

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
FACUTE DES SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention
Du diplôme de Master
Spécialité : Production et Nutrition Animale

Thème

PRODUCTION D'ESSAIS D'ABEILLES ISSUES
DE SOUCHES SELECTIONNEES

Présentée par :

RAHOUI Ismahane
SABER CHERIF Amine

Devant le jury composé de :

Mme MEFTI H.	MCA	USDB	Présidente
Mr BERKANI M L.	Professeur	ENSA	Promoteur
Mme BOUBEKEUR S..	MCB	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018/2019

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, pour nos avoir données la volonté et la patience durant toute notre année d'étude.

*Tout d'abord, nous tenons tout particulièrement à témoigner notre profonde gratitude à notre promoteur, le Professeur **BERKANI M.L.** pour avoir accepté de diriger notre travail, avoir assuré avec patience notre encadrement et pour ses encouragements.*

Nous tenons également à remercier tous les membres de notre jury d'avoir acceptés d'évaluer notre travail.

*Nous remercions M^{me} **MEFTI H.** d'avoir accepté de présider notre jury de soutenance.*

*Nous remercions aussi M^{me} **BOUBEKEUR S.** pour l'honneur qu'elle nous a fait d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont plus particulièrement à M^r **DJAZOULI Z,** M^r **BENCHERCHALI M.** et M^r **BENDALI A.** de l' USDB 1 pour leurs aides précieuses.*

Nous remercions aussi tous les enseignants qui ont contribué à notre formation de Master II au sein de l'Université de Blida 1.

Enfin nous témoignons notre gratitude et notre sincère reconnaissance à toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts:

A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers parents, leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur.

A toute la famille : RAHOUI et SABER CHERIF

A tous mes amis qui ont rendu ma vie agréable et pleine de bons souvenirs.

A la promo de Master II, Production et Nutrition Animale de 2018/2019.

A tous ceux qu'on aime...

SOMMAIRE

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

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : L'élevage de reines et l'essaimage.....	3
---	---

Chapitre II : La sélection de l'abeille	25
--	----

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Matériels et méthodes.....	37
--	----

Chapitre II : Résultats et discussions.....	54
--	----

Conclusion et recommandations	66
--	----

Références bibliographiques

Annexes

Tables des matières

INTRODUCTION.....	1
PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE 1 : L'ELEVAGE DE REINES ET L'ESSAIMAGE	
1. BIOLOGIE DE L'ABEILLE.....	3
1.1. Position systématique.....	3
1.2. Morphologie de l'abeille adulte.....	3
1.3. Composition et structure de la colonie.....	4
1.3.1. La reine.....	6
1.3.2. Les ouvrières.....	8
1.3.3. Le mâle ou faux bourdon.....	8
1.4. Le cycle évolutif de l'abeille.....	8
2. ELEVAGE DE REINES.....	10
2.1. But et intérêt de l'élevage de reines.....	10
2.2. Elevage et renouvellement naturel des reines.....	10
2.3. Elevage et renouvellement artificiel des reines.....	11
2.4. Les différentes méthodes d'élevage de reines.....	12
2.5. Préparation des reines a l'introduction dans les colonies.....	14
2.5.1. Préparation des reines.....	14
2.5.1.1. Fécondation des reines.....	14
2.5.1.2. Le marquage des reines.....	14
2.5.1.3. Le transport des reines.....	15
2.5.2. Introduction des reines dans une colonie.....	15
2.5.2.1. Introduction des cellules royales.....	15
2.5.2.2. Introduction des reines vierges.....	16
2.5.2.3. Introduction des reines fécondées.....	17

3. L'ESSAIMAGE.....	18
3.1. L'essaimage naturel.....	18
3.1.1. Signes précurseurs de l'essaimage naturel.....	18
3.1.2. Causes de l'essaimage naturel.....	19
3.1.3. Prévention de l'essaimage naturel.....	19
3.1.4. Avantages et inconvénients de l'essaimage naturel.....	20
3.2. L'essaimage artificiel.....	21
3.2.1. But de l'essaimage artificiel.....	21
3.2.2. Avantages et inconvénients de l'essaimage artificiel.....	22
3.2.3. La méthode de l'essaimage artificiel.....	22

CHAPITRE 2 : LA SELECTION DE L'ABEILLE

1. La sélection de l'abeille.....	25
2. Principe de la sélection.....	25
3. Intérêts critères de la sélection.....	26
4. Les différents types de la sélection.....	30
4.1. La sélection naturelle.....	30
4.2. La sélection artificielle.....	30
5. Méthodes de sélection.....	31
5.1. La sélection massale.....	31
5.2. La sélection de lignée.....	33
5.2.1. Le faux bourdon.....	33
5.2.2. Mère et grand-mère.....	34
5.2.3. Approche génétique.....	35
5.2.4. Stabilité et variabilité génétique.....	35

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELS ET METHODES

1. Matériels et méthodes.....	37
1.1. L'objectif de l'expérimentation.....	37
1.2. Présentation du site expérimentale.....	37

1.2.1. Lieu de déroulement des expérimentations.....	37
1.2.2. Conditions climatiques.....	38
1.2.3. Environnement florale.....	38
1.3. Matériels.....	41
1.3.1. Matériel biologique.....	41
1.3.2. Matériel apicole.....	42
1.3.2.1. Matériel d'exploitation.....	42
1.3.2.2. Matériel destiné à l'élevage de reine.....	45
1.4. Méthodes de travail.....	46
1.4.1. Méthode d'élevage de reines.....	46
1.4.2. Méthode d'essaimage.....	50
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
1. Résultats et discussions.....	54
1.1. L'essaimage.....	54
1.1.1. Evolution de la surface du couvain des colonies souches.....	54
1.1.2. Evolution de la surface du couvain des essaims confectionnés.....	60
1.2. L'élevage royal.....	62
1.2.1. L'acceptation des larves greffées pour les différents élevages.....	62
1.2.2. L'éclosion des reines pour les différents élevages	64
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	66
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

إنتاج تطريد النحل عن طريق طوائف نحل مختارة

ملخص

لغرض تكاثر مستعمرات النحل، أجرينا دراسة تجريبية في منحل النحل في منطقة الجمهورية (ولاية الجزائر) خلال الفترة من نوفمبر 2018 إلى مايو 2019. حيث تم استخدام 12 مستعمرة من النحل القوي (*Apis mellifera intermissa*)، لتحقيق تكاثر ملكي صناعي وإنتاج مكثف لأسراب النحل. هذا العمل سمح لنا بالتأكد بأنه ابتداء من طريقة سلوك طوائف النحل المسماة الاختيار الشامل، يمكننا الحصول على طوائف قوية بملكات ذات نوعية جيدة. تجدر الإشارة إلى أنه فيما يتعلق بتربية الملكة تم العثور على أفضل معدلات قبول اليرقات المطعمة بواسطة البديل 40 بمتوسط 33,75 يرقة أي 84,37%. بالنسبة للسرب، تم تسجيل أفضل النتائج من قبل المستعمرات التي تكون فيها الملكة أقل من عامين مع 18 سرب تم الحصول عليها، و الأخيرة التي حصلت على ملكات من التكاثر تعطي نتائج أفضل مقارنة بتلك التي حصلت على ملكات بطريقة طبيعية من وجهة نظر الحضانة و أوزان السرب وإنتاج العسل.

الكلمات المفتاحية : التربية الملكية، التطريد الاصطناعي، اختيار شامل، طوائف نحل القوية، الملكات ذات النوعية الجيدة، سلالات مختارة.

PRODUCTION D'ESSAIMS D'ABEILLES ISSUES DE SOUCHES SELECTIONNEES

Résumé

Dans le but de la multiplication des colonies d'abeilles, nous avons effectués une étude expérimentale dans un rucher d'abeille dans la région d'El Djoumhouria (wilaya d'Alger) pendant la période allant de novembre 2018 à mai 2019.

Dans laquelle on a utilisé 12 colonies d'abeilles fortes (*Apis mellifera intermissa*), pour la réalisation d'un élevage royal artificiel et à la production intensive d'essaims d'abeilles.

Ce travail nous a permis de confirmer qu'à partir d'une méthode de conduite des colonies appelée sélection massale, on peut obtenir des colonies fortes avec des reines de bonne qualité issues des souches sélectionnées.

Il est à noter, concernant l'élevage de reine on a constaté que les meilleurs taux d'acceptation des larves greffées a été enregistré par la variante 40 avec une moyenne de 33,75 larves soit 84,37%.

Pour la confection des essaims les meilleurs résultats ont été enregistré par les colonies souches dont la reine est âgée de moins de deux ans avec 18 essaims obtenus, ces derniers qui ont reçu des reines d'elevage donnent de meilleurs résultats par rapport à ceux ayant élevé naturellement leurs reines et ceux du point de vue réalisation du couvain, poids des essaims et production de miel.

Mots clés : Elevage royal, l'essaimage artificiel, sélection massale, colonies fortes, reines de bonne qualité, souches sélectionnées.

PRODUCTION OF SWARMS OF BEES RESULTING FROM SELECTED STRAINS

Summary

For the purpose of the multiplication of bee colonies, we conducted an experimental study in a bee apiary in the region of El Djoumhouria (wilaya of Algiers) during the period from November 2018 to May 2019.

In which 12 colonies of strong bees (*Apis mellifera intermissa*) were used, for the realization of an artificial royal breeding and the intensive production of bee swarms.

This work allowed us to confirm that from a colony control method called mass selection, we can obtain strong colonies with good quality queens from selected strains.

It should be noted, concerning the breeding of queen was found that the best rates of acceptance of grafted larvae was recorded by variant 40 with an average of 33,75 larvae or 84,37%.

For swarm making, the best results were recorded by the colonies of which the queen is less than two years old with 18 swarms obtained, the latter which received queens of breeding give better results compared to those having raised naturally their queens and those from the brooding standpoint, swarm weights and honey production.

Key words : Royal breeding, artificial swarming, massal selection, strong colonies, queens of good quality, selected strains.

INTRODUCTION

L'objectif de chaque branche de l'agriculture est l'amélioration constante des rendements et la rentabilité du cheptel lorsqu'il s'agit de productions animales.

Il en est de même pour l'apiculture car, si aucune politique d'élevage n'est envisagée, nous risquons de subir les conséquences négatives dues aux fluctuations des conditions naturelles.

Aussi, il faudrait appliquer, à ce domaine des abeilles, les principes d'une recherche rationnelle pour assurer une amélioration du rendement, et ceci grâce à la multiplication des souches fortes, et à l'élimination des éléments faibles et de moindre valeur productive. Cela ne peut être réalisé qu'avec une pratique organisée de l'élevage de reines.

L'élevage de reines constitue une des plus importantes activités dans la conduite moderne et intensive en apiculture.

La productivité des ruches est surtout déterminée par la puissance des colonies, à savoir le nombre d'abeilles butineuses qui récoltent et emmagasinent les provisions de miel dans les rayons.

Cependant l'augmentation du nombre d'abeilles dans la colonie est étroitement liée à la prolificité de la reine, qui se manifeste par le nombre élevé d'œufs pondus dans les périodes favorables, est un caractère recherché par les apiculteurs, car à partir de ces œufs naissent des abeilles capables d'exploiter les miellées. Elle se remarque plus intensément chez les reines jeunes.

De cela découle l'importance que présente l'introduction de jeunes reines au niveau des colonies et le remplacement de celles plus âgées (plus de deux ans), car sa qualité baisse par le fait qu'elle commence à pondre des œufs non fécondés et d'une manière irrégulière se caractérisant par un couvain en « mosaïque ».

L'objectif de cette étude consiste à la multiplication des colonies fortes, par la méthode d'essaimage artificiel et l'élevage de reines issues de souches sélectionnées afin d'accroître le cheptel dans le but de l'amélioration et l'intensification de la production apicole.

A cet effet, notre étude de recherche se base sur deux parties :

- La première se penche sur le volet bibliographique ayant un lien avec le thème proposé,
- et le second volet qui est expérimental traite sur deux questions concernant l'élevage de reines d'abeilles et l'essaimage des colonies sélectionnées. Par cette investigation, nous essayerons d'apporter des réponses quant à la hausse des rendements par des essais de multiplication avec l'introduction de reines issues de souches sélectionnées.

-

1. BIOLOGIE DE L'ABEILLE

L'abeille algérienne appartenant à la lignée Africaine est représentée par deux races. La première race géographique décrite a été *Apis mellifera intermissa* par Buttel-Reepen (1906) (Ruttner, 1968). Ses principales caractéristiques morphologiques sont données par Ruttner (1968). Son aire de répartition s'étend sur toute l'Afrique du Nord, du Maroc à la Tunisie (Cornuet et al., 1988 ; Grissa et al., 1990). Une deuxième race a été décrite par Haccour (1960) : *Apis mellifera sahariensis*. On la trouve au sud du Maroc et de l'Algérie.

C'est une des abeilles élevées à grande échelle en apiculture pour produire du miel et pour la pollinisation.

1.1. Position systématique

Selon Boucher (2016), la classification systématique de l'abeille « *Apis mellifera* » est établie comme suit :

- **Règne** : Animal
- **S/Règne** : Invertébrés
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous –embranchement** : Hexapoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Hyménoptéra
- **S/Ordre** : Aculéates
- **Super Famille** : Apoidea
- **Famille** : Apidae
- **S/Famille** : Apinea
- **Genre** : Apis
- **Espèce** : *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758).

1.2. Morphologie de l'abeille adulte

Selon Clément (2006), l'abeille domestique *Apis mellifera* est un invertébré de la famille des Apidés, qui possède six pattes et deux paires d'ailes. Elle n'a pas de squelette interne mais dispose d'une enveloppe externe faite de chitine (exosquelette). Son corps comprend trois parties bien distinctes: *la tête, le thorax et l'abdomen*. Elle possède deux paires d'ailes membraneuses couplées par des crochets, des pièces buccales de type broyeur- lécheur, un système nerveux constitué de plusieurs ganglions (Figure 1).

➤ **La tête** est une capsule ovoïde qui extérieurement, présente deux yeux composés et trois ocelles, deux antennes et les pièces buccales. Elle porte les principaux organes des sens et renferme un cerveau d'un volume important, ainsi que les glandes hypopharyngiennes, labiales et mandibulaires.

➤ **Le thorax** est constitué de 3 segments thoraciques communs à tous les insectes, plus une extension du premier segment abdominal qui porte les éléments locomoteurs de l'abeille. Chacun des trois segments thoraciques porte une paire de pattes. Les deux segments thoraciques postérieurs sont également dotés d'une paire d'ailes. Trois paires d'orifices respiratoires appelés stigmates débouchent symétriquement sur le côté du thorax.

➤ **L'abdomen** est constitué de 7 segments visibles reliés entre eux par une membrane inter segmentaire. Chaque segment abdominal est constitué d'une plaque dorsale appelée tergite, et d'une plaque ventrale appelée sternite. Le dernier segment comporte l'appareil vulnérant, l'appareil reproducteur et le rectum.

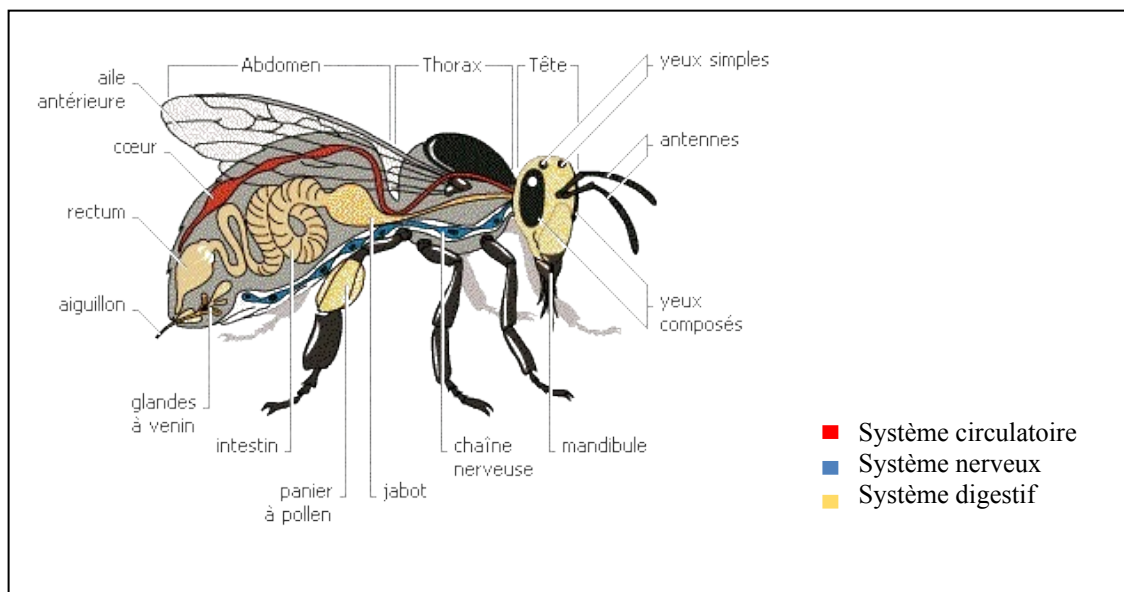


Figure 1 : Morphologie de l'abeille (Hennebelle, 2010)

1.3. Composition et structure de la colonie

D'après Boucher (2016), Les abeilles sont des insectes sociaux qui forment des colonies permanentes, également appelées "*superorganismes*". Les individus faisant partie de la colonie ont des tâches précises à effectuer et un rôle important à jouer.

C'est grâce à cette cohésion sociale forte que le superorganisme peut vivre et se multiplier durant plusieurs années, et ce, alors même que la vie de chaque insecte est éphémère.

On dénombre trois castes au sein d'une colonie: la reine, mère de tous les individus du superorganismes, les mâles, ou faux-bourdon, essentiellement destinés à la reproduction et les ouvrières, qui effectuent des tâches adaptées à leur âge.

Une colonie d'abeilles peut comprendre:

- 30 000 à 60 000 ouvrières qui représentent 95% de la colonie.
- 100 à 6 000 mâles ou faux-bourdon (seulement en période d'activité printanière).
- Une reine unique, qui est l'unique pondreuse.

Tous les castes d'abeilles (ouvrières, faux- bourdon et reine) sont nécessaires au bon développement de la colonie (Figure 2).

Durant la période d'hivernage de la colonie, la reine ralentit sa ponte en réduisant la surface du couvain (Von Frishi, 2011).

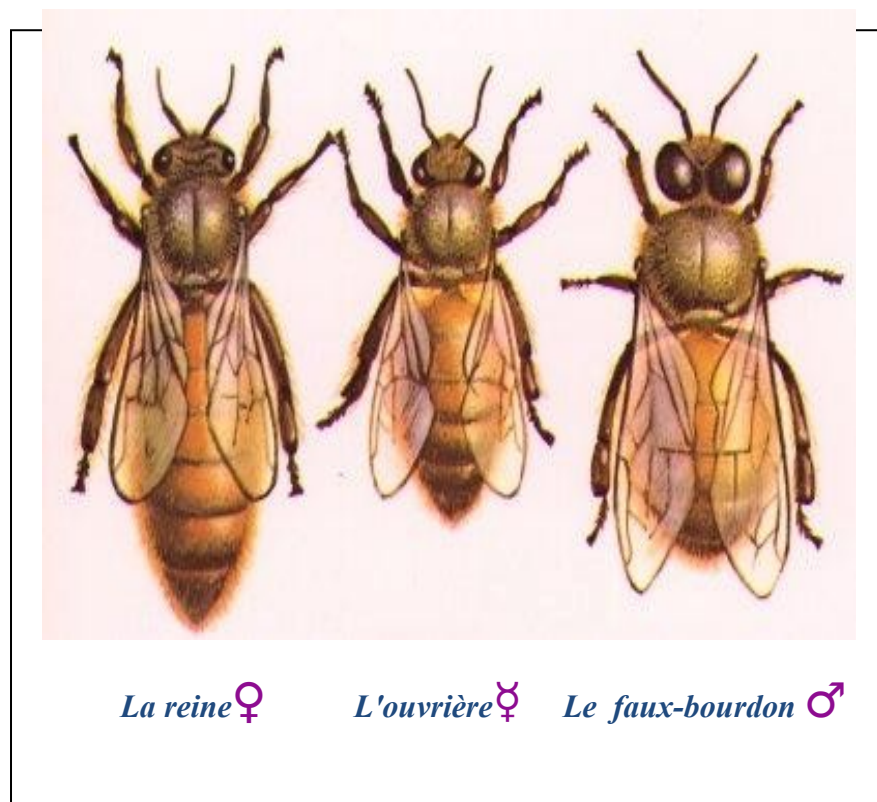


Figure 2 : Les trois castes d'*Apis mellifera* (Dade, 1994)

1.3.1. La reine

D'après Louveaux (1985), la reine est la seule femelle fécondée de la colonie. Elle est la mère de toutes les abeilles d'une ruche. Elle se distingue par :

- Sa taille avec son abdomen qui est très développé et renferme les organes génitaux complets.
- Ses pièces buccales courtes, ses mandibules dentelées, ses pattes dépourvues d'organes de récolte du pollen.
- Son aiguillon est recourbé et n'a pas de glandes cirières.
- La reine est dotée aussi d'une spermathèque qui renferme les spermatozoïdes des mâles qui se sont accouplés avec elle au début de sa vie.

