

---

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
CENTRE UNIVERSITAIRE BELHADJ BOUCHAIB D'AÏN-TEMOUCHENT



Institut des Sciences

Département de Sciences de la Matière

Filière : Chimie

## Mémoire

Pour l'Obtention du Diplôme de Master

Spécialité Chimie Macromoléculaire

Thème :

---

### *Variabilité physico-chimique de miels d'ouest et de sud algérien et leur activité biologique*

---

Présenté par :

**Melle. BELAIDI Asmaa**  
**Mr. KADRI Redhwan**

Soutenu en 2018

Devant le jury composé de :

*Président :*                      **Mr. BELABI Lehcen**                      *(Professeur) C.U.B.B.A.*

*Examineurs*                      **Mme. KIBOU Fatima Zohar**                      *(M.C.A) C.U.B.B.A.*

**Melle.AZZI Hadjer**                      *(M.C.B) C.U.B.B.A.*

*Encadrant:*    **Mr. CHIKHI Ilyas**                      *(M.C.B) C.U.B.B.A.*

*Co-encadreur* **Mme. CHAKER Hanane** *(M.C.B) C.U.B.B.A*

## *Remerciement*

Et me voilà à la page des remerciements...

Enfin! Cette page qu'on écrit quand on a fini tout le reste, ou presque...

Alors j'espère que je n'oublierai personne en chemin, et me voilà partie dans l'énumération de tous ceux, sans qui, ce travail n'aurait pas été possible...

*Nous tenons à remercier notre encadreur Dr. CHIKHI Ilyas pour sa patience et ses précieux conseils, pour sa disponibilité exceptionnelle, il n'a pas hésité à engager toute son expérience, ses compétences, mais aussi ses qualités humaines et son enthousiasme, ainsi que son suivi attentif et régulier de l'évolution de ce travail.*

On remercie également Dr. CHAKER Hanane pour avoir codirigé ce travail, pour sa présence, son soutien et ses conseils.

On remercie Pr. BELARBI Lahsen, de nous avoir fait l'honneur de présider ce Jury.

Nos plus vifs remerciements vont à Dr. AZZI Hadjer, Dr. KIBOU Fatima Zohar, qui ont bien voulu nous faire l'honneur de juger ce travail.

*Nous tenons à préciser que l'acquisition des données en si peu de temps aurait été impossible sans l'inestimable collaboration des ingénieurs de laboratoire de chimie: **Wahiba, Bahria, Fatima.***

*Enfin, nous souhaitons évidemment remercier nos familles pour leur encouragement et leur compréhension, sans oublier nos amis de notre promo.*

## *Dédicace*

*On dédie ce travail à :*

*Nos chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer nos sincères sentiments, pour leur patience illimitée leur encouragement continu, leur aide, en témoignage de notre profond amour et respect pour leurs grands sacrifices.*

*A nos frères et sœurs pour leurs encouragements tout au long de notre parcours.*

*A nos professeurs Pr. BOUSSALEM Smain, Pr. BELARBI Lahcen et tous ceux qui nous ont enseigné durant notre étude*

*A tous nos amis, surtout nos meilleurs amis*

*Une dédicace spéciale à ma cousine SaadallahInes.*

*A tous les membres de nos familles ainsi qu'à nos amis et nos proches.*

# Liste de tableau

## *Chapitre I :*

**Tableau 1 :** principale différentes entre miel de miellat et miel de nectar.

**Tableau 2 :** sels minéraux et oligo-élément de miel.

**Tableau 3 :** les normes de miel selon codex alimentarius et l'Union européenne.

## *Chapitre II :*

**Tableau 1 :** Noms des différents échantillons de miel étudiés et leurs régions de récolte.

**Tableau 2 :** préparation de la solution aqueuse.

**Tableau 3 :** les normes de dilution de miel avec éthanol.

**Tableau 4 :** les normes de dilution.

## *Chapitre III :*

**Tableau 1 :** résultats en teneur en eau des miels étudié.

**Tableau 2 :** variations de PH des miels.

**Tableau 3 :** conductivité électrique de miel étudié.

**Tableau 4 :** acidité libre de miel étudié.

**Tableau 5 :** indice de fraîcheur des miels étudié.

**Tableau 6 :** teste de réductions radicales DPPH° par les miels étudiés.

**Tableau 7 :** teste de la dénaturation du sérum albumine par les miels étudiée.

# Liste de figure

## *Chapitre I :*

**Fig.1 :** image de la texture de miel.

**Fig.2 :** évolution au fils du temps de la teneur en HMF dans le miel.

**Fig.3 :** quelque composé responsable de l'activité antioxydant.

## *Chapitre II :*

**Fig.1 :** image d'un réfractomètre.

**Fig. 2 :** image d'un PH mètre.

**Fig.3 :** mode opératoire de PH mètre.

**Fig.4 :** mode opératoire de l'acidité libre.

**Fig.5 :** mode opératoire de teste HMF.

## *Liste des abréviations*

**pH** : Potentiel d'hydrogène.

**mg** : Milligramme.

**Kg** : Kilogramme

**mL** : Millilitre.

**g** : Gramme.

**HO°** : Hydroxyles.

**%** : Pourcentage.

**mS/cm** : Milésienne par centimètre.

**°C** : Degré de Celsius.

**HMF** : Hydroxymethylfurfural.

**H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>**:Hydronium

**UV-visible** : spectroscopie ultraviolet-visible.

**NaOH** : Hydroxyde de sodium.

**N** : Normalité.

**méq/kg** : milliéquivalent par kilogramme.

**et al** : et autres auteurs.

**IDP** : inhibition de dénaturation de protéine.

**DO** : est l'absorbance après avoir ajouté notre échantillon le miel, ou par la détermination de la quantité d'antioxydant nécessaire pour réduire 50% de DPPH

**M** : poids de l'échantillon de miel.

**D** : facteur de dilution.

**A** : l'Absorbance.

**h** : heure.

**DPPH°** : le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

## ***Sommaire :***

Introduction général.....	01
---------------------------	----

### ***1<sup>ere</sup> Partie : étude bibliographique***

#### ***Chapitre I : généralité sur le miel***

I.	Définition de miel.....	03
II.	Classification de miel.....	03
	2.1.L'origine florale.....	03
	2.1.1. Miel mono-floraux.....	03
	2.1.2. Miel poly-florau... ..	04
	2.2. D'après la source de récolte.....	05
	2.2.1. Miel de nectar.....	05
	2.2.2. Miel de miellat .....	05
	2.3. L'origine géographique.....	06
III.	Transformation chimique de miel.....	06
IV.	Composition chimique de miel.....	07
	4.1. Eau .....	07
	4.2. Sucre .....	07
	4.3. Les acides.....	07
	4.4. Les protéines .....	08
	4.5. Les matières minéral .....	08
	4.6. les composantphénolique.....	09
	4.7. Les enzymes .....	09
	4.8. Hydroxy-methyl-furfural.....	09
V.	Le pollen .....	09
	5.1. Définition .....	09
	5.2. Composition chimique .....	10
VI.	Qualité de miel .....	11
VII.	Propriété physico-chimique .....	11
	7.1. Propriété physique .....	11



7.1.1. La densité .....	11
7.1.2. La viscosité .....	11
7.1.3. Le pH.....	12
7.1.4. Conductivité électrique.....	12
7.2. Propriété physique.....	12
7.2.1. La Teneur e eau.....	12
7.2.2. L'acidité.....	12
7.2.3. Hydroxyméthylfurfural0.....	13
VIII. Activité biologique.....	13
8.1. Effet thérapeutique.....	13
8.2. Effet antibactérienne de miel.....	14
8.3. Effet anti-inflammatoire.....	15
8.4. Effet antioxydant de miel.....	15

## ***2<sup>ème</sup> Partie : partie experimental***

### ***Chapitre II : Matériel et méthode***

I. Matériel et méthode.....	16
1.1. Echantillon de miel.....	16
1.2. Réactifs et matériel utilisé.....	16
1.2.1. Réfractomètre.....	17
1.2.2. Le PH mètre.....	17
1.2.3. Conductimètre.....	18
1.2.4. UV-visible.....	18
1.3. Méthode d'analyses.....	19
1.3.1. Analyse physico-chimique.....	19
1.3.1.1. Teneur en eau.....	19
1.3.1.2. Conductivité électrique.....	19
1.3.1.3.Le PH.....	20
1.3.1.4. L'acidité libre.....	21
1.3.1.5. Détermination de HMF.....	22

1.3.2. Activité biologique.....	24
1.3.2.1. Activité antioxydant.....	24
1.3.2.2. Activité anti-inflammatoire.....	25

***Chapitre III : résultat est discussion***

I. Analyse physico-chimique.....	27
1.1. La teneur en eau.....	27
1.2. Le PH.....	28
1.3. La conductivité électrique.....	30
1.4. L'acidité libre.....	32
1.5. Hydroxymethylfurfural.....	34
II. Evaluation de l'activité antioxydant.....	36
III. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire.....	37

# *Introduction général*

***1<sup>ere</sup> Partie :***

***Etude bibliographique***

# *Chapitre I*

## *Généralité sur le miel*

***2<sup>ème</sup> Partie :***

***Partie expérimental***

## *Chapitre II*

### *Matériel et méthode*

# *Chapitre III*

## *Résultat et discussion*



## **REFERENCES DE L'INTRODUCTION:**

- [1] J.-F. Odoux, P. Aupinel, S. Gateff, F. Requier, M. Henry, V. Bretagnolle, *Journal of Apicultural Research* 53 (2014) 57-66.
- [2] H. Tahar, F. Talaouit, N.E. Ouchemoukh, (2017).
- [3] N. GHALEM, Etude physico-chimique du miel des fleurs de jujubier sidr de la region de tlemcen, 15-01-2018.
- [4] H. Chataway, *Canadian journal of research* 6 (1932) 532-547.
- [5] E. Wedmore, *Bee World* 36 (1955) 197-206.

## REFERENCES DE CHAPITRE I

- [1] S. CODEX, Revised Codex Standard For Honey Codex Stan 12-1981, Rev, 1987.
- [2] S. Bourg, Abeille et insecticides phytosanitaires, 2006.
- [3] P. PARTIE, CODEX NORME POUR LE MIEL CODEX STAN (12-1981).
- [4] E. Schivre, L'abeille: ses produits de sécrétion et leurs utilisations thérapeutiques, Éditeur inconnu, 2006.
- [5] R. Chauvin, La ruche et l'homme, Calmann-Lévy, 1987.
- [6] M. Gonnet, Le miel: composition, propriétés, conservation, OPIDA, 1982.
- [7] M. Biri, M. Biri, Grand livre des abeilles: l'apiculture moderne:[le rucher, les espèces, prévention, diagnostic et traitement des maladies...], Ed. De Vecchi, 1989.
- [8] M. Chouchaine, N. Barbouche, A. Khemiri, Livestock Research for Rural Development 27 (2015).
- [9] F.T. Fohouo, D. Djonwangwe, J. Messi, D. Brückner, Cameroon Journal of Experimental Biology 5 (2009).
- [10] D. Lord, M. Scotter, A. Whittaker, R. Wood, Journal of the Association of Public Analysts 26 (1988) 51-76.
- [11] S. Bogdanov, P. Lischer, Humidity by refractometry and Invertase activity: Report for the participants (1993).
- [12] M. MERAH, M.B. BACHAGHA, A. BOUDERHEM, (2010).
- [13] A. Rossant, A. Desmouliere, Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. 132 p, Thèse de doctorat: Pharmacie. Limoges: Université de Limoges, 2011.
- [14] S. Bogdanov, K. Ruoff, L.P. Oddo, Apidologie 35 (2004) S4-S17.
- [15] R. Shahrouzi, (2009).
- [16] F. Bonté, A. Saunois, P. Pinguet, A. Meybeck, Archives of dermatological research 289 (1997) 78-82.
- [17] M. El BEDJAOUI, Analyses des caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques et pollinique du miel de Ceratoniasiliqua «Caroube» de la région de TLEMCEN, 2014.

