

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



FACULTE DE TECHNOLOGIE
Présenté pour l'obtention du diplôme de
MASTER
Filière : Génie des procédés
Option : Génie Alimentaire

Thème :

**Caractérisation physico-chimique et
pollinique des miels de roquette sauvage
«*Eruca sp* » d'Algérie**

Présenter par :

Ragoub meriem

Fekir khalida

Devant le jury composé de :

Mr. Zidani Sofiane	MCA	UMBB	Président
Mme Annou	MAA	UMBB	Examineur
Mme Haderbache Latifa	MCB	UMBB	Promoteur

Année Universitaire 2022/2023

REMERCIEMENT

A la fin de ce travail....

Tout d'abord, nous remercions **Dieu** tout-puissant pour la volonté, la santé, et la patience qu'il nous a données durant toutes ces années d'étude.

Deuxièmes, nous tenons à remercier notre promotrice, notre enseignante, **Mme Latifa Hadarbache**, qui nous a donné son éducation, sa confiance, son intérêt, ses conseils et son aide inestimable, et surtout nous a été d'un soutien et d'un réconfort solides.

Nous sommes honorés d'être parmi vos étudiants et de bénéficier de votre éducation. Vos qualités pédagogiques et humaines sont un modèle pour nous.

Nous tenons à remercier tous les professeurs de génie des procédés particulièrement les professeurs de génie alimentaire de la faculté de technologie Boumerdès, pour leurs cinq années de formation pour la qualité innombrable des enseignements.

Merci au personnel du laboratoire de nous avoir donné les moyens et l'assistance nécessaires à la réalisation de nos travaux.
Nous tenons également à remercier les membres du jury pour l'honneur de juger et d'évaluer notre travail.

Enfin, nous remercions particuliers à nos familles et amis qui nous ont soutenus et encouragés de près ou de loin tout au long de nos années d'études.

Dédicace

Au nom de Dieu, et louange à Dieu, avec la grâce de qui les bonnes actions sont accomplies.
Merci, mon dieu, pour ta grande grâce et abondance pour la patience, la force et le succès
avec lesquels tu m'as accordé.

Aux honorables parents, que Dieu les protège et les garde légers sur mon chemin, je vous
remercie pour vos efforts et votre amour

A mon père (Muhammad), mon premier ami dans ma vie, ma force, tu es celui qui lui a pris
mon esprit et ma sagesse, alors je te dédie mon succès.

A ma mère (Nassira), tu es ma vie, la source de mon succès et de ma réussite. Je te le dis,
voici venu le jour où tu verras ta fille dans sa robe de graduation.

A mes frères (Omar, Abdullah, Salah al-Din, Ibrahim, Sufyan) ils sont ma vie, mes modèles
dans la vie, qui m'ont donné tout l'amour, la tendresse et la force à ceux qui sont mon soutien
quoi que je dise je n'accomplirez pas votre droit merci parce que vous êtes mes frères.

Pour mes soeurs (Khadija, Zahra, Shaima) elles sont comme le soleil et la lune illuminant ma
vie dans la lumière et l'obscurité me poussant vers le succès, la source de ma fierté, ma force,
mes espoirs, mon bonheur et mon confort, rien n'est égal à votre valeur. Merci parce que vous
êtes mes sœurs et j'ai atteint ce jour avec votre présence.

A ma nièce, (Sidra), qui a apporté une sourire dans mon coeur, par ta présence et ton sourire,
tu me donnes la force de continuer.

A la personne qui a décoré ma vie par sa présence, son soutien et sa motivation, qui a rempli
ma vie de bonheur (Hichem).

A mes amies (Dehya, Ikram, Ahlam 2, Nadira) Merci pour votre amitié et votre soutien, vous
avez été le plus beau choix pour moi.

Et à tous ceux qui m'ont soutenu et ont attendu ma réussite, je vous dédie à tous le fruit de
mes efforts et de ma réussite.

MERIEM

Dédicaces

Tout d'abord, je remerci **Dieu** , le tout puissant, qui ma aidé et permis de suivre ce parcours universitaire qui m'a ouvert les portes vers mon avenir.

A mon père **Rabeh**, l'homme de ma vie, mon exemple, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir et qui a toujours cru en moi avec ou sans mes bons résultats. Que dieu te garde.

A la femme qui a fait de moi une fille ambitieuse qui adore les défis. Mon premier modèle, de qui j'ai appris la force et la confiance en soi. De sa satisfaction crée le succès pour moi, ma mère << **Zehira** >>. Que Dieu prolonge ta vie avec la santé et bien – etre .

Aux anges que Dieu m'a bénis pour que je puisse connaître le gout d'une belle vie. Ces anges ont changé les concepts d'amour, d'amitié et de soutien dans ma vie ,mes sœurs
<< **Katia , Dihia** >>

Au petit de ma famille, mon cher neveu **Bindom** .

A mon ange gardien qui a toujours été l'endroit où se pencher dans les embuches de ma vie et qui a rempli ma vie de bonheur **Hima** .

A tous ceux qui m'ont donné force et conseils, ont cru en moi et m'ont soutenu dans les momoents difficiles pour arriver là où je suis maintenant.

KHALIDA

Table des matières

Introduction	1
--------------------	---

Partie bibliographie

Chapitre I : Le miel

I	Le miel	2
I.1	Définition	2
I.2	Elaboration du miel par les abeilles	2
I.2.1	Le butinage.....	2
I.2.2	La transformation.....	2
I.2.3	La maturation	2
I.3	Etapes de production du miel par l'apiculteur	2
I.4	Les type de miels	3
I.4.1	Miels mono floraux.....	3
I.4.2	Miels poly floraux.....	3
I.5	Classification.....	3
I.6	Composition et propriétés :	4
I.6.1	Caractéristiques organoleptiques	4
I.6.2	Composition chimiques :	4
I.6.3	Propriétés physiques	6
I.7	Paramètre de contrôle qualité du miel	8
I.8	Qualité du miel et normes internationales	9
I.9	Conservation du miel et principales modifications subies pendant le stockage	10
I.10	Aspect commercial et économique	10
I.10.1	Dans le monde.....	10
I.10.2	En Algérie	11

Chapitre II: Roquette sauvage

II	Roquette sauvage	12
II.1	Définition	12
II.2	Origine de la plante.....	12
II.3	Description de la plante	12
II.4	Différence entre la roquette cultivée et sauvage	13
II.5	Caractéristiques de la roquette	14
II.6	Utilisation de la roquette en Algérie	15

Table des matières

Chapitre III : Miel de roquette sauvage

III	Miel de roquette sauvage	16
III.1	La cristallisation du miel de roquette.....	16
III.2	Principales caractéristiques de miel de roquette sauvage	16

Partie expérimentale :	17
------------------------	-------	----

Chapitre IV : Méthodes et Matériels

IV	Méthodes et Matériels.....	17
IV.1	Echantillonnage des miels.....	17
IV.2	Analyse pollinique	18
IV.2.1	Préparation de l'échantillon	18
IV.2.2	Analyse melissopalynologique	18
IV.3	Les analyses physico-chimiques.....	20
IV.3.1	Teneur en eau	20
IV	Mode opératoire.....	20
IV.3.2	pH et acidité libre (AL).....	21
IV.3.3	Conductivité électrique (CE)	21
IV.3.4	Pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D^{20}$	22
IV.3.5	Hydroxyméthylfurfural (HMF).....	23
IV.3.6	Taux de proline	24
IV.3.7	Mesure de l'indice de couleur des miels.....	27
IV.3.8	Quantification des polyphénols totaux.....	28

Chapitre V : Résultats et discussions

V	Résultats et discussions.....	31
V.1	Analyse pollinique (qualitative) :.....	31
V.2	Analyses physico-chimiques.....	32
V.2.1	Teneur en eau	33
V.2.2	pH.....	34
V.2.3	L'acidité Libre.....	34
V.2.4	Conductivité électrique	35
V.2.5	HMF	35
V.2.6	Proline	35
V.2.7	La couleur	36

Table des matières

V.2.8	Pouvoir rotatoire	36
V.2.9	Activité diastasique	36
V.2.10	Polyéphenol totaux.....	36
V.3	Discussion des résultats	37
V.4	Conclusion	39
	Références bibliographiques.....	40

ANNEXES

Annexe I	: Table de Chataway/ Table de correspondance IR-Teneur en eau.....	I
Annexe II	: Tableau de correspondance de la couleur Lovibond/Pfund.....	II
Annexe III	: Courbes d'étalonnage acide gallique	III
Annexe IV	: Courbe d'activité diastase d'échantillons analysés	IV

Liste de figure

Figure 1. Les différents étapes de la récolte du miel.	3
Figure 2. type de miel selon la couleur (Cyril, 2019).	4
Figure 3. Composition chimique du miel (Jeanne, 1993).	5
Figure 4. La production mondiale de miel par producteurs (FAO, 2008).	06
Figure 5. Carte représentant la répartition de la production de miel en Algérie, en tonnes par wilaya (PAP ENPARD Algérie, 2019).	11
Figure 6. Les feuilles de la roquette cultivée.	12
Figure 7. Les différentes parties de la roquette.	13
Figure 8. Echantillons des miels de roquette sauvage.	18
Figure 9. Schéma de préparation du pollen pour l'analyse mellissopalynologique.	18
Figure 10. Pesée de miel.	20
Figure 11. Les solutions de miels dans les tubes de Centrifugation.	20
Figure 12. Centrifugation.	19
Figure 13. Séchage des lames.	20
Figure 14. Sellage des lames.	19
Figure 15. Fusion des cristaux.	20
Figure 16. Bain-marie à 50°C.	21
Figure 17. Mesure d'IR.	20
Figure 18. Ajustement de la lecture.	21
Figure 19. Réfractomètre Abbé Bellingham+Stanley.	21
Figure 20. pH mètre étalonné (JENWAY).	21
Figure 21. Mesure d'acidité libre.	21
Figure 22. Solutions de miels.	23
Figure 23. Mesure de Conductivité.	22
Figure 24. Conductimètre (AD300; EC/TDS).	22
Figure 25. Les solutions avec Carrez I et II.	23
Figure 26. Filtration après 12h.	23
Figure 27. Polarimètre (Schmidt+Haensch).	23
Figure 28. Tube de Polarimètre de 1 dm.	24
Figure 29. Les solutions d'analyse HMF.	24
Figure 30. Filtration de solution pour l'HMF.	24
Figure 31. Les tubes d'essai de proline.	25
Figure 32. Spectrophotomètre UV-VIS.	25
Figure 33. Etapes de préparation de la solution de miel pour l'analyse DN.	27
Figure 34. Etapes de préparation de l'amidon à l'analyse.	27
Figure 35. Analyse de la cinétique de dégradation de l'amidon à 40°C et suivi par spectrophotomètre (T90+UV/VIS) à 660. nm.	27
Figure 36. Analyse de la couleur des miels par comparateur Lovibond (1000 COMPARATOR).	28
Figure 37. étapes de préparation des échantillons pour l'analyse des Polyphénols totaux.	28

Liste de figure

Liste de Tableau

Tableau 1:Recommandations et exigences internationales des critères de qualité du miel (Codex Alimentarius, 2019).....	9
Tableau 2: Les valeurs nutritionnelles et caloriques de la roquette.	14
Tableau 3:Présenter les échantillons analysés.....	17
Tableau 4: Matériels utilisés pour l’analyse physico-chimique.	29
Tableau 5: Matériels utilisés pour l’analyse pollinique.	30

Introduction

Introduction

Le miel est le nectar scellé. Cette définition est la parole du Dieu des mondes dans la sourate Al Mutififin. Lorsque l'on regarde cette définition du miel, il doit provenir du nectar des fleurs, mais il doit être correctement scellé, ce qui signifie que les abeilles ne l'ont pas seulement collecté et transformé en miel, mais l'ont également conservé et stocké.

Le miel est un produit pur qui ne permet l'ajout d'aucune autre substance, c'est une substance sucrée naturelle que les abeilles produisent à partir du nectar des plantes ou des sécrétions des parties vivantes des plantes ou des sécrétions des insectes suceurs de plantes sur les parties vivantes des plantes que les abeilles récoltent, transforment en combinant avec certaines substances de leur les posséder, les précipiter, les sécher et les stocker.

L'Algérie est un vaste pays avec des régions, des sols et des climats différents on y trouve des plantes très diverses qui permettent la production de miel qualitatif et quantitatif, parmi eux se trouve la roquette sauvage.

La roquette est une plante annuelle de la famille des Brassicacées (ou crucifères), à fleurs blanches ou jaunâtres veinées de brun ou de violet. Dans notre pays, il y'a cinquantaine d'herbes aromatiques qui occupent les premiers rangs, parmi eux se trouve la roquette, et son nom varie selon les régions, ainsi elle est appelée dans le dialecte algérien de plusieurs noms et s'appelle dans la plupart des régions roquette « harra », et c'est une plante multi-utilisée, elle est consommée comme épice, salade alimentaire, fourrage pour animaux car elle est riche en protéines et en vitamines. On la trouve dans de nombreuses régions, telles qu' Illizi, Djelfa, Adrar, Msila, Bayedh, kenchla, bechar et en Kabylie.

Aujourd'hui le miel est mieux apprécié qu'autrefois, car certains miels sont recherchés pour leur qualité sensorielle ou nutritionnelle particulière et commercialisés sous une nomenclature botanique spécifique (Chefrour, 2007). Pour estimer les types de miel et en rechercher de nouveaux, il faut tenir compte des caractéristiques chimiques, sensorielles et polliniques.

A notre connaissance il n'existe aucune publication qui traite des miels de roquettes soit en Algérie, soit au monde, ce qui en fait un travail original, devant être enrichie par des analyses de composition et des effets antimicrobiens et thérapeutiques.

Le présent travail a pour objectif d'étudier les caractéristiques ; polliniques, les caractéristiques physicochimiques (teneur en eau, pH, l'acidité libre, conductivité électrique, pouvoir rotatoire spécifique, la couleur, la proline, HMF, l'activité diastase, Polyphénol totaux) ; de 06 échantillons de miels de quelques régions d'Algérie (Illizi, Djelfa, Mila, Bayedh).

Le travail est reparti comme suit :

- Dans la première partie, nous aborderons une partie théorique sur le miel, la roquette, et le miel de roquette.
- Dans la deuxième partie, nous exposons les matériels et les méthodes utilisées dans notre étude.
- La troisième partie concerne les résultats et les discussions, suivie d'une conclusion.

Partie bibliographie

I Le miel

I.1 Définition

Le miel est une substance sucrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de parties vivantes de plantes. Les abeilles butinent transformant en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche (**Codex alimentarius, 2001**).

Le miel est un produit 100% naturel, l'homme n'intervient absolument pas dans sa fabrication. Le travail de l'apiculteur consiste à fournir aux abeilles des conditions favorables, puis à récolter le miel, à s'assurer qu'il soit de bonne qualité et qu'il se conserve correctement (**Lequet, 2010**).

I.2 Elaboration du miel par les abeilles

I.2.1 Le butinage

La production de miel est l'activité principale des abeilles butineuses et ouvrières, qui y consacrent la plupart de leur temps. Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes. Le rayon d'action moyen se situe entre 500 m et 2 km, d'où l'importance de l'emplacement, plus des conditions climatiques et de la nature du sol, de la végétation des alentours de la ruche. Ainsi, les abeilles butineuses vont de fleurs en fleurs pour remplir leur jabot de substances sucrées : le nectar ou le miellat. Une abeille en période de miellée visite entre 3000 et 4000 fleurs et parcourt 25 km pour rapporter environ ½ gramme de nectar par jour. Elles remplissent leur jabot puis transportent le miellat ou nectar jusqu'à leur ruche.

I.2.2 La transformation

Le changement de la solution sucrée en miel commence déjà lors du voyage, au cours duquel elle est accumulée dans le jabot de l'abeille. C'est dans son tube digestif que s'amorce la longue transformation. Ces abeilles butineuses mélangent dans leur salive. Il se produit alors une réaction chimique, l'hydrolyse du saccharose.

I.2.3 La maturation

A ce moment, la solution sucrée transformée, qui contient encore 50 % d'eau environ, va subir une nouvelle concentration par évaporation, qui se fait sous la double influence :

- D'abord de la chaleur régnant dans la ruche et qui est d'environ 36°C
- En suite du travail des ouvrières et des ventileuses.

Une fois le miel ayant atteint cette composition, les abeilles referment les alvéoles emplis de miel d'une mince couche de cire pour le stockage. L'alvéole ne sera rouvert que lorsque les abeilles auront besoin de miel. C'est là qu'il achèvera sa transformation biochimique (**Bellil**).

I.3 Etapes de production du miel par l'apiculteur

- La récolte des cadres. Au printemps, l'apiculteur prend soin de mettre dans ses ruches des rayons de miel vides en vue des futures miellées.
- La déshumidification
- La désoperculations et l'extraction
- La décantation
- La mise en pots (<https://mielsdanicet.com/fr-ca/tout-sur-le-miel-blogue/techniques-apicoles/a/recolte-du-miel>)



Cadres
Le conditionnement

La désoperculation

l'extraction

La filtration

La maturation

Figure.1. Les différents étapes de la récolte du miel.

I.4 Les type de miels

I.4.1 Miels mono floraux

les miels mono floraux sont élaborés à partir d'une espèce végétale en majorité. Ils sont relativement difficiles à obtenir car pour que les abeilles s'intéressent à une variété en particulier, il faut que sa floraison soit abondante et localisée sur une étendue suffisante. Pour qu'un miel soit considéré comme mono floral, il doit être composé à plus 45% d'une même espèce.

