de datte étudiées

Paramètre \ Variété	Tamesrit	H'mira	ANOVA
pH	5,17 ± 0,012	4,86 ± 0,036	0,000***
Acidité titrable (%)	0,92 ± 0,04	1,072 ± 0,067	0,025*
Humidité (%)	10,45 ± 0,0057	13,21 ± 0,0035	0,021*
Teneur en cendres (%)	1,72 ± 0,0017	1,61 ± 0,003	0,000***

NS : Non significatif ($P > 0,05$) ; * : Significatif ($P \leq 0,05$) ; ** : Très significatif ($P \leq 0,01$) ; *** : Hautement significatif ($P \leq 0,001$)

II.2.1. pH

Les valeurs de pH enregistrées varient de manière hautement significative ($P=0,001$) de 4,86 pour *H'mira* à 5,17 pour *Tamesrit* (**tableau VI**). Ces pH restent inférieurs à ceux trouvés par **Chehbi et al. (2008)** ; **Gourchala et al. (2015)**, de **Boucenna et al. (2015)** et de **Bettahar et Bettayeb (2016)** pour les mêmes variétés. D'après (**Heller, 1990**), le pH peut changer durant le stockage et causer d'éventuelles altérations microbiennes.

II.2.2. Acidité titrable

Les valeurs de l'acidité titrable des deux variétés varie significativement ($P \leq 0,05$) et sont proches et montrent un taux élevé (1%) (**tableau VI**) par rapport aux valeurs mentionnées par autres travaux ; soient 0,43 % pour *Tamesrit* (**Boucenna et al., 2015**) et 0,62% pour *H'mira* (**Bettahar et Bettayeb, 2016**) ; ce qui explique les valeurs faibles

trouvées pour les pH. Cette variabilité pourrait être due à la production de certains acides organiques (acide malique, acide acétique, acide citrique...) par les microorganismes particulièrement les moisissures et levures préexistantes naturellement dans les dattes (**Mekki et al., 1983**).

II.2.3. Humidité

Le taux d'humidité de *Tamesrit* est significativement ($P \leq 0,05$) plus faible (10,45%) par rapport à celui de *H'mira* (13,21%) (**tableau VI**). Ces résultats concordent avec ceux de **Gourchala et al. (2015)** et **Bettahar et Bettayeb (2016)** pour *H'mira*. Toutefois, la teneur en eau de *Tamesrit* reste largement inférieure à celle rapportée par **Gourchala et al. (2015)** (21,50%), **Boucenna et al. (2015)** (23,02%) et **Chehbi et al. (2008)** (21,50%). Les résultats peuvent être expliqués par la provenance des dattes et aussi aux différentes méthodes expérimentales (**Booij et al., 1992**).

II.2.4. Teneur en cendres

Même si les résultats des cendres des deux variétés *H'mira* et *Tamesrit* mentionnés dans le **tableau VI** semblent proches, nous notons une différence hautement significative ($P=0,001$) entre les deux valeurs 1,61 et 1,72% respectivement. Ces taux sont voisins à ceux de **Bettahar et Bettayeb (2016)** (1,87%) et inférieurs à ceux de **Gourchala et al. (2015)** (2,87%) pour la variété *H'mira*. Alors que pour la variété *Tamesrit*, un taux de cendres légèrement supérieur à notre résultat a été noté par **Gourchala et al. (2015)** (2%) et largement inférieure à celui de **Boucenna et al. (2015)** (2,99 %). La différence pourrait être expliquée par les différentes méthodes d'irrigation et de fertilisation des palmiers dattiers (**Hussein et Hussein, 1983**).

II.3. Résultats des analyses physicochimiques des sirops de dattes

Les résultats des différentes analyses physicochimiques réalisées sur les sirops des deux variétés de dattes avec et sans noyaux, sont résumés dans le **tableau VII**.

Tableau VII. Paramètres physicochimiques des sirops de l'étude

Paramètre Variété	pH	Acidité titrable %	Humidité %	Teneur en cendres %
HSN	3,95 ± 0,04 ^a	1,16 ± 0,08 ^b	29,78 ± 0,004 ^a	1,53 ± 0,04 ^a
HAN	4,77 ± 0,01 ^b	0,98 ± 0,08 ^a	30,71 ± 0,031 ^b	1,65 ± 0,03 ^a
TSN	4,45 ± 0,10 ^b	1,12 ± 0,04 ^b	29,15 ± 0,004 ^a	1,89 ± 0,02 ^a
TAN	4,68 ± 0,05 ^b	0,80 ± 0,00 ^a	29,57 ± 0,03 ^a	1,94 ± 0,10 ^a

HSN: *H'mira* sans noyau ; HAN : *H'mira* avec noyau ; TSN: *Tamesrit* sans noyau ; TAN : *Tamesrit* avec noyau
a, b dans la même colonne : groupes homogènes donnés par l'ANOVA selon le test de Duncan

II.3.1. pH et acidité titrable

D'après le **tableau VII**, tous les sirops présentent des pH faibles en comparaison à ceux de la matière première (dattes) (**tableau VI**) qui varient de manière hautement significative ($P \leq 0,001$) pour les deux variétés de 3,95 à 4,77 pour HSN et HAN respectivement. Cette diminution de pH pourrait être liée à la présence d'une quantité élevée d'eau dans le sirop qui pourrait être à l'origine du transfert des acides organiques présents dans les dattes (**Gourchala et al., 2022**). Les taux de l'acidité titrable s'avèrent inversement proportionnels à ceux de pH et s'étalent de 0,80 à 1,16 % pour TAN et HSN respectivement. La présence du noyau a fait augmenter les valeurs de pH et diminuer celles de l'acidité titrable, ceci pourrait être attribué au pouvoir tampon du noyau. Ces mêmes observations ont été faites par **Gourchala et al. (2022)** pour la variété *H'mira* en provenance de Biskra. Contrairement à **Bennabi et Aissa (2022)** où des pH plus élevés ont été notés dans le cas des sirops sans noyaux pour la même variété. Toutefois, nos valeurs restent très proches de celles de ces deux auteurs. La variabilité des résultats peut être attribuée au facteur variétal et aux conditions de fabrication des sirops (**Mimouni, 2015**).

II.3.2. Humidité

Même si l'analyse de la variance a révélé des teneurs en eau hautement significativement différents ($P \leq 0,001$) entre les sirops de l'étude, ces valeurs restent très proches et varient de 29,15 à 30,71% (**tableau VII**). Ces résultats rentrent dans l'intervalle donné par **Mimouni et Sibouker (2011)** pour plusieurs variétés algériennes (21 à 31,5 %). Pour la variété *H'mira*, ces taux s'avèrent supérieurs à ceux rapportés par **Gourchala et al. (2022)** avec 23,78% et 24,57% et **Bennabi et Aissa (2022)** avec 22,13% et 23,93% pour les sirops sans et avec noyaux respectivement et celui de **Gourchala et al. (2018)** pour le sirop avec noyau (23%). Dans le présent travail, la présence de noyau a fait augmenter légèrement la teneur en eau ; ce qui était également observé par les mêmes auteurs (**Gourchala et al., 2018 ; Gourchala et al., 2022 ; Bennabi et Aissa, 2022**). Cette différence pourrait être due

aux méthodes de fabrication des sirops de datte (durée et température de cuisson) aussi au degré Brix qui contrôle la concentration des sirops ainsi que leur teneur en eau.

II.3.3. Teneur en cendres

D'après les résultats présentés dans le **tableau VII**, on remarque que les sirops de *Tamesrit* avec ou sans noyau, présentent des taux de cendres très significativement ($P=0,005$) plus intéressants que les sirops de *H'mira*, soient 1,94% et 1,89% vs. 1,66% et 1,53% respectivement. Toutefois, quelle que soit la variété étudiée, le dénoyautage des dattes fait diminuer ce taux. Ces mêmes observations ont été faites par **Gourchala et al. (2022)** et **Bennabi et Aissa (2022)** qui ont noté des valeurs proches des nôtres ; soient 1,73% et 1,53%, 1,63% et 1,54% pour le sirop *H'mira*, avec ou sans noyau, respectivement. Cette différence pourrait être expliquée par la variété, les conditions de fabrication et le transfert de certains minéraux présents dans le noyau vers le sirop (**Gourchala et al., 2022**).

II.4. Rendement d'extraction des différents extraits

Les rendements des extraits méthanoliques et aqueux des deux sirops avec et sans noyau sont présentés la **figure 3**. Pour tous les échantillons analysés, les extraits aqueux donnent des rendements inférieurs aux extraits méthanoliques. Cependant les extraits aqueux et méthanoliques de la variété *H'mira* donnent des rendements plus intéressants que ceux de la variété *Tamesrit*. Plusieurs études ont montré l'efficacité des solvants organiques tels ; le méthanol dans l'extraction de plusieurs composés et ont montré leurs rendements élevés comparativement à l'eau (**Lahmer et Messai., 2017 ; Dakdak et al., 2021**).

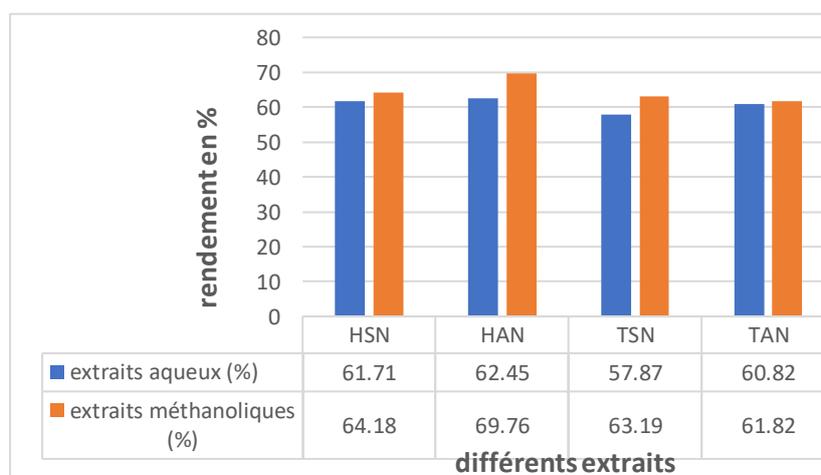


Figure 3. Rendement d'extraction des différents extraits de sirops de l'étude

II.5. Résultats des analyses phytochimiques

Les résultats de l'étude quantitative réalisée sur les extraits aqueux et méthanoliques des sirops avec et sans noyaux des deux variétés afin de déterminer la teneur en polyphénols totaux et en activité antioxydante utilisant les deux méthodes FRAP et DPPH, sont consignés dans le **tableau VIII**

Tableau VIII. Etude quantitative des extraits des sirops de dattes

Paramètre Extrait	Polyphénols totaux (mg EAG/100g d'extrait)	Activité antioxydante	
		FRAP (mg EAA/100g d'extrait)	DPPH mg/ml
Extraits aqueux			
HSN	365,54±7,17 ^a	145,03±0,59 ^a	2,462 ±0,268 ^b
HAN	423,24±14,89 ^b	151,93±0,44 ^b	1,705 ±0,268 ^a
TSN	446,63±18,19 ^c	167,62±0,87 ^c	3,977 ±0,268 ^d
TAN	549,94±14,3 ^d	178,74±0,68 ^d	3,220 ±0,268 ^c
Extraits méthanoliques			
HSN	979,81±26,46 ^c	194,91±0,83 ^c	2,553 ±0,071 ^b
HAN	1124,05±31,98 ^f	194,14±0,63 ^f	1,852 ±0,071 ^a
TSN	1182,53±15,44 ^g	202,22±0,96 ^g	4,054 ±0,071 ^d
TAN	1217,62±12,130 ^h	223,62±0,83 ^h	3,353 ±0,071 ^c

(HSN: *H'mira* sans noyau ; HAN : *H'mira* avec noyau ; TSN: *Tamesrit* sans noyau ; TAN : *Tamesrit* avec noyau)

a, b, c, d dans la même colonne : groupes homogènes donnés par l'ANOVA selon le test de Duncan

II.5.1. Teneur en polyphénols totaux

D'après les résultats présentés dans le **tableau VIII**, la teneur en polyphénols totaux varie de manière hautement significative ($P \leq 0,001$) en fonction de la variété, du solvant d'extraction et de la présence ou absence du noyau. En effet, on note le taux le plus important dans l'extrait méthanolique en présence du noyau chez la variété *Tamesrit*, soit 1217,6 mgEAG/100g d'extrait. La plus faible teneur a été enregistrée dans l'extrait aqueux de la variété *H'mira* sans noyau, soit 365,5 mg EAG/100g d'extrait. En comparant ces résultats avec les travaux de **Gourchala et al. (2022)** et **Bennabi et Aissa (2022)**, on remarque une concordance en ce qui concerne la présence du noyau qui fait également augmenter la teneur en polyphénols totaux. Cependant les valeurs rapportées par ces auteurs restent inférieures aux nôtres pour la variété *H'mira* sans et avec noyau respectivement, soient 769,5 et 799.5mg EAG/100g d'extrait (**Gourchala et al., 2022**) et 684 et 702mg EAG/100g d'extrait (**Bennabi et Aissa, 2022**). Les taux obtenus dans le présent travail sont largement supérieurs à ceux de **Mimouni et al. (2023)** pour le sirop de la variété *Tamesrit* (560 à 612mg EAG/100g d'extrait) et à ceux d'autres variétés iraniennes : 453,04mg EAG/100g d'extrait (**Farahnaky et al.,**

2016) et égyptiennes : 368,35 à 769,75 mg EAG/100g d'extrait (El-Hamzy et al., 2013). Cette variabilité pourrait être due à la variété de datte utilisée, aux conditions climatiques, à la saison de récolte et aux conditions de fabrication de sirops (Al-Farsi et Lee, 2008).

