



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique
Université de Ghardaïa
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences
de la terre
Département des sciences agronomiques



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en sciences
agronomiques

Spécialité : Production animale

Thème

Contribution à L'étude de la biodiversité de
l'abeille du désert de la région de GHARDAIA

Réalisé par :

- **BOUREZMA Hanane**

Soutenu devant le jury composé de / Evalué par :

Nom et prénom	Grade	Qualité	Etablissement
ARBOUCHE Rafik	Pr.	Président	Université de Ghardaïa
MEBARKI Mohammed Tahar	MAB	Examineur	Université de Ghardaïa
HARROUZ Djamila	MAB	Encadreur	Université de Ghardaïa

Année universitaire : 2024/2025



ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ
فَأَسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا
يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ
مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ
لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً
لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

سورة النحل
(آية 69)



الاهداء

باسم الله أبدأ، والحمد لله حمداً يملأ القلب نوراً، ويشرح الصدر سروراً، حمداً لا ينقطع ما دام في القلب نبض،
وفي الروح أمل والصلاة والسلام على سيدنا محمد، خير معلم وأعظم قدوة، وعلى آله وصحبه أجمعين الحمد لله الذي أنار
دربي بنوره، وأعانني بلطفه، ويسر لي هذا الإنجاز بعد رحلة من الجد والسهر والسعي
في هذا اليوم الذي ترفرف فيه أحلامي كالعصافير نحو السماء اهدي ثمرة ايامي ودمعة سعادتي ونبض فؤادي
إلى نفسي التي قاومت العثرات ومضت رغم التعب تؤمن ان لكل مجتهد نصيب
إلى شيخ قلبي والنور الذي انار دربي والدعاء الذي كان يسبق خطاي. إلى أبي الغالي (شيخ)
إلى خيرة أيامي زهرة حياتي ومصدر قوتي التي ربنتي بالحب وسقتني بالصبر وغمرتني بدفء الدعوات غاليتي
امي(خيرة)
إلى من قيل فيهم سنشد عضدك بأخيك وفيهم شد عضدي اخواتي (سهيلة، ايمان، فاطمة، أمينة، شريفة وخديجة)
واخوتي(عبد الباسط ، وعبد الله وعبدالجليل) دتمت لي سنداً لا يميل اذا مالتي بي الأيام
. إلى أميري الصغير (محمد أنس) أجمل عطايا ربي والطف العوض
إلى صديقات القلب وشريكات الخطوة الأولى، إلى مرايا الروح (اميمة ، حسناء ، رتيبة، اية واکرام) أنتم بعض من
روحي ولحني الذي يرافقتني كلما عزف القدر اغنيته
إلى عماتي وامامي وخالاتي وجداتي الحبيبات .زوجات أعمامي وبنات أعمامي. شذا الذكريات الجميلة وأريج الحنان
والدعوات السابق في حياتي
انثر هذه الكلمات ممزوجة بالحب والوفاء .دتمت في قلبي ذكرى لا تبهت ودعاء لا ينقطع



Remerciements et reconnaissance



Chaque début a une fin, et chaque effort porte ses fruits. Ce mémoire est le fruit de longues années de labeur et de persévérance, le résultat d'un long parcours que je n'aurais jamais pu accomplir sans les bras lumineux qui ont éclairé mon chemin, et les cœurs purs qui m'ont redonné espoir lorsque mes pas commençaient à ralentir.

Je voudrais à remercier tous les membres du jury :

Pr. ARBOUCHE Rafik, qui je fais l'honneur de présider ce jury et d'en diriger les débats. Il a eu l'amabilité d'accepter d'évaluer ce travail.

Dr. MEBARKI Mohammed Tahar d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer mon travail.

J'adresse ma plus profonde gratitude et mes sincères remerciements à ma chère encadrante, **Mme Harrouz Djamila**, qui n'a pas été seulement une directrice scientifique, mais aussi une véritable conseillère et un soutien constant grâce à ses orientations sages et sa patience exemplaire. Je lui témoigne toute ma considération et ma reconnaissance.

Je rends également hommage et estime à tous les enseignants du département des sciences agronomiques, qui ont semé les graines du savoir et les ont arrosées d'un flot de science, jusqu'à ce qu'elles mûrissent en compréhension et en maturité.

Aucune parole ne saurait exprimer toute ma gratitude envers ma famille, mon soutien éternel, en particulier mes chers parents, qui ont été pour moi le refuge chaleureux, la prière sincère et le port où je trouve toujours paix et réconfort.

Je termine avec des mots du cœur : si j'ai eu du mérite dans ce travail, c'est d'abord par la grâce de Dieu, puis grâce à ceux qui m'ont accompagné et soutenu. À vous tous, mes plus sincères salutations et mes prières les plus profond

SOMMAIRE



Liste des tableaux

Tableau 01 : Liste des caractères morphologiques étudiés.....	P18
Tableau 02 : Paramètres statistiques de base pour la Wilaya de Ghardaia	P22
Tableau 03 : Comparaison entre stations des 16 variables morphométriques à l'aide de test Kruskal-Wallis	P26

Liste des figures

Figure 01 : La région d'étude (GHARDAIA) et les sites d'échantillonnage.....	P10
Figure 02 : Présentation graphique de la moyenne de température pendant 10 ans (2014-2023).....	P11
Figure 03 : : Présentation graphique de la moyenne de Les précipitations pendant 10 ans (2014-2023).....	P12
Figure 04 : : Les moyenne de vitesse de vent pendant 10 ans (2014-2023).....	P12
Figure 05 : : Présentation graphique de la moyenne de l'humidité pendant 10 ans (2014-2023).....	P13
Figure 06 : l'abeille domestique <i>Apis mellifera</i>	P15
Figure 07 : Emplacement du rucher et collecte des abeilles.....	P17
Figure 08 : Montage des parties séparées entre lame et lamelle.....	P17
Figure 09 : Paramètres mesurés des abeilles étudiées.....	P19
Figure 10 : Paramètres mesurés des abeilles étudiées (RUTTNER .1978).....	P19
Figure 11 : Comparaison entre les stations de Wilaya de Ghardaia.....	P24
Figure 12 : Nombre de ruchers des apiculture enquêtés.....	P27
Figure13 : Nature de ruchers des apiculture enquêtés.....	P28
Figure14 : Types de ruches utilisées des apiculture enquêtés.....	P28
Figure 15 : Problèmes de menace de ruche des apiculture enquêtés.....	P29
Figure 16 : Niveau de connaissance sur les parasites des apicultures enquêtés.....	P29
Figure 17 : Traitements utilisés contre les maladies	P30
Figure 18 : Causes de mortalité des abeilles	P30
Figure 19 : Renouvellement des reines.....	P31

Liste des abréviations

Caractères morphologiques	Abréviation
Longueur de l'aile antérieur	L A A
Largeur de l'aile antérieur	W A A
Longueur de l'aile postérieur	L A P
Largeur de l'aile postérieur	W A P
Longueur de fémur	LF
Longueur de tibia	L I T
Longueur de métatarse	LM
Largeur de métatarse	WM
Longueur totale de patte	LTP
Longueur de langue	LL
Longueur de pilosité	LP
Longueur de coloration	LC
Longueur de tomentum	LT
Nervure A	NA
Nervure B	NB
Indice cubitale	IC

SOMMAIRE

Dédicace	i
Remerciement.....	ii
Liste des tableau.....	iii
Liste des figures	iv
Liste des abréviations.....	v
Introduction.....	P01
Partie expérimentale	
Chapitre 01 : situation et contexte générale	
Présentation de la région d'étude	P10
Le climat	P10
La temperature.....	P11
La précipitation	P11
Le vent	P12
Humidité.....	P12
Le relief.....	P13
Chapitre 02 : Matériel et méthodes	
1 .Matériel biologique.....	P15
2 . Matériel d'échantillonnage.....	P15
3 .Matériels et appareils utilisé au laboratoire.....	P16
4 .Méthode.....	P16
4.1 Méthodologie suivie	P16
4.2. Collecte des échantillons.....	P17
4.3 .Collecte des données.....	P18
4.4 .Méthode de mesure.....	P18
4.5. Les paramètres mesurés.....	P19
5 .Morphométrie.....	P20
5.1 Analyse statistique univariée	P20
Description des données.....	P20

Comparaison entre stations : ANOVA.....	P20
Comparaison des facteurs de moyennes entre stations : test KRUSKAL-WALLIS...	P20
Chapitre 03 : Résultats et discussion	
1. Résultats	P22
1.1. Analyse descriptive des données biométriques	P22
1.2. Comparaison entre les station de wilaya de Ghardaia.....	P24
1.3. Les résultat de test kruskal-wallis.....	P26
1.4. Analyse des résultats du questionnaires	P27
2. Discussion.....	P32
Conclusion.....	P39
Références bibliographiques.....	P42
Annexes.....	P47
Résumé	P72

INTRODUCTION



INTRODUCTION

Les abeilles sont des insectes volants appartenant à l'ordre des Hyménoptères (Hyménoptère) et jouent un rôle essentiel dans l'équilibre écologique ainsi que dans la pollinisation agricole. On estime que les abeilles sont apparues sur Terre il y a environ 100 millions d'années, en même temps que les plantes à fleurs, ce qui témoigne d'une coévolution étroite entre les deux groupes (MICHENER, 2007). On dénombre plus de 20 000 espèces d'abeilles réparties en plus de 7 familles, parmi lesquelles les abeilles sociales telles que *Apis mellifera* (l'abeille domestique), est la plus étudiée et la plus économiquement importante (ASCHER & PICKERING, 2020). Elle vit en colonies organisées dirigées par une reine, composées d'ouvrières et de mâles ; où les tâches sont réparties de manière rigoureuse entre les individus. Cette structure sociale repose sur une hiérarchie fonctionnelle impliquant la collecte du nectar, la défense de la ruche et le soin aux larves (WINSTON, 1987).

Les abeilles se distinguent par un système de communication sophistiqué, notamment la « danse frétillante » (waggle dance), décrite par Karl von Frisch, qui permet de transmettre des informations précises sur les sources de nourriture (VON FRISH, 1967). Concernant la reproduction, la reine pond des œufs fécondés ou non selon les besoins de la colonie, ce qui déterminera la caste des individus : reines, ouvrières ou mâles. Le cycle de vie des abeilles suit une métamorphose complète : œuf, larve, nymphe, puis adulte. Ce cycle varie selon la caste : environ 21 jours pour une ouvrière, 24 jours pour un mâle, et 16 jours pour une reine (SNODGRASS, 1956). Ces caractéristiques uniques font des abeilles un excellent modèle pour l'étude de la biodiversité, notamment dans les environnements fragiles comme les zones sahariennes, où leur présence et leur diversité peuvent servir d'indicateurs biologiques du changement climatique et de la stabilité écologique.

La biodiversité biologique de l'abeille domestique s'est influencée de nombreux facteurs tels que l'histoire des populations, l'isolement de groupes de populations, les migrations naturelles, et l'adaptation aux conditions locales sous l'action de la sélection naturelle. L'espèce *A. mellifera* possède une vaste aire géographique et montre une variabilité morphologique et génétique très structurée. L'aire de répartition naturelle de cette espèce s'étend à l'Afrique, l'Europe et au Moyen-Orient et comprend à ce jour 29 sous-espèces ont été identifiées

et décrites selon leurs caractères morphologiques, comportementaux, écologiques et de distributions géographiques (RUTTNER, 1988 ; MEIXNER *et al.*, 2013). Ces sous-espèces peuvent se reproduire entre elles, et sont regroupées sous cinq lignées évolutives : la lignée A (Africaine), la lignée C (Nord-Méditerranéenne), la lignée M (Ouest-Européenne), la lignée O (Orientale) et la lignée Y (Yéménite) (RUTTNER *et al.*, 1988 ; FRANK *et al.*, 1998, 2000 ; MIGUEL *et al.*, 2011). Ces lignées ont d'abord été définies sur la base de caractères morphologiques par Ruttner (1988) puis ont été confirmées par des études génétiques utilisant l'ADN mitochondrial (ADNmt) (LOUCIFF-A *et al.*, 2014; ACHOU *et al.*, 2015).

Plusieurs travaux biométriques ont été réalisés sur l'abeille domestique et ont contribué à l'analyse à sa diversité morphométrique (TOMASSON & FRESNEY, 1971 ; KANDEMIR *et al.*, 2000 ; SHAIPI *et al.*, 2009 ; CHOUCHAINE, 2010).

En Algérie, des travaux ont porté sur la diversité morphométrique de la population d'abeilles domestiques *A. mellifera* ont été réalisés (LOUCIFF, 1993 ; ACHOU & SOLTANI, 1997; BAROUR, 2003; AMOURA, 2004 ; DOUMANDJI, 2006; ACHOU, 2007; BAROUR , 2012; BENDJEDID & ACHOU, 2014).

L'apiculture est l'une des plus anciennes activités agricoles pratiquées par l'homme, et elle suscite aujourd'hui un intérêt mondial croissant en raison de son importance économique et écologique est représenté un symbole de biodiversité et participe à l'enrichissement de la nature par la pollinisation agricole, un service écosystémique indispensable à la sécurité alimentaire mondiale. La valeur économique annuelle de la pollinisation assurée par les abeilles est estimée à plus de 200 milliards de dollars américains à l'échelle mondiale, selon les estimations de la Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) (FAO, 2021 ; IPBES, 2016). Des pays comme la Chine, l'Argentine, la Turquie, l'Iran et l'Union européenne figurent parmi les principaux producteurs mondiaux de miel, tirant parti de la diversité florale et des climats favorables. L'apiculture a connu un développement technologique significatif, intégrant des pratiques avancées telles que l'insémination artificielle des reines, la transhumance des ruches et la sélection génétique pour l'amélioration des races (Van Engelsdorp & Meixner, 2010) (Cependant, ce secteur vital est confronté à de nombreux défis, notamment le changement climatique, qui affecte la disponibilité des plantes mellifères l'utilisation excessive de pesticides, en particulier ceux de la famille des néonicotinoïdes ; la propagation de maladies

et de parasites comme *Varroa destructor*; la perte d'habitats naturels due à l'urbanisation croissante et au réchauffement climatique (GOULSON et al., 2015). Face à ces menaces, des organisations internationales telles que la FAO et l'IPBES œuvrent à l'élaboration de programmes de soutien et de protection, tout en encourageant la recherche scientifique sur la biologie des abeilles et la sélection de races résistantes. Elles promeuvent également des politiques agricoles durables visant à réduire la dépendance aux produits chimiques et à préserver la couverture végétale.

L'apiculture en Algérie constitue une activité agricole traditionnelle d'importance économique et écologique, pratiquée à grande échelle, du littoral nord jusqu'aux confins sahariens du sud. Selon les statistiques officielles, on compte plus de 1,3 million de ruches réparties à travers les différentes wilayas, avec une production annuelle avoisinant les 5 000 tonnes de miel (MADR, 2020).

Malgré ce potentiel considérable, l'apiculture algérienne fait face à plusieurs contraintes, notamment le manque d'encadrement technique, l'insuffisance de la formation spécialisée, l'instabilité des prix du miel, ainsi que des problèmes liés à la perte de biodiversité végétale et à la dégradation des habitats naturels (BOUKRAA et al., 2013).

Sur le plan biologique, l'Algérie se distingue par la diversité de ses races locales d'abeilles, en particulier *Apis mellifera intermissa*, répandue dans le nord du pays et réputée pour sa grande résistance aux maladies et aux climats humides, et *Apis mellifera sahariensis*, bien adaptée aux conditions arides et désertiques du sud (HADDAD et al., 2021). Ces races représentent un patrimoine génétique précieux pour une apiculture durable, mais leur hybridation continue avec des races importées comme la carnelienne ou l'italienne a compromis leur pureté génétique (BENHARRAT et al., 2017).

Ainsi, plusieurs associations scientifiques et centres de recherche en Algérie œuvrent à la caractérisation morphologique et moléculaire de ces races, ainsi qu'à la mise en place de programmes de conservation, en harmonie avec les objectifs de préservation de la biodiversité animale. Bien que les zones sahariennes soient des environnements hostiles en raison des températures élevées et de la rareté des ressources végétales, elles représentent en Algérie un espace prometteur pour l'apiculture, notamment grâce à la présence de la sous-espèce *Apis mellifera sahariensis*, reconnue pour sa résistance à la chaleur et à la sécheresse,

ainsi que pour sa capacité à exploiter les plantes locales à fleurs adaptées (HADDADet al., 2021).

