



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme De Master académique en

Filière : **Sciences agronomiques**

Spécialité : **Production animale**

Présenté par : **Mr. BOUAMAMA Ahmed**

Mr. MORSLI Ramdhane

Thème

Contraintes liées au développement de l'apiculture, étude de cas : le choix de type de ruche en élevage apicole

Soutenu le, juin 2023

Devant le Jury

Dr. TEFIEL Hakim	Président	M.C.A	Univ-Tissemsilt
Dr. CHAHBAR Mohamed	Encadrant	M.C.A	Univ-Tissemsilt
Melle HENNI Asma	Co-encadrant	Doctorante	Univ-Tissemsilt
Dr HALLAL Nouria	Examinatrice	M.C.B	Univ-Tissemsilt
Dr LAAGAB Djillali	Examineur	M.C.A	Univ-Tissemsilt
M. MERIANE Khaled	Apiculteur professionnel		Partenaire socioéconomique Tissemsilt

Année universitaire : 2022-2023.



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme De Master académique en

Filière : **Sciences agronomiques**

Spécialité : **Production animale**

Présenté par : **Mr. BOUAMAMA Ahmed**

Mr. MORSLI Ramedhane

Thème

Contraintes liées au développement de l'apiculture, étude de cas : le choix de type de ruche en élevage apicole

Soutenu le, juin 2023

Devant le Jury

Dr. TEFIEL Hakim	Président	M.C.A	Univ-Tissemsilt
Dr. CHAHBAR Mohamed	Encadrant	M.C.A	Univ-Tissemsilt
Melle HENNI Asma	Co-encadrant	Doctorante	Univ-Tissemsilt
Dr HALLAL Nouria	Examinatrice	M.C.B	Univ-Tissemsilt
Dr LAAGAB Djillali	Examineur	M.C.A	Univ-Tissemsilt
M. MERIANE Khaled	Apiculteur professionnel		Partenaire socioéconomique Tissemsilt

Année universitaire : 2022-2023.

Remerciements

Avant toute chose, nous exprimons notre gratitude envers Allah, le Tout-Puissant et le Miséricordieux, pour nous avoir accordé la santé, la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien notre formation de Master.

Nous souhaitons adresser nos plus sincères remerciements à notre cher encadrant, Monsieur **CHAHBAR Mohamed**, Maitre de conférences à l'université de Tissemsilt, ainsi qu'à notre Co-promotrice, **Melle HENNI Asma**, pour leur soutien depuis le début de ce travail et leur supervision minutieuse qui nous ont témoigné leur confiance. En s'engageant à nos côtés tout au long de ces longs mois d'efforts, ils ont partagé généreusement leur savoir et nous ont accompagnés de leur présence bienveillante.

Nous adressons nos chaleureux remerciements aux membres du jury d'avoir accepté de présider et d'examiner humblement ce travail

Une vive appréciation à :

Monsieur **TEFIEL Hakim**, Maitre de conférences à l'université de Tissemsilt, Je suis extrêmement honoré de vous avoir eu comme président du jury de soutenance de notre mémoire de fin d'études.

Madame **HALLAL Nouria**, Maitre de conférences à l'université de Tissemsilt, Je vous suis infiniment reconnaissant d'avoir accepté de juger notre travail.

A Monsieur **LAAGAB Djillali**, Maitre de conférence à l'université de Tissemsilt, et Monsieur **MERIANE Khaled**, Apiculteur professionnel, Je vous suis infiniment reconnaissant d'être présenté.

Nous souhaitons également exprimer nos remerciements à Monsieur **BOUROUIS Ramdhane** et Monsieur **MESBAH Walid**, responsables de la Bibliothèque, pour son assistance et sa patience inestimable à notre égard.

En cette occasion ultime, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers tous les enseignants et le personnel de notre université qui ont croisé notre chemin au cours de ces cinq années

Nous sommes reconnaissants envers tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Rien de tout cela n'aurait été possible sans vous.

Dédicace

Cher lecteur,

En ce jour mémorable où je présente mon document de fin d'études, je tiens à exprimer ma gratitude et ma reconnaissance envers toutes les personnes qui ont contribué à cette réalisation. Leur soutien inconditionnel et leur précieuse collaboration ont grandement enrichi mon parcours académique.

Tout d'abord, je souhaite dédier ce travail à mes parents, qui ont été mes piliers et ma source d'inspiration. Même si mon père bien-aimé nous a quittés, son amour, sa sagesse et ses valeurs continuent de guider mes pas chaque jour. J'espère que cette réussite leur apporte fierté et sérénité, où qu'ils soient.

Je tiens également à exprimer ma profonde reconnaissance envers mon encadreur, **Mohamed CHAHBAR** et ma Co-encadreuse **Asmaa HENNI**, dont l'expertise, la bienveillance et les conseils éclairés ont été d'une importance capitale tout au long de ce projet. La disponibilité et le dévouement ont été des atouts précieux qui ont permis de donner le meilleur de moi-même.

Je souhaite également adresser mes remerciements à mes collègues de l'université, **MORSLI Ramdhane, DJAOUI Abdelnacir, BOULEBANE Abdelkarim, BAROUD Chawki, RENANE Oussama, GAROU Ahmed** et **BELOUCIF Moustapha**. Leurs échanges fructueux, leurs discussions enrichissantes et leur esprit d'équipe ont contribué à rendre cette expérience universitaire inoubliable.

Un grand merci également à mes camarades de promotion de M2 Production Animale. Leur compagnie agréable, leur partage de connaissances et leur solidarité ont créé un environnement propice à l'apprentissage et à l'épanouissement personnel.

Je ne peux oublier mes chers amis, **Salim BENMOUSSA, MEHCHEM Reda, Abdelkader, Madjid, AIT HAMOU Messaoud, KRIM Abdelkader, GEURROUDJ Amine, NEGGAZ Imed eddine, AHFIR Rafik, MERRAGUEBE Yassine** et **KHELIF Ilyes**. Leur amitié sincère, leurs encouragements constants et leur présence bienveillante ont apporté de la joie et du réconfort dans les moments les plus exigeants de ce parcours.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à mon épanouissement académique et personnel. Votre soutien indéfectible a été un moteur essentiel dans ma réussite et je vous en suis profondément reconnaissant.

Que cette dédicace témoigne de ma gratitude et de mon respect envers chacun d'entre vous, et que nos chemins continuent à se croiser et à se nourrir mutuellement dans les années à venir.

Sincèrement,

BOUAMAMA Ahmed Abdelrahim

Dédicace

Les voix de la joie sont venues, et ce qui était hier un rêve s'est approché. Mon rêve tant attendu s'est approché, et les phrases se sont mélangées pour garder des souvenirs dans le cœur. Merci d'abord à Dieu, puis grâce à mon cher père, que Dieu ait pitié de lui Je suis sur le fauteuil de graduation, merci, mon père, et je n'oublie pas ceux qui sont restés debout à côté de moi et m'ont soutenu avec tous les détails de ma journée et de mes études, ma chère mère, que Dieu ait pitié de toi. Toutes les expressions d'amour ne décriront pas mon amour et ma joie de vous voir heureux

A ma très chère sœur **Sarah**, qui m'a aidée tout au long de ma carrière, je te remercie pour ton soutien, tes encouragements, ta présence et ton soutien tout au long de ce travail et dans ma vie. Je te souhaite, ainsi qu'à tes enfants, **Jinan et Wijdan**, une vie heureuse.

À tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé de près ou de loin à terminer ce travail : monsieur **Chahbar Mohamed**, et madame **Henni Asma**, merci.

Enfin, à ceux qui ont partagé avec moi mon parcours universitaire et tous les moments de joie et de tristesse, mes chers frères : **Sid Ahmed, Chawki, Abdou, Krimo, Oussama, Salah, Belhadj, Abdou, Amine, Yahia, Rahim, Amine, Houari**

Sincèrement,

MORSLI Ramdhane

Liste des figures :

Figure 1: La ruche Kenyane (Top-Bar).....	18	
Figure 2: La ruche a rayons fixes.....	19	
Figure 3: La ruche dans une boite.....	19	
Figure 4 : La ruche Dadant	21	
Figure 5 : La ruche langstroth.....	22	
Figure 6 : La ruche voirnot	23	
Figure 7 : La ruche layens	24	
Figure 8: La ruche warré	24	
Figure 9: Ruchette langstroth	25	
Figure 10 : Lève-cadre	25	
Figure 11 : Tenue de sécurité	26	
Figure 12 : Les gants	27	
Figure 13: Sangle cliquet	27	
Figure 14 : La cire gaufrée	28	
Figure 15 : Enfumoir	29	
Figure 16 : Les bottes	29	
Figure 17 : Attrape a pollen	30	
Figure 18 : Grille à reine	30	
Figure 19 : Grille d'entrée	31	
Figure 20 : La brosse	31	
Figure 21 : Extracteur	32	
Figure 22 : couteau	32	
Figure23 : Les ruches langstroth a 10 cadres	34	
Figure 24 : Combinaison de protection	35	
Figure 25 : Une ruche traditionnelle-moderne	36	
Figure26 : Une ruchette double compartiments	36	
Figure 27 : Enfumoir	37	
Figure28 : Outil de comptage de varroa	37	
Figure 29 : bouleversement des cadres vers la ruche traditionnelle-moderne	38	
Figure 30 : Préparation des nouveaux cadres	39	
Figure 31: Le cadre préparé	39	
Figure 32 : Choisir les cadres pour l'essaimage	Figure 33 : Saupoudrée de la farine	40
Figure 34 : L'essaimage artificiel		41
Figure 35 : Méthode de collecte de 300 abeilles	Figure 36 : L'outil de quantification de varroa	42
Figure 37 : Le comptage de varroa		42
Figure 38 : L'adaptation des abeilles envers la ruche traditionnelle moderne		46
Figure 39 : La force de fixation de cire		47
Figure 40 : Tiroir de nettoyage	Figure 41 : Tiroir de nettoyage	49
Figure 42 : Le choix des cadres pour l'essaimage		51
Figure 43 : Les cadres de l'essaimage	Figure 44 : Le contrôle des cadres	52
Figure 45 : Le comptage des varroas		55
Figure 46 : varroa collecté	Figure 47 : Varroa collecter	55

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Les dimensions de la ruche traditionnelle moderne par rapport à la ruche langstroth

Tableau 2 : Les dimensions de la ruchette doubles compartiments par rapport au ruchette langstroth

Tableau 3 : les comptes des résultats prévisionnels

Table des matières

I-	Introduction :	1
I-	L'abeille	6
I-1	Systématique et Biologie des abeilles	6
I-2	L'abeille sauvage et domestique	6
I-2-1	L'abeille sauvage:	6
I-2-2	L'abeille domestique :	6
I-3	Organisation sociale d'une colonie:	7
I-3-1	La reine :	8
I-3-2	Ouvrières :	9
I-4	La détermination des castes :	12
I-5	Les produits de la ruche :	12
I-5-1	Le miel :	12
I-5-2	La propolis :	13
I-5-3	La gelée royale :	13
I-5-4	La cire :	13
I-5-5	Le pollen :	14
I-5-6	Le venin:	14
I-6	L'hivernage :	14
I-	Matériel apicole :	17
I-1	Histoire de domestication.....	17
I-2	Les différents types de ruche.....	17
I-2-1	Ruche traditionnelle	17
I-2-2	Ruche moderne :	20
I-3	Les Outils utilisés en élevage moderne :	25
I-4	Les outils utilisés pour la récolte de miel	31
I-	Matériel et méthodes :	34
I-1	Matériel d'étude :	34
I-1-1	Les ruches langstroth:.....	34
I-1-2	La tenue de protection :	34
I-1-3	Le Nourrissement :	35
I-1-4	Une ruche traditionnelle-moderne :	35
I-1-5	La ruchette double compartiments :	36
I-2	Autres outils et accessoires :	36

I-3 Outil de quantification de varroa :	37
II- Méthodes de travail :	38
II-1 La ruche traditionnelle-moderne :	38
II-2 L'essaimage artificiel :	40
II-3 Traitement de varroa :	41
I- Résultats et Discussion :	44
I-1 Les dimensions de la ruche	44
I-1-1 Force de fixation :	46
I-1-2 Tiroir-lutte et nettoyage :	47
I-1-3 La ponte :	49
I-2 Les ruchettes double compartiment :	49
I-3 Comptage d'infestation de varroa :	52
Conclusion et perspectives :	57
Références bibliographique :	59
I- Annexes :	67
I-1 Annexe 1 :	67
I-2 Annexe 2	71

Introduction générale

I- Introduction :

L'apiculture a une longue histoire, qui remonte à l'Antiquité. La première preuve de l'apiculture vient de l'Égypte ancienne, où les abeilles étaient vénérées pour leur miel et leur cire d'abeille (Kerbastard *et al*, 2020). Les Égyptiens utilisaient des bâtons d'argile ou de paille pour abriter les abeilles et récolter le miel (Paterson et Cockle, 2008). La cueillette de miel sauvage est une activité traditionnelle en Afrique et est viable tant que la densité de population est faible et que la végétation naturelle utilisée par les abeilles est abondante. Mais elle a été largement remplacée par l'apiculture (Bradbear N, 2005). L'apiculture a une forte tradition dans de nombreuses zones rurales d'Afrique et joue un rôle important dans l'économie locale (Paterson *et al*, 2008). Les méthodes d'élevage se sont considérablement améliorées au cours du siècle dernier à mesure que la connaissance de l'apiculture se répandait (Biebuyck et Van den Abeele, 2019) Dans le même temps, cependant, la croissance démographique et la migration vers les zones rurales ont entraîné la dégradation de la végétation naturelle et le déclin de l'apiculture traditionnelle. L'introduction des abeilles est une pratique relativement nouvelle dans les Caraïbes et le Pacifique.

L'apiculture n'est pas seulement une source de produits naturels précieux, mais joue également un rôle important dans la pollinisation des cultures, contribuant ainsi à la production alimentaire mondiale. D'un point de vue global, la principale préoccupation des abeilles est leur rôle d'insectes pollinisateurs (Maghni, Louadi, 2017). L'élevage d'abeilles peut augmenter le rendement de nombreux fruits et céréales, et certains agriculteurs modernes se lancent eux-mêmes dans l'apiculture ou paient des apiculteurs pour qu'ils placent des ruches à proximité de leurs cultures (Paterson *et al*, 2008). De plus, le pollen collecté dans les pièges à pollen des ruches est utilisé dans les chaînes d'approvisionnement alimentaires complètes et biologiques et est utilisé localement comme complément alimentaire riche en protéines et est progressivement transformé en produit (Spécifique. 2020). Aussi, ce type d'élevage est connu par la gestion des abeilles pour produire du miel et d'autres produits apicoles, c'est une pratique qui remonte à des milliers d'années. Depuis lors, il est devenu une activité agricole importante dans de nombreuses régions du monde (Bradbear N, 2010).

Le miel a toujours été l'un des aliments les plus populaires. Pour les sociétés de chasseurs-cueilleurs, c'est encore aujourd'hui le seul édulcorant facilement disponible. De plus, l'homme utilise depuis longtemps d'autres produits issus des abeilles (Albertini, L. 2013). Les poussins, les stades larvaires des abeilles qui poussent dans les rayons de cire des ruches, ont traditionnellement été consommés comme une riche source de protéines (Paterson *et al*, 2008). L'apiculture se justifie principalement par l'extraction du miel. Le miel est utilisé comme édulcorant, aliment et agent

levant dans la bière au miel. De plus, le miel est un produit qui peut être facilement échangé contre de l'argent ou utilisé comme dot ou cadeau (Rougerie, L. 2014).

Le miel est également de plus en plus demandé pour ses propriétés médicinales et cosmétiques (Beldi *et al.*, 2021). De plus, la production de miel produit un sous-produit intéressant, la cire d'abeille. La cire d'abeille a une durée de conservation et peut être utilisée localement dans la fabrication de bougies, mais elle est souvent vendue en raison de sa valeur relativement élevée (Paterson et Cockle, 2008). La propolis, une substance ressemblant à de la gomme récoltée par les abeilles, notamment sur les arbres, est également de plus en plus utilisée et devient un produit de plus en plus commercialisé en raison de son degré de sophistication croissante (Bradbear, N, 2010).

Cependant, l'apiculture est confrontée à de nombreux défis, notamment les maladies des abeilles, les changements environnementaux, la dégradation de l'habitat et les pressions économiques (Paterson et Cockle, 2008). C'est pour cette raison que l'apiculture moderne vise à contribuer activement pour l'amélioration des conditions de vie des apiculteurs et l'économie rurale environnante en pollinisant les cultures et en stimulant le commerce (Ladjani et Rahni, 2018). Une industrie apicole dynamique a un impact positif sur les communautés locales, y compris celles qui transforment ou vendent des produits apicoles et celles qui fabriquent du matériel apicole (Bradbear, N. 2010). Dans certaines régions, l'apiculture occupe une place importante dans l'économie locale, voire nationale, comme l'Angola, l'Éthiopie et la Tanzanie, qui sont tous les plus grands exportateurs mondiaux de cire d'abeille (Paterson *et al.*, 2008). Les exportations de miel africain sont limitées en raison de volumes insuffisants et de prix non compétitifs sur le marché international (Hugon, P. 2010). Le miel africain est souvent mal géré par les producteurs ou les intermédiaires, ce qui peut conduire à un miel trouble contenant du pollen, un goût et une couleur dégradés (Imbreckx, 2023). Bien que la qualité du miel africain soit comparable à celle du miel d'autres parties du monde, il est souvent plus cher en raison de sa petite structure de production et de sa chaîne de distribution plus longue. La concurrence et la demande des brasseurs pour l'utilisation du miel dans la fabrication de bières africaines traditionnelles peuvent affecter le prix et la qualité du miel, car les brasseurs préfèrent souvent utiliser du miel provenant de vieux rayons pour faciliter la fermentation et améliorer le goût. (Paterson et Cockle, 2008).

La forme des équipements apicoles tels que les ruches peut avoir un impact majeur sur la production de miel et d'autres produits de la ruche. Les plus couramment utilisées sont certaines ruches traditionnelles et modernes à savoir Langstroth et Dadant. Cependant, d'autres formes, telles que les ruches Warré ou les ruches horizontales, gagnent en popularité. Plusieurs études ont

montré que ces ruches alternatives peuvent avoir un impact positif sur la santé et le bien-être des abeilles et augmenter la production apicole, notamment en offrant aux abeilles une meilleure ventilation et un environnement plus naturel. Cependant, on se demande également si ces ruches alternatives fourniront une protection adéquate contre les risques naturels et les prédateurs, tout en facilitant une gestion efficace des colonies. Il est donc important de poursuivre les recherches sur l'impact de la forme d'équipement apicole sur la production apicole et la santé des abeilles en comparant différents types de ruches et en tenant compte des besoins spécifiques de chaque colonie d'abeilles.