II.5.2. Activité antioxydante

II.5.2.1. Pouvoir réducteur (FRAP)

Le pouvoir réducteur des extraits testés s'avère hautement significativement ($p \leq 0,001$) très intéressant dans l'extrait méthanolique chez la variété *Tamesrit* avec noyau où une valeur maximale de $223,62 \pm 0,83$ mg EAA/100g d'extrait a été notée, l'extrait aqueux du sirop *H'mira* sans noyau a enregistré la valeur la plus faible soit $145,03 \pm 0,59$ mg EAA/100g (tableau VIII). Ces valeurs restent supérieures à celles trouvées par El-Ghandour et al. (2019) pour des sirops de dattes égyptiens (122,43 à 141,59 mg EAA/100g d'extrait). Nos résultats concordent avec ceux de Gourchala et al. (2022) et Bennabi et Aissa (2022) qui ont confirmé l'efficacité de l'ajout du noyau dans l'enrichissement du potentiel antioxydant.

II.5.2.2. Activité anti-radicalaire à l'égard de DPPH

Selon les résultats présentés dans le tableau VIII, l'activité anti-radicalaire varie hautement significativement ($p \leq 0,001$) et une activité antioxydante maximale a été observée chez le sirop TSN avec une valeur de 4,054 mg/ml. Cependant, les résultats de l'essai de piégeage des radicaux libres se montrent plus faibles chez le sirop HAN avec 1,705 mg/ml. Ces valeurs sont proches de celles rapportées par Gourchala et al. (2022) et Bennabi et Aissa (2022) soient 1,51 mg/ml pour les des sirops à base de *H'mira*.

Les mêmes observations ont été relevées lors de la quantification phénolique totale (tableau VIII), en effet, plusieurs travaux ont montré une corrélation positive entre la teneur en composés phénoliques, le pourcentage d'inhibition des radicaux libres et le pouvoir réducteur (Abbès et al., 2013 ; Gourchala et al., 2022 ; Mimouni et al., 2023).

II.6. Résultats des analyses microbiologiques

II.6.1. Caractéristiques des souches bactériennes étudiées

Les résultats de la ré-identification des souches *E. coli* et *S. aureus* sont organisés dans les **tableaux IX** et **X** respectivement.

Tableau IX. Principales caractéristiques de la souche *E. coli* testée

Souche	<i>E. coli</i>	
Caractéristiques		
Morphologiques	Critères macroscopiques	Milieu MacConkey : colonies roses, lisses, plates, relief plat à une forme irrégulière et bords irréguliers.
	Critères microscopiques	Coccobacilles Gram ⁻ Mobile
Biochimiques	Catalase	+
	Oxydase	-
	ONPG	+
	TSI	Culot jaune : fermentation du glucose. Pente jaune : fermentation de lactose / saccharose. H ₂ S ⁻ , Gaz ⁺ (séparation du milieu)
	Citrate de Simmons	-

- : absence, + : présence

Les colonies d'*E. coli* ensemencées dans le milieu sélectif « MacConkey » sont de couleur rosâtres, lisses, à relief plat et contour et forme irréguliers, ce qui correspond aux caractéristiques données par **Hart et Shears (1997)**. Les cellules bactériennes apparaissent en forme de coccobacilles mobiles à Gram négatif, présentant une catalase et un test ONPG positifs alors que les tests d'oxydase et de citrate de Simmons s'avèrent négatifs. Le test TSI a montré que la source de carbone est favorisée par voie fermentative des trois sucres : glucose, lactose et saccharose avec production de gaz sans apparition de précipité noir (H₂S⁻) (**Figure 4 et tableau IX**). Ces résultats confirment les caractéristiques microbiologiques et biochimiques relatifs à *E. coli* (**Hart et Shears, 1997 ; Freney et al., 2007**).

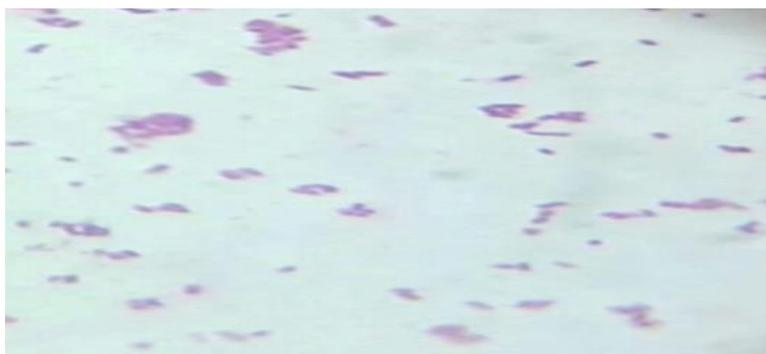


Figure 4. Coloration de Gram d'*E. coli* (G×100)
(Source : photo prise pendant l'expérimentation)

Tableau X. Principales caractéristiques de la souche *S. aureus* testée

Souche	<i>S. aureus</i>	
Caractéristiques		
Morphologiques	Critères macroscopiques	Milieu Chapman : colonies jaunes ou dorées, lisses, relief bombé à une forme ronde et bords réguliers.
	Critères microscopiques	Coques en grappe de raisin Gram ⁺ Immobile
Biochimiques	Catalase	+
	Oxydase	-
	ONPG	-
	TSI	Culot jaune : fermentation du glucose. Pente jaune : fermentation de lactose / saccharose. H ₂ S ⁻ , Gaz ⁻
	Citrate de Simmons	-

- : absence, + : présence

Les colonies de *S. aureus*, ensemencées dans le milieu sélectif « Chapman » sont de couleur jaune doré, rondes avec bords réguliers et lisses à relief bombé. Elles sont disposées sous forme de coques formant une grappe de raisin, immobile à Gram⁺, cette souche montre une catalase positive et des tests de citrate de Simmons, d'oxydase et d'ONPG négatifs. La souche fermente les trois types de sucre : glucose, lactose et saccharose sans production de gaz (Gaz⁻) ni précipité noir (H₂S⁻) (**Figure 5 et tableau X**). Ce qui a permis de confirmer les caractéristiques biochimiques et microbiologiques de la souche utilisée dans l'étude (**Hart et Shears, 1997**).

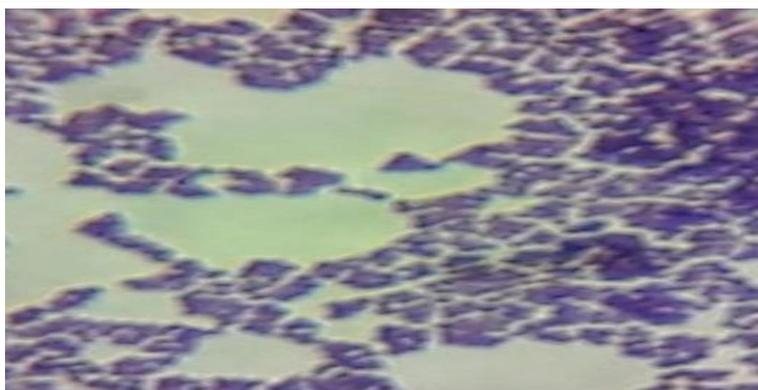


Figure 5. Coloration de Gram de *S. aureus* (G×100)

(Source : photo prise pendant l'expérimentation)

II.6.2. Résultats de l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits de sirops de dattes

II.6.2.1. Résultats préliminaires de l'activité antibactérienne

- **Témoins négatifs**

Des témoins négatifs sur l'eau distillée et le méthanol ont été réalisés vis-à-vis des deux souches. Aucune zone d'inhibition n'a été observée (**Figures 6**).

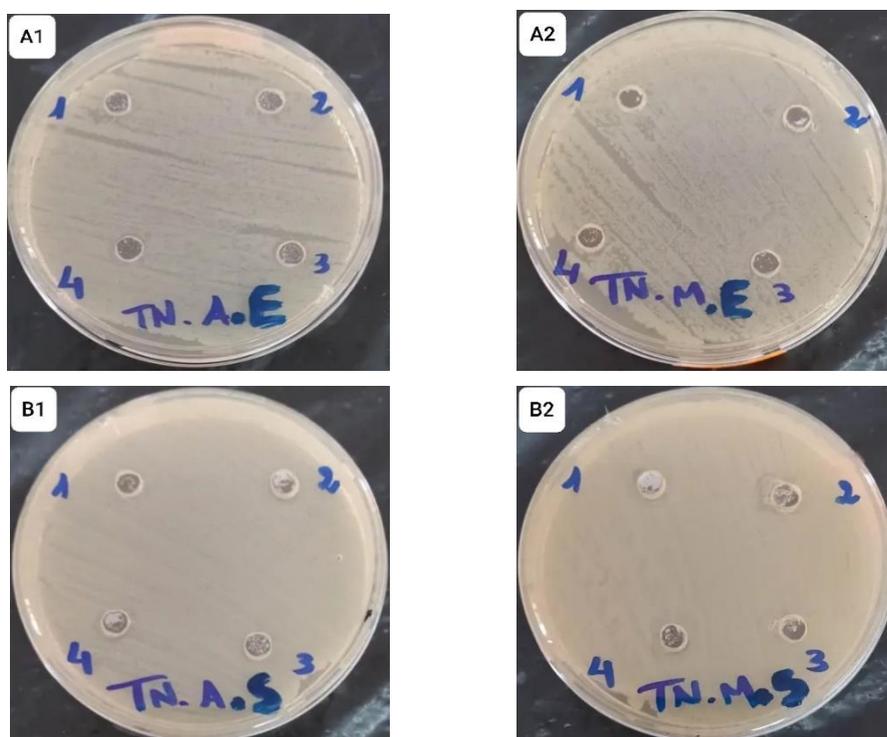


Figure 6. Témoins négatifs (A1 : eau, A2 : méthanol) sur *E. coli* (a) et (B1 : eau, B2 : méthanol) sur *S. aureus*

• **Témoins positifs**

Des témoins positifs ont été réalisés sur des antibiotiques habituellement utilisés contre les deux souches de l'étude. Les résultats des zones d'inhibition obtenus sont consignés dans le **tableau XI** et la **figure 7**.

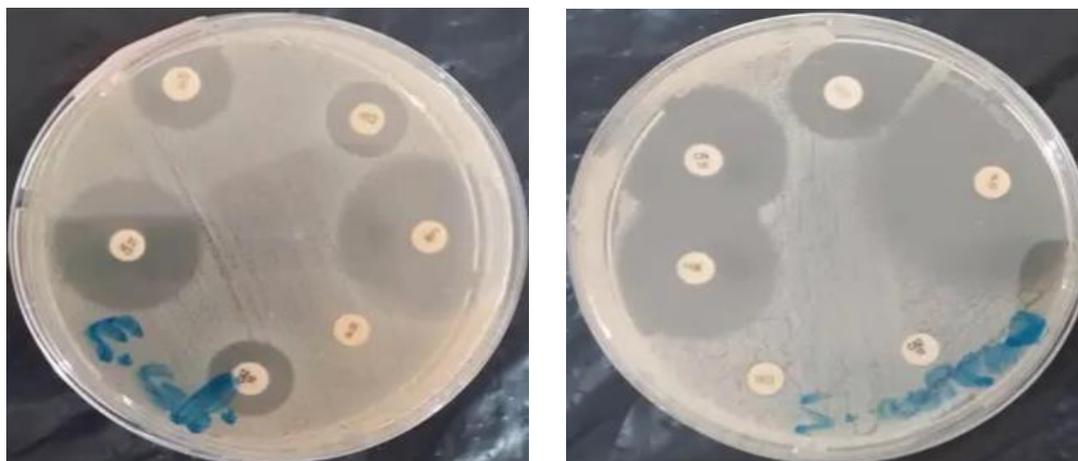


Figure 7. Témoins positifs sur *E. coli* et *S. aureus*

Tableau XI. Diamètres moyens des zones d'inhibition (cm) de la croissance d'*E. coli* et *S. aureus* par les antibiotiques

Souche	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
Paramètre Antibiotique	Z (cm)		I %	
C 30	3,3	2,9	36,67%	32,22%
CN 10	2,5	2,8	27,78%	31,11%
S 10	1,8	1,8	20%	20%
CT 10	1,5	0,6	16,67%	6,67%
CAZ 10	1,5	0,6	16,67%	6,67%
P 10	0,6	4,6	6,67%	51,11%

(CT : Colistine ; CAZ : Ceftazidime ; C : Chloramphénicol ; CN : Gentamicine ; P : Pénicilline ; S : Streptomycine)

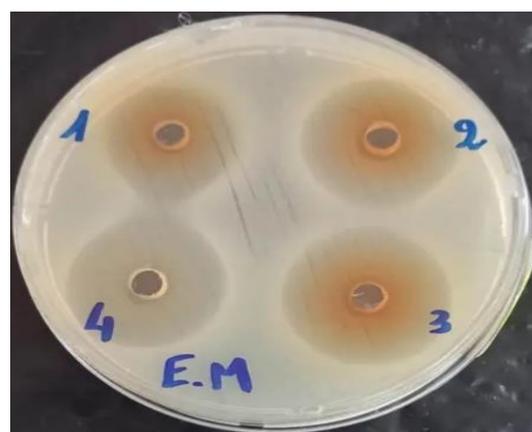
D'après les résultats présentés dans le **tableau XI**, on remarque que la souche *E. coli* est sensible au chloramphénicol et la gentamicine et résistante à la pénicilline G alors que la souche *S. aureus* est très sensible à ce même antibiotique ainsi qu'au chloramphénicol et la gentamicine et est résistante à la colistine et ceftazidime. Ces seuils de sensibilité et de résistance notés dans le présent travail se sont avérés comparables à ceux donnés par le comité d'antibiogramme de la société française de microbiologie (**CA-SFM/EUCAST, 2022**).