- [18] C. Acquarone, P. Buera, B. Elizalde, *Food Chemistry* 101 (2007) 695-703.
- [19] I. Redouane, K. Tighlit, S.E. Ouchemoukh, (2017).
- [20] J. Louveaux, *Les abeilles et l'apiculture: Chronique historique de la Zoologie agricole française*, Quae, 1996.
- [21] E. Huchet, J. Coustel, L. Guinot, *Departement Sciences de l'aliment* (1996) 1-5.
- [22] S. Ouchemoukh, H. Louaileche, P. Schweitzer, *Food control* 18 (2007) 52-58.
- [23] M. Moniruzzaman, S.A. Sulaiman, M.I. Khalil, S.H. Gan, *Chemistry Central Journal* 7 (2013) 138.
- [24] A. Chouia, *Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout*, Université Mohamed Khider Biskra, 2014.
- [25] M.K. Khan, *Polyphénols d'agrumes (flavanones): extraction de glycosides de la peau d'orange, synthèse de métabolites chez l'homme (glucuronides) et étude physico-chimique de leur interaction avec la sérum albumine*, Université d'Avignon, 2010.
- [26] E.-z. Nkhili, *Polyphénols de l'Alimentation: Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant*, Thèse Doctorat. Université Cadi Ayyad. Faculté Des Sciences Semlalia Marrakech, 2009.
- [27] V.C. Deschamps, *Production et commercialisation du miel*, Association des Elèves (ENVT), 1998.
- [28] G. TETART, *XVIIème congrès de l' AISLF. Tours juillet* (2004).
- [29] M. Amigou, *Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits alimentaires apicoles (miel, pollen, gelée royale et propolis)*, 2016.
- [30] M. Gharbi, *Les produits de la ruche: origines-fonctions naturelles-composition-propriétés thérapeutiques: apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire*, 2011.
- [31] N. Eon, *De la fleur à l'abeille, de l'abeille au miel, du miel à l'homme: miel et autres produits de la ruche*, 2011.
- [32] C. Hoyet, D. LAURAIN-MATTAR, *Le miel: de la source à la thérapeutique*, Thèse d'Etat, Université Henri Poincaré-Nancy 1, Nancy, 2005.
- [33] N. Abuharfeil, R. Al-Oran, M. Abo-Shehada, *Food and Agricultural Immunology* 11 (1999) 169-177.
- [34] A. Tonks, R.A. Cooper, A. Price, P.C. Molan, K. Jones, *Cytokine* 14 (2001) 240-242.

## REFERENCE DE CHAPITRE II :

[1]S. Garland., Experiments in physical chemistry. International Student edition, second edition. (1962).

[2]M. Chavanne., G.J. Beaudouin., A. Jullien., F. Flammand, Chimie organique expérimentale. Ed. Modulo. (1991).

[3]J.-M. Brébec., P. Denève., T. Desmarais., M. Ménétrier., B. Noël., C. Orsini., Hprépa Optique 1ère année MPSI - PCSI - PTSI. Hachette supérieur. (1999).

[4] <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/le-refractometre-916>

[5] <https://www.ac-astrasboug.fr>

[6] <http://www.ipgp.fr/~losno/Manips/pH/appareilsdemesure.html>

[7][http://www.sciences-en-ligne.com/DIST/Data/Ressources/lic2/chimie/chi\\_gen/spectro/uv\\_visible/spectr\\_uv\\_vis.htm](http://www.sciences-en-ligne.com/DIST/Data/Ressources/lic2/chimie/chi_gen/spectro/uv_visible/spectr_uv_vis.htm)

[8] <https://www.iso.org/fr/standard/39883.html>

[9]M. Ouafa, Méthodes d'études d'activité des antioxydants des plantes médicinales, UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA, 2014.

### REFERENCE DE CHAPITRE III :

- [1] N. Samira, Identification des plantes mellifères et analyses physico-chimique des miels algériennes. Thèse de doctorat. Université d'Oran., Université d'Oran., (2014).
- [2] K. Aicha, K.A.n. MEHELLEB, mémoire analyse de quelque critères de qualité de quelques échantiloon de miel Université ABDERAHMANE MIRA - Bejaia, (2016).
- [3] C.S. 12, NORME POUR LE MIEL, CODEX STAN 12-1981, (1981) 1-10.
- [4] A.S. Alqarni, A.A. Owayss, A.A. Mahmoud, M.A. Hannan, Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia, *Journal of Saudi Chemical Society*, 18 (2014) 618-625.
- [5] J. Louveaux, Les abeilles et l'apiculture, *Chronique historique de la Zoologie agricole française*, (2006).
- [6] S. Mekious, Z. Houmani, É. Bruneau, C. Masseaux, A. Guillet, T. Hance, Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie, *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 19 (2015) 221.
- [7] S. Hogan, L. Zhang, J. Li, B. Zoecklein, K. Zhou, Antioxidant properties and bioactive components of Norton (*Vitis aestivalis*) and Cabernet Franc (*Vitis vinifera*) wine grapes, *LWT - Food Science and Technology*, 42 (2009) 1269-1274.
- [8] J. Clos, *L'immunité chez les animaux et les végétaux*, Lavoisier, (2012) 415.
- [9] D. Lanneau, Role of heat shock protein HSP90 and HSP70 in macrophagic differentiation, in, Université de Bourgogne, 2010.
- [10] M.R. Jacquier-Sarlin, B.S. Polla, Protéines de stress : soi, non-soi et réponse immune, *Médecine sciences*, Vol. 10, N° 1 (1994) 31-41.
- [11] S. Chandra, P. Chatterjee, P. Dey, S. Bhattacharya, Evaluation of in vitro anti-inflammatory activity of coffee against the denaturation of protein, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2 (2012) S178-S180.
- [12] C. Dufour, O. Dangles, Flavonoid–serum albumin complexation: determination of binding constants and binding sites by fluorescence spectroscopy, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1721 (2005) 164-173.
- [13] S. Arezki, D. Atoui, F. Bedjou, Inhibition de la dénaturation de la sérumalbumine bovine par les huiles essentielles de Lavande et de Rue et les polyphénols de pépins de Pamplemousse, Université de Bejaia, (2017).



## ***INTRODUCTION GENERAL***

Le miel, substance précieuse, offerte par la nature est connue et utilisée par l'homme depuis les temps les plus reculés. Seul édulcorant avant l'apparition de la canne à sucre et de la betterave, ce produit noble de la ruche représente l'une des denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme et ceci grâce à ses propriétés nutritives et thérapeutiques.

Le miel est un aliment naturel, visqueux, aromatique, apprécié pour son goût et sa saveur, est le fruit du travail des abeilles domestiques *Apis mellifera*, qui collecte autour de la ruche les nectars de fleurs et miellats [1].

Le miel est caractérisé par certains groupes de substances en quantité variable. En moyenne il est formé de près de 80 % de glucides, notamment le fructose et le glucose et de 17 à 20 % d'eau. En outre, il renferme 4 % de substances mineures telles que les acides aminés, les enzymes, les acides organiques, les composés phénoliques, les protéines, l'eau oxygénée, les vitamines, les minéraux et certaines substances volatiles, ainsi que les éléments figurés comme les grains de pollen et les levures [2].

Ce noble aliment est également précieux comme produit à valeur marchande tant sur les marchés nationaux qu'internationaux. L'apiculture à l'échelle mondiale varie d'un pays à un autre. Le premier pays producteur du miel est la Chine (plus de 26% de la production mondiale soit 536 000 tonnes) suivi de la Turquie (88 162 tonnes). Les autres principaux pays producteurs sont l'Argentine, l'Ukraine, la Russie, l'Inde, le Mexique, l'Iran et l'Éthiopie [3].

L'apiculture en Algérie 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 [4]. Le miel algérien, est un produit cher et peu consommé (200 à 300 g/an par habitant) comparé à la France (600 g/an par habitant). La production nationale du miel reste faible au regard des potentialités mellifères de l'Algérie. Les importations du miel proviennent de Chine, d'Inde, et d'Arabie saoudite. En 2011, nos importations en miel ont atteint 150.000 tonnes [5].

Consommé par plusieurs personnes dans le monde entier, c'est pour cette raison qu'il exige certaines normes, qui garantissent sa qualité et son identité.

Actuellement, en Algérie le miel est sujet à un certain nombre de spéculations quant à son origine et ses qualités physico-chimiques. En plus le consommateur algérien est confronté à la cherté de ce produit noble n'arrive pas à faire la différence entre un produit authentique et un autre falsifié et cela à cause de l'absence de structures officielles qui contrôlent les qualités des produits locaux.

## ***INTRODUCTION GENERAL***

C'est dans ce contexte s'inscrira notre projet de mémoire, l'idée est de déterminer et de contrôler la variabilité physico-chimique de quinze échantillons de miel du sud et de l'ouest d'Algérie ainsi de comprendre le lien entre les paramètres physico-chimiques de ces échantillons de miel et leurs activités biologiques essentiellement leur activités antioxydantes et anti-inflammatoires.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres :

- ❖ Dans les deux premiers chapitres, les différentes connaissances bibliographiques seront abordées sur l'origine du miel, sa fabrication, ses différents types, sa composition biochimique et ses propriétés physico-chimiques et biologiques.
- ❖ Dans le deuxième chapitre, le matériel d'étude et les méthodes analytiques utilisées pour l'analyse physico-chimiques et activités antioxydantes ainsi que activités anti-inflammatoire seront évoquées.
- ❖ Le troisième chapitre sera consacré à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions.



## 1. DEFINITION DU MIEL :

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche[1].



**Fig. 1** : image de la texture du miel

## 2. CLASSIFICATION DU MIEL :

Il y a différents types de miel, qu'on en peut ordonner d'une façon simple en s'appuyant sur les divers critères qui sont l'origine florale, la source de récolte et l'origine géographique.

### 2.1. L'origine florale :

Ce type de miel est divisé en deux catégories de miels floraux :

#### 2.1.1. Les miels mono-floraux :

Les miels mono-floraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite bien sûr d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Si de très nombreux végétaux possèdent des qualités mellifères, un nombre restreint d'entre eux permet une production mono-florale caractéristique.

Les miels de colza et de tournesol représentent à eux seuls près de la moitié de la production française globale. Parmi les grands crus, on peut citer les miels d'acacia, de lavande, de romarin, de callune, de tilleul, de châtaignier... etc. Ils sont bien caractérisés et produits en quantité non négligeable. Les crus rares sont les miels de framboisier, de serpolet, d'arbousier ou de rhododendron. Leur production est limitée car ils sont élaborés sur des territoires exigus. On peut également citer les miels mono-floraux de cerisier, d'aubépine, de

bleuet, de bourdaine, de bruyère, d'épilobe, de lierre, de luzerne, de houx, de moutarde des champs, de pissenlit, de chardon, de ronce, de sainfoin, de Sarrazin de saule, de thym, de trèfle, de chêne, d'eucalyptus, de sapin, et de clémentinier notamment[2].

### **2.1.2. Les miels poly-floraux :**

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Ils représentent la majorité de la production française. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique. Celle-ci indique soit l'aire de production (région, département, massif...), soit un type de paysage faisant référence à une flore identifiée (garrigue, maquis, forêt...). Le miel de forêt provient de l'épilobe, de la ronce, des bruyères, du lierre, et des miellats de conifères divers, de chêne, de hêtre, et de tilleul. Le miel de garrigue est élaboré à partir de romarin, de thym, de sarriette, de trèfle blanc, d'asphodèle, de ronce et de lavande. Le miel de haute montagne est constitué à partir de rhododendron, de trèfle blanc, d'épilobe, de ronce et de framboisier. La flore dominante du miel de printemps est le colza, le pommier, le cerisier, le trèfle, le pissenlit et la cassis[2].

## **2.2. L'origine à la source de récolte :**

### **2.2.1. Le nectar :**

Le miel de nectar est le miel qui provient des nectars des plantes[3]. C'est une substance sucrée issue des nectaires floraux ou extra floraux. Il se forme à partir de la sève élaborée des plantes [4]. Il n'est d'aucune utilité directe pour la plante et sa seule raison d'exister est d'attirer les insectes pollinisateurs[5].

Le nectar attire les abeilles qui le récoltent et le ramènent à la ruche. C'est par cette dernière, pendant la collecte du nectar, que s'effectue la pollinisation des fleurs[6].

Les nectars sont les sources les plus « naturelles » puisqu'elles résultent de l'étroite coévolution des angiospermes avec les insectes butineurs. La teneur en sucres et le degré de densité du nectar sont en fonction de l'espèce végétale et du climat[7].

- **Composition de nectar :**

Le nectar est un mélange complexe constitué de 80% d'eau et 7 à 60% de sucre, ainsi que d'autres substances (protéines, lipides, minéraux, des acides organiques, des substances

aromatiques.... etc.) ; ces substances sont responsables de la valeur aromatique d'un miel et lui confèrent sa personnalité[8].

La composition glucidique du nectar montre qu'il renferme trois principaux sucres : saccharose, fructose et glucose et une faible proportion de maltose, mélézitose, raffinose, mélibiose et tréhalose[9].

### 2.2.2. Le miellat :

Le miel de miellat est un miel obtenu à partir, d'un liquide produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivants sur les feuilles de nombreuses plantes. Le miel de miellat présente une couleur ambre foncée, son goût est agréable et il est très riche en sels minéraux[10].

Le miellat est un liquide épais et visqueux constitué par les excréments liquides des homoptères (psylles, cochenilles et surtout pucerons). Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar[11]

Il provient d'une d'exsudation des feuilles ; on peut alors la voir perler par tous les orifices stomatiques et se réunir en gouttelettes sucrées sur toute la surface de la feuille, surtout sur la face inférieure [12].

- **Composition de miellat :**

La composition du miel de miellat est d'environ 16 % d'eau, 38 % de fructose, 27 % de glucose, 3 % de saccharose, 9 % de dextrose, 5 % de mélézitose, 7 % d'acides aminés et de minéraux.