I.4.2 Miels poly floraux

les miels poly floraux ou multi floraux, sont comme leur nom l'indique, issus de plusieurs espèces végétales différentes. Ils sont donc, en règle générale, désignés soit par leur origine géographique « Miel de haute montagne » ; soit par un type de paysage floral : « Miel de forêt » (<http://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Miels-monofloraux.html>)

I.5 Classification

➤ En fonction de l'origine sécrétoire

- Miel de fleurs ou de nectars, obtenus à partir du nectar des plantes
- Miel de miellat, obtenu à partir des sécrétions des insectes suceurs, ou à partir des sécrétions provenant des plantes

➤ En fonction de l'origine

- **Miel mono floral (uni floral)**

Leur récolte, quoique fluctuante, est relativement régulière. Il n'existe pas de miel mono floral à 100% (Clément, 2009).

- **Miel multi floral**

Les miels poly floraux de saveurs et de couleurs très variable sont issus du nectar ou du miellat de différentes plantes (Clément, 2009).

➤ En fonction de la couleur :

La grande variété de couleurs des miels dépend de la diversité des terroirs et des paysages. Produit naturel par excellence, le miel possède des couleurs qui dépendent directement de la flore, source de vie pour la ruche.



Figure I.2.type de miel selon la couleur (Cyril, 2019).

I.6 Composition et propriétés :

I.6.1 Caractéristiques organoleptiques

Les miels récoltés peuvent être très divers, tant par leur coloration que par leur consistance et leur arôme.

A. La couleur

En fonction de ses origines florale et géographique, le miel peut présenter différents coloris. Il existe des miels limpides comme l'eau, des miels jaunes, ambrés, verdâtres, rougeâtres, et certains presque noirs. A l'exception du violet et du bleu la couleur des miels varié à l'infini.

B. La texture et aspect

Le miel peut avoir de nombreux aspects : liquide, cristallisé, dur, souple et même pâteux, selon le mode de stockage et le degré de cristallisation.

La cristallisation du miel est cependant un phénomène naturel qui se produit pendant son stockage, le taux et la vitesse de cristallisation va varier selon de nombreux facteurs, parmi lesquels l'origine botanique, la quantité de glucose, de fructose et d'eau, la température de conservation, la viscosité et le niveau de sursaturation en glucose (**Food chemistry, 2019**).

La composition en sucre du nectar va influencer la teneur en glucose d'un miel. C'est ce sucre simple qui va constituer la base cristalline du miel. Plus un miel sera riche en glucose et plus il cristallisera vite (**Le miel en 10 questions. In : Cari**).

C. Le gout et les arômes

A partir de son origine florale, le miel peut présenter une grande variété de saveurs et d'arômes différents. Il existe une roue des odeurs et des arômes qui permet de décrire, comme on sait le faire pour certains aliments, les sensations perçues tant au niveau olfactif que gustatif lors de la dégustation d'un miel.

Le Centre Apicole de Recherche et d'Information (CARI) est une association wallonne à but non lucratif qui œuvre pour la promotion et le développement de l'apiculture. Le CARI a mené des recherches sur les saveurs et les arômes des miels et a réalisé une roue des odeurs et des arômes (<http://www.aubonmiel.com/degustation-du-miel/>)

I.6.2 Composition chimiques :

La composition du miel dépend de nombreux facteurs dont l'espèce végétale butinée, la source de récolte, les conditions environnementales, etc.

Il se compose essentiellement d'un mélange d'hydrates de carbone et des substances mineures telles que les acides organiques, les acides aminés, les protéines, les minéraux, les vitamines et les lipides. D'autres substances sont également présentes telles que les enzymes, les caroténoïdes et les polyphénols (**Food Chemistry, 2009**)

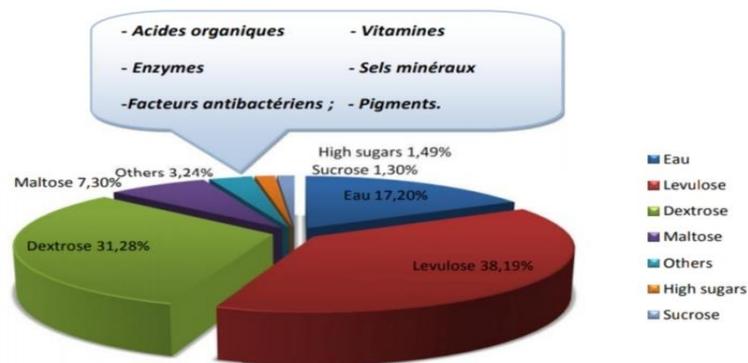


Figure.3.Composition chimique du miel (Jeanne, 1993).

A. Les sucres

Les hydrates de carbone constituent la partie la plus importante du miel. Il s'agit en grande partie de monosaccharides (glucose et fructose), du saccharose, du maltose, et d'autres sucres présents à l'état de traces (erlose, mélézitose, isomaltose, nigérose, turanose, maltulose, etc.). La présence de glucose et de fructose est le résultat de l'action d'une enzyme sur le saccharose : l'invertase. La présence des autres sucres semble dépendre des plantes qui ont été butinées. (Delphine I., 2010)

B. L'eau

La teneur en eau est en moyenne de 17%, mais le miel étant un produit biologique, ce chiffre peut fluctuer. Les abeilles ferment avec un opercule les alvéoles remplies de miel quand la teneur en eau avoisine les 18 %. Il faut noter que certains miels de Bruyères peuvent contenir jusqu'à 22-25% d'eau (Hoyet, 2005)

C. Les acides

Le miel contient aussi des acides. Le plus important est l'acide gluconique mais on trouve aussi une vingtaine d'acides organiques, comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. A l'état de traces, le miel contient de l'acide formique, de l'acide chlorhydrique et de l'acide phosphorique. Les lactones participent également à l'acidité du miel. (Hoyet, 2005)

D. sels minéraux et oligo-éléments

Le miel apporte une trentaine d'oligo-éléments qui sont indispensables à la santé humaine. Le potassium est majoritairement présent, mais on retrouve également du phosphore, du calcium, du soufre, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du fer, du silicium, du zinc, du bore et du baryum plus ou moins en grandes quantités.

La teneur en minéraux peut varier de 0,02 à 1,03 %, cette variation dépend de l'origine botanique et géographique du miel. Les miels de miellats et de coloration foncée contiennent en général plus de minéraux (Hamouten, 2018)

E. Protéines

Le miel est une substance assez pauvre en protides avec un taux de 0,26 % en moyenne. Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de quelques acides aminés tels que la proline, la trypsine, l'histidine et l'alanine à l'état de traces qui proviennent de la plante ou des sécrétions de l'abeille (Hoyet, 2005).

La teneur en proline est un indicateur de qualité car le miel non falsifié a en général, un taux qui dépasse les 183 mg/kg (Moniruzzamanet al., 2014)

F. Les enzymes

De nombreuses enzymes existent dans le miel : l'invertase, l' α -amylase, l' β -amylase, l' α -glucosidase, le glucose oxydase, une catalase et une phosphatase. Leur origine peut être

végétal (nectars) ou animal (secrétions salivaires des abeilles). L'invertase est responsable de l'hydrolyse des disaccharides. Les amylases transforment l'amidon en glucose. La glucose-oxydase donne de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène à partir du glucose (**Hoyet, 2005**)

Ces enzymes étant thermolabiles, leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel (**Lequet, 2010**)

G. Vitamines

Le miel contient peu de vitamines. On y trouve essentiellement des vitamines du groupe B : B1, B2, B3, B4, B5. Parfois on y trouve aussi de la vitamine C, ainsi que les vitamines A, K et D (**Hoyet, 2005**).

H. Lipides

Ils sont présents en faibles quantités, on y retrouve majoritairement des stérols, des triglycérides et des acides gras. Leur présence pourrait être expliquée par le besoin important du métabolisme des abeilles en lipides (**Hamouten, 2018**)

I. Composés phénolique et caroténoïdes

Les composés phénoliques sont principalement retrouvés dans la propolis, ils proviennent des sécrétions des bourgeons et des exsudats des plantes. On distingue trois familles : les acides benzoïques, les acides cinnamiques et les flavonoïdes (**Lequet, 2010**)

Les polyphénols principaux contenus dans le miel sont les flavonoïdes, les acides phénoliques et leurs dérivés. La concentration et le type de substances phénoliques du miel dépendent de l'origine florale. Ils sont responsables de la coloration du miel, ainsi plus les miels sont foncés, plus ils sont riches en flavonoïdes. Certains phénols participent aussi à l'arôme et sont impliqués dans les qualités organoleptiques du miel (**Alvarez-Suarez et al., 2012**).

Ces composés possèdent des propriétés antioxydants intéressantes car ils participent à la neutralisation des radicaux libres. Le miel contient aussi des caroténoïdes qui sont responsables en partie de la couleur et de l'activité antioxydant (**Kucuk et al., 2007**).

J. Substances aromatiques

Les substances aromatiques sont comme leur nom l'indique à l'origine de l'arôme du miel. On retrouve : l'antranilate de méthyle, le diacétyle, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, l'acétone et l'isobutyraldéhyde (**Lequet, 2010**)

I.6.3 Propriétés physiques

A. Densité

La densité d'un miel est le rapport, exprimé en décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à 4°C (exprimée en kg/dm³). Elle varie en fonction de la température, de la teneur en eau et de la composition chimique du miel. A 35°C, tous les miels sont fluides. La densité du miel varie entre 1,14 et 1,435 g/cm³, ce qui fait de lui un produit relativement dense (**Sana H., 2017**)

B. Viscosité

La viscosité est définie comme la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence qui se produit dans la masse d'une matière. La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de newton sur l'écoulement des fluides. Tout comme pour la densité la viscosité du miel dépend aussi de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et sa température. Elle est très élevée à basse température et décroît à hautes températures (**Younes-Chaouch L, Bounsiar N, 2018**).

C. Potentiel d'hydrogène -pH-

Le pH ou « potentiel hydrogène », encore appelé indice de « Sorensen », est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il représente la concentration des ions H⁺ d'une solution.

Les miels de fleurs possèdent le plus souvent des valeurs de pH faibles (3,3 à 4,6). Exception : les miels de fleurs de châtaignier et de jujubier ont une valeur relativement élevée allant de 5 à 6. Les miels de miellat ont, en raison de leur teneur plus élevée en sel à effet tampon, des valeurs pH en moyenne plus élevées (4,2 à 5,5). Mais tous les miels s'acidifient en vieillissant **(Bogdanov et al., 2004 ; Louveaux et Chauvin, 1968)**

D. Acidité

L'acidité du miel dépend de la quantité d'acides organiques et de lactones dans le miel ainsi que de sa composition en minéraux.

L'acidité est un critère de qualité important qui sert à détecter les fermentations indésirables, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dont certains sont libres et d'autres combinés sous forme de lactones. Certains de ces acides proviennent du nectar ou du miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille : le principal acide dérive du glucose sous forme d'acide gluconique. Sa formation s'accompagne de dégagement d'eau oxygénée **(Gomes et al., 2010)**. D'après le Codex alimentarius, l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 meq d'acide par 1000 g. **(Codex Alimentarius, 2019)**

E. Conductivité électrique

La conductivité électrique est la propriété d'un corps de permettre le passage du courant électrique **(Gonnet, 1982)**.

Elle est liée à la teneur en minéraux, faisant partie des paramètres de contrôle de qualité du miel et souvent une méthode de détermination de son origine botanique. La conductivité électrique est exprimée en siemens par centimètre (S/cm) et la valeur maximale approuvée pour le miel de nectar comestible est de 0,8 mS/cm comme stipulé par la directive de l'UE **(Directive 2001/110/CE, 2001)**.

F. Conductivité thermique

La conductivité thermique est la mesure de transfert de chaleur, désignée aussi avec le terme d'indice thermique. Elle est relativement faible dans le miel, elle s'élève à $12 \cdot 10^{-4} \text{ cal/cm.s.}^\circ\text{C}$ pour un miel cristallisé **(Bogdanov et al., 2004)**. Le miel conduit mal la chaleur et est donc un bon isolant thermique **(Gonnet, 1985)**.

G. Le pouvoir rotatoire

Le pouvoir rotatoire des miels concerne leur action sur la lumière polarisée. La majorité des miels sont lévogyres, c'est-à-dire qu'ils font tourner à gauche la lumière polarisée, mais il existe des miels dextrogyres, qui par conséquent font tourner le plan de polarisation à droite, cette différence est due aux divers sucres qu'ils contiennent qui ont tous un pouvoir rotatoire différent **(Louveaux, 1980)**.

Cette propriété est utilisée pour distinguer entre les miels de nectar et les miels de miellat mais aussi pour la détermination de l'origine botanique du miel **(Sana H., 2017)**.

H. Turbidité

Lorsque les miels sont sous forme liquide, ils sont généralement très transparents. Ils contiennent cependant des éléments en suspension qui leur confèrent une certaine turbidité (levures, poussières, grains de pollen, colloïdes, particules de cire et de propolis, etc.)

La néphélométrie est une des techniques de mesure de la teneur en particules en suspension ou de la turbidité d'un milieu. Elle fait partie de la photométrie du milieu trouble. Elle consiste à mesurer la lumière diffusée à 90° d'angle par rapport à la lumière incidente grâce à un néphélomètre. Il est généralement constitué d'une source de lumière blanche ou de lumière infrarouge (Lequet, 2010)

I. Chaleur spécifique

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Celsius la température d'une unité de poids de ce corps. La petite calorie se définit comme la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C (entre 14 et 15°) la température de 1g d'eau pure. Celle du miel n'est que de 0,54 à 20°C pour une teneur en eau de 17 %. Ce qui veut dire qu'il faut environ deux fois moins de calories pour chauffer du miel que pour chauffer la même masse d'eau (Louveaux, 1959).

J. Indice de réfraction

Il s'agit d'une propriété optique. Tout corps transparent est caractérisé par un certain indice de réfraction. C'est une constante qui dépend de la nature chimique du corps. Lorsque le corps en question est en solution dans l'eau, l'indice de réfraction varie régulièrement entre l'indice de l'eau pure et l'indice du corps pur. La mesure de l'indice de réfraction permet donc de connaître facilement la teneur en eau d'un produit en solution tel que le miel. Cette mesure se fait au moyen d'un réfractomètre, une goutte de miel parfaitement liquéfiée écrasée entre les prismes de l'appareil suffit pour une mesure.

L'indice de réfraction donne la correspondance directe à la teneur en eau grâce aux tables de Chataway. Il est inversement proportionnel à l'humidité du miel (Louveaux, 1959).

I.7 Paramètre de contrôle qualité du miel

Les principaux paramètres de qualité sont la coloration, l'humidité, la teneur en matières insolubles dans l'eau, la conductivité électrique, le pH et l'acidité, le profil des sucres, la teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF), l'activité de l'amylase également appelé indice diastasique, l'activité de l'invertase, le dosage du glycérol, la thixotropie et le pouvoir rotatoire spécifique.

Parmi ces critères trois traduisent plus particulièrement la qualité du miel :

- La teneur en HMF, liée à la transformation du fructose lors du chauffage ou du stockage du miel,
- L'indice diastasique, représentatif de l'activité enzymatique de l'amylase, dont la valeur, malgré une variabilité naturelle, traduit la dégradation des enzymes naturelles du miel,
- La valeur de l'acidité libre associée au dosage des acides libres dans le miel, qui augmente lors de la fermentation.

Afin d'offrir au consommateur un produit de qualité, des critères physicochimiques du miel sont fixés par la Codex Alimentarius (tableau 1).

Tableau.1:Recommandations et exigences internationales des critères de qualité du miel (Codex Alimentarius, 2019).

Caractéristique qualitative	Recommandation du Codex Alimentarius
Eau (%)	
Miel e général	max. 20%
Miel de bruyère, miel de trèfle	max. 23%
Teneur apparente en sucres réducteurs (Fructose et Glucose) (g/100g)	
Miel de fleurs	min. 60
Miel de miellat, ou mélanger avec miel de nectar	min. 45
Teneur apparente en saccharose (g/100g)	
Miel en général	max. 5
Miel de miellat, ou mélanges avec (miel d'acacias, de lavande, de Banksia, d'Eucryphia)	max. 10
Substances non hydrosolubles (g/100g)	0.1
Sels minéraux (g/100g)	
Miel en général	max. 1
Miel de miellat, ou mélanges avec miel de fleurs	Pas d'indication
Acides libres (milliéquivalent/kg)	40
Indice amylassique (en unité de Schade)	
Miel en général	≥ 8
Miels pauvres en enzymes, comme le miel d'acacias, de fleurs d'oranger	Pas d'indication
Hydroxy Méthyl Furfural (mg/kg)	≤40, ≤60 pays à climat chaud

I.8 Qualité du miel et normes internationales

a. Qualité du miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits industriels (Schweitzer, 2004).

b. Facteurs essentiels de composition et de qualité

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matière, de gout, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage.

Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel (Codex Stan, 1981).

C. Les normes de miel

En Europe les critères de qualité du miel figurent dans une directive européenne et dans les normes du Codex alimentarius (**Bogdanov, 1999**), de nouveaux critères de qualité tels que la teneur en sucres spécifiques et la conductivité électrique sont pris en considération. Les tâches futures de la commission internationale du miel consisteront à rassembler et à harmoniser les méthodes et les critères pour la caractérisation des miels mono floraux.