Cette spermathèque peut contenir jusqu'à 7 millions de spermatozoïdes. Il faut généralement de 2 à 4 ans pour épuiser cette réserve.

D'une part, par sa ponte intensive, la reine détermine la force de la colonie et d'autre part elle accomplit un rôle au sein de la population d'abeilles.

Cela se résume que la reine joue deux rôles principaux dans la société des abeilles :

❖ La sécrétion de phéromone

C'est une substance chimique parfaitement identifiée produite par les glandes mandibulaires de la reine appelée « phéromone ». C'est un véhicule concret de l'information relative à la présence ou à la perte de la reine (Louveaux, 1985).

Des doses de l'ordre du milligramme renouvelées quotidiennement sont nécessaires pour maintenir la liaison entre les abeilles du groupe (Prost ,1987).

Cette substance possède de nombreux rôles à l'intérieur de la ruche :

- 🎬 Elle attire les jeunes abeilles.
- 🎬 Empêche la construction des cellules royales.
- 🎬 S'oppose au développement des ovaires des ouvrières.

En dehors de la ruche :

- 🎬 Elle exerce une attraction sexuelle sur les mâles d'abeilles.
- 🎬 Elle stimule les butineuses à la récolte du nectar.

La reine ne quitte jamais la ruche hormis deux périodes précises :

- 🎬 Les vols de fécondation.
- 🎬 L'essaimage.

❖ La ponte

La ponte de la reine constitue une des variables essentielles dans le développement de la colonie d'abeilles comme chez tous les insectes sociaux ; car elle détermine la perpétuité de vie de la colonie.

Selon Tournet (2017), la ponte diffère selon les saisons, ponctuée par les floraisons.

La mère peut engendrer jusqu'à 200 000 oeufs chaque année, au rythme d'un un à deux par minute, 1 000 à plus de 2 000 oeufs par jour.

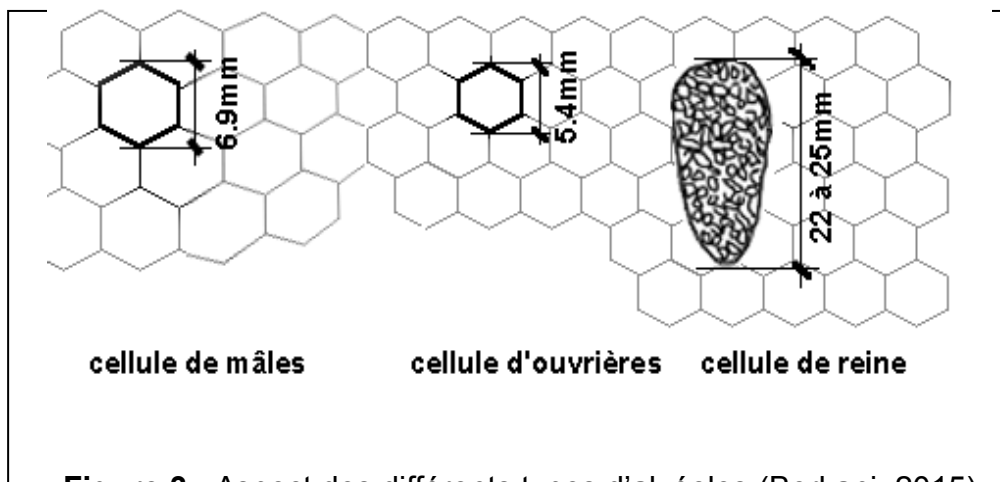
Selon De Layens et Bonnier (2013), la quantité d'œufs que la mère peut pondre par jour dépend principalement de quatre circonstances différentes :

- 1- De la saison et de la récolte.
- 2- De l'âge de la mère.
- 3- De la place dont dispose la mère.
- 4- Du nombre d'ouvrières qui se trouve dans la ruche.

La reine pond ses œufs dans deux types d'alvéoles :

- Les alvéoles d'ouvrières de petite taille en très grand nombre.
- Les alvéoles de mâles sont plus grandes et moins nombreuses (Figure 3).

Les cellules d'ouvrières et de mâles servent à l'élevage du couvain mais également au stockage des provisions.



1.3.2. Les ouvrières

Les ouvrières sont toujours plus nombreuses que les mâles, ce sont des femelles ordinairement stériles avec des organes sexuels atrophiés et bloqués, mais dans certaines circonstances, elles peuvent pondre des œufs qui se développent

normalement mais ne donnent naissance qu'à des mâles. C'est aux ouvrières que reviennent tous les travaux de la ruche (Prost, 2005).

Selon Maréchal (2014), les abeilles remplissent toutes les tâches d'entretien et de production à l'intérieur de la ruche. Leurs activités varient tout au long de leur existence, selon l'apparition de différentes glandes ou l'atrophie progressive de ces derniers.

1.3.3. Le mâle ou faux bourdon

Les mâles ne sont présents qu'à une certaine période de l'année pour effectuer leurs seuls rôle de reproducteurs. Dans nos régions, en Algérie, ils apparaissent normalement en mars, avril, mai, juin jusqu'au mi juillet (1000 à 2000 par colonie).

Nous pouvons citer quelques caractéristiques particulières chez les faux bourdons :

- Absence d'aiguillon.
- Systèmes oculaire et antennaire développés.
- Exclus de la colonie à la fin de l'activité de reproduction (début de l'été).

1.4. Le cycle évolutif de l'abeille

Le cycle vital de l'abeille débute par un petit œuf: un bâtonnet blanc mesurant environ 1,5 mm de long et 0,4 mm de diamètre que la reine dépose dans une alvéole, parallèlement aux parois de la cellule. Le premier jour, l'œuf est perpendiculaire au fond de l'alvéole, puis il s'incline et finit par se coucher sur le fond, le troisième jour avant d'éclore.

La jeune larve est alors plus petite que l'œuf. Nourrice pendant les trois premiers jours avec de la gelée royale, elle sera ensuite alimentée avec une bouillie faite d'un mélange de miel, d'eau et de pollen, à l'exclusion de la future reine qui recevra toute sa vie durant de la gelée royale (Ravazzi, 2007).

Selon Boucher (2016), quelle que soit la caste, on observe toujours sept stades de développement pour le couvain d'abeilles: le stade œuf, cinq stades larvaires et le stade nymphal.

La durée de ce cycle de développement varie en fonction des castes. Le temps de développement d'une reine est le plus court des trois castes et dure seulement 16 jours. Pour les ouvrières et les faux-bourdons, il est respectivement de 21 et 24 jours (Tableau 1).

Tableau 1 : Temps de développement des différents types d'abeilles

	Reine	Ouvrière	Mâle
Œuf	Fécondé	Fécondé	Non fécondé

Stockage des Œufs	Cellule royale	Alvéole classique	Alvéoles de mâles (plus grosses et rebondies)
Alimentation	Gelée royale	Gelée royale les 3 premiers jours puis alimentation composée	Gelée pour les mâles
Temps de développement global	16 jours	21 jours	24 jours
Œuf	3 jours	3 jours	3 jours
Larve	5,5 à 6 jours	6 jours	6,5 à 7 jours
Nymphe	7 à 7,5 jours	12 jours	14 à 14,5 jours
Masse à l'émergence	178 à 292 (mg)	81 à 151 (mg)	196 à 225 (mg)
Longueur du corps	18-22 mm	12-13 mm	15-17 mm
Maturité sexuelle	Environ 7 jours		Environ 14 jours
Durée de vie	Jusqu'à 7 ans	En été 2 à 6 semaine En hiver 4 à 7 mois	1 à 3 mois

Source : (Boucher, 2016)

Dans la partie du bas, on observe du couvain d'ouvrières, constitué d'algéoles de diamètre réduit, moins bombées et saillantes comparées au couvain de faux-bourçons (Figure 5).



Figure 4 : Disposition des alvéoles du couvain d'abeille dans le cadre (Tourneret, 2019)

2. ELEVAGE DE REINES

2.1. But et intérêt de l'élevage de reines

Selon Maréchal (2014), l'élevage de reines a donc dessein de produire des reines jeunes dans le but d'améliorer quantitativement et qualitativement le cheptel.

Dans la pratique, nous élevons des reines pour :

- Remplacer chaque année 50% des reines qui ont plus de deux ans;
- diminuer l'instinct d'essaimage naturel, souvent causé par la présence de reines âgées;
- remplacer les reines de mauvaise qualité;
- commercialiser les reines;
- possibilité d'avoir des reines à tout moment;
- l'obtention des essaims avec reines accouplées;
- amélioration génétique par la sélection des meilleures reines.

Le but de l'élevage de reines est de mettre à la disposition de l'apiculteur des reines fécondes de bonne qualité, capables de remplacer les reines âgées ou de former de nouvelles colonies destinées au remplacement des colonies disparues ou vendues, ou pour augmenter le volume du cheptel (Louveaux, 1985).

D'après Petit (2002), l'objectif de l'élevage de reines peut donc se résumer à avoir de bonne et jeunes reines au moment voulu.

L'élevage de reines peut être réalisé selon deux voies :

- La voie naturelle.
- La voie artificielle.

2.2. Elevage et renouvellement naturel des reines

Selon Prost (2005), les reines vivent jusqu'à 5 ans, elles en meurent à tout âge, mais leurs valeur diminue à la fin de la 3^{ème} année.

La mort d'une reine ou son départ avec un essaim est précédé, accompagné ou suivi d'un élevage royal produisant une nouvelle reine. Dans les colonies vivantes dans la nature, l'homme intervient uniquement pour la récolte de miel et la nature se charge du renouvellement des reines.

Cependant, selon Prost (2005), cet élevage présente des avantages et des inconvénients qui sont les suivants :

➤ **Avantages**

- C'est la méthode la plus simple qui demande peu de manipulation;
- l'acceptation de la reine par les ouvrières est sans risque.

➤ **Inconvénients**

- La fragilité des cellules royales naturelles à la manipulation;
- l'impossibilité d'obtenir des cellules royales de même âge;

- la présence fréquente de cellules jumelées difficiles à découper;
- l'impossibilité de peser les reines afin de choisir la plus lourde;
- difficulté de la recherche de la reine pour le marquage;
- l'impossibilité de connaître avec précision l'âge des futures reines en cellules
(donc la date de leurs naissances);
- le nombre incontrôlé des futures reines disponibles;
- l'impossibilité de réaliser la sélection sur un grand nombre de reines.

2.3. Elevage et renouvellement artificiel des reines

L'élevage artificiel de reines se réalise à partir de cellules royales préparées par l'éleveur et dont la prise en charge par les abeilles est provoquée, c'est l'élevage en cupules. Dans ce cas, l'éleveur doit effectuer le transfert des larves à élever dans des cupules appropriées après les avoir prélevées sur le rayon où elles se trouvent.

Selon Petit (2002), l'élevage artificiel de reines permet :

- De faciliter très fortement la sélection;
- de contrôler l'âge de larve qui deviendra une future reine;
- d'élever un très grand nombre de reines ayant la même mère et de répéter l'opération si les résultats des filles sont satisfaisants;
- d'avancer l'obtention des reines par rapport à la saison naturelle d'élevage ou de la retarder;
- d'obtenir des reines de qualité;
- d'avoir des reines de même âge.

Mais surtout, il permet :

- De pouvoir disposer de reines jeunes en réserve;
- de renouveler les reines de ses colonies de manière organisée et rationnelle;
- de réduire fortement le taux d'essaimage global du cheptel.

Cependant, ce mode d'élevage présente un inconvénient non négligeable qui réside dans le rejet de la reine après son introduction au niveau de la colonie.

2.4. Les différentes méthodes d'élevage de reines

Il existe plusieurs méthodes d'élevage de reines résumées dans le tableau 2, de la 2ème à la 6ème méthode, l'élevage repose sur le même principe, à savoir préparation des cellules artificielles, greffage des larves, utilisation des colonies éleveuses, ils n'y a que les techniques qui diffèrent dans l'ensemble des méthodes. La technique la plus utilisée reste celle de Doolite et Pratt, laquelle est d'ailleurs utilisée dans le cadre de notre expérimentation. Quelque soit la méthode d'élevage utilisée, il est nécessaire d'obtenir une reine de bonne qualité et ensuite procéder à son introduction dans l'essaim ou la colonie (Chettouf et Klai, 1996).

TABLEAU 2 : Les différentes méthodes d'élevage de reines

LES METHODES	CARACTERISTIQUES
<p>1^{ère} Méthode :</p> <p>Décrite par LAYENS et LANNIER (1977)</p>	<p>Consiste au greffage d'alvéoles royales, elle permet à la colonie orpheline de construire elle-même les alvéoles naturels.</p> <p>L'alvéole greffée est placée dans une boîte contenant du coton.</p> <p>Dix à douze jours après, elle sera introduite par un rayon de couvain de chaque ruche de fécondation.</p>
<p>2^{ème} Méthode :</p> <p>De Starter, décrite par CHAUVIN (1968)</p>	<p>Consiste à faire démarrer l'élevage royal dans une ruche d'acceptation, 48 heures après, il ne faut introduire dans la partie orpheline de la colonie élèveuse que les cupules acceptées. Le principe de cette méthode est de préparer de petites cupules de cire que l'on fixe sous une latte de bois. Dans chacune de ces cupules, on place un peu de gelée royale prélevée dans une cellule royale et sur cette gelée on pose une larve de 2 à 3 jours extirpée des cellules d'un cadre de couvain pondue par la reine sélectionnée. Les cupules ainsi préparées seront données aux abeilles d'une colonie orpheline.</p>
<p>3^{ème} Méthode :</p> <p>Décrite par ADAM (1968)</p>	<p>Consiste à l'élevage de reines dans la hausse de la ruche, il s'effectue pendant les grandes miellées (le cadre d'élevage étant placé dans la hausse orpheline).</p>
<p>4^{ème} Méthode :</p> <p>Décrite par FRONTY (1980)</p>	<p>C'est l'élevage royal dans une colonie réduite à l'état d'essaim.</p> <p>Elle consiste à élever des reines dans une ruche contenant un paquet d'abeille sans mère.</p>
<p>5^{ème} Méthode :</p> <p>Décrite par FRONTY (1980)</p>	<p>Consiste à élever des reines dans une colonie qui se prépare à essaimer. L'élevage s'effectue au début de la période d'essaimage, l'essaim partira tôt ou tard, et cette colonie sera perdue par la récolte. Il est donc nécessaire de l'utiliser pour l'élevage de reines.</p>
<p>6^{ème} Méthode :</p> <p>Dite de Doolittle et Pratt, décrite par PROST (1987)</p>	<p>C'est la plus utilisée actuellement dans le monde, elle repose sur le principe de la méthode dite par starter. En effet, l'élevage est d'abord amorcé dans un starter, et les cellules acceptées sont introduites dans les colonies élèveuses, soit en absence de reine, soit en sa présence.</p>

Source : (Chettouf et Klai, 1996)

2.5. Préparation des reines à l'introduction dans les colonies

2.5.1. Préparation des reines

Après l'obtention des reines à la fin de l'élevage, elles sont introduites dans une colonie de production. Cependant avant leur mise en place dans la ruche, les reines sont fécondées et marquées.

Pour la fécondation, elles sont introduites dans les ruchettes placées dans les stations de fécondation appelées nuclei de fécondations (Prost, 2005).

2.5.1.1. Fécondation des reines

Du 5^{ème} au 15^{ème} jour après sa naissance, entre 10 heures et 17 heures, par un temps calme et chaud, la reine effectue une ou plusieurs sorties de repérage liées d'un ou de plusieurs vols de fécondation (Prost, 2005).

Selon Benjamin et Mc Callum (2009), la reine est fécondée par plusieurs mâles, elle peut s'accoupler avec 12 mâles jusqu'à ce que son réceptacle séminal (le sac contenant le sperme) soit plein. La quantité de sperme s'épuise au cours de la 3^{ème} année, il convient alors de changer les reines à la fin de la 2^{ème} année.

L'endroit où sera installée la station de fécondation doit être éloigné le plus possible du rucher pour éviter toute incursion de faux bourdons indésirables.

L'endroit choisi doit être ensoleillé et à l'abri des vents ; une clôture est souhaitable même nécessaire pour éviter de déranger les reines dans leur vol et les visites d'étranger.

On place les ruchettes sur des piquets de différentes hauteurs réparties sur l'ensemble du terrain pour que les reines ne s'égarer pas.

2.5.1.2. Le marquage des reines

Selon Guatineau (1984), la technique du marquage des reines consiste essentiellement à déposer sur le thorax de la reine une marque de couleur, parfois même un numéro d'identification.

Les éleveurs fournissent habituellement des reines marquées à la couleur de l'année de naissance des reines (Tableau 3); comme une reine vit rarement au-delà de cinq ans, une série internationale de cinq couleurs est utilisée pour aider les apiculteurs à s'y reconnaître. Le marquage des reines est utile mais non indispensable, Il n'apporte rien à la reine, l'avantage essentiel du marquage est de permettre de mieux distinguer la reine au milieu de ses filles et du même coup connaître son âge, en second lieu, il facilite la recherche de la reine cadre par cadre, la sélection par le contrôle de la longévité des reines, leur capacité de ponte, l'identification des lignées.

Tableau 3 : Les différentes couleurs de marquage de reine

COULEUR	ANNEE
BLEU	Reines nées les années se terminant par 0 ou 5
BLANC	Reines nées les années se terminant par 1 ou 6
JAUNE	Reines nées les années se terminant par 2 ou 7
ROUGE	Reines nées les années se terminant par 3 ou 8
VERT	Reines nées les années se terminant par 4 ou 9

Source : (Guatineau, 1984)

2.5.1.3. Le transport des reines

Une fois marquées, les jeunes reines sont introduites dans une petite cagette en bois ou en matière plastique en vue de leur utilisation immédiate, de leur stockage en « banque de reines » ou de leur expédition. Pour l'amateur, une simple boîte d'allumette modifiée fait l'affaire (Fert, 2010).

Selon Philippe (2007), les reines sont mises dans des cages de transport avec six à douze nourrices. Cette cage comprend trois sections circulaires communicantes dont l'une contient du candi comme nourriture de voyage. Les reines et les nourrices peuvent y survivre plusieurs jours.

2.5.2. Introduction des reines dans une colonie

Selon Berkani (2015), L'introduction des reines est la procédure utilisée pour fournir une reine à une colonie d'abeille. Alors, il est nécessaire d'introduire une reine dans une colonie qui est orpheline ou qui est en voie de remérage et cela lorsque la reine est de mauvaise qualité.