### 2.2.3. La principale différence entre un miel de nectar et un miel de miellat:

Le miel de miellat est de couleur plus sombre et possède un goût plus prononcé que le miel de nectar. Il possède également des sucres plus complexes comme le mélézitose ou l'erlose, qui sont formés dans le tube digestif des Homoptères. Il est aussi plus riche en azote, en acides organiques et en minéraux. Ces différentes caractéristiques permettent d'identifier les miels de miellats[13].

**Tableau 01** : Principales différences entre miel de miellat et miel de nectar

Les critères	Miellat	Nectar
PH	4.5	3.9
Minéraux (cendre)	0.58	0.26
Fructose +glucose	61.6%	74%

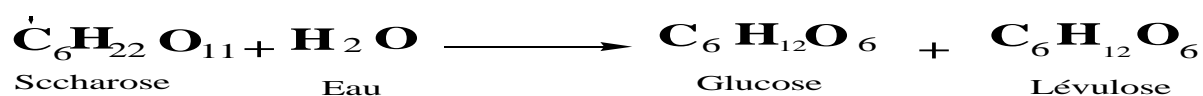
### 2.3. L'origine géographique :

Le miel peut être désigné par le nom de la région géographique ou topographique, sous réserve d'être produit exclusivement dans la zone indiquée dans la désignation[1].

La détermination (analyse qualitative) et le dénombrement des grains de pollen et les composants du miel présents dans les sédiments permettent de déterminer l'origine géographique de celui-ci [14].

### 3. Transformation chimique de miel :

Les sucres se transforment, Leur constitution chimique évolue entre celle du nectar ou du miellat et celle du miel. En particulier, le saccharose devient un mélange de glucose (dextrose) et de fructose (lévulose) sous l'action d'une enzyme, l'invertase, incorporée au nectar par la salive des abeilles. Ceci représente 90% des sucres totaux du miel. La transformation, ou inversion, s'exprime par l'équation suivante : [15]



### 4. Composition chimique de miel :

Le miel est un composé complexe qui relève de l'interaction entre les fleurs, le sol, et les systèmes métaboliques liés à la spécificité génétique des abeilles[16].

#### 4.1. Eau :

L'eau est l'un des composants les plus importants du miel et provient du nectar butiné par les abeilles. La teneur en eau, est un paramètre lié au degré de maturité, il est responsable de la stabilité du miel lors de l'entreposage. Elle est largement inférieure à 20%. On la trouve comprise entre 17 et 19%. La teneur en eau du miel dépend des conditions environnementales et de la période de récolte, il peut varier d'une année à une autre[17, 18].

#### 4.2. Sucre :

Le miel compte 75% à 80% de sucres qui viennent du nectar des fleurs. Il existe une quinzaine de sucres, mais ils ne sont pas tous présents en même temps[17].

On trouve des monosaccharides (glucose et fructose) qui représentent 85% à 95% des sucres du miel mais c'est le fructose (lévulose) qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%. On y trouve également du saccharose (1,5%) et du maltose (7,5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces[19]

#### 4.3. Acides :

Tous les miels ont une réaction acide. Ils contiennent des acides organiques, dont certains volatiles, et des lactones[19]. Le plus important est l'acide gluconique, qui lors de la maturation du miel, transforme le glucose en acide gluconique.

On y trouve également une vingtaine d'acide organique comme l'acide acétique, citrique, lactique, malique, oxalique, butyrique, pyroglutamique et succinique. D'autres composés, les lactones dont la présence est constante, ont également une fonction acide[20]. Ces acides de l'ordre de 0.57% dans le miel.

### 4.4. Protéines :

Les protides sont présents en faible quantité et la teneur en azote est négligeable (de l'ordre de 0,041%). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. On y trouve également des acides aminés libres dont la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille[21].

La proline est un des acides aminés les plus abondants dans le miel et est donc généralement choisie comme étalon pour la quantification de la teneur en acides aminés[22].

La teneur en proline est un indicateur de qualité car le miel en on falsifié a en général, un taux qui dépasse 180mg/K[23].

### 4.5. Matière minérale :

Les miels ont une teneur en cendres inférieure à 1% (elle est en général de l'ordre de 0.1%). On y trouve, dans l'ordre d'importance, du potassium, du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du phosphore, du soufre et du silicium ainsi que plus de trente oligo-éléments. Leur teneur dépendent des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel elles poussent[24].

**Tableau 2** : sels minéraux et oligo-élément du miel

Les constituants minéraux	Quantité en mg/kg	Les constituants minéraux	Quantité en mg/kg
Potassium	200-1500	Manganèse	0.2-10
Sodium	16-170	Chrome	0.1-0.3
Calcium	40-300	Cobalt	0.01-0.5
Magnésium	7-130	Nickel	0.3-1.3
Fer	0.3-40	Aluminium	60
Zinc	0.5-20	Cuivre	0.2-6
Plomb	0.5-20	Cadmium	<0.005-0.15

### 4.6. Composés phénoliques :

Les polyphénols possèdent une grande variété de structures allant de composés contenant un simple noyau phénolique (acide phénolique) à des composés polymériques complexes comme les tanins (polymères de catéchine et épicatechine présentant plusieurs dizaines d'unités). Les polyphénols constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. En outre, in vitro, un grand nombre de polyphénols sont reconnus pour leurs propriétés anti oxydantes, anti-inflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuses[25].

Ces activités sont attribuées à la capacité de ces composés à réduire les radicaux libres tels que les radicaux hydroxyles ( $\text{HO}^\circ$ ) et superoxyde ( $\text{O}_2^\circ$ )[26].

### 4.7. Enzymes :

On retrouve dans le miel : l'invertase, l' $\alpha$ -amylase, la  $\beta$ -amylase, l' $\alpha$ -glucosidase et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase. Ces enzymes sont détruites par un chauffage exagéré du miel, qu'il y a donc lieu d'éviter si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel[21].

### 4.8. Hydroxy-Méthyle-Furfural (HMF) :

C'est un excellent indicateur de fraîcheur du miel. Cette molécule apparait au cours du processus de son vieillissement naturel. Ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou s'ils sont très acides.

L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité d'un miel : son vieillissement et son chauffage[27]. Les recommandations du Codex Alimentarius (2001), fixent un maximum de 40 mg d'HMF/Kg de miel

## 5. Le pollen :

### 5.1. Définition :

Le pollen est un indicateur de la qualité du miel, car ils sont responsables de l'activité antioxydant.

Les grains de pollen sont de petits éléments sphériques ou ovoïdes de taille oscillant entre 20 et 40 microns, contenus dans les sacs polliniques des anthères de la fleur. Ils servent à

féconder la partie femelle de la fleur et constituent les gamètes males dans le règne végétal. Il existe de nombreux types de pollens, tout autant que de fleurs différentes[28].

### 5.2. Composition chimique :

Le pollen contient de :

- **L'eau** :La teneur en eau du pollen sur la fleur est en moyenne 10% et entre 10 à 40% pour le pollen de trappe[22].

Au Cours de la fabrication des pelotes par les abeilles, il y a une augmentation de la teneur en eau en raison du contact avec la salive, le miel ou le nectar[29].

- **Les glucides**: Le glucose et le fructose sont les éléments majoritaires des glucides et qui proviennent du nectar de la plante, ils présentent un tiers de la valeur calorique du pollen (246 Kcal/100g)[30].
- **Les protides** :présentent de 20 à 35% de la matière sèche et les huit acides aminés essentiels sont présents ainsi que tous les acides aminés semi-essentiels[30].
- **Les substances cellulosiques** :La paroi des grains de pollen est constituée de cellulose et d'hémicellulose, la teneur en substances cellulosique varie en fonction de l'origine florale[29].
- **Les lipides**: la teneur en lipides varie en quantité et en qualité selon l'origine géobotanique, elle est environ de 5%, il s'agit des phospholipides, des glycérides, des acides gras libres et des stérols[29, 31].
- **Les minéraux**: la concentration en minéraux varie en fonction de l'origine florale et de la saison. Les éléments présents sont le phosphore, le calcium, le magnésium, le sodium, le zinc, le manganèse, le fer, le cuivre, le sélénium et le potassium avec une quantité très élevée[29].
- **Les substances mineures**: De nombreuses vitamines sont contenues dans le pollen dont celles du groupe B (thiamine, riboflavine, nicotinamide, acide pantothénique, pyridoxine, méso-inositol, biotine, acide folique et cyano-cobalamine) et les vitamines C,D, E et A. Des pigments (les flavonoïdes), des enzymes et des cofacteurs, des hormones de croissance, des stérols, des facteur antimicrobiens, des composés volatils et des ferments lactiques [29].



## 6. Qualité de miel :

**Tableau 3** : Les normes de miel selon Codex Alimentarius et l'Union Européenne.

Critère de qualité	Norme de codex	Les normes européennes
Teneur en eau	<21 g/100g	<21 g/100g
Teneur en sucre réducteur		
teneur en matière minéral	<0.6 g/100g	< 0.6 g/100g
Acidité libre	<50 meq/kg	< 40 meq/kg
PH	< 6	< 6
HMF	60 mg/ kg	40mg/kg
Conductivité électrique	< 0.8 ms/cm	< 0.8 ms/cm

## 7. Propriété physico-chimique :

### 7.1. Propriété physique :

#### 7.1.1. La densité :

La densité moyenne est de 1,42 et varie généralement de 1,39 à 1,44 selon la nature des miels analysés. C'est une donnée très utile pouvant être utilisée pour mesurer la teneur en eau des miels. On peut admettre une moyenne de 1.4225 à 20°C [40]

#### 7.1.2. La viscosité :

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. Certains sont thixotropes (c'est à-dire que ces miels lorsqu'on les agite deviennent liquides mais reprennent leur viscosité première après repos) entraînant alors une modification complète de son aspect mais sans rien changer à sa composition [32].

### **7.1.3. Le pH :**

Le pH d'un miel est fonction de la quantité d'acides ionisables qu'il renferme ainsi que de sa composition minérale. Les phénomènes de dégradation spontanée du miel lors de son vieillissement naturel ou d'un chauffage sont largement dépendants du pH au moment de la mise en pot et font eux-mêmes évoluer le pH (le miel s'acidifie en vieillissant).

Le pH du miel est varié entre 3 et 6. Il est généralement inférieur à 4 dans les miels de nectar, supérieur à 5 dans ceux de miellat.

### **7.1.4. Conductivité électrique :**

La conductivité électrique est un excellent critère de détermination de l'origine botanique du miel. Cette mesure est liée à la teneur en minéraux et à l'acidité du miel. Elle permet de distinguer aisément des miels de miellat des fleurs et les miels de nectar, les premiers ayant une conductibilité bien plus élevée que les seconds.

## **7.2. Propriété chimique :**

### **7.2.1. Le teneur en eau :**

La teneur en eau est une des caractéristiques la plus importante des miels, Elle est la valeur la plus importante qu'apporte le réfractomètre. La teneur en eau ou le % d'eau, c'est la quantité d'eau contenue dans 100 gramme de miel.

En général la teneur en eau se situe dans la plupart des cas entre 15-20g/100g. un excès d'eau augmente le risque de fermentation.

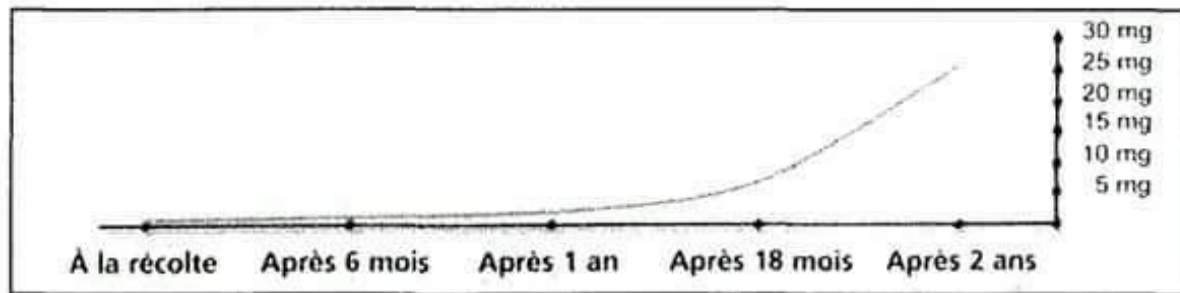
Les teneurs en eau plus élevés sont à mettre au compte d'une récolte trop précoce et d'un climat humide.

### **7.2.3. L'acidité :**

L'acidité libre du miel influencent sa durée de conservation et sont principalement liés à son origine botanique. Dans les miels de miellat, elle est généralement supérieure à celle des miels de fleurs. 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[17].

### 7.2.3. Hydroxy-méthyle-furfural (HMF) :

Le taux d'HMF est le critère le plus important pour déterminer l'âge d'un miel. Ainsi que pour étudier son éventuelle dégradation. Ni les nectars, ni les miellats, ni les miels frais ne contiennent de l'HMF. Ce produit se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle (figure 01). La production de HMF est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu.



