

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière : sciences de l'environnement
Option : sciences naturelles de l'environnement



Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Détection et dosage de métaux lourds dans les
échantillons de miel et de pollen d'abeille locale
Apis mellifera intermissa
de la région de Bejaia.**

Présenté par :

KEBBI Rosa et MEZEMATE Siham

Soutenu le : **10 Juin 2015**

Devant le jury composé de :

Mme : NATOURIN.

MAA

Présidente

Mme : SAD-EDDINEO.

MAA

Promotrice

Mme : MOUHOUBC.

MCA

Examinatrice

Année universitaire : 2014 / 2015

Remerciements

A la fin de la réalisation de ce travail, nous souhaitons remercier Mme O. SAD-EDDINE d'avoir bien voulu nous encadrer et nous proposer un thème original et d'actualité. Nous tenons aussi à remercier Mme N. NATOURI d'avoir accepté de présider le jury et Mme C. MOUHOUB d'examiner ce modeste travail. C'est avec un grand honneur que nous recueillerons leurs précieuses remarques.

Sans oublier Mr SAD –EDDINE qui nous a accordé l'accès au hall de technologie pour la réalisation d'une étape primordiale de notre travail ainsi que les ATS du laboratoire 'animalerie'.

Nous adressons nos sincères reconnaissances pour Mme KEBBI qui, malgré son temps limité, elle a apporté une aide précieuse surtout ses conseils.

Nos remerciements s'adressent aussi à Mme A.INOURI Ingénieur du laboratoire 'biologie animale' qui n'a, en dépit de son travail, pas hésité à nous aider et guider dans les moindres étapes de la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions Mme F. BRADAI ingénieur de laboratoire, Mr S. FATMI enseignant au département de 'génie des procédés' et toute l'équipe qui n'ont pas hésité à mettre à notre disposition tous les moyens et matériel nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous remercions Monsieur H. MANSOURI enseignant au CFPA de AMTIK (BEJAIA) pour ses encouragements, ses conseils et ses précieuses informations qui ont contribué à l'enrichissement de nos connaissances scientifiques en général et dans le domaine de l'apiculture en particulier.

Ce travail n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide des différents apiculteurs : Mouloud, Fayçal, Abdellah, Naguim et Lounis qui nous ont fourni sans la moindre hésitation les échantillons nécessaires à notre projet.

Nous adressons aussi nos vifs remerciements à tous les enseignants présents durant notre cursus universitaire et ceux intervenant dans la spécialité « Sciences Naturelles de l'environnement » en particulier.

Nous remercions aussi toutes les personnes qui ont de près ou de loin contribué à la réalisation de ce modeste travail.

Pour finir, nos remerciements sont orientés aux personnes du laboratoire d'accueil 'biologie animale' qui ont créé une ambiance et surtout un esprit d'équipe pour faire avancer le travail surtout Mme Karima.

Dédicaces

Ce modeste travail est le fruit de plusieurs semaines de recherche et d'effort auxquels se sont associés les encouragements et le soutien de mes parents, que Dieu les gardent en bonne santé, et pour lesquels je dédie ce présent mémoire ainsi qu'à :

Mon grand frère Omar, sa femme Nadia et ses enfants Kenza et Hamza.

Mon petit frère M.Saddek, sa femme Dahia et ses enfants Rayane et M.Amine.

Ma sœur Melaaz, son mari Bob et ses enfants Mayas et mon adorable Samy.

La mémoire de ma sœur Fariza paix à son âme.

Mes tantes et mes oncles.

Mon cousin Mouloud ainsi que sa petite famille.

Mes cousins : M.Arab, Bob, Sofiane, Menad, Nassim, Mouhou, Koukou et faouzi

Mes cousines : sonia, Kahina, Linda, Didou, Dahou, Célia, Sissouh, Mounia, Yasmine, SissaKoukou et Sylouche.

Mes amies : Dida, Bina, Nina, Hanane, et sassa.

Mes amis : Moumouh, Sofiane, Mohamed, Mazigh, Fayçal et Nabil

Mon binôme Siham ainsi que sa petite famille.

Toute la promo Sciences de la Nature et de L'environnement 2014/2015.

Rosa

Dédicaces

Ce modeste travail est le fruit de plusieurs semaines de recherche et d'effort auxquels se sont associés les encouragements et le soutien de mes parents, que Dieu les gardent en bonne santé, et pour lesquels je dédie ce présent mémoire ainsi qu'à :

Mon Mari Nabil et ma fille Jihane

Ma sœur Nawal son mari Samir et ses filles Isra et Cidra

Ma sœur Sonia son mari Rida et ses enfants Islem et Adem

Mon frère Naguim et sa femme Souad

Mes beaux parents

Mes belles sœurs : Amel, Dalicia, Saida, Fahima et Biza

Mes beaux-frères : Lyas, Reda, Snoussi et Amine

Mes Neveux : Sami, Dani, Aris, Nassim et Moumen

Mes nièces : Sara, Aline et Melissa

Mes tantes et mes oncles.

Mes cousins Zakari, Nazim et Fouad

Mes amis(es) : Siham, Samia, Samira, Sara et Lotfi

Mon binôme Rosa et toute sa famille.

Toute la promo Sciences de la Nature et de L'environnement 2014/2015.

SIHAM

Liste des figures

	Page
Figure 1 : Une colonie d'abeille (originale).....	4
Figure 2 : : La reine (marquée en rouge) (originale.....	5
Figure 3 : Un cadre d'abeille (originale).....	5
Figure 4 : Faux bourdon (originale).....	6
Figure 5 : Pollen frais récolté dans une attrape (originale).....	12
Figure 6 : Une pelote de pollen sur la patte arrière de la butineuse (originale)	14
Figure 7 : Un morceau de cire (original).....	15
Figure 8 : Source de contamination de la ruche.....	20
Figure 9 : Les plantes mellifères de la région de Bejaia.....	24
Figure10:Carte géographique de la wilaya de Bejaia exposant les régions d'échantillonnage	25
Figure 11 : Les cendres de pollen traité par l'acide sulfurique et l'eau bi distillée.....	28
Figure 12 : Les cendres des différents miels traités par l'acide nitrique sur une plaque chauffante sous la haute (original).....	28
Figure 13 : Spectrophotomètre d'absorption atomique (génie des procédés) Université de Bejaia.....	29
Figure 14 : concentration du plomb dans le miel.....	33
Figure 15 : concentration du cadmium dans le miel.....	34
Figure 16 : concentration du zinc dans le miel.....	35
Figure 17 : concentration du plomb dans le pollen.....	36
Figure 18 : concentration du cadmium dans le pollen.....	37
Figure 19 : concentration du zinc dans le pollen.....	37

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1 : concentrations des étalannes en fonctions de leurs absorptions.....	30
Tableau 2 : Poids sec et teneur en eau des échantillons de miel.....	31
Tableau 3 Poids sec et teneur en eau des échantillons de pollen.....	32
Tableau 4 : teneur en cendres pour les échantillons du miel.....	33

Glossaire

Ruche : C'est la demeure des abeilles construite par l'homme .Elle peut être en liège (ruche traditionnelle) ou en bois (ruche moderne).

Un rucher est composé de plusieurs ruches. .

Hyménoptères : insectes qui possèdent 2 paires d'ailes membraneuses.

Jabot : poche de l'œsophage dans laquelle le nectar et le miel subissent des transformations par les sécrétions salivaires de l'abeille.

Pharynx : partie supérieure de l'œsophage ; arrière gorge.

Métalloïde : corps simple classé parmi les métaux.

Nosérose : la nosérose est une maladie parasitaire d'abeille due à un parasite de la classe des fongidés et l'embranchement des Cnidosporidies .Cette pathologie touche les trois castes d'abeille, elle est due à la prolifération dans les cellules intestinales de *Nosema apis*.

Varroase : Est une maladie due un acarien parasite d'abeille qui se développe en période de ponte intense. Ce parasite de la famille des Gamasidés s'attaque aux abeilles adultes, mais également aux larves et aux nymphes, autrement dit aux couvains.

Loque : maladie d'abeille en général et du couvain en particulier, causé par *Paenibacillus larvae* qui est une bactérie sporulante Gram positive.

TABLE DES MATIERES

Listes des figures

Liste des tableaux

Glossaire

INTRODUCTION1

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

PREMIERE PARTIE : GENERALITES SUR L'ABEILLE DOMESTIQUE

1	Les abeilles.....	3
1.1	L'abeille mellifère.....	3
1.2	La systématique.....	3
1.3	La colonie d'abeilles.....	3
1.3.1	La reine.....	4
1.3.2	Les ouvrières.....	5
1.3.3	Les mâles.....	6
1.4	Le rôle des abeilles dans les écosystèmes.....	7
1.4.1	Rôle de pollinisation et de maintien de la biodiversité.....	7
1.4.2	Rôle de bio indication.....	7
1.5	L'apiculture en Algérie.....	8

DEUSIEME PARTIE : LES PRODUITS DE LA RUCHE

2	Les produits de la ruche.....	9
2.1	Le miel.....	9
2.1.1	La composition du miel.....	9
2.1.2	Préparation du miel.....	10
2.1.3	Les propriétés biologiques du miel.....	11
	A Propriétés nutritives du miel.....	11
	B Propriétés thérapeutiques.....	11
2.2	Le pollen	12
2.2.1	Composition du pollen.....	13
2.2.2	Importance du pollen pour les abeilles.....	13
2.2.3	Importance du pollen pour les être humains.....	14
2.2.4	Autres utilisations du pollen.....	14
2.3	La gelée royale.....	14
2.4	La propolis.....	15
2.5	La cire.....	15
2.6	Le venin.....	16

TROISIEME PARTIE : LES METAUX LOURDS

3	Les métaux lourds.....	17
3.1	Définition.....	17
3.2	Classification.....	17
3.2.1	Les éléments traces essentiels.....	17

3.2.2	Les éléments traces non essentiels.....	17
3.3	Usage des métaux lourds.....	18
3.4	Impacts des métaux lourds sur l'environnement.....	18
3.4.1	Contamination des sols.....	18
3.4.2	Contamination de l'air.....	18
3.4.3	Contamination de l'eau.....	18
3.4.4	Effets des métaux lourds sur la santé humaine.....	19

QUATRIEME PARTIE : CONTAMINATION PAR LES METAUX LOURDS

4	Sources et origines de contamination des abeilles et des produits apicoles.....	20
4.1	Contamination provenant de l'environnement.....	20
4.2	Contamination par les pesticides (agriculture).....	21
4.3	La contamination médicamenteuse.....	22

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1	Description de la région d'étude.....	23
1.1	Relief et ressources mellifères.....	23
2	L'échantillonnage.....	25
3	Préparation des échantillons.....	26

3.1	Détermination du taux d'humidité des échantillons.....	26
3.1.1	Méthode.....	26
3.2	Détermination de la teneur en cendres.....	26
3.2.1	Méthode.....	26
3.3	La solubilisation des cendres et extractions des minéraux.....	27
3.3.1	Mode opératoire.....	27
	a. Pour le pollen.....	27
	b. Pour le miel.....	28
4	Dosage au spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA).....	29
4.1	Principe de la spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA).....	29
4.2	Préparation des étalons et dosage des échantillons.....	30

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1.	Détermination du pourcentage d'humidité des échantillons.....	31
a.	Le miel.....	31.
b.	Le pollen.....	32
2.	Détermination de la teneur en cendres des échantillons.....	32
2.1	Détermination de la teneur en cendres des échantillons de miel.....	32
2.2	Détermination de la teneur en cendres des échantillons de pollen.....	32
3.	Concentration des métaux lourds dans les échantillons de miel.....	33
3.1	Concentration des métaux lourds dans le miel.....	33
3.2	Concentration des métaux lourds dans le pollen.....	36
	Conclusion Générale.....	39

Perspectives.....39

Références bibliographique

Annexe

Introduction

Depuis l'aube des temps, l'homme a toujours été intrigué et intéressé par la nature qui l'entourait. Il a su tirer partie des ressources naturelles pour s'adapter à son environnement et ainsi évoluer, créant la domestication et l'agriculture. Parmi les espèces animales domestiquées, il en est une particulièrement exceptionnelle : l'abeille. Les vertus de ce petit insecte ont tout de suite séduit la curiosité humaine et depuis les temps les plus reculés, l'homme a su profiter des produits de la ruche (**Gharbi, 2011**).