II.6.2.2. Effet inhibiteur des différents extraits

Pour évaluer l'activité antibactérienne des différents extraits des sirops de dattes, méthanoliques et aqueux avec et sans noyaux pour les deux variétés *H'mira* et *Tamesrit* vis-à-vis *E. coli* et *S. aureus*, différentes concentrations ont été choisies au hasard afin de déterminer les diamètres (Z) (**Annexe XI**) et les pourcentages (I %) d'inhibition. Les résultats sont présentés en moyennes±écart type dans les **tableaux XII** et **XIII**.



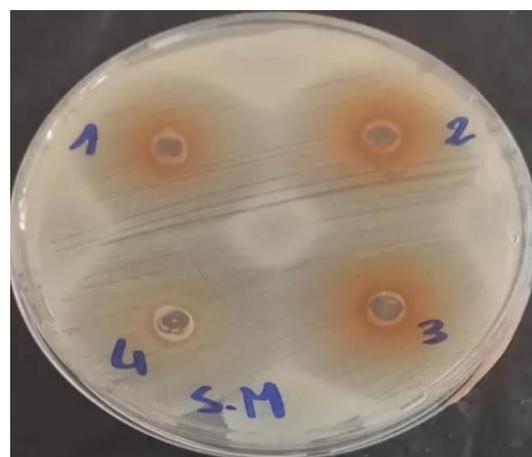
Effet des extraits aqueux vis-à-vis *E. coli*



Effet des extraits méthanoliques vis-à-vis



Effet des extraits aqueux vis-à-vis *S. aureus*



Effet des extraits méthanoliques vis-à-vis *S. aureus*

Figure 8. Zones d'inhibition des différents extraits vis-à-vis des deux souches bactériennes

Tableau XII. Diamètres moyens des zones d'inhibition de la croissance d'*E. coli* et *S. aureus* des extraits bruts et des différentes concentrations des extraits de *H'mira* et avec et sans noyaux ; aqueux et méthanoliques

Souche			<i>E. coli</i>		<i>S. aureus</i>	
Extrait	Paramètre		Z (cm)	I %	Z (cm)	I %
	HSN	EB	EA	3,57±0,04	39,67±0,47	3,82±0,02
EM			3,88±0,18	43,06±1,96	3,95±0,07	43,89±0,79
C1		EA	3,10±0,14	34,44±1,57	3,35±0,07	37,22±0,79
		EM	3,40±0,14	37,78±1,57	3,50±0,14	38,89±1,57
C2		EA	2,85±0,07	31,67±0,79	3,10±0,14	34,44±1,57
		EM	3,15±0,07	35,00±0,79	3,05±0,07	33,89±0,79
C3		EA	2,25±0,07	25,00±0,79	2,70±0,14	30,00±1,57
		EM	2,80±0,00	31,11±0,00	2,70±0,14	30,00±1,57
C4		EA	1,85±0,07	20,56±0,79	2,15±0,07	23,89±0,79
		EM	2,45±0,07	27,22±0,79	2,35±0,07	26,11±0,79
C5		EA	1,40±0,14	15,56±1,57	1,55±0,07	17,22±0,79
		EM	1,68±0,04	18,61±0,39	1,80±0,14	20,00±1,57
C6	EA	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	
	EM	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	
HAN	EB	EA	3,60±0,00	40,00±0,00	3,96±0,06	44,00±0,63
		EM	3,90±0,14	43,33±1,57	4,09±0,02	45,39±0,24
	C1	EA	3,50±0,14	38,89±1,57	3,60±0,14	40,00±1,57
		EM	3,60±0,14	40,00±1,57	3,78±0,04	41,94±0,39
	C2	EA	2,85±0,07	31,67±0,79	3,10±0,14	34,44±1,57
		EM	3,25±0,07	36,11±0,79	3,05±0,07	33,89±0,79
	C3	EA	2,50±0,14	27,78±1,57	2,60±0,14	28,89±1,57
		EM	3,00±0,14	33,33±1,57	2,85±0,07	31,67±0,79
	C4	EA	2,05±0,07	22,78±0,79	2,30±0,14	25,56±1,57
		EM	2,40±0,14	26,67±1,57	2,50±0,00	27,78±0,00
	C5	EA	1,45±0,07	16,11±0,79	1,60±0,14	17,78±1,57
		EM	1,70±0,14	18,89±1,57	1,85±0,07	20,56±0,79
C6	EA	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	
	EM	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	

(HSN: *H'mira* sans noyau ; HAN : *H'mira* avec noyau ; EM : extrait méthanolique ; EA : extrait aqueux)

Tableau XIII. Diamètres moyens des zones d'inhibition de la croissance d'*E. coli* et *S. aureus* des extraits bruts et des différentes concentrations des extraits de *Tamesrit* avec et sans noyaux ; aqueux et méthanoliques

Souche			<i>E. coli</i>		<i>S. aureus</i>	
Extrait	Paramètre		Z (cm)	I %	Z (cm)	I %
	TSN	EB	EA	3,63±0,04	40,28±0,39	3,88±0,06
EM			4,10±0,14	45,56±1,57	4,13±0,04	45,83±0,39
C1		EA	3,55±0,07	39,44±0,79	3,68±0,04	40,83±0,39
		EM	3,65±0,07	40,56±0,79	3,85±0,07	42,78±0,79
C2		EA	2,70±0,14	30,00±1,57	3,25±0,07	36,11±0,79
		EM	3,00±0,14	33,33±1,57	3,50±0,00	38,89±0,00
C3		EA	2,45±0,07	27,22±0,79	2,85±0,07	31,67±0,79
		EM	2,68±0,04	29,72±0,39	3,25±0,07	36,11±0,79
C4		EA	2,00±0,14	22,22±1,57	2,40±0,14	26,67±1,57
		EM	2,40±0,14	26,67±1,57	2,60±0,14	28,89±1,57
C5		EA	1,50±0,14	16,67±1,57	1,63±0,04	18,06±0,39
		EM	1,73±0,04	19,17±0,39	1,93±0,04	21,39±0,39
C6	EA	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	
	EM	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	
TAN	EB	EA	3,95±0,07	43,89±0,79	3,99±0,01	44,33±0,16
		EM	4,20±0,00	46,67±0,00	4,25±0,07	47,22±0,79
	C1	EA	3,58±0,11	39,72±1,18	3,70±0,14	41,11±1,57
		EM	3,80±0,14	42,22±1,57	3,95±0,07	43,89±0,79
	C2	EA	3,18±0,11	35,28±1,18	3,10±0,00	34,44±0,00
		EM	3,20±0,14	35,56±1,57	3,60±0,14	40,00±1,57
	C3	EA	2,40±0,14	26,67±1,57	2,60±0,14	28,89±1,57
		EM	2,88±0,04	31,94±0,39	3,28±0,11	36,39±1,18
	C4	EA	2,25±0,07	25,00±0,79	2,25±0,07	25,00±0,79
		EM	2,55±0,07	28,33±0,79	2,75±0,07	30,56±0,79
	C5	EA	1,53±0,04	16,94±0,39	1,65±0,07	18,33±0,79
		EM	1,75±0,07	19,44±0,79	2,05±0,07	22,78±0,79
C6	EA	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	
	EM	0,60±0,00	6,67±0,00	0,60±0,00	6,67±0,00	

(TSN: *Tamesrit* sans noyau ; TAN : *Tamesrit* avec noyau ; EM : extrait méthanolique ; EA : extrait aqueux)

II.6.2.3. Effets seuls et en interactions des différents extraits des sirops de l'étude

Pour faciliter l'exploitation des résultats, une analyse statistique de la variance a été réalisée en comparant les moyennes selon le test de Duncan. Les résultats des effets seuls (variété, souche, solvant, noyau et concentration) et en interactions sont récapitulés dans le **tableau XIV**.

Tableau XIV. Effets des différents extraits seuls et en interactions vis-à-vis les deux souches bactériennes

	Effet étudiés		ANOVA
	Variété	Tamesrit H'mira	
Effets seuls	Extrait	Méthanoliques	0,0001***
		Aqueux	
	Souche	E. coli	
		S. aureus	
	Noyau	Absence	
		Présence	
	Concentration	EB	
		C1	
		C2	
		C3	
C4			
C5			
Interactions	concentration * souches concentration * variétés noyau * extrait noyau * variétés		0,0001***
	noyau * souches		0,01*
	extrait * souches		0,017*
	extrait * variétés		0,029*
	souches * variétés		0,001**
	concentration * noyau * extrait concentration * extrait * souches concentration * extrait * variétés concentration * souches * variétés noyau * extrait * variétés extrait * souches * variétés		0,0001***
	concentration * noyau * souches		0,044*
	concentration * noyau * variétés		0,005*
	noyau * extrait * souches		0,006*
	noyau * souches * variétés		0,036*
	concentration * noyau * extrait * souches concentration * noyau * extrait * variétés concentration * noyau * souches * variétés noyau * extrait * souches * variétés		0,0001***
	concentration * extrait * souches * variétés		0,002*
	concentration * noyau * extrait * souches * variétés		0,0001***

NS : Non significatif (P>0,05) ; * : Significatif (P≤0,05) ; ** : Très significatif (P≤0,01) ; *** : Hautement significatif (P≤0,001)

L'ANOVA a montré que les effets des différents facteurs étudiés seules sont hautement significatifs ($P=0,001$), les interactions doubles et multiples s'avèrent également très intéressantes (concentrations* extraits*variété*souche*présence du noyau) et donnent des effets significatifs à hautement significatifs (**tableau XIV**). En effet l'extrait brut et méthanolique avec noyau pour le sirop *Tamesrit* vis-à-vis *S. aureus* a exprimé l'effet antibactérien le plus important avec un diamètre d'inhibition maximum de 4,25 cm correspondant à une inhibition presque de la moitié de la population microbienne ($I=47,22\%$). Même si l'extrait aqueux du sirop *H'mira* sans noyau vis-à-vis *E. coli* a donné un diamètre de 1,4 cm, son efficacité s'avère intéressante avec un pourcentage d'inhibition de $I=39,67\%$.

- **Effet des concentrations**

Pour faire ressortir l'effet de la concentration, l'ANOVA a fait sortir des groupes homogènes en comparant les moyennes selon les tests de Duncan (**tableau XV**).

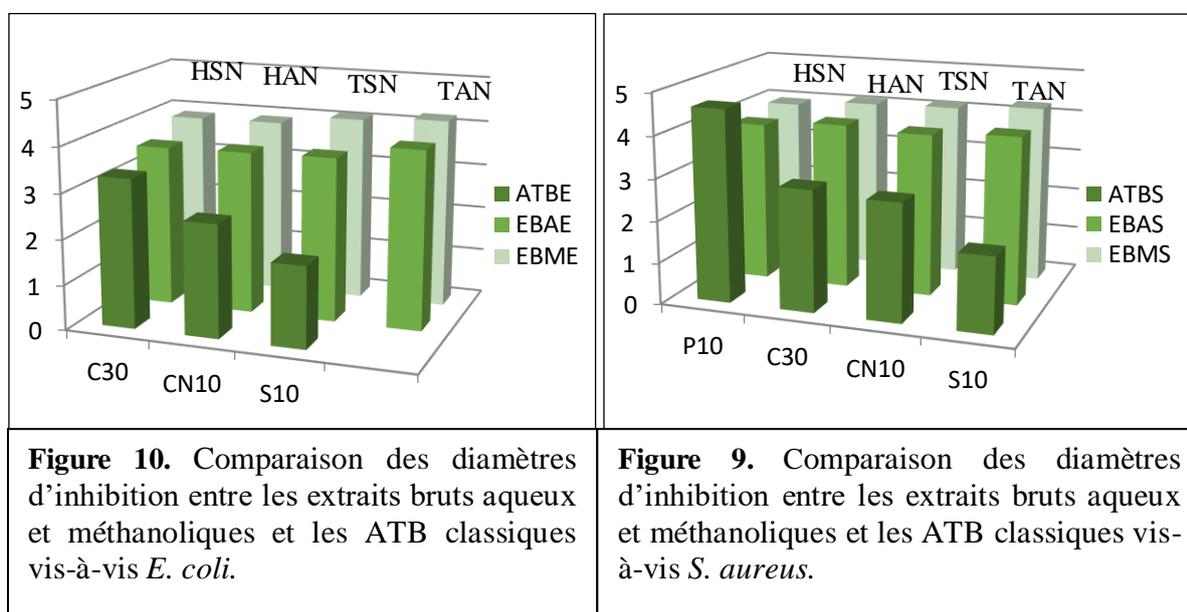
Tableau XV. Groupes homogènes donnés par l'ANOVA des différents extraits selon chaque concentration

Groupes homogènes	A	B	C	D
Concentrations	C6	C5	C4, C3	C2, C1, EB

Selon le **tableau XV**, on distingue quatre groupes homogènes pour les différentes concentrations utilisées. La valeur des diamètres obtenue pour la dernière concentration utilisée (C6) se range dans un groupe homogène distinct et s'est avérée identique et faible pour tous les extraits testés ; soit 0,60 cm seulement. Ce qui laisse supposer que la concentration minimale inhibitrice (CMI) se situe entre 0,90 et 0,98 mg/ml pour les extraits aqueux et 1,91 à 2,11 mg/ml pour les extraits méthanoliques pour les quatre types de sirops. On note que les concentrations C2 de ces extraits varient entre 6,27 à 6,86 mg/ml pour l'extrait aqueux et de 13,45 à 14,74 mg/ml pour l'extrait méthanolique. Pour les deux derniers groupes C et D, il serait plus intéressant de choisir les faibles concentrations ; C4 et C2 respectivement. Par manque des travaux effectués dans ce sens, notre étude n'a été comparée à aucune référence bibliographique.