**Fig. 2 :** Evolution au fil du temps de la teneur en HMF dans le miel

Tous les miels n'évoluent pas de la même façon: les miels de nectar atteignent entre 5 et 15 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que les miels de miellats (souvent plus riches en fructose et plus acides), peuvent atteindre 25 mg/kg de HMF. La concentration en HMF est augmentée par des chauffages excessifs[32].

## 8. L'activité biologique de miel :

### 8.1. Effet thérapeutique de miel :

Le miel est considéré comme étant l'un des éléments les plus importants de la médecine traditionnelle. Les constituants mineurs du miel lui confèrent des propriétés médicinales indéniables. Par exemple, les flavonoïdes améliorent la circulation veineuse.

Administré par la voie buccale, le miel peut guérir ou soulager les troubles intestinaux, les ulcères d'estomac, l'insomnie, les maux de gorge, certaines affections cardiaques, etc. Il augmente la teneur du sang en hémoglobine et la vigueur musculaire. Le miel facilite la rétention du calcium, il active l'ossification et la sortie des dents et il est légèrement laxatif. Un adulte peut ingérer sans danger 500 g de miel par jour.

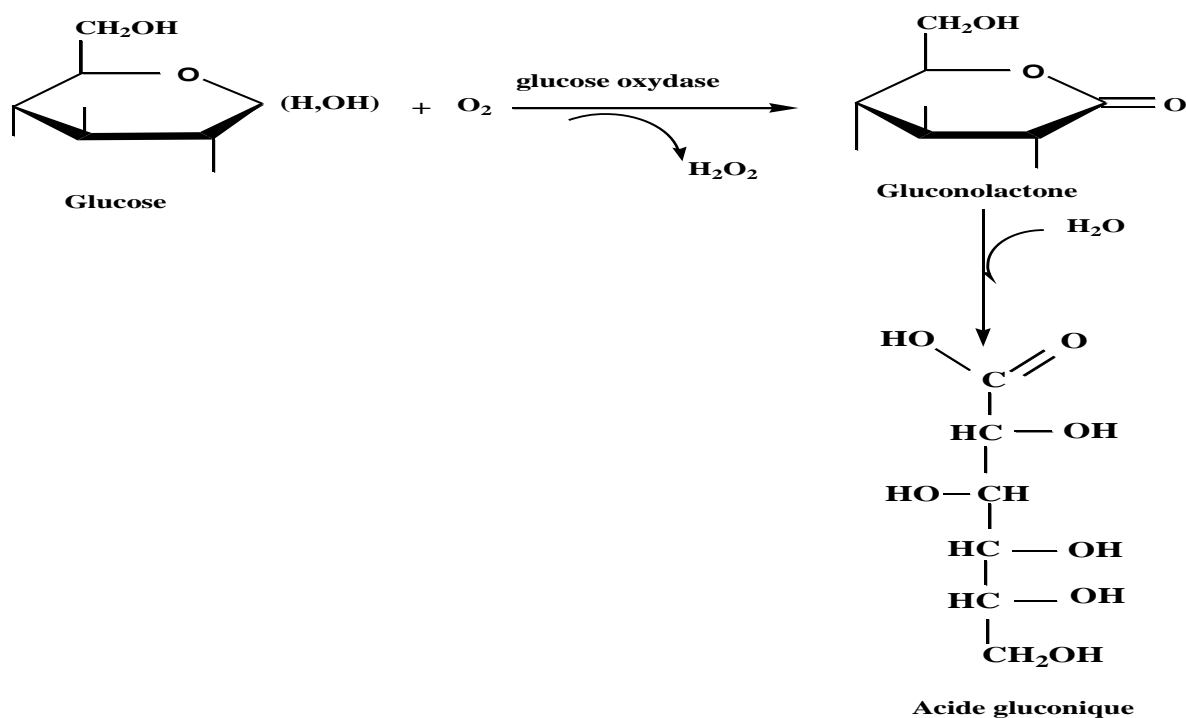
En usage externe, il active la guérison des brûlures, des plaies et des affections rhinopharyngées (en instillation) grâce à une inhibine et à des substances provenant des plantes butinées qui lui communiquent des propriétés antibactériennes. L'élément essentiel de cette activité antibiotique du miel, une enzyme, la gluco-oxydase, provoque un dégagement

d'eau oxygénée. Il est prouvé qu'il favorise la cicatrisation des plaies. Certains hôpitaux l'utilisent dans ce domaine en France et dans d'autres pays[32].

### 8.2. Effet antibactérien de miel :

L'activité antimicrobienne du miel est attribuée à des facteurs physiques (pression osmotique et l'acidité) et chimiques (peroxyde d'hydrogène et inhibines non peroxyde). Cette activité est démontrée pour la première fois par Dold en 1937 sur certaines bactéries telles que *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* et *Staphylococcus aureus*. Les propriétés antibiotiques du miel le protègent contre toutes contaminations microbiennes. Ces propriétés sont attribuées à son acidité, à sa pression osmotique élevée et à la faible activité de l'eau. Cependant, le facteur antibactérien du miel le plus important reste le peroxyde d'hydrogène, produit par la glucose-oxydase.

La principale activité antibactérienne du miel est liée à la production enzymatique de peroxyde d'hydrogène. La glucose oxydase est une enzyme qui est sécrétée par les glandes hypopharyngiennes des abeilles. Au moment de la récolte du nectar ou du miellat, ainsi que pendant les trophallaxies successives, cette enzyme est mélangée au mélange sucré qui va devenir le miel[32].



**Schéma réactionnel de l'enzyme au contact avec le glucose**

Le miel contient d'autres substances, d'origine végétale, ayant un rôle non négligeable dans l'activité antibactérienne, ce sont les inhibines non peroxyde dont les composés phénoliques (acides gallique, caféique, ferulique, benzoïque,.....).

### 8.3. Effet anti- inflammatoire de miel :

Plusieurs études ont montré les effets thérapeutiques du miel, ces recherches ont mis en évidence l'action du miel sur les cellules responsables du phénomène inflammatoire[13].

Abuharfeil et al. (1999) ont montré que des cultures in vitro de lymphocytes B et T ont une prolifération accrue en présence de miel. Ils ont aussi constaté que les phagocytes étaient activés in vitro par du miel[33]

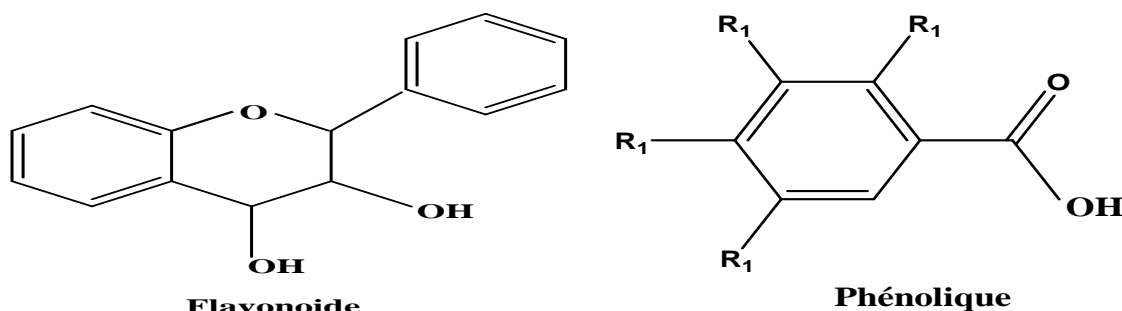
Tonks et al. (2001) ont notamment étudié l'influence du miel sur les cellules de l'inflammation. Ils ont abouti aux résultats suivants : le miel à une concentration de 1% stimule in vitro la libération par les monocytes de cytokines (tumeur necrosis alpha, interleukines 1 et 6) qui sont les acteurs de la réponse immunitaire en cas d'infection. Au sein du subtil mélange qu'est le miel, on trouve des flavonoïdes ; or, de nombreux travaux scientifiques ont mis en évidence l'action anti-inflammatoire des flavonoïdes[34].

### 8.4. Effet antioxydant de miel :

Le miel est reconnu par son pouvoir antioxydant il joue un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydation (espèces réactive oxygénés) responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, la cataracte, le diabète, les maladies cardiovasculaires et les différents processus d'inflammation.....[29].

Les composés responsables de l'activité antioxydant du miel sont les flavonoïdes, les acides phénoliques, l'acide ascorbique, les caroténoïdes.

On présente quelques composés responsables de l'activité du miel :



**Fig. 03 :** quelques composés responsables de l'activité antioxydant.

### I. Matériel et méthode :

L'objectif principal de cette étude consiste à faire une analyse physico-chimique de 15 échantillons de miel et tester notamment leurs activités antioxydantes et anti-inflammatoires.

#### I.1. Echantillon de miel :

Pour les besoins de cette étude, 15 échantillons de miel récoltés, conservés, dans des flacons en verre bien stérilisés et bien fermés à température ambiante.

La plupart des échantillons sont récoltés de différentes régions des wilayas d'Algérie.

**Tableau 1** : Noms des différents échantillons de miel étudiés et leurs régions de récolte

Echantillon	Le nom de miel	Région de récolte
E1	Harmal 1	Aricha
E2	Jijer	Bachar
E3	Thyms	Tlemcen
E4	Kharoba	Tlemcen
E5	Kalkha	
E6	Multifleur	Montagne Nadroma
E7	Multifleur	Sidi yaakoub
E8	Harmel 2	Aricha
E9	Montagne	Sid djilali
E10	Loubina	Naouahi bayed
E11	Kalaa	Naouahi bayed
E12	Kalaa	Magrer
E13	Montagne	Achouak macheria
E14	Miel d'orange	
E15	Eucalyptus+ sedra	

#### I.2. Réactifs et matériel utilisé :

Pour les analyses physico-chimique (teneur en eau, conductivité électrique, l'acidité libre, le pH, hydroxyméthylefurfural) et les tests antioxydants et anti-inflammatoires effectués on aura besoin des matériels suivants :

### I.2.1. Réfractomètre :

Cet appareil utilisé pour l'analyse et la mesure de la teneur en eau et des taux de Brix.

Un réfractomètre est un appareil qui mesure l'indice de réfraction d'une substance, ce qui permet d'analyser un échantillon liquide ou solide afin de déterminer son identité, sa pureté ou sa concentration[1-4].

Dans le réfractomètre, la présence d'un prisme, dévie la lumière avec un angle connu lorsque l'on place de l'eau distillée dans la fenêtre d'analyse, elle nous donne la valeur 0 [5].



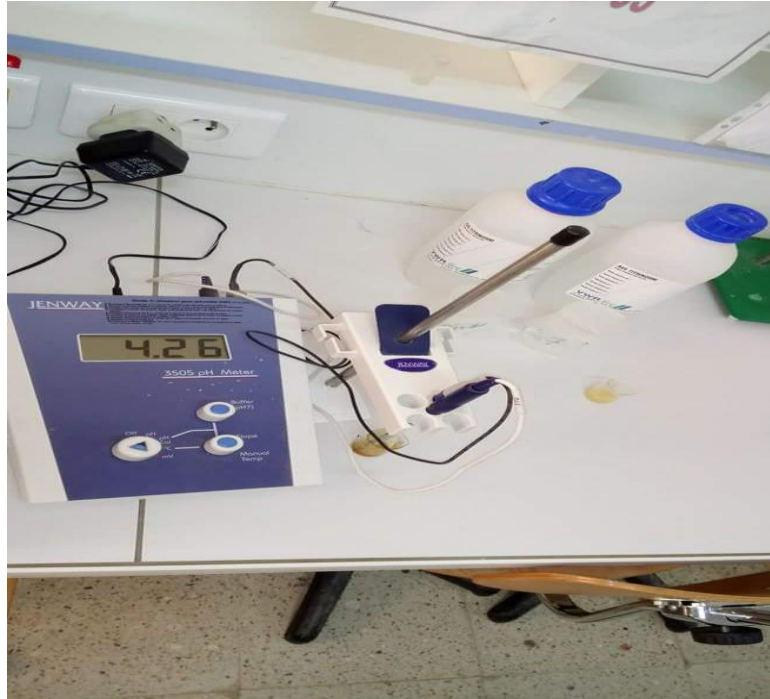
*Fig. 1* : Image d'un réfractomètre

### I.2.2. Le pH mètre :

Le pH-mètre est un appareil permettant de mesurer le pH d'une solution. Il est constitué de deux éléments :un boîtier électronique qui affiche la valeur du pH et une électrode qui mesurecettevaleur.

Le fonctionnement du pH-mètre est basé sur le rapport entre la concentration en ions  $H_3O^+$  et la différence de potentiel électrochimique qui s'établit dans l'électrode de verre.

En général cette électrode est une électrode combinée, c'est-à-dire qu'elle est constituée de deux électrodes : une dont le potentiel est connu et constant et l'autre dont le potentiel varie avec le pH. Le potentiel entre ces deux électrodes est nul à  $pH=7$ . On peut alors déterminer la valeur du pH par corrélation car la différence de potentiel entre les deux électrodes évolue proportionnellement au pH[6].