2.5.2.1. Introduction des cellules royales

Le principe de cette méthode est :

- 🎬 D'introduire en fin de journée une seule cellule royale par essaim.
- 🎬 de la placer le plus près possible du couvain;
- 🎬 accompagner cette introduction par un léger nourrissage (2 verres);
- 🎬 la manipulation de la cellule en la tenant par le support porte-cupule;
- 🎬 afin d'introduire une cellule viable il est important de contrôler par transparence face à une source de lumière l'état de la jeune reine.

Cette opération, appelée « mirage » est identique à celle pratiqué pour les œufs de poule par exemple (Ruttner, 1979; Fert, 2010).

➤ **Avantages**

- Un taux d'acceptation élevé par rapport à l'introduction des reines vierges;
- une perte négligeable en cas d'échec;
- elle est rapide.

➤ **Inconvénients**

- Perte de temps jusqu'à la fécondation;
- absence de contrôle possible de l'aspect physique de la reine;
- manipulation des cellules d'un âge précis (la veille de la naissance, soit le 11^{ème} jour après le greffage) (Fert, 2010).

2.5.2.2. Introduction des reines vierges

Le principe de cette méthode est de :

- Faire accepter une reine vierge est certainement l'opération la plus délicate que rencontre l'apiculteur;
- il est préférable d'utiliser une cage d'introduction sur couvain et non la cage d'expédition;
- faire placer cette cagette grillagée sur une portion de couvain naissant.
- introduire la reine seule dans la cage;
- la libération de cette reine s'effectuera 2 jours après en prenant garde qu'elle ne s'envole pas.

➤ **Avantages**

- Possibilité de contrôler l'aspect physique de la reine vierge;
- plus de souplesse dans les dates d'introduction par rapport aux cellules royales (6 jours pour les reines vierges);
- possibilité de marquer les reines vierges avant la fécondation;
- déplacement plus facile pour les reines vierges que pour les cellules;
- gain de quelques jours par rapport aux cellules;
- plus économique que les reines fécondées.

➤ **Inconvénients**

- Taux d'acceptation moins élevé par rapport aux cellules et aux reines fécondées;

- nécessite l'utilisation d'une cagette de protection;
- risque d'envol des reines vierges au cours des manipulations;
- temps limité (l'apiculteur ne dispose que de 6 jours au maximum) pour expédier et introduire la reine vierge.

2.5.2.3. Introduction des reines fécondées

Les reines fécondées sont généralement introduites dans leur cagette d'expédition.

Avant l'intégration de la reine fécondée il faut :

- Orpheliner la ruche à rémérer 2 à 3 jours avant l'introduction de la jeune reine;
- retirer les accompagnatrices de la cagette d'expédition, qui d'une part peuvent être vectrices de maladies et d'autre part, engendrent l'une agressivité avec les ouvrières de la colonie à travers le grillage;
- enlever le bouchon de liège ou la languette plastique à côté du candi;
- détruire les amorces de cellules royales naturelles;
- placer, en fin de journée, la cagette soit horizontalement, le grillage vers le bas, ou en suspension entre deux cadres de couvain;
- donner 2 verres de sirop de sucre, surtout en période hors miellée;
- laisser la ruche ouverte quelque temps, la lumière favorise l'acceptation.

Les ouvrières libérant la reine en grignotant le candi. Cette méthode donne de bons résultats, principalement en période de miellée.

➤ Avantages

- Taux d'acceptation plus élevé par rapport aux reines vierges;
- possibilité de clipper et marquer la reine;
- les reines fécondées supportent bien les voyages qui durent dans le temps et se conservent plusieurs mois dans une banque à reines.

➤ Inconvénients

- Le coût est plus élevé que pour les cellules royales ou les reines vierges.

3. L'ESSAIMAGE

L'essaimage est un épisode naturel de la biologie de l'abeille à miel, car il est un moyen de reproduction de la ruche (Wilson-Rich, 2016).

L'essaimage est le processus naturel par lequel une colonie se divise en deux ou en plusieurs colonies. Il coïncide généralement avec la saison où miel et nectar abondent, ce qui offre à la nouvelle colonie les meilleures chances de survie (Richard, 2013).

L'essaimage est l'un des caractères distinctifs du comportement d'une colonie, doublé d'une nécessité biologique et physiologique permettant la multiplication et la survie de l'espèce (Maréchal, 2014).

La multiplication des abeilles s'effectue de deux façons : avec des essaims naturels quand on laisse les colonies se séparer librement, c'est-à-dire qu'il se produit à l'improviste et la seconde avec des essaims artificiels quand l'homme intervient (Fronty, 1980). La multiplication des colonies d'abeilles, consistant dans l'émigration d'une partie de la population d'une ruche.

3.1. L'essaimage naturel

L'essaimage naturel est un comportement social de multiplication des colonies d'abeilles par division naturelle (Maréchal, 2014).

D'après Biri (2010), l'essaimage naturel est le déplacement d'un certain nombre d'abeilles à la suite de la reine, qu'elle soit vierge ou fécondée vers un nouveau domicile. En fait, ce n'est qu'un accomplissement d'une loi de la nature qui veut l'expansion de l'espèce. Il lui permet la survie et la pérennité au fil du temps.

D'après Sabot (1980), cet essaimage a lieu, en général en fin de printemps et au début de l'été, de mai à juillet. La sortie de l'essaim se produit en principe de 10 à 15 heures environ (heure solaire) à une époque où la ruche aurait le plus besoin de toutes ses butineuses pour profiter au maximum de la miellée (température extérieure minimum de 20°C).

3.1.1. Signes précurseurs de l'essaimage naturel

Les signes précurseurs de la sortie d'un essaim sont :

- La présence des mâles et la présence d'alvéoles royales operculées;
- il y a des apports massifs de pollen;
- le ralentissement de l'activité des butineuses, elles se gorgent de miel en font des provisions pour plusieurs jours et se produit en grappe devant le trou de vol, « *c'est la fièvre d'essaimage* ».

3.1.2. Causes de l'essaimage naturel

Bien que des facteurs génétiques interviennent dans le comportement des abeilles; certaines souches sont plus essaimeuse que d'autres. En effet, notre race Tellienne par exemple *Apis mellifera intermissa*, est connue comme étant très essaimeuse.

Il est à noter des facteurs liés à l'environnement et à la colonie d'abeilles, elle-même agissent dans ce processus biologique vital qui est l'essaimage.

Parmi ceux-ci, on peut citer (Pohl, 2008):

- Une surpopulation d'abeilles;
- le manque de place, les rayons sont chargés de couvain, de miel et de pollen;
- l'âge avancé de la reine, les reines âgées de plus d'un an essaient plus vite que les jeunes reines;
- la quantité réduite de phéromones sécrétées par la reine;
- naissance excessive de faux bourdons;
- la présence dans la ruche essaimeuse des ébauches de cellules royales operculées ou même d'une reine vierge;
- la flore environnante et l'intensité de la miellée. Par exemple, le colza est connu comme éminemment favorable à l'essaimage;
- les conditions météorologiques favorables : la chaleur et l'humidité sont à l'origine des sécrétions nectarifères;
- les ruches trop petites, mal aérées, situées en plein soleil favorisent aussi l'essaimage.

3.1.3. Prévention de l'essaimage naturel

Selon Ravazzi (2007), Les méthodes utilisées pour éviter l'essaimage naturel consiste à :

- Instaurer l'équilibre entre une colonie forte et une colonie faible en échangeant certains rayons;
- éliminer le couvain de faux bourdons et celui des vieux rayons;
- la destruction des alvéoles royales tous les dix jours, si la ruche est destinée à la production du miel;
- offrir plus de place à la reine pour sa ponte, en intercalant entre les cadres de couvain de cire gaufrée ou bâtie;
- la mise en place des hausses pour offrir d'avantage d'espace;

- les colonies ayant à leur tête de vieilles reines étant plus essaimeuses, leur remplacement systématique tous les deux ans limitera cette tendance;
- pratiquer l'essaimage artificiel dès que les abeilles commencent à édifier des cellules royales.

3.1.4. Avantages et inconvénients de l'essaimage naturel

Selon Sabot (1980), l'essaimage naturel présente un côté positif et un côté négatif qui peut s'expliquer comme suit :

➤ **Avantages**

- 🎬 Les essaims ont une grande énergie de travail, car livrés à eux-mêmes, ils peuvent surmonter les difficultés des aléas naturels (changement de climat, maladies, prédateurs, etc.);
- 🎬 l'édification des rayons se fait en un temps court;
- 🎬 l'obtention de plusieurs essaims d'une même colonie sans que l'apiculteur ne s'occupe de l'élevage des reines et du partage des abeilles.

➤ **Inconvénients**

- 🎬 L'essaimage naturel a toujours été un destin incertain, non seulement, il appauvrit la ruche, mais il ne peut pas réussir à recréer une nouvelle famille.
- 🎬 Absence de provisions car chaque essaim qui sort prend la précaution de se gorgier de miel.
- 🎬 Il se produit à l'improviste, il ne peut pas être planifié aux périodes convenables, en liaison avec des miellées d'où l'intérêt de l'apiculteur d'augmenter son cheptel.
- 🎬 Dans la période de l'essaimage naturel, l'élevage du couvain est réduit, et par conséquent, la puissance de la colonie baisse.

Il est à remarquer que l'essaimage réclame du temps et du travail pour le surveiller et capter les essaims qu'ils ne se perdent pas.

3.2. L'essaimage artificiel

L'essaimage artificiel doit être défini comme étant l'application d'un ensemble de techniques qui permettent d'obtenir à partir d'une ruche traditionnelle ou moderne, plusieurs essaims capables de devenir à leur tour après quelques mois des colonies d'abeilles (Friedrich, 2017).

L'essaimage artificiel est une méthode d'accroissement du cheptel apicole que tous les apiculteurs peuvent pratiquer. Il est conseillé pour repeupler, remplacer les colonies mortes et multiplier les qualités d'une souche sélectionnée (Wilson-Rich, 2016).

D'après Prost (2005), l'essaimage artificiel est une opération qui permet la multiplication des colonies d'une manière rationnelle ; ainsi qu'il ne laisse rien au hasard.

De plus, il consiste à retirer d'une ou de plusieurs ruches, des abeilles capables de former une nouvelle colonie. Autrement dit, essaimer artificiellement une ruche, c'est lui prendre une bouture.

L'essaimage artificiel s'exécute au moment le plus favorable à l'apiculteur, un peu avant la miellée, tandis que les essaims naturels partent pendant la miellée, au moment où les colonies pourraient amasser du nectar.

Cette opération réside en la division d'une colonie en deux ou plusieurs parties contenant chacune :

- 🐝 Des abeilles.
- 🐝 Du couvain (ouvert et fermé).
- 🐝 Des provisions (miel et pollen).

Chacune des parties (essaims) donnera une nouvelle colonie.

3.2.1. But de l'essaimage artificiel

L'essaimage artificiel a pour but :

- 🐝 Eviter l'essaimage naturel plus ou moins incontrôlable;
- 🐝 augmenter le nombre de colonies par simple division;
- 🐝 produire un grand nombre d'essaims destinés à la vente ou à la production de miel.

3.2.2. Avantages et inconvénients de l'essaimage artificiel

➤ Avantages

L'essaimage artificiel permet :

- D'affranchir de nombreux travaux tels que l'élevage des reines, la recherche des reines;
- d'introduire des reines sélectionnées au préalable et réunissant des caractères recherchés par l'apiculteur;
- d'obtenir le nombre désiré d'essaims;
- d'éviter la perte des abeilles et les dépenses supplémentaires;
- de remplacer des vieilles reines par les reines jeunes;
- de choisir les meilleures colonies à multiplier, contrôler l'âge et la qualité des reines, ainsi de connaître le poids des essaims.

➤ Inconvénients

Cela consiste à disposer systématiquement de deux emplacements distants l'un de l'autre de 3 Km au minimum pour éviter aux nouveaux essaims formés de rejoindre leurs souches mères.

Dans le cas contraire, on peut quand même faire l'essaimage avec quelques risques de dépeuplement.

3.2.3. La méthode d'essaimage artificiel

Plusieurs méthodes sont appliquées pour produire des essaims. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Certaines techniques sont valables pour un petit rucher, d'autres sont plus pratiques pour des exploitations plus importantes.

Nous citerons l'une des méthodes qui est la plus pratiquée en Algérie « *la méthode provençale* » (Figure 5).

Cette méthode, décrite par plusieurs auteurs, tels que Prost (2005), est la plus utilisée dans les pays méditerranéens. Elle est rapide et facile à entreprendre. Aussi elle offre l'avantage de retirer un maximum d'essaims par ruche suivant l'importance de la colonie.

Elle ne demande pas la recherche de la reine. Seules les ruches fortes sont divisées donc, elle permet une bonne sélection au rucher.

✚ Principe de la méthode

Au printemps, dans les ruches les plus fortes, prélever de deux à trois cadres (couvains, provisions) avec les abeilles qu'ils portent, à placer ces cadres dans une ruchette ou à défaut dans une ruche. Le trou de vol et toutes les ouvertures sont aussitôt fermés et éloignés de la colonie souche.

Dans la ruche souche, introduire 3 cadres de cires gaufrées ou de cires bâties à la place de ceux qui sont enlevés (Prost, 2005).

L'essaim ainsi formé devra être éloigné du rucher dans un rayon minimal de 700 m.

Une semaine après, si la reine ne se trouve pas dans l'essaim (restée dans la colonie mère), ce dernier élèvera une nouvelle reine, où de préférence une reine est introduite par l'apiculteur.

Selon Prost (2005), la méthode provençale offre plusieurs avantages :

- 🎬 **Rapidité** : on ne recherche pas la reine.
- 🎬 **Sélection** : seules les ruches fortes et saines sont divisées.
- 🎬 **Prévention de l'essaimage** : en affaiblissant les colonies populeuses.

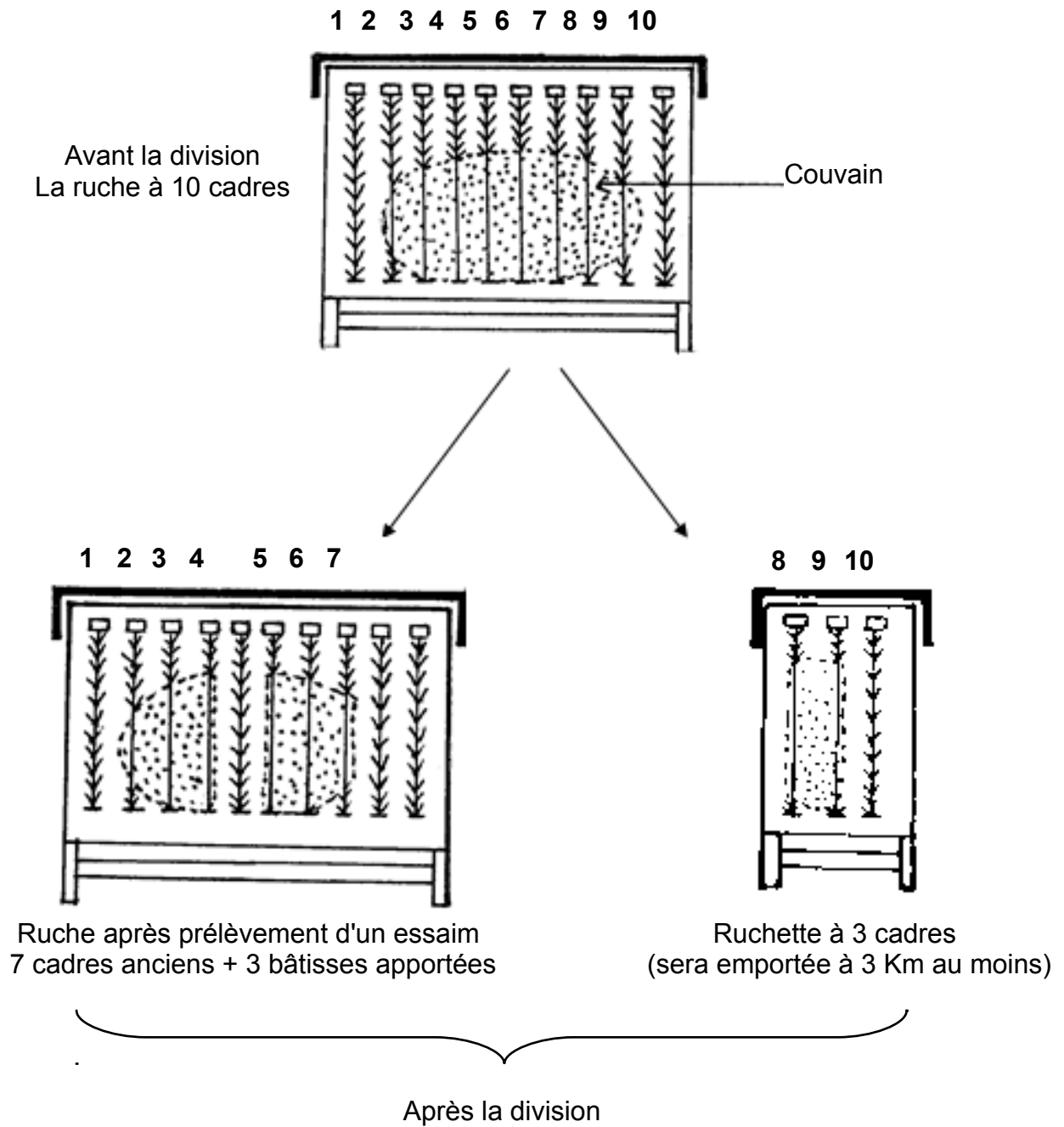


Figure 5 : Méthode provençale (PROST, 2005)

1. LA SELECTION DE L'ABEILLE

D'après Regard (1992), la sélection est un choix, C'est l'action de choisir les objets, les individus qui conviennent le mieux en vue d'une action ou d'une utilisation donnée.

La sélection est le moyen de parvenir au succès et doit être faite quelque soit la méthode d'élevage. Il n'existe pas d'élevage sans tri et sélection. En élevage, la sélection consiste à rechercher les individus possédant des caractères, des aptitudes que l'on désire retrouver dans leur descendance. Ces caractères peuvent être physiques, donc visibles et mesurables, et relatif aux comportements et aux aptitudes, donc invisibles et difficilement contrôlables. Ils peuvent être utiles, nuisibles ou sans importance essentielle ; les uns sont à conserver ou à améliorer, les autres à supprimer ou à réduire. Le propre de l'éleveur est d'obtenir ou de conserver par sélection des souches dont la descendance produira des individus destinés à répondre aux besoins à satisfaire.

En somme, chez les abeilles, comme chez les autres espèces d'animaux domestiques, le but principal de l'amélioration est d'obtenir des colonies de valeur ; cette valeur se traduisant finalement par une productivité élevée.

En ce qui concerne les méthodes d'amélioration, il faut remarquer qu'elles sont les mêmes employées généralement en zootechnie, c'est-à-dire la sélection et le croisement.

2. PRINCIPE DE LA SELECTION

La méthode de la sélection qui consiste dans le choix des colonies les plus rentables et l'élimination de celles moins productives .Elle peut et doit être appliquée par tous les apiculteurs éleveurs.

La sélection doit être appliquée sur une population homogène appartenant à une même race adaptée aux conditions environnementales.

Il faut éliminer les colonies étrangères et les colonies hybrides afin d'éviter des erreurs de sélection.

Selon Clément (2006), les principes de base dans le travail de sélection des abeilles sont les suivants :

- Sélectionner une population homogène appartenant à une même race locale et bien adapter au milieu dans lequel on désire faire la sélection;
- diminuer des comportements indésirables tels que l'agressivité, l'essaimage et la production excessive de propolis.;
- améliorer la résistance aux maladies ainsi qu'aux parasites de l'abeille;
- augmenter les rendements pour une production donnée comme le miel, le pollen, la gelée royale et le venin;
- éviter la consanguinité;
- sélectionner des caractères mesurables, ou qui puissent faire l'objet de notation précise;
- obtenir des abeilles plus performantes pour la pollinisation dirigée, en sélectionnant la vigueur et la longueur de la langue.
- avoir un grand nombre de ruches,
- disposer nécessairement d'une station de fécondation suffisamment isolée et fiable
- et poursuivre continuellement la sélection.