II.6.2.4. Comparaison de l'effet des extraits bruts des sirops et les antibiotiques classiques

Afin de mieux visualiser l'effet antibactérien des différents sirops testés, une comparaison a été faite entre les extraits bruts et les antibiotiques classiques vis-à-vis *S. aureus* (Figure 8) et *E. coli* (Figure 9). L'extrait méthanolique du sirop TAN a induit une zone d'inhibition pratiquement similaire ; 4,25 cm que l'antibiotique puissant pénicilline G ; 4,6 cm vis-à-vis *S. aureus* (Figure 8). En outre, l'étude comparative des extraits bruts des quatre types de sirops a révélé un effet antibactérien plus important par rapport à l'effet des antibiotiques classiques tel que Chloramphenicol (C30), Gentamicine (CN10) et Streptomycine (S10) quelque soit la souche ; *S. aureus* ou *E. coli* (Figure 8 et 9).



II.6.2.5. Discussion de l'activité antibactérienne des différents extraits

L'activité antimicrobienne contre les bactéries analysées dans la présente étude a été évaluée qualitativement et quantitativement en fonction de la présence ou de l'absence des zones d'inhibition et le diamètre de la zone par rapport aux antibiotiques utilisées comme des références (tableau XI). La méthode de diffusion par puits est une technique permettant d'avoir une idée préliminaire sur la capacité d'un extrait à inhiber la croissance microbienne.

Les résultats révèlent que les plus hauts niveaux d'activité ont été enregistrés par le sirop issu de la variété *Tamesrit* avec noyau pour l'extrait méthanolique contre *S. aureus* avec un diamètre d'inhibition de l'ordre de 4,25 cm, suivi par des activités légèrement moins importante ; 4,20 cm pour les bactéries à Gram ; *E. coli* (tableau XII et XIII).

Généralement, les résultats ont révélé que les bactéries à Gram⁺ été plus sensibles aux différents extraits que celles à Gram⁻. Cette grande sensibilité pourrait être due à la structure de la membrane et de la paroi cellulaire extérieure. La résistance importante des bactéries Gram⁻ pour nos extraits pourrait probablement être attribuée à leur membrane extérieure qui limite la diffusion des composés hydrophobes par les lipopolysaccharides. Par contre, pour les bactéries à Gram⁺, l'absence de cette barrière permet le contact direct des constituants des composés phénoliques. D'autre part, les substances hydrosolubles exercent un effet plus faible comparé à celui des substances non hydrosolubles ; ceci réfère probablement à la capacité des molécules liposolubles de s'insérer dans les membranes des cellules bactériennes et les perturbent (Garrett et Grisham, 2000 ; Dhaouadi et al., 2011; Malheiro et al., 2012).

Comparativement à nos résultats, d'autres auteurs ont également souligné un effet antimicrobien important des sirops de dattes. Dhaouadi et al. (2011), ont montré que l'extrait acétone-eau des sirops de dattes tunisiennes a exercé un effet antimicrobien important vis-à-vis de *S. aureus* avec un diamètre d'inhibition de 1,6 cm alors qu'aucun effet n'a été observé sur *E. coli*. Quant à Taleb et al. (2016), ils ont démontré que les *S. aureus* et *E. coli* sont tous les deux sensibles aux extraits de sirops de dattes qui sont parvenues à réduire 70 à 85 % de la population bactérienne initiale. Une activité antimicrobienne plus importante et légèrement supérieure à nos résultats (4,25 cm) (tableau XIII) a été notée dans l'étude de Abd-Elhakim (2018), pour des sirops de dattes égyptiennes qui ont donné des diamètres allant jusqu'à 5,52 cm contre *S. aureus*, cependant, un diamètre plus faible (2,64 cm) que le nôtre (4,2 cm) (tableau XIII) a été enregistré par le même auteur vis-à-vis *E. coli*. Des travaux plus récents de Mimouni et al. (2023) qui ont travaillé également sur des sirops de la variété de dattes algériennes *Tamesrit* ont montré son efficacité pour inhiber la croissance des deux bactéries *E. coli* et *S. aureus* mais avec des diamètres largement inférieurs (1,1 à 1,25 cm) aux nôtres.

Nos résultats corroborent avec ceux de Gourchala et al. (2022) ; Mimouni et al. (2023), en ce qui concerne l'efficacité de l'extraction du solvant où le méthanol s'avère plus intéressant que l'eau pour les résultats phytochimiques et microbiologiques (tableau VIII, XII et XIII) ; ce qui confirme les rendements élevés en composés phénoliques et antioxydants dans les extraits méthanoliques (Figure 3). La polarité des solvants jouerait un rôle important dans la sélectivité de l'extraction à cause de l'affaiblissement des liaisons d'hydrogène dans les solutions aqueuses comparativement à l'alcool qui présente une meilleure extraction des composés bioactifs (Perveen et al., 2012 ; Mahmoudi et al., 2013 ; Truong et al., 2019).

La différence hautement significativement différente (P=0,0001) observée pour la variété a fait ressortir des effets très intéressants pour le cultivar *Tamesrit* en comparaison avec *H'mira*

pour les différentes analyses effectuées dans la présente étude ; ce qui pourrait expliquer l'effet variétal. Cependant la présence du noyau dans l'élaboration des sirops de dattes ne fait qu'enrichir les extraits en composants bioactifs qui se sont traduis par des zones d'inhibition très importantes.

Le criblage des concentrations choisies sur l'effet antibactérien s'est traduit comme suit : la concentration C3 pourrait donner l'effet d'un extrait brut ; la concentration C5 pourrait être considérée comme valeur de CMI ceci s'avère très intéressant sur le plan économique. Par manque de travaux réalisés dans ce sens, notre étude n'a été comparée à aucune référence bibliographique ce qui suggère que ce travail constitue une ébauche préliminaire afin de mieux développer l'effet de la concentration sur l'activité antimicrobienne des sirops.

Conclusion

Conclusion et perspectives

Notre travail a porté sur l'évaluation de l'activité antibactérienne des sirops de deux variétés algériennes de dattes et de déterminer l'influence de l'ajout du noyau dans leur processus de fabrication.

Dans un premier temps, le rendement en poids de la pulpe des variétés de l'étude ; 88,68 et 90,41%, les teneurs en cendres ; 1,61 et 1,72 %, l'humidité ; 13,21 et 10,45%, le pH ; 4,86 et 5,17, l'acidité titrable ; 1,072 et 0,92 % pour *H'mira* et *Tamesrit* respectivement, ont été considérés comme une qualité importante dans le choix de ces fruits.

Les sirops de dattes entières obtenus ont montré des teneurs en humidité et en cendres hautement significativement plus importantes ($P \leq 0,001$) par rapport à la matière première avec des augmentations de l'ordre de 56,9 et 64,6% et 14,87 et 11,3% et des diminutions faibles des valeurs de pH et de l'acidité titrable de l'ordre de 1,8 et 9,4% et 8,5 et 13% pour *H'mira* et *Tamesrit* respectivement. Ceci pourrait expliquer l'effet bénéfique de l'ajout du noyau dans la confection des sirops qui resteront stables lors de la conservation.

Les extraits des sirops de dattes analysés ont présenté des taux intéressants en composés bioactifs ; polyphénols et antioxydants, hautement significativement plus élevés ($P \leq 0,001$) en présence du noyau où des améliorations d'environ 13 et 19% et 5 et 6% des teneurs en polyphénols totaux et en pouvoir réducteur (FRAP) pour *H'mira* et *Tamesrit* respectivement, ont été observées.

Même si les corrélations entre la teneur en ces composés bioactifs et l'activité antibactérienne des différents extraits n'ont pas été réalisées, toutefois, des effets inhibiteurs importants ont été notés vis-à-vis les deux souches bactériennes lorsque les taux en polyphénols et en antioxydants sont élevés ; ce qui suggère que ces substances peuvent être responsables de l'effet antibactérien. Les deux types de sirops ont montré des zones d'inhibition hautement significativement ($P \leq 0,001$) plus intéressantes pour l'extrait méthanolique avec noyau de la variété *Tamesrit* vis-à-vis *S. aureus* avec un diamètre maximal de 4,25 cm.

Il ressort de cette étude que les sirops de dattes peuvent être valorisés autant que source naturelle et aliment fonctionnel ayant des propriétés thérapeutiques pouvant remplacer les antibiotiques chimiques dans le domaine pharmacologique et les additifs utilisés dans le domaine agroalimentaire.

Il serait intéressant d'enrichir cette étude préliminaire par d'autres travaux en élargissant la gamme de variété de dattes et de microorganismes utilisés pour des éventuelles applications médicales et technologiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abbès. F., Kchaou. W., Blecker. C., Ongena. M., Lognary. G., Attia. H., Besbes. S. 2013.** Effect of processing conditions on phenolic compounds and on antioxidant properties of date syrup. *Industrial crops and products*,44, 634-642.
2. **Abd-Elhakim. S. 2018.** Utilization of date waste for production of antimicrobial agent. *Middle east journal of applied science*, 08(02) : 360-369.
3. **Al-Farsi. M.A., Lee. C.Y., 2008.** Nutritional and functional properties of dates : A review *Critical Reviews in Food Science* 48, 877-887.
4. **Al-Mamary, M., Al-Habori, M., & Al-Zubairi, A. S. 2014.** The *in vitro* antioxidant activity of different types of palm dates (*Phoenix dactylifera L.*) syrups. *Arabian Journal of Chemistry*, 7, 964–971.
5. **Amenu D. (2014).** Antimicrobial activity of medicinal plant extracts and their synergistic effect on some selected pathogens. *A J Ethno*,1, 18-19.
6. **Anand S.P. et Sati N. 2013.**Artificial Preservatives and Their Harmful Effects Looking toward Nature for Safer Alternatives. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 4, 2496-2501.
7. **Andrews J.M. 2008.** BSAC standardized disc susceptibility testing method (version 7), *Journal Antimicrobial Chemotherapy*, 62, pp. 256–278.
8. **AOAC. 2000.** Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis 17th Ed. Maryland. USA. P 360.
9. **AOAC. 2002.** Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Maryland, USA.
10. **AOAC. 2005,** official method of analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935. 14 and 992. 24
11. **Audigie. L., Figarella. J., et Zonszain. F. 1978.** Manipulation biochimique. Ed. Doin, Paris, 274p.
12. **Belguedj. N., Bassi. N., Fadlaoui. S., Agli. A. 2015.** Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson local à base de dattes «Rob ». *journal of new science, agriculture and biotechnology*, 20(7) : 818-829.
13. **Bennabi. A., Aissa. S., 2022.** Etude comparative physicochimique de deux types de sirops, Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tiaret, 43p.
14. **Bettahar. H., Bettayeb. H., 2017.** Etude des propriétés organoleptiques, physicochimiques et phytochimiques des dattes, Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tiaret. 49p.
15. **Booij. I., Piombo. G., Risterucci. J.M., Coupe. M., Thomas. D., Ferry. M., 1992.** Etude de la composition chimique de datte à différentsstades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). *Fruits*. 47(6) : 667-678.
16. **Boucenna. K., Chair. K., Neguaz. A., 2016.** Effetantibactérien de quelquesvariétés de dattesalgériennes, Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tiaret. 68p.
17. **Chafi. A., Benabbes. R., Bouakka. M., Hakkou. A., Kouddane. N., Berrichi. A. 2015.** Pomological study of dates of some date palm varieties cultivated in figuig oasis. *Journal of materials and environmental science*. 6(5) : 1266-1275.
18. **Chehbi. K., Lakhdar-Toumi. S., 2008.** Impact de l'ingestion des dattes sur la prophylaxie des maladies cardiovasculaires. Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tiaret. Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tia ret. 54p.