En Algérie, la norme sur la qualité des miels n'a vu le jour qu'en 2016, sous le code NA15304, ce retard notable était dû à l'insuffisance des études de caractérisation des miels locaux.

I.9 Conservation du miel et principales modifications subies pendant le stockage

La qualité et les propriétés biochimique du miel sont relié à la maturité de miel, aux méthodes de production, aux conditions climatiques, et celles des traitements et de stockage, aussi bien qu'à la source de nectar du miel (**Bogdanov et al., 1999 ; Crane, 1979 ; Persano oddo et Bogdanov, 2004 ; White, 1978**).

Le miel subit au cours du temps des modifications importantes selon sa composition et les conditions de sa conservation. Il est donc utile de bien connaître les conditions de stockage, les phénomènes qui se déroulent au cours du vieillissement du miel et qui influencent la qualité du produit.

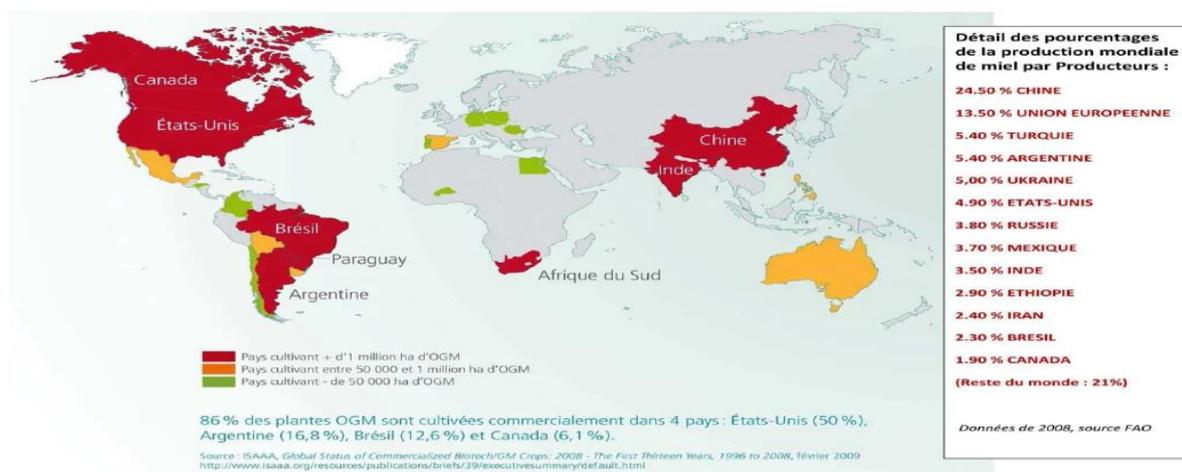
Le miel doit être conservé à l'abri de l'air surtout l'air humide, car il est très hygroscopique. L'absorption d'eau par le miel est toujours un accident grave susceptible d'entraîner des modifications physico-chimiques profondes se terminant par la fermentation du produit.

Un autre facteur qui a un effet néfaste sur la qualité du miel est l'oxygène de l'air. Il provoque l'oxydation des sucres qui peut se traduire avec le temps par un brunissement accéléré et une dégradation de la qualité (**Gonnet, 1982**).

I.10 Aspect commercial et économique

I.10.1 Dans le monde

(carte INFOGM)



L'apiculture contribue aux moyens d'existence des populations dans presque tous les pays du

Figure.4.La production mondiale de miel par producteurs (FAO, 2008).

Monde, et joue un rôle primordial dans les revenus des populations rurales (**Bradbear, 2010**). Le premiers pays producteurs du miel, à l'échelle mondiale est la Chine suivi de l'Union Européenne. Les autres principaux pays producteurs sont la Turquie, l'Argentine, l'Ukraine, la Russie, l'Inde, le Mexique, l'Iran et l'Ethiopie (**Faostat, 2018**).

I.10.2 En Algérie

L'Apiculture est largement pratiquée dans les régions montagneuses à population élevée, dans les plaines littorales, dans les plaines intérieures, dans les vallées des grands oueds, ainsi que dans le Sahara (**Nair, 2014**).

Globalement, depuis 2013, l'Algérie a importé 3 600 tonnes de miel, ce qui représente, sur la production pendant cette période un taux habituel de 9 à 11 %, avec une exception à 16 % en 2016, ce qui a du fortement influencer le marché car c'est l'année à plus forte production enregistrée récemment en Algérie (**PAR-ENPARD-Algérie, 2019**).

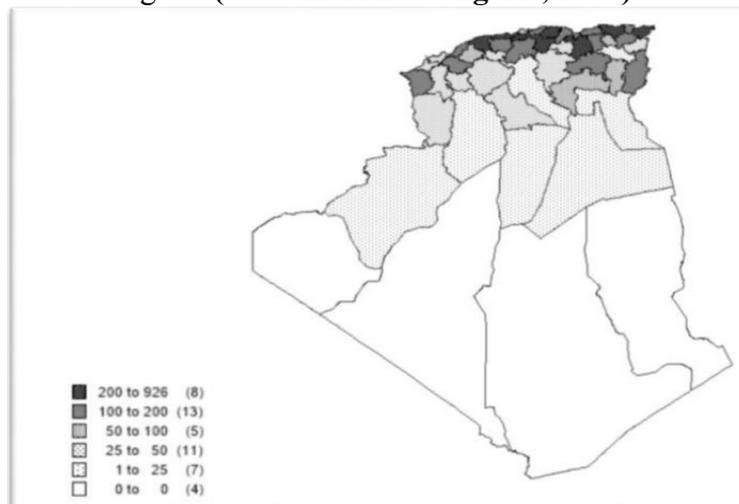


Figure.5. Carte représentant la répartition de la production de miel en Algérie, en tonnes par wilaya (PAP ENPARD Algérie, 2019).

Partie expérimentale

II Roquette sauvage

II.1 Définition

Cette plante est connue sous le nom de **Jarjeer** dans le monde arabe et Harra en Algérie, **roquette** en français, et **Rocket** en anglais (Houssien, 2013).

La **roquette** est une plante annuelle de la famille des **Brassicacées** (ou crucifères), à fleurs blanches ou jaunâtres veinées de brun ou de violet ; ses feuilles ressemblent à celles des **radis** et des **navets**, botaniquement très proches, et ont une saveur piquante et poivrée (klincksieck, 2001).

Les feuilles de roquette ont un gout légèrement piquant et relèvent la saveur des salades, des soupes et des sauces. Comme plusieurs autres Brassicacées, la roquette contient divers composés qui auraient des effets bénéfiques pour la santé. Ses graines sont comestibles et servent de condiment (passeportsante.net).

Il en existe deux types :

- l'espèce la plus courante est la **roquette sauvage : Diplotaxis (=Rucolae) sylvatica** : ses feuilles sont fines et découpées, de longueur moyenne ; les graines sont de petite taille.
- la roquette cultivée est moins courante : **Arugula (Eruca) vesicaria** : les feuilles sont plus larges et plus longues, et moins découpées que la roquette sauvage ; les graines sont plus grosses (L08 /PACA 03 ; Maraichage, 2008).



Figure.1.Les feuilles de la roquette cultivée.

II.2 Origine de la plante

Les Egyptiens, les Grecs et les Romains attribuaient à la roquette de nombreuses vertus médicinales. Dans l'Antiquité, elle était consacrée à Priape, dieu des jardins et de la fécondité. On la plantait au pied de sa statue et on recommandait aux maris «paresseux» de consommer ses feuilles crues et ses graines. Cette réputation n'a pas échappé aux autorités religieuses qui, au Moyen Age, interdisaient de la cultiver dans les jardins des monastères.

Ce tabou s'est plus ou moins étendu à la population en général, si bien que, pendant longtemps, les Européens ne l'ont employée que de façon marginale dans leur alimentation.

Au Québec, en raison de l'influence américaine, on appelle parfois la roquette de son nom anglais **arugula**, lui-même probablement une déformation de l'italien moderne **rucola**. A l'inverse, elle est aussi appelée **rocket salad** en anglais (source : www.passeportsante.net /le 30 juin 2011).

II.3 Description de la plante

a. Appareil végétatif

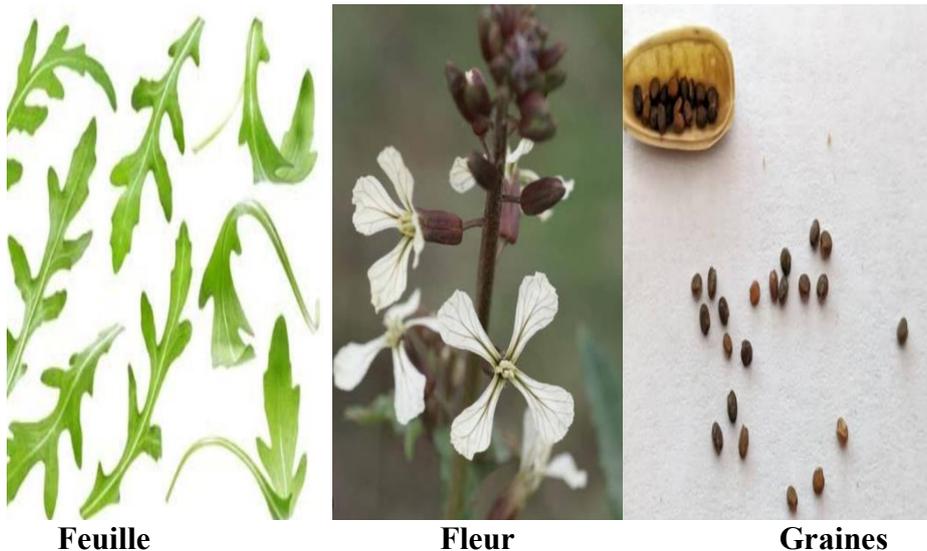
Cette **plante annuelle**, hérissée à la base (poils raides), a une tige dressée et ramifiée de 20 à 60 cm de hauteur. Elle présente une **hétérophylie** avec des grandes feuilles basales et de plus petites feuilles caulinaires, épaisses, **pennatilobées** (lyrées-pennatifides), avec une marge de 4 à 10 à lobes incisés-dentés et un grand lobe terminal.

Ces feuilles froissées dégagent une odeur piquante et sulfurée due à la libération de **thiocyanates** et d'**isothiocyanates**.

b. Appareil reproducteur

Les fleurs, d'un diamètre de 20 à 32 mm, sont regroupées dans un **corymbe** lâche. Elles sont portées par d'épais **pédicelles** mesurant de 3 à 8 mm, beaucoup plus courts que le calice.

Les quatre sépales dressés sont brun-violet, les latéraux étant un peu bossus, plus longs que le pédicelle. Les quatre pétales blanchâtres ou jaunâtres sont veinés de violet intense. L'androcée est composé d'étamines jaunes. L'ovaire est prolongé par un stigmate fendu en 2lobes connivents. Les fruits sont des courtes siliques dressées, subcylindriques, de 12 à 25 mm de taille, prolongées par un bec comprimé en sabre, égalant la moitié des valves convexes ornées d'une seule nervure. Ils contiennent sur deux rangs des graines globuleuses, lisses, comestibles (<https://fr.m.wikipedia.org>).



Feuille

Fleur

Graines

Figure.2.Les différentes parties de la roquette.

II.4 Différence entre la roquette cultivée et sauvage

- La roquette annuelle ou cultivée, a des feuilles relativement larges et un gout agréablement poivrée, alors que la roquette vivace ou sauvage a un feuillage très découpé et un gout plus fort et plus piquant que la roquette cultivée.
- La roquette sauvage produit une fleur jaune et se développe jusqu'à 60 à 80 cm de haut. Il est recommandé de la tailler régulièrement afin d'encourager le pied à se ramifier et s'étoffer. Cette taille permet également de ralentir le processus de la montée en graine.
- La roquette cultivée, d'une soixantaine de centimètre de hauteur, produit une fleur blanche. La croissance de la roquette cultivée est rapide, son cycle ne durant qu'une année, il est important de faire en sorte que sa montée en graine soit la plus tardive possible
- En effet, une fois que la plante produit ses graines, les feuilles deviennent plus coriaces et inconsommables.

- Aussi, pour prolonger le plus longtemps possible la récolte des feuilles, la taille du plant et les arrosages doivent être très réguliers. (aujardin-info.cdn.ampproject.org)

II.5 Caractéristiques de la roquette

➤ Valeurs nutritionnelles et caloriques

Les feuilles de la roquette sont une excellente source de vitamine K et de vitamine B9. En plus d'être très peu calorique, est également une excellente source de protéines végétales et de fibres alimentaires indispensables au fonctionnement intestinal. En favoriser le transit et le bien-être digestif, les fibres alimentaires ont un effet rassasiant et sont un véritable atout dans le cadre d'une alimentation santé ([passeport santé.net](http://passeport.santé.net)).

Tableau.1: Les valeurs nutritionnelles et caloriques de la roquette.

	Roquette crue, pour 100 g
Calories	25
Protéines	2,6 g
Glucides	2,1 g
Lipides	0,66 g
Fibres alimentaires	1,6 g
Charge glycémique : Donnée non disponible	
Pouvoir antioxydant : Bon, mais donnée exacte non disponible	

Les légumes crucifères sont liés à plusieurs bienfaits pour le corps, mais le simple fait d'ajouter une poignée de roquette à un souper ne fera pas nécessairement une grande différence (www.weightwatchers.com). En consommer régulièrement peut :

1. Réduire le risque de cancer

Les personnes qui ont une alimentation riche en fruits et légumes ont un risque plus faible de développer de nombreux cancers, selon une analyse de recherche dans **l'International Journal of Epidemiology**.

Les légumes comme la roquette peuvent être particulièrement avantageux : « Les légumes crucifères contiennent des glucosinolates, des composés qui jouent un rôle dans la protection contre certains cancers », explique **Rahaf Al Bochi**, porte-parole de **l'Academy of Nutrition and Dietetics**.

Plusieurs études ont confirmé un lien entre les crucifères et un risque de cancer plus faible (**Mohamed Farouk Elsadek, 2021**), mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si les avantages sont vraiment uniques à ces légumes particuliers.

2. Stimule la santé du cœur

L'augmentation de la consommation de fruits et de légumes contribue à réduire le risque de maladies cardiovasculaires et les légumes verts en feuilles sont ceux qui protègent le mieux la santé du cœur, selon une étude publiée dans **l'Annals of Internal Medicine**. C'est en partie grâce à leur niveau élevé d'acide folique, une vitamine B contribuant à la dégradation d'un

acide aminé dans le sang qui augmente le risque de maladie cardiaque et d'accident vasculaire cérébral.

3. Aide à prévenir l'ostéoporose

La **National Osteoporosis Foundation** recommande de suivre un régime alimentaire riche en fruits et légumes et la roquette est un choix judicieux. » La roquette est une bonne source de vitamine K, qui contribue à la formation et au maintien des os forts et sains », indique Mme **Zeitlin** selon une étude publiée dans **The American Journal of Clinical Nutrition**.

4. Réduire le risque de souffrir de diabète

Plus de 34 millions d'individus de par le monde sont atteints de diabète et on estime que 88 millions souffrent de pré-diabète, selon les **Centers for Disease Control and Prevention**. Toutefois, manger des légumes-feuilles, comme la roquette, réduit considérablement le risque de souffrir de diabète de type 2, selon une **méta-analyse** publiée dans le **British Medical Journal**.

5. Améliorer la performance athlétique

Alors que tous les légumes contiennent du nitrate alimentaire, la roquette est le légume qui à l'une des plus fortes concentrations. Les nitrates sont des composés qui aident à réduire la tension artérielle au repos et à augmenter les niveaux d'oxygène, ce qui peut améliorer les performances lors de l'exercice, selon **des recherches récentes**.

II.6 Utilisation de la roquette en Algérie

L'infertilité est le problème le plus courant dans le monde en général et en Algérie où elle est couramment traitée de manière traditionnelle à base d'herbes médicinales.

L'Algérie est connue pour sa diversité de plantes médicinales et aromatiques, en plus de ses utilisations populaires en la passant d'une génération à l'autre en particulier chez les femmes âgées (**Sahi, 2016**). Il existe plusieurs magasins et boutiques spécialisés dans la vente des herbes médicinales répandues au niveau des différentes régions du pays comme Tebessa, Adrar et M'sila. Et la roquette fait partie des 50 herbes qui se classent au premier rang en termes de demande, en raison de son succès et de son efficacité dans le traitement des maladies car elle a prouvé sa qualité en terme de prévention ou de traitement dans nombreux mélanges à base de plantes.

Le nom de roquette en Algérie varie selon la région, elle est donc appelé dans le dialecte algérien sous plusieurs noms : le Garnunech, Al-Hara et dans la plupart des régions elle est appelée Jarjeer (www.djelfa-infor.com, 2006-2019). Utilisée dans la nourriture en salade ou comme épice ou utilisée comme aliment pour les animaux car riche en protéines (**Bouziane, 2019**).

Les oasis d'Adrar dans le Sud de l'Algérie reconnaissent également une large diffusion de cette plante, sa culture commence dès le mois de septembre à janvier et la récolte a lieu en janvier ou avril de l'année suivante.