*Fig. 2* :image d'un pH mètre

### **I.2.3. Le conductimètre :**

Le conductimètre est un appareil permettant de mesurer la conductivité d'une solution. La mesure s'effectue à l'aide d'une cellule reliée à un conductimètre.

### **I.2.4. UV. Visible :**

La technique de spectrophotométrie ou d'absorptiomètre est basée sur la propriété de la matière, et plus particulièrement de certaines molécules, d'absorber certaines longueurs d'ondes du spectre UV-visible. Elle permet de réaliser des dosages grâce à la loi de Beer-Lambert qui montre une relation de proportionnalité entre l'absorbance et la concentration, aussi bien qu'une étude structurale des complexes par l'étude des spectres d'absorption.

Cette méthode est basée sur l'utilisation d'un spectrophotomètre qui détermine l'absorption d'une solution pour une longueur d'onde donnée ou pour une plage de longueurs d'ondes judicieusement choisie[7].



### I.3. Méthodes d'analyses :

#### I.3.1. Analyses physico-chimiques :

Les analyses accréditées selon la norme *ISO (2005)*[8].

##### I.3.1.1. Teneur en eau :

La teneur en eau est un indice de la conservation qui conditionne la cristallisation, le serveur et la stabilisation du miel.

Leur détermination s'effectue par mesure optique de l'indice de réfraction (IR) de miel à 20°C.

- **Mode opératoire :**

- Assurer la propreté et le séchage du prisme du réfractomètre.
- Si l'échantillon est cristallisé on le place dans un flacon bien fermé et on le met dans une étuve quelques secondes, ou bien dans le bain marie d'une température moins de 50 °C. Après chauffage on passe au refroidissement à une température ambiante.
- Prendre une goutte de miel à l'aide d'une spatule.
- Étaler une couche fine sur la platine de prisme.
- La lecture est faite à travers l'oculaire de l'appareil après un réglage pour avoir une ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure identiques. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en indice de réfraction.

- **Expression et résultat :**

Les résultats obtenus seront portés à la table de **CHATAWAY** voir (annexe n°- 01) qui indique la teneur en eau.

##### I.3.1.2. Conductivité électrique :

Elle dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel, elle permet notamment de différencier entre les miels issus de nectars et ceux issus du miellat.

Leur détermination s'effectue à un conductimètre qui est pris dans une solution aqueuse de miel ou d'échantillon.

- **Expression des résultats :**

Effectué la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran. La conductivité du miel est mesurée en siemens par cm : S/cm.

### I.3.1.3. Le pH :

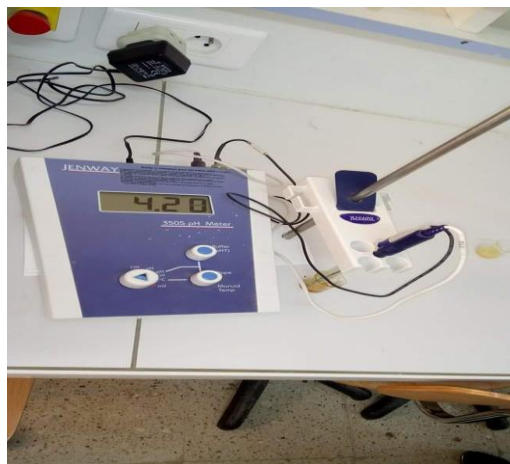
D'une façon générale le pH de miel varie de 3.3 à 4 pour les miels de fleurs et 4.5 à 5.5 pour les miels de miellat et reste à peu près constante pour les miels de même type, comme on l'avait noté CHISTOV (1954) [6].

- **Mode opératoire :**

- Pour l'étalonnage on a employé deux solutions tampons de pH= 4 et pH=7.
- Plonger la sonde dans la solution de calibration pH=4 et attendre la stabilisation de la mesure.
- Recommencer l'opération de calibration avec pH=7.

- **Mesurer le pH de nos échantillons :**

- Peser dans un bécher 10g de miel.
- Laver l'électrode à l'eau distillée puis le sécher.
- Plonger l'électrode propre et lesécher dans le miel.
- Attendre la stabilisation de la valeur dupH.



**Fig. 3: mode opératoire de pH**

- **Expression et résultat :**

La valeur du PH est directement lue sur l'écran de l'appareil.

### I.3.1.4. L'acidité libre :

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel.

- **Mode opératoire :**

Nous avons adopté le mode opératoire suivant :

- Dissoudre 10g de miel dans 75 ml d'eau distillée dans un bécher.
- Bien l'agiter à l'aide d'un agitateur magnétique.
- Les électrodes du pH mètre sont immergés dans la solution de miel. Après la lecture du pH, la solution est titrée avec la solution de soude à 0,1M jusqu'à  $\text{pH}=8,30$ .
- Après la titration de l'échantillon avec NaOH jusqu'à  $\text{pH}=8,3$ .
- Enregistrer le volume de NaOH utilisé.
- Calculer l'acidité libre en milléquivalents.



**Fig. 4** :mode opératoire de la mesure de l'acidité.

- **Mode de calcul :**

Soit V le volume en mL de soude à 0,1M utilisé lors de le titrage.

L'acidité libre du miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par la formule suivante :

$$AL = (\text{Volume de } 0,1 \text{ N NaOH en ml}) \times 10.$$

### I.3.1.5. Détermination du HMF ou Hydroxy-méthyl-furfural :

L'Hydroxy-Méthyl-Furfural est un composé de dégradation naturelle des sucres en milieu acide. Il se développe avec le vieillissement du miel et ce phénomène est considérablement augmenté avec l'élévation de la température. C'est un indice de fraîcheur et de surchauffage du miel.

- **Mode opératoire :**

- Peser approximativement 5g de miel dans un bécher de 50ml.
- Le dissoudre dans 25 ml d'eau distillé, transférer cette quantité dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 0,5 ml de la solution carrez 1 et mélanger.
- Ajouter 0,5 ml de la solution carrez 2 et mélanger puis compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée (une goutte d'éthanol peut être ajouté pour éliminer la mousse).
- Filtrer la solution en utilisant un papier filtre en jetant la première dizaine de mL de filtrat.
- Pipeter 5 ml dans deux tubes à essais.
- Dans le premier tube, on ajoute 5ml d'eau et on mélange (solution échantillon).
- Dans le second tube on ajoute 5 ml de la solution bisulfite (0,2) et on mélange (solution de référence).



**Fig. 5** : mode opératoire de teste HMF

**Tableau 1 : préparation de la solution aqueuse de miel :**

Ajoute au tube à essai	Solution échantillon	Solution de référence
Solution initial de miel	5 ml	5 ml
Eau distillé	5ml	0 ml
Solution de bisulfate (0.01)	0 ml	5 ml

La lecture de l'absorbance de la solution aqueuse de miel se fait après une heure à une longueur d'onde  $\lambda=284\text{nm}$  puis à  $\lambda=336\text{nm}$ . Si l'absorbance à 284 nm est supérieure à 0,6, la solution est diluée avec de l'eau distillée pour l'obtention des absorbances suffisamment basses.

- Si une dilution D est nécessaire elle est calculée par :

$$D = V_f / 10$$

**V<sub>f</sub>** : volume finale de la solution échantillon

- **Mode de calcul :**

La teneur en hydroxy-méthyl-furfural est exprimée en milligramme par kilogramme et donnée par la formule suivante :

$$HMF = (A_{284} - A_{336}) \times 149.7 \times 5 \times D/M$$

Avec :

**HMF** : quantité d'HMF en mg/Kg

**M** : poids de l'échantillon de miel

**D** = facteur de dilution (si la dilution est nécessaire)

**A<sub>284</sub> et A<sub>336</sub>** : absorbances respectives à 284nm et à 336nm

**Le facteur 149,7** =  $126.1000.1000/1683.10.5$

Ou :

**126** : La masse moléculaire de HMF

**1683** : L'absorptivité molaire de HMF à 284 nm.

**1000** : La conversion des grammes en milligrammes.

**1000** : La conversion des grammes de miel en kilogrammes.

**10** : La conversion 5 à 50 grammes.

**5** : La masse théorique de l'échantillon de miel.

### I.3.2. activité biologique :

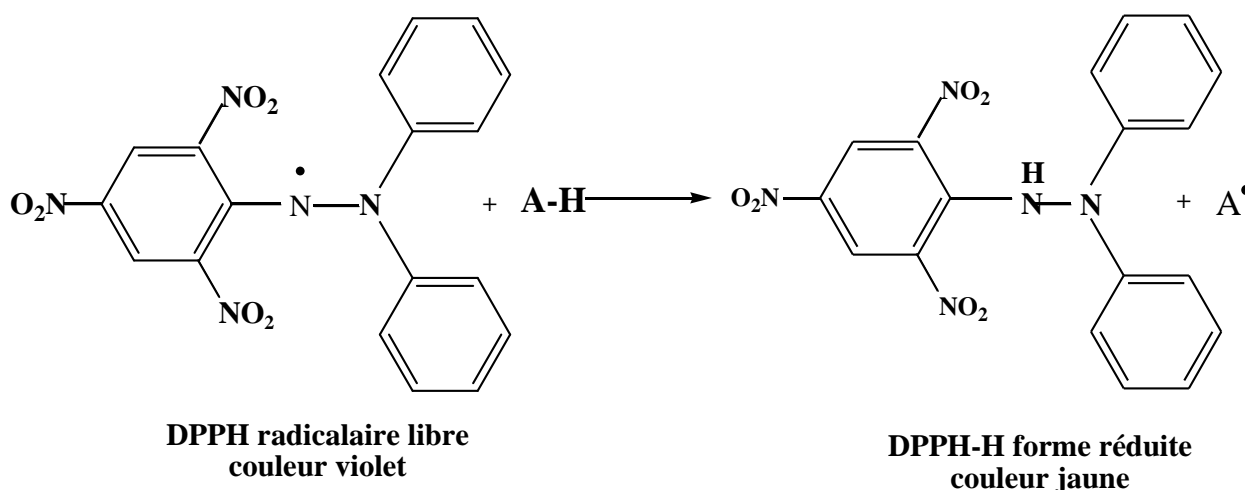
#### I.3.2.1. activité antioxydant :

- **activité anti-radicalaire :**

le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est un radicalaire libre largement utilisé pour évaluer l'activité antioxydante. La méthode est basée sur la capacité des composés à agir en tant que piègeurs de ce radical en donnant un atome d'hydrogène. La caractéristique principale d'un antioxydant est sa capacité de capter les radicaux libres. [9]

En effet, le DPPH se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule.

La présence de ces radicaux DPPH donne lieu à une coloration violette foncée de la solution, qui absorbe aux environs de 517 nm par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution [9].



#### Mécanisme réactionnel : test DPPH entre l'espèce radicalaire DPPH et Un antioxydant

- **Mode opératoire :**

- ✓ **Préparation de DPPH :**

- Peser 0.004g de DPPH et le dissoudre dans 100 ml de l'éthanol.

- ✓ **Préparation des échantillons étudiés :**

- Dissoudre 5g de miel dans 50 mL d'éthanol.
- Prendre 4 tubes, on met dans chaque tube 1mL des échantillons étudiés.
- Diluer avec de l'éthanol en suivant le tableau.

## MATERIEL ET METHODE

**Tableau2** :les normes de la dilution du miel avec de l'éthanol

Echantillon	Tube 01	Tube 02	Tube 03	Tube 04
Ethanol	-	1 ml	2 ml	3 ml

- Après la dilution on met dans chaque tube 1 mL de DPPH laisser 20 minutes et on va passer à l'UV a l'absorbance 517 nm.

- **Mode de calcul :**

L'activité antioxydante, qui exprime la capacité de piéger le radical libre, elle est généralement estimée par le pourcentage d'inhibition du DPPH réduit, où l'absorbance du mélange réactionnel qui contient le radical libre et l'échantillon de l'antioxydant est reliée avec l'absorbance du mélange sans aucun antioxydant (solution témoin au contrôle) en solution dans l'éthanol selon la relation :

$$\%DPPH \text{ réduit} = \left[ \frac{DO \text{ controle} - DO E}{DO \text{ controle}} \right] \times 100$$

**DO** : est l'absorbance après avoir ajouté notre échantillon le miel, ou par la détermination de la quantité d'antioxydant nécessaire pour réduire 50% de DPPH.

### I.3.2.2. Activité anti-inflammatoire :

- **Mode opératoire :**

- ✓ **Préparation de protéine :**

- Dissoudre 0.02 g de protéine dans 50 ml eau distillée.