L'importance de l'abeille domestique pour l'environnement et l'humanité est indéniable. En pollinisant efficacement les plantes, elle permet le maintien de la diversité et assure une qualité de mise à fruit optimale des cultures. L'abeille procure également à l'humain des produits comme le miel, le pollen, et la gelée royale, qui présentent des valeurs nutritionnelles importantes (**Rousseau, 2014**).

En revanche, grâce sa sensibilité à la pollution qui sert comme un indicateur précoce des changements de l'écosystème, les abeilles ont un rôle essentiel dans l'économie mondiale, l'équilibre des espèces végétales et en plus elles considèrent comme des sentinelles de l'environnement (**Chauzat et al, 2006 et 2007**).

Le temps que l'abeille nous réalise des intérêts tant écologique qu'économique, ce qu'on est obligé de reconnaître que toute sorte de menace sur ces insectes, qu'elle provienne de la pollution liée aux insecticides et pesticides, des pratiques apicoles stressantes, des changements climatiques ou des maladies, a donc des conséquences lourdes non seulement pour l'apiculture, mais aussi pour l'agriculture en général (**Ayme, 2014**).

La pollution est la dégradation d'un écosystème par l'introduction, généralement humaine (**Larousse, 2009**).

D'un point de vue législatif, dans la plupart des pays, le mot « *pollution* » qualifie la contamination d'un milieu par un agent polluant au-delà d'une norme, seuil, loi, ou hypothèse ; il peut s'agir de la présence d'un élément dans un milieu ou dans un contexte où il est normalement absent à l'état naturel. Généralement, néanmoins, ce n'est pas simplement la présence mais plutôt la surabondance de l'élément dans un milieu où il est naturellement en équilibre (par exemple un métal lourd fixé dans le miel et les autres produits apicoles) ou présent en plus faible quantité qui crée la pollution (**Parlement européen 2000**).

Introduction

Le miel est un aliment sucré et naturel entièrement élaboré par l'abeille, à partir de substance sucrées (nectar et /ou miellat), il est l'un des produits de la ruche le mieux connu du grand public(**LEQUET, 2010**).

La production mondiale du miel est estimée à 11.700.00 tonnes. Les principaux pays producteurs sont la Chine, l'Amérique latine (Argentine, Mexique) et l'Amérique du nord (Etats –unis, Canada). L'union européenne produit environ 10% de la production mondiale (**Lobreau-callen et al ; 1999**)

La production nationale en miel est estimée en moyenne à 33 000 qx pour l'année 2011 avec un rendement de 4 à 8Kg/ruche, ce qui est très faible par rapport aux potentialités mellifères qu'offre notre pays(**Oudjet ,2012**).

Concernant la production du miel dans la wilaya de Bejaia, elle est estimée à 39tonnes en 2002 et à 85 tonnes en 2003 (**données de la chambre d'agriculture de la wilaya de Bejaia**)

Les grains de pollen sont des microspores qui contiennent des gamétophytes mâles des fleurs .En effet une colonie d'abeilles récolte pour sa consommation environ 20 à 40 kg de pollen par an, l'homme doit donc veiller à ne pas récolter trop (4kg au maximum) car c'est essentiel à la survie des abeilles (**Bradbear, 2010**).

Le pollen peut servir à l'étude de réactions allergiques telles que le rhume et pour le suivi de la pollution environnementale surtout pour mesurer la présence de métaux lourds ou de résidus phytosanitaires(**Bradbear, 2010**).

A l'heure actuelle, aucune étude n'a été réalisée sur la contamination des miels et les pollens de la région de Bejaia par les métaux lourds. La présente étude est dédiée à la détection et le dosage des 3 métaux lourds suivants : le plomb, le cadmium et le zinc dans 7 échantillons de miel et de 7 échantillons de pollen récoltés dans des différentes stations de la wilaya de bejaia (Beni maoucheSeddouk, Oued ghir .Timezrit,Sidiaich , Amizour et Baba amar).

Ce manuscrit se divise en trois volets, le premier est une synthèse bibliographique sur l'abeille, les produits de la ruche et la contamination par les métaux lourds.La deuxième partie est consacrée au matériel et méthodes. Enfin les résultats et discussions sont regroupés dans le troisième chapitre. Le présent travail est couronné par une conclusion générale.

1 Les abeilles

1.1 L'abeille mellifère

L'étude de la diversité et de l'évolution des espèces du genre *Apis* a progressé en même temps que les outils d'analyse scientifique. On admet maintenant qu'il existe dans le monde neuf espèces d'abeilles du genre cité ci dessus(**Le Conte et faucon, 2002**).

Apis mellifera est l'espèce d'abeille la plus largement répandue dans le monde. Son évolution lui a permis de coloniser l'Europe et l'Afrique ; sur tous les continents elle est abondamment exploitée par l'homme (**Le Conte et faucon, 2002**).

1.2 La systématique

D'après **Le conte (2002)**, l'abeille domestique *Apis mellifera* est classée dans les taxons suivants :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropodes

Classe : Insectes

Ordre: Hyménoptères

Sous-ordre: Apocrites

Famille: Apidae supérieurs

Sous famille: Apinae

Tribu: Apini

Genre: *Apis*

Espèce: *Apis mellifera*

Sous espèce : *Apis mellifera intermissa*

1.3 La colonie d'abeilles

Les abeilles sont des insectes sociaux qui forment des colonies très denses, constituant ainsi un «super organisme» par analogie avec les organismes supérieurs, complexes et multicellulaires (**Moritz et al, 1997**).

L'abeille mellifique vit au sein d'une colonie, permanente dont le nombre d'individus varie en fonction de la saison et de la force de chaque colonie. Une colonie compte un minimum d'environ quinze mille individus en hiver, ce chiffre peut passer à cent mille en

période de récolte. Dans une colonie nous distinguons trois castes, à savoir : La reine, les ouvrières et les faux bourdons (**Ravazzi, 2007**).



Fig.1 : Une colonie d'abeilles (originale).

1.3.1 La reine

La reine est la seule femelle fécondée de la ruche ; elle se distingue par sa longueur qui est de 16 mm environ (**Winston, 1991**). Elle possède un abdomen particulièrement développé qui contient des organes génitaux femelles (**Winston, 1991**).

Elle pond de 1500 à 2000 œufs par jour soit 200 000 œufs par an (**Winston, 1991**) il faut savoir que les œufs pondus chaque jour ont un poids supérieur à son propre poids, qui est normalement de 230 à 300 mg (**Biri, 2002**). Pour compenser une telle perte, la reine a besoin d'une nourriture abondante et très concentrée. Les abeilles s'occupent donc de la reine avec assiduité et la nourrissent de la gelée royale ; grâce à cette alimentation riche et continue, la reine fonctionne comme une machine à produire des œufs pendant quatre ou cinq ans (**Biri, 2002**).



Fig. 2 : La reine (marquée en rouge) (originale)

1.3.2 Les ouvrières

Elles sont très nombreuses 40.000 à 60.000 en moyenne (**Biri, 2003**).

Elles proviennent d'œufs fécondés ; leur durée de vie est de 45 jours en période estivale à quelques mois en hiver. Les ouvrières accomplissent des tâches plus diverses en fonction de leurs âges. En effet, les plus jeunes effectuent des travaux à l'intérieur de la ruche comme nourricière, magasinière, puis à la périphérie de la ruche donc gardienne et enfin les plus âgées deviennent des butineuses. Ces fonctions ne sont jamais remplies par la reine ni par les faux bourdons(**Biri, 2003**).



Fig. 3: Un cadre d'abeilles (originale)

1.3.3 Les mâles

Les mâles appelés aussi faux bourdons issus d'œufs non fécondés, ont pour rôle social celui de féconder la reine, rôle qui d'ailleurs n'est joué que par quelques mâles, bien que les faux bourdons soient nombreux au sein d'une même famille (**Biri, 2003**).

D'après **Ravazzi (2003)**, le faux bourdon est pourtant très utile, en plus de la fécondation de la reine, il accomplit aussi quelques tâches quotidiennes :

- ✓ Il aide à ventiler la ruche
- ✓ Il participe à la transformation du nectar en miel
- ✓ Sa présence incite les ouvrières à travailler d'avantage



Fig.4 : Faux bourdon (originale)

1.4 Le rôle des abeilles dans les écosystèmes

- Rôle de pollinisation et de maintien de la biodiversité.
- Rôle de bio indication.

1.4.1 Rôle de pollinisation et de maintien de la biodiversité

Aujourd'hui plus de 80% de notre environnement végétale est fécondé par les abeilles. 40% de notre alimentation (fruits, légumes.....) dépend exclusivement de l'action fécondatrice des abeilles et près de 20,000 espèces menacées sont sauvegardées grâce à l'action pollinisatrice des abeilles **(Clément, 2012)**.

La pollinisation est le principal rôle des abeilles dans les différents écosystèmes **(Nicolas 2010)**.

Les pollinisateurs influencent fortement les relations écologiques, la conservation des écosystèmes et la stabilité, la variation génétique dans la communauté des plantes, la diversité florale, la spéciation et l'évolution **(Nicolas, 2010)**.

Les abeilles jouent un rôle important mais ce rôle est peu reconnu dans la majorité des écosystèmes terrestres recouverts d'une végétation durant au moins 3 à 4 mois de l'année **(Nicolas 2010)**. Dans les forêts tropicales et les forêts tempérées décidues de nombreuses espèces de plantes et d'animaux ne pourraient pas survivre si les abeilles n'existaient pas. D'autres espèces animales sont liées aux abeilles : de celles qui mangent le couvain ou le miel, le pollen ou la cire aux parasites des abeilles ou simplement parce que ces espèces vivent dans le nid des abeilles **(Nicolas, 2010)**.

1.4.2 Rôle de bio indication

Les abeilles sont d'excellents indicateurs biologiques parce qu'elles signalent la dégradation de l'environnement dans lequel elles vivent, et ce par le biais de deux signaux :

- Le degré de mortalité plus au moins élevé et les différents niveaux de dommages subis par les abeilles elles-mêmes en présence de substances phytosanitaires utilisées en agriculture **(Sabatini, 2005)**.
- les résidus qu'on peut trouver sur le corps des abeilles ou dans les produits de la ruche, ou encore en présence des agents polluants (métaux lourds) qu'il est possible de détecter par des analyses de laboratoire **(Sabatini, 2005)**.

Les abeilles ont les mêmes caractéristiques d'accumulation des agents polluants que l'homme ; elles sont des bio indicateurs remarquables de l'état de notre environnement **(Roevens et al ; 2004)**.

1.5 L'apiculture en Algérie

L'apiculture en Algérie est pratiquée surtout dans le nord du pays où la flore mellifère fournit une miellée pendant presque toute l'année. Dans le sud algérien, il y a plus d'un million de palmiers dattiers sur lesquelles les abeilles peuvent butiner **(Ratia, 2002)**.

Les principales espèces mellifères sont les agrumes, le tournesol et les nombreuses plantes sauvages. La principale miellée s'étend de février à mai **(Faveaux, 1984)**.

Selon **Oudjet ; (2012)**, l'apiculture en Algérie n'est pas trop répandue et ça est dû aux facteurs suivants :

- ✓ L'absence de législation régissant l'activité apicole Algérienne ;
- ✓ La cherté et parfois l'absence des médicaments vétérinaires utilisés pour les abeilles ;
- ✓ Le non-respect des programmes de prophylaxie des pathologies des abeilles ;
- ✓ La perte de la flore mellifère (incendies, construction dans les zones agricoles...) ajoutée aux conditions climatiques défavorables et instables (la sécheresse....) ;
- ✓ La transhumance non pratiquée ;
- ✓ Le problème de circuit de commercialisation pour le miel

2 Les produits de la ruche

2.1 Le miel

Le miel est un aliment liquide épais ou cristallisé qui est produit par les abeilles mellifères qui récoltent le nectar des fleurs de plantes vivantes ou d'autres sécrétions d'insectes, qu'elles enrichissent et transforment avec leurs propres sécrétions qu'elles emmagasinent dans leurs rayons et laissent murir (**Weiss, 1985**).

Le nectar qui, en général la source principale de miel est le liquide sucré sécrété par les glandes, dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes. Les nectaires qui abritent ces glandes sont situés le plus souvent dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certaines feuilles (**Marchenay et Berard, 2007**).

Pour certains miels la principale source sucrée est le miellat. Il s'agit d'excrétion d'insectes parasites vivant sur les plantes, tels que les pucerons, les cochenilles ou les cicadelles. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar ; les abeilles délaissent le miellat. Cependant, lorsque les conditions climatiques sont défavorables, le miellat peut présenter une source nutritive intéressante pour l'abeille (**Clément, 2006**).