III Miel de roquette sauvage

En Algérie, c'est un miel originaire de ruchers de la Wilaya de Tiaret et d'Afflou. Le nectar de la plante est extrêmement rare. On lui prête des pouvoir anticancéreux, antibactériens, anti-inflammatoires et antioxydants. Il serait un régulateur cardiaque et sanguin (**jumia.dz**). Il n'existe aucune publication nationale qui s'intéresse particulièrement aux miels d'Eruca à part celle de **Nakib et al.** De 2022 où l'étude touche 5 miels de roquettes parmi d'autres et où une caractérisation pollinique quantitative et qualitative détaillée a été réalisée, avec une caractérisation des substances volatiles de ces miels, mais l'étude n'a pas touchée à l'aspect caractérisation physico-chimique.

III.1 La cristallisation du miel de roquette

On sait depuis longtemps que la cristallisation des miels est un phénomène naturel, qui peut se déclencher plus ou moins rapidement selon la source florale et donc la composition des miels. Elle est également dépendante des températures du lieu de stockage. Elle s'accélère avec les baisses de température ambiantes, c'est le ratio entre le glucose et l'eau, qui détermine la vitesse de cristallisation, les miels de roquettes sont réputés parmi les apiculteurs pour leur cristallisation très rapide (quasi-instantanée) (**jumia.dz**).

III.2 Principales caractéristiques de miel de roquette sauvage

- Antioxydant, Anti-inflammatoire
- Antiallergique, Anticancéreux
- Calmant et antispasmodique
- Antibactérien, Excellent cicatrisant
- Contient du zinc, du manganase.

Partie expérimentale :

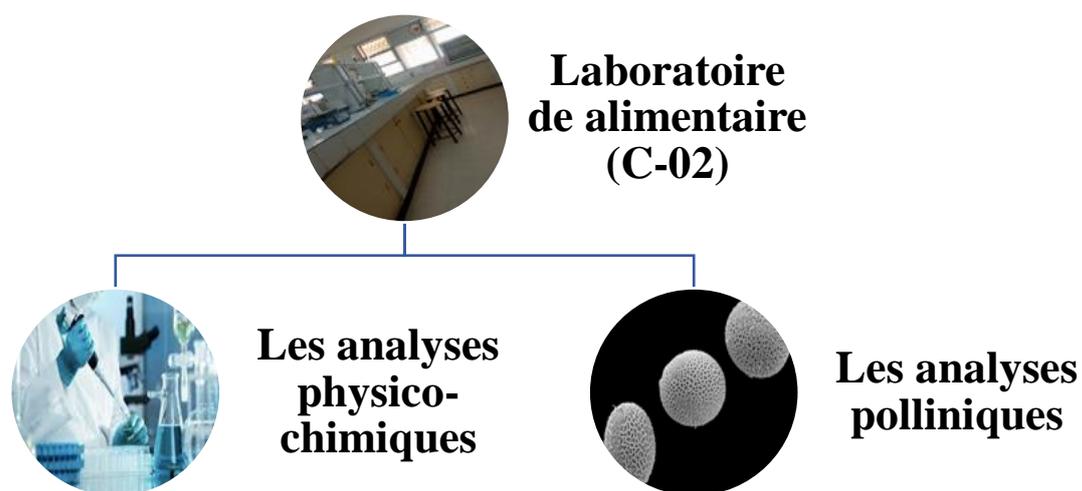
Matériels et Méthodes

IV Méthodes et Matériels

L'objectif principal de ce chapitre est de définir les méthodes et le matériel utilisés pour évaluer le miel de roquette sauvage produits dans les différentes régions d'Algérie.

Les analyses ont été réalisées au laboratoire alimentaire (C-02) du département de Génie de procédés de la faculté de technologie de Boumerdès ainsi qu'au laboratoire de recherche LRTA.

Dans le but de s'assurer de l'origine florale des miels collectés, une analyse pollinique de vérification a été réalisée ; pour confirmer que c'est effectivement des miels de roquette sauvage. Les analyses physico-chimiques qui ont pour but de déterminer la composition du miel par l'analyse de quelques paramètres comme : la teneur en eau ; le pH et l'acidité libre ; la conductivité électrique ; l'HMF ; la proline ; le pouvoir rotatoire spécifique ; la couleur ; la diastase ; le taux de polyphénols totaux.



IV.1 Echantillonnage des miels

Dans cette étude, six échantillons de miel ont été collectés sur la période (saison apicole 2022). Des informations sur la date de récolte, l'origine florale supposée, la région d'extraction ont été donnés par les apiculteurs. Tous les échantillons ont été codés et conservés dans l'obscurité à 4°C jusqu'au moment de l'analyse (Tableaux □).

Tableau.3:Présenter les échantillons analysés.

Les échantillons	Régions	Années de récolte	Apiculteurs
E _A	Illizi	Printemps 2022	Bensadia Reda
E _B	Bayedh	Juin 2022	Inconnu
E _C	Inconnue	2022	Ali djemaaten
E _D	Illizi	Avril 2022	Noureddine Rezzoug
E _E	Oued outmania Mila	Juillet 2022	Kasseh laour Tarek
E _F	Djelfa	Mai 2022	Bensaidia Reda



Figure.8.Echantillons des miels de roquette sauvage.

IV.2 Analyse pollinique

IV.2.1 Préparation de l'échantillon

La préparation de l'échantillon consiste à extraire les pollens contenus dans le miel et ceci en les lavant convenablement des sucres et des autres substances. L'objectif est d'avoir une meilleure observation sous microscope et aussi de retarder l'apparition des moisissures sur les lames. Le schéma suivant explique la procédure codifiée par la commission internationale de botanique :

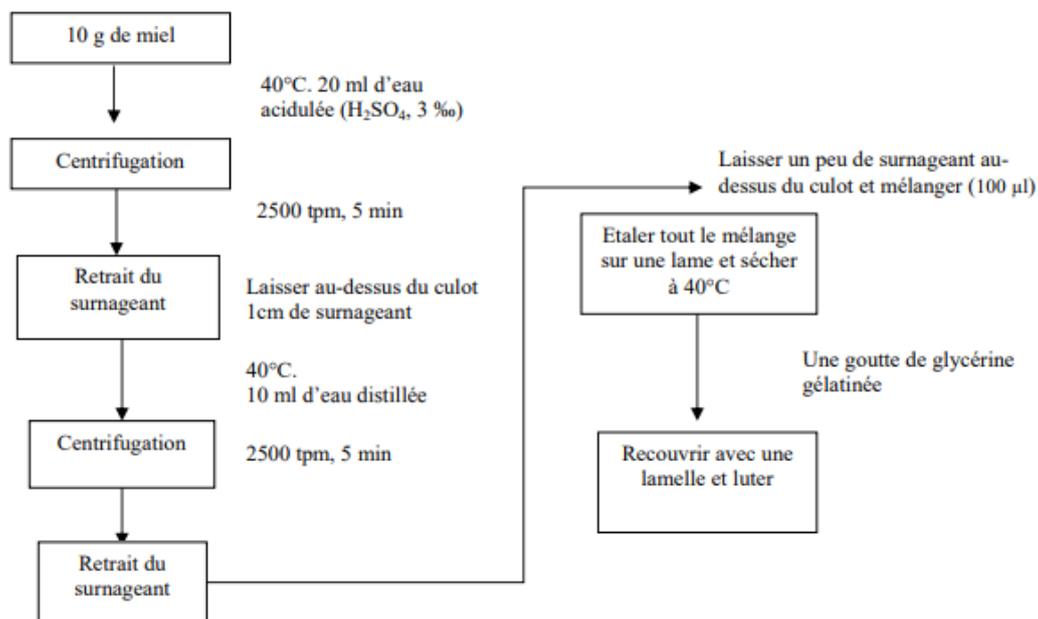


Figure.9.Schéma de préparation du pollen pour l'analyse melissopalynologique.

IV.2.2 Analyse melissopalynologique

« La **mélissopalynologie** est l'étude des grains de pollen dans le miel» (Mélissa Girard, 20 février 2014), pour découvrir :

- Les Source(s) florale(s) ;
- L'Origine géographique ;
- Les Fraudes apparentes, etc.

L'analyse pollinique a été faite selon la méthode décrite par Louveaux et al (1978). L'observation et le comptage se font ensemble à l'aide d'un microscope optique à un grossissement binoculaire 40*10.

Une feuille est préparée avec les noms des espèces ou les races qui ont été identifiées lors de l'analyse initiale de la lame et cinq lignes sont réservées au comptage du pollen de

chaque catégorie. L'identification se fait en comparant les formes observées avec les images d'un atlas pollinique. On doit identifier :

- les indicateurs de miellat
- les impuretés animales
- les impuretés minérales
- les pollens sains
- les pollens avortés.

Pour que l'analyse soit la plus fiable possible, il faut quantifier entre 500 et 1000 grains de pollen et les pourcentages seront calculés uniquement sur la base des espèces nectarifères. Le profil pollinique est dressé sous forme d'histogramme, base sur laquelle une appellation au miel pourra être donnée.



Figure10. Pesée de miel.



Figure11. Les solutions de miels dans les tubes de Centrifugation.



Figure12. Centrifugation.



Figure13. Séchage des lames.

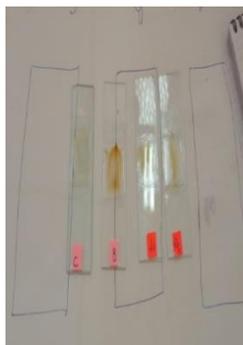


Figure14. Sellage des lames.

IV.3 Les analyses physico-chimiques

Le miel est composé de nombreuses substances, mais il existe des différences de composition relativement importantes entre les miels qui sont liées à leurs origines florales et géographiques. Parmi les nombreux paramètres physico-chimiques qui peuvent décrire le miel, un certain nombre est nécessaire dans les analyses afin de détecter toute non-conformité du miel étudié selon Bogdanov et al. (1997), et qui peuvent évaluer ce dernier.

IV.3.1 Teneur en eau

L'humidité de l'air ambiant est facilement absorbée par les miels, il doit donc être manipulé avec soin et placé dans des zones sécurisées dans des conteneurs hermétiquement fermés. Grâce au tableau de correspondance de Chataway (Annexe □), la valeur de la teneur en eau (H %) est déduit de l'indice de réfraction (IR).

Un réfractomètre sert à mesurer l'indice de réfraction de l'eau, l'échantillon à examiner doit être complètement liquide. Il est connu que l'indice de réfraction augmente à mesure que la teneur en matière soluble de la masse fondue augmente et inversement.

▪ Mode opératoire

Pour obtenir l'indice de réfraction, il faut introduire 1g de miel dans des tubes préalablement lavés et séchés et bouchonnés, puis les mettre dans un bain marie à 50°C (± 2) jusqu'à ce que tous les cristaux de sucres soient dissouts. Laisser refroidir à température ambiante les tubes fermés, ensuite l'indice de réfraction à 20°C est mesuré. Ces mesures sont réalisées avec un réfractomètre Abbé. Si la température change au cours de l'analyse l'indice de réfraction est corrigé selon la relation suivante :

$$IR(20^{\circ}C) = IR(T) + (T-20) * 0,00023$$



Figure 15. Fusion des cristaux.



Figure16. Bain-marie à 50°C.

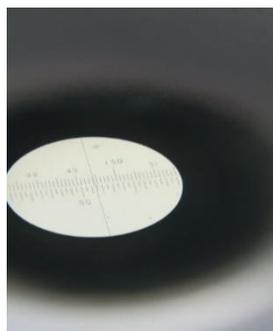


Figure 17. Ajustement de la lecture.

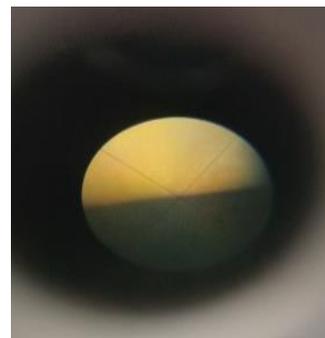


Figure 18. Mesuré d'IR



Figure 19. Réfractomètre Abbé Bellingham+Stanley.

IV.3.2 pH et acidité libre (AL)

L'acidité libre du miel est la quantité d'acides titrables par une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au point équivalent des acides faibles. Cette mesure permet le contrôle de l'appellation et renseigne sur l'âge du miel.

Un pH extrême en dehors des plages admises pour les miels indique une dégradation biochimique résultant de conditions de maturation ou de stockage défavorables.

Les acides contenus dans le miel ont un impact sur la perception gustative en raison de leur volatilité, ce qui leur permet d'influencer l'arôme du miel. Ils influencent aussi l'aspect du produit, car ils comptent parmi les facteurs de cristallisation des sucres.

▪ Mode opératoire

Dans une fiole, 10g miel sont dissouts dans 75 ml d'eau distillée. La solution est mélangée par agitation magnétique. L'électrode du pH-mètre (3310 de marque JENWAY) est immergée dans la solution donnant une lecture directe du pH. Cette même solution est titrée avec du NaOH 0,1N jusqu'au pH de 8,30 pendant un temps ne dépassant pas 2 min. Le volume de titrage enregistré servira au calcul de l'acidité libre. L'acidité libre sera calculée selon la relation suivante :

$$AL \text{ (még/kg)} = V * 10$$

Où V : Volume de titrage (ml) ; 10 ; Normalité*100 (pour exprimer le résultat pour 1kg de miel).



Figure 20. pH mètre étalonné (JENWAY). Figure 21. Mesure d'acidité libre.

IV.3.3 Conductivité électrique (CE)

Le miel contient des minéraux et des acides, qui ont la capacité de laisser passer le courant électrique, cette propriété est caractérisée par la conductivité électrique du miel en solution à 20 % de matière sèche, qui se mesure au moyen d'un conductimètre électrique. Celui utilisé pour cette étude est de marque Aσwa AD3000 EC/TDS. Ce paramètre fournit des

informations précieuses sur l'origine florale et permet notamment de distinguer les miels de fleurs des miels de miellat.

En général on note ; CE <800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les miels de nectar (miels de fleurs) ;
Et CE >800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour les miels provenant en partie ou en totalité de miellats.

Mode opératoire

L'équivalent de 10 g de matière sèche MS de miel est dissout dans 25 ml d'eau bi-distillée puis transvasé dans une fiole de 50 ml où le volume est ajusté avec l'eau. La conductivité est directement lue sur l'appareil en $\mu\text{s}/\text{cm}$. Il est impératif de vérifier la conductivité de l'eau utilisée et de corriger pour la suite les valeurs lues.



Figure 22. Solutions de miels.



Figure 23. Mesure de Conductivité.

IV 24. Conductimètre

(AD300; EC/TDS).

IV.3.4 Pouvoir rotatoire

La plupart des miels dextrogyres. La mesure du miel est utilisée pour la caractérisation des

Tous les sucres à droite comme le D-Glucose

comme le D-Fructose ; et en raison de leur composition en sucres, tous les miels de nectar possèdent un pouvoir rotatoire « Lévygyres » alors que c'est l'inverse pour les miels de miellat qui sont plutôt « dextrogyres », donc le pouvoir rotatoire est un excellent moyen pour les différencier (Bogdanov, 2011) .



spécifique $[\alpha]_D^{20}$

sont lévogyres mais il existe des miels pouvoir rotatoire des solutions de recherche des falsifications mais aussi miels.

dévient la lumière polarisée. Certains et le saccharose, d'autres à gauche

Mode opératoire

Un poids P de miel correspondant à 10 g de MS est dissout dans de l'eau distillée. 10 ml de solution de Carrez I (ferrocyanure de potassium) sont ajoutés sous agitation vigoureuse puis 10 ml de solution de Carrez II (acétate de zinc) sont additionnés et mélangés. Le volume est ajusté à 100 ml avec de l'eau distillée dans une fiole jaugée. La préparation est réservée pendant 12 h au moins puis filtrée de façon à obtenir une solution parfaitement limpide. Le tube du polarimètre est convenablement rincé à l'eau distillée puis rempli avec le filtrat et placé sur le trajet du polarimètre pour lire l'angle de rotation α à 20°C. Le résultat est calculé comme suit :

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{\alpha * 100}{l * P}$$

Où : α : Angle de rotation lu sur le polarimètre,

l : Longueur du tube du polarimètre en dm (2 dm),

P : Poids de la prise d'essai en matière sèche (10 g) ; 100 : Volume total de la solution.

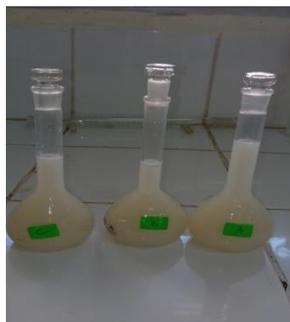


Figure 25. Les solutions avec Carrez I et II.



Figure 26. Filtration après 12h.



Figure 27. Polarimètre (Schmidt+Haensch).



Figure 28. Tube de Polarimètre de 1 dm.

IV.3.5 Hydroxymethylfurfural (HMF)

La mesure de la teneur en HMF, nous renseigne sur l'âge du miel, l'état de sa dégradation ainsi que les mauvaises pratiques de production et de stockage (sur-chauffage, etc.). Sa valeur s'exprime en mg/kg de miel.

La détermination de la teneur en HMF est basée sur la détermination de l'absorbance spécifique de la molécule à 284 nm. Pour cela, on détermine la différence entre l'absorbance d'une solution de miel claire (échantillon) et la même solution contenant du bisulfite de sodium (blanc de lecture) qui a pour rôle de détruire l'hétérocycle du HMF.