De plus, le choix du matériel apicole peut également avoir un impact sur la durabilité environnementale de l'apiculture. Alors que les ruches traditionnelles sont souvent fabriquées à partir de matériaux non durables tels que le plastique et le bois traité chimiquement, les ruches alternatives peuvent être fabriquées à partir de matériaux plus respectueux de l'environnement tels que le bois non traité et le carton. De plus, certaines formes de ruches alternatives peuvent réduire les coûts de production en permettant une gestion plus naturelle des colonies d'abeilles (utilisation de méthodes apicoles plus respectueuses de l'environnement et des besoins des abeilles). Contrairement aux méthodes d'apiculture traditionnelles, qui peuvent être denses et stressantes pour les colonies d'abeilles, une gestion plus naturelle vise à créer un environnement plus proche de leur habitat naturel, de leur santé, de leur bien-être et de leur productivité, tout en maximisant Réduire l'impact négatif sur l'environnement, sans avoir recours à des produits chimiques ou à des mesures d'entretien coûteuses.

De ce fait, l'impact des équipements apicoles sur la production de miel et la santé des abeilles est une grande préoccupation pour les apiculteurs et les scientifiques. Choisir le meilleur équipement apicole pour maximiser la production de miel et promouvoir la durabilité environnementale et la santé des abeilles nécessite une comparaison approfondie entre les différents types de ruches, tout en tenant compte des besoins spécifiques de chaque colonie.

Dans cette étude, nous visons à créer une nouvelle ruche dite traditionnelle-moderne, et comme son nom l'indique, traditionnelle par rapport la forme extérieure et moderne par rapport la mobilité des cadres et la possibilité de contrôle à l'intérieur de la ruche. Cette ruche est faite pour répondre aux exigences des apiculteurs d'une part, maximiser la production en limitant les pertes de colonies, et aux besoins des abeilles d'une autre part. Aussi, elle est modernisée par des capteurs pour servir à contrôler et maintenir les facteurs environnementaux, particulièrement la température et l'humidité relative à l'intérieur des colonies d'abeilles. La deuxième partie de ce travail vise à tester la réussite de l'essaimage artificiel en utilisant une ruchette dite double compartiment.

Nous avons trouvé utile de diviser ce document en deux parties. La première partie porte sur les données bibliographiques concernant l'organisation des abeilles à l'intérieur de la ruche et le matériel utilisé en élevage apicole. Tandis que la deuxième partie est consacrée pour détailler la méthodologie de travail, ainsi pour illustrer les résultats obtenus avec leurs discussions. Enfin, ce document se termine par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre 1

Organisation de la ruche

I- L'abeille

I-1 Systématique et Biologie des abeilles :

Les abeilles mellifères sont membres de l'ordre des hyménoptères, une classe d'insectes qui font partie de la sous-classe des Pteroptera et du superordre des Longoptera. Les hyménoptères sont une commande diversifiée d'insectes, comprenant une estimation actuelle de plus d'un million d'espèces. Ils sont considérés comme très bénéfiques pour l'homme, car ils jouent un rôle essentiel en tant que pollinisateurs et auxiliaires des cultures (Bouakaz *et al*, 2021). Cependant, certains hyménoptères sont également des prédateurs de plantes ou des gardiens forestiers dans leur habitat naturel. Les hyménoptères sont le deuxième plus grand ordre d'insectes après les coléoptères en termes de diversité. Leur taille varie de 0,1 mm à 10 cm, et ils ont quatre ailes membraneuses partiellement couplées, qu'ils mâchent et lèchent pour se nourrir (Cochin, J, 1996). Leur tête est séparée du thorax par un cou fin et mobile, et leur thorax postérieur est court et se connecte au premier segment abdominal, formant ainsi la partie médiane de leur corps (Cochin, J, 1996). Les hyménoptères comprennent des herbivores, des pollinisateurs et la plupart des insectes qui jouent un rôle clé dans le maintien de l'équilibre naturel. La plupart des espèces d'hyménoptères sont des guêpes parasitoïdes (représentant 43 % des espèces d'hyménoptères décrites), ainsi que des prédateurs. On estime que le nombre réel d'espèces d'hyménoptères dans le monde se situe entre 1 et 3 millions, regroupées en une centaine de familles, et de nombreuses espèces restent encore à décrire ou à découvrir (Bouakaz *et al*, 2021).

I-2 L'abeille sauvage et domestique :

I-2-1 L'abeille sauvage:

Les abeilles sauvages, contrairement aux abeilles mellifères, n'ont pas de reine et ne produisent pas de miel. Elles travaillent de manière indépendante, collectant du nectar qu'elles mélangent soigneusement avec du pollen pour former des globules alimentaires, qui sont ensuite stockés dans les cellules de leur tunnel pour être utilisés par les futures générations (McGregor, SE. 1976). Les abeilles sauvages jouent un rôle crucial dans la biodiversité et assurent la pollinisation. Elles sont d'un grand intérêt dans les écosystèmes naturels ainsi que dans l'agriculture durable. En fait, de nombreuses études ont démontré que les abeilles sont les pollinisateurs les plus efficaces. (McGregor, SE. 1976).

I-2-2 L'abeille domestique :

L'abeille algérienne, appartenant à la lignée africaine, est représentée par deux sous-espèces : *Apis mellifera intermissa* (Buttel-reepen, 1906), et *Apis mellifera sahariensis* (Baldensperger, PJ.1932).

La race intermissa est la plus répandue et se trouve dans toute l'Afrique du Nord. Sa position systématique est la suivante :

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Mandibulata

Classe: Insecta

Sous-classe: Pterygota

Ordre: Hymenoptera

Sous-ordre: Apocrita

Section: Aculeata

Super famille: Apoidea

Famille: Apidae

Genre: Apis

Espèce: Apis mellifera

Sous-espèce: Apis mellifera intermissa (Buttel-Reepen, 1906).

I-3 Organisation sociale d'une colonie:

Les abeilles domestiques sont des insectes eusociaux, ce qui signifie qu'un individu seul ne peut pas survivre sans la colonie entière. La société des abeilles est structurée en trois castes : la reine, les ouvrières et les faux bourdons. (Clément H, 2009). La reine est responsable de la reproduction et de la ponte des œufs, tandis que les ouvrières sont responsables de la collecte de nourriture, de la construction de la ruche et de la protection de la colonie. Les faux bourdons, quant à eux, sont les mâles de la colonie et leur rôle principal est de s'accoupler avec la reine (Clément H, 2009).

Le nombre de la population d'abeilles domestiques peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que le climat, la sous-espèce d'abeilles et la quantité de ponte de la reine, ainsi que la taille et le stade de développement de la colonie (Le Conte, Y. 2004). De plus, la saison et l'état de santé de la colonie peuvent également influencer le nombre d'abeilles présentes (Frères et Guillaume, 2011).

I-3-1 La reine :

Effectivement, la reine est reconnaissable par son thorax plus développé que celui des ouvrières (Le conte, Y. 2004). En moyenne, elle mesure environ 16 mm de longueur et son thorax atteint 4,5 mm de diamètre (Biri, M. 2010). Son poids varie généralement entre 178 et 298 mg (Wendling, P. 2012). Et elle peut vivre en moyenne de 4 à 5 ans (Clement *et al.* 2006). La principale fonction de la reine est de pondre des œufs, mais elle assure également la régulation des activités de la colonie en sécrétant des phéromones produites par ses glandes mandibulaires, ce qui stimule la production de cire, inhibe la construction d'alvéoles royales et le développement ovarien des ouvrières (Le conte, Y. 2004).

I-3-1a La naissance des reines :

Le processus de la naissance des reines est cruciale pour la survie de la colonie, car la reine actuelle vieillit et doit être remplacée régulièrement (Rogel, J. 2017). Les ouvrières peuvent déclencher la naissance de nouvelles reines si elles estiment que la reine actuelle ne répond plus aux besoins de la colonie ou qu'elle est en fin de vie. Ce processus est un exemple fascinant de l'organisation sociale des abeilles et de la façon dont elles assurent leur survie à long terme (Philippe, JM. 2007).

I-3-1b Le vol nuptial (Le vol de fécondation des reines):

Le terme "vol nuptial" est utilisé pour décrire le processus de reproduction chez les abeilles (Mouassa, S, 2018). Il s'agit de la première fois où une jeune reine quitte la ruche où elle est née quelques jours auparavant. Pendant son vol, la reine s'accouple avec un ou plusieurs mâles, ce qui lui permettra de pondre des œufs pour le reste de sa vie au sein de la colonie (Hummel, R, 2018).

I-3-1c La ponte :

En effet, la génétique d'une reine joue un rôle crucial dans son potentiel reproductif et dans la performance de la colonie qu'elle dirige. Des études ont montré que le génome d'une reine influence plusieurs paramètres de sa qualité, tels que son poids, le nombre d'ovarioles dans ses ovaires, la taille de sa spermathèque, le nombre de spermatozoïdes dans sa spermathèque, et le moment où elle commence à pondre (Hoopingarner et Farrar 1959, Dodologlu et Gene 2003, Facchini *et al.* 2021). La génétique d'une reine a également un impact sur la performance globale de la colonie. En effet, certains critères de performance, tels que la production de miel, le développement de la colonie au printemps, le comportement hygiénique et la consommation de nourriture pendant l'hiver, sont influencés par la génétique et sont héréditaires. Ainsi, la qualité d'une reine est largement dépendante de son bagage génétique, ce qui souligne l'importance de la sélection génétique dans l'élevage des abeilles domestiques pour améliorer la performance des colonies (Maucourt *et al.* 2020).

I-3-2 Ouvrières :

Les ouvrières, qui sont les femelles stériles de la colonie, sont généralement plus petites que la reine, mesurant en moyenne entre 10 et 12 mm de longueur et ayant un diamètre de thorax d'environ 4 mm (Biri, M. 2010). Elles ont un poids compris entre 81 et 151 mg (Wendlinger, P. 2012). La durée de vie des ouvrières varie en fonction de la saison. Les abeilles nées au printemps et en été vivent généralement environ 40 jours, soit entre 3 et 6 semaines, tandis que les abeilles d'hiver survivent jusqu'au printemps suivant, soit 4 à 5 mois (Le Conte, Y. 2004).

Au sein de la colonie, les ouvrières ont une organisation basée sur un polythéisme d'âge, ce qui signifie qu'elles changent de tâches au fur et à mesure de leur vie (Bagehot, W, 1873). Les plus jeunes ouvrières s'occupent du nettoyage des alvéoles pendant les 3 à 4 premiers jours de leur vie. Ensuite, elles deviennent nourrices des larves et de la reine pendant environ 5 à 10 jours, ainsi que des autres tâches telles que la ventilation, l'hygiène et la garde de la colonie jusqu'à environ 11 à 22 jours (Winston, ML, 1987). Certaines ouvrières se transforment en butineuses à partir d'environ 25 jours jusqu'à leur mort. Les butineuses sont responsables de la récolte de pollen, d'eau, de propolis et de nectar. Une particularité des ouvrières est leur capacité à changer de tâches en cas de besoin, notamment en reprenant d'autres fonctions en cas de désorganisation de la colonie (Winston, ML. 1987).

I-3-2a La répartition des tâches chez les ouvrières :

Les abeilles ouvrières sont les membres les plus nombreux de la colonie, et elles sont responsables de toutes les activités nécessaires à la survie de la ruche. Elles prennent soin des larves, construisent les rayons, et récoltent la nourriture (Winston, ML. 1993). Au fil de leur vie, chaque ouvrière exécute environ dix tâches différentes. Les jeunes abeilles commencent par les tâches à l'intérieur de la ruche, telles que la nourriture et le nettoyage (Fekik et Sehad, 2022), tandis que les tâches plus extérieures, telles que la collecte de nectar et de pollen, ne sont effectuées que plus tard dans leur vie. (Winston, ML. 1993).

Nettoyeuse du 1er au 3ème jour:

L'abeille nettoyeuse est un type d'abeille ouvrière spécialisée dans le nettoyage de la ruche. Elle est chargée de retirer les débris et les corps morts des larves et des adultes de la colonie. (Clement *et al*, 2002).

Nourrice : à partir du 3ème jour :

La nourrice est également un type d'abeille ouvrière spécialisée, mais dans l'alimentation et les soins des larves. Les abeilles nourrices produisent de la gelée royale, une substance riche en protéines qui

est utilisée pour nourrir les larves pendant les premiers jours de leur vie. Elles nourrissent également les larves avec du miel et du pollen, et prennent soin de leur hygiène en enlevant les déchets et les larves mortes. (Lindauer, M. 1952).

Les abeilles nourrices sont généralement plus jeunes que les autres abeilles de la colonie et ont des glandes hypopharyngiennes développées qui leur permettent de produire la gelée royale. En général, elles travaillent dans la partie centrale de la ruche, où se trouve le couvain. (Plainter *et al.* 1966)

Le rôle des abeilles nourrices est crucial pour la survie de la colonie, car elles sont responsables de l'élevage des futures générations d'abeilles. Sans leur soin attentif, les larves ne se développeraient pas correctement et la colonie ne serait pas en mesure de se maintenir (Fekik et Sehad, 2022).

Bâtisseuse ou Cirière : à partir du 12ème jour :

La Bâtisseuse ou Cirière est un autre type d'abeille ouvrière spécialisée, qui est responsable de la construction et de la réparation des rayons de la ruche. Elle utilise de la cire produite par ses glandes cirières pour construire les alvéoles hexagonaux dans lesquels la colonie stocke le miel, le pollen et le couvain (Clement, H. 2009).

La Bâtisseuse commence son travail en nettoyant la zone où le rayon sera construit, puis elle crée une série d'alvéoles qui sont alignées et fixées ensemble pour former une structure solide. Elle travaille en collaboration avec d'autres abeilles cirières pour construire des rayons complets, qui peuvent être utilisés pour stocker de la nourriture ou pour élever des larves (Fekik et Sehad, 2022).

Le rôle de la Bâtisseuse est également essentiel pour la survie de la colonie, car elle permet de stocker suffisamment de nourriture et de fournir un endroit sûr pour le développement du couvain. Sans les compétences de construction et de réparation de la Bâtisseuse, la ruche ne pourrait pas être maintenue en bon état de fonctionnement (Clement, H. 2009).

Ventileuses à partir du 16eme jour :

Les Ventileuses sont des abeilles ouvrières qui jouent un rôle important dans la régulation de la température et de l'humidité de la ruche. Elles sont spécialisées dans la ventilation de la ruche pour maintenir des conditions de vie optimales pour la colonie (Fekik et Sehad, 2022).

Les Ventileuses sont capables de créer un flux d'air à travers la ruche en battant rapidement leurs ailes, ce qui permet de faire circuler l'air frais dans la ruche et de faire sortir l'air chaud et vicié. Elles travaillent en collaboration avec d'autres abeilles qui collectent l'eau nécessaire pour maintenir une humidité adéquate dans la ruche (Clement, H. 2009).

Magasinière à partir du 16ème jour :

Les Magasinières sont des abeilles ouvrières qui sont responsables du stockage des réserves alimentaires de la colonie. Elles sont spécialisées dans le stockage et la distribution de la nourriture dans la ruche (Le Conte et Albouy, 2014).

Gardiennes à partir du 18ème jour :

Les Gardiennes sont des abeilles ouvrières qui assurent la sécurité de la ruche. Elles se tiennent à l'entrée de la ruche et contrôlent les abeilles qui entrent et sortent de la colonie. Les Gardiennes sont capables de détecter les intrus, tels que les frelons, les guêpes et les abeilles étrangères, qui peuvent être une menace pour la colonie (Warré, E. 1948).

Butineuse à partir du 21ème jour :

Les Butineuses sont des abeilles ouvrières chargées de la récolte de nectar, de pollen, d'eau et de résines pour la colonie. Elles sont responsables de la pollinisation des fleurs et jouent ainsi un rôle important dans la reproduction des plantes. Les Butineuses parcourent souvent de longues distances pour trouver des sources de nourriture et peuvent visiter des centaines de fleurs en une seule sortie (Corbet *et al.* 1982).

I-3-3 Faux-bourdon :

Les faux-bourdons (FB) sont les mâles de la colonie d'abeilles. Leur unique fonction est de féconder la reine lors du vol nuptial. Les faux-bourdons ont un corps massif, avec un diamètre de thorax d'environ 5,5 mm et une longueur pouvant atteindre entre 12 et 14 mm (Biri, M. 2010). Ils sont plus gros que les ouvrières. Leur poids varie entre 196 et 225 mg (Wendling, P. 2012), ce qui les rend plus lourds que les ouvrières.

Contrairement aux ouvrières, les faux-bourdons sont dépourvus de dard, de plaques cirières et du système collecteur de pollen de la troisième paire de patte (Aribi et Cheradid, 2020). En revanche, leurs yeux composés sont nettement plus développés, avec environ 7500 facettes, comparées à environ 4500 chez les ouvrières. Cela leur permet de repérer une reine à grande distance, ce qui est essentiel pour leur rôle de fécondation (Le Conte, Y. 2004).

La durée de vie moyenne des faux-bourdons est d'environ 50 jours. Ils sont présents dans la colonie au printemps et en été, lorsqu'il y a besoin de féconder de nouvelles reines lors du vol nuptial (Bouacem et sifouane, 2016).

I-4 La détermination des castes :

Effectivement, la détermination du sexe mâle ou femelle chez les abeilles est liée à la fécondation de l'œuf pondu par la reine (Fischer J, 1979). La reine est capable de reconnaître les différentes cellules dans la ruche, que ce soit des cellules destinées à devenir des femelles (reines ou ouvrières) ou des mâles (faux-bourdons), grâce à ses pattes antérieures (Winston, ML. 1993). En fonction du type de cellule, la reine pondra un œuf diploïde ($2n=32$) dans une cellule destinée à devenir une femelle, ou un œuf haploïde ($n=16$) dans une cellule destinée à devenir un mâle.

L'alimentation et l'hormone juvénile jouent un rôle clé dans la détermination des castes chez les abeilles à partir d'une même larve (Bruneau, 2004). La qualité et la quantité de nourriture donnée aux larves sont des facteurs déterminants. Les larves destinées à devenir des reines sont exclusivement nourries de gelée royale pendant toute leur période larvaire (Bouakaz *et al*, 2021). Les larves destinées à devenir des ouvrières et des mâles, quant à elles, reçoivent une alimentation contenant plus de miel et de pollen, et moins de gelée royale, à mesure qu'elles grandissent (Le conte, Y. 2011). Ces différences dans l'alimentation et l'hormone juvénile reçues par les larves influencent leur développement et déterminent leur destinée en tant que mâle ou femelle dans la colonie d'abeilles. C'est ainsi que la reine peut contrôler la proportion de mâles, de femelles et d'ouvrières dans la colonie en fonction de ses besoins et des conditions environnementales (Le conte, Y. 2011).

I-5 Les produits de la ruche :

Une ruche est une véritable usine à trésors.

I-5-1 Le miel :

La substance douce naturelle produite par les abeilles à partir du nectar des fleurs est le miel. Les abeilles collectent le nectar des fleurs à l'aide de leur langue (proboscis) et le transportent dans leur jabot, une poche située dans leur abdomen (Marchenary P, 1988). Dans le jabot, le nectar est mélangé avec des enzymes produites par les abeilles pour le transformer chimiquement. Ce processus de transformation du nectar en miel est appelé la "maturation du miel" (FAO, 2001).