3. INTERETS ET CRITERES DE LA SELECTION

Les critères qui sont suivis dans la sélection des abeilles sont ceux qui visent le rendement en miel, car il représente la raison pour laquelle les abeilles sont élevées par l'homme ; La pollinisation des cultures entomophiles a été ajoutée récemment (Barac-1965).

Le rendement en miel doit être évalué en totalité, c'est-à-dire en tenant compte de :

- La quantité extraite après les principales miellées,
- la quantité administrée aux colonies comme nourrissage d'appoint,
- la quantité de réserve,
- et la quantité existante dans le nid avant l'hivernage.

Plus la quantité est grande et plus la colonie a de la valeur.

La production de miel est influencée et déterminée par les traits de la colonie et par les conditions du milieu.

Le rendement en miel présente la plus faible héritabilité, paramètre pour lequel il est souhaitable d'appliquer, en même temps, la sélection, sur les caractères morphologiques influençant la production de miel. Ceux-ci qui sont plus héréditaires comme par exemple la longueur de la langue (RUTTNER, 1978, MESQUIDA, 1980 et CORNUET, 1981).

Quant aux traits de la colonie, RUTTNER remarque que « Le rendement en miel correspond à la somme de nombreuses particularités tels que le zèle au travail, l'ardeur de la recherche des miellées, l'élevage du couvain, la vitalité, la viabilité et la résistance aux maladies ».

Pour atteindre cet objectif certains critères influencent sur le rendement de miel tel que (Prost, 1987) :

a- la fécondité

Une fécondité satisfaisante est la condition préalable indispensable de l'élevage. Un bon rendement en miel est proportionnel à la puissance de la colonie.

b- L'application au travail, ou l'ardeur à butiner

Parmi les qualités indispensables, une application infatigable au travail et une ardeur intense à butiner sont nécessaires en premier lieu. L'application est le levier qui élève toutes les qualités économiques au niveau de valeurs réelles ; elle est sans doute un facteur héréditaire, mais dépendant en même temps de beaucoup d'autres paramètres.

c- La résistance aux maladies

C'est l'un des caractères les plus importants de l'élevage qui s'appuie sur le développement de lignées. Ces dernières doivent être, dans la plus large mesure, résistantes aux maladies, et qui permettent donc de faire l'économie de tous les produits de traitement prophylactique.

d- La paresse à essaimer ou anecbalie

Dans la série des qualités de première nécessité, l'anecbalie vient en seconde place. De point de vue de l'apiculteur professionnel, l'anecbalie est absolument indispensable. L'essaimage est non seulement antiéconomique en causant du travail supplémentaire et la perte de temps, mais il empêche aussi d'arriver au plus haut rendement possible en miel. Il est réellement le plus grand obstacle pour une exploitation apiculture rentable utilisant les méthodes intensives.

✚ **Autres qualités ou critères favorisant le rendement**

La fécondité de la reine, l'ardeur à butiner des ouvrières, la résistance aux maladies et la paresse à essaimer sont des qualités de base ayant une importance économique. Mais il existe d'autres critères, non forcément essentiels, mais sont d'une grande importance dans l'intensification de la capacité d'une colonie à récolter le maximum de miel. Ces critères sont les suivants :

a- La longévité

Elle a deux origines : une conditionnée génétiquement et l'autre alimentaire (une nourriture abondante pendant la période de développement peut y contribuer). Certaines races, comme l'Anatolica, la Carnica et la Mellifera ont une grande longévité, ce qui se manifeste par la longue durée de vie de la reine.

b- La puissance de vol

Une puissance de vol particulière peut repousser considérablement les limites de l'aire de vol des abeilles ; souvent, c'est d'elle que peut dépendre la possibilité d'atteindre ou non une source de nectar ou de pollen.

c- Le flair

Pour une puissance de vol importante, il faut un flair correspondant. Il est la qualité complémentaire à une puissance de vol supérieure à la moyenne. Sans un flair développé, une abeille ne dépassera qu'à peine certaines limites dans sa quête de nectar.

d- La capacité à défendre sa colonie

Une capacité inébranlable d'autodéfense est le moyen le plus sûr pour s'opposer au pillage. Un sens résolu et hautement développé de la défense est une qualité indispensable.

✚ Critères ayant une importance sur le plan de la conduite du cheptel

Parmi les critères qui n'ont pas d'influence sur la capacité de travail ni sur les résultats des récoltes, mais qui sont néanmoins indispensables pour la réalisation des objectifs à savoir la facilité et l'aisance dans le travail au niveau de l'exploitation sont :

a- La douceur des abeilles

La tendance à piquer rend beaucoup plus difficile le travail de l'apiculteur et cause une perte de temps économiquement désavantageuse. La douceur est une qualité héréditaire, qui peut être facilement obtenue par l'élevage.

b- Le calme et la tenue sur le cadre

Lorsqu'on visite une ruche, les abeilles sont plus ou moins dociles. Certaines sont très calmes et semblent porter peu d'attention à l'apiculteur ; d'autres se mettent à courir, forment de petites grappes tombant sur le sol ; il en est qui s'énervent, s'envolent et tourbillonnent autour de l'opérateur et tentent de piquer.

c- La non utilisation de propolis

Une des caractéristiques les plus désagréables et les plus haïssables de l'abeille est la tendance, très développée chez la plupart des races, à enduire tout l'intérieur de la ruche avec la propolis. Cette activité, tout à fait inutile dans une ruche moderne, complique le travail de l'apiculteur.

d- Le sens de la propreté

Non seulement le sens de la propreté facilite le travail de l'apiculteur, mais il comporte encore d'autres avantages importants. Les expériences américaines sur la lutte contre les maladies du couvain et leur prévention ont clairement démontré que la résistance à la loque, du moins dans le cas de la loque américaine, repose pour beaucoup sur le sens hautement développé de la propreté (Auteur).

e- L'hivernage

Les abeilles autochtones sont normalement prédisposées au bon hivernage ; elles se comportent en fonction du climat, de l'altitude et de la flore.

La Résistance aux intempéries et au climat hivernal, le développement printanier, le mode d'operculation du miel (celle sèche étant préférée), l'ardeur à récolter du pollen et la longueur de la langue sont autant de critères à prendre en considération.

4. LES DIFFERENTS TYPES DE LA SELECTION

4.1. La sélection naturelle

D'après, Regard (1987), la sélection naturelle est celle qui joue « naturellement » lorsqu'une espèce donnée d'individus est livrée à elle-même dans son milieu d'origine. C'est le cas de toute la faune et flore non contrôlées par les hommes (elle est indépendante de l'homme).

La sélection est tout ce qui subsiste du monde vivant à l'état sauvage est le résultat de la sélection naturelle, elle ne dépend que de la nature.

Elle a pour résultats :

- L'élimination des faibles, des maladies et des inadaptés.
- Le développement et la prolifération des plus forts des mieux adaptés.

4.2. La sélection artificielle

Selon Vaillant (1986), avance que la sélection artificielle est celle qu'exerce l'homme sur les espèces qu'il domestique. En général, il sélectionne un seul ou très peu de caractères économiques, dont il essaie de tirer le maximum de profit.

Les reproducteurs sont choisis en fonction de leurs performances individuelles ; c'est la sélection massale, ou en fonction des performances individuelles ; c'est la sélection généalogique ou de lignée.

D'après Regard (1992), la sélection artificielle a pour but l'obtention par l'homme, d'individus possédant des qualités déterminées jugées utile pour l'homme.

Elle s'appuie sur :

- La recherche, l'étude et le tri de qualités remarquables et utilisables d'une espèce donnée, et de variations avantageuses survenant au sein d'une espèce ou d'une race. Ces variations pouvant être accidentelles ou provoquées.
- Le contrôle de la transmission à la descendance des caractères donnés, avec regroupement des données positives et élimination des données négatives.

Pour obtenir ces résultats, elle utilise tous les moyens mis à sa disposition, techniques et scientifiques.

Elle ne prend pas forcément en compte les besoins propres des individus sélectionnés. La sélection est un travail de longue haleine ; elle n'est jamais terminée.

5. METHODE DE SELECTION

Les méthodes de sélection des abeilles sont les mêmes utilisées généralement chez les plantes et les animaux domestiques. Il y a la sélection massale et la sélection généalogique.

5.1. La sélection massale

La sélection massale, est la forme la plus simple de sélection. Elle consiste simplement dans la suppression des colonies de mauvaise qualité et la multiplicité de celles dont le rendement en miel est supérieur à la moyenne d'un rucher ou d'une exploitation (Lavie, 1973).

Selon Regard (1987), elle a à reproduire entre eux les éléments les meilleurs et à supprimer systématiquement les éléments déficients. Le travail dure 2 à 3 années après lequel les colonies forment le groupe d'élite ou groupe de reproduction (figure 6).

Cette méthode de sélection présente des avantages et des inconvénients.

➤ Avantages

- Méthode simple qui évite un appauvrissement trop important et dangereux du génome de la race sélectionnée qui est inévitable (le principal inconvénient de la sélection en lignée) (Lavie, 1973);
- permet une épuration de la race ou de la population locale;
- on peut augmenter son progrès génétique par l'augmentation de l'intensité de sélection ou de l'héritabilité à condition de ne pas créer de consanguinité (Vaillant, 1986).

➤ Inconvénients

- Une intensité de sélection trop poussée conduirait au même inconvénient que ceux du croisement en lignée (Lavie, 1973);
- elle est lente et assure uniquement une sélection naturelle, puisque il est impossible de connaître avec certitude l'origine des mâles;
- quelque soit les résultats espérés, la sélection massale ne peut perfectionner définitivement une race (Prost, 1987).

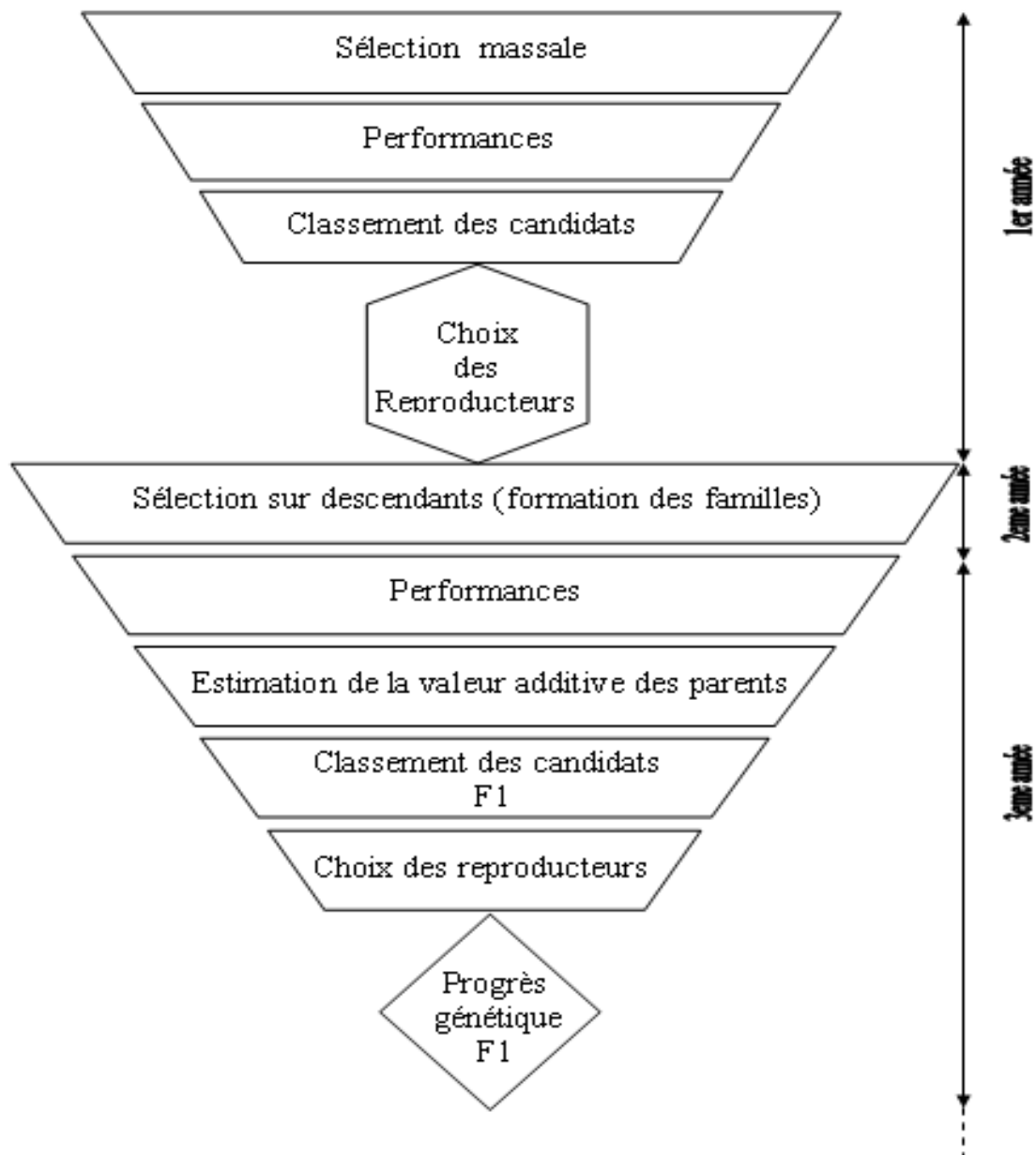


Figure 6: Plan de la sélection (HASSENI et al, 1992)

5.2. La Sélection de lignée (généalogique)

La sélection de lignées fait suite à la sélection massale, elle est beaucoup plus scientifique et précise, elle est à la fois une sélection maternelle et paternelle (Lavie, 1973).

C'est la méthode la plus efficace mais difficilement réalisable par l'apiculteur, elle ne peut être réalisable que par l'insémination artificielle dans des laboratoires spécialisés.

En effet, il n'est absolument pas nécessaire de maîtriser les concepts présentés ici pour conduire correctement un rucher et en tirer du miel. Le seul point pratique à retenir est que la variété des origines des mâles est très importante pour l'organisation de la colonie.

Chez les abeilles pour réaliser la sélection généalogique il faut s'appuyer sur un élément essentiel qui est le mâle ou faux bourdon.

5.2.1 Le faux bourdon

Toute la spécificité de la génétique des abeilles tient en deux points :

- Le mâle est un individu haploïde.
- la femelle s'accouple avec plusieurs mâles, sans qu'il y ait fécondation immédiate.

Toutes les cellules du mâle étant haploïdes, la division par mitose des cellules germinales ne peut produire que des gamètes mâles ayant tous le même génotype. Aucun brassage génétique n'intervient pendant cette méiose. Le mâle retransmet donc, sous forme de spermatozoïdes, le même génotype que celui qui le constitue et qui constituait l'ovule dont il est issu par parthénogenèse.

Le mâle n'est qu'un duplicateur et convertisseur de format. Il duplique fidèlement le génotype d'un seul ovule (celui dont il est issu) dans des millions de spermatozoïdes.

On parle de reproduction sexuée pour les abeilles mais seul l'accouplement lui donne un caractère sexué.

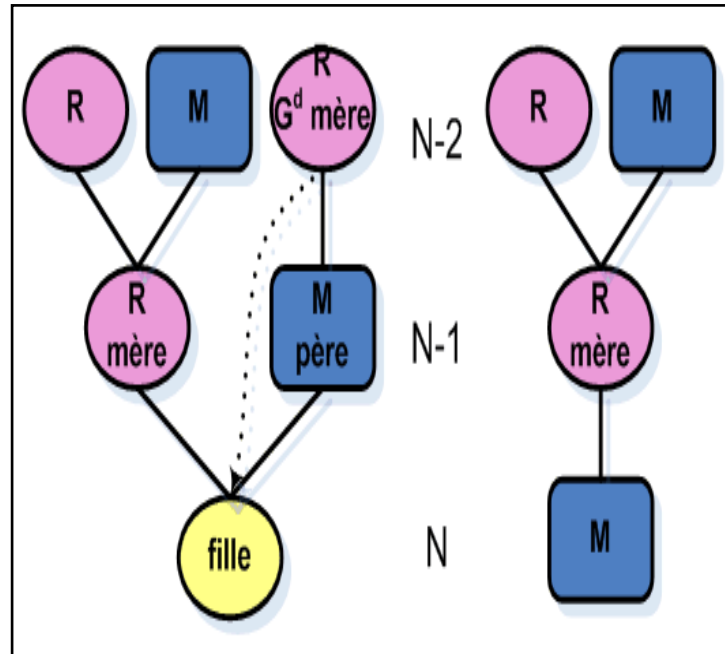


Figure 7: Relation génétique entre la reine et le mâle (GHALEM, 2012)

5.2.2. Mère et grand-mère

Quand, par choix de la reine (R), un spermatozoïde de sa spermathèque féconde un de ses ovules on assiste en fait à la rencontre des allèles de cette reine avec les allèles d'une autre reine (G^d mère) qui ont été transportés sous forme de spermatozoïde par un mâle (M).

De point de vue génétique on ne devrait pas parler de "père" d'une abeille, mais de "grand-mère". Une abeille femelle a donc comme parents génétiques une mère et une grand-mère, alors qu'un mâle n'a qu'une mère.

Quand une nouvelle reine est élevée par une colonie, cette nouvelle reine sera à sa naissance entourée par une minorité d'abeilles de son clan (même père) et une majorité d'abeilles des autres clans (père différent). Puis toutes ses sœurs seront petit à petit remplacées par ses filles avec qui elle partage 50% de ses gènes.

Il a été montré que dans une colonie où le nombre de clans est élevé le comportement des abeilles n'est pas dépendant de leur clan. Mais dès que ce nombre diminue les

comportements claniques apparaissent (préférence pour la trophallaxie et agressivité). Ceci est un élément de plus qui plaide en faveur de la diversité génétique des mâles.

5.2.3. Approche génétique

Selon GHALEM-BERKANI (2012), il est à noter que les spermatozoïdes d'un même mâle sont tous identiques, deux abeilles ayant le même père (donc la même grand-mère) ont 50% de leur génotype qui est strictement identique. Les autres 50% viennent de la mère. Mais comme les ovules de la reine sont issus d'une méiose à base de cellules germinales diploïdes il y a 2 allèles possibles pour chaque gène. D'un ovule à l'autre il ya donc, en moyenne, 50% d'allèles en communs. Donc 50% des 50% venant de la reine sont communs d'une abeille à l'autre, et 100% des 50% venant du male sont communs. Le génotype de deux abeilles issues du même père et de la même reine est donc, en moyenne, identique à 75%. Alors que quand le père diffère seulement 25% du génotype est commun. Dans un contexte où mâles et femelles sont tout deux diploïdes (comme chez les mammifères) la similarité du génotype est en moyenne de 50%.

Des abeilles avec le même père (donc la même grand-mère) sont donc génétiquement très proches l'une de l'autre. Et ce qui les rapproche sont plus des caractères venant du père (donc de la grand-mère) que ceux venant de la reine. Ceci crée dans la ruche des clans génétiques qui se traduisent, plus ou moins, par des clans au niveau du phénotype. Les anglais appellent ces clans d'abeilles des super-sisters.

Quand une nouvelle reine est élevée par une colonie, cette nouvelle reine sera à sa naissance entourée par une minorité d'abeilles de son clan (même père) et une majorité d'abeilles des autres clans (père différent). Puis toutes ses sœurs seront petit à petit remplacées par ses filles avec qui elle partage 50% de ses gènes.

Il a été montré que dans une colonie où le nombre de clans est élevé le comportement des abeilles n'est pas dépendant de leur clan. Mais dès que ce nombre diminue les comportements claniques apparaissent (préférence pour la trophallaxie et agressivité). Ceci est un élément de plus qui plaide en faveur de la diversité génétique des mâles.