Mode opératoire

5 g de miel sont dissouts dans 25 ml d'eau distillée puis transvasés dans une fiole de 50 ml. 0,5 ml de Carrez I et 0,5 ml de Carrez II sont ajoutés dans cet ordre et bien mélangés. Le volume est ajusté avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et la solution est filtrée sur papier filtre. Les premiers 10 ml de filtrat sont rejetés et le reste recueilli dans un tube propre. 5 ml du filtrat sont prélevés auxquels sont ajoutés 5 ml d'eau distillée pour l'échantillon ou 5 ml de bisulfite de sodium pour le blanc de lecture (solution à 0,2 %). L'absorbance est lue sur un spectrophotomètre (UV/Visible) bi-faisceaux (marque Unicam). Si l'absorbance à 284 nm excède la valeur de 0,600 une dilution du blanc et de l'échantillon doit être réalisée et ce pour respecter le domaine de linéarité de la molécule analysée. Le taux de HMF se calcule de la manière suivante :

$$HMF \text{ (mg/kg)} = (A_{284} - A_{336}) * 149,7 * 5 * D * P$$

Où : A_{284} : Absorbance à 284 nm,

A_{336} : Absorbance à 336 nm,

S : Poids nominal théorique de la prise d'essai en gramme,

D : Facteur de dilution,

P : Poids réel de la prise d'essai,

$149,7$: Constante calculée sur la base du poids moléculaire du HMF, des facteurs de conversion du poids, du coefficient d'absorption molaire du HMF, du facteur de conversion du volume et de la prise d'essai.



Figure 29. Les solutions d'analyse HMF. Figure 30. Filtration de solution pour l'HMF.

IV.3.6 Taux de proline

Cette procédure décrit la méthode de mesure de la proline, l'acide aminé dominant des miels, par spectrophotométrie dans le visible. Elle s'applique à tous les types de miel et peut être une indication de leur qualité ou des adultérations éventuelles si la valeur est trop faible.

La quantité de proline est définie comme étant la couleur développée en présence de ninhydrine, comparée à celle développée par une solution standard de proline. Cette grandeur est exprimée en mg/kg de miel.

Mode opératoire

Peser 5 g de miel à 0,001 g près dans un bécher, dissoudre dans 50 ml d'eau distillée puis transvaser quantitativement dans une fiole de 100 ml et compléter à l'eau distillée et agiter.

Pipeter 0,5 ml de la solution de miel dans un tube à essai et 0,5 ml d'eau distillée pour l'essai à blanc dans un second tube. Dans trois autres tubes mettre 0,5 ml de solution standard de proline (0,8 mg/25 ml). Ajouter dans chacun des 5 tubes 1 ml d'acide formique et 1 ml de solution de ninhydrine (3 %). Bouchonner avec précaution les tubes et agiter fortement pendant 15 min puis immerger les tubes, en dessus du niveau de liquide dans un bain bouillon pendant 15 min. Transférer ensuite dans un autre bain marie à 70°C pendant 10 min puis ajouter immédiatement 5 ml d'une solution de 2-propanol (à 50 %) et bouchonner immédiatement. Laisser refroidir pendant 45 min, et enfin déterminer l'absorbance à 510 nm. Le taux de proline est calculé par la formule suivante :

$$\text{Proline (mg/kg)} = (A_e / A_p) \times (m_p / m_m) \times 80$$

A_e : absorbance de la solution de miel,

A_p : absorbance de la solution standard de proline (moyenne de deux lectures les plus proches),

m_p : poids de proline en mg pour la solution standard,

m_m : poids de miel en g,

80 : facteur de dilution.



Figure 31. Les tubes d'essai de proline. Figure 32. Spectrophotomètre UV-VIS.

3.7. L'activité de la diastase (DN)

L'unité de l'activité diastasique, est définie comme étant la quantité d'enzymes qui va convertir 0,01 g d'amidon en une heure à 40°C, sous les conditions de l'essai. Le résultat est exprimé en unité schade par gramme de miel.

La diastase dégrade l'amidon et cette dégradation est observée grâce au changement de la couleur engendrée par l'interaction de l'iode avec l'amidon. On mesure cette intensité par spectrométrie à 660 nm. Le spectrophotomètre utilisé est de marque PG Instruments Ltd (T90+ UV/VIS Spectrometer).

Une solution standard d'amidon, capable de développer, en présence d'iode, une coloration dans un intervalle défini d'intensité, est dégradée par les enzymes contenus dans le miel sous des conditions standardisées. La diminution de la couleur bleue est mesurée à intervalles réguliers puis un graphique, représentant l'évolution de l'absorbance en fonction du temps, est dessiné. De l'équation de régression de la droite la valeur du temps t_x , correspondant à l'absorbance spécifique de 0,235, est extraite. Elle servira au calcul du nombre diastasique (DN) qui est égal à 300 divisé par t_x . Cette méthode est basée sur le travail original de SCHADE et al. (1958).

Mode opératoire

Préparation de la solution d'amidon :

Peser un peu plus de 2 g d'amidon soluble dans un creuset, et le disperser sous forme d'une couche fine et noter le poids exact à 0,1 g près, l'introduire ensuite dans une étuve réglée à 130°C pendant 90 min pour séchage, repeser avec la même précision après refroidissement total (1 heure) à l'abri de l'humidité (dessiccateur), calculez l'humidité de l'amidon.

Dans une fiole conique de 250 ml, peser l'équivalent de 2,000 g d'amidon anhydre, ajouter 90 ml d'eau distillée et bien mélanger avec un barreau magnétique. Porter la suspension rapidement à ébullition et laisser bouillir pendant 3 min tout en agitant. Transvaser immédiatement la solution chaude dans une fiole jaugée de 100 ml puis refroidir rapidement sous courant d'eau. Sur la solution limpide et froide ajuster le volume jusqu'au trait de jauge par de l'eau distillée et bien mélanger.

Calibration de la solution d'amidon :

Cette calibration a pour but la détermination de la quantité d'eau distillée à ajouter au mélange réactionnel pour que l'absorbance de la solution bleue (iode/amidon) se situe entre 0,745 et 0,770. Pipeter dans 6 tubes à essai 20, 21, 22, 23, 24 et 25 ml d'eau et rajouter à chacun 5 ml de solution d'iode de travail. Prendre le premier tube et lui rajouter 0,5 ml d'un

mélange, préalablement préparé, contenant 10 ml d'eau distillée et 5 ml de solution d'amidon. Bien mélanger et immédiatement lire l'absorbance à 660 nm contre un blanc contenant de l'eau distillée. Procéder de la même façon pour les autres tubes jusqu'à ce que l'absorbance soit comprise dans l'intervalle d'absorbances déjà cité. La quantité d'eau donnant le bon résultat servira de volume fixe de dilution standard pour la suite de l'essai.

Préparation de l'échantillon :

Peser 10 g de miel dans un bécher et les dissoudre complètement dans 15 ml d'eau distillée et 5 ml de **tampon acétate**, transférer dans une fiole jaugée de 100 ml contenant préalablement 3 ml de solution de NaCl (2,9 g/100ml) puis ajuster le volume à l'eau distillée. Cette solution est appelée «solution de miel», elle ne peut être gardée que quelques heures après sa préparation.

Détermination dans le miel :

Pipeter 10 ml de solution de miel dans un tube de volume nominal de 50ml et le placer dans un bain thermostaté à 40°C, en même temps mettre un deuxième tube contenant 10 ml de solution d'amidon. Après 15 min, pipeter 5 ml de solution d'amidon et l'introduire dans le tube de solution de miel et bien mélanger et enclencher le chronomètre. A intervalles réguliers (1 min la première fois), prélever 0,5 ml d'échantillon et ajouter rapidement 5 ml de solution d'iode dans un tube contenant préalablement le volume fixe d'eau de dilution standard. Bien mélanger le tout et lire l'absorbance de cette solution à 660 nm. La diastase est calculée par la formule suivante :

$$DN = (60 \text{ min}/tx) * (0,10/0,01) * (1,0/2,0) = 300/tx$$

Où : 60 min : Temps standard désigné par la définition du DN.

tx : Temps nécessaire pour atteindre une absorbance standard prédéfinie de 0,235. Le tx étant déduit par projection du tracé $A = fct(t)$, ou calculé directement de l'équation de régression pour la valeur de $A=0,235$.

0,10 : La quantité de miel en g par ml de solution de miel.

0,01 : La quantité d'amidon en g à dégrader en 1 h selon la définition du DN.

1,0 : La quantité de miel en g à laquelle on rapporte le résultat du DN.

2,0 : Poids nominal de l'amidon en g.



Figure IV33. Etapes de préparation de la solution de miel pour l'analyse DN.**Figure IV34. Etapes de préparation de l'amidon à l'analyse.****Figure IV35. Analyse de la cinétique de dégradation de l'amidon à 40°C et suivi par spectrophotomètre (T90+UV/VIS) à 660. nm**

IV.3.7 Mesure de l'indice de couleur des miels

Les caroténoïdes, les composés phénoliques, les minéraux et les acides aminés (tyrosine, tryptophane) sont responsables de la couleur du miel (Lequet, 2010). Le miel peut présenter une coloration d'une très grande variabilité qui peut aller d'une teinte presque incolore (miel de faux acacia) ou blanche (miels de romarin et d'agrumes) au brun sombre. Généralement, Plus le miel est clair, moins il est riche en minéraux et inversement (Lequet, 2010 ; Oudjet, 2012).

L'indice de couleur est l'une des données sensorielles servant de norme pour le miel. Son importance est essentiellement d'ordre commercial. Les miels ont des couleurs naturelles très variées. Toutefois, les longueurs d'ondes dominantes sont comprises entre 570 et 590 nm. Cette mesure s'effectue à l'aide d'un colorimètre (comparateur visuel) qui emploie à cet effet des verres teintés couleur caramel (Lovibond).

Mode opératoire

Pour déterminer l'indice de couleur d'un miel, ce dernier doit être convenablement liquéfié par chauffage et coulé dans la cuve de verre du comparateur Lovibond équipé de deux disques chromatiques à 9 pastilles. On fait défiler dans l'appareil la gamme colorée du disque choisi à côté de la cuve à échantillon. Quand la couleur observée au niveau des deux compartiments est à intensité égale, on note le numéro de la pastille correspondante. Les résultats sont, ensuite, traduits en indice de Pfund, grâce à la table de correspondance Lovibond/Pfund (Annexe □).



Figure IV36. Analyse de la couleur des miels par comparateur Lovibond (1000 COMPARATOR).

IV.3.8 Quantification des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin. Elle est basée sur le développement d'une couleur bleue caractéristique mesurée à 760 nm. Nous avons adopté la méthode optimisée par (I Lozada, E Nolden, A Schaper, L Yong Lim, C Locher. **A Modified Folin-Ciocalteu Assay for the Determination of Total Phenolics Content in Honey, 2023**)

Mode opératoire

Mettre 3g de miel dans un petit bécher et chauffer à $T^{\circ} < 40^{\circ}\text{C}$ sur une plaque chauffante ; 0,4 g de miel sont ensuite dissout dans 2ml d'eau distillée ;

Dans les tube à essai 1 ml d'une solution de FC (solution Folin Ciocalteu à 1,5 ml FC+45ml d'eau) et 200 μl d'échantillon (miel) laisser réagir 5 min à T° ambiante, rajouter 800 μl d'une solution de Na_2CO_3 à 0,75%, laisser incuber 2 h à l'obscurité puis lire DO à 760 nm.

Une courbe d'étalonnages a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique (solution mère 2 mg/ml) à différentes concentrations (de 10 à 200 $\mu\text{l}/\text{ml}$). Le Blanc de mesure représente un échantillon dans les mêmes conditions mais au lieu que l'échantillon soit du miel on ajout 200 μl d'eau à la place. Les Polyphénols totaux sont calculés par la formule suivante :

$\text{Pt} = \text{DO} / 0,4$ (mg/100g de miel) ;



Figure IV37. étapes de préparation des échantillons pour l'analyse des Polyphénols totaux.

4. Matériels

Les Tableaux ci-dessous résument les différents paramètres analysés et les matériels utilisés :

Tableau.4: Matériels utilisés pour l'analyse physico-chimique.

Analyse	Paramètres	Matériels (Références)	Verrerie	Réactifs
Physico-chimiques	Teneur en eau	Réfractomètre (Bellingham+Stanley Limited N°A7842B)	Tube à essai ; balance ; bain marie.	Aucun
	PH / Acidité libre	PH -Mètre (3310 ; JENWAY)	Bécher ; balance (sartorius CP 224s) ; fiole ; burette ; agitateur.	-NaOH0, 1
	Conductivité électrique	Conductimètre (Aσwa ; AD 3000 ; EC/TDS)	Bécher ; balance ; fiole	Aucun
	Pouvoir rotatoire spécifique	Polarimètre (Schmidt + Haensch)	Balance ; bécher ; papier filtre	-Carrez I (ferrocyanure de potassium) -Carrez II (acétate de zinc).
	HMF	Spectrophotomètre	Tube à essai ; bécher ; balance ; papier filtre ; pipetes 0,5 ml ; pipetes 5ml ; Entonnoirs	-Carrez I -Carrez II -bisulfite de sodium
	Taux de proline	Spectrophotomètre (PG instruments T60 UV-visible)	Balance ; bécher ; place chauffante ; bain marie ; pipetes 0,5 ml ; pipetes 5ml ; tube à essai	-Proline standard -Acide formique -ninhydrine -2-propanol (50%)
	L'activité de la diastase (DN)	Spectrophotomètre (T90+ UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd)	Creuset, étuve, balance, barreau magnétique, plaque chauffante, bécher, fiole 250ml, 100ml, pipetes 2ml, 5ml, 10ml, tubes à essai, tube 50ml gradué	-solution NaCl (2,9g/100ml d'eau distillé) -Tompon acétate -solution d'amidon -solution iode
	La couleur	Colorimètre (Lovibond 1000 COMPARATOR)	Bécher, plaque chauffante,	Aucun
Polyphénols totaux	Spectrophotomètre (T90+ UV/VIS Spectrometer PG Instruments Ltd)	Balance, bécher, plaque chauffante, tube à essai, pipetes 1ml, micro pipetes, fiole jugée 50ml, 100ml.	-solution folin (1,5 ml +45ml'eau) -solution de Na ₂ CO ₃ à 0,75% -solution acide gallique (mère 2mg/ml)	

Tableau.5: Matériels utilisés pour l'analyse pollinique.

Analyse	Paramètre	Matériel	Verrerie	Réactifs
Analyse pollinique	Analyse melissopalynologique qualitative et quantitative	Microscope	Bécher, balance, centrifugeuse, une lame, une lamelle, pipetes pasteur, plaque chauffante,	-eau acidulée (H ₂ SO ₄ 3%) -glycérine gélatinée

Partie : Résultats et discussion

V Résultats et discussions

Le but de cette section est d'étudier et d'interpréter les résultats obtenus concernant le miel de roquette sauvage. L'étude a porté sur 6 échantillons de miels collectés entre 2022 et 2023, des différentes régions d'Algérie.

La méthode d'analyse adoptées sont les méthodes harmonisées d'analyse des miels du IHC (Bogdanov, 1997) qui sont équivalentes aux méthodes AOAC tel que décrites précédemment dans la section matériel et méthodes (l'humidité(H), le pH, l'acidité libre (AL) , la conductivité électrique (CE) , le Taux d'Hydroxymethylfurfural (HMF) , la proline , la couleur , le diastase, le Taux de polyphénol totaux).

Résultats

V.1Analyse pollinique (qualitative) :

Echantillon A

Type	Pollens (pourcentage sur 1028 grains comptés)
Dominant (> 45%)	Eruca sativa (96,1%) Roquette
D'accompagnement (16-45%)	-
Isolés importants (3-15%)	-
Isolés rares (<3%)	Cistus type, Tamarix galica type, Allium type, onobrychis type, Erythrina type, asteraces, fraxinus ornus type.
Indicateurs de miellats Pollens non identifiés	4/1028 0,1%
Commentaire : Miel de roquette (de nectar).	

Echantillon F

Analyse pollinique (qualitative) :

Type	Pollens (pourcentage sur 1013 grains comptés)
Dominant (> 45%)	Eruca sativa (53,4%) Roquette
D'accompagnement (16-45%)	Tamarix type (16,4%)
Isolés importants (3-15%)	Ziziphus type (13,9%), Echium (7,4%), Euphorbia (3,8%), Palmaea type (3,1%)
Isolés rares (<3%)	Asteraces, Cistus type, Thapsia type, Lavandula type, Acacia type, Astragalus onobrychis type, Daucus carota type, Taraxacum, crucifères grands,
Indicateurs de miellats Pollens non identifiés	8/1013 0,2%
Commentaire : Miel de roquette.	

Echantillon D

Analyse pollinique (qualitative) :

Type	Pollens (pourcentage sur 496 grains comptés)
Dominant (> 45%)	Eruca sativa (62,1%) Roquette
D'accompagnement (16-45%)	Ziziphus type (24,4%)

Isolés importants (3-15%)	Tamarix type (4,0%)
Isolés rares (<3%)	Echium, Cistus type, Euphorbia, palmea type, embelliferes, Astragalus onobrychis, asteraces.
Indicateurs de miellats Pollens non identifiés	10/496 0,4%
Commentaire : Miel de roquette contenant du jujubier.	