En Algérie, deux sous-espèces locales principales d'abeilles mellifères sont répertoriées : *Apis mellifera intermissa*, présente dans le nord du pays, et *Apis mellifera sahariensis*, localisée dans les régions sahariennes. On note également la présence de colonies hybrides, issues de croisements aléatoires ou d'importations non contrôlées de lignées étrangères (BOUGUEREN et al., 2020).

La sous-espèce saharienne se distingue par des caractéristiques morphologiques adaptées aux conditions arides et aux températures élevées, telles que : une taille corporelle moyenne, une coloration brun foncé, une densité élevée de poils, des pattes robustes facilitant la collecte du pollen, une longueur de trompe appropriée à l'extraction du nectar des fleurs sahariennes (HADDADet al., 2021).

La sous-espèce tellienne se distingue par des caractéristiques morphologiques et écologiques spécifiques qui la différencient nettement des autres sous-espèces d'abeilles présentes en Algérie. Adaptée aux conditions climatiques modérées de la région tellienne, elle présente une pigmentation plus foncée, une pilosité dense, ainsi qu'un comportement moins agressif. Sur le plan biologique, cette sous-espèce montre une bonne capacité de production de miel, notamment durant le printemps, période à laquelle la flore mellifère est abondante dans le Tell (MESSAOUDENE, 2019).

L'apiculture est pratiquée dans plusieurs wilayas du Sud, telles que Ouargla, Tamanrasset, Adrar, et particulièrement à Ghardaïa, où les apiculteurs exercent leur activité dans les oasis et les zones semi-arides. Ces régions offrent une biodiversité végétale unique, incluant des espèces comme le jujubier (*Ziziphus lotus*), l'alfa (*Stipa tenacissima*) et le lentisque (*Pistacia atlantica*), qui sont des plantes mellifères essentielles pour l'alimentation des abeilles sahariennes (BOUKRAAet al., 2013). L'apiculture saharienne fait face à des défis accrus, notamment la rareté des sources d'eau, la brièveté et l'irrégularité des périodes de floraison, les températures extrêmes pouvant dépasser 45 °C, nécessitant l'ombrage et la ventilation des ruches, ainsi que la difficulté d'accès à la formation et à l'assistance technique appropriée.

Malgré cela, les études de terrain montrent que l'abeille saharienne présente des adaptations comportementales et physiologiques remarquables, telles que la réduction des sorties durant les pics de chaleur, et une gestion économe du nectar et de l'eau, ce qui en fait un modèle intéressant pour les recherches sur l'adaptation environnementale (KSENTINI et al., 2019).

De nombreuses études appellent à renforcer les recherches sur ces sous-espèces locales afin de développer une apiculture adaptée aux conditions du changement climatique rapide et contribuant à la sécurité alimentaire et écologique dans les zones vulnérables.

La wilaya de Ghardaïa est située au cœur des Hauts Plateaux du Sud algérien. Elle fait partie de la région de la vallée du M'zab, dans la zone semi-désertique. Elle est bordée au nord par la wilaya de Djelfa et au sud par Tamanrasset, s'étendant géographiquement entre les latitudes 32° et 33° nord, ce qui lui confère un climat de transition entre le climat continental et le climat désertique aride (ONM, 2020).

Les températures à Ghardaïa varient entre 5°C en hiver et 46 °C en été, tandis que les précipitations annuelles ne dépassent pas en moyenne 100 mm, faisant de l'évaporation un facteur dominant du climat local (BOUAZIZ et al., 2016). Ces conditions influencent directement la production agricole ainsi que le comportement des organismes vivants, y compris les insectes pollinisateurs comme les abeilles.

La région se distingue également par ses vastes oasis traditionnelles, qui reposent sur le système de répartition de l'eau appelé foggara, un héritage ingénieux de gestion des ressources hydriques. Ce système a permis le développement d'une diversité végétale comprenant des palmiers, des arbres fruitiers et des plantes aromatiques et mellifères, telles que le jujubier, l'olivier et le thym (KHELIFA & BOUNACEUR, 2014). Sur le plan environnemental, Ghardaïa constitue un exemple unique d'adaptation agricole aux rigueurs climatiques, où interagissent les facteurs biophysiques et les savoirs traditionnels locaux. Ces spécificités en font un environnement propice à l'étude des relations entre les abeilles et les ressources alimentaires naturelles en contexte climatique extrême.

Malgré son environnement aride, la région de Ghardaïa abrite une diversité de plantes mellifères qui poussent naturellement dans les oueds, les zones semi-montagneuses, ainsi que dans les systèmes agricoles oasiens.

Ces espèces présentent une excellente résistance à la sécheresse et à la chaleur, tout en fournissant nectar et pollen aux abeilles, assurant ainsi le maintien de l'activité apicole locale (CHEHMA et al., 2014).

Parmi les espèces les plus représentatives, on peut citer : *Peganum harmala* (harmel) : plante saharienne à floraison printanière, source notable de nectar.

Artemisia herba-alba (armoïse blanche) : fleurit entre mars et mai, riche en nectar et en huiles essentielles attractives pour les abeilles.

Retama retam (rétame) : arbuste qui fleurit au printemps et en été, important pour l'apiculture en milieu ouvert.

Acacia spp. : surtout les espèces introduites dans les projets de reboisement, floraison estivale utile en période de disette florale.

Phoenix dactylifera (palmier dattier) : peu nectarifère mais dont le pollen est exploité par les abeilles durant la pollinisation

La distribution spatiale de ces plantes dépend fortement de la nature des sols et de la variabilité pluviométrique annuelle, ce qui entraîne une fluctuation significative de la production de miel d'une année à l'autre. Selon BENSEDDIK & BENSARRAT(2019), malgré la faible diversité florale comparée aux régions nordiques, le potentiel mellifère local permet généralement une à deux récoltes de miel par an, lorsque les conditions climatiques sont favorables.

Les caractéristiques morphologiques constituent un outil central dans la description des abeilles et la détermination de leur diversité biologique. Elles englobent un ensemble de traits mesurables tels que la longueur de l'aile antérieure, la largeur du thorax, la longueur de la trompe, le nombre de bandes abdominales, ainsi que la forme des ailes et des poils. Ces indicateurs sont utilisés pour l'identification des lignées et la compréhension des modes d'adaptation environnementale (RUTTNER, 1988).

Cette étude revêt une importance particulière à plusieurs niveaux : scientifique, environnemental et économique. Sur le plan scientifique, elle contribue à combler le déficit de données morphologiques concernant l'abeille mellifère dans les régions sahariennes, des environnements encore largement sous-étudiés par rapport aux zones nordiques plus humides et tempérées. La compréhension précise des caractéristiques morphologiques des abeilles locales constitue un outil fondamental pour la classification et la documentation biologique, permettant d'identifier des sous-espèces ou écotypes locaux distincts.

Sur le plan environnemental, l'étude fournit des informations précises sur l'adaptation des abeilles mellifères aux conditions climatiques extrêmes du désert, telles que la sécheresse, les températures élevées et la rareté des ressources florales. Cela permet d'évaluer la résilience des souches locales face aux changements climatiques et de proposer, en conséquence, des stratégies de conservation de cette diversité génétique. D'un point de vue pratique, les résultats obtenus peuvent servir de référence aux apiculteurs de la région, en vue d'améliorer les méthodes d'élevage et de sélection, et d'éviter l'introduction de souches hybrides non adaptées, susceptibles de menacer l'équilibre écologique ou de réduire la productivité. L'étude contribue également à soutenir les politiques nationales relatives au développement du secteur apicole dans les environnements marginaux et arides.

Cette étude vise à contribuer à la compréhension de la biodiversité de l'abeille mellifère dans l'environnement saharien algérien, en particulier dans la région de Ghardaïa, en se concentrant sur les caractères morphologiques comme indicateurs taxonomiques et écologiques. Les objectifs principaux sont les suivants : Décrire avec précision les caractéristiques morphologiques de l'abeille mellifère dans la wilaya de Ghardaïa, en s'appuyant sur des mesures standardisées reconnues dans la classification classique; Déterminer le degré de variation ou d'homogénéité morphologique au sein des échantillons étudiés et le relier aux conditions environnementales locales ; Contribuer à la documentation scientifique des races ou écotypes locaux d'abeilles dans les milieux arides, en vue de soutenir les programmes de conservation de la diversité génétique et d'adaptation environnementale; Fournir une base de données de référence pour les apiculteurs et les chercheurs, pouvant être utilisée ultérieurement dans des études génétiques ou écologiques sur la même région ou des zones similaires.

PARTIE EXPERIMENTALE



CHAPITRE 01 :

SITUATION ET CONTEXTE GÉNÉRALE

Présentation de la région d'étude :



Figure 01 : La région d'étude (GHARDAIA) et les sites d'échantillonnage , . Sources : D-maps.com (2025) et Google Maps

➤ Le climat

Le climat de la wilaya de Ghardaïa est typiquement désertique (aride chaud), classé selon la classification de Köppen comme BWh. Il se caractérise par des étés très chauds et longs, et des hivers courts et doux. Les températures estivales peuvent dépasser 45 °C, notamment en juillet et août, tandis que les températures hivernales descendent rarement en dessous de 5 °C durant la nuit (Centre National de la Météorologie, 2020).

Les précipitations sont très faibles et irrégulières, avec une moyenne annuelle n'excédant pas 100 mm. Les rares pluies se concentrent principalement en automne et au printemps. Cette aridité influence fortement les modes de vie locaux, les pratiques agricoles et les structures d'habitat traditionnel, conçues pour optimiser la ventilation et l'ombre.

Les vents sahariens (notamment le sirocco) soufflent fréquemment sur la région, contribuant à l'érosion et à la formation de dunes de sable, en particulier dans les zones ouvertes. Malgré ces conditions climatiques rigoureuses, la population a su développer des systèmes ingénieux d'adaptation, notamment à travers des techniques d'irrigation souterraine (foggara) et une architecture adaptée au climat extrême (Ghersallah, 2009).

❖ La température :

Concernant les températures à Ghardaïa, les mois les plus froids sont janvier (11 °C) et février (13 °C). La température moyenne est la plus élevée en juillet (35,07 °C). Cette région se caractérise par des températures maximales très élevées, avec un record de 41,57 °C en juillet.

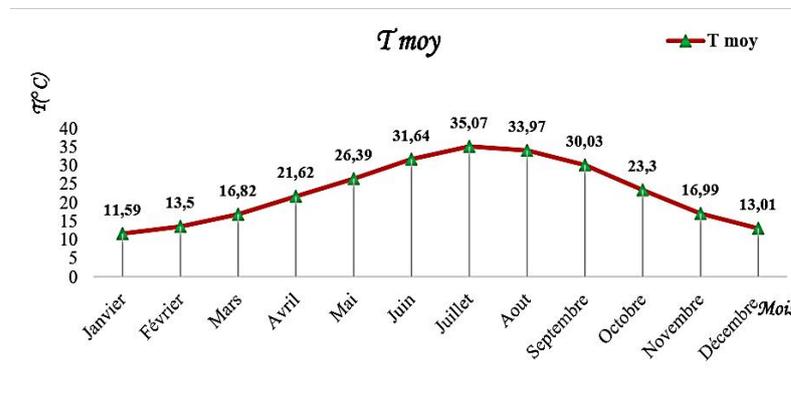


Figure 02 : Présentation graphique de la moyenne de température pendant 10 ans (2014-2023) (CHAHMA. S;2024)

❖ Les précipitations :

Les précipitations dans la région de Ghardaïa sont rares et irrégulières. Les précipitations moyennes sont de 7,66 mm et 7,15 mm respectivement en février et en septembre. Ces mois sont les plus pluvieux. La région connaît également cinq mois de sécheresse. Les précipitations annuelles moyennes ont été d'environ 64,34 mm entre 2014 et 2023 (figure 02)



Figure 03 : Présentation graphique de la moyenne de Les précipitations pendant 10 ans (2014-2023) (CHAHMA. S;2024)

❖ **Le vent :**

À Ghardaïa, la vitesse horaire moyenne du vent connaît des variations saisonnières modérées tout au long de l'année. La période la plus venteuse de l'année dure 6,3 mois, du 31 décembre au 10 juillet, avec des vitesses moyennes dépassant 14,9 km/h. Le mois le plus venteux à Ghardaïa est avril, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 16,5 km/h (figure 03)

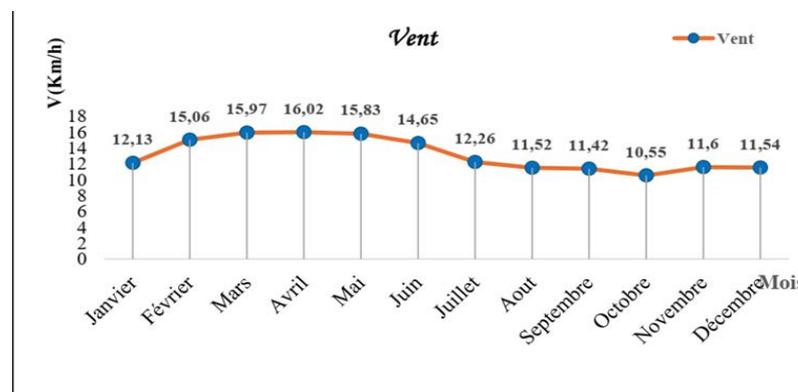


Figure 0 4 : Les moyenne de vitesse de vent pendant 10 ans (2014-2023) (CHAHMA. S;2024)

❖ **Humidité :**

Le graphique (figure) montre les valeurs d'humidité pour la région de Ghardaia de 2014 à 2023. Les niveaux d'humidité les plus bas sont enregistrés en juillet, avec une valeur estimée à 15,03%, et les niveaux les plus élevés sont enregistrés en décembre, avec une valeur estimée à 44,44%.(figure 04).

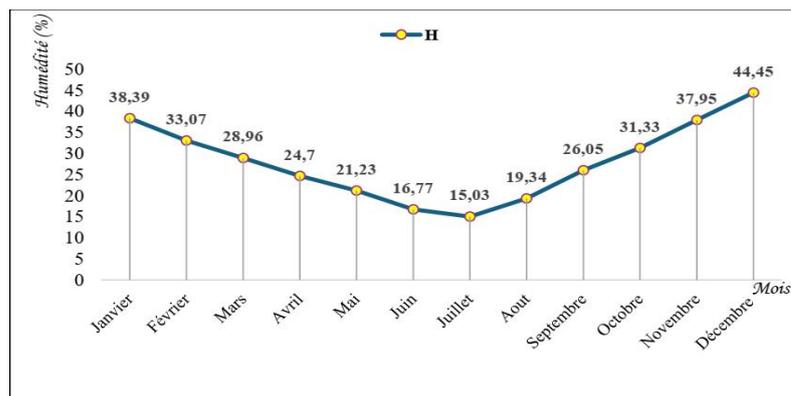


Figure 05 : Présentation graphique de la moyenne de l’humidité pendant 10 ans (2014-2023) (CHAHMA. S;2024)

➤ Le relief

La wilaya de Ghardaïa se situe dans la région du nord du Sahara algérien, et présente un relief dominé par des plateaux rocaillieux, des vallées, et des formations sablonneuses. Elle fait partie intégrante de l’ensemble géomorphologique du plateau du Mزاب, une cuvette sédimentaire creusée dans le socle saharien (Bessaoud, 2010).

Le paysage est structuré autour de l’oued Mزاب, qui traverse la région du nord-ouest au sud-est, créant un axe vital autour duquel se sont développées les principales agglomérations historiques. Le lit de l’oued est bordé de palmeraies et de villages fortifiés construits en hauteur, pour éviter les crues et optimiser la défense.

L’altitude moyenne de la wilaya varie entre 300 et 500 mètres au-dessus du niveau de la mer. Certaines zones, notamment vers le sud-ouest, présentent des dunes de sable mobiles appartenant aux marges du Grand Erg Occidental. Ces contrastes topographiques confèrent à la région une diversité écologique et paysagère qui a influencé les modes d’implantation humaine et les systèmes de culture.