5.2.4. Stabilité et variabilité génétique

Au niveau local d'un gène les spermatozoïdes d'un mâle fournissent toujours le même allèle mais qu'une fois sur 10 environ (puisque'il a une dizaine de pères), alors que la reine propose toujours l'un de ses deux allèles. Le phénotype qui en résultera dépendra

des règles de dominance pour ce gène. Mais ce sont les allèles de la reine qui seront les plus présents pour ce gène.

Cependant, au niveau global, la reine fournit avec chaque ovule une combinaison d'allèles chaque fois différente. Alors qu'un mâle fournit toujours la même combinaison.

Cette constance due à la faible variabilité dans les spermatozoïdes (10 variantes en gros) va globalement orienter les phénotypes présents dans la colonie.

On voit le rôle extrêmement important que joue les reines belles-mères (au travers de leurs fils) dans une ruche au travers de la constance des allèles qu'elles imposent tout au long de la vie de reine. Les ovules de reine assurent la variabilité, la dizaine de jeux de spermatozoïdes assurent une certaine constance.

Cette méthode de sélection présente divers avantages, mais aussi se trouve face à d'importantes difficultés (Regard, 1987).

➤ **Avantages**

- Le seul changement de mère permet de changer à terme toute la population sans destruction de la colonie;
- chaque larve née à partir d'un œuf fécondé est capable de donner naissance à une reine. En conséquence, chaque souche sélectionnée peut fournir un nombre considérable de jeunes reines;
- les mâles sont haploïdes, ce qui facilite la sélection à leur niveau.
- Elle est plus précise que la sélection massale. Elle est à la fois une sélection maternelle et paternelle (Lavie, 1973).

➤ **Inconvénients**

- Elle amène par pression sélective un affaiblissement du génome, de la vigueur et de la productivité des descendants;
- elle pose de nombreux problèmes assez difficiles à résoudre, elle comporte des travaux précis et minutieux qui ne peuvent être effectués que par des chercheurs et dans des conditions de laboratoires spécialisés (Prost, 1979).

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. L'objectif de l'expérimentation

L'objectif primordial de notre expérimentation est la multiplication des colonies d'abeilles de la race tellienne, « *Apis mellifera intermissa* » par la production des essaims et l'élevage royal qui constituent deux grands piliers de l'apiculture.

Il est important de signaler que grâce à l'élevage royal et à l'essaimage, l'apiculteur peut multiplier ses rendements.

L'objectif scientifique de notre travail c'est d'avoir un certain nombre de reines de bonne qualité, d'âge différents, issues de souches sélectionnées et destinées à rémérer les essaims formés afin d'accroître le cheptel.

1.2. Présentation du site expérimental

1.2.1. Lieu de déroulement des expérimentations

Notre étude s'est déroulée dans un rucher expérimental, faisant partie de l'ex-domaine d'El Djoumhouria (36° 62' N., 3°22' E), dans la commune des Eucalyptus, appartenant à la Daïra de Baraki. Elle se localise dans la partie basse orientale de la région de la Mitidja (Figure 8).

Cette partie de la Mitidja est limitée au Nord par une ligne de collines culminant à 300 mètres qui la sépare de la mer au Nord-ouest par le Sahel d'Alger et au Sud par l'Atlas Blidéen qui atteint 1500 mètres d'altitude.

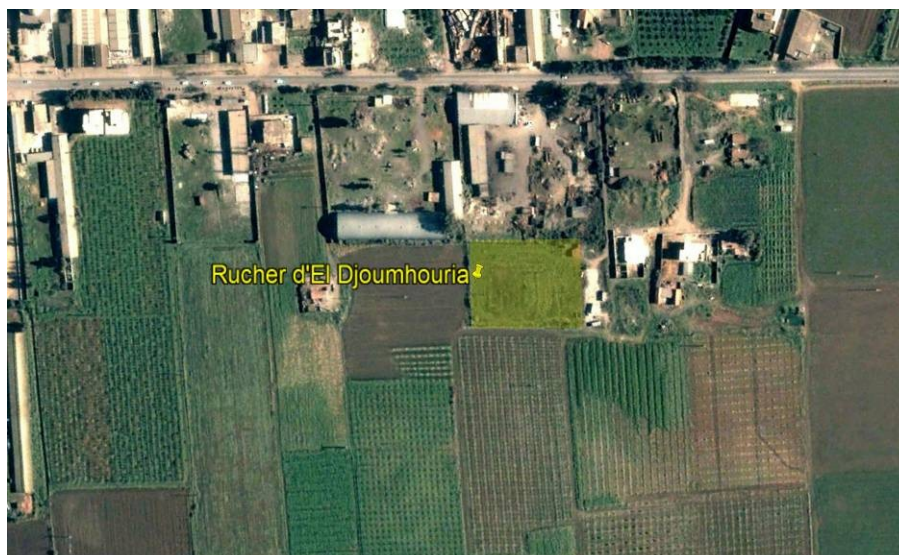


Figure 8 : Situation géographique du rucher expérimental d'El Djoumhouria (Originale)



Figure 9 : Rucher expérimental d'El Djoumhouria (Originale)

1.2.2. Conditions climatiques

Le climat de la région d'El Djoumhouria est de type méditerranéen avec un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec (avec une influence continentale le sirocco en été).

Les précipitations sont importantes, mais irrégulières d'une année à une autre. Durant l'année, les pluies sont abondantes en automne et en hiver, variables au printemps et pratiquement nulle en été.

Les mois les plus humides étant le mois de décembre et janvier, cette période est considérée comme une période d'hivernage pour les abeilles.

1.2.3. Environnement florale

Le rucher bénéficie d'un emplacement intéressant (Figure 10), car la zone de localisation du rucher se caractérise par une abondante flore mellifère assurant un potentiel nectarifère et pollinifère tout au long de l'année apicole, ce qui favorise une reprise de la ponte précoce en automne.

En hiver on trouve surtout le néflier et les adventices des vergers d'agrumes tels que l'oxalis, remplacées au printemps par les agrumes, le sinapis, la vipérine, les bouraches et la carotte sauvage. En été l'eucalyptus constitue une bonne ressource mellifère et en automne c'est la flore des jachères et des vergers qui assure un apport alimentaire non négligeable pour les abeilles (Tableau 4).

Tableau 4 : Calendrier de floraison des plantes mellifères dans la région d'El Djoumhouria

Source : (Originale)

Espèces	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Bourrache				■	■	■						
Carotte.s			■	■								
Citronnier		■	■	■								
Diplotaxis	■	■	■									
Eucalyptus						■	■					
Mandarinier			■	■								
Moutarde des champs	■	■	■	■								
Néflier											■	■
Oranger			■	■								
Oxalis	■	■	■									
Sinapis		■	■	■								
Vipérine			■	■	■							

La station expérimentale est délimitée (Figure 10):

- Au Sud par des vergers d'agrumes, pommiers et de pêchers;
- A l'Est par un champ de cultures maraîchères et néfliers;
- Au Nord par une usine et des habitations.

N.

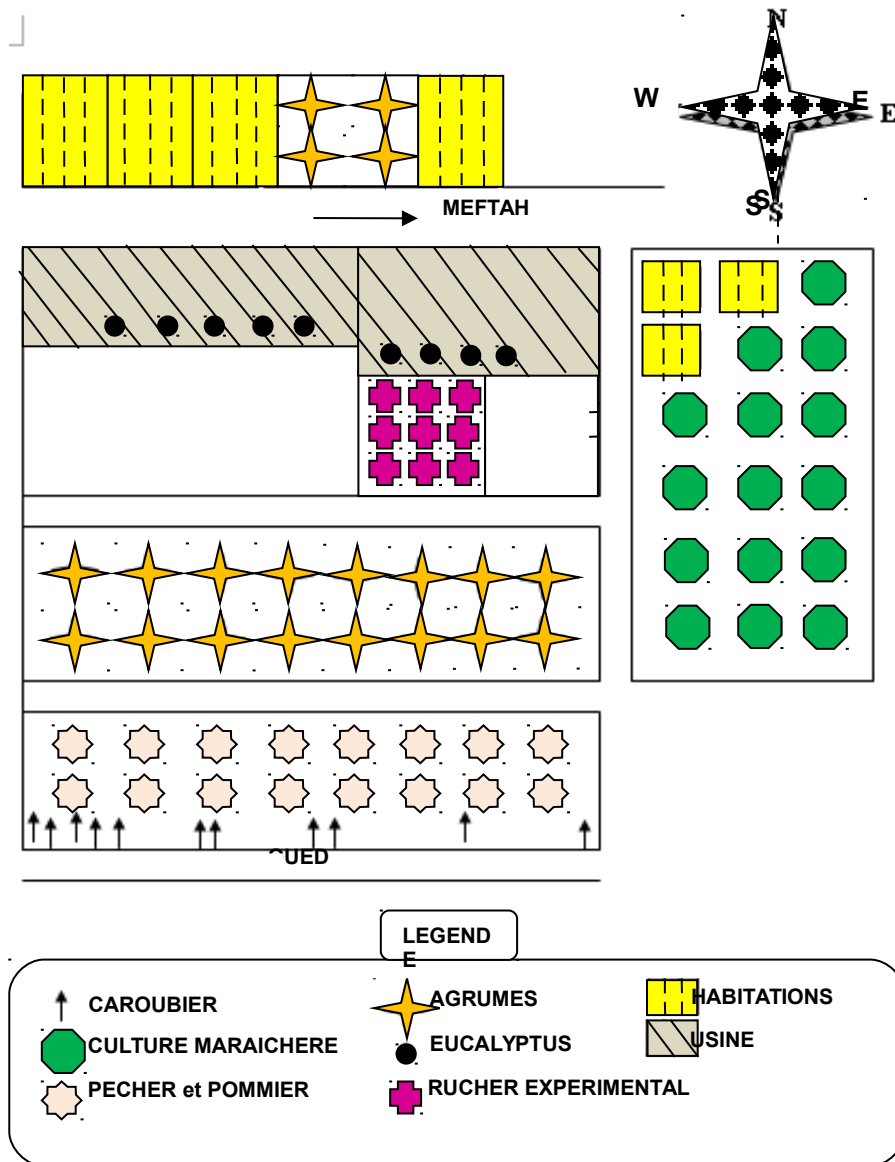


Figure 10 : Plan de localisation du rucher expérimental d'El Djoumhouria (Originale)

1.3. Matériels

1.3.1. Matériel biologique

La race d'abeilles utilisée dans l'expérimentation est *Apis mellifera intermissa* ou la tellienne (Figure 11). Elle est indigène dans toute l'Afrique du Nord-ouest, du Maroc à la Tunisie (Cornuet et al., 1988; Grissa et al., 1990; Hepburn et Radloff, 1996, Barour et al., 2011; Loucif-Ayad et al., 2014).

Les caractéristiques de cette race sont les suivantes :

- Elle est de couleur noire avec des tâches jaunes.
- Elle est essaimeuse, agressive et pillarde.
- Enfin, elle est rustique.



Figure 11 : Abeilles et reines de race locale *Apis mellifera intermissa* (Wilson, 2016)

1.3.2. Matériel apicole

1.3.2.1. Matériel d'exploitation

a- Les ruches

On utilise 12 ruches pour notre expérimentation de type « Langstroth », c'est le type de plus répandu en Algérie.

Chaque ruche est constituée de 10 cadres, elle se compose d'un plateau réversible formant un trou de vol sur toute la longueur (Figure 12 et 13). Sur ce plateau, sont posés les deux corps de même dimension qui contiennent, chacun dix cadres suspendus par épaulement sur des bandes lisses.

Au dessus de corps de la ruche ou la hausse, il y a un couvre cadre qui empêche la sortie des abeilles. Enfin, le toit qui recouvre la ruche.

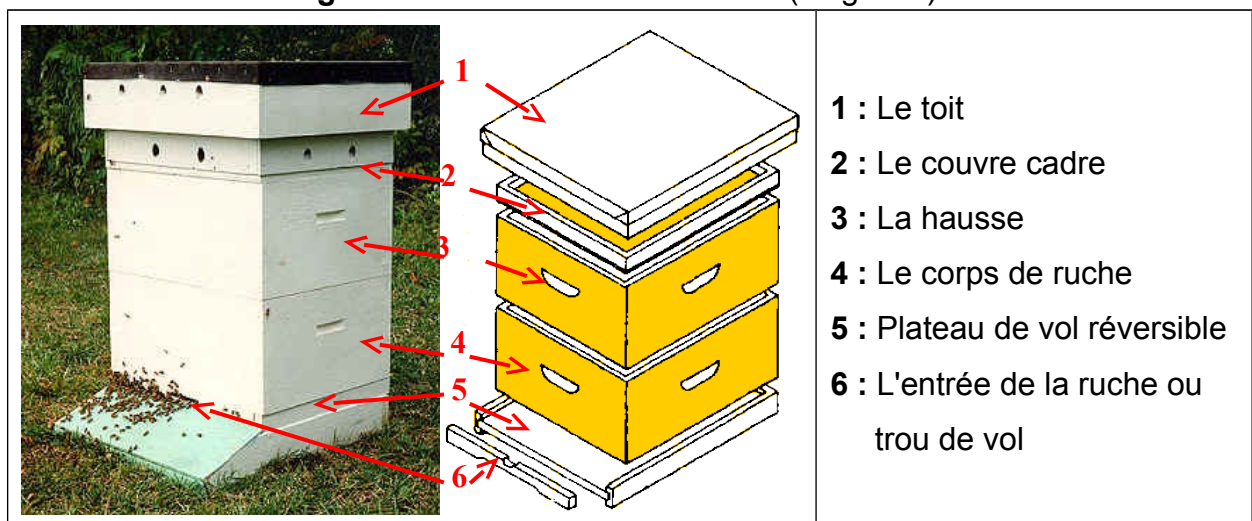
Tableau 5 : Dimension de la ruche Langstroth (Normes internationales)

Dimension de la ruche (corps de la ruche)	Dimensions des cadres
- Longueur extérieure : 520 mm - Longueur intérieure : 470 mm - Largeur extérieure : 420 mm - Largeur intérieure : 370 mm - Hauteur : 235 mm	- Dimensions internes du cadre : 410 x 200 mm - Dimensions externes du cadre : 480 x 230 mm
Capacité	44 litres

Source: (Biri, 1981)

Figure 12 : Photographie et schéma d'une ruche LANGSTROTH à 10 cadres (Biri, 1981)


Figure 13 : Ruche LANGSTROTH (Originale)



b- Les Ruchettes

La ruchette et de format Langstroth ayant les mêmes caractéristiques qu'une ruche sauf du point de vue dimensions et nombres de cadres qu'elle contient et qui sont au nombre de cinq (05).

- Les dimensions :

 Longueur : **520 mm.**

 Largeur : **185 mm.**

 Hauteur : **235 mm.**

Cette ruchette est indispensable au rucher pour tous les travaux d'essaims artificiels.

c- L'enfumeur

c'est un instrument indispensable produisant une fumée blanche abondante et froide pour calmer et occuper les abeilles. Il est à noter qu'un mauvais enfumage peut avoir l'effet contraire et provoque un excès de colère chez les abeilles.

d- Le lève cadre

Il sert de levier ou de grattoir. On utilise pour décoller les différentes parties de la ruche que les abeilles ont propolisées.

e- Le nourrisseur

C'est l'une des parties essentielles de la ruche, c'est qu'il en existe différents modèles. Nous mentionnerons seulement le nourrisseur à grande capacité (4 litres) qui se place au-dessus de la ruche. Il présente l'avantage de ne pas déranger les abeilles hors de la distribution du sirop de nourrissage.

f- La hausse

Casier posé sur le corps, que les abeilles remplissent de miel et que l'apiculteur le récolte. Elles sont munies d'encoches pour faciliter leur transport.

g- La grille à reine

Elle se place sur le corps de la ruche, c'est-à-dire entre le corps et la hausse, pour empêcher la reine de monter dans la hausse et continuer à pondre, surtout pendant la miellée. Le modèle utilisé en Algérie est à fils ronds cuivrés ou zingués.

h- La combinaison

Est indispensable pour les manipulations. Il nous protège des éventuelles piqûres des abeilles. Il se porte avec un chapeau à bord assez large pour une bonne aération et pour maintenir les abeilles éloignées de la tête et du cou.

i- Gants

Ils sont utilisés pour protéger les mains contre les agressions répétées des abeilles.



La ruchette



La hausse



La grille à reine



Le nourrisseur

1



Les gants

La combinaison

Figure 14 : Les principaux outils d'exploitation

1.3.2.2. Matériel destiné à l'élevage de reine

a- Les cupules

Ce sont des alvéoles artificielles en plastique cylindrique, utilisées pour greffer les larves à l'intérieur de la ruche.

b- Le calibreur

C'est un cylindre en bois de 9 mm de diamètre au bout arrondi permettant la confection des cupules en cire.

c- Le picking (ou pinceau de greffage)

C'est un pinceau de 2 mm, qui sert à prélever les larves de moins de 03 jours afin de les mettre dans les cupules.

d- Les barrettes porte-cupules

Ce sont des lattes d'élevage sur lesquelles sont fixées les cupules.

e- Les cadres porte-barrettes

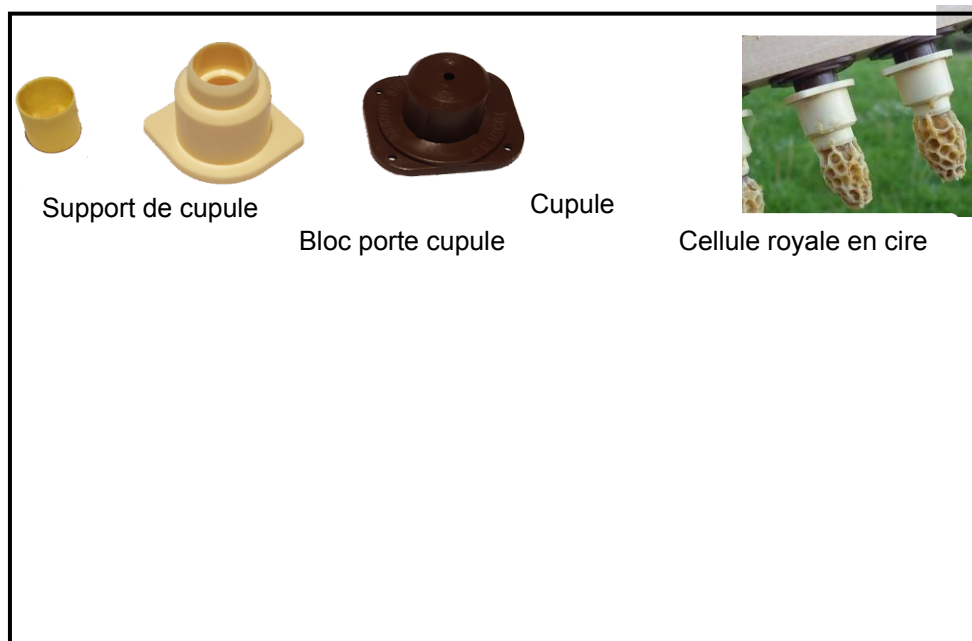
Sont de même modèle que ceux utilisés dans les ruches, mais qui sont vides et dans lesquels on insère les lattes d'élevages.

f- Les cages à reines

C'est une cagette dont une partie est en bois et l'autre en grillage de fer. Servent à l'introduction des reines dans des colonies pendant 24 heures pour éviter le refus.

g- Les cadres porte-cagettes

Ce sont des cadres vides aménagées de lattes en bois pouvant porter les cages à reines.





Cage à reine

Picking

Cadre porte-cupules

Figure 15 : Les principaux matériaux destinés à l'élevage de reine

1.4. Méthodes de travail

Notre expérimentation consiste à élever des jeunes reines, afin d'induire chaque reine dans un essaim formé et cela 24 heures après l'opération de l'essaimage. De ce fait, on a utilisé 04 colonies starter (éleveuses), dont laquelle on a introduit un cadre de larves greffés moins de 36 heures pour chacune et cela pour les 03 variantes: variante 40, variante 60 et la variante 80.