La composition du nectar est différente de celle du miellat qui se rapproche de celle de la sève végétale. Mais une fois de retour à la ruche, l'abeille les transforment tous les deux de la même manière, afin d'en obtenir du miel (**Clément, 2006**).

2.1.1 La composition du miel

Le miel est constitué essentiellement de sucres tels que le fructose et le glucose, d'eau et d'autres substances comme les acides organiques (libres ou combinés sous Formes de lactones), les protides et les matières minérales (**Oudjet ,2012**).

Le miel contient également les enzymes provenant des sécrétions salivaires de l'abeille: La diastase ou amylase qui provoque la dégradation de l'amidon en dextrine puis en Maltose et l'invertase qui provoque la scission du saccharose en fructose et en glucose (**Lequet ,2010**).

On y trouve aussi des vitamines, des arômes, des lipides, du glycérol (résultat d'une, fermentation) (**Lequet ,2010**).

Enfin, le 5-hydroxy-2-méthylfurfural (HMF) est un composant retrouvé systématiquement à l'état de traces dans le miel. Il provient de la dégradation du fructose et est un excellent indicateur de qualité (**Lequet ,2010**).

2.1.2 Préparation du miel

L'élaboration du miel commence dans le jabot des abeilles butineuses. Aussi tôt prélevée, la matière première est mélangée aux sécrétions salivaires de l'insecte, qui la modifie. Ce miel brut est ensuite travaillé et stocké par les jeunes ouvrières. (**Louveaux, 1985**).

Selon **Bogdanov et al ;(2004)**, L'élaboration du miel passe par les phases suivantes :

✓ L'abeille dégorge d'abord rapidement par saccade, le contenu de son jabot et l'étale en goutte à l'aide de sa trompe puis le réabsorbe ; la goutte de miel sera alors mélangée à de nouvelles sécrétions, provenant principalement des glandes du pharynx. Ce processus durera de 15 à 20 mn. Parallèlement, une partie de l'eau s'évapore, de sorte que le miel brut, qui contenait 25 à 40 g de matière sèche, deviendra du miel à demi muri contenant 60% de matière sèche. A ce stade, il est à nouveau déposé dans les alvéoles où se déroulera la deuxième phase de l'élaboration.

✓ Sous l'influence de l'air sec passant à travers des rayons de la ruche, le miel s'épaissira jusqu'à ce que sa teneur en eau ne soit plus que de 17 à 20% ; les abeilles ferment les alvéoles aux moyens de la cire. Quand le miel est extrait des rayons, il contient en général plus de 20g (de quoi)/100g de miel et ne peut être conservé que dans certaines conditions (miel non mur). Lors de la préparation du miel, les teneurs en protéines, enzymes, acides organiques et sels minéraux, augmentent pendant le processus de maturation, de même que plus tard dans les alvéoles operculés, le miel subit des transformations chimiques importantes en particulier une augmentation des hexoses (fructose et glucose) (**Bogdanov et al ; 2004**).

2.1.3 Les propriétés biologiques du miel

Les nombreux composants du miel lui confèrent plusieurs propriétés intéressantes.

Les hommes ont depuis toujours utilisé le miel non seulement comme source de nourriture mais aussi pour ses propriétés antiseptiques. Il est utilisé comme médicament, comme conservateur des fruits et des graines, et pendant le temps des pharaons égyptiens dans l'embaumement humain (Gout, 2009).

A. Propriétés nutritives du miel

Le miel étant composé de sucre simple, il est facilement assimilé par l'organisme. Il passe dans le sang très rapidement et la glycémie décroît ensuite lentement il est en effet très utilisé par les sportifs pour sa valeur énergétique de 310kca l/100g. Le miel est connu pour être moins calorique que le sucre environ 405kcal/100g ce qui fait de lui un aliment apprécié des diététiciens (Gout, 2009).

Des études ont prouvé que le miel favorise aussi l'assimilation du calcium et la rétention du magnésium(Gout, 2009).

Pour toutes ces propriétés thérapeutiques et nutritives, le miel est vivement conseillé dans l'alimentation (Chauvin, 1968).

B. Propriétés thérapeutiques

Traditionnellement le miel est considéré comme un médicament ou un tonique, plutôt qu'une nourriture quotidienne. De nos jours, le miel est de plus en plus reconnu pour ses propriétés curatives et antibactériennes lorsqu'il est ingéré oralement ou appliqué comme traitement des brûlures ou des blessures (Bradbear, 2010).

De nombreuses sociétés se servent du miel et du citron comme d'un élixir pour soulager les maux de gorge. : La vitamine C du citron a des effets anti-infectieux qui stimulent le système immunitaire, tandis que le miel a des pouvoirs médicaux. La bactérie la plus commune qui cause des maux de gorge est le *streptococcus pyogenes*. Des expériences ont également prouvé que certains miels peuvent inhiber la croissance de cette bactérie. Le miel inhibe aussi, *Helicobacter pylorum*, bactérie qui cause des ulcères(Louveaux, 1985).

Ce sont l'acidité et l'activité enzymatique du miel qui lui confèrent ses propriétés curatives, ainsi que son fort potentiel osmotique qui est due à sa concentration élevée en sucre. Cet effet osmotique peut briser les membranes bactériennes, inhibent de cette façon la croissance des microbes (**Bradbear, 2010**)

Le miel peut aussi servir à soigner la peau et à sécher les blessures : ses propriétés antibactériennes et sa composition physique qui maintiennent l'humidité et permettent à l'oxygène de passer sont utiles pour prévenir les infections, réduire les inflammations et produire une cicatrisation rapide (**Louveaux, 1985**).

Le miel contient également des éléments dérivés des fleurs sur lesquelles les abeilles ont butiné : ce sont les flavonoïdes ou les phénols actifs qui sont bien connus pour leurs propriétés antibactériennes. De nombreuses études ont montré que les miels sombres des forêts de conifères ont une activité antibactérienne puissante (**Bradbear, 2010**).

2.2 Le pollen

Le pollen est l'organe mâle de la fleur, c'est la seule source naturelle riche en matière azotée. Autrement dit, ce sont les fines poussières que les abeilles récoltent sous forme de petites pelotes grâce à une série de dépositions sur les différentes fleurs (**Prost, 1987; 2005**).

Dans la nature, les grains du pollen sont enfermés dans des sacs polliniques des étamines, de grosseur et de forme variables. Ils sont transportés sur d'autres fleurs, soit par le vent, soit par les insectes (**Gout et Jardel, 1998**).



Fig.5 : Pollen frais récolté dans une attrape (originale)

2.2.1 Composition du pollen

Le pollen est composé de 30% à 40% d'eau , de 11% à 35% de protides parmi lesquels de nombreux acides aminés comme l'acide glutamique, l'acide aspartique et la proline. Les glucides représente 20% à 40%, on rencontre aussi des lipides, de la matière minérale 1% à 7% de la résine, de la matière colorante ainsi que les vitamines A, B, C, Det E, des enzymes et des antibiotiques (**Gout et Jardel, 1998**).

2.2.2 Importance du pollen pour les abeilles

Les plantes qui ont besoin des abeilles pour transférer leur pollen doivent pouvoir les attirer et c'est avec le nectar et le pollen des fleurs qu'elles encouragent les abeilles à leur rendre visite (**Bradbear, 2010**).

L'anatomie des abeilles est parfaitement adaptée à la collecte du pollen et à son stockage dans des corbeilles placées à l'arrière des pattes des abeilles butineuses qui peuvent ainsi le transporter au nid (**Biri, 2003**).

Une fois dans le nid-d'abeilles la butineuse peut se maitre à danser pour signaler aux autres abeilles l'endroit où se trouve la source de pollen, puis elle décharge son butin dans une alvéole généralement proche des larves en développement (**Bradbear, 2010**).

Une abeille récolte son pollen à partir d'une seule espèce de plante par contre la colonie d'abeilles prend son pollen d'une grande variété de plantes, ce qui garantit la variété du régime alimentaire de la colonie (**Gout et Jardel, 1998**).

Le pollen stocké dans les alvéoles en cire d'abeilles ne risque rien. Il est mangé par les abeilles ouvrières durant les premiers jours de leur vie d'adulte et utilisé par elles pour nourrir le Couvin des larves en développement (**Biri, 2003**).



Fig. 6: Une pelote de pollen sur la patte arrière de la butineuse (originale)

2.2.3 Importance du pollen pour les êtres humains

Le pollen est un supplément nutritionnel très précieux pour les êtres humains en raison de la variété de ses principaux constituants (**Bradbear, 2010**).

2.2.4 Autres utilisations du pollen

Le pollen est utilisé pour les programmes de sélection des plantes, pour la pollinisation, il peut être stocké pour nourrir les abeilles en période de pénurie, il peut aussi servir à l'étude des réactions allergiques telles que le rhume, et pour le suivi de la pollution environnementale par le dosage des métaux lourds (**Bradbear, 2010**).

2.3 La gelée royale

La gelée royale est le produit de sécrétion des glandes hypo pharyngiennes et mandibulaires des ouvrières âgées de 5 à 14 jours, elle se présente sous la forme d'une matière visqueuse ,blanchâtre , à odeur phénolique et acide (**Khenfer et al.,2001**).

Elle constitue la nourriture de toutes les larves jusqu'au 3^{ème} jour et de la reine durant toute sa vie. Elle se compose de 12% de protides, 12% de glucides, 5% de lipides et 65% d'eau, elle apporte 140 calories aux 100g (**Jansengers, 2007**).

2.4 La propolis

Substance jaunâtre que les abeilles utilisent pour colmater les fissures de la ruche, comme elles se servent d'elle pour protéger leurs nids de l'humidité, courants d'aires, pour les isoler du danger et en maintenir l'hygiène (**Bradbear, 2010**). La propolis possède des propriétés antimicrobiennes, fongicides et antibiotiques remarquables (**Jansengers, 2007**).

2.5 La cire

La cire est le produit de sécrétion des glandes cirières de l'abeille ouvrière, du 13^{ème} au 18^{ème} jour de son existence, c'est une matière grasse qui se solidifie sous forme de fines lamelles presque transparente (**Khenferal, 2001**). Cette substance est inoxydable et insoluble dans l'eau (**Straub, 2007**).

La cire sert de matériaux de construction des cellules ou alvéoles hexagonales dont sont faits les rayons de la ruche, véritables merveilles d'architecture (**Jansengers, 2007**).



Fig. 7: Un morceau de cire (originale)

2.6 Le venin

Le venin est sécrété par deux glandes situées dans l'abdomen et est conservé dans un réservoir à venin. Lorsqu'une abeille pique, le venin est pompé dans la victime à l'aide d'aiguillon (**Leven et al ; 2005**).

Le venin contient de nombreuses substances chimiques, tel que la mélinite qui représente environ 50% et l'histamine représentant 1% du venin (**Khenfer et al ; 2001**).

3 Les métaux lourds

3.1 Définition

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques, métaux ou dans certains cas métalloïdes (environ 65 éléments), caractérisés par une forte masse volumique supérieure à 5 g/cm^3 (**Adriano, 2001**).

Les métaux lourds sont présents dans tous les compartiments de l'environnement mais en général en quantité très faible (traces) (**Adriano, 2001**).

3.2 Classification

La classification en métaux lourds est souvent discutée car certains métaux toxiques ne sont pas particulièrement « lourds » et certains éléments ne sont pas des métaux mais des métalloïdes (**Miquel, 2001**).

Pour ces différentes raisons, la plupart des scientifiques préfère à l'appellation métaux lourds, celle de « éléments en traces métalliques » E.T.M. ou par extension « éléments traces » (**Miquel, 2001**).

3.2.1 Les éléments traces essentiels

Ce sont des éléments indispensables à l'état de traces pour de nombreux processus cellulaires et qui se trouvent en proportion très faible dans les tissus biologiques (**Loue, 1993**).

Certains peuvent devenir toxiques lorsque la concentration dépasse un certain seuil. C'est le cas du cuivre (Cu), du nickel (Ni), du zinc (Zn), du fer (Fe), etc.... (**Loue, 1993**).

3.2.2 Les éléments traces non essentiels

Ils n'ont aucun intérêt connu pour la cellule, mais un caractère polluant avec des effets toxiques pour les organismes vivants même à faible concentration c'est le cas du plomb (Pb), du cadmium (Cd) et du mercure (Hg) (**Chiffolleau, 2004**).

Ce sont des micropolluants de nature à entraîner des nuisances, même quand ils sont rejetés en quantités très faibles, leur toxicité se développe par bioaccumulation le long de la chaîne alimentaire (**Chiffolleau, 2004**).