CHAPITRE 02 :

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel biologique

- L'abeille domestique appartient à la systématique classique de (Linnaeus, 1758) :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Antennata
Classe	Insecta
Sous classe	Ptérygota
Ordre	Hymenoptera.
Sous ordre	Apocrita.
Superfamille	Apoidea.
Famille	Apidae.
Sous famille	Apinae.
Genre	Apis.
Espèce :	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus , 1758)

Figure 06: l'abeille domestique *Apis mellifera* (photo personnelle)

2. Matériel d'échantillonnage



Cages à reines



Tubes de 50ml



Éthanol absolu 96%



Enfumeur et un lève cadre



Tenue de protection

3. Matériels et appareils utilisés au laboratoire



Pinces à dissection, lame et lamelle, loupe binoculaire

4. METHODE :

4.1 Méthodologie suivie :

L'identification des emplacements où se trouvent les apiculteurs dans la wilaya de Ghardaïa a été réalisée avec la collaboration des agents de la Direction des Services Agricoles (DSA) de Ghardaïa, des subdivisions agricoles. Des critères de sélection ont été définis au préalable afin de faciliter le processus et de garantir la fiabilité des données recueillies. Parmi ces critères figuraient notamment la productivité réelle des ruches et la facilité d'accès aux exploitations apicoles.

4.2 Collecte des échantillons :

Les échantillons ont été prélevés aléatoirement en mois d'Avril à partir de ruches « LANGSTROTH » à l'aide de cages à reines au niveau de quatre stations de la Wilaya de Ghardaia. Les ouvrières vivantes (25 sur chaque station) ont été capturées à l'aide d'une pince souple et placées directement dans des tubes contenant de l'éthanol absolu 96 %, afin de préserver l'intégrité de leur structure morphologique. Une fois transportées au laboratoire, elles ont été séchées sur du papier cartonné, puis leurs parties anatomiques ont été soigneusement disséquées sous loupe binoculaire, montées entre lame et lamelle pour être mesurées en vue de leur analyse.



Figure 07 : Emplacement du rucher et collecte des abeilles (Photo personnelle).



Figure 08 : Montage des parties séparées entre lame et lamelle

4.3 Collecte des données :

Tableau 01 : Liste des caractères morphologiques étudiés

Variables	Caractères morphologiques	Abréviation
X1	Longueur de l'aile antérieur	L A A
X2	Largeur de l'aile antérieur	W A A
X3	Longueur de l'aile postérieur	L A P
X4	Largeur de l'aile postérieur	W A P
X5	Longueur de fémur	LF
X6	Longueur de tibia	L I T
X7	Longueur de métatarse	LM
X8	Largeur de métatarse	WM
X9	Longueur totale de patte	LTP
X10	Longueur de langue	LL
X11	Longueur de pilosité	LP
X12	Longueur de coloration	LC
X13	Longueur de tomentum	LT
X14	Nervure A	NA
X15	Nervure B	NB
X16	Indice cubitale	IC

4.4. Méthode de mesure :

Les abeilles collectées ont été disséquées une par une selon la méthode décrite par Ruttner *et al.* (1978). Les parties extraites ont été ensuite fixées entre lame et lamelle à l'aide de quelques gouttes d'un milieu de fixation (eau distillée). Les caractéristiques biométriques ont été mesurées à l'aide d'une loupe binoculaire de OPTICA, et ces mesures ont inclus : la longueur et la largeur de l'aile postérieure, la longueur et largeur de l'aile antérieure, la longueur de langue, la longueur totale de patte, la longueur et la largeur du métatarse, la longueur de tibia, du fémur, de la pilosité, la coloration, la tomentum, la nervure A, la nervure B et l'indice cubital.

Toutes les mesures ont été exprimées en millimètres (mm), à l'exception de l'indice cubital, qui est sans unité.

4.5. Les paramètres mesurés :

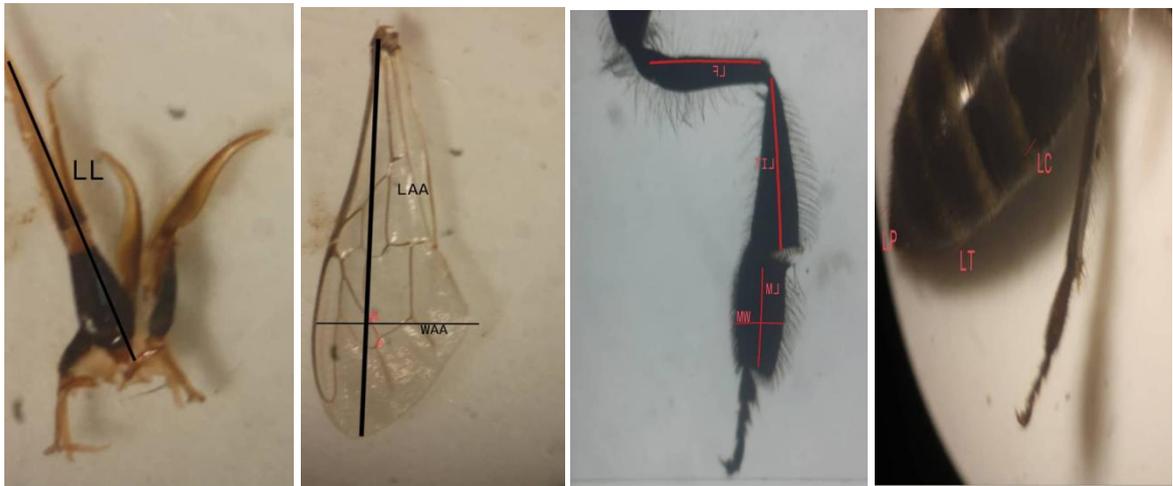


Figure 09: Paramètres mesurés des abeilles étudiées (photos originale)

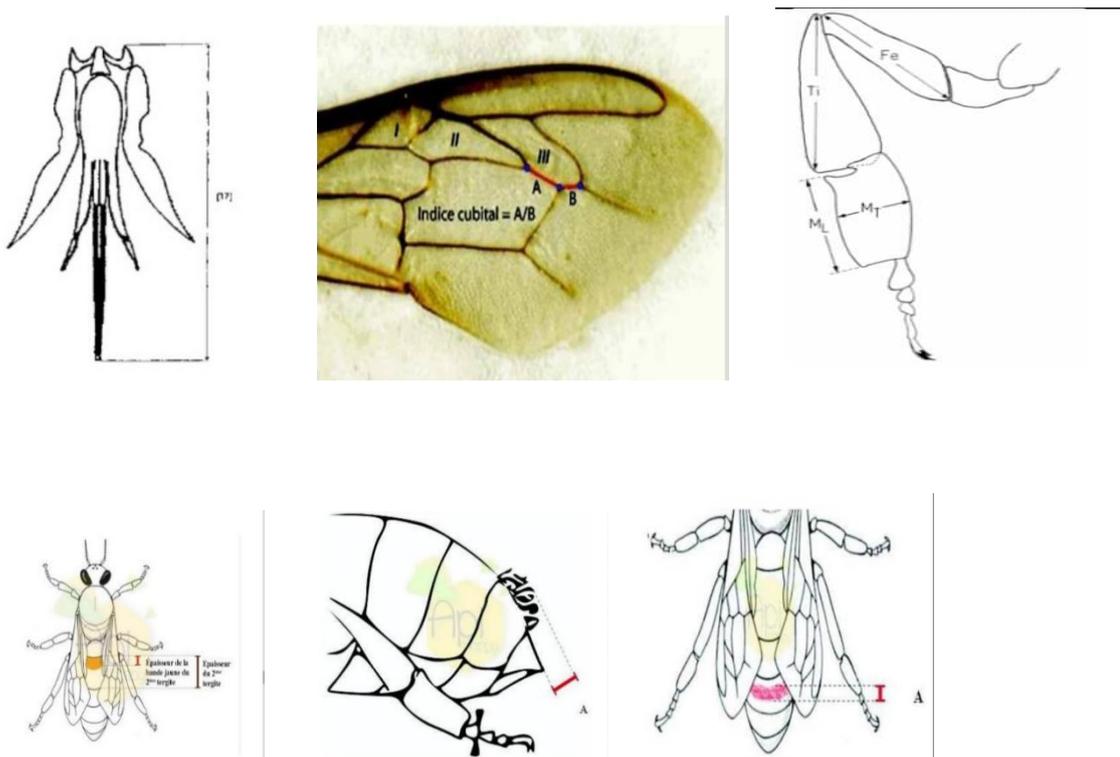


Figure 10: Paramètres mesurés des abeilles étudiées (RUTTNER .1978)

5. Morphométrie

5.1. Analyse statistique univariée

- **Description des données :**

Pour déterminer les caractéristiques biométriques des abeilles collectées, nous avons calculés la moyenne arithmétique (\bar{x}), l'écart-type (s) et les valeurs minimales (X_{\min}) et maximales (X_{\max}) des différents paramètres morphométriques ont été déterminés pour chaque échantillon d'abeilles.

- **Comparaison entre stations : Test de l'analyse de la variance (ANOVA)**

Les moyennes des paramètres morphométriques calculées ont été comparées entre les quatre stations par l'analyse de variance à un facteur (ANOVA)

La réalisation du test se fait, soit en comparant la valeur de F_{obs} avec la valeur théorique $F_{1-\alpha}$ correspondante, extraite à partir de la table de F de Fisher pour un niveau de signification $\alpha = 0,05$ ou $0,01$ ou $0,001$ et k_1 et k_2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec toujours les différentes valeurs $\alpha = 5\%$ ou 1% ou $0,1\%$.

Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau $\alpha = 0,05$, $0,01$ ou $0,001$, on dit conventionnellement que l'écart observé entre les moyennes est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un ou deux ou trois astérisque (*).

- **Comparaison des vecteurs de moyennes entre stations : Analyse statistique de test kruskal-wallis**

La comparaison des 4 stations entre eux, pour l'ensemble des 16 variables étudiées, a été réalisée à l'aide de l'analyse statistique non paramétrique du test de Kruskal-Wallis, puisqu'on a trouvé $p\text{-value} < 0.05$, suivie de comparaisons multiples pour identifier les différences entre les régions.

Cette méthode d'analyse est une extension de l'analyse univariée, quand on a plusieurs variables qui ont été observées simultanément sur les mêmes individus (stations).

CHAPTER 03

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats

Cette étude porte sur l'analyse de certains caractères morphométriques de l'abeille locale *Apis mellifera*, Pour déterminer les caractéristiques biométriques des populations d'abeilles dans la région de Ghardaïa.

I.1 Analyse descriptive des données biométriques :

Nous avons effectué les calculs des caractères morphométriques pour l'ensemble des quatre stations, en déterminant la moyenne arithmétique (\bar{x}) qui représente le paramètre de position, l'écart type (s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne, les valeurs minimales (X_{\min}) et maximales (X_{\max}) qui indiquent sur l'étendue des données (amplitude ou intervalle de variation). Les calculs (en mm) relatifs à cette étude sont représentés en annexe sous forme de tableaux (2, 3, 4, 5)

Tableau 02 : Paramètres statistiques de base pour la Wilaya de Ghardaia

Variable	Observation	m ± s	X_{\max}	X_{\min}
L A A	100	7.623 ± 0.41	8.6	5.03
W A A	100	2.494 ± 0.149	3.3	1.61
L A P	100	5.337 ± 0.3	6.1	3.57
W A P	100	1.48 ± 0.13	2.25	0.97
LF	100	2.404 ± 0.256	3	1.46
L I T	100	2.377 ± 0.133	2.84	1.46
LM	100	1.782 ± 0.145	2.3	1.13
WM	100	0.87 ± 0.089	1.1	0.48
LTP	100	8.202 ± 0.395	9.8	5.68
LL	100	4.697 ± 0.739	7.25	3.25
LP	100	0.534 ± 0.249	1.13	0.08
LC	100	0.546 ± 0.227	1.13	0.08
LT	100	0.394 ± 0.162	0.89	0.08
NA	100	0.465 ± 0.054	0.75	0.16
NB	100	0.232 ± 0.037	0.62	0.125

I C (A/B)	100	1.905 ± 0.409	3.75	0.92
-----------	-----	---------------	------	------

m : moyenne, *s* : écart type, *Xmax*: valeur maximale, *Xmin* : valeur minimale

Selon les données présentées dans le tableau ci-dessus, la longueur moyenne de l'aile antérieure est estimée à 7,6265 mm, avec une valeur maximale de 8,6 mm et une valeur minimale de 5,03 mm, tandis que l'écart-type est de 0,41019.

Concernant la largeur moyenne de l'aile antérieure, elle est de 2,4843 mm, avec un écart-type de 0,14947 ; les valeurs extrêmes varient entre 3,3 mm pour la plus grande et 1,61 mm pour la plus petite. Selon les résultats présentés dans le tableau ci-dessous, la longueur moyenne de l'aile postérieure est de 5,3377 mm, avec une valeur maximale de 6,1 mm et une valeur minimale de 3,57 mm, tandis que l'écart-type est de 0,300606.

Quant à la largeur moyenne de l'aile postérieure, elle est de 1,4802 mm, avec un écart-type de 0,13004, les valeurs maximales et minimales variant respectivement entre 2,25 mm et 0,97 mm. La longueur moyenne de la langue est de 4,6972 mm, avec une valeur minimale de 3,25 mm, une valeur maximale de 7,25 mm, et un écart-type de 0,738896. Les résultats obtenus indiquent les mesures suivantes pour les différents segments des pattes :

Fémur : une valeur maximale de 3 mm, une valeur minimale de 1,46 mm, avec une moyenne de 2,4044 mm et un écart-type de 0,256344 mm.

Tibia : la valeur minimale enregistrée est de 1,46 mm, la maximale de 2,84 mm, avec une moyenne de 2,3771 mm et un écart-type de 0,133034 mm.

Métatarse L : les mesures varient entre 1,13 mm et 2,3 mm, avec une moyenne de 1,7818 mm et un écart-type de 0,145344 mm.

Métatarse I : la valeur minimale est de 0,48 mm et la maximale de 1,1 mm, avec une moyenne de 0,8706 mm et un écart-type de 0,08902 mm.

Longueur totale des pattes : une valeur maximale de 9,8 mm, une valeur minimale de 5,68 mm, une moyenne de 8,2027 mm, et un écart-type de 0,394954 mm.

Les résultats relatifs à la longueur des poils du cinquième tergite abdominal montrent une moyenne de 0,53381 mm, avec une valeur minimale de 0,08 mm, une valeur maximale de 1,13 mm, et un écart-type de 0,2492566 mm.

Les résultats de la mesure de la longueur de la zone colorée du deuxième tergite abdominal montrent une moyenne de 0,546 mm, avec une valeur minimale de 0,08 mm, une valeur maximale de 1,13 mm, et un écart-type de 0,22744 mm

Les mesures de la longueur des **poils** du quatrième tergite abdominal révèlent une moyenne de 0,3935 mm, avec une valeur minimale de 0,08 mm, une valeur maximale de 0,89 mm, et un écart-type de 0,16228 mm.

Les mesures de **l'indice cubitale** constituent un critère essentiel dans la détermination des races d'abeilles. Dans le cadre de notre étude, nous avons enregistré une longueur moyenne de 1.9046 mm, avec une valeur minimale de 0,92, une valeur maximale de 3,75, et un écart-type de 0,409212.