19. **Dakdak. A., Fares. G., Lakhdari. S., 2021.** Fruits et noyaux de phoenix Différentes potentialités en médecine traditionnelle (cas infection). 55p.
20. **Delarras C., (2007).** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Tec et Doc, 476p.
21. **Dhaouadi. K., Raboudi. F., Estevan. C., Barrajon. E., Vilanova. E., Hamdaoui. M., Fattouch S., 2011.** Cell viability effects and antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian date syrup (Rub El Tamer) polyphenolic extracts. Journal of agricultural and food chemistry, 12 ;59 (1) : 402-406.
22. **El-Ghandour. H. M., Abdel-Selam. A. F., El-Chaghabi. G. A. 2019.** Evaluation of nutritionnel, biological and microbiological properties of sweetend by date « deps ». Egypt. Journal f nutrition and health, 14(1).
23. **El-Hamzy. E. M. A., Ashour. M. M. S., Moawadaud. R. k., Abd-El-Moumen. O. M. 2013.** Physico-chemecal, senseriel and antioxidative characteristics of date syrups as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. Journal of applied science recherche, 9(11) :5835-5849.
24. **EUCAST. 2022.** Comité de l'antibiogramme de la société française de Microbiologie, Paris, SFM.
25. **FAOSTAT, 2023.** Food and Africulture Organization of the United Nations, USA, consulté le 16/06/2023.
26. **Farahnaky. A., Mardani. M., Mesbahi. Gh., Majzoobi. M and Golmakani. M.T., (2016).** Some physicochemical properties of Date Syrop, Concentrate, and Liquid Sugar in Comparaison with Sucrose Solutions.
27. **Ferreira. R., Eberharter. A., Bonaldi. T., Chioda. M., Imhof. A., Becker. P.B. 2007.** Site- specific acetylation of ISWI by GCN5. BMC mol. Biol. 8 : 73.
28. **Freney. J ., Renaud. F ., Harsen. W. 2007.** Manuel de bactériologie clinique. Tec et Doc. Paris, 187p.
29. **Garett. H.M., Grisham. M.C. 2000.** Biochimie. Paris : de Boeck Université, 1292p.
30. **Geoffery. C.P. 2011.** Food science and technology. Jhon Wileg et Sons. USA, 520p.
31. **Gourchala F. 2015.** Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie, *Phoenix dactylifera L.* (*Degletmoor, Ghars, H'mira, Tamesrit* et *Tinisine*). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques (Glycémie, profil lipidique, index glycémique et pression artérielle). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.
32. **Gourchala F.Z., Bennourine Z., Boumediene S. 2018.** Caractérisation physicochimique du sirop des dattes. Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tiaret. p63.
33. **Gourchala, F., Ouazouaz, M., Mihoub, F., & Henchiri, C. 2015.** Compositional analysis and sensory profile of five date variétés grown in south Algéria. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.
34. **Gourchala. F., Mihoub. F., Lakhdar-Toumi. S., Taibi. K., 2022.** From waste to sustainable ingredient : Date (*Phoenix dactylifera L.*) pits incorporation enhances the physicochemical and sensory proprerities of algerian date syrups. Journal of Food Bioscience, 48 : 101-734.
35. **Guindo. I ., Disko. A ., konaté. I ., Sacko. K ., Abdo. M ., Dao. S ., Bougoudago. F. 2022.** Facteurs de pathogénéicités et résistance aux antibiotiques des souches d'*Escherichia coli* isolées chez les enfants diarrhéiques de 0 à 59 mois en milieu communautaire à Bamako. Health science et diseases, 23(5) : 49-59.
36. **Guiraud J.P. 1998.** Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris, pp 71-75.

37. **Guo. C., Yang. G., Wei. J., Li. Y., Xu. J., Jiang. Y. 2003.** Antioxidant activity of peel, pulpe and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Natur. Res*, 23, 1719-1726.
38. **Hannachi. S., Benkhelifa. A., Khitri. D., Brac de la perriere. R.A. 1998.** Inventaire variétale de la palmeraie algérienne. USTHB et URZA, unité de recherche sur les zones arides, 225p.
39. **Hart. ., Shears. P., Gaillot. O. 1997.** Atlas de poche de Microbiologie. Flammarion médecine-science à Paris, 313p.
40. **Heart. T. et Shears. P. 1997.** Atlas de poche Microbiologie. Flammarion médecine-Science, Paris, pp 155-167-198.
41. **Hellal. Z. 2011.** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certains huiles essentielles extraites des citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de Magister. Université Mouloud Maameri_Tizi-Ouezou.78p.
42. **Heller.W.1990.** Abrégé de physiologie végétale. Tome2. Développement. Masson, Paris.
43. **Hussein F., et Hussein M.A 1983.** Effect of Irrigation on Growth, Yield and Fruit Quality of Dry dates Grown at Asswan. Actes du Colloque « The First Symposium on the Date Palm », King Faisal University, Al-Hassa Kingdom Of Saudi Arabia : 168 - 173.
44. **ICUMSA (International Commission for Uniform Methods Of Sugar Analysis), 1994.** Moisture in speciality sugars, molasses, cane raw sugars and syrups by the Karl Fischer procedure. ICUMSA methods book, GS4/7/3-12.
45. **Khan. R., Khan. A., Naz. SH., Ullah. Q., Landiadio. V., Tufarelli. V., Ragni. M. 2021.** Potential application of *Moringa oleifera* in poultry health and production as alternative to antibiotics. *Antibiotics*, 10(12) : 1540.
46. **Lahmer N., Messai S., 2017.** Etude phytochimique et biologique des extraits aqueux et méthanoliques des écorces des racines du *Zizyphus lotus* (L). Mémoire en vue d'obtention du diplôme de Master académique, Université Ibn khaldoun-Tiaret. p38.
47. **Laraba. M., Serrat. A., Ouassaa. G. 2016,** étude *in vitro* de l'activité antioxydante des polyphénols isolées a partir d'une plante médicinale, mémoire de Master en biologie animale. Université Frères Mentouri. Constantine.
48. **Linden G. (1981).** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Ed. Lavoisier. Paris, 436 p.
49. **Mahmoudi. S., Khali. M., et Mahmoudi. 2013.** Etude de l'extraction des composées phénoliques de différentes.
50. **Malheiro R., Sa O., Pereira E., Aguiar C., Baptista P., et Pereira J.A. 2012.** *Arbutus unedo* L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties . *Industrial Corps Products*, (37) : 473-478.
51. **Marchal L., Bourdon J.L. et Richard C. 1982.** Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. Doin, Paris. 482 p.
52. **Mekki. M.S., Bukhae. V.V., Zaki. F.S. 1983.** Production of carmel color from date juice. Actes du colloque «the first symposium on the date palm ». king Faisal University, Al-Hassan Kingdom of Saudi Arabia : 552-559.
53. **Meligi M. A. et Sourial G. F. 1982.** Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. Ed : First symposium on the date palm. Saudi-Arabia : 212 - 220.
54. **Mihoub. F., Gourchala. F., Lakhdar-Toumi. S. 2019.** Bioactivity of algerian palm date *Phoenix dactylifera* L. *Ukrainian food journal*, 8(2)249.

55. **Mimouni Y., (2015).** Développement des produits diététiques hypoglycémiant à base de dattes molles variété Ghars, la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse de doctorat. Sciences biologiques. Université KasdiMerbeh-Ouargla.
56. **Mimouni Y., Benaissa A., Bedda H., 2023.** Bioactive metabolite composition and biological properties of date syrups of four cultivars. *Journal of Food and Nutrition Research*, 11(2) :158-167.
57. **Mimouni, Y et Siboukeur, O. E. K. 2011.** Etude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops a haute teneur en fructose (isoglucose), issues de l'industrie de l'amidon. *Ann. Sci. Tech.*, 3(1), 1-11.
58. **Mohammed S., Shabana H.R. et Mawloud E.A., 1983.** Evaluation and identification of Iraqi date cultivars. Fruits characteristics of fifty cultivars. *Date Palm Journal*, vol 2. N°1 : 27-55.
59. **Nielsen. S. S. 2010.** Physicochemical change of farm-raised pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as influenced by iced storage. *Food analysis*. 4 th edition, food science text series, Springer, USA, 602p.
60. **Orak H.H., Yagrar H., Isbilir S.S., Demirci A.S., Gumus T., Ekinçi N. 2011.** Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of strawberry tree « *Arbutus unedo L.* » leaf. *Food.Sci. biochemical*, (23) : 1249-1259.
61. **Perveen.K., Bokhari. N.A.D.S. 2012.** Antibacterial activity of *Phoenix dactylifera L.* leaf pit extracts against selected Gram negative and Gram positive pathogenic bacteria. *Journal of Medicinal plants Research*, 6(2) : 296-300.
62. **Pibiri M.C. 2006.** Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat, école polytechnique fédérale de Lausanne. France, 155 p.
63. **Sachetti G., Maietti S., Muzzoli M., Scaglianti M., Manfredini S., Radice M. et Bruni R. 2005.** Comparative evaluation of 11 essential oils of different origins functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in food. *Food chemistry*, (14) : 621-632.
64. **Singleton V.L. et Rossi J.A. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Technology Viticulture*, (10) : 44-158.
65. **Taouda, H., MraniAlaoui, M., Errachidi, F., Chabir, R., and Aarab, L., 2014.** Etude comparative des caractéristiques morphométriques et biochimiques des dattes commercialisées dans le marché régional de FES/MAROC. Munier p(1973). *Le palmier datier*. Ed. Maisonneuve, Paris, pp221.
66. **Thurre. N. 2007.** Influence dans la période de récolte sur l'activité antioxydante, la teneur en sucre et en acidité, la quantité de phénol totaux, d'anthocyanes totaux et d'acide ellagique dans les akènes et dans la chair des fraises, HEVS-Sicru.
67. **Traoré Y., Ouattara K., Yéo D., Doumbia I. et Coulibay A. 2012.** Recherche des activités antifongiques et antibactériennes des feuilles d'*Annona senegalensis Pers* (Annonaceae). *J. App. Biosci*, (20) : 4234-4242.
68. **Truong. D. H., Nguyen. D. H., Ta. N. T. A., Bui. A. V., Do. T. H., Nguyen. H. C. 2019.** Evaluation of the use of different solvents for phytochemical constituents, antioxidants, and *in vitro* anti-inflammatory activities of *Severinia buxifolia*. *Journal of food Qual*, pp.1-9.
69. **Vayalil. P. K. 2002.** antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera L. Arecaceae*). *Journal of agricultural and food chemistry*, 50, 610-617.

Annexes

Annexes

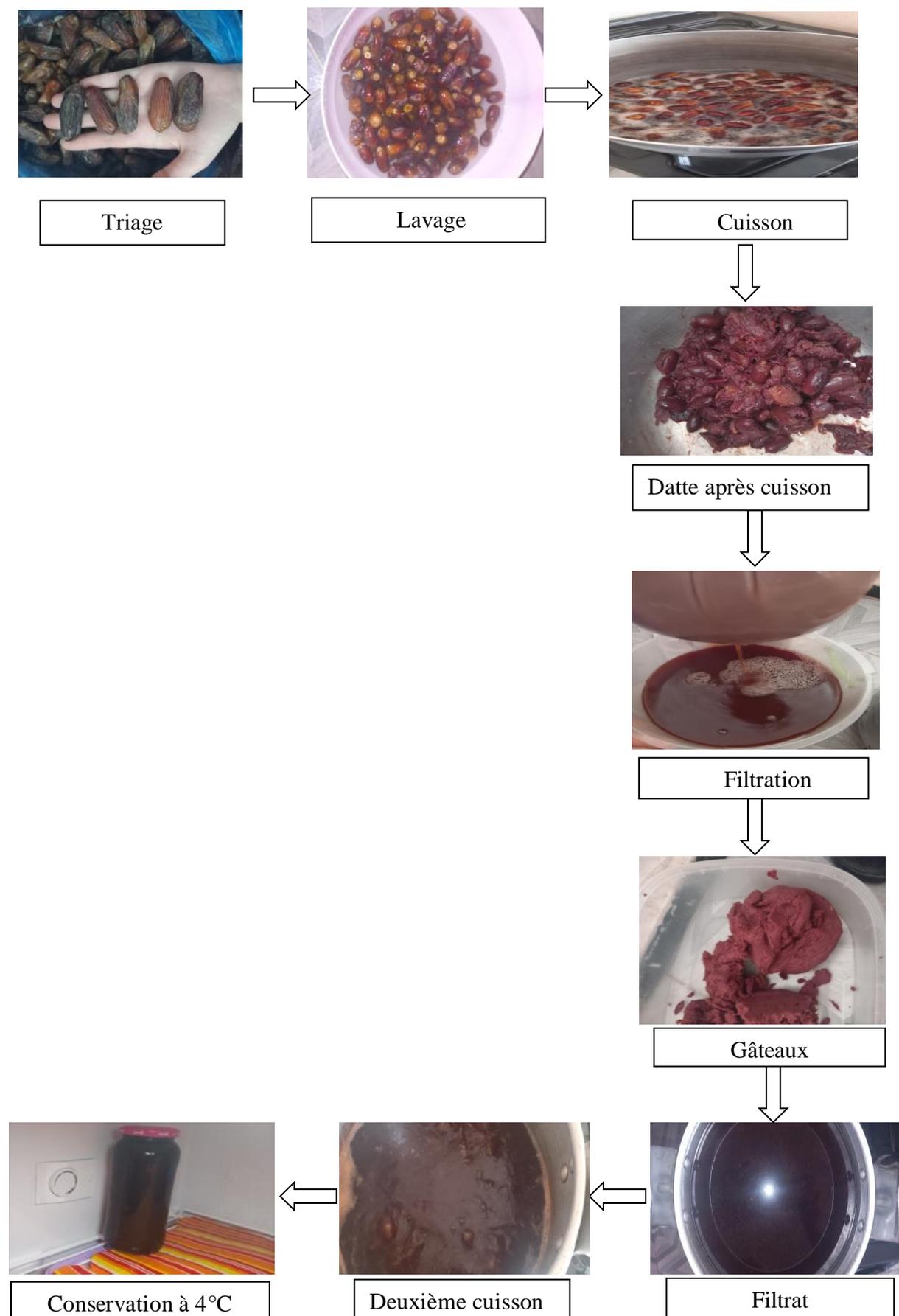
Annexe I. Composition des différents milieux de cultures utilisés (Guiraud, 1998)