3.3 Usage des métaux lourds

La problématique des métaux lourds repose sur le fait qu'ils sont trop utiles, voir indispensable à l'homme en effet, de par leurs propriétés, ils entrent dans la composition d'une grande variété de produits, et se trouvent à de nombreux niveaux : métallurgie, chimie, pharmacie, énergie, etc. Il semble donc assez difficile de s'en passer ou de les substituer (**Benedetto; 1997**).

3.4 Impactes des métaux lourds sur l'environnement

3.4.1 Contamination des sols

Les métaux lourds peuvent être soit fixés dans les roches et les sédiments, soit mobiles. Dans le premier cas, les quantités disponibles sont infimes et ils n'ont aucune signification sur l'environnement, mais lorsque les conditions changent de telle manière que les métaux redeviennent solubles, l'augmentation de la concentration devient alors une menace directe pour l'environnement du fait de leur disponibilité pour les plantes, depuis quelques années, les pluies acides augmentent la mobilité des métaux lourds dans le sol et causent donc une augmentation de leur concentration dans les produits agricoles (**Miquel, 2001**).

3.4.2 Contamination de l'air

Les principales sources de métaux lourds dans l'air sont des sources fixes. De nombreux éléments se trouvent à l'état de traces dans des particules atmosphériques provenant de combustions à haute température, de fusions métallurgiques, des incinérateurs municipaux, des véhicules, etc..... (**Adriano, 2001**).

3.4.3 Contamination de l'eau

Les principales sources de contamination de l'eau en métaux lourds sont les suivantes : les eaux usées domestiques et industrielles, la protection agricole (les pesticides), les polluants

atmosphériques, les anciennes décharges, l'utilisation de substances dangereuses pour l'eau etc... (**Benedetto, 1997**).

3.4.4 Effets des métaux lourds sur la santé humaine

Beaucoup de troubles peuvent être induits, aggravés ou causés par la présence cellulaire de métaux lourds. L'effet d'un toxique dépend de la dose, de la voie de pénétration, de la cumulation, mais aussi d'un seuil de tolérance individuelle et les réactions pathologiques sont fonction de tous ces facteurs (**www.valerievidal.fr**).

Parmi les maladies pour lesquelles on soupçonne l'implication des métaux lourds il y a en particulier: L'autisme et les maladies neurales dégénératives (Alzheimer, Parkinson, sclérose en plaques), mais aussi des troubles mineurs comme ceux de comportement chez l'adulte et l'enfant, des troubles de sommeil, des troubles digestifs, des maux de tête, des dépressions légères et des problèmes de peau etc..... (**www.valerievidal.fr**).

4 Sources et origines de contamination des abeilles et des produits apicoles

L'abeille est reconnue comme sentinelle de l'environnement, elle est capable de collecter un très grand nombre d'échantillon dans notre environnement. La contamination doit ainsi se trouver dans la ruche et les produits de l'abeille ; cela constitue une menace pour l'image de ces produits pures et naturelles (Buchman et Chipmane, 1991).

Les abeilles et les produits apicoles sont contaminés par des substances toxiques qui proviennent de l'environnement, de l'agriculture et de la pratique apicole (Bogdanov et al ; 2003).

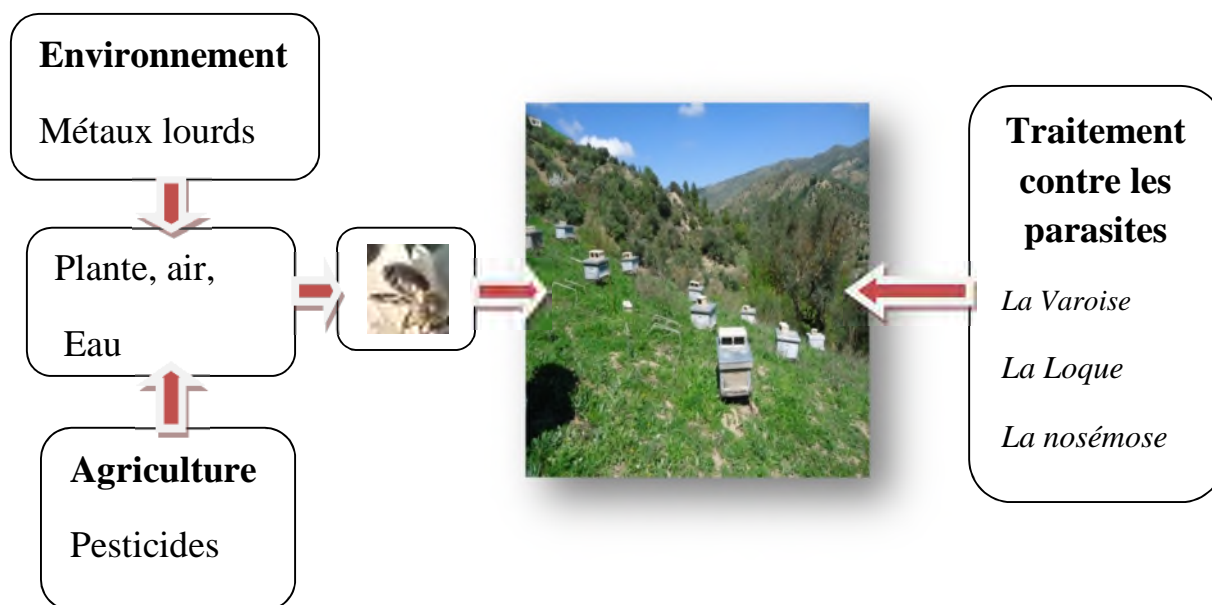


Fig.8 : Sources de contamination de la ruche (originale).

4.1 Contamination provenant de l'environnement

La pollution des compartiments de l'environnement par les métaux lourds provenant de l'industrie et du trafic routier varie selon les lieux (Bogdanov et al ; 2003).

Selon **Bogdanov et al, (2003)**, les substances toxiques provenant de l'environnement peuvent parvenir par différentes voies dans la colonie d'abeilles. Elles peuvent être transportées par le biais de l'eau et de l'air jusqu'à la colonie, les plantes peuvent aussi se charger de substances toxiques par l'air, l'eau ou le sol, et après en avoir butiné le nectar ou le pollen, l'abeille les ramène dans la ruche, cette source de contamination indirecte est plus importante du point de vue qualité du miel. Toutefois, la santé de la colonie dépend de l'ensemble des polluants.

4.2 Contamination par les pesticides (agriculture)

Les abeilles sont fortement menacées car les agriculteurs du monde entier utilisent de plus en plus de pesticides, la pollution par les pesticides est un problème de plus en plus grave, lorsque les abeilles se trouvent dans des zones agricoles traitées par les pesticides, elles récoltent souvent leur nectar et leur pollen sur des plantes cultivées dans des champs, dans des vergers, les agriculteurs traitent aussi ces zones aux pesticides et aux herbicides, la plupart de ces produits chimiques sont toxiques pour les abeilles et certains sont extrêmement dangereux à la fois pour les abeilles et les êtres humains (**Flechi, 1993**).

Si les pesticides sont aspergés sur un champ en floraison, même en petites quantités ; ils risquent de détruire de nombreuses colonies d'abeilles (**Bradbear, 2010**).

Les effets négatifs de certains types de pesticides n'apparaissent que bien tard ou lorsqu'ils sont administrés en doses massives, mais aucun pesticide ne peut être utilisé sans risque, et s'ils ne tuent pas les abeilles, ils peuvent interférer avec le fonctionnement normal de la colonie, en faisant perdre leur capacité de communiquer entre elles (**Bradbear, 2010**).

Les fongicides (utilisés contre les champignons et les mauvaises herbes) sont souvent considérés sans danger pour les abeilles, mais ce n'est pas le cas si les abeilles n'ont pas d'eau fraîche près de la ruche ou de leur nid, elles récolteront de la rosée le matin sur les brins d'herbe ou sur les feuilles d'autres cultures qui se trouvent à proximité, si cette culture a été pulvérisée, les abeilles risquent de s'empoisonner lorsqu'elles récolteront l'eau (**Flechi, 1993**).

4.3 La contamination médicamenteuse

Les colonies d'abeilles sont traitées régulièrement contre le parasite *varroa jacobsoni* et occasionnellement contre les loques, la nosérose, l'acariose. Les traitements sont effectués habituellement au redémarrage des colonies en fin d'hiver ainsi qu'à l'automne, avant la pause hivernale (**Flechi, 1994**).

Ces traitements sont donc effectués en dehors de la miellée. Mais des enquêtes systématiques ont permis de mettre en évidence des dérives par rapport à ces recommandations d'où le risque d'apparition de résidus de traitements dans les miels (**Flechi, 1994**).

Matériel et méthodes

1. Description de la région d'étude

La wilaya de Bejaia est située au nord du pays sur la mer méditerranéenne et s'étend sur une superficie de 3268km².

Elle est caractérisée par un climat tempéré avec un hiver doux et pluvieux et des étés chauds et secs.

La région de Bejaïa est traversée par 4 grands oueds (oued Soummam 90 km ; oued aguerioun 80km ; oued djemaa 46 km et oued dass 30km) drainants les eaux superficiels vers la mer.

L'industrie représente une partie importante qui touche presque toutes les branches et l'agriculture occupe une part importante dans l'économie de la wilaya.

1-1 Relief et ressources mellifères

La région de Bejaia est située entre les grands massifs du Djurdjura et des Bâbord ce qui lui procure une grande diversité en ce qui concerne son relief et ses ressources naturelles (floristique et faunistiques).

Dotée d'une végétation très abondante et variée, la région de Bejaïa a des prédispositions à l'apiculture ; son nom de bougie lui a été attribué à cause de la qualité des chandelles faites de cire d'abeilles.

La région de Bejaïa offre une grande variété de plantes mellifères, cette grande richesse lui permet la réalisation de plus d'une récolte du miel par an.

Les principales sources mellifères sont les suivantes :

- ✓ La majorité des arbres fruitiers (agrumes ; amandiers, grenadiers).
- ✓ L'inule visqueuse.
- ✓ Le Romarin.
- ✓ La lavande.
- ✓ Le ciste a fleurs blanches et a fleurs violettes.
- ✓ L'oxalis.
- ✓ Sulla.
- ✓ Le troène du japon.

- ✓ L'acacia.
- ✓ L'asphodèle.
- ✓ La moutarde des champs.
- ✓ La vipérine à fleurs bleues et à fleurs rougesetc.
- ✓ Le lavandin.
- ✓ La bourache.
- ✓ Le chardon des champs.
- ✓ Le faux acacia ou le robinier.



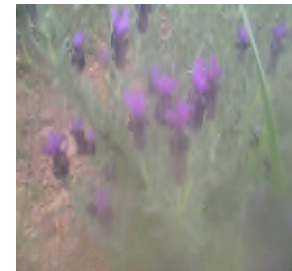
L'oxalis

Oxalis acetosella



Le troén du japon

Ligustrum japonicum



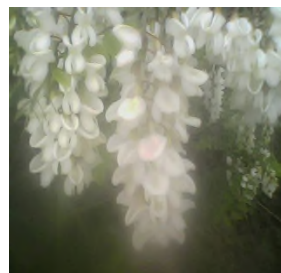
Le lavandin

Lavendula angustifolia



La bourache

Borago officinalis L.



Le faux acacia

Robinia pseudoacacia



Le chardon des champs

Cirsium arvense L.



La vipérine

Echium vulgare L.



Le Sulla

Headysarum coronarium L.



La moutard des champs

Sinopsis arvensis

Fig.9 : Les plantes mellifères de la région de Bejaia

2. L'échantillonnage

Afin d'évaluer la contamination du miel et du pollen de la région de Bejaïa par des métaux lourds, sept ruchers appartenant à des apiculteurs bénévoles de sept stations différentes ont été choisis pour participer à notre étude ; 2 ruchers (Beni maouche, Baba Amar) sont situés dans une zone montagneuse, 3 ruchers (Seddouk, Timezrit et Amizour) sont localisés dans une zone semi urbaine, et 2 ruchers (oued Ghir, sidi aich) implantés dans une zone urbaine.