- ✓ **Préparation de nos échantillons :**

- Dissoudre 1g de miel dans 10 ml de l'eau distillée.
- Agiter le miel jusqu'à sa solubilité.
- Pipeter 1 ml dans trois tubes a essais.
- Diluer avec l'eau distillée comme suit dans le tableau :

## MATERIEL ET METHODE

**Tableau3** : les normes de dilution

Echantillon	Tube 01	Tube 02	Tube 03
L'eau distillée	-	1 ml	2 ml

- Après dilution, on ajoute 1 ml de solution de contrôle (solution de protéine).
- Chauffer les solutions à l'étuve ou bien au bain marie pendant 20 mn à 37°C, puis augmenter la température à 72°C et laisser les solutions 5 mn.
- Refroidissement des solutions.
- La lecture de l'absorbance de la solution préparée se fait à une longueur d'onde 660 nm.

### • Mode de calcul :

L'activité anti-inflammatoire est généralement estimée par le pourcentage d'inhibition de dénaturation de protéine, où l'absorbance du mélange réactionnel qui contient la protéine et l'échantillon de l'anti-inflammatoire est reliée avec l'absorbance du mélange sans aucun anti-inflammatoire (solution témoin au contrôle) selon la relation :

$$\%IDP = \left[ \frac{DO \text{ controle} - DO E}{DO \text{ controle}} \right] \times 100$$

**IDP** : Inhibition Dénaturation de Protéine.

**DO** : est l'absorbance après avoir ajouté notre échantillon du miel, ou par la détermination de la quantité d'anti-inflammatoire nécessaire pour réduire 50% de protéine.



### I- ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :

Dans le but de déceler une éventuelle spécificité régionale ou micro-régionale des miels algériens, on a entrepris une étude autour de la variabilité physico- chimique de quinze miels issus des différentes régions d'Ouest et du Sud d'Algérie (E1-E15)

#### I.1.La Teneur en eau :

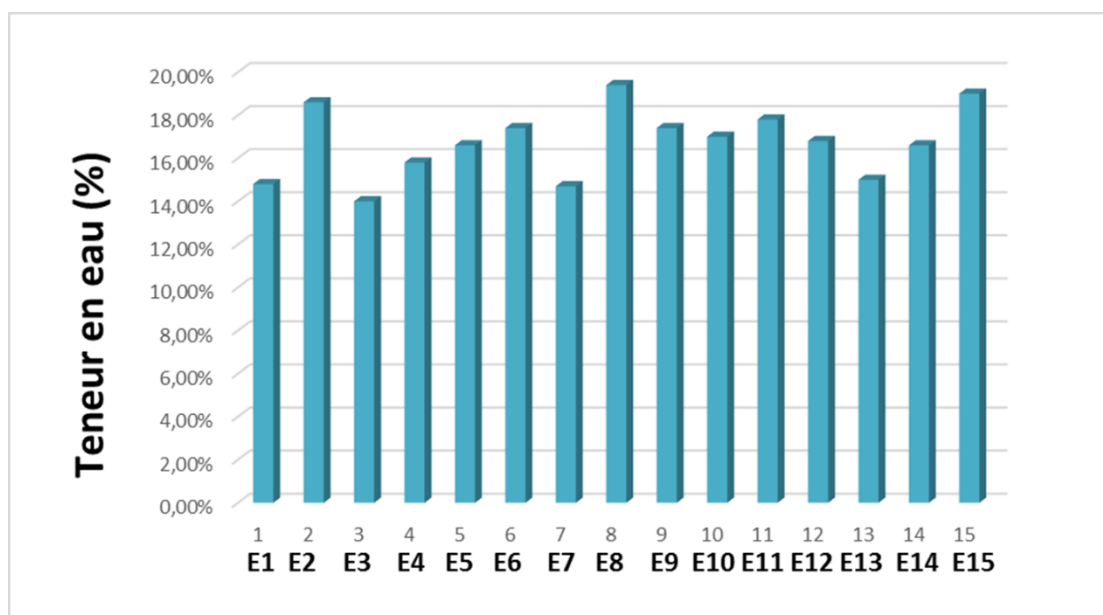
La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité de miel. En outre ; ce paramètre donne des renseignements essentiels de la stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage du miel [1].

Les analyses ont été menées par réfractomètre Abbé, la teneur en eau a été déterminée à partir de l'indice de réfraction du miel par référence à un tableau standard (annexe 1). Les résultats des analyses sont regroupés dans le tableau 01.

**Tableau 01:**Résultats en teneur en eau des miels étudiés.

Echantillons	Le nom vernaculaire du miel	Région	Teneur en eau (%)
E1	Harmel 1	El aricha	14.8
E2	Jjer	Bechar	18.6
E3	Thyms	Tlemcen	14
E4	Kharoba	Tlemcen	15.8
E5	Kalkha	sebdou	16.6
E6	multifleurs	Montagane Nadroma	17.4
E7	kalsa	Sidi yaakoub	17.4
E8	Harmel 2	El aricha	19.4
E9	Multifleus	Sid djilali	17.4
E10	Loubina	Beide	17
E11	Kalaa	Naouahi baied	17.8
E12	Kalaa.	Magrar	16.
E13	Multifleur	Achouak macheria	15
E14	Miel d'orange		16.6
E15	Eucalyptus+ sedra		19

Les résultats regroupés dans le Tableau 01 ont permis de tracer l'histogramme 01 suivant :



**Histogramme 01:** Variation en teneur en eau des miels étudiés.

La lecture des histogrammes révèle que la teneur en eau varie entre 14% et 19,4%, ce qui correspond respectivement à des indices de réfraction de 1,4910 à 1,4480. Les échantillons analysés présentent une teneur inférieure à la limite maximale fixée par les normes codex alimentaire (20 %).

Le miel de Thym et Harmel I présentent respectivement la plus faible teneur en eau de 14% et 14,8%. Par ailleurs, les miels Jijer, (d'Eucaliptus + Sedra) et Harmel II présentent la plus forte teneur en eau (18,6% à 19,4%)

Généralement une quantité d'eau élevée provoque la fermentation du miel, la perte de sa saveur et de sa qualité. Elle pourrait aussi accélérer la cristallisation de certains types de miels et favoriser le développement de certaines levures[1].

La qualité du miel se conserve mieux lorsque celui-ci est mis dans un endroit frais et sec. Si le miel est conservé dans des récipients non étanches et mis dans un endroit humide, il va absorber de l'eau ce qui peut mener à une fermentation. La variation de la teneur en eau est due aux différentes conditions environnementales telles que le climat, l'origine florale des échantillons du miel et à la teneur en eau des nectars[2].

### I. 2. Le pH :

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est un indice de la réactivité acide du produit définissant ainsi la concentration en ions  $H^+$  dans une solution et permet de reconnaître son origine botanique.

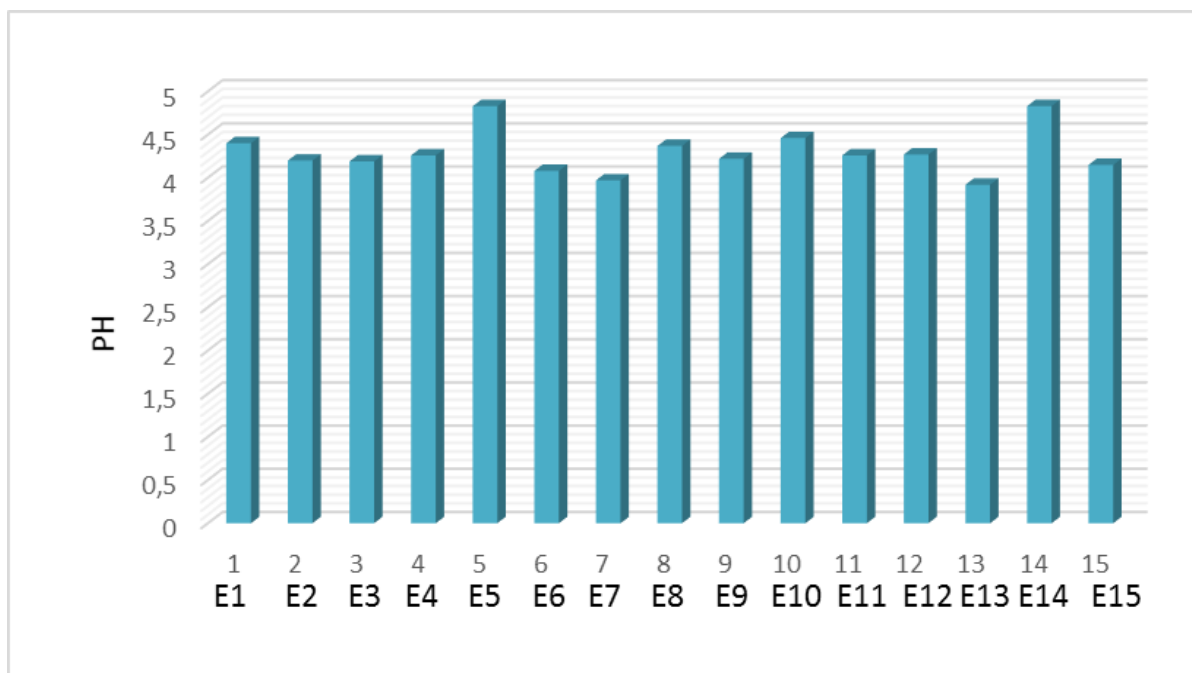
Tous les miels sont acides avec des valeurs de pH généralement comprises entre 3,5 et 5,5, en raison de la présence d'acides organiques, tels que les acides gluconiques, pyruviques, maléiques et citriques.

Les miels de nectars ont un pH faible qui varie entre 3.3 et 4.5 tandis que les miellats ont un pH un peu plus élevé .

Les résultats des analyses du pH sont regroupés dans le Tableau

**Tableau 02:** Variation des pH des miels étudiés.

Echantillons	Nom du miel	Le pH
E1	Harmel 1	4.4
E2	Jijer	4.20
E3	Thyms	4.19
E4	Kharoba	4.26
E5	Kalkha	4.83
E6	Montagn nadroma	4.08
E7	Sidi yaakoub	3.97
E8	Harmel 2	4.37
E9	Sid djilali	4.22
E10	Loubina	4.46
E11	kalaa naouahi baied	4.26
E12	Kalaa. Magrar	4.27
E13	Achouak macheria	3.92
E14	Miel d'orange	4.83
E15	Eucalyptus+ sedra	4.15



**Histogramme 02:** Variation des pH des miels étudiés.

La lecture du tableau 02 a permis de tracer l'histogramme 02. La lecture de l'histogramme révèle des valeurs de pH acide entre 3,92 et 4,87 ; ces résultats confirment le caractère acide de miel.

La plupart des miels présentent un pH inférieur à 4,5, le miel d'Orange et Kalkha ont un pH plus élevé de 4,83.

La valeur du pH des miels répond à la norme internationale. La nature de l'acidité du miel est un facteur antibactérien. En effet, une valeur basse du pH du miel est suffisante pour inhiber un grand nombre de microorganismes.

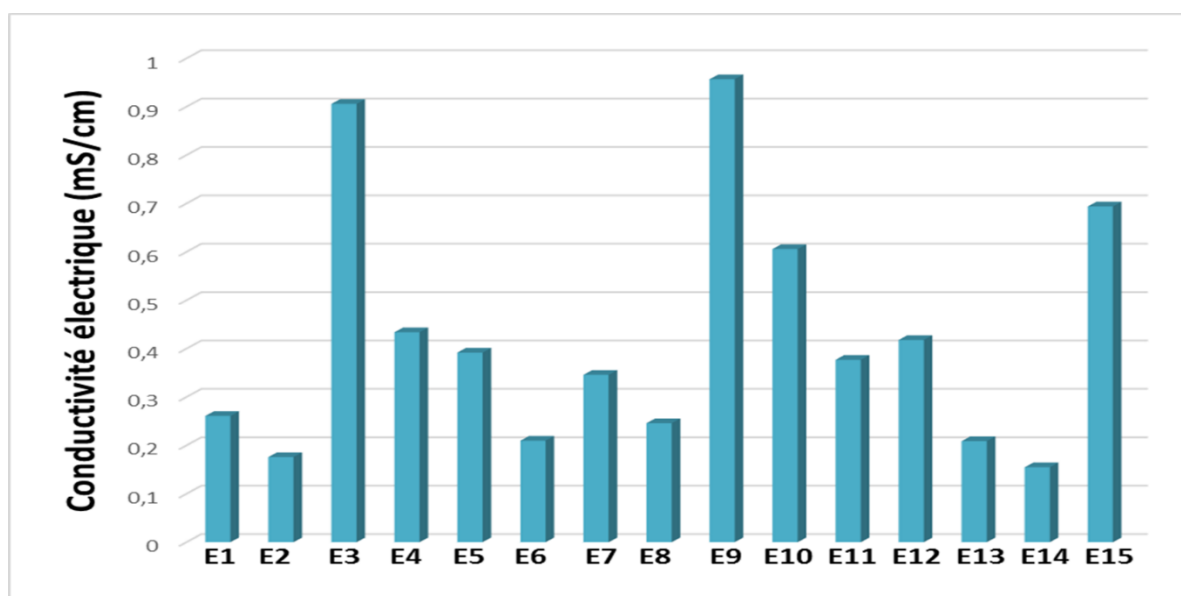
### **I.3. La conductivité électrique :**

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel, ce paramètre est très utilisé dans la classification des miels monofloraux. En général, les miels de nectar présentent des valeurs inférieures à 0,8 mS/cm.