Milieu	Composition (g/l)	pH
Bouillon nutritif	Peptone 10g Extrait de viande 5g Chlorure de sodium 5g Eau distillée 1L	7,2
Gélose citrate de Simmons	Citrate de sodium 1g Chlorure de sodium 5g Sulfate de magnésium 200mg Dihydrogénophosphate d'ammonium... 1g Monohydrogénophosphate de potassiu... 1g Bleu de bromothymol 80mg Agar 13g	6,8
Gélose TSI	Tryptone 14g Extrait autolytique de levure 3g Extrait de viande 3g Glucose 1g Lactose 10g Saccharose 10g Chlorure de sodium 5g Citrate ferrique ammoniacal 0,3g Rouge de phénol 0,024g Agar 13,5g Eau distillée 1L	7,4
Mac Conckey	Peptone 20g Lactose 10g Sels biliaires 1,5g Cristal violet 0,001g Rouge neutre 0,05g Chlorure de sodium 5g Agar 15g Eau distillée 1L	7,1
Chapman	Peptone 10g Extrait de levure 3g Extrait de viande 1g Chlorure de sodium 70g Mannitol 10g Rouge de phénol 0,025g Agar 15g Eau distillée 1L	7,4
Muller-Hinton	Extrait des viande 3g Hydrolysats de caséine 17,5g Amidon 1,5g Agar 17g Eau distillée 1L	7,2 à 7,4

Annexe II. tableau des critères d'évaluation quantitative des dattes (d'après Meligi et Sourial, 1982 ; Mohammed *et al.*, 1993)

Paramètre	Critère	Valeur	Evaluation qualitative
Longueur de fruit	Réduite	<3,5 cm	Mauvais caractère
	Moyenne	3,5 – 4 cm	Acceptable
	Longue	>4 cm	Bon caractère
Diamètre du fruit	Faible	<1,5 cm	Mauvais caractère
	Moyen	1,5 – 1,8 cm	Acceptable
	Elevé	>1,8 cm	Bon caractère
Poids de fruit	Faible	<6 g	Mauvais caractère
	Moyen	6 – 8 g	Acceptable
	Elevé	>8 g	Bon caractère
Poids de la pulpe	Faible	<5 g	Mauvais caractère
	Moyen	5 – 7 g	Acceptable
	Elevé	>7 g	Bon caractère
pH	pH acide	<5,4	Mauvais caractère
	Compris entre	5,4 – 5,8	Acceptable
	Supérieur	>5,8	Bon caractère
Humidité	Très faible	<10 %	Mauvais caractère
	Moyenne	10 – 24 %	Acceptable
	Elevée	25 – 30 %	Bon caractère
	Très élevée	>30%	Mauvais caractère

Annexe III. Diagramme détaillé de la fabrication de sirop de datte



Annexe IV. Photos prises lors de l'expérimentation



Analyses morphométriques des deux variétés de dattes

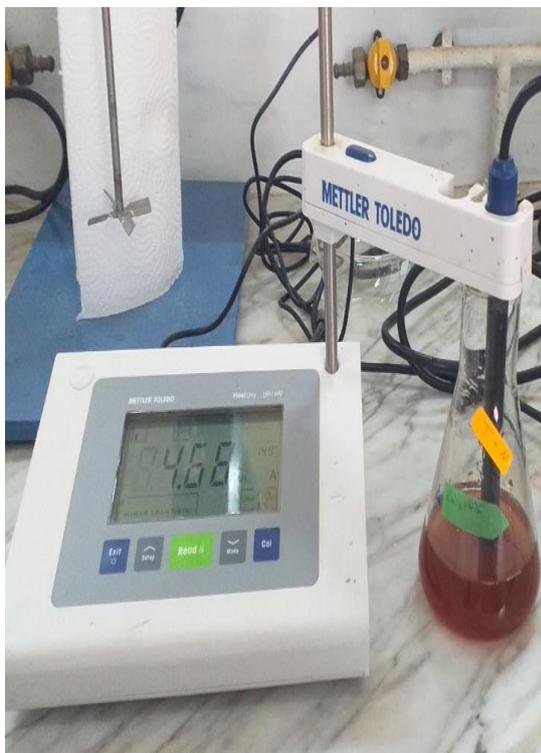


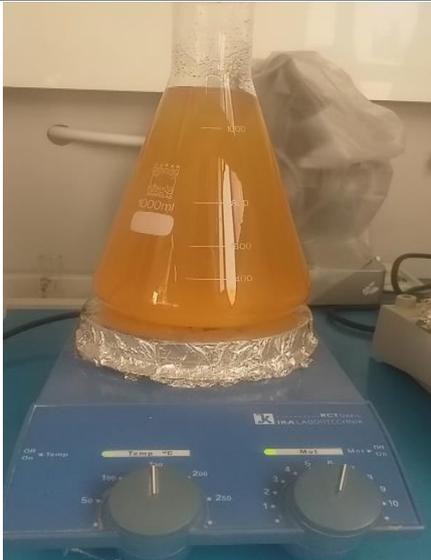
Photo prise lors de l'analyse du pH



Photo prise lors de détermination de l'humidité

Annexes V. Différents appareillages utilisés lors de l'expérimentation

Appareils	Utilisation	Photo prise lors de l'expérimentation
pH mètre	pH ; acidité titrable	
Pied à coulisse	Critères dimensionnels ; diamètres des zones d'inhibitions	
Balance analytique	Pesage des réactifs lors des différentes analyses	

<p>Agitateur magnétique chauffant</p>	<p>Agitation, homogénéisation, chauffe, Préparation des milieux de cultures et lors des différentes analyses</p>	
<p>Bec Bunsen</p>	<p>Analyses microbiologiques.</p>	
<p>Spectrophotomètre</p>	<p>Analyses phytochimiques ; standardisation de l'inoculum</p>	

<p>Rota vapeur</p>	<p>Extraction</p>	
<p>Refractomètre</p>	<p>TSS</p>	
<p>Centrifugeuse</p>	<p>FRAP</p>	

<p>Four à moufle</p>	<p>Teneur en cendres</p>	
<p>Etuve</p>	<p>Humidité ; incubation des cultures bactériennes</p>	
<p>Bain marie</p>	<p>liquéfaction des milieux de culture et lors des analyses phytochimiques</p>	

<p>Vortex</p>	<p>Standardisation</p>	
<p>Microscope optique</p>	<p>Coloration de Gram</p>	
<p>Autoclave</p>	<p>Stérilisation des milieux de cultures, des embouts ; destruction des souches</p>	

<p>Réfrigérateur</p>	<p>Conservation des souches, des réactifs, des milieux de cultures</p>	
<p>Stérilisateur (Four Pasteur)</p>	<p>Stérilisation des verreries</p>	

Annexe VI. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique**Préparation de la gamme d'étalonnage**

Peser 10 g de l'acide gallique et ajuster par l'eau distillée jusqu'au 10 ml.

La première dilution: à partir la solution mère de l'acide gallique prélever 1 ml et ajouter sur 9 ml de l'eau distillée.

La deuxième dilution : à partir la première dilution prélever 1 ml et met dans un tube contient 9 ml de l'eau distillée.

Les autres dilutions réaliser par la même procédure jusqu'aux 6 dilutions.

La lecture des densités optiques à longueur d'onde de 730 nm.

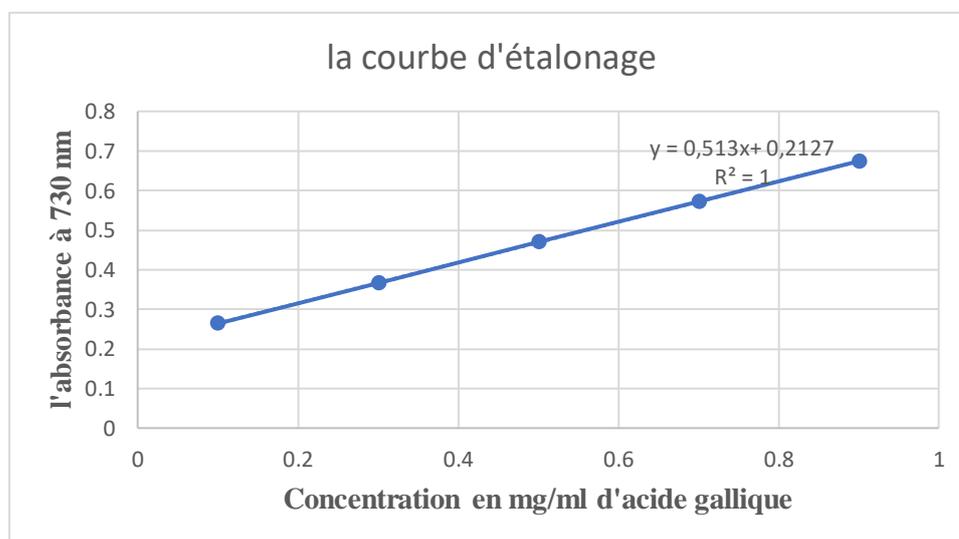


Figure 10. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

Annexe VII. Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique

Un gradient de concentration a été réalisé à partir de différentes solutions mères, les dilutions et les densités optiques correspondantes sont présentées dans le tableau suivant (Ouali, 2014) :

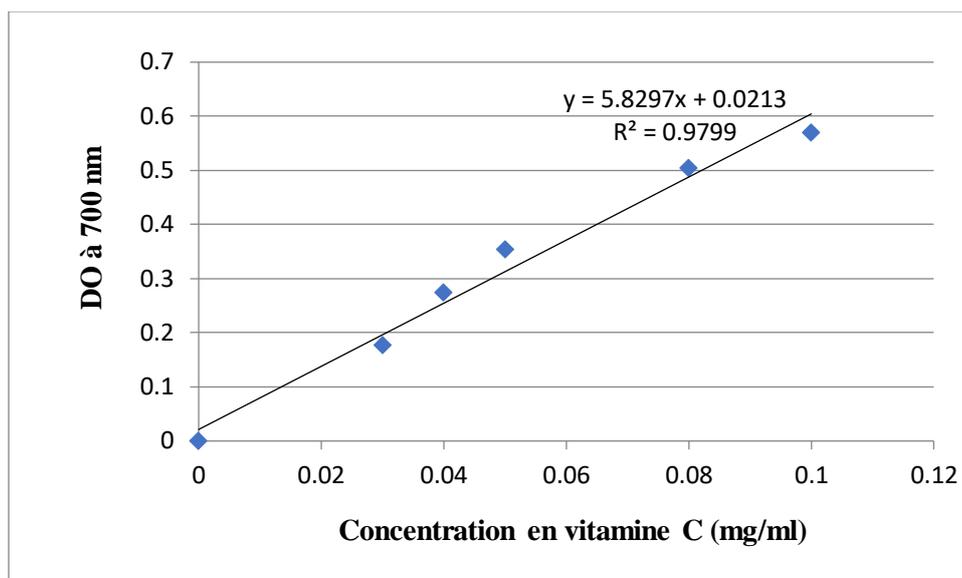


Figure 11. Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

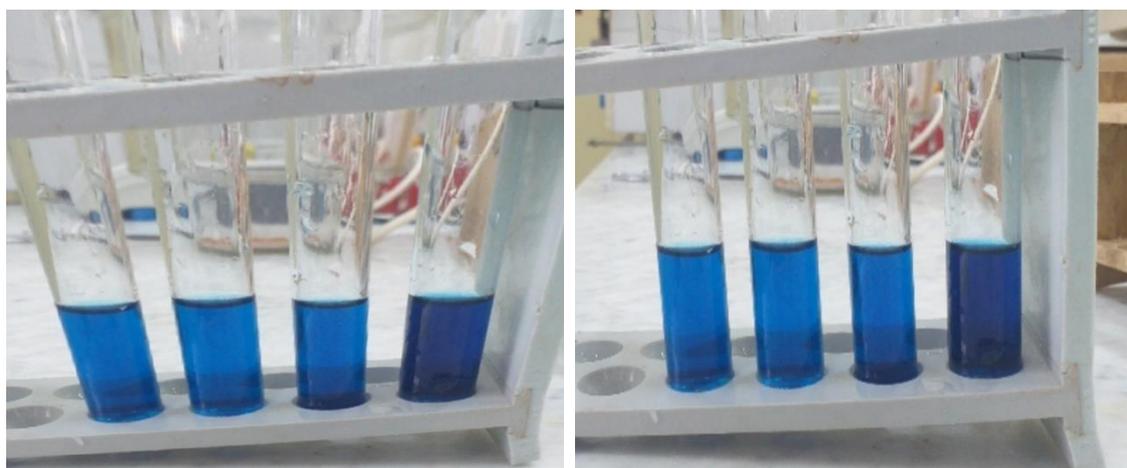
Annexe VIII. Photos des analyses phytochimiques



Photos prises lors d'expérimentation du DPPH des extraits bruts aqueux et méthanoliques