Nos échantillons de pollen ont été prélevés à la mi-avril 2015 dans un délai qui ne dépasse pas 3 jours à compter depuis l'emplacement de l'attrape, alors que ceux du miel sont issus de la récolte de l'année 2014 conservés dans des boucaux hermétiquement fermés sous les conditions d'humidité, de température, de lumière, et d'acidité

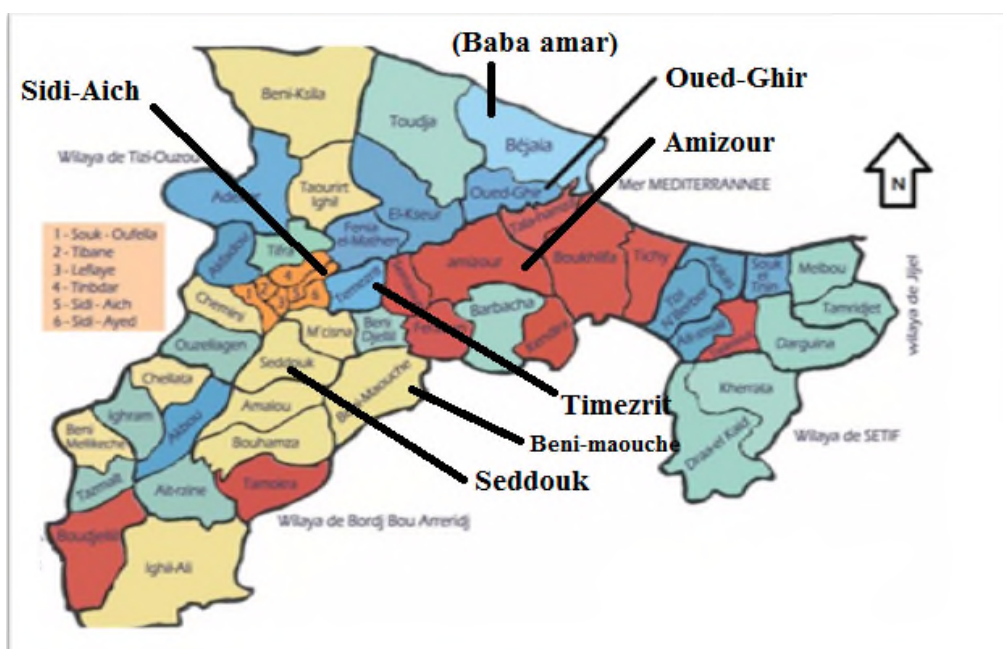


Fig.10 : Carte géographique de la wilaya de Bejaïa exposant les zones d'échantillonnage

3. Préparation des échantillons

3.1 Détermination du taux d'humidité des échantillons

La matière sèche ou résidu sec est obtenue par la mesure de la perte en masse des échantillons après étuvages à 110°C jusqu'à l'élimination complète de l'eau libre (Kyalto, 2013).

3.1.1 Méthode

5 g de chaque échantillon ont été pesés dans un creuset en porcelaine, dont le poids à vide (P_0) a été préalablement déterminé. Chaque échantillon frais dans le creuset, pesé (P_1), a été placé dans une étuve réglée à 110°C pendant 24 heures.

Le but étant l'obtention d'une masse constante, après refroidissement dans un dessiccateur le creuset contenant la masse sèche a été pesé (P_2), le taux d'humidité est calculé selon la formule ci-dessous :

$$\% \text{ H}_2\text{O} = ((P_1 - P_2) \times 100) / (P_1 - P_0).$$

P_0 = poids du creuset vide ;

P_1 = poids du creuset plus échantillon frais ;

P_2 = poids du creuset plus la prise sèche.

3.2 Détermination de la teneur en cendres

Les cendres représentent les résidus inorganiques obtenus après calcination de la matière organique, ces cendres sont caractérisées par une couleur variant du blanc au gris et donnent une idée sur la quantité d'éléments minéraux présents dans un échantillon donné (Kyalto, 2013).

3.2.1 Méthode

Les creusets contenant les prises sèches ont été pesés puis les échantillons sont finement broyés avec un mortier et ensuite transportés jusqu'au four à moufle. Les échantillons sont ensuite introduits dans le four chauffé à 700°C pendant 5 heures. Après cette durée, les creusets contenant les cendres sont retirés à l'aide des pinces puis refroidis dans un dessiccateur avant d'être pesés.

3.3 La solubilisation des cendres et extractions des minéraux

Le principe consiste à préparer des extraits à partir des cendres recueillies en les soumettant à une attaque acide dont le but est de libérer les éléments minéraux (métaux lourds) qui s'y trouvent.

3.3.1 Mode opératoire

Avant toute pratique, nous avons stérilisé le matériel utilisé (fioles, béchers, tubes à essais) dans un bain d'acide nitrique (HNO_3) dilué à 30 % pendant 24h ; pour éliminer toute traces de métaux et d'impuretés, nous avons rincé le matériel avec de l'eau bi-distillée. Tout le matériel a été transféré dans l'étuve pour le séchage.

Dans le présent travail, nous avons adopté deux protocoles différents adapté chacun pour le type d'échantillon. Toutes les expérimentations ont été réalisés avec beaucoup de précaution sous une haute et en utilisant des gants et des bavettes.

a. Pour le pollen

Etant donné que les protocoles dédiés pour l'évaluation des métaux lourds dans le pollen sont très variées nous avons opté pour le protocole établi par **Kyalto (2013)**, tout en l'adaptant à notre échantillon.

- ✓ 0.1g de cendres de pollen ont été pesées dans un bécher de 50 ml préalablement pesé et taré.
- ✓ Un volume de 5ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré ajouté à 20 ml d'eau bi-distillée a été additionnés aux cendres.
- ✓ Le mélange a été porté sur une plaque électrique à 70°C pour évaporation jusqu'à l'obtention d'un tiers de la solution.
- ✓ Après refroidissement, le mélange a été filtré à l'aide du papier wattman (diamètre 3 μm) et récupéré dans une fiole de 50 ml ajustée avec de l'eau ultra pure jusqu'aux trait de jauge.
- ✓ La solution finale est versée dans des tubes à essais conservées au réfrigérateur jusqu'au moment du dosage.



Fig.11 : Les cendres de pollen traitées par l'acide sulfurique et l'eau bi-distillée

b. Pour le miel

On a suivi le Protocole adopté par **Bratu et Georgescu(2005)**. Nous avons modifié le protocole pour les besoins de la présente étude.

Les cendres de miel obtenues ont été traitées dans les mêmes creusets.

- ✓ 5 ml d'acide nitrique (HNO_3) concentré ont été additionnés aux cendres.
- ✓ La solution a été chauffée sur une plaque électrique à 70°C jusqu'à la réduction de moitié de la solution.
- ✓ Après refroidissement, la solution est filtrée sur du papier wattman (diamètre $3\mu\text{m}$) et récupérée dans des fioles 20 ml ajustées avec d'eau bi-distillée jusqu'au trait de jauge.
- ✓ La solution finale est récupérée dans des tubes à essais et conservée au frais jusqu'au moment du dosage.



Fig.12 : Les cendres des différents miels traitées par l'acide nitrique sur une plaque chauffante sous la haute

4. Dosage au spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA)

Les concentrations des trois métaux (zinc, plomb et cadmium) dans les solutions obtenues, ont été déterminées par spectrométrie d'absorption atomique. L'appareil utilisé est un spectrophotomètre d'absorption à flamme, marque CHIMAZDU ; AA-6501F ATOMIC ABSORPTION FLAME EMISSION SPECTROPHOTOMETER qui fait partie de l'équipement du département génie des procédés à l'université de Bejaia.

4.1 Principe de la spectrophotométrie d'absorption atomique (SAA)

Lorsque les atomes d'un élément sont excités par une flamme, ils émettent des radiations de longueur d'onde déterminée dont l'intensité peut être mesurée par spectrométrie.

La concentration initiale du cation à doser est déduite de la valeur absolue de l'intensité de l'émission spectrale mesurée.



Fig.13 : Spectrophotomètre d'absorption atomique (génie des procédés)

Université de Bejaia

4.2 Préparation des étalons et dosage des échantillons

Nous avons effectué le dosage de nos échantillons pour les métaux étudiés (Pb, Cd, Zn) selon les étalons cités dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1. Concentrations des étalonnages en fonctions de leurs absorptions

Plomb (Pb)		Cadmium (Cd)		Zinc (Zn)	
Concentration	Absorption	Concentration	Absorption	Concentration	Absorption
2	0.0166	0.10	0.752	0.01	0.012
4	0.0592	0.15	0.0567	0.10	0.052
8	0.1229	0.20	0.943	0.50	0.224
10	0.1499	0.25	0.1159	1	0.390
20	0.2876	0.30	0.1179	1.5	0.560
30	0.4213	0.35	0.1492	2	0.667
/	/	0.40	0.1615	/	/
/	/	0.50	0.2157	/	/
/	/	0.60	0.2693	/	/

Les courbes d'étalonnages ont été établies à partir des solutions de référence (Annexe 2).

Résultats et discussions :**1. Détermination du pourcentage d'humidité des échantillons****a. Le miel**

Les résultats relatifs aux poids secs et aux taux d'humidité des échantillons de miel sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Poids sec et teneur en eau des échantillons de miel.

Echantillon miel	Poids humide	Poids sec	% d'humidité
Seddouk	5g	4.1g	17.4
Oued Ghir	5g	4.5g	10.2
Beni maouche	5g	4.3g	13.2
Timezrit	5g	4.3g	14
Sidi aich	5g	4.2g	16
Amizour	5g	4.6g	8
Baba amar	5g	4.5g	17.4

La teneur en eau, est un paramètre lié au degré de maturité, il est responsable de la stabilité du miel lors du stockage. Les valeurs obtenues sont compris entre 8 et 17.4%, avec une valeur moyenne de 13,74%. Elles sont en effet, inférieures à 20% .Le maximum préconisé par les normes européennes (**Journal officiel, 2001**).Selon **Acquarone ; (2007)**, la teneur en eau du miel dépend des conditions environnementales et de la période de récolte, et il peut varier d'une année à une autre. Les résultats obtenues pour la présente étude sont révélateurs d'un bon stockage des miels étudiés et sont similaires aux résultats obtenus par **Yaiche Achouret Khali (2014)**.

b. Lepollen

Le poids sec du pollen est obtenu après séchage et les résultats relatifs aux poids secs et les taux d'humidité sont représentés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Poids sec et teneur en eau des échantillons de pollen

échantillons de pollen	Poids humides	Poids secs	% d'humidité
Seddouk	5g	4.1g	18
Oued ghir	5g	4.1g	18
Beni maouch	5g	4.07g	18.6
timezrit	5g	4.3g	14
Sidi aich	5g	4.2g	16
Amizour	5g	4.28g	14.4
Baba amar	5g	4.2g	16

Les valeurs d'humidité obtenues sont comprise entre 14 et 18.6% ; avec une moyenne de 16.45%. Nous estimons que les échantillons étudiés sont de bonnes qualités étant donné que le taux d'humidité n'excède pas les 20 % et sont très proches des résultats obtenus par **Lambert et al ;(2012)** qui sont en moyenne de 18.5. Il faut également signaler que le pollen utilisé est fraîchement récolté ce qui explique les taux d'humidité rapportés dans le tableau ci-dessus.

2. Détermination de la teneur en cendres des échantillons

Il faut rappeler que les cendres représentent les résidus inorganiques obtenus après calcination de la matière organique, ces cendres donnent une idée sur la quantité d'éléments minéraux présents dans un échantillon donné.

2.1 Détermination de la teneur en cendres des échantillons de miel

Après calcination des échantillons de miel, les cendres obtenues sont représentées par des traces ce qui nous a empêché de les peser. Il est à noter que le miel est constitué essentiellement de sucres tels que le fructose et le glucose, d'eau et d'autres substances comme les acides organiques, des enzymes, des vitamines (**Oudjet, 2012**). Ceci explique en partie la quantité réduite de cendre obtenue après calcination de tous les échantillons de miel.

2.2 Détermination de la teneur en cendres des échantillons de pollen

La quantité des cendres obtenues pour les échantillons de pollen sont nettement supérieures à celles obtenues pour les échantillons de miels (tableau 4).