Et on a procédé aussi à un essaimage artificiel, afin obtenir deux lots d'essaims, confectionnés à partir de deux lots de colonies souches, dans laquelle nous avons utilisés 12 colonies souches, qui sont divisés en 02 lots:

- ✚ Lot 01: est composé de 06 colonies, dont les reines sont âgées plus de deux ans.
- ✚ Lot 02: est composé de 06 colonies, dont les reines sont jeunes moins de deux ans.

1.4.1. Méthode d'élevage de reines

La méthode d'élevage utilisée dans notre expérimentation est celle de « Doolittle et Pratt », qui est la plus répandue chez tous les apiculteurs professionnels.

Cette méthode se scinde en plusieurs étapes :

a- Préparation des cadres d'élevage

Les larves à introduire sont greffées dans des cupules artificielles en cire qui sont fabriquées à l'aide d'un calibreur et d'un bac de cire chauffée au bain-marie que la température ne soit pas trop élevée.

- Dès que la cire a fondue, l'extrémité du bâtonnet est trempée dans la cire, sur une hauteur d'environ un centimètre;
- puis, on retire le calibreur en l'agitant pour que la cire se répartisse uniformément sur l'extrémité du bâtonnet après quatre ou cinq trempages successifs.
- on le trempe alors dans de l'eau froide pour solidifier la cire et faciliter le décollage des cupules;
- puis on procède immédiatement à leur enlèvement;
- les cupules seront ensuite collées sur des lattes porte-cupules par l'intermédiaire d'un petit bloc de bois, lui-même collé à la cire sur la latte;
- le bloc de bois permettra plus tard de séparer l'alvéole royale de la latte, et de la manipuler sans risques;
- les lattes sont ensuite introduites dans un cadre de formant standard qui contient entre 60 et 70 cupules ; c'est un nombre qui est généralement bien accepté par abeilles orphelines (Figure 16).



■ **Figure 16** : Elevage artificiel de reines (Originale)



b- Préparation du starter

Une ruche « STARTER » est une colonie forte, orpheline, dont le couvain ouvert a été supprimé et remplacé par du couvain operculé. Une telle colonie, accepte facilement les larves greffées.

Ensuite, nous avons retiré les cadres porte-cupules du starter pour procéder au greffage.

Les cupules acceptées sont celles qui ont une forme de gland suite à un allongement et renforcement de la base et des parois.

e- Le greffage ou transfert de larves de moins de 36 heures

C'est l'opération qui consiste à transférer une jeune larve d'ouvrière âgée de moins de 36 heures dans une cupule (Figure 18).



Figure 18 : Greffage de larves de moins de 36 heures (originale)

Cette cupule peut être garnie d'une goutte de gelée royale ou d'un mélange eau-gelée royale. Une fois le greffage achevé, les cadres sont transportés immédiatement dans le starter pour éviter le dessèchement de la larve. Le greffage s'effectue de préférence dans un local où la température est maintenue à 18°C-20°C.

f- Le nourrissage

On procédera à un nourrissage au sirop de sucre comme toutes opérations d'élevage. Cette solution sucrée, généralement composée d'un mélange eau-sucre de 50/50, peut être moins concentrée en période d'apport de nectar, mais il sera distribué régulièrement et en petite quantité, les quatre jours qui suivent le greffage.

g- L'introduction des cellules royales

Après l'introduction des cadres on attend 9 jours pour que les cellules royales seront operculées, puis chaque cellule royale doit être introduite dans un essaim formé ou dans une colonie orpheline (Figure 19).



Figure 19 : Récolte des cellules royales en voie d'éclosion (originale)

1.4.2. Méthode d'essaimage

La méthode d'essaimage artificielle utilisée dans notre expérimentation est la méthode "*provençale*" ou la méthode de la simple division de la colonie, avec la recherche de la reine.

a- Principe de la méthode

L'opération d'essaimage a été réalisée 24 à 48 heures avant l'éclosion des reines, c'est-à-dire du 13^{ème} au 15^{ème} jour après greffage. Elle se résume dans les étapes suivantes :

- Orpheliner les colonies à essaimer.
- Partager les cadres de couvain, avec leurs abeilles, et les installer dans une ruche vide, en veillant à ce qu'il y ait toujours du couvain de tout âge.
- Partager les provisions.

- ▣ Fermer la nouvelle colonie avec le journal et la transporter à une distance suffisante pour éviter le retour des vieilles abeilles.

Et pour l'homogénéisation des essaims qui ont été formés le 27 février 2019, nous avons pris pour chaque essaim :

- ▣ 03 cadres de couvain.
- ▣ 02 cadres de provision (miel + pollen).
- ▣ 05 cadres de cire gaufrée.

Et enfin on a introduit le 01 mars 2019, c'est-à-dire deux jours après l'essaimage une reine dans chaque essaim qui a été formé.

b- Conduite des essaims

D'après les observations effectuées le 25 avril 2019 sur les essaims confectionnés on a constaté la présence d'œufs dans les alvéoles.

Tous les essaims réalisés au nombre de 31 ; on a 26 essaims qui ont réussi et 5 essaims ont échoué et sont devenus par la suite bourdonneux.

Les raisons de cet échec sont les suivantes :

- ▣ La mort de la reine au cours de son vol de fécondation.
- ▣ Retard dans la ponte de la reine ce qui abouti à la transformation des ouvrières en pondeuses. Ces dernières essayent de la remplacer en déposant plusieurs œufs par cellule.

Tableau 6 : Observation des essaims obtenus le 25 avril 2019 pour les lots 1 et 2

Lot 1		
Numéro Colonies	Nombre d'essaims	Surface du couvain en cm ²
C1	C1a	1 762,44
	C1b	1 562,95
C2	C2a	2 032,61
	C2b	1 886,53
C3	C3a	2 095,43
	C3b	1 424,71
C4	C4a	1 839,40
	C4b	1 550,37
C5	C5a	1 665,03
	C5b	1 932,08
C6	C6a	1 897,51
	C6b	2 370,33
	C6c	1 930,51

essaim **c** issue de la colonie n°**n**.
n : numéro de la colonie souche.

c- Le nourrissage

Tous les essaims formés ont

reçu un nourrissage au sirop de sucre (50 % d'eau, 50 % de sucre) pendant 10 jours à raison de 250 ml/ruche chaque deux jours, et uniquement le soir tard.

Cette distribution se fait à petites doses, de façon à ce que la nourriture ne soit pas emmagasinée dans les rayons destinés au couvain, et servira à stimuler la ponte de la reine.

C_n : Colonie souche n°**n**.
C_{na} : essaim **a** issue de la colonie n°**n**.
C_{nb} : essaim **b** issue de la colonie n°**n**.

Lot 2		
Numéro Colonies	Nombre d'essaims	Surface du couvain en cm ²
C7	C7a	Orpheline cadre test introduit (couvain ouvert)
	C7b	2232.09
	C7c	1829.97
C8	C8a	1748.29
	C8b	Orpheline (introduction d'une reine)
	C8c	2 680,51
C9	C9a	2 704,89
	C9b	1 102,70 Reine élevée en ponte
	C9c	2 583,96
C10	C10a	2 970,36
	C10b	1 528,38
	C10c	2 139,42
C11	C11a	1 608,49
	C11b	2 095,43
	C11c	835,65 Orpheline avec élevage royal naturel
C12	C12a	515,22 Orpheline avec élevage royal naturel
	C12b	Orpheline avec élevage royal naturel
	C12c	2 662,51

d- Mesure de la surface du couvain

Pour apprécier la force des colonies, nous avons fait appel au calcul de la surface du couvain de chaque colonie. La méthode utilisée est celle du calcul de la surface des ellipses du couvain (Lavie, 1968).

C'est une méthode précise, la moyenne des essais étant de 13 % :

- Elle est conseillée en apiculture expérimentale.
- Elle consiste à mesurer le grand axe (A) et le petit axe (B) de chaque ellipse correspondant à la longueur et à la largeur interne du cadre.
- La mesure se fait à l'aide d'une règle graduée.

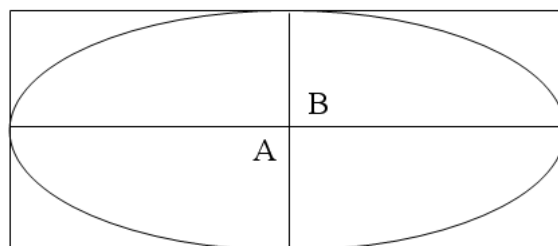


Figure 20: Mesure de la surface du couvain d'abeilles (originale).

✚ Calcul de la surface du couvain d'un cadre pour les deux faces

$$S = 2 \times \frac{\pi}{4} \times A \times B$$

$$S = \frac{\pi}{2} \times A \times B$$



S : Surface de l'ellipse pour un cadre de couvain

A : Grand axe de l'ellipse

B : Petit axe de l'ellipse

✚ Calcul de la surface du couvain d'une ruche

La surface du couvain d'une ruche est la somme de toutes les surfaces du couvain observées sur les cadres :

S_T : Surface totale d'un couvain d'une ruche.

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$$

S_1 : Surface du couvain de cadre n°1.

S_2 : Surface du couvain de cadre n°2.

S_n : Surface du couvain de cadre n°n.

✚ Calcul de la surface du couvain d'un lot

La surface des cadres d'un lot est la moyenne des surfaces du couvain des ruches :

S_1 : Surface du couvain du lot.

ST_1 : Surface de la ruche n°1.

$$S_1 = ST_1 + ST_2 + ST_3 + \dots + ST_n$$

ST_2 : Surface de la ruche n°2.

ST_n : Surface de la ruche n°n.

✚ Calculs statistiques

Tous les résultats obtenus représentent la moyenne de la surface du couvain des colonies souches et des essaïms confectionnés, ainsi que le nombre de larves acceptées et le nombre de reines écloses dans les différents élevages.

Le calcul des moyennes et des écarts type a été réalisé par le programme Microsoft Excel 2007. La comparaison des moyennes par le test statistique ANOVA à un seul facteur "test Fisher" qui a été réalisé par le logiciel XL STAT 2014.

1. Résultats et discussions

1.1. L'essaimage

Les résultats obtenus durant la période expérimentale concernant deux paramètres essentiels à savoir :

- L'évolution de la surface du couvain des colonies souches.
- L'évolution de la surface du couvain des essaims confectionnés.

1.1.1. Evolution de la surface du couvain des colonies souches

- **La mesure de la surface du couvain des colonies souches du lot 1 à reines d'âges de plus de deux ans (cm²)**

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Mesure de la surface du couvain des colonies souches du lot 1 (cm²)

Dates	C1	C2	C3	C4	C5	C6
10/11/18	2 516,4	2 277,64	2 393,89	1 666,61	2 463	2 398,6
29/12/18	1 633,63	1 413,71	1 570,79	1 022,59	2 001,19	1 665,04
26/01/19	3 769,91	2 725,33	3 666,24	3 727,49	4 310,26	4 608,71
14/02/19	2 265,8	2 481,84	2 651,49	2 296,49	2 309,06	3 072,46
28/02/19	1 790,69	1 357,15	1 726,3	2 004,33	823,09	1 958,76
13/03/19	2 609,08	3 279,81	3 418,04	3 911,26	2 133,13	3 560,98
26/03/19	3 567,22	3 996,09	4 010,24	4 669,97	3 518,57	6 536,07
07/04/19	2 970,36	1 528,38	2 139,42	1 608,49	2 095,42	750,83
20/04/19	3 906,19	3 113,31	3 652,09	3 074,04	3 430,61	1 976,06
02/05/19	4 673,12	3 664,66	4 208,62	3 590,83	4 495,62	3 011,21
16/05/19	4 454,78	4 021,23	4 553,74	3 869,29	3 664,66	1 272,34
30/05/19	2 872,98	2 395,46	2 359,32	1 782,85	2 552,54	545,06

Cn : Colonie souche n°n.
n : numéro de la colonie souche.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 21.

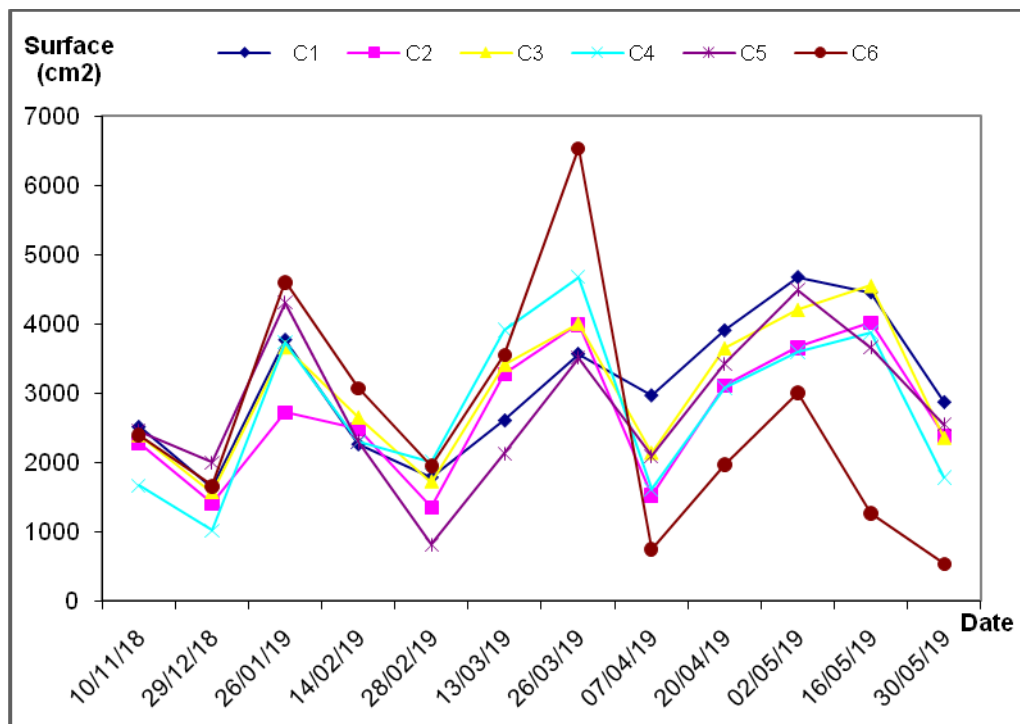


Figure 21 : Evolution de la surface du couvain des colonies souches du lot 1

Lors de nos observations pendant la saison apicole, nous avons cherché à connaître le développement des colonies par l'évolution du couvain et en fonction de la capacité de la reine à développer son nid.

A cet effet, le tableau 7 et la figure 21, nous montrent que depuis la fin de l'automne précédent (10 novembre 2018) date à laquelle on a commencé à prendre les mesures de la surface du couvain.

L'évolution du couvain pour toutes les colonies s'était faite progressivement et sans qu'il n'y ait une différence très sensible.

Cette extension très réduite en milieu d'hiver, serait due à la douceur du climat de la région et aussi aux rentrées de nectar et de pollen de certains agrumes précisés (citronnier et d'oxalis).

Il est à noter qu'initialement le couvain, à la date du 10 novembre 2018, était compris entre 1.666 cm² et 2.516 cm². Au 29 décembre 2018, on a constaté une régression sensible de la surface qui mesurait désormais entre 1.022 cm² et 2.001 cm². Ce seuil était dû à la fraîcheur des températures diurnes qui ont poussé les reines à ralentir leurs activités de ponte.

A partir du 26 janvier 2019, les reines ont repris leurs pontes, cela s'est représenté sur la surface du couvain (2.705 cm² à 4.608 cm²).

Cependant, on remarque aux dates du 28 février 2019 la surface du couvain a brutalement chuté, cela est dû à une partie du couvain contenu dans ces colonies et a fait l'objet de population pour les essais ainsi réalisés durant ces périodes.

En plus de cela, l'évolution de la ponte n'a pas été celle qu'on a souhaité avoir et cela à cause du climat pluvieux et froid qui a sévi durant des semaines de février à avril. Quant à la régression du couvain constaté à partir du 30 mai 2019, celle-ci est due aux aléas climatiques et la diminution des provisions stockées pendant cette période, qui ont brusquement bloqué l'activité de ponte.

➤ **La mesure de la surface du couvain des colonies souches du lot 2 à reines d'âges de moins de deux ans (cm²)**

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Mesure de la surface du couvain des colonies souches du lot 2 (cm²)

Dates	C7	C8	C9	C10	C11	C12
10/11/18	1 531,52	1 193,81	2 089,16	1 880,23	1 833,11	2 321,62
29/12/18	1 338,31	1 484,4	1 419,99	934,62	1 888,1	995,89
26/01/19	4 569,45	7 297,92	3 474,59	3 600,26	4 789,35	4 159,46
14/02/19	3 490,29	4 106,05	1 432,56	3 798,17	3 355,21	2 673,49
28/02/19	2 924,76	3 755,75	823,09	3 379,91	2 693,91	3 991,37
13/03/19	4 291,4	5 774,22	823,09	4 640,11	3 895,55	5 830,79
26/03/19	6 111,96	6 438,66	823,09	5 687,83	656,58	6 462,1
07/04/19	515,22	0	2 662,5	2 704,89	1 102,7	2 583,95
20/04/19	1 770,28	788,54	4 104,48	4 263,11	3 622,25	3 575,12
02/05/19	3 389,77	2 901,26	4 087,21	4 652,67	4 772,07	5 007,69
16/05/19	3 463,6	3 418,05	2 835,28	3 666,23	3 777,77	3 645,8
30/05/19	2 376,61	1 567,66	1 555,09	1 922,65	1 617,91	2 224,25

Cn : Colonie souche n°n.
n : numéro de la colonie souche.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 22.

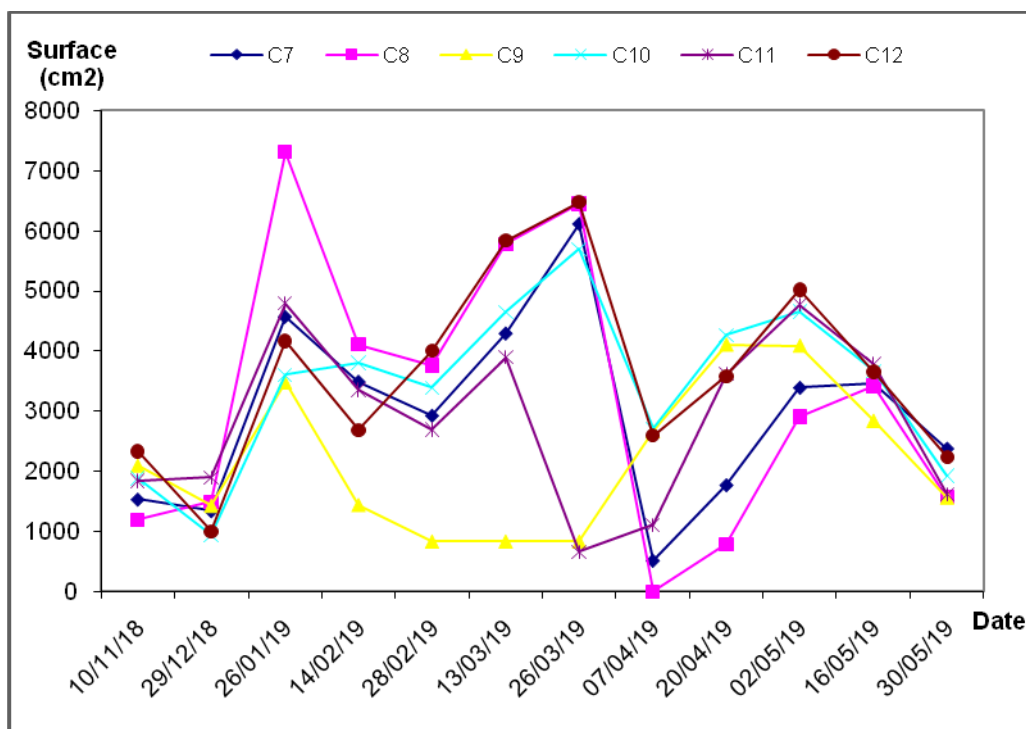


Figure 22 : Evolution de la surface du couvain des colonies souches du lot 2

Pour le lot 2, on a remarqué que les colonies sont comportées d'une façon identique par rapport aux précédentes, surtout en ce qui concerne leur hivernage.