I.2 Comparaison entre les stations de Wilaya de Ghardaia :

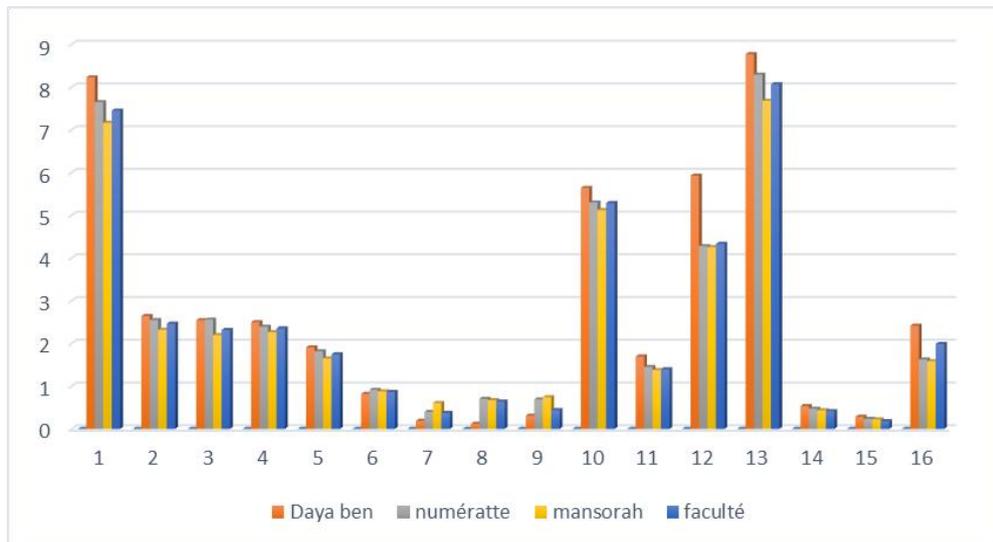


Figure 11 : Comparaison entre les stations de Wilaya de Ghardaia

Les résultats de l'étude ont révélé une variabilité des paramètres morphométriques des abeilles mellifères selon les différentes stations de la région de Ghardaïa. Ainsi, les longueurs moyennes du proboscis ont varié entre 4,25 mm et 5,92 mm.

Les longueurs moyennes des ailes ont oscillé entre 7,16 mm et 8,228 mm, tandis que les largeurs moyennes des ailes étaient proches, autour de 2,7 mm.

Concernant la pilosité, les moyennes enregistrées étaient proches de 0,8 mm dans la majorité des stations, avec une valeur minimale de 0,118 mm observés à Daya Ben Dahoua. La longueur moyenne du métatarse L était également proche entre les stations, avec une valeur avoisinant les 2 mm.

Pour le tibia, les moyennes se situaient autour de 2,5 mm, tandis que la longueur du fémur variait entre 2,322 mm et 2,642 mm.

Le métatarse I présentait des valeurs moyennes similaires autour de 2 mm dans l'ensemble des stations.

L'indice cubital présentait une variation allant de 1,5864 à Mansourah, 1,6268 à Noumerat, 1,9892 à la station de la Faculté, et atteignant un maximum de 2,416 à Daya Ben Dahoua.

En ce qui concerne la longueur des ailes postérieures, elle variait entre 5,1 mm à Mansourah et 5,6 mm à Daya Ben Dahoua, tandis qu'une même valeur de 5,2 mm a été observée à la Faculté et à Noumerat.

Les largeurs des ailes postérieures étaient relativement proches, variant entre 1,4 et 1,7 mm

Les valeurs moyennes de la coloration variaient de 0,3 mm à 0,75 mm, tandis que celles du tomentum allaient de 0,19 mm à 0,6 mm.

Enfin, la longueur totale des pattes était proche entre les stations de Mansourah, Noumerat et la Faculté, avec une moyenne d'environ 4,4 mm, alors qu'une valeur plus élevée de 5,9 mm a été enregistrée à Daya Ben Dahoua.

I.3. Les résultats de test kruskal-wallis :

Tableau 03 : Comparaison entre stations des 16 variables morphométriques à l'aide de test Kruskal-Wallis

Caractères morphométriques	Valeurs observées du test	P
L A A	p-value globale = $4.01e^{-10}$	****
W A A	p-value globale = 0.0006532	*
L A P	p-value globale = $2.574e^{-06}$	**
W A P	p-value globale = $3.437e^{-10}$	***
LF	p = $5,64e^{-06}$	*
L I T	p-value globale = $3.052e^{-08}$	*
LM	p-value globale = 0,00084	*
WM	0.02779	*
LTP	p-value globale = $3.276e^{-11}$	**
LL	p-value globale = $1.134e^{-09}$	NS
LP	p-value = $2.21e^{-12}$	***
LC	p-value globale = $1.6e^{-13}$	***
LT	p-value = $3.05e^{-08}$	*
NA	p-value globale = $4.605e^{-10}$	*
NB	p-value globale = $1.066e^{-14}$	NS
I C (A/B)	p-value globale = $1.144e^{-10}$	***

P : seuil de signification

*$p \leq \alpha = 0,0001$: (****) différence très hautement significative*

*$p \leq \alpha = 0,001$: (***) différence hautement significative*

*$p \leq \alpha = 0,01$: (***) différence très significative*

$p \leq \alpha = 0,05$: () différence significative*

$p \geq \alpha = 0,001$: (NS) non-significative

Le tableau 3 présente les résultats du test de Kruskal-Wallis, utilisé pour comparer 16 variables morphométriques entre les stations. Les résultats montrent des différences significatives entre les stations pour la plupart des caractéristiques étudiées.

Des différences hautement significatives ($p \leq 0,001$) ont été observées pour certaines variables, telles que WAP, LTP, LP, LC et IC (A/B), indiquant que ces caractéristiques varient significativement d'une station à l'autre, probablement en raison de changements des conditions environnementales ou de la localisation géographique.

Des différences significatives ont également été observées pour d'autres variables, telles que LAA, LAP, LT, NA, LF, LM, WM et WAA, mais dans une moindre mesure ($p \leq 0,05$ ou $p \leq 0,01$), indiquant un effet de localisation, certes faible, mais non significatif.

En revanche, aucune différence significative n'a été constatée pour seulement deux variables, LL et NB, ce qui suggère que ces deux variables sont similaires dans toutes les stations et pourraient être plus stables et moins affectées par les facteurs environnementaux. Globalement, ces résultats confirment la présence de variations morphométriques entre les stations, qui pourraient être liées à des différences environnementales ou à d'autres facteurs. Ce point sera abordé en détail dans la section suivante.

I.4. Analyse des résultats du questionnaire

Le questionnaire a été distribué aux apiculteurs et les résultats recueillis sont :

➤ Le nombre de rucher :

Ces résultats montrent que 3/4 des apiculteurs possédaient un effectif de 20 ruches alors que 1/4 possédaient 14 ruches (Figure 13).

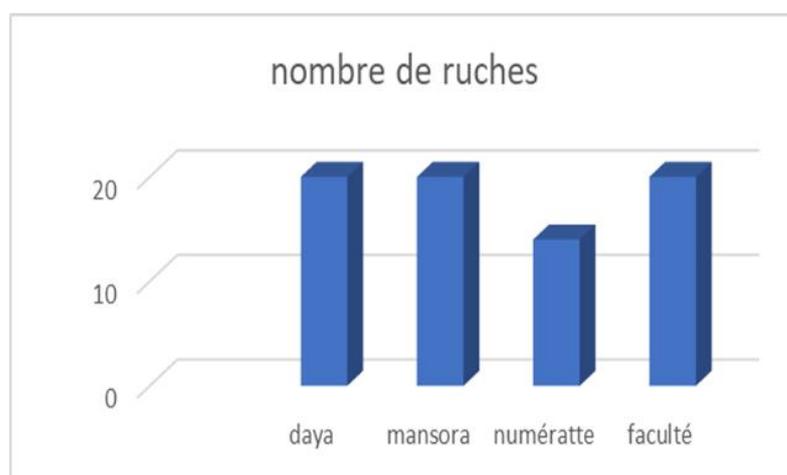


Figure 12 : Nombre de ruchers des apiculture enquêtés

➤ **Nature de ruche :**

Les oasis, les jardins et les vergers sont les milieux les plus utilisés pour l'apiculture (25 % chacun). Les forêts représentent 15 %, tandis que les montagnes ne comptent que pour 10 %, indiquant une moindre pratique apicole dans ces zones (Fig14)

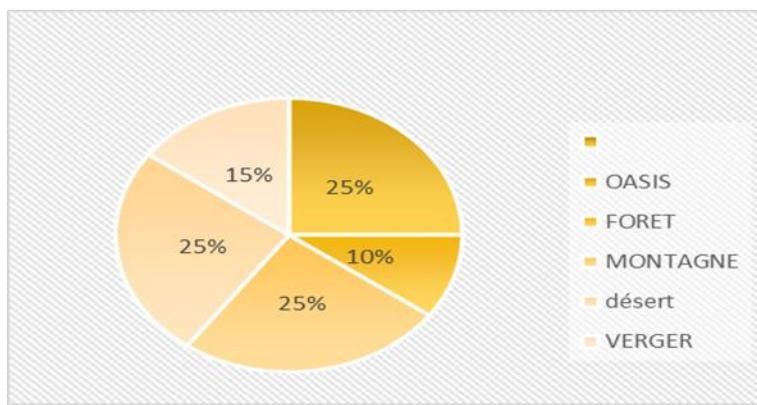


Figure13 : Nature de ruchers des apiculture enquêtés

➤ **Type de ruche :**

La figure 15 montre que 100 % des ruches utilisées sont de type Langstroth dans toutes les régions, ce qui indique une dépendance totale aux ruches modernes.

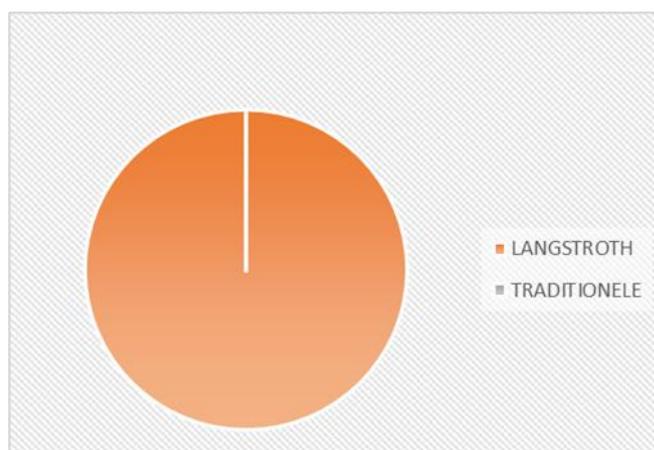


Figure14 : Types de ruches utilisées des apiculture enquêtés

➤ **Problème de menace de ruche :**

La figure 16 montre que les menaces sur les ruches sont réparties équitablement entre les virus, les bactéries, les parasites et d'autres causes, chacune représentant 25 %.

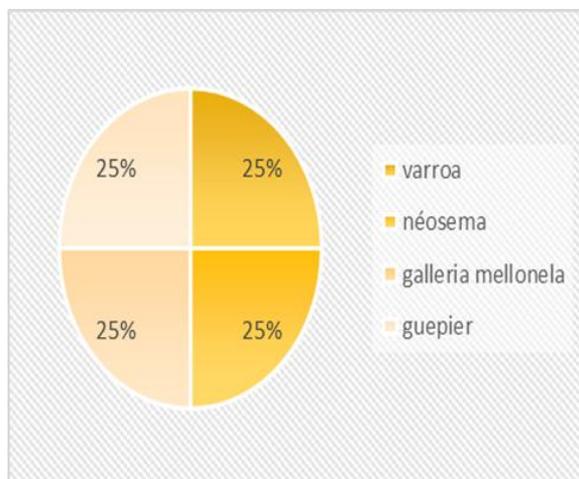


Figure 15 : Problèmes de menace de ruche des apiculture enquêtés

➤ **Niveau de connaissance sur les parasites :**

La figure 17 montre que la majorité des apiculteurs ont un niveau de connaissance intermédiaire sur les parasites. Une minorité possède une connaissance faible

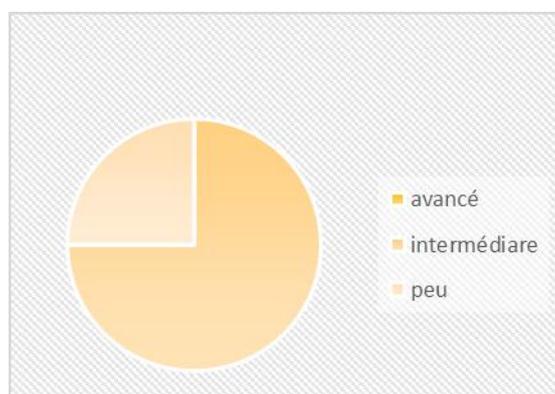


Figure 16: Niveau de connaissance sur les parasites des apicultures enquêtés

➤ **Traitements utilisés contre les maladies :**

La figure 18 montre que 50 % des apiculteurs utilisent les deux types de traitements (naturels et chimiques) contre les maladies. En revanche, 25 % utilisent uniquement des traitements naturels, et 25 % ont recours uniquement aux traitements chimiques.

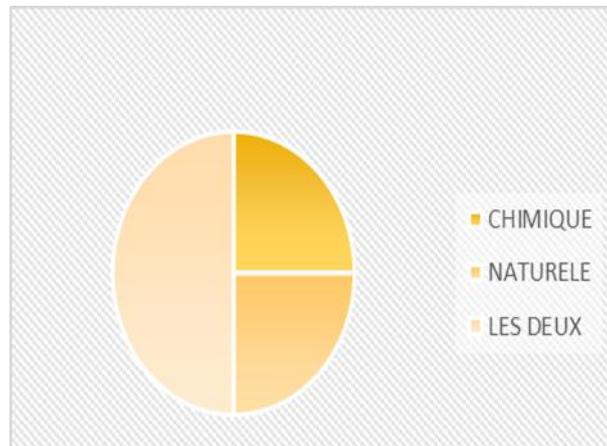


Figure 17 : Traitements utilisés contre les maladies

➤ **Principales causes de mortalité des abeilles :**

La figure 19 montre que la principale cause de mortalité des abeilles est l'usage des pesticides (~45 %), suivie des maladies (~40 %). Le climat (~10 %) et les autres causes (<5 %) sont moins significatifs

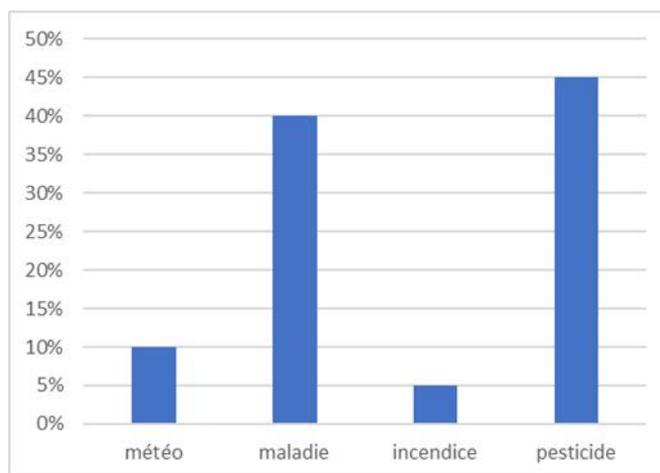


Figure 18: Causes de mortalité des abeilles

➤ **Renouvellement des reines :**

La figure 20 montre que la majorité des apiculteurs renouvellent leurs reines tous les 3 ans, suivis d'un petit pourcentage qui le font tous les 2 ans. Très peu ou aucun ne renouvelle les reines chaque année ou après 4 ans.

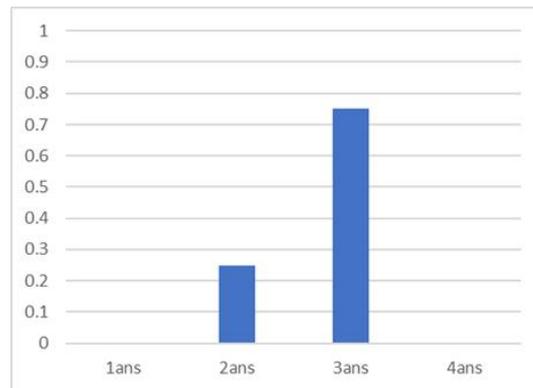


Figure19 : Renouvellement des reines

➤ **Les différentes races élevées par les apiculteurs enquêtés :**

Apis mellifera saharienne hybride *Apis mellifera tellienne*.

- **La méthode utilisée pour élever les nouvelles reines selon les apiculteurs enquêtés :** Essaimage Artificiel
- **Les plantes mellifères les plus visité par les abeilles selon les apiculteurs enquêté :** Orangers ; citronniers ; jujubiers et épineux.

II . Discussion :

Les résultats obtenus grâce à l'analyse biométrique effectuée sur les échantillons d'abeilles collectés dans les quatre régions de la Wilaya de Ghardaïa, nous permet de situer cette population au sein des abeilles domestique (*Apis mellifera*). De plus elle nous a permis de d'établir les valeurs moyennes de référence pour les 16 caractères biométriques étudiés.