La détermination de la conductivité électrique de différents échantillons de miel a été réalisée à l'aide d'un conductimètre, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 03 et l'histogramme 03.

**Tableau 03:**conductivité électrique des miels étudiés.

Echantillon	Nom de miel	Conductivité électrique mS/cm
E1	Harmel 1	0.261
E2	Jijer	0.176
E3	Thyms	0.906
E4	Kharoba	0.434
E5	Kalkha	0.392
E6	Montagn nadroma	0.210
E7	Sidi yaakoub	0.346
E8	Harmel 2	0.245
E9	Sid djilali	0.957
E10	Loubina	0.606
E11	kalaa naouahi baied	0.377
E12	Kalaa. Magrar	0.418
E13	Achouak macheria	0.209
E14	Miel d'orange	0.155
E15	Eucalyptus+ sedra	0.694



**Histogramme 03 :** conductivité électrique des miels étudiés.

Les valeurs enregistrées varient entre 0,155 et 0,957 mS/cm, ces dernières sont recommandées par les normes européennes (Journal officiel des Communautés européennes et codex alimentarius).

On constate que la majorité des échantillons de miel ont des conductivités électriques qui ne dépassent pas 0,8 mS/cm ; par ailleurs, on constate des valeurs élevées pour les miels de Sid

djilali et Thym (0.906 mS/cm, 0.957mS/cm) respectivement conséquent de leur couleurs très foncées, leur richesse en matière ionisable et pollen. Les résultats obtenus sont en concordance avec ceux publiés dans les revues avec des valeurs comprises entre 267 et 729  $\mu\text{S/cm}$  [3].

La conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur. Les miels de couleur foncée conduisent mieux le courant électrique que les miels de couleur claire [4], car il existait une corrélation entre la teneur en matière minérale et la couleur [5].

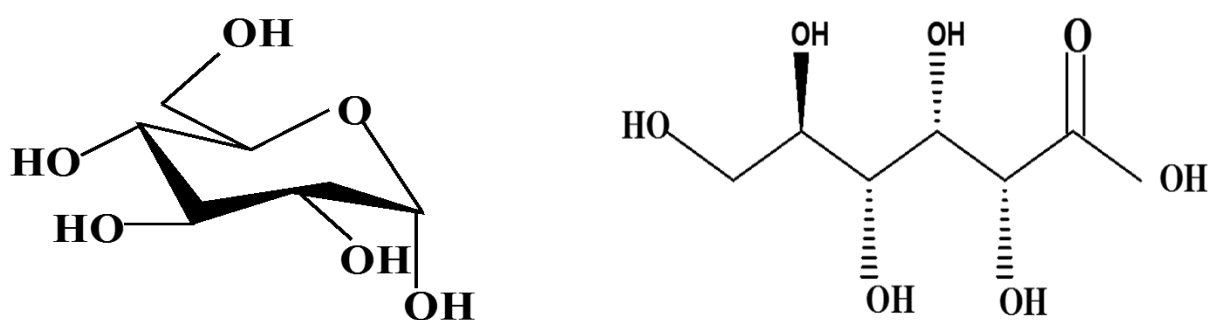
Les résultats obtenus dans notre travail confirment cette hypothèse. Les teneurs en matières minérales et conductibilité électrique évoluent dans le même sens.

Généralement des valeurs élevées de conductivité électrique de miel sont associées aux miels de mielat ou aux mélanges de nectar et de mielat [6].

### I.4. L'acidité libre :

La mesure de l'acidité d'un miel permet l'identification de sa nature (origine florale). C'est un critère de qualité très important durant l'extraction et le stockage du miel, en raison de son influence sur la texture et la stabilité. Cette acidité provient d'acides organiques dont certains sont libres et d'autres sont combinés sous forme de lactones. Certains de ces acides proviennent de nectar ou de mielat, mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille.

Le principal composé responsable de l'acidité du miel c'est l'acide gluconique est un dérivé de glucose (Figure.x). Sa formation s'accompagne de dégagement d'eau et de l'oxygène.



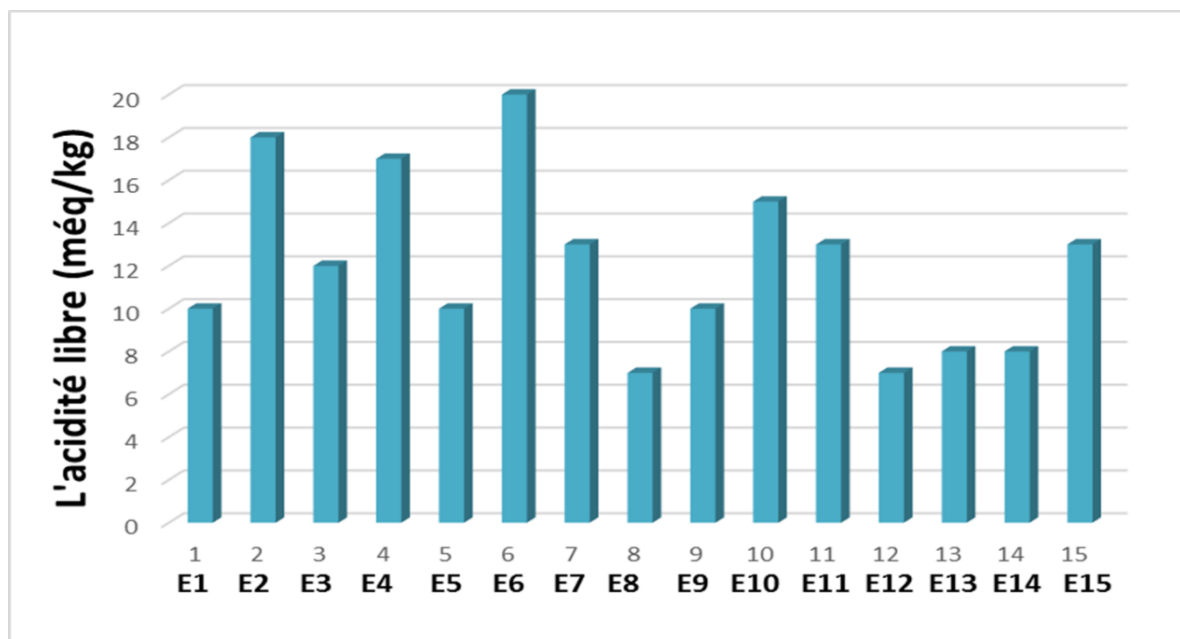
**Fig.01** : Structure chimique de  $\alpha$ -D-Glucose et Acide gluconique

## RESULTAT ET DISCUSSION

Les résultats d'analyse de l'acidité libre sont mentionnés dans le tableau 04

**Tableau 04:** Acidité libre des miels étudiés.

Echantillon	Nom de miel	L'acidité libre (még/kg)
E1	Harmel 1	10
E2	Jijer	18
E3	Thyms	12
E4	Kharoba	17
E5	Kalkha	10
E6	Montagn nadroma	20
E7	Sidi yaakoub	13
E8	Harmel 2	7
E9	Sid djilali	10
E10	Loubina	15
E11	kalaa naouahi baied	13
E12	Kalaa. Magrar	7
E13	Achouak macheria	8
E14	Miel d'orange	8
E15	Eucalyptus+ sedra	13



**Histogramme 04 :** Acidité libre des miels étudiés.

Les valeurs de l'acidité libre des échantillons de miel étudiés présentent des teneurs allant de 7 à 20 még/kg. La plus faible valeur est constatée avec le miel de Kalkha magrar et Harmel 2, alors que les autres échantillons présentent des valeurs moyennes. On constate que les

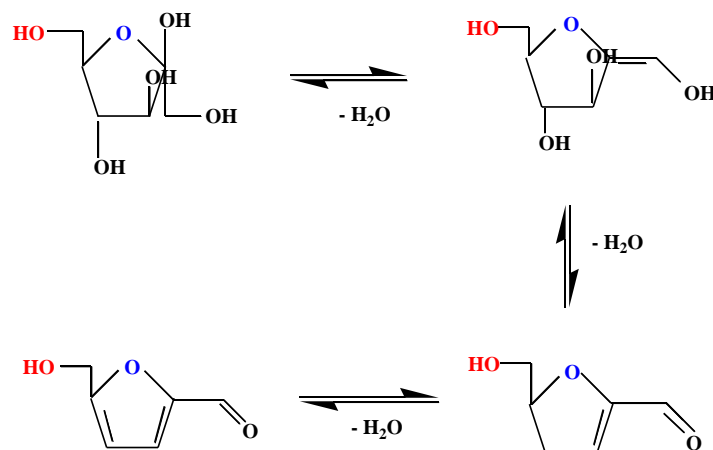
valeurs d'acidité totale ont été dans la fourchette normale fixée par le Codex Alimentarius (2001) qui est de 50 meq/kg. Cela indique l'absence de fermentations indésirables.

L'acidité libre varie selon la variété du miel. Dans les miels de miellat, elle est généralement supérieure à celle des miels de fleurs, le dosage des acides libres du miel est également nécessaire pour l'évaluation de la fermentation. La norme **européenne**, fixe pour le miel une valeur maximale de 50 méq/kg alors que la **norme de codex alimentaire** fixe comme valeur maximale à 40 méq/kg [3, 4]

Une acidité libre élevée peut être un indice d'une fermentation par des levures. En effet, au cours de la fermentation, le glucose et le fructose sont convertis en alcool, ce dernier est à son tour hydrolysé en présence d'oxygène et converti en acide acétique, ce qui contribue à l'augmentation de l'acidité libre [2].

### I. 5. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF) :

L'HMF est un dérivé de déshydratation des sucres qui apparaît par réaction chimique naturelle lors du vieillissement ou du chauffage des miels. La dégradation des hexoses, en présence d'un acide, peut amener à la formation d'un dérivé hétérocyclique à fonction carbonylée qui est l'Hydroxy méthyl-5-furfural (HMF) [2].



Le dosage de l'Hydroxy méthyl-5-furfural (HMF) est une excellente méthode pour apprécier la qualité du miel, le HMF est un indice de fraîcheur du miel. Il reflète particulièrement le degré de vieillissement et le niveau du chauffage subi par le miel. Le chauffage du miel a un impact sur le degré de HMF et donc sur sa qualité. Plus les



## RESULTAT ET DISCUSSION

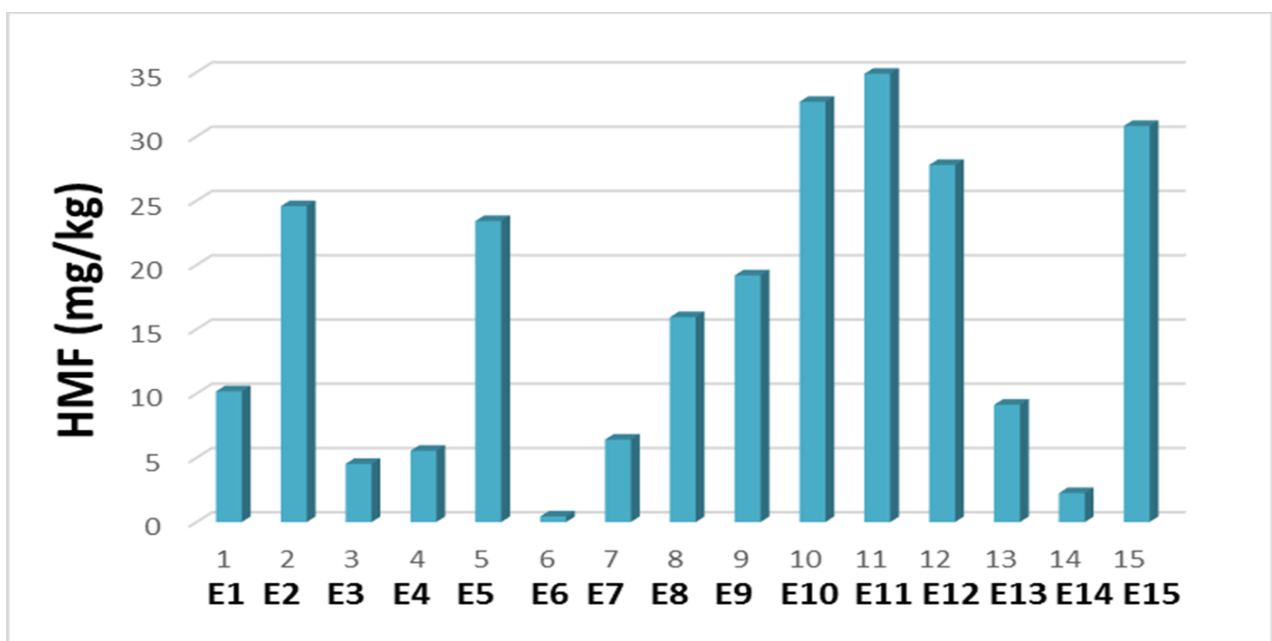
températures augment, plus on a des valeurs élevées en HMF car la température favorise les réactions de dégradation des hexoses en HMF. Par contre, les basses températures protègent le miel contre le vieillissement et inhibent les réactions enzymatiques et chimiques.