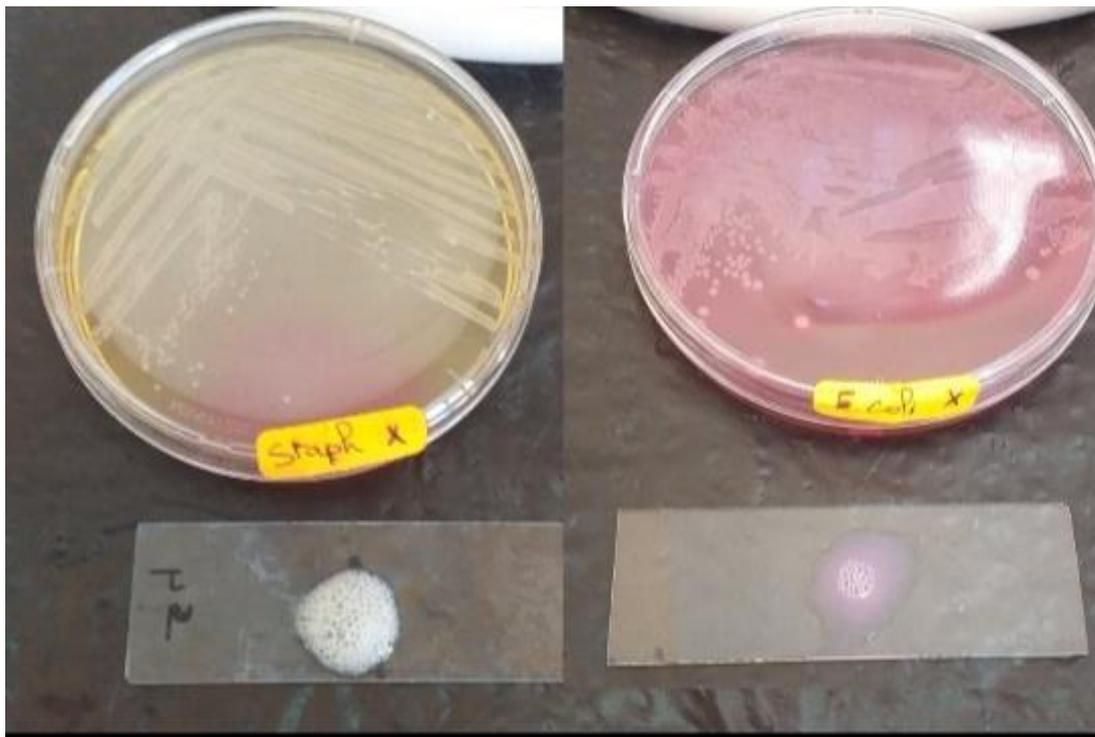


Photos prises lors d'expérimentation du polyphénols totaux des extraits bruts aqueux et méthanoliques

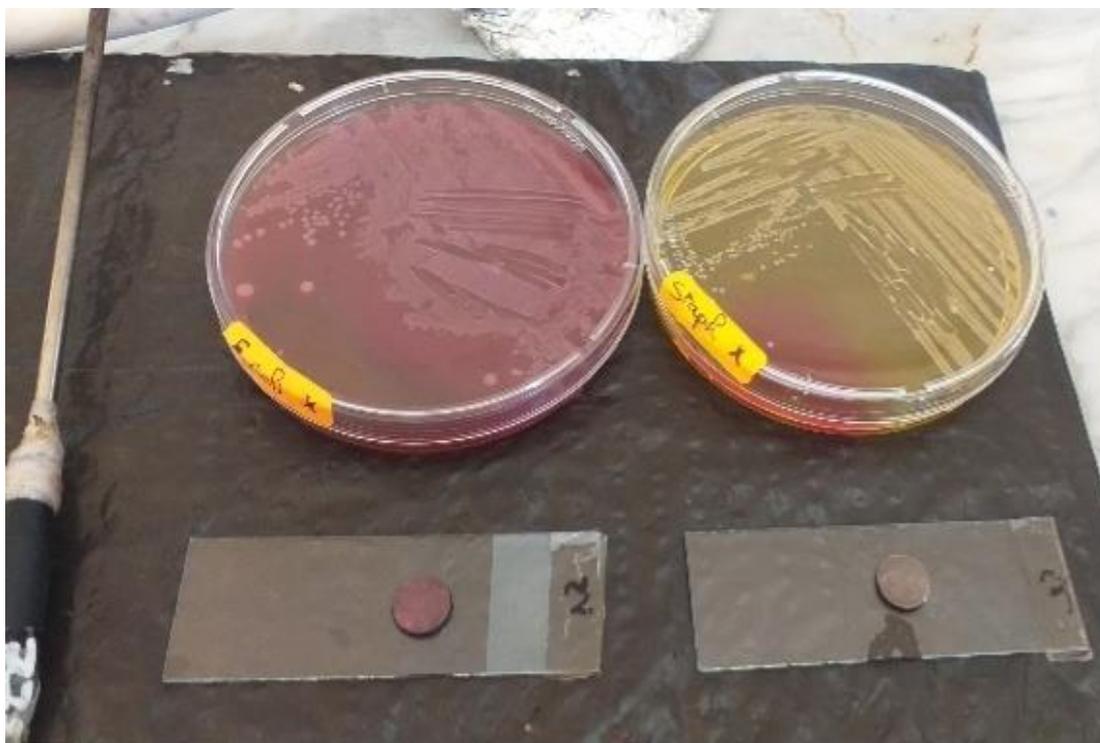


Photos prises lors d'expérimentation du FRAP des extraits bruts aqueux et méthanoliques

Annexe IX. Photos des analyses microbiologiques

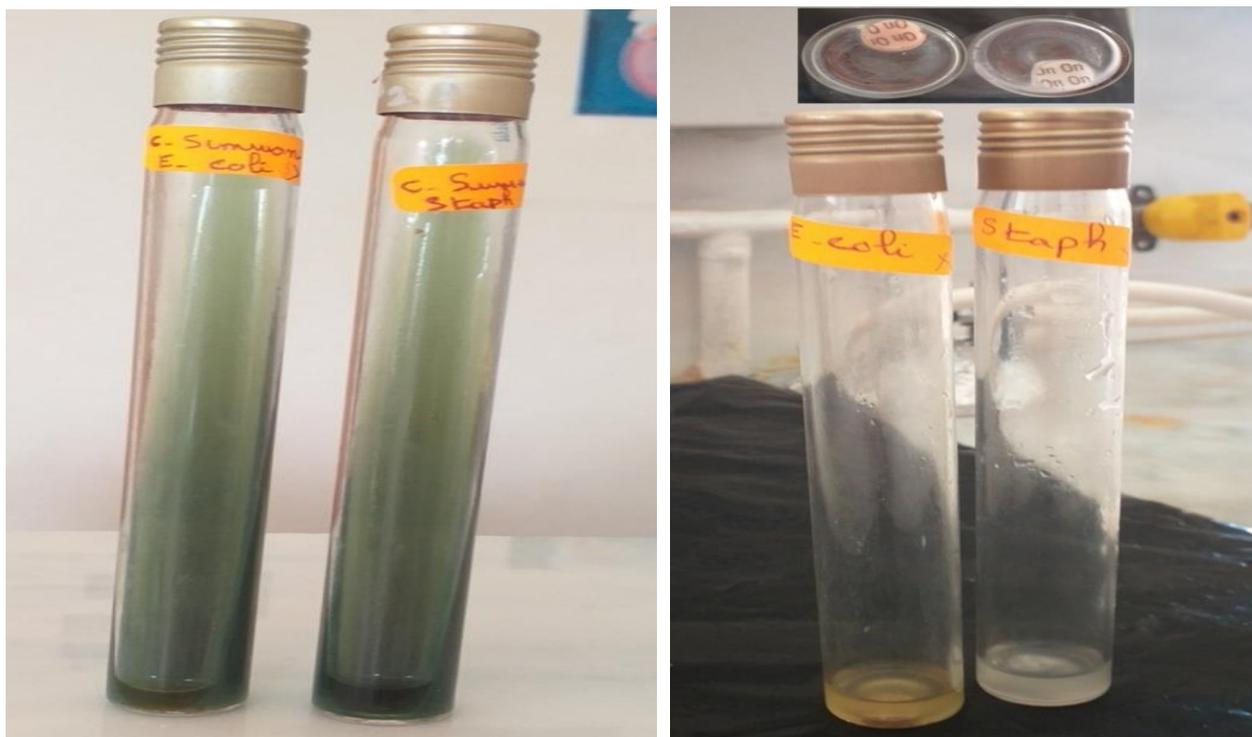


Photos prises lors d'expérimentation du test catalase



Photos prises lors d'expérimentation du test oxydase

Annexe IX. (suite)



Photos prises lors d'expérimentation du test citrate de Simmons et du test ONPG



Photo prise lors d'expérimentation du test TSI

Annexe X. Coloration de Gram (Delarras, 2007)**Méthode de coloration de Gram**

Fixer sur une lame stérile le frottis de la souche examinée à la chaleur, verser quelques gouttes de violet de Gentiane, après une minute rincer avec l'eau distillée sans insister pour éliminer l'excès.

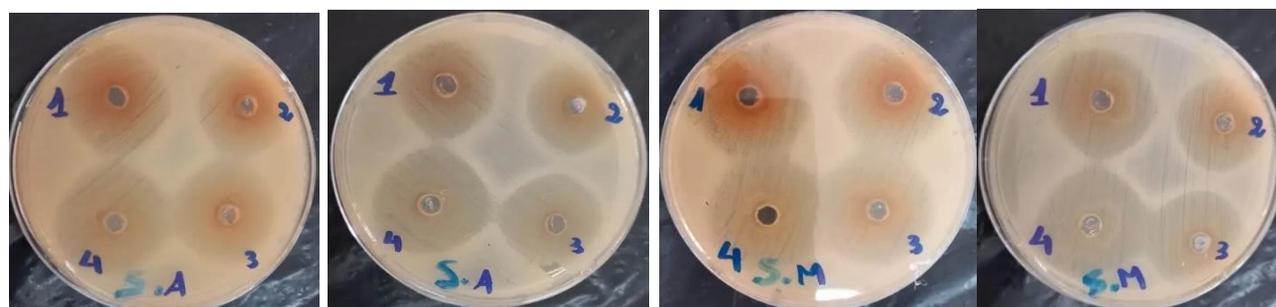
Traiter la souche une minute dans une solution de Lugol puis rincer abondamment à l'eau distillée.

Rincer les deux côtés de la lame par l'alcool 95% (éthanol / acétone) pendant 30 secondes, rinçage à l'eau distillée.

Prolonger la lame une minute dans la fuchsine, rinçage à l'eau distillée.

Sécher la lame à la flamme d'un bec Bunsen.

Observation microscopique à l'objectif $\times 100$ en utilisant l'huile d'immersion des colonies bactériennes de couleur violette considérées comme des bactéries à Gram positif (Gram⁺) et des colonies colorées en rose sont des bactéries à Gram négatif (Gram⁻).

Annexe XI. Zones d'inhibition des différents extraits vis-à-vis des deux souches bactériennesExtraits aqueux *E.coli*Extraits méthanoliques *E.coli*Extraits aqueux *S. aureus*Extraits méthanoliques *S. aureus*



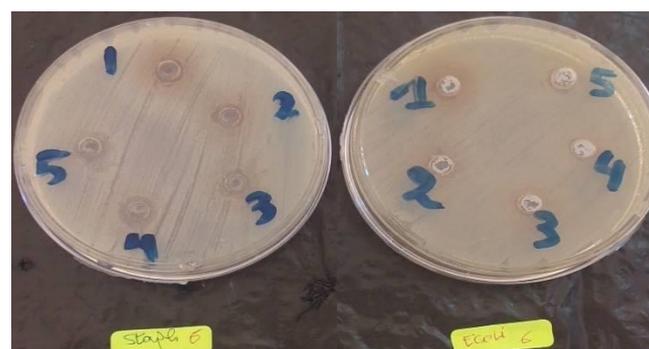
Extraits aqueux HSN



Extraits méthanoliques HSN



Extraits aqueux HAN



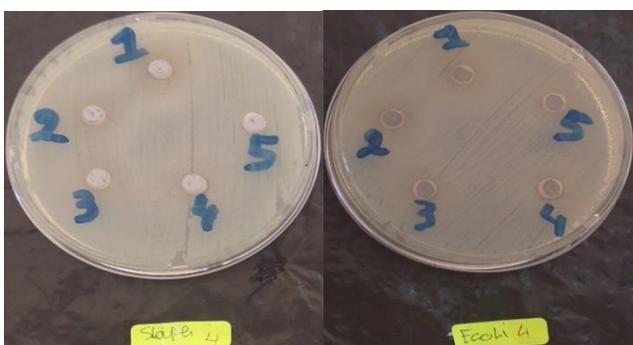
Extraits méthanoliques HAN



Extraits aqueux TSN



Extraits méthanoliques TSN



Extraits aqueux TAN



Extraits méthanoliques TAN

Annexe XII. Paramètre de l'activité antibactérienne vis-à-vis *E. coli*

Tableau 5. Diamètres moyens des surfaces d'inhibition et des coefficients d'inhibition, de la croissance d'*E. coli* des extraits bruts et des différentes concentrations des extraits de *H'mira* et *Tamesrit* avec et sans noyaux ; aqueux et méthanoliques.