Le tableau 8 et la figure 22, nous montrent que l'évolution du couvain à la fin du mois de février s'est faite d'une façon très sensible.

Cette abondance du couvain, s'est étendue jusqu'au mois de mai en passant par le maxima de 7.297 cm² le 26 janvier 2019, 6.438 cm² le 26 mars 2019.

Nous remarquons que l'allure des courbes pour ce lot sont identiques à celles du précédent. On a aussi constaté qu'il existe des périodes précises de fléchissement du couvain et cela est du à la prise des rayons de couvain de ces colonies pour confectionner les essaims.

Tableau 9 : Mesure de la moyenne de la surface du couvain des colonies souches du lot 1 et lot 2 (cm²)

Dates	Moyenne des surfaces du couvain (cm ²)	
	Lot1 (Reines > 2 ans)	Lot 2 (Reines < 2 ans)
10/11/18	2 286,02	1 808,24
29/12/18	1 551,15	1 343,55
26/01/19	3 801,32	4 648,50
14/02/19	2 512,85	3 142,62
28/02/19	1 610,05	2 928,31
13/03/19	3 152,05	4 209,19
26/03/19	4 383,02	4 363,37
07/04/19	1 848,81	1 594,87
20/04/19	3 192,05	3 020,63
02/05/19	3 940,67	4 135,11
16/05/19	3 639,34	3 467,78
30/05/19	2 084,70	1 877,36

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 23.

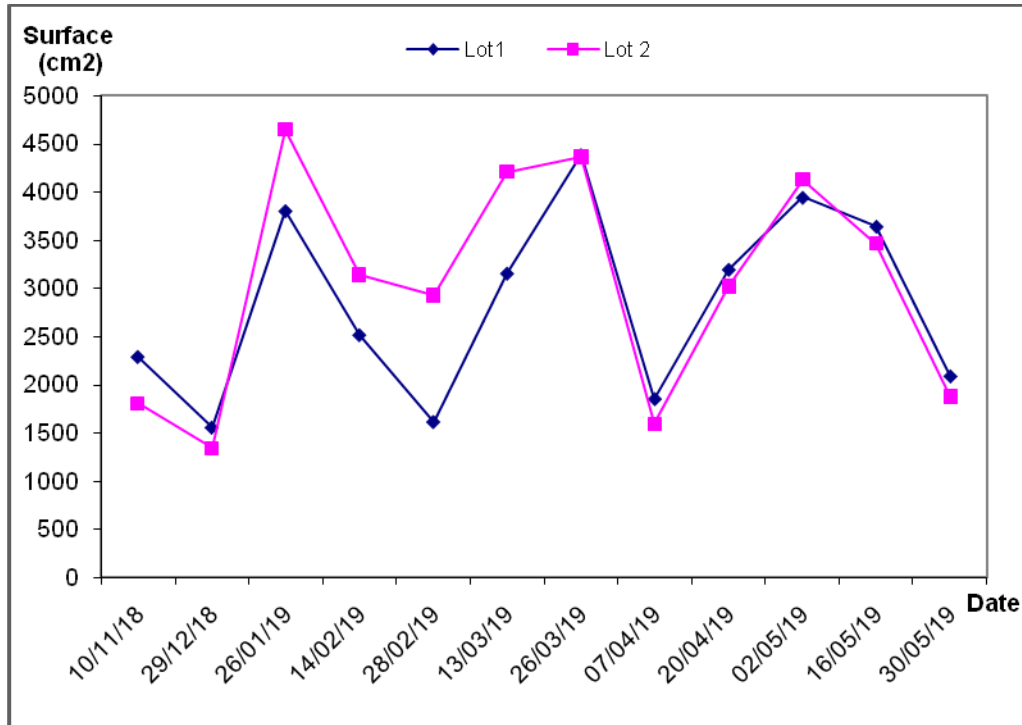


Figure 23 Evolution de la moyenne des surfaces du couvain des colonies selon l'âge des reines

D'après le tableau 9 et la figure 23, on remarque que l'évolution des moyennes des surfaces des colonies souches et selon l'âge des reines sont les mêmes.

Cependant on constate que le couvain génère par les reines jeunes (moins de 2 ans) sont plus importantes que celui des autres moins jeunes.

L'évolution du couvain des colonies souches a été entravée par plusieurs raisons :

- Persistance des mauvaises conditions climatiques (de février à avril).
- Confection des essaims à partir du couvain des colonies souches.

1.1.2. Evolution de la surface du couvain des essaims confectionnés des colonies du lot 1 et du lot 2

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Mesure de la surface du couvain des essaims confectionnés issus des colonies du lot 1 et 2 (cm²)

	Colonies	Essaims	Surface du couvain				
			Dates		27/02/2019	25/04/2019	30/05/2019
Lot 1	C1	C1a	1 479,68	1 762,44	2 486,57		
		C1b	1 343,03	1 562,95	2 458,29		
	C2	C2a	942,48	2 023,61	2 032,61		
		C2b	1 086,98	1 886,53	2 447,31		
	C3	C3a	1 335,18	2 095,43	2 979,79		
		C3b	1 484,4	1 424,71	2 293,35		
	C4	C4a	1 671,32	1 839,4	1 086,99		
		C4b	2 241,53	1 550,37	2 034,18		
	C5	C5a	1 709,03	1 665,03	1 875,53		
		C5b	1 869,25	1 932,08	2 389,18		
	C6	C6a	1 844,12	1 897,51	2 261,95		
		C6b	1 767,15	2 370,33	2 538,41		
C6c		1 881,81	1 930,51	2 469,28			
Lot 2	C7	C7a	2 133,14	0	1 000,59		
		C7b	1 837,83	2 232,09	2 140,99		
		C7c	1 672,9	1 829,97	1 957,79		
	C8	C8a	2 246,24	1 748,29	1 990,76		
		C8b	2 356,19	0	887,05		
		C8c	1 814,27	2 680,51	2 095,95		
	C9	C9a	1 625,77	2 704,89	2 110,08		
		C9b	876,51	1 102,7	1 810,21		
		C9c	1 460,84	2 583,96	2 439,78		
	C10	C10a	1 443,56	2 970,36	2 169,74		
		C10b	1 253,49	1 528,38	1 657,92		
		C10c	2 199,12	2 139,42	2 114,79		
C11	C11a	1 350,88	1 608,49	1 676,76			
	C11b	1 544,09	2 095,43	1 791,37			
	C11c	1 426,28	835,65	1 800,79			
C12	C12a	1 561,37	515,22	1 436,55			
	C12b	1 517,39	0	1 741,13			
	C12c	1 848,83	2 662,51	2 219,98			

Cn : Colonie souche n°n.

Cna : essaim a issue de la colonie n°n.

Cnb : essaim b issue de la colonie n°n.

Cnc : essaim c issue de la colonie n°n.

n : numéro de la colonie souche.

D'après le tableau 10, on constate que suite à l'introduction des reines issues de l'élevage et après leurs fécondations, l'évolution du couvain s'est faite à un rythme constant de croissance.

On constate, cependant que les essaims C7a, C8b et C12b n'ont pu adopter les reines qu'on leur a introduites et qu'ils ont procédé à un autre élevage royal naturel.

Nous pouvons dire que le développement des essaims confectionnés s'est fait avec une évolution constante.

➤ **Nombre d'essaims produits pour les deux lots de colonies**

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Nombre d'essaims produits pour les deux lots de colonies

Lot 1 (Reines > 2 ans)		Lot 2 (Reines < 2 ans)	
Colonies	Nombre Essaims	Colonies	Nombre Essaims
C1	2	C7	3
C2	2	C8	3
C3	2	C9	3
C4	2	C10	3
C5	2	C11	3
C6	3	C12	3
Total	13	Total	18
Total des deux lots		31	

Cn : Colonie souche n°n.
n : numéro de la colonie souche.

D'après le tableau 11 on remarque que les reines d'âge supérieure à deux ans du lots 1 n'ait produit chacune que deux essaims, tandis que celles du lots 2 ont donnés chacune trois essaims. Cette différence d'essaimage est surtout due à l'âge des reines.

On peut dire, plus une reine est jeune et plus son activité de ponte est très élevée, cela génère un nombre important de cadres de couvain nécessaire à la confection des essaims.

1.2. L'élevage royal

1.2.1. L'acceptation des larves greffées pour les différents élevages

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Nombre de larves acceptées pour les différents élevages

Variantes	Série I		Série II		Série III	
	a- Variante 40 (témoin)		Variante 60		Variante 80	
Colonies	Nombre de larves acceptées	% d'acceptation	Nombre de larves acceptées	% d'acceptation	Nombre de larves acceptées	% d'acceptation
C'1	35	87,5	52	86,66	70	87,5
C'2	38	95	55	91,66	72	90
C'3	28	70	35	58,33	54	67,5
C'4	34	85	45	75	71	88,75
Moyenne	33,75	84,37	46,75	77,91	66,75	83,43

C'n : Colonie starter n°n.

n : numéro de la colonie starter.

Variante 40 : 40 larves greffés.

Variante 60 : 60 larves greffés.

Variante 80 : 80 larves greffés.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 24.

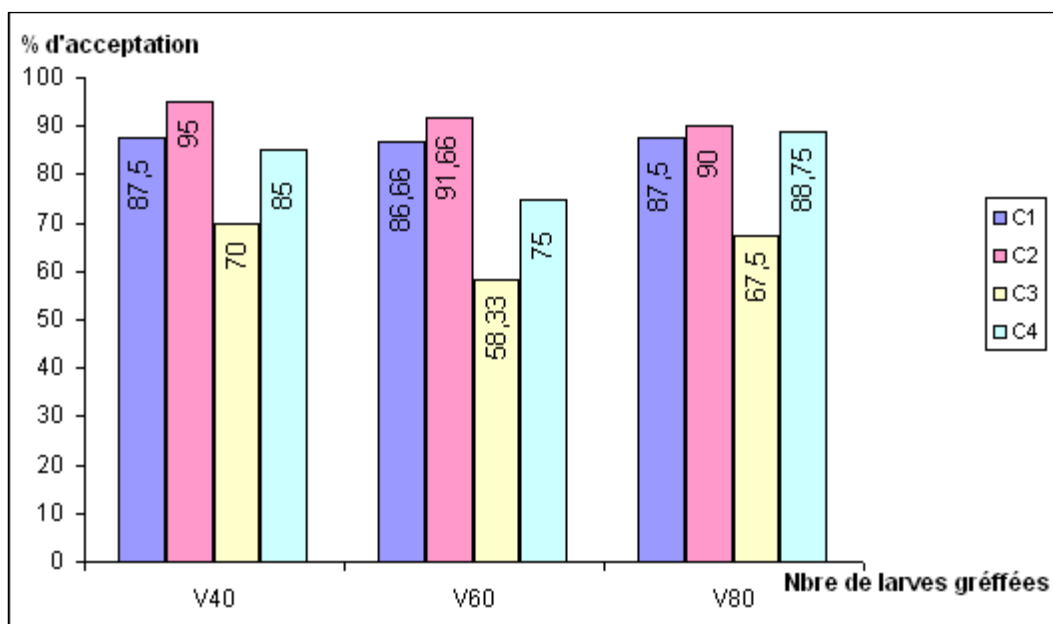


Figure 24 : Nombre de larves acceptées pour les différents élevages

Les résultats obtenus (tableau 12 et figure 24) montrent que le taux d'acceptation des larves diffère d'une variante à une autre, et pour la même variante d'une colonie à une autre. En effet, avec le même nombre de larves greffées le taux d'acceptation diffère entre les colonies.

b- L'acceptation des larves avec la variante 40 (témoin)

L'analyse du tableau 12 et figure 24 montre que la meilleure acceptation est enregistrée par la colonie (C'₂) avec 38 larves acceptées, soit 95 %. Elle est suivie par la colonie (C'₁) avec 35 larves acceptées, soit 87,5 %. Les colonies (C'₄) et (C'₃) ont donné respectivement 34 larves acceptées, soit 85 % et 28 larves acceptées, soit 70 %.

c- L'acceptation des larves avec la variante 60

Pour la variante 60 (V₆₀), nous constatons, d'après le tableau 12 et figure 24, une diminution du pourcentage d'acceptation pour les quatre ou 04 colonies (C'₁, C'₂, C'₃, C'₄), d'où la meilleure acceptation est enregistrée toujours par la colonie (C'₂) avec 55 larves acceptées, soit 91,66 %, suivie par la colonie (C'₁) avec le nombre de larves acceptées est de 52, soit 86,66 %, suivie par la colonie (C'₄) avec 45 larves acceptées, soit 75 % et enfin la colonie (C'₃) avec 35 larves acceptées, soit 58,33 %.

d- L'acceptation des larves avec la variante 80 :

Pour la variante 80 (V₈₀), le tableau 12 et figure 24, montrent une augmentation du pourcentage d'acceptation pour les colonies (C'₁, C'₃, C'₄) et une légère diminution pour la colonie (C'₂) malgré ça elle a enregistré une meilleure acceptation avec 72 larves acceptées, soit 90 % suivie par la colonie (C'₄) avec 71 larves acceptées, soit 88,75 %, suivie par la colonie (C'₁) avec 70 larves acceptées, soit 87,5 %, puis la colonie (C'₃) avec 54 larves acceptées, soit 67,5 %.

De ce fait, Il existe une différence entre le nombre de larves acceptées pour une même variante. Cela est dû essentiellement à des facteurs qui sont :

- 🐝 Le peuplement des ruches par les abeilles nourrices, qui diffère d'une ruche à une autre.
- 🐝 Le greffage est une opération très délicate ; lors du prélèvement des larves extrêmement fines et fragiles ; il peut y avoir blessure ; donc celles-ci ne sont pas acceptées.
- 🐝 Certaines manipulations d'introduction des jeunes larves dans le starter ; s'étaient faites à des températures élevées, d'où il y avait un risque de dessiccation de larves fragiles à cet âge, ou bien c'est l'inverse dans le cas des journées fraîches (refroidissement des larves).

Cependant, nous avons constatés que plus le nombre de larves greffées est élevée (var 80) est plus le taux d'acceptation est moindre.

1.2.2. L'éclosion des reines pour les différents élevages

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Nombre de reines écloses des différents élevages royaux

Variantes	Série I		Série II		Série III	
	Variante 40		Variante 60		Variante 80	
Colonies	Nombre de reines écloses	% d'éclosion	Nombre de reines écloses	% d'éclosion	Nombre de reines écloses	% d'éclosion
C'1	34	85	50	83,33	64	80
C'2	35	87,5	52	86,66	69	86,25
C'3	24	60	33	55	50	62,5
C'4	30	75	44	73,33	67	83,75
Moyenne	30,75	76,87	44,75	75,83	62,5	78,12

C'n : Colonie starter n°n.

n : numéro de la colonie starter.

Variante 40 : 40 reines écloses.

Variante 60 : 60 reines écloses.

Variante 80 : 80 reines écloses.

Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 25.

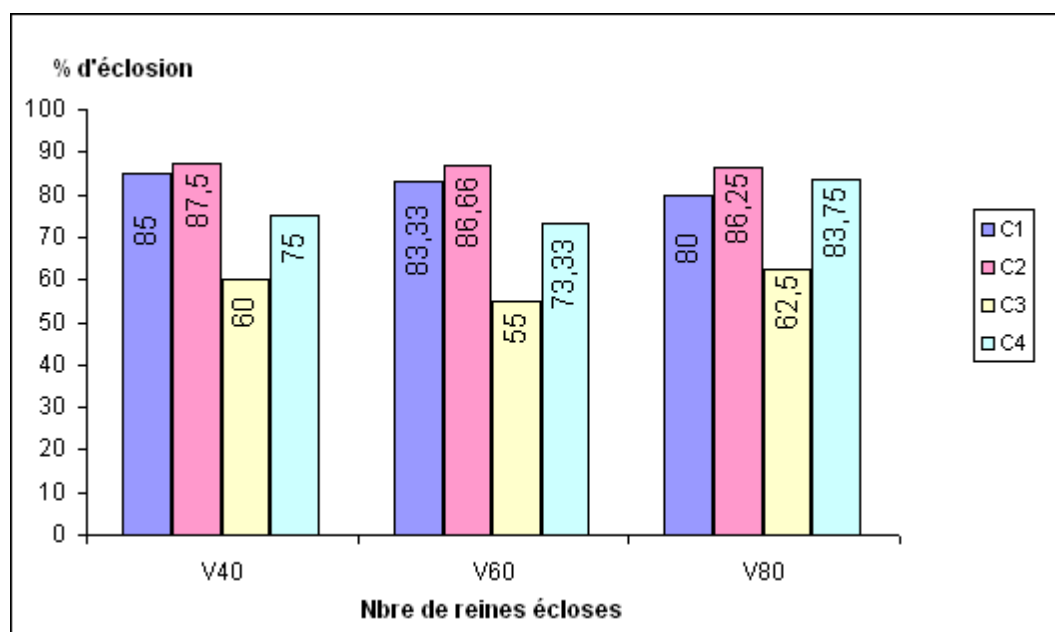


Figure 25 : Nombre de reines écloses pour les différentes variantes

D'après les résultats obtenus dans le tableau 13 et la figure 25, on constate que le nombre de reines écloses est inférieur aux nombres de cellules operculées pour les trois (03) variantes (V_{40} , V_{60} , V_{80}).

Les taux d'éclosion sont de :

- 76,87 % pour la variante 40.
- 75,83 % pour la variante 60.
- 78,12 % pour la variante 80.

Mais le taux d'éclosion reste bon dans l'ensemble, donc on peut dire que le taux d'éclosion est indépendant du taux d'acceptation.

L'acceptation des larves et l'éclosion des reines sont deux paramètres variables d'une colonie à une autre et qui sont dépendants des techniques et des conditions de la manipulation des larves ainsi que du nombre d'abeilles nourrices dans les colonies éleveuses.

On peut conclure, par l'affirmation que l'élevage royal chez l'abeille tellienne « *Apis mellifera intermissa* » se réalise avec succès et que cette race d'abeille peut d'une part prendre en charge un nombre élevé de larves greffées sans qu'il n'y ait une altération dans sa capacité à élever des reines ; et d'autre part que le taux de mortalité des reines lors de l'éclosion est réduit.

CONCLUSION

Ce travail de recherche réalisé, qui consiste à la multiplication des colonies d'abeilles par l'utilisation de 12 colonies souches sélectionnées provenant du rucher expérimental d'El Djoumhouria.

En effet, les colonies souches sélectionnées dont la reine est âgée de moins de deux ans ont données un nombre importants d'essaims soit 18 essaims, contre 13 essaims pour les colonies dont la reine est âgée de plus de deux ans.

Le taux d'acceptation des larves greffées a donné les meilleurs résultats avec la variante 40, soit une moyenne de 33,75 larves greffés pour un taux de 84,37%.

Le taux d'éclosion des reines est meilleurs avec la colonie starter n°2 pour la variante 40 avec 35 reines écloses soit 87,5%.

D'après les résultats obtenus par les différents travaux, nous pouvons conclure que pour arriver à une conduite apicole intensive à savoir l'essaimage artificiel et l'élevage royal, nous devons nous appuyer sur les points suivants :

- Disposer des colonies fortes, dont les reines doivent être jeunes et de bonne qualité (moins de deux ans).
- Faire une sélection massale des colonies souches.
- Conduire le cheptel apicole dans un écosystème favorable.
- Mise en pratique des techniques apicoles modernes tels que: l'élevage de reines qui est un travail minutieux, qui demande beaucoup de précautions et de précision pour être réussi et aussi la technique de l'essaimage artificiel intensive.
- Le choix de la période d'essaimage, ainsi que la densité de la population est un impact sur le devenir de l'essaim.
- L'amélioration de l'élevage apicole en introduisant au sein de l'élevage de jeunes reines, afin de mettre l'impact de l'âge sur l'évolution des colonies d'abeilles et la production de miel, donc la nécessité de renouveler les reines d'un rucher de chaque apiculteur chaque deux ans.