Les résultats du dosage de miel en HMF sont regroupés dans le tableau 05.

**Tableau 05:** Indice de fraîcheur des miels étudiés.

Echantillon	Nom de miel	Hydroxyméthylefurfural (mg/kg)
E1	Harmel 1	10.17
E2	Jijer	24.58
E3	Thyms	4.53
E4	Kharoba	5.55
E5	Kalkha	23.42
E6	Montagn nadroma	0.44
E7	Sidi yaakoub	6.42
E8	Harmel 2	15.94
E9	Sid djilali	19.20
E10	Loubina	32.69
E11	kalaa naouahi baied	34.88
E12	Kalaa. Magrar	27.79
E13	Achouak macheria	9.13
E14	Miel d'orange	2.26
E15	Eucalyptus+ sedra	30.82

Les données du tableau ont permis de tracer l'histogramme 05.



### Histogramme 05 :Indice de fraîcheur des miels étudiés.

La lecture du tableau révèle que les résultats d'analyse de HMF varient entre de 0.44 à 34.88 mg/kg, ces valeurs indiquent la bonne qualité des miels étudiés car elles sont toutes au-dessus de la valeur maximale dictée par le codex alimentaire (> 40mg/kg). En outre, ces miels n'ont pas subi un chauffage et ils sont bien stockés et conditionnés, frais et de qualité appréciable.

### II- EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTI-OXYDANTE

L'activité antioxydante est déterminée par la diminution de l'absorbance d'une solution méthanolique de DPPH, qui est due à sa réduction en une forme non radicalaire DPPH-H par les antioxydants donneurs d'hydrogènes présents dans les échantillons[7].

L'ensemble des résultats sont regroupés dans le Tableau 06.

D'après les résultats obtenus dans le tableau 06, le pouvoir antiradicalaire des échantillons étudiés vis-à-vis du radical DPPH varie de 0.65% à 98 %.

A la lumière de la lecture des résultats mentionnés dans le Tableau 06, on en déduit que l'activité antioxydante de miel de Harmel et orange est la plus intéressante. On constate que les miels étudiés ont un pouvoir à réduire le radical libre du DPPH, La variation de l'activité antiradicalaire peut être expliquée par la différence dans la teneur en polyphénols totaux et aux autres composants qui ont une activité antiradicalaire.

**Tableau 06:** Test de réduction du radical DPPH° par les miels étudiés.

Échantillons	Pourcentage de réduction de DPPH (%)				
	Concentration mg/m	10	5	3.33	0.25
E1		98	95	90	85
E2		89	88	85	77
E3		88	87	85	80
E4		89	85	83	80
E5		94	91	85	83
E6		93	91	90	87
E7		98	97	96	<b>94</b>
E8		98	97	90	89
E9		98	97	93	89
E10		98	96	94	91

<b>E11</b>	98	96	95	91
<b>E12</b>	98	97	92	91
<b>E13</b>	97	95	92	<b>90</b>
<b>E14</b>	98	94	78	65

**III- EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTI-INFLAMMATOIRE**

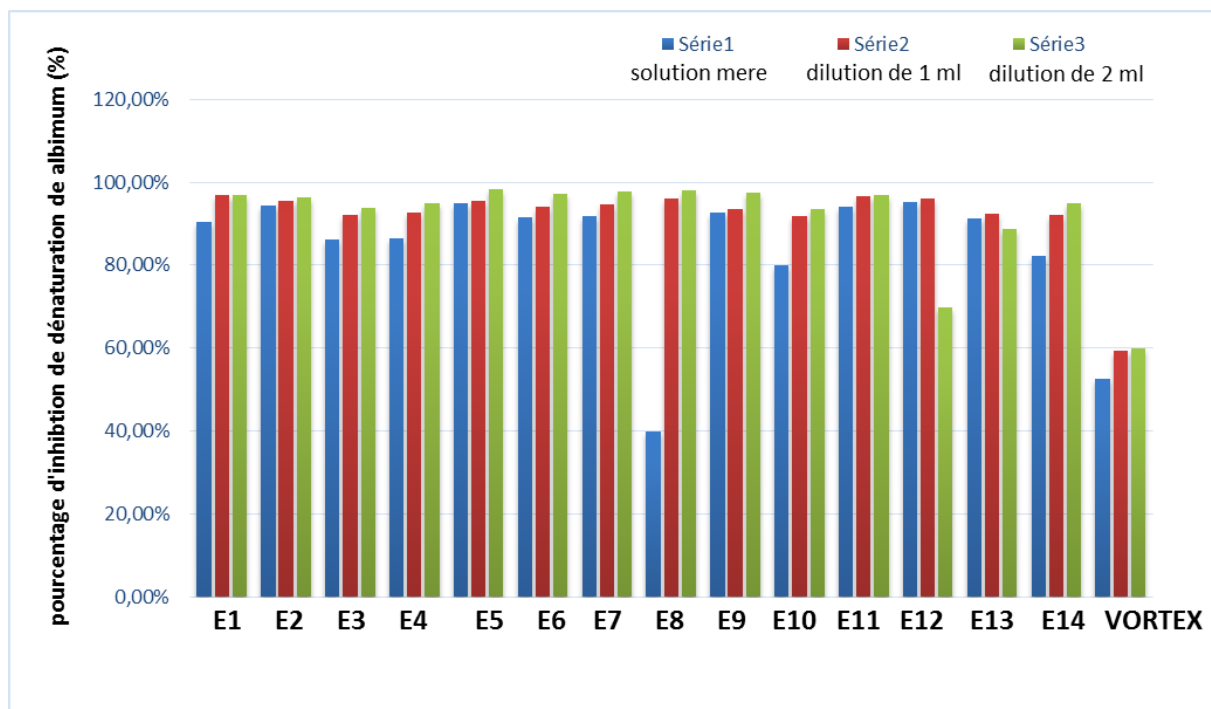
L'activation incontrôlée ou prolongée de l'inflammation peut provoquer des altérations dangereuses, telles que la dénaturation de protéines. Ces dernières subissent une perte de leur structure qui aboutit à l'exposition d'autoantigènes [8], auparavant cryptiques, donnant naissance à de nombreuses maladies (arthritiques, rhumatoïde) [9].

La méthode de la dénaturation protéique est la plus convenable pour l'évaluation in vitro de l'activité anti inflammatoire des produits naturels[10].

Nous avons utilisé du sérum albumine du bovin comme protéine pour tester l'activité anti-inflammatoire des miels. Les résultats de l'inhibition de la dénaturation de l'albumine du bovin sont présentés dans le tableau x.

**Tableau 07:** Test de la dénaturation du sérum albumine par les miels étudiés.

Echantillons	Nom du miel	% d'inhibition de dénaturation (10 mg/kg)	% d'inhibition de dénaturation (5mg/kg)	% d'inhibition de dénaturation (2.5mg/kg)
E1	Harmel 1	90.42	96.87	97.04
E2	Jijer	94.40	95.49	96.29
E3	Thyms	86.31	92.10	93.77
E4	Kalkha	86.47	92.65	94.86
E5	Montagn nadroma	95.07	95.58	98.36
E6	Sidi yaakoub	91.44	93.95	97.09
E7	Harmel 2	91.93	94.65	97.68
E8	Sid djilali	39.83	96.11	98.02
E9	Loubina	92.63	93.47	97.43
E10	kalaa naouahi baied	79.99	91.81	93.56
E11	Kalaa. Magrar	94.14	96.51	96.99
E12	Achouak macheria	95.10	95.95	96.67
E13	Miel d'orange	91.30	92.47	88.83
E14	Eucalyptus+ sedra	82.17	92.04	95.04
Votrex	Votrex	47	59	60



**Histogramme 07** : Test de la dénaturation du sérum albumine par les miels étudiés.

D'après l'analyse des données, on constate que l'effet anti-dénaturant des échantillons de miels est inversement proportionnel à leurs concentrations.

Tous les miels étudiés protègent la dégradation de l'albumine de bovin à des très faibles concentrations.

La dénaturation protéique est un phénomène durant lequel la protéine perd sa structure tridimensionnelle, suite à son exposition à la chaleur, à un agent infectieux ou chimique (acide ou base forte)[9], induisant l'exposition de certains sites qui vont devenir des auto-antigènes[11].

La dénaturation protéique, *in vivo*, peut être la cause de l'apparition d'auto-antigènes dans certaines maladies arthritiques. Les agents possédant des propriétés protectrices contre la dénaturation protéique, seraient de bons candidats pour le développement de nouvelles molécules anti-inflammatoires [11].

En effet, des études effectuées sur l'interaction des flavonoïdes avec l'albumine, montrent une forte affinité pour la quercétine, ce qui pourrait expliquer l'activité protectrice des polyphénols contre la dénaturation thermique de l'albumine[12, 13].

## **CONCLUSION GENERAL**

Le miel est une substance naturelle complexe et diversifiée, élaboré par les abeilles et soumise aux caprices de l'environnement. L'Algérie possède une diversité végétale très importante et des conditions climatiques favorables à la production du miel.

Cette étude est élaboré afin cerner les critères de qualité de quinze échantillons de miel par l'analyse de certains paramétré physico-chimique. Et leurs pouvoir antioxydant et anti-inflammatoire.

La plus part des paramètres physico-chimiques étudiés répondent aux normesproposées par la commission du Codex Alimentarius. En effet, l'humidité des échantillons varient de 14 à 19%, indiquant qu'ils sont murs. Leurs pH sont compris entre 3,92 et 4,83, laissant supposer que la plupart des échantillons analysés sont issus de nectar. L'acidité libre des miels étudiés présentent des teneurs allant de 7 à 17méc/kg. Ces valeurs témoignent de l'absence de fermentation de ces échantillons. Lesvaleurs de la conductivité électrique (0,15 - 0,95mS/cm), confirment qu'il s'agit bien de miels issus de nectar et de miellat, aussi l'analyse de la teneur en HMF qui exprime l'indice de fraîcheur de mielprésente entre (044 à 32.69mg/kg).

Les résultats de cetteétude indiquent que les échantillons étaient de bonnequalité chimique, répondant aux normes imposées.

L'analyse des paramètres physico-chimiques est un boncritère de qualité du miel, souvent utilisé dans la routine de contrôle. Elles dépendent de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans laruche, les facteurs climatiques, l'origine botanique et l'espèce d'abeille.

La composition en antioxydants des différents échantillons étudiés varie d'unéchantillon à un autre. L'analyse de l'antioxydant exprime le pouvoir anti-radicalaire de miel, les résultats obtenus montrent une grande capacité de piégeage du radicalaire DPPH.

L'inflammation est un moyen de défense de l'organisme vis-à-vis des agressions étrangères, mais dans certains cas, elle est à l'origine de plusieurs maladies. Dans ce travail nous nous sommes intéressés à l'activité anti inflammatoire, in vitro des miels. Les résultats obtenus ont révélé la présence de propriétés anti dénaturantes chez les quinze miels testé avec des pourcentages d'inhibitions entre 79.99 à 98.36%. Ces résultats s'expriment leur grand d'inhibition de dénaturation de protéine.

## Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe, d'une très grande diversité, il a une multitude de propriétés aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique.

Le but de ce travail est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques de quinze types de miels collectés dans différentes régions d'ouest et sud Algérie. Ces miels sont analysés par la détermination de leurs pH, de leur teneur en eau, de leur conductivité électrique, de leur acidité et de leur teneur en hydroxyméthylfurfural. L'analyse de ces paramètres révèle que les miels étudiés répondent au critère de qualité dicté par le Codex Alimentarius et les normes européennes. En effet, les valeurs en teneur en eau, en acidité, en HMF révèlent que les échantillons n'ont pas subi de fermentation.

Les résultats de l'activité anti-oxydante ont montré que les échantillons présentaient une activité anti-radicalaire élevée. Le pouvoir anti-inflammatoire des échantillons a été évalué par la méthode d'intro-vivo, les résultats obtenus montrent une grande capacité d'inhibition de dénaturation de protéine.

---

## Abstract

Honey is a very complex biological compound, of a very great diversity, it has a multitude of properties as well on the nutritional level as on the therapeutic.

The aim of the work is to determine the physicochemical characteristics of fifteen types of honey collected in different regions of western and southern Algeria. These honey are analyzed by the determination of their pH, their water content, the electrical conductivity, their acidity and their hydroxymethylfurfural water content. The analysis of these parameters reveals that the honey studied meets the quality criterion dictated by the Codex Alimentarius and European standards. In fact, the water content, acidity and HMF values show that the samples did not undergo fermentations.

The results of the antioxidant activity showed that samples showed high anti-radical activity. The anti-inflammatory power of the samples was evaluated by the intro-vivo method, the results obtained show a high capacity for protein denaturation inhibitions.