Ces abeilles constituent des indicateurs pertinents de l'adaptation morphologiquement aux conditions climatiques arides. L'analyse approfondi de ces résultats contribue à une meilleure compréhension des mécanismes physiologiques et génétiques permettant l'adaptation des colonies d'abeilles aux environnements sahariens difficiles.

La longueur et la largeur des ailes sont des facteurs qui influencent l'efficacité du vol des abeilles et leur capacité à s'adapter aux environnements chauds et secs. Nous avons enregistré une longueur moyenne des ailes antérieures de 7,62 mm, ce qui est inférieur aux 8,58 mm enregistrés par Achou (2007). Elle est également inférieure aux 9,10 mm enregistrés par Ruttner (1986), mais supérieure aux 7,24 mm enregistrés par Bendjedid et Achou (2014).

Quant à la largeur des ailes antérieures, nous avons obtenu une moyenne de 2,49 mm, ce qui est également inférieur aux 3,08 mm enregistrés par Ruttner (1986) et aux 3,01 mm enregistrés par Achou (2007). Cependant, elle est supérieure aux 2,39 mm trouvés par Bendjedid et Achou (2014).

Le métatarse, est un élément essentiel pour déterminer son efficacité de collecte de pollen. Il contribue à la quantité de ressources végétales collectées. Sa longueur et Sa largeur moyennes ont été respectivement mesurées à 1,78 mm et 0,87 mm,. Cette valeur est supérieure à celle obtenue par Bendjedid et Achou (2014) pour une longueur de 1,63 mm, mais légèrement inférieure en largeur à 0,93 mm. Comparé aux résultats de Saidani (2021), la longueur est également plus élevée mais plus faible en largeur, enregistrant respectivement 1,71 mm et 1,20 mm. Se référant à l'étude d'Achou (2007), elle est inférieure à celle obtenue pour la longueur et la largeur, enregistrant 2,01 mm et 1,12 mm, indiquant la présence de variabilité et de différences dans l'environnement, la race ou les méthodes de mesure.

Le tibia est considéré comme le panier à pollen des abeilles ouvrières. Elle contribue à améliorer l'efficacité des abeilles et à réduire la surexposition aux facteurs climatiques en milieu désertique. Nous avons constaté une longueur moyenne de 2,37 mm, inférieur à ceux trouvés par Saidani (2021), Achou (2007) et Bendjedid et Achou (2014), qui étaient respectivement de 2,90 mm, 2,98 mm et 2,56 mm. Cela indique une relation directe entre ce paramètre et les conditions environnementales locales.

La taille moyenne du fémur était de 2,40 mm, inférieure à celles trouvées par des chercheurs antérieurs tels que Bendjedid et Achou (2014), Saidani (2021) et Achou (2007), qui étaient respectivement de 2,14 mm, 3,38 mm et 2,63 mm. Cet écart suggère des différences résultant de la diversité génétique, des conditions environnementales et des méthodes de mesure utilisées.

La pilosité du corps de l'ouvrière est importante pour l'isolation thermique des abeilles en milieu désertique, nous avons enregistré une longueur moyenne de 0,53 mm, supérieure à celle obtenue par Bendjedid et Achou (2014) et Achou (2007), avec des longueurs moyennes respectives de 0,44 mm, 0,23 mm et 0,372 mm. Cette valeur élevée reflète une adaptation particulière des abeilles locales favorisant la résistance des abeilles aux températures extrêmes.

La longueur de la langue est étroitement liée à l'espèce nectarifère dominante. Les abeilles se nourrissant de fleurs à nectar peu profond n'ont pas besoin d'une longue langue, contrairement aux souches trouvées dans des environnements riches en fleurs à corolle profonde, qui imposent une adaptation physiologique permettant un accès plus efficace au nectar. La longueur moyenne de la langue des abeilles ouvrières étudiées dans notre échantillon était de 4,69 mm, une mesure considérée comme relativement faible comparée aux valeurs rapportées par Ruttner (1986). Il a indiqué une valeur variant entre 5,31 mm et 7,19 mm, tandis que Fresnay (1981) a estimé cette valeur à 6,174 mm et Saidani (2021) a atteint une moyenne de 5,416 mm. D'autre part, Bendjedid et Achou (2014) ont signalé des longueurs de langue plus faibles, enregistrant une longueur de 4,04 mm.

La coloration est considérée comme un trait associé à l'adaptation environnementale, car des couleurs relativement claires contribuent à réduire l'absorption de chaleur, ce qui permet aux abeilles de mieux tolérer les conditions climatiques chaudes et sèches. La largeur moyenne de la bande jaune (coloration) sur l'abdomen des abeilles ouvrières dans notre étude a été enregistrée à 0,54 mm, ce qui est une valeur supérieure à celle de certains chercheurs précédents. Bendjedid et Achou (2014) ont estimé cette valeur à 0,45 mm, Achou (2007) a enregistré une mesure plus basse de 0,34 mm, tandis que Fresnay (1981) a rapporté une valeur similaire de 0,551 mm.

L'indice cubital est l'un des caractères morphométriques les plus fiables pour la distinction des sous-espèces d'abeilles mellifères. Dans la région de Ghardaïa, la valeur moyenne obtenue pour cet indice chez les abeilles ouvrières est de 1,905 mm. Cette valeur est inférieure à celle rapportée par Bendjedid et Achou (2014), qui est de 2,4 mm, ainsi qu'à celle mentionnée par Fresnay (1981), estimée à 1,8 mm. Toutefois, elle reste comprise dans

l'intervalle large défini par Ruttner (1986), qui varie entre 1,58 mm et 3,62 mm, traduisant ainsi une grande variabilité de cet indice entre les différentes sous-espèces d'*Apis mellifera*. En ce qui concerne la comparaison stations, bien que toutes les stations d'étude soient situées dans la même région (Ghardaïa), les résultats ont montré des différences significatives dans les caractéristiques morphométriques des abeilles. Cela suggère que des facteurs locaux, tels que des différences de qualité végétale, de topographie ou même de conditions climatiques (comme une chaleur extrême ou la disponibilité d'ombre), pourraient jouer un rôle dans ces différences. De plus, la présence de différences génétiques mineures entre les populations d'abeilles de chaque station ne peut être exclue. Par exemple, les différences de longueur des ailes pourraient être liées à la capacité et au besoin des abeilles de parcourir des distances plus ou moins longues selon la distribution de la nourriture.

La longueur du proboscis a été observée selon les stations, ce qui pourrait s'expliquer par la diversité des fleurs disponibles, certaines nécessitant une langue plus longue pour atteindre le nectar. De plus, les différences de couleur et de densité du duvet pourraient également être des réponses naturelles à l'environnement local, visant à protéger le corps de l'abeille du soleil ou à favoriser la thermorégulation.

À la station de Daya Ben Dahoua, des caractéristiques distinctives telles qu'une densité de poils réduite et une longueur de pattes accrue ont été observées, ce qui pourrait être une adaptation à un environnement plus chaud ou à des fleurs de formes différentes. L'indice cubitale, variable d'une station à l'autre, pourrait apporter un éclairage sur la présence d'une diversité morphologique, voire génétique, au sein de ces populations, malgré leur proximité géographique. Dans l'ensemble, ces résultats confirment que, même au sein d'une même région, l'environnement local et de subtiles différences génétiques peuvent influencer la morphologie et les caractéristiques des abeilles. Il est donc important d'étudier ces différences de près, en se concentrant sur l'analyse moléculaire et la diversité génétique.

L'analyse statistique, basée sur le test de Kruskal-Wallis, approprié pour les données ne suivant pas une distribution normale, a été utilisé pour évaluer les différences entre les 4 groupes. Les résultats ont révélé des différences statistiquement significatives ($p < 0,05$) pour la majorité des variables analysées.

Les variables telles que LAA, WAP et LAP ont présenté les niveaux de signification les plus élevés. Ces paramètres jouent un rôle clé et sont particulièrement pertinentes pour la classification des lignées d'abeilles et l'analyse de la diversité génétique, ce qui reflète une différenciation marquée entre les populations régionales.

D'autres paramètres, tels que la pilosité et la coloration, ont également montré des écarts significatifs, probablement influencés par des facteurs environnementaux comme le climat, la topographie ou encore la disponibilité des ressources florales.

Ces résultats sont cohérents avec plusieurs travaux antérieurs. Par exemple, une étude menée par (JOHNSON, 2024) a mis en évidence des variations morphométriques significatives chez les abeilles mellifères sauvages selon les zones écologiques. De leur côté, (GAIRANAN et DEMAYO, 2014) ont démontré l'utilité de l'analyse morphométrique dans la distinction entre *Apis mellifera* et *Apis cerana*, à travers une étude approfondie de la forme des ailes. (SOUSA et al., 2016) ont quant à eux souligné l'impact des saisons sur les caractéristiques morphologiques et comportementales des abeilles.

Enfin, une étude récente en Turquie réalisée par (KEKEÇOĞLU, BIR et KAMBUR ACAR, 2023) a montré que l'approche morphométrique permet d'identifier avec précision les variations régionales chez *Apis mellifera*.

L'ensemble de ces observations confirme la pertinence de l'analyse morphométrique comme outil fondamental dans l'étude de la biodiversité des abeilles. Elle fournit également une base scientifique solide pour orienter les programmes de conservation et de sélection génétique, adaptés aux spécificités locales.

Concernant les réponses au questionnaire, l'enquête auprès des apiculteurs révèle qu'ils préfèrent l'utilisation exclusive des ruches Langstroth modernes, ce qui témoigne d'une nette évolution vers des méthodes apicoles modernes. Ce type de ruche facilite la surveillance et l'intervention, améliorant ainsi la santé des colonies et augmentant la productivité. Cependant, la diversité des méthodes de traitement des maladies – chimiques, naturelles et combinées – révèle une disparité de niveau de connaissances et d'expérience entre les apiculteurs. Cela suggère que l'utilisation de méthodes modernes ne reflète pas toujours une compréhension suffisante des méthodes de prévention et de traitement, en particulier lorsque les produits chimiques ne sont pas réglementés. Par ailleurs, les principales causes de mortalité des abeilles, les résultats montrent que les pesticides agricoles représentent le risque le plus important, suivis des maladies et les facteurs climatiques et les incendies jouent un rôle secondaire. Cela démontre l'impact direct des méthodes agricoles environnantes sur la santé des abeilles.

En fin, le renouvellement des reines après trois ans d'utilisation. Cette tendance à prolonger la durée de vie des reines pourrait affecter la diversité génétique des colonies et, par conséquent, les caractéristiques morphométriques des abeilles, en assurant l'homogénéité des caractères au sein de la ruche. Ce comportement pourrait également être motivé par la volonté de réduire

les coûts et de maintenir la stabilité de la colonie, bien qu'il puisse entraîner une baisse progressive de la fertilité et des performances des reines.

CONCLUSION



Conclusion et recommandations

Ce travail sur la diversité morphométrique et biologique des abeilles en Algérie, surtout dans la région de Ghardaïa, est une étape importante pour mieux comprendre les abeilles locales qui vivent dans des environnements difficiles comme le désert. Les résultats montrent qu'il y a des différences morphométriques importantes entre les échantillons, ce qui reflète une diversité génétique et physique selon les régions étudiées.

Pendant l'étude, on a observé que les abeilles sont bien adaptées au climat désertique, avec des températures très hautes, peu de fleurs, et des conditions climatiques dures. Cette adaptation montre que ces abeilles peuvent vivre et survivre dans des zones très sèches. Elles jouent aussi un rôle écologique très important dans la pollinisation et l'équilibre de la nature dans ces régions.

L'analyse de 16 caractères morphométriques(longueur de aile antérieur ; largeur de aile antérieur ; longueur de aile postérieur ; largeur de aile postérieur ; longueur de fémur ; longueur de tibia ; longueur et largeur métatarse ; longueur de langue ; longueur total de patte ; coloration ; tomentum ; pilosité ; nervure A ; nervure B ; indice cubitale) chez 100 abeilles dans 4 régions différentes a permis de voir cette diversité et les différences entre les groupes. Cela peut aider à mieux classer les abeilles locales et à créer des projets d'élevage plus adaptés à chaque région.

Les résultats ont mis en évidence des différences marquées dans certaines des caractéristiques morphométriques étudiées entre les différentes zones de la wilaya de Ghardaïa. Parmi les caractéristiques morphométriques les plus distinctives figurent la longueur de l'aile antérieure, la largeur de l'aile postérieure et la densité des soies. On observe également une couleur claire et une petite taille, deux traits révélateurs de l'adaptation de l'abeille mellifère à l'environnement désertique. L'étude a également mis en évidence des variations au sein des populations locales, soulignant une diversité écologique et génétique qui mérite d'être approfondie.

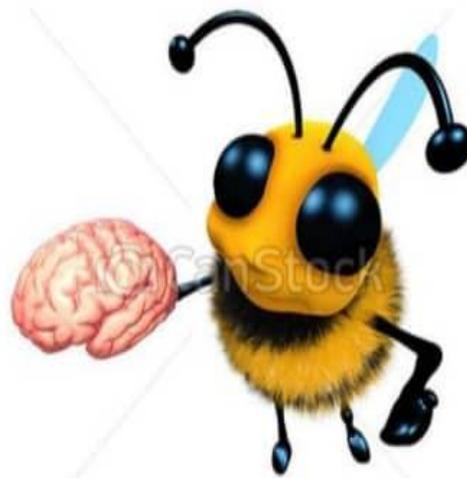
Recommandations :

1. Encourager des études génétiques pour mieux comprendre la diversité des abeilles locales.
2. Créer des programmes de protection des abeilles du désert, avec des banques génétiques.
3. Éviter le croisement avec des races étrangères, pour garder les caractères adaptés au désert.
4. Faire des formations pour les apiculteurs dans le sud, pour leur apprendre l'importance de garder les abeilles locales.
5. Favoriser la collaboration entre les universités, les chercheurs et les apiculteurs pour appliquer les résultats sur le terrain.
6. Utiliser les résultats de cette étude dans les projets agricoles et environnementaux dans les zones arides.

En conclusion, cette étude est un début. Elle ouvre la porte à d'autres recherches plus avancées (génétiques, comportementales, écologiques), pour mieux connaître les abeilles en Algérie et protéger la biodiversité dans un contexte de changement climatique.

Références

Biblio-graphiques



Références bibliographiques

1. ACHOU, M. et SOLTANI, N., 1997. Variabilité morphométrique des populations d'abeilles en Algérie. *Apidologie*, 28(1), pp. 1–10.
2. ACHOU, M., 2007. Caractérisation morphométrique, biochimique et moléculaire des populations d'abeilles domestiques de l'Est algérien. Effets physiopathologiques de son parasite majeur *Varroa destructor*. Thèse de doctorat. Annaba : Université Badji Mokhtar - Annaba.
3. ACHOU, M. et al., 2015. Morphometric and genetic variability of the honey bee *Apis mellifera* L. populations from Algeria. *African Entomology*, 23(1), pp. 1–9.
4. AMOURA, A., 2004. Analyse morphométrique des abeilles dans la région de Béjaïa. Mémoire de magistère. Béjaïa : Université de Béjaïa.
5. ASCHER, J.S. et PICKERING, J., 2020. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) [en ligne]. Disponible sur : <https://www.discoverlife.org> [consulté le 3 juin 2025].
6. BAROUR, C., 2003. Étude morphométrique des abeilles dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de magistère. Tizi-Ouzou : Université de Tizi-Ouzou.
7. BAROUR, C., 2012. Variabilité morphométrique des abeilles dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
8. BENDJEDID, A. et ACHOU, M., 2014. Étude morphométrique des populations d'abeilles dans la région de Constantine. *Apidologie*, 45(1), pp. 1–10.
9. BENDJEDID, H. et ACHOU, M., 2014. Étude de la diversité morphométrique de deux populations d'abeilles domestiques (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*) du sud Algérien. *Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie*, 28, pp. 84–95.
10. BENHARRAT, H., BENSEDDIK, M. et BOUKRAA, L., 2017. Hybridation des races locales d'abeilles en Algérie. *Revue des Sciences et Technologies*, 11, pp. 67–75.
11. BOUAZIZ, A., BENSEDDIK, M. et BENHARRAT, H., 2020. Influence des conditions climatiques sur l'apiculture saharienne. *Revue des Sciences et Technologies*.
12. BOUGUERN, A., BENSEDDIK, M. et BENHARRAT, H., 2020. Caractérisation morphométrique des abeilles sahariennes. *Revue des Sciences et Technologies*, 14, pp. 89–97.