Une fois que le nectar a été transformé en miel dans le jabot, les abeilles le stockent dans les rayons de la ruche, dans des cellules spéciales appelées "alvéoles" (Abdallah et Saber, 2017). Les abeilles ventilent les alvéoles avec leurs ailes pour évaporer l'humidité du miel et le concentrer (Karbestard *et al*, 2020). Une fois que le taux d'humidité du miel est suffisamment bas (environ 18%), les abeilles operculent les alvéoles avec de la cire d'abeille pour le protéger de l'humidité et le conserver (FAO, 2001).

I-5-2 La propolis :

Une substance collante collectée par les abeilles à partir de plantes, puis utilisée pour sceller les fissures dans les ruches (Bankova, V. 1999). Il est vrai que les abeilles utilisent également de la propolis, une substance collante collectée à partir de plantes, pour sceller les fissures dans les ruches (Thang, TTN, 2022). La propolis est fabriquée par les abeilles à partir de la résine collectée sur les bourgeons et l'écorce de certains arbres, Les abeilles mélangent la propolis avec de la cire d'abeille, du pollen et d'autres substances pour créer une résine collante et aromatique (Bankova, V. 1999). Les abeilles utilisent la propolis pour diverses fonctions dans la ruche, notamment pour colmater les fissures, les trous et les ouvertures indésirables (Larek et Hafed, 2022). Elles utilisent également la propolis pour renforcer la structure de la ruche et la protéger contre les intrusions d'insectes, de parasites et de microbes, car elle a des propriétés antimicrobiennes et antifongiques naturelles. La propolis est donc un matériau de construction important pour les abeilles, qui contribue à maintenir la ruche propre, saine et bien isolée (Bankova, V. 1999).

I-5-3 La gelée royale :

La gelée royale, un produit gélatineux et blanc, est fabriquée exclusivement par les glandes hypopharyngées des abeilles ouvrières dans la ruche (Alexandre et Cuvillier, 2015). Elle est utilisée pour nourrir les jeunes larves ainsi que la reine adulte (FAO, 2001). C'est une substance hautement nutritive pour les abeilles, riche en protéines, sucres, acides aminés, vitamines et minéraux. Les abeilles ouvrières transforment le nectar et le pollen collectés en gelée royale dans leurs glandes hypopharyngées (Djabelkhier et Le hacani, 2017), qu'elles utilisent pour nourrir les larves pendant les premiers jours de leur vie, et pour alimenter exclusivement la reine adulte tout au long de sa vie (FAO, 2001). La gelée royale est également utilisée dans l'industrie cosmétique et des compléments alimentaires en raison de ses potentielles propriétés bénéfiques pour la santé humaine (Amiar et Aouicha, 2020). Cependant, sa production est limitée et elle est souvent considérée comme un produit de luxe en raison de sa rareté et de la complexité de son processus de fabrication (FAO, 2001).

I-5-4 La cire :

La cire est une substance résistante à l'oxydation produite par les abeilles dans leurs glandes de cire (Bouchama et Djaouani, 2015). Les abeilles utilisent la cire comme matériau de construction pour construire leurs peignes dans la ruche. La production de cire est la plus importante pendant la phase de croissance des colonies d'abeilles, et elle est essentielle pour la construction et la structure de la ruche (Bogdanov S., 2001). Les abeilles la sécrètent à partir de leurs glandes de cire et l'utilisent pour façonner les cellules hexagonales qui composent les peignes où elles stockent le miel, le pollen et les larves (Catays G, 2016). La cire d'abeille est largement utilisée dans diverses applications

industrielles et cosmétiques en raison de ses propriétés uniques, notamment sa résistance à l'oxydation et sa polyvalence en tant que matériau de construction naturel (Bogdanov S., 2001).

I-5-5 Le pollen :

Le pollen est une substance produite par les organes mâles des fleurs, et qui contient des protéines, des lipides, des glucides, des vitamines et des minéraux essentiels pour la croissance et la reproduction des plantes (Cane, J. 2016). Les abeilles collectent le pollen en volant de fleur en fleur, et en le stockant dans des sacs spéciaux situés sur leurs pattes arrière (Lobsenz N, 1960). Les abeilles utilisent le pollen pour nourrir leur colonie, en particulier pour la maturation des œufs et le développement des larves (Cane, J. 2016). Les protéines contenues dans le pollen sont essentielles pour la production de la gelée royale, une substance nutritive qui est produite par les glandes des abeilles nourricières et qui est donnée aux larves pendant leurs premiers jours de vie (Chaima *et al*, 2019).

Couvert végétale :

Le mot mellifère vient du latin « mellis », qui signifie miel. Les plantes à nectar ont développé des systèmes reproducteurs très efficaces au cours de leur évolution. Elles produisent de la matière récoltée par les insectes butineurs, qui est transformée en miel (Louveaux, J. 1958). Le nom de plantes mellifères est attribué à toutes les plantes qui produisent du nectar et fournissent du pollen et de la propolis (Louveaux, J. 1958).

I-5-6 Le venin:

Le venin d'abeille est un liquide transparent, sans odeur et composé d'eau, produit par deux glandes situées dans l'aiguillon des abeilles ouvrières (Hameurlaine H, 2019). Ce venin est connu pour ses propriétés bénéfiques dans le traitement de diverses affections (FAO, 2001).

I-6 L'hivernage :

L'hivernage chez l'abeille est une période cruciale pour la survie de la colonie (Levesque M, 2022). Pendant cette période, les abeilles se préparent à affronter les rigueurs de l'hiver en mettant en place plusieurs stratégies adaptatives. Les abeilles ouvrières collectent et stockent des réserves de pollen et de miel dans les rayons de la ruche, afin d'avoir suffisamment de nourriture pour la période de disette hivernale (Delaplane *et al*, 2000). Elles forment également une grappe compacte autour de la reine, afin de maintenir la chaleur à l'intérieur de la ruche et de maintenir la température optimale pour leur survie (Perrin et Cahé, 2009). Les abeilles réduisent également leur activité métabolique, ralentissant ainsi leur consommation de nourriture et minimisant les pertes d'énergie (Delaplane *et al*, 2000). Les abeilles font également preuve d'une grande solidarité, prenant soin les unes des autres et s'assurant que toutes les abeilles de la colonie sont en mesure de passer l'hiver en sécurité (Maire et Laffly,

2015). L'hivernage chez l'abeille est donc une période complexe et bien orchestrée, au cours de laquelle les abeilles mettent en œuvre une série de comportements adaptatifs pour survivre aux conditions hivernales et garantir la survie de leur colonie (Delaplane *et al*, 2000).

Chapitre 2

Matériel apicole

I- Matériel apicole :

I-1 Histoire de domestication

Jusqu'à la fin du Moyen Âge, le miel était la principale source de sucre en Europe et était produit en grande partie pour répondre aux besoins de cire pour les cierges rituels de l'Église. Les ecclésiastiques s'intéressaient donc traditionnellement à l'apiculture (Von Frish, K. 1969). Jusqu'en 1851, les abeilles étaient élevées dans des ruches fixes, qui étaient soit des troncs évidés soit des cloches de tortillons de paille de seigle serrée superposés et liés ensemble par de l'écorce de ronce ou de chèvrefeuille. Les plus anciennes figurations de ces ruches ont été découvertes sur des chapiteaux à Vézelay (1120-1138) et à Cluny (1150). Les ruches étaient vidées tous les deux ans, après avoir tué l'essaim en l'enfumant (Von Frish, K. 1969). Le miel sauvage était également récolté dans les forêts dans les troncs d'arbres morts. La plus ancienne représentation de chasseurs de miel date de 30 000 avant Jésus-Christ et est visible jusqu'à ce jour à la Cueva de l'Arama (Valencia). Les plus anciennes gravures de ruches remontent à 5 000 ans et ont été découvertes dans des tombes royales et des temples égyptiens (Choquet, 1978 et Gagnon, 1987).

I-2 Les différents types de ruche

I-2-1 Ruche traditionnelle :

C'était basée sur l'utilisation des substances naturelles pour la construction des ruches, particulièrement en apiculture traditionnelle les apiculteurs ont utilisé la paille le tronc comme matériaux de construction (Riche M, 2007). Ils existent plusieurs types de ruches traditionnelles dont nous citons les principales qui sont la ruche kenyane, la ruche à rayons fixes ; la ruche dans une boîte ...etc. (Levent *et al*, 2005).

I-2-1a Ruche kenyane :

La photo présentée dans la Figure () montre une ruche appelée "top-bar" ou à barrettes supérieures, utilisée au Kenya (Kerbastard *et al*, 2020) (La figure 1). Cette ruche a la forme d'une caisse en forme d'auge, avec des parois latérales évasées qui forment un angle d'environ 115° avec le fond. Elle est recouverte de barrettes ou de bâtonnets ronds régulièrement espacés, et est constituée d'un plateau de fond, de deux parois latérales, d'une paroi avant et d'une paroi arrière (Levent *et al*, 2005). Les fentes de 1 x 15 cm faites dans les parois latérales servent de trou de vol, tandis que la partie saillante du plateau sert de planchette de vol pour les abeilles (Paterson *et Cockle*, 2008). Les barrettes ou bâtonnets doivent faire 48 cm de long et doivent être placés à une distance égale les uns des autres, en utilisant des clous ou des barrettes d'espacement (Levent *et al*, 2005). La distance de centre à

centre des barrettes doit être égale à l'écartement des rayons spécifique à l'espèce d'abeilles exploitée. Il est important que les barrettes soient à la bonne largeur pour ne pas perturber la colonie pendant l'inspection. Le couvercle doit être fait avec un matériau qui protège contre la lumière, le soleil et la pluie, et la ruche doit être suspendue entre deux arbres ou deux poteaux avec du fil de fer solide pour la protéger contre les prédateurs. La ruche doit être peinte en blanc pour la protéger contre la chaleur excessive (Cockle et Paterson, 2008). Il est possible de faire une ruche moins coûteuse en utilisant une boîte en carton recouverte de bouse de vache, d'argile ou d'un mélange des deux, ou en construisant une ruche avec des bâtonnets droits assemblés avec du fil de fer et recouverts d'un mélange de bouse de vache et d'argile (Paterson et Cockle, 2008). Un autre type de ruche top-bar, appelé ruche top-bar tanzanienne, a des parois latérales droites et ne peut être utilisé que pour les colonies d'abeilles qui n'attachent pas leurs rayons aux parois (Levent *et al*, 2005).

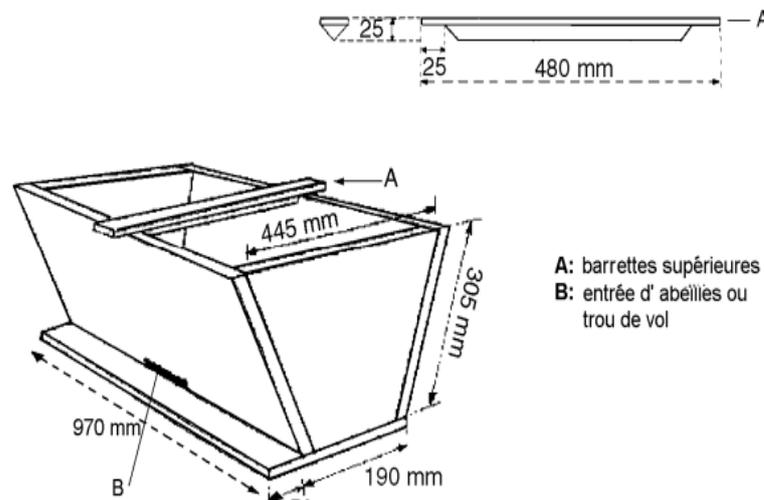


Figure 1: La ruche Kenyane (Top-Bar) (Paterson *et al*. 2008)

I-2-1b Ruche à rayons fixes :

On peut fabriquer ces ruches à partir d'un tronc d'arbre évidé, d'une caisse en bois, d'un pot en terre ou d'un contenant en métal (Mestre et Roussel, 2005). Les abeilles occupent tout l'espace disponible en construisant des rayons qui adhèrent au plafond et aux parois latérales de la ruche, rendant impossible leur retrait individuel. Pour récolter le miel, il est nécessaire de retirer une paroi de la ruche et de briser ou couper les rayons de miel (Segren *et al*, 2004) (La figure 2).

Les ruches à rayons fixes présentent plusieurs avantages. Tout d'abord, elles sont bon marché et faciles à construire, ce qui les rend accessibles à un plus grand nombre d'apiculteurs (Levent *et al*, 2005). De plus, elles sont souvent suspendues dans un arbre et recouvertes d'une couche de boue, ce qui les rend moins sujettes aux perturbations par les fourmis, les rats et autres prédateurs. Enfin,

l'apiculteur n'a pas besoin de perturber constamment la colonie, ce qui peut réduire le stress des abeilles (Bradbear N, 2010). Cependant, les ruches à rayons fixes présentent également des inconvénients. Tout d'abord, la colonie ne peut pas être visitée, ce qui peut rendre difficile la surveillance de son état de santé (Levent *et al*, 2005). De plus, lors du découpage des rayons de miel, les rayons de couvain ne peuvent pas être réinsérés, ce qui entraîne leur perte. Enfin, l'essaimage et le remplacement de la reine sont des événements difficiles à prévenir dans ce type de ruche (Fresnaye J, 1960).

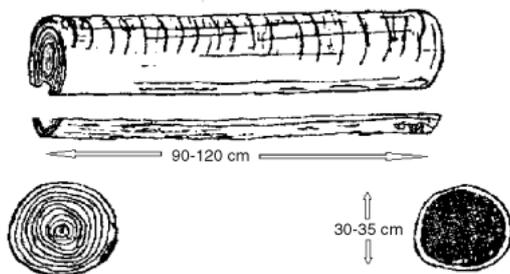


Figure 2: La ruche a rayons fixes (Paterson *et al*. 2008)

I-2-1c Ruche dans une boîte :

Les ruches à rayons fixes améliorées comportent une ou plusieurs planches mobiles qui permettent d'accéder à un ou plusieurs côtés de la ruche pour l'inspection et l'observation du développement de la colonie (Person Y, 1953). Cette conception permet également de ne découper que les rayons de miel et de laisser les rayons de couvain intacts. La colonie construit de nouveaux rayons de miel et continue de se développer (Levent *et al*, 2005) (La figure 3).

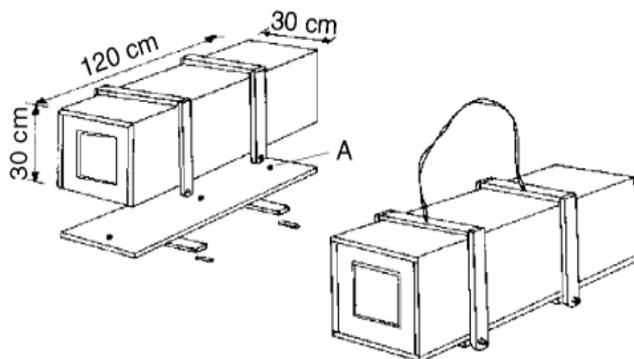


Figure 3: La ruche dans une boîte (Paterson *et al*. 2008)

I-2-2 Ruche moderne :

Par rapport aux anciennes ruches à tronc ou à paille, la ruche actuelle est un équipement supérieur et plus efficace (Paterson et Cockle, 2008). L'objectif principal de sa conception est de rendre la gestion des abeilles et la production la plus pratiques. Fabriqué généralement en bois, il est doté de cadres amovibles qui permettent aux apiculteurs d'inspecter facilement les colonies. (Leven *et al*, 2005). De plus, certaines ruches modernes sont équipées de régulateurs de température et de systèmes de ventilation pour assurer le confort des abeilles. En définitive, la ruche moderne est une ressource indispensable pour conserver et produire des colonies d'abeilles dans le monde d'aujourd'hui (Berkani M, 2007).

I-2-2a Ruche Dadant :

Selon les travaux de Sabot (1980), Louveaux (1980), la ruche Dadant, nommée en l'honneur de son inventeur américain (1817-1902), est largement utilisée dans le monde de l'apiculture, sous deux versions: l'une à douze cadres et l'autre à dix. Selon L'Arrivée (1997) et Seard (1992), la version à douze cadres convient aux régions où la production de miel est élevée et nécessite des colonies très fortes pour obtenir une récolte maximale durant la saison des grandes floraisons (La figure 4). Cette ruche peut être agrandie avec des "hausses" destinées à accueillir la récolte supplémentaire de l'apiculteur, comme mentionné par Bertrand (1967) et Louveaux (1980). Le corps de la ruche contient douze cadres plus longs dans la partie inférieure, mesurant 270 mm x 420 mm, qui abritent le couvain, les provisions d'élevage et d'hivernage. La hausse, quant à elle, a un volume plus petit que le corps de la ruche et peut contenir 11 cadres. La version à dix cadres, plus légère et plus maniable, se compose de plusieurs éléments superposables (Seard, L. 1992).

La ruche Dadant, dotée d'un plateau inférieur avec un trou d'envol pour la circulation des abeilles, est composée de plusieurs éléments. Le plateau est adaptable en hauteur et réversible pour la régulation de la température en toute saison, et peut inclure une ouverture grillagée pour la ventilation pendant le transport. Le corps de la ruche peut contenir jusqu'à dix cadres, chacun espacé de 37 mm pour éviter les rayons parasites, bien que ce nombre soit réduit à huit ou neuf dans les hausses pour empêcher la ponte des reines. Les super cadres sont plus épais pour faciliter la collecte du miel. Un cadre couvert, assemblé avec des planches maintenues par une tige, complète la ruche. (Hommel 1947 et Louveaux 1980, Biri 1999).

Une ruche Dadant est une structure composée d'un trou central pour l'alimentation en sirop et d'un dessus plat en tôle galvanisée ou en aluminium adapté à la ruche. Les cadres de cette ruche sont suspendus par des épaulements et reposent sur des pièces en bois ou en métal lisse pour assurer un

espacement standard entre les cadres (Anonyme, 1983). Cet espacement est obtenu en rapprochant les cadres les uns des autres par des clous plaqués là où se trouveraient normalement les épaulements. La ruche Dadant est le premier choix en raison de ses nombreux avantages tels qu'une bonne maniabilité, une prévention facile des essaims, un hivernage des essaims dans de bonnes conditions et une collecte rapide et facile du miel sans déranger la population. (Chaudiere et Vilmorin, 1994) Malgré les inconvénients de la taille du cadre du corps de la ruche qui est différente de celle des super ruches, elle a été retrouvée en France, Italie, USA, Roumanie, Suède, UK, Mexique, Ethiopie, Maroc, Tunisie et Madagascar. (Kéras, Y. 1974).