Echantillon E**Analyse pollinique (qualitative) :**

Type	Pollens (pourcentage sur 980 grains comptés)
Dominant (> 45%)	Eruca sativa (92,1%)
D'accompagnement (16-45%)	-
Isolés importants (3-15%)	-
Isolés rares (<3%)	Astragalus onobrychis, Eucalyptus, Daucus carota, Thapsia, magnoliaceae, type Rhamnus, cruciferes, asteracees, type tamarix, Echium.
Indicateurs de miellats Pollens non identifiés	4/980 0,2%
Commentaire : Miel de roquette.	

V.2 Analyses physico-chimiques

Les résultats obtenus suite à l'analyse physico-chimique des échantillons étudiés de miel présente dans le tableau suivant :

Critères généraux de la qualité

Ech	Teneur en eau(%)	pH	AL (méq/kg)	CE (μ S/cm)	HMF (mg/kg)	Indice de couleur (mm Pfund)
A	17,27±0,2	4,58±0,2	10,7±0,1	160±9,9	23,3±4,9	83
B	16,6±0,4	4,46±0,05	12±0,1	198±0,7	4,17±1,3	71
C	15,93±0,2	4,59±0,05	13±0,1	200±0,7	6±0,5	71
D	21,2±2,1	3,82±0,1	14±0,1	220±0,5	8,7±0,5	87,5
E	18,8±0,1	3,95±0,1	18,8±0,1	215±0,5	10,5±0,5	77
F	18,8±0,1	3,65±0,1	18±0,1	236±0,5	7±0,5	87,5
Max	21,2	4,59	18,8	236	23,3	87,5
Min	15,93	3,65	10,6	159,7	6	71
Moy ±SD	18,1 ±1,9	4,2 ±1,75	14 ±0,4	204,8 ±8,3	10,3 ±29,1	79,5 ±7,6
Normes	<18	3,5-5,5	<40	Miel de nectar	<40	-

Critères de composition

Ech	Pouvoir rotatoire spécifique °	Diastase DN Ushad	Polyphénols totaux (mg/100g du miel)	Proline (mg/kg)
A	-2,34±0,1	2,40	219,6±11,7	343±0,04
B	-1,6±0,2	3,57	222,9±19,9	356±0,02
C	-2,06±0,1	3,05	163,6±4,7	301±0
D	-2,26±0,4	4,49	199,1±1,3	339±0,07
E	-1,26±0,2	-	232,02±7,5	514±0
F	-3±0,1	1,22	214,04±6,8	336±0
Max	-1,26	4,49	232,02	514
Min	-2,34	1,22	163,6	301
Moy ±SD	-2,08 ±0,43	2,94 ±0,94	208,54 ±0,543	364,8 ±75,3
Normes	-	>8 pour les miels riches en enzymes. >3 pour les miels pauvres en enzymes.	-	>183

V.2.1 Teneur en eau

La teneur en eau est très importante pour la durée de conservation du miel (**Terrab et al., 2003**). C'est le critère qui détermine la stabilité du miel et sa résistance à l'acidification par fermentation (**Décret n°2003-587 du 30 juin 2003**), La limite légale fixée par la NA **15304** est de 18% comme valeur maximale.

L'humidité représente la teneur en eau et c'est le critère la plus pertinent pour connaître les aptitudes des miels au stockage ; Elle est mesurée par la méthode réfractométrique. Les valeurs concordent avec la norme (NA 15304) en majorité.

Les valeurs de la teneur en eau obtenus varient entre 15,93% (C) et 21,2% (D) avec une moyenne de 18,1%, ces valeurs sont parfaitement en accord avec la limite fixée par les NA qui est 18%, le miel D étant le plus humide.

En outre, nous remarquons qu'il y'a des miels D, E, F qui dépassent légèrement le 18, cette dernière elle plus de la qualité du nectar lui-même et du travail de l'abeille peut être influencée par de nombreux facteurs , parmi lesquels :

- La région de récolte : les zones Nord-Sud et Sud-Est d'Algérie (Illizi, Mila, Djelfa) se caractérisent par un climat aride à semi-aride à faible humidité par rapport à la zone Nord et Ouest à forte humidité.
- La maturité du miel : le moment de la récolte influe car les abeilles operculent les alvéoles seulement lorsque la teneur en eau avoisine les 18 % (**Guinot et al., 1996**), mais certains apiculteurs n'attendent pas une operculation total et font l'extraction de miels encore humides.
- les conditions climatiques au moment de l'extraction et les conditions de stockage.

Les miels **A, B et C** présentent un taux d'humidité largement inférieur à 18 %. Donc ils présentent moins de risque de fermentation. Surtout le miel C qui est très loin de la limite fixée ; avec sa teneur en eau de 16 %. La faible humidité preserve le miel et il peut être gardé pour des périodes plus longues (**Buba et al., 2013**).

Par contre les miels D et F, E présentent grand risque de fermentation. Un miel trop humide risque de fermenter (**Bulletin N°74 Novembre 2014**).

V.2.2 pH

Le pH c'est la mesure du paramètre caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, il représente la concentration des ions H^+ d'une solution (**Mcadde et al., 2004**). Ce paramètre permet de déduire l'origine florale et donne des informations sur l'origine géographique de chaque miel.

Les miels de nectar sont acides et ont un pH compris entre 3,5 et 4,5. Les miels de miellats, moins acides ont un pH entre 4,5 et 5,5 (**Schweizer, 2005**).

Le pH des tous les échantillons de miels étudiés **A(4,38), B(4,46), C(4,54), D(3,82), E(3,95), F(3,65)** est inférieur à 4,5 ; cela confirme qu'ils sont des miels de nectar.

En outre, nous remarquons que les différences des valeurs sont dues à la différence des régions géographiques (climat et sol de plante) et de la saison de récolte. Nous avons les miels D, E, F des régions d'Illizi, Mila et Djelfa qui ont des valeurs autour de pH 3, par contre celui de la région de l'Ouest (Bayrdh) a une valeur autour du pH 4.

les miels A (pH=4,38) et D (pH= 3,82) de la même région (Illizi) ont des valeurs légèrement différentes, cela peut être dû à :

- les pratiques apicoles (différents Apiculteurs) ;
- la contribution des nectars des différentes plantes ;
- les conditions de stockage et conservation ;

Alvarez et al. (2010), indique que le pH acide du miel dépend de la quantité d'acide gluconique produite par l'enzyme glucose-oxydase lors de l'oxydation du glucose. D'autres composés tels que les acides non aromatiques et aromatiques contribuent aussi à celle ci, il a été également suggéré que les acides phénoliques sont présents en grande quantité dans les miels sombres qui contribuent à leurs acidités, ce qui n'est pas le cas de nos miels.

Ibrahim et al. (2012), indiquent que le miel est naturellement acide indépendamment de son origine géographique, qui peut être due à la présence d'acides organiques qui contribuent à sa saveur et sa stabilité contre la détérioration microbienne ; et **Malika et al. (2005)** affirment que ce pH est important au cours du processus d'extraction, car il affecte la texture, la stabilité, et la durée de vie.

Un pH trop faible révèle aussi une dégradation biochimique suite à de mauvaises conditions de récolte ou de conservation (**éduSCOL, Janvier 2014**).

V.2.3 L'acidité Libre

Les valeurs de l'acidité des miels analysés varient de 10,6 à 18,8 méq/kg. On constate que les valeurs d'acidité sont inférieures à la limite fixée par le **Codex Alimentarius (2001)** qui est de 50 méq/kg, ainsi qu'à la limite légale fixée par la norme nationale **NA15304** qui donne une valeur de 40 méq/kg. **Cavia et al (2007)**, signalent que la fermentation provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 méq/kg mais dans le nouveau projet du **Codex alimentarius**, elle a été augmentée à 50 méq/kg étant donnée qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée, telle que les miels d'agrumes.

Comme on peut le constater, tous les miels étudiés ont une acidité libre largement inférieure à 40 méq/kg (**valeur fixée par le NA15304**), ce qui veut dire qu'il n'y a pas eu de dégradation

de glucose et l'absence de fermentations indésirables. Les différences entre les résultats d'acidité libre obtenus peuvent être due à des différences géographiques, les procédures de récolte, etc.

Louveaux(1985), signale que l'origine principale de l'acidité des miels est recherchée du côté des sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentaires.

L'étude de l'acidité d'un miel frais permet d'identifier son origine botanique. Un pH extrême, en dehors des normes révèle une dégradation biochimique suite à de mauvaises conditions de récolte ou de conservation (**éduSCOL , Janvier 2014**).

D'après **Bogdanov(1999) et Gonnet(1992)**, l'acidité est un critère de qualité important, elle donne des modifications fort importantes de l'état du miel, de son comportement lors du vieillissement ainsi que de sa palatabilité (gout).

V.2.4 Conductivité électrique

La CE est la capacité d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique, et elle est positivement liée à la teneur en sels solubles (**Amellal, 2008**).

La conductivité électrique (CE) est un paramètre lié à la teneur en minéraux du miel, mais pas que, donc c'est une mesure qui donne une connaissance de la valeur nutritionnelle du miel, et sa contenance en oligo-éléments (**Acquarone, et al., 2007 ; Bogdanov, et al., 2004 , 2007**)

Les valeurs obtenues cadrent avec les normes internationales et qui stipulent des valeurs $\leq 0,8$ ms/cm pour les miels de nectar et $\geq 0,8$ ms /cm pour le miel de miellat (**Bogdanov, 1999**).

La CE est aussi liée à l'origine florale des miels (**CIM, 1999**). Les miels de miellat et les miels foncée, possèdent en général une conductibilité beaucoup plus élevée que les miels de fleurs (nectar) et les miels clairs.

Les échantillons analysés ont une CE variant entre 0,1 à 0,2 ms/cm. Ces résultats sont conformes aux normes. Donc l'examen des résultats de CE confirme que les échantillons étudiés sont des miels de nectar. Nous notons que l'échantillon E a la plus grande CE, tandis que l'échantillon A a la plus petite, mais il n'y a pas de différence notable entre les résultats des échantillons.

V.2.5 HMF

Les valeurs obtenues pour l'hydroxyméthylfurfurale se situent entre 6 et 23,3 mg/kg. Selon **Bogdanov (2001)** dans le commerce international, un miel ne doit jamais dépasser 40 mg/kg, limite légale aussi fixée par la **NA15304**.

Les miels **A, B, C, D, E et F** présentent des valeurs largement inférieures à 40 mg/kg, ce sont donc des miels de bonne qualité. Nous remarquons que le miel A de la région désertique chaude d'illizi a une valeur (23,3 mg/kg) plus élevée que les autres miels. Ceci confirme que l'HMF a une relation directe avec la température.

Schweitzer et al. (2004) affirment que la teneur en HMF n'est pas une propriété intrinsèque du miel, donc ne peut être utilisé pour la détermination de l'origine botanique. Par contre, c'est une excellente méthode pour apprécier la qualité. L'analyse de l'HMF est aussi une excellente méthode pour apprécier son vieillissement et son chauffage (**Gonnet M. 1963, Dustmann J.H et al. 1985, Bogdanov S. et al. 1997 et Deschamps V. 1998**).

V.2.6 Proline

La proline est utilisée comme référence pour évaluer la quantité d'acides aminés dans le miel, et nous pouvons également l'utiliser pour estimer la maturité du miel et détecter une éventuelle falsification. Elle ne doit pas être inférieure à 180 mg/kg (**Bogdanov, 1999**).

Les différents miels analysés ont une teneur en proline qui varie de 514 à 301 mg/kg . Par conséquent, ces miels présentent une bonne maturité avec absence d'adultération. On

remarque que tous les résultats sont similaires sauf pour l'échantillon E où le taux de proline est très important.

V.2.7 La couleur

La couleur du miel est une donnée importante, c'est une caractéristique physique qui dépend de l'origine du produit mais c'est aussi une composante sensorielle de base qui conditionne en partie le choix du consommateur (**Ouchemoukh, 2012**).

Le miel s'assombri généralement avec l'âge. En outre, la variation de la couleur peut être due à l'utilisation des vieux rayon, au contact avec des métaux et à l'exposition soit à des températures élevées ou à la lumière. La couleur des miels dépend de son origine florale (**Moniruzzaman et al., 2013**).

Les résultats de la couleur des miels A, B, C, E analysés varient entre 50-85 mm pfund ce qui signifie que nos échantillons sont de couleur ambré clair, par contre les miels D et F ont des couleurs entre 85-114 mm pfund, zone des couleurs ambrés.

V.2.8 Pouvoir rotatoire

Un miel déviant la lumière polarisée à droite s'indique avec un (+), ainsi, ce dernier est dextrogyre. Un miel déviant la lumière polarisée à gauche s'indique avec un (-) on le dit lévogyre.

Les miels de miellat sont en général dextrogyres et les miels de nectar lévogyres. Tous les miels analysés sont lévogyres. Les résultats du pouvoir rotatoire des six miels varient de -0,63 à -1,5°. On constate que les résultats sont tous similaires malgré les différentes régions, dénotant que l'origine florale a une influence majeure sur la composition en sucres.

V.2.9 Activité diastasique

L'activité diastasique traduit la présence de l'amylase dans le miel. C'est un facteur de qualité, qui est influencé par le stockage et le chauffage du miel et qui est par conséquent un indicateur de fraîcheur et de surchauffage du miel.

L'analyse des résultats indique que les valeurs de l'indice diastasique obtenus varient entre 1,22 et 4,49 Ushade. Les miels **A, B, C, D et F** présentent des valeurs inférieures à la valeur de 8 Ushade.

D'après le **Décret n°2003-587 du 30 juin 2003**, l'indice diastasique d'un miel doit être supérieur à 8 dans l'échelle de Schade pour les miels communs, à l'exception des miels destinés à l'industrie. Pour les miels ayant une faible teneur naturelle en enzymes et une teneur en HMF inférieure à 15 mg/kg. L'indice diastasique doit être supérieur à 3 dans l'échelle de Schade, ce qui est apparemment le cas pour les miels de roquette étudiés.

Oddo et al. (1999), dans leurs travaux de recherche ont montré qu'il existe une corrélation entre l'activité diastasique et l'HMF qui sont utilisés comme deux indices de fraîcheur du miel.

V.2.10 Polyphénol totaux

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires dont les principales sources sont les sécrétions végétales. Parmi les structures identifiées dans le miel: les acides phénoliques (acides benzoïques et cinnamiques), les flavonoïdes, (flavones et les flavanones) en proportion variable (**Al Mamary et al., 2002 cité in Yahia Mahammed et Yahaia Mahammed, 2015**).

D'après **Anklam (1998)**, la variation de la teneur en polyphénols pourrait être due à l'origine géographique et climatique spécifique du miel et les conditions des sources végétales de la région. **Beretta et ses collaborateurs (2005)** ont constaté que les miels de couleur foncée ont

une teneur élevée en composés phénoliques et par conséquent une capacité antioxydante élevée.

Les valeurs obtenues dans notre travail varient entre 163,6 pour le miel (C) à 232 mg/100g pour le miel (E).

V.3 Discussion des résultats

Analyse pollinique

D'après l'analyse pollinique, à côté du pollen de roquette sauvage, qui est le pollen dominant, on retrouve d'autres pollens comme le type *Cistus* (el koundous), qui est une espèce pollinifère très représentée dans les miels algériens (Zerrouk, 2020 ; Houmani 2020) ainsi que le *tamarix* et les Asteracés comme des pollens isolés rares. Nos résultats concordent parfaitement avec ceux obtenus par Nakib et al. (2022) ayant caractérisés 5 échantillons de miels de roquette « harra » des régions de khenchla, bechar et illizi récoltés en 2021, où le pollen de l'espèce était prédominant à plus de 73% et que les autres pollens isolés importants appartenaient aux espèces de *Peganum harmala*, *lotus*, *rhus*, et *trifolium*, toutes des espèces des climats semis arides à arides.

Le nombre de taxons global par miel varie de 7 à 15 parmi un total de 22 taxons identifiés, dont la moyenne est de 10 taxons, celui d'*Eruca* étant dominant. La plupart des taxons sont classés isolés rares, à part *Ziziphus lotus* (sedra) et *tamarix* (terfa) dans les échantillons D et F respectivement qui sont des pollens d'accompagnement. Tous les échantillons contiennent de rares indicateurs de miellat, ceci confirme que c'est des miels de nectar exclusivement.

Les résultats obtenus concordent avec les conclusions de Zerrouk et al. (2020) qui ont dit que parmi les plantes spontanées produisant du nectar en Algérie on a les espèces d'*Eruca vericaria*, *Cistus* sp, *Tamarix* sp et *Ziziphus lotus*. Dans les travaux de Houmani et al.(2020), on retrouve l'espèce *Eruca* dans la région de Naama et surtout dans les régions arides. Ceci est confirmé par notre étude puisque la prospection a donné que les miels de roquette sauvage sont essentiellement produits dans les wilaya arides à semi arides, illizi et djelfa, et que la récolte au printemps (vers le mois de Mai) donne des miels d'*Eruca* de grande pureté pollinique (*Eruca* supérieur à 90%)

Humidité

Pour l'humidité, on remarque que la valeur de l'échantillon D est une valeur extrême et pour cela on va se baser sur la médiane qui a une valeur de 17,5% .