13. BOUKRAA, L., BENHARRAT, H. et BENSEDDIK, M., 2013. L'apiculture en Algérie : état des lieux et perspectives. *Revue des Sciences et Technologies*, 9, pp. 45–55.
14. CARTE DE L'ALGÉRIE, [s.d.]. [en ligne]. Disponible sur : https://d-maps.eu/map.php?num_car=185654&lang=fr [consulté le 3 juin 2025].
15. CHAHMA, S., 2024. Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines dans les zones agricoles de la wilaya de Ghardaïa. Mémoire de Master. Ghardaïa : Université de Ghardaïa.
16. CHIBANI Bahi Amar, A., TABEL Aoul, N., FRIDI, R., VIGNAL, A. et CANALE-TABEL, K., 2024. New COI-COII mtDNA Region Haplotypes in the Endemic Honey Bees *Apis mellifera intermissa* and *Apis mellifera sahariensis* (Hymenoptera: Apidae) in Algeria. *Insects*, 15(7), article 549. DOI : 10.3390/insects15070549.
17. CHOUCHAINE, H., 2010. Étude morphométrique des populations d'abeilles domestiques en Algérie. Thèse de doctorat. Constantine : Université Mentouri de Constantine.
18. CYCLE DE VIE DES ABEILLES, [s.d.]. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.apiculture.net/blog/cycle-vieabeilles-n38> [consulté le 3 juin 2025].
19. DADANT & SONS, 1992. *The Hive and the Honey Bee*. Hamilton, IL : Dadant & Sons.
20. DOUMANDJI, S., 2006. Étude morphométrique des abeilles dans la région de Blida. Mémoire de magistère. Blida : Université de Blida.
21. DSA GHARDAÏA, 2025. Rapport annuel. Ghardaïa : Direction des Services Agricoles.
22. FAO, 2021. *The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Rome : FAO.
23. FRANCK, P. et al., 1998. Molecular confirmation of a fourth lineage in honeybees from the Near East. *Apidologie*, 29(4), pp. 388–404.
24. FRANCK, P. et al., 2000. Genetic diversity of the honeybee in Africa: microsatellite and mitochondrial data. *Heredity*, 84(4), pp. 420–429.
25. FRESNAYE, J., 1981. *Biométrie de l'abeille*. 2e éd. Orne : Office pour l'Information Apicole.
26. FRESNAYE, J. et LOUVEAUX, J., 1971. Contribution à l'étude des races d'abeilles en France. *Apidologie*, 2(1), pp. 49–65.
27. GAIRANAN, R.M. et DEMAYO, C.G., 2014. Relative Warp Analysis of Wing Shape Variation in honey bees *Apis mellifera* Linn. and *Apis cerana* Fabr. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 9(11), pp. 230–237.

28. GOOGLE MAPS, [s.d.]. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.google.com/maps> [consulté le 3 juin 2025].
29. GOULSON, D. et al., 2015. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), article 1255957.
30. HADDAD, N., LOUCIF-AYAD, W. et LOUCIF, M.L., 2021. Adaptation des abeilles sahariennes aux conditions arides. *Apidologie*, 52(3), pp. 234–242.
31. HENNEBELLE, S., 2010. L'abeille. In : *Doc apiculture*.
32. IPBES, 2016. *The Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production*. Bonn : IPBES.
33. JOHNSON, L., 2024. Morphometric variability of wild honey bees (*Apis mellifera*) in different ecological zones. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 183, pp. 1–12.
34. KANDEMIR, I., KENCE, M. et KENCE, A., 2000. Morphometric and electrophoretic variation in different honeybee (*Apis mellifera* L.) populations. *Turkish Journal of Zoology*, 24(4), pp. 303–312.
35. KEKEÇOĞLU, M., BIR, S. et KAMBUR ACAR, M., 2023. New Morphometric Approach to Discriminate Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Populations in Türkiye. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, vol. 20, no 3, pp. 653–662.
36. KHELIFA, R. et BOUNACEUR, F., 2014. Les oasis de Ghardaïa : un modèle d'adaptation agricole au milieu aride. *Revue des Régions Arides*, vol. 34, pp. 45–56.
37. KSENTINI, I. et al., 2019. Adaptations comportementales et physiologiques de l'abeille saharienne aux conditions climatiques extrêmes. *Journal of Apicultural Research*, vol. 58, no 4, pp. 567–575.
38. KSENTINI, D., LOUCIF-AYAD, W. et LOUCIF, M.L., 2019. Adaptations comportementales des abeilles sahariennes. *Apidologie*, 50(2), pp. 123–130.

39. LINNAEUS, C., 1758. *Systema Naturae*. 10e éd., p. 285.
40. LOUCIF, M.L., 1993. Étude morphométrique des populations d'abeilles en Algérie. Mémoire de magistère. Constantine : Université de Constantine.
41. LOUCIF-AYAD, W. et al., 2014. Genetic variation of mitochondrial DNA in the honey bee *Apis mellifera* L. populations from Algeria. *African Entomology*, 22(1), pp. 1–9.
42. MADR, 2020. *Statistiques agricoles de l'Algérie*. Alger : Ministère de l'Agriculture.
43. MADR, 2020. *Statistiques de l'apiculture en Algérie*. Alger : Ministère de l'Agriculture.
44. MEIXNER, M.D. et al., 2013. Standard methods for characterising subspecies and ecotypes of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), pp. 1–28.
45. MESSAOUDENE, M., 2019. Étude morphométrique de l'abeille tellienne en Algérie. Mémoire de magistère. Blida : Université de Blida.
46. MICHENER, C.D., 2007. *The Bees of the World*. 2nd ed. Baltimore : Johns Hopkins University Press.
47. MIGUEL, I. et al., 2011. Gene flow within the M evolutionary lineage of *Apis mellifera*: role of the Pyrenees. *Apidologie*, 42(4), pp. 464–477.
48. ONM, 2020. *Climat de la wilaya de Ghardaïa*. Alger : Office National de la Météorologie.
49. RASOLOFOARIVAO, H., 2014. *Apis mellifera unicolor* (Latreille, 1804) et *Varroa destructor* (Anderson and Trueman, 2000) à Madagascar. Thèse de doctorat.
50. RUTTNER, F., 1986. Geographical variability and classification. In : RINDERER, T.E., éd. *Bee Genetics and Breeding*. Orlando : Academic Press, pp. 23–55.
51. RUTTNER, F., 1988. *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Berlin : Springer-Verlag.
52. RUTTNER, F., TASSENCOURT, L. et LOUVEAUX, J., 1978. Biometrical statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie*, 9, pp. 368–381.
53. SAIDANI, N.E.H.I., 2021. Caractérisation morphométrique de la population des abeilles *Apis mellifera intermissa*. Mémoire de Master. Tissemsilt : Université de Tissemsilt.
54. SHAIBI, T., LATTORFF, H.M.G. et MORITZ, R.F.A., 2009. A microsatellite DNA toolkit for studying population structure in *Apis mellifera*. *Molecular Ecology Resources*, 9(3), pp. 651–653.
55. SNODGRASS, R.E., 1956. *Anatomy of the Honey Bee*. Ithaca : Cornell University Press.
56. SOUSA, A.R.S. et al., 2016. Bee's morphometrics and behavior in response to seasonal effects from ecoregions. *Genetics and Molecular Research*, 15(2), article gmr.15027597.

57. TOMASSONE, R. et FRESNAYE, J., 1971. Analyse biométrique de la variabilité géographique des populations d'abeilles domestiques. *Apidologie*, 2(1), pp. 1–20.
58. VANENGELSDORP, D. et MEIXNER, M.D., 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, pp. S80–S95.
59. VON FRISCH, K., 1967. *The Dance Language and Orientation of Bees*. Cambridge : Harvard University Press.
60. WINSTON, M.L., 1987. *The Biology of the Honey Bee*. Cambridge : Harvard University Press.
61. LE RUCHER SAINT GERVAIS, [s.d.]. Les abeilles [en ligne]. Disponible sur : <https://www.apiculture.net> [consulté le 3 juin 2025].
62. IPBES, 2016. *Pollinators, Pollination and Food Production*. Bonn : IPBES.

ANNEXES

ANNEXES :

daya ben	laa	laa	lf	lt	lom	lam	tomen	pilo	color	loap	laap	ll	ltp	na	nb	lc
A1	7.5	3.25	2.6	2.6	1.8	1	0.16	0.08	0.4	5.5	1.5	4.37	8.87	0.5	0.25	2.5
A2	7.7	3.3	2.8	2.3	1.8	0.8	0.08	0.325	0.48	5.75	1.87	5	9.8	0.75	0.62	1.51
A3	8.2	2.6	2.3	2.5	1.8	0.8	0.16	0.08	0.24	5.6	2.25	5.1	8.37	0.75	0.5	1.87
A4	8.5	2.75	2.75	2.5	2.3	0.8	0.24	0.08	0.48	5.5	1.5	4.37	8.75	0.5	0.25	2.5
A5	8.6	2.75	2.75	2.3	2.3	1	0.16	0.08	0.24	5.75	1.5	4.25	8.37	0.6	0.25	3
A6	8.3	2.6	2.6	2.5	2	0.8	0.4	0.08	0.24	5.6	1.62	5	9	0.37	0.125	3.7
A7	8.5	2.25	2.25	2.5	1.8	1.1	0.4	0.08	0.4	5.75	1.87	5.25	8.87	0.5	0.25	2.5
A8	8	3	3	2.5	2	0.75	0.16	0.08	0.16	5.75	1.5	5.75	8.87	0.5	0.25	2.5
A9	8	2.75	2.75	2.5	1.7	0.75	0.4	0.08	0.08	5.8	1.62	6.37	8.87	0.37	0.25	1.85
A10	7.6	2.4	2.3	2.5	1.7	0.75	0.16	0.08	0.24	5.6	1.37	6.5	8.62	0.5	0.25	2.5
A11	8.2	2.6	2.6	2.5	1.8	0.75	0.16	0.243	0.16	5.6	1.87	6.37	9	0.5	0.25	2.5
A12	8.2	2.5	2.5	2.5	1.7	0.75	0.24	0.08	0.16	5.75	1.62	6.5	9	0.62	0.37	2.09
A13	8.2	2.8	2.8	2.5	1.6	0.75	0.08	0.08	0.812	6.1	1.87	6.37	9.37	0.5	0.25	2.5
A14	8.5	2.75	2.75	2.75	1.8	0.75	0.08	0.08	0.568	5.75	1.75	6.12	9.37	0.37	0.25	0.92
A15	8.2	2.8	2.75	2.5	1.8	1	0.16	0.16	0.16	5.75	1.75	6.5	8.75	0.5	0.25	2.5
A16	8.2	2.8	2.8	2.5	1.8	1	0.08	0.16	0.16	4.87	1.87	6.12	8.62	0.5	0.25	2.5
A17	8.2	2.3	1.8	2.5	1.75	0.75	0.08	0.08	0.325	5.87	1.75	7.25	8.25	0.5	0.25	2.5
A18	8.2	2.8	2.25	2.5	2	0.75	0.24	0.08	0.4	5.75	1.62	6.25	8.62	0.5	0.25	2.5
A19	8.6	2.4	2.3	2.5	1.8	0.75	0.4	0.16	0.4	5.75	1.62	6.5	8.5	0.5	0.25	2.5
A20	8.6	2.75	2.6	2.5	1.8	0.6	0.16	0.08	0.4	5	1.62	5.87	8.62	0.75	0.37	2.53
A21	8.25	2.4	2.8	2.5	2.3	1	0.08	0.16	0.16	5.75	1.75	6.37	8.62	0.5	0.37	1.68
A22	8.1	2.3	2.8	2.5	2	0.75	0.08	0.243	0.325	5.87	1.75	6.5	8.5	0.5	0.25	2.5
A23	8.6	2.4	2.25	2.5	1.8	0.6	0.32	0.08	0.16	5.25	1.5	6.37	8.62	0.5	0.25	2.5
A24	8.25	2.5	2.3	2.5	2.3	0.75	0.16	0.08	0.16	5.75	1.75	6.5	8.25	0.5	0.25	2.5
A25	8.5	2.3	2.25	2.5	2.3	1	0.16	0.16	0.4	5.62	1.75	6.62	8.75	0.75	0.25	3.75
Colonne1	Colonne2	Colonne3	Colonne4	Colonne5	Colonne6	Colonne7	Colonne8	Colonne9	Colonne10	Colonne11	Colonne12	Colonne13	Colonne14	Colonne15	Colonne16	Colonne17
moyen	8.228	2.642	2.546	2.498	1.911	0.82	0.192	0.11884	0.3084	5.6412	1.6976	5.9268	8.7692	0.5332	0.2842	2.416
ecartype	0.21536	0.22368	0.2368	0.08168	0.1848	0.1088	0.08832	0.058224	0.135136	0.18176	0.142496	0.670496	0.26624	0.081664	0.06472	0.3608
max	8.6	3.3	3	2.75	2.3	1.1	0.4	0.325	0.812	6.1	2.25	7.25	9.8	0.75	0.62	3.75
min	7.5	2.25	1.8	2.3	1.6	0.6	0.08	0.08	0.08	4.87	1.37	4.25	8.25	0.37	0.125	0.92

Annex01: les mesures de 16 caractères morphologique de 25 abeilles ouvrières de Daya ben dahoua

mansorah	laa	laa	lf	lt	la metat	lon metat	toment	pilosité	color	la p	lonap	ll	ltp	na	nb	lc
A1	5.28	2.03	1.46	1.62	1.21	0.73	0.24	0.24	0.32	3.57	1.05	3.65	5.68	0.32	0.16	1.62
A2	5.11	1.86	1.62	1.46	1.22	0.56	0.16	0.24	0.81	3.73	1.05	3.25	6.09	0.32	0.16	1.62
A3	5.03	1.78	1.62	1.62	1.23	0.65	0.32	0.4	0.65	3.57	0.97	3.41	6.5	0.32	0.16	1.62
A4	5.2	1.7	1.78	1.62	1.13	0.81	0.16	0.24	0.65	3.73	1.05	3.41	6.33	0.32	0.16	1.62
A5	5.36	2.03	1.78	1.62	1.31	0.56	0.16	0.4	0.65	3.9	1.13	3.41	6.5	0.32	0.16	1.62
A6	7.63	2.43	2.27	2.35	1.86	0.97	0.89	0.81	0.97	5.68	1.46	4.46	7.31	0.48	0.24	1.62
A7	7.47	2.43	2.51	2.43	1.62	0.89	0.81	0.97	0.81	5.6	1.54	4.38	8.2	0.48	0.24	1.62
A8	7.96	2.51	2.84	2.43	1.86	0.97	0.89	0.48	0.97	5.68	1.54	4.87	8.28	0.48	0.24	1.62
A9	7.71	2.51	2.03	2.43	1.7	0.97	0.81	1.13	0.81	5.6	1.54	4.14	7.71	0.48	0.24	1.62
A10	7.63	2.43	2.27	2.43	1.78	0.97	0.73	0.65	0.81	5.44	1.21	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A11	7.71	2.43	2.43	2.43	1.62	1.05	0.73	0.65	0.81	5.28	1.46	5.68	8.12	0.48	0.24	1.62
A12	7.63	2.43	2.11	2.43	1.78	0.73	0.73	0.81	0.65	5.68	1.46	4.46	8.18	0.4	0.24	1.34
A13	7.71	2.51	2.51	2.84	1.86	0.97	0.65	0.81	0.97	5.44	1.46	4.87	8.53	0.48	0.24	1.62
A14	7.63	2.43	2.51	2.43	1.7	0.89	0.65	0.81	0.81	5.28	1.38	4.46	8.12	0.4	0.24	1.34
A15	7.8	2.63	2.19	2.43	1.95	0.97	0.65	0.97	0.81	5.6	1.54	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A16	7.71	1.61	2.19	2.43	2.03	0.97	0.84	0.89	0.65	5.44	1.54	4.06	7.88	0.4	0.24	1.34
A17	7.71	2.51	2.51	2.43	1.7	0.97	0.65	0.81	0.73	5.28	1.54	4.06	8.53	0.48	0.24	1.62
A18	7.31	2.43	2.03	2.43	2.03	0.97	0.65	0.65	0.48	5.28	1.38	4.06	7.71	0.48	0.24	1.62
A19	7.71	2.43	2.51	2.43	1.62	0.89	0.65	0.81	0.81	5.25	1.3	4.14	8.28	0.48	0.24	1.62
A20	7.71	2.52	2.68	2.43	1.78	0.97	0.56	0.65	0.81	5.36	1.3	4.06	8.2	0.48	0.24	1.62
A21	7.71	2.52	2.11	2.43	1.62	0.97	0.48	0.48	0.65	5.28	1.46	4.22	8.28	0.48	0.24	1.62
A22	7.47	2.35	2.03	2.43	1.78	0.81	0.73	0.81	0.48	5.36	1.54	4.55	8.12	0.48	0.24	1.62
A23	7.71	2.43	2.27	2.43	1.62	0.97	0.73	0.81	0.73	5.68	1.54	4.97	7.8	0.48	0.24	1.62
A24	7.71	2.6	2.6	2.27	1.62	0.89	0.65	0.65	0.81	5.68	1.54	4.87	8.04	0.48	0.24	1.62
A25	7.55	2.51	2.03	2.35	1.62	0.89	0.65	0.65	0.89	5.68	1.46	4.79	7.39	0.48	0.24	1.62
Colonne1	Colonne2	Colonne3	Colonne4	Colonne5	Colonne6	Colonne7	Colonne8	Colonne9	Colonne10	Colonne11	Colonne12	Colonne13	Colonne14	Colonne15	Colonne16	Colonne17
MOYENE	7.1664	2.322	2.1956	2.2652	1.65	0.8796	0.6068	0.6728	0.7416	5.1228	1.3776	4.254	7.6808	0.4384	0.224	1.5864
ECA RTYPE	0.78816	0.23376	0.28504	0.27088	0.1888	0.104576	0.173408	0.189312	0.121408	0.56912	0.156864	0.44528	0.637248	0.056576	0.0256	0.059136
MAX	7.96	2.63	2.84	2.84	2.03	1.05	0.89	1.13	0.97	5.68	1.54	5.68	8.53	0.48	0.24	1.62
MIN	5.03	1.61	1.46	1.46	1.13	0.56	0.16	0.24	0.32	3.57	0.97	3.25	5.68	0.32	0.16	1.34