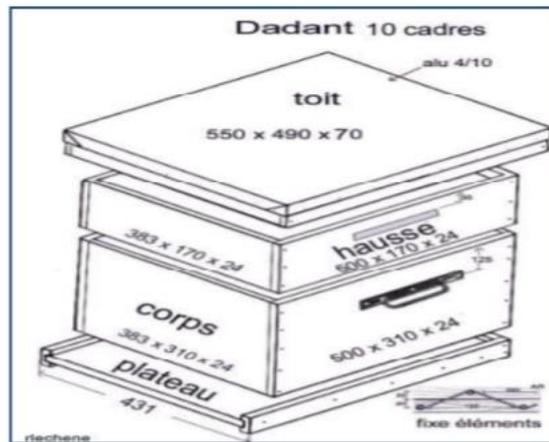


Figure 4 : La ruche Dadant (Paterson *et al.* 2008)

I-2-2b Ruche Langstroth :

D'après les écrits de Hurpin, 1950 et Louveaux, 1980, la ruche Langstroth du nom de son inventeur, Lorenzo Lorraine Langstroth (1810-1895), est considérée comme le père de l'apiculture américaine et est souvent qualifiée de "ruche standard" et est très différente de la ruche commune Grande différence ruche Dadant (La figure 5). Le cadre en nid d'abeille Langstroth mesure 210 mm x 430 mm et a une faible hauteur. Contrairement à la ruche Dadant, il n'y a pas de super éléments, seulement des éléments standards. En comparant les deux modèles, on constate cependant qu'ils sont quasiment identiques, tout étant interchangeable sauf la hauteur du corps de la ruche qui est un peu plus haute chez Dadant (Caillas, 1974). Dans la version Dadant 10 Frame, deux ruches peuvent presque se chevaucher. Selon plusieurs auteurs, tels que Hommel, 1947 ; Patiot, 1975 et 1976 ; Belcany, 1980 et 1985 ; Busov, 1981 et Laurent, 1976 ; La ruche Langstroth est constituée d'un plateau mobile réversible formant un couvercle total de hauteur variable, avec deux corps de taille égale placés au fond, contenant chacun dix cadres, suspendus par des épaulements sur des bandes lisses. Selon un système dit d'écartement Hoffmann, l'écartement entre les cadres est assuré par des protubérances sur les montants verticaux. Le sommet de la ruche a un toit plat qui recouvre le dessus de la ruche. Selon Hurpin en 1978, Louveaux en 1970, Laurent en 1976 et Adam en 1978, la ruche Langstroth présente

plusieurs avantages tels que son adaptabilité aux conditions écologiques extrêmes, sa facilité de gestion due à l'homogénéité du matériau, et ses bonnes performances. S'adapter aux petits agriculteurs.

Ce modèle en nid d'abeille a une bonne mobilité, ce qui est bénéfique pour les opérations de migration. Cependant, les auteurs soulignent certains inconvénients liés à cette ruche. Selon Laurent (1976), ses faibles capacités obligent la reine à se reproduire en super lors d'événements, ce qui peut conduire à l'essaimage. En outre, des problèmes de sous-alimentation peuvent survenir en période de pénurie, ce qui peut entraîner la mort de la population (Prost, J. 1977 ; Berkani, 1980 et 1985 et Boussouf, 1981). La récolte du miel est également délicate car elle prend beaucoup de temps, et le miel est souvent mélangé aux poussins dans la superboîte, obligeant les apiculteurs à vérifier la ruche image par image, perturbant la colonie. Malgré ces inconvénients, les ruches Langstroth se trouvent couramment dans le monde entier, notamment aux États-Unis, en France, en Pologne, en Grèce, au Royaume-Uni, en Finlande, au Canada, en Argentine, en Tunisie, au Maroc, en Algérie, au Sénégal, en Turquie, en Syrie, etc. En Allemagne, ces ruches sont de plus en plus utilisées en raison de leur facilité de construction et de leur coût relativement faible (Caillas, A. 1974). L'uniformité de la charpente de cette ruche permet de nombreuses opérations telles que l'essaimage, l'assemblage et la récolte du miel, qui ne sont pas possibles avec d'autres super ruches (Caillas, A. 1974).



Figure 5 : La ruche langstroth (2)

I-2-2c Ruche voirnot :

Inventé par l'abbé Voirnot, en forme de cube avec une taille de cadre interne de 330 mm x 330 mm, contenant dix cadres et dix mannequins, haut et bas (respectivement 165 mm et 135 mm) (La figure 6). Selon Louveaux (1980), Voirnot a créé un type particulier de ruche caractérisée par un cadre carré car il pensait que cette forme était plus propice à la ponte et à l'hivernage de la reine des abeilles dans une sphère sphérique. Les ruches Voirnot sont populaires et fonctionnent bien, avec une capacité de 40 à 50 litres selon le modèle architectural, et généralement 10 cadres. Il est particulièrement utile dans les régions aux hivers rigoureux et aux printemps tardifs, et dans les régions montagneuses, où il peut stocker de grandes quantités de nourriture (Caillas, 1974 et Louveaux, 1980). La charpente

Voirnot a un poids de miel notable sur les couches supérieures de la charpente qui forment les grappes d'hiver.



Figure 6 : La ruche voirnot (2)

I-2-2d Ruche Layens :

Dans cette ruche, l'expansion se fait horizontalement à partir du côté, plutôt que verticalement vers le haut. Selon (Caillas en 1974), la ruche Layens a fait l'objet d'intenses débats dans la communauté apicole (La figure 7). Comme toute méthode, elle présente des avantages et des inconvénients. Le principal inconvénient est que la reine des abeilles pond ses œufs dans tous les cadres, ce qui signifie qu'au moment de la récolte, les apiculteurs doivent composer avec un mélange de ruche et de miel, qui peut se salir et se gâter, rendant l'extraction plus difficile. Selon Caillas en 1974 et Borneck en 1977, ce problème pourrait être partiellement résolu en retardant les vendanges jusqu'en septembre, mais cela conduirait à des problèmes de pillages et d'événements désagréables. Aussi, les cadres de ruche Layens (370mm x 310mm) sont difficiles à manipuler lorsqu'ils sont remplis de miel (plus de 4kg), surtout s'ils ne sont pas parfaitement construits par les abeilles. Cependant, cette ruche présente également des avantages, notamment une bonne capacité d'hivernage de la colonie, de bonnes conditions pour le développement du couvain, nécessite moins de surveillance que les ruches verticales et ne nécessite pas de super. Selon Caillas en 1974, c'est le modèle de ruche recommandé pour les ruchers éloignés et les apiculteurs disposant de peu de temps. En raison de la grande capacité, ce type de ruche est plus adapté aux zones riches en miel, mais doit être équipé d'une poignée solide, car à son poids, il peut dépasser les 100 kg.



Figure 7 : La ruche layens (2)

I-2-2e Ruche Warré :

Les ruches Warré ont été créées au XXe siècle par l'abbé Eloi François Émile Warré, apiculteur français et figure religieuse (Ladjani et Rahni, 2018). Le corps de cette ruche est légèrement plus petit que celui de la ruche Voirnot. Cela offre de nombreux avantages dans la manipulation car il est plus léger et de plus petite taille (Fert, G. 2014). Les abeilles peuvent facilement se déplacer d'un cadre à l'autre, gardant le miel fourni pendant le froid rigoureux de la saison. Cela rend cette ruche pratique et adaptée à ces situations (Fert, G. 2014) (La figure 8).



Figure 8: La ruche warré (2)

I-2-3 Les ruchettes langstroth:

Elles sont destinées à contenir un essaim, une demi-colonie, un poulain. Leur utilité n'est que temporaire. On peut les fabriquer : en bois (coût élevé pour l'usage que l'on en a) ou en polyuréthane : léger et bon marché. On peut tout aussi bien utiliser à la place la future ruche équipée de partitions (Fert, 2014) (La figure 9).



Figure 9: Ruchette langstroth (2)

I-3 Les Outils utilisés en élevage moderne :

I-3-1 Lève cadre :

Le lève-cadres est un outil métallique employé pour décoller et soulever, en faisant levier, le toit, les hausses et les barrettes ou têtes de cadres (Ladjani et Rahni, 2018). L'extrémité légèrement affûtée est également utile pour nettoyer la ruche et enlever la propolis. Le lève-cadres peut éventuellement servir à couper les rayons, bien qu'un couteau soit ici plus approprié (Paterson et Cockle, 2008). Il peut être remplacé par un bon tournevis, mais l'outil véritable a une forme élargie mieux adaptée. Un forgeron compétent peut facilement faire un lève-cadres acceptable et bon marché à partir de métal de récupération, s'il dispose d'un dessin ou d'un exemplaire à copier (Ladjani et Rahni, 2018) (La figure 10).



Figure 10 : Lève-cadre (2)

I-3-2 Tenue de sécurité :

Les apiculteurs traditionnels ont l'habitude d'intervenir sur leurs ruches à la tombée de la nuit et peuvent manipuler leurs abeilles avec peu ou pas de vêtements de protection, selon (Paterson et Cockle, 2008). Cependant, étant donné le tempérament agressif des abeilles africaines, il est recommandé de se protéger, en particulier si l'on utilise des ruches et des méthodes plus modernes de gestion des abeilles, comme l'indiquent (Leven *et al*, 2005). Pour éviter les piqûres, il est conseillé de porter un voile, des gants, une combinaison et des chaussures appropriées

Les combinaisons d'une seule pièce sont les plus efficaces. Elles doivent se fermer à l'aide d'une fermeture éclair, plutôt qu'avec des boutons entre lesquels les abeilles pourraient se glisser (Ladjani et Rahni, 2018) (La figure 11). Un tissu épais (par exemple du coton croisé lourd) de couleur claire est préférable dans la mesure où les teintes pâles incitent moins les abeilles à s'y agglutiner. Les tissus grossiers sont à éviter car ils encouragent les abeilles à les piquer (Paterson et Cockle, 2008). Certaines entreprises de distribution de matériel apicole proposent des combinaisons en tissu synthétique très léger qui, bien que très minces, se révèlent efficaces contre les piqûres parce que les abeilles ne peuvent pas s'y accrocher. Il existe au moins un fabricant qui propose des combinaisons de couleur rouge, que les abeilles sont censés ne pas voir. L'idée mérite attention (Levent *et al*, 2005).



Figure 11 : Tenue de sécurité (2)

I-3-3 Gants :

Les meilleurs gants sont en cuir mince, souple et lisse, qui laisse à l'apiculteur une certaine dextérité. Bien que les abeilles parviennent parfois à piquer à travers le cuir mince, mieux vaut éviter le cuir trop épais qui gêne le mouvement des doigts (Paterson et Cockle, 2008) (La figure 12). Les gants en caoutchouc peuvent être utilisés, mais ils chauffent vite, sont désagréables à porter et font transpirer (Levent *et al*, 2005). Des gants de jardinier en toile conviennent à condition d'être prolongés par un crispin pour couvrir et protéger le poignet. Les cuirs à surface rugueuse, tels que le daim, sont à proscrire parce que les abeilles ont tendance à les piquer (Levent et al, 2005).



Figure 12 : Les gants (2)

I-3-4 Sangle cliquet :

Cette sangle à cliquet en 2 pièces de 50 mm de large et 8 mètres de long est facile à utiliser. Vous pouvez fixer la ruche à votre véhicule et la transporter en toute sécurité. Idéal pour la transhumance et la production de masse (La figure 13).



Figure 13: Sangle cliquet (2)

I-3-5 Cire gaufrée :

C'est une feuille de cire d'abeille (2 à 3 mm d'épaisseur) dans laquelle a été imprimé le dessin hexagonal des cellules. Sur ce dessin, les abeilles construisent les parois des alvéoles (Girard M, 1878) (La figure 14). L'utilisation de feuilles de cire gaufrée favorise la construction régulière du rayon, à condition qu'elles soient faites en pure cire d'abeille et que la dimension du dessin de l'alvéole soit correcte. D'autre part, la cire gaufrée permet aux abeilles de dépenser moins d'énergie pour la production de cire, ce qui est très avantageux pour la production apicole (Levent *et al*, 2005).



Figure 14 : La cire gaufrée (2)

I-3-6 Enfumoir :

La fumée a un effet calmant sur les abeilles. Lorsqu'elles perçoivent sa présence, elles se gorgent de miel pour se préparer à quitter la ruche, ce qui les alourdit et les rend apathiques (Paterson et Cockle, 2008). La fumée agit aussi sur les abeilles même s'il n'y a pas de miel à proximité. Un enfumoir est un appareil qui permet à l'apiculteur de produire des bouffées de fumée dans la ruche et aux alentours (Levent *et al*, 2005) (La figure 15). Il est constitué d'une chambre de combustion cylindrique en métal mince et d'un soufflet. Celui-ci souffle de l'air par un orifice dans la base de la chambre de combustion, ce qui pousse la fumée à s'échapper par le bec en forme d'entonnoir situé dans la partie supérieure (Ladjani et Rahni, 2018).

Un bon forgeron de village peut fabriquer un enfumoir à partir de tôle neuve ou de récupération, voire d'une boîte de conserve, de la moitié d'un ressort de matelas et du vinyle d'un vieux siège de voiture (Levent *et al*, 2005). Il est important de laisser un espace entre le soufflet et l'orifice par où l'air pénètre dans la chambre de combustion. En outre, le soufflet doit être assez petit pour pouvoir être actionné d'une seule main (Levent *et al*, 2005). Certains enfumoirs présentent une grille au fond

de la chambre de combustion, ce qui augmente le coût de l'appareil sans être vraiment nécessaire. Les enfumeurs semblent même mieux fonctionner sans grille (Cockle et Paterson, 2008).

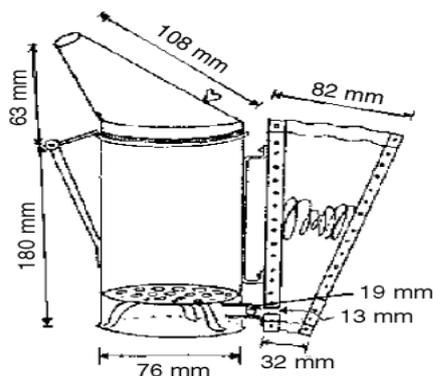


Figure 15 : Enfumeur (Paterson *et al.* 2008)

I-3-7 Les bottes :

Les abeilles tendent à attaquer tous les endroits où la peau est exposée. Comme les chevilles constituent souvent un site vulnérable, les pieds devraient être bien protégés en rentrant le bas des jambes de la combinaison dans de solides chaussures (Cockle et Paterson, 2008) (La figure 16). Des bottes hautes sont même conseillées (Paterson et Cockle, 2008). Des bottes en caoutchouc peuvent être utilisées, à condition d'être étroites pour éviter que les abeilles y tombent et y descendent jusqu'à la cheville. Le cuir lisse ou le caoutchouc est préférable au daim rugueux (Levent *et al.*, 2005).



Figure 16 : Les bottes (2)

I-3-8 Attrape à pollen :

Un collecteur de pollen est un dispositif installé à l'entrée de la ruche pour récolter le pollen que les abeilles transportent sur leurs pattes arrière lors de leur butinage (Frédéric, MC. 2022) (La figure 17). L'appareil se compose généralement d'un cadre en bois avec des grilles en acier inoxydable ou des grilles qui permettent aux abeilles d'entrer et de sortir de la ruche mais obligent les abeilles à se faufiler à travers les ouvertures étroites pour déloger le pollen des griffes (Frédéric, MC. 2022).



Figure 17 : Attrape a pollen (photo originale)

I-3-9 Grille à reine :

L'apiculteur qui veut récolter du miel cherche à stimuler ses abeilles à produire du miel dans des rayons séparés car cela facilite la récolte. Comme les abeilles ont tendance à emmagasiner le miel dans des rayons contenant déjà du couvain, la grille à reine empêche la reine d'entrer dans certaines parties de la ruche. Il existe deux sortes de grille à reine : la grille à trous (plaque de zinc ou de plastique perforée) et la grille à barreaux ou à grillage (Segeren *et al.* 2004) (La figure 18).

La grille à reine est placée entre le magasin à miel et la chambre à couvain. Le diamètre des ouvertures doit correspondre à la taille des abeilles : les ouvrières doivent pouvoir passer à travers la grille, mais non la reine. La reine se retrouve enfermée dans la chambre à couvain. Les ouvrières doivent pouvoir traverser la grille sans problèmes pour apporter dans le magasin à miel la nourriture recueillie (les ouvertures L'équipement apicole 45 ovales doivent être parallèles aux rayons). La surface totale à travers laquelle peuvent passer les abeilles doit être aussi grande que possible. (Leven *et al.* 2005)



Figure 18 : Grille à reine (Paterson *et al.* 2008)

I-3-10 Grille d'entrée :

La grille d'entrée est une partie importante de la ruche car il permet aux abeilles d'entrer et de sortir de la ruche tout en empêchant les prédateurs et autres animaux indésirables d'entrer (Standifer L, 1980). Il existe différents types de barrières d'entrée, allant de simples fentes dans le bois de la ruche

à des dispositifs plus élaborés avec des tunnels d'entrée et des barrières à mailles fines pour éloigner les souris et autres rongeurs (Standifer L, 1980) (La figure 19).



Figure 19 : Grille d'entrée (2)

I-4 Les outils utilisés pour la récolte de miel

I-4-1 Brosse :

La brosse d'apiculteur est un outil utilisé par les apiculteurs pour éloigner doucement les abeilles des cadres de ruche lors de la récolte du miel ou de l'inspection de la colonie (Sanford et Bonney, 2018) (La figure 20). Les poils doux de la brosse sont conçus pour ne pas blesser les abeilles, mais pour les inciter à s'éloigner des zones où les apiculteurs doivent travailler (Sanford et Bonney, 2018).



Figure 20 : La brosse (2)

I-4-2 Extracteur :

Un extracteur de miel est une machine qui extrait le miel du cadre de la ruche sans endommager le rayon de cire. Les extracteurs de miel peuvent être manuels ou électriques et sont disponibles dans une variété de tailles pour répondre aux besoins de l'apiculteur (La figure 21).



Figure 21 : Extracteur (2)

I-4-3 Couteau :

Les couteaux à désoperculer sont des couteaux spécialement conçus pour enlever les opercules de cire des alvéoles de miel dans le cadre de la ruche. Ils sont généralement en acier inoxydable et peuvent être chauffés pour faciliter la découpe des couvercles (La figure 22).



Figure 22 : couteau (2)

Partie expérimentale

I- Matériel et méthodes :

Dans cette partie, le matériel utilisé ainsi que les méthodes d'étude sont détaillés. La méthodologie de travail concerne l'étude des caractéristiques de la ruche traditionnelle moderne, l'étude de la réussite de l'essaimage artificielle en utilisant la ruchette double compartiment et le moyen de quantification de taux d'infestation de varroa dans les colonies d'abeilles.

I-1 Matériel d'étude :

Pour réaliser notre travail nous avons dû choisir comme matériel ceux qui sont démontré dans cette partie

I-1-1 Les ruches langstroth:

Nous avons exploité le rucher expérimental de laboratoire Agronomie environnement situé dans la faculté des sciences et de la technologie, université de Tissemsilt. La ruche Langstroth à 10 cadres est également très courante en apiculture. Les dimensions de la ruche Langstroth peuvent varier en fonction du nombre de cadres utilisés, mais une ruche Langstroth typique mesure environ 51 cm de longueur, 42 cm de largeur et 24 cm de hauteur (Berkani M, 2007) (La figure 23).