Tableau 4 : teneur en cendres pour les échantillons du pollen

Echantillons du pollen	Poids sec	Poids des cendres
Seddouk	4.1g	0.106g
Oued ghir	4.1g	0.124g
Benimaouch	4.07g	0.105g
Timezrit	4.3g	0.132g
Sidi aich	4.2g	0.165g
Amizour	4.28g	0.128g
Baba amar	4.2g	0.140g

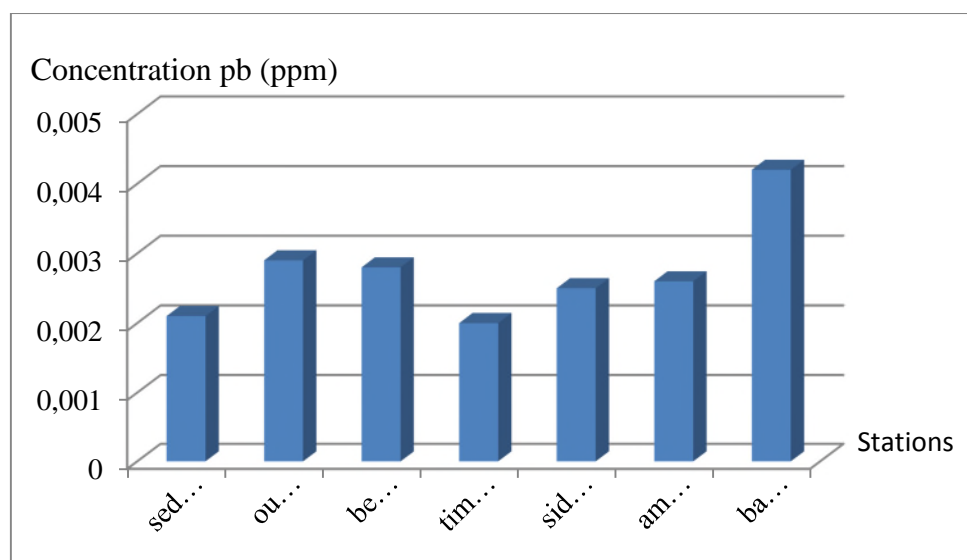
3. Concentration des métaux lourds dans tous les échantillons

3.1 Concentration des métaux lourds dans le miel

Les normes proposées par l'union européenne pour les trois métaux étudiés sont rapportées par **Bogdanov**, (2004), elles sont de 0.02-1 ppm pour le plomb, entre 0.005 et 0.15 ppm pour le cadmium et enfin entre 0.5 et 20 ppm pour le zinc

Dans le présent travail, les métaux lourds tels que le cadmium, le zinc et le plomb ont été analysés dans tous les échantillons de miel.

Le plomb: les résultats de concentrations en plomb obtenus pour tous les miels analysés sont rapportés dans l'histogramme (fig.14)

**Fig.14** : Concentration du plomb dans le miel

La valeur moyenne du plomb contenue dans les échantillons analysés est de 0.0027 ppm ; cette concentration est largement inférieure à celles rapportées pour les miels

égyptiens 0.14 ; 0.15 et 0.19 ppm par **Rached et Soltan, (2004)** ; et aux résultats obtenus par **Tuzen et al ;(2007)** qui sont entre 8.4 et 105.8 ppm.

Les teneurs en plomb obtenues pour tous les échantillons analysés sont inférieures à la valeur proposée par l'union européenne qui est de 1 ppm (**Bogdanov, 2004**). Les résultats obtenus pour les échantillons de miel de la région visée par l'enquête sont par conséquent exempts de contamination par le plomb. Selon la limite maximale fixée par l'organisation mondiale de la santé, tous les échantillons de miel étudiés ont été exempts de contamination par le plomb métallique et le miel étudié s'avère très bon pour la consommation humaine.

Des différences selon le contexte de la zone ont été signalées par **Bilandzic et al. , (2011)** et par **Tuzen et a ; (2007)** qui ont signalé de plus fortes concentrations de Pb dans le miel des ruches dans la plupart des zones, urbanisées et industrialisées peuplées près des autoroutes et les chemins de fer. Par ailleurs, les résultats obtenus pour les trois types de zones d'échantillonnage ne révèlent pas une grande différence. Ces résultats s'expliquent par le taux d'urbanisation qui est moins intense dans les stations étudiées qui restent toujours valables pour l'implantation des ruchers.

Le cadmium : Les concentrations en cadmium obtenues pour tous les miels analysés sont représentées sous forme d'histogramme (fig.15)

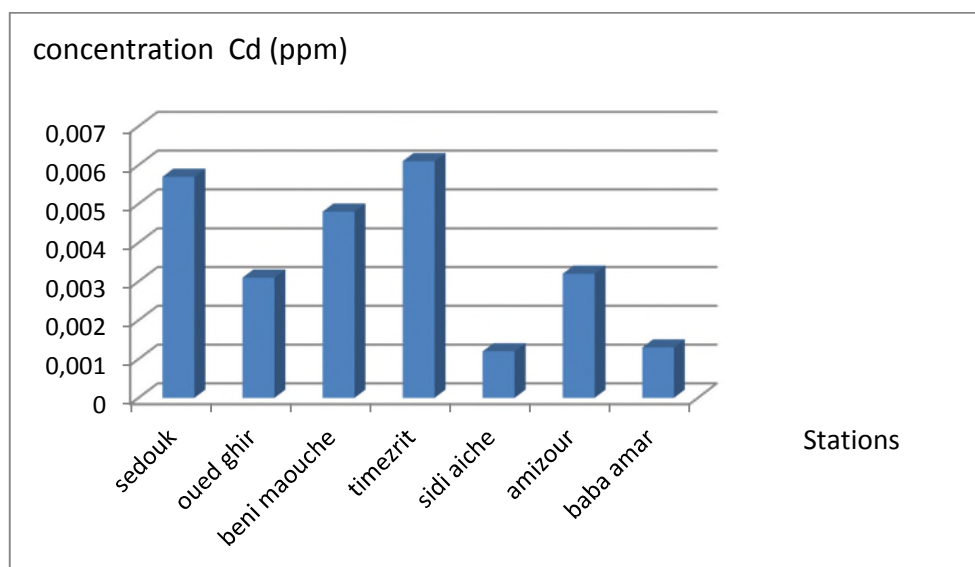


Fig.15 : Concentration du cadmium dans le miel

Les valeurs de cadmium sont faibles et à l'état de traces dans tous les miels analysés ; elles varient entre 0.0012 à 0.0061 ppm, ces valeurs s'avèrent supérieures aux résultats obtenus par **Yaichachour et Khali, (2014)** qui varient entre 0.00018 et 0.00019 ppm pour les miels

algériens. **Rached et Soltan, (2007)** ont détecté des valeurs de cadmium comparables à nos résultats et qui sont de l'ordre de 0.005 ppm pour le miel égyptien. Une valeur de 0.005ppm a été proposée comme valeur minimale acceptable par l'union européenne (**Bogdanov, 2006**). Ce qui nous permet de dire que les miels analysés sont des miels propres à la consommation et ne sont pas contaminés par le cadmium.

Le zinc: Les concentrations obtenues pour le zinc dans tous les échantillons de miel analysés sont rapportés forme d'histogramme (Fig. 16)

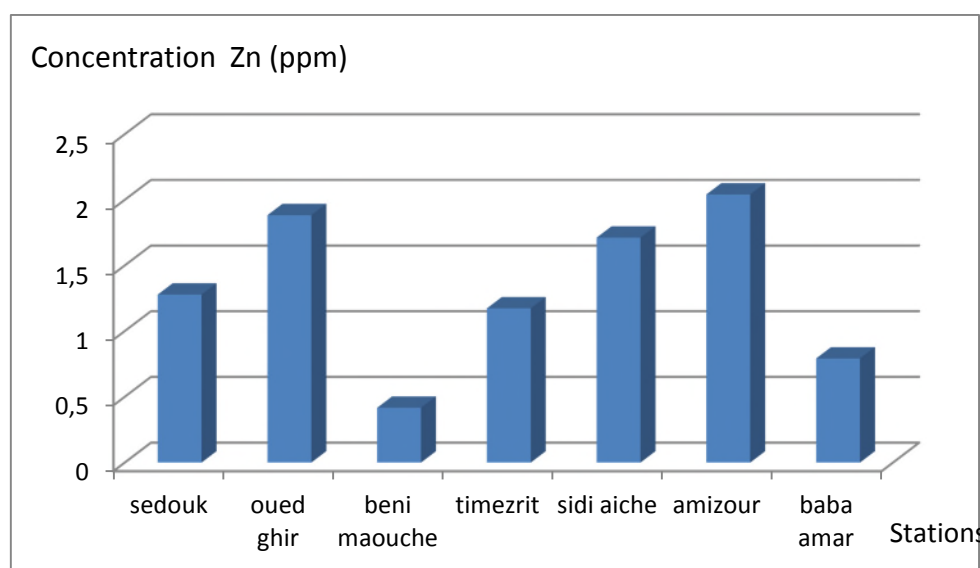


Fig.16 :Concentration du zinc dans le miel

Les teneurs obtenues montrent que le zinc est l'élément prédominant dans tous les échantillons analysés avec une valeur moyenne de 1.328 ppm elle est significativement plus élevée dans le miel d'Amizour 2.041ppm, la plus faible valeur étant de 0.4168ppm et qui est obtenue pour le miel de BeniMaouche ; la présence du zinc dans tous les échantillons est considérée comme normale étant donné que ce métal rentre dans les processus biologiques et physiologiques des organismes vivants et qui se trouve systématiquement à des concentrations plus élevées par rapport aux autres métaux toxiques comme le plomb ,le cadmium et le mercure (**Lambert,2013**).

Par ailleurs les résultats obtenus ne dépassent pas la norme proposée par l'union européenne qu'est de 0.5 à 20ppm (**Bogdanov,2006**) ; ces résultats sontlargementinférieurs auxvaleurs communiquées par **Yaiche Achour et Khali,(2014)** qui sont de 8.02à 14ppm, etégalement inférieurs aux résultats obtenus par **Rashed et soltan,(2004)** qui varient de 8.5 à et 9.3 ppm.

Finaleme nt ; la concentration des métaux lourds dans tous les échantillons étudiés est dans l'ordre suivant : Zn >Pb>Cd.

D'après ces résultats, et en termes de qualité, nous pouvons dire que les miels analysés pour la région de Bejaia sont de haute qualité et ne sont pas contaminés par les résidus métalliques des métaux lourds. Nous nous permettons également de dire que les abeilles des ruchers d'où proviennent les miels sont en bonne santé.

3.2 Concentration des métaux lourds dans le pollen

Dans le présent travail, les métaux lourds tels que le cadmium, le zinc et le plomb ont été analysés dans tous les échantillons de pollen.

Bien que le pollen soit une denrée consommée par l'homme, jusqu'à ce jour aucune législation n'est appliquée à ce produit. Pour cette raison, il n'y a que peu de données disponibles dans la littérature sur la pollution par les résidus métalliques(Chauzet,2006).

Le plomb : Les concentrations en plomb obtenus pour tous les échantillons de pollens analysés sont sous forme d'histogramme(fig.17)

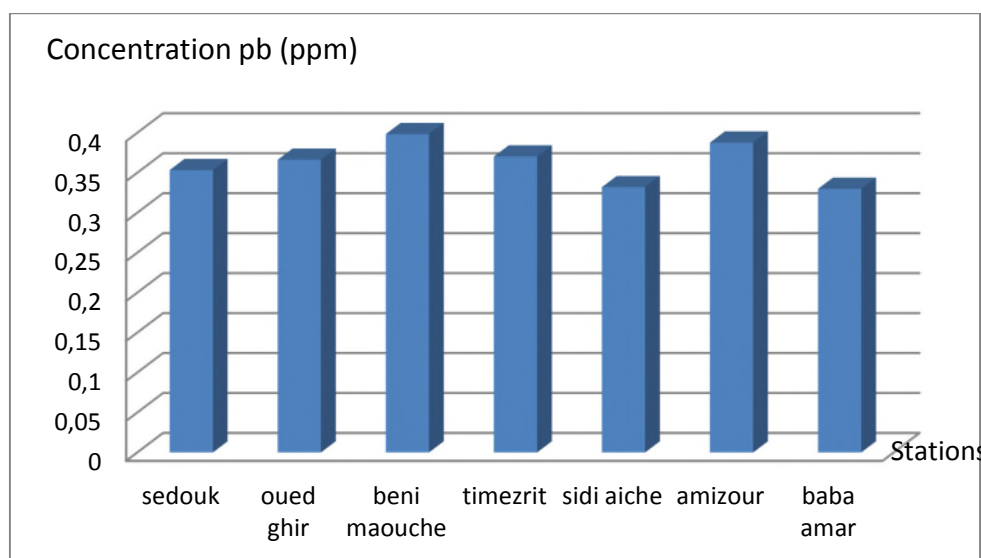


Fig.17 : Concentration du plomb dans le pollen

Les concentrations en plomb rapportées dans les sept échantillons étudiés sont comprises entre 0.3299 et 0.3983ppm. Les résultats obtenus sont compris entre la limite maximale et la limite minimale des valeurs rapportées par Lambert,(2012) qui vont de 0.004 à 0.789ppm. Les valeurs attribuées au pollen de la région d'étude témoignent la salubrité des échantillons.