RECOMMANDATIONS

L'augmentation du cheptel apicole nécessite l'élevage et la sélection des abeilles, à ceci s'ajoute la pratique de l'élevage de reines afin d'obtenir une multiplication plus accentuée des colonies tout en gagnant du temps et en rentabilisant au mieux cette noble activité qui est l'apiculture.

A cet effet il serait utile de procéder à quelques recommandations qui doivent cibler les points suivants :

- ❖ Pour bien déterminer la capacité de l'abeille Tellienne « *Apis mellifera intermissa* », il faudrait faire un élevage royal artificiel durant la période de l'essaimage en respectant toutes conditions de travail adéquates avec un matériel très approprié.
- ❖ Etudier les facteurs climatiques et les plantes mellifères de la région.
- ❖ Confirmer la nature génétique de la race locale par l'étude biométrique.
- ❖ Multiplier les meilleures souches d'abeilles par la technique d'élevage artificiel de reines.
- ❖ En effet, il est souhaitable de rémérer artificiellement les essaims formés (au lieu de laisser les abeilles élever les reines elles-mêmes) avec des reines sélectionnées d'élevage royales.
- ❖ Réaliser ce travail sur plusieurs années pour obtenir des résultats fiables et aussi pour juger l'efficacité de la sélection massale dans la transmission des caractères héréditaires bénéfiques, afin de caractériser la capacité de l'abeille autochtone à produire du miel.
- ❖ Sensibiliser les apiculteurs sur l'intérêt des abeilles pour la production de miel et la pollinisation.

Introduction

Partie I

Etude bibliographique

Chapitre I

L'élevage de reines et l'essaimage

Chapitre II

La sélection de l'abeille

Partie II

Etude expérimentale

Chapitre I

Matériels et Méthodes

Chapitre II

Résultats et Discussions

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Références bibliographiques

ALBOUY V., LE CONTE V., 2014. Nos abeilles en péril. Ed Quae,190P.

BALDENSPERGER P.J., 1932. Variété d'abeilles en Afrique du Nord. 5ème congrès international, J.Entomology, 839P.

BAROUR C., TAHAR A., BAYLAC M., 2011. Variation de la forme de l'aile avant dans les populations d'abeilles mellifères algériennes d'*Apis mellifera intermissa* (Buttel-Reepen, 1906) (Hymenoptera: Apidae): analyse morphométrique géométrique à partir de points de repère. Entomologie africaine. disponible sur : <http://www.univ-soukahrass.dz/en/publication/article/62>, (consulté le 15-04-2019).

BENJAMIN A., MC CALLUM B., 2009. Élever des abeilles et faire du miel. Ed. [Terres](#), 128P.

BERKANI M.L., 2012. Cours d'apiculture. Edition. ENSA, Alger, 123P.

BERKANI M.L., 2015. Cours d'Apiculture. Edition. ENSA., El Harrach, Alger, 195P.

BIRI M., 1981. L'élevage moderne des abeilles : Manuel pratique. Ed. De Vecchi, Paris, 321P.

BIRI M., 2010. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Ed. De vecchi S.A., Paris, 302P.

BIRI M., 2011. Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. 7 ème Ed. De Vecchi S.A., Paris, 298P.

BOUCHER S., 2016. Maladies des abeilles. Ed. France Agricole, Paris, 432P.

BROWN M.J.F., BAER B., 2005. The evolutionary significance of long copulation duration in bumble bees. *Apidologie* 36. Ed. INRA. 167P.

BUTTEL-REEPEN H.V., 1906. Apistica Beitragezur Systematik, Biologie, sowie zurgeschichtlichenund geographischen Verbreitung der Honigbiene (*Apis mellifera L.*), ihrer Varietaten und der ilbrigen Apis-Arten. *MitteilWigen aus dem ZoologischenMuseum im Berlin.* vol.3. 196P.

CHAHBAR .N., 2012. Effet d'un insecticide utilisé en protection des végétaux : thianethoxam sur l'abeille saharienne *Apis mellifera sahariensis*, disponible sur : <http://tougourt.org/effet-dun-insecticide-vegetal-thiamethoxam-sur-labeille-saharienne.html>, (consulté le 18-04-2019).

CHAUVIN R., 1968. Traitement de la biologie de l'abeille. Tom 1. Ed. Masson et Cile, Paris, 547P.

CHETTOUF A., KLAI C., 1996. Analyse des résultats de recherche sur l'essaimage artificiel et l'élevage de reines obtenus à l'INA. Mémoire Ingénieur Agronome, El Harrach, Institut National Agronomique, 85P.

CLEMENT H., 2012. L'abeille sentinelle de l'environnement. Ed. Alternatives, Paris, 160P.

CLEMENT H., 2014. L'apiculture pour les nuls. Ed. FIRST. Paris, 90P.

CLEMENT H., LE CONTE Y., BARBANCON J.M., 2006. Le Traité Rustica de l'apiculture. Ed. Rustica, Paris, 528 P.

CORNUET J.M., DAOUDI A., MOHSSINE E.H., FRESNAYE J., 1988. Etude biométrique de populations d'abeilles marocaines. Apidologie 19, n° 4, disponible sur : https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/1988/04/Apidologie_0044-8435_1988_19_4_ART0003/Apidologie_0044-8435_1988_19_4_ART0003.html, (consulté le 06-02-2019).

DADE H.A., 1994. Anatomy and dissection of the honey bee. Ed. IBRA. London,UK,158P.

DE LAYENS G., BONNIER G., 2013. Cours complet d'apiculture. Ed. Belin, 480P.

DOULL K.M., 1976. Influence de l'hygrométrie sur l'éclosion des oeufs. Apidologie 7, disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00890393/document>, (consulté le 28-02-2019).

FAHRENHOLTZ L., LAMPRECHT I., SCHRICKER B., 1989. Études thermiques d'une colonie d'abeilles mellifères: thermorégulation de la ruche été et hiver et production de chaleur de membres de différentes castes d'abeilles. J. Comp. Physiol. B., Editeur : Springer Verlag, disponible sur :

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00694379>, (consulté le 10-04-2019).

FERT G .H., 2010. L'élevage de reines. Ed. Rustica, Paris, 96P.

FRIEDRICH.P., 2017. L'élevage des abeilles. Ed. Artémis, France, 96P.

FRONTY A.,1980. L'apiculture aujourd'hui. Ed. Rustica, Paris, 222 P.

GHALEM Z., BERKANI M.L., KACI F., HAMI H., 2012. Biological control against varroa destructor in the bee *Apis mellifera intermissa* L in Algérie. WULFENIA JOURNAL KLAGENFURT. AUSTRIA. Vol 20,n°9 .

GUATINEAU M., 1984. Le marquage des reines. Revue Française d'apiculture, 431P.

GRISSA K., CORNUET J.M., MSADDA K., FRESNEY J., 1990. Etude biométrique des populations d'abeilles tunisiennes. J. Apidologie. Vol.21. 303–310P.

HACCOUR P., 1960. Recherche sur la race d'abeille saharienne au Maroc. Comptes Rendus, Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc. Vol. 6. 96-98P.

HASSENI, HARCHA A., FETOUS R., 1992. Contribution à l'amélioration de la production d'un miel de l'abeille locale par sélection massale. Mémoire Ingénieur Agronome, USDB BLIDA, 60P.

HENNEBELLE S.,2010. L'abeille In Doc apiculture, disponible sur :

http://dhennebelle.perso.sfr.fr/docapi.htm#_Toc22802410, (consulté le 18-04-2019).

HEPBURN H.R., RADOLF S.E., 1996. Analyses morphométriques et phéromonales d'*Apis mellifera* L le long d'un transect du Sahara aux Pyrénées. Apidologie 19, disponible sur :

https://www.apidologie.org/articles/apido/abs/1996/01/Apidologie_0044-8435_1996_27_1_ART0005/Apidologie_0044-8435_1996_27_1_ART0005.html,

(consulté le 20-03-2019).

LAVIE P., 1955. L'enregistrement thermique continu dans les populations d'*Apis mellifera* avec couvain. Insectes sociaux. Volume 2. Ed. Masson & Cie, 134P.

LAVIE P., 1973. L'élevage et la situation d'abeille. 1ère semaine internationale apicole. 22- 27 janvier 1973. Tizi Ouzou. Algérie.

LAVIE P., 1968. L'étude expérimentale de la conduite des ruches : Traité de biologie de l'abeille. Tom 4. Ed. Masson et Cie, Paris, 64P.

LINNAEUS C., 1758. Système naturel pour tous les domaines, classes secondaires, genres, espèces, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Ed. Salvius, disponible sur : <https://gdz.sub.uni-goettingen.de/volumes/id/PPN362052875>, (consulté le 27-03-2019).

LOUCIF A.W., ACHOU M., LEGOUT H., ALBURAKI M., GARNERY L., 2014. Genetic assessment of Algerian honeybee populations by microsatellite markers. Apidologie.

LOUVEAUX J., 1980. Les abeilles et leur élevage. Ed. Hachette, Paris, 235P.

LOUVEAUX J., 1985. Les abeilles et leurs élevages. Ed. Hachette, Paris, 265P.

MARECHAL P., 2014. Les abeilles comme vous ne les avez jamais vues. Ed France Agricole, 224 P.

PAGE R.E., PENG C.Y., 2001. Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee *Apis mellifera* L. Elsevier science inc. Experimental Gerontology. Volume 36, issues 4-6-April 2001.

PETIT D., 2002. Principes et méthodes d'élevage de reines d'abeilles. disponible sur : <http://daniel.petit.chez-alice.fr/index.htm>, (consulté le 09-03-2019)

PHILIPPE J M , 1993. Le guide de l'apiculture. Ed. sud, Paris, 347P.

PHILIPPE J.M., 2007. Le guide de l'apiculture. Ed. sud, Paris, 347P.

POHL F., 2008. L'élevage des abeilles. Ed. Artémis, 95 P.

PROST J P., 1979. L'apiculture : Connaître l'abeille .conduire le rucher. 5ème édition. J.B. Baillière, 399 P.

PROST J P., 1987. L'apiculture : Connaître l'abeille .conduire le rucher. 6ème édition. J.B. Baillière, 298 P.

PROST J P., 2005. L'apiculture : Connaître l'abeille .conduire le rucher. Ed. J. B. Baillière. 7ème édition revue et complétée par Le Conte V, 698P.

RAVAZZI G., 2007. Abeille et Apiculture .Ed. De Vecchi S.A, Paris, 159P.

REGARD A., 1992. Sélection et élevage de reines. 1er Ed. SAINTMAMMES, 181 P.

REGARD A., 1987. Sélection et élevage de reines : essaimage artificiel. 2ème Ed. SAINTMAMMES, 181 P.

RICHARD D., 2013. La bible de l'apiculture: abeilles, miels et autres produits. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris ,416P.

RUTTNER F., 1968. Systématique du genre *Apis*. Les races d'abeilles. In : Chauvin R. Traité de biologie de l'abeille, tome I. Eds. masson et cie. Paris. 44P.

RUTTNER F., 1979. Histoire de la ruche. Revue Française d'apiculture, vol.16, n°206, 568P.

SABOT J., 1980. L'essaimage et sa prévention. Revue Française d'apiculture. N°384, 244 P.

SCRIVE J., 1992. L'élevage des reines : les trois méthodes d'élevage. Revue Française d'apiculture N° 513, 558P.

TOURNERET E., TAUTZ J., DE SAINT PIERRE S., 2017. Le génie des abeilles. Ed. Hozhoni, 253P.

TOURNERET E., 2019. Stock photos [en ligne], disponible sur : <http://www.thehoneygatherers.com/html/phototheque1.html>, (consulté le 10-01-2019).

VAILLANT J., 1986. Initiation à la génétique et à la sélection de l'abeille domestique. Ed. Troyes, 374P.

WARING C., WARING A., 2012. Abeilles, tout savoir sur l'apiculture. Ed. Artémis, Paris, 180P.

WILSON-RICH N., 2016. Abeilles : Une histoire naturelle. Ed. Artémis, 224 P.

Sites internet :

www.apiculture-introduction-des-reines.com (consulté le 25-12-2018).

www.méthodes-d'élevage-de-reines.com (consulté le 25-12-2018).

www.essaimage.com (consulté le 12-11-2018).

ANNEXE 1

Analyse de la variance sur le facteur surfaces de couvain des colonies souches

Tableau 1 : Forme de présentation des résultats

Sources de la variance	Degrés de liberté	Somme des carrés des écarts	Carrés moyens	F _{obs}	F _{0.05}
Entre groupes	C - 1	$\Sigma(\Sigma x^2)/n - (\Sigma x_i)^2 / N = (2)$	$(2)/(C-1)=(4)$	$(4)/(5)$	Lu dans la table de FISHER pour K ₁ =C-1 et K ₂ =N-C
Intra groupes (résiduelle)	N-C	(1) - (2) = (3)	$(3)/N-C =(5)$		
Totaux	N - 1	$\Sigma x^2 - (\Sigma x_i)^2 / N = (1)$			

Tableau 2 : Résultats d'analyse de la variance des colonies souches

Sources de variations	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F _{obs}	F _{0.05}
Entre colonies	11	19498423	1772584	0,88	1,86
Intra colonies (résiduelle)	132	266811826	2021302		
Totaux	143	286310249			

Tableau 3 : Les données d'expérimentation de la surface du couvain des colonies souches

Dates	Lot 1 (reines âgées de plus de 2 ans)						Lot 2 (reines âgées de moins de 2 ans)						
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	
10/11/18	2516,4	2277,64	2393,89	1666,61	2463	2398,6	1531,52	1193,81	2089,16	1880,23	1833,11	2321,62	
29/12/18	1633,63	1413,71	1570,79	1022,59	2001,19	1665,04	1338,31	1484,4	1419,99	934,62	1888,1	995,89	
26/01/19	3769,91	2725,33	3666,24	3727,49	4310,26	4608,71	4569,45	7297,92	3474,59	3600,26	4789,35	4159,46	
14/02/19	2265,8	2481,84	2651,49	2296,49	2309,06	3072,46	3490,29	4106,05	1432,56	3798,17	3355,21	2673,49	
28/02/19	1790,69	1357,15	1726,3	2004,33	823,09	1958,76	2924,76	3755,75	823,09	3379,91	2693,91	3991,37	
13/03/19	2609,08	3279,81	3418,04	3911,26	2133,13	3560,98	4291,4	5774,22	823,09	4640,11	3895,55	5830,79	
26/03/19	3567,22	3996,09	4010,24	4669,97	3518,57	6536,07	6111,96	6438,66	823,09	5687,83	656,58	6462,1	
07/04/19	2970,36	1528,38	2139,42	1608,49	2095,42	750,83	515,22	0	2662,5	2704,89	1102,7	2583,95	
20/04/19	3906,19	3113,31	3652,09	3074,04	3430,61	1976,06	1770,28	788,54	4104,48	4263,11	3622,25	3575,12	
02/05/19	4673,12	3664,66	4208,62	3590,83	4495,62	3011,21	3389,77	2901,26	4087,21	4652,67	4772,07	5007,69	
16/05/19	4454,78	4021,23	4553,74	3869,29	3664,66	1272,34	3463,6	3418,05	2835,28	3666,23	3777,77	3645,8	
30/05/19	2872,98	2395,46	2359,32	1782,85	2552,54	545,06	2376,61	1567,66	1555,09	1922,65	1617,91	2224,25	
													Totaux
n_i	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
$\sum X_i$	37030,16	32254,61	36350,18	33224,24	33797,15	31356,12	35773,17	38726,32	26130,13	41130,68	34004,51	43471,53	423248,80
$(\sum X_i)^2$	1371232750	1040359866	1321335586	1103850124	1142247348	983206261,5	1279719692	1499727861	682783693,8	1691732837	1156306700	1889773921	15162276640
$\sum X_i^2$	125104502,9	96707815,2	121345240	107196221,9	107904947,9	113895272,8	134059698,4	185831254,5	73636461,86	161378269,7	117982553	185292641	1530334879
SCE_i	10835107,14	10011159,67	11233941,13	15208711,58	12717668,85	31961417,65	27416390,79	60853932,74	16737820,71	20400533,25	21623661,32	27811480,91	266811825,70
Moyennes	3085,85	2687,88	3029,18	2768,69	2816,43	2613,01	2981,10	3227,19	2177,51	3427,56	2833,71	3622,63	2939,23

ANNEXE 2

Analyse de la variance sur le facteur surfaces de couvain des essais

Tableau 1 : Résultats d'analyse de la variance

Sources de variations	d.d.l.	S.C.E.	C.M.	F_{obs}	F_{0.05}
Entre essais	11	977528,461	88866,2237	0,55	2.22
Intra essais (résiduelle)	24	3909970,78	162915,4492		
Totaux	35	4887499,24	139642,835		

Tableau 2 : Les données d'expérimentation de la surface du couvain des essais

Dates	ESSAIMS												
	C1'	C2'	C3'	C4'	C5'	C6'	C7'	C8'	C9'	C10'	C11'	C12'	
27/02/19	1411,36	1014,73	1409,79	1956,43	1789,14	1831,03	1881,29	2138,9	1321,04	1632,06	1440,42	1642,53	
25/04/19	1662,70	1955,07	1760,07	1694,89	1798,56	2066,12	1354,02	1476,27	2130,52	2212,72	1513,19	1059,24	
30/05/19	2472,43	2239,96	2636,57	1560,59	2132,36	2423,21	1699,79	1657,92	2120,02	1980,82	1756,31	1799,22	
													Totaux
n_i	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
$\sum X_i$	5546	5210	5806	5212	5720	6320	4935	5273	5572	5826	4710	4501	64631
$(\sum X_i)^2$	30763551	27141599	33714629	27164006	32719086	39946951	24355212	27805478	31042504	33937615	22183346	20258911	351032888
$\sum X_i^2$	10869418	9869396	12036856	9135712	10982799	13493469	8261908	9502965	10778747	11483398	7449179	7057087	120920934
SCE_i	614901	822197	798646	81043	76437	177819	143504	234472	431246	170859	54730	304116	3909970
Moyennes	1848,83	1736,59	1935,48	1737,30	1906,69	2106,79	1645,03	1757,70	1857,19	1941,87	1569,97	1500,33	1795,32

ANNEXE 3

Analyse de la variance du nombre de larves acceptées dans les différents élevages

Tableau 1 : Statistiques descriptives des trios variantes

Variantes	Nb d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Ecart type (ET)	Coef Variation (CV)
Variante 40	4	135	33,75	17,58	4,19	12%
Variante 60	4	187	46,75	78,92	8,88	19%
Variante 80	4	267	66,75	72,92	8,54	13%

Tableau 2 : Analyse de variance

	Degré de liberté DDL	Somme des carrés SCE	Carré moyen CM	F _{Obs}	Probabilité	F _{critique}
Entre Variante	2	2210,67	1105,33	19,57	0,00053	4,26
Intra variantes (résiduelle)	9	508,25	56,47			
Total	11	2718,92				

ANNEXE 4

Analyse de la variance des reines écloses dans les différents élevages

Tableau 1 : Statistiques descriptives des trois variantes pour le nombre de reines écloses

	Nb d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance	Ecart type	Coef Variation (CV)
Variante 40	4	123	30,75	24,92	4,99	16%
Variante 60	4	179	44,75	72,92	8,54	19%
Variante 80	4	250	62,5	73,67	8,58	14%

Tableau 2 : Résultats d'analyse de variance du nombre de reines écloses

Source des variations	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F_{Obs}	Probabilité	F_{critique}
Entre variantes	2	2025,5	1012,75	17,76	0,000758	4,26
Intra variantes (résiduelle)	9	514,5	57,17			
Total	11	2540				