Figure23 : Les ruches langstroth a 10 cadres (photo originale)

I-1-2 La tenue de protection :

La combinaison de protection est un équipement de base pour les apiculteurs qui travaillent avec des abeilles. Elle est conçue pour protéger l'apiculteur contre les piqûres d'abeilles pendant l'inspection de rucher (La figure 24). Les gants sont indispensables pour protéger les mains et les poignets de l'apiculteur contre les piqûres d'abeilles. Les bottes sont également un élément important. Elles doivent être montantes pour protéger les pieds et les chevilles de l'apiculteur. Les bottes en caoutchouc sont un choix courant pour les apiculteurs, car elles sont résistantes aux piqûres d'abeilles et peuvent être facilement nettoyées.



Figure 24 : Combinaison de protection (photo originale)

I-1-3 Le Nourrissement :

Nous avons utilisé le sirop (50 %) pour nourrir les colonies d'abeilles. Ce sirop a été préparé à la maison, en utilisant des quantités équivoques entre l'eau et le saccharose avec l'ajout d'une petite quantité d'acide (citron, vinaigre... etc.). Les étapes de la préparation sont les suivantes :

1. Nous mettons de l'eau sur le feu jusqu'à ce qu'il bouille
2. Ajouter le sucre à l'eau, en remuant régulièrement, jusqu'à ce que le sucre se dissolve dans l'eau
3. Nous laissons la solution jusqu'à ce qu'elle atteigne une température modérée, puis y ajoutons une quantité très limitée d'une substance acide

I-1-4 Une ruche traditionnelle-moderne :

Nous avons fabriqué une ruche traditionnelle-moderne dont la conception est traditionnelle mais avec un aspect de modernisation, contenant particulièrement des cadres mobiles. La forme est symétrique du côté supérieur et même dans les dimensions, mais elle est faite de manière à ce qu'elle soit concave vers le bas jusqu'à ce qu'elle atteigne la forme d'un demi-cercle. Bien que cette ruche porte 12 cadres au lieu de porter 10, et ce pour que la superficie battue de la ruche Langstroth corresponde à celle de cette Ruche traditionnelle-moderne. Dans la partie basale de cette ruche, nous avons mis un tiroir pour le traitement du varroa ainsi pour faciliter le nettoyage à l'intérieur de la ruche (La figure 25).



Figure 25 : Une ruche traditionnelle-moderne (photo originale)

I-1-5 La ruchette double compartiments :

La ruchette 6 cadres Langstroth avec compartiments (appelée double compartiments) est parfaite pour effectuer de l'élevage d'essaim par division. Ses 2 compartiments, munis chacun d'une entrée et d'un nourrisseur et aussi d'un couvre cadres, permettent de mener deux élevages en même temps sous un seul toit (La figure 26).



Figure26 : Une ruchette double compartiments (photo originale)

I-2 Autres outils et accessoires :

Commençant par l'enfumoir qui est un outil important en apiculture, il s'utilise pour calmer les abeilles pendant les inspections de la ruche ou la récolte du miel (La figure 27). Aussi, nous avons utilisé la cire gaufrée qui est une feuille de cire d'abeille qui a été pressée dans un moule avec des cellules en forme d'alvéoles, afin de donner aux abeilles un guide pour la construction de leurs rayons.



Figure 27 : Enfumoir (photo originale)

I-3 Outil de quantification de varroa :

L'outil de quantification d'infestation de varroa comporte plusieurs pièces. Ces pièces sont en nombre de trois, un bocal à large ouverture avec un couvercle dont la partie centrale est remplacée par un tissu ou une maille de 2 mm, un autre bocal pour le stockage de sucre glace et un sac d'une taille qui couvre un cadre de ruche langstroth (Dietemann *et al.* 2013) (La figure 28).



Figure28 : Outil de comptage de varroa (photo originale)

II- Méthodes de travail :

II-1 La ruche traditionnelle-moderne :

Au cœur de notre rucher, nous avons procédé au transfert d'une colonie d'abeilles d'une ruche Langstroth vers une ruche traditionnelle-moderne, et ce suite aux mauvaises conditions climatiques de l'année en cours. Tout d'abord, nous avons placé la ruche traditionnelle moderne à la place de la ruche Langstroth choisie (La figure 35), qui contenait la colonie à transférer. Ensuite, nous avons découpé la cire des cadres de la ruche Langstroth de manière identique aux cadres de la ruche traditionnelle moderne (La figure 36), puis nous les avons placés cadre par cadre, en respectant l'ordre des cadres dans l'ancienne ruche (l'ordre des cadres dans la ruche Langstroth). Une fois les cadres sont installés (La figure 37), nous avons transféré délicatement les abeilles de la ruche Langstroth vers la ruche traditionnelle moderne, en faisant attention pour ne pas stresser la reine. Ensuite nous avons laissé les abeilles s'installer et nous avons refermé la ruche. Enfin, nous avons vaporisé de l'eau à l'entrée de la ruche pour les calmer.



Figure 29 : bouleversement des cadres vers la ruche traditionnelle-moderne (photo originale)



Figure 30 : Préparation des nouveaux cadres (photo originale)



Figure 31: Le cadre préparé (photo originale)

II-2 L'essaimage artificiel :

Au sein de notre rucher, nous avons réalisé un essaimage artificiel dans deux ruchettes à double compartiment, ce qui a abouti à la formation de quatre essaims. Pour la première ruchette, nous avons prélevé deux cadres de la ruche 2, l'un contenant du couvain fermé et l'autre contenant du couvain ouvert et le troisième cadre prélevé de la ruche 1 contenant de la provision (La Figure 32 et 34). Pour le deuxième compartiment, nous avons pu récupérer un cadre de provisions de la ruche 4, ainsi qu'un cadre de couvain ouvert et un cadre de couvain fermé provenant de la ruche 3. Ensuite nous avons saupoudré de la farine sur les abeilles afin de créer une atmosphère pacifique en évitant le pillage (la figure 33).

Nous avons procédé de la même manière pour la deuxième ruchette que pour la première, à l'exception des essaims 3 et 4. Pour l'essaim 3, nous avons prélevé les cadres de couvain (ouvert et fermé) de la ruche 7, ainsi qu'un cadre de provisions provenant de la ruche 6. Quant à l'essaim 4, nous avons récupéré les deux cadres de couvain (ouvert et fermé) de la ruche 10 et un cadre de provisions provenant de la ruche 5. Cependant, après avoir transféré les cadres de couvain de la ruche 10, la reine avait été transférée dans la ruchette, en raison de la difficulté à la repérer dans cet environnement.



Figure 32 : Choisir les cadres pour l'essaimage
(photo originale)



Figure 33 : Saupoudrée de la farine
(photo originale)



Figure 34 : L'essaimage artificiel (photo originale)

II-3 Traitement de varroa :

Dans le cadre de notre travail, nous avons été amené à utiliser la méthode de sucre glace (Dietemann *et al.* 2013). Cette méthode consiste à prélever un cadre de couvain fermé rempli d'abeilles (après avoir vérifié l'absence de la reine) et à le placer dans un sac. Ensuite, nous collons le bas du sac à un bocal contenant une certaine quantité de sucre glace. Puis nous appliquons une secousse sur le cadre pour faire entrer les abeilles dans le bocal (bocal gradué : traits en bas indique le niveau de sucre glace et le trait en haut indique le niveau d'abeilles pour la quantité de 300 abeilles) (La figure 29). Ensuite, nous fermons le bocal avec un couvercle doté d'une maille de 2 mm, après nous laissons les abeilles se stabiliser pendant une minute. Puis nous agitons le bocal pendant une minute supplémentaire (La figure 30). Enfin, nous retournons le bocal pour que les varroas plus le sucre glace, sortent à travers la maille et tombent sur une surface blanche pour être comptés manuellement (La figure 31). Il est important de remplacer le sucre glace après chaque échantillonnage et de nettoyer le bocal. Cette méthode est efficace tant que les abeilles ne meurent pas pendant le processus d'échantillonnage, mais son estimation reste approximative.



Figure 35 : Méthode de collecte de 300 abeilles (photo originale) **Figure 36 :** L'outil de quantification de varroa (photo originale)



Figure 37 : Le comptage de varroa (photo originale)

Résultats et Discussion

I- Résultats et Discussion :

I-1 Les dimensions de la ruche

Les résultats relatifs aux comparaisons entre la ruche traditionnelle moderne et la ruche langstroth par rapport les dimensions sont illustrés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Les dimensions de la ruche traditionnelle moderne par rapport à la ruche Langstroth

Caractéristique	Ruche langstroth (en cm)	Ruche traditionnelle moderne (en cm)
longueur extérieur	51	51
longueur intérieur	46	46
largeur extérieure	42	42
largeur intérieure	37	37
hauteur	24	23
hauteur de hausse	24	/
Dims. Int cadres corps	21 X 43	21 X 35,8
Dims. Int cadres hausse	21 X 43	/
poids	25 KG	25 KG
Nombre de cadre	10	12

La ruche traditionnelle moderne présente des dimensions similaires à celles de la ruche Langstroth dans sa partie supérieure, tandis que la partie inférieure diffère en raison de la forme ronde caractéristique de la ruche traditionnelle moderne. Ainsi, nous avons entrepris le développement d'un modèle de ruche dans lequel la surface occupée par les cadres de Langstroth correspondrait à celle de notre ruche. C'est pourquoi notre ruche compte 12 cadres au lieu des 10 cadres présents dans la ruche Langstroth.

Cette adaptation structurelle reflète notre intention de concilier les avantages de la ruche traditionnelle moderne avec les fonctionnalités propres à la ruche Langstroth. En alignant les surfaces des cadres, nous créons un espace plus généreux et mieux adapté au développement des abeilles. De plus, cette modification facilite également les opérations d'inspection et de gestion des colonies.

Par cette approche, nous cherchons à harmoniser les connaissances et les techniques apicoles traditionnelles avec les avancées modernes dans le domaine de l'apiculture. En combinant la forme ronde de la ruche traditionnelle avec les dimensions des cadres de Langstroth, nous visons à optimiser les conditions de vie des abeilles, tout en préservant les méthodes éprouvées de la ruche traditionnelle.

Cette évolution de la ruche traditionnelle moderne représente ainsi une avancée significative dans le domaine de l'apiculture, offrant aux apiculteurs une alternative prometteuse et novatrice pour la gestion de leurs colonies d'abeilles.

Nous avons pu observer une amélioration notable de l'adaptation des abeilles grâce à la configuration et à la robustesse des cadres utilisés (La figure 38), ainsi qu'à leurs comportements et à leurs activités de nettoyage. En effet, après seulement trois jours, des gouttelettes de miel étaient visibles sur les cadres vides à l'extrémité, témoignant le début de la production de miel par les abeilles. Par ailleurs, l'activité des cireuses était soutenue, avec une adhérence satisfaisante de la cire aux cadres et une fixation rapide.

Dans le cadre des opérations de nettoyage, nous avons ajouté un tiroir qui facilite grandement l'élimination des varroas et des déchets. De plus, ce tiroir présente l'avantage d'être utilisé pour le décompte précis du nombre de varroas tombés, ce qui constitue une méthode de contrôle particulièrement efficace. Par le biais de cette méthode, il est possible de surveiller de près les populations de varroas et de prendre des mesures appropriées pour y faire face.

Par ailleurs, nous avons également pu constater la présence d'œufs âgés de deux jours, bien que légèrement inclinés, mais aucune cellule royale n'a été repérée, ce qui suggère qu'il n'y a pas de processus d'essaimage ou de remplacement de la reine en cours. Cette observation confirme la stabilité de la colonie dans son ensemble.



Figure 38 : L'adaptation des abeilles envers la ruche traditionnelle moderne (photo originale)

I-1-1 Force de fixation :

Nous avons constaté une amélioration de l'adaptation des abeilles grâce à la forme et à la solidité des cadres (La figure 39). De plus, l'activité de la cireuse était importante, avec une bonne adhérence de la cire aux cadres et une rapide fixation. La production maximale de cire des abeilles mellifères est au cœur des procédés technologiques apicoles (Kovalsky *et al.* 2023). Toutefois, l'intensification de cette production entraîne une fatigue partielle du corps des abeilles. Ainsi, il est actuellement pertinent de rechercher des facteurs contribuant à la récupération de leur corps. Kovalsky *et al.* (2023) ont fourni des données concernant l'impact de la vigueur des colonies, du type et de la quantité d'aliments sur l'état fonctionnel du corps des abeilles lors de la production de cire. Les résultats de cette recherche mettent en évidence que la sécrétion de cire est proportionnelle à la présence et à l'intensité des aliments glucidiques (nectar) et protéiques (pollen) dans le couvain (Kovalsky *et al.* 2023).

Selon les déclarations des apiculteurs professionnels, la construction de la cire est conditionnée par le type de nectar. En effet, selon les différentes sources de nectar auxquelles les abeilles ont accès, la quantité et la qualité de la cire qu'elles produisent peuvent varier. Par exemple, lorsque les abeilles récoltent le nectar d'un oranger, connu pour sa teneur en substances propices à la fabrication de cire, elles sont plus susceptibles de produire de la cire en abondance. En revanche, Lorsqu'elles collectent le nectar d'un jujubier, une plante qui présente une composition moins propice à la production de cire, leur capacité intrinsèque à en produire est réduite.

Face à cette situation, l'apiculteur se trouve dans l'obligation d'intervenir en incorporant des cadres de cire battue au sein de la ruche. Cette action vise à compenser la diminution de la production naturelle de cire par les abeilles, en leur fournissant des structures préfabriquées qui favorisent la construction des rayons de cire.



Figure 39 : La force de fixation de cire (photo originale)

I-1-2 Tiroir-lutte et nettoyage :

Pour le comportement hygiénique des abeilles, l'ajout d'un tiroir se révèle être une solution pratique pour faciliter l'élimination des varroas et des déchets. En outre, ce tiroir peut être utilisé pour faciliter la quantification des taux d'infestation de varroa ainsi que le contrôle permanent de la dynamique des populations de cet ennemi naturel (Guedjal, F. 2019).

L'ajout de ce tiroir permet d'améliorer l'efficacité du processus de nettoyage en offrant un espace spécifique destiné à recueillir les varroas et les débris (Les Figures 40-41). Grâce à cette disposition, les apiculteurs peuvent facilement collecter les parasites et les déchets présents dans la ruche, simplifiant ainsi le travail de maintenance.

En outre, ce tiroir revêt une importance particulière lorsqu'il s'agit de nettoyer et de surveiller et de contrôler les populations de varroas. En observant le nombre de parasites tombés dans le tiroir, il est possible d'évaluer l'ampleur de l'infestation au sein de la ruche. Ce comptage permet d'identifier rapidement les problèmes potentiels et d'adopter des mesures de lutte ciblées.

Le suivi régulier du nombre de varroas tombés est une pratique recommandée dans la gestion apicole (Schubnel *et al.* 2020). Car elle permet de prendre des décisions éclairées concernant les traitements nécessaires. En utilisant ce tiroir comme outil de comptage, les apiculteurs peuvent mieux évaluer l'efficacité des méthodes de lutte mises en place et ajuster leurs stratégies en conséquence.

En ce qui concerne la variable de surface de ce tiroir par rapport au facteur de période de l'hivernage, il convient de noter que ce tiroir simplifie la gestion du nettoyage par rapport à la ruche Langstroth. En effet, il permet de remplacer uniquement le plateau, contrairement à la ruche Langstroth où il est nécessaire de remplacer l'intégralité de la ruche pour pouvoir effectuer le nettoyage. En ce qui concerne le facteur de teneur en eau de la ruche, ce tiroir permet une régulation de l'humidité contrairement à la ruche Langstroth, qui nécessite d'incliner cette dernière pour obtenir une régulation naturelle. Enfin, en ce qui concerne le facteur de simplicité de manipulation et de contrôle, l'utilisation de ce tiroir permet à l'apiculteur d'effectuer facilement le nettoyage et de contrôler les déchets, contrairement à la ruche Langstroth qui nécessite une manipulation plus complexe.

La propreté légendaire de la ruche est due en partie à la tâche initiale des jeunes abeilles consistant à nettoyer l'intérieur de la ruche (Alves *et al.* 2020). De plus, les produits de la ruche contiennent des antibiotiques naturels, offrant une protection contre les infections. Les gardiennes à l'entrée de la ruche jouent également un rôle important dans la régulation de la santé de la colonie, en refusant l'entrée aux abeilles malades ou à celles qui présentent un comportement anormal (Fekik et Sehad. 2022). Ces mécanismes de régulation sont particulièrement efficaces dans le cadre d'une apiculture proche de la nature.

Pour atteindre cet objectif, l'apiculteur doit s'assurer que les abeilles reçoivent une nourriture adéquate tout au long de l'année, que le couvain puisse se développer sans entrave, que les rayons de cire soient renouvelés régulièrement et que la ruche soit placée dans un endroit sec et ensoleillé (Yahiaoui S. 2020). En tant que mesure préventive, l'apiculteur peut décider de détruire une ruche affaiblie ou malade, en dispersant les abeilles saines dans d'autres colonies afin d'augmenter leurs chances de survie.



Figure 40 : Tiroir de nettoyage
(photo originale)



Figure 41 : Tiroir de nettoyage
(photo originale)

I-1-3 La ponte :

Une observation importante à relever est la présence d'œufs âgés de deux jours, bien que légèrement inclinés, au sein de la colonie. Cette constatation est significative car elle témoigne de l'activité reproductrice en cours. La présence d'œufs est un indicateur essentiel de la viabilité de la colonie, car elle représente la future génération d'abeilles qui assureront la pérennité de la ruche.

Cependant, il est intéressant de noter qu'aucune cellule royale n'a été trouvée lors de nos observations. Les cellules royales sont des structures spécifiques que les abeilles construisent pour élever une nouvelle reine ou préparer un essaim. Leur absence suggère donc qu'il n'y a pas de tendance à essaimer en cours, c'est-à-dire aucune division de la colonie pour former une nouvelle ruche. De plus, l'absence de cellules royales indique également qu'il n'y a pas de remplacement de la reine actuelle.