Le cadmium : Les concentrations en cadmium obtenus pour tous les échantillons de pollen analysés sous forme d'histogramme (Fig.18)

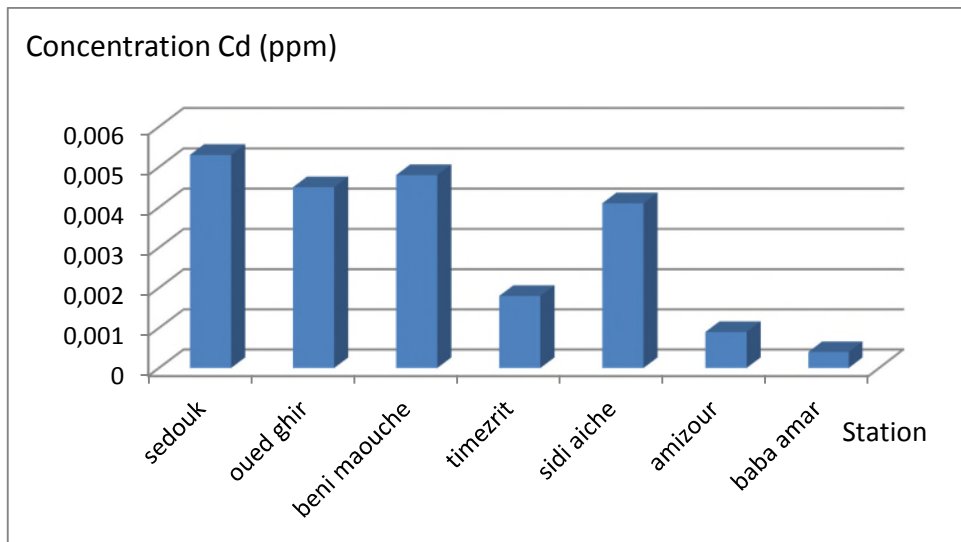


Fig.18 : Concentration du cadmium dans le pollen

Les concentrations en cadmium obtenues sont comprises entre 0.0004 et 0.0053ppm, avec une moyenne de 0.0031ppm. Nous rappelons que des normes n'ont pas été établies pour les concentrations du cadmium métallique dans le pollen. On peut en effet dire que les concentrations négligeables rapportées pour les échantillons étudiés ne présentent aucune contamination, si nous nous référons aux normes internationales imposées pour le taux de ce métal dans le miel.

Le Zinc : Les concentrations en zinc obtenues pour tous les échantillons de pollen analysés sont représentées sous forme d'histogramme (fig.19)

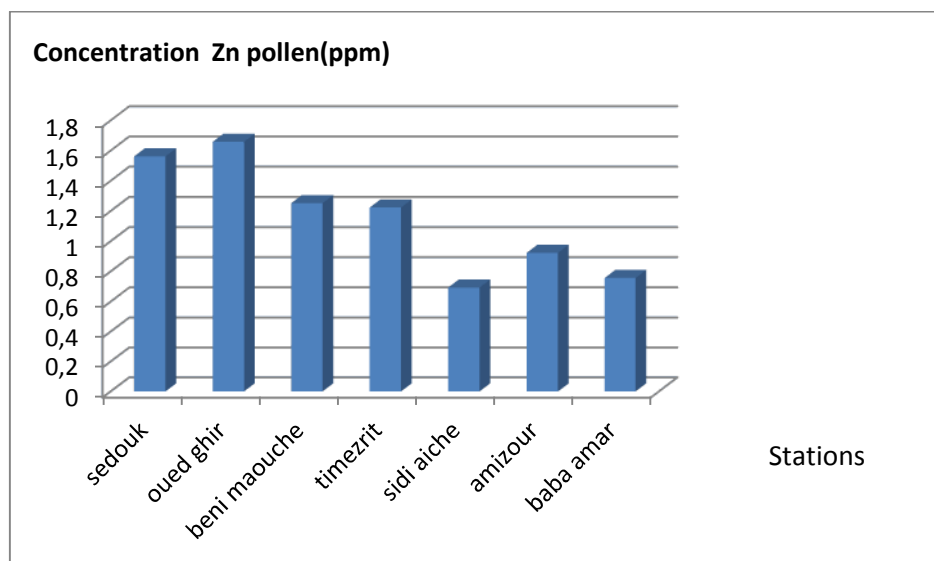


Fig.19 : Concentration du zinc dans le pollen

Les concentrations obtenues pour le zinc varient de 0.6935 à 1.6585ppm, avec une moyenne de 1.1527 ppm qui sont supérieures aux valeurs détectées pour le plomb et le cadmium. Il faut rappeler que le zinc est un oligo-élément indispensable pour le fonctionnement de l'organisme avec des concentrations modérées, comparativement aux normes décrites par l'union européenne imposée pour le miel où le seuil ne doit pas dépasser les 20 ppm **(Bogdanov, 2004)**.

Ces concentrations en plomb, cadmium et le zinc dans les échantillons de pollen sont de même ordre de grandeur que celle déterminées pour les échantillons de miel ($Zn > Pb > Cd$).

Les concentrations rapportées pour les trois types de métaux ne montrent pas des valeurs très élevées pour les différents échantillons de pollen. Nous nous permettons de dire que le pollen produit par les abeilles des zones d'échantillonnages est indemne de toute forme de contamination par ces métaux lourds.

Conclusion et Perspectives

Les résultats de cette étude indiquent que les échantillons de miel et de pollen prélevés dans sept stations différentes de la willaya de Bejaia, étaient tous de bonne qualité en termes de contamination par les résidus métalliques, répondant aux normes imposées par l'OMS. Le zinc qu'est un oligo-élément est présent dans tous les échantillons de miel et de pollen en quantité modérée à savoir entre 0.4168 ppm et 2.041 ppm pour le miel et de 0.6935 ppm à 1.6585 ppm pour les échantillons de pollen. Ces valeurs sont inférieures aux normes de l'organisation mondiale de la santé. Ce qui nous permet de dire que les produits de la ruche étudiés sont de bonne qualité et propres à la consommation.

Les concentrations du plomb dans le miel et le pollen sont respectivement de 0.0021 ppm à 0.042 ppm pour le miel et de 0.3299 ppm à 0.3984 ppm pour le pollen. Ces résultats sont révélateurs de bonne qualité étant donné que les valeurs rapportées sont inférieures à 1ppm, limite maximale admise pour le plomb dans le miel.

L'autre élément toxique pris en considération dans la présente étude est le cadmium, cet élément est présent dans tous les échantillons étudiés que ce soit de miel ou de pollen mais à faible concentration. En effet seulement (0.0012 ppm à 0.0061 ppm) ont été dosés pour les sept types de miel et seulement 0.0004 ppm à 0.0053 ppm pour le pollen. Ces valeurs sont au-dessous de la limite maximale résiduelle imposée par l'union européenne qui sont de 0.005 ppm à 0.15ppm.

Les résultats obtenus dans cette étude sont préliminaires étant donné que l'échantillonnage n'a pas cerné toute la région de Bejaia et il serait intéressant d'élargir la zone d'étude et de toucher plus de ruchers afin d'avoir plus d'informations sur la santé des populations d'abeilles et de l'environnement car l'abeille et ses produits sont considérés comme des bio-indicateurs de pollution par excellence.

Il serait également nécessaire de mener des études périodiquement sur les différents produits de la ruche et sur les abeilles elle-même.

Enfin, il faudrait savoir que la pollution de miel et du pollen par les métaux lourds est à l'origine de plusieurs sources à savoir industrielle, agricole, urbaine, etc

Références bibliographiques

Acquarone, P., Buera, Elizalde, B. (2007)-Pattern of Ph and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary look for discriminating geographical origin of honeys, deer. Food Chem . H, 101p.

Adriano, D. C. (2001)- Trace elements in terrestrial environment biochemistry, bio availability and risks of metals .2. New York, Springer Verlag.

Aymé, A. (2014)- Synthèse des connaissances sur l'apiculture réunionnaise et enjeux pour la filière. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 147 p.

Benedetto,(1997)-Les métaux lourds.Ecole national superieur des mines de sain etienne dossier SAM .

Bilandzic, N., Đoki_c, M., Sedak, M., Kolanovi_c, B.S., Varenina, I., Kon_curat, A., Rudan, N., 2011- Determination of trace elements in Croatian floral honey originating from different regions. Food Chemistry 128, pp1160-1164.

Biri, M. (2003)- Le grand livre des abeilles. Cours d'apiculture moderne. Editions de rachi-paris- mars 2003 260p.

Bogdanov, S., Imdr of A, Charrière J-D., Fluri P et Kilchenmann V. (2003)- Qualité des produits apicoles et sources de contamination .Centre Suisse de recherché apicoles. Station fédérale de recherché laitières, lie befeld, CH-3003 Berne.traduction Evelyne Fasnacht (Partie 1) et Michel dubois (Partie 2).pp 1-18.

Bogdanov S, (2004)-Produits apicoles, 2 B A miel. Revu par le groupe d'experts « produits apicoles »,37p.

Bogdanov, S., Bierri, K., Gremod, G., (2004)- Produits apicoles, Pollen, Agro scope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 6p.

Bogdanov, S. (2006)- Contaminants of bees protect Apidologie, 37(1), pp1-18.

Bradbear, N. (2010)- Le rôle des abeilles dans le développement rural, manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et service dérivés des abeilles. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. 238p.

Bratu, L., Georgescu, C. (2005)- Chemical contamination of bee honey-indelifing sensor of the environnement pollution.

Buchman, S.L., Chipman, C., (1991)- Foraging distances flow by honey bee colonies. Analysis using mathematica soft wear; Am.bee j.pp131 -711.

Chauvin, R. (1968)- Action physiologique et thérapeutiques des produits de la ruche. In traité de la biologie de l'abeille. Edition Masson et Cie, paris, Tome 3 pp:116-154.

Références bibliographiques

Chauzalt, M. P., Faucon, J. P., Martel, A. C., Lachaize, J., Cougoule, N et Aubert, M. (2007)- Les route des chapes, BP .111.F-06902 Sophia-Antipolis cedex .L'espèce No semacerna est présente en France dans les colonies d'abeilles.

Clement, H(2009)-Le traité Rustica de lapiculture,éditions Rustica /FLER ;paris ;64p .

Encyclopédie Larousse de (2009) - la formation de substrats inhabituellement acides, radioactifs ou chargés en métaux toxiques

Fléchi, C. (1993)- Réseau d'observation épidémiologique national. Résultats 1992. Santé abeille136,pp 168-174.

Fléchi, C. (1994)- Réseau d'épidémio-surveillance apicole national. Analyse des données de 1993 santé d'abeille 144,266-279.In. Contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine. Situation en France Fléchi C, Clément M C, Zeggane S, Faucon J.P. Unité abeille, centre national d'étude vétérinaires et alimentaire(CNEVA) Sophia-Antipolis BP : 111,06902 Sophia-Antipolis France. Revu scie off Int EPI 16 1997,16(2),pp609-619.

Gharbi, M. (2011)- Les produits de la ruche : Origines - Fonctions naturelles - Composition Propriétés thérapeutiques Api thérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. Thèse de doctorat .Université Claude-Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie). Paris, 249 p.

Gout, J. (2009)- Le miel. Edition jaun-Paul gisserout, paris.64P.

Gout, , Jardel . (1998). Le monde du miel et des abeilles. Del chaux et niet. Paris.

Jansegers, E- (2007). Les produits de la ruche fiche pédagogique.

Khenfer, A.,Fettal, M., (2001)- *Le miel.* . Ministère de l'agriculture. Direction de la formation de la recherche et de la vulgarisation.23p.

Khenfer, A., Fettal, M., (2001)- Les produits de la ruche. ITELV.

Kyalto, B., (2013)- Contribution à l'évaluation de la contamination par les métaux lourds, de trois espèces de poissons, de sédiments et des eaux de lac Tchad.

Lambert, O. (2012)- Contamination chimique de matrices apicoles au sein de ruches appartenant à des structures paysagères différentes. Laboratoire « microorganisme : génome et environnement ». UMR CNRS 6023, équipe interactions hôtes parasites.

Le conte, Y., Faucon, J.p., (2002)- Les maladies de l'abeille domestique. Le courrier de la nature (FRA), spécial abeilles. N° 196 pp : 28-32.