Annex02 : les mesures de 16 caractères morphologique de 25 abeilles ouvrières de Mansorah

NUMIRATTE	laa	laa2	lf	lt	long meta	larg meta	toment	pilos	color	lap	lap	ll	ltp	na	nb	ic
A1	7.31	2.35	2.76	2.43	1.62	0.97	0.4	0.89	0.65	5.11	1.46	5.2	8.12	0.4	0.24	1.3
A2	8.12	2.51	2.76	2.43	1.95	0.89	0.4	0.89	1.05	5.68	1.46	4.87	8.53	0.48	0.24	1.62
A3	7.47	2.6	2.51	2.43	1.95	0.89	0.73	0.65	1.13	5.28	1.3	3.65	8.53	0.48	0.16	2.43
A4	7.31	2.6	2.68	2.43	2.03	0.89	0.48	0.56	0.81	4.22	1.46	3.65	8.53	0.48	0.24	1.62
A5	7.39	2.43	2.84	2.43	1.62	0.97	0.4	0.81	0.89	5.28	1.3	4.87	8.12	0.48	0.24	1.62
A6	7.8	2.51	2.6	2.35	1.62	0.89	0.48	0.89	0.81	5.52	1.46	4.87	8.28	0.48	0.24	1.62
A7	7.71	2.51	1.7	2.43	2.03	0.97	0.48	0.81	0.89	4.71	1.46	4.46	8.12	0.48	0.24	1.62
A8	7.31	2.51	2.68	2.43	1.86	0.81	0.4	0.56	0.81	5.36	1.46	4.06	8.28	0.48	0.24	1.62
A9	7.31	2.43	2.51	2.43	1.62	0.97	0.4	0.65	0.81	5.11	1.46	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A10	7.71	2.51	2.6	2.43	1.62	0.89	0.48	0.81	0.65	5.2	1.46	3.98	8.53	0.48	0.24	1.62
A11	7.8	2.68	2.43	2.43	2.03	0.97	0.48	0.81	0.73	5.68	1.54	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A12	7.71	2.51	2.43	2.43	1.62	0.89	0.32	0.81	0.97	5.03	1.54	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A13	7.31	2.43	2.6	2.27	1.78	0.81	0.24	0.48	0.4	5.44	1.46	3.98	8.53	0.48	0.24	1.62
A14	7.63	2.51	2.68	2.27	1.86	0.89	0.48	0.81	0.4	5.68	1.54	3.98	8.28	0.48	0.24	1.62
A15	7.31	2.68	2.43	2.19	1.62	0.89	0.32	0.56	0.32	4.95	1.38	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A16	7.96	2.6	2.6	2.43	1.86	0.89	0.4	0.65	0.81	5.44	1.46	3.98	8.93	0.48	0.24	1.62
A17	7.71	2.6	2.6	2.27	1.86	0.97	0.32	0.81	0.81	5.68	1.46	4.87	8.12	0.48	0.24	1.62
A18	7.88	2.6	2.68	2.43	1.86	0.97	0.24	0.48	0.4	5.28	1.46	4.79	8.28	0.48	0.24	1.62
A19	7.71	2.68	2.6	2.43	1.95	0.97	0.4	0.48	0.48	5.52	1.54	4.87	8.45	0.48	0.24	1.62
A20	7.39	2.6	2.76	2.43	1.95	0.97	0.24	0.56	0.73	5.36	1.54	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A21	7.63	2.68	2.68	2.43	1.86	0.89	0.4	0.73	0.48	5.52	1.54	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A22	8.04	2.6	2.6	2.43	1.95	0.97	0.4	0.81	0.4	5.36	1.46	4.14	8.53	0.4	0.24	1.3
A23	7.96	2.51	2.51	2.43	1.86	0.89	0.32	0.48	0.65	5.44	1.46	4.06	8.12	0.48	0.24	1.62
A24	7.63	2.68	2.6	2.35	1.78	0.97	0.4	0.81	0.81	5.52	1.54	4.22	8.12	0.48	0.24	1.62
A25	8.12	2.43	2.11	2.35	1.7	0.81	0.32	0.81	0.4	5.11	1.05	4.06	8.2	0.48	0.24	1.62
MOYENNE	7.6492	2.55	2.558	2.3916	1.8184	0.9156	0.3972	0.7044	0.6916	5.2992	1.45	4.2768	8.2928	0.4736	0.2368	1.6268
ECAATYPE	0.223232	0.08	0.14672	0.055296	0.12672	0.047872	0.068608	0.131072	0.190208	0.240896	0.0616	0.366848	0.177408	0.011776	0.006144	0.064256
MAX	8.12	2.68	2.84	2.43	2.03	0.97	0.73	0.89	1.13	5.68	1.54	5.2	8.93	0.48	0.24	2.43
MIN	7.31	2.35	1.7	2.19	1.62	0.81	0.24	0.48	0.32	4.22	1.05	3.65	8.12	0.4	0.16	1.3

Annex03: les mesures de 16 caractères morphologique de 25 abeilles ouvrières de Noumerat

الكلية	laa	laa2	lf	lt	lon métat	larg métat	toment	pilos	color	lap	lap3	ll	ltp	na	nb	ic
A1	6.9	2.35	2.03	2.43	1.7	0.89	0.24	0.48	0.4	4.87	1.38	4.06	7.31	0.4	0.16	2.03
A2	7.71	2.51	2.6	2.35	1.78	0.89	0.24	0.81	0.24	5.44	1.46	5.28	8.12	0.4	0.16	2.03
A3	7.06	2.43	2.51	2.03	1.7	0.89	0.48	0.4	0.4	5.11	1.38	3.73	8.12	0.48	0.16	2.43
A4	7.39	2.43	2.51	2.43	1.7	0.89	0.48	0.56	0.4	5.28	1.38	3.73	8.28	0.48	0.24	1.62
A5	7.31	2.6	2.19	2.35	1.86	0.89	0.65	0.81	0.65	5.44	1.38	4.14	7.71	0.48	0.24	1.62
A6	7.39	2.51	1.7	2.43	1.7	0.89	0.48	0.81	0.56	5.28	1.46	3.65	8.36	0.48	0.16	2.43
A7	7.63	2.6	2.6	2.43	1.78	0.81	0.32	0.73	0.48	5.36	1.38	4.46	8.12	0.16	0.16	2.43
A8	7.39	2.43	2.19	2.35	1.7	0.89	0.4	0.81	0.32	5.28	1.38	4.06	8.12	0.4	0.24	1.35
A9	7.31	2.43	2.51	2.43	1.7	0.81	0.4	0.73	0.24	4.95	1.46	4.06	8.12	0.4	0.16	2.43
A10	7.31	2.43	2.11	2.35	1.62	0.81	0.32	0.56	0.73	5.28	1.38	3.65	8.12	0.48	0.16	2.43
A11	7.71	2.6	2.51	2.11	1.78	0.97	0.56	0.73	0.65	5.44	1.38	4.87	8.53	0.4	0.16	2.03
A12	7.55	2.43	2.19	2.51	1.7	0.81	0.32	0.73	0.48	5.28	1.46	5.2	8.12	0.48	0.16	2.43
A13	7.71	2.43	2.43	2.6	1.7	0.89	0.24	0.56	0.24	5.52	1.46	4.55	7.47	0.4	0.16	2.03
A14	7.31	2.43	2.43	2.35	1.78	0.97	0.24	0.65	0.24	5.52	1.38	4.87	8.2	0.4	0.24	1.35
A15	7.63	2.51	2.51	2.27	1.7	0.89	0.4	0.73	0.4	5.36	1.38	4.87	8.12	0.4	0.16	2.03
A16	7.71	2.35	2.51	2.43	1.7	0.89	0.4	0.81	0.37	5.36	1.38	4.63	8.53	0.4	0.24	1.35
A17	7.15	2.51	2.35	2.6	1.7	0.89	0.16	0.4	0.16	5.28	1.46	4.46	8.12	0.4	0.16	2.03
A18	7.55	2.43	2.19	2.43	1.95	0.89	0.48	0.4	0.89	5.28	1.38	4.46	8.36	0.4	0.24	1.35
A19	7.63	2.43	2.03	2.43	1.86	0.97	0.4	0.81	0.89	5.44	1.46	4.46	8.12	0.4	0.24	1.35
A20	7.96	2.43	2.51	2.43	1.78	0.97	0.4	0.48	0.24	5.28	1.21	4.06	8.12	0.48	0.16	2.43
A21	7.31	2.43	2.11	2.35	1.78	0.89	0.24	0.56	0.56	5.03	1.38	3.98	7.96	0.4	0.16	2.03
A22	7.31	2.43	1.86	2.43	1.78	0.81	0.4	0.48	0.4	5.28	1.38	4.06	8.12	0.48	0.16	2.43
A23	7.39	2.43	2.51	2.43	1.95	0.81	0.48	0.81	0.48	5.36	1.3	4.06	8.28	0.4	0.16	2.03
A24	7.55	2.51	2.43	2.43	1.86	0.89	0.4	0.65	0.4	5.36	1.38	4.87	8.53	0.4	0.16	2.03
A25	7.39	2.51	2.43	1.46	1.46	0.48	0.32	0.48	0.24	5.11	1.46	4.06	6.74	0.4	0.16	2.03
Colonne1	Colonne2	Colonne3	Colonne4	Colonne5	Colonne6	Colonne7	Colonne8	Colonne9	Colonne10	Colonne11	Colonne12	Colonne13	Colonne14	Colonne15	Colonne16	Colonne17
MOYENNE	7.4504	2.4632	2.318	2.3536	1.7488	0.8672	0.378	0.6392	0.4424	5.2876	1.3956	4.3312	8.068	0.416	0.1824	1.9892
ECAATYPE	0.190848	0.055296	0.2064	0.12528	0.076352	0.058432	0.0912	0.133696	0.15568	0.114912	0.041216	0.400448	0.252	0.04096	0.082256	0.314752
MAX	7.96	2.6	2.6	2.6	1.95	0.97	0.65	0.81	0.89	5.52	1.46	5.28	8.53	0.48	0.24	2.43
MIN	6.9	2.35	1.7	1.46	1.46	0.48	0.16	0.4	0.16	4.87	1.21	3.65	6.74	0.16	0.16	1.35

Annex04 : les mesures de 16 caractères morphologique de 25 abeilles ouvrières de rucher de la faculté de sciences .

Annex05 :



République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La
Recherche Scientifique
Université de Ghardaïa
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des
sciences de la terre
Département d'Agronomie



Questionnaire destiné aux apiculteurs

Étude sur la biodiversité des abeilles dans la région de Ghardaïa

Nous vous remercions chaleureusement d'avoir accepté de participer à notre enquête portant sur l'apiculture et son développement dans le secteur des productions animales.

Ce questionnaire a pour objectif de recueillir vos avis et retours d'expérience en tant qu'apiculteur, notamment sur les défis actuels de l'apiculture ainsi que sur les pistes de développement visant à améliorer la santé des abeilles et à accroître la productivité.

Nous vous invitons à répondre avec sincérité et précision.

Merci pour votre précieuse collaboration.

1. Informations générales

1. Âge :

2. Niveau d'instruction :

- Primaire

- Secondaire

- [] Supérieur

3. Depuis combien d'années pratiquez-vous l'apiculture ?

- Moins de 2 ans

- 2 à 5 ans

- Plus de 5 ans

4. Avez-vous reçu une formation dans le domaine de l'apiculture ?

- Oui

- Non

2. Informations sur le rucher

5. Combien de ruches possédez-vous actuellement ? (Nombre :)

6. Quel type de ruches utilisez-vous principalement ?

- Ruches traditionnelles

- Ruches modernes

- [] Les deux

7. Quelle est la production moyenne annuelle de miel dans votre rucher ? (en kg :)

8. Avez-vous observé une variation de la production ces dernières années ?

- Oui (augmentation/diminution)

- [] Non

9. Quelle est la principale période de récolte du miel dans votre région ?

3. Diversité des abeilles

10. Avez-vous observé différentes espèces d'abeilles dans votre environnement ?

- Oui

- [] Non

11. Si oui, pouvez-vous en citer quelques-unes ?

12. Selon vous, l'abeille locale est-elle bien adaptée aux conditions sahariennes ?

- Oui

- Non

- Moyennement

4. Ressources florales

13. Quelles plantes mellifères sont les plus visitées par les abeilles dans votre région?

.....

14. Avez-vous observé un changement dans la disponibilité de ces plantes au fil des années ?

- Oui

- [] Non

15. Avez-vous constaté une relation entre la floraison locale et la santé des colonies

- Oui

- Non

5. Menaces et facteurs de stress

16. Avez-vous noté une diminution du nombre d'abeilles dans vos ruches ?

- Oui

- Non

17. Quelles sont, selon vous, les principales menaces pour les abeilles dans votre région ?

- Pesticides

- Changement climatique

- Manque de plantes mellifères

- Maladies/parasitisme

- Autres (précisez :)

18. Utilisez-vous ou connaissez-vous l'utilisation de produits chimiques agricoles dans les environs ?

- [] Oui

- [] Non

6. Perceptions et recommandations :

19. Selon vous, quel est le rôle des abeilles dans l'écosystème saharien ?

.....

20. Que recommandez-vous pour protéger et préserver les abeilles locales ?

.....

21. Seriez-vous intéressé à participer à des programmes de sensibilisation ou de recherche ?

- [] Oui

- [] Non

Merci sincèrement d'avoir pris le temps de répondre à ce questionnaire. Vos réponses honnêtes sont très précieuses pour nous. Si vous avez des remarques ou des questions supplémentaires, n'hésitez pas à les partager ci-dessous. Nous vous remercions encore pour votre temps et votre précieuse collaboration.

Résultats des analyses ANOVA et Kruskal-Wallis par région

ANALYSE POUR LA VARIABLE: l.a.a.