I-2 Les ruchettes double compartiment :

Les deux essaims de la première ruchette sont morts à cause d'un pillage entre les deux compartiments, provoqué par la présence d'un petit passage entre eux. Dans la deuxième ruchette, la reine a été retrouvée dans le premier compartiment, et nous avons pu observer une ponte (La figure 43). Dans le deuxième compartiment, des cellules royales ont été repérées, mais leur disposition suggérait une intention de production de reine destinée pour un essaimage naturel plutôt qu'une reine

de remplacement (La figure 44). Cette disposition impliquait également la présence d'un petit passage entre les deux compartiments. Ses dimensions par rapport au ruche langstroth sont les suivants :

Tableau 2 : Les dimensions de la ruche doubles compartiments par rapport au ruche langstroth

Ruche Langstroth			Double compartiment 2 x 3 cadres		la séparation
	Ruche 6 cadres		Ruche 6 cadres 2 compartiments		
	Intérieure	Extérieure	Intérieure	Extérieur	
longueur	46.5 cm	51.5 cm	46.5 cm	51.5 cm	46.5 cm
largeur	20.5 cm	26.5 cm	20.5 cm	26.5 cm	0.5 cm
hauteur	31.5 cm		31.5 cm		39.5 cm
Nourrisseur couvre cadre ruche 6 cadres			Nourrisseur couvre cadres Ruche 6 cadres 2 compartiments		
Longueur	51 cm		51 cm		
largeur	26 cm		12.5 cm		
hauteur	6 cm		6 cm		
couvre cadre ruche 6 cadres			couvre cadres Ruche 6 cadres 2 compartiments		
Longueur	51 cm		51 cm		
largeur	26 cm		12.5 cm		
hauteur	2 cm		2 cm		

La ruche double compartiment présente des dimensions similaires à celles de la ruche Langstroth, à la différence près qu'elle est équipée d'une séparation au milieu. Cette séparation permet d'évaluer le comportement des abeilles lors de l'essaimage en prenant en compte deux facteurs clés : l'odeur de la reine et le comportement de pillage.

La présence d'une séparation au milieu de la ruche double compartiments permet également de mieux contrôler l'odeur de la reine et le comportement de pillage, deux facteurs clés qui influent sur le comportement des abeilles et leur propension à l'essaimage. Cette approche expérimentale offre ainsi une meilleure compréhension des interactions complexes entre les abeilles, leur environnement et les facteurs qui influencent leur comportement.

L'odeur de la reine et les phéromones (Lebrun-Tessier, C. 2020) qu'elle émet ont une influence majeure sur la dynamique de la colonie d'abeilles. Ces signaux chimiques jouent un rôle essentiel dans la

régulation du comportement des abeilles, la stabilité de la colonie, l'inhibition de la reproduction des ouvrières et la préservation de la dominance reproductive de la reine. L'odeur de la reine et les phéromones qu'elle produit constituent un système complexe de communication chimique qui assure le bon fonctionnement de la colonie d'abeilles, notamment la production de reines et le comportement de pillage. Il est également possible que la présence d'un petit passage entre les deux compartiments ait influencé cette disposition des cellules royales. Les phéromones de la reine peuvent être diffusées plus facilement entre les deux compartiments, ce qui peut affecter le comportement des abeilles dans la production de reines et dans leur comportement de pillage. Cette propagation accrue des phéromones pourrait modifier le comportement des abeilles dans les deux compartiments. Par exemple, cela pourrait stimuler la production de cellules royales dans le compartiment où la reine est absente, en réponse à la présence des phéromones. De plus, cela pourrait également influencer le comportement de pillage des abeilles en encourageant une activité plus intense entre les deux compartiments, en raison de la transmission moins efficace des phéromones.



Figure 42 : Le choix des cadres pour l'essaimage (photo originale)



Figure 43 : Les cadres de l'essaimage
(photo originale)



Figure 44 : Le contrôle des cadres
(photo originale)

I-3 Comptage d'infestation de varroa :

Dans le cadre de notre travail, nous avons été amené à utiliser la méthode de sucre glace, qui a été proposée par Dietemann *et al.* En 2013. Cette méthode est efficace tant que les abeilles ne meurent pas pendant le processus d'échantillonnage, mais son estimation reste approximative. Lors du traitement de huit ruches, un total de 60 varroas ont été observés, avec les résultats suivants pour chaque ruche : la première ruche avait 5 varroas, la deuxième 7, la troisième 11, la quatrième et la cinquième 12 chacune, la sixième 17, la septième 15 et la huitième 11. Les comptages d'acariens ont été effectués, et une fois que l'infestation de varroa a atteint ou dépassé le seuil de tolérance de 3 % dans la colonie, le contrôle est justifié (Harris J, 2019). Toutefois, les seuils de traitement peuvent varier en fonction de facteurs tels que la taille de la colonie, son emplacement, sa gestion et d'autres facteurs de stress (Dietemann *et al.* 2013) (La figure 45).

Il convient de noter qu'il existe plusieurs méthodes pour estimer les taux d'infestation de varroa, telles que la collecte manuelle (Rosenkranz *et al.*, 2010 ; Dietemann *et al.* 2013), l'utilisation de l'alcool

(Medina et Martin 1999 ; Toufalia et al. 2015; Gregorc et Sampson 2019), la collecte des acariens des larves L5 (Chiesa *et al.* 1989; Dietemann *et al.* 2013) et le lavage à l'eau (Dietemann *et al.* 2013).

Chacune de ces méthodes (Schubnel *et al.* 2020) présente des avantages et des inconvénients spécifiques. Par exemple, la méthode de laver à l'eau permet de récolter rapidement plusieurs centaines d'acariens, tandis que la méthode d'utilisation de l'alcool permet d'obtenir des évaluations précises de l'infestation des colonies, ce qui est essentiel pour garantir leur survie et leur productivité.

La méthode que nous avons utilisée, la méthode de sucre glace, présente l'avantage de la rapidité et de la possibilité de récolter plusieurs centaines d'acariens en peu de temps, tout en étant respectueuse des abeilles car peu d'individus meurent au cours du processus. Les ouvrières recueillies dans les bocaux peuvent ensuite être replacées dans leurs colonies, où elles seront nettoyées par leurs compagnons de nidification.

En ce qui concerne les inconvénients, il convient de noter que la méthode d'utilisation de l'alcool présente le risque de tuer à la fois les acariens et un petit nombre d'abeilles sélectionnées pour l'échantillonnage. La méthode de lavage à l'eau peut avoir un effet inconnu sur la durée de vie des acariens, ce qui peut être problématique si elle est utilisée pour des expériences de longue durée.

De plus, ce traitement n'est pas favorable aux abeilles car de nombreuses abeilles peuvent mourir pendant le processus. La méthode utilisée dans le protocole peut également avoir un effet de diminution de la durée de vie des acariens (Macedo *et al.* 2002), ce qui peut être problématique pour les expériences de longue durée (> 3 jours).

En fixant le facteur de précision, on peut dire que les méthodes d'utilisation de l'alcool et de lavage à l'eau se distinguent par leur grande précision d'estimation, tandis que les méthodes de sucre glace et de collecte manuelle ont une précision d'estimation moyenne.

En revanche, en ce qui concerne le facteur de mortalité, les méthodes de sucre glace et de collecte manuelle entraînent une faible mortalité pendant la manipulation, contrairement aux méthodes qui consistent à utiliser de l'alcool et de lavage à l'eau.

En ce qui concerne le facteur de difficulté de manipulation, il est à noter que les méthodes d'utilisation du sucre glace, de l'alcool et de lavage à l'eau sont relativement simples par rapport à la méthode de collecte manuelle, qui est considérée comme difficile.

L'évaluation du taux d'infestation par le varroa a été réalisée à l'aide de cette méthode, et les résultats ont révélé une variation de 5 à 17 individus de varroa dans chaque ruche traitée. Ces chiffres témoignent de la présence de cet acarien parasite au sein des colonies étudiées (Les figures 46-47).

Il convient de souligner que le varroa est une espèce cosmopolite (Yahiaoui S. 2020), ce qui signifie qu'elle est présente dans de nombreuses régions du monde (Alphen van et Fernhout. 2020 ; Le conte *et al.* 2020 ; Faugère et Dussy. 2021 ; Jobert B. 2022). Sa présence dans les colonies d'abeilles est un problème majeur pour les apiculteurs, car il est responsable de perturbations importantes dans la santé des colonies et de la productivité des ruches.

Le taux d'infestation par le varroa peut varier en fonction de plusieurs facteurs (Rouleau-breton S. 2020). Selon Hamdi et Kecili (2019) l'environnement joue un rôle crucial dans la propagation et la survie de cet acarien. Les conditions climatiques, la disponibilité des ressources alimentaires et la présence d'autres agents pathogènes peuvent influencer le taux d'infestation.

De plus, les caractéristiques propres à la colonie d'abeilles, telles que la race et la génétique, peuvent également avoir un impact sur le taux d'infestation par le varroa (Jurik, C. 2020). Certaines races d'abeilles peuvent présenter une plus grande résistance naturelle à cet acarien, tandis que d'autres peuvent être plus sensibles.

Le comportement hygiénique des abeilles est un autre facteur qui influe sur le taux d'infestation. Selon Morin (2022), les colonies dotées d'un comportement hygiénique élevé, c'est-à-dire capables de détecter et d'éliminer rapidement les individus infestés, peuvent présenter un taux d'infestation plus faible.

En fixant le facteur de précision, on peut dire que les méthodes d'utilisation de l'alcool et de lavage à l'eau se distinguent par leur grande précision d'estimation, tandis que les méthodes de sucre glace et de collecte manuelle ont une précision d'estimation moyenne. En revanche, en ce qui concerne le facteur de mortalité, les méthodes de sucre glace et de collecte manuelle entraînent une faible mortalité pendant la manipulation, contrairement aux méthodes d'utilisation de l'alcool et de lavage à l'eau. En ce qui concerne le facteur de difficulté de manipulation, il est à noter que les méthodes d'utilisation du sucre glace, de l'alcool et de lavage à l'eau sont relativement simples par rapport à la méthode de collecte manuelle, qui est considérée comme difficile.



Figure 45 : Le comptage des varroas (photo originale)



Figure 46 : varroa collecté
(photo originale)

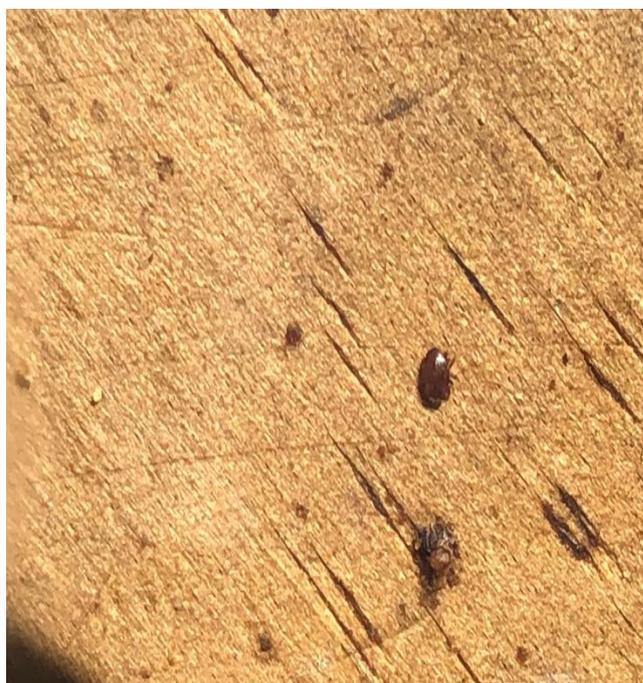


Figure 47 : Varroa collector
(photo originale)

Conclusion générale

Conclusion et perspectives :

Dans le cadre de notre étude, nous avons développé une ruche qui combine des éléments de conception traditionnelle avec des améliorations modernes, notamment l'utilisation de cadres mobiles. Cette ruche présente une forme symétrique tant au niveau supérieur que dans ses dimensions, avec une courbure concave vers le bas jusqu'à atteindre une configuration de demi-cercle. Contrairement à la ruche Langstroth habituelle, notre modèle est équipé de 12 cadres pour assurer une surface de battage équivalente. De plus, un tiroir a été ajouté à la base de la ruche pour faciliter le traitement du varroa.

La ruche que nous avons développée présente plusieurs perspectives intéressantes telle que: Ventilation : Il serait possible d'incorporer un système de ventilation efficace dans la ruche. La hausse et les attrapes à pollen et à propolis: Nous pourrions intégrer des dispositifs spécifiques pour collecter le pollen, la propolis et le miel. Ces dispositifs pourraient être conçus de manière à faciliter la collecte de ces produits. Intégration de la technologie : Il serait possible d'intégrer des capteurs et des dispositifs connectés à la ruche, permettant un suivi en temps réel des conditions internes

L'introduction de ces cadres améliorés a eu un impact positif sur l'adaptation des abeilles, en influençant leurs comportements de production de miel et d'activités de nettoyage. Le tiroir dédié au nettoyage permet une élimination plus aisée des varroas et des déchets, tout en fournissant des données précises sur la chute des varroas. Les observations réalisées ont également confirmé la stabilité de la colonie, sans signes d'essaimage ou de remplacement de la reine.

Par ailleurs, nous avons constaté que la ruchette Langstroth à 6 cadres avec compartiments, également connue sous le nom de doubles compartiments, est particulièrement adaptée à l'élevage d'essaims par division. Les deux compartiments, chacun doté d'une entrée, d'un nourrisseur et d'un couvre-cadres, permettent de mener simultanément deux élevages sous un même toit.

En examinant le rôle de l'odeur de la reine dans la régulation de la dynamique de la colonie d'abeilles, nous avons constaté son importance dans la production de reines et dans le comportement de pillage. La disposition des cellules royales au sein de la colonie peut être influencée par les phéromones émises par la reine, ainsi que par la structure de la ruche elle-même.

La ruchette à doubles compartiments offre des perspectives prometteuses pour améliorer le contrôle de l'activité des abeilles. Telle que : Planche de séparation ajustable : Une planche de séparation qui permettrait de moduler l'espace entre les compartiments en fonction des besoins de la colonie d'abeilles. Contrôle précis du vide : En développant un système, il serait possible de réguler l'activité des abeilles de manière plus efficace. La technologie : Intégrer des capteurs de température,

d'humidité ou de mouvement, Cela permettrait de mieux comprendre leur activité et d'ajuster les conditions en conséquence.

Enfin, le taux d'infestation par le varroa peut varier selon différents facteurs tels que l'environnement, la race et la génétique des abeilles, leur comportement hygiénique et les méthodes de contrôle utilisées. Les apiculteurs doivent donc surveiller régulièrement ce taux d'infestation et adopter des stratégies de lutte appropriées pour préserver la santé et la productivité de leurs colonies.

Dans l'ensemble, nos travaux de recherche ont permis de développer des améliorations significatives pour les ruches, favorisant l'adaptation des abeilles, la productivité de la colonie et la lutte contre le varroa, tout en mettant en évidence l'importance de l'odeur de la reine dans la régulation de la colonie d'abeilles. Ces résultats sont essentiels pour guider les apiculteurs dans leurs pratiques d'élevage et de gestion des colonies, contribuant ainsi à la préservation de la santé et de la productivité des abeilles.

Références bibliographique :

Abdallah, Lynda Et Saber, Fatiha. 2017. Contribution à l'identification de l'origine botanique de quelques miels de la wilaya de Tizi-Ouzou par une analyse pollinique au microscope optique. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.

Adam F., 1978. Ma méthode d'apiculture. Paris, Ed. Le courrier du livre, Paris, pp 45- 47.

Albertini, Louis. 2013. Essor de l'agriculture en al-Andalus (Ibérie arabe): Xe-XIVe siècle- Performances des agronomes arabo-andalous. Essor de l'agriculture en al-Andalus (Ibérie arabe), p. 1-358.

Alexandre, M. Cuvillier. 2015. Miel, Propolis, Gelée royale: Les abeilles alliées de notre système immunitaire. Université de Lille

Alves, T., Rivière, J., Alaux, C., Le Conte, Y., Singhoff, F., Duval, T., & Rodin, V. (2020, June). Modèle d'Interruption pour la Répartition des Tâches: Application à une simulation de colonie d'abeilles. In Rencontres des Jeunes Chercheur·ses en Intelligence Artificielle.

Amiar, Karima et Aouicha, Mounia. 2020. Gelée royale: composition, propriétés et qualité. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.

Anonyme. 1983. Les ruches les plus belles. Rev.Franç.Api (7), pp. 404-440

Aribi, Asma et Cheradid, Halima. 2020. Impact des insecticides sur la physiologie des abeilles domestiques (Hymenoptera, Apidae).

Bagehot, Walter. 1873. Lois scientifiques du développement des nations: dans leurs rapports avec les principes de la sélection naturelle et de l'hérédité. G. Baillière, 1873.

Baldensperger PJ ; 1932. Variété d'abeilles en Afrique du Nord. 5ème congrès international. J. Entomology. 829 - 839p

Bankova, V. M. 1999. Antibacterial Diterpenic Acids from Brazilian Propolis. Journal of biosciences 1996.

Beldi, M., Merzougui, H., & Lazli, A. 2021. Etude ethnobotanique du Pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. dans la wilaya d'El Tarf (Nord-est algérien)-. Ethnobotany Research & Applications, 21(09), 1-17.

Berkani M.L., 1980. Comparaison de deux types de ruches : Dadant Langstroth dans l'Est Algérien. Mémoire d'ingénieur, Inst. nati. agro, El Harrach, 98p.

- Berkani, Mohamed Laid.** 2007. Etude des paramètres de développement de l'Apiculture Algérienne. Thèse de doctorat. INA.
- Bertrand E.** 1967. La conduite du rucher. Ed Payot-Maison rustique, Paris, pp 79-82
- Biebuyck, N., & Van den Abeele, B.** 2019. Guillaume-Louis Formanoir de Palteau, un apiculteur français des Lumières (Doctoral dissertation, thèse de doctorat de la Faculté de philosophie, arts et lettres, Université catholique de Louvain).
- Biri, M.,** 1999. Le grand livre des abeilles Ed. VECCHI, Rome, pp 54-58.
- Biri,** 2010. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Edition De Vecchi, Paris, 13-101.
- Bogdanov S., L. C.** 2001. Qualité du miel et norme. Rapport de la commission international du miel. Abeille Cie.
- Borneck R.,** 1977. L'apiculture dans le monde. Rev. Gazette apicole. Ann. Apic. Mondial. pp 127–130.
- Bouacem, Khedoudja et Sifouane, Rachid.** 2016. Détermination de la dose létale 50 (DL50) des deux insecticides: Diméthoate et Lambda Cyhalothrine chez l'abeille domestique *Apis mellifera* intermissa. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.
- Bouakaz, Khaled, Tiab, Hicham, et Merzoug, Djemoui.** 2021. Organisation des Sociétés d'abeilles.
- Bouchama, Radia et Djaouani, Djouza.** 2015. Etude de l'activité antibactérienne des produits de la ruche (miel, propolis et gelée royale). Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.
- Boussouf M.,** 1981. Comparaison de deux types de ruches en conditions d'hivernage dans l'Est Algérien. Mémoire. univ. Constantine, pp 35-50.
- Bradbear, N.** 2010. Nicola. Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation des produits et services dérivés des abeilles. FAO, Rome, PFNL, vol. 19, p. 21.
- Bradbear, N.** 2005. Nicola. Apiculture et moyens d'existence durables. Food & Agriculture Org.
- Bruneau. E.** 2004. Les produits de la ruche In : Bruneau E., Barbançon J.-M., **Bruneau, E., Barbançon, J. M., Bonnaffé, P., Clément, H., Domerego, R., Fert, G., ... & Vaissière, B. (2012). Tratado de Apicultura.** Vaissière B. Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica éditions, Paris, 352-387
- Caillas A.,** 1974. Le rucher de rapport. Ed, Synd.Natio.api, Paris, pp 17-68.
- Cane, J.** 2016. Régime de pollen adulte essentiel à la maturation des œufs par une abeille *Osmia* solitaire. Insecte Physiol.