L'humidité du miel de roquette est égale alors à $17,5 \pm 1\%$ et l'humidité des miels algériens égale à $16,5 \pm 1,2$ (Haderbache L., 2021, étude menée sur 82 échantillons des différentes régions pédoclimatiques), nous constatons que les deux statistiques sont comparables et nous concluons que le miel de roquette est un miel de contenance normale en humidité, en ça il ne ressemble pas au miel des régions arides à semi arides comme le miel de jujubier, qui sont très peu humides (Mekious, 2015, Zerrouk, 2020).

Conductivité électrique (CE)

Pour la conductivité électrique, on remarque que les valeurs des échantillons sont rapprochées donc on va se baser sur la moyenne qui a une valeur de $204,8 \pm 23,8$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ conductivité qui les classe parmi les miels de nectar.

Cette conductivité électrique comparée aux miels Algériens étudiés par Haderbache L.(2021) est jugée faible, donc on est en présence de miels peu riches en minéraux, nous constatons qu'il y a une différence significative avec le commun des miels algériens dont la valeur se situe entre 455 ± 167 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Par contre notre miel peut être comparé aux miels du centre de l'Algérie (*Blida-Citrus* sp.) étudiée par Benaziza-Bouchema D. (2010) et Makhloufi C. (2010) qui a travaillé sur 28

échantillons de miel Algérien de *Citrus sp*, leur valeur de la CE étant de 100 et 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les miels de Citrus étant des miels clairs comme ceux de la Roquette sauvage.

Couleur

On remarque que les valeurs de la couleurs des échantillons étudiés est rapprochée, donc on va se base sur la moyenne qui a une valeur de $79,5 \pm 7,6$ mm Pfund.

Cette couleur comparée aux miels étudiés par Haderbache L.(2021), montre que la couleur du miel de roquette se rapproche de celle du miel de *Citrus* qui a une valeur de 63 ± 19 mm Pfund. Ceci concorde aussi avec les conclusion de Houmani et al. (2020) qui ont étudié 62 échantillons de miels Algérien des différents étages climatiques, et qui jugent qu'en général les couleurs de nos miels varient entre 13-150 mm pfund, ce qui veut dire que nous avons toute la gamme des couleurs de miel du White (blanc d'eau jusqu'au caramel foncé).

Proline

pour la proline ; on remarque que la valeur de l'échantillon E est une valeur extrême et pour cela on va se baser sur la médiane qui a une valeur de 341 mg/kg, valeur largement supérieur à 180 mg/kg.

Cette valeur comparée aux miels Algérien étudiés par Haderbache L.(2021) qui donne des valeurs variant entre 624 ± 303 mg/kg est jugée comparable. Ainsi nous pouvons dire que le miel de roquette est un miel riche en proline.

Activité diastase

Pour le DN ; on remarque que les valeurs des échantillons sont rapprochés donc on va se baser sur la moyenne qui a une valeur de $2,94 \pm 0,94$ Ushade.

Ce DN comparé aux miels Algeriens étudiés par Chefrour A. (2009) qui évaluent le DN des miels polyfloraux de la région de Bouhdid au Nord Algérien (Annaba) à $2,84 \pm 0,1$ Ushade, valeurs de même ordre de grandeur que les nôtres.

En comparant nos miels à ceux des régions semi-arides et d'après l'étude de Mekious et al. (2015) sur les miels de jujubier de Djelfa, ils donnent des DN entre 9,89 à 32,79 Ushad ; et Houmani et al.(2020) quise sont basé sur l'étude de 62 échantillons de miels d'Algérie et qui ont trouvé des DN entre 8,9 à 40,6 Ushad. On conclu que le miel de roquette peut être classé parmi les miels pauvre en enzymes car il a DN qui tourne autour de 3.

Polyphénol totaux

On trouve que le miel de roquette est riche en polyphénols totaux 208,5 mg/100g, comparé aux miels étudiés par Houmani et al. (2020) qui donne un intervalle entre 20 et 182,3 mg/100g. Comparé aux autres miels des régions semi-arides comme le miel jujubier ($54,51 \pm 16,19$ mg/100g) et celui d'Euphorbe ($51,01 \pm 7,54$ mg/100g) (Haderbache L., 2021) on peut dire qu'il contient une grande quantité de polyphénols.

La richesse en polyphénols donne des qualités thérapeutiques au miels, quantitativement et qualitativement ils doivent ainsi être regardés avec intérêt, surtout si on sait qu'il ya eu quelques études sur cette plante. Selon Mohamed Farouk Elsadek (2021) cette plante non toxique typique des régions méditerranéennes, les feuilles et les graines sont connue pour être riches en anti-oxydants, elles contiennent des niveaux élevés de glucosinolates, de flavonoides et de polyphénols ; en appliquant les extraits de ces plantes sur des ras, il a été remarqué un effet antidiabétique significatif, une fonction protectrice rénale, et un effet diurétique, des essais antimoraux ont donné des résultats prometteurs sur certains types de tumeurs.

Conclusion

Conclusion

Le miel est un aliment très important soit en termes de nutrition, soit à des fins thérapeutiques. L'Algérie a une couverture végétale diversifiée, ce qui entraîne la présence de nombreux types de miels. Parmi eux se trouve la plante de roquette sauvage, que nous avons étudiée.

La présente étude a déterminé la qualité de six échantillons de miel récolté en 2022 dans différentes wilayas d'Algérie (Illizi, Djelfa, Bayedh, Mila) en analysant le profil pollinique et les quelques propriétés physico-chimiques.

Les analyses polliniques montrent que le miel monofloral de roquette (de la famille des Brassicacées) est riche en pollen d'Eruca mais que son spectre est relativement simple contenant de 7 à dix taxons, c'est un miel normalement représenté en pollen.

Ce miel se caractérise en générale par le fait que c'est un miel clair, pauvre en enzymes, pauvre en minéraux mais très riche en Polyphénols comparés aux miels des régions semi-arides d'Algérie.

Pour mieux cerner ce miel en plein essor dans notre pays, et pourquoi pas au-delà, il faudrait augmenter le nombre d'échantillons, et surtout veiller à ce que ça soit sur plusieurs compagnes de récolte.

References bibliographies

- Acquarone C., Buera P., Elizalde B. (2007). Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, Volume 101, Issue 2, Pages 695-703. ISSN 0308-8146. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.058>.
- Al-Mamary M., Al-Meerri A., & Al-Habori M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22(9), 1041-1047. cité in Yahya, H. N. (2015). *Microbial quality, volatile flavour compounds and glucosinolates of ready-to-eat rocket salads (Diplotaxis tenuifolia and Eruca sativa) in the context of the supply chain* (Doctoral dissertation, University of Reading).
- Alvarez-Suarez JM., Giampieri F., Gonzalez Paramas AM., Damiani E., Astolfi P., Martinez-Sanchez G., et al. (2012). Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*. Volume 50, Issue 5. Pages 1508-1516, ISSN 0278-6915. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.01.042>.
- Alvarez-Suarez JM., Tulipani S., Díaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F. & Battino M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology*, 48(8-9), 2490-2499.
- Alvarez-Suarez J. & Tulipani S., Romandini S., Bertoli E. & Battino M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health: A review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*. 3. 15-23. 10.1007/s12349-009-0051-6.
- Amellal H. (2008). Aptitudes technologique de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat, département technologie alimentaire, faculté des sciences de l'ingénieur. Université M'hamed Bougara de Boumerdès.
- Anklam E. (1998). A Review of the Analytical Methods to Determine the Geographical and Botanical Origin of Honey. *Food Chemistry*, 63, 549-562. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00057-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00057-0)
- Bellil I. (2019). Technologie du miel ; Cours en ligne destiné aux étudiants de L3 Apiculture. page 1 à 4. SNV, Université des frères mentouri, Constantine.
- Benaziza-Bouchema, D., & Schweitzer, P. (2010). Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahiers Agricultures*, 19(6), 432-438 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2010.0432>
- Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M. & Facino R. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta* - 533. 185-191. 10.1016/j.aca.2004.11.010.
- Bogdanov S, Bieri K, Gremaud G, Iff D, Kanzig A, Seiler K, et al. (2004). Produits apicoles 23A Miel. In : Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, editor. Manuel Suisse des Denrée Alimentaires.
- Bogdanov S., Haldimann M., Luginbühl W. & Gallmann P. (2007). Minerals in honey: environmental, geographical and botanical aspects, *Journal of Apicultural Research*, 46:4, 269-275, DOI: [10.1080/00218839.2007.11101407](https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101407)
- Bogdanov S., Ruoff K. & Persano Oddo L. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35, 4-17.
- Bogdanov S. & Martin P. (2001). Honey Authenticity: a Review. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 93.
- Bogdanov, S. (2011) Honey as nutrient and functional food. *Proteins*, 1100, 1400-2700.

- Bogdanov S., Jurendic T., Sieber R. & Gallmann P. (2009). Honey for Nutrition and Health: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*. 27. 677-89. 10.1080/07315724.2008.10719745.
- Bogdanov S., Lullmann C., Mossel B., D'Arcy B., Russmann H., Vorwohl G., Oddo, L., Sabatini, A., Marcazzan G., Piro R., Flamini C., Morlot M., Lheretier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T. & Ohe W. (1999). Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Honey Commission. *Mitt. Lebensm. Hyg.* 90.
- Bouziane (2019) matériels apicole et produit de la ruche sur Facebook
- Buba F., Gidado A., Shugaba A. (2013). Analysis of biochemical composition of honey samples from North-East Nigeria. *Biochem. Anal. Biochem.* 2 (3), 139.
- Cavia M.M., Fernández-Muñoz M.A., Alonso-Torre S.R., Huidobro J.F., Sancho M.T. (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100 (4) pp. 1728-1733, [10.1016/j.foodchem.2005.10.019](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.10.019)
- Chauvin R. (1968) *Traité de biologie de l'abeille* Editions Masson et Cie, Paris.
- Chefrour C., Draiaia R., Tahar A., Kaki Y.A., Bennadja S. & Battesti M.J. (2009). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some north-east Algerian honeys. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9(5).
- CIM, 1999
- Clément M.C., Chauzat M.P., Cougoule N., Faucon J.P. & Carpentier P. (2009). No acute mortalities in honey bee colonies (*Apis mellifera*) after the exposure to sunflower cultures. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*.
- Codex alimentarius* (2019). Standard For Honey. CXS 12-19811. Adopted in 1981. Revised in 1987, 2001. Amended in 2019.
- Codex Alimentarius* (2001). Codex Standard 12, Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard Methods. Vol. 11, <http://www.codexalimentarius.net>, (14/07/2009).
- Codex Stan (1981). CODEX STAN 12-1981 Standard for Honey
- Crane E. (1975). Composition of *Honey* In, *Honey A Comprehensive Survey*, Ed., Heinemann, London, pp. 157-206.
- Daniel Al M.L., Moise D., Bobis A., Laslo O. & Bogdanov S. (2009). Physico-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food chemistry*, 112(4), 863-867.
- Décret n°2003-587 du 30 juin 2003
- Delphine I. (2010). Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Utilisation dans les plaies. Thèse de doctorat en pharmacie : Université de Limoges ;
- Deschamps V.C. (1998). Production et commercialisation du miel. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 118 p.
- Directive 2001/110/CE du conseil européen du 20 décembre 2001 relative au miel, 2001
- Dustmann j.h., Van praagh J.P., Bote K. (1985). Zur bestimmung von diastase invertase und H.M.F. in honig. *Apidologie*, 16, (1), 19-30.
- El-Sadek M.F., Essam El-Din M.M. and Ahmed B.M. (2021). Evaluation of anticarcinogenic and antioxidant properties of *Eruca sativa* extracts versus Ehrlich ascites carcinoma in mice. *J. King Saud Univ. Sci.*, 33: 101435. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101435>
- Fougerouse M. (2014). L'humidité du miel : des techniques à maîtriser. *L'Abeille du Forez/Dossiers techniques/Produits de la ruche*. Bulletin N°74 Novembre

- Gomes S, Dias L, Moreira, L, Rodrigues P & Estevinho L. (2009). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*. 48. 544-8. 10.1016/j.fct.2009.11.029.
- Gonnet M. (1982). *Le miel. Composition, propriétés, conservation ; 2 : OPIDA ; France*
- Gonnet M. (1963). Dustmann J.H et al. 1985, Bogdanov S. et al. 1997 et Deschamps V. 1998.
- Gonnet M. et Vache G. (1985). *Le gout du miel : éd. UNAF, France.*
- Guinot L., Huchet E., Coustel J. (1996). *Les constituants chimiques du Miel : Méthodes d'analyses chimiques - Département Science de l'Aliment - Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires.1, Massy-France.*
- Haderbache L. (2021). *Caractérisation Des Miels Algériens Et Recherche Des Polluants*. Thèse de Doctorat, faculté de technologie, département génie des procédés. Université M'hamed Bougara – Boumerdes.
- Hamoumane H., Achite A. (2018). *Analyses physico-chimique et activité antibactérienne de quelques échantillons du miel Algérien. Mémoire de Master SNV, biologie. Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.*
- Hoyet, C. (2005). *Le miel: de la source à la thérapeutique*, thèse de Doctorat, UHP-Université Henri Poincaré), Nancy I, France.
- Hussein A. (2013). *The Effects of Ethyl Oleate on the Behavior of Apis mellifera*. scholar.colorado.edu
- Ibrahim A., Eldaim M.A.A. & Abdel-Daim M.M. (2012). Nephroprotective effect of bee honey and royal jelly against subchronic cisplatin toxicity in rats. *Cytotechnology*, 68(4), 1039-1048.
- Klincksieck P. & Valette T. (1908). *Code des couleurs à l'usage des naturalistes, artistes, commerçants et industriels : 720 échantillons de couleurs classés d'après la méthode Chevreul simplifiée*. P. Klincksieck.
- Küçük M., Kolaylı S., Karaoğlu Ş., Ulusoy E., Baltacı C. & Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food chemistry*, 100(2), 526-534.
- Lawag I.L., Nolden E.S., Schaper A.A., Lim L.Y. & Locher C. (2023). A Modified Folin-Ciocalteu Assay for the Determination of Total Phenolics Content in Honey. *Applied Sciences*, 13(4), 2135.
- Lequet L (2010). *Du nectar à un miel de qualité : contrôle analytique du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse de doctorat (Médecine - Pharmacie) pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire Lyon : Université Claude-Bernard Lyon I ; France.*
- Louveaux J. (1980). *Les abeilles et leur élevage (Nouvelle encyclopédie des connaissances Agricoles)*. Ed. Hachette, Paris, 199 p.
- Louveaux J. (1968). *Composition, propriétés et technologie du miel*", In *traité de biologie de l'abeille*, Tome 3: les produits de la ruche, Sect l'abeille et la fleur, Ed. Masson et CIE, Paris., 277-318.
- Makhloufi C., Kerkvliet J.D., Ricciardelli D'albore G., Choukri A. and Samar R. (2010). Characterization of Algerian honey by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41, 509-521.
- Malika N.A., Mohamed, F.A. & Chakib E. A. (2005). Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7(5), 773-776.

- McArdle M.G. & Morrow D.J. (2004). Noninvasive detection of brushless exciter rotating diode failure. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 19(2), 378-383.
- Mekious S., Houman Z., Bruneau É., Masseaux C., Guillet A. & Hance T. (2015) Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *BASE*, Volume 19, numéro 3, 221-231 URL : <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=12213>.
- Molan P.C. (1999). Why honey is effective as a medicine.1 Its use in modern medicine. *Annales of Internal Médecine*.
- Moniruzzaman M. & Siti Amrah S., Siti A., & Siew G. (2013). Two-Year Variations of Phenolics, Flavonoids and Antioxidant Contents in Acacia Honey. *Molecules* (Basel, Switzerland). 18. 14694-710. 10.3390/molecules181214694.
- Moniruzzaman M., Khalil M.I., Sulaiman S.A. & Gan S.H. (2013). Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(1), 1-12.
- Moniruzzaman M., Yung An C., Rao P.V., Hawlader M.N.I., Azlan S.A., Sulaiman S.A. & Gan S.H. (2014). Identification of phenolic acids and flavonoids in monofloral honey from Bangladesh by high performance liquid chromatography: determination of antioxidant capacity. *BioMed research international*.
- Homrani M., Escuredo O., Rodríguez F., Dalache F., Bouzouina M., Homrani A., Seijo-Coello M. C. (2020). Botanical Origin, Pollen Profile, and Physicochemical Properties of Algerian Honey from Different Bioclimatic Areas. *Foods*. 9. 1-18. 10.3390/foods9070938.
- Nair P.R. (2014). Grand challenges in agro-ecology and land use systems. *Frontiers in Environmental Science*, 2, 1. National Osteoporosis Foundation
- Nakib R., Rodríguez-Flores M. S., Escuredo O., Ouelhadj A. & Coello, M.C.S. (2022). *Retama sphaerocarpa*, *Atractylis serratuloides* and *Eruca sativa* honeys from Algeria: Pollen dominance and volatile profiling (HS-SPME/GC–MS). *Microchemical Journal*, 174, 107088.
- Norme Algérienne NA 15304 (2016). Miel : Critères de qualité des miels d'Algérie. CTN 49 «Productions Animales, Aliments des Animaux et Zootechnie». (ed), IANOR, Alger.
- Norme Algérienne NA 19410 (2018). Miel : Méthodes d'échantillonnage et d'analyse. CTN 49 «Productions Animales, Aliments des Animaux et Zootechnie». (ed), IANOR, Alger.
- Oddo L. P., Piazza M. G. & Pulcini P. (1999). Invertase activity in honey. *Apidologie*, 30(1), 57-65.
- Oddo L.P., Bogdanov S. (2004). Determination of honey botanical origin: problems and issues. *Apidologie* 35 (Suppl. 1) S2-S3. DOI: 10.1051/apido: 2004044
- Ouchemoukh S. (2012). Physicochemical characterization, pollen, carbohydrate and phenolic profiles and antioxidant activities of Algerian honeys. PhD thesis, University Abderrahmane Mira of Béjaia, Algeria. 68-100.
- Sahi L. (2016). **La dynamique des plantes aromatiques et médicinales en Algérie [Troisième partie]**. In : Ilbert H. (ed.), Hoxha V. (ed.), Sahi L. (ed.), Courivaud A. (ed.), Chailan C. (ed.). *Le marché des plantes aromatiques et médicinales : analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie*. Montpellier : CIHEAM / France AgriMer. p. 101-140. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 73). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b73/00007156.pdf>
- Sana H. (2017). Etude des propriétés physico-chimiques et antioxydants du miel soumis au vieillissement accéléré. Mémoire de Master, SNV, spécialité sciences alimentaires : Université Abderrahmane Mira de Bejaïa.