Lequet,L.(2010)- Du nectar a un miel de qualité,contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'alimentation de l'apiculture amateur . Seint pol sur mer 59p. Université claud-Bernard,Lyon I.

Leven, L.V., Boot, W.J., Mutsaers, M ., Segeren , P ., Velthuis, H. (2005)- L'apiculture dans les zones apicoles.

Lobreau, C., Marmion, V., Clement M.C. (1999)- Les miels .In « Techniques de l'ingénieur » pp:1-20.

Loué A, (1993)- Olégo éléments en agriculture. Edition Nathan.

Références bibliographiques

- Marche, N., Berar, D.L.(2007)-** L'homme, l'abeille et le miel. Edition de Borée, Romagnat ;224p.
- Miquel, M. (2001)-** Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport office parlementaire d'évaluation des choix scientifique et technologique. Rapport sénat.
- Moritz, R.F.A., Fuschs, S., (1997)-** Organization of honeybee colonies: characteristics and Consequences of a super organism concept. *Apidologie* 29(1998)pp:7-21.
- Oudjet, K., (2010)-** Ministère de l'agriculture de développement rural.
- Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000-** établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ; *Directive 2000/60/CE*.
- Pittigrew, A. (2008)-** Protégeons-nous les abeilles des pesticides. Ordre general N° 01-15Mai 2008.
- Prost, P.J, (1987)-** L'apiculture 1987 .ED :j.b : Ballière, Lavoisier, Paris, pp : 141-153.
- Prost, P.J (2005)-L'**apiculture. Connaitre l'abeille. Conduire le rucher. Edition Tec&Doc.698P.
- Rashed, M.N., Soltan, M.E. (2004) -** Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. *Revue. Journal official Food camp and analyses*.17 725-735.
- Ratia, G. (2002)-** L'abeille et l'homme. Edition apiservice copyright 1995-20.www.beekeeping.org.
- Ravazzi, G. (2003)-** Abeilles et apiculture. Edition vecchi. Paris 159p.
- Rousseau, J. A. P. (2014) -** Production et qualité du sperme de faux-bourdon durant la saison de production des reines de l'abeille domestique (*Apis mellifera L.*) au Québec. Thèse de doctorat. Université Laval. Canada 76p.
- Roevens, N., Wauthier, W., Vanderborght, J.P., Loijens, M., Wallast, R. (2004)-** Des abeilles dans la ville.
- Sabatini, A.G. (2005)-** L'abeille bio- indicateur. L'abeille, sentinelle de l'environnement. Instituts nazionale apicoltura bdogne, Italie.
- Tuzen, M., Silici, S., Mendil, D., Soylole, M. (2007)-** Trace elements levels in honeys from different regions of turkey. *Food chemistry* 103,pp325-330.
- Valérie, V. (2008)-** République « art de vivre ». *Eco bio* n°10 mars-avril 08.www.Valerividal.fr.
- Weiss, K. (1985)-** L'apiculteur du weekend. Editions européennes apicoles.
- Winston, M.L. (1991)-** Role of Queen Mandibular pheromone and colony congestion in Honey bee (*Apis mellifera L.*) Reproductive swarming (Hymenoptera Apidae). *Bozina* 1961 cite Winston, 1991.

Références bibliographiques

Yaiche Achour, H et Khali, M. (2014)-Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. Université Saad dahled, faculté des sciences agronomiques, vétérinaires et biologiques Blida Algérie.

Annexe 1

1 Concentration des métaux lourds dans le miel

Tableau 1 : teneur en métaux lourds des miels, en ppm, par site d'échantillonnage

Site d'échantillonnage	Concentration des métaux lourds en ppm		
	Plomb (Pb)	Cadmium (cd)	Zinc (Zn)
Seddouk	0.0021	0.0057	1.2778
Oued Ghir	0.0029	0.0031	1.8830
Beni Maouch	0.0028	0.0048	0.4168
Timezrit	0.0020	0.0061	1.1731
Sidi Aich	0.0025	0.0012	1.7121
Amizour	0.0026	0.0032	2.0410
Baba Amar	0.0042	0.0013	0.7914

2 Concentration des métaux lourds dans le pollen

Tableau 2 : teneur en métaux lourds des pollens, en ppm, par site d'échantillonnage

Site d'échantillonnage	Concentration des métaux lourds en ppm		
	Plomb (Pb)	Cadmium (cd)	Zinc (Zn)
Seddouk	0.3534	0.0053	1.5622
Oued Ghir	0.3663	0.0045	1.6585
Beni Maouch	0.3984	0.0048	1.2518
Timezrit	0.3703	0.0018	1.2231
Sidi Aich	0.3320	0.0041	0.6935
Amizour	0.3877	0.0009	0.9233
Baba Amar	0.3299	0.0004	0.7568

Annexe 2

Courbes d'étalonnages des métaux lourds

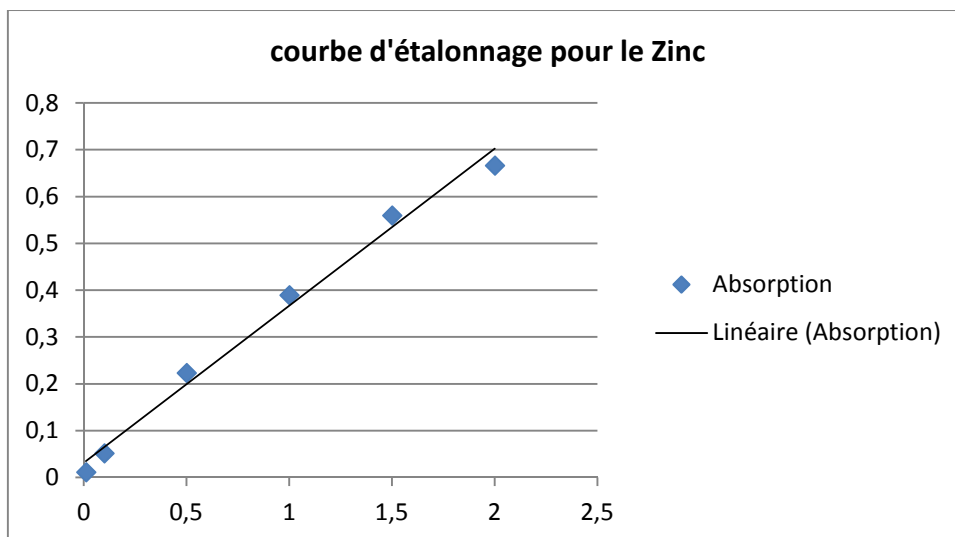


Fig.1 Courbe d'étalonnage pour le zinc

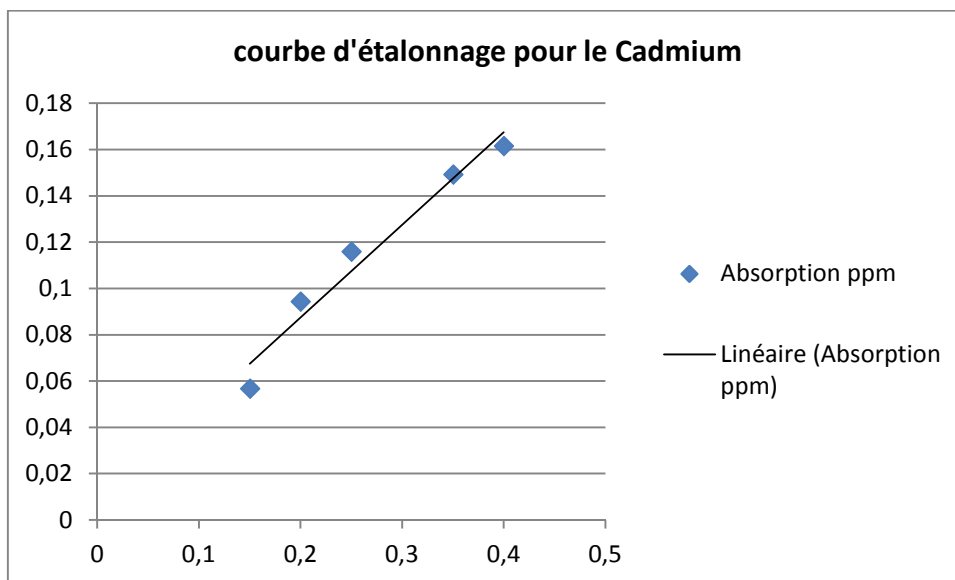


Fig.2 Courbe d'étalonnage pour le cadmium

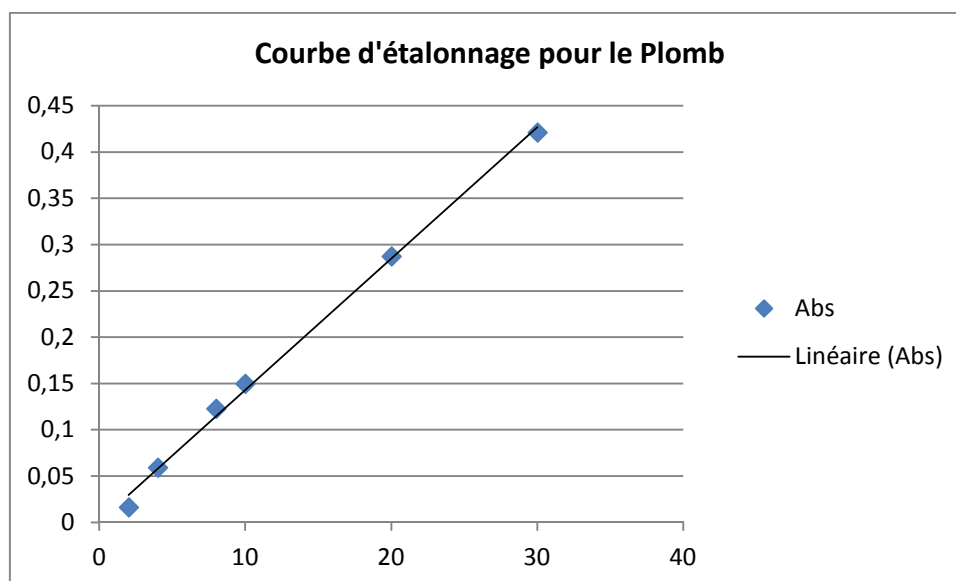


Fig.3 Courbe d'étalonnage pour le plomb

Résumé

Le but du présent travail est d'évaluer la concentration des métaux lourds dans des échantillons de miel et de pollen. Le dosage des métaux lourds (Pb, Cd et Zn) de sept échantillons de miel et de pollen collectés de différentes régions mellifères de la wilaya de Bejaia a été effectué sur deux étapes, la première consiste à traiter les cendres des échantillons étudiés après calcination avec des acides forts et effectuer un dosage de ces éléments traces dans la deuxième partie. Le niveau des éléments traces Pb, Cd et Zn a été déterminés par spectrophotomètre d'absorption atomique (SAA). Les résultats obtenus ont montré que tous les échantillons ne sont pas contaminés et qu'ils sont de bonne qualité. Les concentrations en métaux lourds dans les miels étudiés sont de 0.0021 -0.042 ppm pour le Pb; 0.0012 -0.0061 ppm ; pour le Cd et 0.4168-2.0417 ppm pour Zn, alors que les concentrations obtenues pour les pollens varient de 0.3299 -0.3984 ppm pour le Pb ; 0.0004 -0.0053 ppm pour le Cd et 0.6935 -1.6585 ppm pour Zn respectivement. Les métaux lourds étudiés sont présents dans tous tous échantillons mais à l'état de traces ; le Zn étant l'élément le plus dominant.

Mots clés : miel, pollen, contamination, métaux lourds.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the concentration of heavy metals in samples of honey and pollen. The determination of heavy metals (Pb, Cd and Zn) of seven samples of honey and pollen collected from different regions of wilaya of Bejaia was performed on two stages, the first is to treat ash samples are studying after calcination Strong acids and make a determination of these trace elements in the second part. The level of trace elements Pb, Cd and Zn was determined by atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results showed that all samples are not contaminated and that they are of good quality. The concentrations of heavy metals in the studied honeys are 0.0021 - 0.042 ppm for Pb; 0.0012 -0.0061 ppm; for Cd and 0.4168-2.041 ppm Zn, whereas concentrations obtained for the pollen vary from 0.3299 -0.3984 ppm for Pb; 0.0004 -0.0053 ppm Cd and Zn 0.6935 - 1.6585 ppm respectively. The studied heavy metals are present in all samples but all trace; Zn being the element most dominant.

Keywords: honey, pollen, contamination, heavy metal.