Catays, Guillaume. 2016. Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France: cas du locus *csd* de détermination du sexe. Thèse de doctorat. Université de Toulouse

Chaima, Ghabriuo et Abla, Makhoulf. 2019. L'effet de nourrissage sur la production de gelée royale. Université de khemis miliana

Chaudière M., Vilmorin J.B. ; 1994. Genèse d'une ruche. Ed : Dragon vert, Saint Maurice Navacelles, 47 p.

Choquet J., 1978. "L'Apiculture simplifiée". Ed. Maison rustique, Paris, pp 2-20.

Clement. H, Conte. Y, Barbancon. J.M, Vaissière. B, Bonnaffe. P, Reeb. C et al. 2006. La traite Rustica de l'apiculture. Rustica éditions.

Clement H ; Jean-Marie B ; Gilles F ; Paul B., 2002. Le traité Rustica de l'apiculteur Guide des techniques de l'apiculture. .Ed. Rustica. Paris.p.66-82

Clement H., 2009. Créer son rucher. Ed. Rustica. Paris .p22.

Cochin, Jacques. 1996, Sur certains paradoxes de l'apiculture traditionnelle au Fouta-Djallon. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, vol. 38, no 2, p. 111-124.

Corbet et al., 1982. Bees select nectar-rich flowers in a patch. *J. Apic Res* 23:234- 242.

Delaplane, Keith S., Mayer, Daniel F., et al. 2000. Crop pollination by bees. CABI publishing.

Djabekhier, Takia, Lehacani, Sarra, 2017. Etude physicochimique de quelques miel locaux et autres importés (langnese) I. Thèse de doctorat. Université de Jijel.

Dodolloglu, A. and F. Gene. 2003. Comparison of some features of queens reared from different honey bee (*Apis mellifera L.*) genotypes. *Journal of Applied Animal Research* 24:105-109.

Facchini, E., M.G. Delorio, F. Turri, F. Pizzi, D. Laurino, M. Porporato, R. Rizzi, and G. Pagnacco. 2021. Investigating genetic and phenotypic variability of queen bees: morphological and reproductive traits. *Animals* 11:3054.

FAO. (2001, juillet 2). Projet de normes révisé pour le miel.

Faugère, E., & Dussy, D. 2021. Abeilles, apiculteurs et varroa: cohabiter en temps de crises. *Anthropologie & Santé. Revue internationale francophone d'anthropologie de la santé*, (22).

Fekik, T., & Sehad, O. 2022. Etude du comportement hygiénique chez l'abeille *Apis mellifera intermissa* L. dans la région de Tizirt, willaya de Tizi-Ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Fert, G. 2014. Les cahiers de l'élevage, l'élevage des reines, 128p.

Fischer, Jean-Louis. 1979, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) face au problème du déterminisme du sexe. *History and Philosophy of the Life Sciences*, vol. 1, no 2, p. 261-283.

Frédéric, Marie-Claire. 2022. Le miel, une autre histoire de l'humanité. Albin Michel,

Freres J.M. Guillume J.C., 2011. L'apiculture écologique de A à Z. nouvelle Ed. Marco pietteur. pp.816.119-142.

Gagnon F., 1987. Apiculture pratique. Ed .la renaissance, Paris, pp 12-45

Guedjal, F. 2019. Etude de l'effet acaricide de l'huile essentielle d'eucalyptus sur le parasite de l'abeille (*Varroa jacobsoni*) (Doctoral dissertation, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila).

Hamdi, L., & Kecili, K. 2019. Contribution à la connaissance du degré d'infestation de l'abeille domestique *Apis mellifera intermissa* (Hymenoptera: Apoidae) par *Varroa destructor* (*Mesostigmata: Varroidae*) dans trois ruchers à Yakouren (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Hameurlaine, Hanane. 2019. Propriétés biologiques du venin d'abeille. Thèse de doctorat. Université ibn khaldoun TIARET.

Harris, J. 2019. Gestion des varroas dans les colonies d'abeilles mellifères | Service de vulgarisation de l'Université d'État du Mississippi.

Hommel R., 1947. Apiculture. Ed. J.B Bailliére, pp 87-110

Hoopingarner, R., and C. Farrar. 1959. Genetic control of size in queen honey bees. *Journal of Economic Entomology*. 52:547-548.

² -<https://www.thomas-apiculture.com/manutention-et-transhumance/1860-sangle-a-tendeur-a-cliquet-25-x-5000-mm-3760178053303.html> Le 01/05/2023 à 17:19

Hugon, Philippe. 2010. Les nouveaux acteurs de la coopération en Afrique. *International Development Policy* | Revue internationale de politique de développement, no 1, p. 99-118.

Hummel R, F. M. 2018. La reine des abeilles.

Hurpin J., 1978. La flore mellifère de France. Ed .L.B. Baillére, Paris ,154p

Imbreckx, 2023. Nicolas. Technologie brassicole. EdiPro,

Jobart, Benoît. 2022. Dynamique des agents pathogènes et comportements de résistance de l'abeille *Apis mellifera unicolor* suite à l'introduction de *Varroa destructor* à La Réunion. Thèse de doctorat. La Réunion.

Jurik, C. 2022. Supermama, la quête de la meilleure reine.

Kerbastard, M. N., Rapior, P. M. S., Nangou, A. M. A., & Meissonnier, A. M. C. 2020. Des abeilles, des humains et du miel. Université de Montpellier

Kovalskyi, Y., Kovalska, L., Druzhbiak, A., et al. 2023. Improvement of honey bees for intensification of wax production. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences, vol. 25, no 98, p. 83-86.

L'Arrivée J.C.M., 1997. L'Apiculture dans l'Est du Canada. Ed. Agriculture du Canada, pp 14-15.

Ladjani, Nadia et Rahni, Ryma. 2018. L'apport de l'apiculture au développement local en Algérie: cas de la daïra de Bordj Ménaiel. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.

Larek, Khadidja et Hafed, Cherifa. 2022. Utilisation de propolis pour lutter contre (*l'ascosphérose Ascospheera Apis*) qui infecte l'abeille domestique (*Apis mellifera intermissa*).

Laurent J.C., 1976. Cours d'Apiculture. Inst.Tech.Agri. Mostaganem, pp 80-95.

Lebrun-Tessier, C. 2020. Utilisation du réflexe d'extension du proboscis dans l'étude du " marquage comportemental"(Behavioral Tagging) chez l'abeille (*Apis Mellifera*) (Doctoral dissertation).

Le Conte Y, 2011. Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : Bruneau.E ; Brabançon J.-M ; Bonnaffé P. Clément H ; Domerego. R ; Fert G ; Le Conte. Y ; Ratia .G ; Reeb. C ; Vaissière. B. Le traité Rustica de l'apiculture. Ed. Rustica. Paris. pp.527. 12-83p.

Le Conte Y., 2004. Mieux connaître l'abeille. La vie sociale de la colonie. In : **Bruneau.E ; Brabançon J.-M ; Bonnaffé P. Clément H ; Domerego. R ; Fert G ; Le Conte. Y ; Ratia .G ; Reeb. C ; Vaissière. B.** Le traité Rustica de l'apiculture. Ed. Rustica. Paris. pp.527. 12-83p. 91

Le Conte, Y., Meixner, M. D., Brandt, A., Carreck, N. L., Costa, C., Mondet, F., & Büchler, R. 2020. Geographical distribution and selection of European honey bees resistant to *Varroa destructor*. Insects, 11(12), 873.

Le Conte, Yves et Albouy, Vincent. 2014. Nos abeilles en péril. Nos abeilles en péril, pp. 1-192.

- Levesque, Mireille.** 2022. Effets de l'hivernage en banques sur la survie et la qualité reproductive des reines d'abeilles mellifères (*Apis mellifera L.*). Thèse de doctorat. Université Laval.
- Lindauer M.,** 1952. Ein Beitrag zur Frage der Arbeitsteilung im Bienenstret. Z. Verghl Physiol. 36:299-345.
- Lobsenz, Norman-M.** 1960. Le monde des insectes. FeniXX.
- Louveaux J.** 1980. Les abeilles et leur élevage. Ed.Hachette, Paris, pp 123-130.
- Louveaux J., Maurizioa. ;** 1970. Les méthodes de la palynologie Apidologie volume 1 n.2 pp.221-238.
- Louveaux, J.** 1958. Recherche sur la récolte de pollen de la trappe à pollen en position supérieure. Annales de l'abeille 6(4) : 277-301.
- Maghni, Noudjoud et Louadi, Kamel.** 2017. Biogéographie des apidae (hymenoptera; apoidea) d'algérie et monographie des espèces d'eucerini et anthophorini dans la région des aurès. Thèse de doctorat. Université Frères Mentouri-Constantine 1.
- Maire, E. et Laffly,** 2015. Dominique. Abeilles et paysages. Enjeux apicoles et agricoles, Paris, Quae («Update Sciences & technologies»).
- Marchenay, Philippe.** 1988. Miels, miellats, miellées. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, vol. 35, no 1, p. 121-146.
- Maucourt, S., F. Fortin, C. Robert, and P. Giovenazzo.** 2020. Genetic Parameters of Honey Bee Colonies Traits in a Canadian Selection Program. Insects 11:587.
- Mestre, Jean-René et Roussel, Gaby.** 2005. Ruches et abeilles: architecture, traditions, patrimoine. EDITIONS CREER.
- Metropolitaine,** 1991. Utilisées En France. Campus Veterinaire De Lyon. Thèse de doctorat. Université Claude-Bernard-Lyon I.
- Morin, M. L.** 2022. Lutte intégrée contre *Varroa destructor*: comparaison des comportements hygiéniques de l'abeille domestique *Apis mellifera* (Doctoral dissertation, Université Laval).
- MOUASSA, Souhil.** 2018. Optimisation de l'écoulement de puissance par une méthode métaheuristique (technique des abeilles) en présence d'une source renouvelable (éolienne) et des dispositifs FACTS. Thèse de doctorat.

- Paterson, David Peter et Cockle, Anya.** 2008. L'apiculture. Éditions Quae.
- Perrin, Nadia et Cahé, Patrice.** 2009. Conduire ses ruches. Educagri Editions.
- Person, Yves.** 1953. La Nouvelle-Calédonie et l'Europe, de la découverte à la de Nouméa (1774-1854). Outre-Mers. Revue d'histoire, vol. 40, no 138, p. 5-215.
- Philippe J-M.,** 2007. Guide de l'apiculteur. EDISUD, La Calade, 13090 Aix-en-Provence. p.20 et 347 et 772
- Plainter; Biesele JJ.** 1966. The fine ultra-structure of the hypopharyngeal gland cell of the honey bee during development and secretion. Proc. N.A.S. volume 55.
- Porthault, R.** 2020. La vie de l'abeille au fil des saisons.
- Prost J.,** 1977 .Apiculture 6ème édition, Ed. Bailliere J .B. Paris, 579 p
- Riche, Maiwenn.** 2007. Etude de l'amont de filières de produits forestiers en vue de la réhabilitation des terroirs agroforestiers du triangle Moramanga-Beforona-Didy, est de Madagascar. Thèse de doctorat. Université de Paris-Val-de-Marne.
- Rogel, Jean-Pierre.** 2017. La crise des abeilles: une agriculture sous influence. Éditions MultiMondes.
- Rougerie, Laurent.** 2014. L'exode rural d'Apis Mellifera va-t-il sauver le monde ou sauver notre conscience? Une ruche en ville, outil de production locale et support pédagogique. Pour, no 4, p. 291-298.
- Rouleau-Breton, S.** 2020. Étude des traits de résistance au parasite Varroa destructor chez l'Abeille mellifère (Apis mellifera)/Stéphanie Rouleau-Breton.
- Sabot J.** 1980. 150 plantes mellifères : arbres, arbustes cultures et multiplication Ed. La maison rustique, Paris pp.15-23.
- Sanford, Malcolm T. et Bonney, Richard E.** 2018. Storey's Guide to Keeping Honey Bees: Honey Production, Pollination, Health. Storey Publishing, LLC.
- Schubnel, F., Hummel, R., & Feltin, M.** 2020. Varroa: Deux méthodes pour évaluer le parasitage de vos colonies d'abeilles.
- Searl L.,** 1992. Le miel rayon de soleil de l'hiver. Rev.apic.franç (519), pp 275-276.
- Segeren, P., Mulder, V., Beetsma, J., & Sommeijer, R.** 2004. L'apiculture dans les zones tropicales.

Spécifique, 2020. Systeme. Bio presse.

Standifer, L. N. 1980. The behavior and social life of honeybees. Harvard University Press.

Thang, Tran Thanh Ngan. 2022. Caractérisation de la propolis d'abeille provenant du Canada, de la Roumanie et du Brésil.

Van Alphen, JJ, & Fernhout, BJ. 2020. Sélection naturelle, élevage sélectif et évolution de la résistance des abeilles (*Apis mellifera*) contre *Varroa*. Lettres zoologiques, 6 (1), 1-20.

Vincent Dietemann, Francesco Nazzi, Stephen J Martin, Denis L Anderson, Barbara Locke, Keith S Delaplane, Quentin Wauquiez, Cindy Tannahill, Eva Frey, Bettina Ziegelmann, Peter Rosenkranz et James D Ellis. 2013. Méthodes standard pour la recherche sur le varroa, Journal of Recherche apicole, 52:1, 1-54, DOI : 10.3896/IBRA.1.52.1.09

Von Frisch K., 1969. Vie et mœurs des abeilles, Ed. Albin Michel, Paris, 255 p.

Warre E. 1948. Apiculture pour tous. Ed L'APICULTURE FACILE ET PRODUCTIVE. Deuxième édition. Reproduction – Version 3.31.p.13

Wendling. P. 2012. *Varroa destructor* (ANDERSON et TRUEMAN, 2000), un acarien ectoparasite de l'abeille domestique *Apis mellifera* LINNAEUS, 1758. Revue bibliographique et contribution à l'étude de sa reproduction. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, 190 p.

Winston M.L. 1993. The Biology of the Honey Bee. United States of America. Harvard University Press, p. 188 et 281.

Winston ML, 1993. La biologie de l'abeille. Traduit de l'anglais par G. Lambermont. Ed. Frison Roche. Paris. pp. 276.

Winston, Mark L. 1987. The biology of the honey bee. Harvard university press.

Yahiaoui, S. 2020. Les principales maladies de l'abeille dans la wilaya de Bouira.

I- Annexes :

I-1 Annexe 1 :

Sucre glace :

Le sucre glace peut être utilisé pour détacher les acariens de leur hôte collecté dans un bocal (Macedo et al. 2002) ou encore dans la colonie.

Matériel nécessaire : un bocal à large ouverture avec un couvercle dont la partie centrale est remplacé par un tissu ou une maille de 2 mm

1. Placez 300 abeilles dans le bocal et fermez le couvercle.
 2. Versez 1 grosse cuillère à soupe (au moins 7 g) de sucre en poudre à travers le filet ou le tissu.
 3. Roulez le bocal pour recouvrir toutes les abeilles de sucre.
 4. Laisser reposer 1 min.
 5. Retournez le bocal sur une surface blanche.
 6. Agiter pendant 1 min.
 7. Placez les acariens tombés et le sucre dans un tamis et rincez avec une solution saline. Pour les débarrasser des particules de sucre glace.
 8. Placez les acariens sur du papier absorbant pour les aider à sécher.
 9. Placer les acariens recueillis dans un récipient étanche aux acariens pour éviter qu'ils ne s'échappent. Placez une source d'humidité dans le récipient pour empêcher les acariens de se dessécher jusqu'à ce qu'ils soient utilisés pour des expériences (Dietemann *et al.* 2013). Cela peut aussi se faire en utilisant toute la colonie équipée d'un sol grillagé :
1. Retirez chaque cadre contenant des abeilles adultes.
 2. Saupoudrer de sucre glace afin que les cadres soient tous recouverts.
 3. Remettez dans la colonie.
 4. Retirez l'excédent de sucre glace avec les acariens du sol à intervalles de 10 à 20 minutes.
 5. Verser sur une passoire pour enlever le sucre et récupérer les acariens.
 6. Rincez avec une solution saline pour les débarrasser des particules de sucre glace.

7. Placez les acariens sur du papier absorbant pour les aider à sécher.

8. Placer les acariens recueillis dans un récipient étanche aux acariens pour éviter qu'ils ne s'échappent. Placez une source d'humidité dans le récipient pour empêcher les acariens de se dessécher (Dietemann *et al.* 2013).

Avantages : rapide et permet de récolter plusieurs centaines d'acariens en peu de temps. Le traitement est respectueux des abeilles puisque peu d'individus meurent au cours du processus. Les ouvrières recueillies dans les bocaux peuvent être replacées dans leurs colonies où elles seront nettoyées par leurs compagnons de nidification (Dietemann *et al.* 2013).

Inconvénients : diminue la durée de vie des acariens (Macedo *et al.* 2002). Cela peut être un problème s'ils doivent être utilisés pour des expériences de longue durée (> 3 jours).

Collecte manuelle :

Les acariens phorétiques peuvent être prélevés à la main sur leur hôte avec une brosse à poils fins ou un aspirateur à petite bouche (Dietemann *et al.* 2013).

1. Collectez les abeilles mellifères d'une colonie. La collecte manuelle est plus facile lorsque la colonie est fortement infestée, mais pour collecter des acariens « sains », il est recommandé que la colonie hôte ne présenter des symptômes d'infestation extrême tels que des abeilles estropiées (Dietemann *et al.* 2013).

2. Attrapez les abeilles une par une et examinez-les pour présence d'acariens. Les acariens peuvent courir librement sur le corps de l'abeille ou être cachés entre deux sternites. Les trouver et les récolter nécessite parfois de saisir l'abeille par le thorax et l'appareil à piquer avec une pince pour étirer l'abdomen, rendant ainsi les acariens visibles et accessibles (Dietemann *et al.* 2013).

3. Les abeilles mellifères peuvent être traitées au CO₂ ou refroidies pour faciliter la collecte physique. Le CO₂ affecte la physiologie des abeilles (Czakońska, 2009), mais des résultats récents indiquent qu'un traitement court au CO₂ n'affecte pas la fertilité et la fécondité des varroas femelles introduites artificiellement dans les cellules du couvain (Rosenkranz *et al.* 2010). L'effet du refroidissement sur les acariens n'est pas connu et pourrait affecter la survie des acariens. Une alternative au traitement au CO₂ et au refroidissement consiste à : laisser les abeilles sortir une à une de leur conteneur pour qu'elles puissent être attrapées facilement ou couper la tête des abeilles ; les acariens ont tendance à laisser les abeilles mortes en peu de temps.