- Schade J. E., Marsh G. L., & Eckert J. E. (1958). Diastase activity and hydroxymethylfurfural in honey and their usefulness in detecting heat adulteration. *Food Research*, 23, 446–463.
- Tappi S., Laghi L., Dettori A., Piana L., Ragni L., & Rocculi P. (2019). Investigation of water state during induced crystallization of honey. *Food chemistry*, 294, 260-266.
- Terrab A., Gonzalez A. G., Díez M. J. & Heredia F. J. (2003). Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(7), 637-643.
- White J.W. (1978). Honey. *Advances in Food Research*, 24, 287–373. doi:10.1016/S0065-2628(08)60160-3.
- Younes-Chaouch L, Bounsiar N. (2018). Contrôle qualité des miels locaux et importés. Mémoire de docteur en sciences médicales. Département de pharmacie : Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- Zerrouk S., Escuredo O., Rodríguez-Flores M.S. & Seijo M. C. (2020). Palynological characterisation of sedra honeys (*Ziziphus lotus*) produced in Algeria. *Grana*, 60(1), 69-80.

Sites web

- <https://mielsdanicet.com/fr-ca/tout-sur-le-miel-blogue/techniques-apicoles/a/recolte-du-miel>
- www.passeportsante.net /le 30 juin 2011
- www.weightwatchers.com
- www.djelfa-infor,2006_2019
- <https://fr.m.wikipedia.org>
- <http://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Miels-monofloraux.html>
- <https://www.jumia.dz>
- <http://www.aubonmiel.com/degustation-du-miel/> Au bon Miel. Dégustation du miel <13/01/2020>
- <https://www.Aujardin-info.cdn.ampproject.org>
- <https://www.desjardins-inspirations.fr/bien-choisir-son-miel/> **Cyril R. (2019).**
- <http://eduscol.education.fr/sujets-baccalaureat-physique-chimie>. **Sujet spécifique miel. eduSCOL, Janvier 2014**
- <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA4657FR>. **FAOstat, 2018**
- <https://www.cdc.gov/botulism/prevention.html>. **Centers for Disease Control and Prevention**
- <https://docplayer.fr/41365966-L-essentiel-du-programme-europeen-miel-ed-resp-e-bruneau-cari-place-croix-du-sud-4-1348-louvain-la-neuve-le-miel-en-10-questions.html>. **Le miel en 10 questions. In : Cari, editor. Actu API L'essentiel du programme européen miel**
- <https://www.grab.fr/wp-content/uploads/2010/07/L08-PACA-03-varietes-roquette2.pdf>. Roquette cultivée. L08 /PACA 03
- <https://hal.science/hal-00890128>: HAL Id: hal-00890128. Louveaux. J. (1959) La technologie du miel.
- <https://hal.science/hal-00890872>. HAL Id: hal-00890872. Louveaux J. (1985)
- <file:///C:/Users/Dell/Downloads/Newsletter-PAP-ENPARD%201.pdf>. PAR-ENPARD-Algérie, (2019)

<https://www.apiservices.biz/fr/articles/classes-par-popularite/243-encore-des-miels-hors-normes>. Schweitzer P. (2004) *Encore des miels hors normes*.

<https://www.apiservices.biz/fr/articles/classes-par-popularite/1201-un-miel-etrange-2005>. Schweizer P. (2005) *Un miel étrange*.

[https://www.fsaa.ulaval.ca/public/fileadmin/FSAA_Fichiers/Faculte/Conferences/DinersBotaniques/H14/Melissopalynologie diners botaniques 2014.pdf](https://www.fsaa.ulaval.ca/public/fileadmin/FSAA_Fichiers/Faculte/Conferences/DinersBotaniques/H14/Melissopalynologie_diners_botaniques_2014.pdf). Girard M. (2014) La méliissopalynologie : l'étude des pollens dans le miel

Résumé

Cette étude porte sur l'étude des miels de roquette sauvage « *Eruca sativa* » d'Algérie récolté en 2022 dans les régions d'Illizi, Djelfa, Bayedh et Mila. Les paramètres étudiés sont l'analyse pollinique et l'analyse physico-chimiques de qualité et de caractérisation (humidité, pH et acidité libre, conductivité électrique, pouvoir rotatoire spécifique, HMF, taux de proline, activité de la Diastase, couleur, Polyphénols totaux).

Les résultats obtenus montrent que c'est des miels particuliers, pauvres en minéraux, pauvres en enzymes mais très riches en Polyphénols, riche en anti-oxydants, et contient des niveaux élevés de glucosinolates et de flavonoïdes. Qui ont un effet antidiabétique significatif, une fonction de protection rénale, un effet diurétique et un effet antitumoraux.

Mots clés : Miel, Algérie, roquette sauvage, pollinique, physico-chimiques.

ملخص

تركز هذه الدراسة على دراسة عسل الجرجير البري "*Eruca sativa*" من الجزائر الذي تم حصاده عام 2022 في مناطق إليزي والجلفة والبيض وميلة. الخصائص التي تمت دراستها هي تحليل حبوب اللقاح والجودة الفيزيائية والكيميائية وتحليلات الخصائص (الرطوبة، الأس الهيدروجيني والحموضة الحرة، التوصيل الكهربائي، الدوران البصري المحدد، HMF، مستوى البرولين، نشاط الدياستاز، اللون، البوليفينول الكلي). تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن هذه أنواع خاصة من العسل، فقيرة بالمعادن، فقيرة في الإنزيمات ولكنها غنية جداً بالبوليفينول، غني بمضادات الأكسدة و يحتوي على مستويات عالية من الجلوكوزينولات و الفلافونويد مما لها تأثير كبير مضاد لمرض السكر، وظيفة حماية الكلى، تأثير مدر للبول، مضاد للأورام

الكلمات المفتاحية: عسل، جزائر، جرجير بري، حبوب لقاح، الخصائص الفيزيائية-كيميائية.

Abstract

This study focuses on the study of wild rocket honey "*Eruca sativa*" from Algeria harvested in 2022 in the regions of Illizi, Djelfa, Bayedh and Mila. The studied parameters are pollen analysis and physico-chemical quality and characterization analyzes (humidity, pH and free acidity, electrical conductivity, specific optical rotation, HMF, proline level, Diastase activity, color, total polyphenols).

The results obtained show that these are particular honeys, poor in minerals, poor in enzymes but very rich in polyphenols, rich in antioxidants, and contains high levels of function, diuretic effect, and antitumor effect.

Keywords: Honey, Algeria, wild arugula, pollen, physico-chemical analysis.

Annexes

Annexe I : Table de Chataway /Table de correspondance IR-teneur en eau.

Pourcentage d'eau (g/100g)	Indice de réfraction à 20°C	Pourcentage d'eau (g/100g)	Indice de réfraction à 20°C	Pourcentage d'eau (g/100g)	Indice de réfraction à 20°C
13,0	1,5044	17,0	1,4940	21,0	1,4840
13,2	1,5038	17,2	1,4935	21,2	1,4835
13,4	1,5033	17,4	1,4930	21,4	1,4830
13,6	1,5028	17,6	1,4925	21,6	1,4825
13,8	1,5023	17,8	1,4920	21,8	1,4820
14,0	1,5018	18,0	1,4915	22,0	1,4815
14,2	1,5012	18,2	1,4910	22,2	1,4810
14,4	1,5007	18,4	1,4905	22,4	1,4805
14,6	1,5002	18,6	1,4900	22,6	1,4800
14,8	1,4997	18,8	1,4895	22,8	1,4795
15,0	1,4992	19,0	1,4890	23,0	1,4790
15,2	1,4987	19,2	1,4885	23,2	1,4785
15,4	1,4982	19,4	1,4880	23,4	1,4780
15,6	1,4976	19,6	1,4875	23,6	1,4775
15,8	1,4971	19,8	1,4870	23,8	1,4770
16,0	1,4966	20,0	1,4865	24,0	1,4765
16,2	1,4961	20,2	1,4860	24,2	1,4760
16,4	1,4956	20,4	1,4855	24,4	1,4755
16,6	1,4951	20,6	1,4850	24,6	1,4750
16,8	1,4946	20,8	1,4845	24,8	1,4745
				25,0	1,4740

Tableaux d'IR-teneur en eau de L'échantillons analysés.

Echantillons	Indice de réfraction à 20°C
A	1,4935
B	1,4952
C	1,4968
D	
E	
F	

Annexes

ANNEXES

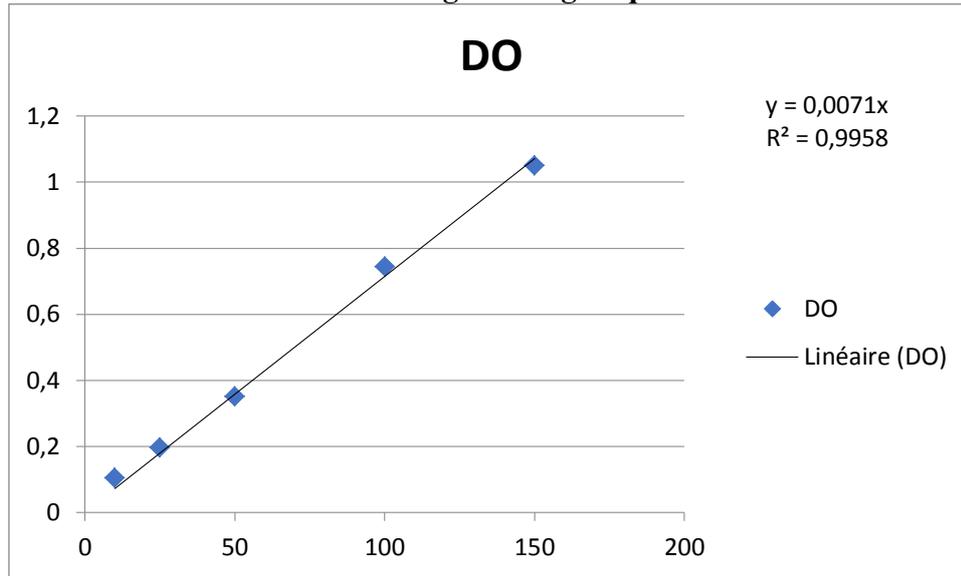
Annexe II : Tableau de correspondance de la couleur Lovibond/ Pfund

Valeurs Lovibond	mm Pfund
30	11
40	18
50	27
60	35
70	41
80	46
90	51
100	55
120	62
150	71
200	83
250	92
300	99
400	110
500	119
650	130
850	140

Qualificatifs de couleur utilisés dans le commerce du miel

Couleur (anglais)	Couleur (français)	Valeur en mm Pfund
Water white	blanc d'eau	0-8
Extra light	extra blanc	8-16,5
Light	blanc	16,5-34
Extra light amber	ambré extra clair	34-50
Light amber	ambré clair	50-85
Amber	ambré	85-114
Dark	foncé	>114

Annexe □ : Courbes d'étalonnage acide gallique



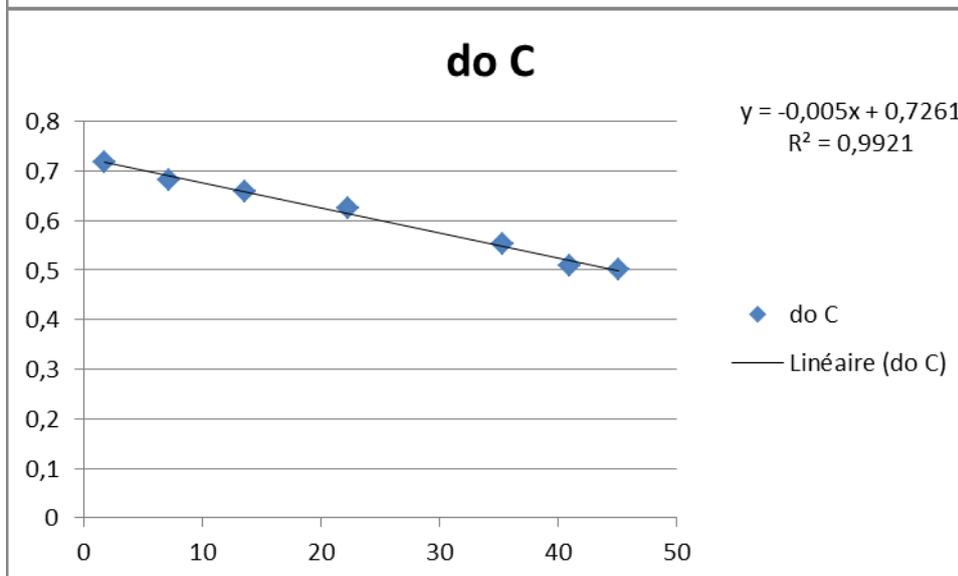
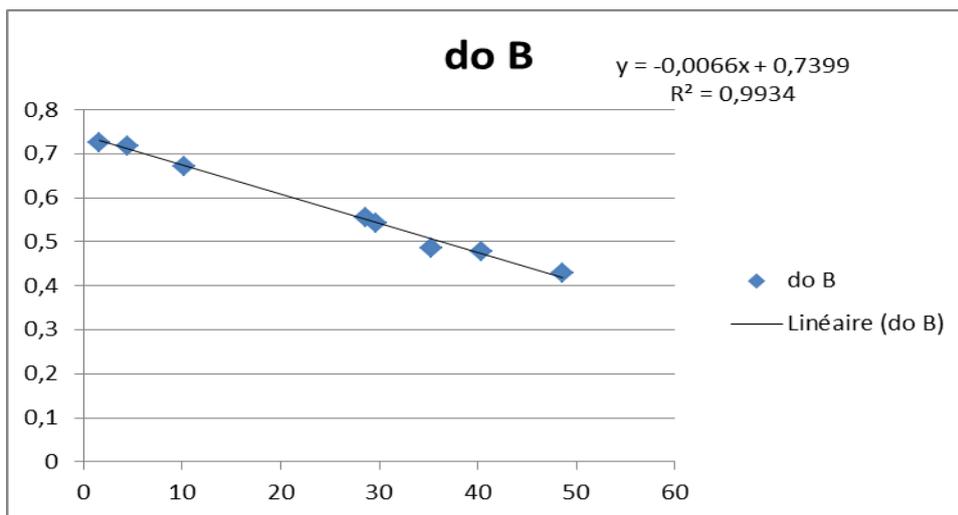
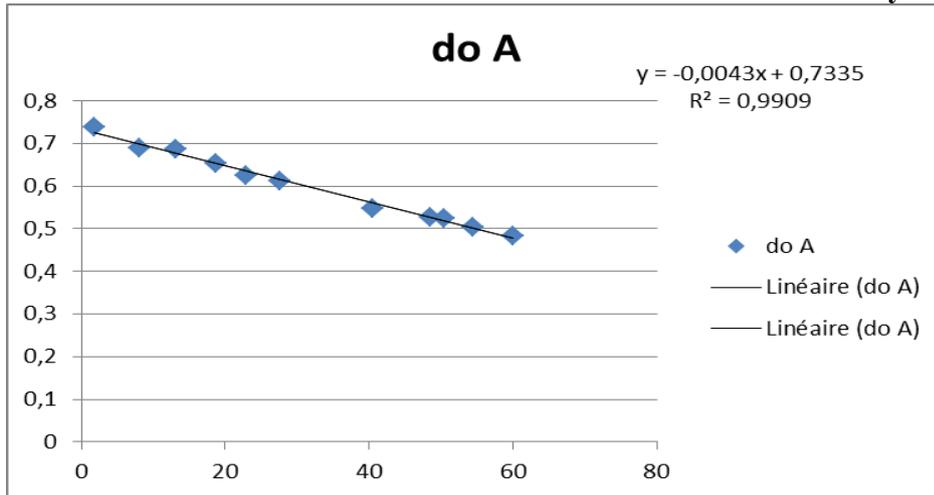
Les densités optiques des échantillons analysés

Echantillons	DO
A	0,625
	0,578
	0,64
B	0,688
	0,599
	0,585
C	0,448
	0,453
	0,473
D	0,555
	0,56
E	0,674
	0,639
	0,636
F	0,621
	0,591
	0,586

Annexes

ANNEXES

Annexe □ : les Courbes d'activités diastase des échantillons analysés:



□

Annexes