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.77088, p-value = 3.465e-11

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 3.2624 0.02478 *

96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: l.a.a. by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 46.706, df = 3, p-value = 4.013e-10

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	5.2011281	1.980825e-07	5.942475e-07
2	Daya ben - Noumeratte	4.3898305	1.134390e-05	2.268780e-05
3	Mansorra - Noumeratte	-0.8112975	4.171948e-01	4.171948e-01
4	Daya ben - Rucher univ	6.3996915	1.556912e-10	9.341469e-10
5	Mansorra - Rucher univ	1.1985634	2.306977e-01	2.768373e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	2.0098610	4.444590e-02	6.666885e-02

ANALYSE POUR LA VARIABLE: l.a.a

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.91866, p-value = 1.196e-05

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 6.9689 0.000272 ***

96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: l.a.a by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 17.166, df = 3, p-value = 0.0006532

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	3.233966294	0.001220839	0.003662516
2	Daya ben - Noumeratte	-0.007423029	0.994077334	0.994077334
3	Mansorra - Noumeratte	-3.241389323	0.001189486	0.007136917
4	Daya ben - Rucher univ	2.533727226	0.011285654	0.016928482
5	Mansorra - Rucher univ	-0.700239067	0.483778017	0.580533621
6	Noumeratte - Rucher univ	2.541150255	0.011048843	0.022097685

ANALYSE POUR LA VARIABLE: l.f

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.95098, p-value = 0.0009637

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F) group 3 2.8781 0.04001 *96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: l.f by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 27.089, df = 3, p-value = 5.639e-06

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	3.8490935	1.185557e-04	0.0003556672
2	Daya ben - Noumeratte	-0.2864783	7.745118e-01	0.7745117848
3	Mansorra - Noumeratte	-4.1355719	3.540718e-05	0.0002124431
4	Daya ben - Rucher univ	3.1463646	1.653138e-03	0.0024797066
5	Mansorra - Rucher univ	-0.7027289	4.822247e-01	0.5786696514
6	Noumeratte - Rucher univ	3.4328430	5.972880e-04	0.001194575

ANALYSE POUR LA VARIABLE: l.t

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.72095, p-value = 1.708e-12

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)
group 3 3.5715 0.01686 *
96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: l.t by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 37.842, df = 3, p-value = 3.052e-08

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	5.2002744	1.989945e-07	1.193967e-06
2	Daya ben - Noumeratte	5.0118774	5.390155e-07	1.617047e-06
3	Mansorra - Noumeratte	-0.1883970	8.505654e-01	1.000000e+00
4	Daya ben - Rucher univ	4.8286419	1.374674e-06	2.749347e-06
5	Mansorra - Rucher univ	-0.3716325	7.101665e-01	1.000000e+00
6	Noumeratte - Rucher univ	-0.1832355	8.546133e-01	8.546133e-01

ANALYSE POUR LA VARIABLE: lo.m

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.97171, p-value = 0.02993

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

	Df	F value	Pr(>F)
group	3	2.7876	0.04479 *
	96		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: lo.m by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 16.635, df = 3, p-value = 0.00084

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	3.7120046	0.0002056243	0.001233746
2	Daya ben - Noumeratte	1.0735579	0.2830208689	0.339625043
3	Mansorra - Noumeratte	-2.6384467	0.0083286797	0.016657359
4	Daya ben - Rucher univ	2.7612794	0.0057575399	0.017272620
5	Mansorra - Rucher univ	-0.9507252	0.3417438920	0.341743892
6	Noumeratte - Rucher univ	1.6877215	0.0914647065	0.137197060

ANALYSE POUR LA VARIABLE: la.m

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.93723, p-value = 0.0001313

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 2.0064 0.1182

96

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: la.m by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 9.1157, df = 3, p-value = 0.02779

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

Comparison Z P.unadj P.adj

1 Daya ben - Mansorra -2.1980204 0.027947650 0.08384295

2 Daya ben - Noumeratte -2.8431732 0.004466679 0.02680008

3 Mansorra - Noumeratte -0.6451528 0.518828201 0.51882820
 4 Daya ben - Rucher univ -1.2903055 0.196944606 0.29541691
 5 Mansorra - Rucher univ 0.9077149 0.364028859 0.43683463
 6 Noumeratte - Rucher univ 1.5528677 0.120454751 0.24090950

 ANALYSE POUR LA VARIABLE: tomen

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.94837, p-value = 0.0006489

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 3.3056 0.02348 *

96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: tomen by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 46.803, df = 3, p-value = 3.827e-10

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	-6.7833912	1.173872e-11	7.043231e-11
2	Daya ben - Noumeratte	-4.1522427	3.292328e-05	9.876983e-05
3	Mansorra - Noumeratte	2.6311485	8.509685e-03	1.021162e-02
4	Daya ben - Rucher univ	-3.7535093	1.743761e-04	3.487521e-04
5	Mansorra - Rucher univ	3.0298819	2.446494e-03	3.669740e-03
6	Noumeratte - Rucher univ	0.3987334	6.900896e-01	6.900896e-01

ANALYSE POUR LA VARIABLE: pilo

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.96401, p-value = 0.00785

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

	Df	F value	Pr(>F)
group	3	8.2293	6.271e-05 ***

96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: pilo by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 57.302, df = 3, p-value = 2.215e-12

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	-6.2142210	5.157990e-10	1.547397e-09
2	Daya ben - Noumeratte	-6.6261999	3.444387e-11	2.066632e-10
3	Mansorra - Noumeratte	-0.4119789	6.803549e-01	6.803549e-01
4	Daya ben - Rucher univ	-5.4840068	4.157987e-08	8.315974e-08
5	Mansorra - Rucher univ	0.7302141	4.652593e-01	5.583112e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	1.1421931	2.533738e-01	3.800607e-01

ANALYSE POUR LA VARIABLE: color

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.982, p-value = 0.1896

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

	Df	F value	Pr(>F)
group	3	1.3968	0.2485

96

3. ANOVA paramétrique:

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Region   3  3.166  1.0554  29.26 1.6e-13 ***
Residuals 96  3.462  0.0361
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

4. Comparaisons multiples (Tukey HSD):

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = formule, data = data)

\$Region

	diff	lwr	upr	p adj
Mansorra-Daya ben	0.4332	0.292755982	0.57364402	0.0000000
Noumeratte-Daya ben	0.3832	0.242755982	0.52364402	0.0000000
Rucher univ-Daya ben	0.1340	-0.006444018	0.27444402	0.0671331
Noumeratte-Mansorra	-0.0500	-0.190444018	0.09044402	0.7883903
Rucher univ-Mansorra	-0.2992	-0.439644018	-0.15875598	0.0000014
Rucher univ-Noumeratte	-0.2492	-0.389644018	-0.10875598	0.0000646

ANALYSE POUR LA VARIABLE: lo.ap

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.79018, p-value = 1.25e-10

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

```
Df F value Pr(>F)
group 3 4.8206 0.003603 **
96
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: lo.ap by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 28.712, df = 3, p-value = 2.574e-06

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	3.8065071	1.409433e-04	2.818865e-04
2	Daya ben - Noumeratte	4.1102438	3.952416e-05	1.185725e-04
3	Mansorra - Noumeratte	0.3037367	7.613285e-01	7.613285e-01
4	Daya ben - Rucher univ	4.9087774	9.164591e-07	5.498754e-06
5	Mansorra - Rucher univ	1.1022704	2.703441e-01	4.055162e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	0.7985337	4.245609e-01	5.094730e-01

ANALYSE POUR LA VARIABLE: la.a.p

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.91029, p-value = 4.457e-06

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

```
Df F value Pr(>F)
group 3 6.2166 0.0006644 ***
96
```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: la.a.p by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 47.023, df = 3, p-value = 3.437e-10

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	5.0730966	3.913938e-07	1.174181e-06
2	Daya ben - Noumeratte	4.1809057	2.903503e-05	5.807006e-05
3	Mansorra - Noumeratte	-0.8921909	3.722906e-01	3.722906e-01
4	Daya ben - Rucher univ	6.5179501	7.127467e-11	4.276480e-10
5	Mansorra - Rucher univ	1.4448536	1.484990e-01	1.781988e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	2.3370445	1.943687e-02	2.915531e-02

ANALYSE POUR LA VARIABLE: I.I

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.96508, p-value = 0.009412

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 1.6589 0.181

96

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: l.l by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 44.585, df = 3, p-value = 1.134e-09

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	5.4209197	5.929319e-08	1.778796e-07
2	Daya ben - Noumeratte	5.7055855	1.159439e-08	6.956632e-08
3	Mansorra - Noumeratte	0.2846658	7.759002e-01	9.310803e-01
4	Daya ben - Rucher univ	5.1779722	2.243107e-07	4.486213e-07
5	Mansorra - Rucher univ	-0.2429475	8.080461e-01	8.080461e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	-0.5276133	5.977678e-01	8.966517e-01

ANALYSE POUR LA VARIABLE: l.t.p

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.88591, p-value = 3.257e-07

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 4.2448 0.007318 **

96

-

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: l.t.p by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 51.817, df = 3, p-value = 3.276e-11

3. Comparaisons multiples (Dunn test)

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	6.708017	1.972873e-11	1.183724e-10
2	Daya ben - Noumeratte	4.014927	5.946416e-05	1.189283e-04
3	Mansorra - Noumeratte	-2.693090	7.079324e-03	1.061899e-02
4	Daya ben - Rucher univ	5.613486	1.982908e-08	5.948725e-08
5	Mansorra - Rucher univ	-1.094531	2.737222e-01	2.737222e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	1.598559	1.099187e-01	1.319024e-01

ANALYSE POUR LA VARIABLE: na

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.88047, p-value = 1.9e-07

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

	Df	F value	Pr(>F)
group	3	3.2996	0.02366 *
	96		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: na by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 46.425, df = 3, p-value = 4.605e-10

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	5.138187	2.774018e-07	8.322054e-07
2	Daya ben - Noumeratte	3.643347	2.691157e-04	5.382314e-04
3	Mansorra - Noumeratte	-1.494840	1.349562e-01	1.619474e-01
4	Daya ben - Rucher univ	6.437708	1.212909e-10	7.277456e-10
5	Mansorra - Rucher univ	1.299521	1.937651e-01	1.937651e-01
6	Noumeratte - Rucher univ	2.794361	5.200236e-03	7.800354e-03

ANALYSE POUR LA VARIABLE: nb

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.7306, p-value = 2.962e-12

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 2.5787 0.05811 .

96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: nb by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 68.143, df = 3, p-value = 1.066e-14

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	5.4962054	3.880504e-08	1.164151e-07
2	Daya ben - Noumeratte	4.7015733	2.581645e-06	5.163290e-06
3	Mansorra - Noumeratte	-0.7946321	4.268275e-01	4.268275e-01
4	Daya ben - Rucher univ	8.0787598	6.542875e-16	3.925725e-15
5	Mansorra - Rucher univ	2.5825544	9.807191e-03	1.176863e-02
6	Noumeratte - Rucher univ	3.3771865	7.323138e-04	1.098471e-03

ANALYSE POUR LA VARIABLE: i.c

1. Test de normalité (Shapiro-Wilk):

Shapiro-Wilk normality test

data: res

W = 0.79366, p-value = 1.589e-10

2. Test d'homogénéité des variances (Levene):

Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)

Df F value Pr(>F)

group 3 6.6078 0.0004169 ***

96

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

3. Conditions non vérifiées - Alternative non-paramétrique:

Kruskal-Wallis rank sum test

data: i.c by Region

Kruskal-Wallis chi-squared = 49.268, df = 3, p-value = 1.144e-10

4. Comparaisons multiples (Dunn test):

	Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1	Daya ben - Mansorra	6.1643803	7.075970e-10	4.245582e-09

2 Daya ben - Noumeratte 5.8196278 5.897881e-09 1.769364e-08
3 Mansorra - Noumeratte -0.3447525 7.302805e-01 7.302805e-01
4 Daya ben - Rucher univ 3.0718990 2.127017e-03 3.190525e-03
5 Mansorra - Rucher univ -3.0924813 1.984908e-03 3.969815e-03
6 Noumeratte - Rucher univ -2.7477288 6.000963e-03 7.201155e-03

Résumé

L'étude de la **diversité** des caractères **morphométriques** et biologiques des abeilles contribue à l'enrichissement des projets de conservation des races mellifères. Une étude biométrique a été réalisée sur 100 Abeilles ouvrières domestiques prélevées dans 4 sites de la Wilaya de Ghardaia, caractérisé par un environnement bioclimatique désertique. Sur chaque site, 25 Abeilles ont été prélevées aléatoirement, 15 caractères morphologiques ont été mesurés pour chacune. Ces caractères sont essentiels dans la production du miel et les autres produits de la ruche. Les moyennes des caractères morphologiques ont été analysées par des méthodes statistiques afin de déterminer le domaine de variation des populations d'Abeilles.

La comparaison entre les 4 sites a été réalisé à travers **le test de Kruskal-Wallis**, car il permet de voir les différences entre plusieurs groupes sans supposer que les données sont normales. Cette étude a révélé l'existence **des différences significatives** pour plusieurs caractères entre les régions, ce qui montre une vraie diversité biologique.

Ce qui nous a amené de suggérer que ces abeilles sont **bien adaptées aux conditions difficiles du désert**, avec des corps qui les aident à survivre dans un climat chaud et sec.

Cette étude montre l'importance de **protéger les abeilles locales**, et de continuer les recherches pour mieux les comprendre et développer l'apiculture dans les régions arides.

Mots-clés : abeille, Ghardaia, diversité morphométrique, biométrie, test Kruskal-Wallis, adaptation.

**Contribution to the Study of the Morphometric Diversity of Honey Bees (*Apis mellifera*)
in the Ghardaïa Region**

Abstract

The study of the diversity of morphometric and biological traits of bees contributes to the enrichment of beekeeping breed conservation projects. A biometric study was conducted on 100 domestic worker bees collected from 4 sites in the Wilaya of Ghardaia, characterized by a desert bioclimatic environment. At each site, 25 bees were randomly collected, and 15 morphological traits were measured for each. These traits are essential for honey production and other hive products. The averages of the morphological traits were analyzed using statistical methods to determine the range of variation of bee populations. The comparison between the 4 sites was carried out using the Kruskal-Wallis test, as it allows for examining differences between multiple groups without assuming that the data is normally distributed. This study revealed the existence of significant differences for several traits. characters between regions, which shows a true biological diversity. This has led us to suggest that these bees are well adapted to the harsh conditions of the desert, with bodies that help them survive in a hot and dry climate. This study highlights the importance of protecting local bees and continuing research to better understand them and develop beekeeping in arid regions.

Keywords: bee, Ghardaia, morphometric diversity, biometrics, Kruskal-Wallis test, adaptation.

المخلص

تساهم دراسة تنوع الخصائص المورفومترية والبيولوجية للنحل في تعزيز مشاريع حماية سلالات النحل. تم إجراء دراسة بيومترية على 100 نحل عامل محلي مأخوذ من 4 مواقع في ولاية غرداية، التي تتميز ببيئة مناخية صحراوية. في كل موقع، تم أخذ 25 نحلة بشكل عشوائي، وتم قياس 15 خاصية مورفولوجية لكل واحدة. تعتبر هذه الخصائص أساسية في إنتاج العسل والمنتجات الأخرى من خلية النحل.

تم تحليل متوسطات الخصائص المورفولوجية بواسطة طرق إحصائية لتحديد نطاق التغير في مجموعات النحل.

تم إجراء المقارنة بين المواقع الأربعة من خلال اختبار كروسكال-واليس، لأنه يتيح رؤية الاختلافات بين عدة مجموعات دون افتراض أن البيانات عادية. بينت هذه الدراسة عن وجود اختلافات كبيرة للعديد من الخصائص المناطق، مما يظهر تنوعا بيولوجيا حقيقيا. وهذا ما جعلنا نقترح أن هذه النحل تتكيف جيدا مع الظروف الصعبة للصحراء، مع أجساد تساعد على البقاء في مناخ حار وجاف.

تظهر هذه الدراسة أهمية حماية النحل المحلي، والاستمرار في الأبحاث لفهمه بشكل أفضل وتطوير تربية النحل في المناطق الجافة.

الكلمات المفتاحية: نحلة، غرداية، تنوع بيومتوميتري، بيومترية، اختبار كروسكال-واليس، تكيف.