4. Placer les acariens collectés dans un récipient étanche aux acariens avec une source d'humidité (un tampon de coton humide ou une boule de papier) pour éviter que les acariens ne se dessèchent (Dietemann *et al.* 2013).

En utilisant de l'alcool :

Une approche similaire pour éliminer les acariens des abeilles hôtes consiste à utiliser des kits de lavage, avec de l'alcool (70 %) servant à la fois de liquide de lavage et de collecte (Toufalia *et al.* 2015). Des estimations précises du nombre de varroas sur les adultes en utilisant soit la méthode du sucre glace, le lavage à l'alcool peut être effectué dans des colonies sans couvain à des fins de recherche ou d'apiculture pratique. Lors de l'utilisation d'un lavage à l'alcool, environ 300 abeilles sont sacrifiées sans aucun effet notable sur la force de la colonie ou sur la santé et la productivité globales (Gregorc et Sampson. 2019). Cependant, les lavages à l'alcool tuent à la fois les acariens et le petit nombre d'abeilles sélectionnées pour l'échantillonnage. En fait, des évaluations précises de l'infestation des colonies obtenues avec ce test de diagnostic sont essentielles pour assurer la survie et la productivité des colonies (Medina et Martin. 1999).

Laver à l'eau :

1. Recueillez les abeilles d'une colonie dans un contenant hermétique.
2. Remplissez le récipient avec une solution saline pour empêcher les abeilles de s'envoler et de secouer.
3. Verser le contenu du récipient sur un premier tamis (ouverture : 2000 μm) pour recueillir toutes les abeilles.
4. Placez un deuxième tamis (ouverture $< 0,5$ mm) en dessous pour recueillir les acariens.
5. Placez les acariens sur du papier absorbant immédiatement après le lavage les enlever pour les aider à sécher.
6. Placez les acariens recueillis dans un récipient étanche aux acariens avec une source d'humidité pour empêcher les acariens de se dessécher.

Avantages : rapide et permet de récolter plusieurs centaines d'acariens en peu de temps (Dietemann *et al.* 2013).

Inconvénients : effet sur la durée de vie des acariens inconnu ; cela peut être un problème s'ils doivent être utilisés pour des expériences de longue durée. Le traitement n'est pas favorable aux abeilles car beaucoup peuvent mourir pendant le processus (Dietemann *et al.* 2013).

Collecte des acariens des larves L5 :

Les acariens à un stade physiologique similaire peuvent être collectés à partir de cellules de couvain récemment coiffées (Chiesa *et al.* 1989).

1. Retirer un rayon à couvain avec des larves L5 prêtes à être coiffées le soir du jour précédant l'expérience.
2. Marquez les cellules coiffées avec un marqueur pratique (par exemple liquide correcteur, marqueur de reine, feutre).
3. Remplacez le rayon dans sa colonie d'origine. Les abeilles continueront à coiffer les cellules matures.
4. Le lendemain matin, transférez le peigne au laboratoire et descellez les cellules non marquées qui ont été coiffées pendant la nuit.

L'avantage : ramassage facile, tous les acariens sont au même stade physiologique (Dietemann *et al.* 2013).

Inconvénients : il n'y a aucune connaissance de l'âge de l'acarien et du nombre de cycles de reproduction qu'il a déjà effectués (Dietemann *et al.* 2013).

I-2 Annexe 2

Présentation du projet

1. L'idée de projet (la solution proposée)

Notre projet vise à contribuer à l'évolution du secteur de l'apiculture en modernisant les matériaux utilisés dans l'élevage apicole. Notre objectif vise à maximiser la production apicole, tout en préservant la durabilité et la santé des abeilles

2. Les Valeurs suggérées

Notre projet ambitionne d'apporter une modernité accrue au secteur de l'apiculture en procédant à une mise à jour des matériaux employés dans l'élevage apicole. En intégrant des équipements et des technologies de pointe, nous visons à offrir une flexibilité accrue aux apiculteurs, leur permettant ainsi de s'adapter plus facilement aux évolutions du marché. De plus, nous mettons un accent particulier sur les performances que nous offrons à nos clients. Notre objectif est de maximiser la production apicole tout en garantissant la durabilité et la santé des abeilles. En combinant ces aspects clés, nous aspirons à instaurer une approche plus efficace et durable de l'apiculture, répondant aux exigences actuelles du marché tout en préservant la précieuse biodiversité que représentent les abeilles

3. L'équipe

L'Etudiant Bouamama Ahmed : a suivi la formation de master en science agronomique spécialité production animale

L'Etudiant Morsli ramdhane : a suivi la formation de master en science agronomique spécialité production animale

L'encadrant Chahbar Mohamed : Maitre de conférence A à l'université de Tissemsilt

Co-promotrice Henni Asmaa : Doctorante à l'université de Tissemsilt

4. Les Objectifs du projet

Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- Moderniser les matériaux : L'un des objectifs est de mettre à jour les matériaux utilisés dans l'élevage apicole en intégrant des technologies et des équipements modernes. Cela permettra d'améliorer les pratiques apicoles, d'optimiser les processus de production et de faciliter le travail des apiculteurs.
- Maximiser la production : L'objectif est d'augmenter la productivité de l'apiculture en mettant en place des méthodes et des techniques efficaces. Cela peut inclure l'utilisation de ruches plus performantes, l'optimisation des techniques de récolte du miel et la mise en place de stratégies de gestion de colonies plus efficaces.
- Préserver la durabilité : Un objectif essentiel est de promouvoir la durabilité dans le secteur de l'apiculture. Cela implique de mettre en place des pratiques respectueuses

de l'environnement, de favoriser la biodiversité, de préserver les habitats naturels des abeilles et de minimiser l'impact négatif sur l'écosystème.

- Protéger la santé des abeilles : Il est primordial de veiller à la santé et au bien-être des abeilles. L'objectif est de réduire les risques de maladies et de parasites en mettant en place des mesures de prévention et de contrôle adaptées. Cela peut inclure la formation des apiculteurs sur les bonnes pratiques sanitaires et l'utilisation de traitements naturels et respectueux de la santé des abeilles.
- Répondre aux attentes des clients : Un objectif important est de fournir des produits apicoles de haute qualité qui répondent aux attentes des clients. Cela peut inclure la garantie de la traçabilité des produits, la certification de pratiques durables et le respect des normes de qualité élevées.

En atteignant ces objectifs, le projet vise à favoriser le développement et la croissance du secteur de l'apiculture tout en assurant la protection des abeilles et la satisfaction des apiculteurs et des consommateurs.

5. Le planning de réalisation du projet

Études préalables : choix de l'implantation de l'unité de production, préparation des documents nécessaires (de juillet 2022 jusqu'à octobre 2022).

Achat de matières premières : Bois (Janvier 2023).

Réalisation du prototype : Janvier 2023 jusqu'à Février 2023

Essais sur terrain : A partir de mois de mars 2023 jusqu'à ce jour

Aspects innovants

1. La nature des innovations

- Innovation des matériaux : Innovation radicale
- Technologies avancées : Innovation technologique
- Approche durable : Innovation du marché
- Solutions sanitaires avancées : Innovation du marché

2. Les domaines d'innovation

Ce projet propose plusieurs innovations importantes dans le secteur de l'apiculture :

- Innovation des matériaux : L'une des principales innovations consiste à moderniser les matériaux utilisés dans l'élevage apicole. Cela peut inclure l'utilisation de ruches et de cadres innovants fabriqués à partir de matériaux durables et légers, facilitant ainsi le travail des apiculteurs. De plus, des technologies de pointe peuvent être intégrées aux équipements apicoles, comme des capteurs de température et de l'humidité relative pour veiller à maintenir les conditions optimales à l'intérieur de la ruche. Cette technologie permet aussi une surveillance

permanente de l'état sanitaire des abeilles. D'autres systèmes d'automatisation sont en cours d'étude pour faciliter les tâches de gestion des colonies, ou encore des outils de collecte de données pour une analyse plus précise.

- **Technologies avancées** : Le projet explore l'intégration de technologies avancées dans le domaine apicole. Cela peut inclure l'utilisation de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique pour analyser les données des ruches, prédire les conditions optimales pour les abeilles et optimiser les stratégies de gestion. Des drones peuvent également être utilisés pour surveiller les ruchers et fournir des informations précieuses sur l'état des colonies.
- **Approche durable** : Une autre innovation clé est l'adoption d'une approche durable dans tous les aspects de l'apiculture. Cela peut impliquer l'utilisation de méthodes agricoles respectueuses de l'environnement, la plantation de cultures mellifères pour favoriser la biodiversité, la création d'habitats naturels pour les abeilles, ou encore l'intégration de pratiques de production biologique. L'objectif est de minimiser l'impact négatif sur l'écosystème et de préserver la santé des abeilles à long terme.
- **Solutions sanitaires avancées** : Le projet se concentre sur le développement de solutions sanitaires innovantes pour protéger la santé des abeilles. Cela peut inclure la recherche de traitements naturels et respectueux de l'environnement pour lutter contre les maladies et les parasites, ainsi que le développement de pratiques de gestion des colonies qui réduisent les risques de transmission de maladies. L'utilisation de technologies de pointe peut également aider à surveiller et à détecter rapidement les problèmes sanitaires afin de prendre des mesures appropriées.

Ces innovations visent à améliorer l'efficacité, la durabilité et la rentabilité de l'apiculture, tout en préservant la santé des abeilles et en répondant aux besoins changeants du secteur.

Analyse stratégique du marché

1. Le segment du marché

Le projet vise à cibler un segment spécifique du marché de l'apiculture. Voici une description du segment de marché visé :

- Le segment du marché ciblé par ce projet comprend les apiculteurs professionnels et les entreprises du secteur apicole qui cherchent à moderniser leurs pratiques et à améliorer leur productivité tout en préservant la durabilité et la santé des abeilles. Ce segment est composé d'acteurs engagés dans la

production apicole à grande échelle, tels que les producteurs de miel, les éleveurs de reines d'abeilles, les producteurs de propolis et de pollen, ainsi que les entreprises qui fournissent des services et des équipements aux apiculteurs. Aussi les entreprises chargées de la vente de matériel apicole sont concernées, notamment les coopératives apicoles.

2. La mesure de l'intensité de la concurrence

La mesure de l'intensité de la concurrence dans le secteur de l'apiculture peut varier en fonction de différents facteurs, tels que la position géographique, le contexte économique et les spécificités locales. Cependant, voici quelques éléments généraux à prendre en compte pour évaluer l'intensité de la concurrence dans ce secteur :

- Nombre d'acteurs : Nous serons parmi les premiers créateurs de matériels apicoles qui s'intéressent à réaliser un projet qui fournit un service et produits pareils.
- Différenciation des produits : Nous avons réalisé un produit destiné au marché avec un aspect unique

3. La stratégie marketing

Une stratégie de marketing efficace pour ce projet pourrait inclure les éléments suivants :

- Segmenter le marché
- Positionnement différencié
- Communication ciblée
- Partenariats stratégiques
- Programmes de formation et de sensibilisation
- Suivi et rétroaction

En mettant en œuvre cette stratégie de marketing, nous pouvons promouvoir notre projet, attirer l'attention des clients cibles et les convaincre de choisir notre solution innovante pour leurs besoins en apiculture.

Plan de production et organisation

1. Le processus de production

Dans le cadre de notre projet, le processus de production consistera à moderniser les matériaux utilisés dans l'élevage apicole et à intégrer des technologies avancées. Cela peut inclure la recherche et le développement de nouveaux matériaux durables, la conception et la fabrication de ruches et d'équipements améliorés, ainsi que l'intégration de capteurs et de technologies de suivi pour la surveillance des ruches et la collecte de données en temps

réel. Il est important que nous établissions des procédures claires pour chaque étape du processus de production, en veillant à la qualité, à la durabilité et à la conformité des produits finis.

2. L'approvisionnement

Pour mener à bien notre projet, nous devons identifier et collaborer avec des fournisseurs de matériaux apicoles de qualité. Il peut être nécessaire de rechercher des partenaires fournisseurs qui proposent des matériaux modernes et respectueux de l'environnement. Établissons des relations solides avec ces fournisseurs et veillez à ce qu'ils puissent répondre à nos besoins en termes de quantité, de qualité et de délais de livraison. Assurons-nous également de mettre en place des mécanismes de contrôle de la qualité pour garantir la conformité des matériaux utilisés dans votre production.

3. La main d'œuvre

Notre projet nécessitera une main-d'œuvre qualifiée pour mener à bien les différentes étapes de production. Identifions les compétences et les qualifications requises, telles que des techniciens spécialisés dans la fabrication de matériaux apicoles, des ingénieurs pour la conception des équipements, ou des spécialistes de la gestion de ruches. Assurons-nous de recruter et de former du personnel compétent pour garantir une production efficace et de haute qualité. Prévoyons également des programmes de formation continue pour maintenir les compétences de notre équipe à jour et suivre les évolutions technologiques du secteur.

4. Les principaux partenaires

Dans le cadre de notre projet, nous pouvons envisager de collaborer avec divers partenaires, tels que des distributeurs spécialisés dans les produits apicoles, des centres de recherche pour bénéficier de leur expertise, des associations apicoles pour obtenir des conseils et un soutien sectoriel, ou encore des organisations environnementales pour promouvoir notre engagement envers la durabilité. Établissons des relations de partenariat solides et définissons clairement les rôles et les responsabilités de chaque partenaire. La collaboration avec des partenaires stratégiques peut renforcer notre crédibilité, élargir notre réseau de distribution et faciliter la diffusion de nos innovations sur le marché de l'apiculture.

Plan financier

1. Les coûts et les charges

Dans le cadre de notre projet en Algérie, nous avons effectué une estimation réaliste des coûts et des charges associés à notre activité apicole modernisée. Cela inclut plusieurs éléments. Dans un premier temps l'estimation des coûts d'achat des

matériaux apicoles modernisés qui sont en totale 3000 da/ unité. Pour les frais de recherche et de développement sont approximative au chiffre 2000da. Concernant les coûts de production, ils sont similaire au coût d'achat (1500da/ unité). Aussi les dépenses de marketing et de promotion seront factoriel (estimer a 2000da). Ainsi les coûts de distribution sont de 700da/ unité. Pour les charges de personnel, elles seront facultatifs avec estimation de 800da/ unité. Les frais administratifs et les coûts liés à la gestion des partenariats sont similaire au chiffres de 1200da/ unité. Il est recommandé de réaliser une analyse approfondie des coûts spécifiques à notre projet et d'établir un budget détaillé pour mieux gérer les ressources financières.

2. Le chiffre d'affaires

Pour notre projet, nous avons estimé le chiffre d'affaires prévisionnel en fonction du marché local. Nos estimation de chiffre en prenant l'exemple de vendre 20 unités (ruches) par mois serraient environ 1440000da annuellement

3. Les comptes de résultats escomptés

Dans le cadre de notre projet en Algérie, il est essentiel d'établir des comptes de résultats prévisionnels pour évaluer la rentabilité globale.

Tableau 3 : les comptes des résultats prévisionnels

	Unité
le cout (da)	5370
le prix (da)	6000
les revenus bruts (da)	630
les impôts (da)	126
les revenus nets (da)	504
Les ventes mensuelle (da) (vendre 20 unité en 1 mois)	120000
les revenue mensuelle bruts (da)	12600
impôts mensuelle (da)	2520
les revenus nets mensuelle (da)	10080

Résumé :

La configuration des équipements apicoles, notamment des ruches, exerce une influence considérable sur la production dans l'apiculture. Plusieurs études ont démontré que ces ruches peuvent avoir un impact sur la santé et le bien-être des abeilles, ce qui est en relation avec la production apicole. Par conséquent, il est crucial de poursuivre les recherches sur l'impact de la forme des équipements apicoles sur la production apicole et la santé des abeilles, en comparant différents types de ruches et en tenant compte des besoins spécifiques de chaque colonie. Dans le cadre de notre étude, nous avons pu observer une amélioration significative de l'adaptation des abeilles grâce à la configuration et à la robustesse des cadres utilisés, ainsi qu'à leurs comportements et à leurs activités de nettoyage. Cependant, malheureusement, les deux essaims de la première ruchette ont péri en raison d'un pillage entre les deux compartiments, causé par la présence d'un petit passage entre eux. En revanche, dans la deuxième ruchette, la reine a été retrouvée dans le premier compartiment, Dans le deuxième compartiment, nous avons repéré des cellules royales, mais leur disposition suggérait une intention de production d'une reine destinée à un essaimage naturel plutôt que d'une reine de remplacement.

Mots-clés : équipements apicole, types de ruches, activité des abeilles, ruchettes doubles compartiments, essaimage artificiel.

ملخص :

تتأثر إعدادات المعدات النحلية، بما في ذلك الخلايا النحلية، بشكل كبير على الإنتاج في مجال النحل. أظهرت العديد من الدراسات أن هذه الخلايا النحلية يمكن أن تؤثر على صحة ورفاهية النحل، وهذا مرتبط بالإنتاج النحلي. لذا، فإنه من الضروري أن نواصل البحث حول تأثير شكل المعدات النحلية على الإنتاج النحلي وصحة النحل، من خلال مقارنة أنواع مختلفة من الخلايا النحلية ومراعاة الاحتياجات الخاصة لكل مستعمرة. في إطار دراستنا، لاحظنا تحسناً ملحوظاً في تكيف النحل بفضل تكوين وقوة الأطر المستخدمة، بالإضافة إلى سلوكهم وأنشطتهم في التنظيف. ومع ذلك، للأسف، فإن كلاً من السُرَّبين في الخلية النحلية الأولى قد لقيا حتفهما بسبب النهب بين القسمين، نتيجة وجود ممر صغير بينهما. بالمقابل، في الخلية النحلية الثانية، تم العثور على الملكة في القسم الأول، وفي القسم الثاني، لاحظنا خلايا ملكية، ولكن ترتيبها يشير إلى نية إنتاج ملكة للتفويض الطبيعي بدلاً من ملكة بديلة.

الكلمات المفتاحية: معدات تربية النحل، أنواع خلايا النحل، نشاط النحل، خلايا مزدوجة المقصورة، حشود اصطناعية.

Abstract :

The configuration of beekeeping equipment, especially beehives, has a significant influence on production in apiculture. Several studies have demonstrated that these hives can have an impact on the health and well-being of bees, which is related to beekeeping production. Therefore, it is crucial to continue researching the impact of the shape of beekeeping equipment on beekeeping production and bee health, by comparing different types of hives and considering the specific needs of each colony. In the context of our study, we observed a significant improvement in bee adaptation due to the configuration and robustness of the frames used, as well as their behaviors and cleaning activities. However, unfortunately, both swarms in the first small hive perished due to robbing between the two compartments, caused by the presence of a small passage between them. In contrast, in the second small hive, the queen was found in the first compartment. In the second compartment, we identified royal cells, but their arrangement suggested an intention to produce a queen for natural swarming rather than a replacement queen.

Keywords: beekeeping equipment, types of hives, bee activity, double compartment hives, artificial swarming.