Extrait		Paramètre	$Z^2(\text{cm}^2)$	Z'	A
HSN	EB	EA	12,75±0,30	10,00±0,24	0,20±0,00
		EM	15,03±1,37	11,80±1,08	0,24±0,02
	C1	EA	9,62±0,88	7,55±0,69	0,15±0,01
		EM	11,57±0,96	9,08±0,75	0,18±0,02
	C2	EA	8,13±0,40	6,38±0,32	0,13±0,01
		EM	9,93±0,45	7,79±0,35	0,16±0,01
	C3	EA	5,07±0,32	3,98±0,25	0,08±0,00
		EM	7,84±0,00	6,15±0,00	0,12±0,00
	C4	EA	3,43±0,26	2,69±0,21	/
		EM	6,01±0,35	4,71±0,27	0,09±0,01
	C5	EA	1,97±0,40	1,55±0,31	/
		EM	2,81±0,12	2,20±0,09	/
C6	EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
	EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
HAN	EB	EA	12,96±0,00	10,17±0,00	0,20±0,00
		EM	15,22±1,10	11,95±0,87	0,24±0,02
	C1	EA	12,26±0,99	9,62±0,78	0,19±0,02
		EM	12,97±1,02	10,18±0,80	0,20±0,02
	C2	EA	8,13±0,40	6,38±0,32	0,13±0,01
		EM	10,57±0,46	8,29±0,36	0,17±0,01
	C3	EA	6,26±0,71	4,91±0,56	0,10±0,01
		EM	9,01±0,85	7,07±0,67	0,14±0,01
	C4	EA	4,21±0,29	3,30±0,23	0,07±0,00
		EM	5,77±0,68	4,53±0,53	0,09±0,01
	C5	EA	2,11±0,21	1,65±0,16	/
		EM	2,90±0,48	2,28±0,38	/
C6	EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
	EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	

Extrait		Paramètre	Z^2 (cm ²)	Z'	A	
TSN	EB	EA	13,14±0,25	10,31±0,20	0,21±0,00	
		EM	16,82±1,16	13,20±0,91	0,26±0,02	
	C1	EA	12,61±0,50	9,89±0,39	0,20±0,01	
		EM	13,33±0,52	10,46±0,41	0,21±0,01	
	C2	EA	7,30±0,76	5,73±0,60	0,11±0,01	
		EM	9,01±0,85	7,07±0,67	0,14±0,01	
	C3	EA	6,01±0,35	4,71±0,27	0,09±0,01	
		EM	7,16±0,19	5,62±0,15	0,11±0,00	
	C4	EA	4,01±0,57	3,15±0,44	0,06±0,01	
		EM	5,77±0,68	4,53±0,53	0,09±0,01	
	C5	EA	2,26±0,42	1,77±0,33	/	
		EM	2,98±0,12	2,34±0,09	/	
	C6	EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
		EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
	TAN	EB	EA	15,61±0,56	12,25±0,44	0,24±0,01
			EM	17,64±0,00	13,85±0,00	0,28±0,00
		C1	EA	12,79±0,76	10,04±0,59	0,20±0,01
			EM	14,45±1,07	11,34±0,84	0,23±0,02
C2		EA	10,09±0,67	7,92±0,53	0,16±0,01	
		EM	10,25±0,91	8,05±0,71	0,16±0,01	
C3		EA	5,77±0,68	4,53±0,53	0,09±0,01	
		EM	8,27±0,21	6,49±0,16	0,13±0,00	
C4		EA	5,07±0,32	3,98±0,25	0,08±0,00	
		EM	6,51±0,36	5,11±0,28	0,10±0,01	
C5		EA	2,33±0,11	1,83±0,08	/	
		EM	3,07±0,25	2,41±0,19	/	
C6		EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
		EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	

Annexe XIII. Paramètre de l'activité antibactérienne vis-à-vis *S. aureus***Tableau 6.** Diamètres moyens des surfaces d'inhibition, et des coefficients d'inhibition, de la croissance de *S. aureus* des extraits bruts et des différentes concentrations des extraits de *H'mira* et *Tamesrit* avec et sans noyaux ; aqueux et méthanoliques.

Paramètre Extrait			Z ² (cm ²)	Z'	A	
HSN	EB	EA	14,56±0,16	11,43±0,13	0,23±0,00	
		EM	15,61±0,56	12,25±0,44	0,24±0,01	
	C1	EA	11,23±0,47	8,81±0,37	0,18±0,01	
		EM	12,26±0,99	9,62±0,78	0,19±0,02	
	C2	EA	9,62±0,88	7,55±0,69	0,15±0,01	
		EM	9,31±0,43	7,30±0,34	0,15±0,01	
	C3	EA	7,30±0,76	5,73±0,60	0,11±0,01	
		EM	7,30±0,76	5,73±0,60	0,11±0,01	
	C4	EA	4,63±0,30	3,63±0,24	0,07±0,00	
		EM	5,53±0,33	4,34±0,26	0,09±0,01	
	C5	EA	2,41±0,22	1,89±0,17	/	
		EM	3,25±0,51	2,55±0,40	/	
	C6	EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
		EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
	HAN	EB	EA	15,69±0,45	12,31±0,35	0,25±0,01
			EM	16,69±0,18	13,10±0,14	0,26±0,00
		C1	EA	12,97±1,02	10,18±0,80	0,20±0,02
			EM	14,27±0,24	11,20±0,19	0,22±0,00
C2		EA	9,62±0,88	7,55±0,69	0,15±0,01	
		EM	9,31±0,43	7,30±0,34	0,15±0,01	
C3		EA	6,77±0,74	5,31±0,58	0,11±0,01	
		EM	8,13±0,40	6,38±0,32	0,13±0,01	
C4		EA	5,30±0,65	4,16±0,51	0,08±0,01	
		EM	6,25±0,00	4,91±0,00	0,10±0,00	
C5		EA	2,57±0,45	2,02±0,36	/	
		EM	3,43±0,26	2,69±0,21	/	
C6		EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
		EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	

(TSN: *Tamesrit* sans noyau ; TAN : *Tamesrit* avec noyau ; EM : extrait méthanolique ; EA : extrait aqueux)

Extrait		Paramètre	Z ² (cm ²)	Z'	A	
TSN	EB	EA	15,02±0,49	11,79±0,39	0,24±0,01	
		EM	17,02±0,29	13,36±0,23	0,27±0,00	
	C1	EA	13,46±0,33	10,56±0,26	0,21±0,01	
		EM	14,83±0,54	11,64±0,43	0,23±0,01	
	C2	EA	10,57±0,46	8,29±0,36	0,17±0,01	
		EM	12,25±0,00	9,62±0,00	0,19±0,00	
	C3	EA	8,13±0,40	6,38±0,32	0,13±0,01	
		EM	10,57±0,46	8,29±0,36	0,17±0,01	
	C4	EA	5,77±0,68	4,53±0,53	0,09±0,01	
		EM	6,77±0,74	5,31±0,58	0,11±0,01	
	C5	EA	2,64±0,11	2,07±0,09	/	
		EM	3,71±0,13	2,91±0,11	/	
	C6	EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
		EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
	TAN	EB	EA	15,92±0,11	12,50±0,09	0,25±0,00
			EM	18,07±0,60	14,18±0,47	0,28±0,01
		C1	EA	13,70±1,05	10,75±0,82	0,22±0,02
			EM	15,61±0,56	12,25±0,44	0,24±0,01
C2		EA	9,61±0,00	7,54±0,00	0,15±0,00	
		EM	12,97±1,02	10,18±0,80	0,20±0,02	
C3		EA	6,77±0,74	5,31±0,58	0,11±0,01	
		EM	10,73±0,69	8,42±0,54	0,17±0,01	
C4		EA	5,07±0,32	3,98±0,25	0,08±0,00	
		EM	7,57±0,39	5,94±0,31	0,12±0,01	
C5		EA	2,73±0,23	2,14±0,18	/	
		EM	4,21±0,29	3,30±0,23	0,07±0,00	
C6		EA	0,36±0,00	0,28±0,00	/	
		EM	0,36±0,00	0,28±0,00	/	

(TSN: *Tamesrit* sans noyau ; TAN : *Tamesrit* avec noyau ; EM : extrait méthanolique ; EA : extrait aqueux)

Résumé

L'exploitation du patrimoine phoenicicol algérien reste insuffisante au regard de sa grande production et diversité. Notre étude a porté sur la bioactivité des sirops de dattes et l'évaluation de son potentiel antibactérien.

Les analyses morphométriques et physicochimiques ont été réalisés sur deux variétés de dattes *Tamesrit* et *H'mira* provenant de Ghardaïa et Bèchar respectivement qui ont servi à la confection des sirops en présence et en absence du noyau. Par la suite, des caractérisations physicochimiques et phytochimiques ont été effectuées sur les différents sirops obtenus. L'évaluation *in vitro* de l'effet antibactérien de leurs extraits aqueux et méthanoliques sur la croissance de deux souches bactériennes *E. coli* et *S. aureus*, a été déterminée par la méthode de diffusion en puits.

En général, les deux variétés de dattes utilisées ont présenté de bons caractères pour les critères morphométriques ainsi que pour les pH ; 4,86 et 5,17 et l'humidité ; 13,21 et 10,45%, des teneurs en cendres ; 1,61 et 1,72% et des rendements en poids de la pulpe ; 88,68 et 90,41% intéressants pour *H'mira* et *Tamesrit* respectivement justifiant leur utilisation dans la fabrication des sirops.

La caractérisation physicochimique et phytochimique des sirops a fait sortir que l'extrait méthanolique de la variété *Tamesrit* avec noyau était hautement significativement plus important ($P \leq 0,001$) avec des teneurs en polyphénols totaux de 1217,62 mg EAG/100g d'extrait, des propriétés antioxydantes intéressantes par le pouvoir réducteur FRAP de 223,62 mg EAA/100g d'extrait et une capacité de piégeage des radicaux libres DPPH de 3,35 mg/ml ; ce qui implique que l'ajout du noyau a apporté une fonctionnalité additionnelle aux sirops. L'activité antibactérienne a montré également un meilleur effet inhibiteur de cet extrait avec une zone d'inhibition très importante de 4,25 cm vis-à-vis *S. aureus*.

Les résultats présentés dans ce travail démontrent clairement l'intérêt de la valorisation des dattes en sirop en général et de *Tamesrit* en particulier non seulement pour la consommation fraîche, mais elle pourrait être très utile dans les industries de transformation alimentaire et pharmaceutique.

Mots clés : Dattes, variété, Algérie, sirops, noyau, physicochimie, antibactérien, antioxydant.

المخلص

إن استغلال الإرث الجزائري من التمور يبقى محدود بالرغم من الإنتاج الوفير و التنوع. اهتمت دراستنا بالنشاط الحيوي لشراب التمور و تقييم إمكاناتها المضادة للبكتيريا.

أجريت التحاليل المورفولوجية و الفيزيوكيميائية على صنفين من التمور حميرة و تمسريت من ولايات غرداية و بشار على الترتيب. التي استعملت في تصنيع شراب التمر بالنواة و بدون نواة. بعد ذلك تم تقدير الأوصاف الفيزيوكيميائية و التحاليل الكيميائية النباتية على مختلف مشروبات التمور المتحصل عليها. تم تقييم التأثير المضاد للبكتيريا لمستخلصاتها المائية و الميثانولية على نمو نوعين من البكتيريا : بكتيريا القولون و البكتيريا العنقودية بواسطة النشر على نقاط جوفية في الوسط.

عموما، كلا الصنفين من التمور المستعملة أظهرت خصائص جيدة في خص الأوصاف المورفولوجية و كذلك بالنسبة لدرجة الحموضة 4,86 و 5,17 الرطوبة 13,21 و 10,45%، كما سجلنا كميات عالية من الرماد 1,61 و 1,72% و مردود كمي معتبر لثمار التمور 88,68 و 90,41% بالنسبة للصنفين حميرة و تمسريت على التوالي و هذا ما يبرر استعمالها في صنع شراب التمر.

الخصائص الفيزيوكيميائية و الكيميائية النباتية لمشروبات التمر بينت أن المستخلص الميثانولي للصنف تمسريت في وجود النواة اظهر اختلافات بينية عالية فيما يخص الفينولات الكلية 1217,62، الخصائص المضادة للأوكسدة التي سجلت كميات عالية للطاقة المختزلة 223,62 و قدرة كسح الجذور الحرة 3,35 مع/مل؛ و هذا ما يدل على أن إضافة النواة تضيف قدرة وظيفية لمشروبات التمور. النشاط المضاد للبكتيريا اثبت كذلك أعلى اثر تثبيطي مسجل لهذا المستخلص مع قطر تثبيط معتبر 4,25 سم بالنسبة للبكتيريا العنقودية.

النتائج المتحصل عليها في هذا العمل تدل بوضوح على فائدة استغلال التمور كمشروب عامة و الصنف تمسريت خاصة ليس فقط من أجل الاستهلاك المباشر للثمار و لكن أيضا استغلالها في مختلف الصناعات الغذائية و الصيدلانية.

الكلمات المفتاحية : التمور صنف الجزائر مشروبات نواة فيزيوكيميائية مضاد للبكتيريا مضاد للأوكسدة

Absract

The exploitation of the Algerian phoenicol heritage remains insufficient in view of its great production and diversity.

Our study focused on the bioactivity of date syrups and the evaluation of its antibacterial potential .

morphometric and physicochemical analyzes were carried out on two varieties of dates *Tamesrit* and *H'mira* from Ghardaïa and Béchar respectively which were used to make syrups in the presence and absence of the pits.

Subsequently, physicochemical and phytochemical characterizations were carried out on the various syrups obtained. The *in vitro* evaluation of the antibacterial effect of their aqueous and methanolic extracts on the growth of two bacterial strains *E. coli* and *S. aureus*, was determined by the well diffusion method.

In general, the two varieties of dates used presented good characters for the morphometric criteria as well as for the pH ; 4,86 and 5,17 and moisture ; 13,21 and 10,45% , ash contents ; 1,61 and 1,72% and pulp weight yields ; 88,68 and 90,41% interesting for *H'mira* and *Tamesrit* respectively justifying their use in the manufacture of syrups.

The physicochemical and phytochemical characterization of the syrups revealed that the methanolic extract of the *Tamesrit* variety with pits was highly significantly greater ($P \leq 0,001$) with total phenolic contents of 1217,62 mg EGA/100g of extract, interesting antioxidant properties due to the FRAP reducing power of 223,62 mg EAA/100g of extract and a DPPH free radical scavenging capacity of 3,35 mg/ml ; implying that the addition of the pits brought additional functionality to the syrups. The antibacterial activity also showed a better inhibitory effect of this extract with a very large zone of inhibition of 4,25 cm against *S. aureus*.

The results presented in this work clearly demonstrate the interest of the valorization of dates in syrup in general and of *Tamesrit* in particular not only for fresh consumption, but it could be very useful in the food and pharmaceutical processing industries.

Keywords : Date, variety, Algeria, syrups, pits, physicochemical, antibacterial, antioxidant.